



SUV BIORESURSLARI

SAJAL RAY

SAJAL RAY

SUV BIORESURLARI



Toshkent – «Donishmand ziyosi» – 2025

UO'K 574.5:556
K BK 28.082
R 19

574.556
R 19

**O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi
huzuridagi Oliy ta'limni rivojlantirish tadqiqotlari markazining
buyurtmasiga asosan nashrga tayyorlandi va chop etildi.**

Ingliz tilidan **Diloraxon DEXQONOVA** tarjimai

Sajal, Ray.

Suv bioresurslari [Matn]: qo'llanma / Sajal Ray. – Toshkent: Donishmand ziyosi, 2024. – 352 b.

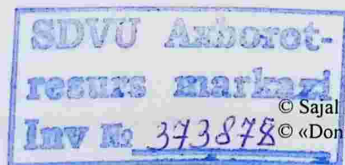
Mazkur qo'llanma suvda yashovchi organizm turlarining biologiyasi, ekologiyasi va taksonomiyasi asoslari, suv bioresurslarining genetik tavsifi, himoya qilinishi va boshqarilishi, hayvonot dunyosiga oid masalalar ilmiy-tadqiqotlar natijasida tayyorlandi.

Ilmiy-ommabop nashr ikki bo'limdan iborat bo'lib, birinchi bo'limda mualliflar tomonidan belgilangan biologik suv resurslari biologiyasi, xilma-xilligi va molekulyar fiziologiyasi, 2-bo'limda esa umurtqasiz va umurtqali organizmlarning turli suv resurslarini saqlash va ekologik xavfsiz boshqarish holati, bioresursni yetishtirish uchun batafsil metodologiyalar – mikroorganizmlar yetishtirish uchun qurilish tizimini loyihalash, tizimni iqlimlashtirish va mikroorganizmlarni boshqarish muhokama qilingan.

Shuningdek, qo'llanma kitobxon uchun suv bioresurslarining turli xil filetsimon shakllarini barqaror boshqarish uchun biologiya, ekologiya, xilma-xillik holati, farmatsevtika, turli xil ekologik hamda salbiy omillar, innovatsion texnologiyalarga bog'liq masalalarni o'rganish bilan birga, ushbu sohadagi tadqiqotlarning kelajakdagi yo'nalishini ham ko'rsatib beradi.

Ushbu xorijiy o'quv adabiyoti professor-o'qituvchilar, doktorantlar, magistrantlar va talabalarining o'quv va ilmiy faoliyatida foydalanishi uchun mo'ljallangan. Shuningdek, ilmiy izlanishlar olib borayotgan mustaqil tadqiqotchilar va keng ilmiy jamoatchilik uchun tavsiya qilinadi.

Ushbu xorijiy o'quv adabiyotidan tijorat maqsadida foydalanish qat'iy man etiladi.



ISBN 978-9910-715-60-0

MUQADDIMA

Insoniyat tamaddunining qadimdan o'sib borishi ko'p jihatdan biologik resurslarga bog'liq bo'lgan. Qadimgi odamlar ularning yashab qolishi va naslning davom etishi uchun zarur bo'lgan biologik resurslarning ahamiyatini tushunib yetganlar. Ko'pgina ibtidoiy jamoalar, xususan, ovchi-terimchilarining turmush-tarzi och qolmaslik maqsadida o'rmon va daryo resurslaridan foydalanishga asoslangan. Ular jismoniy va aqliy rivojlanish, takror ishlab chiqarish, migratsiya va immunitet kabi umumiy biologik xususiyatlariga ta'sir ko'rsatadigan manbalardan ozuqa sifatida foydalanishgan. Ushbu jamoalarni dehqonchilik, qishloq xo'jaligi va baliqchilik faoliyati bilan muntazam shug'ullanishlari oqibatida ulardan foydalanish bilan bog'liq muammolar paydo bo'la boshlagan. Baliqchilikning eng qadimgi shakli suvda uchraydigan turlarni asbob-uskunalar va baliq tutish moslamalari yordamisiz ovlash yoki tutib olishdan iborat bo'lgan. Baliqchilikning bu ibtidoiy shakli keyinchalik yirikroq va mukammal ovni ta'minlaydigan suv organizmlarining muntazam yetishtirishga sababchi bo'ldi. Ba'zi ibtidoiy qabilalar orasida baliq ovlashning ibtidoiy texnologiyalari va qurollari amaliyoti ularning an'anaviy ravishda suv bioresurslariga bog'liqligini ko'rsatadi.

Arxeologlar zamonaviy tadqiqotlar o'tkazish vaqtida Merilenddagi daryo qirg'oqlaridan uncha uzoq bo'lmagan chiqindilar orasida ustritsa chig'anoqlaridan tarkib topgan birikmani qazib olishdi. Mollyuskalar, masalan, ustritsalar, qirg'oq bo'yidagi ilk aholi yashash joylaridagi muhim parhez ozuqa manbayi bo'lgan. Shu jumladan, baliq, ustritsa, midiya, krab, krevetka, sakkizoyoq, g'ovaktanlilar vakillari va o'simlik turlarini o'z ichiga olgan biologik suv resurslari, xuddi shunday boshqa manbalar qatori parhez, oziq-ovqat, farmatsevtika, ekologik va iqtisodiy ahamiyatga ega istiqbolli turlardir. Biologik resurslardan ko'pchilik qismi yo iste'molga yaroqli, yoki etnotibbiyot manba sifatida xizmat qiladi hamda akvakultura bilan bog'liq global iqtisodiyotga katta hissa qo'shadi. Biroq ko'pgina suvda yashovchi organizmlar turlarining biologiyasi, ekologiyasi va taksonomiyasi asoslari haligacha to'liq sinchiklab o'rganilmagan. Yashash muhitining buzilishi bilan bog'liq bo'lgan, havo va suv sifatining yomonlashuvi resurs salohiyatiga ega bo'lgan suv o'simliklari va hayvonot dunyosi uchun jiddiy ekologik tahdid solib kelmoqda. Bu holat so'nggi yillarda iqlim o'zgarishi ta'sirida yanada yomonlashdi.

Suv resurslaridan oqilona foydalanish, saqlash va muhofaza qilish bilan bog'liq masalalar resurslarni barqaror boshqarish va ko'plab kam rivojlangan hamda rivojlanayotgan mamlakatlar aholisining umumiy tabiiy mulk huquqi va ularga bo'lgan oqilona munosabati bilan chambarchas bog'liq. Ikki bo'limdan iborat ushbu kitobda tasdiqlangan ilmiy ma'lumotlardan foydalangan holda biologiya, ekologiya, fiziologiya, suv bioresurslarining genetik tavsifi, himoya qilinishi va boshqarilishiga oid

masalalar muhokama qilingan. U yuqori ekologik va iqtisodiy qiymatga ega bo'lgan muhim biologik resurslarning qadimgi holati hamda hozirgi holatiga nisbatan umumiy qarashni taqdim etadi. «Biologiya, ekologiya va fizikkimyo» deb nomlangan 1-bo'limda mualliflar belgilangan biologik suv resurslari biologiyasi, xilma-xilligi va molekulyar fiziologiyasi bilan bog'liq asosiy masalalarni muhokama qilganlar. Dengiz ekotizimining muhim biologik resursi bo'lgan karakatitsada tuxum qo'yishning molekulyar fiziologiyasi tahlil qilingan. Mualliflar tuxum agregatsiyasi jarayonida kimyoviy bog'lanishning muhimligini ta'kidlaydi. Ekologik signal-lar, tuxumdonlar regulyator peptidlari va jinsiy feromonlar integratsiyasida ishtirok etuvchi neuropeptidlarning molekulyar tartiblanishi izohlangan.

Tuxum qobig'i shakllanishining tarkibi va rivojlanish xususiyatlari keng yoritilgan. Karakatitsaning maksimal ko'payishini ta'minlaydigan molekulyar hodisalar reproduktiv fiziologiyani yaxshiroq tushunishga va uning tabiiy yashash muhitida ushbu resursni boshqarishga imkon beradi. So'nggi yillarda endokrin tizim faoliyatini buzuvchi kimyoviy birikmalar yuqori resurs salohiyatiga ega ko'plab suv organizmlari uchun jiddiy ekofiziologik xavf tug'dirmoqda. Chuchuk suv hovuzlarida uchrovchi chig'anoqlar suv muhitining ifloslanishini ko'rsatuvchi noyob indikatorlar sifatida e'tirof etilgan. Turli reproduktiv ko'rsatkichlar, masalan serpushtlik, ootsitlar va tuxumlar massasining ishlab chiqarilishi, tuxumlar massasining sifati, avloddagi hujayralarning bo'linish vaqti va zigota metabolitlarining tarkibi, chig'anoqlarda steroidlar bilan suv ifloslanishining reproduktiv belgilari uchun tajribaviy ma'lumotlar keltirilgan. Ekologik xavfni baholash modeli sifatida hovuz suvshillig'i istiqboli yangicha nuqtayi nazardan muhokama qilindi. Chig'anoqlarning ko'payishi bilan bog'liq fiziologik va xatti-harakat ko'rsatkichlarini o'z ichiga olgan polimarker yondashuv suvning steroid ifloslanish xavfini baholash uchun ko'rib chiqildi. Daryolarda uchrovchi chuchuk suv losossimon baliqlari populyatsiyalarining genetik xususiyatlari ushbu bioresurslarning evolyutsiyasi, tarqalishi va boshqarilishi nuqtayi nazaridan aloqa zonasida muhokama qilinadi. Begona baliq turlari kirib kelishining ekologik ahamiyati qayd etilgan. Boshqa bobda mualliflar muzlik davri muhitining mintaqaviy va lokal miqyosida mollyuskalar evolyutsiyasiga ta'sir ko'rsatgan mozaik murakkablikni izohlagan.

Xulosa Markaziy Yevropaning Karpat havzasidagi muzlik davri qorinoyoqli mollyuskalari *refugiyalarga* oid paleontologik ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Ko'pgina suv bioresurslarining bioxilma-xillik holati, birinchi navbatda, so'nggi yillarda iqlim o'zgarishi va insoniyat faoliyati tufayli tarkibiy va funksional o'zgarishlarni namoyon qilmoqda. Shunday qilib, resurslar xilma-xilligini muntazam o'rganish zarurligi ta'kidlanadi. Kaliforniya qo'ltig'ining janubiy-sharqiy qismida, Meksikada bioxilma-xillikning muhim zonasida mollyuska turlari manbalarining (malakologik resurs) xilma-xilligi, tarqalishi va boyligi aniqlangan. Mualliflar Meksikaning o'xshash bo'lmagan ekologik zonalarida to'plangan mollyuskalar bioxilma-xilligining hozirgi holati haqida ma'lumotlar bergan.

Ma'lumotlarga ko'ra, Portugaliyada baliq ovlash, ifloslanish va iqlim o'zgarishi dengiz chig'anoq'i (*Phorcus sp.*)ning tarqalishi, yashash muhiti, fe'l-atvori va hayot siklining xususiyatlariga ta'sir ko'rsatadi. Ushbu dengiz mollyuskalarining anatomiyasi, taksonomiyasi, tarqalishi, ekologiyasi, oziqlanish xususiyatlari, o'sish tezligi va reproduktiv holati ularning resurs salohiyatini hisobga olgan holda muhokama qilingan. Shuningdek, ushbu asosiy turlarning suv toksikligini monitoring qilish imkoniyatlari tahlil qilingan. Gvatemala yuqori darajadagi xilma-xillikka ega mamlakat bo'lib, o'z aholisi uchun qisqichbaqasimonlar va ularga o'xshash tabiiy ozuqa resurslarining keng spektrini muhofaza qiladi. Chuchuk suv krevetkalari, qisqichbaqalar va qisqichbaqasimonlar uning ko'plab mahalliy populyatsiyalari uchun an'anaviy oziq-ovqat manbayi hisoblanadi. Resurs salohiyatiga ega bo'lgan asosiy o'n oyoqli qisqichbaqasimonlarning tur boyligi haqida ma'lumotlar keltirilgan. Mualliflar to'g'onlar qurilishi va qishloq xo'jaligi faoliyatining daryolar va suv omborlarida ushbu mahalliy turlarning populyatsiya zichligini kamayishidagi zararli omillar sifatida tilga oladilar. Bu qismga suvning biologik resurslarining fiziologik va biokimyoviy ahamiyatiga bag'ishlangan boblar ham kiritilgan. Qora dengizning Bolgariya qirg'og'idagi Qora dengiz midiyasi yuqori tijorat va oziq-ovqat qiymatiga ega bo'lgan dengiz mollyuskalarining iste'mol qilinadigan turidir. Ushbu turning yog' kislotalari, xolesterin, yog'da eruvchi vitaminlar va karotinoidlarning mavsumiy dinamikasi muhokama qilingan. Ushbu mintaqadagi qora dengiz muhitining tijorat va oziq-ovqat istiqbollari haqida ularda kuzatiladigan muhim biofaol molekulalarning nisbiy mavjudligi haqida so'z yuritiladi. Akvakulturada yuqori istiqbolga ega bo'lgan ushbu midiyalar ko'plab terapevtik birikmalarning manbayi sifatida e'tirof etiladi. G'ovaktanlilar dengiz ekotizimlarida ham, chuchuk suv ekotizimlarida ham tarqalgan eng qadimgi evolyutsion *metazoa* hisoblanadi. Ular o'sma, bakteriyalar va zamburug'li infeksiyalarga qarshi dorilarning potensial manbalaridir. Mualliflar ushbu bobda g'ovaktanlilardagi dori vositalari va boshqa farmakofaol birikmalarning manbalarini tadqiq etishgan.

G'ovaktanlilar o'simliklarga qarshi va antibioplankton birikmalar manbayi sifatida ta'kidlanadi. Suv mollyuskalarining kimyoviy ekologiyasi suvning harorati, sho'rliigi, pH va ular bilan bog'liq oziq-ovqat manbalari kabi ko'plab sifat ko'rsatkichlari asosida muhokama qilinadi. Mualliflar bu ko'rsatkichlarni turli tabiiy birikmalarning ta'sir etuvchi agentlari sifatida, shuningdek, erkak va urg'ochi mollyuskalar nisbati, mollyuskalarning ko'payuvchanlik xususiyatlari va ko'payish sikli kabi biologik ko'rsatkichlarini ham ko'rsatib o'tishgan.

Kitobning «Muhofaza qilish va barqaror boshqarish» deb nomlangan ikkinchi bo'limida mualliflar umurtqasiz va umurtqali organizmlarning turli suv resurslarini saqlash va ekologik xavfsiz boshqarish holatini muhokama qilgan. Unda neotropik chuchuk suv baliqlarini saqlab qolishda genetik usulning ahamiyati keng yoritib o'tilgan. Shuningdek, baliqchilikni boshqarishning muhim me'yo-

riy jihatlarini ta'kidlangan. Bu sohadagi olimlar tomonidan Hindistondagi Girva daryosi delfini va gaval timsohlarini o'z ichiga olgan turli xil organizmlarning saqlanish holati taqdim etilgan. Mualliflar ham Girva daryosi ornitofaunasining xilma-xil ekanligini ta'kidlashgan. To'g'on qurilishi, oziq-ovqat turlarining yaroqsizligi va cheklangan ov va o'lim darajasi ham Hindistonning noyob bioresursi bo'lgan daryo delfinini saqlab qolish uchun asosiy muammolar sifatida qaraladi. Indoneziyada qisqichbaqasimonlar va fermer xo'jaliklaridagi yetishtirilayotgan qisqichbaqalarni ko'paytirish istiqbollari «Yopiq suv aylanma ta'minoti qurilmasi tizimi» texnologiyasi keltirilib o'tilgan. Qisqichbaqasimonlarni yetishtirishning ushbu yangi usuli an'anaviy usulga nisbatan samarali usul sifatida tavsiya etiladi. Bioresursni yetishtirish uchun batafsil metodologiyalar, jumladan, mikroorganizmlar yetishtirish uchun qurilish tizimini loyihalash, tizimni iqlimlashtirish va mikroorganizmlarni boshqarish muhokama qilingan. Yetishtirilayotgan turlarning yashovchanligini 10–20 foizga oshirish texnologiyani texnik va iqtisodiy istiqbolini ko'rsatadi. Ushbu tahrir qilingan tom bioresurslarni tadqiq qilishning asosiy va amaliy jihatlariga bag'ishlangan ma'lumotlar keltirilgan boblarni o'z ichiga oladi. Suv bioresurslarining turli xil filetsimon shakllarini barqaror boshqarish uchun biologiya, ekologiya, xilma-xillik holati, farmatsevtika, turli xil ekologik hamda salbiy omillari va innovatsion texnologiyalar bilan bog'liq muhim masalalar ko'rib chiqilgan. Kitob ushbu sohadagi tadqiqotlarning kelajakdagi yo'nalishini ham ko'rsatib beradi.

Men ushbu kitobni tahrirlashning har bir bosqichida samimiy hamkorligi uchun IntechOpen nashriyoti xodimi Dajana Pemak xonimga minnatdorchilik bildiraman. Texnik yordami uchun Kalkutta universiteti zoologiya kafedrasi suv toksikologiyasi laboratoriyasi aspirantlari: Santanu, Abxisek va Arunodayiga beminat yordami uchun rahmat aytaman. Ayniqsa, rafiqam doktor Mitali Rayga, qizlarim Shubhalakshmi va Bishnupriye, kuyovim Arkega qo'llab-quvvatlaganliklari uchun alohida minnatdorchilik izhor etaman.

*Sajay Ray (PhD), Hindistondagi Kalkutta universiteti
«Zoologiya» kafedrasi professori*

1-BO'LIM

BIOLOGIYA, EKOLOGIYA VA FIZIKKIMIYO

1-BOB. *SEPIA OFFICINALIS* KARAKATITSALARINING TUXUM QO'YISHI

Céline Zatylny-Gaudin and Joël Henry

Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud.
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.71915>

Annotatsiya. Ushbu bobda *Sepia officinalis* karakatitsalarining tuxum qo'yishiga oid tadqiqot ma'lumotlari keltirilgan. Tuxum massalari aprel va iyun oylarida La-Mansh bo'yida va O'rta yer dengizida yil davomida urg'ochilar to'planadigan o'ziga xos qirg'oq bo'yidagi juftlashish va urug'lanish joylariga qo'yiladi. Atrof-muhit signallari shubhasiz to'planish jarayonida ishtirok etadi, ammo kimyoviy aloqa ham ushbu murakkab mexanizmlarda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ovipozitsiyaning ketma-ket bosqichlari tartibga soluvchi peptidlarning uchta sinfi tomonidan tashkil etilgan: (1) atrof-muhit signallarini birlashtiradigan neuropeptidlar, (2) reproduktiv tizim faoliyatini modulyatsiya qiluvchi tuxumdonning tartibga soluvchi peptidlari va (3) tuxum yo'li bezi tomonidan ifodalangan va ajratilgan jinsiy feromonlar. Tuxum qo'yilgandan so'ng, embrion 8–10 hafta davomida yordamchi jinsiy bezlar tomonidan chiqariladigan ko'p qatlamli kapsula bilan himoyalanaadi. Tuxum yo'li bezi tuxum qobig'ining ichki qatlamini chiqaradi. Asosiy nidamental bez kapsula shakllanishi va embrionni himoya qilishda ishtirok etadigan muhim polisaxaridlar va glikoproteinlarni, masalan sepiya tuxumining oqsillarini chiqaradi. Qo'shimcha nidamental bez bezning tarkibiy tuzilishiga xos bo'lgan oqsillarni ifodalaydi va simbiotik bakteriyalarni o'z ichiga oladi. Bu bez ham tuprik bezlari singari ehtimol gametalarni va/yoki embrionni himoya qilish bilan bog'liq bo'lgan immun omillarni chiqaradi.

Kalit so'zlar: ko'payish, tuxum qo'yish, neuropeptidlar, tuxumdon peptidlari, tuxum qobig'i, karakatitsa.

1. Kirish

Filogenetik, anatomik va fiziologik jihatdan boshoyoqlilar chinakam mollyuskalardir. Biroq ular mollyuskalarning boshqa sinflaridan, ayniqsa, boshqa ikkita asosiy sinf, qorinochoqlilar va ikki pallalilardan ajratib turadigan o'ziga xos xususiyatlarga ega. Birinchidan, bu eng oson harakatlanadigan mollyuskalar hisoblanadi. Ular kalmarlar kabi katta amplituda gorizonta va vertikal migratsiyaga qodir pelagik turlar sifatida uchraydi. O'z navbatida, sakkizoyoqlar asosan hududiy va shuning uchun kam harakat bo'lib, karakatitsa *Sepia officinalis* kengliklarga qarab



1-rasm. *Sepia officinalis* karakatitsa hayot siklining asosiy ketma-ket bosqichlari.
(Foto mualliflari: V. Kornet, J. Genri, C. Zatilniy-Gaudin).

past va o'rta migratsiya amplitudasi bilan bog'liq bo'lgan kengliklarga qarab nektobentik xatti-harakatlarni namoyish etadi.

Mollyuskalarning boshqa sinflaridan farqli o'laroq boshoyoqlilarning oyoqlari bosh qismida bo'lib, ularning sakkizta oyoqlari yirtqichlikda, shuningdek, tuxum massasini shakllantirishda juftlashish va tuxum qo'yishda muhim rol o'ynaydi (1-rasm). Bu oyoqlar ov paytida o'ljani yopish orqali ushlash uchun ham ishlatiladi [1].

O'ljani nazorat qilish qobiliyati dengiz muhitida juda noyob va faqat primatlar va ba'zi sutemizuvchilarda uchraydi. Bu ehtimol, markaziy asab tizimining (MAT) favqulodda rivojlanishi bilan bog'liq. Ushbu markaziy asab tizimi tog'aylilar bosh suyagi bilan himoyalangan va tasvirlarni shakllantirishga qodir bo'lgan ko'zlar orasida joylashgan.

2. Tuxum qo'yishi: tavsifi

Sepia officinalis karakatitsa monosiklik tur bo'lib, umr ko'rish populyatsiyaning geografik joylashuviga qarab o'zgarib turadi: O'rta yer dengizida 15–16 oy, La-Mansh bo'yida 20–22 oy yashaydi. Urug'lantirish stereotipik xatti-harakatlar bilan bog'liq. Akvariumlarda hali urug'lantirmagan jinsiy yetuk urg'ochilar turdoshlari tomonidan ilgari qo'yilgan tuxumlarni manipulyatsiya qiladilar va bir vaqtning o'zida ularning ventilyatsiyasini oshiradilar.

Tuxum qo'yish (ovipozitsiya)ga olib keladigan turli xil xatti-harakatlar ketma-ketligi asta-sekin takrorlanadi va oxir-oqibat birinchi tuxumini qo'yishiga olib keladi (shaxsiy kuzatish). Urg'ochi bir vaqtning o'zida o'nlab ehtimol 150–200 ta tuxum qo'yishi mumkin. Taxminan jinsiy a'zolar sig'imi, bu pauzadan oldin unga yetuk oositlar (V bosqich) asinxron gametogenez orqali to'ldirish imkonini beradi. Shuningdek, u tuxum yo'li bezi va nidamental bezlar tomonidan chiqariladigan kapsulali mahsulotlarni tiklaydi. Ba'zi urg'ochilar keyin tuxumning ikkinchi partiyasini va ehtimol, bir nechta ketma-ket tuxum qo'yishga ham qodir. Biz hayvonning dasturlashtirilgan o'limidan oldin qancha tuxum qo'yilganini aniq bilmaymiz. Serpushtlilik ko'rsatkichi, ehtimol, urg'ochilar orasida juda katta farq qiladi va uni baholash juda qiyin.

3. Tuxum qo'yish: tartibga solish

Urg'ochi reproduktiv tizimining kontraktil tuzilmalari bo'yicha dastlabki ishlar ko'plab miyotrop yoki miyosupressiv tartibga soluvchi peptidlarni aniqlashga olib keldi. Ulardan birinchisi, APGWamid oilasiga mansub neuropeptid, tuxum yo'llarining distal qisqarishiga miyosupressiv ta'siri asosida rpHPLC bilan tozalangan optik lob namunasidan aniqlangan [2].

1997-yildan 2006-yilgacha ushbu mavzu bo'yicha nashr etilgan maqolalardan ma'lum bo'lishicha, tuxum qo'yishning ketma-ket bosqichlari, birinchi navbatda, tartibga soluvchi peptidlarning ikki sinfi bilan tartibga solinadi: atrof-muhit omillari uyg'unlashuvining integratsiyasida ishtirok etadigan neuropeptidlar va reproduktiv tizim faoliyatini modulyatsiya qiluvchi tuxumdonni tartibga soluvchi peptidlar [2–8]. *De novo* RNAseq va massa spektrometriyasiga asoslangan «-omiks» yondashuvlarining so'nggi rivojlanishi transkriptlar va yetuk parchalash mahsulotlarini aniqlashga olib keldi.

Transkriptomik yondashuvdan foydalanib J. Enault va uning hamkasblari [9] tartibga soluvchi peptidlarning uchinchi toifasini, ya'ni tuxum yo'li bezlari tomonidan ifodalangan va ajralib chiqadigan va uchta prekursor oqsilidan 1,3 dan 8 kDa gacha bo'lgan bioaktiv peptidlarga bo'lingan jinsiy feromonlarni kashf etdilar.

Neyrotranskriptomlar ketma-ketligi orqali karakatitsa neuropeptidiomini tashkil etuvchi 38 oiladan, ekspressiya naqshlari (ifoda naqshi) va to'qimalarning joylashuvi asosida tuxum qo'yishni tartibga solishda ishtirok etadigan neuropeptidlarning bir nechta oilalari aniqlandi [10]. Nihoyat, tuxumdon to'qimalarining RNK ketma-ketligi shuni ko'rsatdiki, tuxumdonni tartibga soluvchi peptidlarning aksariyati oositlarni chiqarishda ishtirok etadigan bitta sarig'i oqsilidan ajralgan (nashr qilinmagan natijalar).

4. Neuropeptidlar

Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, tuxum yo'lining kontraktil faolligini modullashtirish qobiliyatiga asoslanib, karakatitsiyalarda aniqlangan birinchi neyro-

peptid Genri va uning hamkasblari tomonidan tuxum qo'yadigan urg'ochilarning optik qismlaridan tavsiflangan (2-rasm) [2].

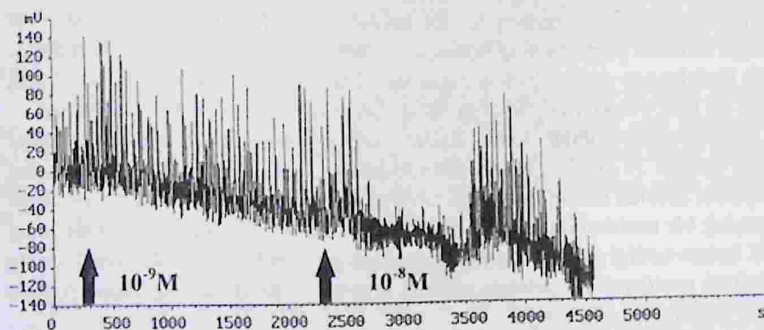
Bu APGWamid oilasiga mansub dipeptid bo'lgan GVamid bo'lib, APGVamidning markaziy nerv tizimida dipeptidil aminopeptidaza (DPAP) tomonidan fermentativ bo'linishi natijasida hosil bo'ladi.

DPAP faolligi amfibiyalar terisida hosil bo'lgan peptidlar, asalarilar zaxaridagi litik peptid prekursorlari, hasharotlar gemolimfasida ajraladigan bakteritsid peptidlar yoki hujayradan tashqari xamirturush proteazlari kabi biologik faol oqsillar yoki peptidlarga prekursorlar yetilishining muqobil mexanizmi bo'lib ko'rinadi [11].

Qorinoyoqlilarda, mollyuskalarning yana bir sinfi, APGWamid erkaklar xatti-harakatlarini tartibga solishda ishtirok etadi. Hovuz suvshillig'i *Lymnaea stagnalis*da jinsiy a'zosini nerv tizimida joylashgan bu tetrapeptid jinsiy a'zoni ereksiyasini tartibga soladi [12–14].

Bundan tashqari, FMRFamid bilan bog'liq peptidlar (FaRP) urg'ochi qo'shimcha jinsiy bezlarning nerv tolalarida ham uchraydi. Ularning mavjudligi immunogistokimyo orqali isbotlangan. Perfuziyalangan FaRP distal tuxum yo'lining kontraktil faolligida chuqur o'zgarishlarni keltirib chiqaradi [3]. Neuropeptidlarning ikkita oilasi, APGWA-RP va FaRPning tuxum qo'yishni nazorat qilishda ishtirok etishi tuxum massasining shakllanishiga olib keladigan ketma-ket bosqichlarni kompleks tartibga solishni ko'rsatadi.

De novo RNAseq va massa spektrometriya skrining yordamida karakatitsa neuropeptidomini aniqlash keyingi qadam bo'lib, chuqur tuzilmaviy va funksional tekshiruv orqali neuropeptidomning umumiy ko'rinishini ta'minladi [10].



2-rasm. 10–8 M sintetik GWamide bilan ishlov bergandan so'ng tuxum yo'li qisqarishining tonusi, chastotasi va amplitudasining pasayishi. 10–9 M GVamid dozasi qisqarishga olib kelmadi; shuning uchun GWamide faolligining chegarasi 10–8 va 10–9 M orasida ko'rinadi [2].

Aniqlangan 38 ta neuropeptid oilasiga (ekspressiya darajasi, neuropeptid to'qimasini xaritalash va mRNK lokalizatsiyasi) qo'llaniladigan filtrlash mezonlari asosida yettita neuropeptid oilasi tanlab olindi: allatostatinlar, APGWamid, qisqichbaqasimon kardioaktiv peptidlar (CCAP), FaRP, FLGWamid myomodulinlar va kichik kardioaktiv peptid (SCP).

Nano suyuq xromatografiya-tandem massa spektrometriyasi (nLC-MS/MS) yordamida muqobil ravishda birlashtirilgan allatostatin prekursorli oqsil A1 va A2 dan ajratilgan bir nechta neuropeptidlar tuxum yo'li bezi va asosiy nidamental bezlarda aniqlandi, bu ularning tuxum kapsulasi sekretsiyasidagi rolini ko'rsatadi. Hasharotlarda FGLamide allatostatinlari (shuningdek, allatostatin A yoki bukka-linlar deb ataladi) adipokinetik gormon (AKH) va insulinga o'xshash peptidlar [16] bilan o'zaro ta'sir qilish orqali ko'payish [15] va oziqlantirish jarayonlarida ishtirok etadi. Karakatitsalarda gemolimfada A1 va A2 allatostatinlari ham aniqlangan, bu neyrogormonlar holatiga mos keladi, ular vitellogenenez davrida tuxum qobig'i mahsulotlarining biosintezini tartibga solishi mumkin.

APGWamid markaziy asab tizimida nLC-MS/MS tomonidan aniqlangan va GWamid CNS tomonidan tavsiflangan [2]. Bundan tashqari, tuxum qo'yadigan urg'ochilarning OG, MNG va ANGLarida katta miqdordagi mRNKlar topilgan. Shunga o'xshash kuzatuvlar *Lymnaea stagnalis* hovuz suv shillig'ida van Minnen va Bergman tomonidan qayd etilgan [17]. Qo'zg'atuvchidan keyin asab terminal-larida tuxum qo'yuvchi gormonni kodlaydigan ko'p miqdorda iRNKlar, shuning-dek, tuxum qo'yuvchi gormon transkriptlarining transkripsiyasi aksonal bo'lin-mada sodir bo'lishi mumkinligini qo'llab-quvvatlovchi poliribosomalar aniqlandi. Ushbu ma'lumotlar aksonal bo'linmada qo'pol endoplazmatik retikulum, silliq retikulum va Golji apparati paydo bo'lishini ko'rsatadigan so'nggi hujjatlar bilan tasdiqlanadi [18]. Tadqiqotchilar Martin va Kim [19] aksonal o'sish konuslarida tarjimani inobatga olgan holda allaqachon ma'lum bo'lgan netrin-1 [20] bog'la-nish orqali dendritlar yoki aksonlar darajasida joylashgan subhujayra mRNKla-rining tarjimasini kuchaytirganligini ko'rsatish uchun Aplysiadan model sifatida foydalanganlar.

Netrin-1 retseptorining sitoplazmatik domeni DCC deb ataladi (o'chirilgan yo'g'on ichak saratoni uchun). Urg'ochi karakatitsalarning tezkor reaksiyasi ASGLarni innervatsiya qiluvchi aksonlarning tayyorlik holati bilan bog'liq bo'li-shi mumkin.

CCAP prekursor oqsilidan taxmin qilingan uchta neuropeptid nLC-MS/MS tomonidan CNS, tuxum yo'li va asosiy nidamental bezlarda aniqlangan [10]. CCAPs shuningdek, tuxum qo'yadigan urg'ochilarning qizilo'ngach osti massasi-da (yetuk erkaklardan farqli o'laroq) haddan ziyod ko'p bo'ladi, bu markaziy asab tizimining reproduktiv apparatni innervatsiya qiladigan yagona qismidir. Ushbu neuropeptidlar oilasi tuxum kapsulasi sekretsiyasini tartibga soladi deyish mum-kin.

CCAPlar dastlab qisqichbaqasimonlarda tasvirlangan. Ular artropodlar [21–24] va mollyuskalardagi [14, 25–27] C-terminal amidatsiyalangan neuropeptidlardir, karakatitsa preprogormoni esa nLC-MS/MS tahlili bilan tasdiqlangan uchta amidatsiyalanmagan peptidlarni taxmin qilgan.

FaRP prekursor oqsilidan taxmin qilingan to'rtta neuropeptid markaziy asab tizimida nLC-MS/MS tomonidan aniqlandi va dekapeptid ALSGDAFLRFamid subesophageal massa bilan bog'liq bo'lgan neyrogemal mintaqada, shuningdek, yagona tuxumdon bezi va asosiy nidamental bezlarda aniqlangan edi. Tadqiqotchi Genri va boshqalar [3] tomonidan yetuk urg'ochi boshqa urg'ochilarning ASGda olingan immuno-bo'yash natijalarini tasdiqlaydi. Bu neuropeptidlar hayvonot olamida keng tarqalgan va mollyuskalarning yurak faoliyati [28], amilaza sekreti-siyasi [29], oziqlanish [30] va ko'payish [31] kabi ko'plab fiziologik tartibga solish jarayonlarida ishtirok etadi. Karakatitsalarda ular tuxum qobig'i sekreti-siyasini va tuxum yo'lida oositlarni tashishni [3], shuningdek, xromatoforni boshqarish yo'llarini [32] tartibga soladi deb hisoblashadi.

FLGamid neuropeptidlarning yangi oilasi bo'lib, hayvonlar olamida ilgari hech qachon ta'riflanmagan, ammo *blastn C teleta* poliketli qurtida «belgilanmagan oqsil» (ELU03112) sifatida izohlangan o'xshash prekursorini aniqlagan [33]. Ikkita prekursor oqsilidan prognoz qilingan sakkizta neuropeptidning ko'pchiligi nLC-MS/MS tomonidan karakatitsaning markaziy asab tizimida, tuxum yo'li bezida, asosiy nidamental bezlarida va tuxumdon stromasida aniqlangan [10]. Bu tuxumdon stromasida topilgan yagona neuropeptidlar oilasi bo'lib, jinsiy a'zolar-ga silliq oositlarni chiqarishda ishtirok etishini ko'rsatadi. Ammo yaqinda nashr etilmagan tajribalar shuni ko'rsatadiki, bu neuropeptidlar tuxumdon stromasiga kiritilganda kontraktil faollikda hech qanday o'zgarishlarga olib kelmaydi. Ular gemolimfada ham bo'lganligi sababli, ular vitelogenezni tartibga solishda ishtirok etadilar.

Tuxum yo'lida hozirgi kunda nashr etilmagan tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, ular tuxum yo'lida oositlarni tashishni tartibga soladi. Ular tuxum qobig'ining biosintezi va sekreti-siyasini ham qo'zg'atishi mumkin.

Miyomodulinlar nLC-MS/MS tomonidan CNS, tuxum yo'li va asosiy nidamental bezlarda [10], shuningdek, APGWamid va CCAP uchun tavsiflanganidek mRNK tomonidan aniqlangan. Ular tuxum kapsulasi sekreti-siyasida ishtirok etadigan yordamchi jinsiy bezlar bilan chambarchas bog'liq ko'rinadi.

Tropik dengiz quloqchasi – *Haliotis asinineda* tuxum qo'yish urug'lanishdan keyin 12 soat ichida APGWamid, miomodulinlar va insulinning keskin ortishi bilan xarakterlanadi. Urug'lanishdan 24 soat o'tgach, ekspressiya keskin pasayadi, bu neuropeptidlarning gametalarni chiqarishda tartibga soluvchi rol o'ynashini ko'rsatadi [34]. Karakatitsalarda bu uchta neuropeptidning mRNKlari tuxum yo'li bezlari va asosiy nidamental bezlar darajasida tiklanadi, bu ularning juftlashgan-

dan keyin reproduktiv apparatning tezkor reaksiyasida ishtirok etishini namoyon etadi.

Mass-spektrometriya yordamida kichik kardioaktiv peptidni (SCP) aniqlash juda qiyin va tuxum kanali bezi bilan cheklanganligi isbotlangan. CCAP uchun avval ta'riflanganidek, (yetuk erkaklardan farqli o'laroq) SCP tuxum qo'yadigan urg'ochilarning qizilo'ngach ostidagi massasida ham haddan tashqari ko'p bo'ladi. Ushbu neuropeptid tuxum qobig'i ichki qatlamining sekretsiyasi, shuningdek, mantiya bo'shlig'iga oositlarning chiqishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Bu barcha neuropeptidlarning preprogormonlari quyidagi 3-rasmda ko'rsatilgan.

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100
 101
 102
 103
 104
 105
 106
 107
 108
 109
 110
 111
 112
 113
 114
 115
 116
 117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200
 201
 202
 203
 204
 205
 206
 207
 208
 209
 210
 211
 212
 213
 214
 215
 216
 217
 218
 219
 220
 221
 222
 223
 224
 225
 226
 227
 228
 229
 230
 231
 232
 233
 234
 235
 236
 237
 238
 239
 240
 241
 242
 243
 244
 245
 246
 247
 248
 249
 250
 251
 252
 253
 254
 255
 256
 257
 258
 259
 260
 261
 262
 263
 264
 265
 266
 267
 268
 269
 270
 271
 272
 273
 274
 275
 276
 277
 278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291
 292
 293
 294
 295
 296
 297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378
 379
 380
 381
 382
 383
 384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391
 392
 393
 394
 395
 396
 397
 398
 399
 400
 401
 402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419
 420
 421
 422
 423
 424
 425
 426
 427
 428
 429
 430
 431
 432
 433
 434
 435
 436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463
 464
 465
 466
 467
 468
 469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497
 498
 499
 500
 501
 502
 503
 504
 505
 506
 507
 508
 509
 510
 511
 512
 513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520
 521
 522
 523
 524
 525

3-rasm. Allatostatin A1 va A2 preprogormonlari, APGVamid, qisqichbaqasimonlar kardioaktiv peptidlari, FLGamid, FMRFamid bilan bog'liq peptidlar, miomodulin, F1, F2, F3, F4, F5 neuropeptidlari va markaziy asab va neyropatlarda topilgan kichik kardioaktiv peptidlar.

OG va MNG tuxum kapsulasi rivojlanishi bilan chambarchas bog'liq. Urg'lantirishdan oldin darhol tuxum hujayralari tuxum kapsulasi oqsillarining ikki qatlamiga joylashtirilgan: ichki qavat tuxum yo'li bezi tomonidan, tashqi qatlam esa asosiy nidamental bezlar tomonidan chiqariladi. Bu bezlar tuxum kapsulasi tarkibiy qismlarining ko'p qismini sintez qiladi va ajratadi. OG va MNGning o'xshash vazifasi nima uchun ular juda ko'p tartibga soluvchi neuropeptidlarni almashishini tushuntirishi mumkin. Ular orasida uchta toifani ajratib ko'rsatish mumkin (1-jadval): (1) mRNKlari OG va MNGda kamaygan neuropeptidlar APGWamid va miomodulinlar, ehtimol, aksonlarning uchlarida lokalizatsiya qilingan; ular juftlashgandan keyingi reaksiya tezligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin; (2) allatostatinlar A, CCAP va neuropeptidlar SCP, tuxum qo'yadigan urg'ochilarning qizilrang osti massasida ko'p ifodalangan va OG va MNGda topilgan; oosit mantiya bo'shlig'iga chiqishidan oldin tuxum yo'li beziga o'ralgan distal tuxum yo'liga yetib kelganida ular tuxum kapsulasini ajratish uchun bezlarning mexanik qisqarishini tezlashtiradi; (3) FLGamid va FMRFamid neuropeptidlari OG va MNGda, shuningdek, gemolimfada uchraydi; ular tuxum yo'lining qisqarishini modulyatsiya qiladi va tuxum kapsulasining mexanik sekretsiyasida ishtirok etadi.

Bundan tashqari, ular aylanma peptidlar bo'lganligi sababli, sarig'ining oqsillari va/yoki tuxum kapsulasi oqsillari sintezini tartibga solishda ishtirok etishlari mumkin. Ovipozitsiyani tartibga solishda bevosita ishtirok etadigan neuropeptidlarga qo'shimcha ravishda, RNAseq protostomlarda C-terminal tirozin amidini fenilalanin amid bilan almashtirish tufayli neuropeptid F (NPF) deb ham ataladigan Y neuropeptidlarining (NPY) sezilarli darajada haddan ziyod ko'payishini aniqladi (3-rasm). Beshta qisqichbaqa NPF transkripti notekis ravishda ko'p ifodalangan glutamin qoldiqlari piroglutamata aylanishi kutilmoqda. Neuropeptidlar kulrang rangda ta'kidlangan va kodlash ketma-ketligi oxirida to'xtash kodonlari yulduzcha bilan ko'rsatilgan [10].

S. officinalis urg'ochi organizmlar tizimidan tuxum qo'yuvchi yoki silikola'mulotlarini qazib olishda foydalaniladi. Taxmin qilinganidek, signal peptidlari sariq rangda, konvertaza bo'linish joylari qizil rangda, sisteinlarning tagiga chizilgan, C-terminal amidlariga aylanishi kutilayotgan glitsin qoldiqlari ko'k-kulrangda. Ulardan eng ko'p sintezlanadigan NPF 1 ning sintez darajasi markaziy asab tizimining xuddi shu qismida yetuk erkaklarda topilgan sintez miqdoridan 45 baravarga yetadi. NPFlar har bir ko'payish bosqichida gametogenez va tuxum kapsulasi sintezini qo'llab-quvvatlash uchun oziqlantirishni tezlashtirish uchun urg'ochilarda haddan tashqari ko'p bo'lishi mumkin. Ushbu turda asinxron gametogenez urg'ochilarda o'lingacha yetuk oositlar partiyasini to'ldirish va tuxum kapsulasi mahsulotlarini biosintezlash orqali tuxum qo'yishni davom ettirishga imkon beradi.

Urg'ochi karakatitsalarda neuropeptidlar va mRNKlarning to'qima xaritasi

Neuropeptidlarning genni ko'p miqdorda								
paydo bo'lishi				sintez- lanishi	lokalizatsiyasi			funksional holati
APGWamide	yo'q	yo'q	yo'q	yo'q	ha	ha	ha	neuromodulator
Myomodulins	ha	ha	yo'q	yo'q	ha	ha	ha	neuromodulator
Allatostatins A	ha	ha	yo'q	yo'q	yo'q	yo'q	yo'q	neuromodulator
CCAPs	ha	ha	yo'q	ha	yo'q	yo'q	yo'q	neuromodulator
SCP	ha	yo'q	yo'q	ha	yo'q	yo'q	yo'q	neuromodulator
FaRPs	ha	ha	yo'q	yo'q	yo'q	yo'q	yo'q	neurohormone neuromodulator
FLGamide	ha	ha	ha	yo'q	yo'q	yo'q	yo'q	neurohormone neuromodulator

Umuman olganda, tuxum qo'yadigan urg'ochilarning qizilo'ngach osti mas-sasida (erkaklarga nisbatan) topilgan ko'plab neuropeptidlarning ko'payishi emb-riyon rivojlanishi va gametogenez uchun zarur bo'lgan energiya mobilizatsiyasi uchun ko'p miqdorda sarig'i bo'lgan oositlarning bir nechta partiyalarini ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Bundan farqli o'laroq, kanal erkakla-ri nasldan 6 oy oldin gametogenezni tugatadi va urg'ochilarga qaraganda ancha kichikroq gametalar ishlab chiqaradi. Erkak gametogenezi uchun zarur bo'lgan energiya ehtimol urg'ochi gametogenezi uchun zarur bo'lgan energiyaga nisbatan juda kichik.

Nihoyat, tuxum qo'yuvchi gormon (ELH) deb ataladigan 36 aminokislotadan iborat neuropeptid gastropodalarining oyog'idagi mushak ichiga bir marta yubo-rilganidan keyin tuxum qo'yishni keltirib chiqarishi mumkin. Karakatitsalarda ELH tuxum qo'yuvchi urg'ochilarning markaziy asab tizimining nLC-MS/MS skrinirlari bilan bog'liq bo'lgan transkriptomik ma'lumotlarning siliko tahliliga qaramay noma'lumligicha qolmoqda. Boshoyoqli mollyuskalarning uchta aso-siy sinfi orasida ELH hech qachon aniqlanmagan yagona sinf ekanligini hisobga olgan holda taxmin qilishimiz mumkinki, buning sababi ELH genining yo'qoli-shi yoki past darajadagi tizimli saqlanish darajasining buzilishiga olib keladigan ma'lumotlarni tahlil qilish strategiyasi, RNK ketma-ketligining yetarli darajada chuqur emasligidir. Keyinchalik chuqurroq RNK ketma-ketligi boshoyoqlilarda ushbu neuropeptidni aniqlashga imkon beradi.

ANG – yordamchi nidamental bez; MNG – asosiy nidamental bez; OG – tuxum yo'li bezi; OS – tuxumdondan stromasi; SubEM – qizilo'ngach ostidagi massa.

5. Jinsiy feromonlar

Taxminan 22 oylik qisqa hayot sikli davomida La-Mansh bo'yidagi karakatitsalar Normandiya qirg'oqlaridan La-Manshning g'arbiy qismiga to'rtta gorizontaal migratsiyani amalga oshirishi mumkin [35]. Oxirgi migratsiyadan so'ng sohil bo'yidagi ma'lum bir ko'payish uchun tuxum qo'yish joylariga yetib borgach, Normandiya qirg'oqlarida, aprel–iyun oylari orasida juftlashish va tuxum qo'yish uchun yig'iladi. Bu xatti-harakatlar juftlarning agregatsiyasini keltirib chiqaradigan suv molekullari orqali qandaydir kimyoviy aloqa paydo bo'lishini ko'rsatadi. Karakatitsalardagi kimyoviy aloqa birinchi marta tadqiqotchi Boal va boshqalar [36, 37] tomonidan y-labirintdan foydalangan holda aniqlangan. So'nggi paytlarda ular qo'ygan tuxumlar, tuxumdonlar ekstrakti va nidamental bezlar sun'iy dengiz suviga nisbatan tozalangan ekstrakti bo'lgan y-labirint bilan qurollangan jinsiy yetuk karakatitsalarining ventilyatsiya tezligining oshishiga olib kelganligini ko'rsatdi.

Xuddi shu tarzda, Kammins va uning hamkasblari [38] Loligoda Loligo β -mikroseminalprotein (Loligo β -MSP) deb nomlangan 10 kDa massali oqsilni aniqladilar, bu kalmar erkaklarining xatti-harakatlarini sokin suzish va to'da hayot tarzidan ekstremal to'qnashuvlargacha tezda o'zgartiradi. Loligo b-MSP urg'ochilarning qo'shimcha jinsiy bezlarida – tuxum yo'li bezida, asosiy va yordamchi nidamental bezlarda sintezlanadi va tuxum kapsulalarining tashqi ko'rinishi oqsillari bilan ajralib turadi. Loligo β -MSP urg'ochilarning qo'shimcha jinsiy bezlari – tuxum yo'li, ular asosiy va qo'shimcha nidamental bezlarida sintezlanadi va tuxum kapsulalarining tashqi qobig'i oqsillari bilan birga ishlab chiqariladi. Erkak tuxumlar bilan vizual ravishda jalb qilinganda, ularga tegish va Loligo β -MSP bilan aloqa qilganda, u darhol yaqin atrofdagi har qanday erkaklarga qarshi keskin jismoniy harakatga aylanadi.

Loligo β -MSP dastlab odam urug' plazmasi va prostata suyuqligida topilgan [39]. U faqat boshqa umurtqalilarda [40–44] va xordali lansetnikda [45] tasvirlangan. Bu tuxum yuzasida faolligini uzaytirish uchun proteolitik parchalanishga chidamlilikni ta'minlab, beshta ichki molekulyar disulfid bog'larni hosil qilishi mumkin bo'lgan 10 ta fazoviy jihatdan konservativ sistein qoldig'iga ega bo'lgan 91 ta aminokislotalardan iborat yuqori o'zgaruvchan oqsil hisoblanadi.

Eno va uning hamkasblari [9] *Sepia officinalis* tuxumdonida ekspressiyalanadigan va ishlab chiqariladigan peptidlarni kodlaydigan uchta asosiy o'xshash transkriptni aniqladilar. OP-PZR va mass-spektrometriya tahlillari shuni ko'rsatdiki, transkriptlar va ekspressiya mahsulotlari tuxumdonda joylashgan. SP α va SP α' deb nomlangan ikkita juda o'xshash oqsil oldingi (4-rasm) $\alpha 3$ - va $\alpha 3'$ -peptidlarda bor-yo'g'i to'rtta aminokislota bilan ajratilgan. Ular 1,3 kDa ($\alpha 5$)dan 7 kDa (α)gacha diapazondagi yettita taxminiy ekspressiya mahsulotlarini beradi. Barcha peptidlar $\alpha 1$ dan tashqari kamida bitta sisteinni o'z ichiga olgan va ulardan ikkitasi $\alpha 3$ va $\alpha 3'$ ko'plab biofaol peptidlar kabi C-uchida amidlangan (5A-rasm).

SP- α' M---DKPGKTS---PLSWLVVYITAILVFFLARLEIRSNVQAEFQHRAA 55
 SP- α M---DKPGKTS---PLSWLVVYITAILVFFLARLEIRSNVQAEFQHRAA 45
 SP- β MMTSFDNKMPTSGKSKLRWFFYFVFSLLALIFVFSRLKKAEENKIQKKFT 52

SP- α' RLLVSVRRYYAAGPVFTRWGNRCPYRSYRVYEGIMGGQDKTHRGGASNFLC 97
 SP- α RLLVSVRRYYAAGPVFTRWGNRCPYRSYRVYEGIMGGQDKTHRGGASNFLC 97
 SP- β YPYVQVK-IPGPGATYVIWGRKKCTSNDRVYTGATAGQYHNHAGGGSNILC 103

SP- α' LPRRPTWANLKGGSQGLGLYGTQYKLYPSQVNGF-GLFFQTHLKPPHNHDV 148
 SP- α LPRRPTWANLKGGSQGLGLYGTQYKLYPAHVNGF-GLFITTHLKPPHNHDV 148
 SP- β LPRFPVSDQITTTSTENVASIFGVRYIGSYNSLGTNLGFSTPNNISLNKRVV 155

SP- α' PCAVCQVTKPATVLMIPGRKXVCTPGWDLMYRGYLMSEKRNAGRMITYVCVDK 200
 SP- α PCAVCQVTKPATVLMIPGRKXVCTPGWDLMYRGYLMSEKRNAGRMITYVCVDK 200
 SP- β PCSVCLTNGSATIMVIPGRTHCPGWYRQYSGYLMTAHYAHVGRSNHICVHR 207

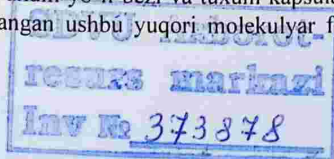
SP- α' RPQVYWAGYLNENGATINHVESKCGSLPCPLYSNYKEVPCCVCSKCP I 248
 SP- α RPQVYWAGYLNENGATINHVESKCGSLPCPLYSNYKEVPCCVCSKCP I 248
 SP- β RPQRYFG--TSPLQAFLYHVEAECGSLPCPPYCNCFELPCVVCVKCP- 252

4-rasm. SP α - α' va SP β oqsillarining uchta o'tmishdoshining aminokislotali tekislanishi. Qizil yulduzchalar konservativ sisteinlarni bildiradi. Taxmin qilingan signal ketma-ketliklari sariq rangda, SP o'rtasidagi konservativ ketma-ketlik yashil rangda, Sp α va Sp α' o'rtasidagi farqlar ko'k rangda va asosiy qoldiqlarning potensial parchalanish saytlari qizil rangda belgilangan [9].

SP β deb nomlangan uchinchi oqsil avvalgi SP α va Sp α' bilan 56,7 foiz o'xshashlikka ega (4-rasm) va 1,1 kDa (peptid β 1) dan 8,3 kDa (peptid β 3) gacha bo'lgan diapazonda C-oxirgi amidlanish (peptid β 2), disulfid bog'lar (peptidlar β 3, β 4, β 5) yoki N-glikozillanish (peptid β 3) bilan beshta taxminiy ekspressiya mahsulotlarini beradi (5B-rasm).

Sp α - α' va SP β dan olingan ko'pgina ekspressiv mahsulotlar uchun C-terminal amidatsiyasi va disulfid aloqalari kabi prognoz qilingan translyatsiyadan keyingi o'zgarishlar nLC-MS/MS tahlili bilan tasdiqlangan. Ushbu modifikatsiyalar proteaz va peptidaza faolligiga qarshi mustahkam himoyani ta'minlashi va peptidlarning dengiz muhitida uzoq umr ko'rishini ta'minlashi mumkin. Prognoz qilingan peptidlarning aksariyati nLC-MS/MS tahlili yordamida olinganligi sababli SP α - α' va SP β ga ishlov berish suvli feromonlar kombinatsiyasining ajralishiga olib kelishi kerak. α 3 va α 2 peptidlari ushbu qismlarga surtilganda jinsiy organ va jabra qisqarishini juda tezlashtiradi (6-rasm).

Ekspressiyalanadigan va ishlab chiqariladigan peptidlar erkagining jinsiy aparati faolligini modulyatsiya qilishi mumkin. So'nggi vaqtlarda chop etilmagan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, SP α va SP β oqsillarining avvalgilari ham tuxum kapsulasi oqsillari bilan ajralib chiqadigan va tuxum kapsulasi ichki qatlamiga birlashtirilgan yuqori molekulyar (22–26 kDa) feromonlarning ikkinchi partiyasini ajratib olishga qodir. Nihoyat, ular tuxum kapsulasining tashqi qatlamini yorib o'tishlari zahoti tuxum massalari atrofidagi dengiz suvida ko'zga tashlanadi. Tuxum yo'li bezi va tuxum kapsulasi proteom tahlili yordamida identifikatsiyalangan ushbu yuqori molekulyar feromonlarning mavjudligi SP oldingilaridan



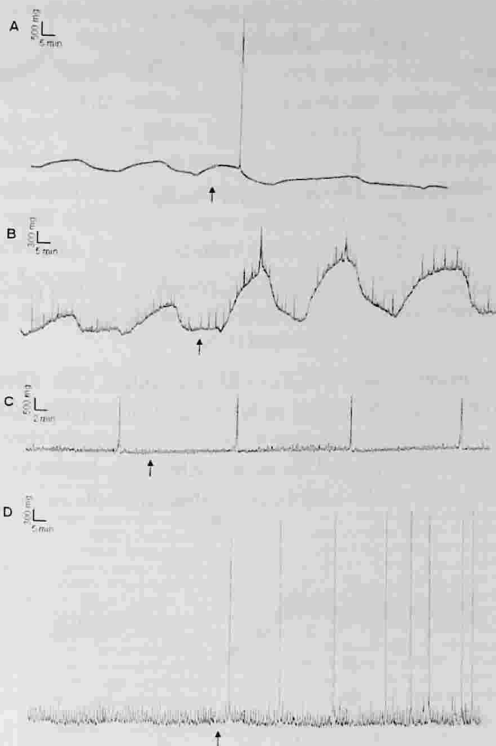


5-rasm. *Sepia officinalis* (A) SP α va α' feromoni oldingilarining tashkil etilishini ko'rsatuvchi sxematik diagrammalar, (B) SPβ. Avvalgilari ikki asosli parchalanish natijasida hosil bo'lgan peptidlar va polipeptidlarning murakkab kombinatsiyasini kodlaydi. Qora quti, signal peptidi; vertikal qora chiziq, ikki asosli qoldiq parchalanishining potensial sayti; yulduzcha, N-bog'langan glikozillashning taxmin qilingan sayti; S, Cys qoldig'i [9].

olingan yuqori molekulyar polipeptidlar/oqsillarning mavjudligini ham nazarda tutadi. Ushbu tahliliy natijalar shuni ko'rsatadiki, SP-oldingilari parchalanishining ikkita usuli birgalikda mavjud bo'lib, tuxumlar tomonidan atrof-muhitga chiqariladigan past molekulyar peptidlar (progormon-konvertaza parchalanishi), shuningdek, 22–26 kDa massali polipeptidlar/oqsillarni hosil qiladi.

Shunday qilib, urg'ochisining qo'shimcha jinsiy bezlari tomonidan bitta oqsildan oldin hosil bo'lgan past molekulyar va yuqori molekulyar feromonlarning ajralib chiqishiga olib keladigan mexanizmi aniqlash kerak. β2 va α3 peptidlar uchun S-oxirgi amidlashning mavjudligi Goldji apparatida ikki xil ishlov berish amalga oshirilishini ko'rsatadi, bu esa past molekulyar feromonlar (LMWP) yuqori molekulyar feromonlar (HMWP) degradatsiyasi mahsulotlari emasligini anglatadi.

Amaldagi funksional gipoteza shundan iboratki, LMWPs mantiya bo'shlig'i-da ootsitlarning juftlashishi va ajralib chiqishini chaqiradi va *Aplysia* da keltirilganidek, HMWPs yetuk karaktitsalarning qirg'oqbo'yi hududlarida tuxum qo'yishi agregatsiyasiga yordam beradi. Bu ma'lumotlarning barchasi karaktitsa tuxumlari *Aplysia* [46–48] avlodiga mansub dengiz qorinoq mollyuskalari kabi boshqa mollyuskalarda tasvirlanganidek, feromonlar manbayi ekanligini tasdiqlaydi.

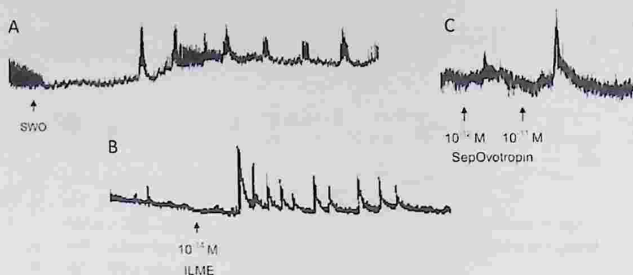


6-rasm. $\beta 2$ va $\alpha 3$ sintetik peptidlarning biofaolligi. 10^{-8} M chegarasidan boshlab (A) urg'ochi jabra va (B) jinsiy organlarda $\beta 2$ bilan yuzaga kelgan qisqarishlar. 10^{-9} M chegarasidan (D) jinsiy a'zoda $\alpha 3$ tomonidan hosil qilingan qisqarishlar [25].

6. Tuxumdon regulyator peptidlari

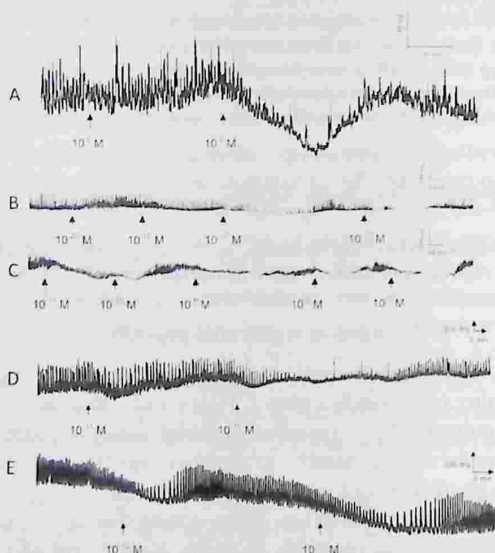
MNGs tomonidan ishlab chiqarilgan kapsula mahsulotlari sintezini boshqarishda tuxumdonning roli birinchi marta J. Henry va E. Boucaud-Camou (1997) tomonidan qayd etilgan [49]. Tuxumdon ekstrakti asosiy nidadental bezlardan olingan bez hujayralarining birlamchi to'qimalari oqsillari va polisaxaridlariga 3N-leysin va 14S-glyukozaning kiritilishini kuchaytiradi.

Ootsitlarni inkubatsiya qilish uchun ishlatiladigan dengiz suvi ham perfuzion tuxum yo'lga qo'llanilganda qisqarish faolligini o'zgartirgan (7A-rasm). Ilgari ta'riflangan birinchi tuxumdon regulyator peptid ILME tetrapeptidi [4], undan keyin SepOvotropein [5], SepCRP (Sepia Capsule Releasing Peptides) [6, 8] va OJP (Ovarian Jelly Peptides) [7] edi. Bu peptidlarning barchasi distal tuxum yo'lining qisqarishini modulyatsiya qiladi va ularning ba'zilar asosiy nidadental bezlarning



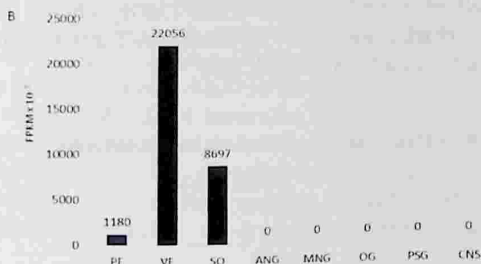
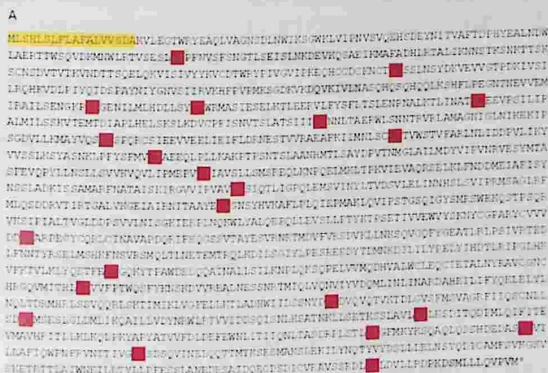
7-rasm. Distal tuxum yo'lining (A) yetuk oositlarni (SWO), (B) sintetik peptid ILME va (C) sintetik SO matropinni inkubatsiya qilish uchun ishlatiladigan dengiz suvi bilan perfuziyasi [4, 5].

qisqarishini ham tartibga soladi (7B, C va 8A-E rasmlar). Ular vitellojenik follikullar va silliq oositlarda ifodalanadi va tuxum qo'yish paytida tuxum yo'lining bo'shlig'iga chiqariladi, bu oositlarning mantiya bo'shlig'iga o'tishini ta'minlaydigan qisqarishni tartibga soladi. Ular qo'shimcha jinsiy bezlar va tuxumdonlar sinxronizatsiyasida asosiy rol o'ynaydi, deb taxmin qilinadi.



8-rasm. SepCRP konsentratsiyasi ortishining (A) asosiy nidamental bezga va butun urg'ochi organizm jinsiy yo'liga, (B) birinchi tuxum qo'yishdan oldin va (C) tuxumning birinchi partiyasi qo'ygandan keyin ta'siri. DQVKIVL konsentratsiyasining ortib borayotgan konsentratsiyasining butun ayol jinsiy yo'liga (D) va asosiy nidamental bezga (E) ta'siri [6, 8].

So'nggi vaqtlarda o'tkazilayotgan transkriptomik yondashuvlar shuni ko'rsatdiki, SepOvotropin, SepCRP va OJP tuxumdon follikulasida va silliq oositlarda sintezlangan va hayvonot dunyosida hali hech qachon tasvirlanmagan 1634 aminokislotalardan iborat bitta yirik protein prekursoridan ajraladi (9A-rasm). Signal peptidining paydo bo'lishi ushbu protein kashshofi tomonidan chiqarilgan ekspression mahsulotlarning ajralib chiqishini ko'rsatadi. Transkriptni ifodalashning fazoviy va vaqtinchalik belgilari, ehtimol, bu embrion rivojlanishida ishtirok etadigan sarig'i oqsili (nashr qilinmagan natijalar: 9 B-rasm) ekanligini ko'rsatadi. Bu shuni anglatadiki, sarig'i oqsillari tartibga soluvchi peptidlarni chiqarishga olib keladigan ketma-ket jarayonlardan o'tishi mumkin. Protein prekursorlarini MS/MS tahlili va Edman degradatsiyasi natijasida olingan birlamchi ketma-ket-



9-rasm. (A) SepOvotropin, SepCRP va OJPning oqsil prekursori, sariq oqsilni chiqaradi. Prognoz qilingan signal peptidi sariq rangda va konvertaza bo'linish joylari qizil rangda. Tuxumdonning tartibga soluvchi peptidlari kulrang rangda ta'kidlangan va kodlash ketma-ketligining oxiridagi to'xtash kodon yulduzcha bilan ko'rsatilgan. (B) Sariq oqsilning ekspressiya shakli.

PF: previtellogenik follikullar; VF: vitellogenik follikullar; SO: silliq oositlar; ANG: yordamchi nidamental bez; MNG: asosiy nidamental bez; OG: tuxum kanali bezi; PSJ: posterior tuprik bezi; CNS: markaziy asab tizimi, FPKM: har bir million xaritalangan fragmentga ekson kilobazasi uchun fragmentlar x 10⁻³.

liklar bilan solishtirish, de novo strategiyasidan foydalangan holda molekulyar massalarni aniqlash (ion tuzog'i) va MS/MS spektrlarini tahlil qilish uchun foydalanilgan vosita tufayli ba'zi xatolarni aniqladi. SepCRPlarda 5-pozitsiyadagi aminokislota bilan bog'liq xatolik yuz berdi: aspartat (D) asparagin (N) bilan almash-tirilishi kerak (EISLNKD o'rniga EISLNKDEVK). OJPda bir xil aminokislotalar C-terminal qismida (EISLNKD o'rniga EISLNKDEVK) va 2-pozitsiyada gluta-mat (E) glutamin (Q) bilan almashtirilishi kerak. Har bir holatda, aminokislotalar juda o'xshash molekulyar og'irliklarga ega, ular faqat 1 Da ga farq qiladi.

Nihoyat, SepCRP va OJP dastlab [6, 8]da tasvirlangan kichikroq oilalardir. Xuddi shunday xato SepOvotropin darajasida ham sodir bo'ldi, chunki PKDSML ketma-ketligi LLQVPVYamid PKDSMoxLLLQVPVMox bilan bir xil molekul-yar og'irlikka ega. Prekursor oqsili tomonidan chiqarilgan SepOvotropinning aso-siy ketma-ketligi PKDSMLLLQVPVM hisoblanadi. SepOvotropin, SepCRP va OJParning tuzatilgan ketma-ketligi 2-jadvalda jamlangan. Ular bir xil retseptor-larni bog'lashi mumkinligini ko'rsatib, saqlanib qolgan domenning mavjudligini ko'rsatadi.

ILME tetrapeptidiga kelsak, u tuxumdon follikullari va oositlarda ifodalan-gan retinolni bog'lovchi oqsil prekursoridan (10-rasm) ajralishi mumkin. Silico ma'lumotlarini tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, bu ILME ketma-ketligini o'z ichiga olgan tuxumdonda sintezlanadigan yagona prekursor oqsildir. Tuxumdonlarni tar-tibga soluvchi peptidlarning o'ziga xosligi shundaki, ular funksional oqsillarning ikkilamchi bo'linishidan kelib chiqadi. Ular atipik bo'linish joylarida bo'linganli-gi sababli, bu ularning birlamchi ketma-ketligini prekursor oqsilining tuzilishiga asoslangan holda taxmin qilishni qiyinlashtiradi.

Shunga o'xshash tartibga soluvchi peptidlar hasharotlarda aniqlangan, masa-lan «trypsin-modulyatsion-oostatik omillar» uchun TMOF. Vitellin membranasi oqsillaridan ajratilgan bioaktiv peptidlar [50] tuxum rivojlanishini nazorat qiladi [51] va ekdizon biosinteziga to'sqinlik qiladi [52].

2-jadval

Tuxumdonni tartibga soluvchi peptidlarning birlamchi ketma-ketligi

Peptides	Primary sequences
SepOvotropin	PKDSMLLLQVPVM
SepCRPs	SLNKD
	ISLNKD
	EISLNKD
	EISLNKDEVK
	ESLNKDEV
	ISLNKDEV
	EISLNKDEV
OJPs	DVKIVL
	DVKIVLN

MKNVSNFAVFCVLVESLAVSFSEKFGTQATNSATTIDPPSECRVNNFVVQKNFNASLYQSHWFVI
 SWNKHSMAVEHFFLSKFVSI RNAEAYTLDGNFRFLTGGMISRMFCQQQDEIVAYVMNRAPQKLTIV
 QISPKDRYPQWVMQTDYTGAVIYSCLKVASNGMCEPGNAVVQSMNPTGHTPTQQAKVESVALC
 VDPSELKIVGYDGRCPELDPKNFPQILMEGVCFIFFLIVSIIGIYFTCCQSPANEHAK*

10-rasm. ILME tetrapeptidini chiqarishga qodir bo'lgan retinolni bog'laydigan oqsil uchun prekursor oqsili.

Prognoz qilingan signal peptidi sariq rangda, konvertaza bo'linish joylari qizil rangda ta'kidlangan. ILME kulrang rangda ta'kidlangan va kodlash ketma-ketligining oxiridagi to'xtash kodon yulduzcha bilan ko'rsatilgan.

Baliqlarda ikra qo'yishni tartibga solish murakkab mexanizm bo'lib, markaziy asab tizimi, tuxumdonlar va ASGLar tomonidan ishlab chiqariladigan turli tabiatdagi peptid va oqsillarni tartibga solish omillarini o'z ichiga oladi.

Neyropeptidlar neyrosensor tarmog'i bo'ylab atrof-muhit stimullarini birlashtirib, tuxum qo'yishni qo'zg'atadi. Tuxumdonlarning tartibga soluvchi peptidlari oositlarni tashish va tuxum kapsulasi sekretsiyasini sinxronlashtiradi va ularning konsentratsiyasi genital selomda saqlanadigan silliq oositlar soniga bog'liq. Ular qisqa va himoyalangan peptidlar bo'lganligi sababli, sekretsiyadan keyin qisqa vaqtli umrga ega, shuning uchun ularni dinamik tartibga solish zarur.

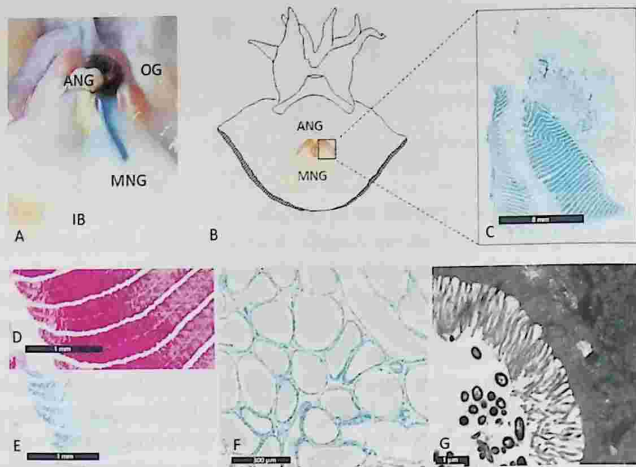
Tuxumdon bezida haddan ziyod sintezlanadigan uchta prekursor oqsildan ajratilgan suvli jinsiy feromonlar tuxum qo'yish joylarida sheriklarni to'plash orqali juftlashish va reproduktiv xatti-harakatlarni rag'batlantiradi va osonlashtiradi. Qisqa feromonlar oositlarni mantiya bo'shlig'iga chiqarishda ishtirok etadi va katta feromonlar tuxum qo'yish joylarida juftlarni yig'ish orqali reproduktiv xatti-harakatni o'zgartirishi mumkin deb hisoblanadi.

Ushbu ko'p tartibga soluvchi qatlamlar tuxumdon va ASGni o'z ichiga olgan va stereotipli xatti-harakatlar orqali amalga oshiriladigan tuxum qo'yish mexanizmining ketma-ket bosqichlarining murakkabligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin: (1) jinsiy a'zolariga yetuk oositlarning chiqishi bilan ovulyatsiya, (2) tuxum hujayralarining tuxum yo'li orqali o'tishi, (3) OG tomonidan ichki tuxum kapsulasining sekretsiyasi, (4) MNG tomonidan tashqi tuxum kapsulasining sekretsiyasi, (5) siyoh qopchasi orqali tuxum kapsulasining qora pigmentatsiyasi, (6) ayolning kopulyatsiya bursasida saqlanadigan spermatozoidlar tomonidan tuxum hujayralarining urug'lanishi, (7) tuxum massasini hosil qilish uchun tuxumlarning dengiz tubiga yopishishi.

7. Tuxum qobig'i: tuzilishi, vazifalari va embrion rivojlanishi

Ko'payish davridan so'ng, urg'ochi hayvonlar nobud bo'ladi va tuxumlarini hech qanday ota-ona himoyasiz dengiz muhitida qoldiradi. Turning bardavomligi reproduksiya muvaffaqiyatiga, aniqroq qilib aytganda, tuxumlarning o'z rivojlanishini tugallash imkoniyatiga bog'liq.

Karakatitsa tuxumlari embrional rivojlanishi uchun zarur bo'lgan barcha ozuqa zaxiralarini o'z ichiga olgan katta oositlardir. Jismoniy va mikrobial tahdid-



11-rasm. (A) Tuxum qobig'ining sekretsiyasi paytida ayol jinsiy bezlarining fotosurati (qizil o'q). ANG, yordamchi nidamental bez; IB – siyoh sumkasi; MNG – asosiy nidamental bez; OG – tuxum yo'li bezi. (B) MNG va ANG lokalizatsiyasini ko'rsatadigan ventral ko'rinishdagi yetuk urg'ochi karakatitsalarning sxematik ko'rinishi. (C) MNG va ANGning bo'ylama qismi Prenant-Gabet uch marta bo'yalgan. MNG laminalarining uzunasiga kesimi Alcian ko'k va davriy kislotasi – Schiff bilan bo'yalgan, kislotali mukopolisakkaridlar (D) va neytral mukopolisakkaridlar va glikoproteinlar (E) sekretsiyasini ta'kidlaydi. (F) Prenant-Gabet uchlik dog'i bilan bo'yalgan ANGning bo'ylama kesmasi, bu kanalchalarning bir qatlamli kirpikli epiteliydan iboratligini va lumendagi bakteriyalar bilan to'ldirilganligini ko'rsatadi. (G) TEMda mikrovilli va bir nechta lumenal bakteriyalar bilan bir qatlamli siliyer epiteliyni ko'rsatadigan yordamchi nidamental bez tubulalarining lumenal yuzasining ingichka qismi (x 12,000).
(Foto mualliflari: V. Kornet. D. Goux).

larga dosh berish uchun yetuk oositlar urg'ochi jinsiy apparati sekretsiyasi tomonidan ishlab chiqarilgan himoya tuxum qobig'iga o'raladi [53, 54]. Ushbu tuxum qobig'i ikkita alohida qobiqdan iborat. Ichki qatlam oositni o'rab turgan xorion bilan bevosita aloqada bo'ladi; u qo'shilgan sekretsiyalar orqali hosil bo'ladi, tuxum esa tuxum yo'li bezidan o'tadi [53]. Tuxum yo'li bezi oqsillar va polipeptidlarni chiqaradi. Bu bez tomonidan ajratilgan asosiy oqsillar jinsiy feromonlarga mos keladi. Shundan so'ng, oosit mantiya bo'shlig'iga chiqariladi va ikkita nidamental bez tomonidan chiqariladigan va siyoh bilan bo'yalgan tashqi qatlam bilan ko'miladi (11A-rasm).

8. Nidamental bezlar: sefalopodlar Decabrachianing o'ziga xosligi

Sepia officinalis genital apparati ikki juft yordamchi jinsiy bezlarni o'z ichiga oladi, bu qisman tuxum qobig'ining shakllanishida ishtirok etadi (11-rasm). Asosiy nidamental bezlar (MNG) yordamchi nidamental bezlar (ANG) bilan bog'liq.

Ikki juftlashgan bezlar visseral massaning qorin tomonida joylashgan. Karakatit-salarda bu bezlarning gistologik tuzilishi kalmar (*Loligo forbesi*) nidamental bezlar tuzilishiga o'xshaydi [55].

Asosiy nidamental bez va tuxum yo'li bezining ikkalasi ham qatlamli tuzilish-ega (11C-rasm). Har bir lamel, davriy kislota-Schiff (PAS) musbat cho'kindilari bilan belgilangan polisaxaridlarning kelib chiqishida bezli epitelii bilan qoplangan biriktiruvchi to'qimalarning markaziy qatlamidan iborat (11D-rasm). Lamellalarning erkin uchida joylashgan hujayralar, ayniqsa, kislotali mukopolisaxaridlar va alsiya ko'k bilan aniqlangan glikoprotein sekretsiasini ishlab chiqaradi (11E-rasm), boshqa hujayralar esa neytral mukopolisaxaridlarni chiqaradi. Tuxum hujayrasi hosil bo'lganda, sekretsialar lumenga va bezning oldingi uchidagi mantiya bo'shlig'iga ochiladigan kanal orqali chiqariladi (11A-rasm). MNG va ANG tuzilmalari sezilarli darajada farq qiladi.

ANG MNGning oldingi uchiga konyunktiv to'qima bilan biriktirilgan to'rt-ta lobga bo'linadi. ANGning gistologik kuzatuvlari simbiotik bakteriyalarni o'z ichiga olgan quvvurli bezni aniqlaydi. Ushbu simbiiontlar bezni deyarli to'liq to'ldiradigan quvvurli tuzilmalar bo'shlig'iga o'ralgan (11F-rasm). Har bir tubulaning devori mikrovillusli bir qavatli kipriksimon epiteliiydan tashkil topgandek ko'rinadi (11G-rasm). Bu bezning ko'payishdagi roli aniq emas. Ba'zi ma'lumotlarga ko'ra, u tuxum qo'yish davrida tuxum hujayrasi shakllanishida ishtirok etadi. Jinsiy voyaga yetish davrida ANG haqiqatan ham kattalashadi va urug'lanish vaqtida rangi oqdan yorqin to'q sariq ranggacha o'zgaradi (11A-rasm). Shuningdek, u yetuk urg'ochilarda ANGning qizg'in to'q sariq rangi kelib chiqishida karotenoidlarni chiqaradigan zich bakteriyalar konsortsiumini o'z ichiga oladi [56].

16S RNK gen sekvensiyasidan foydalanib, ANGlarda ko'plab bakterial taksonlar aniqlandi, jumladan, *Agrobacterium*, *Roseobacter*, *Sporichthya*, *Rhodobi-um*, *Xanthobacter* va *Clostridium* [57]. Karakatitsalarda bakterial simbiiontlarning kelib chiqishi aniqlanmagan. Tuxum kapsulasida bakteriyalar mavjudligi vertikal uzatishni ko'rsatsa-da, biz *Loligo opalescens* [58] kabi gorizontal uzatishni istis-no qila olmaymiz. Kalmarlarda ANGlari ko'p kiprikchalar va mikrovillilarni o'z ichiga olgan hujayralarning bir qatlamidan chiqqandan keyin bir necha oy o'tgach rivojlanadi [58].

Konservalangan Toll/NF-kB tug'ma immun yo'li birinchi marta *Sepia officina-lis* ANGda tasvirlangan [59]. ANGning transkriptomik tahlili Toll/NF-kB yo'lining turlitarkibiy elementlarini aniqlashga olibkeldi. Beshta Toll bilan bog'liq retseptorlar (TLR) tavsiflangan. Ular orasida TLRa ning 89 foizi ketma-ketlikda o'ziga xosligini *E. scolopes*ning yorug'lik organida topilgan noyob TLR bilan baham ko'radi. Bundan tashqari, IRAK, TRAF6 va Rel/NF-kB kabi fosforlanish kaskadining sakkizta elementi ko'rsatildi. Ushbu immun yo'l oqsillari (a2-makroglobulina o'xshash protein, CD-63 antijeni, transferrin) *E. scolopes*ning yorug'lik organida topilganlarga o'xshash bakterial simbiiontlarni yaratish va saqlashda ishtirok etishi

mumkin [60]. Ushbu mavzu bo'yicha bir nechta tadqiqotlar o'tkazilgan bo'lsa-da, bu ANG va uning simbiotlari haqiqiy funksiyasi noma'lumligicha qolmoqda. Kalmarlar bo'yicha olib borilgan bir nechta tadqiqotlar ANG yoki uning simbiotlari [61, 62] tomonidan mikroblarga qarshi yoki antifouling birikmalarini sekretsiyasi orqali tuxumni himoya qilishni aniqladi, ammo hech qanday molekula hali aniqlanmagan.

Tuxum qobig'ining shakllanishida asosiy nidadamental bezning (MNG) vazifasi aniqroq (11A-rasm). Bu oq bez tuxum qobig'ini hosil qiluvchi mukopolisaxaridlar va glikoproteinlarni ishlab chiqaradi.

MNG proteomasining yaqinda nashr etilmagan tahlili glikoliz/glyukoneogenezda ishtirok etuvchi oqsillarning (6-fosfofrukto-2-kinaz, 2-turdagi gekso-kinaza, piruvat kinaz, glitseraldehid 3-fosfat dehidrogenaza, frukt-bihatozofaz) (fruktoza-bisfosfat aldolaz) va glikogenoliz/glikogenezda (Glikogen fosforilaz, Glikogen sintaza) mavjudligini aniqladi. Ushbu natijalar tuxum qutisi tarkibiy qismlarining intensiv ishlab chiqarilishi va sekretsiyasi tufayli MNG tomonidan katta miqdorda energiya ishlab chiqarish va iste'mol qilishdan dalolat beradi. Aniqlangan oqsillarning ba'zilar polisaxaridlar yoki glikoproteinlar metabolizmida, masalan glikoziltransferazalarda ishtirok etadilar, ular faollashtirilgan nukleotid qandlaridan oligosakkarid qismlarini nukleofil glikosil-akseptor molekulariga o'tkazishni katalizlaydilar yoki GDP-mannoza pirolaza ishlab chiqarishda ishtirok etadilar. N – bog'langan oligosaxaridlar. Nihoyat, MNG tuxum korpusining elastiklik va qarshilik xususiyatlarini ta'minlovchi torni hosil qilishda ishtirok etadigan asosiy kapsulyar komponentlar – tuxum qobig'i oqsillarini ishlab chiqaradi [63].

9. Og'iz bo'shlig'i: tuxumlarning tugashi

Urg'ochi karakatitsaning og'iz bo'shlig'ida urug'lantirilganda, oositlar allaqachon qalin va murakkab tuxum qobig'iga o'raladi. Urg'ochisining qo'llari jinsiy aloqa paytida erkak tomonidan spermatoforlar yig'iladigan stomatologik qop yaqinida yangi kiritilgan oositlarni ushlab turish uchun kamera hosil qiladi (1-rasm). Spermatozoidlar tomonidan oositlarning urug'lanishiga diffuz kimyoviy tortuvchi omil yordam beradi: SepSAP (*Sepia Attracting Sperm Peptide*). Ushbu geksapeptid vitellogen follikulalarda sintezlanadi va gametalar to'qnashuvi ehtimolini oshirish orqali urug'lanishni osonlashtirish uchun turli kapsula qobiqlariga kiritilgan oositlar tomonidan ajratiladi. SepSAP 10–17 M atrofidagi past konsentratsiyalardan spermatozoidlarga tortish ta'siriga ega bo'ladi [64].

Urug'lanish jarayonida tuxumlar so'lak bilan ham aloqada bo'ladi. 1934-yildayoq Jeklin so'lak ajralmalari tuxumlarni ko'payish paytida himoya qilishi mumkinligini taklif qildi [54]. *Sepia officinalis* orqa so'lak bezining transkriptomasi va proteomasini yaqinda o'rganish ushbu gipotezani tasdiqlaydi. Kalamush so'lagida fermentlar va sefalotoksinlar va CRISP (sisteinga boy sekretlangan oqsillar) kabi

toksinlardan tashqari, α -makroglobulin, lizotsim, bakteritsid/perme kabi ko'plab immun effektorlar mavjud.

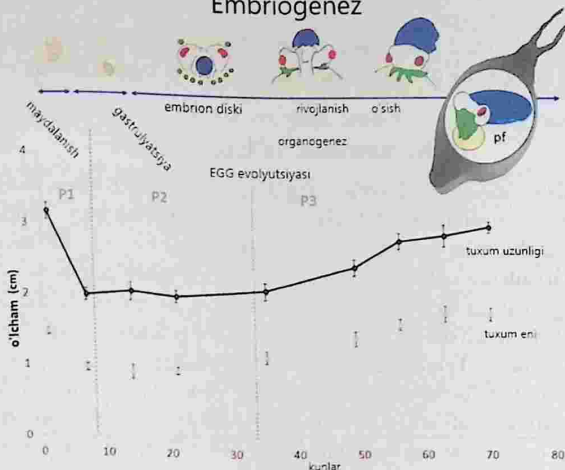
Og'iz bo'shlig'ida 2 yoki 3 daqiqadan so'ng tuxumlar urg'ochining paypaslagichlari bilan dengiz suv o'tlari (*Zostera marina*) yoki arqon kabi sun'iy tuzilmaga qo'yiladi.

10. Karakatitsaning tuxum qobig'i

Rivojlanish jarayonida embrion faqat tuxum qobig'i bilan himoyalangan. Tuxum va uning kapsulasi morfologik evolyutsiyasi tuxum qo'yilishidan boshlab tuxumdan chiqishigacha bo'lgan uch bosqichda sodir bo'ladi. Bu davrda kapsula katta o'zgarishlarga uchraydi (12-rasm). Quyida tavsiflangan turli bosqichlar embrion rivojlanishiga to'g'ri keladi [66], birinchi navbatda, karakatitsa embrionining rivojlanishi davomida morfologik tadqiqot o'tkazish orqali turli embrion bosqichlarini aniqladi. Telolesital tuxum markaziy holatda blastomerlarni va uning chetida blastokonlarni birlashtirgan meroblastik diskoidal bo'linish (1–9-bosqich) mavjud. Epibolik gastrulyatsiya paytida (10–15-bosqichlar) blastokonlar ektoderma plastinkasi ostida blastula hujayralarining periferik halqasidan so'ng yo'qoladi, ular halqa shaklidagi endo-mezodermani hosil qiladi. Gastrulyatsiya oxirida vitellin sinsitium va embriondan tashqari ektoderma sarig'ini to'liq o'rab oladi va o'simlik qutbini ichkariga kiritib, sariq qopchani hosil qiladi. Maydalanish davri tuxum evolyutsiyasining birinchi bosqichiga (P1) to'g'ri keladi. Tuxum qo'ygandan keyin bir necha soat o'tgach, tuxum hujayrasi lamina propria bilan qoplangan va qalin jelatinli kapsula (1,4 mm, $\pm$ 0,6 mm) bilan o'raladi. Dengiz suvi bilan ta'sirlashganda jelatinli va suyuq kapsulalar polimerizatsiyaga uchraydi. Bunda tuxumning hajmi taxminan 30 foizga, qalinligi esa 50 foizga kamayadi (12-rasm).

15 kunlik inkubatsiyadan keyin va polimerizatsiyadan keyin (13A-rasm) kapsula qalinligi 614 mikron ($\pm$ 150 mikron)ga tushadi (13B-rasm) va tashqi va ichki qatlamlarni farqlash imkonini beradi. Kapsula oqsillarining polimerizatsiyasi o'ralgan tashqi va ichki qobiqlarning qatlamlarini mustahkamlashga yordam beradi, ichki qatlamlardan tashqi qatlamlarga melanin gradiyentini oshiradi. Keyin tuxum qattiq, kuchli, ammo elastik kapsula bilan mahkam o'raladi. Kapsulaning bu morfologik xususiyatlari tuxum evolyutsiyasining ikkinchi bosqichini (P2) belgilaydi, bu 7-kundan birinchi oyning oxirigacha davom etadi va gastrulyatsiya va organogeneznining boshlanishiga to'g'ri keladi. Embrion hayvonot qutbida, sariqlik massasining yuzasida yoki ustida joylashgan disk chegarasida rivojlanadi (12-rasm), kapsulaning o'lchami va qalinligi o'zgarmaydi. Organogeneznining boshlanishi inkubatsiya bilan tugaydigan oxirgi fazaning (P3) boshlanishini bildiradi. Erta organogenezdagi embrion hali perivitellin bo'shlig'ini to'ldirmaydi. Biroq kapsula suv va erigan moddalarni kiritish uchun o'tkazuvchan bo'lib qoladi. Shunday qilib, perivitellinoz bo'shliqda suyuqlikning to'planishi kapsulaning cho'zilishiga olib keladi va uning qalinligi (437,9 ($\pm$ 104) mkm) pasayishda davom etadi. Organoge-

Embriogenez



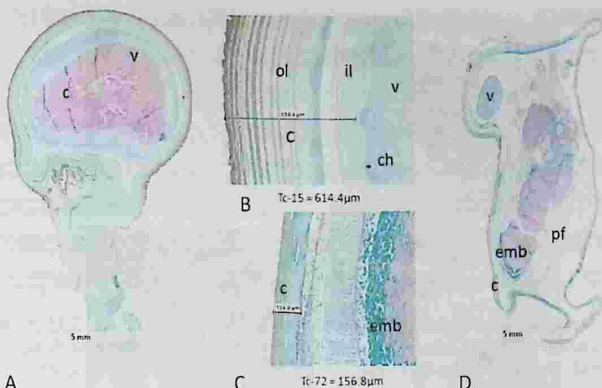
12-rasm. 16° C da embriogenez davrida *Sepia officinalis* tuxum hujayrasi o'lchamining evolyutsiyasi. Tuxum qobig'ining evolyutsiya fazalari: P1, tuxum qobig'ining polimerizatsiyasi; P2, tuxum korpusini barqarorlashtirish; P3, tuxum qobig'ining yupqalashishi va delaminatsiyasi.

Maydalanish, gastrulyatsiya va organogenez davrlaridagi embriogeneznining turli bosqichlari tasviri. Sariq: vitellus, qizil: paydo bo'ladigan ko'zlar, ko'k: hosil bo'ladigan mantiya va qobiq, yashil rivojlanadigan paypaslagichlar; pf, perivitellin suyuqligi.

nez rivojlanish davrining 2/3 qismiga to'g'ri keladi va u sarig'i qopchasi yopil-gandan keyin boshlanadi va tuxumdan chiqish bilan tugaydi va uch fazaga bo'lish mumkin (12-rasm) (1). Diskoid yoki erta organogenez davrida (15–20-bosqich-lar) embrion hayvon qutbida disk hosil qiladi. Sariq massa ustida turli xil embri-on hududlar to'planadi. (2) Ikkinchi bosqich uzaytirish bosqichiga to'g'ri keladi (20–23-bosqichlar). Yelka toji sariqlik massasida torayadi, embrion oldingi orqa o'qqa to'g'rilanadi. Uning mantiyaga mos keladigan orqa uchi asta-sekin ajralib, yelka toji, og'iz va ko'zlarni sariqlik tomon qoldiradi. (3) Yakuniy o'sish faza-si (tuxumdan chiqishning 23-bosqichi) organlar o'zlarining so'nggi topologiyasi aniqlangach boshlanadi.

72 kunlik inkubatsiyadan so'ng, tuxumdan chiqishdan bir necha kun oldin, embrion o'sishni yakunlaydi va sariqlik zaxirasining katta qismini o'zlashtiradi. Tuxumdagi mavjud bo'shliqning katta qismini to'ldiradi va katta miqdordagi pe-rivitellin suyuqlik bilan o'ralgan (taxminan 1 ml), kapsulaning maksimal cho'zili-shini ta'minlaydi (13D-rasm).

Ushbu bosqichda embrion yetuk organizmlarga o'xshash xususiyatlarga ega, embrion chiziqli o'sish bosqichiga kiradi. Brakiyal apparatlarning barcha asosiy elementlari – asab tizimi, palleal va visseral qismlar o'z joyida. Organogenez tash-



13-rasm. 15 kundan keyin (A) va 72 kundan keyingi tuxumning uzunasiga bo'limlari (D). ANG Prenant-Gabe uch marta bo'yashda bo'yalgan. 15 kundan keyin (B) va 72 kundan keyin (C) kapsula qalinligini o'z ichiga olgan tuxum qobig'ining kattalashishi. C, kapsula yoki tuxum qobig'i; ch, xorion; embrion, embrion; il, ichki qatlam; pf, perivitellin suyuqligi; ol, tashqi qatlam; Ct, kapsula qalinligi; v, vitellus. (Foto muallifi: V. Kornet).

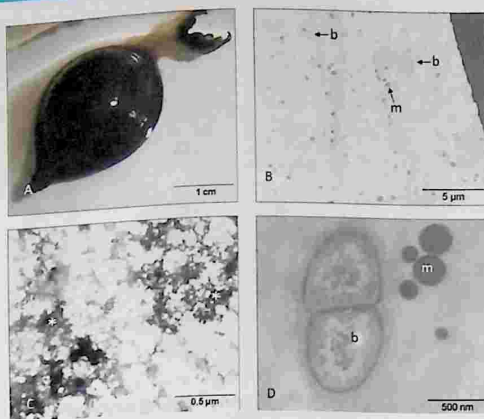
qi sariq qopning ichki sarig'i qopiga o'tishi bilan tugaydi, bu energiya resurslarining tezroq so'rilishini ta'minlaydi.

Tashqi va ichki kapsula qobig'i endi to'liq birlashgan va melaninni o'z ichiga olgan kapsulaning eng tashqi qatlami delaminatsiyalangan ko'rinadi (13C-rasm). Shunday qilib, tuxumdan chiqish paytida kapsula sezilarli o'zgarishlarga uchraydi: u juda yupqa ($156,8 (\pm 110)$ mkm) va mo'rt bo'lib qoladi, shuning uchun u osongina sinadi va embrion qobiqdan chiqadi.

Inkubatsiya davrida (30-bosqich) tuxum qo'ygandan 75–80 kun o'tgach va 16°C haroratda, dorsal mantiyaning oxirida joylashgan Xoyl organi tomonidan fermentlarning ishlab chiqarilishi voyaga yetmaganlarning paydo bo'lishini osonlashtiradi [67]. Kapsulaning yupqalanishi ham inkubatsiyaga yordam beradi.

11. Tuxum qobig'ining tarkibi

Sepia officinalis tuxum kapsulasi o'ziga xos qora rangga ega (14A-rasm). Faqat *Sepiidae* oilasiga mansub urg'ochilar tuxum kapsulasida melanin granularini o'z ichiga oladi. Melanin siyoh qopchasi tomonidan chiqariladi va asosiy nidamental bezdan sekretiya orqali tuxum membranasiga qo'shiladi (11A-rasm). Proteinlar kabi boshqa siyoh birikmalari ham kapsulani birlashtirishi mumkin. Tuxum kapsulasining tuzilmaviy tahlili foton mikroskop yordamida ketma-ket spiral qatlamlari bilan ichki va tashqi qobiqlarning qatlamli tuzilishini aniqlaydi (13B-rasm). Tashqi qobiq qatlamlarda to'plangan melanin konlari mavjud bo'lib, ular tobora kuchayib boradi. Tashqi qobiqning



14-rasm. *Sepia officinalis* tuxum qobig'i va uning tarkibiy qismlarining fotosuratlari. (A) Yangi qo'yilgan tuxum. (B va C) TEMda tuxum korpusining tashqi qatlamining yupqa qismlari. (D) Bakteriyalar va melanin granularini ajratish. (C) Tuxum qutisidan olingan SepECPlarning TEMda kuzatilishi. Oq yulduzchalar oqsil tarmog'iga mos keladi; b – bakteriyalar; m – melanin. (Foto mualliflar: C. Zatylny-Gaudin, V. Kornet, D. Goux).

transmissiya elektron mikroskop kuzatuvlari melanin konlarining mavjudligini ko'rsatdi va bakterial tuzilmalarga mos keladigan, o'lchamlari 0,4 dan 1 mkm gacha bo'lgan izolyatsiyalangan yoki to'plangan tuzilmalar mavjudligini aniqladi (13B va D-rasm). Bu bakteriyalar, ehtimol, yordamchi nidamental bezdan kelib chiqadi. Tuxum qobig'ining ultratuzilmasi glikoproteinlar va polisaxaridlardan tashkil topgan ingichka to'rni ko'rsatadi.

SepECP 1 va SepECP2 molekulyar og'irligi mos ravishda 71 va 74 kDa bo'lgan katyonik, sisteinga boy oqsillardir (15-rasm). Bu ikki oqsil karakatitsa tuxum qobig'ining asosiy komponentlari sifatida tavsiflangan [16]. SepECPlar faqat ayollar tomonidan, asosan MNG tomonidan, shuningdek, tuxum yo'li bezi orqali chiqariladi. Bu ikki oqsil yuqori katyonikdir, ECP1 uchun 73 ta musbat zaryadlangan qoldiq va ECP2 uchun 43 ta. Ular *Vibrio* jinsidan bir nechta patogen GRAM bakteriyalariga qarshi bakteriostatik faollikni namoyon etadi. Ularning bakteriostatik faolligi potensial bakterial simbiotlarga mos keladigan tuxum qobig'ida bakteriyalar mavjudligini tushuntirishga imkon beradi. Ikki SepECP uchta sistein domeniga guruhlangan 48 ta konservatsiyalangan sisteinlarni ko'rsatadi (15-rasm). Ushbu sisteinlar geterodimerlarning shakllanishida ishtirok etadigan molekulyar va molekulararo disulfid aloqalarida ishtirok etishi mumkin. SepECPs haqiqatan ham rivojlanish jarayonida embrionni mexanik zarba va mikrobial infeksiyadan himoya qiladigan tarmoq (14C-rasm) yoki zich matritsani shakllantirishda ishtirok etadi. Nazorat qilinadigan sharoitlarda yoki tabiiy muhitda karakatitsiya tuxumlarida infeksiya yoki biofilm kuzatilmaydi. Kapsula juda samarali

ECF1 MMKIFIFSLFLSTLVVLGGDTFHCKS-SADCGGGTCTPQCECKKPNFYICRCEFFNECYKKCPKFKVCHVINNKPRDVSFPC 84
 ECF2 MMKIFIFSLFLSTLVVLGGDTFHCKS-SADCGGGTCTPQCECKKPNFYICRCEFFNECYKKCPKFKVCHVINNKPRDVSFPC 84
 ECF1 IRKADIALVMDSGSITKRHFQMI STAERYVDKLEVPKPVHLAAFAFNHISOKVILHKDQGTAKAFKKAPEKLAUVPPGGT 169
 ECF2 DAEADIALVDFCSGSITNAHFKEIMIDTAKNFTQSLDISLNKVMMAAFANHISKRRIFFKPKSGNNFRHLDKYSKHTSGGT 167
 ECF1 RTDLALKFYIEHIFIASNGDRNDKPNIIILMTDGGSKNKPALTIGQARILKHKTAKHVIVVIGIGNRVNKLRAIASPSSDVI LTR 252
 ECF2 RTDRALKFYIQQIFKAQNGDRNNVPIIVLFTDGRSKNKPDKTKQAQILKQATGAHIVVIGIGNKIDIKHELEIATNKRSVIGAK 252
 ECF1 FRFLNRIVEPLKKKACVPPRNPGRNPCKNGGTCPEFLGTIICPCPGLIGVNCERNCTIKGDFMIALDESGSI THAFNKLIDV 339
 ECF2 FOHLTEIEPLIDIAIC-NVTPDCEPNCHNNQTCVPLYNTYYCCDCPPFIQVNVCTECHI KADIMIVIDESGSI TQSRFNQIDA 335
 ECF1 IAHNIDQVDIANGKVRIGIITFANDVGVDFHNSFFNNKVMLLIANALRDSYMGGPTMTHAKALYLRNFAFSSLLGGRKNYPHY 424
 ECF2 VLYLIMSLDVANGKVRIGIITFANDVGVDFHNSFFNNKVMLLIANALRDSYMGGPTMTHAKALYLRNFAFSSLLGGRKNYPHY 424
 ECF1 LFFSDGSKSEYPOKTRRAAKLHRTKAYVYIGVGNAIKRREIYIASRPKKHHMIITSFNLMLNARLRIYYICYDLRFYYHCPM 509
 ECF2 VFFTDGSKSRHPRYRTKVEANALHRLGICPLAVGVGFNANYKELFIIASEPKYSHIITSFYGLRRRAVILVIRIQIDHDLTPSPFCMR 508
 ECF1 CRKNKNCAPAGMICCYGCCIDQVTLGLCPSCPKKYQCSISKQCYKRRPICKRGCCRSLYVKKYDR-CRPFCDQKHHCRGQKCCRG 552
 ECF2 CRKYCHCPGPKCCGCGCRDRTGVYIICPTCKRIQCGTSAHCHYPRPIICYKCCCRSRRIYDHREYCRVCTKKKCGPRGLKCCRG 551
 ECF1 CCRWPKIVSGGVGSKICSHYPKYTRCGRGRRCCECTYRNYPMSAKR 640
 ECF2 CCRWPKIVSGGVGSKICSHYPKYTRCGRGRRCCECTYRNYPMSAKR 640

15-rasm. SepECP prekursorlarining aminokislotalarni moslashtirishi. Sariq: signal peptidi; apelsin: saqlanib qolgan sistein domenlari; yashil: beshta aminokislotalagacha saqlanib qolgan motivlar. Qizil yulduzchalar saqlanib qolgan sisteinlarni bildiradi va tagiga chizilgan ketma-ketliklar potensial glikozillanish joylariga mos keladi.

ko'rinadi: antifouling va antibakterial qoplama patogen bakteriyalarning ko'payishini oldini oladi [63].

Embrionning rivojlanishi davrida tuxum qobig'i tobora yuqalashib boradi, ammo embrionning o'sishiga imkon beradigan elastiklikni saqlaydi. SepECPs, ehtimol, oxirgi bosqichda (P3) lyukdan chiqishga ruxsat berish uchun yorilib ketadi. Ushbu bosqichda kapsula yanada mo'rt bo'lib ko'rinsa, embrion patogenlar ta'siriga duchor bo'lmasdan rivojlanishda davom etadi. Ular buzilganda, yuqori katyonik SepECPlar, ehtimol antibakterial katyonik peptidlarni hosil qiladi. Va nihoyat, embrionni himoya qilishda perivitelli suyuqlikning rolini inkor etmaslik kerak.

Muallif ma'lumotlari

Céline Zatylny-Gaudin* and Joël Henry

*Murojaat uchun celine.gaudin@unicaen.fr

Normandiya universiteti, UNICAEN, Sorbonna universitetlari, MNHN, UPMC Parij universiteti, UA, CNRS, IRD, Suv organizmlari va ekotizimlari biologiyasi (BOREA), Kan, Fransiya.

Adabiyotlar:

[1] Duval P., Chichery M.P., Chichery R. Prey capture by the cuttlefish (*Sepia officinalis* L): An experimental study of two strategies. *Behavioural Processes*. 1984; 9 (1). 13–21. DOI: 10.1016/0376-6357(84)90004-4

[2] Henry J., Favrel P., Boucaud-Camou E. Isolation and identification of a novel Ala-Pro-Gly-Trp-amide-related peptide inhibiting the motility of the mature oviduct in the cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Peptides*. 1997; 18 (10). – 1569–1474. DOI: 10.1016/S0196-9781(97)00241-6.

[3] Henry J., Zatylny C., Boucaud-Camou E. Peptidergic control of egg-laying in the cephalopod *Sepia officinalis*: Involvement of FMRFamide and FMRFamide-related peptides. *Peptides*. 1999; 20 (9). – 1061–1070. DOI: 10.1016/S0196-9781(99)00102-3.

- [4] Zatylny C., Gagnon J., Boucaud-Camou E., Henry J. ILME: A waterborne pheromonal peptide released by the eggs of *Sepia officinalis*. BBRC. 2000; 275 (1). – 217–222. DOI: 10.1006/bbrc.2000.3286.
- [5] Zatylny C., Gagnon J., Boucaud-Camou E., Henry J. The SepOvotropin: A new ovarian peptide regulating oocyte transport in *Sepia officinalis*. BBRC. 2000; 276 (3). – 1013–1018. DOI: 10.1006/bbrc.2000.3595.
- [6] Bernay B., Baudy-Floch M., Zanuttini B., Gagnon J., Henry J. Identification of SepCRP analogues in the cuttlefish *Sepia officinalis*: A novel family of ovarian regulatory peptides. BBRC. 2005; 338 (2). – 1037–1047. DOI: 10.1016/j.bbrc.2005.10.034.
- [7] Bernay B., Baudy-Floch M., Gagnon J., Henry J. Ovarian jelly-peptides (OJPs), a new family of regulatory peptides identified in the cephalopod *Sepia officinalis*. Peptides. 2006; 27 (6). – 1259–1268. DOI: 10.1016/j.peptides.2005.11.025
- [8] Bernay B., Gagnon J., Henry J. Egg capsule secretion in invertebrates: A new ovarian regulatory peptide identified by mass spectrometry comparative screening in *Sepia officinalis*. BBRC. 2004; 314 (1). – 215–222. DOI: 10.1016/j.bbrc.2003.12.085.
- [9] Enault J., Zatylny-Gaudin C., Bernay B., Lefranc B., Leprince J., Baudy-Floch M., Henry J. A complex set of sex pheromones identified in the cuttlefish *Sepia officinalis*. PLoS One. 2012;7(10):e46531. DOI: 10.1371/journal.pone.0046531.
- [10] Zatylny-Gaudin C., Cornet V., Leduc A., Zanuttini B., Corre E., Le Corguillé G., Bernay B., Garderes J., Kraut A., Couté Y., Henry J. Neuropeptide of the cephalopod *Sepia officinalis*: Identification, tissue mapping, and expression pattern of neuropeptides and neurohormones during egg laying. Journal of Proteome Research. 2016; 15 (1). – 48–67. DOI: 10.1021/acs.jproteome.5b00463.
- [11] Kreil G. Processing of precursors by dipeptidylaminopeptidases: A case of molecular ticketing. Trends in Biochemical Sciences. 1990; 15 (1). – 23–26.
- [12] Croll R.P., Van Minnen J. Distribution of the peptide Ala-Pro-Gly-Trp-NH₂ (APGWamide) in the nervous system and periphery of the snail *Lymnaea stagnalis* as revealed by immunocytochemistry and in situ hybridization. The Journal of Comparative Neurology. 1992; 324 (4). – 567–574. DOI: 10.1002/cne.903240409.
- [13] Van Golen F.A., Li K.W., De Lange R.P., Van Kesteren R.E., Van Der Schors R.C., Geraerts W.P. Colocalized neuropeptides conopressin and Ala-Pro-Gly-Trp-NH₂ have antagonistic effects on the vas deferens of *lymnaea*. Neuroscience. 1995; 69 (4). – 1275–1287. DOI: 10.1016/0306-4522(95)00311-6.
- [14] De Boer P.A., Ter Maat A., Pieneman A.W., Croll R.P., Kurokawa M., Jansen R.F. Functional role of peptidergic anterior lobe neurons in male sexual behavior of the snail *Lymnaea stagnalis*. Journal of Neurophysiology. 1997; 78 (6). – 2823–2833.
- [15] Stewart M.J., Favrel P., Rotgans B.A., Wang T., Zhao M., Sohail M., O'Connor W.A., Elizur A., Henry J., Cummins S.F. Neuropeptides encoded by the genomes of the Akoya pearl oyster *Pinctata fucata* and Pacific oyster *Crassostrea gigas*: A bioinformatic and peptidomic survey. BMC Genomics. 2014; 15. – 840. DOI: 10.1186/1471-2164-15-840.
- [16] Hende J.L., Carlsson M.A., Kondo S., Nässel D.R., Rewid K.F. The neuropeptide alalostatin regulates metabolism and feeding decisions in *Drosophila*. Scientific Reports. 2015; 5. – 11680. DOI: 10.1038/srep11680.

- [17] Van Minnen J, Bergman JJ. Stimulus-dependent translocation of egg-laying hormone encoding mRNA into the axonal compartment of the neuroendocrine caudodorsal cells. *Invertebrate Neuroscience*. 2003; 5 (1). – 1–7. DOI: 10.1007/s10158-003-0022-4.
- [18] Merianda T, Twiss J. Peripheral nerve axons contain machinery for co-translational secretion of axonally-generated proteins. *Neuroscience Bulletin*. 2013; 29 (4). – 493–500. DOI: 10.1007/s12264-013-1360-9.
- [19] Martin KC, Kim S. Neuron-wide RNA transport combines with netrin-mediated local translation to spatially regulate the synaptic proteome. *eLife*. 2015; 4. DOI: 10.7554/eLife.04158.
- [20] Campbell DS, Holt CE. Chemotropic responses of retinal growth cones mediated by rapid local protein synthesis and degradation. *Neuron*. 2001; 32 (6). – 1013–1026. DOI: 10.1016/S0896-6273(01)00551-7.
- [21] Stangier J, Hilbich C, Beyreuther K, Keller R. Unusual cardioactive peptide (CCAP) from pericardial organs of the shore crab *Carcinus maenas*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1987; 84 (2). – 575–579.
- [22] Cheung CC, Loi PK, Sylwester AW, Lee TD, Tublid NJ. Primary structure of a cardioactive neuropeptide from the tobacco hawkmoth, *Manduca sexta*. *FEBS Letters*. 1992; 313 (2). – 165–168. DOI: 10.1016/0014-5793(92)81436-P.
- [23] Furuya K, Liao S, Reynolds SE, Ota RB, Hackett M, Schooley DA. Isolation and identification of a cardioactive peptide from *Tenebrio molitor* and *Spodoptera eridania*. *Biological Chemistry Hoppe-Seyler*. 1993; 374 (12). –1065–1074.
- [24] Toullec JY, Corre E, Bernay B, Thorne MA, Cascella K, Ollivaux C, Henry J, Clark MS. Transcriptome and peptidome characterisation of the main neuropeptides and peptidic hormones of a euphausiid: The ice krill, *Euphausia crystallorophias*. *PLoS One*. 2013; 8 (8). e71609. DOI: 10.1371/journal.pone.0071609
- [25] Smit AB, Geraerts PM, Meester I, van Heerikhuizen H, Joosse J. Characterization of a cDNA clone encoding molluscan insulin-related peptide II of *Lymnaea stagnalis*. *European Journal of Biochemistry*. 1991; 199 (3). – 699–703. DOI: 10.1111/j.1432-1033.1991.tb16173.x.
- [26] Kuroki Y, Kanda T, Kubota I, Fujisawa Y, Ikeda T, Miura A, Minamitake Y, Muneoka Y. A molluscan neuropeptide related to the crustacean hormone, RPCH. *BBRC*. 1990; 167 (1). – 273–279. DOI: 10.1016/0006-291X(90)91761-G.
- [27] Adamson KJ, Wang T, Zhao M, Bell F, Kuballa AV, Storey KB, Cummins SF. Molecular insights into land snail neuropeptides through transcriptome and comparative gene analysis. *BMC Genomics*. 2015; 17 (16). – 308. DOI: 10.1186/s12864-015-1510-8.
- [28] Jakobs PM, Schipp R. The electrocardiogram of *Sepia officinalis* L. (cephalopoda: Coleoidea) and its modulation by neuropeptides of the FMRFamide group. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*. 1992; 103 (2). – 399–402. DOI: 10.1016/0742-8413(92)90028-6.
- [29] Favrel P, Giard W, Benlimane N, Boucaud-Camou E, Henry MA. New biological activity for the neuropeptide FMRFamide: Experimental evidence for a secretagogue

effect on amylase secretion in the scallop *Pecten maximus*. *Experientia*. 1994; 50 (11–12). – 1106–1110.

[30] Santama N, Brierley M, Burke JF, Benjamin PR. Neural network controlling feeding in *Lymnaea stagnalis*: Immunocytochemical localization of myomodulin, small cardioactive peptide, buccalin, and FMRFamide-related peptides. *The Journal of Comparative Neurology*. 1994; 342 (3). – 352–365. DOI: 10.1002/cne.903420304.

[31] van Golen FA, Li KW, de Lange RP, Jespersen S, Geraerts WP. Mutually exclusive neuronal expression of peptides encoded by the FMRFa gene underlies a differential control of copulation in *Lymnaea*. *The Journal of Biological Chemistry*. 1995; 270 (47). – 28487–28493 DOI: 10.1074/jbc.270.47.28487.

[32] Aroua S, Andouche A, Martin M, Baratte S, Bonnaud L. FaRP cell distribution in the developing CNS suggests the involvement of FaRPs in all parts of the chromatophore control pathway in *Sepia officinalis* (Cephalopoda). *Zoology (Jena, Germany)*. 2011; 114 (2). – 113–122. DOI: 10.1016/j.zool.2010.11.002.

[33] Simakov O, Marletaz F, Cho SJ, Edsinger-Gonzales E, Havlak P, Hellsten U, Kuo DH, Larsson T, Lv J, Arendt D, Savage R, Osogawa K, de Jong P, Grimwood J, Chapman JA, Shapiro H, Aerts A, Otiillar RP, Terry AY, Boore JL, Grigoriev IV, Lindberg DR, Seaver EC, Weisblat DA, Putnam NH, Rokhsar DS. Insights into bilaterian evolution from three spiralian genomes. *Nature*. 2012; 493 (4733). – 526–531. DOI: 10.1038/nature11696.

[34] York PS, Cummins SF, Degnan SM, Woodcroft BJ, Degnan BM. Marked changes in neuropeptide expression accompany broadcast spawnings in the gastropoda *Halio-tis asinina*. *Frontiers in Zoology*. 2012; 9 (1). – 9. DOI: 10.1186/1742-9994-9-9.

[35] Boucaud-Camou E. The migrations of the cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) in the English Channel. In: de C Boucaud-Camou EU, editor: Centre de publication de l'Université de CAEN (France). *The Cuttlefish*. 1991. pp. 179–189.

[36] Boal JG, Marsh SE. Social recognition using chemical cues in cuttlefish (*Sepia officinalis* Linnaeus, 1758). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 1998; 230 (2). – 183–92. DOI: 10.1016/S0022-0981(98)00068-9.

[37] Boal JG, Krista N, Prosser JB, Holm TL, Simmons RE, Haas Gregg T, Nagle. Sexually mature cuttlefish are attracted to the eggs of conspecifics. *Journal of Chemical Ecology*. 2010; 36 (8). – 834–836. DOI: 10.1007/s10886-010-9816-0.

[38] Cummins SF, Boal JG, Buresch KC, Kuanpradit C, Sobhon P, Holm JB, Degnan BM, Nagle GT, Hanlon RT. Extreme aggression in male squid induced by a β -MSP-like pheromone. *Current Biology*. 2011; 21 (4). – 322–327. DOI: 10.1016/j.cub.2011.01.038.

[39] Thakur AN, Vaze AY, Dattatreya-murthy B, Sheth AR. Isolation & characterization of inhibin from human seminal plasma. *Indian Journal of Experimental Biology*. 1981; 19(4). – 307–313.

[40] Mäkinen M, Valtonen-André C, Lundwall A. New world, but not old world, monkeys carry several genes encoding beta-microseminoprotein. *European Journal of Biochemistry*. 1999; 264 (2). – 407–414. DOI: 10.1046/j.1432-1327.1999.00614.x.

[41] Valtonen-André C, Lundwall A. The cotton-top tamarin (*Saguinus oedipus*) has five betamicroseminoprotein genes, two of which are pseudogenes. *DNA and Cell Biology*. 2008; 27 (1). – 45–54. DOI: 10.1089/dna.2007.0641.

[42] Manaskova P, Ryslava H, Ticha M, Jonakova V. Characterization of proteins from boar prostate. *AJRI*. 2002; 48 (4). – 283–290. DOI: 10.1034/j.1600-0897.2002.01138.x.

[43] Lazure C, Villemure M, Gauthier D, Naudé RJ, Mbikay M. Characterization of ostrich (*Struthio camelus*) beta-microseminoprotein (MSP): Identification of homologous sequences in EST databases and analysis of their evolution during speciation. *Protein Science*. 2001; 10 (11). – 2207–2018. DOI: 10.1110/ps.06501.

[44] Kwong J, Xuan JW, Choi HL, Chan PS, Chan FL. PSP94 (or beta-microseminoprotein) is a secretory protein specifically expressed and synthesized in the lateral lobe of the rat prostate. *The Prostate*. 2000; 42 (3). – 219–229.

[45] Wang Y, Zhang S, Liu Z, Li H, Wang L. Identification and expression of amphioxus beta-microseminoprotein (MSP)-like gene encoding an ancient and rapidly evolving protein in chordates. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology*. 2005; 142 (3). – 251–257. DOI: 10.1016/j.cbpb.2005.07.014.

[46] Painter SD, Clough B, Garden RW, Sweedler JV, Nagle GT. Characterization of *Aplysia* attractin, the first water-borne peptide pheromone in invertebrates. *The Biological Bulletin*. 1998; 194 (2). – 120–131. DOI: 10.2307/1543042.

[47] Cummins SF, Nichols AE, Amare A, Hummon AB, Sweedler JV, Nagle GT. Characterization of *Aplysia* enticin and temptin, two novel water-borne protein pheromones that act in concert with attractin to stimulate mate attraction. *The Journal of Biological Chemistry*. 2004; 279 (24). – 25614–25622. DOI: 10.1074/jbc.M313585200.

[48] Cummins SF, Nichols AE, Warso CJ, Nagle GT. *Aplysia* seductin is a water-borne protein pheromone that acts in concert with attractin to stimulate mate attraction. *Peptides*. 2005; 26 (3). – 351–359. DOI: 10.1016/j.peptides.2004.10.024.

[49] Henry J, Boucaud-Camou E. Experimental evidence of a dual endocrine control of biosynthesis in the main nidamental glands of *Sepia officinalis* L. by factors from the central nervous system and the ovary. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 1993; 106 (A). – 739–742.

[50] Edwards MJ, Severson DW, Hagedorn HH. Vitelline envelope genes of the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 1998; 28 (12). – 915–925. DOI: 10.1016/S0965-1748(98)00083-6.

[51] Bylemans D, Borovsky D, Hunt DF, Shabanowid J, Grauwels L, De Loof A. Sequencing and characterization of trypsin modulating oostatic factor (TMOF) from the ovaries of the grey fleshfly, *Neobellieria bullata*. *Regulatory Peptides*. 1994; 50 (1). – 61–72.

[52] Hua YJ, Bylemans D, De Loof A, Koolman J. Inhibition of ecdysone biosynthesis in flies by a hexapeptide isolated from vitellogenic ovaries. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 1994; 104 (1). – R1–R4.

[53] Boledky SV. Encapsulation of cephalopod embryos – A search for functional correlations. *American Malacological Bulletin* 1. 1986; 4 (2). – 221–227.

[54] Jecklin L. Beitrag zur kenntnis der Laichgellerten und der biologie der embryonen decapoder cephalopoden. Revue Suisse de Zoologie. 1934; 41. – 593–673.

[55] Lum-Kong A. A histological study of the accessory reproductive organs of female *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae). Journal of Zoology. 1992; 226. – 469–490. DOI: 10.1111/j.1469-7998.1992.tb07493.x.

[56] Van den Branden C, Gillis M, Richard A. Carotenoid producing bacteria in the accessory nidamental glands of *Sepia officinalis* L. Comparative Biochemistry and Physiology. 1980; 66 (2). – 331–334. DOI: 10.1016/0305-0491(80)90074-7.

[57] Grigioni S, Boucher-Rodoni R, Demarta R, Tonolla M, Peduzzi R. Phylogenetic characterisation of bacterial symbionts in the accessory nidamental glands of the sepioid *Sepia officinalis*. Marine Biology. 2000; 136 (2). – 217–222. DOI: 10.1007/s002270050679.

[58] Kaufman MR, Ikeda Y, Patton C, van Dykhuizen G, Epel D. Bacterial symbionts colonize the accessory nidamental gland of the squid *Loligo opalescens* via horizontal transmission. The Biological Bulletin. 1998; 194 (1). – 36–43. DOI: 10.2307/1542511.

[59] Cornet V, Henry J, Corre E, Le Corguillé G, Zatylny-Gaudin C. The Toll/NF- κ B pathway in cuttlefish symbiotic accessory nidamental gland. Developmental and Comparative Immunology (DCI). 2015; 53 (1). – 42–46. DOI: 10.1016/j.dci.2015.06.016.

[60] Goodson MS, Kojadinovic M, Troll JV, Scheed TE, Casavant TL, Soares MB, McFall-Ngai MJ. Identifying components of the NF-kappaB pathway in the beneficial *Euprymna scolopes-Vibrio fischeri* light organ symbiosis. Applied and Environmental Microbiology. 2005; 71 (11). – 6934–6946. DOI: 10.1128/AEM.71.11.6934-6946.

[61] Barbieri E, Barry K, Child A, Wainwright N. Antimicrobial activity in the microbial community of the accessory nidamental gland and egg cases of *Loligo pealei*. The Biological Bulletin. 1997; 193 (2). – 275–276. DOI: 10.1086/BBLv193n2p275.

[62] Gomathi P, Nair JR, Sherief PM. Antibacterial activity in the accessory nidamental gland extracts of the Indian squid, *Loligo duvauceli orbigny*. Indian Journal of Marine Sciences. 2010; 39 (1). – 100–104.

[63] Cornet V, Henry J, Goux D, Duval E, Bernay B, Le Corguillé G, Corre E, Zatylny-Gaudin C. How egg case proteins can protect cuttlefish offspring? PLoS One. 2015; 10 (7). e0132836. DOI: 10.1371/journal.pone.0132836.

[64] Zatylny C, Marvin L, Gagnon J, Henry J. Fertilization in *Sepia officinalis*: The first mollusk sperm-attracting peptide. BBRC. 2002; 296 (5). – 1186–1193. DOI: 10.1016/S0006-291X(02)02036-3.

[65] Cornet V, Henry J, Corre E, Le Corguillé G, Zanuttini B, Zatylny-Gaudin C. Dual role of the cuttlefish salivary proteome in defense and predation. Journal of Proteomics. 2014; 108. – 209–222. DOI: 10.1016/j.jprot.2014.05.019.

[66] Lemaire J. Table de développement embryonnaire de *Sepia officinalis* L. (mollusque céph-alopode). Bulletin de la Société Zoologique. 1970; 95. – 773–782.

[67] Cyran N, Staedler Y, Schönenberger J, Klepal W, von Byern J. Hatching glands in cephalopods – A comparative study. Zoologischer Anzeiger. 2013; 253 (1). 66–82. DOI: 10.1016/j.jcz.2013.04.001.

2-BOB. HOVUZDAGI SUV SHILLIG'INING KO'PAYISHI EKOLOGIK XAVFNI BAHOLASH MODELI SIFATIDA: REALLIK VA GIPOTEZALAR

Ps Piger, Zita Zrinyi, Gábor Maas, Momo Havo Miller va Tibor Ozgina

Qo'shimcha ma'lumot bob oxirida mavjud
<http://dx.doi.org/10.5772/intehopen.72216>

Annotatsiya. Yevropa chuchuk suv tizimlarida steroid turidan bo'lgan eng muhim endokrin-buzuvchi kimyoviy moddalar (EBKM) tabiiy va sun'iy gormonlar, fitosterinlar, pestitsidlar, biotsidlar hamda plastmassa sanoati tomonidan ishlab chiqariladigan boshqa kimyoviy moddalardir. Ularning suv ekotizimlarida mavjudligi atrof-muhit va aholi salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bundan tashqari, bu farmatsevtika vositalarini qo'llashning hozirgi tartibini yanada takomillashtirish zarurligidan dalolat beradi. Hozirgi paytda ma'lum bo'ldiki, EBKM umurtqasiz va umurtqali suv hayvonlarining, ayniqsa, qorinoqyolli mollyuskalarning neyroendokrin tizimi o'ziga xos buzuvchi ta'sir ko'rsatadi. Ularning orasida hovuz suv shillig'i (*Lymnaea stagnalis*) EBKM ta'sirini o'rganishda birinchi suv bo'g'imoyoqsiz sinov organizmi sifatida qo'llanilgan, chunki u progesteronlar kabi turli xil antropogen steroidlarga sezgir hisoblanadi. *Lymnaea* ning serpushtligi, ootsitlar ishlab chiqarishi, tuxum hujayra massasi hosil bo'lishi, tuxum hujayralari sifati, rivojlanish jarayonida va tuxum qo'yishdan keyingi qobiq o'lchami, avlodlarda hujayralarning vaqtinchalik bo'linish oralig'i, bir hujayrali zigotalar va tuxum albuminidagi metabolitlar miqdori kabi turli ko'payish ko'rsatkichlarini o'rganish natijasida suvning progesteron bilan ifloslanishi *Lymnaea*ning ko'payishi va jinsiy rivojlanishiga zararli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Ushbu bobda ko'plab o'zgaruvchan ko'payish ko'rsatkichlariga qaramay, *Lymnaea*ning ko'payishi ekologik xavfni baholash uchun mos model sifatida foydalana olish mumkin yoki mumkin emasligini aniqlashga harakat qilingan.

Kalit so'zlar: endokrinni buzuvchi kimyoviy moddalar, progesteronlar, mollyuskalar, *Lymnaea stagnalis*, reproduksiya modeli.

1. Kirish

So'nggi bir necha yilda atrof-muhitni ifloslantiruvchi moddalarning xilma-xilligi aniq bo'ldi, suv turlarining neyroendokrin tizimiga o'ziga xos ta'sir ko'rsatadi. Suv muhitida endokrin tizimni buzuvchi kimyoviy moddalarning (EBKM) tez-tez aniqlanishi va butun dunyo bo'ylab kontratseptiv vositalarning ko'p iste'mol qilinishi ularning atrof-muhitga ta'siri bo'yicha tez ortib borayotgan tashvishni aks ettiradi. EBKMlar organizmdagi tabiiy gormonlarga o'xshash yoki qisman o'xshash organizmning endokrin tizimiga aralashadi va odamlarda ham, yovvoyi tabiatda ham rivojlanish, reproduktiv, nevrologik (kognitiv va xulq-atvor) va immunitetga salbiy ta'sir ko'rsatadi [1]. Bundan tashqari, suv muhitida ushbu ifloslantiruvchi moddalarni aniqlashning yuqori chastotalari va kanalizatsiya tozalash inshootlari orqali o'tishda ularni to'liq olib tashlamaslik organlar va nerv tizimlarining rivojlanishida prenatal va erta postnatal rivojlanish davrida eng katta xavf

tug' dirishi mumkin. Atrof-muhitda steroidlar estrogen va progesteron birikmalarining ko'payishi va doimiy ravishda paydo bo'lishi maqsadli bo'lmagan organizmlarga toksikologik ta'sir ko'rsatishi mumkin, shuning uchun bu ifloslantiruvchi moddalarning ekologik xavfini baholash juda muhim.

Qorinoqlik va ikki pallali mollyuskalar uzoq vaqt davomida atrof-muhitning ifloslanishini o'rganishda maqsadli bo'lmagan model organizmlar sifatida foydalanilgan. Ular samarali namunali hayvonlar ekanligini isbotladilar, chunki ular hamma joyda mavjud, yuqori darajada saqlanib qolgan nazorat va tartibga soluvchi biokimyoviy yo'llarga ega. Ular ko'pincha umurtqalilar tizimlariga gomologdir va antropogen ta'sirlarga juda sezgir [2, 4]. Masalan, ikki pallalilar organizmida zaxarli moddalarni to'plash qobiliyatiga ko'ra (o'zlarining turg'un va filtrli hayot tarzi tufayli) ekotizim salomatligining ajoyib ko'rsatkichlari hisoblanadi [5]. Bundan tashqari, mollyuskalar biosfera va inson xo'jaligi uchun zarur bo'lgan ekologik muhim organizmlardir. Ular 400 000 dan ortiq turlarni o'z ichiga olgan ikkinchi eng xilma-xil hayvonlar guruhi (10 ta taksonomik sinfga ega) bo'lib, oziq-ovqat va nooziq-ovqat resurslari sifatida ekologiya va tijorat ahamiyatiga ega. Ular orasida quruqlikdagi gastropodalar turli xil o'simliklarga, jumladan, bog'dorchilik, dala ekinlari va o'rmon xo'jaligiga iqtisodiy zarar yetkazadigan qishloq xo'jaligi zararkunandalaridir. Bundan tashqari, ular tibbiyot va veterinariya amaliyotida muhim ahamiyatga ega, chunki ular shistosomoz va gelmintoz kasalliklari kabi bir qancha odam va hayvonlar kasalliklari uchun oraliq xo'jayin bo'lib xizmat qiladi [6]. Quruqlikda ham (masalan, *Helix pomatia*), dengiz (masalan, *Aplysia californica*) va chuchuk suv (masalan, *Lymnaea stagnalis*) suv shillig'i o'zlarining «oddiy» nerv tizimi tufayli nevrofiziologiya va xulq-atvor ekologiyasida ajoyib model bo'lib chiqdilar [7, 12]. Gastropoda vakillari organizmlar immunologiya [13], reproduktiv va rivojlanish biologiyasi (hozirda amalga oshirilayotgan bir nechta genom va transkriptom loyihalari yordam beradi) [14, 16], neyrobiologiya, ayniqsa, o'rganish va xotirani shakllantirishda muhim rol o'ynaydi [17, 22]. Ba'zi turlari, xususan, oddiy hovuz suv shillig'i (*Lymnaea stagnalis*) ifloslanish biomonitoring dasturlarida va turli ekotoksikologik tadqiqotlarda keng qo'llaniladi [23, 28]. Ilgari o'tkazilgan tadqiqotlarga ko'ra, *L. stagnalis*ning ko'payish testi iqtisodiy hamkorlik va taraqqiyot tashkilotiga (IHTT) a'zo mamlakatlar milliy koordinatorialari tomonidan sinov ko'rsatmalari sifatida rasman tasdiqlangan. *L. stagnalis* va Yangi Zelandiya balchiqda yashovchi shilliqchlari (*Potamopyrgus antipodarum*) birinchi suvda bo'g'imoyoqli organizmlardan bo'lmagan sinovlar bo'lib, ular endokrin tizimni buzuvchilar uchun konseptual asosda muvaffaqiyatli tasdiqlangan [3, 29, 30].

Shuning uchun mazkur bobda Yevropa limnetik tizimlarining eng dolzarb mollyuskalaridan biri bo'lgan germafrodit organizm *L. stagnalis*, ayniqsa, endokrin tizimni buzuvchi moddalarning o'tkir yoki surunkali ta'siri natijasida yuzaga keladigan reproduktiv va rivojlanish parametrlariga turli xil fiziologik ta'sirlarni modellashtirish uchun taqdim etiladi.

Turli xil yakuniy nuqtalar baholandi va to'plandi, jumladan, serpushtlik, oosit ishlab chiqarish, tuxum massasini ishlab chiqarish, tuxum massasining sifati, rivojlanish ketma-ketligi va tuxum qo'yishdan keyingi qobiq hajmi, ko'payishda hujayra bo'linish vaqti, metabolit tarkibi va ota-onalarni parvarishlashdan oldin va keyin bir hujayrali zigota va tuxum albuminlari shular jumlasidan.

Ma'lum bo'lishicha, yaqinda olib borilgan molekulyar darajadagi tadqiqotni hujayra, organizm, xulq-atvor va atrof-muhit tadqiqotlari bilan birlashtirishga qaratilgan. Ushbu bobda *L. stagnalis* haqida hozirgacha olingan ma'lumotlarni umumlashtirish va molekulyar mexanizmlar, EBKMning funksional va ekologik oqibatlari va ekotoksikologik tadqiqotlar uchun vosita sifatida suv shillig'i preparatlarining afzalliklarini muhokama qilishga harakat qilinadi. Mollyuskalar to'g'risida olingan ma'lumotlarni quyi umurtqali hayvonlarda olingan ma'lumotlar bilan taqqoslash bizning muhitda mavjud bo'lgan steroid gormonlar kabi EBKMLarning ta'sirini yaxshiroq tushunishga yordam beradi.

2. Suv muhitida steroid tipidagi endokrin tizimni buzuvchi kimyoviy moddalar

Inson farmatsevtika vositalarining (ksenobiotiklar sifatida) suv ekotizimlariga chiqishi jiddiy ekologik xavf bo'lib, maqsadli bo'lmagan umurtqasizlar (masalan, mollyuskalar) va umurtqali hayvonlar (masalan, baliq) chuchuk suv organizmlarining o'tkir va surunkali ifloslanishiga olib keladi [31]. Atrof-muhitni ifloslantiruvchi moddalar orasida EBKM mavjud bo'lib, ular endokrin tizimning funksiyalarini o'zgartiradigan, natijada esa sog'lom organizmga salbiy ta'sir ko'rsatadigan ekzogen moddadir. Endokrin buzilish o'z-o'zidan toksikologik yakuniy nuqta emas, balki maqsadli bo'lmagan va maqsadli organizmlarda ham salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin bo'lgan funksional o'zgarish deb hisoblanadi. EBKMLar murakkab ta'sir mexanizmlari: retseptorlar ta'siri, gormonlar sintezi yoki metabolizmi, neuropeptidlar va neurotransmitterlar, shuningdek, transport yo'llari orqali bir nechta joylarda agonist yoki antagonist sifatida ishlaydi [32].

Yevropa limnetik tizimida eng mos keladigan steroid tipidagi EBKMLarga quyidagilar kiradi: tabiiy (masalan, progesteron, estradiol, testosteron [33, 35] va sintetik (masalan, drospirenon, levonorgestrel, etinilestradiol, siproteron asetat (CPA), t-metillar [23, tosteron]), 35]) gormonlar, fitosterollar (masalan, b-sitosterol [23]), pestitsidlar (masalan, oktilfenol, xlordekon [35, 36]), fungitsidlar (masalan, vinklozolin (VZ), piraklostrobin [25, 28], biotsid) [23, 36]) va plastmassa sanoatida ishlab chiqarilgan boshqa kimyoviy moddalar (masalan, bisfenol A [36]). Steroidal EBKMLarga eng ko'p keltirilgan misollardan biri bu mollyuskalardagi tributiltindir (TBT). Bu butun dunyo bo'ylab gastropodalarning 260 dan ortiq turlarida ikki maskulinizatsiya hodisasi sifatida imposeks va interseks rivojlanishiga va suvlarda umurtqasizlar biologik xilma-xilligining jiddiy yo'qolishiga olib keldi

[5, 37]. Ukol tipidagi EBKMLarning past konsentratsiyasi (ng/L diapazoni) ta'siridan keyin mollyuskalar ko'payishining buzilishi bo'yicha bir nechta tadqiqotlar allaqachon ma'lum qilingan. Ushbu so'nggi tadqiqotlar birgalikda *L. stagnalis* ning ko'payishi va embrion rivojlanishiga steroidlarning mumkin bo'lgan zararli ta'sirini isbotlaydi. Biroq EBKM ta'siri va turli xil biologik natijalar o'rtasidagi asosiy mexanizmlar bu molekulalarning mollyuskalarga uzoq muddatli potensial yon ta'siri deyarli noma'lum bo'lib qolayotganlidir. Kitobning mazkur bobi asosan sintetik steroidlarga qaratilgan, chunki ular mollyuskalardagi eng zararli farmatsevtik ifloslantiruvchi moddalardan biriga aylangan. Sintetik steroidlar, masalan estrogenlar va progesteronlar kuchli endokrin buzilishlar bo'lib, chuchuk suv turlarida turli xil fiziologik, gormonal va xulq-atvor jarayonlarini o'zgartirishi va keyinchalik ularning ko'payishi, rivojlanishi va o'sish qobiliyatiga ta'sir qilishi mumkin [38, 39]. Estrogenlar va progesteronlar birgalikda sintetik og'iz kontratseptivlari (SOC) sifatida keng qo'llaniladi [40]. SOC qoldiqlari yoki ularning metabolitlari inson tanasidan o'zgarmagan holda yoki faol metabolitlar shaklida sezilarli darajada chiqariladi [41, 42]. Ushbu biologik faol moddalar oqova suvlarni tozalash inshootlariga (OSTI) kiradi, bu yerda umumiy qo'llaniladigan tozalash jarayoni ularni mukammal tarzda yo'q qilishga mos kelmaydi [42, 45]. Shunday qilib, sintetik steroid gormon qoldiqlari tozalangan oqova suvlar orqali suv muhitiga (masalan, yer usti suvlari) kiradi. Tabiiy yer usti suvlarida estrogen va progesteron gormonlar mavjudligini tavsiflovchi birinchi sharh Richardson va Bowron tomonidan nashr etilgan [46]. Aslida erta gaz xromatografiyasi va HPLC texnikasining cheklavlari tufayli farmatsevtik kimyoviy moddalar juda kam aniqlangan. Analitik usullarning rivojlanishi (masalan, qattiq fazali ekstraksiya bilan suyuq xromatografik-mass-spektrometrik usul, aniqlash chegarasini pasaytirdi, buning natijasida yer usti va yer osti suvlarida aniqlanadigan SOC soni ko'paydi [47, 48].

Hozirgi vaqtda ularning mavjudligi yer usti suvlarida bir necha ng/l dan ko'pincha o'nlab yoki yuzlab ng/l gacha (estrogenlar: 0,20–480,00 ng/l, gestagenlar: 0,07–22,20 ng/l) konsentratsiya oraliq'ida qayd etilgan [47, 49–51]. Markaziy Yevropadagi eng katta sayoz ko'lining suv havzasi bir nechta mollyuskalar (masalan, *L. stagnalis*, *Anodonta cygnaea*, *Dreissena polymorpha*) va baliq turlarining (masalan, *Rutilus rutilus*, *Alburnus alburnus*, *Abramis brama*, *Carassius*, *Caraspius*, *Caraspius carassius*, *Perca fluviatilis*) yashash joyidir. Bu yerda estrogen va progesteron konsentratsiyasi mos ravishda 0,07–0,68 ng/l va 0,23–13,67 ng/l orasida topilgan [33, 34]. Ichimlik suvida steroid gormonlar mavjudligi ham aniqlangan. Farmatsevtika vositalariga bunday ishlov berish kelajakda inson salomatligi bilan bog'liq global muammolarga olib kelishi mumkinligi haqida ogohlantiruvchi belgidir. [52–56]. Ekzogen steroid ifloslanishi odamlarda genotoksiklik, neyrotoksiklik va jinsiy hujayralarga zarar yetkazuvchi ta'sirga ega ekanligi avvalroq tasvirlangan. Masalan, etinilestradiol miya tuzilishini, funksiyasini va natijada ayol

miya rivojlanishida xatti-harakatlar modelini o'zgartirishi mumkin [57]. Bundan tashqari, o'tkazilgan tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatadiki, insonning steroidlarga ta'siri erkaklarning reproduktiv funksiyasining buzilishi (masalan, sperma sonining kamayishi) bilan bog'liq va boshqa gormonal tartibga solinadigan metabolik jarayonlarni to'xtatishi mumkin, ayniqsa, ta'sirlanish erta rivojlanish davrida sodir bo'lsa [58].

2.1. Steroidal EBKMlarni aniqlash usullari

Ko'p qoldiqli tahlil o'lchovlari tez javob berish vaqti (yuqori o'tkazuvchanlik) bilan tez, sezgir, mustahkam va ishonchli usulni talab qiladi. Ushbu analitik o'lchovlar asosan ikkita muhim narsa bilan belgilanadi: aniqlash chegarasi va namuna (matritsa) murakkabligi. Analitik kimyoda aniqlash chegaralari mavzusi 1970-yillardan beri takomillashib kelgan va bu EBKM kabi aniqlanishi mumkin bo'lgan analitlar miqdorining kamayishiga olib keldi [59–62]. Hozirgi vaqtda mass-spektrometriyaga asoslangan usullar kengaytirilgan va ularni aniqlash chegaralari deyarli *past ppm* yoki *ppb* bo'lib, ular o'sha paytdagi ekologik konsentrat-siyalardan past. Tahlil qiluvchi modda va miqdorini aniqlash bilan bog'liq boshqa muammolar turli matritsa effektlari, namuna konsentratsiyasi yoki asbob sezgir-ligi va reagentning tozaligi kabi boshqa sharoitlardan kelib chiqishi mumkin. Umuman olganda, bu matritsalar har xil turdagi suvlarga (masalan, chiqindi suv oqimlari yoki oqova suvlar, yer osti, yer usti va vodoprovod suvlari) va turli xil qattiq namunalar (cho'kindi, loy, biologik matritsalar)ga ega. Namuna tayyorlash usullari yaxshi tiklanish, sezgirlikni oshirish va aniqlash chegaralarini kamaytirish uchun ishlash natijalarini oshirishi mumkin [63].

Ko'p qoldiq tahlili steroid EBKM qoldiqlarini tahlil qilishni o'z ichiga olgan tadqiqot sohasi sifatida selektivlik va aniqlash chegaralari bo'yicha sezilarli yutuqlarga erishdi. Analitik protseduralardan oldin, EBKM darajasini kuzatish uchun suv yoki qattiq namunalarga (masalan, deyeratsiyalangan) ichki standart-larni qo'shish tavsiya etiladi [64].

Umuman olganda, suyuqlikning bir nechta ekstraksiya usullari mavjud – suyuqlik ekstraksiyasi (SSE), qattiq fazali ekstraksiya (QFE), qattiq fazali mikro ekstraksiya (QFME), aralashtirgichli sorbtiv ekstraksiya (ASE), selektiv bosimli suyuqlik ekstraksiyasi (SBSE). Soxhlet ekstraksiyasi (SE), ultratovushli ekstraksiya (UE), mikroto'lqinli pechda ekstraksiya (MAE) va tezlashtirilgan hal qiluvchi ekstraksiyasi (ASE) [65–68] ham shular jumlasidan. Turli xil steroid EBKMlarni ajratish va aniqlashning hozirgi analitik usullarining aksariyati, masalan suyuq xromatografiya-tandem massa spektrometriyasidan (LC-MS/MS) foydalanadi, chunki uning ko'p qirraliligi, o'ziga xosligi va selektivligi ijobiy [69]. Steroidal EBKMni va miqdoriy o'lchashning boshqa imkoniyatlari hamda elektron tuzili-shini aniqlash va MS tomonidan tasdiqlash bilan gaz xromatografiyasi (GC) to-monidan tasvirlanadi [70].

Suv namunalari bo'lsa, analitik usullarning asosiy bosqichlari filtrlash (masalan, shisha mikrofiber filtrlar), ekstraksiya va tozalash (masalan, SPE), nihoyat LC-MS/MS yordamida miqdoriy o'lchovi aniqlanadi. Odatda, taxminan 0,1 ng/L miqdoriy chegarasi (LOQ) qiymatiga erishiladi [33, 34, 71, 72]. Har xil qattiq namunalardan steroid EBKMLarni aniqlash murakkab, chunki ko'proq namuna tayyorlash bosqichlari talab qilinadi (quritish, gomogenlash, yo'q qilish, ekstraksiya va tozalash). Eng ko'p qo'llaniladigan ekstraksiya usullari cho'kindi yoki biologik to'qimalar kabi qattiq atrof-muhit matritsali uchun UE, MAE va SBSE hisoblanadi [64–68]. Ekstraksiya jarayonidan so'ng EBKM tahlili uchun offline SPE va LC-MS/MS qo'llaniladi [64, 73, 74].

2.2. Progesteronlar neyroendokrin buzuvchi sifatida: baliqlar dunyosiga ta'siri

Sintetik estrogenik steroidlar bilan birgalikda progesteronlar ekologik farmatsevtikaning eng muhim guruhidir. Tabiiy va sintetik estrogen gormonlarining (masalan, etinilestradiol, estradiol, estron va estriol) paydo bo'lishi va ta'sirini o'rganuvchi ko'plab tadqiqotlar va xavf hozirda yaxshi hujjatlashtirilgan [47, 49, 75, 76]. Anti-androgenlar bilan bog'liq xavf bo'yicha bir qancha tadqiqotlar o'tkazildi [77], ammo ulardan farqli o'laroq progesteronlarning turli suvlarda paydo bo'lishi [34, 41, 49] va asosan ularning neyroendokrin ta'siri haqida nashr etilgan ma'lumotlar nisbatan kam. Jumladan, maqsadsiz chuchuk suv organizmlarini umurtqasizlar o'z ichiga oladi. [49].

Progesteron (PRG) – bu ayolning hayz ko'rish sikli, homiladorlik va odamlar va boshqa umurtqali hayvonlarning embriogenezida ishtirok etadigan endogen steroid gormoni. O'z navbatida, progesteronlar PRG ta'siriga o'xshash ta'sirga ega bo'lgan tabiiy va sintetik molekularlar guruhidir. Endogen PRG va uning o'xshash progesteronlari birgalikda, odatda, progesteronlar (yoki gestagenlar) deb ataladi. Eng muhim va tez-tez uchraydigan sintetik progesteronlar quyidagilardir: drosipirenon (DRO), levonorgestrel (LNG), gestodene (GES), noretindron (NET) va siproteron asetat (CPA). Gormonal kontratseptivlarda ishlatiladigan progesteronlar LNG (masalan, Alesse, Trivora-28, Plan B, Mirena), DRO (masalan, Yasmin, Yasminelle), GES (masalan, Femodene) va CPA (masalan, Diane-35, Dianette). Inson va veterinariya tibbiyotida 20 ga yaqin turli progesteronlar qo'llaniladi. Muhim foydalanishga qaramay, ularning ekotoksikologik ta'siri atrof-muhitda yaxshi tushunilmagan. Fentga ko'ra, qo'llaniladigan progesteronlarning atigi 50 foizga yaqini ularning atrof-muhitga ta'siri va suv organizmlariga ta'siri uchun tahlil qilingan [49].

Masalan, baliqlarda asosiy tabiiy progesteron 17a,20b-dihidroksi 4-pregnen-3-bir (DHP)dir. Urg'ochilarda DHP oositlarning yetilishi [78] va ovulyatsiya [79] uchun mas'ul bo'lsa, erkaklarda esa sperma va sperma harakatida ishtirok etadi [80]. Sintetik progesteron kontaminatsiyalari gormonlar darajasini o'zgartirdi

[81], kattalar [82] va embrionlarda [83] transkripsiya ta'sirini keltirib chiqardi, jinsiy rivojlanishni o'zgartirdi va urg'ochi baliqlarda erkak ikkilamchi jinsiy xususiyatlarning rivojlanishiga olib keldi [81, 84]. Shuning uchun progesteron kon-taminatsiyasi endogen steroidlarga ta'sir ko'rsatishi va baliqlarning ko'payishiga salbiy ta'sir ko'rsatadigan dalillar mavjud. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, LNG va GES yog' boshi (*Pimephales promelas*)da tuxum ishlab chiqarishni sezilarli darajada kamaytiradi [81, 84]. Atrof-muhitdagi ng/L konsentratsiyasida proges-togenlar tabiiy feromonlarga to'sqinlik qilishi mumkin, shuning uchun ham baliq-larning fiziologik reaksiyalari va urug'lanish xatti-harakatlariga putur yetkazadi [85, 86]. Bundan tashqari, o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida, PRG, LNG, DRO aralashmasining surunkali ta'siri chavoq baliq (*Rutilus rutilus*)ning miyada, ji-garida va qoni(zardobi)da murakkab molekulyar o'zgarishlarni keltirib chiqari-shi ko'rsatilgan [87]. Umurtqali hayvonlarda birgalikda progesteronlar yadroviy PRG retseptorlarini faollashtiradi [88], shuningdek, boshqa steroid retseptorlari, masalan, androgen, estrogen, glyukokortikoid va mineralokortikoid retseptorlarini faollashtirishi mumkin, bu esa progesteron, (anti)androgenik, (anti)androgenik, (antikortikoid) glyukokortikoidlarning antiminerokortikoidogen ta'sir kombinat-siyasini ta'minlaydi [89].

3. Mollyuskalar atrof-muhit o'zgarishlarida «munosib va qimmatli» hayvonlar namunalari sifatida

3.1. Mollyuskalardagi jinsiy steroidga o'xshash retseptorlar

Octopus vulgaris urg'ochisining reproduktiv tizimida PRG retseptorlarining immunoreaktiv elementlari aniqlangan [90]. Tostining so'zlariga ko'ra, PRG ret-septorlari fiziologik jihatdan faoldir, chunki PRGning tashqi qo'llanilishi sakkizo-yoqdagi spermatozoidlarning faollashuvini rag'batlantiradi [91]. Sefalopodlardan farqli o'laroq, suv shilliqlarida progesteronga o'xshash retseptorlar aniqlanma-gan. Androgenga o'xshash retseptorlarning immunopozitiv hujayralari *Biompha-laria alexandrina* ovotestislarida allaqachon tasvirlangan va androgenga o'xshash molekular mollyuskalarning reproduktiv siklidagi roli haqida ba'zi (taxmin qi-lingan) dalillar mavjud [92–94]. Ammo haqiqat shundaki, androgen retseptorlari genini qidirishga qaramay, mollyuskalarda gomolog yoki ortolog ketma-ketliklar aniqlanmadi [95]. Bundan farqli o'laroq, estrogen retseptorlari ortologlari chu-chuk suv va dengiz mollyuskalarida, masalan, *Aplysia californica*, *Biomphalaria glabrata*, *Bithynia tentaculata*, *Marisa cornuarietis*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Nucella lapillus fardigaria*, *Mysteria*, *Chlamys*, *tilus edulis*, *Octopus vulga-ris* va *Sepiella japonica* [93, 96, 97]. *Lymnaeidae* sp. da estrogen yoki estrogen bilan bog'liq retseptor mavjudligi tasdiqlangan (masalan, *L. ollula*) [98], ammo *L. stagnalis*da hozirgacha o'rganilmagan. Istiridyening endokrin retseptorlari (*Saccostrea glomerata*) aminokislotalar ketma-ketligi umurtqali hayvonlarning

endokrin retseptorlari orasida saqlanib qolgan DNK – bog'lovchi va ligand – bog'lovchi domenni o'z ichiga oladi [99]. Ammo ta'kidlash kerakki, aniqlangan estrogen retseptorlarining haqiqiy funksiyasi hozirda shubhali, chunki ligand tadqiqotlari retseptor gomologi, masalan, suv shillig'idagi estrogena sezgir emasligini ko'rsatadi [100]. Shunga qaramay, ko'plab tadqiqotchilar eng ko'p steroid ifloslantiruvchi moddalar mollyuskalardagi estrogen yoki androgenga o'xshash retseptorlar orqali ta'sir qilishini taxmin qilishadi [93].

TBT (steroid biotsid)ning endokrin ta'siri *Nucella lapillus*dagi yadro retseptorlari (retinoid × retseptorlari) bilan bog'lanishi orqali paydo bo'lishi ham ma'lum. Retinoid × retseptorining tabiiy ligandlari (9-cis-retinoik kislota) *N. lapillus* urg'ochilarida xuddi shunday konsentratsiyadagi TBTga qaraganda o'xshash imposeksni keltirib chiqaradi [101, 102]. Mollyuskalarda steroidga o'xshash retseptorlarning mavjudligi haqidagi qarama-qarshi kuzatishlar va fikrlarga, shuningdek, steroid retseptorlari uchun cheklangan genetik dalillarga qaramay, qadimgi umurtqali tipdagi steroidlar uchun cheklangan genetik dalillarga qaramay, bu bog'lanish endokrin biologik javob bilan bog'langanligi hali isbotlanmagan. Ba'zi tadqiqotchilar umurtqali hayvonlarga o'xshash steroidlar, masalan estrogen, mollyuskalardagi genomik bo'lmagan mexanizmlar orqali ham ta'sir qilishi mumkinligini taxmin qiladi. Steroidlarning genomik bo'lmagan ta'siri hujayra yuzasi membranasi retseptorlari (yadro retseptorlari emas) orqali ifodalanadi va bu holda ular to'g'ridan to'g'ri mahalliy «ionotrop» ta'siriga olib kelishi mumkin (masalan, modifikatsiyalangan ion oqimlari) va/yoki ular ikkinchi messenger kinaz kaskad tizimini faollashtirishi mumkin. «Metabotropik» yo'l (masalan, cAMP-MAPK-PKC) [103, 104].

3.2. Mollyuskalarning steroid endokrin tizimi: dalillar va savollar

Mollyuskalarda umurtqali hayvonlarga o'xshash jinsiy steroidlar, steroidogen fermentlar va steroid retseptorlari mavjudligi haqida ko'plab nashr etilgan tadqiqotlarga qaramasdan, endokrin tizim mollyuskalarni tadqiq qilishning eng noaniq va qarama-qarshi mavzusidir. PRG, estradiol yoki testosteron kabi umurtqali tipdagi steroidlar turli xil mollyuskaning to'qimalarida (masalan, jinsiy bezlar, gemolimfa) mavjud va ular gormonal funksiyalarni bajaradigan fiziologik jihatdan kuchli molekular ekanligi qabul qilinadi. Ularning endogen biosintezi esa dalillar qarama-qarshidir. Hozirgi vaqtda umurtqali hayvonlar tipidagi jinsiy steroidlar steroidogenez jarayonida endogen tarzda hosil bo'ladi-mi yoki ular oziqlanish orqali atrof-muhitdan olinadimi bu noma'lum, chunki ko'plab o'simlik turlarida umurtqali hayvonlarga o'xshash jinsiy steroidlar mavjud [105]. Mollyuskadagi funksional gormonlar sifatida PRG, estradiol va testosteron umurtqali hayvonlarnikiga o'xshash bo'lgani va umurtqali hayvonlar ularni faqat siydik va yuzlar orqali emas, balki tana yuzasi yoki urg'ochilari (baliqlarda) orqali doimiy ravishda chiqarib yuboradi. «Mollyuska» steroidlari faqat iflosla-

nishdan kelib chiqadi [95, 106]. Shu bilan birga, mollyuskalarda steroidogen faollik va steroid metabolizmini tasdiqlovchi dalillarni taqdim etadigan bir nechta maqolalar chop etildi [107, 108]. Masalan, boshqa metabolik fermentlar (masalan, 5 α -reduktaza, sulfotransferaza va asil-CoA atsiltransferaza) bilan bir qatorda, ikkita asosiy steroidogen ferment 3 α /b-gidroksisteroid dehidrogenaza (HSD) va 17 β -HSD ning paydo bo'lishi va faolligi bir nechta mollyuska turlarida keltirilgan. 3 α /b-HSD progesteronni (P5) PRG ga aylantirishda asosiy ferment hisoblanadi. Bu ferment *Ariolimax californicus*, *Aplysia depilans*, *Helix pomatia*, *Mytilus edulis* va *Octopus vulgaris*da tasvirlangan. 17 β -HSD steroid sintezi va asosiy metabolizmning oxirgi bosqichida hal qiluvchi molekuladir. 17 β -HSD androstenedionning testosteronga, estronning 17 β -estradiolga va androstenedionning digidrotetosteronga o'zaro aylanishini katalizlaydi. 17 β -HSD fermenti ko'plab suv shilliqalarida (masalan, *Marisa cornuarietis*, *Ilyanassa obsoleta*, *Hexaplex trunculus*, *Bolinus brandaris* va *Helix aspersa*), ikki pallalilarda (masalan, *Crassostrea gigas*, *Crassostrea argentea*, *Mytilus edulis*, *Crassostrea gigas*, *Crassostrea argentea*, *Mytilus edulis*) inopecten yessoensis) va sefalopodalar hozirgacha (masalan, *Sepia officinalis* va *O. vulgaris*) aniqlangan.

Ushbu kuzatishlar turli xil mollyuskalarda steroidogenez mavjudligiga oid bir qator ko'rsatkichlarni o'z ichiga oladi [107, 108]. Hozirgi vaqtda *L. stagnalis*da asosiy fermentlarning ifodasi haqida hech qanday ma'lumot yo'q, ammo P5 ning bevosita oldingi bo'lgan xolesterin uning neyronlarida tasvirlangan [109].

Manbada keltirilgan ma'lumotlariga ko'ra, *L. stagnalis* PRGni P5 yorlig'i bilan inyeksiya qilinganidan o'zgartira oldi [110]. P5 – PRG, 17 β -estradiol va testosteron kabi asosiy umurtqali steroidlarning biosintetik yo'lida asosiy molekula bo'lib, ular mollyuskalarda funksional gormonlar sifatida ham taklif qilingan [95].

Steroidogenez va steroid metabolizmi mollyuskalarda endogen steroid darajasi tartibga solishda muhim rol o'ynaydi. Ularning endogen biosintezi natijasida faol P5 (masalan, *M. edulis*, *Astacus leptodactylus* va *Nephrops norvegicus*), PRG (masalan, *M. edulis*, *Mya arenaria* va *O. vulgaris*), androstenedion (masalan, *M. edulis*, *H. aspersa*, *A. leptodactylus* va *Neomysis integer*), estron (masalan, *M. edulis*, *Arion ater rufus*, *H. aspersa* va *Asterias rubens*) va testosteron (masalan, *M. edulis*, *Arion ater rufus*, *A. leptodactylus* va *N. integer*) bir necha mollyuska turlarida tasvirlangan [108]. Bundan tashqari, ushbu jinsiy steroidlarning fiziologik konsentratsiyasi reproduktiv sikldagi o'zgarishlar bilan bog'liqligi va ularning darajasi bir jinsda boshqasiga qaraganda yuqori bo'lishi yoki EBKM kontaminatsiyasi paytida ularning darajasi o'zgarishi ma'lum qilingan. Bundan tashqari, umurtqali hayvonlarga xos bo'lgan boshqa gormon-gonadotropinni chiqaradigan gormon (GnRH) sintezi va chiqarilishini rag'batlantiradi. Jinsiy bezlardan, masalan sefalopodalarida «mollyuska» jinsiy steroidlari va tuxum yo'lining qisqarishini keltirib chiqaradi. Natijada, ahtapot-GnRH jinsiy steroidogenezni tartibga solish orqali jinsiy bezlarning yetilishini va tuxum qo'yishni qo'zg'atadi [111]. GnRH-ga o'xshash

gormon ikkita chuchuk suv shillig'i, *Helisoma trivolis* va *L. stagnalis*da ham aniqlangan, ehtimol sefalopodalarga qaraganda bir xil nazorat funksiyasiga ega [112]. Filogenetik nuqtayi nazardan, steroidogenez va umurtqali tipdagi steroidlarni kuzatish juda qiziq, chunki ular mollyuskalar va umurtqali hayvonlar o'rtasida jinsiy gormonal tizimning umumiy kelib chiqishini ko'rsatadi. Biroq mollyuskalardagi jinsiy steroid gormonlarining fiziologik funksiyasini to'liq tushunish uchun ko'proq ma'lumot kerak. Ta'kidlash kerakki, Skottning qimmatli sharhlariga ko'ra, bundan 55 yil muqaddam boshlangan ko'plab tadqiqotlarga qaramay, bu ma'lumotlar bir necha sabablarga ko'ra shubhali. Masalan, mollyuska genomida (hozircha ma'lum) xolesterinni (steroid biosintezidagi oldingi molekula) aylantirish uchun zarur bo'lgan asosiy fermentlar uchun genlar mavjud emas [95, 106].

3.3. *L. stagnalis*ning jinsiy tuzilishi va xulq-atvori

*L. stagnalis*ning reproduktiv biologiyasi yaxshi o'rganilgan [14, 15, 113, 114]. Bu germofrodit tur, lekin juftlashish jarayonida biri erkak, ikkinchisi esa urg'ochi sifatida harakat qiladi. Erkak rolini o'ynaydigan suv shillig'i bo'lajak urg'ochining qobig'iga ko'tarilib, ayol gonofor maydoniga yetguncha soat miliga teskari yo'nalishda qobiq ustida harakat qiladi. Preputium (jinsiy a'zosini o'rab turgan mushak tuzilishi) keyin qisman erkak teshigidan tashqariga chiqariladi. Shundan so'ng preputium yordamida ayol teshigini tekshirish, bu organni bu teshikka kiritish, so'ngra jinsiy a'zosini aylantirish va kirish sodir bo'ladi. Introksiyadan oldingi to'rt bosqichning har biri davomiyligi o'zgaruvchan, ammo kirish doimiyroq. Butun juftlashish harakati bir necha soat davom etishi mumkin.

Ovipozitsiya paytida (tuxum qo'yish) paytida, jelatinli massaga singib ketgan 50–100 tuxumdan iborat massa substratga joylashtiriladi, ulardan kattalar shaklidagi yosh suv shilliq-lari taxminan 10 kunlik intrakapsulyar embriogenik rivojlanishdan so'ng, erkin lichinka bosqichlarisiz paydo bo'ladi [113, 114]. Tuxum qo'yish – bu hayvon harakat qilishni to'xtatgandan so'ng dam olish davridan boshlanadigan xatti-harakatlar ketma-ketligidan, so'ngra soat miliga teskari yo'nalishda qobiq harakati va substratni tozalash uchun yuqori chastotali tirqish bilan tavsiflangan burilish bosqichidan, so'ngra tuxum qo'yish va yakuniy bosqichdan iborat bo'lib suv shillig'i tuxum massasining uzunligi bo'ylab harakatlanayotganda, uni lablar va kiprikchalari bilan cho'tkasi bilan tekshiriladi. Dam olish va harakatlanish har biri taxminan bir soat davom etadi, tuxum qo'yish 10 daqiqa va tekshirish uchun taxminan 2 daqiqa. *L. stagnalis*da tuxum qo'yish – bu markaziy asab tizimidagi neyroendokrin markazlardan tuxum qo'yish xatti-harakatlarini boshqaradigan boshqa neyron davrlarga ta'sir qiluvchi bir nechta neyropeptid transmitterlarining chiqarilishi natijasida yuzaga keladigan murakkab xatti-harakatlarning namunasi [12]. Ta'riflangan jinsiy steroidlarning ob-havo ta'siri retseptorlari vositachiligida yoki yo'qligi *L. stagnalis*da hozircha aniqlanmagan. Ammo umurtqali hayvonlarga o'xshash

jinsiy steroidlar suv shillig'i ko'payishda muhim rol o'ynashi haqiqatdir. Ba'zi steroid titrlarida reproduktiv bosqichlarga to'g'ri keladigan vaqtinchalik o'zgarishlar kuzatildi.

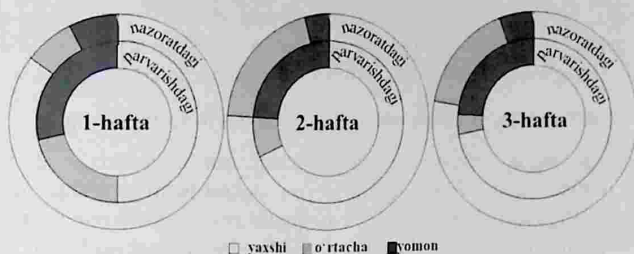
3.4. *L. stagnalis*dagi progesteron ta'siri

Cyproteron asetat (CPA) og'iz kontratseptivlarida tez-tez ishlatiladigan sintetik rogestogen birikma bo'lib, u umurtqali hayvonlarda ham anti-androgen ta'siriga ega. Vinklozolin (VZ) asosan umurtqali hayvonlarda estrogen va progesteron retseptorlari bilan bog'lanishi mumkin bo'lgan anti-androgen sifatida tanilgan. Ushbu progesteronlardan foydalangan holda Ducrot va Giusti voyaga yetgan *L. stagnalis*ning qobig'i uzunligida nazorat va davolangan guruhlar o'rtasida 21 kunlik sinovdan o'tgan kimyoviy moddalar ta'siridan keyin sezilarli farqni e'lon qilishmadi [25, 27]. Biroq Dukrot birinchi haftada VZ ning eng yuqori konsentratsiyasiga (2500 mkg/l) ta'sir ko'rsatadigan voyaga yetmaganlar, voyaga yetgan va yoshlar orasida sekinroq o'sishni kuzatdi, ammo ikkinchi va uchinchi haftalarda qisman tiklandi, shuning uchun o'sish sur'ati olib kelmadi. nazorat guruhiga nisbatan o'rtacha qobiq hajmining sezilarli pasayishiga olib keldi. Giustining tajribalarida na CPA (2-50 mkg / L), na VZ (10-240 ng / L) 10 foizdan ortiq o'limga olib kelmadi. Dukrotning so'zlariga ko'ra, VZ ning eng yuqori konsentratsiyasiga duchor bo'lgan davolangan voyaga yetgan hayvonlarda sezilarli o'lim kuzatilgan, bu guruhda ovqatlanish faoliyati to'xtatilgan. CPA va VZ bitta kimyoviy davolash usulida voyaga yetgan suv shilliqlarida to'plan-gan tuxum qo'yish va pushtdorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatmadi, ammo 2 va 10 mkg/L CPA, shuningdek 10-240 ng/L VZ bilan parvarishlash nazorat qilish bilan solishtirganda tuxum massasiga tuxum sonining sezilarli darajada pasayishiga olib keldi. Biroq bu tajribada aniq konsentratsiya – javob munosabatlari tasvirlan-magan [27, 106]. CPA, VZ va tributiltin (TBT) surunkali eksperimentda boshqa uchta gastropoda turlari, *Marisa cornuarietis*, *Nuccella lapillus* va *Nassarius reti-culatus*da ham sinovdan o'tkazildi. Ushbu tekshiruvda suv shilliqlar 12 oy davomida 1.25 mg/L nominal CPA konsentratsiyasi yoki 0,03-1,0 mkg/L nominal VZ konsentratsiyasi bilan 5 oygacha parvarishlandi. Ma'lum qilinishicha, ishlatilgan konsentratsiyalarda o'lim darajasi yo'q, lekin ikkala turda ham jinsiy a'zolari uzunligi va qo'shimcha erkak jinsiy a'zolarining sezilarli pasayishi kuzatilgan [106, 115]. Progesteron kontaminatsiyalari muhitda aralashmalar sifatida topilishi kutilganligi sababli, Zrinyi va uning hamkasblari *L. stagnalis* ko'payish testlarida ularni birgalikda qo'llagan va atrof-muhitga tegishli konsentratsiya diapazoni [116] PRG, LNG, GES va DRO parvarishlash yondashuvining 10 ng/L eki-konsentratsiyali aralashmasida 21 kunlik tajriba oxirida alohida hayvonlarning oosit ishlab chiqarishi davolangan guruhda sezilarli darajada o'zgargan. Alohida hayvonlarning tuxum massasiga qo'yilgan oositlar soni haftama-hafta parvarishlangan guruhda doimiy o'sishni ko'rsatadi. Uchinchi haftaning oxirida ularning soni

nazorat bilan solishtirganda o'rtacha ikki baravar ko'p edi. Nazorat hayvonlari tajriba davomida har hafta bir xil miqdorda oosit ishlab chiqargan.

Tuxum sonini baholashdan tashqari, tuxum anormalliklari ham kuzatilishi mumkin (masalan, poliembriion tuxum, atrofiyalangan albumin, urug'lanmagan oosit yoki tuxumdagi o'lik zigota), bu reproduktiv holatga tegishli va tuxum sifatini aniqlashi mumkin. Tuxum sifati CPA va VZ davolashda sezilarli farq ko'rsatmadi, ammo poliembriioniya eng tez-tez uchraydigan hodisa edi. 3 haftalik CPA bilan parvarishlash konsentratsiyaga bog'liq holda poliembriioniya chastotasini 2 mkg/L konsentratsiyadan sezilarli darajada oshirishga olib keldi [27]. Bundan tashqari, butun tuxum massasi sifati, shuningdek, o'lik zigotalarni o'z ichiga olgan tuxumlar bilan poliembriion tuxumlar sonini birlashtiradigan uch darajali sxema bo'yicha voyaga yetgan suv shilliqclarini progesteron aralashmasi bilan davolashda ham baholandi. Ushbu yakuniy nuqta birinchi haftada sezilarli farqqa olib keldi (1-rasm), lekin 3 haftalik tajriba [116] oxirida farq ko'rsatmadi. Nashr etilgan ma'lumotlarga asoslanib, *L. stagnalis*ning erta embriion rivojlanishining vaqt o'lasidan so'ng tashqi progesteron kontaminatsiyasini tekshirish uchun boshqa quduq so'nggi nuqtaga erishish mumkin. Atrof-muhitga tegishli konsentratsiyada (10 ng/L) qo'llaniladigan progesteron aralashmasi erta embriion rivojlanish davrida hujayra proliferatsiyasiga sezilarli ta'sir ko'rsatdi. Katta yoshli suv shilliqclarining 3 haftalik parvarishlash davri oxirida yangi qo'yilgan zigotalar bitta hujayradan sakkiz hujayrali bosqichgacha kuzatildi. Gormonlar bilan parvarishlangan kattalardan olingan zigotalarda nazorat bilan solishtirganda sezilarli darajada farq qiluvchi tezlashtirilgan hujayra proliferatsiyasini sezish mumkin edi, ammo tuxumdan chiqish vaqti o'zgarmadi [116]. Bitta hujayrali zigotalarda, shuningdek, tuxum albuminlarida, kapillyar mikronamuna olish kombinatsiyalangan ion harakatchanligini ajratish massa spektrometrik usuli yordamida qisman metabolomik tahlil ham o'tkazildi. Zigota yoki tuxum albuminining molekulyar tarkibi kattalarni steroid bilan davolashdan keyin farq qilmasligi kuzatildi, ammo ba'zi yarim miqdoriy metabolik nisbatlar (masalan, adenilat energiya zaryadi (AEC), redoks nisbati yoki geksozdan foydalanish) guruhlar orasidagi farqni ifodalashi mumkin. Bu nisbatlar suv shillig'larda progesteron ekspozitsiyasini baholashda belgilangan yakuniy nuqta sifatida ishlatilishi mumkin. UDP-hexNAc/UDP-hex nisbati bilan aniqlangan geksozadan foydalanish kattalar uchun 3 haftalik progesteron aralashmasi bilan parvarishlashdan keyin bitta hujayrali zigota sitoplazmasida sezilarli darajada kamaydi. Bu natija qisman davolangan ota-onalardan olingan zigotalarda kuzatilgan tezlashtirilgan hujayra bo'linishini tushuntirishi mumkin. Shu bilan birga, hujayraning energiya holatini ko'rsatadigan AEC o'zgarmadi. Bu so'nggi nuqta metamorfoz davrida faqat albuminda (parvarishlangan kattalardan olingan) sezilarli darajada oshdi, bu o'rtacha inkubatsiya vaqtining yarim vaqti [116].

Bir nechta nashr etilgan ma'lumotlarga asoslanib, suv ekotizimidagi progesteron ifloslanishi *L. stagnalis*ning ko'payishi va erta rivojlanishi uchun zararli de-



1-rasm. Lymnaeadaagi tuxum massasining sifatini baholash. Rasmda nazorat va 10 ng/L progesteron bilan davolash qilingan guruhlarda tuxum massasi sifatining toifalari ko'rsatilgan. Tuxum massasi ikkala guruhda ham 1, 2 va 3-haftalarda yaxshi (oq), o'rtacha (kulrang) va yomon (qora) sifatda taqdim etildi. 1-haftada tuxum massasi sifati sezilarli darajada farq qiladi guruhlar o'rtasida (Kruskal-Vallis $\chi^2 = 6,31$; $P < 0,05$; $n = 41$), keyingi 2 hafta ichida bu statistik jihatdan farq qilmadi (Kruskal-Vallis $\chi^2 = 3,65$; $P = 0,56$; $n = 50$ va $\chi^2 = 0,15$; $P = 0,70$; $n = 43$). $P < 0,05$ yulduzcha (*) bilan imzolaniadi.

gan xulosaga keldik. Ammo alohida-alohida, progesteronlar suv shilliq-lari uchun xavf tug'dirmasligi mumkin, ular atrof-muhitda aralashmalar sifatida topilganligi sababli (oldingi tajribadagi kabi), qo'shimcha yoki hatto sinergik ta'sir qilish xavfi mavjud [41]. Sintetik estrogenik steroidlar bilan birgalikda progesteronlar ekologik farmatsevtikaning eng muhim guruhidir. Estrogenlardan farqli o'laroq, progesteronlarga hozirgacha juda kam e'tibor berilgan va ularning ekologik xavf-lari etarli darajada ma'lum emas. Aralash progesteronlarning sinergik ta'sirini yoki progesteronlar va estrogenlarning chuchuk suv organizmlarida, masalan mollyuskalarda qo'shma ta'sirini to'liq tushunish uchun qo'shimcha tadqiqotlar talab qilinadi.

3.5. *L. stagnalis* EBKM eksperimentida «haqiqiy» sinov hayvoni sifatida

OECDning Endokrin disruptorlarni sinash va baholash bo'yicha konseptual asosi 2004-yildan mavjud (qayta ko'rib chiqilgan va 2012-yilda mollyuska testlari bilan to'ldirilgan) [117]. Ushbu tavsiya besh darajali baholashga ega bo'lgan qo'llanmani taqdim etadi, lekin turli EBKMlarning sinov strategiyasi sifatida belgilanmagan. Hovuz suv sillig'i *L. stagnalis* bilan OECDning reproduktiv toksikligini tekshirish bo'yicha yana bir yo'riqnomasi ham 2010-yildan mavjud [25] va u 2016-yilda steroid TBT yordamida optimallashtirilgan [30]. Bir nechta tadqiqotlar OECD ko'rsatmalarida *L. stagnalis* [23–28, 116] progesteron ta'sirida tavsiya etilgan turli xil yaku-niy nuqtalar (tuxum massasi soni, tuxum, yashab qolishi va qobiq hajmi) bilan ma'lumotlarni nashr etdi. Suv shillig'i ko'payishida steroid, progesteron ta'siridan kelib chiqadigan yakuniy natijalarga asoslanib, hovuz suv shillig'i

L. stagnalis, balchiq shilliqlari bilan bir qatorda *Potamopyrgus antipodarum* birinchi suvda bo'g'imoyoqlilarga mansub bo'lmagan sinovlar bo'lib, Endokrin buzuvchilar uchun konseptual asosda muvaffaqiyatli tasdiqlangan [3].

4. Umumiy mulohazalar: ekotoksikologik va fiziologik

Hozirgi vaqtda biz turli xil ekologik ifloslantiruvchi moddalar suv turlarining, shu jumladan, suv shillig'larning neyroendokrin tizimiga o'ziga xos ta'sir ko'rsatishini o'rgandik. Ular orasida *L. stagnalis* uzoq vaqt davomida atrof-muhitning ifloslanishini o'rganishda maqsadli bo'lmagan sinov organizmlar sifatida ishlatilgan, chunki ular antropogen steroidlarga, masalan progestogenlarga sezgir. Urug'lilik, oosit ishlab chiqarish, tuxum massasi ishlab chiqarish, tuxum massasining sifati, rivojlanishdagi va tuxum qo'ygandan keyingi qobiq hajmi, naslda hujayra bo'linish vaqt aylanishi, bir hujayrali metabolit tarkibi kabi turli xil reproduktiv so'nggi nuqtalarni o'rganish, zigota va tuxum albumini, suvdagi progestogen bilan ifloslanish *L. stagnalis*ning ko'payishi va erta rivojlanishi uchun zararli degan xulosaga keldi. Oxirgi nuqta natijalariga ko'ra, *L. stagnalis* endokrin buzuvchilar uchun konseptual asosda muvaffaqiyatli tasdiqlangan birinchi suvda artropod bo'lmagan sinovlarga aylandi. Shu nuqtayi nazardan, taklif qilingan sinov ekotoksikologik jihatdan to'g'ri, chunki u yaxshi aniqlanadigan ta'sirga ega. Agar biz steroidlarning (progestogen) fiziologik mexanizmlari bilan qiziqadigan bo'lsak, ko'plab tushunarsiz savollar va qarama-qarshi kuzatuvlar aniqlanadi. Masalan, progestogen bilan ifloslanish *Lymnaea* ko'payishiga qanday ta'sir qilishini tushuntirish qiyin, chunki progestogen va androgen retseptorlari yaqin vaqtgacha kuzatilmagan. Shu bilan birga, aniqlangan estrogen retseptorlari estrogenga sezgir emasligi aniqlandi. Estrogen o'z retseptorlari bilan bog'lanadimi va gormon-retseptorlar kompleksi faol emasmi yoki umuman bog'lanmaydimi bu noma'lum. Ba'zi taxminlarga ko'ra, steroidogenezning asosiy fermentlari gastropodalarda ham yo'q, shuning uchun umurtqali tipdagi steroid gormonlarining biosintezi shubhali. Agar bu rost bo'lsa, endogen «gastropoda» steroidlari ko'payish yo'llarini qanday boshqarishi mumkin?

Fikrimizcha, ba'zi tadqiqotchilar ko'plab (quruqlik va chuchuk suv) gastropoda turlarining faol holati mavsumga bog'liqligini hisobga olmagan. Masalan, qish uyquasi, aestivatsiya yoki nafaol holat – bu hayvonlar turlarining kuz yoki qishda past harorat yoki oziq-ovqat yetishmasligi kabi noqulay ekologik sharoitlarga moslashishning evolyutsion usuli. Nafaol holatda tabiatda, odatda, ko'payish kuzatilmaydi. Bu kuzatuvni suv shilliqlarining noqulay sharoitlarda metabolizmining pastligi (steroid gormonlar sintezi yo'qligi) yoki umurtqali hayvonlar tipidagi steroidlarni oziqlantirish orqali atrof-muhitdan olinmasligi bilan izohlash mumkin. *Lymnaea* bo'yicha so'nggi tajribalarning aksariyati naslli hayvonlarda o'tkazildi. Sun'iy laboratoriya sharoitida steroidogenezning evolyutsion saqlanib qolgan mavsumiy (normal) ritmi va ko'payishni nazorat qiluvchi steroidlarning

endogen darajasi buzilgan bo'lishi mumkin. Bunda steroidlar odatdagi tebranish o'rniga barqaror darajada mavjud bo'ladi va tuxum qo'yish butun yil davomida uzluksiz davom etadi. Bu laboratoriyada yetishtirilgan chorva hayvonlari uchun oddiy fiziologik ritm emas. Agar bu sun'iy holat uzoq vaqt davom etsa, hayvonlar retseptorlarini faolsizlantirish yoki steroid gormonlar darajasini kamaytirish orqali o'zlarining metabolik holatini himoya qilishga harakat qilishlari mumkin. Bunday holatda retseptorlarni yoki gormonlarni aniqlash IHC, Elishay yoki boshqa analitik usullar bilan yopishqoq bo'ladi. Xulosa suv shilliqning turli to'qimalarida steroid retseptorlari yoki gormonlarning mavjudligi va tarqalishi haqida artefakt bo'ladi.

Gap shundaki, umurtqali hayvonlarga o'xshash steroid gormonlar, shubhasiz, mollyuskalarda aniqlanishi mumkin. Ular sintezlanadimi yoki fiziologik jihatdan bajariladimi, atrof-muhitdan olingan tegishli funksiyalar hali aniq belgilanmagan. Qayd etilgan muammolarni bartaraf etish olimlar uchun kuchliroq tajriba konstruksiyalari va hayvonlarni yetarli sharoitda qo'llashdir [95].

Minnatdorchilik

Bu ish Milliy miya loyihasi KTIA_NAP_13-2-2014-0006 (PZ), Bolyai fondi № BO/00952/16/8 (PZ) va doktorlikdan keyingi Vengriya ilmiy-tadqiqot fondi № 124161 (MG) tomonidan qo'llab-quvvatlandi.

Muallif ma'lumotlari

Ps Piger*, Zita Zrinyi, Gábor Maas, Momo Havo Miller va Tibor Ozgina

*Murojaat uchun: pիրger.zsolt@okologia.mta.hu

MTA-ÖK BLI NAP_B Moslashuvchan neyroetologiya, bo'limning eksperimental zoologiya, Balaton Limnologik instituti, MTA Markazi uchun ekologik tadqiqot, Tixani, Vengriya.

Adabiyotlar:

- [1] Crisp T.M., Clegg E.D., Cooper R.L., Wood W.P., Anderson D.G., Baetcke K.P., Hoffmann J.L., Morrow M.S., Rodier D.J., Schaeffer J.E., Touart L.W., Zeeman M.G., Patel Y.M. Environmental endocrine disruption: An effects assessment and analysis. *Environmental Health Perspectives*. 1998; 106 (Suppl 1). – 11–56.
- [2] Duft M., Schmitt C., Bachmann J., Brandelik C., Schulte-Oehlmann U., Oehlmann J. Prosobranch snails as test organisms for the assessment of endocrine active chemicals – An overview and a guideline proposal for a reproduction test with the freshwater mud- snail *Potamopyrgus antipodarum*. *Ecotoxicology*. 2007; 16 (1). – 169–182.
- [3] Ruppert K., Geiss C., Askem C., Benstead R., Brown R., Coke M., Ducrot V., Egeler P., Holbech H., Hutchinson T.H., Kinnberg K.L., Lagadic L., Le Page G., Macken A., Matthiessen P., Ostermann S., Schimera A., Schmitt C., Seeland-Fremer A., Smith A.J., Weltje L., Oehlmann J. Development and validation of an OECD reproductive toxicity test guideline with the mudsnail *Potamopyrgus antipodarum* (Mollusca, Gastropoda). *Chemosphere*. 2017; 181. – 589–599.

- [4] Rittschof D., McClellan-Green P. Molluscs as multidisciplinary models in environment toxicology. *Marine Pollution Bulletin*. 2005; 50 (4). – 369–373.
- [5] Matthiessen P. An assessment of endocrine disruption in mollusks and the potential for developing internationally standardized mollusk life cycle test guidelines. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2008; 4 (3). – 274–284.
- [6] Kiss T. Do terrestrial gastropods use olfactory cues to locate and select food actively? *Invertebrate Neuroscience* 2017; 17 (3). –9.
- [7] Zaitseva O.V. Structural organization of the sensory systems of the snail. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 1994; 24 (1). – 47–57.
- [8] Benjamin P.R. Distributed network organization underlying feeding behavior in the mollusk *Lymnaea*. *Neural Systems & Circuits*. 2012; 2. – 4.
- [9] Leonard J.L., Edstrom J.P. Parallel processing in an identified neural circuit: The *Aplysia californica* gill-withdrawal response model system. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 2004; 79 (1). – 1–59.
- [10] Glanzman D.L. Habituation in *Aplysia*: The Cheshire cat of neurobiology. *Neurobiology of Learning and Memory*. 2009; 92 (2). – 147–154.
- [11] Wentzell M.M., Martinez-Rubio C., Miller M.W., Murphy A.D. Comparative neurobiology of feeding in the opisthobranch sea slug, *Aplysia*, and the pulmonate snail, *Helisoma*: Evolutionary considerations. *Brain, Behavior and Evolution*. 2009; 74 (3). – 219–230.
- [12] Benjamin P.R. *Lymnaea*. *Scholarpedia*. 2008; 3 (1). – 4124.
- [13] Coustau C., Gourbal B., Duval D., Yoshino T.P., Adema C.M., Mitta G. Advances in gastropoda immunity from the study of the interaction between the snail *Biomphalaria glabrata* and its parasites: A review of research progress over the last decade. *Fish & Shellfish Immunology*. 2015; 46 (1). – 5–16.
- [14] Koene J.M. Neuro-endocrine control of reproduction in hermaphroditic freshwater snails: Mechanisms and evolution. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2010; 4. – 167.
- [15] Nakadera Y., Swart E.M., Maas J.P., Montagne-Wajer K., Ter Maat A., Koene J.M. Effects of age, size, and mating history on sex role decision of a simultaneous hermaphrodite. *Behavioral Ecology*. 2015; 26 (1). – 232–241.
- [16] Chase R. Gastropoda reproductive behavior. *Scholarpedia*. 2007; 2 (9). – 4125.
- [17] Gainutdinova T.H., Tagirova R.R., Ismailova A.I., Muranova L.N., Samarova E.I., Gainutdinov K.L., Balaban P.M. Reconsolidation of a context longterm memory in the terrestrial snail requires protein synthesis. *Learning & Memory*. 2005; 12 (6). – 620–625.
- [18] Balaban P.M., Roshchin M., Timoshenko A.K., Gainutdinov K.L., Bogodvid T.K., Muranova L.N., Zuzina A.B., Korshunova T.A. Nitric oxide is necessary for labilization of a consolidated context memory during reconsolidation in terrestrial snails. *The European Journal of Neuroscience*. 2014; 40 (6). – 2963–2970.
- [19] Kiss T., Pirger Z., Kemenes G. Food-aversive classical conditioning increases a persistent sodium current in molluscan withdrawal interneurons in a transcription dependent manner. *Neurobiology of Learning and Memory*. 2009; 92 (1). – 114–119.

- [20] Kemenes G., Benjamin P.R. *Lymnaea*. *Current Biology*. 2009; 19 (1). – 9–11.
- [21] Benjamin P.R., Kemenes G. *Lymnaea* learning and memory. *Scholarpedia*. 2010; 5 (8). – 4247.
- [22] Kandel E.R. The molecular biology of memory storage: A dialogue between genes and synapses. *Science*. 2001; 294 (5544). – 1030–1038.
- [23] Czech P., Weber K., Dietrich D.R. Effects of endocrine modulating substances on reproduction in the hermaphroditic snail *Lymnaea stagnalis* L. *Aquatic Toxicology*. 2001; 53 (2). – 103–114.
- [24] Lagadic L., Coutellec M.A., Caquet T. Endocrine disruption in aquatic pulmonate molluscs: Few evidences, many challenges. *Ecotoxicology*. 2007; 16 (1). – 45–59.
- [25] Ducrot V., Teixeira-Alves M., Lopes C., Delignette-Muller M.L., Charles S., Lagadic L. Development of partial life-cycle experiments to assess the effects of endocrine disruptors on the freshwater gastropod *Lymnaea stagnalis*: A case-study with vinclozolin. *Ecotoxicology*. 2010; 19 (7). – 1312–1321.
- [26] Ketata I., Denier X., Hamza-Chaffai A., Minier C. Endocrine-related reproductive effects in molluscs. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*. 2008; 147 (3). – 261–270.
- [27] Giusti A., Lagadic L., Barsi A., Thome J.P., Joaquim-Justo C., Ducrot V. Investigating apical adverse effects of four endocrine active substances in the freshwater gastropod *Lymnaea stagnalis*. *Science of the Total Environment*. 2014; 493. – 147–155.
- [28] Fidder B.N., Reategui-Zirena E.G., Olson A.D., Salice C.J. Energetic endpoints provide early indicators of life history effects in a freshwater gastropod exposed to the fungicide, pyraclostrobin. *Environmental Pollution*. 2016; 211. – 183–190.
- [29] Ducrot V., Askem C., Azam D., Brettschneider D., Brown R., Charles S., Coke M., Collinet M., Delignette-Muller M.L., Forfait-Dubuc C., Holbech H., Hutchinson T., Jach A., Kinnberg K.L., Lacoste C., Le Page G., Matthiessen P., Oehlmann J., Rice L., Roberts E., Ruppert K., Davis J.E., Veauvy C., Weltje L., Wortham R., Lagadic L. Development and validation of an OECD reproductive toxicity test guideline with the pond snail *Lymnaea stagnalis* (Mollusca, Gastropoda). *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2014; 70 (3). – 605–614.
- [30] Charles S., Ducrot V., Azam D., Benstead R., Brettschneider D., De Schampheleere K., Filipe Goncalves S., Green J.W., Holbech H., Hutchinson T.H., Faber D., Laranjeiro F., Matthiessen P., Norrgren L., Oehlmann J., Reategui-Zirena E., Seeland-Fremer A., Teigeler M., Thome J.P., Tobor Kaplon M., Weltje L., Lagadic L. Optimizing the design of a reproduction toxicity test with the pond snail *Lymnaea stagnalis*. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2016; 81. – 47–56.
- [31] Brausch J.M., Connors K.A., Brooks B.W., Rand G.M. Human pharmaceuticals in the aquatic environment: A review of recent toxicological studies and considerations for toxicity testing. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 2012; 218. – 1–99.
- [32] Wayne A., Trudeau V.L. Neuroendocrine disruption: More than hormones are upset. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B, Critical Reviews*. 2011; 14 (5–7). – 270–291.

- [33] Avar P., Zrinyi Z., Maasz G., Takatsy A., Lovas S., Toth L.G., Pirger Z. Beta-estradiol and ethinyl-estradiol contamination in the rivers of the Carpathian Basin. *Environmental Science and Pollution Research International* 2016; 23 (12). – 11630–11638.
- [34] Avar P., Maasz G., Takacs P., Lovas S., Zrinyi Z., Svigruha R., Takatsy A., Toth L.G., Pirger Z. HPLC-MS/MS analysis of steroid hormones in environmental water samples. *Drug Testing and Analysis*. 2016; 8 (1). – 123–127.
- [35] Giusti A., Leprince P., Mazzucchelli G., Thome J.P., Lagadic L., Ducrot V., Joaquim-Justo C. Proteomic analysis of the reproductive organs of the hermaphroditic gastropoda *Lymnaea stagnalis* exposed to different endocrine disrupting chemicals. *PLoS One*. 2013; 8 (11). e81086
- [36] Gagnaire B., Gagne F., Andre C., Blaise C., Abbaci K., Budzinski H., Devier M.H., Garric J. Development of biomarkers of stress related to endocrine disruption in gastropods: Alkalilabile phosphates, protein-bound lipids and vitellogenin-like proteins. *Aquatic Toxicology*. 2009; 92 (3). – 155–167.
- [37] Titley-O'Neal CP, Munkittrick KR, Macdonald BA. The effects of organotin on female gastropods. *Journal of Environmental Monitoring* 2011; 13 (9). – 2360–2388.
- [38] Liu ZH, Kanjo Y, Mizutani S. Urinary excretion rates of natural estrogens and androgens from humans, and their occurrence and fate in the environment: A review. *Science of the Total Environment*. 2009; 407(18). – 4975–4985.
- [39] Diaz-Cruz M.S., Lopez de Alda M.J., Lopez R., Barcelo D. Determination of estrogens and progestogens by mass spectrometric techniques (GC/MS, LC/MS and LC/MS/MS). *Journal of Mass Spectrometry*. 2003; 38 (9). – 917–923.
- [40] Huez C.M. Current reversible contraceptive methods: A global perspective. *International Journal of Gynaecology and Obstetrics*. 1998; 62 (Suppl 1):S3–15 Besse J.P., Garric J. Progestagens for human use, exposure and hazard assessment for the aquatic environment. *Environmental Pollution*. 2009; 157 (12). – 3485–3494.
- [41] Liu J, Wang R, Huang B, Lin C, Wang Y, Pan X. Distribution and bioaccumulation of steroidal and phenolic endocrine disrupting chemicals in wild fish species from Dianchi Lake, China. *Environmental Pollution*. 2011; 159 (10). – 2815–2822.
- [42] Ternes TA, Kreckel P, Mueller J. Behaviour and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants – II. Aerobic batch experiments with activated sludge. *Science of the Total Environment*. 1999; 225 (1–2). – 91–99.
- [43] Can ZS, Firlak M, Kerc A, Evcimen S. Evaluation of different wastewater treatment techniques in three WWTPs in Istanbul for the removal of selected EBKMs in liquid phase. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2014; 186 (1). – 525–539.
- [44] Heberer T. Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: A review of recent research data. *Toxicology Letters*. 2002; 131 (1–2). – 5–17.
- [45] Richardson ML, Bowron JM. The fate of pharmaceutical chemicals in the aquatic environment. *The Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 1985; 37 (1). – 1–12.
- [46] Aris A.Z., Shamsuddin A.S., Praveena S.M. Occurrence of 17alpha-ethynylestradiol (EE2) in the environment and effect on exposed biota: A review. *Environment International*. 2014; 69. – 104–119.

[47] Runnalls T.J., Beresford N., Kugathas S., Margiotta-Casaluci L., Scholze M., Scott A.P., Sumpter J.P. From single chemicals to mixtures – reproductive effects of levonorgestrel and ethinylestradiol on the fathead minnow. *Aquatic Toxicology*. 2015; 169. – 152–167.

[48] Fent K. Progestins as endocrine disrupters in aquatic ecosystems: concentrations, effects and risk assessment. *Environment International*. 2015; 84. – 115–130.

[49] Santos L.H., Araujo A.N., Fachini A., Pena A., Delerue-Matos C., Montenegro M.C. Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment. *Journal of Hazardous Materials*. 2010; 175 (1–3). – 45–95.

[50] Torres N.H., Aguiar M.M., Ferreira L.F., Americo J.H., Machado A.M., Cavalcanti E.B., Tornisielo V.L. Detection of hormones in surface and drinking water in Brazil by LC-ESI-MS/MS and ecotoxicological assessment with *Daphnia magna*. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015; 187 (6). – 379.

[51] Benotti M.J., Trenholm R.A., Vanderford B.J., Holady J.C., Stanford B.D., Snyder S.A. Pharmaceuticals and endocrine disrupting compounds in U.S. drinking water. *Environmental Science & Technology*. 2009; 43 (3). – 597–603.

[52] de Jongh C.M., Kooij P.J., de Voogt P., ter Laak T.L. Screening and human health risk assessment of pharmaceuticals and their transformation products in Dutch surface waters and drinking water. *Science of the Total Environment*. 2012; 427–428. – 70–77.

[53] Kim S.D., Cho J., Kim I.S., Vanderford B.J., Snyder S.A. Occurrence and removal of pharmaceuticals and endocrine disruptors in South Korean surface, drinking, and waste waters. *Water Research*. 2007; 41 (5). – 1013–1021.

[54] Kuch H.M., Ballschmiter K. Determination of endocrine-disrupting phenolic compounds and estrogens in surface and drinking water by HRGC-(NCI)-MS in the picogram per liter range. *Environmental Science & Technology*. 2001; 35 (15). – 3201–3206.

[55] Wang C., Shi H., Adams C.D., Gamagedara S., Stayton I., Timmons T., Ma Y. Investigation of pharmaceuticals in Missouri natural and drinking water using high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Water Research*. 2011; 45 (4). – 1818–1828.

[56] Rosenfeld C.S., Denslow N.D., Orlando E.F., Gutierrez-Villagomez J.M., Trudeau V.L. Neuroendocrine disruption of organizational and activational hormone programming in poikilothermic vertebrates. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B, Critical Reviews*. 2017; 20 (5). – 276–304.

[57] Sidorkiewicz I., Zareba K., Wolczynski S., Czerniecki J. Endocrine-disrupting chemicals- mechanisms of action on male reproductive system. *Toxicology and Industrial Health*. 2017; 33 (7). – 601–609.

[58] Knoll J.E. Estimation of the limit of detection in chromatography. *Journal of Chromatographic Science*. 1985; 23 (9). – 422–425.

[59] Gabriels R. General method for calculating the detection limit in chemical analysis. *Analytical Chemistry*. 1970; 42 (12). – 1439.

[60] Foley JP, Dorsey JG. Clarification of the limit of detection in chromatography. *Chromatographia*. 1984; 18 (9). – 503–511.

[61] Long G.L., Winefordner J.D. Limit of detection. *Analytical Chemistry*. 1983; 55 (7). – A712.

[62] Saadati N., Abdullah M.P., Zakaria Z., Sany S.B., Rezayi M., Hassonizadeh H. Limit of detection and limit of quantification development procedures for organochlorine pesticides analysis in water and sediment matrices. *Chemistry Central Journal*. 2013; 7 (1). 63

[63] Petrie B, Smith BD, Youdan J, Barden R, Kasprzyk-Hordern B. Multi-residue determination of micropollutants in *Phragmites australis* from constructed wetlands using microwave assisted extraction and ultra-high-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*. 2017; 959. – 91–101.

[64] Hijosa-Valsero M., Reyes-Contreras C., Dominguez C., Becares E., Bayona J.M. Behaviour of pharmaceuticals and personal care products in constructed wetland compartments: Influent, effluent, pore water, substrate and plant roots. *Chemosphere*. 2016; 145. – 508–517.

[65] Dorival-Garcia N., Zafra-Gomez A., Camino-Sanchez F.J., Navalon A., Vilchez J.L. Analysis of quinolone antibiotic derivatives in sewage sludge samples by liquid chromatography-tandem mass spectrometry: Comparison of the efficiency of three extraction techniques. *Talanta*. 2013; 106. – 104–118.

[66] Evans S.E., Davies P., Lubben A., Kasprzyk-Hordern B. Determination of chiral pharmaceuticals and illicit drugs in wastewater and sludge using microwave assisted extraction, solidphase extraction and chiral liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*. 2015; 882. – 112–126.

[67] Petrie B., Youdan J., Barden R., Kasprzyk-Hordern B. Multi-residue analysis of 90 emerging contaminants in liquid and solid environmental matrices by ultra-high-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography. A*. 2016; 1431. – 64–78.

[68] Petrovic M., Hernando M.D., Diaz-Cruz M.S., Barcelo D. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry for the analysis of pharmaceutical residues in environmental samples: A review. *Journal of Chromatography. A*. 2005; 1067 (1–2). – 1–14.

[69] Valsamaki VI, Sakkas VA, Albanis TA. Determination of the pesticides considered as endocrine-disrupting compounds (EBKMs) by solid-phase extraction followed by gas chromatography with electron capture and mass spectrometric detection. *Journal of Separation Science*. 2007; 30 (12). – 1936–1946.

[70] Archer E., Petrie B., Kasprzyk-Hordern B., Wolfaardt G.M. The fate of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), endocrine disrupting contaminants (EBKMs), metabolites and illicit drugs in a WWTW and environmental waters. *Chemosphere*. 2017; 174. – 437–446.

[71] Huysman S., Van Meulebroek L., Vanryckeghem F., Van Langenhove H., De-meestere K., Vanhaecke L. Development and validation of an ultra-high performance liquid chromatographic high resolution Q-Orbitrap mass spectrometric method for the

simultaneous determination of steroidal endocrine disrupting compounds in aquatic matrices. *Analytica Chimica Acta*. 2017; 984. –140–150.

[72] Cavaliere C., Capriotti A.L., Ferraris F., Foglia P., Samperi R., Ventura S., Lagana A. Multiresidue analysis of endocrine-disrupting compounds and perfluorinated sulfates and carboxylic acids in sediments by ultra-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography. A*. 2016; 1438. – 133–142.

[73] Kim S., Lee S., Kim C., Liu X., Seo J., Jung H., Ji K., Hong S., Park J., Kim J.S., Yoon S., Lee W., Park J., Choi K. In vitro and in vivo toxicities of sediment and surface water in an area near a major steel industry of Korea: Endocrine disruption, reproduction, or survival effects combined with instrumental analysis. *Science of the Total Environment*. 2014; 470–471. – 1509–1516.

[74] Caldwell D.J., Mastrocco F., Hutchinson T.H., Lange R., Heijerick D., Janssen C., Anderson P.D., Sumpter J.P. Derivation of an aquatic predicted no-effect concentration for the synthetic hormone, 17alpha-ethinyl estradiol. *Environmental Science & Technology*. 2008; 42 (19). – 7046–7054.

[75] Giusti A., Joaquim-Justo C. Esterification of vertebrate like steroids in molluscs: A target of endocrine disruptors? *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*. 2013; 158 (4). –187–198.

[76] Sumpter J.P., Johnson A.C. Lessons from endocrine disruption and their application to other issues concerning trace organics in the aquatic environment. *Environmental Science & Technology*. 2005; 39 (12). – 4321–4332.

[77] Nagahama Y., Yamashita M. Regulation of oocyte maturation in fish. *Development, Growth & Differentiation*. 2008; 50 (Suppl 1). – S195–S219.

[78] Pinter J., Thomas P. Induction of ovulation of mature oocytes by the maturation-inducing steroid 17,20beta,21-trihydroxy-4-pregnen-3-one in the spotted seatrout. *General and Comparative Endocrinology*. 1999; 115 (2). – 200–209.

[79] Tubbs C., Thomas P. Progesterin signaling through an olfactory G protein and membrane progesterin receptor-alpha in Atlantic croaker sperm: Potential role in induction of sperm hypermotility. *Endocrinology*. 2009; 150 (1). – 473–484.

[80] Runnalls T.J., Beresford N., Losty E., Scott A.P., Sumpter J.P. Several synthetic progestins with different potencies adversely affect reproduction of fish. *Environmental Science & Technology*. 2013; 47 (4). – 2077–2084.

[81] Zucchi S., Mirbahai L., Castiglioni S., Fent K. Transcriptional and physiological responses induced by binary mixtures of drospirenone and progesterone in zebrafish (*Danio rerio*). *Environmental Science & Technology*. 2014; 48 (6). – 3523–3531.

[82] Zucchi S., Castiglioni S., Fent K. Progestins and antiprogestins affect gene expression in early development in zebrafish (*Danio rerio*) at environmental concentrations. *Environmental Science & Technology*. 2012; 46 (9). – 5183–5192.

[83] Zeilinger J., Steger-Hartmann T., Maser E., Goller S., Vonk R., Lange R. Effects of synthetic gestagens on fish reproduction. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2009; 28 (12). – 2663–2670.

- [84] Kolodziej E.P., Gray J.L., Sedlak D.L. Quantification of steroid hormones with pheromonal properties in municipal wastewater effluent. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2003; 22 (11). – 2622–2629.
- [85] Sorensen P.W., Hara T.J., Stacey N.E. Sex pheromones selectively stimulate the medial olfactory tracts of male goldfish. *Brain Research*. 1991; 558 (2). – 343–347.
- [86] Maas G., Zrinyi Z., Takacs P., Lovas S., Fodor I., Kiss T., Pirger Z. Complex molecular changes induced by chronic progestogens exposure in roach, *Rutilus rutilus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2017; 139. – 9–17.
- [87] Sitruk-Ware R., Nath A. The use of newer progestins for contraception. *Contraception*. 2010; 82 (5). – 410–417.
- [88] Africander D., Verhoog N., Hapgood J.P. Molecular mechanisms of steroid receptor-mediated actions by synthetic progestins used in HRT and contraception. *Steroids*. 2011; 76 (7). – 636–652.
- [89] Di Cosmo A., Paolucci M., Di Cristo C., Botte V., Ciarcia G. Progesterone receptor in the reproductive system of the female of *Octopus vulgaris*: Characterization and immunolocalization. *Molecular Reproduction and Development*. 1998; 50 (4). – 451–460.
- [90] Tosti E., Di Cosmo A., Cuomo A., Di Cristo C., Gragnaniello G. Progesterone induces activation in *Octopus vulgaris* spermatozoa. *Molecular Reproduction and Development*. 2001; 59 (1). – 97–105.
- [91] Kohler H.R., Kloas W., Schirling M., Lutz I., Reye A.L., Langen J.S., Triebkorn R., Nagel R., Schonfelder G. Sex steroid receptor evolution and signalling in aquatic invertebrates. *Ecotoxicology*. 2007; 16 (1). – 131–143.
- [92] Kaur S., Jobling S., Jones C.S., Noble L.R., Routledge E.J., Lockyer A.E. The nuclear receptors of *Biomphalaria glabrata* and *Lottia gigantea*: Implications for developing new model organisms. *PLoS One*. 2015; 10 (4). e0121259.
- [93] Omran NEE. Testosterone, gonadotropins and androgen receptor during spermatogenesis of *Biomphalaria alexandrina* snails (Pulmonata: Basommatophora). *Reproductive Biology*. 2014; 14 (2). – 164–164.
- [94] Scott A.P. Do mollusks use vertebrate sex steroids as reproductive hormones? Part I: Critical appraisal of the evidence for the presence, biosynthesis and uptake of steroids. *Steroids*. 2012; 77 (13). – 1450–1468.
- [95] ZM L., Liu W., Liu L.Q., Wang T.M., Shi H.L., Ping H.L., Chi C.F., Yang J.W., Wu C.W. Cloning characterization, and expression profile of estrogen receptor in common chinese cuttle-fish, *Sepiella japonica*. *Journal of Experimental Zoology. Part A, Ecological Genetics and Physiology*. 2016; 325 (3). – 181–193.
- [96] Nagasawa K., Treen N., Kondo R., Otoki Y., Itoh N., Rotchell J.M., Osada M. Molecular characterization of an estrogen receptor and estrogen-related receptor and their auto-regulatory capabilities in two *Mytilus* species. *Gene*. 2015; 564 (2). – 153–159.
- [97] Kumkate S., Onmek N., Boonburapong B., Singhakaw S., Leardkamolkarn V. Estrogen-related fecundity reduction of *Lymnaea ollula* following *Fasciola gigantica* infection. *The Journal of Parasitology*. 2009; 95 (6). – 1391–1396.

- [98] Tran T.K., MacFarlane G.R., Kong R.Y., O'Connor W.A., Potential Y.R.M. Mechanisms under- lying estrogen-induced expression of the molluscan estrogen receptor (ER) gene. *Aquatic Toxicology*. 2016; 179. – 82–94.
- [99] Matsumoto T., Nakamura A.M., Mori K., Akiyama I., Hirose H., Takahashi Y. Oyster estro- gen receptor: cDNA cloning and immunolocalization. *General and Compa- rative Endocrinology*. 2007; 151 (2). – 195–201.
- [100] Castro L.F., Lima D., Machado A., Melo C., Hiromori Y., Nishikawa J., Nakanishi T., Reis-Henriques M.A., Santos M.M. Imposex induction is mediated through the retinoid X receptor signalling pathway in the neogastropoda *Nucella lapillus*. *Aquatic Toxicology*. 2007; 85 (1). – 57–66.
- [101] Sternberg R.M., Gooding M.P., Hotchkiss A.K., LeBlanc G.A. Environmen- tal-endocrine control of reproductive maturation in gastropods: implications for the mechanism of tributyltin-induced imposex in prosobranchs. *Ecotoxicology*. 2010; 19 (1). – 4–23.
- [102] Stefano G.B., Zhu W., Mantione K., Jones D., Salamon E., Cho J.J., Cadet P. 17-beta estradiol down regulates ganglionic microglial cells via nitric oxide release: presence of an estrogen receptor beta transcript. *Neuro Endocrinology Letters*. 2003; 24 (3–4). – 130–136.
- [103] Canesi L., Borghi C., Fabbri R., Ciacci C., Lorusso L.C., Gallo G., Vergani L. Effects of 17-beta-estradiol on mussel digestive gland. *General and Comparative Endoc- rinology*. 2007; 153 (1–3). – 40–46.
- [104] Janeczko A., Skoczowski A. Mammalian sex hormones in plants. *Folia Histochemica et Cytobiologica*. 2005; 43 (2). – 71–79.
- [105] Scott AP. Do mollusks use vertebrate sex steroids as reproductive hormones? II. Critical review of the evidence that steroids have biological effects. *Steroids*. 2013; 78 (2). – 268–281.
- [106] Fernandes D., Loi B., Porte C. Biosynthesis and metabolism of steroids in molluscs. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 2011; 127 (3–5). – 189–195.
- [107] Janer G., Porte C. Sex steroids and potential mechanisms of non-genomic en- docrine disruption in invertebrates. *Ecotoxicology*. 2007; 16 (1). – 145–160.
- [108] Altelaar A.F., van Minnen J., Jimenez C.R., Heeren R.M., Piersma S.R. Direct molecular imaging of *Lymnaea stagnalis* nervous tissue at subcellular spatial resolution by mass spectrometry. *Analytical Chemistry* 2005; 77 (3). – 735–741.
- [109] de Jong-Brink M., Schot L.P., Schoenmakers H.J., Bergamin-Sassen M.J. A biochemical and quantitative electron microscope study on steroidogenesis in ovotestis and digestive gland of the pulmonate snail *Lymnaea stagnalis*. *General and Comparative Endocrinology* 1981; 45 (1). – 30–38.
- [110] Minakata H, Shigeno S, Kano N, Haraguchi S, Osugi T, Tsutsui K. Octo- pus gonadotro- phinreleasing hormone: A multifunctional peptide in the endocrine and nervous systems of the cephalopod. *Journal of Neuroendocrinology*. 2009; 21 (4). – 322–326.

[111] Young KG, Chang JP, Goldberg JI. Gonadotropin-releasing hormone neuronal system of the freshwater snails *Helisoma trivolvis* and *Lymnaea stagnalis*: possible involvement in reproduction. *The Journal of Comparative Neurology*. 1999; 404 (4). – 427–437.

[112] Mescheriakov V.N. Animal species for developmental studies. In: Detlaff D.A., Vassetzky S.C.J., editors. *The common pond snail, Lymnaea Stagnalis*. New-York–London: Plenum Press; 1990. – Pp. 69–132.

[113] Morill J.B. Developmental biology of the freshwater invertebrates. In: Harrison FW, Cowden RR, editors. *Development of the pulmonate gastropodae, Lymnaea*. New-York: 1982. – Pp. 399–483.

[114] Tillmann M., Schulte-Oehlmann U., Duft M., Markert B., Oehlmann J. Effects of endocrine disruptors on prosobranch snails (Mollusca: Gastropodaa) in the laboratory. Part III: Cyproterone acetate and vinclozolin as antiandrogens. *Ecotoxicology*. 2001; 10 (6). – 373–388.

[115] Zrinyi Z., Maasz G., Zhang L., Vertes A., Lovas S., Kiss T., Elekes K., Pirger Z. Effect of progesterone and its synthetic analogs on reproduction and embryonic development of a freshwater invertebrate model. *Aquatic Toxicology*. 2017; 190. – 94–103.

[116] Gelbke H.P., Kayser M., Poole A. OECD test strategies and methods for endocrine disruptors. *Toxicology*. 2004; 205 (1–2). – 17–25.

3-BOB. ALOQA ZONASIDAGI JANUBIY VA SHIMOLIY AMERIKA YALANGBALIG'I (SALVELINUS FONTINALIS) POPULYATSIYASINING GENETIK XUSUSIYATLARI

Joan E. Printz, Yusuf Uilyams va Erik M. Hallerman

Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud

<http://dx.doi.org/10.5772/intehopen.70719>

Annotatsiya. Populyatsiyaning genetik dalillari janubi-g'arbiy Virjiniyadagi aloqa zonasi bilan janubiy va shimoliy Appalachian amerika yalangbalig'i (amerika paliya) larining evolyutsion jihatdan muhim birliklari o'rtasida farqlanishni ko'rsatadi. Ushbu farq tan olinmasidan oldin, shimoliy yalangbaliq Amerika Qo'shma Shtatlarining janubi-sharqida to'plangan. Ushbu farqni aniqlash uchun o'rnatilgan allozim belgilari-dan 56 janubi-g'arbiy Virjiniya populyatsiyalarini janubiy, shimoliy yoki introgressiv deb tasniflash uchun foydalanilgan. Diagnostik kreatin kinaz (CK-A2 *) lokusuni o'z ichiga olgan 4 ta polimorf lokusdagi o'zgarishlar 19 ta janubiy populyatsiya, 5 tasi shimoliy va 32 tasi aralash genetik kelib chiqishini ko'rsatdi. Janubiy Appalachida yalangbaliq baliqlarining genetik tadqiqotlari natijasida olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, janubiy/shimoliy bo'linish keskin bo'lib, Nyu/Roanok-Jeyms suv havzasi bo'linmasida sodir bo'ladi. Yangi daryoning drenaj populyatsiyalari janubiy allelni yuqori chastotada namoyish etdi, bu ularning janubiy haqiqiy xususiyatlarini ko'rsatdi, shimoliy allellar zaxirasi yoki oqimlarni ushlab turish hodisalari tufayli sodir bo'ldi. Xulosa qilib aytganda, ushbu tadqiqot shuni ko'rsatdiki, janubiy Appalachi daryosi yalangbalig'ini boshqarish quyidagilarni o'z ichiga olishi kerak: (1) naslchilik hodisalarini genetik jihatdan oqilona rejalashtirish, (2) populyatsiyalarni oqim bo'yicha boshqarish, (3) sof janubiy baliqlarni saqlashga ustuvor ahamiyat berish. Yalangbaliq populyatsiyasi va (4) qayta tiklash ishlarida janubiy Appalachi inkubatsiya zavodlaridan foydalanish shular jumlasidan.

Kalit so'zlar: janubiy Appalachi daryosi yalang baliqi, konservatsiya, populyatsiya genetikasi, yalangbaliq boshqarish, tiklash.

Kirish

Amerika yalangbalig'i *Salvelinus fontinalis*, janubiy Appalachi tog'larida yashaydigan yagona qizil ikra beruvchi baliq bo'lib, u Shimoliy Amerikaning sharqiy qismida Kanadadan Gruziyagacha tarqalgan [1].

Bu tur bir paytlar o'z hududi bo'ylab sovuq suvli ko'llar va daryolarda ko'p bo'lgan, ammo o'rmonlarning kesilishi, rivojlanishi va ifloslanishi kabi atrof-muhitning buzilishi: va mahalliy bo'lmagan kamalakrang gulbaliq (*Oncorhynchus mykiss*) kumja (*Salmo trutta*) ning kirib kelishi ularning yovvoyi populyatsiyalar soni [2] va hajmi tarqalishini keskin kamaytirdi [2].

1800-yillarning o'talaridan boshlab baliqchilik menejerlari inkubatsiya zavodlarida yetishtiriladigan ariq yalangbaliqlarini keng ko'lamda saqlashni boshladilar. Biroq inkubatorlarda yetishtiriladigan ariq yalangbaliqlari ko'pincha mahalliy sharoitda moslashgan yovvoyi populyatsiyalarga qaraganda kamroq o'sish, mah-

suldorlik, yashab ketish va tabiiy ko'payish bilan ajralib turadi [3, 4]. Bundan tashqari, inkubatsiyadan olingan baliqlarni yovvoyi populyatsiyalar bilan duraylash begona allellarni kiritish va mahalliy moslashtirilgan gen komplekslarini parchalash orqali qabul qiluvchi populyatsiyalarning genetik yaxlitligi va yaroqliligini buzishi mumkin [5, 6]. Shimoldan olingan inkubatsiya yalangbalig'ining zaxiralanishi, janubiy va shimoliy avlodlar o'rtasidagi populyatsiya genetik jihatdan sezilarli darajada farqlanganligi sababli uning turlari janubiy qismda alohida tashvish uyg'otadi. Ikkala nasl o'rtasidagi genetik farqlar kichik turlar darajasida farqni ko'rsatish uchun yetarlicha katta bo'lishi mumkin [7, 8]. Allozim [7–16], mitoxondriyal DNK [17–19] va mikrosatellit yadro DNKsi [20, 21] markerlarining skriningsi yalangbaliqlarning geografik diapazoni bo'ylab kichikroq genetik o'zgaruvchanlikni aniqladi. Kichikroq geografik miqyosdagi tarqalish turli xil boshqaruv tarixini, shuningdek, selektiv va tanlanmagan populyatsiya genetik jarayonlarining differensial ta'sirini aks ettirishi mumkin.

Mahalliy janubiy Appalachian yalangbaliq (SABT) populyatsiyalari bir nechta biologik xususiyatlarga ega [22]. Ushbu tizimlarda oziq-ovqat mavjudligi cheklovchi omil bo'lib, katta baliqlar kichik (umumiy uzunligi <229 mm) va umr ko'rish muddati kamdan kam hollarda 3 yildan oshadi [23, 24]. Mahalliy SABT va introduksiya qilingan shimoliy naslli ariq yalangbalig'i laboratoriyada omon qolish va tabiiy oqimda ovqatlanish jihatidan farq qiladi [25]. Tashqi mikroorganizmlar birikmalarini taqqoslash shuni ko'rsatdiki, SABT o'zlarining epidermal shilliq qavatlarida mikroorganizmlar o'sishini inhiye qilish qobiliyatini shimoliy yalangbaliqlardan ko'ra ko'proq namoyon qiladi [26]. SABTning shimoliy inkubator zaxiralaridan genetik jihatdan farqlanishini namoyish qilish boshqaruv agentliklarini o'z yurisdiksiyasidagi populyatsiyalar merosini baholashga olib keldi, masalan Great Smoky Mountains milliy bog'idagi [8, 13], Tennessi [11], Shimoliy Karolina [12, 16, 27] va Gruziya [10]. Molekulyar va adaptiv tabaqalanish yalangbaliq populyatsiyalari yoki populyatsiyalar guruhlarini evolyutsion muhim birliklar sifatida boshqarishni kafolatlashi mumkin [28], garchi ularning ba'zi populyatsiyalarining genetik tabaqalanishi chorvachilik tarixini aks ettirishi mumkin.

Appalachi ariq yalangbalig'ining janubiy va shimoliy nasl-nasablarining aloqa zonasi taxminan Yangi daryo suv havzasida joylashgan [14, 15, 29]. Janub shaklining pasayishi va mahalliy bo'lmagan shtammlar bilan to'planish tarixi fonida, aloqa zonasidagi yalangbaliq populyatsiyalarining genetik tavsifi oqilona boshqaruv qarorlarini qo'llab-quvvatlash va turning mahalliy shaklini saqlab qolish uchun zarur. Ushbu tadqiqotning maqsadi Virjiniyaning janubi-g'arbiy qismida janubiy yoki shimoliy avlodlar yoki introgressiya bilan aloqa qilish zonasida yovvoyi Appalachian yalangbaliq populyatsiyalari uchun o'rnatilgan allozim belgilaridan foydalanish edi.

1. Uslubiyati

1.1. *Namuna olish*

Nyu, Jeyms, Xolston va Yadkin daryolari drenajlaridan [30] yetmish sakkizta tarixiy yovvoyi ariq yalangbalig'i oqimlaridan «xaltali elektr toki orqali baliq ovlash» usulida namunalar olindi. Ariq yalangbalig'i to'qimalarining namunalari 56 ta oqimdan 916 namuna to'plangan (1-jadval). Namuna hajmi har bir oqim uchun 8 dan 26 tagacha namuna to'plangan. Baliqlar hushsizlantirildi va dorsal mushak to'qimalarining ikkita namunasi (120 mm dan kattaroq baliqdan) 18 kalibrli Monopty Biopsy Instrument (C.R. Bard, Inc., Covington, GA) yordamida ehtiyotkorlik bilan yig'ildi va darhol quruq muzga joylashtirildi. Anesteziya qilingan baliqlar qo'yib yuborishdan oldin toza suvda to'liq jonlantirildi. Umumiy uzunligi 120 mm dan kam bo'lgan cheklangan miqdordagi baliqlar oz sonli kattalar yig'ilgan namunali oqimlarga tashlandi qilindi. Namunalar -80 °C da saqlanadi.

1.2. *Protein tahlili*

Genetik tahlil selluloza asetat gel elektroforezi yordamida beshta polimorf fermentni kodlaydigan to'qqizta lokusda o'zgaruvchanlikni kuzatish uchun o'tkazildi: kreatin kinaz (CK-A2*), aspartat aminotransferaza (sAAT-1,2*), glitserin-3-fosfat dehidrogenaza (G3PDH*), glyukoza-6-fosfat izomeraza (GPI-A*, GPI-B1,2*) va malatdehidrogenaza (sMDH-B1,2*). Mushak to'qimalari 200 mkl 0,09 M tris-HCl (pH 8,0) ichida bir xil holga keltirildi va 45 daqiqa davomida tris-glisin tamponida (pH 7,5 yoki 8,0) elektroforezga yuborildi, so'ngra ferment faolligi uchun bo'yaldi. Elektroforetik sharoitlar va gistokimyoviy binoni amaliyoti Hebert va Beaton [31] va Galbreath va boshqalar tomonidan tasvirlanganidan o'zgartirildi [16]. Virjiniya shtatidagi Paint Bank Hatchery individlar tahliliga shimoliy namunalar populyatsiyasi sifatida kiritildi, chunki inkubatsiya shimoliy avlod yetishtirishi bilan mashhur. Shimoliy Karolina yovvoyi tabiatni muhofaza qilish komissiyasi ma'lum SABT populyatsiyasi bo'lgan Shimoliy Toe daryosi drenajidagi Charlz Krikdan olingan to'qimalar namunalari olingan namunalar populyatsiyasi sifatida foydalanish uchun taqdim etdi.

1.3. *Ma'lumotlar tahlili*

Excel Microsatellite Toolkit [32] yordamida barcha populyatsiyalar uchun CK-A2*, G3PDH*, GPI-A* va MDH-B1,2* uchun allel chastotalari hisoblab chiqilgan. Ushbu dastur yordamida sAAT-1,2* va GPI B1,2* uchun allel chastotalarini hisoblab bo'lmadi, chunki ikkala ferment ham izolokslar (ya'ni, bir-biridan ustun harakatchanlik allellari bilan takrorlangan lokuslar) tomonidan kodlangan. Geterozigotali individlarning genotiplarini sAAT-1,2* uchun aniq aniqlash mumkin emasligi sababli, fenotip chastotalari FDASH dasturi yordamida hisoblab chiqilgan [33]. GPI-B1,2* izoloksiylari bir nechta allellarni o'z ichiga oladi,

ularni ikkala lokusga ishonch bilan tayinlab bo'lmaydi; shuning uchun ular bitta tetraploid lokusu sifatida ko'rib chiqildi va allel chastotalari AUTOTET dasturi yordamida baholandi [34]. Dastlab, barcha to'qqizta marker lokuslaridan olingan allel chastotasi ma'lumotlari genetik masofani, populyatsiyaning differentsiatsiyasini, populyatsiyalar o'rtasidagi geterojenlikning favqulodda jadval tahlilini va BIOSYS-1 dasturidan foydalangan holda ierarxik klaster tahlilini hisoblash uchun ishlatilgan [35]. Xuddi shu statistik ma'lumotlar allel ifodasini bir ma'noli talqin qilish bilan (ya'ni, sAAT-1,2 * va GPI-B1,2 * dan ma'lumotlarni chiqarib tashlash) bu ma'lumotlarni tahlildan chiqarib tashlashning har qanday ta'sirini aniqlashga faqat beshta marker lokusu yordamida hisoblab chiqilgan. Shunga o'xshash xulosalar ikkala ma'lumot to'plamini tahlil qilish natijasida olingan. Bu yerda faqat qisqartirilgan ma'lumotlar to'plamini tahlil qilish asosida natijalar haqida ma'lumot beramiz.

1-jadval

Drenaj bo'yicha guruhlangan 56 ta janubi-g'arbiy Virjiniya oqimlarida yovvoyi yalang baliq populyatsiyalarida allel chastotalari va genetik xilma-xillik to'rtta polimorf lokusda (CK-A2*, G3PDH*, GPI-A*, sMDH-B1,2*).

	CK-A2*				G3PDH*				GPI-A* MDH-B1,2*					
Nazoratlar	N	*78	*100	*45	*100	*87	*100	*115	*100	*145	P	A	HO	HE
Charles Creek			1.00		1.00	1.00		1.00						
Paint Bank														
Hatchery														
Holston River drainage				0.44	0.56	1.00		1.00						
Grassy Branch	12		1.00		1.00		1.00	1.00			0.00	1.0	0.000	0.000
Henshaw Branch	20	1.00		0.45	0.55		1.00	1.00			0.25	1.3	0.125	0.127
Parks Creek	10	0.05	0.95		1.00		1.00	1.00			0.25	1.3	0.025	0.025
Pennington Branch	12	0.08	0.92		1.00		1.00	1.00			0.25	1.3	0.042	0.040
Roaring Fork	8	0.56	0.44		1.00	0.69	0.31	1.00			0.50	1.5	0.188	0.246
Sturgill Branch	16	0.19	0.81		1.00		1.00	0.75		0.25	0.50	1.5	0.219	0.175
James River drainage														
Barbours Creek	20	1.00	0.08		0.93	1.00		1.00		0.25		1.3	0.021	0.036
Ewins Run	20	1.00			1.00	1.00		1.00		0.00		1.0	0.000	0.000
Pickles Branch	20	1.00			1.00	1.00		1.00		0.00		1.0	0.000	0.000
New River drainage														

Bear Creek	23	0.02	0.98		1.00	1.00			1.00		0.25	1.3	0.016	0.016
Big Horse Creek	18		1.00		1.00	1.00			1.00		0.25	1.3	0.011	0.011
Big Laurel Creek	11	0.05	0.95	0.09	0.91	1.00			1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
Big Reed Island Creek	20	0.08	0.93		1.00	1.00			0.95	0.05	0.50	1.5	0.068	0.066
Bournes Branch	16	0.03	0.97		1.00	1.00			1.00		0.50	1.5	0.063	0.061
Buffalo Branch	16	0.06	0.94		1.00	0.97		0.03	1.00		0.75	1.8	0.125	0.111
Cabin Creek	20	0.05	0.95		1.00	1.00			1.00		0.50	1.5	0.047	0.046
Chestnut Creek	17	0.12	0.88		1.00	1.00			1.00		0.25	1.3	0.000	0.024
Chisholm Creek	12		1.00		1.00	1.00			0.96	0.04	0.25	1.3	0.021	0.021
Crooked Creek	15		1.00		1.00	1.00			1.00		0.25	1.3	0.059	0.053
Dmg Branch	26	0.25	0.75	0.02	0.98	1.00			0.94	0.06	0.00	1.0	0.000	0.000
East Fork Cove Creek	14	0.11	0.89		1.00		0.93	0.07	1.00		0.75	1.8	0.145	0.133
East Fork Crooked Creek	20	0.03	0.98		1.00		0.98	0.02	1.00		0.50	1.5	0.089	0.084
East Fork Dry Run	20		1.00		1.00		1.00		1.00		0.50	1.5	0.025	0.025
East Fork Little Reed Island	10		1.00		1.00		1.00		1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
Elkhorn Creek	10		1.00		1.00		1.00		0.95	0.05	0.25	1.3	0.125	0.097
Fox Creek	20	0.18	0.83		1.00		0.95	0.05	0.88	0.12	0.25	1.3	0.025	0.025
Grassy Creek	9		1.00		1.00		1.00		1.00		0.75	1.8	0.150	0.154
Howell Creek	20	0.05	0.95		1.00		1.00		0.98	0.02	0.00	1.0	0.000	0.000
Laurel Branch	22	0.23	0.77		1.00		1.00		0.98	0.02	0.50	1.5	0.038	0.037
Laurel Creek	10		1.00		1.00		1.00		1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
Laurel Creek	20	0.10	0.90		1.00		0.98	0.02	1.00		0.50	1.5	0.063	0.059
Little Indian Creek	19	0.79	0.21		1.00		1.00		0.95	0.05	0.50	1.5	0.125	0.101
Little Snake Creek	8		1.00		1.00		1.00		1.00		0.50	1.5	0.132	0.111
Little Stony Creek	14	0.11	0.89		1.00		0.96	0.04	1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
Little Wilson Creek	19	0.21	0.79	0.03	0.97		1.00		0.82	0.18	0.50	1.5	0.071	0.067

Middle Fox Creek	12	0.04	0.96		1.00	0.04	0.96		0.58	0.42	0.00	1.0	0.000	0.000
Mill Creek	17	0.12	0.88		1.00		1.00		0.82	0.18	0.75	1.8	0.184	0.176
NB Elk Creek	14	0.25	0.75		1.00		1.00		1.00		0.75	1.8	0.250	0.168
NF Stony Creek	21	0.02	0.98		1.00		0.98	0.02	1.00		0.50	1.5	0.147	0.128
No Business Creek	20	0.20	0.80	0.03	0.98		1.00		0.90	0.10	0.50	1.5	0.024	0.024
Oldfield Creek	12		1.00		1.00		1.00		1.00		0.75	1.8	0.163	0.141
Opossum Creek	17	0.03	0.97		1.00		1.00		0.72	0.28	0.00	1.0	0.000	0.000
Pearis Thompson Branch	17	1.00		0.15	0.85		1.00		0.91	0.09	0.50	1.5	0.155	0.119
Ripshin Creek	10	0.15	0.85		1.00		1.00		0.75	0.25	0.50	1.5	0.200	0.166
Roads Creek	11		1.00		1.00		0.95	0.05	1.00		0.25	1.3	0.023	0.023
Snake Creek	20		1.00		1.00		1.00		0.98	0.02	0.50	1.5	0.200	0.166
Standrock Branch	20		1.00		1.00		1.00		1.00		0.25	1.3	0.013	0.013
Stony Creek	20	0.18	0.83	0.03	0.98		1.00		0.95	0.05	0.25	1.3	0.100	0.111
Sulfur Springs Branch	10	0.30	0.70		1.00		1.00		1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
Tory Creek	19		1.00		1.00		1.00		1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
Upper West Fork Dry Run	10		1.00		1.00		1.00		1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
West Fork Dry Run	19		1.00		1.00		1.00		1.00		0.25	1.3	0.063	0.057
Whitetop Creek	12	0.13	0.88		1.00		1.00		1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
West Fork Furnace Creek	17	0.12	0.88		1.00		1.00		0.97	0.03	0.50	1.5	0.044	0.068
Yadkin River drainage														
Pauls Creek	20		1.00		1.00		1.00		1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
South Fork	24		1.00		1.00		1.00		1.00		0.00	1.0	0.000	0.000
Stewarts Creek	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.0	0.000	0.000			0.00	1.0	0.000	0.000

Charles Creek, janubiy shtammi ma'lum bo'lgan populyatsiya, janubiy shtamlar uchun namunalar guruhi sifatida kiritilgan. Shimoliy shtammi o'stiruvchi Paint Bank Hatchery kompaniyasining shaxslari shimoliy shtammga mos namunalar guruhi sifatida kiritilgan. Qisqartmalar: tahlil qilingan namunalar soni (N), polimorf lokuslarning nisbati

(P), har bir lokusdagi allellarning o'rtacha soni (A), kutilayotgan geterozigotlik (H_0) va kuzatilgan geterozigotlik (H_c).

Har bir populyatsiyaning genetik kelib chiqishining dastlabki tavsifi diagnostik CK-A2* lokusidagi allel chastotalariga asoslangan. Boshqa belgilardagi allel chastotalari bilan solishtirildi oldingi tadqiqotlarda tavsiflangan shimoliy va SABT populyatsiyalarida kuzatilganlar [7–16]. Har bir populyatsiyadagi genetik xilma-xillik darajasini baholash uchun individual geterozigotlik va polimorfizm beshta lokus bo'yicha hisoblab chiqilgan [32]. Arlekin [36] Hardy-Vaynberg muvozanatidan chetga chiqishni sinash va genetik xilma-xillikning populyatsiyalar va daryolar havzalari ichida va o'rtasida taqsimlanishini tavsiflash uchun molekulyar dispersiyani (AMOVA) tahlilini o'tkazish uchun ishlatilgan. Arifmetik o'rtacha algoritimga (UPGMA, [37]) ega bo'lmagan juftlik guruhidan foydalangan holda klaster tahlili BIOSYS-1 [35] yordamida amalga oshirildi va Neyning xolis genetik masofasi [38] asosida dendrogramma qurildi.

SABTning Virjiniya shtatidagi geografik taqsimotini, shuningdek, Appalachiyan hududlarida yalangbaliq populyatsiyalarining mahalliy diapazon genetik tarkibini yaxshiroq tushunish uchun yalangbaliq populyatsiyasining genetikasi bo'yicha oldingi tadqiqotlardagi allel chastotasi ma'lumotlari yig'ildi va ushbu tadqiqot natijalari bilan birlashtirildi.

2. Natijalar

Ushbu tadqiqotda tahlil qilingan 4 ta asosiy daryo drenajlaridan 56 ta yovvoyi yalangbaliq populyatsiyasidan 19 tasi diagnostik CK-A2* 100 alleli uchun aniqlangan va sof SABT populyatsiyalari sifatida belgilangan (1-jadval). CK-A2* 78 alleli uchun belgilangan beshta populyatsiya shimoliy deb belgilandi va CK-A2* lokusida o'zgaruvchanlikni ko'rsatadigan 32 populyatsiya introgressiya sifatida belgilandi. James suv havzasining uchta populyatsiyasi shimoliy shakldagi yalangbaliq uchun xarakterli allellarni ko'rsatdi. Boshqa suv havzalaridagi populyatsiyalar janubiy ($n = 19$), shimoliy ($n = 2$) yoki introgress ($n = 32$) sifatida tavsiflangan.

Faqat Cabin Creek populyatsiyasi (Yangi daryo drenaji, Greyson okrugi) CK-A2* lokusidagi Hardy-Vaynberg muvozanatidan sezilarli darajada og'ishdi ($p < 0,05$). Hardy-Vaynberg muvozanatidan boshqa og'ishlar aniqlanmadi, bu tegishli populyatsiyalar namuna asosidagi taxminlarga mos kelishini ko'rsatadi. Har bir populyatsiya uchun polimorf lokuslarning nisbati (P), har bir joydagi allellarning o'rtacha soni (A) va o'rtacha geterozigotaliklar (H) 1-jadvalda keltirilgan. Kuzaatilgan o'rtacha P va H_0 qiymatlari taxminiy janubiy populyatsiyalarda eng past bo'lgan ($P = 0,05$, $H_0 = 0,004$; 2-jadval). Iqlimlashtirilgan populyatsiyalar genetik o'zgaruvchanlik ko'rsatkichlari bo'yicha eng yuqori ko'rsatkichni ko'rsatdi ($P = 0,48$, $H_0 = 0,099$), shimoliy populyatsiyalar esa oraliq ko'rsatkichlarni ko'rsatdi ($P = 0,20$, $H_0 = 0,053$). Drenaj bo'yicha guruhlangan Yadkin daryosi populyatsi-

yasi eng past ko'rsatkichlarga ega ($P = 0$, $H_0 = 0$), undan keyingi populyatsiyalar Jeyms daryosi ($P = 0,08$, $H_0 = 0,007$), Yangi daryo ($P = 0,34$, $H_0 = 0,064$) va Xolston daryosi. ($P = 0,29$, $H_0 = 0,100$). Atlantika qiyaligidagi populyatsiyalar Meksika ko'rfazidagi drenaj populyatsiyalariga ($P = 0,33$, $H_0 = 0,068$) qaraganda past o'rtacha foizli polimorf lokuslar va geterozigotlik qiymatlarini ($P = 0,05$, $H_0 = 0,004$) ko'rsatdi. Molekulyar tafovutning tahlili shuni ko'rsatdiki, umumiy genetik xilma-xillikning taxminan 34 foiz populyatsiyalar ichidagi o'zgarishlar, 18 foiz drenajlar ichidagi populyatsiyalar va 48 foiz drenajlar o'rtasidagi o'zgarishlar natijasida yuzaga kelgan. Umumiy chekllovchi tafovutning ko'p qismi CK-A2* lokusu bilan bog'liq edi, ya'ni allozim belgilari bilan o'lichagan dispersiyaning aksariyati turning shimoliy va janubiy avlodlari orasidagi farq bilan bog'liq.

2-jadval

Drenaj, avlodlar va geografik joylashuvi bo'yicha sharqiy kontinental bo'linish bo'yicha har xil guruhlangan yalangbaliq populyatsiyalarining genetik xilma-xilligi

Guruh	N	P	A	Go	Ge
Xolston Daryo drenaj	6	0,29	1,3	0,100	0,102
Jeyms Daryo drenaj	3	0,08	1,1	0,007	0,012
Yangi Daryo drenaj	45	0,34	1,4	0,064	0,058
Yadkin Daryo drenaj	2	0,00	1,0	0,000	0,000
Janubiy avlod	19	0,05	1,1	0,004	0,004
Shimoliy avlod	5	0,20	1,2	0,053	0,036
Iqlimlashtirilgan	32	0,48	1,5	0,099	0,091
Atlantika Okean drenajlar	5	0,05	1,1	0,004	0,007
Ko'rfazning Meksika drenajlari	51	0,33	1,4	0,068	0,063

To'rtta polimorfik allozim lokuslarida (CK-A2*, G3PDH*, GPI-A*, sMDH-B1,2*) tahlil asosida. Qisqartmalar: guruhdagi populyatsiyalar soni (N), polimorf lokuslar nisbati (P), har bir lokusdagi o'rtacha allellar soni (A), kutilayotgan geterozigotlik (Go) va kuzaatilgan geterozigotlik (Ge)).

Yangi, Xolston, Yadkin va Jeyms drenajlarida janubiy, shimoliy yoki introgressiya sifatida tavsiflangan populyatsiyalar geografik joylashuvi bo'yicha aniq namuna yo'q (1-rasm). Barcha populyatsiyalar orasidagi xolis genetik masofalarining klaster tahlili [38] shimoliy kelib chiqishi yoki yuqori chastotali CK-A2*78 allelining barcha populyatsiyalari birlashganligini ko'rsatdi. Bularga Jeyms daryosi drenajidan (Barbours Creek, Ewin Run va Pickles Branch), Xolston drenajidan



1-rasm. Virjiniya janubi-g'arbiy qismidagi 83 ta yovvoyi yalangbaliq populyatsiyasi, ushbu tadqiqotda tavsiflangan 56 populyatsiya va avval tavsiflangan 27 populyatsiya uchun CK-A2* lokusidagi genetik xususiyatlari.

(Henshyu-krik), New River drenajidan (Peris Tompson va Little Indian Creek) va Paint Bank Hatchery papulyatsiyalari kiradi. Xolston drenajidagi Roaring Fork populyatsiyasi shimoliy allelning yuqori chastotasiga ega bo'lgan, lekin GPI-A* lokusida noyob allelning yuqori chastotasi tufayli boshqa shimoliy populyatsiyalar bilan yaqindan to'planmagan. Populyatsiyalar o'rtasidagi sof genetik masofalarning klaster tahlili taxminiy janubiy Appalachi kelib chiqishi populyatsiyalari orasida genetik o'zgaruvchanlikning geografik na'munlarini ko'rsatmadi [38].

4. Muhokama

4.1. Yalangbaliqlarning kamayishi

Biz tarixan yalangbaliq populyatsiyasini o'z ichiga olgan 78 ta oqimni tanladik, ammo ularning faqat 56 tasida turni topdik [30]. Soy yalangbaliq'ining turlar soni bir necha sabablarga ko'ra qisqarmoqda [39], buning sabablari quyidagicha: yashash joyining o'zgarishi, haddan ziyod ko'p ovlanishi, chetdan keltirilgan kamalrang gulbaliq (*O. mykiss*) va jigarrang xon baliq (*S. trutta*) bilan raqobat va so'nggi vaqtlarda kuzatilayotgan iqlim o'zgarishi.

4.2. Yalangbaliqlarda qayta tiklangan izozim lokuslar

Ba'zi allozim belgilari asosiy genotipni talqin qilishda qiyinchiliklarga olib keldi. Amerika yalang baliq'i losossimonlarning tetraploid ajdodi tufayli ko'payadigan ferment lokuslarining ko'pligini ko'rsatadi [40]. Ko'paytirilgan lokuslar (izolokslar deb ataladi) genetik jihatdan mustaqildir, ammo shunga o'xshash elektroforetik harakatchanlikka ega allellarni namoyish etadi, ularni ikkala lokusga aniq belgilash mumkin emas. Biz skrining qilgan beshta fermentdan uchta izolokslar tomonidan kodlangan (masalan, MDH-B1,2*, SAAT-1,2* va GPI-B1,2*). Ushbu ikkita izoloksiyaning, SAAT-1,2* va GPI-B1,2* ning tarmoqli naqshlarining noaniq talqini ularni statistik tahlildan chiqarib tashlashga olib keldi [30]. Genetik xilma-xillikni aniq baholash va differensiatsiya ko'rsatkichlari ko'plab lokalizatsiya ma'lumotlarini talab qiladi [41, 42]. Faqat to'rtta markerdan olingan, ayniqsa, ba'zi populyatsiyalar uchun kichik namunalar bilan ma'lumotlar genetik differensiatsiyani statistik tahlil qilish kuchini aniq cheklab qo'ydi [43]. Ko'proq

markerlardan olingan genotipik ma'lumotlar, ehtimol, faqat to'rtta lokusda aniqlanmagan genetik differensiatsiyani aniqlaydi. Mikrosatellit DNK markerlari kabi qo'shimcha, yanada yuqori polimorfik belgilarni doimiy skrining qilish populyatsiya genetik differensiatsiyasini miqdoriy aniqlash qobiliyatini oshiradi.

4.3. Virjiniyaning janubi-g'arbiy qismida SABTning geografik tarqalishi

CK-A2* lokusdagi diagnostik allelni aniqlash va boshqa uchta marker lokusdagi allel chastotasi farqiga asoslanib, ushbu tadqiqotda tahlil qilingan yalangbaliq populyatsiyalarining 34 foiz ($n = 19$) janubiy Appalachidan kelib chiqqan, 9 foiz ($n = 5$) shimoliy kelib chiqishi va 57 foiz ($n = 32$) aralash genetik kelib chiqishni anglatadi (1 va 2-jadvallar). Populyatsiyani aniq tavsiflashning aniqlik darajasi to'g'ridan to'g'ri tanlama hajmiga bog'liq. Ya'ni, umumiy allel uchun aniqlangan har qanday populyatsiya aslida muqobil allelni past, aniqlanmagan chastotada saqlashi mumkin. Masalan, namunalar hajmi 20 bo'lsa, bizning chastota (p_a) 5 foiz bo'lgan allelni aniqlash ehtimoli (p) 36 foizni tashkil qiladi (ya'ni, $p = (1-p_a) s = 0,9520$, [44]). Shu sababli «sof» janubiy Appalachian deb tavsiflangan ba'zi populyatsiyalar aralash genetik kelib chiqishi ehtimoli nolga teng. Xuddi shunday, tanlanma hajmi ham P va H_0 kabi populyatsiya ichidagi xilma-xillik statistikasini baholashga ta'sir qiladi. Suv havzasidagi cheklangan miqdordagi populyatsiyadan namuna olish ham populyatsiyalar orasidagi genetik o'zgaruvchanlikni baholashga ta'sir qiladi.

Holston drenajidan olingan oltita populyatsiyadan to'rttasi aralash genetik kelib chiqishi bo'lib, janubiy allel 0,44 dan 0,95 gacha bo'lgan chastotalarda edi. Grassy Branch populyatsiyasi janubiy Appalachi, Henshaw Branch populyatsiyasi esa sof shimoliy deb tavsiflangan. Oldingi genetik tadqiqotlar [8, 11, 14] va uning geografik joylashuvi natijalari shuni ko'rsatadiki, Golston daryosi tarixan janubiy Appalachi avlodlarini o'z ichiga olgan, shuning uchun shimoliy allelning mavjudligi zaxiralari bilan bog'liq.

Yadkin (yuqori Pi Di) daryosi – Atlantika qiyaligidagi suv havzasi. Atlantika qiyaliklari drenajlarida mahalliy shimoliy shakldagi ariq yalang baliqlari [8, 12, 15] bo'lishi mumkinligi to'g'risidagi umumiy taxminga qaramay, Yadkin drenajida ikkita sof janubiy Appalachi populyatsiyasi (Pauls Creek, South Fork Styuarts Krik) topilgan. Garchi Virjiniyadagi yuqori Pi Di tog'idan namuna olish bo'yicha dastlabki harakatlar ma'lum bo'lmasa-da [45], daryoning Shimoliy Karolina orqali oqib o'tadigan qismi dastlab Smit [46] ta'rifi bilan yalangbaliqlar qatoridan chiqarildi. Biroq bu mintaqada bir nechta oqimlarni ushlab turish hodisalarini aniqlangan, bu esa bu populyatsiyalar Yangi daryodan tutilgan yalang baliqlarning avlodlari ekanligini ko'rsatadi [45]. Zaxira namunalarini tekshirish shuni ko'rsatdiki, Pauls Creek ham, South Fork Styuarts Krik ham yaqin o'timishda zaxiraga ega bo'lgan, bu «mahalliy» janubiy zaxiralarning keng tarqalishiga qaramay saqlanib qolganligini anglatadi.

Ilgari genetik tadqiqotlar [14] va geografik joylashuvi shuni ko'rsatadiki, o'sha paytda Jeyms daryosida tarixan shimoliy shakldagi yalangbaliq bo'lgan. Ushbu tadqiqotda ko'rilgan Jeyms daryosining uchta populyatsiyasi shimoliy shakl sifatida tavsiflangan. Ushbu topilma Yangi daryoning shimoliy va janubiy Appalachi daryosi yalangbaliq populyatsiyalari o'rtasidagi chegara ekanligiga shubha tug'dirmaydi.

Ushbu tadqiqotda Yangi daryo drenajidan 16 ta populyatsiya (36%) janubiy Appalachi daryosi yalangbaliq'i sifatida tavsiflangan. Sof janubiy kelib chiqishi taxminiy populyatsiyalari orasida irsiy o'zgaruvchanlikning geografik naqshlari kuzatilmagan. Qizig'i shundaki, ushbu «sof janubiy» populyatsiyalardan ikkitasi (Crooked Creek va West Fork Dry Run) yaqin o'timishda shimoliy inkubatsiya baliqlari bilan to'ldirilgan. Crooked Creek baliq ovlash hududi bo'lib, har yili 5000 ta ariq yalangbaliq'i boqiladi, ammo u janubiy aholining tozaligini saqlab qolgan. Janubiy allel 0,21 dan 0,98 gacha bo'lgan chastotalarda Yangi daryo drenajidagi populyatsiyasining 63 foizi aralash kelib chiqishi bo'lgan. Zaxira bo'yicha namunalar cheklangan bo'lsa-da, ulardan faqat ikkitasi (Howell Creek va Little Indian Creek) shimoldan olingan inkubatsiya baliqlari bilan to'ldirilganligi ma'lum. Yangi daryoda faqat bitta populyatsiya (Peris Thompson filiali) sof shimoliy deb tavsiflangan.

Ushbu tadqiqotda tavsiflangan 56 populyatsiyaga qo'shimcha ravishda, Virjiniya janubi-g'arbiy qismida yalangbaliq populyatsiyalarining barcha ma'lum genetik tadqiqotlaridan ma'lumotlarni to'pladik [12, 14, 15]. Janubi-g'arbiy Virjiniya yadagi barcha 83 populyatsiyaning 47 foizi ($n = 39$) aralash genetik kelib chiqishi edi (3-jadval), ammo bu iqlimlashtirilgan populyatsiyaning ko'pi asosan janubiy edi. Bundan tashqari, qolgan «sof» janubiy populyatsiyalar ($n = 26$) Virjiniya yadagi janubiy Appalachi yalangbaliqlarini tiklash uchun imkoniyatlar yaratadi.

4.4. Yangi daryo ariq yalangbaliq populyatsiyalarining geografik tarqalishi va genetik yaqinligi

Shimoliy va janubiy shakllar o'rtasidagi aloqa zonasi taxminan Yangi daryo suv havzasida joylashganligi sababli Yangi daryo tarixan sof janubiy Appalachi shaklini o'z ichiga olganmi yoki u janubiy va shimoliy Appalachi avlodlari o'rtasidagi intergradatsiya zonasi bo'lgani noma'lum. Ushbu tadqiqot va yuqorida qayd etilgan uchta tadqiqot [12, 14, 15] bo'yicha ma'lumotlarni tahlil qilishda Yangi daryo drenajida 20 ta sof janubiy populyatsiyalar mavjud bo'lib, shimoliy allellarning mavjudligi zaxirasi yoki oqimni ushlab turish hodisalari bilan bog'liq bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. Biroq Yangi daryo populyatsiyalarining katta qismi (64%) aralash genetik kelib chiqishiga ega, bu yo inkubatsiya baliqlari Yangi suv havzasida saqlanib qolgan yoki Yangi daryo tabiiy intergradatsiya zonasi ekanligini ko'rsatadi. Janubiy Appalachi daryosi yalang baliq'ining geografik

tarqalishini yaxshiroq tushunish uchun biz mahalliy oraliqdagi yalang baliq populyatsiyalarining barcha ma'lum genetik tadqiqotlaridan allel chastotasi ma'lumotlarini tuzdik (4-jadval). CK-A2 * 100 (ya'ni, janubiy) allelining chastotalari namuna hajmiga qarab o'Ichandi va har bir daryo drenajidagi barcha populyatsiyalar bo'yicha o'rtacha hisoblandi.

2-rasmda ma'lumotlar to'plangan asosiy daryo drenajlarining har birida janubiy allelning chastotasi ko'rsatilgan.

3-jadval

Ushbu tadqiqotda namuna olinmagan janubiy-g'arbiy Virjiniya daryosi yalangbaliq populyatsiyalari uchun CK-A2* lokusdagi genetik xarakteristikalar nashr etilgan va nashr etilmagan ma'lumotlar manbalaridan olingan

Oqim	Daryo drenaj	Viloyat	N	% Janubiy allel	Manbalar
Green Cove Creek	Holston	Washington	19	95	[15]
Grindstone Branch	Holston	Smyth	16	97	[14]
Houndshell Branch	Holston	Smyth	12	100	[14]
Jerry Creek	Holston	Smyth	11	100	[14]
Little Laurel Creek	Holston	Smyth	16	100	[14]
Johns Creek	James	Giles	23	0	[14]
Shawvers Run	James	Giles	23	0	[14]
Spy Run	James	Augusta	21	0	[14]
Valley Branch	James	Craig	15	0	[14]
Burks Fork	New	Floyd	15	67	[15]
Cox Branch	New	Tazewell	15	53	[15]
Dry Creek	New	Smyth	24	100	[14]
Hanks/EF Chestnut Creek	New	Grayson	10	70	[14]
Helton Creek	New	Grayson	21	79	[15]
Jerry Creek	New	Grayson	15	67	[15]
Killinger Creek	New	Smyth	12	88	[14]
Laurel Branch	New	Floyd	15	97	[14]
Laurel Fork	New	Floyd	7	79	[12]
Lewis Fork	New	Grayson	21	79	[15]
Middle Fork Helton	New	Grayson	20	100	[14]
NF Elk Creek	New	Grayson	19	100	[14]
NP Buckhorn Creek	New	Carroll	25	100	[14]
Wilburn Branch	New	Grayson	21	75	[15]
Big Stony Creek	Roanoke	Bedford	10	0	[12]

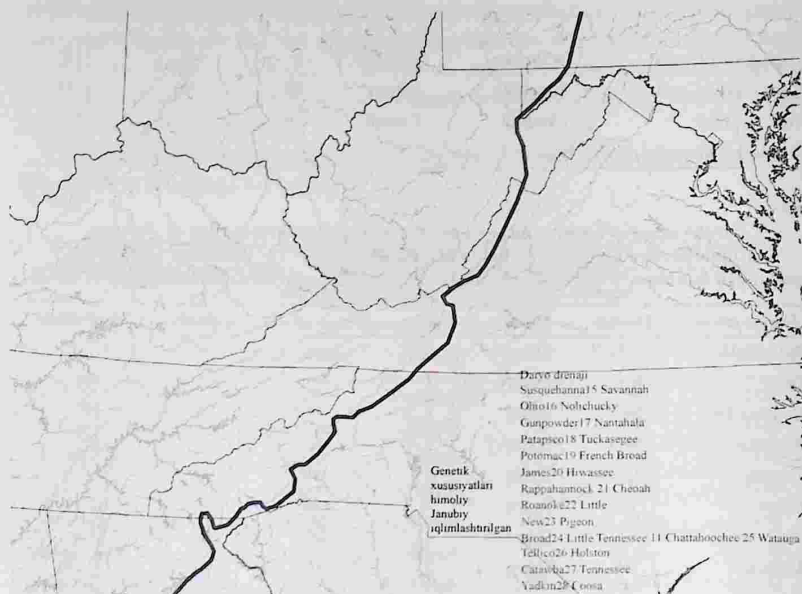
Little Stony Creek	Roanoke	Bedford	6	0	[12]
Rock Castle Creek	Roanoke	Patrick	25	36	[14]
Turkey Creek	Yadkin	Carroll	15	47	[15]

N = namunalar soni

4-jadval

Barcha mavjud nashr etilgan va nashr etilmagan tadqiqotlardan to'plangan ma'lumotlardan foydalangan holda diagnostik CK A2* 100 allelining chastotasiga asoslangan mintaqaviy daryo drenajlarida yalangbaliq populyatsiyalarining genetik tavsifi

Daryo drenaj	Davlat	Holat	# oqim	# individuals	% Janubiy	Manbalar)
Susquehanna	PA/MD	Sharq	4	145	0	[7, 9]
Ohio	MD	G'arbiy	3	110	0	[9]
Gunpowder	MD	Sharq	1	40	0	[9]
Patapsco	MD	Sharq	1	40	0	[9]
Potomac	MD/VA	Sharq	6	190	0	[9, 14]
James	VA	Sharq	7	142	0	[14, holat]
Rappahannock	VA	Sharq	1	25	0	[14]
Roanoke	VA	Sharq	3	41	22	[12, 14]
New	VA/NC	G'arbiy	101	1999	85	[14, 15, hozirgi]
Yadkin	VA/NC	Sharq	37	691	58	[8, 12, 15, hozirgi]
Holston	VA/TN	G'arbiy	24	320	91	[8, 11, 14, hozirgi]
Nolichucky	NC/TN	G'arbiy	51	1058	64	[7, 8, 11]
French Broad	NC/TN	G'arbiy	80	1281	73	[8, 11, 16]
Little Tennessee	NC/TN	G'arbiy	49	886	82	[8, 13]
Watauga	NC/TN	G'arbiy	44	691	88	[8, 11]
Broad	NC	Sharq	3	41	29	[8, 11]
Hiwassee	NC	G'arbiy	6	146	76	[8, 11]
Cheoah	NC	G'arbiy	10	210	80	[8, 11]
Little	TN	G'arbiy	8	90	80	[8, 11]
Tellico	TN	G'arbiy	5	64	42	[11]
Savannah	NC/GA	Sharq	27	533	63	[10, 16]
Chattahoochee	GA	G'arbiy	1	21	31	[10]
Tennessee	GA	G'arbiy	7	145	93	[10]
Coosa	GA	G'arbiy	1	12	100	[10]



2-rasm. CK-A2* lokusiga asoslangan asosiy daryo drenajlaridagi ariq yalangbaliq populyatsiyalarining genetik tavsifi. (Tafsilotlar uchun 4-jadvalga qarang.)

1. Sharqiy kontinental bo'linishga nisbatan.
2. Allel chastotasi har bir oqim uchun tahlil qilingan va har bir drenajdagi barcha populyatsiyalar bo'yicha o'rtacha hisoblangan shaxslar soniga asoslangan.

Yangi daryoning shimolidagi barcha daryo drenajlari sof shimoliy deb tavsiflangan, Roanoke daryosi drenajidan tashqari janubiy allelning past chastotasiga ega bo'lgan ehtimol individlarni boshqa joydan ko'chirilishi yoki oqimning tutilishi tufayli yagona populyatsiyani o'z ichiga olgan. Yangi daryoning janubidagi daryo drenajlarida janubiy allelning chastotasi Shimoliy Karolinaning Keng daryosida 29 foizdan Jorjiyaning Kuza daryosida 100 foizgachani tashkil etadi. Yangi daryo drenajidagi 111 populyatsiyadagi individlarning genetik tavsifi janubiy shakldagi allelning 85 foiz chastotasini ko'rsatdi. 2-rasm janubiy/shimoliy uzilishning keskin ekanligini va bu uzilish Yangi/Roanoke-Jeyms suv havzasi bo'linmasida sodir bo'lishini ko'rsatadi. Bu Yangi daryo ariq yalangbaliq'ining janubiy va shimoliy shakllari orasidagi tabiiy intergradatsiya zonasi degan gipotezani zaiflashtiradi va shimoliy allellarning mavjudligi zaxiralari yoki oqim bilan bog'liq degan gipotezani qo'llab-quvvatlaydi. Shu bilan birga, genetik xarakteristikaning bitta lokusdagi o'zgaruvchanlikka asoslanganligini ta'kidlab, ushbu xulosani tas-

diqlash muhim. Mikrosatellit DNK belgilaridan foydalangan holda Yangi daryo populyatsiyalarining davom etayotgan skriningi populyatsiyaning genetik tabaqalanishining qonuniyatlari haqida qo'shimcha ma'lumot beradi, bu esa Yangi daryo arig'i yalangbaliq populyatsiyalarining tabiatiga aniqlik kiritadi. Xususan, mikrosatellit o'zgaruvchanligi tekshirilayotgan populyatsiyalarda kuzatilgan shimoliy allellar alohida inkubatsiya zaxiralariga yoki mahalliy hududiy o'zgarishlarga xosligini aniqlab berishi mumkin.

4.5. Boshqaruv oqibatlari

Amerika yalangbalig'i janubiy Appalachi mintaqasida yashaydigan yagona qizil ikra beruvchi baliq hisoblanadi. Amerika baliqchilik jamiyati janubiy bo'limi yalangbaliq qo'mitasi SABTning ahamiyatini ifodalovchi va ushbu mintaqaviy resursni saqlashga yo'naltirilgan boshqarish bo'yicha tavsiyalarni taqdim etgan pozitsiya bayonotini [22] ishlab chiqdi. Bizning natijalarimiz nobud bo'lishiga yo'l qo'ymaydigan namuna olish usullaridan foydalangan holda muhim populyatsiyalarning genetik inventarizatsiyasini yakunlashga yordam berishda tavsiya etilgan. Shu nuqtayi nazardan, SABT populyatsiyalarini boshqarish uchun boshqaruv ta'sirini ko'rib chiqamiz.

Ushbu va boshqa tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, mahalliy bo'lmagan genotiplarni to'plash uzoq muddatli genetik ta'sir ko'rsatadi va janubiy Appalachi daryosi yalangbalig'ini saqlab qolishga to'sqinlik qiladi. Chorvachilikning salbiy ta'siri hammaga ma'lum bo'lsa-da, ba'zi baliq xo'jaligini boshqarish idoralari zaxiralarini aniq qayd etishmaydi. Bundan tashqari, inkubatsiya zavodi xodimlari ko'pincha mavjudlikdan kelib chiqqan holda bir yalangbaliq zaxirasini boshqasiga almashtiradilar. Biz yalangbaliqlarning barcha zaxiralari va ko'chirilishi genetik muhofaza qilish maqsadlarini hisobga olgan holda yaxshi rejalashtirilgan bo'lishi, to'liq va to'g'ri hujjatlashtirilishini tavsiya qilamiz.

Boshqaruv birliklari, ya'ni demografik jihatdan bir-biridan mustaqil bo'lgan populyatsiyalar – ko'p loklarda sezilarli darajada farq qiluvchi allel chastotalariga ega bo'lgan populyatsiyalar sifatida aniqlanishi mumkin [47]. Bizda allozim belgilaridan foydalangan holda irsiy xilma-xillik va mintaqaviy yalang baliq populyatsiyalari o'rtasidagi tabaqalanish darajasini baholash imkoniyati cheklangan edi. Mikrosatellit DNK belgilarini doimiy skrining natijalari mahalliy populyatsiyalar o'rtasidagi tabaqalanishni miqdoriy aniqlash uchun ishlatiladi, bu himoyalangan boshqaruv birliklarini aniqlash uchun asos bo'ladi. Bugungi kunga qadar olingan natijalar janubiy Appalachi daryosi yalangbaliq populyatsiyasini oqim bo'yicha boshqarish kerak degan fikrni qo'llab-quvvatlaydi.

Sof SABT sifatida tavsiflangan populyatsiyalarga saqlashga ustuvor ahamiyat berilishi kerak. Ushbu populyatsiyalarga mahalliy bo'lmagan genotiplarni saqlash va o'tkazish taqiqlanishi kerak. Ovlashga faqat demografik jihatdan o'zini ta'min-

lashga qodir bo'lgan populyatsiyalarga ruxsat berilishi lozim. Shimoliy zotli yalangbaliqlardan 5 foizdan kam aralashmani o'z ichiga olgan introgressiv populyatsiyalarni «sof» janubiy deb hisoblashni tavsiya qilamiz. Biroq ushbu populyatsiyalarda introgressiya darajasi allozim chastotalari taklif qilganidan yuqori bo'lishi mumkinligini ogohlantiramiz, shuning uchun bu oqimlardan shaxslar sof SABT populyatsiyalarini o'z ichiga olgan oqimlarga o'tkazilmasligi kerak. Inkubatsiya yalangbaliqlari faqat shimoliy shtamining sof populyatsiyalari va aralashmalari 5 foizdan ortiq bo'lgan oqimlarga joylashtirilishi shart.

Biz tadqiqotchilar baliq zaxiralarning har qanday salbiy oqibatlarini mahalliy shimoliy populyatsiyalarga ham tegishli bo'lishi mumkinligini (ya'ni, Jeyms va Roanoke daryolari drenajlarida) tavsiya qilamiz. Allozim markerlari mahalliy shimoliy populyatsiyalar va inkubator populyatsiyalari o'rtasidagi farqni yetarli darajada ta'minlamaydi, shuning uchun barcha yalangbaliq populyatsiyalarini mikro-satellit yoki bitta nukleotid polimorfizm belgilaridan foydalangan holda tekshirish va tavsiflashni taklif qilamiz. Ushbu populyatsiyalarning genetik tarkibi haqida ko'proq ma'lumotga ega bo'lgunimizcha, faqat bepust triploid yalang baliqlarni saqlash oqilona bo'lishi mumkin [48].

Janubiy Appalachi daryosi yalangbaliq inkubatsiya zaxiralari tabiatni muhofaza qilishga qaratilgan inkubatsiya dasturlarida tashkil etilmoqda ([49], <https://brooktrouthatchery.wordpress.com/>, <http://archive.knoxnews.com/news/aquarium-helping-to-restore-native-yalang-baliq-ep-510367109-355447741.html>). SABT populyatsiyalarini yo'q qilingan oqimlarda qayta tiklash uchun zaxiralaniishi mumkin. Bundan tashqari, yalangbaliq mahalliy bo'lgan suv havzalarida mahalliy bo'lmagan yoki introgressiya populyatsiyalarini yo'q qilishni tavsiya qilmasak-da, allel chastotalarini mahalliy populyatsiyalarga o'zgartirish uchun janubiy shtamli inkubatsiya baliqlarini ushbu populyatsiyalarga joylashtirishni tavsiya etamiz. Mahalliy yalangbaliq populyatsiyasini qayta tiklashdagi taraqqiyot har bir necha avlodga genetik belgilar yordamida kuzatilishi kerak.

Minnatdorchilik

Ushbu tadqiqot ishi Virjiniyaning sport baliqchiligi va ichki baliqchilik departamenti tomonidan boshqariladigan F-128-R sport usulida ovlanadigan baliqlarini tiklash bo'yicha Federal yordam loyihasi orqali moliyalashtirildi va Joan (Devis) Printzning magistrlik darajasidagi tadqiqotiga asoslangan. Jorj Palmer va Kliff Kirkdan dala ishlari va genetik namunalarni yig'ishda yordam bergani uchun minnatdormiz. Merilend Tabiiy resurslar departamenti xodimi Rey Morgan Merilend aholisining nashr etilmagan ma'lumotlarini va NCWRC vakili Dug Besler to'qimalar namunalari xolisona taqdim etdi. Nihoyat, xank Kris Printz, ATS International, Inc. Kristiansburg, VA xaritalarini loyihalash va ishlab chiqarishdagi yordami uchun minnatdorchilik bildiramiz. EHning ushbu ishda ishtirok etishi

uchun ajratgan mablag'lari, shuningdek, Virjiniya qishloq xo'jaligi tajriba stansiyasi va AQSH Qishloq xo'jaligi departamenti oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi milliy institutining Hatch dasturi tomonidan ta'minlanganligini ham ta'kidlab o'tamiz.

Muallif ma'lumotlari

Joan E. Printz¹, Jozef Uilyams² va Erik M. Hallerman^{1*}

*Murojaat uchun ehallerm@vt.edu.

1. Baliq va yovvoyi tabiatni muhofaza qilish bo'limi, Virjiniya politexnika instituti va Davlat universiteti, Bleksburg, VA, AQSH.

2. Virjiniya sport va ichki baliqchilik departamenti, Blacksburg, VA, AQSH.

Adabiyotlar:

[1] MacCrimmon HR, Campbell JS. World distribution of brook trout, *Salvelinus fontinalis*. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1969;26:1699-1723. DOI: 10.1139/f69-159

[2] Hudy M, Thieling TM, Gillespie N, Smith EP. Distribution, status, and land use characteristics of subwatersheds within the native range of brook trout in the eastern United States. North American Journal of Fisheries Management. 2008;28:1069-1085. DOI: [http:// dx.doi.org/10.1577/M07-017.1](http://dx.doi.org/10.1577/M07-017.1).

[3] Webster DA, Flick WA. Performance of indigenous, exotic, and hybrid strains of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in waters of the Adirondack, New York. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1981;38:1701-1707. DOI: 10.1139/f81-218

[4] Lachance S, Magnan P. Performance of domestic, hybrid, and wild strains of brook trout, *Salvelinus fontinalis*, after stocking: The impact of intra- and interspecific competition. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1990;47:2278-2284. DOI: 10.1139/f90-253

[5] Utter FM. Genetic impacts of fish introductions. In: Hallerman E, editor. Population Genetics: Principles and Applications for Fisheries Scientists. Bethesda, MD: American Fisheries Society; 2003. p. 475. ISBN 1-888569-27-1.

[6] Allendorf FW, Leary RF, Hitt NP, Knudsen KL, Lundquist LL, Spruell P. Interrosses and the U.S. endangered species act: Should hybridized populations be included as westslope cutthroat trout? Conservation Biology. 2004;18:1203-1213. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2004.00305.x

[7] Stoneking M, Wagner DJ, Hildebrand AC. Genetic evidence suggesting subspecific differences between northern and southern populations of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Copeia. 1981;4:810-819. DOI: 10.2307/1444182

[8] McCracken GF, Parker CR, Guffey SZ. Genetic differentiation and hybridization between stocked hatchery and native brook trout in great Smoky Mountains National Park. Transactions of the American Fisheries Society. 1993;122:533-542. DOI: [http:// dx.doi.org/10.1577/1548-8659\(1993\)122<0533:GDAHBS>2.3.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659(1993)122<0533:GDAHBS>2.3.CO;2).

[9] Morgan RP, Baker BM. Development of genetic inventories for Maryland game fish: Brook trout. In: . Final Draft Report. Frostburg: University of Maryland, Appalachian Environmental Laboratory, Center for Environmental and Estuarine Studies; 1991

[10] Dunham RA, Dibona J, Robison L, Norgren K, Drniak J, Spencer M. Biochemical Genetics of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, in Georgia, Final Report. Dingell-Johnson Project F-42. Atlanta, GA: Georgia Department of Natural Resources; 1994

[11] Kriegler, F.J., McCracken, G.F., Habera, J.W., & Strange, R.J. Genetic characterization of Tennessee brook trout populations and associated management implications. *North American Journal of Fisheries Management*. 1995;15:804-813. DOI: [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675\(1995\)015<0804:GCOTBT>2.3.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675(1995)015<0804:GCOTBT>2.3.CO;2).

[12] Shull L, Walker G. An electrophoretic study of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) from headwater streams of the blue Ridge Parkway. In: . Unpublished Report. Asheville, NC: Natural Resources Division of the Blue Ridge Parkway; 1995

[13] Hayes JP, Guffey SZ, Kriegler FJ, McCracken GF, Parker CR. The genetic diversity of native, stocked, and hybrid populations of brook trout in the southern Appalachians. *Conservation Biology*. 1996;10:1403-1412. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1996.10051403.x

[14] Guffey S. Population genetics of brook trout in Virginia. In: . Unpublished Report. Richmond, VA: Virginia Department of Game and Inland Fisheries; 1998

[15] Palmer GC, Hallerman EM. Genetic characterization of southwest Virginia brook trout populations. In: . Project Completion Report. Richmond, VA: Virginia Department of Game and Inland Fisheries; 2000

[16] Galbreath PF, Adams ND, Guffey SF. Persistence of native southern Appalachian brook trout populations in the Pigeon River system of western North Carolina. *North American Journal of Fisheries Management*. 2001;21:927-934 [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675\(2001\)021<0927:PONSAB>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0927:PONSAB>2.0.CO;2)

[17] Burnham Curtis MK. Mitochondrial DNA variation among Lake superior brook trout populations: Summary of genetic analyses. In: . Project Completion Report. Washington, DC: U.S. Fish and Wildlife Service; 1996

[18] Jones MW, Danzmann RG, Clay D. Genetic relationships among populations of wild resident, and wild and hatchery anadromous brook charr. *Journal of Fish Biology*. 1997;51:29-40. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1997.tb02511.x

[19] Danzmann RG, Morgan RP II, Jones MW, Bernatchez L, Ihssen PE. A major sextet of mitochondrial DNA phylogenetic assemblages extant in eastern north American brook trout (*Salvelinus fontinalis*): Distribution and postglacial dispersal patterns. *Canadian Journal of Zoology*. 1998;76:1300-1318. DOI: 10.1139/z98-056

[20] Angers B, Bernatchez L, Angers A, Desgroseillers L. Specific microsatellite loci for brook charr reveal strong population subdivision on a microgeographic scale. *Journal of Fish Biology*. 1995;47(A):177-185. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1995.tb06054.x

[21] Castric, V., Forrest, B., & Bernatchez, L. Landscape structure and hierarchical genetic diversity in the brook charr, *Salvelinus fontinalis*. *Evolution*. 2001;55:1016-1028. DOI: [http://dx.doi.org/10.1554/0014-3820\(2001\)055\[1016:LSAHGD\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1554/0014-3820(2001)055[1016:LSAHGD]2.0.CO;2).

[22] Habera J, Moore S. Managing southern Appalachian brook trout: A position statement. *Fisheries*. 2005;30(7):10-20 [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8446\(2005\)30\[10:M-SABT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8446(2005)30[10:M-SABT]2.0.CO;2)

- [23] Konopacky RC, Estes RD. Age and growth of brook trout in southern Appalachian streams. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*. 1986;40:227-236
- [24] Habera JW, Strange RJ, Bivens RD. A revised outlook for Tennessee's brook trout. *Journal of the Tennessee Academy of Science*. 2001;76(3):68-73 <http://www.tennacadofsci.org/journal/articles/vol76/JTAS76-3-68.pdf>
- [25] Wesner JS, Cornelison JW, Dankmeyer CD, Galbreath PF, Martin TH. Growth, pH tolerance, survival, and diet of introduced northern-strain and native southern-strain Appalachian brook trout. *Transactions of the American Fisheries Society*. 2011;140:37-44 <http://afs.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00028487.2011.545022>
- [26] Edwards, A.T. A comparison of the external microbial assemblages between native southern strains and wild northern brook trout, *Salvelinus fontinalis*, of hatchery ancestry [M.S. thesis]. Cullowhee, NC: Western Carolina University; 2012. <https://libres.uncg.edu/ir/wcu/f/Edwards2012.pdf>.
- [27] Sherrill LW III, Galbreath PF, Adams ND. Genetic origin of wild brook trout populations in the upper French Broad River system, North Carolina. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*. 2001;55:52-62
- [28] Waples RS. Pacific Salmon, *Oncorhynchus* Ssp., and the definition of "species" under the endangered species act. *Marine Fisheries Review*. 1991;53:11-22 <http://aquaticcommons.org/9917/>
- [29] Hall MR, Morgan RP, Danzmann RG. Mitochondrial DNA analysis of mid-Atlantic populations of brook trout: The zone of contact for major historical lineages. *Transactions of the American Fisheries Society*. 2002;131:1140-1151 [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659\(2002\)131<1140:MDAOMA>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659(2002)131<1140:MDAOMA>2.0.CO;2)
- [30] Davis JE. Geographic Distribution of Southern- and Northern-Form Brook Trout Populations in Southwestern Virginia [M.S. Thesis]. Blacksburg, VA, USA: Virginia Polytechnic Institute and State University; 2008 <http://theses.lib.vt.edu/theses/available/etd-06302008-110327/>
- [31] Hebert PDN, Beaton MJ. *Methodologies for Allozyme Analysis Using Cellulose Acetate Electrophoresis: A Practical Handbook*. Beaumont, TX: Helena Laboratories; 1993 <http://www.helena.com/Literature/Book%20K%20Rev3%20web.pdf>
- [32] Park SDE. *Microsatellite Toolkit for Microsoft Excel, Version 3.1*. 2001. Available online at http://animalgenomics.ucd.ie/sdepark/ms_toolkit/.
- [33] Obbard DJ, Harris SA, Pannell JR. Simple allelic-phenotype diversity and differentiation statistics for allopolyploids. *Heredity*. 2006;97:296-303. DOI: 10.1038/sj.hdy.6800862
- [34] Thrall PH, Young A. AUTOTET: A program for analysis of autotetraploid genotypic data. *Journal of Heredity*. 2000;91:348-349 <https://155.187.2.24/cpbr/tools/autotet/autotet.pdf>
- [35] Swofford DL, Selander RB. BIOSYS-1: A FORTRAN program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in population genetics and systematics. *Journal of Heredity*. 1981;72:281-283 <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a109497>

- [36] Excoffier, L., Laval, G., & Schneider, S. Arlequin, Version 3.01: An Integrated Software Package for Population Genetics Data Analysis. 2006. Available online at <http://cmppg.unibe.ch/software/arlequin3>
- [37] Sneath, P.H.A., & Sokal RR. Numerical Tayalangomy. 1973. San Francisco, CA: Freeman, ISBN 0716706970.
- [38] Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*. 1978;89:583-590 <http://www.genetics.org/content/89/3/583.short>
- [39] Trout Unlimited. Eastern Brook Trout: Status and Threats. Arlington, VA: Trout Unlimited; 2006 40 pp. <http://easternbrooktrout.org/reports/eastern-brook-trout-status-and-threats/view>
- [40] Allendorf, F.W., & Thorgaard, G.H. Tetraploidy and the evolution of salmonid fishes. In: Turner BJ, editor. *Evolutionary Genetics of Fishes*. New York, NY, Plenum Press; 1984; pp. 1-53. ISBN 978-1-4684-4654-8.
- [41] Kidd KK, Cavalli-Sforza LL. Number of characters examined and error in reconstruction of evolutionary trees. In: Hodson FR, Kendall DG, Tautu P, editors. *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences. Proceedings of the Anglo-Romanian Conference*. Edinburgh: University of Edinburgh Press; 1971. pp. 335-346. <https://virginiatech.on.worldcat.org/search?queryString=no%3A+286974>.
- [42] Nei M, Roychoudhury AK. Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*. 1974;16:379-390 <http://www.genetics.org/content/genetics/76/2/379.full.pdf>
- [43] Archie JW, Simon C, Martin A. Small sample size does decrease the stability of dendrograms calculated from allozyme-frequency data. *Evolution*. 1989;43:678-683. DOI: 10.2307/2409072
- [44] Walsh PD. Sample size diagnosis of conservation units. *Conservation Biology*. 2000;14: 1533-1537. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2000.98149.x
- [45] Jenkins, R.E., & Burkhead NM. *Freshwater Fishes of Virginia*. Bethesda, MD: American Fisheries Society; 1993. ISBN 0-913235-87-3.
- [46] Smith HM. *The fishes of North Carolina*. North Carolina Geologic and Economic Survey. 1907;2:1-453
- [47] Moritz C. Defining 'evolutionary significant units' for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*. 1994;9:373-375 [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90057-4](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90057-4)
- [48] Allen SK Jr, Stanley JG. Reproductive sterility in polyploid brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *Transactions of the American Fisheries Society*. 1978;107:473-478 [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659\(1978\)107<473:RSIPBT>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659(1978)107<473:RSIPBT>2.0.CO;2)
- [49] Johnson TC III. Assessment of Southern Appalachian Brook Trout Propagation for Restoring Tennessee Populations. Doctoral Dissertation. Cookeville, TN: Tennessee Technological

4-BOB. FRANSIYADA BEGONA BALIQ TURLARINING KIRIB KELISHI GOBIDAE OILASI VAKILLARI BUQABALIQLAR MISOLIDA

Fabrice Teletchea and Jean-Nicolas Beisel

Qo'shimcha ma'lumot bob oxirida mavjud.

<http://dx.doi.org/10.5772/intehopen.73408>

Annotatsiya. Begona turlarning kirib kelishi butun dunyo bo'ylab biologik xilma-xillikka, xususan, chuchuk suv ekotizimlaridagi asosiy tahdidlardan biriga aylandi. Fransiya begona suv o'simliklari va hayvon turlarining soni vaqt o'tishi bilan chuchuk suv ekotizimlarida eksponent ravishda ko'paydi va kamayishi aniqlanmadi. Faqat baliqlar uchun so'nggi o'n yilliklarda 40 dan ortiq begona turlar maqsadli yoki maqsadsiz ravishda iqlimlashtirilgan. Bugungi kunda ularning taxminan uchdan ikki qismi mavjud va kamida 26 donasi tabiiy tarqalgan. Ko'pgina Yevropa mamlakatlarida bo'lgani kabi, Fransiya ham baliqni introduksiya qilish tarixi XIX asrda maqsadli joriy etish (akvakultura, sport usulida baliq ovlash va ekotizimlarni boshqarish) maqsadsiz, ammo insonparvarlik yordami bilan (akvarium savdosi va jahon kema transporti) joriy etishga o'tdi. Xorijdan keltirilgan turlarning mahalliy turlar va ekotizimlarga salbiy ta'siri ko'pincha Fransiya noma'lum va begona turlarning kiritilishi va suv ekotizimlarining yaxlitligini himoya qilish bo'yicha funksional siyosatni ishlab chiqish uchun qo'shimcha tadqiqotlarni talab qiladi. To'plangan ma'lumotlar begona turning Fransiya barqaror populyatsiyalarni o'rnatishga qodir yoki yo'qligini tushuntirishi mumkin bo'lgan, keyinchalik invaziv tur bo'lishga ulgurgan, so'nggi vaqtlarda kirib kelgan buqabaliq turlari sabablarni muhokama qilishga imkon beradi.

Kalit so'zlar: ichki suvlar, invaziv turlari, buqabaliqlar, iqlim o'zgarishi

1. Kirish

Begona turlarning (ba'zan mahalliy bo'lmagan, ko'chirib kelingan yoki ekotik deb ataladi) kiritilishi butun dunyo bo'ylab bioxilma-xillikka asosiy tahdidlardan biri bo'lib, yashash joylarining o'zgarishi yoki vayron bo'lishi, ifloslanishi haddan tashqari ko'p ovlanishi va iqlim o'zgarishi bilan bog'liq (1-jadval) [1, 2]. Chuchuk suv ekotizimlarida baliqlarni introduksiya qilish inson tomonidan atrof-muhitdagi o'zgarishlarning muhim tarkibiy qismi sifatida qaraladi [3]. O'tgan asrda joriy etish darajasi keskin o'sdi [4–7]. Masalan, XIX asr boshlarigacha Fransiya chuchuk suv ekotizimlarida begona suv o'simliklari va hayvonlar turlarining soni 10 ta dan kam bo'lgan bo'lsa, bugungi kunda kelib bu ko'rsatkich 148 tagacha ko'paygan va turlar soni kamayishi kuzatilmagan [7].

Baliqlar uchun begona turlarning kirib kelishining asosiy sabablari akvakultura [3, 6, 8], tovar va rekreatsion baliqchilik [9, 10], akvarium baliqlari bozori [11] va suv ekotizimlarini boshqarishdir [3, 12]. Iqlimlashtirish ishlari, shuningdek, turlarning o'z vositalari bilan tarqalishiga yoki kema balastlari bilan tashilishiga imkon beruvchi kanallar [3, 13] yoki to'g'onlar [14] qurilishi kabi gidrotizimlarning insoniy modifikatsiyasidan keyingi tarqalish natijasida ham paydo bo'lishi

mumkin [3, 15]. Bugungi kunda dunyo bo'ylab 600 dan ortiq chuchuk suv baliqlari turlari o'z yashash joylaridan tashqarida joylashgan hududlarga kiritilgan [16], buning natijasida butun dunyodagi daryo havzalarining yarmidan ko'pi kamida bitta begona baliq turiga ega [17]. Ushbu 600 tur orasida 14 tasi [19] Toussaint va boshqalar [18] tomonidan aniqlangan. Afrotropik, Avstraliya, Nearktika, Neotropik, Sharq va Paleartik biogeografik zonalar o'rganilgan 1054 daryo havzasining kamida bittasida mavjud ekanligini aniqladi. Oltita biogeografik hududning barchasida uchta tur mavjud: kamalakrang gulbaliq (*Oncorhynchus mykiss*), sazan (*Cyprinus carpio*), gambuziya (*Gambusia affinis*), yana uchta: kumushtovonbaliq (*Carassius auratus*), Kumja (*Salmo trutta*) va besh hududida [18] gambuziyaning yana bir turi (*Gambusia holbrooki*) uchraydi. Ushbu bir nechta begona turlar global gomogenizatsiya sxemasiga eng ko'p hissa qo'shadilar, ko'pchilik kiritilgan turlar esa o'xshashlikning global o'zgarishiga, ya'ni beta-xilma-xillikka past ta'sir qiladi [18]. Shunday qilib, mualliflar ushbu bir nechta turlarning tarqalishini nazorat qilishda tabiatni muhofaza qilish bo'yicha sa'y-harakatlarni yo'naltirish global gomogenizatsiya tendensiyasiga qarshi turish uchun ko'proq ahamiyatga ega bo'lishi mumkin degan xulosaga kelishdi [18].

I-jadval

**Baliq introduksiya bo'yicha adabiyotlarda qo'llaniladigan asosiy atamalarining ta'riflari
([16, 18, 34] dan keyin o'zgartirilgan)**

Atama	Ta'rif
Mahalliy bo'lmagan yoki ko'chirib kelingan	Geografik hududda tabiiy ravishda uchramaydigan begona turlar
Ekzotik	Boshqa biogeografik hududlardan kiritilgan turlar
Mahalliy yoki endemik	Tabiatda ma'lum bir geografik hududda inson aralashuvisiz uchraydigan tur
Iqlimlashtirilgan populyatsiya	Insonlar tomonidan turli joylarga maqsadli va tasodifiy olib kelingan populyatsiyalar
Tabiiy tarqalgan	Mahalliy bo'lmagan turning yovvoyi tabiatidagi o'z-o'zini ta'minlovchi populyatsiyalar
Invaziv	Keng tarqalgan va sezilarli ekologik o'zgarishlarga olib keladigan yoki jiddiy iqtisodiy yo'qotishlarga olib keladigan mahalliy bo'lmagan turlar
Ko'chirib olib kelingan	Vatani bo'lgan hududdan boshqa mamlakatning noma'lum qismiga ko'chirib olib kelingan turlar

Yangi ekzotik turlarning ko'plari o'zlarining yangi muhitida omon qololmaydilar, odatda, faqat past foizlarda yashab qolib populyatsiyalarni o'rnatishga muvaffaq va invaziv bo'ladi [1, 20]. Biroq Uillamson [21] tomonidan taklif qilingan 5–20 foizdan ancha yuqori ekanligini, Garsiya-Bertou va boshqalar [21] 123 ta begona suv organizmlari turlarining oltita Yevropa davlatida (Birlashgan Qirollik,

Fransiya, Ispaniya, Shvetsiya, Germaniya va Italiya) o'rtacha 63 foiz (264 ta kirishdan 167 tasi) tashkil etilganligini aniqladilar. Bir marta aniqlangandan so'ng, chuchuk suvning mahalliy bo'lmagan turlarini yo'q qilish deyarli mumkin emas [17]. Bu haqiqiy muammodir, chunki bugungi kunda ham yangi ko'chirib olib kelishning oldini olish, muvaffaqiyat va ta'sirlarni, oqibatlarini prognoz qilish juda qiyin. Muvaffaqiyatga erishish bosqichini qanday amalga oshirish haqida umumiy fikr mavjud emas, garchi ba'zi biologik xususiyati taklif qilingan bo'lsa-da, ular orasida yuqori ekologik chidamlilik (masalan, evritermal va evrigalin), yuqori genetik o'zgaruvchanlik, qisqa avlod almashinuvi, tez o'sishi, erta jinsiy yetuklik, yuqori reproduktiv qobiliyat va keng ovqat spektri [22] kabilar. O'rta Yevropa biogeografik mintaqasida yashovchi 13 ta mahalliy bo'lmagan va 46 ta mahalliy chuchuk suv baliqlari turlari o'rtasidagi 10 ta hayot tarixi belgilarini tahlil qilish asosida Grabovska va Przibilskiy [23] birinchisi ikkinchisidan sezilarli darajada farq qilishini aniqladi. Mahalliy bo'lmagan turlar kichik yoki o'rta o'lchamlarga ega, qisqa umr ko'radi va erta jinsiy voyaga yetadi, serpushtligi juda past, lekin uvuldirilari nisbatan katta, uzoq reproduktiv mavsumda yiliga kamida ikki marta urug'lanadi va ota-onalar nasliga g'amxo'rlikni namoyon qiladi. MacDougall va boshqalar [24] hech bo'lmaganda bitta biologik xususiyatdagi divergensiya (evolyutsiya davomida organizmning belgilarining farqlanishi) ma'lum bir hayot tarixi xususiyatining ma'lum bir to'plamidan ko'ra invaziv tur sifatidagi yashovchanligini yaxshiroq tushuntirishi mumkin deb taxmin qiladilar [23]. Masalan, kumush-tovonbaliq (*Carassius gibelio*) o'ziga xos reproduktiv xususiyatga ega (tuxumlar boshqa kiprinid turlarining spermatozoidlari tomonidan urug'lanishi mumkin, bu esa erkaklar bo'lmaganda nasl qoldirishga imkon beradi). Bu uning bir jins vakillari uchrashini qisman tushuntiradi, shuningdek, Polshadagi va Markaziy Yevropadagi eng muvaffaqiyatli kirib kelishlardan biridir [23]. Ya'ni, MacDougall va boshqalar [24] nazariyasi ekotizimning soddaligi bilan bog'liq bo'lgan qiziqish doirasiga tegishli bo'lib, kamida ikkita gipotezani chuchuk suv baliqlari quruqlik o'simliklari uchun sinovdan o'tkazgan bo'lsa ham kengaytirish mumkin. Ricciardi va Atkinson [25] filogenetik o'ziga xoslik gipotezasini taklif qildilar: katta-roq ta'sirlar jamiyatga yangi taksonlar qo'shadigan ekzotik turlardan kelib chiqadi. Evolyutsion soddaga gipoteza [26, 27] ekzotik turlarning ta'siri qabul qiluvchi hamjamiyatning funksional jihatdan o'xshash turlar bilan evolyutsion tajribasiga bog'liq deb taxmin qiladi. Ikkala gipoteza ham ekzotik turlarning ekologik ta'sirini tushuntirish uchun yaratilgan, ammo ularning paydo bo'lishi nuqtayi nazaridan ularning muvaffaqiyatini tekshirish uchun ham ishlatilishi mumkin.

Begona turning yashab keta olishi yoki yashab keta olmasligi, ehtimol uning qisman biologik xususiyatlariga (bir yoki bir nechta o'ziga xos atributlarga) bog'liq, balki biotik va abiotik omillarni o'z ichiga olgan retsipient ekotizimining xususiyatlariga bog'liq [20, 28, 29]. Barcha suv ekotizimlari potensial bog'liqlikda bo'lib ko'rinadi, garchi ba'zilari begona turlarning bostirib kirishiga ko'proq

moyil bo'lishi mumkin: oddiy tizimlar (ya'ni, mahalliy turlarga boyligi bilan) yoki murakkab tizimlar (ya'ni, turlarga boy jamoalar) [17], geografik va tarixiy jihatdan izolyatsiya qilingan muhitlar (masalan, orollar), buzilgan yoki antropogen yashash joylari yoki birgalikda yashashga moslashgan turli organizmlar, shu jumladan, raqobatchilar, yirtqichlar, parazitlar yoki kasalliklar mavjud bo'lmagan hududlar [30]. Nihoyat, inson faoliyati ta'siri, uning bosimi (individlar soni va ma'lum bir hududda introduksiya chastotasi) begona turlarning paydo bo'lishi bilan ijobiy bog'liqdir [1,17]. Inson faoliyati bilan kommensalizm, shuningdek, invaziv turlar yashovchanligi eng izchil atributlaridan biri sifatida topilgan [22, 30].

Ko'pgina begona baliq turlari mahalliy turlar va ekotizimlarga, odatda, past ta'sir ko'rsatadi [1], ammo yuqori ta'sirli invaziv turlar umumiy sonining kamida 10 foizni tashkil qiladi [31]. Mahalliy turlar va ekotizimlarga begona turlarning asosiy oqibatlarini turlicha va istisnosizdir: duragaylash, yirtqichlik, raqobat, yo'q qilish, kasalliklar va parazitlarning tarqalishi, yashash muhitini o'zgartirish va oziq-ovqat tarmog'ini o'zgartirish [3, 12, 15, 32, 33]. Fransiyaning poytaxtida chuchuk suv baliqlarining uchdan bir qismidan ko'prog'ini begona turlar tashkil qiladi [7, 34]. Garchi Fransiya mahalliy turlar yo'q bo'lib ketishining sababi sifatida hali hech bir begona tur hujjatlashtirilmagan bo'lsa-da, ularning bir nechta ekotizimning katta buzilishlariga sabab bo'lganligi ma'lum.

Ushbu bobning maqsadi, birinchi navbatda, Fransiya o'tgan yillarda begona baliq turlari bo'yicha olingan bilimlarni qayta ko'rib chiqish va ikkinchidan, begona turlarning kirib kelishining moslanuvchanligini, yashab qolish darajasi kuchayishiga sabab bo'lgan omillarni aniqlash uchun mamlakatning shimoli-sharqidagi buqabaliqlarning so'nggi kirib kelishiga e'tibor qaratishdir [35].

2. Yevropa va Fransiya'dagi begona turlar

Yevropa ixtiofaunasi bo'yicha bir nechta atlas va dala qo'llanmalari chop etilgan bo'lib, ular orasida eng so'nggi va ma'lumotlar bilan boyitilgani 10 yil oldin chop etilgan [36]. Ko'rinib turibdiki, bu fauna dunyodagi turlar soni bo'yicha eng kambag'allardan biri hisoblanadi, chunki mualliflar Yevropa chuchuk suvlarining g'arbiy qismidagi atigi 579 turni, xususan, dunyoda tasvirlangan 13 000 tur chuchuk suv baliqlari turlari bilan solishtirganda shunday xulosaga kelishgan. Ushbu 579 turning 33 tasi Yevropadan tashqarida joylashgan (ko'pchilik Shimoliy Amerika va Osiyodan kiritilgan [37]), ulardan 28 tasi yashab keta olgan [36]. Bundan tashqari, Yevropa mamlakatlari orasida ko'proq turlar ko'chirib keltirilgan [34], ya'ni Leprieur va boshqalar. [17] G'arbiy va janubiy Yevropa mintaqalariga kiritilgan turlar barcha turlarning to'rtidan biridan ko'prog'ini tashkil etuvchi oltita hududdan biri ekanligini ta'kidlaydi. DAISIE (Yevropa uchun begona turlarning inventarlarini yetkazib berish) loyihasi asosida ishlab chiqilgan ma'lumotlar bazasi taxminan o'n yil oldin ishga tushirilgan [38] va hozirda Yevropadagi 12 000 dan ortiq begona tur bo'lgan hayvonlar va o'simliklarni o'z ichiga oladi (<http://www>.

europe-aliens.org/). Yevropa chuchuk suvlarida jami 162 ta begona baliq turlari (shu jumladan, diadrom) ro'yxatga olingan (136 tasi qayta tiklangan [39] da tahlil qilingan), shulardan 3 tasi: yumaloq buqabaliq (*Neogobius melanostomus*), amur chebachkasi (*Pseudorasbora parva*) va Soy yalangbalig'i (*Salvelinus fontinalis*) 100 ta eng yomon begona turlar qatoriga kiradi.

So'nggi o'n yillikda fransuz ixtiofaunasi ham keng o'rganilgan (masalan, [40–43]. An'anaviy tarzga ko'ra, 80 ga yaqin tur aniqlangan [34], ammo DNK shtrix kodlash va integrativ taksonomiya [44] paydo bo'lishi bilan bir qator taksonomik birliklar qayta ko'rib chiqishlar amalga oshirildi: ba'zi yangi turlar tasvirlangan [45–47], boshqalari bekor qilindi [48]. Masalan, Shimoliy cho'rtan baliq (*Esox Lucius*) Yevropada mavjud bo'lgan yagona tur deb hisoblangan, ammo morfoloqik va molekulyar belgilarga asoslangan yaqinda o'tkazilgan integral tahlillar shuni ko'rsatdiki, Fransiya uchta tur mavjud, Shimoliy cho'rtan baliq (bu eng keng tarqalgan), *E. aquitanicus* (Sharentadan Adur drenajlarigacha) va *E. cisalpinus* (asosan Jeneva ko'lida) uchraydi. Bundan tashqari, so'nggi o'n yillikda Fransiya 40 dan ortiq begona turlar maqsadli yoki tasodifiy ravishda ko'chirib keltirilgan [42]. Deyarli uchdan bir qismi endi Fransiya mavjud emas (yoki ularning mavjudligi noaniq), ular orasida bir nechta lasossimon baliqlar, ya'ni salmonidlar (*Oncorhynchus tshawytscha*, *O. kisutch* va *Coregonus spp.*) va (quyosh baliqlari) *Centrarchidae* (*Pomoxis spp.*, *Lepomis spp.*) [42]. Hozirgacha mavjud bo'lganlar orasida ko'pchilik o'z-o'zini qayta tiklay oladigan populyatsiyalarga ega (2-jadval), ba'zilar quyosh baliqlari (*Ambloplites rupestris*) juda cheklangan hududni egallagan [49]. Kamalakrang gulbaliq *Oncorhynchus mykiss* yoki oq amur *Ctenopharyngodon idella* kabi bir nechta boshqa begona turlar uchrashini aniqlanmagan. Umuman olganda, so'nggi o'n yillikda baliq turlarining boyligi oshdi [49] va bugungi kunda Fransiya 26 oilaga mansub 100 dan ortiq tur uchraydi. Ular orasida ikkita eng o'ziga xos oilalardan – karpSimonlar (*Cyprinidae*) ($n = 40$) va lossossimonlar (*Salmonidae*) ($n = 9$), jumladan, 12 tasi monotipikdir ular orasida Treskasimonlar *Gadidae* oilasi ham mavjud [50].

Fransiya begona turlarning ko'chirib keltirilishi va kirib kelish vaqti, sabablari, boshqa Yevropa mamlakatlari, masalan Belgiya [51], Germaniya/Avstriya [52, 53], Bolgariya [55], Polsha [56] yoki Norvegiyaga [57] o'xshashdir [3, 16, 34]. Rim davrida Fransiya ko'chirib keltirilgan birinchi tur sazan (*Cyprinus carpio*), keyin esa kumushtovon baliq *Carassius auratus* [41, 42] bo'lgan. Shunga qaramay, faqat XIX asrning ikkinchi yarmida 1855-yilda tashkil etilgan Imperator zoologik iqlimlashtirish jamiyati («Société impériale zoologique d'acclimatation») homiyligida tez-tez iqlimlashtirish ishlari amalga oshirilardi [41, 42], 34]. Ko'chirib keltirish ishlari sabablari, birinchi navbatda, ilmiy-tadqiqotga bo'lgan qiziqish va baliqchilik uchun baliq zaxiralarini yaxshilash uchun turki bo'ldi. Iqlimlashtirish faqat Yevropa va Shimoliy Amerika baliqlariga tegishli bo'lib, ular orasida turli xil

lososlar va sentraxidlar [41, 42] uchragan. Keyinchalik, mahalliy turlar bozorini diversifikatsiya qilish, sport usulida baliq ovlash, evtrofik ekotizimlarda suv o'tlarining gullashini biologik nazorat qilish yoki chivinlarni nazorat qilish orqali baliq bozori iqtisodiyotini yaxshilash uchun maqsadli yangi turlarni iqlimlashtirish ishlari joriy etildi. So'nggi paytlarda, qat'iy qonunchilik va baliqchilikni boshqarish amaliyotidagi o'zgarishlar mahalliy bo'lmaganlar turlar bilan mavjud zaxiralarning uzoqlashganligi sababli [34] begona tur baliqlarni olib kirishning asosiy yo'llari manzarali savdo va keyinchalik tasodifiy yo'l bilan [6, 11] yoki baliq ovlash faoliyatining rivojlanishi orqali amalga oshdi. Masalan, so'nggi o'n yillikda Fransiyada eng ko'p uchrovchi oqqayroq asp (*Aspius aspius*) [49] uchta begona turdan biri bo'lgan. Bundan tashqari, bir nechta tasodifiy olib kelingan turlar (masalan, baliq ovlash paytida), *Pseudorasbora parva*, *Pachychilon pictum* va *Lepomis gibbosus* kabi baliq ovlash ahamiyatiga ega bo'lmagan turlarga tegishlidir [49]. Boshqa introduksiya tabiiy turlar diapazoni inson faoliyati va infratuzilmalar, masalan daryo transporti va sun'iy kanallar ta'sirida tezlashgan kengayishi natijasida yuzaga keladi [56]. Xulosa qilib aytganda, mahalliy bo'lmagan baliqlarni introduksiyaga bo'lgan munosabat vaqt o'tishi bilan yangi turlarni izlash va faol ravishda joriy etish harakatlaridan gidrotizimlarni barcha yangi turlardan himoya qilishgacha o'zgardi [33, 34].

2-jadval

Fransiyaning ichki suvlarida tabiiy holda uchragan turishi hisoblangan begona baliqlar ro'yxati

Lotincha nomi	Fransiyada birinchi marta kuzatilgan sana	Iqlimlashtirish yo'nalishi	Mahalliy maqomi	Fransuzcha nomi	Ma'lumotlar
<i>Ambloplites rupestris</i>	1904	Ko'ngilochar baliq ovlash maqsadida		Crapet des roches	[5, 41]
<i>Ameiurus melas</i>	1871	Yo'qolgan «Milliy tabiat tarixi muzeyi» dan qochgan	Shimoliy Amerika	Poisson chat	[5, 40, 42]
<i>Aspius aspius</i>	1976	?		Aspe	[5, 40, 42]
<i>Carassius auratus</i>	1750-yillarda	Dekoratsiya maqsadida		Carassin doré	[5, 40]
<i>Carassius carassius</i>	1750-yillarda	Akvakultura maqsadida		Carassin commun	[5, 40]
<i>Carassius gibelio</i>	1850-yillarda	Akvakultura maqsadida		Carassin argenté	[5]
<i>Cobitis bilineata</i>	1995-yillarda	Tasodifiy iqlimlashtirilgan		Loche transalpine	[42]
<i>Coregonus albula</i>	1860	Ko'ngilochar baliq ovlash maqsadida		Petite marène	[5, 40]

<i>Cyprinus carpio</i>	1250-yillarda	Akvakultura maqsadida		Carpe commune	5, 42, 40
<i>Gambusia affinis</i>	1924	Chivinlarga qarshi kurashish uchun biologik qurol sifatida		Gambusie	[5, 42, 40]
<i>Gambusia holbrooki</i>	1924	Chivinlarga qarshi kurashish uchun biologik qurol sifatida		Gambusie	[5, 42, 40]
<i>Lepomis gibbosus</i>	1977	Ko'ngilochar baliq ovlash maqsadida	Shimoliy amerika	Perche soleil	[5, 42, 40]
<i>Leuciscus idus</i>	1950-yillarda	Baliq zaxiralarini ko'paytirish vaqtida tasodifiy kelib qolgan		Ide mélanote	[5, 42, 40]
<i>Micropterus salmoides</i>	1980	Ko'ngilochar baliq ovlash maqsadida		Black-bass à grande bouche	[5, 42, 40]
<i>Neogobius fluviatilis</i>	2014	Tasodifiy yuk tashishda	Ponto-Caspian	Gobie fluviatile	Ma'lumotlar chop etilmagan
<i>Ponticola kessleri</i>	2011	Tasodifiy yuk tashishda	Ponto-Caspian	Gobie de Kessler	[35, 42]
<i>Neogobius melanostomus</i>	2011	Tasodifiy yuk tashishda	Ponto-Caspian	Gobie à taches noires	[35, 42]
<i>Pachychilon pictum</i>	1980-yillarda			Epirine lippue	[5, 42]
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	2007	Tasodifiy yuk tashishda	Ponto-Caspian	Gobie demi-lune	[35, 42, 90],
<i>Pseudorasbora parva</i>	1978-yillarda	Akvakultura mahsulotlarini yetishtirish uchun		Pseudo-rasbora	[5, 42, 91]
<i>Salvelinus fontinalis</i>	1876	Ko'ngilochar baliq ovlash maqsadida		Omble de fontaine	[5, 42, 40]
<i>Salvelinus namaycush</i>	1886	Ko'ngilochar baliq ovlash maqsadida		Cristivomer	[5, 42, 40]
<i>Sander lucioperca</i>	1880-yillarda	Ko'ngilochar baliq ovlash maqsadida		Sandre	[40–42]
<i>Silurus glanis</i>	1857	?		Silure glane	[5, 40, 42, 92]
<i>Umbra pygmaea</i>	1910	Akvakultura maqsadida		Umbre pygmée	[5, 42, 93]
<i>Vimba vimba</i>	1989	Tasodifiy		Vimbe	[5, 42]

Silurus glanis ushbu jadvalga kiritilgan, ammo uning begona tur sifatidagi maqomi taxminlarga tayangan holda qolmoqda. Iqlimlashtirish yo'nalishlari quyidagilarga bo'lingan: tarqalish (qo'shni hududlardagi populyatsiyasining faol yoki passiv tarzda o'z arealini kengaytirish. Bunda insonlar tomonidan maqsadsiz tasodifiy tarzda olib kirish) (yetishtirilayotgan hududdan chiqib ketish) yoki qo'yib yuborish (maqsadli tarzda yovvoyi tabiatga qo'yib yuborish)ni o'z ichiga oladi.

Umuman olganda, Fransiya begona turlarning kiritilish vaqti va sabablari, boshqa Yevropa mamlakatlari, masalan Belgiya [51], Germaniya/Avstriya [52, 53], Bolgariya [55]], Polsha [56] yoki Norvegiya [57]ga o'xshashdir [3, 16, 34], Fransiya birinchi iqlimlashtirilgan tur Rim davrida bo'lib sazan *Cyprinus carpio*, keyin kumushtovon baliq *Carassius auratus* [41, 42] edi. Shunga qaramay, faqat XIX asrning ikkinchi yarmi 1855-yilda tashkil etilgan Imperator zoologik iqlimlashtirish jamiyati («Société impériale zoologique d'acclimatation») homiyligida ko'proq iqlimlashtirish ishlarini joriy etish amalga oshirila boshlandi [41, 42], 34]. Iqlimlashtirish ishlari, birinchi navbatda, ilmiy tadqiqotlarga qiziqish va baliqchilik uchun baliq zaxiralarini yaxshilash uchun turtki bo'ldi. Iqlimlashtirish faqat Yevropa va Shimoliy Amerika baliqlariga tegishli bo'lib, ular orasida turli xil losossimonlar va sentraxidlar (quyoshbaliqlari) [41, 42] bo'lgan. Keyinchalik, mahalliy turlar bozorini diversifikatsiya qilish, sport usulida baliq ovlash, evtrofik ekotizimlarda suv o'tlari gullashini biologik kurash yoki chivinlarni nazorat qilish orqali baliq bozori iqtisodiyotini yaxshilash uchun maqsadli tarzda yangi turlar kiritildi. So'nggi paytlarda, qat'iy qonunchilik va baliqchilikni boshqarish amaliyotidagi o'zgarishlar mahalliy bo'lmaganlar bilan chorchachilikdan uzoqlashganligi sababli [34], begona baliqlarni kiritishning asosiy yo'nalishlari manzarali savdo va keyinchalik tasodifiy kiritish [6, 11] yoki baliq ovlash faoliyati bo'lgan, masalan so'nggi o'n yilliklarda Fransiya eng keng tarqalgan uchta begona turdan biri oq qayroq *asp* (*Aspius aspius*) bo'lgan [49]. Bundan tashqari, bir nechta ko'chirib o'tkazish ishlari tasodifiy bo'lgan (masalan, baliq zaxiralaridan namunalar olish paytida), ehtimol amur chebachkasi *Pseudorasbora parva*, *Pachychilon pictum* va *Lepomis gibbosus* kabi baliq ovlash ahamiyatiga ega bo'lmagan turlarga tegishlidir [49]. Boshqa introduksiya tabiiy turlar diapazoni inson faoliyati va infratuzilmalar, masalan daryo transporti va sun'iy kanallar ta'sirida tezlashgan kengayishi natijasida yuzaga keladi [56]. Xulosa qilib aytganda, mahalliy bo'lmagan baliq turlarini introduksiya bo'lgan qiziqishlar vaqt o'tishi bilan yangi turlarni izlash va faol ravishda iqlimlashtirish harakatlaridan gidrotizimlarni barcha yangi turlardan himoya qilishgacha o'zgardi [33, 34].

Belgiya [51], Norvegiya [57], Bolgariya [55] yoki Polsha [56] kabi boshqa mamlakatlar hamda Fransiya [16] begona turlarning salbiy ta'siri ko'pincha mahalliy turlar va ekotizimlarga noma'lum va begona turlarni introduksiya qilish va suv ekotizimlari yaxlitligini himoya qilish bo'yicha funksional siyosatni ishlab chiqish uchun qo'shimcha tadqiqotlar [5, 41, 42] talab etiladi [51]. Invaziv begona

turlar yoki IAS (EI reglamenti № 1143/2014) muammosiga qaratilgan Yevropa Ittifoqining yaqinda qabul qilingan qonunchiligi turli xil aralashuv turlarini, jumladan, oldini olish, erta ogohlantirish va tezkor chora-tadbirlar ko'rishni belgilaydi. Bu a'zo davlatlardan Ittifoqning muammo paydo qiladigan ro'yxatiga qo'shimcha ravishda xavotirga soluvchi invaziv begona turlarning ro'yxatini ishlab chiqishni talab qildi (qarang: YI 2016/1141 va 2017/1263). Ushbu ro'yxatlar a'zo davlat va Yevropa Ittifoqi darajasida dinamikdir va mintaqaviy va haqiqatan ham global ahamiyatga ega bo'lgan IASni aniqlash va ustuvorlik qilish uchun ilmiy dalillarga ega bo'lish lozim edi. Yaqinda taklif qilingan bo'lsa ham bizga invaziv baliqlarning potentsial ta'sirini baholash uchun miqdoriy metodologiya kerak deb hisoblashgan [58, 59]).

2.1. Maqsadli ravishda ko'chirib keltirilgan, lekin iqlimlashtirilmagan ikki begona baliq turlari: kamalakrang gulbaliq va oq amur baliqlari

Shimoliy Amerikaning g'arbiy qirg'oqlaridan kelib chiqqan losos baliqi bo'lgan kamalakrang gulbaliq (*Oncorhynchus mykiss*) iqlimlashtirilgan va dunyo miqyosida yetishtiriladigan birinchi baliq turlaridan biri bo'lgan: bugungi kunda u 90 dan ortiq mamlakatlarda mavjud [60, 61]. Fransiya u birinchi marta 1880-yil boshida baliq ovlash maqsadida ko'chirib keltirilgan [41]. Keyinchalik, sun'iy usulda nasl olish ishlarini olib borish bilan u ichki Yevropa akvakulturasida yetakchi obyekt bo'lgan turlardan biriga aylandi [62] va fransuz baliq yetishtirishning to'rtinchi qismidan ko'prog'ini tashkil qiladi [61]. Shunga qaramay, kamalakrang gulbaliq Fransiya [49] va ko'pgina Yevropa mamlakatlarida hali ham ko'p uchramaydi deb hisoblanadi, 1990-yillar o'rtalarida atigi oltita o'z-o'zidan ko'payadigan populyatsiyalar tasdiqlangan bir nechta Norvegiya drenaj havzalari, shuningdek, Avstriya, Sloveniya, Shveysariya va Italiya bir nechta Alp daryolari [36] bundan mustasno [57]. Kamalakrang gulbaliq Yevropaning aksariyat qismlarida uchramasligi ko'p jihatdan uning *Myxobolus cerebralis* miksozoan paraziti keltirib chiqaruvchi aylanma kasalligiga moyilligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin [57]. Shunga qaramay, u ko'p uchramasa-da, Fransiya akvakulturadan ajratilgan va ko'llar, daryolar va sport usulida baliq ovlash uchun shaxsiy suv havzalariga qo'yib yuborilganligi sababli juda keng tarqalgan [16, 51]. Kamalakrang gulbaliqning mahalliy turlar va ekotizimlarga ta'siri Fransiya kam o'rganilgan [5], lekin bu tur Yevropada jiddiy ekologik ta'sir ko'rsatmaydi [3].

Oq amurning (*Ctenopharyngodon idella*) vatani Sharqiy Osiyo bo'lib, boshqa Yevropa mamlakatlari kabi [41] birinchi marta Fransiya 1950-yillarning oxirida ko'chirib olib kelingan. Kamalakrang gulbaliq va ikkita do'ngpeshona baliq (oq va chipor do'ngpeshona *Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis*) sifatida oq amur Fransiya tabiiy sharoitda ko'paymaydi, chunki bu mamlakatda kuzatilmaydigan juda o'ziga xos sharoitlarni talab qiladi: kuchli oqimga ega daryolar (1 m/s), suv sathining muhim va tez o'zgarishi (1-2 m), yozda bir necha hafta davomida

20 dan 25 °C gacha bo'lgan suv harorati va pelagik tuxumlar inkubatsiyalanishi mumkin bo'lgan uzoq tartibga solinmagan suv oqimlari [63]. Biroq sun'iy yo'l bilan ko'payish bu turning ko'plab mamlakatlarda tarqalishiga imkon berdi [55], garchi u juda kamdan kam hollarda Fransiya [63] yoki Belgiyada [51] ochiq suvlarda uchraydi. Biroq u Fransiya bo'ylab ko'plab suv havzalarida keng tarqalgan [63]. Fransiya oq amurining ta'siri kam o'rganilgan [41, 63]. Shunga qaramay, boshqa mamlakatlar Bolgariya [55] va Polsha [56]da sazan baliqlarining yuqtirgan bir nechta parazitlar tashuvchisi deb hisoblashadi. Umuman olganda, oq amur ba'zi suv havzalarida tarqalganligi sababli mahalliy ekotizimlarga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin deb hisoblanadi [56]. Masalan, ular makrofitlar bilan oziqlanishi natijasida mahalliy fitofil baliq turlarining urug'lanish joylarini yo'q qiladi, bu esa bir necha ko'llarda ba'zi turlarning baliq ovining kamayishiga yoki yovvoyi qushlar faunasining, ayniqsa, yumshoq suv o'simliklari bilan oziqlanadigan hayvonlarning kamayishiga olib kelishi mumkin. Masalan, qashqaldoq (*Fulica atra*) va oqqush, *Cygnus sp.* [56]. Shunga qaramay, shuni ta'kidlash kerakki, oq amuridan foydalanish ba'zi hollarda makrofitlar rivojlanishini samarali nazorat qilish imkonini berdi, shu bilan birga insektisidlar yoki gerbitsidlar kabi qimmatroq va ekologik jihatdan nomaqbul alternativlardan foydalanishga yo'l qo'ymaslikka imkon berdi [16].

Ushbu ikkita misol avvallari Fransiya (umuman, Yevropada) baliqchilik, akvakultura mahsulot ishlab chiqarish va ekotizimlarni boshqarishni yaxshilash uchun qanday ishlar amalga oshirilganligini ko'rsatdi. Bugungi kunda yuqori xarajat, muvaffaqiyatga erishish qiyinligi va yuqori ta'minotga zarar yetkazish ehtimoli tufayli ushbu ikki turni, odatda, keng tarqalib ulgurgan begona baliq turlarini yo'q qilishga urinish befoya va ommaviy norozilik harakatlariga aylandi [56, 64]. Biroq introduksiyaning mumkin bo'lgan natijalari hali juda kam o'rganilganligi sababli, ehtiyot choralari («aybsizligi isbotlanmaguncha aybdor») yangi begona turlarni kiritish bilan shug'ullanish uchun mos keladi [3, 51]. Chunki hozirgi vaqtda akvakultura Yevropada yangi baliq turlarini dastlabki joriy etishning asosiy yo'nalishlaridandir [6]. Ishlab chiqarish mahsulotlarini ko'paytirish bilan birga yo'qotishlarni kamaytirish mumkin bo'lgan usullaridan biridir [16]. Shuning uchun qimmatli sifatlarga ega bo'lgan mahalliy turlar sifatida oq sla (*Sander lucioperca*) yoki Yevropa olabug'asini (*Perca fluviatilis*) ([54], *Teletchea* va boshq. 2009) yetishtirishmoqda.

2.2. Maqsadsiz kelib qolgan invaziv turlardan biri:

Pseudorasbora parva

Amur chebachkasi – Sharqiy Osiyodan, jumladan, Yaponiya, Amur daryosi havzasining Koreya qismidan, Xitoydan (Yangszi va Xoanxe daryolari havzalari) va Tayvandan kelgan kichik kiproinid [65] baliq. U 1960-yillarning boshlarida Yevropada tasodifan Osiyo o'simlikxo'r karpsimon baliqlar zaxira materiallari

bilan kelib qolgan [51, 56, 65–67]. Keyinchalik, chorvachilik va tabiiy tarqalish arealini kengayishi tufayli Yevropa bo'ylab tez tarqaldi [51, 56, 67] va dunyoning ko'plab mamlakatlarida hozirda butun dunyo bo'ylab xashaki ovlanish ahamiyatiga ega bo'lgan turlar qatoriga kirdi [66]. U bugungi kunda ham o'z ozuqa spektrini kengaytirishda davom etmoqda va Fransiya'dagi eng keng tarqalgan begona turlardan biri hisoblanadi [49]. Xuddi shunday, 1996-yilda Buyuk Britaniya'dagi ko'llarga kiritilganidan so'ng, populyatsiyalar tezda ko'payib, baliqlar jamoasida dominant bo'lib kelmoqda (ko'pincha soni bo'yicha > 97%) [64]. Yashovchanlik xususiyatlarining yana bir sababi uning juda yuqori serpushtlik ko'rsatkichidir. Bu esa boshqa turlarning lichinka va chavoqlari bilan raqobatlashadigan baliqlarning zich populyatsiyasini keltirib chiqaradi [65]. Bundan tashqari, bu tur ekologik plastik tur bo'lib, ko'plab Yevropa baliq turlariga qaraganda kengroq ekologik va fiziologik moslashuvchanlikka ega va o'rtacha darajada ifloslanish, yuqori harorat va past suv sathida yashab qolishi mumkin. Shoxlar, barglar va sun'iy substratlar kabi har qanday silliq sirtli joylarda ikralarini qo'yish va urug'lanish qobiliyati bu turning tez tarqalishiga yordam bergan yana bir muhim omildir [65]. Amur chebachkasining ta'siri haqida Fransiya'da kam ma'lumotlar to'plangan [42]. Shunga qaramay, boshqa mamlakatlarda u *Aphanius anatolie* va *Orthrias sp* kabi boshqa turlar bilan oziq-ovqat uchun raqobatlasha olishi ko'rsatilgan [65]. Shuningdek, *Leucapius delineatus* populyatsiyasi amur chebachkasi ko'payganida kamayishi tasvirlangan, ikkinchisi birinchisi uchun o'linga olib keladigan patogenning ta'sir bo'lgan [49, 64, 65]. Umuman olganda, ularning ko'pchiligi, masalan oziq-ovqat va ko'payish uchun yashash joyi kabi resurslar uchun yuqori raqobatchiligi sabab zararli ekologik ta'sirlar haqida tashvish uyg'otadi va baliqchilar uchun zararkunanda turlariga aylanadi [64]. Amur chebachkasi Yevropa Ittifoqining invaziv begona turlar muammosini hal qiluvchi qonunchiligi doirasida tashvishlanadigan ekzotik turlar ro'yxatiga kiritilgan (Yevropa Ittifoqi Nizomi, № 1143/2014).

3. Buqabaliqlarning keng tarqalish sabablari

So'nggi paytlarda fransuz gidrotizimlarining buqabaliqlar tomonidan ko'plab tarqalishi ularning yashovchanlik qobiliyati nimada ekanligini muhokama qilish uchun yaxshi mavzu bo'ldi. 2007-yildan boshlab Fransiya gidrotizimlarida chuchuk suvda yashovchi *Gobiidaening* to'rtta turi: 2007-yilda *Proterorhinus semilunaris*, 2010-yilda katta *Ponticola kessleri*, 2011-yilda *Neogobius melanostomus* va 2015-yilda *Nemonkeyi fluviatilis* kiritildi. Ponto-Kaspiy turlarining barchasi Yevropada Sharqdan G'arbga kengayib, Qora dengizdan Reyn Deltasigacha 1960-yillarda *Proterorhinus semilunaris* kuzatilgan. Bu yerda biz Yuqori Reyn va Mozel daryosining ko'p joylarida mahalliy darajada yuqori zichlikka ega bo'lgan *Neogobius melanostomus*ga e'tibor qaratdik [35, 68]. Bu tur 1990-yillarda tarqala boshlagan [69]. Birinchi marta 2008-yilda Germaniya'dagi Yuqori Reyn daryosining quyi qismida (Dyusseldorf va

Kyoln o'rtasida), 2010-yilda Nekarga quyilish oqimining yuqori qismida, 2011-yilda Fransiyaning Yuqori Reynida (Gamsheym baliq yo'li) va 2011-yilda kuzatilgan. Bazel bandargohi, Gamsheim baliq yo'lidan 143 km yuqorida (2012-yil) [35, 70]. Birinchi kuzatuvdan besh yil o'tgach, dumaloq gobi Yuqori Reyn bo'ylab bir nechta joylarda elektr baliq ovlash (100 ta baliq ovlash punkti) bilan ovlangan umumiy ovning 80 foizdan ortig'ini tashkil etdi. *Neogobius melanostomus*ning nisbiy zichligi birinchi kuzatuvdan 1 yil o'tgach ham jami ovning 25 foizdan pastga tushmadi, maksimal qiymat qirg'oqlarda dominant sifatida 90 foizga yetadi [68]. Ushbu populyatsiya dinamikasi ajoyib ko'rsatkich bo'lib, birinchi navbatda, turning bioekologik xususiyatlarini, ikkinchidan, uni o'rab turgan ekotizimlarning xususiyatlarini hisobga olgan holda o'rgandik.

3.1. Invaziv turlarning holati

Yumaloq buqabaliqning ko'payishining potensial sabablari orasida (1) uning reproduktiv muvaffaqiyati, (2) mahalliy turlar bilan solishtirganda o'ziga xos xatti-harakatlari va (3) fizik-kimyoviy sharoitlarning keng doirasiga chidamliligi kiradi. Ko'payish mavsumda bir dona yumaloq buqabaliq urg'ochisining serpushtligi yarim yilida 6 martta bo'lib-bo'lib yuzlab va maksimal 5200 ta ikralarni tashkil qiladi (nashr qilinmagan natijalar va qiymatlar [71, 72] da keltirilgan). Ikralarning bu soni mahalliy turlar bilan solishtirganda unchalik muhim emas, lekin yumaloq buqabaliq ularni hosil qiluvchi ikkita xususiyatga ega: uzoq davom etadigan reproduktiv mavsumga birlashtirilgan yuqori serpushtlik va ota-ona baliqlarning nasliga g'amxo'rligining ba'zi shakllari [73, 74]. Erkak – yopiq bo'shliqda uya quradi va himoya qiladi, bu yerda urg'ochilar tog' jinslarining pastki qismida yopishtiruvchi ikra tashlash uchun jalb qilinadi [75–77]. Kanadada o'tkazilgan laboratoriya tajribalarida uchtagacha urg'ochi va erkak baliq tanlab olingan va uyada ketma-ket ikra qo'ygan [78], ammo dala kuzatuvlari shuni ko'rsatdiki, 15 tagacha turli urg'ochi baliqlar ikra qo'yish uchun uyaga kirishi va erkaklari tomonidan urug'lantirish mumkin [76]. Uyaning ichida ikralar erkaklar tomonidan muntazam ravishda tekshiriladi, ko'krak va dum suzgichlari yordamida doimiy ravishda ventilyatsiya qilinadi. Yevropada buqabaliqlar uyasini qo'riqlovchi turlarning eng tipik vakillaridan so'nggi paytlarda [23] o'tkazilgan ekzotik va mahalliy baliqlar o'rtasidagi qiyosiy tadqiqotlar natijalariga ko'ra nasliga g'amxo'rlik qiluvchi ota-ona baliqlarning uya quruvchi va uyada nasliga g'amxo'rlik qiluvchi turiga kiradi.

Buqabaliqlarda suzish pufagi yo'q, bu ularning suv ustunida asosan bentik qismida joylashish imkonini beradi. Ular pastki ko'krak suzgich qanotlariga tayanib turadilar va yaxshi suzolmaydilar, chunki ular muhim oqimga qarshi kura-sholmaydilar yoki sakrab chiqa olmaydilar. Natijada, hayot siklining istalgan bosqichida buqabaliqlar o'z muhitida ko'plab boshpana va yashirin joylarga muhtoj bo'lishadi. Mineral tuzlar (silliq, qimmatbaho toshlar va boshq.) yoki makrofitlar qulay yashash joylaridir, ammo ma'lum bir muhitda ular qattiq substrat-

larda, odatda, yuviluvchi qirg'oqlarda tez-tez uchraydi [79–81]. Yevropa buqasi (*Cottus gobio*), chuchuk suv buqabalig'i (*Salaria fluviatilis*) yoki oddiy toshbosh (*Gymnocephalus cernua*) kabi boshqa mahalliy turlar ham bu xususiyatlarga ega [43, 82]. *Neogobius melanostomus* mo'tadil iqlimli chuchuk suv va sho'r suv ekotizimlarining keng doirasini yashaydi [72]. Shuningdek, u yirtqichlarning mavjudligi nuqtayi nazaridan mahalliy sharoitga moslashish qobiliyatini ko'rsatdi [72]. Bu tur -1 dan 30 °C gacha bo'lgan keng termal bardoshlikni ko'rsatadi, lekin uning energetik optimal harorati 26 °C deb hisoblanadi [72]. Ular, shuningdek, ifloslanishlarga nisbatan juda kam sezgir. Dumaloq buqa balig'ining mahalliy turlarga nisbatan ajralib turadigan ekologik xususiyatlari ularni mavjud turlarning bioekologik holatlari o'rtasida ajratib turadi, bu uning yashovchanlik darajasini oshirishga yordam berishi mumkin bo'lgan o'ziga xoslikdir [25].

3.2. Gidrotizimlarning invaziv turlar uchun qulayligi

Buqabaliqning yashovchanlik xususiyatini gidrotizim nuqtayi nazaridan tushuntirish uchun bir nechta potensial va eksklyuziv bo'lmagan taxminlar mavjud. Ular orasida (1) atrof-muhit turlarga to'yinmaganligi va (2) daryolar ekzotik turlarning yashab qolishiga yordam beradigan tarzda inson tomonidan o'zgartirilganligi haqidagi g'oyalarni ta'kidlaymiz.

Ekzotik turlar tomonidan bosib olingan muhit ikkita asosiy sababga ko'ra turlarga boy emas. Birinchidan, ular Vyurm muzlashi davrida (80 000-10 000 BP) asosan zararlangan gidrotizimlarga mos keladi. Bu davr oxirida Reyn havzasi muzlik zonasi kengayishidan tashqarida joylashgan boshpana zonalaridan baliq turlari bilan qayta baliq zaxiralariga boyidi (baliqlantirildi) [83]. Reyn daryosida tabiiy jarayon bilan qayta tiklangan bu havzaning izolyatsiyasi va uning shimoliy oqimning quyi qismi bilan geografik yo'nalishini hisobga olgan holda uzoq vaqt davom etadi. So'nggi asrlarda bu jarayon sun'iy ravishda tezlashtirildi, bu esa inson yordami va gidrografik havzani kanallar bilan ochish orqali amalga oshirildi. Hozirgi vaqtda Yuqori Reyn Yevropadagi asosiy navigatsiya yo'li bo'lib, yuklarning uchdan ikki qismi ushbu oqim yo'lida (yiliga 330 mln tonna) tashiladi. Inson faoliyati so'nggi muzlik davrida yashash joyidan sohillarga, xususan, Ponto-Kaspiy hududiga ushbu turlar soniga boy bo'lmagan ekotizimga yetib borishga imkon berdi. Shunday qilib, Reyn daryosi so'nggi o'n yillikda Fransiya bo'lab invaziv suv hayvonlari turlarining tarqalishi uchun asosiy kirish nuqtasiga aylandi [7]. Ekotizimlarning turlarga boyimaganligining yana bir sababi shundaki, ifloslanish va inson faoliyati tabiiy jamoalarni chuqur o'zgartirib, gidrotizimda bo'sh ekologik bo'shliqlarni qoldiradi. Masalan, Fransiyaning ichki suvlarida Atlantika lososlari (*Salmo salar*) yoki Yevropa ilonbalig'i (*Anguilla anguilla*) kamayishi to'g'risida ko'plab ma'lumotlar to'plangan. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, ekotizimlar to'yingan emas, chunki muzlashdan keyingi qayta tiklanish jarayoniga erishilmagan va bir nechta mahalliy turlar allaqachon kamaygan.

Ikkinchidan, fransuz gidrotizimlariga kirish nuqtasi bo'lib xizmat qilgan dar-yolar tuzilishi, sifati va faoliyati jihatidan juda o'zgartirilgan. Ularning yashash joylarining o'zgarishi mahalliy turlarni anaxronizm holatiga keltirdi: ular o'zla-rining tabiiy muhitiga moslashmagan. O'n to'qqizinchi asrdan beri yashash joy-larining juda tez o'zgarishi sodir bo'lib, turlarning o'z o'rnida moslashuvchanlik reaksiyasini ta'minlashga imkon berdi. Ularning aksariyati yo'qolib ketdi, qol-ganlari esa raqobat darajasining pasayishiga olib kelishi mumkin. Natijada, o'z o'rnida qolgan mahalliy turlar ba'zi keng doirada moslasuvchan va serpusht turlar bilan raqobatlasha olmadi. Bundan tashqari, buqabaliqlarning yashab ketib keng tarqalganligiga nazariyalarni quyidagicha izohlash mumkin biotik omillar qoida-lariga ko'ra [84] boshqa organizmlarni siqib chiqarishiga erishgan [85, 86, 87].

Tushuntirish uchun, invazion organizmlarni tarqalishini sxematik tarzda chi-zish mumkin. Reyn kabi navigatsiya qilingan va yuqori darajada o'zgartirilgan gidrotizim tomonidan qabul qilingan propagulyatsion bosim shunchalik muhimki, birinchi ekzotik tur har doim yashab qolishi, keng tarqalishi bilan yakun topadi. Bu ikkinchi ekzotik turni qo'llab-quvvatlovchi omil bo'ldi, chunki bu potensial yirtqichning bosimini pasaytiradi. Keyin ikkita ekzotik tur uchinchi ekzotik turga yo'l ochishi mumkin va hokazo. Bu konsepsiya, ehtimol, dumaloq buqabalig'iga nisbatan qo'llanilishi mumkin, chunki undan oldin qisqichbaqasimonlar va moll-yuskalar bu baliq bilan ommaviy ravishda oziqlangan [88]. Dushmanni ozod qilish gipotezasi keng tarqalgan organizmlarni tashuvchi sifatidagi parazitlarni yo'qotish imkoniyatini o'z ichiga oladi. Yaqinda o'tkazilgan tadqiqot [89] birinchi kuzatu-vidan 3 yil o'tgach, dumaloq buqabaliq Fransiyaning Yuqori Reynida faqat bitta makroparazitni o'z ichiga olgan, holbuki, uning invaziv yo'li yoki mahalliy diapa-zoni bo'ylab barcha boshqa joylarda kamida uchta makroparazit haqida ma'lumot berilgan. Bu, odatda, kiritilgan turning keng tarqalish jarayonining boshida foyda keltirishi mumkin bo'lgan dushmanni ozod qilishiga misoldir.

4. Xulosa

Ushbu bobning asosiy maqsadi Fransiya-dagi begona baliq turlari va ularning so'nggi o'n yillikdagi taqdiri haqida yangi ma'lumot berishdir. Biz Fransiya-da baliqlarni iqlimlashtirish tarixi XIX asrda maqsadli iqlimlashtirish ishlaridan maqsadsiz, tasodifiy, ammo insoniy yordamiga asoslangan (akvarium savdosi va global kema transporti) tarzga qanday o'tganini tahlil qildik. Yashab ketgan 28 begona baliq turi Fransiya-dagi baliq turlarining uchdan bir qismini va Yevropa ekzotik baliqlarining 25 foizini tashkil qiladi. Ro'yxatimizdagi to'rtta turi Yevro-paning 100 ta eng yomon invaziv turlari (DAISIE) va yana uchta dunyoning 100 ta eng yomon invaziv turlari (IUCN) qatoriga kiritilgan. To'plangan ma'lumot-lar begona turning Fransiya-da barqaror populyatsiyalarni yashab keta olishiga va keyinchalik invaziv turga aylanib ketishiga, masalan buqabaliqlarning bo'lishini tushuntiruvchi sabablarni muhokama qilishga imkon beradi. Hozir va yaqin ke-

lajakda tabiiy resurslar bo'yicha menejerlar ular bilan shug'ullanishdan boshqa tanlovga ega ham emas, chunki Fransiyada hech qanday invaziv baliq o'z-o'zidan yo'q bo'lib ketmagan.

Muallif ma'lumotlari

Fabrice Teletchea and Jean-Nicolas Beisel2* *Address all correspondence to: jn.beisel@engees.unistra.fr

1. University of Lorraine, UR AFPA, USC INRA, Vandoeuvre-lès-Nancy, France.

2. University of Strasbourg, CNRS, ENGEES, LIVE UMR, Strasbourg, France.

Adabiyotlar:

[1] Kolar CS, Lodge DM. Progress in invasion biology: Predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution*. 2001;**16**:199-204

[2] Olden FD. Biotic homogenization: A new research agenda for conservation biogeography. *Journal of Biogeography*. 2006;**33**:2027-2039

[3] Savini D, Occhipinti-Ambrogi A, Marchini A, Tricarico E, Gherardi F, Olenin S, Gollasch S. The top 27 animal alien species introduced into Europe for aquaculture and related activities. *Journal of Applied Ichthyology*. 2010;**26**:1-7

[4] Pascal M, Lorgey O. Holocene turnover of the French vertebrate fauna. *Biological Invasions*. 2005;**7**:99-106

[5] Pascal M, Lorgey O, Vigne J-D. *Invasions Biologiques et Extinctions. 11000 ans d'histoire des Vertébrés de France*. Paris: Editions Belin et Quae; 2006. 350 p

[6] Nunes AL, Tricarico E, Panov VE, Cardoso AC, Katsanevakis S. Pathways and gateways of freshwater invasions in Europe. *Aquatic Invasions*. 2015;**10**:359-370

[7] Beisel JN, Peltre MC, Kaldonski N, Hermann A, Muller S. Spatiotemporal trends for exotic species in French freshwater ecosystems: Where are we now? *Hydrobiologia*. 2017;**785**:293-305

[8] Casal CM. Global documentation of fish introduction: The growing crisis and recommendations for action. *Biological Invasions*. 2006;**8**:3-11

[9] Lorenzen K. Understanding and managing enhancements: Why fisheries scientist should care. *Journal of Fish Biology*. 2014;**85**:1807-1829. DOI: 10.1111/jfb.12573

[10] Teletchea F. In: Lameed GA, editor. *Wildlife Conservation: Is Domestication a Solution? Global Exposition of Wildlife Management*. Croatia: InTech; 2017. DOI: 10.5772/65660

[11] Teletchea F. Domestication level of the most popular aquarium fish species: Is the aquarium trade dependent on wild populations? *Cybio*. 2016;**40**:21-29

[12] Crivelli AJ. Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the Northern Mediterranean region? *Biological Conservation*. 1995;**72**:311-319

[13] Mavruk S, Avsar D. Non-native fishes in the Mediterranean from the Red Sea, by way of the Suez Canal. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2008;**18**:251-262

- [14] Johnson JB, Vitek JD, Vander Zanden MJ. Dam invaders: Impoundments facilitating biological invasions into freshwater. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2008;6:371-380
- [15] Manchester SJ, Stolluck JM. The impacts of non-native species on UK biodiversity and the effectiveness of control. *Journal of Applied Ecology*. 2000;37:845-864
- [16] Gozlan RE, Britton JR, Cowx I, Copp GH. Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology*. 2010;76:751-786
- [17] Lacroix F, Beuchard O, Blanchet S, Oberdorff T, Brosse S. Fish invasions in the world's river systems: When natural processes are blurred by human activities. *PLoS Biology*. 2008;6:2424-2430
- [18] Toussaint A, Beuchard O, Oberdorff T, Brosse S, Villèger S. Worldwide freshwater fish homogenization is driven by a few widespread non-native species. *Biological Invasions*. 2016;18:1295
- [19] Lévêque C, Oberdorff T, Paugy D, Stiassny MLJ, Tedesco PA. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*. 2008;595:545-567
- [20] Moyle PB, Light T. Biological invasions of freshwater: Empirical rules and assembly theory. *Biological Conservation*. 1996;78:149-161
- [21] García-Berthou E, Alcaraz C, Pou-Rovira Q, Zamora L, Coenders G, Feo C. Introduction pathways and establishment rates of invasive aquatic species in Europe. *Canadian Journal of Aquatic Sciences and Fisheries*. 2005;62:453-463
- [22] Ricciardi A, Rasmussen JB. Predicting the identity and impact of future biological invaders: A priority for aquatic resource management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1998;55:1759-1765
- [23] Grabowska J, Przybylski M. Life-history traits of non-native freshwater fish invaders differentiate them from natives in the Central European bioregion. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2015;25:165-178
- [24] MacDougall AS, Gilbert B, Levine JM. Plant invasions and the niche. *Journal of Ecology*. 97:609-615
- [25] Ricciardi A, Atkinson SK. Distinctiveness magnifies the impact of biological invaders in aquatic ecosystems. *Ecology Letters*. 2004;7:781-784
- [26] Diamond J, Case TJ. Overview: Introductions, extinctions, exterminations, and invasions. In: Diamond J, Case TJ, editors. *Community Ecology*. New York, New York, USA: Harper and Row; 1986. pp. 65-79
- [27] Cox JG, Lima SL. Naiveté and an aquatic-terrestrial dichotomy in the effects of introduced predators. *Trends in Ecology & Evolution*. 2006;21:674-680
- [28] Shea K, Chesson P. Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*. 2002;17:170-176
- [29] Facon B, Genton BJ, Shykoff J, Jarne P, Estoup A, David P. A general eco-evolutionary framework for understanding bioinvasions. *Trends in Ecology & Evolution*. 2006; 21:130-135
- [30] Sax DF, Brown JH. The paradox of invasion. *Global Ecology and Biogeography*. 2000; 9:363-371
- [31] Ricciardi A, Kipp R. Predicting the number of ecologically harmful exotic species in an aquatic system. *Diversity and Distributions*. 2008;14:374-380

- [32] Eby LA, Roach WJ, Crowder LB, Standford JA. Effects of stocking on freshwater fish and weeds. *Trends in Ecology & Evolution*. 2004;21:594-596
- [33] Beisel JN, Létourneau C. *Introduction d'espèces dans les Milieux Aquatiques: Peut-il avoir peur des Invasions Biologiques? L'Action Quotidienne*. 2004
- [34] Copp GH, Bianco PG, Bogutskaya MG, Leot J, Farkaš J, Ferreira MT, Freyhof J, Gozlan RE, Grabowska J, Kováč V, Moreno-Amich R, Nausch AM, Pászai M, Povz M, Przybylski M, Robillard M, Russell JC, Stakman S, Suner S, Vitez-Dupont A, Wiesner C. To be, or not to be, a non-native freshwater fish? *Journal of Applied Ichthyology*. 2005;21:242-262
- [35] Manné S, Poulet N, Dembski S. Colonisation of the Rhine Basin by non-native gobiids: An update of the situation in France. *Knowledge and Management of Aquatic Eco-systems*. 2013;411:02
- [36] Kottelat M, Freyhof J. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Cornol, Switzerland and Freyhof, Belain, Germany: Kottelat; 2007. 646p
- [37] Lehtonen H. Alien freshwater fishes of Europe. In: *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*. Netherlands: Springer; 2002. pp. 153-161
- [38] Hulme PE, Roy DB, Cunha T, Larsson T-B. Chapter 1. A pan-European inventory of alien species, implementation and implications for managing biological invasions. In: *DAISIE. Handbook of Alien Species in Europe*. Dordrecht: Springer; 2009. pp. 1-14
- [39] Gherardi F, Gollasch S, Minchin D, Olenin S, Panov VE. Alien invertebrates and fish in European inland waters. In: *Handbook of Alien Species in Europe*. Dordrecht: Springer; 2009. pp. 81-92
- [40] Spillmann CJ. *Faune de France. 65 Poissons d'eau Douce*. Paris: Lechevalier; 1961. 303p
- [41] Keith P, Allardi J. Bilan des introductions de poissons d'eau douce en France. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 1997;344/345:181-191
- [42] Keith P, Persat H, Feunteun E, Allardi J. *Les Poissons d'eau douce de France. Collection Inventaires & biodiversité*. Biotope Editions. Mèze, Paris: Publications scientifiques du Muséum; 2011. 552p
- [43] Teletchea F. *Guide des Poissons d'eau Douce Française. Cours d'eau, lacs et étangs*. Paris: Belin; 2011
- [44] Teletchea F. After 7 years and 1000 citations: Comparative assessment of the DNA bar-coding and the DNA taxonomy proposals for taxonomists and non-taxonomists. *Mito-chondrial DNA*. 2010;21:206-226
- [45] Denys GPJ, Dettai A, Persat H, Doadrio I, Cruaud C, Keith P. Status of the Catalan chub *Squalius laietanus* (Actinopterygii, Cyprinidae) in France: Input from morphological and molecular data. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 2013;408:04
- [46] Denys GPJ, Dettai A, Persat H, Hauteceur M, Keith P. Morphological and molecular evidence of three species of pikes *Esox* spp. (Actinopterygii, Esocidae) in France, including the description of a new species. *Comptes Rendus Biologies*. 2014;337:521-534
- [47] Denys GPJ, Persat H, Dettai A, Geiger MF, Freyhof J, Fesquet J, Keith P. Genetic and morphological discrimination of three species of ninespined stickleback *Pungitius*

spp. (Teleostei, Gasterosteidae) in France with the revalidation of *Pungitius vulgaris* (Mauduyt, 1848). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*. 2018;56:77-101

[48] Denys GPJ, Geiger MF, Persat H, Keith P, Dettai A. Invalidity of *Gasterosteus gymnur* (Cuvier, 1829) (Actinopterygii, Gasterosteidae) according to integrative taxonomy. *Cybio*. 2015;39:37-45

[49] Poulet N, Beaulaton L, Dembski S. Time trends in fish populations in metropolitan France: Insights from national monitoring data. *Journal of Fish Biology*. 2011;79:1436-1452

[50] Teletchea F, Laudet V, Hänni C. Phylogeny of the Gadidae (sensu Svetovidov, 1948) based on their morphology and two mitochondrial genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2006;38:189-199

[51] Verreycken H, Anseeuw D, Van Thuyne G, Quataert P, Belpaire C. The non-indigenous freshwater fishes of Flanders (Belgium): Review, status and trends over the last decade. *Journal of Fish Biology*. 2007;71:160-172

[52] Rabitsch W, Milasowszky N, Nehring S, Wiesner C, Wolter C, Essl F. The times are changing: Temporal shifts in patterns of fish invasions in central European fresh waters. *Journal of Fish Biology*. 2013;82:17-33

[53] Wolter C, Röhr F. Distribution history of non-native freshwater fish species in Germany: How invasive are they? *Journal of Applied Ichthyology*. 2010;26:19-27

[54] Teletchea F, Gardeur JN, Psenicka M, Kaspar V, Le Doré Y, Linhart O, Fontaine P. Effects of four factors on the quality of male reproductive cycle in pikeperch *Sander lucioperca*. *Aquaculture*. 2009;291:217-223

[55] Uzunova E, Zlatanova S. A review of the fish introductions in Bulgarian freshwaters. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. 2007;37:55-61

[56] Grabowska J, Kotusz J, Witkowski A. Alien invasive fish species in Polish waters: An overview. *Folia Zoologica*. 2010;59:73-85

[57] Hesthagen T, Sandlund OT. Non-native freshwater fishes in Norway: History, consequences and perspectives. *Journal of Fish Biology*. 2007;71:173-183

[58] Dick JT, Lavery C, Lennon JJ, Barrios-O'Neill D, Mensink PJ, Britton RJ, et al. Invader Relative Impact Potential: a new metric to understand and predict the ecological impacts of existing, emerging and future invasive alien species. *Journal of Applied Ecology*. 2017;54:1259-1267

[59] Roy HE, Rabitsch W, Scalera R, Stewart A, Gallardo B, Genovesi P, et al. Developing a framework of minimum standards for the risk assessment of alien species. *Journal of Applied Ecology*. 2017:1-13

[60] Teletchea F, Fontaine P. Levels of domestication in fish: Implications for the sustainable future of aquaculture. *Fish and Fisheries*. 2014;15:181-195

[61] Teletchea F. De la pêche à l'aquaculture. Demain, quels poissons dans nos assiettes? Paris: Editions Belin; ISBN: 978-2701164397. 180p

[62] Turchini GM, De Silva SS. Bio-economical and ethical impacts of alien finfish culture in European inland waters. *Aquaculture International*. 2008;16:243-272

[63] Teletchea F, Le Doré Y. Etude sur l'élevage des carpes dites chinoises en France et plus spécifiquement sur les questions de leur hypothétique reproduction naturelle dans

les cours d'eau Français. 2011. 92p. http://www.gt-ibma.eu/wp-content/uploads/2016/06/Rapport_final_carpes.pdf

[64] Britton JR, Brazier M, Davies GD, Chare SI. Case studies on eradicating the Asiatic cyprinid *Pseudorasbora parva* from fishing lakes in England to prevent their riverine dispersal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2008;18:867-876

[65] Ekmekci F, Kirankaya SG. Distribution of an invasive species, *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 2006;30:329-334

[66] Rosecchi E, Thomas F, Crivelli AJ. Can life-history traits predict the fate of introduced species? A case study on two cyprinid fish in southern France. *Freshwater Biology*. 2001;46:845-853

[67] Gozlan RE, Andreou D, Asaeda T, Beyer K, Bouhadad R, Burnard D, et al. Pan-continental invasion of *Pseudorasbora parva*: Towards a better understanding of freshwater fish invasions. *Fish and Fisheries*. 2010;11:315-340

[68] Manné S. Les gobies d'origine Ponto-Caspienne en France: détermination, biologie-écologie, répartition, expansion, impact écologique et éléments de gestion. Synthèse des connaissances 10 ans après les premières observations dans les rivières du nord-est de la France. Agence Française pour la Biodiversité. Rapport d'étude; 2017. 65p

[69] Roche KF, Janač M, Jurajda P. A review of Gobiid expansion along the Danube-Rhine corridor—Geopolitical change as a driver for invasion. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 2013;411:01

[70] Kalchauer I, Mutzner P, Hirsch PE, Burkhardt-Holm P. Arrival of round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) and bighead goby *Ponticola kessleri* (Günther, 1861) in the High Rhine (Schweiz). *Bioinvasions Records*. 2013;2:79-83

[71] Tomczak MT, Sapota MR. The fecundity and gonad development cycle of the round goby (*Neogobius melanostomus* Pallas 1811) from the Gulf of Gdańsk. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. 2006;35:353-367

[72] Kornis MS, Mercado-Silva N, vander Zanden MJ. Twenty years of invasion: A review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. *Journal of Fish Biology*. 2012;80:235-285

[73] Teletchea F, Fostier A, Le Bail PY, Jalabert B, Gardeur JN, Fontaine P. STORFISH: A new database dedicated to the reproduction of temperate freshwater teleost fishes. *Cybio*. 2007;31:227-235

[74] Teletchea F, Fostier A, Kamler E, Gardeur JN, Le Bail PY, Jalabert B, Fontaine P. Comparative analysis of reproductive traits in 65 freshwater fish species: Application to the domestication of new fish species. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2009;19:403-430

[75] Miller PJ. The tokology of Gobioids fishes. In: *Fish Reproduction*. London: Academic Press ; 1984. pp. 119-153

[76] MacInnis AJ, Corkum LD. Fecundity and reproductive season of the round goby *Neogobius melanostomus* in the upper Detroit River. *Transactions of the American Fisheries Society*. 2000;129:136-144

- [77] Charlebois PM, Corkum LD, Jude DJ, Knight C. The round goby (*Neogobius melanostomus*) invasion: Current research and future needs. *Journal of Great Lakes Research*. 2001;27:263-266
- [78] Meunier B, Yavno S, Ahmed S, Corkum LD. First documentation of spawning and nest guarding in the laboratory by the invasive fish, the round goby (*Neogobius melanostomus*). *Journal of Great Lakes Research*. 2009;35:608-612
- [79] Ray WJ, Corkum LD. Habitat and site affinity of the round goby. *Journal of Great Lakes Research*. 2001;27:329-334
- [80] Young JA, Marentette JR, Gross C, McDonald JI, Verma A, Marsh-Rollo SE, Macdonald PDM, Earn DJD, Balshine S. Demography and substrate affinity of the round goby (*Neogobius melanostomus*) in Hamilton Harbour. *Journal of Great Lakes Research*. 2010; 36:115-122
- [81] Borcherdig J, Staas S, Krüger S, Ondračková M, Šlapanský L, Jurajda P. Non-native Gobiid species in the lower River Rhine (Germany). *Journal of Applied Ichthyology*. 2001;27:153-155
- [82] Bruslé J, Quignard J-P. *Ecologie des poissons d'eau douce européens*. Paris: Editions Tec & Doc; 2001
- [83] Oberdorff T, Hugueny B, Guégan JF. Is there an influence of historical events on contemporary fish species richness in rivers? Comparisons between Western Europe and North America. *Journal of Biogeography*. 1997;24:461-467
- [84] Simberloff D, Von Holle B. Positive interactions of nonindigenous species: Invasional meltdown? *Biological Invasions*. 1999;1:21-32
- [85] Williamson M. *Biological Invasions*. London: Chapman & Hall; 1996
- [86] Torchin ME, Lafferty KD, Dobson A, McKenzie V, Kuris AM. Introduced species and their missing parasites. *Nature*. 2003;421:628-630
- [87] Prenter J, MacNeil C, Dick JTA, Dunn AM. Roles of parasites in animal invasions. *Trends in Ecology & Evolution*. 2004;19:385-390
- [88] Brandner J, Auerswald K, Cerwenka AF, Schliewen UK, Geist J. Comparative feeding ecology of invasive Ponto-Caspian gobies. *Hydrobiologia*. 2013;703:113-131
- [89] David GM, Staentzel C, Schlumberger O, Perrot-Minnot MJ, Beisel JN, Hardion L. A minimalist macroparasite diversity in the round goby of the Upper Rhine reduced to an exotic acanthocephalan lineage. *Parasitology*. 2018; in press
- [90] Manné S, Poulet N. First record of the western tubenose goby *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837) in France. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 2008; 389:03
- [91] Allardi J, Chancerel F. Note Ichtyologique-Sur la présence en France de *Pseudorasbora parva* (Schlegel, 1842). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 1998;308:35-37
- [92] Persat H, Keith P. La répartition géographique des poissons d'eau douce en France: Qui est autochtone et qui ne l'est pas? *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 1997;344/345:15-32
- [93] Verreycken H, Geeraerts C, Duvivier C, Belpaire C. Present status of the North American *Umbra pygmaea* (DeKay, 1842) (eastern mudminnow) in Flanders (Belgium) and in Europe. *Aquatic Invasions*. 2010;5:83-96

5-BOB. MUZLIK DAVRIDA MARKAZIY YEVROPANING KARPAT
HAVZASIDAGI QURUQLIK VA CHUCHUK SUVDA YASHOVCHI
REFUGIYA QORINOYOQLI MOLLYUSKASI

Pál Sümegi, Sándor Gulyás, Dávid Molnár,
Katalin Náfrádi, Tünde Töröcsik, Balázs P. Sümegi,
Tamás Müller, Gábor Szilágyi and Zoltán Varga

Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud.

<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.71910>

Annotatsiya. Turli xil sharoitlarda uchraydigan qorinoyoqli mollyuskalar o'ziga xos mikroiklim, geomorfologik, gidrologik xususiyatlari tufayli uchlamchi davr oxiri va pleystotsen davri issiqsevar ko'p sonli gastropoda (qorinoyoqli mollyuska) turlari muzlik davrining katta-kichik sovuqlarida Karpat havzasida yashirilib yashab qolishga muvaffaq bo'lishdi. Ushbu *refugia* qorinoyoqli mollyuskasining murakkab tizimi oxirgi uchlamchi davrdan boshlab butun Pleystotsen va Golosen davrlari davomida doimiy ravishda faol yashab kelmoqda va rivojlanmoqda. Refugianing fazoviy va vaqtinchalik evolyutsiyasini tushunish uchun batafsil paleoekologik tadqiqotlar o'tkazildi, natijalari quyida keltirilgan. Atrof-muhitning yuqori darajada fractal shakldagi Karpat havzasining murakkab o'ziga xos xususiyati sababli chig'anoq ichidagi qorinoyoqli deb ataluvchi organizmlarning paydo bo'lishiga olib keldi. Vaqtinchalik parallel, ammo fazoviy jihatdan farq qiluvchi ekologik ehtiyojlarga ega taksonlar uchun yashash joylarining mavjudligi paleotemperatura gradiyentlari va mo'tadil o'rmon va dasht turlari uchun ham qayd etilgan. Bundan tashqari, kichik Pleystotsen davrda issiq buloqli hovuzining batafsil geologik va paleoekologik tahlili ushbu mikrorrefugiya ichida endemik termofil chuchuk suv qorin oyoqli mollyuskalar taksonlarining evolyutsiyasi haqida ma'lumot berilgan. Ushbu bob muzlik davrida Karpat havzasida mavjud bo'lgan mo'tadil quruqlik va chuchuk suvlarda yashovchi gastropodalarining tabiati, evolyutsiyasi haqida umumiy ma'lumotlar yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: gastropodalar, *refugia*, mollyuska biotasining evolyutsiyasi, muzlik davri, Karpat havzasi, Markaziy Yevropa.

1. Kirish

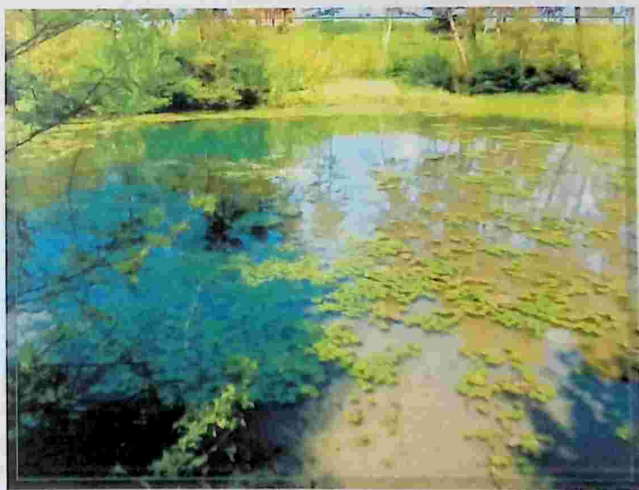
Karpat, Alp tog'lari va Dinarid tog'larining baland cho'qqilari bilan o'ralgan Karpat havzasi Markaziy va Janubi-Sharqiy Yevropa chegarasida taxminan bir 300 000 km² maydonni egallaydi (1-rasm).

Muzlik davrida muzliklar faqat Alp tog'lari bilan cheklangan edi, faqat qo'shni Karpatlarda kamdan kam hollarda muzliklar bo'lib, ushbu suv havzasi muzlamagan [1]. Bundan tashqari, abadiy muzlik faqat shimoliy qirg'oqlar bilan chegaralangan [2–4]. XIX asr oxiri va XX asr boshlarida ko'plab ilmiy postuliyatsiyalar (nazariya) paydo bo'lgan. Ularga ko'ra, bir necha uchlamchi davr oxiri va pleystotsen davridagi issiqsevar (termofil) gastropodalar muzlik davrining yuqori va past sovuqlarida Karpat havzasida refugialarni topishlari mumkin bo'lgan. Bu aniqlangan refugialar tizimi uchlamchi davrni oxiri va butun Pleystotsen davrdan

yaqinida issiq suvli buloqli termal ko'ldan topilganligi haqida ma'lumot berilgan [5] (bugungi kunda Oradea) (Sent-Ladislav ko'li, Püspökfürdő) (2-rasm). Ta'kidlash kerakki, *Melanopsis parreyssii* gastropoda turining birinchi taksonomik tavsifini bergan nemis tabiatshunosi Filippi 1847-yildagi o'zining seminal to'plamida [6] (176-bet va 4-jadval, 15-rasm) Vengriyani tip joylashuvi va turi sifatida tilga olgan. Namuna yeg'uvchi sifatida avstriyalik tabiatshunos fon Mühlfeld ishtirok etgan. Afsuski, Myulfeldning aniq joylashuvi yoki vaqti hamda hududi haqida biron-bir ma'lumot qoldirmagan. O'rganilayotgan namunani qanday topilgani haqida boshqa ma'lumotlar yo'q.

Ko'rsatilgan namunaning Püspökfürdodan (Baia May 1, Ruminiya) to'planishini isbotlashning aniq usuli bo'lmasa-da, bu taxminni ham to'liq rad etib bo'lmaydi, chunki bu turning zamonaviy vakillarini aynan bitta hududda, keltirib o'tilgan termal ko'ldan boshqa hech nima ma'lum emas. Ko'l konlari va o'rnatilgan *Melanopsis* sistematik birliklarining birinchi batafsil geologik tavsifi avstriyalik geolog fon Geynrix Volfga tegishli [7].

Uning ko'l qirg'og'ida joylashgan topilmasi embrion chirindi qatlamidan boshlanadi [7]. Unga bog'liq tadqiqotlarda uning aniq joylashuvi, yo'nalishi, shuningdek, o'tgan asrlardagi atrof-muhit o'zgarishlari aks ettirilgan xaritaning yo'qligi u haqdagi dastlabki ma'lumotlardan keyingi qiyosiy foydalanishga to'sqinlik qildi. Shunga qaramay, u haqidagi tadqiqotlar umuman befoyda bo'lmadi, chunki u aniqlagan va tavsiflagan asosiy geologik birliklar ko'l konlari bo'yicha keyingi



2-rasm. Nagyvárad Püspöfürdő (Oradea, Bay 1 May, Ruminiya) yaqinidagi Sankt-Ladislav termal ko'lining 1999-yilda to'liq qurib ketishidan oldingi ko'rinishi.

ishlarda ham aniq kuzatilgan. Shunday qilib, o'rganilgan, ma'lumotlar berilgan gastropoda taksonlari XIX asr oxiridagi keyingi nashrlarda ham uchraydi [8]. Istiqbolli boshlanishiga qaramay, Püspökfürdoning to'rtlamchi mollyuskalar faunasi, jumladan, Melanopsidae qobig'ida kuzatilgan morfologik o'zgarishlar to'g'risida birinchi batafsil taqdimot faqat 1890-yilda Nagyvaradda (Oradeya) [9] vengriyalik havaskor tabiatshunos Mixali Tot tomonidan Vengriya shifokorlari va tabiatshunoslarining 25-kongressida e'lon qilingan. U 2 m chuqurlikdan donalab tutish usuli bilan to'plangan mollyuskalarning bir qator chig'anoqlarini taqdim etdi. Bundan tashqari, kuzatilgan o'zgarishlarga asoslanib, u ko'p sonli vakillarini tahlil qilgan holda evolyutsiya seriyasini tuzdi. Uning fikriga ko'ra, Melanopsis taksoni joylashgan ko'l Qadimgi Alluvial (hozirgi Golosen davri deb ataladi) deb atalganidan ham qadimiyroqdir. Shunday qilib, bu gastropodalar uchlamchi davr ajdodidan kelib chiqishi kerak, ularning avlodlari Diluvial (pleystotsen davri) sovuq davrlarida omon qolishga muvaffaq bo'lgan. Uning tadqiqoti Markaziy Yevropada ma'lumot berilgan muzlik davri gipotezasining birinchi taqdimotidir. Pleystotsenning nisbatan qisqa vaqt oralig'ini hisobga olsak, taxminan 600 ming yilni tashkil qiladi [10–11], hozirgi ma'lum vaqt bilan solishtirganda 2,58 mln yil [12–16], uning ta'limoti turlarning shakllanishi va makroevolyutsiyani bizning zamonaviy tasavvurimizni hisobga olsak, juda e'tiborga loyiq.

Totning tadqiqoti keyingi o'n yilliklarda Avstriya-Vengriya monarxiyasining dunyoga mashhur ikki malakologi: xorvatiyalik Spiridon Brusina va vengriyalik Tivadar Kormos [17–21] ishtirokida ko'lining mollyuskalar faunasini batafsil o'rganish uchun kuchli turtki berdi.. Ularning tadqiqoti Melanopsis va Theodoxus avlodlarini ham o'z ichiga olgan. Brusina Tot tomonidan to'plangan mollyuska qobiqlarni o'rganib chiqdi, qo'shimcha ravishda o'zi tomonidan faqat yer usti konlaridan to'plangan [17]. Stratigrafik jihatdan ishonchli ma'lumotlar va namunalarni olish uchun hech qanday kontur yoki quduq chuqur o'rganilmagan, bu esa kelajakda noto'g'ri kuzatishlar va bayonotlarga olib keladigan jiddiy oqibatlariga olib keldi. Brusina o'z ishida Melanopsis jinsining sakkiz xil turini aniqladi, shu jumladan, Melanopsis parreyssiini birinchi tasvirlangan. Bundan tashqari, 23 turini qayd etdi. Afsuski, uning ishida batafsil taksonomik tavsif va raqamlar yo'q, har bir taksonga ikki yoki uch jumlada qisqacha ma'lumot berilgan [17]. Brusina paleobotanik Morik Straubning [22, 23] termal ko'ldan maxsus suv nilufarini tasvirlagan asarlarini o'rganilishiga asoslanib, mollyuskalarni qoldiq subtropik uchlamchi davrning vakillari deb hisoblagan. Yana boshqa tarafdin esa, Tivadar Kormos hududning geologiyasi va geomorfologiyasini va mavjud nashrlarni sinchkovlik bilan ko'rib chiqqandan so'ng, Toth tomonidan yaqinda 11 m chuqurlikdagi yangi turli qismlardan tashkil topgan profil tayyorladi [8-9]. Kormos aniqlangan Theodoxus va Melanopsis shu jumladan Brusina [18-21] tomonidan tasvirlangan taksonlariga qo'shimcha ravishda stratigrafiya va geologiyaning batafsil tavsifini berdi. Bundan tashqari, mintaqaviy mavjud quduqlarning geologik kompilyatsiya-

si aniq joylashuvni ko'rsatadigan xaritalar, shuningdek, o'zining va Tothning profili bilan birga berilgan. Shunday qilib, Kormosning muhim ishi kelajakdagi tadqiqotlarimiz uchun ishonchli asos bo'lishi mumkin edi, ishining eng muhim jihatlari quyidagilar:

- ko'l yotqiziqlarida aniqlangan Melanopsis va Theodoxus (Neritina) turkumlarining taksonlari uchlamchi davrdagi umumiy ajdodga ega bo'lishi mumkin. Uning fikricha, bu ajdod Karpat havzasining janubiy qismlarining uchlamchi davr oxiri mollyuskalari faunasida uchragan bo'lishi mumkin.

- muqaddas Ladislaus ko'lidagi Melanopsis turkumining ba'zi taksonlari Fagotia (u tomonidan Melanopsis deb hisoblangan), ayniqsa Fagotia acicularis va Fagotia esperi [20] turkumiga mansub ayrim taksonlar bilan aniq evolyutsion aloqaga ega. Hozirda Esperiana (Microcolpia) daudebartii acicularis (Férussac, 1823) va Esperiana (Fagotia) esperi (Férussac, 1823) deb nomlanuvchi bu ikki takson biogeografik nuqtai nazardan ba'zi tadqiqotchilar tomonidan pontiyalik hisoblanadi [24]. Biroq Karpat havzasi malakofaunasida bu taksonlarning paydo bo'lishining davriyligi neogen davri (uchlamchi) bilan emas, balki pleystotsenning iliqroq davrlari, ya'ni muzliklar orasidagi davrlar bilan bog'liq [25, 26].

Shuni ta'kidlash kerakki, ko'rsatilgan o'simlik turining kelib chiqishi va immigratsiya yoshiga nisbatan juda shubhali fakt ekanligiga ishongan boshqa botaniklarning aniq e'tiroziga qaramay [29, 30] Sent-Ladislaus ko'lida *Nymphaea lotus thermalis* maxsus suv nilufarining mavjudligi ko'plab botaniklarni bu hudud sobiq geologik davrning haqiqiy subtropik qoldiqlari degan xulosaga kelishga olib keladi [22, 23, 27, 28]. Shunday qilib, Kormos o'z davrining umume'tirof etilgan ilmiy tushunchasini mintaqaning zamonaviy mollyuskalar faunasini o'rganuvchi boshqa mashhur malakolog bilan birgalikda qabul qildi: Lajos Soos [31, 32].

Birinci jahon urushida to'satdan malakologik tadqiqotlarni to'xtatdi. Faqatgina istisno sifatida, Pauca [33] tomonidan 1933 yildan keyin muhofaza qilish tog'risidagi maqolasi chop etilgan. Pauca sobiq tadqiqotchilar tomonidan sanab o'tilganlardan faqat ikkita tur *Melanopsis parreissi* va *Melanopsis sikorai* saqlanib qolgan, bu esa juda shubhali tanlov ekanligini asoslab beradi. Bundan tashqari, nima uchun bu ikkisi so'ngi uchlamchi davrdan qolgan reliktlar taksonlar hisoblangani haqida hech qanday sabab keltirilmagan. Uning qarashlari Ruminiya mollyuskalari faunasi [34] hamda mintaqaning malakofaunasi [24, 35] bo'yicha keyingi tadqiqotlarda muntazam ravishda Diakonesa va Popaning 1960-yillardagi ishlariga qaramay [36, 37] qabul qilingan. Holocene termal ko'lga invaziv turlar bostirib kirishining vaqtini aniq asoslab bergan. Muqaddas Ladislaus ko'li melanopsidalarining kelib chiqishi va evolyutsiyasi o'troqdan uzoq va doimiy ilmiy munozaralar mavzusi bo'lgan [38–42]. Shunga qaramay, bu Karpat havzasi refugialari kelib chiqishi bo'yicha muhim belgi bo'lganligi sababli, keyingi bobda bizning so'nggi topilmalarimiz asosida qisqacha muhokama qilinadi.

Birinchi Jahon urushi nafaqat Avliyo Ladislaus ko'lining noyob Melanopsida-
elarida, balki Vengriya va Markaziy Yevropada refugialari bo'yicha olib borilgan
malakologik tadqiqotlarni tugatishni anglatardi. Biroq, ko'p o'tmay, Vengriyaning
Bátorliget yaqinidagi turlarga boy botqoqlikdagi o'rmon mollyuskalari faunasida
olib borilgan tadqiqotlar muzlik davrida mo'tadil havzada mollyuskalar taksoni uc-
hun potensial boshpana haqida yana bir munozarani boshladi [43, 44]. Pleystotsen
davrida Karpat havzasidagi mo'tadil o'rmonlarning omon qolganligi haqidagi da-
lillar birinchi marta 1956–1969-yillarda paleobotanist Yozsef Shtiber tomonidan
Vengriyaning turli qismlaridan [45–48] Bükk tog'lari va lyoss/paleos profilidagi
g'orlardan olingan yog'och qoldiqlarini batafsil antrakonomik tadqiqotlari asosi-
da taqdim etilgan. Stiberning muhim ishidan 30 yil o'tgach, Britaniya Vengriya
tadqiqot guruhi a'zolari Stiberning Karpat havzasida mo'tadil o'rmonli refugialar
mavjudligi haqidagi g'oyasini mustaqil ravishda tasdiqlashga muvaffaq bo'lishdi
[49–56]. Yaqin vaqtlarda o'rmonli o'tloqlarning mavjudligi bilan bir qatorda, bir
qancha mo'tadil yaylov elementlari uchun muzlik davri refugiasi ham aniqlan-
gan [57–61]. 1980-yillardan boshlab batafsil malakologik tadqiqotlar va so'ngi
muzlik va golosen davri o'simliklarining o'zgarishi bilan bog'liq rekonstruksiya
muzlik davri boshpanasi masalasini yana bir bor e'tiborga oldi [54, 55, 62–65].
Ko'p sonli biotik proksilar (mollyuskalar, fitolitlar, alkanlar) yordamida havza-
ning turli qismlarida lyess/paleosol ketma-ketligini keng qamrovli paleoekologik
tadqiqotlar bilan to'ldirish Buyuk Vengriya tekisligining janubiy qismlarida va
uning kengroq atrofida mo'tadil o'tloqli refugiya mavjudligini aniq ko'rsatdi [53,
54, 66–70]. Keyingi boblarda chuchuk suv va o'rmon mollyuskalarining qo'riqla-
nishi natijalariga qo'shimcha ravishda ushbu ishlar natijalarining qisqacha sharhi
ham taqdim etiladi.

2. Muzlik davri refigularining issiq suvli buloqlar va ko'llarda: avliyo Ladislaus ko'li, Nagyvárad-Püspökfürdő (Petee ko'li, Oradea viloyati)

1999-yilda Kormos [18–21] va Tot [9] ishlaridan so'ng bizning Geoarxeo-
logik va Geoarxeologik va Tot ko'lining a'zolari tomonidan va To'rtlamchi pale-
oekologik tadqiqot guruhi Sent-Ladislav ko'lining qirg'oq qismida 2 m chuqur-
likdagi yangi geologik tasviri yaratildi. Bundan tashqari, aniqlangan stratigrafik
gorizontlarning fazoviy taqsimotini aniqlash uchun ko'plab buzilmagan yadrolar
ham olingan. 2012-yilda Ruminiya–Vengriya ikki tomonlama loyihasi doirasida
Kormos konturi yonida bu safar to'liq qurigan ko'l tubida yana 8,4 m chuqurlik-
dagi quduq qazilgan. Birinchi geologik tasvir kechki muzlik davri oralig'ini o'z
ichiga oladi, 2012-yilgi esa oxirgi muzlik davrining oxirgi muzlik maksimaliga
(LGM) to'g'ri keladi.

Kichiqroq hajmdagi kontur profilda olib borilgan litologik kuzatuvlar Tot [9]
tomonidan olib borilgan kuzatuvlarga to'liq mos keladi. Profil dag'al loyga boy

gilli ko'l loylaridan boshlanadi, so'ngra ko'l tubining so'nggi quritilishini ifodalovchi yuqori darajada o'zgargan torflar bilan qoplangan ko'l karbonatli loylari bilan boshlanadi. Uzoq vaqt yaqingacha o'rnatilgan profilning stratigrafiyasi bir qancha ancha murakkab cho'kindi o'zgarishlarni qayd qilgan. Shunga qaramay, bu yerdagi muzlik davri ham xuddi shunday qisqaroq profilning pastki qismiga o'xshash gilli, mayda loyli qo'pol loylar bilan ifodalanadi. Karbonat tarkibidagi sezilarli o'sish faqat profilning kech muzlik qismida qayd etilgan, bu ham murakkabroq litologiyaning yuqori golosen qismlari bilan chegaralanganligini anglatadi. Ikkala konturdan olingan namunalar *Melanopsis* gastropoda taksonining fotoalbom hosil qiluvchi vakillaridir. Biroq bizning yakuniy baholashimiz uchun uzunroq profil materiali ishlatilgan. Bu yerda kattaroq hajmdagi namunalar (taxminan 30l) bir necha ming chig'anoq hosil qildi, bu esa mollyuska faunasining asl nusxasini yaxshiroq ko'rsatish imkonini berdi. Tóth [9], Brusina [17] va Kormos [18–21] tomonidan tavsiflangan shakllar va turlar ikkala profildan [38, 39] olingan o'rganilgan namunalarda ham uchragan. Aniqlangan taksonlar qobiqlarning rentgen fotosuratlari yordamida qo'shimcha tekshirildi (3-rasm), chunki bu bilan hatto kichik morfologik va o'lchamdagi farqlarni ham qayd etish mumkin edi.

Profilning turli qismlaridagi qobiq o'zgarishlarini sinchkovlik bilan o'rganib chiqqandan so'ng aniq evolyutsion kelib chiqishini belgilash mumkin bo'lgan. LGM va Geynrix 1 hodisasiga [71–73] mos keladigan qatlamlarda *Fagotia acicularis* [Esperiana (Microcolpia) daubebartii acicularis] turiga yaqin munosabatni ko'rsatuvchi silliq qobiqli shakllar ustunlik qildi. Boshqa morfologik turlar yoki taksonlar bu gorizontlarda aniq yo'q edi. Bu gorizontd va uning dominant turi Noybauer va uning hamkasblari [41, 42] asarlarida qolib ketgan, chunki ularning tahlili Brusina [17] va Totning chuqur profili [9] 2-m-lik kolleksiyalarni aks ettiruvchi



3-rasm. Sankt-Peterburg ko'lidani aniqlangan turli xil Esperiana (Microcolpia) vakillari qobiqlarining rentgen fotosuratlari. Ladislaus, Nagyvárad-Püspökföld (Oradea, Baia 1 Mai, Romania): (1) Esperiana (Microcolpia) daubebartii acicularis [Fagotia acicularis] (Férussac, 1823), (2) Microcolpia parreyssii sikorai (Brusina, 1903), (3) Esperiana daubebartii daubebartii (Prevost, 1821) [Esperiana daubebartii acicularis F. thermalis], and (4) Microcolpia parreyssii parreyssii (Philippi [6]).

muzei namunalari bilan cheklangan edi. Shunday qilib, ularning topilmalarini bizning 8,4 m chuqurlikdagi profilimizga proyeksiya qilish [38, 39], xuddi Pleystotsen Golosen chegarasini [41] belgilash kabi juda noto'g'ri. Bizning profilimizdagi 596–600 sm chuqurlikdagi ko'mir bo'lagining qayd etilgan 14 C yoshiga ko'ra (BP yil 10,789–11,185), profilning ko'p qismi Golosen davriga tegishli bo'lishi mumkin. Pleystotsen/Golosen chegarasi 8,4 m chuqurlikdagi profilimizda 600 dan 620 sm gacha joylashtirilishi mumkin edi. Shunday qilib, LGM davrida *Fagotia acicularis* [Esperiana (*Microcolpia*) *daudebartii acicularis*]ga yaqin bo'lgan *Melanopsis* taksonining shakllari mavjud edi. Qalinroq qobiqli bu taksonning uzunroq turi profilning *Fagotia acicularis* *F. thermalis* deb ataladigan kech muzlik qismida, Brusina [17] tomonidan *Melanopsis* hazayi deb ta'riflagan yana bir kichik turi bilan bir qatorda paydo bo'ladi. Bundan tashqari, XIX asr oxiri va XX asr boshlarida tadqiqotchilar tomonidan individual xususiyatlarini ifodalash uchun olingan bir qancha boshqa shakllar ham bu yerda (*sublanceolata*, *szontaghi*, *mucronifera*, *tothi*, *hazayi*, *staubi*, *franciscæ*, *vidovici* va *hazayi*) uchraydi [9], 17, 18–21]. Ushbu turli xil yangi shakllarning paydo bo'lishi, namunalardagi karbonat miqdori va suvda eruvchan Ca va Mg miqdorining keskin o'sishida sezilarli ekologik o'zgarishlar bilan aniq bog'liq. Bu geokimyoviy va litologik xarakterdagi sezilarli o'zgarish shunchalik kuchli ediki, u H1 hodisasidan keyin so'nggi muzlik davrida issiq buloq va ko'l suv haroratining LGM uchun xarakterli haroratga nisbatan sezilarli darajada oshishini ko'rsatishi kerak. Bu, shuningdek, *melanopsis*ning birinchi silliq, o'ralgan va yelkali qobiqli shakllari, garchi kam bo'lsa-da, qayd etilgan gorizontdir. Chok bilan parallel ravishda cho'zilgan spiral chiziqlarga ega bo'lgan silliq, o'ralgan va yelkali qobiqlar *Melanopsis sikorai* (Brusina [17]) taksoniga o'xshaydi. Ushbu kuzatishlar asosida zamonaviy ko'lda yashovchi *M. parreyssii* endemik taksonining evolyutsiyasiga olib keladigan ekofenotiplar muzlik davri oxirida ham paydo bo'lgan bo'lishi mumkin, degan xulosaga kelishimiz mumkin. Golosenning ochilishidan keyingi qazilmalar, yelkali shakllarning paydo bo'lishini ko'rsatdi (*M. sublanceolata*, *M. staubi*), ammo muzlik davrining ekofenotiplari ham saqlanib qolgan edi. Dastlabki va o'rta golosen qobiqli shakllarining ajoyib xilma-xilligi bilan ajralib turadi. Golosen, shuningdek, *Fagotia acicularis* [Esperiana (*Microcolpia*) *daudebartii acicularis*]ga yaqin bo'lgan silliq shakllarning yo'qolishini, jumladan, *M. hazayi* va *Fagotia acicularis* *F. thermalis* sifatida aniqlangan taksonlarni ham belgilaydi. So'nggi 2000-yilga to'g'ri keladigan kech Golosen temir asrining oxirida botqoqlikka o'tishni belgilovchi ko'l konlarining organik tarkibining ortishi bilan tavsiflanadi. Bu vaqtga kelib, qirrali va yelkali shakllarning mavjudligi *Melanopsis hungarica* deb ataladigan to'plamni (*M. hungarica*, *M. themaki*) ifodalovchi tasdiqlanishi mumkin. Shuningdek, zamonaviy endemik takson *Microcolpia* (*Melanopsis*) *parreyssii* (*Filipi* [6])ning birinchi vakillari paydo bo'lgan davrdir. Bu endemik tur so'nggi pleystosen ajdodi *Esperiana* (*Microcolpia*) *daudebartii acicularis*dan

boshlab turli xil kech muzlik va golosen ekofenotiplari orqali evolyutsion naslning oxirgi a'zosini ifodalaydi. Batafsil genetik tahlil natijalari ushbu taksonning evolyutsiyasi haqidagi taxminlarimizni mustaqil ravishda tasdiqladi [74].

Maqolaning yakuniy qismi juda achinarli, chunki turli endemik gastropoda taksonlari, jumladan, *Theodoxus prevostianus* uchun qulay bo'lgan bu noyob O'rta Pleystotsen refugia bir necha yil ichida butunlay yo'q bo'lib ketishi mumkin. Endemik Microcolpia (*Melanopsis*) parreyssii parreyssii (Phillipi [6])ning so'nggi a'zolari Vengriya ilmiy-tadqiqot instituti Sent-Ladislaus ko'li akvariumida ko'li tubining inson ta'sirida qurib ketishi haqida bo'lib zoologlarning tezkor javoblari tufayli sun'iy sharoitlarda yashashmoqda. Avvalgi sharoitlarni tiklash bo'yicha chora-tadbirlar ko'rilgan bo'lsa-da, yangi tashkil etilgan sun'iy termal ko'llar tizimi kelajakda o'zining qo'riqxonalarini to'liq bajara olmasligi mumkin. Shunga qaramay, ma'lumotlarimiz Karpat havzasi hududida muzlik davrining eng sovuq davrlarida ham mollyuskalarni saqlab qolishda issiq suvli buloqli termal ko'llarning muhimligini aniq ko'rsatdi. Bir nechta bunday tizimlar havzaning turli qismlaridan, shuningdek, Karpat tog'lariga o'tish zonasidan ma'lum bo'lganligi sa-



4-rasm. Petény (Peskő II) va Rejtek qoya boshpanalaridan olingan radiokarbonli paleoekologik ma'lumotlar A1 = Rejtek saytidagi ketma-ketlikning antrakologik asoslangan o'simlik fazalari. A2 = Rejtek saytidagi ketma-ketlikning sutemizuvchilar fazalari. A3 = mahalliy malakologik zonalalar. Rejtek saytidagi ketma-ketlik. A/B = tahlil qilingan joylarda arxeologik topilmalar va vaqtlar. B1 = Petény saytidagi antrakologik va gulchanglarga asoslangan o'simlik fazalari. B2 = Petény saytidagi ketma-ketlikning sutemizuvchilar fazalari va B3 = mahalliy Petény saytidagi ketma-ketlikning malakologik zonalari.

babli, ular ham muzning sovuq paytida issiqlikni yaxshi ko'radigan muzlik davri mollyuskalarning omon qolishida muhim rol o'ynashi mumkin deb taxmin qilish mumkin.

3. Dengiz sathidan 500–700 m balandlikda bo'lgan baland tog'larda, balandlik oralig'idagi muzlik davri o'rmon refugiumi: Vengriyaning shimoli-sharqdagi Peteni g'ori va Reytek 1 tosh boshpanasi, Byukk tog'lari

1950-yillarda boshlangan qazilma ishlarida umurtqali hayvonlarni o'rganuvchi paleontologlar, antrakologlar va arxeologlarning hamkorlikdagi ishinining bir qismi sifatida Shimoliy Vengriyadagi Bukk tog'larida topilgan ikkita g'or tizimida olib borilgan qazishmalarda, Shimoliy Vengriyaning baland tog'larida muzlik davridagi o'rmonlarda refugia mavjudligiga oid ajoyib ma'lumotlar topildi. Karpat havzasi [45–48, 75–78]. O'rganilgan g'orlardan biri trias ohaktoshida 735 m ASL (Peteni g'ori) balandlikda hosil bo'lgan (1-rasm). Ikkinchisi, 500 m ASL balandlikda topilgan Rejtek qoyali boshpanasi yura ohaktoshida hosil bo'lgan. Ikkala g'or tizimi ham janubga qaragan. Olingan umurtqali hayvonlar faunasi va qayta tiklangan arxeologiya ma'lumotlariga ko'ra, cho'kma to'planishi ushbu karstik chuqurliklarda muzlik davrining oxirgi qismidan boshlangan bo'lishi mumkin. Aniqlangan litologik gorizontlardan nozik stratigrafik namuna olish natijasida ko'plab ko'mir bo'laklari paydo bo'ldi. Bu kuydirilgan o'simlik qoldiqlarining taksonomik tarkibi oxirgi muzlik davrining so'nggi bosqichida ushbu balandlikda aralash tayga o'rmonlari paydo bo'lganligini ko'rsatdi [45–48]. Bu o'rmonlarda archa va shotland qarag'aylarining aniq ustunligidan tashqari, qayrag'och, eman, jo'ka (lipa daraxti), zarang, qoraqayin, shumtol, shuningdek, yong'oq (xunduk) kabi bargli elementlarning tarqoq qismlari ham mavjud edi. Ushbu ma'lumotlarga asoslanib, Jozsef Stiber birinchi marta Karpat havzasida mo'tadil termomezofil daraxtlar uchun muzlik davri o'rmonlari mavjudligi haqidagi g'oyani ilgari surdi [45–48]. Afsuski, uning kuzatuvlari o'z davrining venger botaniklarining ko'pchiligi tomonidan ma'qullanmagan. Faqat 1999-yilda Britaniya-Vengriya tadqiqot guruhi uning taxminini mustaqil ravishda tasdiqlashga muvaffaq bo'ldi [49–52, 55, 56]. Stiber va uning hamkasbi Denes Yanossi tomonidan olingan namunalar ko'plab quruqlikdagi mollyuskalarni topdi va ular keyingi baholash uchun XX asr oxiridagi to'rtlamchi davrning taniqli malakologi marhum Endre Kroloppga topshirildi. Ikkala g'orning malakologik qoldiqlari 1950-yillarda namuna olingan asosiy stratigrafik birliklarning 14C davri bilan to'ldirilgan ko'mir qoldiqlarini qayta ko'rib chiqish bilan birga ilmiy baholangan [55, 56]. Ushbu tadqiqotlar natijalariga ko'ra, Markaziy Yevropa o'rmon mollyuskalari bu hududda hatto oxirgi muzlik davridan boshlab hukmronlik qilgan (4-rasm).

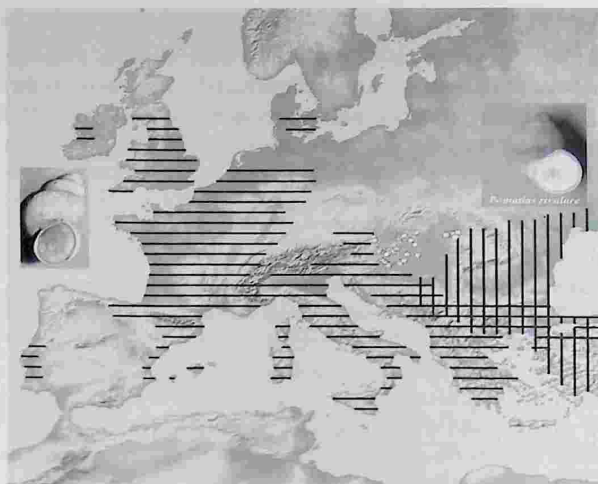
So'nggi muzlik gorizontida ustunlik qiluvchi tur *Cochlodina cerata* hisoblanadi. Ushbu taksonning yashash joyining zamonaviy tarqalishi Shimoliy, Shimoliy-Sharqiy Karpat tog'lari hududida, tog' etaklarining pastki alp o'rmonlaridan

to yuqori alp o'rmonlarigacha bo'lgan balandlikda joylashgan. 1000 m [79–84]. Binobarin, Shimoliy Vengriyaning shimolidagi Bükk tog'larida joylashgan ASL 500–750 m balandliklar oralig'ida o'rganilgan hudud o'rmon mollyuskalari turlari uchun muzlik davrining panohi vazifasini bajargan bo'lishi kerak [49–55, 64].

Bu topilmalar Vengriya tog'lari va G'arbiy Karpatning to'rtlamchi davr mollyuskalari faunasi bo'yicha keyingi tadqiqotlar bilan tasdiqlangan [85–90]. Shuni ta'kidlash kerakki, Ref. [90], radiokarbon natijalari faqat Golosen davrini qamrab olgan. *Cochlodina cerata* gorizontining qo'shimcha faunasidagi sovuqni yaxshi ko'radigan va sovuqqa chidamli elementlar hozirgi vaqtda qoraqayin va qarag'ay o'rmonlarida yashaydigan bitta takson *Discus ruderalis* bilan ifodalanadi. Biroq dastlabki qazilmalarning ushbu qismida *Bradybaena fruticum* va *Euomphalia strigella* kabi issiqlikni sevuvchi elementlar ham qayd etilgan. Binobarin, mollyuskalar faunasining umumiy tarkibi ko'mir qoldiqlari asosida olib borilgan kuzatishlar va xulosalarga aniq mos keladi. Ya'ni, so'nggi muzlik davridagi aralash tayga o'rmonida mo'tadil termofil o'rmon taksonlari uchun refugiya mavjudligi [45–52]. So'nggi muzlik davrida *Discus perspectivus*ning mavjudligi, shuningdek, pleystosen/golotsen davrini ifodalovchi qatlamlarda *Cochlodina cerata*, *Cochlodina laminata*, *Clausilia dubia*, *Clausilia pumila* va *Laciniaria plicata* mollyuskalarining qoldiqlari joylashuvning ajoyib xususiyati hisoblanadi. *Discus perspectivus* va *Discus ruderalis*ning jamoaviy ko'rinishi tadqiqot hududida ikkilamchi qo'riqxonaning rivojlanishidan dalolat beradi [49], ya'ni pleystosenning sovuqqa chidamli va sovuqni yaxshi ko'radigan elementlarining so'nggi davrlarda issiqlikni yaxshi ko'radigan golosen taksonlari bilan birgalikda mavjudligini ko'rsatadi. Dastlab aytib o'tilganidek, Batorliget botqoqli ekologik tarixiy obidada o'tkazilgan paleoekologik, geologik, geokimyoviy va sedimentologik kuzatishlar asosida Karpat havzasidagi muzliklar [55] keyingi bobda muhokama qilinadi. Bizning topilmalarga ko'ra, Karpat tog'larining ichki Subkarpat zonasida 800 dan 500 m gacha bo'lgan mos balandlikdagi janubiy ta'sirga ega tosh devorlari va tosh yuzalarida maxsus mikroiklim sharoitlari (kiruvchi nurlanish burchagi, havo namligining kondensatsiyasi uchun minimal balandlik) bo'lishi kerak), bu hatto muzlik davrining eng sovuq davrlarida ham [53–56, 67] mo'tadil o'rmon refugiyalarining paydo bo'lishiga imkon berdi [91, 92]. Shunga o'xshash o'rmonzorlar suv toshqini ekotoni va havzaning markazidagi orolga o'xshash tepaliklarning tog' oldi hududlarida ham paydo bo'lishi mumkin edi [93, 94].

4. Shamol esgan qumtepalar va sel tekisliklari chegarasidagi muzlik davri: Batorliget botqog'i, Nyrseg viloyati, Shimoliy Vengriya va Oksa botqoqliligi, Dunay-Tissa daryosi oralig'i, Markaziy Vengriyadan misollar

Batorliget botqoqligining yuqori muhofaza qilinadigan hududi Buyuk Vengriya tekisligining shimoliy qismida (GHP) Ruminiya bilan davlat chegarasidan taxminan 2 km g'arbda, shamol esgan qumlar bilan qoplangan Nyírség allyuvial fa-



5-rasm. *Pomatias elegans* va *Pomatias rivulare*ning Yevropada tarqalishi va ularning Vengriyadagi qazilma, qadimgi va zamonaviy topilmalari. Gorizontaal qora chiziq = *Pomatias elegans* ning Yevropa bo'ylab tarqalishi; vertikal qora chiziq = *Pomatias rivulare* ning Yevropa bo'ylab tarqalishi; oq qo'shuv belgisi = *Pomatias elegans*, Vértezzölös, Tata va Budai Várhegy ning Vengriya pleystotsenidagi tarqalishi; oq besh burchaklar = *Pomatias elegans* ning hozirgi Vengriya bo'ylab tarqalishi; oq to'rt burchaklar = *Pomatias elegans*, Bérbaltavár, Tihany, Órtilos, Zákány va Zákányfalu = *Pomatias elegans*.

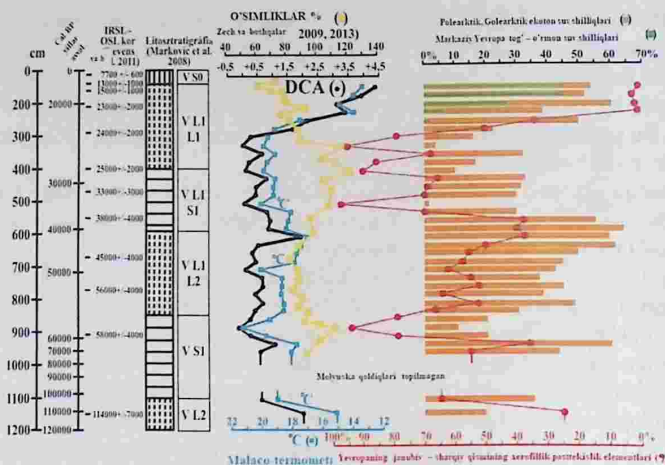
nati hududida joylashgan (1-rasm). Ócsa botqoqligi boshqa tomonda, GHPning shimoliy-g'arbiy qismida, Dunay pasttekisligining chekkasida, tarqoq shamolli qumtepalar hududida joylashgan. Ikkala joy ham muzlik davrida dastlab oligotrofik ko'lga ega bo'lgan dengizlararo chuqurlikda joylashgan bo'lib, u ohakli ko'llar tizimiga aylanib, oxir-oqibat evtrofik ko'lga, so'ngra botqoqlikka aylangan. Mavjud mutlaq xronologiyaga ko'ra, oligotrofik ko'lning paydo bo'lishi so'nggi muzlik davrining eng sovuq davrida: oxirgi muzlik maksimal (LGM) 20–22 ka atrofida boshlangan. Biroq birinchi mollyuska qoldiqlari faqat kech muzlik davriga oid konlarda topilgan. Pontiyalik *Pomatias rivulare*, Markaziy Yevropa o'rmonida yashovchi *Dicoma perspectivus*, shuningdek, hozirda Karpat tog'larining alp o'rmonlarida yashaydigan *Dicoma rudatus* chig'anoqlari kech muzlik va muzlikdan keyingi o'lti zonalarda paydo bo'ladi. Batorliget botqoqlik profilida. Sovuqni yanshi ko'radigan va termofil elementlardan tashkil topgan bu paleo birikmasi gulchanglar tahlili natijalari bilan aniq sinxronlashtirilishi mumkin, bu qarag'ay va turli xil mo'tadil daraxtli elementlarning aralash tayga stendlari mavjudligini ko'rsatadi [55, 95]. Shunday qilib, bu yozuvlar muzlik davrida GHPning Shimoliy qismida shamolli qum va suv toshqin zonalarini chegarasida aralash tayga o'r-

monlari rivojlanganligini ko'rsatadi, uning tarkibi avvalgi bob maqolalarida aytib o'tilgan tog' oldi hududlaridagi aralash tayga o'rmonlari bilan bir xil edi. Moll-yuskalar faunasining sezilarli farqi Karpat havzasida uchlamchi davrda [96, 97] botqoqlik ketma-ketligida rivojlangan *Ponsiy gastropoda* turining paydo bo'lishidir. Bu gastropoda vakillari, *Pomatias rivulare*, yumshoqroq iqlim sharoitlarini afzal ko'radi (5-rasm).

Shunga o'xshash paleokompleksiya Oksa botqoqligidagi Postglacial/Golosen konlarida aniqlangan. Biroq bu oxirgi konturda *Pontian Pomatias rivulare* o'zining Atlanto-O'rta yer dengizi vakili o'xshash bo'lgan *Pomatias elegans* bilan almash-tiriladi. Ushbu oxirgi taksonlarning Ocsa profilidagi radiokarbon sanasi bo'yicha ko'rinishi taksonning Atlantika bo'ylab birinchi tarqalish yozuvlaridan bir necha ming yil oldin Yevropada qayd etilgan eng qadimgi ko'rinishdir [98, 99].

Ushbu ma'lumotlarga asoslanib, taksonning Atlantika va Markaziy Yevropa-da tarqalishi O'rta Golosen [100] bilan bog'liq degan taxminni rad etish kerak. Pomatiyaning paydo bo'lishi *elegans* bizning Vengriya yozuvlari bilan birga italyan Grotta di Latronico g'orining ilk mezolit madaniy qatlamida ham qayd etilgan. Ushbu taksonning chig'anoqlari BP ning 9000 cal dan katta bo'lgan konlarda, shuningdek, postglacial va erta golosenga tegishli [101]. Ushbu taksonning yoshi bir xil bo'lgan vakillaridan Iberiya [102] va Janubiy Fransiya [103] ma'lum bo'lgan. Ushbu so'nggi misollarda, *Pomatias elegans* gastropoda turlarining birinchi vakili, xuddi shu tarzda 9000 kal BP yilida mezolit gorizontidan kattaroq qatlam-larda paydo bo'lgan.

Xulosa qilib aytganda, Ocsa va Bátorliget botqoqli hududlarida Golosenning ochilishiga tegishli moll-yuskalar faunasi mo'tadil yopiq o'rmonzorlarni xarak-terlovchi o'rmonda yashovchi bo'lgan. Bu erta Golosen faunasi Karpat, Transil-vaniya o'rta tog'lari va Vengriya o'rta tog'lari hududlari bilan chegaralangan va Buyuk Vengriya tekisliklariga xos bo'lgan bunday taksonlarning paydo bo'lishi bilan ajralib turadi va ikkalasida ham ajoyib tur ko'rsatkichlari bo'lib xizmat qi-ladi. Stratigrafiya va paleo-ekologik sharoit, chunki ular pleystotsen davrida eng ko'p yog'ingarchilik bo'lgan eng yumshoq muzlararo davrlarda paydo bo'lishga moyil bo'lgan [25, 26]. O'rmonlarda yashovchi o'rmon malakofaunasi Marka-ziy Yevropa tog'larida yashaydigan va Bolqon yarim orolidan Boltiqbo'yigacha bo'lgan hududda keng tarqalgan qalin o'rmonli muhitda bir xil miqdorda paydo bo'ladigan yuqori bardoshli turlardan iborat. Bu jamoaning eng xarakterli vakil-lari quyidagilardir: Karpat-Boltiq *Ruthenica filigrana*, *Macrogaster lutescens* va *Bolgarica cana*; Carpathian *Perforatella vicina*; Markaziy Yevropa *Discus polita*, *Laciniaria plicata* va *Perforatella hidenata*; Markaziy va Janubiy Yeo-ropa *Discus perspectivus* va *Oxychilus glaber*; Yevropa *Carychium tridentatum*, *Vertigo pusilla*, *Ena obscura*, *Vitrea crystallina*, *Acgopinella pura* va *Cochlodina laminata*; va *Euxine Pomatias rivulare* yoki Atlanto-O'rta yer dengizi *Pomatias elegans*.



6-rasm. Tsrvenka (Shimoliy Voyvodina, Serbiya) dagi g'isht zavodining kech pleystotsen lyoss/paleosol ketma-ketligi bo'yicha turli paleoekologik ko'rsatkich guruhlarining tebranishlari.

Ko'rsatilgan botqoqlik hududi joylashgan ikkala mintaqa ham yuqorida aytib o'tilgan o'rmon vakillarining quyi qazilmalarni taqsimlash ma'lumotlariga asoslanib, daryo vodiylari orqali o'rta tog'larning janubga qaragan tog' etaklari bilan to'g'ridan to'g'ri bog'langan. Aynan mana shu tog' oldi hududlari muzlikdan keyingi o'rmon elementlari uchun boshpana vazifasini o'tagan [55, 56].

5. Mo'tadil o'rmonli dasht va dasht gastropodalarining muzlik davri: Shimoliy Voyvodina, Serbiya, Tsrvenka g'isht zavodining lyoss/paleozol ketma-ketligi bo'yicha to'rtlamchi malakologik tadqiqotlar natijalari

1980-yillarda Karpat havzasining sharqiy yarmidan olingan radiokarbonli lyoss/paleosol ketma-ketliklarida o'tkazilgan to'rtlamchi davr mollyuskalari tahlillari natijalari Karpat havzasining so'nggi pleystosen muhiti bir xil bo'lmaganligini aniq ko'rsatdi [54, 55, 64]. Bu kuzatishlar havzaning turli qismlaridan olingan va so'nggi pleystotsen davrini qamrab olgan malakologik faktdan foydalangan holda keyingi qiyosiy paleobiogeografik tadqiqotlarga turtki berdi. Havzaning janubiy qismiga xos bo'lgan atrof-muhit sharoitlarini ta'kidlash uchun Trvenka g'isht zavodida Shimoliy Voyvodina lyoss/paleosol ketma-ketligidagi mollyuskalar faunasi haqidagi topilmalarimiz quyidagi qismda keltirilgan [69, 104, 105]. Malakofaunaning kuzatilgan xususiyatlari xuddi shu vaqt oralig'ini qamrab olgan Janubiy GHPdagi boshqa lyoss/paleozol konturdan topilgan xususiyatlarga mos keladi [54, 55, 67, 68]. Ushbu konturlarni u yoki Crvenka bilan qiyosiy tahlil

qilish bizga havzaning janubiy qismidagi so'nggi muzlik paleobiogeografiyasini qayta qurish va mo'tadil o'rmonli dasht va dasht gastropoda elementlari uchun refigualarning fazoviy taqsimlanishini hal qilish imkonini berdi. Crvenka loess/paleosol konturining mollyuskalar faunasida kuzatilgan o'zgarishlar NGRIP Grenlandiya muz yadrosida qayd etilgan iqlim o'zgarishlariga mos keladi. GI17 va GI2 o'rtasidagi Grenlandiya interstadiallarini ifodalovchi ko'plab interstadial («Interstadial» («interstade»)) – muzlik davridagi iqlimiy epizod bo'lib, unda muzliklarning ikkilamchi retsessiyasi yoki to'xtashi sodir bo'ladi. Manba: To'rtlamchi davr fanlari ensiklopediyasi, (2007) gorizontlarning mavjudligi aniqlanishi mumkin edi (6-rasm). Namuna olishning nisbatan past aniqligi yuz yillik miqyosda barcha GI hodisalarini aniqlashga to'stinlik qildi. Bizning malakologik ma'lumotlarimizga asoslanib, yumshoq davrlar yuqori harorat va namlikning pasayishi bilan tavsiflanadi, buning natijasida qisqa o'tloq o'simliklari va cho'lda yashovchi mollyuskalar fiksatsiyalanadi va kengayadi, salqin davrlarda esa haroratning ozgina pasayishi va namlikning oshishi kuzatilgan. Baland o'tlar va ba'zi arboreal elementlarning (tarqalgan daraxtlar va butalar) kengayishiga yordam berish.

Bu turdagi o'zgarishlar, ayniqsa, oxirgi muzlik davrida o'z maksimaliga cho'qqisiga yetganligi yaqqol namoyon bo'ladi. Bu vaqt ichida Yevropaning shimoliy va g'arbiy muzdan xoli hududlarida sovuqni yaxshi ko'radigan, tundrada yashovchi mollyuskalarning kengayishi qayd etilgan. Aksincha, bu davr sovuqni yaxshi ko'radigan Arkt–Alp elementlari bilan teng ravishda qalin o'rmonda yashaydigan mollyuskalarning paydo bo'lishi bilan tavsiflanadi. Kuzatilgan tendensiyalarga ko'ra, GHPning janubiy qismlari so'nggi muzlik davrining issiq va salqin davrlarida kalta o'simlik va baland o'tloqlarning o'zgaruvchan kengayishi va chekinishi bilan ajralib turardi. Ushbu yashash joylarining mozaikaga o'xshash murakkabligi tufayli, namlik, harorat va o'simlik qoplamiga nisbatan qarama-qarshi ekologik afzalliklarga ega bo'lgan mollyuskalar taksonlari kech pleystosenda yonma-yon yashashi mumkin edi. Sovvuq haroratda namlikning oshishi mollyuskalarning kengayishiga yordam berdi va bu juda xilma-xil fauna paydo bo'lishiga olib keldi. Aksincha, quruq iqlim sharoit yaratadigan issiq davrlarda xilma-xillik kamaydi.

Karpat havzasining janubiy qismining bu o'ziga xos xususiyati yangi tasvirlangan hodisa emas. Taxminiy ma'lumotlardan ma'lumki, 30 yil davomida havzaning janubiy qismlari mollyuskalar faunasi tarkibidagi o'zgarishlar Karpat havzasining boshqa qismlarida, shuningdek, shimoliy, g'arbiy va sharqiy Yevropada qayd etilganidan butunlay farq qiladi [54, 64, 67, 94, 106]. Eng muhim farq kserotermofil o'tloq vakillarining (*Cochlicopa lubricella*, *Granaria frumentum*, *Pupilla triplicata*, *Chondrula tridens* va *Helicopsis striata*) so'nggi pleystosenning to'liq davrida doimiy mavjudligi va ularning interstadiallarga mos keladigan davrlarda aniq hukmronligida namoyon bo'ladi [67, 69]. Ta'kidlash kerakki, janubiy GHPning turli profililarida alohida taksonlarning dominantlik cho'qqilari mahalliy

atrof-muhit va mikroiklim sharoitlarining o'zgarishi tufayli tamoman teng bo'lmashligi mumkin. Shunga qaramay, o'xshash issiqlikni sezuvchi paleoekologik guruhlarining vaqt bo'yicha umumiy tebranishlari individual profillar o'rtasida sinxronidir [67, 69].

Shuningdek, faqat oz miqdorda harorat pasayishlari bilan ajralib turadigan stadiallarda, mollyuskalar faunasining ustun elementlari Golarktik o'rmon dashtlari va baland o'simlikli dasht populyatsiyalari, birinchi navbatda *Vallonia costata* turlarining a'zolari bo'lgan. Interstadiallar davomida faunada Karpat havzasining markaziy eng qurg'oqchil pannoniya o'rmon dashtlarini (*Cochlicopa lubricella*, *Granaria frumentum* va *Helicopsis striata paleoassemblage*) egallagan kalta o'simlikli Pontiya o'tloq populyatsiyasiga xos bo'lgan turlar ustunlik qildi. Shu bilan birga, garchi juda quyi darajadagi kuchsiz bo'lsa ham, malakofaunada golarktik o'rmon dashtlarining vakillari ham mavjud edi. Xuddi shunday, Pontiya o'tlog'i vakillari stadial mollyuskalar tarkibida mavjud bo'lgan.

Ma'lumotlarning barchasi 60 000 dan 24 000 kaloral BP yil oralig'ida qisqa va baland o'tloqli turdagi o'ta murakkab bo'laklardan tashkil topgan mo'tadil Pannoniya o'rmonli dasht-cho'l hududlari ekotoni mavjudligini ko'rsatadi. Pleystotsen davri oxirining takrorlanuvchi makroiqlim o'zgarishlari bu ekologik mozaikalarining siklik kengayishini va chekinishini nazorat qildi [67]. Mo'tadil yaylovlarning eng yaxshi ko'rsatkichi *Granaria frumentum* hisoblanadi. Bu turning eng katta havoda tarqalishi taxminan kech muzlik davrida qayd etilgan. Karpat havzasida 60 ka. Bu vaqt ichida ushbu taksonning mavjudligi GHPdan tashqari G'arbiy Vengriyadagi Transdanubiya O'rta tog'lari va Sub-Karpat-Alp mintaqalarida kuzatilishi mumkin edi. Bu fazoviy taqsimot so'nggi muzliklararo davrda (MIS 5) rivojlangan bo'lishi mumkin, bu tur Markaziy Yevropaning deyarli barcha hududlariga, jumladan, Chexiya havzasi [107], Vena havzasi [108], shuningdek, Alp tog'lari va Karpat tog'lariga tarqaldi. Mts taxminan balandlikda. 1000 m ASL [25, 26, 109]. Bularning barchasi mo'tadil o'rmonli dashtlarning tog' etaklari va past tog'li hududlarga qadar kengayganligidan dalolat beradi, so'nggi muzliklararo qurg'oqchilik davrida ham yuqori harorat bilan xarakterlanadi. 60 yil o'tgach, so'nggi muzlik davrining boshlanishining belgilaridan bir bo'lgan, *Granaria frumentum* ning qulay mikroiklim sharoitlari bilan ajralib turadigan tarqoq yashash joylariga tarqalishida asta-sekin chekinish kuzatiladi. Belgilangan taksonning yana bir katta kengayishi mavjud bo'lib, u 40 dan 30 ka gacha bo'lishi mumkin. Eng yuqori ko'rsatkich GHP ning janubiy qismlarida qayd etilgan, shimolga asta-sekin pasayish kuzatilgan. Karpat havzasining janubiy qismida yana 30 dan 24 ka gacha bo'lgan tarqoq refugialar uchun katta chekinish mavjud bo'lib, bu oxirgi muzlikning eng sovuq bosqichining boshlanishini belgilab berdi. Ma'lumotlar bazasiga (Vengriya Quartermalacological Database) to'plangan o'zimizning mollyuskalar ma'lumotlaridan foydalangan holda o'tkazilgan keng qamrovli tadqiqotlar natijalariga ko'ra, GHPning janubiy qismi, jumladan, Serbiyaning Voyvodina hududi

Karpatning janubiy etaklari, Dinaridlarning chekka maydoni va uning shimoliy orol tepaliklari ham o'tish davri o'tasida tebranish zonasi bo'lgan. Bu zonada so'nggi pleystotsenning issiqroq, qurg'oqchil davrlarida mo'tadil pannoniya o'tloqlari va o'rmonli dasht ekotoni joylashgan. Aksincha, bu o'simlik majmuasi hozirgi Janubiy Sibirning tayga cho'llariga o'xshash salqin davrlarda boreal o'rmonli dasht bilan almashtirildi. O'simliklarning bu o'ziga xos evolyutsiyasi Karpat havzasining shimoliy qismlari, shuningdek, Shimoliy, G'arbiy va Markaziy Yevropadan butunlay farq qiladi. Bu farq muzlik davrining mintaqaviy va mahalliy yuqori haroratlari bilan bog'liq bo'lib, bu avvalgi hududlarda quruqroq sharoitga olib keladi. Shunday qilib, havzaning janubiy hududlarida o'simliklar va moll-yuskalar faunasining evolyutsiyasida eng muhim ekologik omil namlik bo'lgan so'nggi muzlik davrida hududning yuqori qurg'oqchilik darajasi qisman dengiz va okeanlardan uzoqda joylashganligi bilan bog'liq. Bundan tashqari, atrof-dagi tog'larning ko'tarilishining kuchayishi havza natijasida deb hisoblangan.

6. Xulosa

Karpat havzasining maydoni havza miqyosida mavjud bo'lgan keng ko'lami-
li ekologik mozaika bilan tavsiflanadi. Bu murakkablik pastga qarab mintaqaviy
va mahalliy miqyosda kuchayadi. Havza miqyosidagi asosiy harakatlantiruvchi
omil – bu Atlantika, Alp tog'lari va kontinental ta'sirlardan Sub-O'rta yer den-
gizi–Pontik iqlim ta'sirigacha bo'lgan turli xil iqlim ta'sirlarining mintaqaviy
bir-biriga mos kelishidir. Bizning ma'lumotlarga ko'ra, atrof-muhitning mozaika-
ga o'xshash bunday murakkabligi muzlik davrida ham rivojlangan va moll-yuska-
lar faunasining rivojlanishini ham mintaqaviy, ham mahalliy miqyosda boshqar-
gan. Geomorfologiya, tub jinslar, yer osti suvlari sathi, ekspozitsiya, shuningdek,
tuproq sharoitlari mintaqaviy va mahalliy miqyosda makro miqyosdagi mozaikani
yanada oshirdi. Ushbu mintaqaviy ekologik mozaikalar quruqlikdagi va chuchuk
suvdagi issiqlikni yaxshi ko'radigan gastropodalar uchun muzlik davri yashash
joylari vazifasini bajargan. Ularni uzoq muddatli saqlash havzaning tabiiy biotasi-
ni o'zgaruvchan iqlim sharoitlarida saqlab qolishning kalitidir.

Minnatdorchilik

Tadqiqot GINOP-2.3.15-02-2016-00009 «ICER» loyihasida Yevropa min-
taqaviy taraqqiyot jamg'armasi tomonidan moliyalashtirilgan, Yevropa Ittifoqi va
Vengriya Davlati tomonidan qo'llab-quvvatlandi.

Muallif ma'lumotlari

Pál Sümegi^{1,2}, Sándor Gulyás^{1*}, Dávid Molnár¹, Katalin Náfrádi¹, Tünde Töröcsik^{1,2},
Balázs P. Sümegi^{1,2}, Tamás Müller³, Gábor Szilágyi^{1,4} and Zoltán Varga⁵.

* Barcha yozishmalarni quyidagi manzilga yuborshingiz mumkin: gulyas.sandor@
geo.u-szeged.hu

1. Geologiya va paleontologiya kafedrası, Seged universiteti, Szeged, Vengriya.
2. Vengriya Fanlar akademiyasining Arxeologiya instituti, Budapesht, Vengriya.
3. Akvakultura kafedrası, Szent Istvan universiteti, Gödöllo, Vengriya.
4. Hortobagy milliy bog'i boshqarmasi, Debretsen, Vengriya.
5. Evolyutsion zoologiya va inson biologiyasi kafedrası, Debretsen universiteti, Debretsen, Vengriya.

Adabiyotlar:

- [1] Denton GH, Hughes TJ. The Last Great Ice Sheets. New York: Wiley; 2011
- [2] Maruszczak H. Problems of paleogeographic interpretation of ice wedge casts in European loesses. In: Pécsi M, French HM, editors. Loess and Periglacial Phenomena. Budapest: Akadémiai Kiadó; 1987. pp. 285-302
- [3] Vandenbergh J, French HM, Gorbunov A, Marchenko S, Velichko AA, Jin H, Cui Z, Zhang T, Wan X. The last permafrost maximum (LPM) map of the northern hemisphere: Permafrost extent and mean annual air temperatures, 25-17 ka BP. *Boreas*. 2014; 43:652-666
- [4] Ruszkiczay-Rüdiger Z, Kern Z. Permafrost or seasonal frost? A review of paleoclimatic proxies of the last glacial cycle in the east central European lowlands. *Quaternary International*. 2016;415:241-252
- [5] Hauer F. Über die geologische Beschaffenheit des Körös-Thales im östlichen Theile des Biliarer Comitatus. Wien: Jahrbuch der kaiserlich und königlich geologische Keischsanstalt; 1852. 250 p
- [6] Philippi RA. Abbildungen und Beschreibungen neuer oder wenig gekannter Conchylien. Druck und Verlag von Theodor Fisher: Cassel; 1847. 230 p
- [7] Wolf H. Bericht über die geologischen Verhältnisse im Körösthale in Ungarn, nach den Aufnahmen im Jahre 1860. Wien: Jahrbuch der kaiserlich und königlich geologische Keischsanstalt; 1863. pp. 265-292
- [8] Szontagh T. The geological description of Nagyvárad and its surroundings. In: Bunyitai V, editor. Narrative of Nagyvárad. Nagyvárad: Kutasi; 1890. 19-44 p. [in Hungarian]
- [9] Tóth M. Data about Diluvial formations of Nagyvárad region. *Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 25. Vándorgyűlése Munkálatai*. 1891;25:474-479. [in Hungarian]
- [10] Morlot, A von: Über die quaternären Gebilde des Rhonegebiets. *Verhandlungen der Schweizerischen Gesellschaften geschichteten Naturwissenschaften*. 1854;39:161-164
- [11] Milankovitch M. Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeit-enproblem. Royal Serbian Academy, Section of Mathematical and Natural Sciences. 1941;32:1-633
- [12] Gibbard PL, Head MJ. IUGS ratification of the quaternary system/period and the Pleistocene series/epoch with a base at 2.58 MA. *Quaternaire*. 2009;20:411-412
- [13] Gibbard PL, Head MJ. The newly-ratified definition of the quaternary system/period and redefinition of the Pleistocene series/epoch, and comparison of proposals advanced prior to formal ratification. *Episodes*. 2010;33:152-158
- [14] Gibbard PL van Kolfschoten Th. The quaternary system. (the Pleistocene and Holocene series). In: Gradstein F, Ogg J, Smith A, editors. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge: Cambridge University Press; 2005. pp. 441-452

[15] Gibbard PL, Smith AG, Zalasiewicz JA, Barry TL, Cantrill D, Coe AL, Cope JCW, Gale AS, Gregory J, Powell JH, Rawson PF, Stone P, Waters CN. What status for the quaternary? *Boreas*. 2005;34:1-6

[16] Gibbard PL, Head, MJ, Walker MJC. and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy: Formal ratification of the quaternary system/period and the Pleistocene series/epoch with a base at 2.58 ma. *Journal of Quaternary Sciences* 2010;25:96-102

[17] Brusina S. Eine subtropische Oasis in Ungarn. Mittheilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark. 1902;28:101-121

[18] Kormos T. Information on the *Melanopsis* species of thermal Bishop's bath in Nagyvárad. *Földtani Közlöny*. 1903;33:10-12 [in Hungarian]

[19] Kormos T. Paleontological publications. *Földtani Közlöny*. 1903;33:451-462

[20] Kormos T. Über den Ursprung der Thermenfauna von Püspökfürdő. *Földtani Közlöny*. 1905;35:375-402 and 421-450

[21] Kormos T. The question of the bishop's bath and the Tatai Neritias. *Állattani Közlemények*. 1905;4:39-44 [in Hungarian]

[22] Staub M. Die Gegenwart und die Vergangenheit der Seerosen. *Engler's Botanische Jahrbucher*. 1892;14:1-13

[23] Staub M. New evidence of *Nymphaea Lotus* l. Hungarian nationality. *Növény-tani Közlemények*. 1903;2:1-8 [in Hungarian]

[24] Fehér Z, Majoros G, Varga A. A scoring method for the assessment of rarity and conservation value of the Hungarian freshwater molluscs. *Heldia*. 2004;6:106-114

[25] Krolopp E. Quaternary malacology in Hungary. *Földrajzi Közlemények*. 1973;21:161-171

[26] Krolopp E. Biostratigraphic division of Hungarian Pleistocene formations according to their mollusc fauna. *Acta Geologica Hungarica*. 1983;26:69-82

[27] Kerner A. The Flora of the Austro-Hungarian Monarchy. Magyar Királyi Államnyomda Kiadó: Budapest; 1881. 350 p. [in Hungarian]

[28] Simonkai L. Nagyvárad and its flora. In: Bunyitai V, editor. Narrative of Nagyvárad. Nagyvárad: Kutasi; 1890. 45-134pp [in Hungarian]

[29] Borbás V. The analogue of the generation of thermal fairy-rose. *Természettudományi Közlöny*. 1894;26:146-152 [in Hungarian]

[30] Richter A. The Nile fairy-rose or pseudo-lotus in the Hungarian Flora. *Természettudományi Közlöny*. 1897;20:204-221 [in Hungarian]

[31] Soós L. The question of the Hungarians of Nerethins. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*. 1906;24:392-421 [in Hungarian]

[32] Soós L. On the Pliocene Mollusc Fauna of Püspökfürdő. *Állattani Közlemények*. 1932; 29:64-72 [in Hungarian]

[33] Pauca M. Les Mollusques Pleistocenes de Baile Episcopesti. *Bulletin de la Societe Roumanie de. Geologie*. 1937;3:130-142

[34] Grossu A. *Gastropodaa Romaniae* 1. Bucureşti: Editura Litera; 1897. 1-524 pp

[35] Wanek F: Geological excursion-guide. VII. Bányászati – kohászati – földtani konferencia, Nagyvárad, 2005 március 31 – április 3. Programfüzet, Kolozsvár: Erdélyi Tudományos Társaság; 2005: 5-14. [in Hungarian]

- [36] Diaconeasa B. Analiza de polen din turba captiva de la «Baile 1 Mai» - Oradea. *Contributii Botanice*. 1962;35:305-313
- [37] Diaconeasa B, Popa D. Problema relictara a lotusului [*Nymphaea lotus* L. var. *thermalis* (D.C.) Tuza.] si a lacului termal de la Baile 1 Mai in lumina analizelor microstratigrafice. *Contributii Botanice*. 1964;37:35-140
- [38] Sümeği P, Molnár D, Sávai S, Töviskes RJ. Preliminary radiocarbon dated paleontological and geological data for the quaternary malacofauna at Püspökfürdő (Baile 1 Mai, Oradea region, Romania). *Malakológiai Tájékoztató*. 2012;30:31-37
- [39] Sümeği P, Molnár D, Sávai S, Gulyás S. Malacofauna evolution of the Lake Peşea (Püspökfürdő), Oradea region, Romania. *Nymphaea*. 2012;39:5-29
- [40] Sümeği P. Destroyed freshwater cradle. *Természet Világa*. 2015;146:361-364
- [41] Neubauer TA, Harzhauser M, Georgopoulou E, Wrožyna C. Population bottlenecks triggering millennial-scale morphospace shifts in endemic thermal-spring melanopsids. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2014;414:116-128
- [42] Neubauer TA, Harzhauser M, Mandić O, Georgopoulou E, Kroh A. Paleobiogeography and historical biogeography of the non-marine caenogastropoda family Melanopsidae. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2016;444:124-143
- [43] Vágvölgyi J. The Mollusc fauna of Bátorliget. In: Székessy V, editor. *Wildlife of the Bátorliget Marshland*. Budapest: Akadémiai Kiadó; 1953. 416-429pp [in Hungarian]
- [44] Vágvölgyi J. The formation of the malacofauna of the Carpathians. *Állattani Közlemények*. 1954;44:257-278
- [45] Stieber J. Antrakotomische Untersuchungen. *Folia Archaeologica*. 1956;8:1-22
- [46] Stieber J. The history of vegetation in Hungary in the mirror of anthracotomy results (until 1957). *Földtani Közöny*. 1967;97:308-317
- [47] Stieber J. Anthracotomy. Quarter Chronology and Homeland Pleistocene Vegetation. Thesis for DSc degree. Budapest: ELTE - Alkalmazott Növénytan és Szövetfejlődéstan Tanszék; 1968. 250 p
- [48] Stieber J. The late-glacial vegetation history of Hungary based on anthracotomic studies. *Földtani Közöny*. 1969;99:188-193
- [49] Willis KJ, Sümeği P, Braun M, Tóth A. The late quaternary environmental history of Bátorliget, N.E. Hungary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 1995;118: 25-47
- [50] Willis KJ, Braun M, Sümeği P, Tóth A. Does soil change cause vegetation change or vice-versa? A temporal perspective from Hungary. *Ecology*. 1997;78:740-750
- [51] Willis KJ, Sümeği P, Braun M, Bennett KD, Tóth A. Prehistoric land degradation in Hungary: Who, how and why? *Antiquity*. 1998;72:101-113
- [52] Willis KJ, Rudner E, Sümeği P. The full-glacial forests of central and southeastern Europe: Evidence from Hungarian palaeoecological records. *Quaternary Research*. 2000;53:203-213
- [53] Sümeği P, Krolópp E. Late quaternary Palaeoecology and historical geography of Hungary based on quatermalacological and radiocarbon analyses. *Proceedings of 12th International Malacological Congress Vigo, Spain: 1995. 330-331 pp*

[54] Sümegi P, Krolopp E. Quaternary malacological analyses for modeling of the upper Weichselian palaeoenvironmental changes in the Carpathian Basin. *Quaternary International*. 2002;91:53-63

[55] Sümegi P, Gulyás S, editors. The Geohistory of Bátorliget Marshland. Budapest: Archaeolingua Press; 2004. 353 pp

[56] Sümegi P, Náfrádi K. A radiocarbon-dated cave sequence and the Pleistocene/Holocene transition in Hungary. *Open Geosciences*. 2015;7:783-798

[57] Varga Z. Die Waldsteppen des pannonischen Raumes aus biogeographischer Sicht. *Düsseldorfer Geobotanica Kolloquien*. 1989;6:35-50

[58] Varga Z. Zoo-geography of the Carpathian Basin. In: Láng I, Bedő Z, Cséte L, editors. Plant, animal, habitat. Budapest: Magyar Tudománytár III; 2003. pp. 89-119

[59] Varga Z. Filogeography: Fauna history and evolutionary processes in Europe and the Carpathian Basin. In: Jordán F, editor. From DNA to Global Warming. Budapest: Scientia; 2005. 109-134 pp

[60] Varga Z. Fauna history and zoogeography of the Carpathian Basin. In: Fekete G, Varga Z, editors. The Flora and Fauna of Hungary's Regions. Budapest: MTA Stratégiai Kutatások; 2006. pp. 256-315

[61] Varga Z, Borhidi A, Fekete G, Debreczy Zs, Bartha D, Bölöni J, Molnár A, Kun A, Molnár Zs, Lendvei G, Szodfrid I, Rédei T, Fácser G, Sümegi P, Kósa G, Király G. The concept, types and characterization of forest-steppe. In: Molnár Zs, Kun A, editors. Great Hungarian Plain Forest Shrub Remains in Hungary. Budapest: WWF Kiadvány; 2000. 7-19 pp

[62] Sümegi P. Upper Pleistocene Evaluation of Hajdúság Region Based on Fine-Stratigraphical (Sedimentological, Paleontological, Geochemical) Analyses. Debrecen: Kossuth University; 1989. pp. 1-96

[63] Sümegi P. Comparative Paleoeecological and Stratigraphical Valuation of the NE Hungarian Loess Areas. Budapest – Debrecen: MTA (Hungary); 1996. 120pp

[64] Sümegi P. Loess and Upper Paleolithic Environment in Hungary. Aurea Kiadó: Nagykovácsi; 2005. 268 p

[65] Nyilas I, Sümegi P. The Mollusc fauna of Hortobágy at the end of the Pleistocene (Würm3) and in the Holocene. Proceeding of 10th International Malacological Congress, Tübingen. 1991;481-486

[66] Gaudényi T, Jovanovic M, Sümegi P, Markovic SB. Late Pleistocene Palaeo-Environmental History of the Irig Loess Section (Vojvodina, Yugoslavia). *Paleoecological Research*, 2002, a Conference on the Reconstruction and Modeling of Grass-Dominated Biomes, St-Cloud: Minnesota; 2002. pp. 11-12

[67] Sümegi P, Persaits G, Gulyás S. Woodland-grassland Ecotonal shifts in environmental mosaics: Lessons learnt from the environmental history of the Carpathian Basin (Central Europe) during the Holocene and the last ice age based on investigation of Paleobotanical and mollusk remains. In: Myster, R.W, editor. Ecotones between Forest and Grassland, New York: Springer Press; 2012. 17-57 pp

[68] Sümegi P, Náfrádi K, Molnár D, Sávia S. Results of paleoeecological studies in the loess region of Szeged-Óthalom (SE Hungary). *Quaternary International*. 2015;372: 66-78

[69] Sümegi P, Markovic SB, Molnár D, Sávai S, Szelepcsényi Z, Novák Z. Crvenka loess- paleosol sequence revisited: Local and regional quaternary biogeographical inferences of the southern Carpathian Basin. *Open Geosciences*. 2016;8:309-404

[70] Töröcsik T, Sümegi P. The relationship between man, environment and vegetation in the Carpathian Basin from the end of the ice age to the present day. *Természet Világa*. 2016;147:49-57

[71] Nebout CN, Peyron O, Dormoy I, Desprat S, Beaudouin C, Kotthoff U, Marret F. Rapid climatic variability in the west Mediterranean during the last 25 000 years from high resolution pollen data. *Climate of the Past*. 2009;5:503-521

[72] Moreno A, Stoll H, Jiménez-Sánchez M, Cacho I, Valero-Garcés B, Ito E, Edwards RL. A speleothem record of glacial (25-11.6 kyr BP) rapid climatic changes from northern Iberian peninsula. *Global and Planetary Change*. 2010;71:218-231

[73] Moreno A, González-Sampériz P, Morellón M, Valero-Garcés BL, Fletcher WJ. Northern Iberian abrupt climate change dynamics during the last glacial cycle: A view from lacus- trine sediments. *Quaternary Science Reviews*. 2012;36:139-153

[74] Smolen M, Falniowski F. Molecular phylogeny and estimated time of divergence in the central European Melanopsidae: Melanopsis, Fagotia and Holandriana (Mollusc: Gastropoda: Cerithioidae). *Folia Malacologica*. 2009;17:1-9

[75] Jánosy D. Vorläufige Mitteilung über die Mittelpleistozäne Vertebratenfauna der Tarkó-Felsnische [Bükk-Gebirge, Nordostungarn]. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*. 1962;12:25-33

[76] Jánosy D, Kordos L. Pleistocene-Holocene Mollusc and vertebrate Fauna of two caves in Hungary. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*. 1976;25:35-48 Vértés L. Ausgrabungen in der Petényi- und Peskő-Höhle-Folia Archaeologica. 1956;9: 3-23

[77] Vértés L. Az őskörök és az átmeneti körök emlékei Magyarországon. Akadémiai Kiadó: Budapest; 1965. 176 p

[78] Sólymos P. Quantitative biogeographic characterization of Hungary based on the distribution data of land snails (Mollusca, Gastropoda): A case of nestedness of species ranges with extensive overlap of biotic elements. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 2008;54:289-287

[79] Farkas R. Data to the Mollusca Fauna of the Aggteleki-karszt, the Cserehát and the Putnoki-dombság (NE Hungary). *Malacological Newsletter*. 2005;23:143-152

[80] Farkas R. Data to the Mollusca Fauna of the Aggtelek karst, the Cserehát and the Putnok- hills (NE Hungary) II. *Malacological Newsletter*. 2008;26:43-80

[81] Horsák M, Juříčková L, Beran L, Čejka T, Dvořák L. Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky. *Malacologica Bohemoslovaca*. 2010;1:1-37

[82] Cameron RA, Pokryszko BM, Horsak M, Sirbu I, Gheoca V. Forest snail faunas from Transylvania (Romania) and their relationship to the faunas of central and northern Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*. 2011;104:471-479

[83] Rendos M, Čejka T, Steffek J, Mock A. Land snails from subterranean traps exposed in a forested scree slope (western Carpathians, Slovakia). *Folia Malacologica*. 2014;22: 255-261

- [84] Ložek V. Last glacial paleoenvironments of the west Carpathians in the light of fossil malacofauna. *Anthropozoic*. 2006;26:73-84
- [85] Ložek V. Molluscan and vertebrate successions from the Veľká Drienčanská cave. *Malacologica Bohemoslovaca*. 2012;11:39-44
- [86] Steffek J, Lucivjanská V. A study of successional processes on travertines in the Hornádska kotlina valley (Slovak Republic) on the basis of molluscs (Mollusca). *Ekológia*. 2008; 27:168
- [87] Juříčková L, Lozek V, Cejka T, Dvorak L, Horsák M, Hrabáková M, Míkovcová A, Steffek J. Molluscs of the Bukovské vrchy Mts in the Slovakian part of the Východné Karpaty biosphere reserve. *Folia Malacologica*. 2006;14:203-215
- [88] Juříčková L, Ložek V, Horáčková J, Tlachač P, Horáček I. Holocene succession and bio-geographical importance of mollusc fauna in the western Sudetes (Czech Republic). *Quaternary International*. 2014;353:210-224
- [89] Juříčková L, Horsák M, Horáčková J, Abraham V, Ložek V. Patterns of land-snail succession in Central Europe over the last 15,000 years: Main changes along environmental, spatial and temporal gradients. *Quaternary Science Reviews*. 2014;93:155-166
- [90] Bennett KD, Tzedakis PC, Willis KJ. Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography*. 1991;18:103-115
- [91] Birks HH. The late-quaternary history of arctic and alpine plants. *Plant Ecology & Diversity*. 2008;1:135-146
- [92] Sümeği P. Reconstruction of flora, soil and landscape evolution, and human impact on the Bereg plain from late-glacial up to the present, based on palaeoecological analysis. Pp. 173-204. In: Hamar J, Sárkány-Kiss A, editors. *The Upper Tisa Valley*. Tiscia Monograph Series: Szeged; 1999. pp. 265-312
- [93] Sümeği P, Krolópp E, Hertelendi E. A Ságvár-Lascaux interstadiális ökoszisztéma rekonstrukciója. *Acta Geographica, Geologica et Meteorologica Debrecina*. 1998;34:65-180
- [94] Sümeği P. The history of the marshland at Bátorliget. *CAL*. 1995;10:151-160 [in Hungarian] Sümeghy J. The tertiary fauna of the area around Felsőtárkány. *Földtani Közlöny*. 1924; 53:97-99 [in Hungarian]
- [95] Sümeghy J. Sarmatian snail faunas from foothills regions of the Mátra and Bükk Mountains. *Földtani Közlöny*. 1925;54:59-63 [in Hungarian]
- [96] Kerney MP, Preece RC, Turner C. Molluscan and plant biostratigraphy of some late Devensian and Flandrian deposits in Kent. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. 1980;1:1-43
- [97] Preece RC, Mollusca. In: Preece RC, és Bridgland DR (szerk.) *Late Quaternary Environmental Change in North-west Europe: Excavations at Holywell Coombe, South-east England*. London: Chapman & Hall; 1998. 158-212 pp
- [98] Kerney MP. Britain's fauna of land Mollusca and its relation to the post-glacial thermal optimum. *Symposia of the Zoological Society of London*. 1968;22:273-291
- [99] Colonese AC, Zanchetta G, Dotsika E, Drysdale RN, Fallick AE, Grifoni Cremonesi R, Manganelli G. Early-middle Holocene land snail shell stable isotope record from Grotta di Latronico 3 (southern Italy). *Journal of Quaternary Science*. 2010;25:1347-1359

[100] Colonese AC, Zanchetta G, Fallick AE, Manganello G, Saña M, Alcade G, és Nebot J. Holocene snail shell isotopic record of millennial-scale hydrological conditions in western Mediterranean: Data from Bauma del Serrat del Pont (NE Iberian peninsula). *Quaternary International*. 2013;303:43-53

[101] Berger JF, Delhon C, Magnin F, Bonté S, Peyric D, Thiébaud S, Beeching A. A flu- vial record of the mid-Holocene rapid climatic changes in the middle Rhone valley (Espeluche-Lalo, France) and of their impact on late Mesolithic and early Neolithic societies. *Quaternary Science Reviews*. 2016;136:66-84

[102] Marković SB, Hambach U, Stevens T, Jovanovic M, O'Hara-Dhand K, Basarin B, Lu H, Buggle B, Zelch M, Sircev Z, Sümeđi P, Milojkovic N, Zöller L. Loess in the Vojvodina region (northern Serbia): An essential link between European and Asian Pleistocene environments. *Netherlands Journal of Geosciences*. 2012;91:173-188

[103] Zech R, Zech M, Markovic M, Hambach U, Huang Y. Humid glacials, arid inter- glacials? Critical thoughts on pedogenesis and paleoclimate based on multi-proxy analyses of the loess–paleosol sequence Crvenka, northern Serbia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2013;387:165-175

[104] Sümeđi P. The Quatermalacological Investigations of the Brickyard Profile at Lakitelek (Hungary) *Malakológiai Tájékoztató*. 1988;8:5-7. [in Hungarian with English summary] Ložek V. Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozprawy Ústředního ústavu geo- logického*. 1964;31:1-374

[105] Frank C. Plio-pleistozäne und holozäne Mollusken Österreichs. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Austrian Academy of Sciences Press; 2006

[106] Krolopp E. Distribution of some Pleistocene mollusc species in Hungary. In: Pécsi M, Starkel L, editors. *Paleogeography of Carpathian Regions. Geographical Research Institute Hungarian Academy of Sciences, Theory-Methodology-Practice*. 1988;47:59-63

6-BOB. MEKSIKANING KALIFORNIYA JANUBI-SHARQIY
KO'RFAZIDAGI GASTROPODA (QORINOYOQLI
MOLLYUSKA)LARINING BIOLOGIK XILMA-XILLIGI

Ruth Escamilla-Montes, Salvador Granados-Alcantar,
Genaro Diarte-Plata, Paúl de J. Pacheco-Heredia, Juan A. Gill-León,
Antonio Luna-González, Jesús A. Fierro-Coronado,
Pindaro Álvarez-Ruíz, Héctor M. Esparza-Leal and
Wenceslao Valenzuela-Quirónez

Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud.
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72201>

Annotatsiya. Hozirgi vaqtda yer yuzida har kuni sodir bo'layotgan hodisalar tufayli atrof-muhitni o'rganish muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun atrof-muhitdagi o'zgarishlarni organizmlar biologiyasi bilan bog'liq bo'lgan tadqiqotlarni o'tkazish ustuvor vazifa hisoblanadi. Bu bizga atrof-muhit bilan o'zaro ta'sirni bilish, shu bilan ekologik va iqtisodiy muammolarni hal qilish, agar ular tijorat qiymatiga ega bo'lsa, kamaytirish yoki oldini olish imkonini beradi. Ushbu tadqiqotning maqsadi Kaliforniya ko'rfazining beshta og'izlaridagi intertidal zonadan gastropodalar jamoasining ekologik parametrlarini aniqlash, malakologik faunaning xilma-xilligi, tarqalishi va ko'pligini modellashtirishdan iborat. Biz biotik va abiotik omillarni tahlil qilish orqali Shennon-Viener xilma-xilligini (H'), Pieloning tekislik darajasini (J) va Margalef turlarining boylik indekslarini ochiq va ochiq bo'lmagan zonada to'liqlar holatini baholashni ko'rib chiqdik. Olingan ma'lumotlar asosida bir yillik bioxilma-xillik loyihasi (2016–2017) quyidagi orollarda ko'rib chiqildi: Patos, Bledos, Bleditos, Tunosa va Mazokaxui Ahome shahridagi Ohuira lagunasiga tegishli Sinaloa, Ko'rfazning janubi-sharqida, Kaliforniya, Meksika. Xuddi shunday, o'rganilayotgan hudud uchun gastropodalarning ahamiyati va holati (status) to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: mollyuskalar, Kaliforniya ko'rfazi, *Muricidae*, *Melongenidae*, turizm, baliqchilik, akvakultura.

Kirish

Kaliforniya ko'rfazi Meksikadagi eng muhim dengiz ekotizimlaridan biri va yer sayyorasidagi eng mahsuldor va biologik xilma-xillikdan biri bo'lib, shuningdek, eng kam tashvishli hududlardan biridir. U yerda biz turlarning xilma-xilligi, endemik turlarining yuqori darajasi va katta biologik boyligi bilan ajralib turadigan 922 ta orolni topamiz [1], bu joylarni tabiiy evolyutsiya laboratoriyalari deb hisoblash imkonini bergan [2]. Dengiz ekotizimidagi mollyuskalar energiya oqimi va jamoa tuzilishida katta rol o'ynaydi, chunki ularning ko'pchiligi ekologik regulyator sifatida ishlaydi [3, 4] va bu tizimlarda sodir bo'ladigan buzilishlardan ogohlantirib turadi [5]. Bundan tashqari, ular har bir a'zosining oziq-ovqat tarqatishida bajaradigan funksiyalari, moddalar almashinuvi va energiya oqimi tufayli juda ko'p va ekologik jihatdan muhim guruhni tashkil qiladi [6].

Mollyuskalar asosan bentik tadqiqotlarda ularning uchrashi yoki uchramasligi va dominantlik holatini bog'lashda hamda ularning dengiz tubi va substrat turlari bilan munosabatlarini aniqlash uchun ishlatiladi [7]. Bundan tashqari, ular kela-jakdagi kuzatish va baholash dasturlari uchun asosiy bazani yaratishga yordam beradi [8]. Hayotiy davrlar, stressga chidamlilikning yuqori darajasi [7], cho'kindi bilan yaqin munosabat va muvozanatni izdan chiqishiga yuqori munosabat [9] ularni tabiiy va antropogen muhit o'zgarishlarini o'rganish uchun ideal organizmlarga aylantiradi [10, 11].

Umuman olganda, Meksika Tinch okeanidagi mollyuskalar haqidagi nashr etilgan tadqiqotlarning aksariyati faunistik tadqiqotlar va taksonomiya bilan bog'liq, boshqalari esa xilma-xillik jihatlari va vaqt o'zgarishi haqida ma'lumot beradi [12–17]. Qo'shimcha tadqiqotlar tarqalishi, soni [18–24] va ekologiya [25–27] bilan bog'liq. Oldingi tadqiqotlarga asoslanib, Kaliforniya ko'rfazi orollaridagi mollyuskalar jamoasining biologiyasi va ekologiyasi haqida hozirgi kundagi holati to'g'risida ma'lumotlar yo'q, bundan buyon mollyuskalarning tarkibi, ko'pligi va xilma-xilligi haqidagi bilimlarni oshirish va chuqurlashtirishga yordam beradigan tadqiqotlar olib borish kerak.

1.1. Kaliforniya ko'rfazining geografiyasi va okeanografiyasi

Kichik Kaliforniya yarim oroli Kaliforniya ko'rfazini o'rab olgan va dunyodagi eng chekka yarim orollardan biridir. Ko'rfaz uzunligi 1100 km dan ortiq, kengligi 100–200 km va yuzasi 258 593 km (99 843 mil²) bo'lgan katta yarim berk dengiz bo'lib, Shimoliy tropikini kesib o'tgan 9 °C dan ortiq kenglikni o'z ichiga oladi, uning janubiy qismida, Kabo-Korrientes (Xalisko, Meksika) gacha cho'zilgan. Bu 900 dan ortiq orol va orolchalarning vatani. Bu o'z o'rniga uning flora va faunasini shakllantiradigan evolyutsion kuchlar uchun juda boy va xilma-xil yashash muhitini beradi. Ko'rfazning shimoli-sharqiy qismi dengiz sathining 60 000 km² (24 000 mil²) atrofida bo'lib, u 3 °C kenglikkacha cho'zilgan va u ko'p jihatdan noyob suv havzasidir. Havo juda quruq, yillik yog'in miqdori 100 mm dan kam. Shimoliy ko'rfazda o'rtacha oylik havo harorati 18 °C ni tashkil qiladi.

Shimoliy ko'rfazda dunyodagi eng katta to'lqinlar mavjud. San-Felipe va Puerto-Penyaskoda yillik suv oqimi (amplitudasi) taxminan 7 m ni tashkil qiladi va Kolorado daryosining deltasida, ko'rfazning eng yuqori qismida deyarli 10 m ga yetadi [28].

1.2. Ohuira lagunining geografiyasi va okeanografiyasi

Ohuira lagunasi o'zini Topolobampo portidagi 700 m kenglikdagi kanal bilan bog'laydi. Yer yuzasi 125 km² (12 500) bo'lgan Ohuira lagunasi Fuerte daryosining qadimgi kanalining daryo havzasi bo'lib, u Topolobampo ko'rfazi bo'ylab cho'zilgan va o'z suvlarini ushbu portga oqizgan. Bu sayoz hudud bo'lib, yomg'ir davri-

da suv toshqini va cho'kindilarning tortilishiga qarab o'zgaruvchan joylashuvning chuqur zonasini taqdim etadi va uni Navachist ko'rfazi bilan bog'laydigan tarmoq tizimini taqdim etadi. Umuman olganda, tizimda sakkizta orol mavjud: beshtasi Ohuira lagunasi ichida: Patos, Bledos, Bleditos, Tunosa va Mazokaxui (I va II) [29]. Lagunaning og'zida maksimal oqimlarning aylanishi 1,15 m s-1, kanallarda esa 1,10 m s-1 [30].

1.3. Mollyuskalarning biologik xilma-xilligi

1.1.1. Hozirgi kundagi holati

Mollyuskalar tirik turlar soni va ular egallagan hududlar yashash muhitining xilma-xilligi jihatidan ko'proq biologik muvaffaqiyatga ega zoologik guruhlardan biridir [31]. Dengiz ekotizimida mollyuskalar energiya oqimi va jamoa tuzilishida muhim rol o'ynaydi, chunki ularning ko'pchiligi ekologik tartibga soluvchi [32] va bu tizimlar ichida tashvishli ko'rsatkichlari sifatida ishlaydi [5]. Bundan tashqari, ular har bir a'zoning oziq-ovqat tarmog'i, ozuqa moddalarini qayta ishlash va energiya oqimidagi roli tufayli juda ko'p va ekologik jihatdan muhim guruhni tashkil qiladi [6]. Bu guruh ichida birlamchi iste'molchilar, ham o'simlikxo'r, ham detritixo'rlar, ikkinchi darajali yirtqichlar va ixtisoslashgan parazitlar, shuningdek, opportunistik turlar mavjud bo'lib, bu yashash joylarining o'zgarishi va ifloslanishiga turli xil javoblarni ko'rsatadi [33]. Bu organizmlar sayyoramizda qirg'oq chizig'idan tortib to katta dengiz chuqurliklarigacha bo'lgan eng keng tarqalgan tarqalishlardan biriga ega [34]. Mollyuskalarning eng yuqori moslashish qobiliyati ularning evolyutsiyasi davomida katta muvaffaqiyatlarga erishdi va ular quruqlikdagi, zax va chuchuk suvli yashash joylarini [35], cho'llar va qutb hududlari, shuningdek, tropiklar va katta dengiz chuqurliklarini egallab oldilar [36] ularning ijtimoiy va iqtisodiy ahamiyati, shuningdek, tijorat va ozuqaviy ahamiyati tufayli keng o'rganilmoqda [37].

Kaliforniya ko'rfazida mollyuskalar haqida ko'plab turli xil tadqiqotlar o'tkazildi. Shunga qaramay, guruhning jamoaviy tuzilishiga oid mavjud ma'lumotlar kam. Bunday tadqiqotlar muhim ma'lumotlarga hissa qo'shadi, chunki ma'lum bir populyatsiyaning zichligi o'zgarishi ma'lum bir vaqt va hududda, shuningdek, tabiiy gradiyentdagi jamoaning ko'pligi va tarkibi yoki atrof-muhitning ifloslanishi yoki kasallik muammolari mavjud bo'lganda ma'lum bo'lishi mumkin [38, 39]. 2008-yilda Meksikaning Sinaloa shahridagi Guasave munitsipalitetida Navachiste deb nomlanuvchi laguna tizimidagi La Mapachera, Tesobiate, La Huittussera, San Lukas, Guasayeye, Neskoko, El Metate va Las Chivas orollaridagi suv o'tkazmalari zonasida mollyuskalarni ro'yxatga olish o'tkazildi. Taksonomik ro'yxatlarni va intertidal tur diagnostikasini ishlab chiqish uchun. Yig'ilgan mollyuskalar tizimli ravishda to'rtta sinfda (*Gastropoda*, *Bivalvia*, *Polyplacophora* va *Cephalopoda*), 40 oila va 81 turda joylashgan. Gastropodalar 24 oila va 46 tur

bilan 59 foiz, ikki pallalilar 14 oila va 34 tur bilan 43 foiz, poliplakoforalar 3 foiz 2 oila va 2 tur bilan, qolgan 1 foiz esa 1 oila va 1 tur bilan bosh oyoqlilarga to'g'ri keldi [40].

2014-yilda Sinaloaning Ohuira va Topolobampo ko'rfazlaridan (Ahome) to'liqlararo qoyali zonada (plyaj va mangrov hududi) o'tkazilgan oldingi tadqiqotlarda to'plangan organizmlar juda muhim trofik bosqichni ifodalagan. Epibentik umurtqasizlar jamoasining biologik xilma-xilligi va tarqalishi 10 ta taksonomik guruhga bo'lingan 168 turning o'ziga xos boyligidan (S) tashkil topgan: 3 porifera, 2 cnidarian (g'ovaktanli), 2 platyhelminth 9 (yassi chuvalchang), 35 annelid (halqali chuvalchanglar), 2 sipunculid, 74 ta mollyuskalar, 46 ta qisqichbaqasimonlar, 1 ta piknogonidalar (suv o'rgamchaklari), 1 ta ektoproktalar va 2 ta ekinodermlar (dengiz yulduzlari). Bunda 74 ta turdagi mollyuskalar eng ko'p tarqalgan. Mollyuskalarning dominant turlari *Neritina sp.* va *Cerithium stercus-muscarum* bo'lgan. Epibentik taqsimotga sho'rlanish va organik moddalar ta'sir ko'rsatdi, bu Ohuira lagunasidagi farqlarni kuchaytirdi [41].

1.3.2. Gastropoda (qorinoyoqli mollyuska)larning biologik xilma-xilligi

Biologik xilma-xillikni o'rganishga qiziqish hajmining ortishi, uni belgilaydigan jarayonlar va inson harakatlari yoki iqlim o'zgarishi ta'sirida doimiy yo'qotishlar bo'yicha mavjud bo'lgan bilimlarning yetishmasligi bilan bog'liq. Demak, gastropoda turlarida turli fazoviy va vaqtinchalik miqyosda biologik xilma-xillikning ko'pligi va tarqalishini, shuningdek, ularning atrof-muhit ta'sirida o'zgarishini belgilovchi jarayonlarni bilish va tushunish muhim [42–45].

2. Ohuira lagunasidagi gastropoda (qorinoyoqli mollyuska)larning biologik xilma-xilligi

2016–2017-yillarning oktabr oyi o'rtasidagi davrni hisobga olgan holda, ushbu bobning ba'zi mualliflari tomonidan «Meksikaning Sinaloa shimolidagi orollarida topilgan mollyuska jamoasining tuzilishi» loyihasi doirasida mollyuskalarning biologik xilma-xilligini baholash uchun organizmlar namunalarini to'plangan (ro'yxatga olish raqami DSA/103.5/16/10277). Namuna olish stansiyalari Patosda (25°20'450" sh.n., 109°00'531" Vt), Bledosda (25°18'350" shim., 109°00'458" Vt), Bleditosda (25°14'566" tashkil etilgan. "N, 109°00'664" Vt), Tunosa (25°15'785" shim., 109°00'924" Vt) va Mazokaxui (25°34'154" shim., 109°00'855" Vt). Biz Ohuira lagunasidagi orollar gastropodali mollyuskalarni to'plash uchun to'liqlar ta'siri ostida bo'lgan zonada 1 m² o'lchamdagi oltita kvadratni va suv toshqini bo'lmagan hududda uchta kvadratni mos yozuvlar sifatida oldik. O'rganilayotgan hududda yashovchi organizmlar vakillari bo'lgan qum, loy, balchiq va gil tuproqdan to'plangan. Shundan so'ng, yumshoq substratlarda namunalar yig'ish qo'lda amalga oshirildi va toshloq tag-

liklarga yopishib qolgan organizmlar qirg'ich, iskana yoki bolg'a bilan olib tashlandi. Bundan tashqari, kattaroq chuqurlikda topilgan organizmlar snorkeling yordamida to'plangan. Yig'ilgan mollyuskalar namunalari namuna usuli turiga ko'ra, tegishli yorlig'i bilan plastik idishlarda saqlangan. Organizmlar Meksika, Sinaloa, Ahome, Unidad Los-Mochis universitetidagi biologiya laboratoriyasiga o'tkazish uchun muzda saqlangan. Gastropoda mollyuskalarini aniqlash uchun taksonomik kalitlardan foydalanilgan [46–53].

1.1. Alfa xilma-xillik o'Ichovi

Gastropoda mollyuskalarining jamoaviy tuzilishini tahlil qilish ekologik indekslarga asoslangan bo'lib, ular lagun tizimi tomonidan berilgan ma'lumotlarning miqdoriy ko'rsatkichlaridir, ular har bir orolda va organizmlar suv oqimiga duchor bo'lganmi yoki yo'qligi qo'llaniladi. Gastropodalarining biologik xilma-xilligini ifodalash uchun quyidagi indekslardan foydalandik:

Turlarning boyligi (S) turlar sonini hisoblash yo'li bilan baholandi, chunki bu bioxilma-xillikni o'lchashning eng oson yo'li, chunki u mavjud turlar soniga asoslanadi, ularning ahamiyati hisobga olinmaydi. Ko'pligi (A) har bir namuna olish stansiyasida ro'yxatga olingan organizmlar sonini hisoblash yo'li bilan aniqlangan. Nisbiy ko'plik (Pi) quyidagi tenglamadan foydalanib, bitta turning organizmlari va barcha turlardagi organizmlarning umumiy soni o'rtasidagi mavjud munosabatni quyidagi tenglama ifodalaydi (1):

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (1)$$

(1) Bu yerda n_i – «I» turidagi organizmlar soni va N – barcha qorinochoqli mollyuska turlaridan organizmlarning umumiy soni.

Jamoadagidek dominant turlarni aniqlash uchun jamoaning hukmronlik indeksidan (ID) (2) quyidagi tenglama orqali foydalandik [27, 54]:

$$ID = \frac{Y_1 - Y_2}{N} \cdot 100 \quad (2)$$

Bu yerda Y_1 – eng keng tarqalgan turlarning ko'pligi, Y_2 – ko'plik bo'yicha ikkinchi o'rinni egallagan turlarning ko'pligi va N – barcha turlarning ko'pligi yig'indisi.

Hisob-kitoblarga muvofiq, P_i , ID, H' , shuningdek, ustunlik darajasi bilan har bir orol uchun asosiy turlar aniqlandi. Jamoaga oid bo'lgan o'ziga xos xususiyatni ifodalash uchun ko'plik (A) va chastotani (F) ko'p va tez-tez uchraydi kabi kataloglangan turlarning to'rtta toifasini birgalikda tahlil qildik [27] (AF) – juda ko'p va juda tez-tez uchraydi, (af) – kamroq va tez-tez uchraydi, (Af) – juda ko'p va kamroq uchraydi, va (af) – kam tarqalgan va kam uchraydi.

Shannon–Viener xilma-xillik ekologiyasi indeksi tasodifiy tanlangan individlar kolleksiya ichida qaysi turga mansub bo'lishi mumkinligini taxmin qilish

uchun o'rtacha noaniqlik darajasini o'lhadi ((3) quyidagi tenglama) [27, 38, 55, 56]:

$$H' = \sum P_i' \ln P_i' \quad (3)$$

Bu yerda P_i' – «i» turlarining mutanosib ko'pligi.

Pielouning o'z kapitali maksimal kutilgan xilma-xillikdan kuzatilgan xilma-xillikning nisbatini o'lhadi. Uning qiymati 0 dan 1 gacha, bu yerda 1 barcha turlar bir xil darajada ko'p bo'lgan holatlarga to'g'ri keladi (4-tekis) [38]:

$$J = \frac{H}{H_{\text{max}}} \quad (4)$$

Bu yerda H' : Shennon–Wienerning xilma-xilligi va H_{max} : maksimal xilma-xillik.

Maksimal tenglik sharoitida turlarning xilma-xilligi, boshqacha qilib aytganda, barcha turlar (S) bir xil boyluk tengligiga ega bo'lsa, namunadagi tur xilma-xilligi (S) tenglamasi:

$$H'_{\text{max}} = \ln S \quad (5)$$

Xilma-xillik ko'rsatkichi yoki Margalefning boyligi (D_{mg}) har bir namunadagi turlar sonini namunaning kengayishi bilan turlar qo'shiladigan nisbatga aylantirdi. Ushbu indeks turlar soni va organizmlarning umumiy soni o'rtasida funksional bog'liqlik mavjudligini taxmin qiladi [38]:

$$S = k\sqrt{N} \quad (6)$$

Bu yerda k doimiy konstanta.

Agar konstanta saqlanmasa, indeks noma'lum tarzda tanlama hajmiga qarab o'zgaradi. S o'rniga $s-1$ dan foydalanib, faqat bitta tur mavjud bo'lganda $D_{\text{mg}} = 0$ ni olamiz, (7) quyidagi tenglama):

$$D_{\text{mg}} = \frac{S-1}{\ln N} \quad (7)$$

Bu yerda S : turlar soni va N : organizmlarning umumiy soni.

Ushbu indekslarni hisoblash uchun ko'plab ma'lumotlar tabiiy algoritmgaga aylantirildi [27].

1.1.1. Boylik (S), mo'lllik (A) va nisbiy ko'plik (P_i)

Ohuira lagunida jami 5431 dona gastropodani to'pladik, Patos orolida 2135 dona organizm (39,35%) eng ko'p bo'lgan orol, undan keyin Bleditos oroli 1471 (27,12%), Tunosa oroli 768 (14,14%), Bledos 649 dona (11,95%) orol va 408 dona organizmga ega Mazokaxui oroli 7,44 foizni tashkil qiladi.

Umuman olganda, Ohuira lagunasida o'rganilgan barcha orollarda jami 22 turdagi gastropodalar to'plangan. Suv toshqini bo'lmagan joylarda topilgan turlar

mavjud edi: *Cerithium stercusmuscarum* ($n = 333$, $P_i = 0.0613$), *Neritina* sp. ($n = 208$, $P_i = 0.0383$), *Nerita scabricosta* ($n = 301$, $P_i = 0.0554$), *Nerita funiculata* ($n = 207$, $P_i = 0.0381$), *Nassarius luteostoma* ($n = 22$, $P_i = 0.0041$), *Nassarius gallegosi* ($n = 20$, $P_i = 0.0037$), *Crucibulum spinosum* ($n = 217$, $P_i = 0.040$), *Eupleura* sp. ($n = 5$, $P_i = 0.000921$), *Crepidula onix* ($n = 1$, $P_i = 0.000184$), *Crepidula rostrata* ($n = 6$, $P_i = 0.001105$), *Fisurella* sp. ($n = 1$, $P_i = 0.000184$), *Littorina aspera* ($n = 5$, $P_i = 0.000921$), *Littorina modesta* ($n = 14$, $P_i = 0.0026$), *Crepidula lessoni* ($n = 10$, $P_i = 0.00184$), *Tegula corteziana* ($n = 5$, $P_i = 0.000921$), *Diodora* sp. ($n = 3$, $P_i = 0.00055$), *Scurria mesoleuca* ($n = 3$, $P_i = 0.00055$), *Diodora dignesi* ($n = 3$, $P_i = 0.00055$), *Crucibulum scutellarum* ($n = 7$, $P_i = 0.00130$), *Murex (Recurvirostris) lividus* ($n = 3$, $P_i = 0.00055$), *Terebra* sp. ($n = 10$, $P_i = 0.00184$), va *Hexaplex (Muricanthus) nigritus* ($n = 10$, $P_i = 0.00184$).

Suv oqimi sodir bo'lgan hududlarda jami 19 ta gastropoda turlari topilgan: *Cerithium stercusmuscarum* ($n = 704$, $P_i = 0.130$), *Neritina* sp. ($n = 271$, $P_i = 0.050$), *Nerita scabricosta* ($n = 319$, $P_i = 0.059$), *Nerita funiculata* ($n = 305$, $P_i = 0.0930$), *Nassarius luteostoma* ($n = 11$, $P_i = 0.0021$), *Crucibulum spinosum* ($n = 14$, $P_i = 0.0026$), *Crepidula onix* ($n = 10$, $P_i = 0.00184$), *Crepidula rostrata* ($n = 8$, $P_i = 0.0015$), *Littorina aspera* ($n = 1$, $P_i = 0.000184$), *Littorina modesta* ($n = 50$, $P_i = 0.0092$), *Crepidula lessoni* ($n = 69$, $P_i = 0.0127$), *Diodora dignesi* ($n = 4$, $P_i = 0.00074$), *Murex (Recurvirostris) lividus* ($n = 11$, $P_i = 0.0021$), *Turritella gnostoma* ($n = 1$, $P_i = 0.000184$), *Thais biceralis* ($n = 1$, $P_i = 0.000184$), *Hexaplex (Muricanthus) nigritus* ($n = 557$, $P_i = 0.1030$), *Hexaplex eristrosthomus* ($n = 76$, $P_i = 0.0140$), *Phyllonotus brassica* ($n = 15$, $P_i = 0.0028$), va *Melongena patula* ($n = 10$, $P_i = 0.00184$).

1.1.2. Patos orolidagi biologik xilma-xillik

Patos orolida jami 11 turdagi gastropodalar ro'yxatga olingan bo'lib, u yerda *Cerithium stercusmuscarum* eng ko'p uchrashini ko'rsatdi, suv oqimiga ta'sir qilmagan zonada 214 organizm, suv oqimiga mansub bo'lgan hududda jami 395 organizm topilgan. Eng kam tarqalgan turlar *Crepidula onyx*, *Crucibulum scutellatum*, *Nassarius gallegosi*, *Nassarius luteostoma*, *Littorina modesta* va *Murex (recurvirostris) lividus* bo'lib, ular suv oqimiga mansub bo'lgan hududda yagona organizm to'plangan va bu unga ta'sir qilmagan (1-rasm).

2.1.3. Bledos orolidagi bioxilma-xillik

Bledos orolida 13 turdagi mollyuskalarning xilma-xilligi yuqori bo'lgan, ular-da *Cerithium stercusmuscarum* 41 dona organizm bilan eng ko'p bo'lgan, *Nerita funiculata* esa eng kam uchraydi, faqat yagona individlar yig'ilganligi taqdim etiladi (1-rasm).



1-rasm. Ohuira lagunasida orollarida gastropoda (qorino yoqli) molluskalarining xilma-xilligi va tarqalishi.

2.1.3.1. Bleditos orolidagi bioxilma-xillik

Bleditos oroli ro'yxatga olingan 12 turdan iborat gastropodalarining bioxilma-xilligiga ega. *Cerithium stercusmuscarum* va *Nerita scabricosta* 130 ta organizm bilan ifodalangan intertidal hududda eng ko'p tarqalgan turlardan biri. *Crucibulum spinosum* suv oqimi bo'lmagan hududda 180 ta organizm mavjud (1-rasm).

2.1.3.2. Mazokaxui orolidagi bioxilma-xillik

Mazokaxui orolida *Nerita funiculata* va *Neritina sp.* larning jami 9 turi qayd etilgan. 109 va 124 ta organizm bilan eng ko'p to'liqlar oralig'ida mavjud edi. Boshqa tomondan, *Nassarius gallegosi* (17 organizm) va *Cerithium stercusmuscarum* (26 organizm) to'liqlar ta'sir qilmagan hududda eng yuqori ko'plikka ega bo'lgan (1-rasm).

2.1.4. Tunosa orolidagi bioxilma-xillik

Tunosa orolida xilma-xil 10 tur mavjud bo'lib, ulardan *Nerita funiculata*, *Nerita scabricosta* va *Hexaplex (Muricanthus) nigritus* ikkala zonada ham eng ko'p bo'lgan, suv oqimiga duchor bo'lgan va unga ta'sir qilmagan, *Turritella gnostoma*, *Thais biceralis*, *Hexaplex (Muricanthus) nigritus*, *Crepidula onix*, *Crucibulum spinosum* va *Neritina sp.* suv oqimi uchraydigan hududda eng kam tarqalgan turlar edi (1-rasm).

2.2. Ekologik ko'rsatkichlar

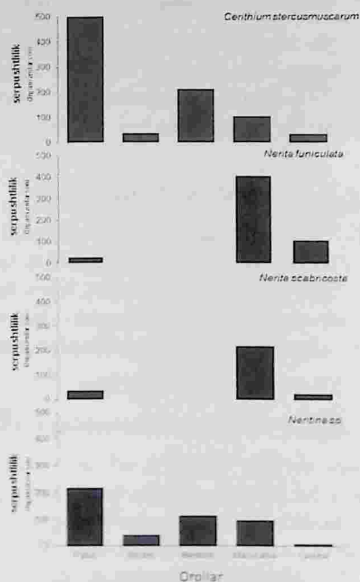
2.2.1. Dominant turlar (ID) va Shennon-Vienerning xilma-xilligi (H')

Cerithium stercusmuscarum (ID = 32,20%, AF, H' = 0,3161) beshta orolda 1037 ta organizm to'plangan bo'lib, ular orasida eng ko'p tarqalgan orol Isla Patos va eng kam tarqalgan orol Mazokaxui (35 ta organizm) bo'lgan. *Nerita funiculata* va *Nerita scabricosta* organizmlarda mos ravishda 712 (ID = 24,53%, Af, H' = 0,2662) va 620 (ID = 21,67%, Af, H' = 0,2478) bilan Tunosa orolida eng keng tarqalgan turlar-intertidal zona edi. *Neritina sp.* Dominant tur bo'lib, Patos orolida 479 ta to'plangan organizmlar bilan eng yuqori tarqalganligini namoyon qildi (ID = 13,07%, aF, H' = 0,2142), bu turlarning dominantligi yig'indisi 91,47 foizni tashkil etdi, bu yerda 8,53 foizga qolgan gastropoda turlari to'g'ri keladi. Ohuira lagunasi, Ahome, Sinaloa, Meksika orollaridagi dominant turlarning T biometrik ko'rsatkichlari quyidagicha edi: uzunligi $26,65 \pm 0,146$ mm bo'lgan *Cerithium stercusmuscarum*, *Nerita funiculata* $16,03 \pm 0,118$ mm uzunlikdagi, *Nerita funiculata* $90,03 \pm 0,118$ mm uzunlikdagi, *Nerita stercusmuscarum* – $90,03$ mm sk. uzunligi, *Neritina sp.* uzunligi $8,9 \pm 0,205$ mm (2-rasm).

2.2.2. Pielou qiymati (indeksi)

2.2.2.1. To'liqlar mavjud hududlarda (J'1) va to'liqlar mavjud bo'lmagan hududlarda (J'2) dominant turlar o'rtasidagi farqlarni taqqoslash

Qorinoyoqli mollyuska *Cerithium stercusmuscarum* (J'1 = 0,5413, J'2 = 0,8390) beshta oroldan 1037 dona organizm to'plangan bo'lib, Patos orolida eng ko'p bo'lgan va Mazokaxui orolida eng kam (35 ta organizm) qayd etilgan bu esa to'liqlar mansub bo'lmagan hududlarda kuzatilgan xilma-xillik ulushining yuqori tendensiyasidir. *Nerita funiculata* va *Nerita scabricosta* Tunosa orolida 712 (J'1 = 0,4677, J'2 = 0,8298) va 620 (J'1 = 0,6469, J'2 = 0,6739) bilan Tunosa orolida eng ko'p tarqalgan turlar bo'lib, toshqinlar uchrovchi hududlarda eng



2-navi. Ohuira lagunasi, Ahome, Sinaloa, Meksika orollarida. *Ceratium stercusmuscarum*, *Nerita funiculata*, *Nerita scabricosta* va *Neritina sp.*larning ustunligi.

yuqori qiymat ko'rsatkichi qayd etilgan. *Neritina sp.* Patos orolida 479 ta to'plan-gan organizmlar bilan ($J^*1 = 0,5831$, $J^*2 = 0,6993$) eng ko'p tarqalganligi bilan hukmron bo'lib, to'lqinlarga ega bo'lmagan hududlarda yuqori qiymatining bir xil tendensiyasini ko'rsatadi.

2.2.2.2. Xilma-xillik indeksi yoki Margalef xilma-xilligi (Dmg)

Patos orolida biz $Dmg = 1,80$, Bledos orolida $Dmg = 1,68$, Bleditos orolida $Dmg = 1,53$, Tunosa orolida $Dmg = 1,95$ va Mazokaxui orolida $Dmg = 1,81$ top-dik, bu Patos va Mazokaxui orollarida turli xil rang baranglik yoki xilma-xillik mavjudligini ko'rsatadi. Shunga o'xshash Tunosa orolida bu ko'rsatkich baland-roq va Bleditosda pastroq edi.

3. O'rganilayotgan hududdagi qorinooyoqli mollyuskalar (gastropodalar)ning biologik xilma-xilligi va ahamiyati

Kaliforniya ko'rfazidagi orollardan, xususan, Ohuira lagunida joylashgan orollardan biologik ma'lumotlar yo'qligi va ularning ekologik va iqtisodiy aha-miyati tufayli ular haqidagi bilimlarni oshirish va boshqaruv usullarini ishlab

chiqishga hissa qo'shish uchun tadqiqotlar o'tkazish va orollarda joylashgan dengiz resurslaridan barqaror foydalanish uchun muqobil variantlar kerak. To'g'ri, so'nggi yillarda tadqiqotlar soni ko'paygan bo'lsa-da, Ohuira lagunasi orollarida olib borilgan dengiz tadqiqotlari bu hududda yashaydigan turlar, masalan ularning biologiyasi, ekologiyasi, ko'payishi, fiziologiyasi va taksonomiya singari haqida yetarli ma'lumot bermaydi. Shuning uchun bu hozirgi tadqiqot atrof-muhitning tabiiy yoki antropogen bo'lishidan qat'i nazar, yuzaga kelishi mumkin bo'lgan o'zgarishlarni baholash uchun ushbu orollardagi qorin oyoqli mollyuskalar (gastropodalar) jamoasining kelajagini o'rganish uchun asos bo'lib xizmat qilmoqda.

3.1. Ekologiya, biologiya va sistematikadagi ahamiyati

Ohuira lagunasi, Ahome, Sinaloada, ayniqsa, qorin oyoqli mollyuskalar turlarining ekologik ahamiyati trofik darajalar bilan bog'liq, chunki qora mureks *Hexaplex (Muricanthus) nigritus*, *Hexaplex (Muricanthus)* kabi yirtqich oziqlanish xususiyati ega bo'lgan organizmlar uchraydi. *murex Hexaplex (Muricanthus) princeps*, *Phyllonotus brassica*, *Phyllonotus erythrostoma*, *Regal murex Phyllonotus regius*, *Melongena patula*, *Pacifromea, ringens*. Ular boshqa kichikroq qorinoyoqli, masalan *Cerithium stercus-muscarum*, chig'anoq pallas *Crepidula onyx*, *Terebra armillata*, *Hormospira maculosa* va *Fusinus (Barbarofusus) colpoicus*, ba'zi turlarini eslatib o'tishlari mumkin. Shuni ta'kidlash kerakki, har ikkala gastropodalar, qora mureks *Hexaplex (Muricanthus) nigritus* va *Hexaplex (Muricanthus) ambiguus*, ba'zan *Hexaplex (Muricanthus) radix* turlarining shimoliy kenja turi sifatida qaraladi [52]. O'rganilayotgan hududda eng katta iqtisodiy-tijoriy ahamiyatga ega bo'lgan gastropoda turlarini hisobga olgan holda, biologiya har bir holat uchun tavsiflanadi [41, 52].

3.1.1. Qorinoyoqli mollyuska – black murex *Hexaplex (Muricanthus) nigritus* (Philippi, 1845)

Qorinoyoqli mollyuska *Hexaplex (Muricanthus) nigritus*ning o'ziga xos xususiyatlari shundaki, u *Muricidae* oilasiga tegishli bo'lib, u bilan bog'liqligi bor. *Murex nigritus* va *Muricanthus nigritus* bilan sinonim; juda ko'p narsaga ega o'rtacha ko'zga ko'ringan konussimon spiral va keng tanasi kuchli burilish bilan mustahkam va *bulbous* qobiqqa ega. U tananing orqa qismida oltidan to'qqizgacha kuchli orqa miya pastki varikozlari namoyon bo'ladi, ular kichikroq buzilish bilan aralashgan spiral aylanalar bilan kesishadi. U nisbatan kam tikanli o'tkir burilishlarga ega va yelkada va uzunroq qobiq asosida joylashgan. Kichkina orqa kanali va keng sifonli kanali bo'lgan keng oval teshikka ega, juda yaxshi rivojlangan va biroz egilgan. U kuchli qirrali tashqi labni va ichki labni ustunli yopishtiruvchi kallus va uning orqa tomonida spiral tepalik bilan ifodalaydi va operkulum yadrosi oldingi holatni ko'rsatadi. Tashqi yuza rangi oq shaffof, qovurg'a, spiral va tikanlarda qoramtir qo'ng'ir rangli, ochilganda esa ichki qismi chinni oq rang-

da. Ma'lumot berilgan maksimal o'lcham 150 mm edi, garchi eng keng tarqalgan o'lcham 120 mm bo'lgan. Turlarning yashash joylari to'liqlararo zonadagi riflar yoki qumli tublar va qirg'oq ostidagi sayoz suvlardir [52].

3.2.1. *Pushti lablii murex Phyllonotus Erythrostoma* (Swainson, 1831) qorinoyoqli mollyuskasi (gastropoda)

U *Muricidae* oilasiga tegishli bo'lib, o'xshash *Murex eritrostomasi*, *Chico-reus eritrostomasi* va *Hexaplex eritrostomasi* hisoblanadi. O'ziga xos xususiyatlar – katta, mustahkam, sharsimon-oval qobiq, qisqa konusning spiral va keng tanasi burilish; tuberkulyar eksenel tizmalar bilan almashinib, tananing atrofidagi to'rt yoki beshta qalin eksenel tomirlar; oltidan yettitagacha spiral cho'qqilar, ular intervarik tizmalarda tugunlar hosil qiladi va varikozlarda ochiq va o'tkir tikanlar bo'lib, yelkada kuchliroq namoyon bo'ladi; kichik orqa kanali va keng sifonel kanali bilan oval ochilishi, nisbatan qisqa va burilishli; tashqi tik va qirrali lab; yupqa, kengaygan kolumelyar kallusli ichki lab va oldingi holatga ega bo'lgan operkulum yadrosi. Tashqi yuzasi shaffof bo'lmagan oq rangga va yorqin push-ti teshikka ega. Ma'lumot berilganidek, maksimal o'lcham 150 mm, eng keng tarqalgan o'lcham esa 100 mm gacha. Turlarning yashash muhiti qumli va loyli tublarda, ham dengiz oraliq zonasining past darajalarida, ham 50 m chuqurlikdagi dengizda qayd etilgan [52].

3.1.3. *Tinch okeanidagi melongena qorinoyoqli mollyuskalari – Melongena Patula* (Broderip va Sowerby, 1829)

O'rganilayotgan hududda faqat bitta turga ega bo'lib, u *Melongenidae* oilasiga mansub. U katta va og'ir, piriformali qobiqdan iborat bo'lib, eng so'nggi aylanalar asta-sekin eng avvalgisini o'rab oladi, tartibsiz va chuqur turbasimon chokni va juda kichik spiral g'altakni hosil qiladi. Shuning uchun yosh organizmlar (uzunligi 60 mm dan kam) ko'proq duksimondir. Qobiq yumaloq yelkadagi bir qatorli qisqa tikanlar (garchi bu xususiyat yo'q bo'lsa-da), asosan chig'anoqning pastki qismida joylashgan ko'plab nozik spiral chig'anoq qobig'idan iborat. U ancha silliq va qalin periostrakoga, juda katta ochilishga, qisqa va keng kanalga, ichki silliq va atlas rangli va oddiy tashqi labga ega. Shox parda panjasimon shaklga va terminal yadroga ega. Rangi quyuq kremli jigarrang, spiral aylanalar bilan, oxirgi aylananing eng keng qismidan pastroqda joylashgan. Teshikning rangi sarg'ishdan pushti ranggacha. Hududda bir xil ko'rinishga ega bo'lgan gastropodalar oilasi quyidagilardir: *Fasciolaridae*, ko'proq duksimon qobiqli, uzunroq va tor sifon kanallari, ba'zan kolumellalarda bir necha burmalar mavjud. Maksimal ma'lum bo'lgan o'lchami 260 mm edi; shunga qaramay, eng keng tarqalgan o'lcham 160 mm gacha edi. Uning yashash joyi to'liqlararo zonaning yuqori sathlaridan to qum va loylargacha. Bu yirtqich tur bo'lib, boshqa qorinoyoqli mollyuskalar bilan oziqlanadi [52].

3.2. Hunarmandchilik (turizm)ni rivojlantirish

Hexaplex, *Melongena*, *Phyllonotus* turkumiga mansub qorinoyoqli mollyuskalar qobig'idan foydalanib, zargarlik qutilari, rasm ramkalari, kalit ushlagichlari, yodgorliklari, shamlar, toshbosma rasmlar va boshqalar kabi hunarmandchilikni yaratish uchun bir nechta qorinoyoqli mollyuskalardan foydalaniladi (*Mazatlan porti*, *Sinaloa*). *Strombus*, *Turritella*, *Crucibulum*, *Crepidula* va *Cerathium*. Mazkur hunarmandchilik mahsulotlari mahalliy va xorijiy sayyohlar tomonidan shahar bozorlari va turistlik hududlarda tashkil etilgan mahalliy savdo shoxobchalarida xarid qilinadi. Qo'l san'atlarini ishlab chiqish o'nlab yillar davomida asosan Mazatlan portida amalga oshirilgan, bu yerda ko'p hollarda organizmni ajratib olingandan so'ng chiqindi mahsulotdan (chig'anoqlardan) foydalanadigan ko'p sonli oilalar uchun tirikchilik manbai bo'lib qoladi, ya'ni iste'mol va tijorat ahamiyati uchun. Xuddi shu maqsadlarda qobiqlari plyaj zonalarida to'plangan kichikroq gastropodalar ishlatiladi [10] (3a-d-rasm).

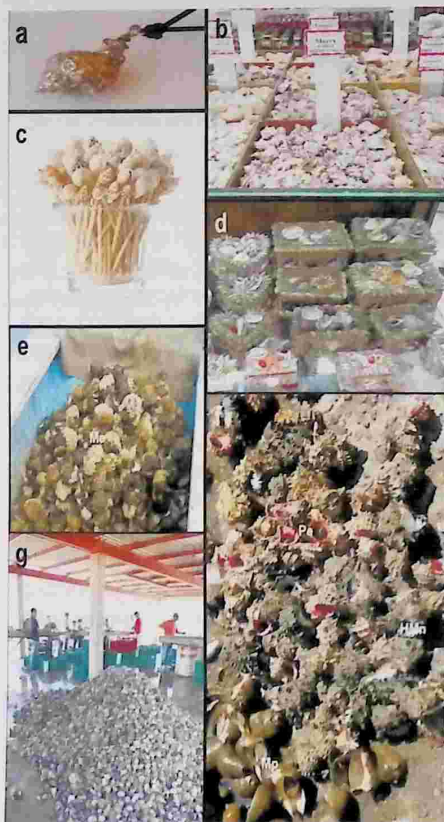
3.3. Baliqchilik

3.3.1. Hozirgi holati

Gastropodaning ba'zi organizmlari butun dunyo bo'ylab juda muhim baliqchilik resursi bo'lib, hunarmand baliqchilar darajasida baliq resurslarni yetishtirish, mahalliy savdo va xalqaro ahamiyatga ega bo'lgan baliq mahsulotlarini eksport qilish orqali muhim iqtisodiy ta'sir ko'rsatadi. O'rganilayotgan hududda inson iste'moli uchun mo'ljallangan gastropoda baliqchilik qora mureks *Hexaplex* (*Muricanthus*) *nigritus*, shaxzoda mureks *Hexaplex* (*Muricanthus*) *princeps*, karam mureksi *Phyllonotus brassica*, pushti labli mureks *Phyllonotus remuroteks*, *Phyllonotus remurotexus*, Tinch okeanining melongenasi *Melongena patula*, Sharqiy Tinch okeanining ulkan chig'anoqchasi *Strombus galeatus* va Tinch okeanining bochka qobig'i *Malea ringens*.

3.3.1.1. Qorinoyoqli mollyuska qora murex *Hexaplex* (*Muricanthus*) *nigritus* (Filippi, 1845)

Qora mureksning *Hexaplex* (*Muricanthus*) *nigritus* (*H. M. nigritus*) qorinoyoqli mollyuskalarini ovlash, turning ko'pligini hisobga olgan holda Muricidae oilasiga mansub, o'xshash morfometrik xususiyatlarga ega bo'lgan yana bir qorinoyoqli mollyuska (shahzoda mureks *Hexaplex* (*Muricanthus*) *princeps*)ni o'z ichiga olgan bo'lib, ular baliqchilar tomonidan e'tibordan chetda qolmoqda. Sinaloa, Topolobampo portidagi hozirgi rasmiy ma'lumotlar o'rganilayotgan hududda *H. M. nigritus* ovlanishi haqida 2008-yilda 8000 kg, 2014-yilga kelib esa 4063 kg tirik vaznda ovlangan. Bu 21 196,35\$ Meksika pesosi daromadidir [57, 58]. Har bir mavsumda ushbu qorinoyoqli mollyuskaga nisbatan qo'llaniladigan ekspluatatsiya va harakatlar har bir mavsum uchun oldingi hisob-kitoblarni talab qila-



3-rasm. (a–c) gul ko‘rinishida, qorinoqchilar chig‘anoqlaridan yasalgan bezak buyumlari; (d) turli turdagi gastropodlardan yasalgan zargarlik qutilari; e) qora murex Hexaplex (*Muricanthus*) *nigritus*ni ish kunida Ohuira, Axome, Sinaloa lagunida snorkeling orqali ushlab, tutilgan organizmlar qobig‘iga embrion massalarining (Me) yopishishi; (f) qorinoqchilar mollyuskalar *Melongena patula* (Mp), *Hexaplex* (*Muricanthus*) *nigritus* (HMn)ni tutish; o‘rganilayotgan hududda *Phyllonotus erythrostoma*; (g) o‘rganilayotgan hududda gastropoda *Hexaplex* (*Muricanthus*) *nigritus*ning tutilishini «maydalab» ishlov berish.

di, har bir ovlash zonasi resursning mavjudligiga muvofiq, ularning ovqatlanish odatlari tufayli baholash usuli belgilangan organizmlarni belgilash va qayta tutish orqali amalga oshirilishi mumkin. Ovlash harakatlari juda o‘zgaruvchan, chunki har yili ham ovlar qayd etilmaydi. Baliqchi suv ostida suzish yordamida 4 soat davomida 700 ga yaqin organizmlarni tutib olishi mumkin (3e-rasm). Meksika qonunchiligida chig‘anoqlarni tutishning eng kam o‘lchami 90 mm [52] ko‘zda tutilgan (3f-g rasm). 2016–2017-yillarda qayd etilgan chig‘anoqlarning o‘rtacha uzunligi $100 \pm 2,53$ mm, umumiy og‘irligi esa $104,45 \pm 19,34$ g. Baliq ovlashga kelsak, chig‘anoq uzunligining (mm) umumiy og‘irlikka (g) nisbatiga nisbatan o‘sishi Oxyur ko‘rfazidagi *H. M. nigritus* qora mureksida aniqlandi va $TW = 4E-06SL^{3,7956}$ potensial modeli bilan ifodalandi, $R^2 = 0,8317$ (4a-rasm).

3.3.1.2. *Pushti labli mureks qorinoyoqli mollyuska Phyllonotus erythrostoma* (Swainson, 1831)

O'rganilayotgan hududdagi pushti labli mureks gastropoda *Phyllonotus erythrostoma* (*P. erythrostoma*) baliqchilar e'tiboridan chetda qolgan o'xshash morfometrik xususiyatlarga ega bo'lgan karamsimon oyoqli karam mureksi *Phyllonotus brassica* va regal murex *Phyllonotus regius* bilan mos keladi [52]. Hozirda Sinaloa shahridagi Topolobampo porti idorasida o'rganilayotgan hududda *P. erythrostoma* ovlanishi to'g'risida rasmiy ma'lumotlar yo'q, eng yaqin ma'lumot 2008-yilga to'g'ri keladi, 8000 kg ovlangan bo'lib, u 11 096,21 Meksika pesosi [57–59]. Miqdorida \$ daromad keltirgan. Qora mureks *H. M. nigritus*da bo'lgani kabi qo'lga olishning har bir mavsumida bu gastropodaga nisbatan qo'llaniladigan ekspluatatsiya va harakatlar har bir ov zonasi uchun resurs mavjudligiga qarab har bir mavsum uchun oldingi baholashlarni talab qiladi. Sababi ularning ovqatlanish xususiyatlarini baholash usuli etiketkalash orqali amalga oshirilishi va belgilangan organizmlarni qaytarib olish mumkin. Baliq ovlash harakati juda o'zgaruvchan, chunki har yili baliq ovlash qayd etilmaydi. Baliqchi suvda suzish orqali 4 soatlik ish davomida taxminan 150 dona organizmni tutishi mumkin (3f-rasm). Qobiq uzunligi nisbati (mm) – umumiy og'irligi (g) bo'yicha o'sish Ohuira lagunasidagi pushti og'izli murex *Phyllonotus erythrostomada* baholandi va potensial model $TW = 0,5596SL^{1,2287}$, $R^2 = 0,4442$ bilan ifodalangan (4b-rasm).

3.3.1.3. *Tinch okeanining melongena yoki qirrall qorinoyoqli mollyuskasi Melongena patula* (Broderip va Sowerby, 1829) va boshqa gastropodalar

Tinch okeanining melongena qorinoyoqli mollyuskasi *Melongena patula* (*M. patula*) o'rganilayotgan hududda tutilgan, Sinaloadagi Topolobampo portidagi rasmiy ma'lumotlarga ko'ra, 2014-yil uchun 21,695 kg, qiymati 130,432 dollar Meksika pesosi miqdorida bo'lgan. Bundan farqli o'laroq, qora mureks gastropoda *H. M. nigritus* *M. patula*ga qaraganda kamroq tarqalish xususiyatiga ega, ammo u nisbatan uzoqroq qobiqqa va va umumiy og'irligi bilan baholanadi, bu ham o'zining tijorat qiymatiga ega (3f-rasm). FAO 1995-yilda [52] maksimal uzunligi 260 mm, umumiy uzunligi 160 mm bo'lgan chig'anoq uzunligini ma'lum qildi. Chig'anoq uzunligi va umumiy og'irligi *H. M. nigritus*, *P. erythrostoma* va *M. patula*ga o'xshash yoki undan yuqori bo'lgan gastropodalar mavjud, ular Tinch okeanining ulkan sharqiy chig'anog'i *Strombus galeatus* (Swainson, 1823) va Tinch okeanining qirra qobiqli gastropodai *Malea ringens* (Swainson, Swainson, 1822) kabilar. Biroq ular kam tarqalganligi tufayli doim ham ovlanavermaydi. Gastropodalarning ushbu turlari uchun ularning baliq ovlash uchun rasmiy me'yoriy standartlari mavjud emas, faqat yangilanmagan baliq ovlash hajmlari, shuningdek, Milliy baliqchilik instituti, Meksika tomonidan chiqarilgan milliy baliq ovlash xartiyasida tavsiya etilgan baliq ovlash o'lchamlari qayd etilgan.

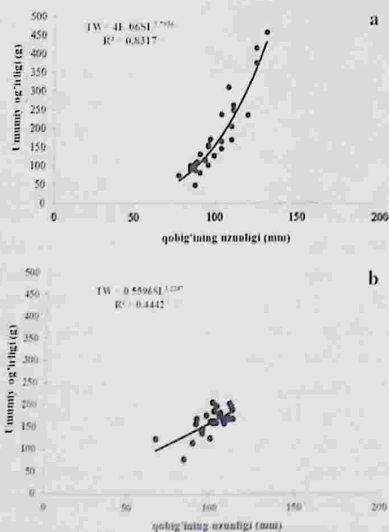
3.4. Akvakultura

3.3.2. Hozirgi holati

Hexaplex (Muricanthus) nigritus suv shilliqlarining reproduktiv sikli 2011-yilda laboratoriya sharoitida o'rganilgan. Meksikaning Guasave, Sinaloa shahridagi Makapula lagunasida jami uchta urg'ochi va ikkita erkak to'plangan. Suv almasinuvi rejimlarida o'tkazilgandan so'ng jami 24 ta tuxum massasi yig'ildi. Tuxum massasida topilgan kapsulalarning o'rtacha soni $150,75 \pm 37,23$ ni, kapsulalarning taxminiy balandligi va kengligi mos ravishda o'rtacha $15,05 \pm 1,21$ va $4,93 \pm 0,58$ sm ni tashkil etdi. Har bir kapsulada topilgan embrionlarning o'rtacha soni 1583 ± 149 bo'lib, tuxum massasida jami $238\,626 \pm 3457$ embrionni oldi. Olingan natijalar *H. M. nigritus*ning reproduktiv qobiliyatini tijorat va ko'paytirish maqsadlarida baholash uchun foydali vosita sifatida ko'rib chiqildi [60].

4. Muhokama

Ohuira lagunasi, Ahome, Sinaloa (2016–2017-yillar) va Sinaloa shahridagi Guasave munitsipalitetida o'tkazilgan oldingi tadqiqotlar o'rtasida to'liqinli hududda Navachisti lagunasi [15] va Topolobampo va Ohuira lagunlarida (mangrov zonasi)da yashovchi mollyuskalar jamoasidagi ekologik indekslar (H' , J' , Dmg) o'rtasida farq aniqlandi [16]. Organizmlar va turlarning to'planish joylarida ko'p



4-rasm. Meksika Ohuira lagunasi, Ahome, Sinaloa uchrovchi (a) qora mureks *Hexaplex (Muricanthus) nigritus* va (b) pushti labli mureks gastropoda *Phyllonotus erythrostomanus*ning umumiy og'irligi (g) qobig'ining uzunligining o'sishi.

taqsimlanishi turli xil bo'lgan. Axomedagi Ohuira lagunasidagi qorinoyoqli mollyuskalar jamoasida toshli va qumli zonalar (plyaj), kichik jinslar bilan zonalar va kamroq nisbatda mangrovlardan tashkil topgan substrat turi bilan bog'lanishning ma'lum bir turi mavjud edi. Qorin oyoqli mollyuskalardan namuna olish usullari *Littorina modesta* mangrov bilan bog'liqligini ko'rsatdi. Sinaloaning Ohuira va Topolobampo lagunalaridagi intertidal zonada qattiq substratlar bilan bog'liq bo'lgan epibentik umurtqasizlar jamoalari haqidagi oldingi tadqiqotda mualliflar toshli intertidal zona va uning organizmlari juda muhim trofik faza ekanligini, ushbu tadqiqot hududining epibentik umurtqasizlar jamoasining bioxilma-xilligi va tarqalishi haqida ko'proq bilishni tushunishda muhimligini ta'kidladilar. O'z tadqiqotida 2011-yil avgustidan 2012-yil fevralgacha 5 ta stansiyada 50 × 50 sm kvadrantlar bilan 4 ta namuna olishdi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, jamoa 168 turining o'ziga xos boyligini (S) taqdim etgan, ulardan 74 tasi mollyuskalarga to'g'ri keladi. Gastropoda *Cerithium stercusmuscarum* dominant turlar ichida topilgan, bu Ohuira orollarida o'tkazilgan tadqiqot natijalariga mos keladi [52]. *Cerithium stercusmuscarum*, *Neritina sp.*, *Nerita funiculata*, *Nerita scabricosta*, *Crucibulum spinosum*, *Nassarius luteostoma* va *Crepidula onix* turlarini Ohuira lagunasi, Ahome, Sinaloa, Meksikaning malakologik faunasi vakillari deb hisoblash mumkin.

Minnatdorchilik

Mualliflar Draga hamda qo'lyozmani ingliz tiliga tarjima qilgani uchun Mercedes Eugenia Guerrero Ruizlarda rahmat.

Muallif ma'lumotlari

Ruth Escamilla-Montes¹, Salvador Granados-Alcantar², Genaro Diarte-Plata^{1*}, Paúl de J. Pacheco-Heredia³, Juan A. Gill-León⁴, Antonio Luna-González¹.

Jesús A. Fierro-Coronado¹, Píndaro Álvarez-Ruiz¹, Héctor M. Esparza-Leal¹ and Wenceslao Valenzuela-Quñóñez¹

* Murojaatlar uchun: gdiarte@ipn.mx

1. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa, Guasave, Sinaloa, México.

2. Universidad de occidente, Unidad Los Mochis, Departamento de Biología, Los Mochis, Ahome, Sinaloa, México.

3. Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa, Programa de Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales, Unidad Los Mochis, Ahome, Sinaloa, México.

4. Instituto Nacional de México, Unidad Los Mochis. Departamento de Biología, Los Mochis, Ahome, Sinaloa, México.

Adabiyotlar:

[1] Aburto-Oropeza O, López-Sagástegui C. Red de reservas marinas del Golfo de California: una compilación de los esfuerzos de conservación. Reporte preparado para Greenpeace México; 2006. p. 30

- [2] Bourillón-Moreno L, Cantú A, Eccardi F, Lira E, Ramírez J, Velarde E, Zavala A. Islas del Golfo de California. México: UNAM; 1991. p. 292
- [3] Glynn PW, Wellington GM, Birkeland C. Coral reef growth in the Galapagos: Limitation by sea urchins. *Science*. 1979;203:47-49
- [4] Caso ME. Estudio morfológico, taxonómico, ecológico y distribución geográfica de los asteroideos recolectados durante las campañas oceanográficas Cortés 1, 2, 3. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 1994;22:101-119
- [5] Villarreal CG. Alteraciones en la estructura de la comunidad de macrobentos en Bahía Falsa, México, relacionadas con el cultivo de *Crassostrea gigas*. *Ciencias Marinas*. 1995; 21(4):373-386
- [6] Chaloner DT, Hershey AE, Lamberti GA. Benthic invertebrate fauna. En: Likens G. Ed. *Encyclopedia of Inland Waters*. Vol. Elsevier Press, Oxford New York, 2009. 157-172 p
- [7] Torres-Gavilá F. Estudio faunístico, ecológico y ambiental de la fauna de anélidos poliquetos de sustratos sueltos de las islas Chafarinas (Mar de Alborán, S.W. Mediterráneo). *Compendio de publicaciones*. Universidad de Valencia; 2007 708 pp
- [8] Guzmán-Alvis A, Díaz JM. Distribución espacial de la taxocenosis Anellida-Molusca en la plataforma continental del Golfo de Salamanca. *An. Ins. Inv. Mar. Punta Betín*. 1993; 22:45-59
- [9] Frithsen JB, Holland AS. Benthic communities as indicators of ecosystem condition. In: DH MK, Hyatt DE, VJ MD, editors. *Geological Indicators*. Vol. 1. London, UK: Chapman y Hall; 1990 810 p
- [10] Visita a la página web: 10-09-2017. Museo de las Conchas-México es cultura. www.mexi-coescultura.com/Sinaloa Carrasco FD, Gallardo VA. La contaminación marina y el valor de la macrofauna bentónica en su evaluación y vigilancia: casos de estudio en el litoral de Concepción, Chile. *Biología Pesquera*. 1989;18:15-27
- [11] Reguero M, García-Cubas A. Moluscos de la plataforma continental de Nayarit: sistemática y ecología (cuatro campañas oceanográficas). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx.* 1989;16:33-58
- [12] Holguín-Quiñones OE, Wright-López H, Félix-Pico EF. Moluscos intermareales y de fondos someros en la Bahía de Loreto, B. C. S. México. *Oceánides*. 2000;15(2):91-115
- [13] Holguín-Quiñones OE, González-Pedraza AC. Moluscos de la Franja Costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México. México, D.F: Dirección de Bibliotecas y Publicaciones, Instituto Politécnico Nacional; 1994 133 pp
- [14] Landa-Jaime V, Arciniega-Flores J. Macro-moluscos bentónicos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 1998;24:155-167
- [15] Olabarría C, Carballo JL, Vega C. Cambios espacio-temporales en la estructura trófica de asociaciones de moluscos del intermareal rocoso en un sustrato tropical. *Ciencias Marinas*. 2001;27(2):235-254
- [16] Villarreal MM, Magaña A, Gómez B, Del Río O, Lucio J, Sánchez J. Diversidad de moluscos en el litoral rocoso de Michoacán. México. 2000;2:54-63
- [17] Stuardo JV, Villarreal M. Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en las lagunas costeras de Guerrero, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx.* 1974;3(1):65-92

- [18] Baqueiro CE. Sobre la distribución de *Megapitaria squalida* (Sowerby), *M. aurantiaca* (Sowerby) y *Dosinia ponderosa* (gray) en relación con la granulometría del sedimento (Bivalvia: Veneridae): Nota científica. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx. 1979;6(1):25-32
- [19] Esqueda MC, Ríos-Jara E, Michel-Morfin JE, Landa-Jaime V. The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco. Revista de Biología Tropical. 2000;48(4):765-775
- [20] García RC, Álvarez M. Comunidades de quitones (Mollusca: Polyplacophora) de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Revista de Biología Tropical. 2007;55(1):177-182
- [21] Ortiz-Arellano MA, Flores-Campaña LM. Catálogo Descriptivo e Ilustrado de Los Moluscos de la Zona Intermareal de Las Islas de Navachiste, Sinaloa. Mazatlán: Universidad Autónoma de Sinaloa y Gobierno del Estado de Sinaloa- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; 2008 132 pp
- [22] Flores-Rodríguez P, Barba-Marino F, Flores-Garza R, García-Ibáñez S, Arana-Salvador D. Análisis de la Comunidad de Moluscos del Mesolitoral Rocoso en Playa Corralero, Oaxaca. Perspectivas en Malacología Mexicana. Villahermosa: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; 2010. pp. 79-87
- [23] Reyes-Gómez A, Barrientos-Luján N, Medina-Bautista J, Ramírez-Luna S. Chitons from the coralline area of Oaxaca, México (Polyplacophora). Bollettino Malacologico. 2010; 46:111-125
- [24] Baqueiro CE, Stuardo J. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby, 1831), *M. squalida* (Sowerby, 1835) y *Dosinia ponderosa* (gray, 1838) (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Gro., México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx. 1977;4(1):161-208
- [25] Román-Contreras R, Cruz-Abrego FM, Ibáñez-Aguirre AL. Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la Bahía de Chametla, Jalisco, México. An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx. 1991;62:249-278
- [26] Ortiz-Arellano MA. Sistemática Y ecología de la Malacofauna de la Zona Intermareal de Las Islas de la Bahía de Navachiste, Sinaloa, México. Guasave, Sinaloa, México: Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Sinaloa; 2005. p.191
- [27] Brusca RC, Findley LT, Hastings PA, Hendrickx ME, Torre Cosio J, Van Der Heiden AM. Chapter 9: Macrofaunal diversity in the Gulf of California. In: Cartron J-LE, Ceballos G, Felger RS, editors. Biodiversity, Ecosystems and Conservation in Northern Mexico. 1st ed. Oxford University Press; 2005. pp. 179-203
- [28] Zavala-Norzagay AA. Ficha Informativa de Los Humedales RAMSAR (FIR)-Versión 2009-2012. Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira. Secretaría del Medio Ambiente Y Recursos Naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de México, México; 2011. pp. 1-22
- [29] Cárdenas-Gómez S. Modelación hidrodinámica de la laguna Costera El Colorado, Ahome, Sinaloa. Guasave, Sinaloa, México: Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Sinaloa; 2007. p. 94

- [30] Brusca RC. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. 2nd ed. United State of America: The University of Arizona press; 1980. p. 27
- [31] Caso ME. Estudio morfológico, taxonómico, ecológico y distribución geográfica de los asteroideos recolectados durante las campañas oceanográficas Cortés 1, 2, 3. An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nac. Mex. 1994;22:101-119
- [32] Baqueiro-Cárdenas E, Borabe L, Goldaracena-Islas CG, Rodríguez-Navarro J. Los moluscos y la contaminación. Una revisión. Revista Mexicana de Biodiversidad. 2007;78:15-75
- [33] Vegas-Vélez M. Introducción a la ecología del Bentos Marino. Washington: OEA; 1971. p. 91
- [34] Holguín-Quinones OE, González-Pedraza AC. Moluscos de la Franja Costera de Michoacán, Colima Y Jalisco, México. México, D. F: Instituto Politécnico Nacional; 1994. p. 133
- [35] García-Cubas A, Reguero M. Catálogo ilustrativo de moluscos bivalvos del Golfo de México y Mar Caribe. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México. 2007;86
- [36] Escamilla-Montes R, Diarte-Plata G, Luna-González A, Fierro-Coronado J A, Esparza-Leal HM, Granados-Alcantar S, Ruiz-Verdugo CA. Chapter 1: Ecology, fishery and aquaculture in gulf of California, Mexico: Pen shell *Atrina maura* (Sowerby, 1835). In: Biological and Molecular Malacology. Edited: Sajal Ray. Intech. 1st ed. Croatia. 2017. pp. 3-22. <http://dx.doi.org/10.5772/68135>
- [37] Magurran AE. Ecological Diversity and its Measurement. New Jersey: Princeton University Press; 1988. p. 179
- [38] Mendoza-Maldonado GB, Diarte-Plata G, Luna-González A, Escamilla-Montes R, Rodríguez-Jaramillo C, Ruiz-Verdugo CA, Fierro-Coronado JA, Robles-Mungaray M. Susceptibility and immune response of Catarina scallop (*Argopecten ventricosus*) against *Vibrio parahaemolyticus*, the causative agent of AHPND in shrimp. Aquaculture. 2018;482: 24-30
- [39] Ortiz-Arellano MA, Flores-Campaña LM. Catálogo Descriptivo e Ilustrado de Los Moluscos de la Zona Intermareal de Las Islas de Navachiste, Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México: Universidad Autónoma de Sinaloa y Gobierno del Estado de Sinaloa-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; 2008. p. 132
- [40] Corrales-López R, Díaz-Gaxiola JM, Sánchez-Vargas DP. Comunidades de invertebrados epibentónicos asociados a sustratos duros en la zona intermareal de las bahías Ohuira y Topolobampo. Sinaloa. Juyyaania. 2014;2(2):211-234
- [41] Flores-Campaña LM, Arzola-González JF, Ramírez-Soto M, Osorio-Pérez A. Repercusiones del cambio climático global en el estado de Sinaloa, México. Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía. 2012;21(1):115-129
- [42] Arzola-González JM, Voltolina D, Gutiérrez-Rubio Y, Flores-Campaña LM. Abundancia y estructura de tallas de *Nerita funiculata* (Mollusca: Gastropodaa: Neritidae) en la zona intermareal de las islas de la bahía de Navachiste, Sinaloa, México. Revista Universidad y Ciencia-Trópico Húmedo. 2013;29(2):209-213
- [43] Castillo-Rodríguez ZG. Biodiversidad de moluscos marinos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 2014;(Supl. 85):S419-S430. DOI: 10.7550/rmb.33003

- [44] García-Ibáñez S, Flores-Rodríguez P, Nieto-Navarro JT, Flores-García R, Bernabé-Moreno IE. Respuesta del carnívoro *Plicopurpura pansa* (Mollusca: Gastropodaa) y el herbívoro *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) a factores ambientales en Acapulco. México. CienciaUAT. 2014;8(2):11-21 ISSN 2007-7521
- [45] Keen AM. Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Peru. Stanford: Stanford University Press; 1971. p. 1064
- [46] Abbott RT. American Sea Shells. The Marine Mollusca of Atlantic and Pacific Coasts of North America. New York: Van Nostrand Reinhold Company; 1974. p. 663
- [47] Morris PA. A Field Guide to Pacific Coast Shells. The Peterson Field Guide Series. Boston: Houghton Mifflin; 1966 297 p
- [48] Morris RC, Abbott DP, Haderlie EC. Intertidal Invertebrates of California. Stanford, California: Stanford Univ. Press; 1980 690 p
- [49] Skoglund C. Additions to the Panamic Province3. Bivalve (Mollusca) literature 1971 to 1990. Festivus. 1991;22(Suppl.2):1-74
- [50] Skoglund C. Additions to the Panamic Province3. Gastropoda (Mollusca) literature 1971 to 1990. Festivus. 1992;24:169
- [51] FAO (Food and Agriculture Organization). Plantas e Invertebrados. Guía para la identificación de Especies para Los Fines de la pesca Pacifico Centro-Oriental. Volumen Roma, Italia; 1995. p. 646
- [52] Coan EV, Valentich SP, Bernard F. Bivalve Seashells of Western North America. Marine Bivalve Mollusks from Artic Alaska to Baja California. Santa Barbara California: Santa Barbara Museum of Natural History; 2000 794 pp
- [53] McNaughton SJ. Structure and function in California grasslands. Ecology. 1968;49:962-972
- [54] Peet RK. The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics. 1974;5:285-307
- [55] Baev PV, Penev LD. BIODIV: Program for Calculating Biological Diversity Parameters, Similarity, Niche Overlap, and Cluster Analysis. Version 5.1. Sofia-Moscow: Pensoft; 1995. p.57
- [56] Página WEB. Visita el 10-09-2017. Sinaloa en línea. Caracol burro de las riquezas del mar. www.sinaloaenlinea.com/noticia/caracol-burro-de-las-riquezas-del-mar Página WEB. Visita el 10-09-2017. Periódico el debate. Se reactiva la pesca por el tiburón y el caracol. www.debate.com.mx/guamuchil/se-reactiva-la-pesca-por-el-tinurón-y-el-caracol-20160804-0064.html
- [57] Página WEB. Visita el 10-09-2017. Sea Shell city museo de conchas Mazatlán. www.empremexico.com/sea_shell_city_630391.php
- [58] Góngora-Gómez AM, García-Ulloa Gómez M, Domínguez-Orozco AL, CamachoSánchez FY. Aspectos reproductivos cuantitativos del caracol *murex negro* *Hexaplex nigritus* (Phillippi, 1845) en condiciones de laboratorio. Ciencia y Mar. 2011;XV(44): 31-34.

7-BOB. DENGIZ SUVSHILLIQLARI: INSONLAR TA'SIRIDAGI
QOYALI QIRG'OQLARDA YASHOVCHI INDIKATOR
TURLARINING BIOLOGIYASI VA EKOLOGIYASI
(PHORCUS TURKUMI VAKILLARI MISOLIDA)

Ricardo Sousa, João Delgado, José A. González,
Mafalda Freitas and Paulo Henriques

Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud.
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.71614>

Annotatsiya. Ushbu maqola sharhida mualliflar *Phorcus* Risso, dengiz suv shilliqlarining 1826 turkumi bilan bog'liq bo'lgan keng doiradagi mavzularni, xususan, tarqalishi, yashash joyi, xatti-harakatlari va kelib chiqishi nazariyasi, shuningdek, baliqchilik, ifloslanish va boshqalar kabi antropologik ta'sirlarning oqibatlarini va iqlim o'zgarishlari, ushbu turlarda o'rgangan. Ushbu tadqiqot ishi mazkur indikator turlarining ekologik ahamiyatini va ularning toshli qirg'oqlardagi o'zaro ta'sirini, shuningdek, ularga ta'sir etgan antropogen ta'sirlarni muhokama qilishga diqqatini qaratgan. *Phorcus* turlariga ta'sir qiluvchi asosiy antropogen ta'sirlardan biri baliqchilardir. *Topshell* turlarini yig'ish tarixidan oldingi davrlardan beri amalga oshirilib kelinmoqda va vaqt o'tishi bilan tirikchilik darajasidan tijorat ekspluatatsiyasi darajasiga qadar rivojlangan. Biroq bu turlar bo'yicha kam ma'lumotlarda mavjud bo'lib, bu xaziralarni baholash va barqaror ekspluatatsiya uchun zarur bo'lgan boshqaruvga to'sqinlik qildi. Bundan tashqari, ushbu asosiy ekotizimni tashkil etuvchi turlari o'zlarining ekologik-biologik xususiyatlariga ko'ra qirg'oqlarning yashash joylari sifatini baholashda foydali vositadir. Ushbu turlarning og'ir metallar bilan ifloslanishi hayvonlar va inson salomatligi uchun jiddiy xavf tug'diradi, chunki ularning oziq-ovqat zanjirida biomagnifikatsion potentsiali mavjud. Shunday qilib, ushbu turlardan bioindikator sifatida foydalanish dengiz qirg'oqlari muhitiga qaratilgan tabiatni muhofaza qilish choralari o'rnatish uchun kafolatlanadi. Iqlim o'zgarishi turli darajadagi tashkilotning biologik tizimlarining ishlashiga ta'sir qiladigan intertidal organizmlar uchun bo'ladigan ekologik ta'sir darajasini oshirdi. *Phorcus* turlari iqlim o'zgarishining intertidal ekotizimlarning mahalliy buzilishlariga va ushbu organizmlarning geografik tarqalishining ta'sir ko'rsatkichlari sifatida keng qo'llanilgan. *Phorcus* turlarining biologik parametrlari va ularning ekspluatatsiya, ifloslanish va iqlim o'zgarishiga qanday munosabatda bo'lishiga oid keyingi tadqiqotlar ushbu turlarni antropogen faoliyatning keng ko'lami ekologik ta'sirining ko'rsatkichlari sifatida birlashtirdi.

Key words: *Phorcus*, *trochidae*, hayot sikli xususiyatlari, baliqchilar, ifloslanish, iqlim o'zgarishi.

1. Kirish

Trochidae (cho'qqisimon qobiqqa ega gastropoda mollyuskalar ingliz tilida «topshell» nomi bilan mashhur) – toshli qirg'oqlarda yashaydigan dengiz qorinoyoqli mollyuskalari. Bu dengiz suv shilliqlari *patellidae* va boshqalar (yopishqoq qobiqli o'simlikxo'r gastropodalar yoki ingliz tilida «limpet» nomi bilan mashhur)

va qizil mollyuskalar (ingliz tilida «winkles» nomi nilan mashhur) bilan birgalikda Shimoliy-Sharqiy Atlantika va O'rta yer dengizining suv o'tlari orasidagi eng keng tarqalgan o'simlikxo'r organizmlardir [1]. Topshellar toshli dengiz qirg'oqlarini supratidaldan to subtidalgacha egallagan, tabiatdagi eng ekstremal, geterogen va dinamik muhitlardan biri bo'lib, bu organizmlarga turli darajadagi issiqlik va gidroksid ta'sir ko'rsatadi [2, 3]. Oldindan aytib bo'lmaydigan atrof-muhit sharoitlari ularning ko'plab o'ziga xos morfologik va biologik xususiyatlari uchun javobgardir, ular intertidal muhitga moslashish sifatida qabul qilinadi [4]. *Phorcus* turkumining dengiz suv shilliq-lari ekologik jihatdan muhim suv o'tlari bo'lib, ular yashash muhitining ekologik muvozanatini tartibga solishda katta rol o'ynaydi va bu ekotizimga antropogen ta'sir oqibatlarini baholashda biologik ko'rsatkichlar sifatida foydalaniladi [4, 5].

Phorcus turkumining xilma-xilligi va ekologik ahamiyati so'nggi yillarda intensiv tadqiqotlarga turтки bo'ldi. Yaqinda bu turkum Donald va boshqalar [5] tomonidan ilgari Monodonta Lamark, 1799 yoki Osilinus Philippi, 1847 turkim ostidagi turlarni o'z ichiga olgan holda qayta ta'riflangan. Tethyan dengiz yo'li yopilgunga qadar, bu turkumning kelib chiqishi biogeografik tarixini 40–20 mln yilga qadar kuzatish imkonini berdi.

Intertidal zona umurtqasizlarning kelib chiqishi nazariyasi genetik farqlar va atrof-muhit ta'siri tufayli turlararo va turlar ichida o'zgarib turdi. O'sish, reproduktiv xususiyati va o'lim darajasining murakkab kombinatsiyasiga bog'liq bo'lib, ushbu turlarning intertidal zona bo'ylab tarqalishi va ko'pligini tushunish uchun asosiy hisoblanadi [6, 7]. Shunday qilib, *Phorcus* populyatsiyalarining kelib chiqishini bilish bu turlarning doimiy o'zgaruvchan muhitga qanday moslashishini tushunish uchun zarur bo'lgan muhim ma'lumotlarni beradi, masalan baliqchilik, yashash joylarining buzilishi, ifloslanish va iqlim o'zgarishi yoki tabiiy omillar tufayli sabab bo'ladi.

Intertidal zona ekotizimning buzilishining asosiy sabablaridan biri toshli qirg'oqlarda qorinoyoqli mollyuskalarning yig'indisi bo'lib, u tarixdan oldingi davrlardan beri sodir bo'lib, bu turlarning ko'pligi va hajmining o'zgarishiga olib keladi. Tashvishga soluvchi sabablardan yana bir qirg'oq suvlarining tabiiy bo'lmagan kimyoviy moddalar bilan ifloslanishi, sanoat chiqindilari va oqova suvlarining boshqalar bilan ifloslanishidir. Qorinoyoqli mollyuskalar ko'pincha qirg'oqning sanitar holatini baholash va dengiz ifloslanishining ta'sirini aniqlash uchun bioindikator sifatida ishlatiladi [8]. Walsh va boshqalar [9] ushbu bioindikator turlar dengiz muhitida ifloslantiruvchi moddalarni foydali biomonitoring tizimi sifatida harakat qilish potensialiga ega ekanligini qayd etdi. Shunday qilib, ular ekotizimni himoya qilish choralari o'rnatish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarni taqdim etuvchi metallarni izlash orqali ifloslanish ko'rsatkichlari sifatida ishlaydi.

Phorcus turlari kam harakatchanligi, namuna olishning osonligi, to'qimalarni tahlil qilish uchun yetarli o'lchami, keng tarqalganligi, yil davomida ko'pligi,

qobig'i va qirg'oq suvlarida og'ir metallarning mavjudligi to'qimalarida yuqori metall konsentratsiyasini to'plash qobiliyati tufayli suv sifatining yaxshi bioindikator sifatida tan olingan [10, 11].

Global iqlim o'zgarishi, shuningdek, dengiz qorinoyoqli mollyuskalarining geografik tarqalishining o'zgarishiga olib keladigan intertidal ekotizimning buzi-lishiga olib keladi. Ma'lumki, intertidal umurtqasizlar iqlim o'zgarishiga issiqroq-dan sovuqroq hududlarga qarab kenglik gradiyentidan keyin biogeografik taqsi-motdagi o'zgarishlar orqali javob berishadi. *Phorcus* turlari bioindikator bo'lib, ularning tarqalishidagi o'zgarishlar Atlantikaning shimoli-sharqiy qirg'oqlarida iqlim o'zgarishi gipotezasi bilan muvaffaqiyatli bog'langan, hozirda ularning shi-moliy chegaralarida joylashgan turlar, qirg'oq suvlari isishi davom etar ekan, shi-molga qarab siljishi oxirgi o'n yilliklarda sodir bo'lishi kutilishi mumkin.

Ushbu ishning maqsadi *Phorcus* turlarining anatomiyasi, o'sish, ko'payish, o'lish, xulq-atvor va ekologik rolni o'z ichiga olgan biologiyasi va ekologiyasi, antropologik ta'sirlarning oqibatlarini baholash va muhokama qilish, baliqchilik, ifloslanish va iqlim o'zgarishi ushbu asosiy turlarga va ularning inson faoliyati-ni qirg'oq dengiz muhitiga ta'sirining bioindikatorlari sifatidagi xususiyatlari bilan bog'liq keng ko'lamli mavzularni to'plash va ko'rib chiqishdir.

2. Cho'qqisimon qobiqli gastropoda mollyuskalar biologiyasi va ekologiyasi

2.1. Anatomiyasi

Qorinoyoqli mollyuskalar ikkita asosiy qismdan iborat: chig'anoq va tana. Ushbu asimmetrik mollyuskalar tanasi atrofida ularni muhitda mavjud bo'lgan biotik va abiotik omillardan himoya qiluvchi burama, spiralsimon o'ralgan chig'a-noq va muguz yoki ohak qopqog'i, chig'anoq uchun tayanch sifatida xizmat qi-ladigan oyoqning yuqori dorsal tomoniga tayanadigan yassi plastinasiga ega. Chig'anoq faol harakatlanganda yoki teshikni to'sib qo'yganida, tana hayvonlarni yirtqichlardan himoya qiladi va ochiq qoyali qirg'oqlarda suvning sizib chiqishi-ning oldini oladi [12, 13].

Ustki qobiqlarda qobiq to'liq va piramidal, o'rtacha katta, konusdan sharsimon shaklga ega, tanasi dumaloq va burchakli burmalar va ko'pincha yassilan-gan poydevor va marvariddan iborat. Bu tuzilma embrion bosqichida ichki a'zo-lar massasining tashqi terisidan va mantiyadan oqsil tolalari ajralishi bilan suzuvchi lichinkalar bo'lsa, xuddi shu hujayradan kalsiy karbonat ajralishi bilan hosil bo'lgan hujayralardir. Embrion fazadan keyin qobiq asosan uning chetla-rida, balki ichki qismida oqsil to'ri va kalsiy karbonat qo'shilishi orqali o'sish-da davom etadi. Qobiqning o'sishi doimiy emas va u tez-tez turli xil o'sish chi-zqlarini qoldiradi, chunki yetuklik va noqulay atrof-muhit sharoitlari o'sishni



1-rasm. *Phorcus sauciatus* qobig'ining fenotipik o'zgaruvchanligi. A – Portugaliya materik, B – Madeyra oroli, C – Gran Kanariya oroli.

to'xtatishi mumkin. Chig'anoq yirtqichlardan himoya hamda turli xildagi gaz va suyuqliklarni o'tkazmaydigan va maydalanishga chidamli qurib ketishdan himoya qiluvchi qismdir [12–14]. Qobiqning rang naqshlari, odatda, yuqori qobiqlarda juda o'zgaruvchan bo'lib, genetik emas, balki oziqlanish bilan bog'liq (1-rasm) [12].

Yumshoq tanasi qorin qismi bilan bog'langan ikkita bo'limdan iborat bo'lib, yashil rangga ega quyuq kulrang tusda [15]. Pastki bo'lim mushak oyoq va boshni o'z ichiga oladi. Oyoq substrant ustida harakatlanish, suzish, sakrash va ag'darilganda hayvonni tik holatiga qaytarish uchun ishlatiladi. Bundan tashqari, u ovqatni aniqlashga yordam beradi. Yuqori bo'lim nafas olish, ovqat hazm qilish, ayirish, ko'payish, va qobiq sekretiysiyasi vazifalarini bajaradi.

Bu organizmlarning tanasi kalta tumshug'i bo'lgan boshdan, bir juft konusimon va papillasimon paypastlagichlardan, bir-biridan farq qiladigan paypaslagichlarda chashkasimon ochiq ko'zlar, oyoq, harakatlanish uchun ishlatiladigan yassilangan asosli mushak qorin organi va ichki organlardan iborat, dorsalda qobiqning qo'rg'oni bo'lib, ko'pgina organ tizimlari va mantiyani o'z ichiga oladi, yoqaga o'xshash tegument, qobiqni o'z ichiga oladi va chiqaradi, hayvonlarning havo bilan nafas olishiga imkon beruvchi mantiya bo'shlig'ini hosil qiladi [13, 14].

2.2. Taksonomiya va geografik tarqalishi

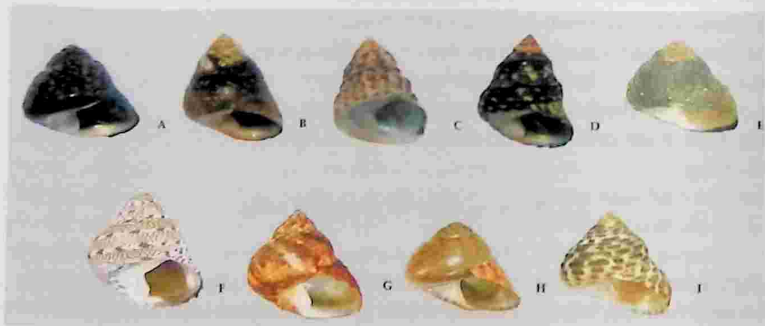
Phorcus Risso 1826, *Trochidae* Rafinesque oilasiga mansub o'simlikxo'r dengiz suv shillig'i (*gastropoda: prosobranchia*), 1815-yil, O'rta yer dengizidan Shimoliy-Sharqiy Atlantika okeani orqali, jumladan, Makaroniya Arxidiylari, Kaposira va Kaposia adrlaridagi qoyali qirg'oqlarda yashaydi [14].

O'simlikxo'r Gastropodalarning bu turkumi hozirda to'qqizta taniqli tirik tur bilan ifodalanadi [5, 6] va *Phorcus articulatus* (Lamark, 1822), *Phorcus atratus* (Wood, 1828), *Phorcus lineatus* (da Costa, 1778), *Phorcus mariae* Templado. & Rolan, 2012, *Phorcus mutabilis* (Filippi, 1851), *Phorcus punctulatus* (Lamark, 1822), *Phorcus richardi* (Payraudeau, 1826), *Phorcus sauciatus* (Koch, 1845) va *Phorcus turbinatus* (Born, 1778) shular jumlasidandir.

Atlantika va O'rta yer dengizida uchraydigan *Phorcus* turlari o'rtasida aniq ajralish mavjud. Ushbu bo'linish Gibraltar bo'g'ozini tomonidan qo'yilgan to'siqdan kelib chiqadi, chunki qo'shni hududda turlar bir-biriga mos kelmaydi va yaqin atrofdagi Alboran fronti qisqa lichinka bosqichlari bo'lgan hayvonlar uchun biogeografik tashuvchi vazifasini bajaradi, masalan *P. lineatus*, ularning lesitotrofik veliger lichinkalari suv ustunida ko'pi bilan 6–7 kun qoladi [5, 14, 16]. Shunday qilib, bu turning to'rt turi O'rta yer dengizi bilan cheklangan, xususan, *P. turbinatus*, *P. mutabilis*, *P. articulatus* va *P. richardi*, qolgan besh turi, ya'ni *P. lineatus*, *P. sauciatus*, *P. atratus*, *P. punctulatus* va *P. mariae* (2-rasm) [5] Atlantika okeanining shimoli-sharqiy qismida uchraydi.

Shimoliy Atlantika okeanida *P. lineatus* Shimoliy Uels va Irlandiyada *Phorcus* turkumining eng shimoliy geografik chegaralaridan, *P. punctulatus* esa Senegaldagi eng janubiy chegaralariga yetib boruvchi tur hisoblanadi. *P. mariae* Kabo-Verde arxipelagida, *P. atratus* Kanar orollari va Selvagen orollarida, *P. punctulatus* Senegal bilan chegaralangan [1, 5, 14]. *P. lineatus* Shimoliy Uels va Irlandiyadan Marokashgacha keng tarqalgan va *P. sauciatus* Makaroneziya arxipelaglari Madeyra, Kanariya va Azor orollarini o'z ichiga oladi, shimoliy chegarasi Pireney yarim orolida va janubiy chegarasi Afrika materikidagi, arimas genetik bilan ular orasidagi tafovut, bu sohalar orasida yaqinda yoki davom etayotgan tarqalishdan dalolat beradi [5, 18, 19].

Phorcus turkumining O'rta yer dengizida geografik tarqalishiga kelsak, *P. turbinatus* Ispaniyadan Kiprga, *P. articulatus* Ispaniyadan Tunisga, *P. richardi*



2-rasm. *Phorcus* turkumining to'qqiz turining qobiqlari ko'rinishi. A – Madeyra arxipelagidan *Phorcus sauciatus*, B – materik Portugaliyadan *Phorcus lineatus*, C – Selvagens orollaridan *Phorcus atratus*, D – Kabo-Verde arxipelagidan *Phorcus mariae*, E – Senegaldan *Phorcus punctulatus* (NMR 36429) – *Phorcus*, [17] Ispaniyadan *articulatus* (NMR 36447) [17], G – Gretsiyadan *Phorcus mutabilis* (NMR 36658) [17], H – Gretsiyadan *Phorcus richardi* (NMR 36669) [17], I – Gretsiyadan *Phorcus turbinatus* (NMR 3660) [17]. E, F, G, H va I rasmlari Joop Trausel va Frans Slieker tomonidan olingan va NMR – Rotterdam tabiiy tarix muzeyida onlayn mavjud [17].

Ispaniyadan Xorvatiyaga, *P. mutabilis* Italiyadan Turkiyaga tarqaladi [5]. Cho'qqisimon qirrali gastropoda mollyuskalar oxaktosh sifatida cho'zilgan vertikal taqsimoti tufayli bir qator ekologik ta'sirlarga duchor bo'ladi, ular qirg'oqning yuqori sathidan pastki sathigacha o'zgarib turadi. Shunday qilib, bu organizmlar turli darajadagi tuzilmaviy moslashuvni namoyon etishi mumkin, chunki ularning qirg'oqqa nisbatan joylashuvi ularning qurib ketish ta'siriga, to'lqinlarning gidrodinamik ta'siriga, haroratning o'zgarishiga va suv oqimining kengligiga ta'sir qiladi [20–23], buning natijasida keng ko'lamli tuzilishlar tur ichidagi fenotipik o'zgaruvchanliklar paydo bo'ladi.

2.3. Nafas olish sistemasi

Phorcus turkumiga mansub dengiz suv shilliqlari suv bilan nafas olish uchun jabra va yaxshi tomirlangan mantiya bo'shlig'iga ega, bu hayvonning havoda nafas olishiga imkon beradi [14]. Tana va uning osilgan mantiya etagi orasiga joylashgan mantiya bo'shlig'i mantiya bo'shlig'ining old qismidagi bitta jabra va dengiz suvidan kislorodni so'rib oladigan ingichka devorli organlardan iborat [12].

Dengiz suv shilliqlari qoni gemolimfa gemosiyannini o'z ichiga oladi, bu protein bo'lmagan organizmlarga qaraganda ikki-uch baravar ko'proq kislorodni yurakka fiksatsiya qilish va tashishga qodir. Yurak pulsatsiyalari kislorodga boy qonni arteriyalarning yopiq tizimi orqali itarib yuboradi, bu esa qonni epiteliy devorlari bo'lmagan, ichki organlarni o'rab turgan ochiq arteriyalar tizimiga olib keladi va kislorodga boy qon bilan barcha organlarni qoplaydi. Tana a'zolari kislorodni gemolimfadan oladi va unga karbonat angidridni chiqaradi, so'ngra tomirlar tizimi orqali jabralarga qaytib, karbonat angidridni chiqaradi va yana kislorod oladi [12].

2.4. Oziqlanish xususiyatlari, xulq-atvori va ekologik ahamiyati

O'simlikxo'r mollyuskalar suv o'tlariga ta'siri va nazorati tufayli, dengiz tubi jomalarining umumiy tuzilishiga muhim ta'sir ko'rsatishi ma'lum [24, 25]. Yaylovlarni olib tashlash ko'pincha toshli qirg'oqlar ekotizimida ishtirok etadigan turlarning populyatsiyasi dinamikasining nomutanosibligiga olib keladi, bu esa dengiz o'tlarining keskin rivojlanishi olib keladi [25].

Intertial zonada uchrovchi dengiz o'simlikxo'r gastropoda mollyuskalari (Topshellar, winkles va limpetlar) mikrofaq o'txo'rlar guruhini tashkil qiladi, ular mikrobiologik bioplyonkalar bilan oziqlanadilar, ular mollyuskalar uchun noyob bo'lgan, orqaga yo'naltirilgan tishlarning ketma-ket qatorlari joylashgan maxsus qirg'ich organi bo'lgan radiola bilan toshli substratni yeydilar. Tishlar foydalanish paytida oziq-ovqat yoki dengiz chig'anog'i qirtishlaydigan qattiq substrat bilan darz ketadi, sinadi va eskiradi [12]. Barcha dengiz chig'anoqlarini ochiq qirg'oqda birga boqish mumkin va ehtimol, bu turli xil chig'anoqlar bir joyda, bir vaqtda, bir

xil usulda yoki turlararo raqobatdan qochish uchun bir xil ozuqa bilan oziqlanmaydi. Ushbu turlar o'rtasidagi oziqlanishga moslashuvlar makondagi differensiatsiya orqali xulq-atvor yoki raduladagi adaptatsiyalar orqali organizmda anatomik moslashuvlar bo'lishi mumkin. Bu turlar orasida radulalar turli xil qattqlik va shaklni namoyon qiladi: radulaning yuqori chig'anoqlarida ko'p tishli ripidoglossanlar, shilliqurtlarda kamroq murakkab tenioglossanlar va yopishqoq gastropodalarda oddiy dokoglossanlar mavjud; shuning uchun ular turli xil oziqlanadi degan xulosaga kelish mumkin [14].

Dengiz suv shilliqklarining bir nechta turlarida ovqat hazm qilish suyuqliklari-da sellulozani parchalaydigan selluloza fermenti mavjud. Bu hayvonot dunyosida sellulozani parchalashga qodir bo'lgan ferment ishlab chiqaradigan kam sonli holatlardan biridir [12]. Krothers *P. lineatus* uchun ta'kidlaganidek [14], ustki qobiqlarda ovqatlanish harakati tunda yoki suv toshqini paytida sodir bo'ladi deb taxmin qilinadi. Oziq-ovqat zarralari radula tomonidan to'planadi, jag'lar tomonidan eziladi, so'ngra ovqat hazm qilish yo'li boshlanadigan og'izga, tananing old qismiga, so'ngra tana bo'ylab qizilo'ngach orqali oshqozonga yo'naltiriladi, ovqat hazm qilish jarayoni sodir bo'ladi va nihoyat, hazm qilingan oziq-ovqat halqalari ichakka tushadi va najas hosil bo'ladi, tananing old qismidagi mantiya bo'shlig'i-ga oqib chiqadigan anus tomonidan chiqariladi [12].

Oddiy chig'anoqlar va iste'mol qilish mumkin bo'lgan winkles harakatlana-yotganda boshini yonma-yon burishadi va tosh yuzasida qoplangan izlari va ko'rinadigan shilimshiq izlar qoldirishi mumkin. Odatda, faolroq turlar harakatlani-b o'tish uchun qalinroq qatlam chiqaradi va bu tosh yuzasida rangpar chiziq shaklida namoyon bo'lishi mumkin. Izdan keyin, ya'ni mavjud shilimshiq izlar ustida emaklab o'tish, shilimshiq iz ishlab chiqarish qiyinchiliklarni kamaytiradi. Ushbu yo'llar, shuningdek, uyga qaytish, juftlarni topish va oziq-ovqat zarralarini suv ustunidan ushlab turish orqali ovqatlanishga yordam berish uchun ham foydalanish mumkin [12]. Dengiz suv shilliqklari oyoqning old uchini substratga siqib, mushaklarning qisqarish to'lqini orqali emaklaydilar va suv shillig'i massasini oldinga siljitish uchun bu aloqa nuqtasidan o'tadilar. Yuqori qobiqlarda oyoqning ikki yarmi bir-biridan mustaqil, fazadan tashqari ishlaydi va xarakterli shilimshiq iz hosil qiladi [26].

Limpetlardan farqli o'laroq, ustki qobiqlar past suv oqimida faol bo'lib, ob-havo sharoitlarining o'zgarishiga juda tez javob beradi, quyosh porlaganda ochiq joyga ko'chiriladi va yomg'ir yoki sovuq shamoldan yoriqlar yoki toshlar ostida yashirinadi [26].

Bu turlar harorat o'zgarishiga chidamliligi tufayli vertikal zonalanishda cheklangan. Shunday qilib, ular fasllar davomida qirg'oq bo'ylab vertikal ko'chishlarni amalga oshiradilar [27].

To'liq ta'siri, shuningdek, suspenziyalı oziqlantiruvchilar va ochiq sharoitlarda qulay bo'lgan yarim va turg'un organizmlar uchun cheklovchi omil bo'lib

xizmat qiladi, chunki suv harakati bu organizmlarga oziq-ovqat, tarqalish, ozuqa moddalari va o'ljalar oqimini ta'minlaydi. Biroq bu yashash joylarida to'liqin harakatiga ta'sir qilishning kuchayishi, siqilish va jismoniy shikastlanish xavfini oshirishni o'z ichiga oladi, sezgir va jismoniy zaif turlarning chegarasini cheklaydi [2]. Ta'sir qilingan hududlarning noqulay sharoitlarini yengib o'tish uchun bu hududlarda yashaydigan intertidal gastropodalar to'liqinlarning siljish xavfini yengishda katta teshikka ega nozik va silliq qobiqlari muhim ahamiyatga ega. Toshli yuzalarda mustahkam ushlab turish uchun katta oyoqlari xizmat qiladi [28, 29]. Xavfli sharoitlarda suv shillig'i o'z qobig'iga kiradi va to'liqinlar yoki yirtqichlar tomonidan ajratilmasligi uchun substratga mahkam yopishadi [12].

Shimoliy-Sharqiy Atlantikada *P. lineatus*, odatda, himoyalangan qoyali qirg'oqlarning ko'rsatkichi sifatida ishlatiladi [30] *P. sauciatu*sdan farqli o'laroq, u qirg'oqdan pastroqda joylashgan to'liqin ta'siriga chidamliroqdir, lekin himoyalangan zonalarda ham yashay oladi [18]. Bu ikki turning anatomik xususiyatlari bu gipotezani tasdiqlaydi, chunki *P. sauciatu*sning qobig'i yupqaroq, oyog'i kattaroq va natijada katta diafragma bu tur po'stlog'i qalinroq va diafragma kichikroq bo'lgan *P. lineatus*ga qaraganda to'liqin ta'siriga bo'proq chidamli ekanligini namoyon qiladi. Boshqa tomondan, bu anatomik farqlar *P. sauciatu*sning *P. lineatus*ga qaraganda qurishiga kamroq chidamli bo'lishiga olib keladi.

2.5. O'sishi

O'sish har qanday muayyan hayvonning yashovchanligini aniqlashda asosiy ko'rsatkich bo'lib, uni boshqaradigan omillarni o'rganish muhim [31]. O'sish tezligi, asimptotik uzunlik, umr ko'rish davomiyligi va yosh tuzilishi kabi biologik ko'rsatkichlar populyatsiyaning umumiy salomatligini aks ettiradi va ekspluatatsiya qilinayotgan dengiz organizmlari zaxiralarini baholash vositalari sifatida foydalaniladi [1]. Qorinoqqa mollyuskalarda o'sish tezligi o'sish chiziqlari va chig'anoqlardagi halqalar [32, 33], qopqoqchalar [34] va statolitlar [35] kabi bir nechta belgilar yordamida aniqlandi. Yuqori chig'anoqlarning o'lchami va yoshi ijobiy bog'langan, bu esa populyatsiya tuzilishini o'rganishga imkon beradi [36].

Phorcus turkumi turlarining hajmi va o'sish sur'atlariga oziq-ovqat ta'minotidagi tebranishlar [26, 37], raqobat [38] va to'liqin harakati [39] ta'sir qiladi, populyatsiya zichligi esa asosan lichinkalarning muvaffaqiyatli joylashishi va yirtqichlar tomonidan boshqariladi [26, 38]. Okeanografik oqim tizimlari asosan suv harorati va qirg'oq ekotizimlarining ozuqaviy moddalari uchun javobgar ekanligi ma'lum bo'lib, ular qirg'oq bo'ylab organizmlarning tarqalishi va xatti-harakatlarini belgilaydi [2]. Shunday qilib, harorat *Phorcus* turkumi turlarining o'sishiga ham ta'sir qiladi. Masalan, Crothers [14] va Mannino va boshqalar [40] suv haroratining pasayishi metabolik sekinlashuvga yordam berishini va natijada *P. lineatus* qishda o'sishning to'xtab qolishini kuzatgan. Biroq bu mavsumdan keyin

o'sish yil davomida tez davom etadi, faqat keyingi qishda sekinlashadi. Umuman olganda, birinchi yilda bu turning o'sish sur'ati yuqori bo'lib, keyinchalik [14] jinsiy yetuklikka erishishning mumkin bo'lgan natijasi sifatida kamayadi.

Joylashgandan keyingi dastlabki olti oy davomida namunalar diametri 8 mm gacha, yil oxiriga kelib 11–15 mm ga yetishi mumkin [41]. Jinsiy yetuklikka erishgandan keyin o'sish sur'atlari keskin sekinlashsa ham energiya asosan ko'payish uchun yo'naltirilganligi sababli, o'sish bu turning butun hayoti davomida davom etadi. Soni kam bo'lgan yashash joylarida *P. lineatus* tez o'sib, katta hajmga yetadi va erta yetuklikka erishadi, lekin umr ko'rish davomiyligi past bo'ladi. Ko'proq yashaydigan joylarda esa sekin o'sadigan bo'lsa-da, ular katta hajmga erisha olmaydilar va yoshi kattaroq bo'lishi mumkin. O'sishdagi bu farqlar, ehtimol, populyatsiya zichligiga qarab oziq-ovqat mavjudligining turli darajalari bilan bog'liq bo'lib, o'z navbatida, populyatsiya tarqalgan hududlardagi yashovchanligi va yirtqichlardan himoyalaniishi bilan bog'liq [26]. Ushbu tur namunalarining Britaniyaning janubida qobiq balandligi 34 mm va umr ko'rish davomiyligi 15 yilga yetishi ma'lum bo'lgan [36]. *P. sauciatus* *P. lineatus*ning taxminan bir xil o'lchamli diapazoniga ega. Masalan, Madeyra arxipelagida *P. sauciatus* o'lchami 2 dan 28 mm gacha (pers. obs.); Kanar orollarida bu turning o'lchami 5 dan 26 mm gacha [42]; va Portugaliya materik sohilida, uning o'lchami 7 dan 24 mm gacha (pers. obs.). Biroq *Phorcus* turlarining kelib chiqish nazariyasi bo'yicha tadqiqotlarda katta bo'shliq mavjud. Ko'pgina tadqiqotlar Marokashdan Shimoliy Uels/Irlandiyagacha bo'lgan geografik keng tarqalganligi sababli *P. lineatus*ga qaratilgan. *Phorcus* turlarining o'sish sur'atlari, asimptotik uzunlik, birinchi yetuklik davridagi o'lchami, jalb qilish shakllari va o'lim darajasi kabi hayot tarixi ko'rsatkichlari turli xil biotik va abiotik omillar natijasida o'zaro va ichki ravishda farq qilishi mumkin. Shunday qilib, samarali boshqaruv choralariga asoslangan holda muvaffaqiyatli tabiatni muhofaza qilish strategiyalarini amalga oshirish va barqaror ekspluatatsiyani kafolatlash uchun *Phorcus* biologiyasi va populyatsiya dinamikasi bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar talab qilinadi.

2.6. Ko'payishi

Topshellarning reproduktiv tizimi hayratlanarli darajada sodda bo'lib, o'ng buyrak orqali mantiya bo'shlig'iga jinsiy kanal ochiladi. Dengiz suv shilliq-lari, odatda, alohida jinsga ega, ammo bu turlar tashqi jinsiy dimorfizm emas va jinsni aniqlash faqat jinsiy bezlarni makroskopik kuzatish orqali mumkin. Ichki, ularni saralash uchun eng ishonchli belgi urogenital teshikning ko'rinishidir. Eraklarda bu organning lablari pigment-siz va kichikroq, ayollarda esa lablar sarg'ish va shish-gan. Shunga qaramay, yetilgan holatda erkaklarda krem moyaklar, urg'ochilarda esa ovqat hazm qilish bezlari va ichki organlarni qoplaydigan kulrang-yashil tuxum-don mavjud [43, 44], shuning uchun naslchilik holatida osongina farqlanadi. Jinsiy

bezning bo'laklari, xoh tuxumdon, xoh moyak bo'lsin, visseral dumning tepasiga yaqin joyda, ovqat hazm qilish nayining bo'laklari orasida yotadi va ular perikardga quyiladi [12].

Ko'payish mavsumi oldidan kattalar qirg'oqqa yuqori eulittoral zonaga ko'chib o'tadilar. Ko'rinishidan, bu migratsiya hayvonlarni urug'lantirish uchun zarur bo'lgan yuqori haroratli hududga olib keladi. Desai ta'kidlaganidek, haroratning oshishi urug'lanishni rag'batlantirishi mumkin, u qirg'oqqa eng uzoqqa ko'chib kelgan kattalar birinchi bo'lib tuxum qo'yganini kuzatgan [44].

Darhaqiqat, intertidal organizmlarda tuxum qo'yishi harorat, yuqori shamol tezligi va to'lqin harakati kabi atrof-muhit omillari bilan ta'minlanganda amalga oshadi. Fitoplankton konsentratsiyasining oshishi sifatida biologik omillar ham yopishqoq gastropodalar sodir bo'lgan urug'lanishni rag'batlantirishi mumkin [38, 45]. Shunday qilib, ma'lum bir turning naslchilik bosqichlari geografik joylashuviga qarab farq qilishi mumkin. Darhaqiqat, eng shimoliy chegarasida naslchilik mavsumi bir marta urug'lantirish davri bilan qisqaroq bo'lsa, janubiy hududlarda ko'payish davri ko'p urug'lantirish hodisalari bilan uzoqroq bo'ladi [46, 47]. Masalan, Ispaniyaning Austurias shahridagi *P. lineatus*da jinsiy bezlarning rivojlanishi noyabrdan iyungacha, naslchilik bosqichlari esa iyundan sentabrgacha davom etadi va ba'zi vakillarida noyabrgacha davom etishi mumkin [46]. Urug'lantirish may va avgust oylarida sodir bo'ladi [48]. Uels shimolida, xuddi shu turning ko'payisha davri qisqaroq bo'lib, iyuldan avgustgacha davom etadi [14]. Boshqa tomondan, O'rta yer dengizida uchraydigan *P. turbinatus*ning ko'payish davri uzoqroq bo'lib, bahor va kuzda ikki marta urug'lanish sodir bo'ladi [49].

Urug'lanish tashqi, ikkala jins ham jinsiy hujayralarini dengizga chiqaradi va butun jarayon to'g'ridan to'g'ri suvda sodir bo'ladi. Reproduktiv mavsumda erkaklar va urg'ochilar bir-biriga yaqinlashadilar, so'ngra urg'ochilar kimyoviy signallarni yuboradilar, bu esa sperma erkaklar tomonidan suvga tashlanishiga olib keladi, o'z navbatida, urg'ochilarning tuxum hujayralarini bo'shatishini rag'batlantiradi [12]. Desai fikricha, erkaklar spermatozoid suyuqligini chiqaradilar, ular chiqarilgandan 2 yoki 3 daqiqadan so'ng juda faol bo'ladi va urg'ochilar har bir spazmda bir nechta oositlarni ajratadilar [44]. Suv shilliqslari uchun sodda xususiyat sifatida qaraladigan bu tashqi urug'lantirish jarayoni yuqori xavfli strategiyaga aylanadi va agar tur mahalliy darajada keng tarqalgan bo'lmasa, muvaffaqiyatga erishish mumkin emas [14]. Urug'langan tuxum taxminan bir kun ichida rivojlanadi va mustaqil harakatlanish qobiliyatiga ega bo'lgan troxofor lichinkalariga aylanadi. Kichkina qobiq bilan o'ralgan veliger lichinkalari bir yoki ikki kun ichida rivojlanadi. Metamorfozda veliger teskari buriladi, oyog'i qorin bo'shlig'iga, qobiq esa dorsalgacha aylanadi. Suv shillig'i rivojlanishida orqa dorsal bosh va oyoqqa nisbatan soat sohasi farqli ravishda 180 °C ga aylanadi. Veliger lichinkalari suv ustunida ko'pi bilan 6–7 kun qoladi [5, 14, 16] va o'rtnashganda qobiqning o'lchami

1 mm dan biroz ko'proq bo'ladi [14]. Xeller [12] ma'lumotlariga ko'ra, *Phorcus* turkumining troxoforalari qirg'oqqa tushib, taxminan bir sutka ichida va veliger 4–5 kun ichida 1 mm ga yaqin joylashadi. Birlashgan Qirollikdagi *P. lineatus* uchun birinchi kuzga kelib chig'anoq uzunligi 5–6 mm yetadi sentabr–noyabr oylari orasida chig'anoq cho'ziladi va birinchi yil davomida 6–14 mm gacha yetadi [33].

Chig'anoqlar uchun ma'lum bo'lgan yashash joylari va birinchi tutilgan o'lchamdagi chig'anoqlar to'plami yoki yoriqlar ostidagi voyaga yetmaganlarining mavjudligiga potensial dalil sifatida tushunilishi mumkin, ularda kichik voyaga yetmagan vakillari ko'proq uchraydi, lekin bir xil naqsh mavjud emas [14]. Masalan, Madeyra arxipelagida *P. sauciatatus*ning voyaga yetmaganlari, odatda, toshlar ostida joylashgan bo'lib, eng kichiklari diametri 2 mm (pers. obs.)ga teng. Bu toshlar to'lqin ta'siri va qurib ketish kabi abiotik omillardan hamda yirtqichlik va substrat raqobati kabi biotik omillardan himoyalanganligi sababli yuqori qatlamli yosh vakillari uchun himoya vazifasini bajarishi mumkin.

3. *Phorcus* turkumiga antropogen omillarning ta'siri

3.1. Mahsuldorlik

To'lqinlararo va sayoz suv o'tloqlari cheklangan yashash joylari va inson faoliyati uchun qulayligi tufayli juda zaif organizmlarga aylandi [50]. Mollyuska yig'uvchilar tarixdan oldingi davrlardan beri suv o'tlari orasidagi yaylovlardan foydalanganlar va ekspluatatsiya natijasida bir nechta turlarning zichligi va maksimal o'lchamlari kamayganligi haqida dalillar mavjud [51, 52]. Shimoliy Ispaniyada olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, ustki qobiqlar va limpetlar tirikchilik darajasida ochiq qirg'oqlarning suv o'tkazuvchan joylaridan to'planib, ulkan qobiq o'rtalarining shakllanishiga olib keldi [53]. Darhaqiqat, intertidal resurslar har doim odamlar tomonidan oziq-ovqat qo'shimchasi sifatida to'plangan yoki butun dunyo bo'ylab boshqa mahsulotlar bilan savdolashish vositasi sifatida ishlatilgan [54, 55].

Butun dunyo bo'ylab topshell ekspluatatsiyasining vaqtinchalik modellarini o'rganishga qaratilgan bir nechta tadqiqotlar o'tkazildi. Qisqichbaqasimonlarning tarixdan oldingi ekspluatatsiyasining ushbu vaqtinchalik modellarini o'rganishning tasdiqlangan yondashuvi mollyuskalar qobig'ining oxirgi o'sishining kislorod izotopik nisbati ($d_{18}O$) tahlilidir [56, 57]. Qobiq karbonatlarining kislorod izotoplari nisbatlarining o'zgarishi asosan dengiz yuzasi haroratiga (SST) bog'liq bo'lib, bu qobiqning o'sishi davridagi haroratni baholashga imkon beradi va mollyuska nobud bo'lgan yilning faslini aniqlashga yordam beradi [58]. *Colones* va boshqalar [59] bu yondashuvlar asosida Italiyadagi arxeologik yodgorliklardan topilgan *P. turbinatus* ustki qobig'iga qo'llagan va mezolit *P. turbinatus* ekspluatatsiyasi deyarli faqat sovuq va fasllararo amalga oshirilgan, issiq fasllarda juda kam miqdorda ovlangan, degan xulosaga kelgan.

Xuddi shu yondashuv Gutierrez-Zugasti va boshqalar tomonidan kuzatilgan [58]. Bu paleoklimani qayta tiklash uchun *P. lineatus*da kislorod izotopini tahlil qilish imkoniyatlarini tasdiqladi, shuningdek, bu qobiqlarning aragonitlari izotopik muvozanat sharoitida o'sib, kelajakdagi tadqiqotlar uchun yangi yo'llarni ochdi. Bu tur, odatda, Atlantika Yevropasining golosen arxeologik konlarida uchraydi va Ispaniya shimolidagi mezolit davrida eng ko'p foydalanilgan tirikchilik manbalaridan biridir.

Ushbu turlarning doimiy ekspluatatsiyasi vaqt o'tishi bilan hajmi va shaklining o'zgarishiga olib kelishi mumkin. *Colonese* va boshqalar [59] *P. turbinatus*ning qobiq shaklining sezilarli o'zgarishini kuzatgan, ingichka mezolit chig'anoqlari mezo-neolitda squatter shakllari bilan almashgan. Bu farqlar kolleksiyaning mezolit davridagi himoyalangan qirg'oqlardan mezo-neolitda ochiq toshli qirg'oqlarga o'tishi bilan izohlandi, bu esa inson kolleksiyasining ushbu ekspluatatsiya qilinadigan turning hajmi va shakliga potentsial ta'sirini tasdiqlaydi.

Biroq so'nggi paytlarda inson populyatsiyasining kengayishi, bir nechta turlarning tijorat qiymati va sanoatning rivojlanishi tufayli foydalanish tabiati ham miqdoriy, ham sifat jihatidan o'zgardi, bu esa kemachilik va mahsulotlarni butun dunyo bo'ylab yetkazib berishni osonlashtirdi [25]. Shilliqurtlar, abalonlar, xitlonlar, suv shilliqarlari va qalqonli mollyuskalar suv toshqinlari qoyali qirg'oqlarning oddiy qorinoyoqli mollyuskalari; ammo, ba'zi turlar haddan ziyod ekspluatatsiya tufayli jiddiy tanazulga uchrashmoqda [60]. Ushbu resurslardan foydalanish dengiz ekotizimlarining trofik zanjirlariga potentsial murakkab kaskad effektlari bilan katta to'g'ridan to'g'ri va bilvosita ta'sir ko'rsatadi [61].

Ekspluatatsiyaning to'g'ridan to'g'ri ta'siri ekspluatatsiya qilinadigan turlarning ko'pligining kamayishi va o'rim-yig'imning o'lchamiga qarab tanlanganligi natijasida populyatsiyalar tarkibining o'zgarishidir. Ramirez va boshqalar [42] Kanareykalar arxipelagida to'plangan topshellar (*P. atratus* va *P. sauciatus*) va limpetlarning (*Patella aspera* Röding, 1798, *Patella candei* d'Orbigny, 1840 va *Patella rustica* Linnaeus, 1758) tarqalishi va o'lchamlariga inson ta'sirining darajasini baholadi. Mualliflar odamlarning ta'siri darajasiga ko'ra orollar o'rtasida ushbu turlarning o'lchamlari tuzilmasida sezilarli farqlarni kuzatdilar va aholi eng ko'p bo'lgan oroldan nafaqat barcha yirik vakillari g'oyib bo'lganligini, balki ko'pchilikning soni kamayganligini ham tasdiqladilar, orollar orasidagi kuzatilgan farqlar asosan inson faoliyati oqibati degan xulosaga keldi. Darhaqiqat, topshellar va limpetlar kabi translyatsiya qilingan urug'lantiruvchilarning ekspluatatsiya qilinadigan populyatsiyalarida kattaroq shaxslarning kamayishi reproduktiv muvaffaqiyatni pasaytiradi, bu esa populyatsiya ko'pligining pasayishiga va ekstremal holatlarda turning yo'q bo'lib ketishiga olib keladi [62, 63]. Shuningdek, *P. articulatus* ko'pligi va biomassasining fazoviy taqsimoti bo'yicha farqlar Cheour va boshqalar tomonidan Tunis qirg'oqlari bo'ylab kuzatilgan [64]. Mualliflar bu farqlar bir qancha antropogen va ekologik omillar bilan bog'liq degan xulosaga kelishgan.

Phorcus turkumining turlari insoniyat tomonidan tarixdan oldingi davrlardan beri ekspluatatsiya qilingan bo'lsa-da, ekspluatatsiya qilingan zaxiralar holati to'g'risida ma'lumotlar kam va ekspluatatsiya umuman tartibga solinmagan. Yaqinda Kanareyka arxipelagida qisqa va o'rta muddatda *P. sauciatus* va *P. atratus* zaxiralarini tiklashga hissa qo'shish maqsadida, ya'ni 15 mm uzunlikdagi ikkala tur chig'anoqning minimal tutib olish hajmini amalga oshirishga qaratilgan bir qator sa'y-harakatlar amalga oshirildi [65].

Dengiz organizmlarini ko'p ekspluatatsiya qilish, ekspluatatsiya qilinadigan populyatsiyalarni himoya qilish va inson ta'sirini kamaytirish uchun boshqaruv siyosatini amalga oshirishni talab qiladi. Hozirgi vaqtda *Phorcus* turlarini muhofaza qilish asosan amalga oshirilayotgan dengiz muhofazasi zonolari (DQT) bilan kafolatlanadi. Biroq keyingi chora-tadbirlar, ayniqsa, ushbu turlarni ekspluatatsiya qilish intensivroq bo'lgan hududlarda tenglashtirilishi kerak. Shu sababli, ushbu turlarni barqaror ekspluatatsiya qilishga qaratilgan boshqaruv choralari va tartibga solish, shuningdek, amaldagi qonunchilikning bajarilishini yaxshilash va barcha manfaatdor tomonlarni jalb qilish kafolatlanadi, aks holda, tepaliklarni himoya qilish samarasiz bo'lib qoladi.

3.3.1. Madeyra arxipelagidagi *Phorcus sauciatus* mahsuldorligi: tarixiy rivojlanish nazariyasi

P. sauciatus Madeyra arxipelagi uchun tavsiflangan *Phorcus* turkumining ikkita turining eng ko'p tarqalgani va keng geografik tarqalishiga ega, barcha orollarda, jumladan, Madeyra, Portu Santo, Desertas va Selvagensda uchraydi. *P. atratus* ham ushbu arxipelda mavjud, chunki *Phorcus atratus selvagensis* endemik kenja turi Selvagens orollari bilan chegaralangan. Biroq Donald va boshqalarga ko'ra [5], ushbu kichik turning tasnifi qo'shimcha tushuntirishni talab qiladi.

P. sauciatus Madeyra arxipelagida dastlabki mustamlakachilik davridan boshlab, XV asr boshlariga qadar yig'ib olinadi. Silva va Menezes [66] ma'lumotlariga ko'ra, ilgari *Trochus colubrinus* Gould nomi bilan 1849-yilda aniqlangan *P. sauciatus* barcha orollarning suvlararo zonasida paydo bo'lgan va Selvagens orollaridan nisbatan ko'p miqdorda olib kelingan tuzlangan yoki tuzlangan holda iste'mol qilingan. Bu tur baliqchilik uchun yem sifatida ham ishlatilgan.

Hozirgi kunda *P. sauciatus* Madeyra va Portu-Santoda, dengiz qo'riqlanadigan hududlardan tashqari, hosilni yig'ish qoidalari yoki aukcion majburiyatisiz ovlashda davom etmoqda. Madeyra arxipelagida ushbu turni yig'ish, qayta ishlash, saqlash va tashish usullaridagi texnologik yutuqlar bilan qo'llab-quvvatlanadigan tijorat ekspluatatsiyasining rivojlanishi, odamlarning zichligi va aholi sonining ko'payishi qirg'oq zonalariga o'tish imkoniyati tufayli intensivlashdi. Ushbu turning ko'pligi va/yoki o'lchamidagi o'zgarishlar asosan Madeyra orolining janubiy qirg'og'ida sodir bo'ldi, bu esa qulayroq ekologik sharoitlar mavjudligi,

aholi zichligining yuqoriligi sababli ko'plab namunalarning ovlanishi va ularning hajmining qisqarishiga olib keldi.

Mavjud jarayonni hisobga olgan holda, Madeyra arxipelagidagi *P. sauciat*usning biologik va ekologik xususiyatlarini va uning populyatsiyasi dinamikasini bilish juda muhim. Shunday qilib, Madeyra avtonom viloyatining baliqchilik hududiy boshqarmasining Baliqchilik tadqiqot xizmati hozirgi vaqtda ushbu tur bo'yicha to'liq tadqiqotni ishlab chiqmoqda, bu to'g'ri saqlash strategiyasini ishlab chiqishga qaratilgan bo'lib, bu to'liqlararo zonaning muhim asosiy manbasini saqlab qolish uchun bu mintaqada ushbu turning biologik va ekologik xususiyatlarini hisobga olgan holda tegishli tartibga solish va boshqarish chora-tadbirlarini amalga oshirish orqali Madeyra arxipelagida *P. sauciat*usning ekspluatatsiyasi va barqaror hosilini rag'batlantirish xavfini kamaytirishga yordam beradi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, ushbu resursdan barqaror foydalanish uchun adekvat boshqaruvni ta'minlashda boshqa choralarni ko'rish mumkin, masalan optimal ko'payish darajasini ta'minlash uchun yopiq mavsumni o'rnatish lozim.

3.2. Ifloslanish: chig'anoqlar yashash muhiti salomatligining bioindikator sifatida

Atrof-muhitdagi og'ir metallar konsentratsiyasi darajasining ortishi ekologik ta'siri ularning yuqori bioakkumulyator tabiati, doimiy xatti-harakatlari va yuqori toksikligi tufayli katta tashvish uyg'otadi [67].

Aholi sonining ortishi va antropogen faoliyat, masalan qirg'oq bo'ylarida sanoatning rivojlanishi asosan yirik portlar, sanoat hududlari va shaharlar yaqinida paydo bo'lgan issiq nuqtalarning ifloslanishining asosiy omillari hisoblanadi [68]. Dengiz suvining harakati, shuningdek, qayiq'larning antifouling bo'yoqlari asosiy ifloslanish manbayi bo'lib xizmat qiladi [69]. Dengiz va qirg'oq ekotizimlari bu muhitga asosan yomg'irning yuzaki oqimi, to'g'ridan to'g'ri atmosfera cho'kish va oqova suvlar, to'kilishlar va sanoat korxonalaridan oqindilar orqali keladigan katta miqdordagi metall ifloslantiruvchi moddalar bilan tobora ko'proq xavf ostida solib qo'ymoqda. Bentik jamoalarda biologik va fiziologik o'zgarishlar metallarning toksik ta'siri va bu turlarning o'troq holdagi turmush tarzi tufayli yuzaga kelishi mumkin [72]. Suvdagi organizmlar atrof-muhitdan n-alkanlar, polisiklik aromatik uglevodorodlar (PAH) va poliklorli bifenillar (PCB) kabi petrogen va antropogen birikmalarni o'zlarining lipid to'qimalarida to'plashi mumkin, ularning ba'zilar tirik organizmlar uchun kanserogen va/yoki yuqori toksik bo'lishi mumkin [71]. Taksonomik guruhlar o'rtasidagi qiyosiy tadqiqotlarning ko'pchiligi mollyuskalarda ifloslantiruvchi moddalarning bioakkumulyatsiyasi, umuman olganda, baliqlarga qaraganda ancha yuqori ekanligini ko'rsatadi [73]. Mollyuskalar qobig'i va to'qimalari og'ir metallar bilan atrof-muhit ifloslanishining yuqori darajasini aks ettiradi va eng foydali bioindikator organizmlardan. Mollyuskalar-

dagi metall tanasining yuki atrof-dagi suv va cho'kindilardagi og'ir metallarning konsentratsiyasi va mavjudligini aks ettirishi mumkin va shuning uchun atrof-muhit holati ko'rsatkichini ifodalovchi *indicator organism* sifatining ko'rsatkichi bo'lishi mumkin [74]. Bu organizmlar o'troq yashash tarzi tabiati tufayli suvdan ham, cho'kmalardan ham nisbatan yuqoriroq metallar konsentratsiyasini to'playdi [67].

Butun dunyo bo'ylab qirg'oqbo'yi zonalarida ifloslanish darajasining oshishi ekotoksikologik tadqiqotlar o'tkazish va qirg'oqbo'yi hududlari ekologiyasini saqlash bo'yicha tegishli chora-tadbirlarni tavsiya etish maqsadida ifloslanish darajasini baholashga imkon beruvchi sezgir bioindikatorlarni aniqlash zarurligini anglashga olib keldi. Phorcus turkumining turlari o'ziga xos ekobiologik xususiyatlari, miqdori va keng geografik tarqalishi, uzoq umr ko'rish, mos o'lchovlar, oson aniqlash va to'plash, dengiz muhitida ifloslantiruvchi moddalarni foydali biomonitoring tizimiga aylanganligi sababli indikator turlar vazifasini bajaradi. Bu organizmlarni xavf va xavfni baholash uchun signal vazifasida xizmat qiladi. Bu mollyuskalar, shuningdek, laboratoriya va dala tadqiqotlarida omon qolish uchun yetarlicha mustahkam va atrof-muhit o'zgarishlariga va turli ifloslantiruvchi moddalarga chidamlidir [67].

P. turbinatus, odatda, sohilbo'yi hududlarida metall ifloslanishining bioindikator hisoblanadi [69, 75], chunki ular harorat va sho'rlanishning o'zgarishiga bardosh bera oladi va hatto gipoksiyada ham omon qoladi [75, 76]. Boulajfene va boshqalar [77] *P. turbinatus*dagi metallarning ifloslanish darajasini baholadi va metallarning Tunisning shimoli-sharqiy va sharqiy sohillarida faoliyat yurituvchi metallotioninlarga ta'sirini kuzatdi. Bu turlar yashaydigan hududda mis, rux va kadmiyning sedimentologik metall tarkibi o'zgarib turishini aniqladi. Ko'rinishidan bu tur bu metallarni to'plash qobiliyatiga ega va metallning oqsil induksiyasiga ta'siri cho'kindidagi harorat, kislorod va mis tarkibi kabi jismoniy omillar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Boucetta va boshqalar [78] Jazoirning Sharqiy qirg'og'idagi *P. turbinatus*ning salomatlik holatini ushbu turdagi to'qimalarda metal izlari konsentratsiyasini va atsetilxolinesteraza (AChE) va glutation-S-transferaza (GST) faolligi kabi biomarkerlarni tahlil qilish orqali baholagan va AChE faolligining GST induksiyasi bilan o'zgarishi metal izlarning yuqori konsentratsiyasi va abiotik omillar, sho'rlanish va pH mavjudligi bilan bog'liqligini tasdiqladi. Aslida Gupta va Singx tomonidan takidlanganidek, suv oqimi, suv quyilishi, suvning yangilanishi, pH va sho'rlanish kabi bir qator ekologik omillar og'ir metallarning mollyuskalarda tarqalishiga ta'sir qiladi [67]. Yashab qolish tuz konsentratsiyasi va haroratga, shuningdek, ular orasidagi o'zaro munosabatlariga sezilarli darajada ta'sir qiladi, shuning uchun tuzlarning toksikligi yuqori haroratlarda kuchayadi.

Boshqa tadqiqotlar, Bordbar va boshqalar kabi bioindikatorlar sifatida chig'anoqlarning mahsuldorligini qo'llab-quvvatlaydi [79]. *Patella caerulea* va *P. turbinatus*dagi metall biokonsentratsiyasini o'rganish orqali Shimoliy Gretsiyaning

qirg'oq zonasiga ferronikel eritish zavodining ta'sirini o'rganib chiqdi va ferrok-nikel eritish zavodi qirg'oq zonasiga katta ta'sir ko'rsatdi, degan xulosaga keldi. Tenerife janubi-sharqiy qirg'og'ida o'tkazilgan yana bir tadqiqot *P. atratus*dan visseral massadagi nalkanlar va PAH konsentratsiyasini baholashda foydalanish haqida xabar beradi va bu turning surunkali fonida alifatik va uglevodorodlarning lipid to'qimalarida kuchli saqlanib qolganligini ko'rsatdi va bu turni petrogenik ifloslanishning bioindikator sifatida taklif qildi [71]. Kabral-Oliveyra va boshqalar [80] iste'mol qilinuvchi *Mytilus galloprovincialis* Lamark, 1819, *Patella ulyssiponensis* Gmelin, 1791 va *P. lineatus* mollyuskalari tarkibidagi mikroelementlarning to'planishini bitta kanalizatsiya ta'siriga uchragan hudud va ikkita ma'lumot o'rtasida solishtirish orqali qo'shimcha dalillar keltirdi. Portugaliyaning markaziy g'arbiy qirg'og'idagi hududlarda va bu mollyuskalarning yumshoq to'qimalarida mikroelementlarning konsentratsiyasiga kanalizatsiya oqovalarining mavjudligi ta'sir qilishi mumkinligini taxmin qildi.

Mollyuskalarda ifloslantiruvchi moddalarning bioakkumulyatsiyasi, odatda, harakatsizligi tufayli baliqlarga qaraganda ancha yuqori. Shunday qilib, ularning qo'big'i va to'qimalari atrof-muhitning ifloslanish darajasini aks ettiradi va atrof-muhit sifatiga nisbatan eng foydali bioindikator hisoblanadi. Shuning uchun ilmiy va ekotizimni boshqarish nuqtayi nazaridan ularning ekobiologik xususiyatlaridan kelib chiqqan holda, ushbu dengiz gastropodalaridan bioindikator sifatida foydalanishga qiziqish ortib bormoqda. Bu yondashuv dengiz qirg'oqlari muhitiga qaratilgan tabiatni muhofaza qilish choralarini o'rnatishga yordam beradi. Shuningdek, *Phorcus* turkumining barcha turlari boshqa turlar uchun oziq-ovqat manbayi hisoblanadi. Agar bu turlar ifloslangan bo'lsa, oziq-ovqat zanjirida yovvoyi tabiat va inson salomatligi uchun jiddiy xavf tug'diradigan biomagnifikatsiya ehtimoli mavjud.

3.3. Iqlim o'zgarishining intertidal jamoalar – *Phorcus* turkumining chig'anoqlarga ta'siri

Yer tarixi turli asrlarni shakllantirgan voqealar bilan to'lib-toshgan, ularning har biri ularni tavsiflovchi o'ziga xos sharoitlarga ega. Bu xususiyatlar-dan biri yerning uzoq tarixi davomida bir necha marta tebrangan va shu bilan butun asrlar davomida biologik xilma-xillikni shakllantirgan global haroratdir. Masalan, pleystotsen oxiri (sovuqroq sharoitlar) va golosenning boshi (issiqroq sharoitlar) o'rtasidagi o'rtacha haroratning o'zgarishi bu ikki davr o'rtasida takson o'zgarishiga olib keladi. Sovuq suvga moslashgan ko'proq turlar, masalan *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758) va limpet *Patella vulgata* (Linnaeus, 1758) pleystotsenning oxirida, *P. lineatus* *Patella depressa* Pennant, 1777 va *P. ulyssiponensis* kabi issiqroq sharoitlarga mos keladigan turlar bilan Golosenda [81, 82] o'rin almashdi. Shunga o'xshash holat bugungi kunda Kantabrian qirg'og'ida namoyon bo'ldi, *P. lineatus* kabi issiqroq turlar ustunlik qiladi va *L. littorea* [53] yo'qolib ketdi.

Bugungi kunda global iqlim o'zgarishi inson faoliyatining bevosita natijasi [83, 84], ya'ni Yer atmosferasiga to'plangan postindustrial uglerod chiqindilari orqali sodir bo'lgan haqiqat sifatida tan olinadi [85]. Dengiz muhitidagi iqlim o'zgarishining ma'lum oqibatlar – global haroratning oshishi, shamol tezligi va bo'ronlar chastotasining ortishi bilan mintaqaviy ob-havoning buzilishi, dengiz sathining ko'tarilishi, okeanlarning kislotalanishi, ozuqa moddalarining o'zgariishi va okean sirkulyatsiyasining o'zgarishi [86]. Bu va boshqa jismoniy oqibatlar dengizdagi biologik jarayonlarga genlardan ekotizimlarga, tosh hovuzlardan okean havzalarigacha bo'lgan hududlarga, ekotizim xizmatlariga ko'p ta'sir qiladi va insonning oziq-ovqat xavfsizligiga tahdid soladi [85]. Jismoniy o'zgarishlarning tezligi ba'zi hollarda misli ko'rilmagan va biologik o'zgarishlar ham tez sur'atlar bilan sodir bo'lishi mumkin, ammo organizmlar va ekotizimlarning chidamliligi juda o'zgaruvchan. Fiziologik reaksiyada asos solingan biologik o'zgarishlar turlar oralig'ining o'zgarishi, dominantlikni qo'lga olish va yo'q bo'lib ketish, ekotizim rejimining o'zgarishi sifatida namoyon bo'ladi [85].

Sohil ekotizimlari iqlim o'zgarishiga eng zaif bo'lganlar ekotizimlar qatoriga, ayniqsa, yer yuzidagi muhitga qaraganda tezroq biogeografik o'zgarishlarni ko'rsatgan intertidal hududlar [87, 88] kiradi. Uzoq muddatli monitoring tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, qattiq substratlarning intertidal biotasining tarqalish chegaralari har o'n yil ichida 50 km dan yuqori tezlikda qutblar tomon o'sib bordi [88, 90, 91].

Individlar ham quruqlik, ham dengiz muhitining yuqori haroratiga moslashishlari kerak bo'lganligi sababli, intertidalda yashovchi umurtqasizlar va dengiz suv o'simliklari o'zgaruvchan haroratga, ayniqsa, kam moslashgan bo'lishi mumkin [92]. Hatto intertidal zonadagi kichik fazoviy masshtablarda ham katta kenglik zonolari diapazonidan oshib ketishi mumkin bo'lgan keng termal sharoit topiladi. Shu sababli intertidal organizmlar fiziologik bardoshlik chegarasida deb ishoniladi, chunki bu organizmlar zonallik bo'yicha ajratiladi, bunda bir turning yuqori chegarasi fiziologik stress bilan belgilanadi va turlar qirg'oqqa qarab bir-birini almashtiradi [88, 93]. Issiqlik va qurib ketishga eng bardoshli turlar bu zonalarining yuqori qismida yashaydi [94]. Ushbu organizmlar o'zlarining fiziologik bardoshlik chegaralarining eng yuqori chegaralarida yashaydilar deb hisoblanganligi sababli, harorat va havo ta'sir qilish vaqti kabi abiotik parametrlarning har qanday o'zgarishi o'limga yoki mahalliy yo'q bo'lib ketishiga olib kelishi mumkin [95, 96].

Boshqa tomondan, bu o'zgarishlar ba'zi turlarning tarqalishi va tarqalish maydonining kengayishiga ham olib kelishi mumkin. Shunday qilib, intertidal ekotizimlar global haroratning ko'tarilishiga javob beradigan birinchilardan biri [95, 97] va iqlim o'zgarishi oqibatlarini baholash uchun potensial muhit [98] hisoblanadi.

Haroratning ko'tarilishi issiqlik stressining kuchayishiga va past oqimlarda qurib ketishga va turlarning ko'pligi va tarqalishining kenglik bo'yicha o'zgariishiga olib kelishi mumkin. Biroq haroratning o'zgarishi toshli intertidalga ta'sir

qiladi. Masalan, dengiz sathining ko'tarilishi intertidal biota zonasining o'zgarishiga va vertikal muhandislik himoyasida siqilishiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, bo'ron chastotasining oshishi to'lqinlar ta'sirining yuqori darajalariga samarali olib kelishi mumkin, bu esa o'tloqlarni filtr oziqlantiruvchilar bilan almashtirish va trofik nazorat yo'nalishidagi siljishlar tufayli jamoa tuzilmasining o'zgarishiga olib kelishi mumkin [85].

Intertidal organizmlar sezilarli fiziologik stress va o'limga olib kelishi mumkin bo'lgan boshqa omillarga duch kelishadi, masalan sho'rlanishning o'zgarishi, loyning ko'payishi va uzoq vaqt kislorod yoki ozuqa moddalarining yetishmasligi [99–102]. Ushbu omillar ushbu organizmlarning ko'payishi va omon qolishida muhim rol o'ynaydi va global iqlim o'zgarishi natijasida kelgusi o'n yilliklarda o'zgarishi taxmin qilinmoqda. Aslida bu o'zgarishlarning ba'zilar qirg'oq ekosizimlariga ekologik ta'sir sifatida allaqachon sodir bo'lgan deb ishoniladi [103].

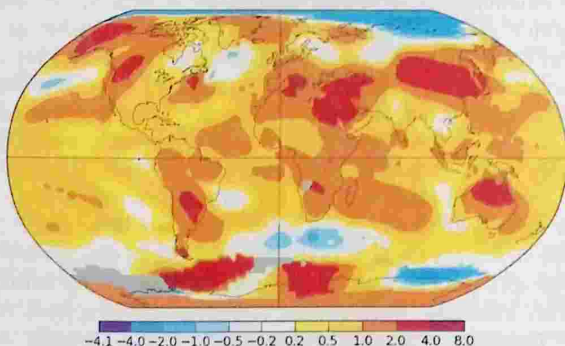
Turlarning geografik chegarasi organizmlar va ularning atrof-muhitining o'zaro ta'sirini aks ettiradi. bu ehtimol, iqlim o'zgarishining sayyoramiz biotasiga ta'sirining birinchi signallaridan biridir [89]. Geografik diapazon chegaralari kattalar omon qolishini yoki voyaga yetmaganlarni ko'payishini cheklovchi populyatsiyalarga harorat kabi ekologik stresslarni keltirib chiqaradi [88, 93]. Bu organizmlarning haroratga fiziologik bardoshliligi bilan bog'liq. Ushbu bardoshlik chegaralaridan oshib ketish organizmning o'limiga olib keladi va agar harorat yetarlicha haddan ziyod bo'lsa, mahalliy populyatsiyaning yo'q bo'lib ketishiga olib kelishi mumkin [89]. Iqlim sharoitlarining o'zgarishi geografik chegaralarning o'zgarishiga olib keladi, bunda populyatsiyalar omon qolishi va ko'payishi mumkin, bu esa uzoq muddatli iqlim o'zgarishi jarayonlarining ko'rsatkichi bo'lib xizmat qiladi [88, 89, 93].

Phorcus turkumining turlari boshqa intertidal organizmlar singari dengiz ekosizimlarida iqlim o'zgarishi ta'sirining yaxshi ko'rsatkichlari hisoblanadi. Masalan, *P. lineatus* Shimoliy Uels va Irlandiyadan Marokashgacha [5, 14] keng biogeografik tarqalishi tufayli G'arbiy Yevropa [104] qirg'oqlari atrofidagi iqlim o'zgarishlarini kuzatish uchun indikator turi sifatida aniqlangan. 1994-yilda Crotters [33] bu tur so'nggi 50 yil ichida Bristol kanalida sharqqa, Somerset qirg'og'i bo'ylab o'zining geografik tarqalish diapazoni kamida 20 km ga kengaytirilganligini ko'rsatdi va u hali ham rivojlanib borishi mumkinligini ko'rsatdi. Aslida Mieszkowska va boshqalardan o'n yil o'tgach [105] xabar berishicha, *P. lineatus* va *Gibbula umbilicalis* (da Kosta 1778) Britaniyada Shimoliy va Shimoli-Sharqiy oraliq kengayishiga duchor bo'lgan. Bunda populyatsiyalar ko'pligi va kattalar sonining kamayishi kuzatiladi. Mieszkowska va boshqalarga ko'ra [104], Britaniya orollaridagi *P. lineatus*ning tarqalish chegarasi 1980-2000-yillar oralig'ida 55 km gacha cho'zilgan, garchi 1963-yilning g'arbiy va janubidagi o'ta sovuq qish [106] sovuq sababli ko'plab o'lim kuzatilgan bo'lsa ham [107]. Ushbu populyatsiyalarning tiklanishi keyingi issiq yillarda sodir bo'ldi, naslchilik populyatsiyalari sovuq

havo davrigacha va ularning chegaralaridan tashqarida topildi [105]. Ushbu ko'chishlar butun geografik mintaqada sinxron bo'lib, kuzatilgan o'zgarishlar uchun iqlim kabi keng miqyosli omil javobgar ekanligini aniq ko'rsatmoqda.

Shimoliy-Sharqiy Atlantikada *P. lineatus*ning eng shimoliy geografik chegaralarining kengayishi so'nggi yillarda qayd etilgan va Helmut va boshqalar [88] ular to'liqlinlararo turlarning chegaralari har o'n yilda 50 km gacha o'zgarishi mumkinligini ma'lum qildilar.

Iqlim o'zgarishi tufayli geografik diapazonni kengaytirishning yana bir mumkin bo'lgan misoli Azor orollari arxipelagidagi Santa-Mariya orolini *P. sauciat*usning keng tarqalganligi bo'lishi mumkin, bu juda yaqinda, ehtimol 2009-yildan keyin sodir bo'lgan. Asl populyatsiya o'zini jalb qilish imkoniyatiga ega va hozirda asosan 2 yoshgacha bo'lgan namunalardan tashkil topgan. Hozirgi vaqtda bu tur Azor arxipelagining eng g'arbiy oroli, Portugaliya materikiga eng yaqin orol va bu tur keng tarqalgan davridan beri yaxshi rivojlangan Madeyra va Kanareyka arxipelaglari bilan cheklangan. Xuddi shu mualliflarning fikriga ko'ra, Azorlarning qolgan orollarida juda kuchli darajada keng tarqalishi prognoz qilingan. Ushbu orolda tur populyatsiyasining yaqinda paydo bo'lishiga olib keladigan harakatlantiruvchi kuchlar noma'lum bo'lsa ham, bu Shimoliy-Sharqiy Atlantikada dengiz yuzasi haroratining (SST) oshishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin (3-rasm) [108-110]. Subtropik turdagi *P. sauciat*usning muvaffaqiyatli ko'payishi va to'planishini belgilovchi omillardan biri dengiz sathining haroratidir. Hutchins [110] ma'lumotlariga ko'ra, subtropik turlar reproduktiv samaradorligini oshirish uchun yozni issiqroq bo'lishini talab qiladi. Shunday qilib, Azorean suvlarida SSTning ko'payishi Santa Mariya orolida *P. sauciat*usning muvaffaqiyatli tarqalishida muhim rol o'ynashi mumkin edi.



3-rasm. Yer yuzasining isishidagi fazoviy o'zgaruvchanlikni ifodalovchi xarita. Harorat anomaliyasi (°C) 2017-yil iyul oyi uchun 1951–1980-yillardagi o'rtacha sirt haroratiga nisbatan berilgan [108].

P. sauciatus ko'pligi va tarqalishidagi o'zgarishlar to'g'ridan to'g'ri yoki bilvosita iqlim va okeanografik hodisalar bilan bog'liq bo'lishi mumkin, bu esa SSTning ko'payishiga olib keladi [18]. Tarixiy jihatdan, Pireney yarimorolining shimoli-g'arbiy sohilidagi ushbu turning geografik diapazoni Galisiya janubi va Portugaliya shimoli o'rtasida, ehtimol, mintaqadagi ko'tarilish hodisalari bilan bog'liq bo'lgan tarqalish bo'shlig'ining mavjudligi bilan tavsiflanadi. *P. sauciatus*ning XXI asrning boshlarida keng tarqalganligi haqidagi birinchi ma'lumotlar, hech bo'lmaganda qisman uning tarqalishi bo'yicha Rubal va boshqalar tomonidan taqdim etilgan [18]. Mualliflar tarqalishi sharqdan va shimoldan g'arbga va janubga Janubiy Galisiyadan Shimoliy Portugaliyagacha sodir bo'lgan deb taxmin qilishdi. Ushbu turning Janubiy Galisiyada tarqalishining boshlanishi 1980-yillarning oxiri va 1990-yillarning boshlarida global isish tufayli Shimoliy-Sharqiy Atlantikadagi SSTdagi isish bilan bir vaqtga to'g'ri keldi [111, 112], bu turning xuddi shunday kengayishi bilan bog'liq edi. La-Manshdagi iliq suv turlari [103, 113]. Rubal va boshqalar [18] 1940-yillardan boshlab ko'tarilishning zaiflashishi SSTning ko'payishiga olib keldi, bu esa bugungi kunda *P. sauciatus* tomonidan ushbu hududlarda juda keng tarqala olishiga sabab bo'lishi mumkin bo'lgan.

Okeanografik sharoitdagi bu o'zgarishlar *P. sauciatus*ning shimoliy chegarasi bo'ylab tarqalishi va ko'pchiligining o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Bunday chig'anoqlar bu hududdagi boshqa gastropodalar [114] va shimoliy kenglikdagi boshqa *Phorcus* turkumlari uchun ancha avval ma'lum qilingan [104, 105].

Iqlim o'zgarishi an'anaviy ravishda intertidal organizmlar duchor bo'ladigan ekologik stress darajasini oshiradi va bu organizmlarning turli darajalarida biologik tizimlarning ishlashiga jiddiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bir nechta mualliflarning ko'rib chiqilgan ishlari global iqlim o'zgarishining ko'rsatkichlari sifatida *Phorcus* turlarining o'zaro kuchli bog'liqligini isbotlaydi. Bu, ayniqsa, turlarning geografik chegaralaridagi populyatsiyalar uchun to'g'ri keladi, ular har o'n yil ichida 50 km gacha kengayib boradi, ekotizimlarga ekologik o'zaro ta'siri va jamoa tuzilishiga ta'sir qiladi. Ushbu guruhlarning vertikal zonalanishining o'zgarishi iqlim o'zgarishining yana bir natijasi bo'lib, uni ko'rsatkich sifatida *Phorcus*-dan foydalanish mumkin. Chunki bu turlar fiziologik bardoshlik chegaralarida uchraydi. Harorat, iqlim va okeanografik xususiyatlarning o'zgarishi to'g'ridan to'g'ri biologik jarayonlarga ta'sir qiladi, ular yig'ilish darajasiga ko'tarilishi mumkin, bu esa biologik tizimlarning turli darajalariga ta'sir qiladi. Masalan, tana hajmining qisqarishi va reproduktiv sikllarning o'zgarishi intertidal organizmlarning global isishga universal reaksiyasi sifatida tan olinadi. *Phorcus* turlarining biologik parametrlari va ularning iqlim o'zgarishiga qanday ta'sir qilishlari haqida ma'lumot berish uchun ushbu turlarni iqlim o'zgarishining keng ko'lamli ekologik ta'sirining ko'rsatkichlari sifatida birlashtirish uchun qo'shimcha tadqiqotlar talab etiladi.

Minnatdorchilik

Madeyra avtonom viloyatining baliqchilik hududiy boshqarmasi (DSI/DRP) va UE FEDER (INTERREG V-A MAC 2014-2020) MARISCOMAC loyihasi doirasida MAC/2.3d/097 shartnomasi bo'yicha hududiy baliqchilik boshqarmasining tergov xizmati boshqarmasi tadqiqot ishini moliyaviy qo'llab-quvvatlanganliklari uchun minnatdorchilik bildiriladi. Birinchi muallif (RS) ARDITI-OOM/2016/010 (M1420-01-0145-FEDER 000001-Observatório Oceânico da Madeira-OOM) granti tomonidan qo'llab-quvvatlangan. Mualliflar Inxaki Gaztanxaga, Gonsalo-Lorenzo va André Pintoga Kabo-Verde, Kanar orollari arxipelagi va materik Portugaliyadan namunalar to'plami uchun minnatdorchilik bildiradilar. Mualliflar, shuningdek, Instituto das Florestas e Conservação da Natureza (IFCN IP-RAM)ga Selvagen orollari tabiiy qo'riqxonasidan namunalar taqdim etgani uchun minnatdorchilik bildiradilar.

Muallif ma'lumotlari

Ricardo Sousa^{1,2*}, João Delgado^{1,2,3}, José A. González⁴, Mafalda Freitas^{1,5} and Paulo Henriques⁶

*murojaatlar uchun: ricardo.sousa@oom.arditi.pt

1. Madeyra okean observatoriyasi, Tadqiqotlar, texnologiyalar va innovatsiyalarni rivojlantirish mintaqaviy agentligi (OOM/ARDITI) – Madeira Tecnopolo binosi, Funchal, Madeyra, Portugaliya.

2. Tadqiqot xizmatlari boshqarmasi (DSI) – Baliqchilik mintaqaviy boshqarmasi, Estrada da Pontine, Funchal, Madeyra, Portugaliya.

3. Dengiz va ekologik tadqiqotlar fanlararo markazi (CIIMAR/CIMAR), Rua-dus-Bragas, Portu, Portugaliya.

4. Amaliy dengiz ekologiyasi va baliqchilik (i-UNAT), Las-Palmas-de-Gran universiteti Kanariya, Las-Palmas de Gran-Kanariya, Ispaniya.

5. Funshal dengiz biologiyasi stansiyasi va Dengiz va ekologiya fanlari markazi (MARE), Kaysh-du-Karvan, Funshal, Madeyra, Portugaliya.

6. Madeyra universiteti, Kampus da Penteada, Funshal, Madeyra, Portugaliya.

Adabiyotlar:

[1] Templado J, Rolán E. A new species of *Phorcus* (Vetigastropoda, Trochidae) from the Cape Verde Islands. *Iberus*. 2012;30(2):89-96

[2] Raffaelli D, Hawkins S. *Intertidal Ecology*. 2nd ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 1999. 356 p

[3] Ramírez R, Tuya F, Sánchez-Jerez P, Fernández-Gil C, Bergasa O, Haroun RJ, Hernández- Brito JJ. Population structure and spatial distribution of the gastropoda molluscs *Osilinus atrata* and *Osilinus sauciatus* in the rocky intertidal zone of the Canary Islands (Central East Atlantic). *Ciencias Marinas*. 2005;31(4):697-706. DOI: 10.7773/cm.v31i4.35

[4] Henriques P, Delgado J, Sousa R. Patellid limpets: An overview of the biology and conservation of keystone species of the rocky shores. In: Ray S, editor. *Organismal and Molecular Malacology*. 1st ed. Croatia: InTech; 2017. p. 71-95. DOI: 10.5772/67862

[5] Donald KM, Preston J, Williams ST, Reid DG, Winter D, Alvarez R, Buge B, Hawkins SJ, Templado J, Spencer HG. Phylogenetic relationships elucidate colonization patterns in the intertidal grazers *Osilinus* Philippi, 1847 and *Phorcus* Risso, 1826 (Gastropoda: Trochidae) in the northeastern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2012;62(1):35-45. DOI: 10.1016/j.ympev.2011.09.002

[6] Stearns SC. *The Evolution of Life Histories*. 1st ed. Oxford: Oxford University Press; 1992. 249 p

[7] Begon M, Harper JL, Townsend CR. *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1996. 945 p

[8] Campanella L, Conti ME, Cubadda F, Sucupane C. Trace metals in seagrass, algae and molluscs from an uncontaminated area in the Mediterranean. *Environmental Pollution* 2001;111(1):117-126. DOI: 10.1016/S0269-7491(99)00327-9

[9] Walsh K, Dunstan RH, Murdoch RN. Differential bioaccumulation of heavy metals and organopollutants in the soft tissue and shell of the marine gastropoda, *Austrocochlea constricta*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1995;28(1):35-39

[10] Rainbow PS. Ecophysiology of trace metal uptake in Crustaceans. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 1997;44:169-175. DOI: 10.1006/ecss.1996.0208

[11] Wang WX, Ke C. Dominance of dietary intake of cadmium and zinc by two marine predatory gastropodas. *Aquatic Toxicology*. 2002;56:153-165. DOI: 10.1016/S0166-445X(01)00205-3

[12] Heller J. *Sea Snails. A Natural History*. 1st ed. Swiderland: Springer International Publi- shing; 2015. 354 p. DOI: 10.1007/978-3-319-15452-7

[13] Poutiers JM. Seaweeds, corals, bivalves, and gastropodas. In: Carpenter KE, Niem VH, editors. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific*. 1st ed. Rome: FAO; 1998. p. 364-382

[14] Crothers JH. Common topshells: An introduction to the biology of *Osilinus lineatus* with notes on other species in the genus. *Field Studies*. 2001;10:115-160

[15] Jeffreys JG. Shells. In: Jeffreys JC, editor. *British Conchology: Or, an Account of the Mollusca Which Now Inhabit the British Isles and the Surrounding Seas*. London: Van Voorst; 1865. p. XIV-XXXVIII

[16] Patarnello T, Volckaert FAMJ, Castilho R. Pillars of hercules: Is the Atlantic-Mediterranean transition a phylogeographical break? *Molecular Ecology*. 2007;16:4426-4444. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2007.03477.x

[17] Natural History Museum Rotterdam [Internet]. 2017. Available from: <https://www.nmr-pics.nl/> [Accessed: Sep 11, 2017]

[18] Rubal M, Veiga P, Moreira J, Sousa-Pinto I. The gastropoda *Phorcus sauciatus* (Koch, 1845) along the north-west Iberian Peninsula: Filling historical gaps. *Helgoland Marine Research*. 2014;68:169-177. DOI: 10.1007/s10152-014-0379-2

- [19] Ávila SP, Madeira P, Rebelo AC, Melo C, Hipólito A, Pombo J, Botelho AZ, Cordeiro R. *Phorcus sauciatu*s (Koch, 1845) (Gastropoda: Trochidae) in Santa Maria, Azores archipelago: The onset of a biological invasion. *Journal of Molluscan Studies*. 2014;4:1-6. DOI: 10.1093/mollus/eyv012
- [20] Moore HB. The relation of shell growth to environment in *Patella vulgata*. *Proceedings of the Malacological Society of London*. 1934;21(3):217-222
- [21] Davies PS. Effect of environment on metabolic activity and morphology of Mediterranean and British species of *Patella*. *Pubblicazioni Della Stazione Zoologica di Napoli*. 1969; 37:641-656
- [22] Bannister JV. Shell parameters in relation to zonation in Mediterranean limpets. *Marine Biology*. 1975;31:63-67. DOI: 10.1007/BF00390648
- [23] Boukhicha J, Kalthoum O, Hassine B, Tlig-Zouari S. Morphological evidence for adaptive diversification of sympatric Mediterranean *Patella* limpets. *Rapport de la Commission Internationale de la Mer Méditerranée*. 2013;40:686
- [24] Creese RG. Ecology of molluscan grazers and their interactions with marine algae in north-eastern New Zealand: A review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 1988;22:427-444. DOI: 10.1080/00288330.1988.9516314
- [25] Branch G, Moreno C. Intertidal and subtidal grazers. In: Siegfried R, editor. *Rocky Shores: Exploitation in Chile and South Africa*. Berlin: Springer-Verlag; 1994. p. 75-100
- [26] Crothers J. *Snails on Rocky Sea Shores*. 1st ed. Exeter: Pelagic Publishing; 2012. 97 p
- [27] Little C, Kitching JA. *The Biology of Rocky Shores*. 1st ed. Oxford: Oxford University Press; 1996 252 p
- [28] Trussell GC. Phenotypic plasticity in the foot size of an intertidal snail. *Ecology*. 1997;78(4):1033-1048. DOI: 10.2307/2265856
- [29] Rolán E, Guerra-Varela J, Colson I, Hughes RN, Rolán-Alvarez E. Morphological and genetic analysis of two sympatric morphs of the dogwhelk *Nucella lapillus* (Gastropoda: Muricidae) from Galicia (Northwestern Spain). *Journal of Molluscan Studies*. 2004;70:179- 185. DOI: 10.1093/mollus/70.2.179
- [30] Ballantine WJ. A biologically-defined exposure scale for the comparative description of rocky shores. *Field Studies*. 1961;1:1-19
- [31] Shurlock BC, Pepper DS, Hawkins SJ, Mieszkowska N. Real-time rotation of the multi- spiral operculum of *Phorcus lineatus* (da Costa, 1778) (Gastropoda: Trochidae): Evidence for a semidiurnal rhythm and its use in growth studies. *Journal of Molluscan Studies*. 2017;83:211-219. DOI: 10.1093/mollus/eyx010
- [32] Ekaratne SUK, Crisp DJ. Tidal micro-growth bands in intertidal gastropoda shells, with an evaluation of band-dating techniques. *Proceedings of the Royal Society of London – Series B: Biological Sciences*. 1982;214:305-323
- [33] Crothers JH. Student investigations of the population structure of the common topshell, *Monodonta lineata* on The Gore, Somerset. *Field Studies*. 1994;8:337-355
- [34] Llano AS, Ito A, Fujinaga K, Nakao S. Age determination of *Buccinum isotakii* (Gastropoda: Buccinidae) from the growth striae on operculum and growth un-

der laboratory conditions. *Aquaculture*. 2004;242:181-195. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.03.028

[35] Barroso CM, Nunes M, Richardson CA, Moreira MH. The gastropoda statolith: A tool for determining the age of *Nassarius reticulatus*. *Marine Biology*. 2005;146:1139-1144

[36] Crothers JH. A hot summer, cold winters, and the geographical limit of *Trocho-cochlea lin-eata* in Somerset. *Hydrobiologia*. 1998;378:133-141

[37] McQuaid CD. The establishment and maintenance of vertical size gradients in populations of *Littorina africana knysnaensis* (Philippi) on an exposed rocky shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 1981;54:77-89. DOI: 10.1016/0022-0981(81) 90104-0

[38] Underwood AJ. The biology of gastropods. *Advances in Marine Biology*. 1979;16:111-210

[39] Brown KM, Quinn JF. The effect of wave action on growth in three species of intertidal gastropods. *Oecologia*. 1988;75(3):420-425. DOI: 10.100/BF00376946

[40] Mannino MA, Thomas KD, Leng MJ, Sloane HJ. Shell growth and oxygen isotopes in the topshell *Osilinus turbinatus*: resolving past inshore sea surface temperatures. *Geo-Marine Letters*. 2008;28:309-325. DOI: 10.1007/s00367-008-0107-5

[41] Fretter V, Graham A. The prosobranch molluscs of Britain and Denmark. I. *Pleurotoma-riacea*, *Fissurellacea* and *Patellacea*. *Journal of Molluscan Studies*. 1976;1(Suppl):1-37

[42] Ramírez R, Tuya F, Haroun R. Efectos potenciales del marisqueo sobre moluscos gasterópodos de interés comercial (*Osilinus* spp. y *Patella* spp.) en el Archipiélago Canario. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 2009;44(3):703-714. DOI: 10.4067/S0718-19572009000300016

[43] Williams EE. The growth and distribution of *Monodonta lineata* (da Costa) on a rocky shore in Wales. *Field Studies*. 1965;2:189-198

[44] Desai BN. The biology of *Monodonta lineata* (Da Costa). *Proceedings of the Malacological Society of London*. 1966;37:1-17. DOI: 10.1093/oxfordjournals.mollus.a064970

[45] Orton JH, Southward AJ, Dodd JM. Studies on the biology of limpets II. The breeding of *Patella vulgata* L. in Britain. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. 1956;35:149-176. DOI: 10.1017/S0025315400009036

[46] Garwood PR, Kendall MA. The reproductive cycles of *Monodonta lineata* and *Gibbula umbilicalis* on the coast of mid-Wales. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. 1985;65:993-1008. DOI: 10.1017/S0025315400019470

[47] Bode A, Lombas I, Anadon N. Preliminary studies on the reproduction and population dynamics of *Monodonta lineata* and *Gibbula umbilicalis* (Mollusca, Gastropoda) on the central coast of Asturias (N. Spain). *Hydrobiologia*. 1986;142:31-39. DOI: 10.1007/BF00026745

[48] Graham AFRS. Molluscs: Prosobranch and pyramidellid gastropods. *Synopses of the British Fauna*. 1988;2:1-662

- [49] Schifano G. Allometric growth as influenced by environmental temperature in *Monodonta turbinata* shells. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*. 1983;44:215-222. DOI: 10.1016/0031-0182(83)90104-9
- [50] Nakin MDV, McQuaid CD. Marine reserve effects on population density and size structure of commonly and rarely exploited limpets in South Africa. *African Journal of Marine Science*. 2014;3:1-9. DOI: 10.2989/1814232X.2014.946091
- [51] Parkington J. Coastal settlement between the mouth of the Berg and Olifants Rivers, Cape Province. *South African Archaeological Bulletin*. 1976;31:127-140
- [52] Yesner DR. Population pressure in coastal environments: An archaeological test. *World Archaeology*. 1984;16(1):108-127
- [53] García-Escárcaga A, Gutiérrez-Zugasti I, González-Morales MR, Cobo-García A. Shells and humans: Molluscs and other coastal resources from the earliest human occupations at the Mesolithic Shell Midden of El Mazo (Asturias, Northern Spain). *Papers from the Institute of Archaeology*. 2017;27(1):1-17. DOI: 10.5334/pia-481
- [54] Hockey PAR, Bosman AL. Man as an intertidal predator in Transkei: Disturbance, community convergence and management of a natural food resource. *Oikos*. 1986;46:3-14. DOI: 10.2307/3565373
- [55] Mannino MA, Thomas KD. Intensive Mesolithic exploitation of coastal resources? Evidence from a shell deposit on the Isle of Portland (southern England) for the impact of human foraging on populations of inter-tidal rocky shore molluscs. *Journal of Archaeological Science*. 2001;28:1101-1114. DOI: 10.1006/jasc.2001.0658
- [56] Mannino MA, Spiro BF, Thomas KD. Sampling shells for seasonality: oxygen isotope analysis on shell carbonates of the inter-tidal gastropod *Monodonta lineata* (da Costa) from populations across its modern range and from a Mesolithic site in southern Britain. *Journal of Archaeological Science*. 2003;30:667-679. DOI: 10.1016/S0305-4403(02)00238-8
- [57] Jones TL, Kennett DJ, Kennett JP, Coddling BF. Seasonal stability in Late Holocene shellfish harvesting on the central California coast. *Journal of Archaeological Science*. 2008;35(8):2286-2294. DOI: 10.1016/j.jas.2008.03.002
- [58] Gutiérrez-Zugasti I, García-Escárcaga A, Martín-Chivelet J, González-Morales MR. Determination of sea surface temperatures using oxygen isotope ratios from *Phorcus lineatus* (Da Costa, 1778) in northern Spain: Implications for palaeoclimate and archaeological studies. *The Holocene*. 2015;25(6):1002-1014. DOI: 10.1177/0959683615574892
- [59] Colonese AC, Vetro D, Martini F. Holocene coastal change and intertidal mollusc exploitation in the central mediterranean: Variations in shell size and morphology at Grotta d'Oriente (Sicily). *Archaeofauna*. 2014;23:181-192
- [60] Marra S, de Lucia GA, Camedda A, Esinosa F, Coppa S. New records of the distribution and conservation status of the endangered limpet *Patella ferruginea* in Sardinia (Italy, W Mediterranean). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2015;26(3):607-612. DOI: 10.1002/aqc.2615
- [61] Crowder L, Norse E. Norse essential ecological insights for marine ecosystem-based management and marine spatial planning. *Marine Policy*. 2008;32:772-778. DOI: 10.1016/j.marpol.2008.03.012

[62] Nuñez J, Brito MC, Riera R, Docoito JR, Monterroso O. Distribución actual de las poblaciones de *Patella candei* D'Orbigny, 1840 (Mollusca, Gastropodaa) en las islas Canarias. Una especie en peligro de extinción. Boletín del Instituto Español de Oceanografía. 2003;19(1-4):371-377

[63] Guerra-García JM, Corzo J, Espinosa F, García-Gómez JC. Assessing habitat use of the endangered marine mollusk *Patella ferruginea* (Gastropodaa, Patellidae) in the northern Africa: preliminary results and implications for conservation. Biological Conservation. 2004;16:319-326. DOI: 10.1016/S0006-3207(03)0021-5

[64] Cheour MK, Cherif M, Messaoud RB, Aloui-bejaoui N, Afli A. Evaluation et cartographie du stock du gastéropode trochide *Phorcus articulatus* (Lamarck, 1822) le long du littoral des Iles Kerkennah (Golfe de Gabes, Tunisie). Bulletin de l' Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô. 2014;41:37-49

[65] González JA, Pajuelo JG, Lorenzo JM, Santana JI, Tuset VM, Jiménez S, Perales-Raya C, González-Lorenzo G, Martín-Sosa P, Lozano IJ. Talla mínima de captura de peces, crustáceos y moluscos de interés pesquero en Canarias. Una propuesta científica para su conservación. Las Palmas de Gran Canaria: Viceconsejería de Pesca del Gobierno de Canarias; 2012. 252 p

[66] Silva FA, Menezes CA. Elucidário Madeirense – I Volume A-E. 1921. Tipografia Esperança: Funchal; 1921. 826 p

[67] Grupta SK, Singh J. Evaluation of mollusc as sensitive indicator of heavy metal pollution in aquatic system: A review. Institute of Integrative Omics and Applied Biotechnology Journal. 2011;2(1):49-57

[68] Zorita I, Apraiz I, Ortiz-Zarragoitia M, Orbea A, Cancio I. Assessment of biological effects of environmental pollution along the NW Mediterranean Sea using mussels as sentinel organisms. Environmental Pollution. 2007;148:236-250. DOI: 10.1016/j.envpol.2006.10.022

[69] Belhaouari B, Rouane-Hacene O, Bouhadiba S, Boutiba Z. Utilisation d'un Gastéropode marin *Osilinus turbinatus* en biosurveillance marine: Application aux métaux lourds du littoral algérien occidental. Journal des Sciences Halieutique et Aquatique. 2011;1(3):89-96

[70] Irnidayanti Y. Toxicity and traces of Hg, Pb and Cd in the hepatopancreas, gills and muscles of *Perna viridis* from Jakarta Bay, Indonesia. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2015;18:94-98. DOI: 10.3923/pjbs.2015.94.98

[71] Peña E, Conde JE, García Montelongo F. Evaluation of *Osilinus atratus* as a bioindicator organism to monitor oil pollution in the Canary Islands. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 1996;31:444-452

[72] Amiard JC, Triquet CA, Barka S, Pellerin J, Rainbow PS. Metallothioneins in aquatic invertebrates. Their role in metal detoxification and their use as biomarkers. Aquatic Toxicology. 2006;76:160-202. DOI: 10.1016/j.aquatox.2005.08.015

[73] Fowler SW, Oregioni B. Trace metals in mussels from the N.W. Mediterranean. Marine Pollution Bulletin. 1976;7(2):26-29. DOI: 10.1016/0025-326X(76)90306-4

[74] Foster P, Chacko J. Minor and trace elements in the shell of *Patella vulgata* (L.). Marine Environmental Research. 1995;40:55-76. DOI: 10.1016/0141-1136(94)00005-A

[75] Conti ME, Cecchetti G. A biomonitoring study: Trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas. *Environmental Research*. 2003;93(1):99-112. DOI: 10.1016/S0013-9351(03)00012-4

[76] Houlihan D, Innes AJ. Oxygen consumption, crawling speeds, and cost of transport in four Mediterranean intertidal gastropods. *Journal of Comparative Physiology B*. 1982;147(1):113-121. DOI: 10.1007/BF00689299

[77] Boulajfene W, Stroglyoudi E, Vassiliki-Angelique C, El Mlayah A, Tlig-Zouari S. Bio-monitoring of metal impact on metallothioneins levels in the gastropoda *Phorcus turbinatus* (Born, 1778) in the northeastern and the eastern coasts of Tunisia. *Marine Pollution Bulletin*. 2017;120(1-2):274-285. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.05.022

[78] Boucetta S, Beldi H, Draredja B. Seasonal variation of heavy metals in *Phorcus* (*Osilinus*) *turbinatus* (Gastropoda, Trochidae) in the Eastern Algerian Coast. *Global Veterinaria*. 2016;17(1):25-41. DOI: 10.5829/idosi.gv.2016.17.01.104129

[79] Bordbar L, Dassenakis M, Catsiki VA, Megalofonou P. Influence of a ferronickel smelting plant activity on the coastal zone through investigation of metal bioaccumulation on two gastropoda species (*Patella caerulea* and *Phorcus turbinatus*). *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*. 2015;S7:1-9. DOI: 10.4172/2161-0525.S7-004

[80] Cabral-Oliveira J, Pratas J, Mendes S, Pardal MA. Trace elements in edible rocky shore species: Effect of sewage discharges and human health risk implications. *Human and Ecological Risk Assessment*. 2015;21:135-145. DOI: 10.1080/10807039.2014.890480

[81] Gutiérrez-Zugasti I, Cuenca-Solana D. Biostratigraphy of shells and climate changes in the Cantabrian region (Northern Spain) during the Pleistocene-Holocene transition. In: Szabó K, Dupont C, Dimitrijevic V, Gastérum LG, Serrand N, editors. *Archaeomalacology: Shells in the Archaeological Record*. 1st ed. Oxford: Publishers of British Archaeological Reports; 2014. pp. 225-234.

[82] Álvarez-Fernández E. Upper Pleistocene-early Holocene transition at La Garma A Cave (Omoño, Cantabria, Spain): Preliminary report on the Marine Molluscs. In: Bailey GN, Hardy K, Camara A, editors. *Shells Energy. Mollusc Shells as Coastal Resources*. 1st ed. Oxford: Oxbow Books; 2013. p. 167-181

[83] IPCC. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. In: Pachauri RK, Reisinger A, editors. *Climate Change 2007 Synthesis Report*. Geneva: IPCC; 2007. p. 1-104

[84] Hansen J, Sato M, Ruedy R, Kharecha P, Lacis A, Miller R, Nazarenko L, Lo K, Schmidt GA, Russell G, Aleinov I, Bauer S, Baum E, Cairn B, Canuto V, Chandler M, Cheng Y, Cohen A, Del Genio A, Faluvegi G, Fleming E, Friend A, Hall T, Jackman C, Jonas J, Kelley M, Kiang NY, Koch D, Labov G, Lerner J, Menon S, Novakov T, Oinas V, Perlwid J, Perlwid J, Rind D, Romanou A, Schmunk R, Shindell D, Stone P, Sun S, Streets D, Tausnev N, Thresher D, Unger N, Yao M, Zhang S. Dangerous human-made interference with climate: A GISS modelE study. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2007;7:2287-2312

[85] Brierley AS, Kingsford MJ. Impacts of climate change review on marine organisms and ecosystems and climate change monitoring: Status of knowledge and challenges. *Current Biology*. 2009;19:602-614. DOI: 10.1016/j.cub.2009.05.046

[86] IPCC. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z,

Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL, editors. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press; 2007. p. 1-996

[87] Barry JP, Baxter CH, Sagarin RD, Gilman SE. Climate-related, long-term faunal changes in a California rocky intertidal community. *Science*. 1995;267(5198):672-675. DOI: 10.1126/science.267.5198.672

[88] Helmuth B, Mieszkowska N, Moore PJ, Hawkins SJ. Living on the edge of two changing worlds: Forecasting the responses of rocky intertidal ecosystems to climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2006;37(1):373-404. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110149

[89] Root TL, Price JT, Schneider SH, Rosenzweig C, Pounds JA. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*. 2003;421(6918):57-60. DOI: 10.1038/nature01333

[90] Ricketts EF, Calvin J, Hedgepeth JW, Phillips DW. *Between Pacific Tides*. 5th ed. Stanford: Stanford University Press; 1985 680 p

[91] Southward AJ, Hawkins SJ, Burrows MT. Seventy years' observations of changes in distribution and abundance of zooplankton and intertidal organisms in the western English Channel in relation to rising sea temperature. *Journal of Thermal Biology*. 1995;20:127-155. DOI: 10.1016/0306-4565(94)00043-I

[92] Fields PA, Graham JB, Rosenblatt RH, Somero GN. Effects of expected global climate change on marine faunas. *Trends in Ecology & Evolution*. 1993;8(10):361-367. DOI: 10.1016/0169-5347(93)90220-J

[93] Harley CDG, Randall Hughes A, Hultgren KM, Miner BG, Sorte CJB, Thornber CS, Rodriguez LF, Tomanek L, Williams SL. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecology Letters*. 2006;9:228-241. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2005.00871.x

[94] Connell JH. Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Annual Review of Ecology*. 1972;3:169-192. DOI: 10.1146/annurev.es.03.110172.001125

[95] Helmuth B. How do we measure the environment? Linking intertidal thermal physiology and ecology through biophysics. *Integrative and Comparative Biology*. 2002;42(4):837-845. DOI: 10.1093/icb/42.4.837

[96] Massa SI, Arnaud-Haond S, Pearson GA, Serrão EA. Temperature tolerance and survival of intertidal populations of the seagrass *Zostera noltii* (Hornemann) in Southern Europe (Ria Formosa, Portugal). *Hydrobiologia*. 2009;619(1):195-201. DOI: 10.1007/s10750-008-9609-4

[97] Elvin DW, Gonor JJ. The thermal regime of an intertidal *Mytilus Californianus* conrad population on the central Oregon coast. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 1979;39(3):265-279. DOI: 10.1016/0022-0981(79)90130-8

[98] Helmuth B. From cells to coastlines: How can we use physiology to forecast the impacts of climate change? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2009;212(6):753-760. DOI: 10.1242/jeb.023861

[99] Sanders HL. Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal-sediment relationships. *Limnology and Oceanography*. 1958;3:245-258. DOI: 10.4319/lo.1958.3.3.0245

[100] Davenport J, MacAlister H. Environmental conditions and physiological tolerances of intertidal fauna in relation to shore zonation at Husvik, South Georgia. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. 1996;76:985-1002. DOI: 10.1017/S0025315400040923

[101] Burnett LE. The challenges of living in hypoxic and hypercapnic aquatic environments. *American Zoologist*. 1997;37:633-640. DOI: 10.1093/icb/37.6.633

[102] Dahlhoff EP, Menge BA. Influence of phytoplankton concentration and wave exposure on the ecophysiology of *Mytilus Californianus*. *Marine Ecology Progress Series*. 1996;144:97-107. DOI: 10.3354/meps144097

[103] Southward AJ, Langmead O, Hardman-Mountford NJ, Aiken J, Boalch GT, Dando PR, Genner MJ, Joint I, Kendall MA, Halliday NC, Harris RP, Leaper R, Mieszkowska N, Pingree RD, Richardson AJ, Sims DW, Smith T, Walne AW, Hawkins SJ. Long-term oceanographic and ecological research in the Western English Channel. *Advances in Marine Biology*. 2005;47:1-105. DOI: 10.1016/S0065-2881(04)47001-1

[104] Mieszkowska N, Hawkins SJ, Burrows MT, Kendall MA. Long-term changes in the geographic distribution and population structures of *Osilinius lineatus* (Gastropoda: Trochidae) in Britain and Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. 2007;87:537-545. DOI: 10.1017/S0025315407053799

[105] Mieszkowska N, Kendall MA, Hawkins SJ, Leaper R, Williamson P, Hardman-Mountford NJ, Southward AJ. Changes in the range of some common rocky shore species in Britain—A response to climate change? *Hydrobiologia*. 2006;555:241-251. DOI: 10.1007/s10750-005-1120-6

[106] Crisp DJ. The effects of the severe winter of 1962-63 on marine life in Britain. *The Journal of Animal Ecology*. 1964;33:165-210. DOI: 10.2307/2355

[107] Lewis JR, Bowman RS, Kendall MA, Williamson P. Some geographical components in population dynamics: Possibilities and realities in some littoral species. *Journal of Sea Research*. 1982;16:18-28. DOI: 10.1016/0077-7579(82)90013-8

[108] GISTEMP TEAM: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP). NASA Goddard Institute for Space Studies. 2016. Available from: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/> [Accessed: Sep 8, 2017]

[109] Hansen J, Ruedy R, Sato M, Lo K. Global surface temperature change. *Reviews of Geophysics*. 2010;48:RG4004. DOI: 10.1029/2010RG000345

[110] Hutchins LW. The bases for temperature zonation in geographical distribution. *Ecological Monographs*. 1947;17:325-335. DOI: 10.2307/1948663

[111] Burrows MT, Schoeman DS, Buckley LB, Moore P, Poloczanska ES, Brander KM, Brown C, Bruno JF, Duarte CM, Halpern BS, Holding J, Kappel CV, Kiessling W, O'Connor MI, Pandolfi JM, Parmesan C, Schwing FB, Sydeman WJ, Richardson AJ. The pace of shifting climate in marine and terrestrial ecosystems. *Science*. 2011;334(6056):652-655. DOI: 10.1126/science.1210288

[112] Lima FP, Wethey DS. Three decades of high-resolution coastal sea surface temperatures reveal more than warming. *Nature Communications*. 2012;3(704):1-13. DOI: 10.1038/ncomms1713

[113] Hawkins SJ, Southward AJ, Genner MJ. Detection of environmental change in a marine ecosystem – evidence from the western English Channel. *Science of the Total Environment*. 2003;319:245-256. DOI: 10.1016/S0048-9697(02)00645-9

[114] Lima FB, Queiroz N, Ribeiro PA, Hawkins SJ, Santos AM. Recent changes in the distribution of a marine gastropod, *Patella rustica* Linnaeus, 1758, and their relationships to unusual climatic events. *Journal of Biogeography*. 2006;33:812-822. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2006.01457.x

8-BOB. CHUCHUK SUV QISQICHBAQASIMONLARI – DECAPODA: GVATEMALANING MUHIM RESURLARI

Juan Carlos Tejeda-Mazariegos, Luis Manuel Mejía Ortiz,
Marilú López-Mejía, Keith A. Crandall,

Marcos Pérez-Losada and Oscar Frausto-Martínez

Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud.

<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73638>

Annotatsiya. Gvatemala xilma-xillikka boy mamlakat. Unda bir qancha ekotizimlar mavjud bo'lib, fiziografiyasi yuqori xilma-xillikka ega. Biroq mahalliy aholi bu biologik xilma-xillikdan tabiiy oziq-ovqat manbai sifatida foydalanadi. Mamlakatda bir nechta havzalar (Meksika ko'rfazi, Karib dengizi va Tinch okeani) bo'lgan daryolar va suv havzalari uchun uchta asosiy drenaj bo'ylarida mavjud bo'lgan. Bu yonbag'irlarda daryo qisqichbaqasi, chuchuk suv qisqichbaqalari va krablar suv biologik resurslarini tashkil qiladi. Tabiiy suv resurslari sifatida foydalaniladigan turlarni aniqlash va xilma-xil mahalliy populyatsiyalarning oziq-ovqatga bo'lgan ehtiyojlarini qondirish yoki yo'qligini tekshirish uchun ushbu yonbag'irlari atrofida bir necha marta ekskursiyalar o'tkazilgan. Bizning tadqiqotlarimiz shuni ko'rsatdiki, mamlakatda yuqori va o'rta balandliklarda yashaydigan *Procambarus spp.* turkumiga mansub krivetkalarining kamida to'rtta turi uchraydi. *Macrobrachium*, ya'ni *Macrobrachium cemaí* turkumining qisqa lichinka rivojlanishi bilan chuchuk suv qisqichbaqalarining beshta turi ham topilgan. *Macrobrachium*ning eng katta turlari, shuningdek, uch qiyalikda *Macrobrachium americanum*, *Macrobrachium tenellum*, *Macrobrachium occidentale* va *Macrobrachium digueti* Tinch okeani qiyaliklarida, Meksika ko'rfazi va Karib dengizida esa, *Macrobrachium carcinus*, *Macrobrachium*, *Macrobrachium*, *Macrobrachium*, *Macrobrachium olfersii* va *Macrobrachium hobbsi* qayd etilgan. Shuning uchun *Macrobrachium rosenbergii* kabi mahalliy bo'lmagan turlari, boshqa qisqichbaqalarga nisbatan *Palaemon pandaliformis*, *Palaemonetes octaviae* va *Atyidae* oilasiga mansub *Atya scabra* va *Potimirim glabra* kabilar topilgan. Chuchuk suv qisqichbaqalari *Pseudotelphusidae* oilasi *Trichodactylidae* bilan solishtirganda eng yaxshi vakili bo'lib, bu yerda faqat bitta populyatsiya qayd etilgan. Bundan tashqari, ushbu turlarning mamlakatning asosiy bozorlarida qo'llanilishini ro'yxatga oldik va ikkita asosiy yo'lni topdik: birinchisi, chuchuk suv qisqichbaqalari va krablarining katta turlari uchun, ular kilogrammda juda qimmat va eksklyuziv taomlar singari restoranlarda deyarli taklif etiladi. Ikkinchisi, ko'proq mahalliy iste'mol uchun mo'ljallangan va baliq turlarining ko'plab oilalari, jumladan, qisqichbaqalar, qisqa lichinkalari sikliga ega bo'lgan chuchuk suv qisqichbaqalari va mayda qisqichbaqalar va boshqalarni bozorlarda topish, ularning narxi arzonroq va faqat mahalliy aholi tomonidan sotib olinadigan bo'lishi mumkin. Bizning topilmalarimiz shuni ko'rsatdiki, Gvatemala qisqichbaqasimon dekapodalarda tabiiy suv resurslari sifatida, ayniqsa, qisqichbaqalar holati past oilalar uchun arzon narxlarda protein manbalari sifatida foydalanish uchun ulkan salohiyatga ega.

Kalit so'zlar: Gvatemala, qisqichbaqasimon decapoda, biologik resurslar.

Kirish

Hozirgi vaqtda Gvatemala mega xilma-xillik mamlakati sifatida qayd etiladi, chunki u juda ko'p turli ekotizimlarning birlashishi fiziografiya, iqlim va biolarning o'zgarishini o'z ichiga olgan geografik hududni ifodalaydi [1]. Ayniqsa, kichik hududdagi iqlim o'zgarishlari turli xil o'simliklar va hayvonlar populyatsiyalarining spetsifikatsiyasi va ixtisoslashuvi va moslashuvda muhim rol o'ynadi.

Dastlab, Gvatemala xilma-xilligi bois ko'proq e'tibor bilan o'rganilgan yer usti ekotizimlari ma'lumotlari uchun kataloglangan [2]. Dengiz muhiti kam o'rganilgan, ammo mamlakatning geografik joylashuvi ikkala qirg'oqda (Atlantika va Tinch okeani) muhim dengiz xilma-xilligi mavjudligini ko'rsatadi [2]. So'nggi paytlarda dengiz resurslaridan foydalanishga bo'lgan qiziqish tufayli ushbu resurslarga e'tibor kuchaydi. Bundan farqli o'laroq, suv epikontinental resurslari o'rganish mavzusi va tabiiy resurslar sifatida kam e'tiborga ega va ularning potensial ijtimoiy va iqtisodiy foydalari cheklangan. Insoniyat aholisining yasha-



1-rasm. Gvatemaladagi suv omborining joylashuvi (daryolar va ko'llar).

shi uchun muhim bo'lgan bu kichik hayot manbalarining boyligi va ahamiyati 2000-yilgacha baholanmagan, shuning uchun boshqaruv va boshqaruv strategiyalarini rejalashtirayotganda ularning haqiqiy qiymatini berish va ushbu resurslarni saqlash mumkin emas.

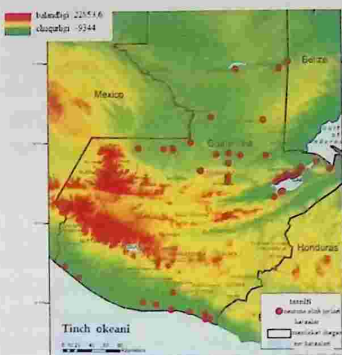
Gvatemalada tabiiy epikontinental suv resurslari iqlim o'zgarishi va cho'llanishning yashirin tahdidi tufayli mamlakatdagi ustuvorliklarda muhim rol o'ynay boshladi [3]. Chuchuk suv buloqlarini endi rejalashtirish va yerni saqlash strategiyalarida hisobga olindi. Bunga misol sifatida, Atitlan ko'li (Solola departamentida joylashgan) xalqaro miqyosda tashvishga soluvchi, siyanobakteriyalarning katta gullashi, havzaga yaqinroq bo'lgan odamlarning chiqindi suvlar tufayli [4] ushbu holat chuchuk suv resurslari bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarining kuchayishiga sabab bo'ladi. Manba sifatida kattaroq havzalar va buloqlardan ma'lumotlar olish, xilma-xilligini bilish va ushbu tabiiy resurslardan (baliqchilik, transport va inson foydalanishi uchun suv manbalari) foydalanish rejaları va foydalanishni boshqarish lozim bo'ldi.

Bu qiziqish tufayli biologik resursning ahamiyati ortib boradi va bu muhitda yaxshi namoyon bo'lgan bir guruh qisqichbaqasimonlar, chuchuk suv qisqichbaqalari, krivetka va krablar birgalikda baliqlarning bir nechta turlari va molluskalar bu yashash joylarida yashab ketdi va keng tarqaldi [2].

Gvatemalada bu resurslar iqtisodiy sohada foydalanilgan [5]. Biroq ularning ishlab chiqarishdagi ahamiyati shunchalik pastki, yozuvlar va aniq faktga ega ma'lumotlar yo'q edi. Bir qancha insoniyat jamoalari daryo resurslaridan to'g'ridan to'g'ri yoki bilvosita qirg'oq bo'yi buloqlardan foydalanganlar. *Pseudotelp-husidae* oilasiga mansub chuchuk suv qisqichbaqalari sharqiy qiyaliklarda mamlakatlarida bo'lgani kabi ko'pgina daryolari yoki buloqlarda uchraydi, hatto baland tog'li hududlardagi mayya jamoalarida ham baliqchilik mavjud va ular o'zini iste'mol qilish uchun faodalanagan [6]. Boshqa bir qiyaliklarda (Tinch okeani), *Macrobrachium tenellum* va *Atya margaritacea* Tinch okeanidagi qirg'oq shaharlari orasida, ayniqsa, mamlakat janubida Mariya Linda va Los Esklavos daryolarining estuariylarida muhim baliqchilik va tijoratlashtirish obyekti bo'lib xizmat qilgan. Ushbu bobning maqsadi Gvatemaladagi mahalliy aholi chuchuk suvlarda suvdagi tabiiy resurslar mahsuldorligi, ayniqsa, hududdagi mahalliy turlar va ushbu biologik resurslardan oqsil manbayi sifatida foydalanadigan populyatsiyalarni tahlil qilishdir.

O'rganilayotgan hudud

Gvatemala davlat sifatida suv kontinental tizimlari borasida katta biologik xilma-xillikka ega. Birinchidan, mamlakat uchta asosiy yon qiyaliklarga bo'linganligi sababli, ikkitasi Atlantika okeanida (Meksika ko'rfazi va Karib dengizi) drenajli bo'lib, ikkalasi ham mamlakatning shimolidagi butun markazni egallagan kattaroq havzalar bilan juda yaxshi o'ralgan [8]. Meksika ko'rfazida drenaj qilina-



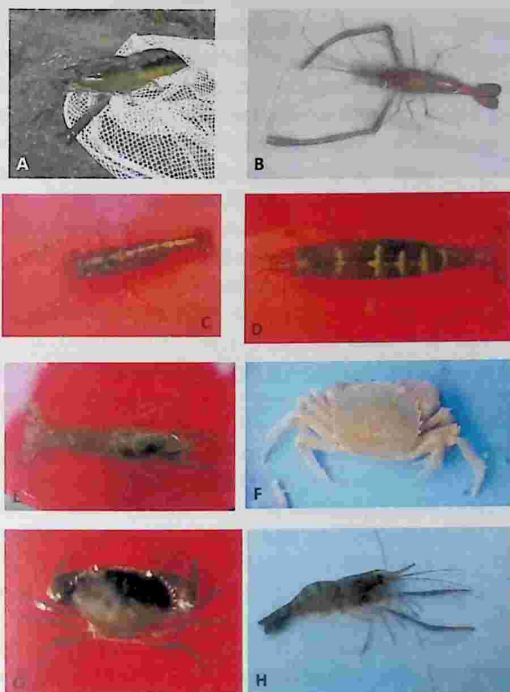
2-rasm. Meksika ko'rfazi, Karib dengizi va Tinch okeanining uchta asosiy qirg'oqlari atrofida joylashgan namuna olish joylari.

digan asosiy daryo Usumacinta bo'lib, La Pasion, Chixoy, Salinas e Icbolar kabi muhim daryolarga to'g'ri keladi, bu daryolarning barchasi baland tog'lardan oqib o'tadi, bu esa turli xil fizik va kimyoviy suv sharoitlariga ega bo'lishga imkon beradi va muhim biologik xilma-xillikka ega bo'lgan bir nechta yashash joylarini hosil qiladi [9].

Karib dengizi qirg'oqlaridagi Gvatemala sharoiti butunlay boshqacha bo'lgan Dulce, Motagua va Sarstun daryolari mavjud bo'lib, boshqa daryolar shu qiyalikda tugaydi. Dulce daryosi Serra-de-las-Minas va Serro-San-Gildagi muhim suvli qatlamlarning asosiy oqova suvi, shuningdek, Alta-Verapasdagi baland tog'lar, bu daryolarning barchasi Rio Polochicni hosil qiladi, bu daryolar Amatik ko'rfazidagi dengiz bilan bog'langan Izabal ko'lida tugaydi. Motagua daryosi mamlakatning eng uzun daryosidir. Biroq ularning kelib chiqishi (Gvatemala shahriga yaqin) va kattaligi tufayli Karib dengiziga yetib boradigan va dengizni ifloslantiradigan qattiq chiqindilar, plastmassa va parchalanmaydigan materiallarning haddan ziyod ko'payishiga olib keladi [10]. Nihoyat, Tinch okeani qirg'oqlarida, ba'zi asosiy daryolar Mariya Linda, Los Esclavos, La Paz, Achiguat, Coyolate va Naranjo bo'lib, ular Escuintla, Rethauleu, Santa Rosa, Jutiapa, Sichitepéques, San-Marcos Quedaltenango bo'limlarida joylashgan [7] (1-rasm).

1. Materiallar va usullar

Atlantika qirg'oqlari (Meksika ko'rfazi va Karib dengizi), shuningdek, Tinch okeani qirg'oqlarida esa turli xil ekspeditsiyalar amalga oshirildi (2-rasm). Ushbu ekspeditsiyalarda qisqichbaqasimonlar qo'llarimizda tutilgan va to'r yordamida yig'ilgan. Mazkur vaqtdagi GPS va fizik va kimyoviy suv ma'lumotlari GPS Garmin va YSI Oxygen Dissolved yozuvlari yordamida qayd etilgan. Har bir hududdagi hayvonlar keyingi laboratoriya identifikatsiyasi uchun etanol yordamida ishlov berilgan. Shuningdek, har bir hududda mahalliy aholining ushbu hayvonlardan foydalanishi va qiymati qayd etilgan. Mamlakat bo'ylab bir nechta bozorlarda so-



3-rasm. Guatemaladagi chuchuk suv dekapodalarining turlari. (A) *Macrobrachium carcinus*; (B) *Macrobrachium acanthurus*; (C) *Macrobrachium cemaui*; (D) *Potimirim glabra*; (E) *Procambarus* spp.; (F) *Trichodactylidae*; (G) *Pseudothelphusidae*; (H) *Macrobrachium rosenbergii*.

tiladigan qisqichbaqasimonlarning turli turlarini aniqlash uchun so'rov o'tkazilgan va mahalliy yoki ekzotik turlarning alohida afzalliklarga ega yoki asosiy qiymati bor-yo'qligi aniqlab borilgan.

Natijalar

Gvatemalada uchta asosiy havzalar va ular bilan bog'liq bo'lgan bir nechta iqtisodiy dekapoda turlari mavjud. Tahlil qilingan birinchi havza Karib havzasi bo'lib, u yerda quyidagi *Macrobrachium carcinus* (3A-rasm), *Macrobrachium acanthurus* (3B-rasm), *Macrobrachium olfersii*, *Macrobrachium hobbsi*, *Macrobrachium heterochirus* va introduksiya qilingan *Macrobrachium rosenbergii* turlarini topish mumkin. Umuman olganda, bu turlarning barchasi bozorda yaxshi qabul qilingan va ba'zi hollarda ularni qabul qilish yuqori darajaga

yetgan. Masalan, Quiche, Alta Verapaz, Izabal va Peten bo'limlarida *Macrobrachium carcinus* (ispan tilida «La pigua») so'nggi paytlarda aholi o'rtasida baliqchilikning sezilarli darajada kamayishi kuzatildi. Buning sababi daryolar va suv havzalarining juda ko'p ishlatilishi, ifloslanishi, shuning uchun daryolardagi to'g'on kabi to'siqlar ularning migratsiyasini cheklab qo'ydi. Bundan farqli o'laroq, *M. rosenbergii* ekzotik turlari bozorda va baliqchilikda, umuman olganda, Rio-Dulce port baliqchiligida tez-tez uchraydi, bugungi kunda bu oxirgi tur mintaqaning bir qancha daryolarida mahalliy turlarga ko'rsatadigan ta'siri baholanmoqda. Shuningdek, ushbu mintaqada qisqa lichinkalik davriga ega bo'lgan bir nechta populyatsiyalar mavjud bo'lib, ular hozirda tasvirlangan *Macrobrachium cemai* (3C-rasm), ya'ni Cerro San Gil, Puerto Barrios va Izabal shahridagi Qek'chi avtoxton jamoasi tomonidan iste'mol maqsadida foydalanilgan. Shu sababli iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lmagan yana bir kichik dekapodalar mavjud: *Palaemon pandaliformis*, *Palaemonetes octaviae* va ba'zi atidlar *Atya scabra* va *Potimirim glabra* (3D-rasm).

Bu havzada krevetkalarining *Procambarus spp.* turlari (3E-rasm) qayd etilgan va ba'zi daryolarda *Trichodactylidae* (3F-rasm) va *Pseudotelphusidae* (3G-rasm) oilasiga mansub chuchuk suv qisqichbaqalari va mahalliy aholi, ayniqsa, Qek'chi sifatida mahalliy jamoalar o'zini iste'mol qilishda foydalanishadi va bu turlarni bozorlarda va baliqchilikda topish qiyin bo'lishi mumkin. Lekin oilalar bu turlarni qidirish uchun bolalardan foydalanadilar va shu bilan ular oilaga oziq-ovqat to'pishda o'z hissalarini qo'shadilar.

Ikkinchi havza – Meksika ko'rfazi, Usumacinta daryosidagi suv havzalari drenajlari va asosiy turlari – *Macrobrachium carcinus*, *Macrobrachium acanthurus* va *Macrobrachium heterochirus*, ammo bu mahsulotlarni sotish uchun bu hududagi vaziyatda muhim bozorlar kamligi sababli, o'zini iste'mol qilishga majbur.

Bu havzada biz qisqa lichinkalik davriga ega bo'lgan ikkita populyatsiyani qayd etdik, lekin umuman olganda, ularning mavjudligini kam odam biladi va faqat mahalliy aholi bu biologik resurslardan *Pseudotelphusidae* oilasiga mansub qisqichbaqalar (*Procambarus spp.*) va chuchuk suv qisqichbaqalaridan foydalanadi.

Gvatemaladagi Tinch okeani qirg'oqlaridan farqli o'laroq, biologik suv resurslari kichik hududlarda ko'proq xilma-xildir, chunki tog' tizmalari ularning tarqalishini cheklash uchun to'siqdir. Ammo bu hududda chuchuk suv qisqichbaqalari turlari *Macrobrachium tenellum*, *Macrobrachium americanum*, *Macrobrachium occidentale* va *Macrobrachium digueti* bo'lib, bularning barchasi yuqori tijorat qiymatiga ega va bozorlarda oson topiladi yoki odamlar o'z uylarida sotadi. Ba'zan daryolar yoki to'g'onlardagi suvning ifloslanishi, ayniqsa, chiqindi suv nazorati kam bo'lgan shaharlarga yaqin bo'lgan joylar, bu joylarda kislorod ma'lumotlari kamroq qayd etilgan va hayvonlar yo'q bo'lgan joylardan farqli o'laroq, inson ta'siridan uzoqdadir. *Macrobrachium* turlari suv sifatining yaxshi ko'rsatkichidir, chunki

M. heterochirus kabi turlari mavjud bo'lib, ularda kislorodga bo'lgan ehtiyoj boshqa turlarga nisbatan yuqori bo'ladi.

Muhokamalar

Gvatemaladagi suv biologik resurslari chuchuk suvli dekapodalar turlari bilan eng yaxshi ifodalangan, ammo bu resurslarning iqtisodiy qiymati chuchuk suv baliqlari bilan solishtirganda pastroq va faqat bir nechta turlar mahalliy aholini iste'mol qilishda muhim ahamiyatga ega. Eng katta chuchuk suv dekapodasi bo'lgan *Macrobrachium* turlari uchta katta havzada tarqaladi, ushbu tadqiqotda namuna olish joylarining aksariyati qayd etilgan (1-jadval).

1-jadval

O'rganilgan hududlarning o'zaro nisbati, GPS, turlar va populyatsion xilma-xilligi to'g'risidagi ma'lumotlar

Namuna olingan nuqta	Joylashuvi	Bo'limlar	GPS X	GPS Y	Ba-landlik	Turlar	Populyatsiya miqdori
Caribbean va Gulf of Mexico Slope							
Escobas Cerro San Gil	Las Escobas	Puerto	-88 6456667	15 6851667	116	<i>Macrobrachium cema</i>	yuqori >200
		Barrios				<i>Potimir sp</i>	o'rtacha >50
						<i>Raddus sp</i>	kam >10 org
El Boqueron	El Estor	Izabal	-89 2844722	15 5660278	9	<i>Trichodactylidae</i>	kam >10
						<i>Pseudothelphusidae</i>	kam >10
Rio Zarco	El Estor	Izabal	-89 2951111	15 5571944	20	<i>Macrobrachium sp</i>	yuqori >200
Puente Pedernales	El Estor	Izabal	-89 0426944	15 6364722	9		
Puente la Maquina	El Estor	Izabal	-89 0753333	15 6157222	26		
Sumache	El Estor	Izabal	-89 0941667	15 6056389	19		
Puente Manaco	El Estor	Izabal	-89 1230278	15 5952778	16		
Balneario caliente	El Estor	Izabal	-89 2085556	15 5908611	35		
Afluente remanso	Sumache	Izabal	-89 1074444	15 6054444	65	<i>Procambarus sp</i>	yuqori >100
Aldea Manantiales, Esmeralda del Paraiso	Agua caliente	Izabal	-89 2206111	15 5833056	55		
Rio Zarquito	Rio Oscuro	Izabal	-89 3595278	15 3377222	5	<i>Palaemon pandaliformis</i>	yuqori >200
Rio Chapin	Chapin abajo	Izabal	-89 2665278	15 3924444	9		
Rio Balandra	Quinel/Estor	Izabal	-89 2481944	15 4031111	14		
Puente Prieto	Sa Rosita/El Estor	Izabal	-89 2623889	15 5692222	13	<i>Pseudothelphusidae</i>	kam <50

El lago	El Estor	Izabal	-89 3294722	15 5239722	12	Palemonetes octaviae	yuqori >200
Arroyo colorado	El Bongo/El Estor	Izabal	-89 1920833	15 6183333	212	Procambarus sp.	o'rtacha >50
Rio Bouro	El Bongo/el Estor	Izabal	-89 1861667	15 6092222	159	Procambarus sp.	o'rtacha >50
Rio Branche	Esmeralda	Livingston	-89 0110278	15 6929722	17	Palaemon pandaliformis	yuqorih
La Palmera	Esmeralda	Livignston	-89 0103056	15 6942500	29	Procambarus sp.	yuqori >200
Cenote de Sarstun	Sarstun	Livingston	-89 9428056	15 8822500	15		
Siete Altares	Livingston	Livingston	-89 7918889	15 8542778	83	Macrobrachium heterochirus	kam <10
						Macrobrachium carinus	o'rtacha >50
						Macrobrachium ofersii	yuqori >200
						Potimirim sp.	
Cueva del tigre	Barra Lampara	Livingston	-88 8125278	15 7747500	74	Pseudothelphusidae	kam <10
Las Conchas	Chasac	Alta Verapaz	-89 4616944	15 8533056	144	Macrobrachium sp.	yuqori <100
Rio Lachua	Santa Lucia, Reserva Lachua	Alta Verapaz	-90 6639722	15 9245833	171	Pseudothelphusidae	yuqori >100
Puente la machaca	Santa Lucia, Reserva Lachua	Alta Verapaz	-90 6750833	15 9486389	195		
Arroyo El Caoba	Santa Lucia, Reserva Lachua	Alta Verapaz	-90 6758333	15 9406944	175	Macrobrachium sp.	kam <20
Arroyo las ranas	Santa Lucia, Reserva Lachua	Alta Verapaz	-90 6761944	15 9376389	180	Procambarus sp.	yuqori >100
Humal-Ye	Chiseec	Coban	-90 3143333	15 6699722	403	Macrobrachium sp.	yuqori >200
						Pseudothelphusidae	o'rtacha >30
Semuc- Champey	Larkin	Alta Verapaz	-89 9595833	15 5336667	353	Macrobrachium sp.	yuqori >200
Cueva las Marias	Semuc-Champey	Alta Verapaz	-89 9555556	15 5875000	357	Macrobrachium sp.	o'rtacha >50
Las Mesas	Rio Hondo Zacapa		-89 5932000	15 0545000		Macrobrachium heterochirus	kam <10
Pacific Slope							
Las Pozas	Buena Vista	Santa Rosa	-90 16264"	13 52519	14	Macrobrachium americanum	o'rtacha >50
Manchon Guamuchal	Manchon Guamuchal	Rethaleu	-92 05112	14 27499	17	Macrobrachium occidentale	o'rtacha >50
La verde	Champerico	Rethaleu	-91 5408	14 195107	13	Macrobrachium tenellum	yuqori >200
Málaga	Málaga	Escuintla	-91 0416 5	14 01048	19		
Otacingo	Otacingo	Escuintla	-90 53562	13 59368	24	Macrobrachium digueti	kam >10

Brito	Brito	Escuintla	-90.40555	14.08333	44		
El Paraiso	Santa Rosa	Santa Rosa	-90.12144	13.485168	5	Macrobrachium tenellum	kam >200
Las Lisas	Las Lisas	Santa Rosa	-90.15489	13.48516	6	Macrobrachium tenellum	yuqori >200
Iztapa	Iztapa	Escuintla	-90.42251	13.55576	7	Macrobrachium tenellum	yuqori >200
						Macrobrachium americanum	o'rtacha >50
La Avellana	Monterrico	Santa Rosa	-90.28119	13.54231	6		
Peten Zone							
La campana	La campana	Peten	-91.07213	15.56554	231		
Trinitaria	Trinitaria	Peten	-90.47287	15.56126	168	Macrobrachium sp.	o'rtacha >50
Tres Rios	Tres Rios	Peten	-90.26084	16.00559	158		
Las Pozas	Las Pozas	Peten	-90.09585	16.20044	168	Pseudothephusidae	kam >10
Flores	Flores	Peten	-89.50106	16.55258	131	Macrobrachium sp.	o'rtacha >50
Melchor de Mencos	Melchor de Mencos	Peten	-89.09262	17.012404	106	Macrobrachium sp.	o'rtacha >50
Salpet	Salpet	Peten	-89.16325	16.55458	146		
Poptun	Poptun	Peten	-89.293103	16.17421	420	Procambarus sp.	yuqori >100
Chabilchoch	Chabilchoch	Peten	-89.56472	15.45272	190		
San Antonio Las Cuevas	San Antonio Las Cuevas	Peten	-90.061916	15.52079	244	Macrobrachium sp.	o'rtacha >50
La Campana	La Campana	Peten	-91.07391	15.564503	244	Procambarus sp.	yuqori >100

Ammo mamlakatning turli joylarida bozorda faqat ikki yoki uchta turni topish mumkin. Tinch okeani yonbag'irlarida bu resurslarni qabul qilish muhim ahamiyatga ega, ammo bu mahalliy aholining madaniy jihatlari bilan bog'liq. Meksika ko'rfazi va Karib dengizi yonbag'irlarida Kekchi xalqi bu resurslardan o'z iste'moli uchun foydalanadi va faqat mahalliy bozorlarda, ba'zan mavsumiy ravishda bu suv manbalaridan topish mumkin. Bundan tashqari, kichikroq yoki kamroq iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lgan boshqa turlar ham bor, masalan krablar va chuchuk suv qisqichbaqalari, ularni bolalar oilaning ovqatlanishiga hissa qo'shish sifatida ovlashadi. Resurslarni qabul qilish va sotish bilan bog'liq bunday muammolar faqat ayrim hududlarda uchraydi, chunki maxsus turlar uchun (eng yirik) so'nggi yillarda *Macrobrachium carcinus*ning haddan ziyod ko'p ishlatilishi boshqa mamlakatlarda qayd etilganidek, ushbu turda baliqchilikning sezilarli darajada pasayishiga olib keldi [11].

Shunday qilib, unchalik muhim bo'lmagan masala – bu Markaziy Amerika va Meksikada keng tarqalgan faoliyat bo'lganligi sababli, shakar va palma fermala-

ri, ularning tegishli sanoatida ishlatiladigan kimyoviy mahsulotlardan ifloslangan daryolarning ortishi Gvatemalada ham qayd etilgan.

Umuman olganda, tijorat turlari ko'chib yuruvchi turmush tarzini olib boradi, to'g'onlarning qurilishi va qishloq xo'jaligi maqsadlarida suvdan foydalanish ham mahalliy populyatsiyaning kamayishiga olib keldi, buning natijasida ekzotik turlar bo'sh joylarni egalladi [12].

Biroq Gvatemala hozirda havza va uning resurslariga muvofiq rivojlanish rejalarini tuzish uchun muhim imkoniyatga ega. Haddan ziyod ekspluatatsiya qilinadigan bu turlarni himoya qilish va ularning potensialini oshirish uchun faqat mahalliy aholi tomonidan ishlatiladigan turlarni fermerlar ishlab chiqarishi lozim, chunki tonnalab ishlab chiqarish texnologiyasi mavjud. Bu biologik xilma-xillikni saqlash mexanizmlaridan biri bo'lishi mumkin va bu suv biologik resurslarini boshqarish rejalariga muvofiq amalga oshiriladi.

Minnatdorchilik

Mualliflar B. Flores, J. Peres Rutabagas va A. Dala ekskursiyasini o'tkazishda yordam bergani uchun Chalaga alohida minnatdorchilik bildiramiz. Shuningdek, ushbu bob CONACYT-Mexico-258494 (Fondo Sectorial de Investigación para la Edu) tomonidan qo'llab-quvvatlangan «Meksikaning janubi-sharqiy qismida li-chinka rivojlanishi kamaygan *Macrobrachium* turkumi chuchuk suv qisqichbaqalarining molekulyar sistematikasi va ularning Gvatemala va Beliz bilan aloqasi» loyihasining natijasi ekanligini bildirib o'tamiz.

Muallif ma'lumotlari

Juan Carlos Tejeda-Mazariegos^{1*}, Luis Manuel Mejía Ortiz², Marilú López-Mejía², Keith A. Crandall³, Marcos Pérez-Losada³ and Oscar Frausto-Martínez⁴

*Murojaat uchun : luismejia@uqroo.edu.mx

Gvatemaladagi San-Karlos universiteti. Gvatemala Suv tabiiy resurslari tadqiqot guruhi. Kintana-Roo universiteti, Kintana-Roo, Meksika Jorj Vashington universiteti, Vashington, Kolumbiya okrugi, AQSH.

Barqaror rivojlanish bo'limi, Kintana-Roo universiteti, Kintana-Roo, Meksika Chuchuk suv qisqichbaqasi Decadpos: Gvatemalaning muhim resursi.

Adabiyotlar:

[1] Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). Listado de Especies de Fauna Silvestre Amenazadas de Extinción (Lista Roja de Fauna), Resolución No. ALC/032-99 del CONAP, 17 de noviembre de 1999 y enmiendas del 26 de enero de 2000. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas; 2000

[2] Tejeda JC. Crustáceos decápodos de los ríos Siete Altares, Livingston y Las Escobas, Cerro San Gil, Puerto Barrios, Izabal [Tesis de Licenciatura]. Problema Especial II, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, Universidad de San Carlos de Guatemala; 2014. 70 pp

[3] PNUD. Informe sobre el desarrollo humano 2016. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; 2016. 28 pp

[4] Dix M, Dix M, Orozco M, Cabrera D, Bocel E, Toledo A, Symonds E. El Lago Atitlán, Guatemala: su estado ecológico octubre 2009-diciembre 2011. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala. 2012;24:35-50

[5] Díaz F. Producción larval de camarón de río nativa, *Macrobrachium americanum* en laboratorio. Informe Técnico. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2001. 80 pp

[6] Wehrtmann I, Magalhaes C, Orozco M. Freshwater crabs in lake Atitlan, Guatemala: Not a single-species fishery. Journal of Crustacean Biology. 2014;34(1):123-125

[7] Holthuis LB. A General Revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas. II. The Subfamily Paleemoninae. Allan Hancock Foundation Publisher Occasional Papers; 1952. 396 pp

[8] Cabrera M. Primer informe de la evaluación de la situación ambiental del Río Polochic, Lago de Izabal y Río Dulce. Guatemala: CONAP/AMASURLI; 2002

[9] Barrientos C. Caracterización de la ictiofauna con importancia alimenticia de los ríos San Pedro y Saculuc, en el área de influencia de la estación biológica “Las Guacamayas” [Tesis de Licenciatura]. Departamento de Peten, Guatemala, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; 1999. 90 pp

[10] MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). Manual para la caracterización y diagnóstico de cuencas hidrográficas. Guatemala; 2000. 80 pp

[11] García-Guerrero MU, Becerril-Morales F, Vega-Villasante F, Espinosa-Chaurand LD. Los langostinos del género *macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: Conocimiento actual, rol ecológico y conservación. Latin American Journal Aquatic Resources. 2013;41(4):651-675

[12] Velásquez J. Estudio de las etapas larvales, determinación de concentraciones de salinidad y alimento para la reproducción artificial de larvas de camarón de agua dulce *Macrobrachium carcinus* en Ixcán [Tesis de Licenciatura]. Quiché: Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala; 2005. 46 pp

9-BOB. BOLGARIYADAN KELGAN QORA DENGIZ MIDIYASI
(*M. GALLOPROVINCIALIS*)NING PROKSIMAL VA
BIOAKTIV LIPID TARKIBINI BAHOLASH

Albena Merdzhanova, Diana A. Dobрева and Veselina Panayotova

Qo'shimcha ma'lumot bob oxirida mavjud.

<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.71909>

Annotatsiya. Yetishtiriladigan *Mytilus* avlodiga mansub dengiz midiyalari inson ratsioni uchun muhim ahamiyatga ega, chunki ular oqsillar, omega-3 polito'yinmagan yog' kislotalari (OYOK), yog'da eriydigan vitaminlar va uglevodlarning yuqori darajasini ta'minlaydi. So'nggi paytlarda qora midiya Bolgariya Qora dengizidan tijoriy ahamiyatga ega turlardan biriga aylandi. Tadqiqotning maqsadiga asosan Bolgariya Qora dengizining shimoliy qismida yashovchi midiya (*M. galloprovincialis*) tarkibidagi yog' kislotalari, xolesterin, yog'da eruvchan vitaminlar (A, E va D3) va karotinoidlar (astaksantin, beta-karotin) kabi lipidli biofaol komponentlarning taxminiy tarkibidagi mavsumiy o'zgarishlarini aniqlash bo'yicha tadqiqot ishlari olib borildi. Barcha tahlil qilingan namunalarda oqsil miqdori yuqoriligi va lipidlar miqdori pastligi aniqlandi. Yog' kislotalari spektri (FA) eng yuqori PUFA miqdori bilan ajralib turdi, chunki mavsumdan qat'iy nazar 22:6 omega-3 (n-3) ustunlik qildi. Barcha fasllarda n-3 tarkibi omega-6 PUFA dan sezilarli darajada yuqori bo'lgan. Xolesterin miqdori 62,3 (yoz)dan 78 (kuz) mg 100–1 g nam og'irlikda bo'lgan. Eng ko'p miqdorda D vitamini (3,1 mkg 100–1 g nam vazn), E vitamini (2525 mkg 100–1 g nam vazn), astaksantin (0,470 mg 100–1 g nam) va beta-karotin (0,445 mg 100–1 g nam vazn) 1 g nam vazn) yoz mavsumida topilgan. Bolgariyadagi midiya akvakulturasini o'rganish inson salomatligini saqlash nuqtayi nazaridan barcha fasllarda yuqori foydali salohiyatni ko'rsatdi.

Key words: *M. galloprovincialis*, astaksantin, xolesterin, yog'da eriydigan vitaminlar, mavsumiy o'zgarishlar, omega-3PUFA.

1. Kirish

Mollyuskalar dengiz hayvonlarining eng xilma-xil guruhlaridan biridir. Ikki pallali mollyuskalar barcha dengiz muhitlarida mavjud bo'lgan umurtqasiz hayvonlardan ba'zilarini, shu jumladan, midiya kabi turlarini o'z ichiga oladi. Hozirgi vaqtda midiya tijorat maqsadida yig'ib olinadi va butun dunyo bo'ylab akvakultura uchun katta ahamiyatga ega. Yetishtiriladigan *Mytilus* avlodiga mansub dengiz midiyalari inson ratsioni uchun muhim ahamiyatga ega, chunki ular oqsillar, omega-3 polito'yinmagan yog' kislotalari, yog'da eriydigan vitaminlar va uglevodlarning yuqori darajasini ta'minlaydi. So'nggi yillarda midiya lipidlarining funksional xususiyatlari o'rganildi va bozorda midiya lipidli ekstraktlari asosida bir nechta oziq-ovqat qo'shimchalari taqdim etildi [1, 2]. Shu munosabat bilan, yalig'lanishga, mikroblarga qarshi va xolesterin darajasini pasaytiruvchi vositalarga ega biologik faol moddalar manbasi sifatida dengiz midiyasining ahamiyati tez o'rtib bormoqda. Bundan tashqari, midiya so'nggi paytlarda Bolgariyaning Qora

dengizidan eng muhim tijorat turlaridan biriga aylandi [3]. Taxminiy tarkibi va lipid sifatlarini baholash iste'molchilar tomonidan qabul qilinishiga va mintaqamizda midiya akvakulturasining bozor maqsadga muvofiqligini prognoz qilishga yordam berishi mumkin. Biroq Qora dengiz havzasi suvlaridan olingan midiyning kimyoviy tarkibi, yog'da eruvchi pigmentlari, xolesterin va PNBK tarkibi asosida oziqaviy sifatleri haqida ma'lumotlar juda kam. Ushbu maqolada biz oqsillar, lipidlar va uglevodlar kabi birlamchi midiya metabolitlarining mavsumiy o'zgarishlarini lipid bioaktivlariga urg'u bergan holda o'rgandik.

2. Material va metodika (uslubiyat)

2.1. Namunalarni yig'ish

Mollyuskalarning barcha namunalari bahorda (2015-yil mart), yozda (2015-yil, iyul) va kuzda (2015-yil, oktabr) midiya yetishtiruvchi ikkita fermada sotib olindi. Midiya yetishtirish fermalari Bolgariyaning Qora dengiz sohilidagi (Kavarna) shimoliy qismidagi eng ekologik toza hududlardan birida joylashgan. Namunalar darhol -20°C haroratda muzlatildi va sovutgichda saqlandi. O'rtacha vazn (g) va o'rtacha uzunlik (sm) kabi biometrik xususiyatlar aniqlandi (1-jadval).

Yog' kislotalari va yog'da eruvchan vitaminlar, xolesterin va pigmentlarni taxminiy tahlil qilish uchun o'rtacha 40 ta midiya namunalari (har bir mavsumdan va har bir fermadan) foydalanildi. Barcha tozalangan midiyalar mayda bo'laklarga bo'lindi va Moulinex blenderi yordamida 5 daqiqa davomida 800 ayl/daq da gomogenizatsiya qilindi.

1-jadval

Mysallas namunalarning biometrik tavsifi (o'rtacha $\pm$ SD)

	Bahor (n = 45)	Yoz (n = 43)	Kuz (n = 46)
O'rtacha og'irlik	11.0 ± 0.5	12.0 ± 0.5	13.0 ± 0.5
O'rtacha uzunlik		5.5 ± 0.5	
Yashash joyi	4.5 ± 0.3	Demersal	6.0 ± 0.5
Oziqlanish xususiyati		o'simlikxo'r	

n – namunalar soni; SD – standart og'ish.

2.2. Standartlar va reagentlar

Yog' kislotasi metil esteri (FAME) aralashmasi standarti (SUPELCO FAME, Mix C4-C24) va nonadekanoik kislota va nonadekanoik kislota metil ester standartlari Sigma-Aldrich TM dan sotib olindi. All-trans retinol, xolekalsiferol, alfa-tokoferol, astaksantin, beta-karotin va umumiy xolesterinning sof qattiq moddalari Sigma-AldrichTM dan sotib olingan HPLC sinf reagentlaridir. Ishlatilgan barcha kimyoviy moddalar analitik, HPLC va GC darajasida (Scharlau, Scharlau Sourcing Group, Ispaniya).

2.3. Taxminiy tarkibni tahlil qilish

Gomogenlangan midiya to'qimalari ($2,000 \pm 0,005$ g) 105 ± 2 °C haroratda havo pechida 16–18 soat davomida doimiy og'irlikda quritilgan [4]. Namlik vazn yo'qotish sifatida hisoblangan. Xom protein miqdori Kjeldahl usuli bilan aniqlandi [5]. Jami lipidlar (TL) Bligh va Dyer [6] usuli bo'yicha baholandi va natijalar 100 g yangi vaznga (g 100 g-1 ww) g larda taqdim etildi. Uglevodlar [7] usuli bo'yicha aniqlandi. Usul midiya to'qimasini metanolik KOH eritmasi bilan davolashga, so'ngra kraxmalning glyukozaga kislotali gidrolizlanishiga asoslangan. Glyukoza miqdori mis reaktividan ikki valentli mis bilan oksidlanish orqali aniqlandi va keyin kraxmalga aylantirildi. Energiya qiymatlari yog'lar, oqsillar va uglevodlarni tegishli omillarga ko'paytirish yo'li bilan hisoblab chiqilgan (oqsillar va uglevodlar uchun 4,0 kkal/g va lipidlar uchun 9,0 kkal/g) [8].

2.4. Yog' kislotalari tahlili

Iste'mol qilish mumkin bo'lgan midiya to'qimalarida jami lipidlarning yog' kislotalari tarkibi mos keladigan metil efirlarining GC metodi bilan aniqlandi. Qoldiq lipid fraksiyasi [9] ga muvofiq 2 M metanolik KOH va n-geksan yordamida bazaviy katalizlangan transmetilatsiya orqali metillangan. Analitik qayta tiklashni aniqlash uchun gomogenlashtirilgan to'qimalarning namunalariga C19:0 (1 mg/ml)ni o'z ichiga olgan metanolik eritma qo'shildi. Gaz xromatografiyasi tahlili FOCUS GC, autosampler A 3000, Polaris Q MS detektor (Thermo Scientific, AQSH) tomonidan amalga oshirildi. Kapillyar ustun TR-5 MS (Thermo Scientific, AQSH), 30 m, 0,25 mm i.d. 1 ml/min oqim tezligida tashuvchi gaz sifatida geliy ishlatilgan. Yog' kislotalari metil efirlarini xromatografik ajratish quyidagi harorat rejimida amalga oshirildi: 40 °C boshlang'ich harorat 4 daqiqa, so'ngra 1 daqiqada 10 °C ga ko'tarilib 235 °C ga yetguncha, harorat 280 °C gacha ko'tariladi. Shu darajada 5 daqiqa saqlab turiladi. Namuna hajmi 1 mkl bo'lgan. Injektor bo'linish rejimida (1:10) ishlaydigan – bo'linadigan/bo'linmaydigan injektor hisoblanadi. Eng yuqori identifikatsiya quyidagicha o'lchandi: yog' kislotalari metil efirlari (FAME) aralashmasi standarti (SUPELCO F.A.M.E. Mix C4-C24) asosida ushlab turish vaqti (RT) va ichki ma'lumotlar bazasi (Thermo Sciences Mass) bilan solishtirganda massa spektrlari (m/z nisbati). Termo Fanlar ommaviy kutubxonasi; Thermo Corporation, Waltham, AQSH). FAMElar tashqi standart usuli bilan aniqlandi. FA tarkibi jami FA tarkibiga nisbatan foiz sifatida ifodalangan [10].

2.5. Yog'da eriydigan vitaminlar, xolesterin, pigmentlar va HPLC tahlilini olish

Uch xil fermer xo'jaligidagi istemol qilish mumkin bo'lgan midiyalarning to'qimalari astaxanthin, beta-karotin va xolesterin miqdorini baholash uchun ishlatildi. Ekstraksiya va miqdor tahlili Dobrev va boshqalar usuli bilan amalga oshirildi [11]. Gomogenlashtirilgan namunaning alikvoti ($1,000 \pm 0,005$ g) vintli

qopqoqli shisha naychaga tortildi, 1 foiz metanolik L-askorbin kislotasi va 0,3 M metanolik KOH qo'shildi. Har bir midiya fermasidan oltita parallel oziq-ovqat to'qimalarining namunalari tayyorlangan va 30 daqiqa davomida 50 °C da sovunlanish jarayoniga olib kelgan. Qiziqarlisi shuki, yog'da eriydigan komponentlar n-geksanning ikki qismi bilan ajratilgan: diklorometan = 2: 1 eritmasi. Birlashtirilgan ekstraktlar azot oqimi ostida bug'landi va quruq qoldiq metanol: diklorometanda eritildi va HPLC/UV/FL tizimiga (20 mkl) yuborildi. Barcha yog'da eriydigan birikmalar bir vaqtning o'zida RP analitik ustuni (Synergi Hydro-RP (80 Å, 250 × 4, 6 mm, 4 mkm)) bilan jihozlangan HPLC tizimi tomonidan tahlil qilindi. Astaxanthin, beta-karotin va xolesterin ultrabinafsha nurlanishini aniqlash orqali aniqlangan. Mobil faza tarkibi ACN:MeOH:iPrOH = 75:20:5 v/v, oqim tezligi 1 ml/min edi. Sifat tahlili sof moddalarning saqlanish vaqtlarini solishtirish orqali amalga oshirildi: xolesterin uchun $I_{max} = 208$ nm, beta-karotin uchun $I_{max} = 450$ nm va astaksantin uchun $I_{max} = 474$ nm. Miqdori mos keladigan standartlarning (Astaxanthin, Supelco; Cholecalciferol, Supelco va Beta-karotin, Supelco) xromatografik tepalik joylarini taqqoslab, tashqi kalibrlash orqali amalga oshirildi. Natijalar 100 g nam vazn uchun mkg ($mkg \cdot 100\text{ g} - 1ww$) sifatida ifodalangan.

2.6. Oziqlanishning sifat ko'rsatkichlari

Iste'mol sifati yog' kislotalari tarkibining bir nechta indeksleri va nisbatlari yordamida baholandi: aterogenlik indeksleri (AI), trombojenlik indeksleri (TI), xolesterin indeksi (h/H), n-6/n-3 va Simopoulosga ko'ra PUFA/SFA nisbati [12]. Ulbricht va Sautgeyt [13] turli xil to'yinmagan FA larning aterogen va trombogen potensialini yaxshiroq tavsiflashi mumkin bo'lgan ikkita indeks, AI va TIni taklif qiladi. AI asosiy to'yinganlar yig'indisi va asosiy to'yinmaganlar yig'indisi o'rtasidagi munosabatni ko'rsatadi, birinchisi pro-aterogen deb hisoblanadi (lipidlarning immunologik va qon aylanish tizimining hujayralariga yopishishini rag'batlantiradi), ikkinchisi esa anti-aterogendir (blyashka agregatsiyasini *inhibe* qiladi va esterlangan yog' kislotalari, xolesterin va fosfolipidlar darajasini pasaytiradi, shu bilan mikro- va makrokoronar kasalliklar paydo bo'lishining oldini oladi). TI qon tomirlarida qon quyqalarini paydo bo'lish tendensiyasini ko'rsatadi va protrombogen (to'yingan) va antitrombogen FA (MUFA, n-6 PUFA va n-3 PUFA) o'rtasidagi nisbat sifatida aniqlanadi. Xolesterolni pasaytirish indeksi (h/H) turli xil PUFA larning xolesterin metabolizmiga (gipo- va giperkholesterolemik ta'sirlar) funksional ta'sirini ifodalaydi va boshqa joyda tavsiflangan usul bo'yicha hisoblanadi [14]. Bundan tashqari, xolesterin, SFA va to'yinmagan FA tarkibi bilan bog'liq bo'lgan midiya lipidlarining giperlipidemik va aterogen potentsiali aniqlandi. Midiya lipidlarini iste'mol qilishning sarum xolesterin darajasiga parhez ta'sirini baholash uchun ikkita xolesterin/SFA (CSI) va xolesterin (CI) [15, 16] indeksleri hisoblab chiqilgan.

2.7. Statistik tahlil

Barcha tahliliy baholashlar uch nusxada amalga oshirildi. Natijalar o'rtacha va standart og'ish ($\text{o'rtacha} \pm \text{SD}$) sifatida ifodalangan. Olingan ma'lumotlar Graph Pad Prism 5.0 dasturi yordamida tahlil qilindi. Tahlil qilingan namunalar orasidagi farqlarni baholash uchun juftlashtirilmagan t-test statistik tahlili o'tkazildi. Shunday qilib, taqqoslash proksimal kompozitsiyalar, individual FA, FA guruhlar, yog'da eriydigan vitaminlar, xolesterin va karotenoidlar va ozuqaviy sifat ko'rsatkichlari bo'yicha amalga oshirildi. Farqlar (ishonchlilik darajasi) $p < 0.05$ da muhim deb hisoblangan.

3. Natijalar va muhokamalar

3.1. Taxminiy tarkib

Istemol qilish mumkin bo'lgan miדיya to'qimalarining taxminiy tarkibi mavsumga qarab o'zgarib turadi (2-jadval). Qora miדיyaning makronutrient tarkibiga asoslangan ozuqaviy baholash Komissiyaning (EI) 116/2010-sonli qoidalariga muvofiq amalga oshirildi [17]. Suv miדיya to'qimalarining asosiy komponenti bo'lganligi sababli, namlik darajasi 73,35 dan 77,15 foizgacha, yozgi namunalar-da boshqa fasllarga nisbatan yuqoriroq.

Dengiz mahsulotlari 100 g nam vaznda (ww) 3 g dan kam lipidlarni o'z ichiga olgan holda «kam yog'li» hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda umumiy lipidlar (TL) tarkibining diapazoni 1,40 va 2,89 g 100–1 g ww orasida. Eng yuqori TL bahorgi miديyalarda topilgan, yozgi namunalar esa ikki baravar pastroq qiymatlarni taqdim etgan ($P < 0,001$). 3 g 100–1 g ww dan past bo'lgan TLs barcha tahlil qilingan fasllarda topilgan; shuning uchun Qora dengiz miديyasini «kam yog'li» oziq-ovqat sifatida tasniflanish mumkin.

Mavsum davomida oqsil tarkibidagi sezilarli o'zgarishlarning yo'qligi natijalarda yaxshi ko'rsatilgan (2-jadval). Manba [8] ma'lumotlariga ko'ra, dengiz mahsulotlarida oqsilining 15 foizdan past bo'lgan miqdori past ko'rsatkich deb hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda kuzgi faslidagi namunalarda bahor faslidagi namunalarga nisbatan protein tarkibining sezilarli darajada kamayishi aniqlandi ($P < 0,001$). Protein miqdori barcha namunalarda sezilarli darajada 15 foizdan yuqori bo'lgan va tahlil qilingan miديyani mavsumdan qat'i nazar oqsilga boy deb tasniflanish mumkin.

Uglevodlar miqdori bo'yicha kuzatilgan mavsumiy ko'rsatkich kuz mavsumida eng yuqori darajani, yozgi davrda esa eng past darajani ko'rsatdi. To'plan-gan uglevodlar noqulay sharoitlarda foydalanilishi mumkin va miדיya to'qimalarida kuzatilgan o'zgarishlar mobilizatsiya qilingan uglevod zaxiralari darajasi atrof-muhit sharoitlarining o'zgarishiga javoban keng va tez o'zgarishi mumkinligini ko'rsatadi [18, 19]. Issiq fasllarda uglevodlar miqdori miדיya to'qimalarida TL miqdoridan yuqori ekanligi kuzatildi. Buni yoz–kuz davrida miديyalarning

yuqori metabolik faolligi bilan izohlash mumkin. Ba'zi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, uglevod zaxirasi miydiya o'sishi davrida to'liq tugamasligi mumkin va butun urug'lanish mavsumida nisbatan yuqori bo'lib qoladi [20, 21].

2-jadval

Mollyuska to'qimalarining taxminiy tarkibi, g 100 g-1 nam vazn va kkal 100-1 g nam vazn (o'rtacha qiymat $\pm$ SD)

	Yog'	Oqsil	Karbongidrat	Namlik	Energiya qiymati
Bahor	2.89 $\pm$ 0.10	19.92 $\pm$ 0.80	2.25 $\pm$ 0.08	73.35 $\pm$ 1.55	115.00 $\pm$ 5.50
Yoz	1.40 $\pm$ 0.08a	18.30 $\pm$ 0.50	2.00 $\pm$ 0.06	77.15 $\pm$ 1.60a	94.50 $\pm$ 4.50a
Kuz	2.51 $\pm$ 0.12c	17.40 $\pm$ 0.55b	2.73 $\pm$ 0.10b,c	76.20 $\pm$ 1.40b	103.20 $\pm$ 5.20b

^aP < 0.001 (bahor va yoz)

^bP < 0.001 (bahor va kuz)

^cP < 0.001 (yoz va kuz)

Ushbu tadqiqot kimyoviy tarkibdagi mavsumiy o'zgarishlar asosan midiyalarning reproduktiv sikliga bog'liqligini ko'rsatadi. Namlik miqdori ko'pincha urug'lanish vaqtining ko'rsatkichi sifatida ishlatiladi, shuning uchun eng yuqori suv miqdori (iyul) Qora dengiz midiyasining urug'lanish davri bilan bog'liq. Kuzatilgan mavsumiy o'zgarishlar TL va uglevodlarda, midiyalarning reproduktiv faoliyati bilan bog'liq biokimyoviy muvozanat bilan izohlaniishi mumkin. Midiya, odatda, gametogenezdin oldin lipid zaxiralarini to'playdi. Bahorda (mart–aprel) va kuzda (sentabr–oktabr) gametogenez davrida midiya muhim jinsiy bezlarning yetukligidan so'ng ikkita urug'lanish cho'qqisini ko'rsatdi. Ushbu tadqiqotda lipidlar va uglevodlarning to'planishi mart–aprel oylarida (eng yuqori TL darajalari) asosiy reproduktiv siklni kuzatildi. Maydan avgustgacha bo'lgan intensiv urug'lanish davri yozgi midiya namunalarida topilgan eng past TL va uglevod miqdori bilan kuchli bog'langan. Bundan tashqari, ba'zi mualliflar [22] maksimal va minimal protein darajalari midiya rivojlanishining fazalariga (ko'payish va tugash sikliga) mos kelishini aniqladilar. *M. galloprovincialis*ning Sinop (Janubiy Qoradengiz) va Ruminiya qirg'oqlari (Qora dengiz shimoli-g'arbiy qismi)ning qishloq xo'jaligi va yovvoyi populyatsiyalaridagi protein va uglevod miqdori bilan bir qatorda TLdagi o'xshash mavsumiy o'zgarishlarni [21, 23] manbalarda ifodalaydi. Bolgar midiyasining oqsil miqdori Qora dengizning boshqa qismlaridan midiya populyatsiyalari uchun aniqlangan qiymatlardan sezilarli darajada yuqori edi (7–12%). Adriatik dengizi va Mar Grande Taranto kabi turli mintaqalardagi qora midiya turlari uchun 2008–2010-yillarda [24, 25] manbalarda turli xil TL tarkibi haqida xabar berilgan. Oldingi tadqiqotlardagi ikki pallalilarda TL ning vaqtinchalik o'zgaruvchanligi bu naqshlari harorat, oziq-ovqat mavjudligi, plankton tarkibi va fiziologik omillar kabi bir nechta atrof-mu-

hit omillarining bir vaqtning o'zidagi ta'siridan kelib chiqadi. Bundan tashqari, yuqorida aytib o'tilgan farqlar issiq iqlim sharoitida uzoqroq reproduktiv davrlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

3.2. Yog' kislotalari tarkibi

Yog' kislotalari (FA) asosiy FA guruhlari, n-3 va n-6 PUFA, EPA va DHA profilidagi o'zgarishlar (umumiy FA ulushi va g 100 g-l yangi vazn, o'rtacha $\pm$ standart og'ish), FA nisbatlari va o'rganilayotgan davr indeksleri 3-jadvalda keltirilgan. To'yingan yog'li kislotalar (SFA), mono to'yinmagan yog'li kislotalar (MUFA) va ko'p to'yinmagan yog'li kislotalar (PUFA) kuzatilgan davrda statistik jihatdan muhim o'zgarishlarni ko'rsatdi ($P < 0,05$). SFAs 25,60 foiz (iyul)dan 31 foiz(oktabr)gacha, MUFAlar o'ziga o'zgarishlarni ko'rsatdi va 16,0 foiz(oktabr) dan 17,95 foiz (iyul)gacha, PUFA esa dominant guruh edi va 53,0 foizdan (oktabr) 56,5 foizgacha (iyul) o'zgardi. Ikki pallalilar o'simlikxo'r hayvonlar hisoblanadi, fitoplankton ularning asosiy oziq-ovqat komponenti va yog' kislotasi profilidir. Biroq bir nechta tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ikki pallalilar detrit, bakteriyalar, mikrozooplankton va *mezozooplankton* kabi boshqa oziq-ovqat manbalaridan ham foydalanishi mumkin [18, 20]. Orbán va boshqalar [20] va Zlatanov [26] Adriatik qirg'og'i va mahalliy O'rta yer dengizi midiya fermalaridagi PUFA > SFA > MUFA ning nisbiy ko'rsatkichini taqdim etdilar. Bizning natijalarimiz yuqorida qayd etilgan mualliflarning ma'lumotlariga mos keladi. Ushbu naqshning og'ishi (SFA > PUFA > MUFA) Badiou va boshqalar [27] tomonidan Baia Mamaia Park, Konstanta (Qora dengiz) va Galata burni (Bolgariya Qora dengizi)dan yovvoyi midiya namunalari uchun ko'rsatilgan. Ma'lumki, harorat va oziq-ovqat mavjudligi dengiz ikki pallali molluskalari o'sishini tartibga soluvchi ikkita eng muhim omil hisoblanadi.

3-jadval

Yog' kislotalari tarkibini (JK, yog' kislotalarining umumiy miqdoriga nisbatan % da), nisbatlari, indeksleri, qora midyaning iste'mol qilinadigan to'qimasidagi EPK va DGK tarkibini (o'rtacha qiymat $\pm$ QD) mavsumlar davomida taqqoslash

Yog' kislotasi	Bahor	Yoz	Kuz
C 8:0	0.26 $\pm$ 0.01	0.20 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.01
C 10:0	0.18 $\pm$ 0.01	0.35 $\pm$ 0.02	0.26 $\pm$ 0.01
C 12:0	0.36 $\pm$ 0.01	0.70 $\pm$ 0.02	0.88 $\pm$ 0.03 ^b
C 13:0	Nd	Nd	Nd
C 14:0	2.93 $\pm$ 0.06	2.60 $\pm$ 0.08	2.40 $\pm$ 0.10 ^c
C 16:0	19.69 $\pm$ 0.23	17.80 $\pm$ 0.35 ^a	21.33 $\pm$ 0.85 ^{b,c}
C 17:0	0.06 $\pm$ 0.01	Nd	1.06 $\pm$ 0.05

C 18:0	3.62 ± 0.08	3.24 ± 0.20	$4.45 \pm 0.15^{b,c}$
C 20:0	0.25 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.08 ± 0.01
C 21:0	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.02 ± 0.01
C 22:0	0.17 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.17 ± 0.01
C 24:0	0.56 ± 0.02	0.25 ± 0.02	0.24 ± 0.01
Σ SFA	28.12 ± 0.55	25.60 ± 0.30	31.00 ± 0.85
C14:1n5	0.83 ± 0.03	0.62 ± 0.03	0.14 ± 0.01
C16:1n7	7.77 ± 0.15	8.20 ± 0.20^b	$6.00 \pm 0.21^{b,c}$
C17:1n8	0.06 ± 0.01	Nd	0.18 ± 0.01^b
C18:1n9	5.48 ± 0.10	7.10 ± 0.30^b	5.22 ± 0.35^c
C20:1n9	2.80 ± 0.06	1.60 ± 0.08^a	$4.00 \pm 0.40^{b,c}$
C22:1 n9	0.10 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.12 ± 0.01
C24:1n9	0.39 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.34 ± 0.01
Σ MUFA	17.43 ± 0.25	17.91 ± 0.18	16.00 ± 0.20
C18:3 n6	0.60 ± 0.02	0.80 ± 0.03	0.30 ± 0.01^c
C18:2 n6	1.16 ± 0.07	2.00 ± 0.12^a	$1.05 \pm 0.15^{b,c}$
C18:3 n3	1.05 ± 0.04	1.40 ± 0.09	0.65 ± 0.02^a
C20:5 n3	6.90 ± 0.20	9.80 ± 0.24^a	7.70 ± 0.85
C20:4 n6	10.55 ± 0.45	12.00 ± 0.30^a	13.60 ± 0.69^c
C 20:3 n6	1.15 ± 0.16	0.80 ± 0.03	2.00 ± 0.25
C 20:2 n6	0.41 ± 0.02	0.50 ± 0.02	0.60 ± 0.03
C 20:3 n3	1.72 ± 0.10	1.25 ± 0.11	0.90 ± 0.04
C 22:6 n3	30.39 ± 1.80	27.30 ± 0.54^a	$26.00 \pm 0.88^{b,c}$
C 22:2 n6	0.53 ± 0.03	0.65 ± 0.01	0.20 ± 0.01
Σ PUFA	54.45 ± 2.20	56.50 ± 2.10	53.00 ± 2.06
Σ n 3	40.06 ± 1.70	39.75 ± 1.56	35.25 ± 1.30^b
Σ n 6	14.39 ± 0.85	16.75 ± 0.90	17.75 ± 1.05^b
n6/n3	0.35 ± 0.02	0.42 ± 0.01	0.49 ± 0.02
PUFA/SFA	1.94 ± 0.12	2.20 ± 0.18	1.71 ± 0.10
DHA/EPA	4.40 ± 0.80	2.78 ± 0.25	3.38 ± 0.42
C16:1n7/C16:0	0.39 ± 0.02	0.46 ± 0.03	0.28 ± 0.02
CSI ^a	3.85 ± 0.50	4.04 ± 0.50	4.79 ± 0.38
CI ^a	3.73 ± 0.80	3.72 ± 0.43	4.06 ± 0.41

AI ^a	0.44 ± 0.01	0.39 ± 0.01	0.46 ± 0.01
TI ^a	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.22 ± 0.01
h/H ^a	2.45 ± 0.10	2.92 ± 0.15	2.28 ± 0.10
yog ^a kislotalari, g 100 g ⁻¹ ww			
ΣSFA	0.731 ± 0.050	0.320 ± 0.030	0.722 ± 0.040
ΣMUFA	0.453 ± 0.030	0.224 ± 0.025	0.373 ± 0.015
ΣPUFA	1.416 ± 0.065	0.706 ± 0.040	1.235 ± 0.080
Σn3	1.042 ± 0.050	0.496 ± 0.020	0.821 ± 0.060
Σn6	0.374 ± 0.020	0.210 ± 0.015	0.414 ± 0.020
EPA	0.180 ± 0.012	0.123 ± 0.010 ^a	0.179 ± 0.014
DHA	0.790 ± 0.045	0.341 ± 0.018 ^a	0.606 ± 0.035
EPA + DHA	0.970 ± 0.048	0.464 ± 0.020	0.785 ± 0.050

^aP < 0.001 (bahor va yoz)^bP < 0.001 (bahor va kuz)^cP < 0.001 (yoz va kuz)

^aCSI = (1.01 × SFA g 100⁻¹ g ww) + (0.05 × xolesterol mg 100⁻¹ g ww); CI = 1.01(SFAG 100⁻¹ g ww - 0.5PUFA g 100⁻¹ g ww) + (0.06

xolesterol mg 100⁻¹ g ww); AI = [(C12:0 + (4 × C14:0) + C16:0)]/(n6PUFA + n3PUFA + MUFA); TI = (C14:0 + C16:0 + C18:0)/[(0.5MUFA) + (0.5n6PUFA) + (3n3PUFA) + (n3PUFA/n6PUFA)]; h/H = (C18:1n9 + C18:2n6 + C18:3n3 + C20:4n6 + C20:5n3 + C22:6n3)/(C14:0 + C16:0).

Asosiy SFA palmitik kislota (C16:0), undan keyin stearin kislotalari (C18:0) bo'lib, u eng yuqori darajani kuzda (21,7 va 4,45%) va eng pastini yozda ko'rsatdi. Umuman olganda, barcha fasllarda quyidagi taqsimot C16:0 > C18:0 > C14 > 0 bo'lgan uchta to'yingan FA umumiy SFAlarning 90,0–93,0 foizni tashkil etdi. Yozda energiyaga boy to'yingan yog^a kislotalari darajasining sezilarli darajada pasayishining mumkin bo'lgan izohi shundaki, bu kislotalar turli metabolik funksiyalar uchun zarur bo'lgan energiyani ta'minlash uchun katabolizatsiya qilingan, masalan urug'lantirish va boshqalar. Bundan tashqari, ba'zi mualliflar [29] C12: 0, C14: 0 va C16: 0 kabi qisqa zanjirli SFA'lar omnivor oziqlantirishni ko'rsatdi.

Asosiy MUFAlar palmitoleik kislota (C16: 1n7), oleyk kislotalari (C18: 1n9) va gondoik kislota (C20: 1n9) edi. Ushbu yog^a kislotalarining qiymatlari umumiy MUFAarning 92 foiz (bahor)dan 95 foiz (kuz) gacha va barcha fasllarda C16: 1n7 > C18: 1n9 > C20: 1n9 tengligini ko'rsatadi. C16:1n7 va EPA (C20:5n3) [30] ga ko'ra, miya diatom suv o'tlariga asoslangan dietaning ko'rsatkichi sifatida

ishlatiladi. Oziqlantirishning boshqa belgisi, C16: 1n7/C16: 0 yog' kislotalari, diatomlar va fitoflagellatlar o'rtasida ovqatlanishni farqlash uchun ishlatilgan. Fitoflagellatlarda C16:0 ning yuqori miqdori mavjud. C16: 1n7 / C16: 0 nisbatida 0,28 (kuz)dan 0,46 (yoz)gacha sezilarli o'zgarishlar yuz berdi va biz yoz mavsumida midiya dietasida diatomlar ustunlik qiladi deb taxmin qilishimiz mumkin. Bundan tashqari, kuzda uzun zanjirli C20: 1n9 sezilarli darajada o'sdi ($P > 0,001$). Ba'zi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, gondoik kislota midiya dietasida zooplanktonning indikator belgisi sifatida ishlatilishi mumkin [31, 32]. Midiya o'txo'r turlar bo'lsa-da, bir qancha tadqiqotlar mikro- va mezozooplankton turlari dengiz ikki pal-lalarining suspenziyalariga kiritilganligini ko'rsatdi [25, 30]. Gond kislotasining ko'tarilgan darajalari uchun mumkin bo'lgan tushuntirish (ikki yarim baravar, $P < 0,001$) kuz mavsumida zooplankton midiya oziq-ovqatlarining ko'p qismini tashkil qilishi mumkin. Ma'lumki, C 18:1 n9 ning yuqori darajalari yuqori suv bosimiga moslashuvchi javob sifatida chuqur dengiz organizmlariga xos [32]. Qora dengiz midiyasidagi oleyk kislolaning kamroq miqdori sayoz (ayniqsa iliq suvlarda yashaydigan populyatsiyalar uchun xosdir. Yetishtirilgan midiyalar tahlil qilinganda 12–18 m chuqurlikda topilgan, bu esa mavsumdan qat'iy nazar C18:1 n9 darajasining pastligini tushuntirishi mumkin.

Qora midiy PNYOKlari orasida yog' kislotalari (C22:6n3, DHA) ustunlik qildi, undan keyin barcha mavsumlarda araxidon kislotalari (C20:4n6, AA) va eykosa-pentayen kislotalari (C20:5n3, EPA) ustunlik qildi. Ushbu yog' kislotalari yil davomida umumiy PNBKning 87–89 foizni tashkil etdi. DHA ($P < 0,001$) va EPA ($P < 0,001$) darajalari uchun sezilarli mavsumiy o'zgarishlar kuzatildi. Uzun zanjirli n3 PNJK (LCPUFAs) kuzda pastroq darajalarni ko'rsatdi. AA esa xuddi shu mavsumda eng yuqori ko'rsatkichlarni ko'rsatdi. Bu LCPUFAlar fitoplankton va mikro suvo'tlari kabi midiyalarning asosiy ozuqasidan ko'p miqdorda sintezlanadi. Ba'zi mualliflar [18] suvning harorati EPA va DHA darajalariga kuchli ta'sir qilishi mumkin deb hisoblaydi. Bu fikr Qora dengiz midiyalarining bahorgi mavsumga nisbatan iliq mavsumlarda (16%, kuzda $P < 0,001$) to'qimalarda DHA miqdorini pasaytirishi bilan tasdiqlanadi. Ushbu n3 LCPUFA ning yuqori biologik faolligi tufayli DHA/EPA nisbati kuz davrida midiy metabolizmi faolligining sekinlashishini xarakterlaydi, bu yuqori suv harorati va reproduktiv sikl bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Boshqa tomondan, DHA/EPA nisbati midiya iste'mol qiladigan ozuqaning go'shtxo'rlik darajasini aniqlash uchun ishlatiladi. Dinoflagellatlar ko'proq miqdorda DHA ni o'z ichiga olganligi va EPA diatom suvo'tlari uchun o'ziga xos belgi bo'lganligi sababli, nisbat midiy ozuqasidagi dinoflagellatlar va diatom suvo'tlari tarkibining nisbiy ulushlarini baholash uchun ishlatilishi mumkin. Bu nisbat 1 dan katta bo'lganda midiy ratsionida dinoflagellatlar ustunlik qiladi va 1 dan kichik bo'lganda diatom suvo'tlari ustunlik qiladi [31–33]. Ushbu tadqiqotda tahlil qilinayotgan bahor–kuz mavsumida dinoflagellatlar Qora dengiz midiyalari ozuqasida dominantlik qilishini taxmin qildik, chunki DHA/EPA > 1 . C18:3n3 va

C18:2n6 kabi boshqa almashtirib bo'lmaydigan PNBKlar tahlil qilingan davrlarda kam miqdorda olingan va 1,35 dan 3,4 foizgacha o'zgargan. C18:3n3 + C18:2n6 yig'indisi quruqlik markeri sifatida ishlatilgan. Shuning uchun 2,5 foizdan yuqori bo'lgan darajalar quruqlikdagi materialning midiy oziq-ovqatga sezilarli darajada kirishini ko'rsatdi [31]. Bo'sag'a darajasidan yuqori (3,4%) qiymatlar faqat yoz mavsumi uchun aniqlangan, chunki boshqa mavsumlar uchun C18:3n3 + C18:2n6 yig'indisi 2,5 foizdan past bo'lgan va quruqlikdagi material Qora dengizning ushbu mintaqasidagi midiya ozuqasida past darajada bo'lgan deb taxmin qilish mumkin.

Midiy to'qimasining foydali lipid sifati yuqori darajadagi PNBK bilan yaxshi ifodalandi. Yil davomida n3 SK umumiy yog' kislotalarining 35–40 foizini, n6 PNBK esa 14 dan 17,75 foizgacha sezilarli darajada past ko'rsatkichlarni ko'rsatdi. Dengiz mahsulotlarining nisbiy ozuqaviy qiymatini taqqoslashda ko'rsatkichlar sifatida n6/n3 va PNJK/NJK nisbatlaridan foydalanildi. Bu nisbatlarning kuzatiladigan mavsumiy o'zgarishlari 3.4-bo'limda muhokama qilinadi.

Yog' kislotalarining mutlaq miqdorlarida g/100 g xom vaznda bo'lishi midiya-ning oziq-ovqat sifatidagi sifatini baholash va iste'molchilarning qiziqishini oshirish uchun foydaliroq va aniqroq ma'lumot beradi. Yevropa oziq-ovqat xavfsizligi agentligi [1] har kuni 0,500 g EPA + DHA n3 PUFA iste'mol qilishni tavsiya qiladi. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, ushbu LCPUFA ning foiz qiymatlari [35]ga muvofiq g/100 g nam midiy to'qimasida qayta hisoblab chiqildi. Bu nisbatlarning kuzatiladigan mavsumiy o'zgarishlari 3.4-bo'limda muhokama qilinadi.

Natijalar O'rta yer dengizi va Qora dengiz midiyasi bo'yicha o'tkazilgan ba'zi oldingi tadqiqotlar [23, 26, 28] bilan mos keladi. Ayrim mualliflar [25] natijalarimizga nisbatan Taranto shahridagi Mar Grande midiyasi uchun PUFA va n3 PUFA qiymatlari (7,55–11,16%) sezilarli darajada pastligi ma'lum bo'ldi. Orhan va boshqalar [20] hamda Badyu va boshqalar [27] Adriatik, Tirren va Qora dengizning Ruminiya qirg'oqlarida yovvoyi qora midiyalarda DGKGa qaraganda yuqori darajadagi EPKni ifodalaydi. BSHQODO n3 miqdorining kuzatilgan tafovutlari va variatsiyalari mollyuskalar tomonidan mavjud va iste'mol qilinadigan oziq-ovqat turi, shuningdek, lipid metabolizmi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

3.3. Yog'da eriydigan vitaminlar, xolesterin, beta-karotin va astaksantin miqdori

Yog'da eruvchi vitaminlar, xolesterin va karotinlar miqdori o'rtacha qiymat va standart og'ish (o'rtacha $\pm$ SD) sifatida ifodalandi. Natijalar yog'da eriydigan vitaminlar (A, D3 va E) uchun 100 gramm xom vaznga (mkg 100-1 g ww) va xolesterin, astaksantin va beta-karotin uchun 100 gramm xom vaznga (mg•100 g-1 ww) milligramm sifatida ko'rsatilgan (4-jadval).

Iste'mol qilinadigan midiyalar to'qimalarida yog'da eruvchi vitaminlar, xolesterin, karotinoidlar va RSDning mavsumiy o'zgarishlari (o'rtacha qiymat $\pm$ SD).

Yog'da eruvchi komponentlar	Bahor	Yoz	Kuz
Vit A ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	36.4 ± 4.0	50.2 ± 5.0^a	47.0 ± 4.5
Vit D3 ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	2.7 ± 0.3	3.10 ± 0.5	2.5 ± 0.3
Vit E ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	2315.7 ± 50.0	2525.0 ± 55.0	1975.5 ± 45.0^{bc}
Xolesterol, mg	62.3 ± 0.50	68.0 ± 0.60^a	75.00 ± 0.40^b
beta-carotin, mg	0.409 ± 0.035	0.445 ± 0.030	0.228 ± 0.018^{bc}
Astaksantin, mg	0.428 ± 0.040	0.470 ± 0.038	0.142 ± 0.025^{bc}
Yog'da eriydigan vitaminlarni iste'mol qilishning tavsiya etilgan kunlik me'yoriy ulushi			
Vit A	4.9%	6.7%	6.3%
Vit D3	54%	62%	50%
Vit E	15.4%	16.8%	13.2%
Vit E/PUFA	1.63	3.60	1.60

^aP < 0.001 (bahor va yoz)

^bP < 0.001 (bahor va kuz)

^cP < 0.001 (yoz va kuz)

Ushbu tadqiqotda barcha yog'da eriydigan biologik faol birikmalar-da sezilarli mavsumiy o'zgarishlar kuzatiladi. Yuqori antioksidant faollikka ega bo'lgan tahlil qilinayotgan yog'da eruvchan komponentlar E vitamini (alfa-tokoferol) va karotinoidlar (beta-karotin va astaksantin) hisoblanadi. E vitamini iste'mol qilinadigan midiya to'qimasida eng yuqori darajada aniqlandi, undan keyin mavsumdan qat'iy nazar A vitamini va D vitamini keladi. Qora dengizning Bolgariya qirg'og'idagi yovvoyi va akvakultura sharoitidagi *M. galloprovincialis* ning oldingi tadqiqotlardagi yog'da eriydigan vitaminlari o'xshash taqsimlanishini ko'rsatdi: vitamin E > vitamin A > vitamin D₃ va ularning tarkibi kuzgi midiya namunalariining darajasiga o'xshash [36]. E vitamini miqdorining yuqori bo'lishining mumkin bo'lgan sabablaridan biri shundaki, uning miqdori n3PUFA ga boy organizmlar uchun zarur bo'lgan antioksidant himoyaning yuqori darajasini aks ettiradi. Tadqiqotimiz qora midiyalar to'qimasi uchun kuchli korrelyatsiyani ko'rsatdi: eng yuqori PUFA miqdori – E vitaminining eng yuqori miqdori (yozda) va eng past PUFA – E vitaminining eng past miqdori (kuzda). Natijalarimiz bilan tafovutlar Hindistonning janubi-sharqiy qirg'og'idagi *Donax cuneatus* yovvoyi oddiy mollyuskasida yog'da eriydigan vitaminlar (A, D, E) miqdori haqida ma'lumot beradi [37]. Mualliflar mollyuska to'qimalarida A vitamini (105,6 mg/g) va D vitamini (38,2 mg/g) ustunlik qilishini, E vitamini esa keskin

past (jami 3,64 mg/g) ekanligini aniqladilar. Mualliflar namunalar olish bo'yicha tafsilotlarni tavsiflamaydilar, shuning uchun kuzatiladigan farqlarning mumkin bo'lgan sabablari namunalar olish mavsumi, mavjud oziq-ovqat, atrof-muhit sharoitlari va boshqalar bo'lishi mumkin. Avvalgi tadqiqotlar Yangi Zelandiyadagi akvakultura sharoitida yashil midiyalarida E vitamini (790 mkg/100 g) va A vitamini (38,7 mkg/100 g) uchun shunga o'xshash qiymatlar sezilarli darajada past ekanligi haqida ma'lumot beradi [38]. Shulman va Soldatov [39] Qora dengizning shimoliy qismidagi (Sevastopol) *M. galloprovincialis*da issiqroq davrda alfa-tokoferol (E vitamini) va karotinoidlarning eng yuqori darajasini aniqladilar, sovuq oylarda esa ularning darajasi pasayadi. Bizning natijalarimiz midiy to'qimalaridagi barcha yog'da eriydigan vitaminlar va karotinoidlar (xolesterindan tashqari) miqdori uchun xuddi shunday tendensiyanı ko'rsatdi.

Iste'mol qilinuvchi midiya me'da tarkibidagi xolesterin miqdori mavsumga bog'liq bo'lmagan holda sezilarli darajada past ekanligi aniqlandi (4-jadval). Xolesterin miqdori bahor > yoz > kuz ketma-ketligida asta-sekin ortib boradi. Ilgari o'tkazilgan tadqiqotlar *M. galloprovincialis* uchun xolesterin darajasining ancha pastligi haqida xabar beradi – Qora dengizning janubiy qismidan (Sinop) 20 mg/100 g [40] va Qora dengizning Bolgariya qismidan 53 mg/100 g xom massa [28, 36]. Li va boshqalar [41] Xitoyning Guandun shahridan yetishtiriladigan *Perna viridis* uchun xolesterin tarkibidagi o'xshash mavsumiy o'zgarishlar haqida xabar berishdi. Mualliflar umumiy steroidlarning 26 foiz (bahor)dan 37 foiz (kuz) gacha xolesterin darajasining asta-sekin o'sishini taqdim etadilar. Buning sababi shundaki, midiyaning asosiy ratsioni xolesterin o'tmishdoshlariga ega bo'lgan plankton hisoblanadi. Midiyalar ma'lum o'tmishdoshlardan xolesterinni sintezlashi mumkin, ammo xolesterin metabolizmi reproduktiv sikl, jins va boshqalar kabi turli omillarga bog'liq [41]. Bolgariya parhez standartlariga [1] ko'ra, kuniga 300 mg dan kam xolesterin iste'mol qilish qondagi xolesterin darajasini me'yorda ushlab turishga va yurak-qon tomir kasalliklarining oldini olishga yordam beradi. Barcha tahlil qilingan midiya namunalari mavsumdan qat'iy nazar past xolesterin (RDA < 300 mg/kun, [42]) bilan tavsiflangan.

Beta-karotin va A vitaminining o'smaga qarshi faolligi kashf etilgandan so'ng dengiz karotinoidlarini o'rganishga qiziqish ortdi [39]. Bundan tashqari, astaksantin o'zining yuqori antioksidant faolligi tufayli inson salomatligiga yaxshi ta'sir ko'rsatadi – beta-karotinga qaraganda 10 baravar va alfa-tokoferolga qaraganda 100 baravar ko'p. Yaqin vaqtgacha karotinoidlarning inson salomatligiga ta'siri anisan beta-karotinga qaratilgan edi. Turli karotinoidlarning inson endokrin va immun tizimiga, moddalar almashinuviga va boshqalarga ta'siri haqida ma'lumotlar va o'tkazilgan klinik sinovlar juda kam. De Karvalyo va Karamuxo hozirgi vaqtda tabiiy beta-karotin dunyo talabining 20 foizni tashkil qiladi va tabiiy astaksantinga o'xshash qiziqish nutritsevtika bozorida paydo bo'ladi deb hisoblaydilar. Shunday qilib, ushbu birikmalarning dengiz mahalliy manbalari haqidagi ma'lum

motlar iste'molchilar uchun muhimdir. Dengiz ekotizimlarida karotinoidlarning asosiy manbâyi plankton mikrosvu'tlari hisoblanadi. Beta-karotin va astaksantin kabi pigmentlar ularning hujayralarida sintezlanadi, so'ngra taqsimlanadi va trofik zanjirlarda metabolik o'zgarishlarga uchraydi. Aksariyat mikrosvu'tlari tarkibida turga xos karotinoidlar mavjud. Biroq ushbu birikmalarning asosiy gu-ruhlarining tarkibi mikrosvu'tlari sinflari doirasida o'zgarishsiz qoladi. Shulman va Soldatovning [39] ma'lumotlariga ko'ra, Qora dengiz ekotizimida fitoplankton tarkibida diatom svu'tlarining ustunligi pigmentlarning ko'payishiga olib keladi (beta-karotin, fukoksantin, zeaksantin va boshq.), astaksantin esa dinoflagellatlar turiga xosdir. Filtrovchi mollyuskalar bo'lgan ikki pallali mollyuskalar karotinoidlarni to'g'ridan to'g'ri oziq-ovqat mikrosvu'tlari orqali yoki metabolik reaksiyalarning davomida modifikatsiyadan so'ng to'play oladi [43]. Ushbu tadqiqotda tahlil qilingan namunalarda astaksantin miqdori faqat kuzgi midiya namunalari beta-karotin miqdoriga nisbatan past bo'lgan bo'lsa, bahorgi va yozgi davrlarda yuqori qiymatlarni ko'rsatdi (4-jadval). Shuning uchun biz o'stiriladigan Qora dengiz midiyasini astaksantinining yaxshi manbalari sifatida klassifikatsiya qildik. DHA/EPA nisbatiga asoslangan oldingi xulosamizga ko'ra, beta-karotin miqdoriga nisbatan astaksantinining yuqori darajasi kuzatilib, dinoflagellatlarning bahor-yoz mavsumida Qora dengiz midiyalari ozuqasida ustunlik qilishini tasdiqladi. Qora dengiz midiyasining yog'da eruvchan vitaminlari va karotinoidlari tarkibining mavsumiy o'zgarishlari bo'yicha qiyosiy tadqiqotlar adabiyotlarda mavjud emas. Poslov va Nexoroshev Qora dengizning shimoliy qismidan (Sevastopol, Ukraina) yovvoyi qora midiya uchun 0,5 mg•100 g-1 xom beta-karotin massasi haqida ma'lum qilishdi. Bu natija yozgi midiya namunalari uchun bizning xulosalarimizga mos keladi (4-jadval) Desnitsa va boshqalar [45] *M. edulis* ning Isildagi midiya namunalari beta-karotinining o'rtacha konsentratsiyasi (1,5 mg/100 g-1 xom massa) aniqlandi. Bu natija biznikidan yuqori. Ushbu farqning eng ehtimoliy sababi o'simlikxo'r mollyuskalarda astaksantin va beta-karotin ishlab chiqarish uchun asosiy omil bo'lgan mintaqadagi svu'tlarning mavjudligi hisoblanadi [39, 45]. *M. edulis*ning iste'mol qilinadigan midiyasini oldingi tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, beta-karotin oksidlanish (va tiklanish) metabolik jarayonlari orqali astaksantinga aylanishi mumkinligini ko'rsatadi. Karotinoidlarning boshqa qiziqarli xususiyatlari Qora dengizning shimoliy qirg'oqlari litoral zonasidagi ikkipallali mollyuskalar uchun xosdir. Mualliflar mintaqadagi karotinoidlar miqdori va ifloslanish o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatadilar. Ularning fikriga ko'ra, to'qimalarda karotinoidlar miqdori yuqori bo'lgan mollyuskalar atrof-muhit ifloslanishiga nisbatan yuqori chidamlilikni namoyish qiladi va shuning uchun karotinoidlar ikki pallali mollyuskalarda kislorod almashinuvining muhim qismi bo'lishi mumkin [46].

3.4. Midiy lipidlarining ozuqaviy qiymatini baholash

Tahlil qilingan midiyaning ozuqaviy sifat jihati baholandi. Lipidlarning funksional xususiyatlarini baholash yog* kislotalari nisbati, indekslari, uzun zanjirli n3 PUFA tarkibi (EPK + DHA), yog*da eriydigan vitaminlar, xolesterin va karotenoidlarning tavsiya etilgan kunlik iste'moli (RDI)ga asoslangan. Bundan tashqari, lipid sifati indekslari, yog* kislotalari nisbati, yog*da eriydigan RDI, xolesterin va karotenoid tarkibidagi mavsumiy o'zgarishlar o'rganildi va muhokama qilindi. Lipid sifatini baholashda an'anaviy ravishda qo'llaniladigan ikkita yog* kislotalari nisbati mavjud: n6/n3 va PUFA/SFA. Ushbu tadqiqotda bu nisbatlar fasllar orasida sezilarli darajada farq qilgan. Inson ratsionida n6/n3 PUFA nisbatini oshirish plazma lipidlarini kamaytirish va saraton xavfini qisqartirish orqali koroner yurak kasalligining oldini olishda muhimdir [12]. Ushbu tadqiqotda bu nisbat 0,35 dan 0,49 gacha bo'lgan, bu Qora dengiz midiyasi uchun ilgari e'lon qilingan natijalarga mos keladi [23, 27, 36]. Manbaga ko'ra [12], inson salomatligi uchun foydali n6/n3 nisbati 1 dan kam va natijalar miyda lipidlarining yuqori sifatini tasdiqladi. Bundan tashqari, PUFA/SFA nisbati miyda lipidlaridagi yog* kislotalarining muvozanatini yaxshi tavsiflaydi. Sog'liqni saqlash vazirligi [47] 0,45 dan katta bo'lishi kerak bo'lgan PUFA/SFA nisbatlarini tavsiya qiladi. Ushbu tadqiqotda PUFA/SFA nisbati 1,7 dan 2,2 gacha (3-jadval) va barcha ekilgan miyda mavsumdan qat'i nazar, yaxshi muvozanatlangan va foydali yog* kislotalari profiliga ega degan xulosaga kelishimiz mumkin.

Yuqorida aytib o'tilganidek, EFSA [34] kuniga 0,500 g EPA + DHA n3 PNJK iste'mol qilishni tavsiya qiladi. 100 g iste'mol qilinadigan miyda to'qimasi 0,464 dan 0,970 g gacha EPA + DHA n3 PNJKni o'z ichiga oladi va tavsiya etilgan sutkalik miqdorning 93 foizdan (yozda) 194 foizgacha (bahorda) bo'lishini ta'minlaydi (3-jadval). Shunday qilib, manbaga muvofiq [48], fermer xo'jaliklarida yetishtirilgan Qora dengiz midiyalarini mavsumdan qat'i nazar, katta miqdorda omega-3 yog* kislotalarini o'z ichiga olgan deb baholash mumkin. Avvalgi tadqiqotimizda [1] Qora dengiz midiyalarida EPA + DHA miqdori bo'yicha xabar qilingan natijalar (0,45 g/100 g) past. Qora dengiz miydasining iste'mol qilinadigan to'qimalarida n3 uzun zanjirli PNJK tarkibining mavsumiy o'zgarishlari bo'yicha adabiyotlarda taqqoslanadigan ma'lumotlar topilmadi. Miyya lipidlarining funksional xususiyatlari quyidagi indekslar bo'yicha baholandi (3-jadval): aterogenlik indeksi (IA), trombogenlik indeksi (IT) va xolesterinemiya indeksi (XI/X). Ko'rsatilgan indekslar tegishli diapazonda bo'ldi: IA uchun – 0,39 dan 0,46 gacha; IT uchun – 0,17 dan 0,22 gacha va XI/X uchun – 2,28 dan 2,92 gacha. IA va IT ning mavsumiy o'zgarishlari XI/X indeksiga nisbatan qarama-qarshi tendensiyani ko'rsatdi. Yozda ularning qiymatlari eng past bo'ldi, XI/X indeksi esa o'sha mavsumda eng yuqori qiymatlarni ko'rsatdi. Aksincha, Qora

dengizning Bolgariya qismida (Varnese ko'rfazi) ovlangan yovvoyi qora midiyani yangidan o'rganish ushbu indekslarning turli darajalarini ko'rsatadi [49]. Mualliflar natijalarimizga nisbatan ikki baravar yuqori IA (0,94 gacha) va ko'proq AT (0,37 gacha) qiymatlarini, biroq sezilarli darajada past II/X darajasini (1,92) aniqladilar. Bundan tashqari, mualliflar yog' kislotalari taqsimotida, ayniqsa, alohida NJK va PNJK o'rtasida turli xil mavsumiy o'zgarishlar haqida xabar berishadi. Kuzatilgan farqlarning mumkin bo'lgan sabablari midiyalarning turli populyatsiyalari (sublitoral midiyalar) va ularning joylashuvi, mavjud oziq-ovqat, jinsi va boshqalardir.

Midiy lipidlarining giperxolesterinemik-aterogen potentsiali undagi xolesterin miqdori va yog' kislotalari profili bilan bog'liq. Ushbu bobda ushbu salohiyatni baholash uchun xolesterin/XSK indeksi (CSI) va xolesterin indeksi (CI) aniqlandi. CSI turli xil ovqatlarni taqqoslash uchun ishlatilgan, CI esa zardobdagi xolesterinning o'rtacha individual darajasining mumkin bo'lgan o'zgarishlarini taxmin qilgan, unga alohida ovqat porsiyalari ta'sir qilishi mumkin. Mavsumiy o'zgarishlar CSI (3,85–4,79) va CI (3,7–4,06) uchun aniqlandi. Hisoblangan CSI va CI qiymatlari Ion dengizidagi qizil va pushti krevetkalar uchun hisoblangan qiymatlari bilan taqqoslanadi [50]. Qora dengiz midiy lipidlari uchun aniqlangan ikkala indeksning past qiymatlari ularning yuqori funksional xususiyatlari va yurak-qon tomir kasalliklari xavfiga qarshi himoya rolini ko'rsatadi [51].

100 g ho'l midiy to'qimasida mavjud bo'lgan yog'da eruvchan vitaminlar miqdori o'rtacha kunlik me'yorga (ADA) nisbatan foiz sifatida hisoblandi va Bolgariyada qabul qilingan RDI bilan solishtirildi [42]. ADA uchun Bolgariya parhez standartlari Yevropa Ittifoqida qabul qilinganlarga yaqin [52], D3 vitamini uchun RDI bundan mustasno (mamlakatimizda kattalar uchun 5 mkg, Yevropa Ittifoqining tavsiyasi esa 10 mkg). Bolgariya parhez standartlariga ko'ra, tahlil qilingan midiyalar A vitamini (4,9–6,7%) va E vitamini (13,2–15,4%) RDI past foizini ta'minlashi mumkin edi. Fermalarda o'stirilgan midiyalarda D3 vitaminining sezilarli miqdori aniqlandi, bu yerda 100 g ho'l to'qima midiya o'rtacha kunlik me'yorning 50 dan 62 foizgacha ta'minlashi mumkin edi. A va E vitaminlarini iste'mol qilishning tavsiya etilgan sutkalik me'yorlari uchun sezalarsiz mavsumiy o'zgarishlar aniqlandi, D3 vitamini uchun esa sezilarli o'zgarishlar kuzatildi. Yog'da eriydigan uchta vitamin uchun eng yuqori RDI darajasi yoz mavsumida aniqlandi. Bolgariyadan yetishtiriladigan va yovvoyi midiyani oldingi tadqiqotlar [36] akvakultura midiyasi uchun A va E vitaminlarining o'xshash past RDI darajalarini va D3 vitaminining ushbu tadqiqotga nisbatan pastroq RDI qiymatlarini ko'rsatadi.

E vitamini va PNBK iste'moli o'rtasidagi nisbat (kattalar uchun) umumiy PNBKning mg E/g vitamini nisbati uchun $>0,5$ sifatida taqdim etilgan, shuningdek, midiy lipidlarining funksional sifatlarini baholash mezonini sifatida ishlatilishi mumkin (4-jadval). Ushbu nisbat hujayra sintezini amalga oshirish va hujayra membranasida

PNBKni ushlab turish imkonini beruvchi E vitamini miqdoriga minimal ehtiyojga asoslangan va oziq-ovqat PNBKni himoya qilish va metabolizmi uchun zarur bo'lgan E vitamini miqdori [53, 54]. Hisoblangan nisbat 1,6 dan (kuzda) 3,57 gacha (yozda) o'zgarib turdi. Xulosa qilish mumkinki, midiy lipidlari tarkibida yuqori biologik faollikka ega bo'lgan birikmalar va yaxshi muvozanatlangan E/PNJK vitamini nisbati mavjud.

4. Xulosa

Tadqiqotda Bolgariya Qora dengiz sohilidagi ozuqabop akvakultura midiyalari to'qimasi tarkibidagi makro komponentlar va yog'da eruvchan biologik faol birikmalar miqdorining mavsumiy o'zgarishlari o'rganildi. Kimyoviy tarkibining kuzatilgan o'zgarishlaridan qat'iy nazar, midiya oqsillarga boy (o'rtacha 18,5%) va umumiy lipidlar va uglevodlarning past darajasi, shuningdek, (o'rtacha 104 kkal/100 g), past energiya qiymatini (o'rtacha 104 kkal/100 g) o'z ichiga oladi. Yoz mavsumida (iyul) umumiy lipidlar va uglevodlar darajasining pasayish tendensiyasi aniqlandi, bu Qora dengiz mollyuskalarining reproduktiv sikli bilan yaxshi korrelyatsiyalandi. Bundan tashqari, yog' kislotalari, yog'da eruvchan vitaminlar, xolesterin va karotinoidlar kabi biofaol lipid komponentlarida sezilarli o'zgarishlari aniqlandi. Tadqiqotning butun davri davomida PNBK ning yuqori darajalari (o'rtacha 0,786 g/100 g) aniqlandi. Midiya EPA + DHA n3LCPUFAS-ning boy manbayi bo'lib (o'rtacha 0,74 g/100 g), ushbu yog' kislotalari uchun 148 foiz RDI ni ta'minlaydi. Yoz mavsumi uchun ajoyib tendensiya kuzatildi: yog'da eriydigan uchta vitamin va karotinoidlarning eng yuqori darajasi lipidlarning eng past umumiy qiymatlarida qayd etildi. Tadqiqot davrida Bolgariya bozorlarida midiyani ovlash va taqsimlashda nazoratga olingan xolesterin darajasi past bo'lgan (o'rtacha 68,4 mg/100 g). Lipidlarning funksional xossalari yog' kislotalari nisbati, yog' kislotalari indekslari va xolesterin va SFA (CSI past darajasi), shuningdek, E vitamini va PUFA (alfa-tokoferol/PUFA yuqori darajasi) o'rtasidagi o'zaro ta'sirlar bo'yicha baholandi. Natijalar lipidlarning juda yaxshi gipoxolesterinemik (yuqori h/H qiymatlari), antiaterogen (AI past darajasi) va antitrombogen (TI past darajasi) potensialini ko'rsatdi. Ichak to'qimasida beta-karotin va astaksantin tarkibidagi o'zgarishlar haqida qimmatli yangi ma'lumotlar taqdim etildi. Karotinoidlarning foydali tarkibi midiya lipidlarining juda yaxshi antioksidant potensialini tasdiqlaydi. Garchi midiya to'qimalarining taxminiy va yog' tarkibi, yog'da eruvchan vitaminlar, xolesterin va karotinoidlar miqdori xilma-xil bo'lib, atrof-muhitning biotik va abiotik omillariga kuchli bog'liq bo'lishiga qaramasdan xulosa qilishimiz mumkinki, ushbu natijalar midiyaning sog'lom ovqat sifatidagi yuqori imkoniyatlarini yaxshi ko'rsatadi. Midiyani iste'mol qilish yog' va xolesterin kam bo'lgan, n3 PNBK, D3 vitamini va astaksantinga boy mahsulotlarni iste'mol qilish bo'yicha parhez ko'rsatmalariga yordam berishi mumkin. Akvalaklaturada qora midiyaning biofaol lipid tarkibini o'rganish bilan bir qatorda, fosfolipidlar,

sterinlar, mumlar, karotinoidlar va boshqalar kabi lipidlarning turli sinflarining mavsumiy o'zgarishlariga bag'ishlangan batafsil tadqiqotlar zarur. Oziqlanadigan to'qimaning taxminiy tarkibi va lipid sifatini baholash ularni iste'mol qilishga yordam berishi mumkin. Bolgariyadagi midiya akvakulturasiga oid tadqiqot natijalari iste'molchilarga ovqatlanish ratsionini o'zgartirish va sog'lom ovqatni tanlashga yordam berishi mumkin.

Minnatdorchilik

Ushbu tadqiqot Milliy ilmiy jamg'arma tomonidan qisman moliyalashtirilgan (2016-yil DM09/2-son grant).

Muallif ma'lumotlari

Albena Merdzhanova*, Diana A. Dobрева va Veselina Panayotova

* Murojaatlar uchun merdzhanova@gmail.com

Farmatsevtika fakulteti kimyo kafedrası, Tibbiyot universiteti, Varna, Bolgariya.

Adabiyotlar:

[1] Grienke U, Silke J, Tasdemir D. Bioactive compounds from marine mussels and their effects on human. Food Chemistry. 2014;142:48-60. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.07.027

[2] Azpeitia K, Ríos Y, García I, Pagaldai J, Mendiola D. A sensory and nutritional validation of open ocean mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) cultured in SE Bay of Biscay (Basque Country) compared to their commercial counterparts from Galician Rías (Spain).

International Aquatic Research. 2017;9(2):89-106. DOI: 10.1007/s40071-017-0159-0

[3] Ministry of Agriculture and Forestry; National Agency for Fisheries and Aquaculture (NSPFA). 2007-2013. http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/4_2006_strategy_plan_for_fisheries_and_aquaculture_bg_in_english. [Accessed: 2 October 2017].

[4] AOAC. Official Methods of Analysis Proximate Analysis and Calculations Moisture (M) Meat - Item 108. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA: Association of Analytical Communities; 2006. 2200 p

[5] BDS 9374. Meat and meat quality. Determination of crude protein in meat. (in Bulgarian). Bulgarian Institute for Standardization, Sofia, Bulgaria. 1982. 25 p

[6] Bligh E, Dyer W. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 1959;37(8):911-917. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjm-2017-0157>

[7] BDS 13488. Bulgarian State Standard. Grain. Method for determining the content of starch. (in Bulgarian). Bulgarian Institute for Standardization, Sofia, Bulgaria. 1976. 4 p

[8] FAO. Nutrition elements of fish. The State of Fisheries and Aquaculture. Rome, Italy. 2010. 197 p

[9] BDS EN ISO 12966-2. Animal and vegetable fats and oils—Gas chromatography of fatty acid methyl esters—Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids. 2017

- [10] BDS EN ISO 12966-4. Animal and vegetable fats and oils—Gas chromatography of fatty acid methyl esters—Part 4: Determination by capillary gas. 2015. 30 p
- [11] Dobрева DA, Panayotova V, Stancheva R. Simultaneous HPLC determination of fat soluble vitamins, carotenoids, cholesterol in seaweed and mussel. *Bulgarian Chemical Communications*. 2017;49(G):112-117
- [12] Simopoulos A. Dietary omega-3 fatty acid deficiency and high fructose intake in the development of metabolic syndrome, brain metabolic abnormalities, and non-alcoholic fatty liver. *Nutrients*. 2013;5(8):2901-2923. DOI: 10.3390/nu5082901
- [13] Ulbricht T, Southgate D. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet*. 1991;338:985-992. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](http://dx.doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M)
- [14] Santos-Silva J, Bessa R, Santos-Silva F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*. 2002;77:187-194. DOI: 10.1016/S0301-6226(02)00059-3
- [15] Connor SL, Gustafson JR, Artaud-Wild SM, Flavell DP, Classick-Kohn CJ, Hatcher LF, Connor WE. The cholesterol/saturated-fat index an indication of the hypercholesterolemic and atherogenic potential of food. *Lancet*. 1986;327:1229-1232
- [16] Zilversmit DB. Cholesterol index of foods. Teaching tool for fat-modified diets. *Journal of the American Dietetic Association*. 1979;74:562-565
- [17] European Commission. Commission Regulation (EU) No 116/2010 of 09-02-2010 amending Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council with regard to the list of nutrition claims. 2010. pp 16-18
- [18] Vernocchi P, Maffei M, Lanciotti R, Suzzi G, Gardini F. Characterization of mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis*) harvested in Adriatic Sea (Italy). *Food Control*. 2007;18(12):1575-1583
- [19] Özdemir NŞ, Caf F, Feyzioğlu AM, Yildiz İ. Biochemical content (fatty acids, sterols, lipophilic vitamins, total protein, MDA, GSH, GSSG) of *Noctiluca scintillans* in the south eastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2017;17(2):301-311
- [20] Orban E, Di Lena G, Nevigato T, Casini I, Marzetti A, Caproni R. Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Food Chemistry*. 2002;77(1):57-65
- [21] Sirbu R, Bechir A, Negreanu-Pirjol T, Sava C, Negreanu-Pirjol B, Zaharia T, Ursache C, Stoicescu R. Studies on the nutrient content of species *Mytilus galloprovincialis* of the Black Sea. *Scientific Study & Research: Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology*. 2011;12(3):221-228
- [22] Soumady D, Asokan S. A study on protein content in selected organs of *Perna viridis* at Tranquebar coastal waters, Tamilnadu, India. *World Journal of Zoology*. 2011;6(4):360-363
- [23] Dernekbaşı S, Öksüz A, Çelik YM, Karayücel İ, Karayücel S. The fatty acid composition of cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819) in offshore long-line system in the Black Sea. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*. 2015;2(6):46-53
- [24] Ventrella V, Pirini M, Pagliarani A, Trombetti F, Manuzzi MP, Borgatti AR. Effect of temporal and geographical factors on fatty acid composition of *M. Gallopro-*

vincialis from the Adriatic Sea. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology. 2008;149(2):241-250

[25] Prato E, Danieli A, Maffia M, Biandolino F. Lipid and fatty acid compositions of *Mytilus galloprovincialis* cultured in the mar Grande of Taranto (southern Italy): Feeding strategies and trophic relationships. Zoologica. 2010;49(2):211-219

[26] Zlatanov S. Seasonal variation in the fatty acid composition of the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in N. Greece. Food Chemistry. 2007;103:725-728

[27] Badiu DL, Balu AM, Barbes L, Luque R, Nita R, Radu M, Rosoiu N. Physico-chemical characterisation of lipids from *Mytilus galloprovincialis* (L.) and *Rapana venosa* and their healing properties on skin burns. Lipids. 2008;43(9):829-841

[28] Merdzhanova A, Dobrev DA, Georgieva S. Nutritional evaluation of aquaculture mussels (*M. Galloprovincialis*) from the Black Sea, Bulgaria. Ovidius University Annals of Chemistry. 2016;27(1):1-7

[29] Graeve M, Hagen W, Kattner G. Herbivorous or omnivorous? On the significance of lipid compositions as trophic markers in Antarctic. Deep-Sea Research Part I. 1994;41:915-924

[30] Biandolino F, Prato E, Caroppo C. Preliminary investigation on the phytoplankton contribution to the mussel diet on the basis of fatty acids analysis. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 2008;88(5):1009-1017

[31] Budge SM, Parrish CC, McKenzie CH. Fatty acid composition of phytoplankton, settling particulate matter and sediments at a sheltered bivalve aquaculture. Marine Chemistry. 2001;76(4):285-303

[32] Dalsgaard J, John MS, Kattner G, Müller-Navarra D, Hagen W. Fatty acid trophic markers in the pelagic marine environment. Advances in Marine Biology. 2003;46:225-340

[33] El-Sabaawi R, Dower JF, Kainz M, Mazumder A. Characterizing dietary variability and trophic positions of coastal calanoid copepods: Insight from stable isotopes and fatty.

Marine Biology. 2009;156(3):225-237

[34] European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific opinion on the tolerable upper intake level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). EFSA Journal. 2012;10:2815-2863

[35] FAO/INFOODS Guidelines for Converting Units, Denominators and Expressions, version 1.0. www.fao.org [Internet]. 2012. Available from: <http://www.fao.org/3/a-ap809e.pdf> [Accessed: 3 October 2017]

[36] Stancheva M, Merdzhanova A, Dobrev DA. Fat soluble vitamins, cholesterol, and fatty acid composition of wild and farmed black mussel (*Mytilus galloprovincialis*) consumed in Bulgaria. Journal of Aquatic Food Product Technology. 2017;26:181-191. DOI: 10.1080/10498850.2015.1108378

[37] Idayachandiran G, Muthukumar A, Kumaresan S, Thangavel B. Nutritional value of marine bivalve, *Donax cuneatus* (Linnaeus, 1758) from Cuddalore coastal waters, south-east coast of India. Inventi Impact: Lifestyle. 2014;1:15-19

- [38] MacDonald G. Identification of Health and Nutritional Benefits of New Zealand Aquaculture Seafood's. Report for Aquaculture. New Zealand: MacDonald and Associates Ltd; 2010. 41 p
- [39] Shulman GE, Soldatov AA, editors. Black sea Mollusks: Elements of Comparative and Environmental Biochemistry. Institute of Biology of Southern Seas of NASU. EKOSI- Hidrofisika: Sevastopol; 2014. 323 p
- [40] Saglik S, Imre S. Fatty acid composition and cholesterol content of mussel and shrimp consumed in Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*. 1997;3(3): 179-189
- [41] Li D, Zhang Y, Sinclair AJ. Seasonal variations of lipid content and composition in *Perna viridis*. *Lipids*. 2007;42(8):739-747
- [42] Ordinance No 23/19-07-2005 on the Physiological Feeding of Population (in Bulgarian). <http://www.mh.government.bg/bg/> [Internet]. 19-07-2005. Available from: http://www.mh.government.bg/bg/normativni-aktove/naredbi/?from_date=01.01.2005&to_date=31.10.2005 [Accessed: 10-03-2017]
- [43] Carvalho CCCR, Caramujo MJ. Carotenoids in aquatic ecosystems and aquaculture: A colorful business with implications for human health. *Frontiers in Marine Science*. 2017;4(93):1-14. DOI: 10.3389/fmars.2017.00093
- [44] Posleslova NV, Nekhoroshev MV. Balance researches of carotenoids in system "suspended substance - mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) - biodeposits of mussels". *Ekologiya Morya*. 2003;124:62-66
- [45] Desnica N, Jensen S, Þórarinsdóttir GG, Jónsson JÓ, Kristinsson HG, Gunnlaugsdóttir H. Icelandic Blue Mussels—A Valuable High Quality Product. [Internet]. December. Available from: <http://www.matis.is/media/matis/utgafa/44-11-Gaedakraekingur.pdf> [Accessed: 03-10-2017]
- [46] Karnaukhov VN, Milovidova NY, Kargoplova IN. On a role of carotenoids in tolerance of sea molluscs to environment pollution. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A. Physiology*. 1977;56(2):189-193
- [47] Department of Health. Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease: Health and Social Subjects (Report No. 46). 1994. 187 p
- [48] European Commission. Regulation (EU) No. 1169/2011 of the European Parliament and of the Council on the provision of food information to consumers [Internet]. 25 October 2011. Available from: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=> [Accessed: 03-10-2017]
- [49] Stratev D, Popova T, Zhelyazkov G, Vashin I, Dospatliev L, Valkova E. Seasonal changes in quality and fatty acids composition of black mussel (*Mytilus galloprovincialis*). *Journal of Aquatic Food Product*. 2017;26(7):871-879
- [50] Soultani G, Strati IF, Zoumpoulakis P, Meimaroglou SM, Sinanoglou VJ. Assessment of functional lipid constituents of red (*Aristaeomorpha foliacea*) and pink (*Parapeanaeus longirostris*). *Journal of Aquaculture Research and Development*. 2016;7(10):452-457. DOI: 10.4172/2155-9546.1000452

[51] Di Renzo L, Merra G, Botta R, Gualtieri P, Manzo A, Perrone MA, Mazza M, Cascapera S, De Lorenzo A. Post-prandial effects of hazelnut-enriched high fat meal on LDL oxidative status, oxidative and inflammatory gene expression of healthy subjects: A randomized trial. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2017;21(7):1610-1626

[52] Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: The National Academies Press [Internet]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56070/> [Accessed: 3 October 2017]

[53] Nordic Nutrition Recommendations 2012: Integrating nutrition and physical activity. Nordic Council of Ministers ed. Copenhagen: Narayana Press; 2012. p DOI: <http://dx.doi.org/10.6027/Nord2014-002>

[54] Raederstorff D, Wyss A, Calder PC, Weberand P, Eggersdorfer M. Vitamin E function and requirements in relation to PUFA. *The British Journal of Nutrition*. 2015;114:1113-1122

Musarat Amina and Nawal M. Al Musayeib

Qo'shimcha ma'lumotlar bob ohirida mavjud.

<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73529>

Annotatsiya. G'ovaktanlilar ko'p hujayrali geterotrof parazit organizmlar bo'lib, hayvonlar orasida o'ziga xos oziqlanish tizimiga ega bo'lgan yagona mavjudotlardir. Ular hujayraviy tuzilishga ega bo'lgan eng sodda hayvon turlari hisoblanadi, bunda turli hujayralar turli vazifalarga ega, ammo to'qimalar hosil qilmaydi. G'ovaktanlilar (*Porifera*) asosan dengizlarda yashaydi va suv ko'tarilish zonasidan to abissal (eng chuqur okean) zonasigacha tarqalgan. Butun dunyoda ko'plab marjon riflari muhim rol o'ynaydigan 8500 ga yaqin g'ovaktanli turlari aniqlangan. Bir qator ekologik tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, so'nggi yillarda dengiz g'ovaktanlilariga qiziqish sezilarli darajada oshdi, chunki ularning soni juda ko'p ajratadigan ikkilamchi metabolitlar ko'pincha yirtqichlar hujumi, biologik ifloslanish, mikroob infeksiyalari va boshqa o'troq organizmlarning ko'payishi kabi tahdidlardan himoyalalanish maqsadida xizmat qiladi. Buning yana bir sababi ular G'ayrioddiy nukleozidlardan tashqari, biofaol terpenoidlar, sterinlar, yog' kislotalari, alkaloidlar, siklik peptidlar, peroksidlar va aminokislota hosilalari (ko'pincha galogenlangan) kabi moddalarning boshqa sinflari shimgichlardan yoki ular bilan bog'liq mikroorganizmlardan tavsiflangan. Ushbu tabiiy g'ovaktanlilar mahsulotlarining aksariyati saratonga, zamburug'ga, virusga, gelmintlarga, proteozlarga, yallig'lanishga qarshi, immunodepressiv, neyrodegressiv va o'smaga qarshi faolliklar kabi keng spektrdagi farmakologik faollikni namoyon qiladi. Ushbu bobda dengiz g'ovaktanlilaridan ajratib olingan yangi birikmalar va ular bilan bog'liq biologik faolliklar bo'yicha nashr etilgan keng ko'lami ishlar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: g'ovaktanlilar, saratonga qarshi, antibakterial, kimyoviy komponentlar.

1. Kirish

G'ovaktanlilar – to'qimalarning nisbatan kichik farqlanishi va uyg'unligini ko'rsatadigan qadimiy, yaxshi tuzilgan ko'p hujayrali organizmlar. Ular o'troq, kam harakatli, filtrlovchi oddiy suv umurtqasiz jonivor bo'lib, u 29 000 fut (85 000 m) yoki undan ortiq chuqurlikkacha bo'lgan suv toshqini zonasidan qattiq sirtlarga yopishadi, u yerda ular o'sish uchun yetarlicha ozuqa olishi mumkin [1, 2]. G'ovaktanlilar mikroskopik organizmlar (protozoa, bakteriyalar va suvdagi boshqa mayda organizmlar) va organik zarralar bilan oziqlanadi [3].

Har xil dengiz va chuchuk suv muhitlarida yashovchi 10 000 ga yaqin turlar ma'lum va ular hamma yerda: okean chuqurliklaridan tosh havzalarigacha, iliq tropik dengizlardan muzlagan Arktika dengizlari, daryolar va soylargacha uchraydi [3, 4]. Ular juda xilma-xil bo'lib, turli rang, o'lcham va shakllarda uchraydi. Masalan, naysimon (naysimon), sharsimon (sharsimon), tanga-

chasimon (kosasimon), daraxtsimon (o'simliksimon), flabellar (feyersimon) va amorf (shaklsiz). G'ovaktanlilar uchun ilmiy atama – *Porifera*, ya'ni «g'ovak», «bo'shliq» degan ma'noni anglatadi va ikkita hujayra qatlami orasida siqilgan jelesimon mezogildan iborat bo'lgan g'ovaklar va kanallarga to'la tanadan iborat bo'lib, ular orqali suv aylanishiga imkon beradi [5]. Ularning tanalari shakli markaziy bo'shliq orqali suv oqimining maksimal samaradorligi uchun moslashtirilgan bo'lib, u yerda ozuqa moddalari to'planadi va oskulyum deb ataladigan teshik orqali chiqariladi. Ba'zi g'ovaktanlilarning ichki skeleti sifatida spikulalari kremniy dioksidi yoki kalsiy karbonatdan va spongin deb ataladigan oqsillar to'ridan iborat. G'ovaktanlilarning ajoyib xususiyatlaridan biri ularning shikastlanishga chidamliligi va regeneratsiya qilish qobiliyatidir [6–8]. Dengiz g'ovaktanlilari potensial biologik faollikka ega bo'lgan turli xil tuzilishli ikkilamchi metabolitlarning manbayi sifatida tobora ko'proq e'tiborni jalb qilmoqda va biologik faol kimyoviy komponentlarni kashf etish bo'yicha eng yuqori o'rinni egalladi [9, 10]. Adabiyotlarda bu g'ovaktanlilarning minglab kimyoviy birikmalari haqida xabar berilgan bo'lsa-da, ularning faqat bir nechta klinika jihatdan tavsiflangan. Ko'pgina tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, g'ovaktanlilardan olingan metabolitlar to'g'ridan to'g'ri terapiyada yoki faolroq va kamroq toksik analoglarni ishlab chiqish uchun biofaol birikmalarning prototipi sifatida foydalaniladi [11, 12]. G'ovaktanlilar mavjud suv hayvonlarining eng ibtidoiy turi bo'lib, ular ko'plab bentos yashash joylarida ustunlik qiladi, hujayraviy tuzilish bilan ajralib turadi, bu yerda turli hujayralar tananing barcha vazifalarini bajaradi, ammo to'qimalar hosil qilmaydi [13]. Ular ozuqa iste'mol qiladi va tana bo'shlig'isiz hujayralar ichida chiqindilarni ajratadi [14]. Bir nechta ekologik tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, g'ovaktanlilar tomonidan ishlab chiqarilgan ko'p miqdordagi biofaol komponentlar ko'pincha yirtqichlik, mikroblar infeksiyasi, joy uchun raqobat yoki o'sayotgan organizmlarning haddan ziyod o'sishi kabi ekologik tahdidlardan himoya qiladi [15, 16]. Shu sababli dengiz boshliqchililari ishlab chiqariladigan metabolitlarning katta miqdori, ushbu birikmalarning yangi tuzilishi va inson kasalliklarini davolashdagi terapevtik salohiyati tufayli kimyogarlarni o'ziga jalb qiladi. Tabiiy mahsulotlar kimyosi va tadqiqotlar sohasida ishlaydigan olimlar bu g'ovaktanlilar turli kasalliklarni davolash uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan kelajakdagi dorilarni taqdim etish uchun istiqbolli salohiyatga ega deb taxmin qilishadi. Ushbu bobda g'ovaktanlilardan ajratib olingan asosiy kimyoviy moddalarni va ularning farmakologik qo'llanishini tavsiflaymiz.

2.2. Saraton kasalligiga qarshi vositalar

So'nggi yillarda dengizdagi tabiiy mahsulotlarning biokimyoviy tarkibi bo'yicha izlanishlar ko'plab dori-darmonlarning paydo bo'lishiga olib keldi. Ularning aksariyati hali ham klinikadan oldingi yoki erta klinik rivojlanish bosqichida qo'llanilib, faqat cheklangan sonigina bozorga chiqadi [17]. Dengiz saratoniga qarshi

dori-darmonlarga odatiy misol eribulin mesilat, dengiz g'ovaktanlilaridan ajratilgan halixondrin B hosilasidir. *Halichondria okadai* III bosqich muvaffaqiyat klinik sinovlarida o'tdi. Adabiyot tahlillari shuni ko'rsatdiki, g'ovaktanlilardan olingan antitumor birikmalar diskodermolidlar kelajakdagi saraton kasalligini davolashda muhim rol o'ynashi mumkin. Dengiz g'ovaktanlilari va ular bilan simbi-oz holda hayot kechiruvchilar turli xil ikkilamchi metabolitlarni ishlab chiqaradi. Spongotimidin va spongouridin nukleozidlari *Tectitethya crypta* manbadan [18] ajratilgan g'ovaktanlidan muvaffaqiyatli tarzda olingan birinchi farmatsevtika mahsuloti edi. Yaqinda leykemiya [19, 20] davolash uchun ishlatilgan Ara-C (sitarabin yoki 1-beta-D-arabinofuranosilsitozin), shuningdek, uning daunoribsin va boshqa saratonga qarshi dorilar bilan kombinatsiyasi o'tkir miyeloidni davolash uchun neoplazmalar [21] klinik sinovlarda tekshirilmoqda. So'nggi bir necha yil ichida turli xil saraton turlarini davolash hamda I-III bosqich klinik sinovlarida baholash uchun bir nechta dengiz tabiiy birikmalari ishlab chiqilmoqda [22]. 2003-yilda o'tkazilgan so'rovnomalarda klinikadan oldingi va klinik (I, II, III) sinovdan o'tgan dengiz tabiiy birikmalaridan eng muhim saratonga qarshi dori nomzodlari ro'yxati keltirilgan va quyidagi birikmalar g'ovaktanlilardan olingan: izogomolokdir B, halixondrin B, laulimalid/fijianolid, 5-metoksiamfin (alkaloid), diskodermolid, hemiasterlinlar A va B, faskafizinlar (alkaloid), modifikatsiyalangan halixondrin B, KRN-70000, alipkinidin (alkaloid) va variolin (alkaloid) [23]. Bundan tashqari, dengiz g'ovaktanlilari alkaloidlar, terpenoidlar, sterollar va makrolidlarni o'z ichiga olgan hayotiy turli xil bioaktiv komponentlarning muhim manbayi hisoblanadi. *Tetrahydroizokininlar* oilasiga mansub renieramitsinlar saratonga qarshi istiqbolli imkoniyatlarga ega bo'lib, *Reniera* turlari dengiz g'ovaktanlilaridan ajratilgan. Klinikadan oldingi natijalar g'ovaktanlilarning tabiiy komponenti bo'lgan Renieramitsin M p53 ga bog'liq yo'l orqali o'pka saratoni hujayralarining apoptozini keltirib chiqarishi va o'pka saratoni hujayralarining rivojlanishi va metastazini inhiye qilishi mumkinligini ko'rsatdi [24]. *Monanchora pulchra* dengiz g'ovaktanlilaridan ajratilgan yangi polisiklik guanidin alkaloidi, monanchocidin inson bachadon bo'yni saratoni (HeLa), monositik leykemiya (THP-1) va sichqon epidermal hujayralarida (JB6 Cl41) hujayra o'limini keltirib chiqarishi haqida ma'lumotlar olingan. 1987-yil boshida esquarterpen aminoquinon sifatida *Smenospongia sp.* dan ajratilgan smenospongin sitotoksik, antiprolifera-tiv, antiangiogen va mikroblarga qarshi ta'sir ko'rsatishi haqida ma'lumotlar olin-gan [26]. *Spongistatin*, *Spongia sp.* dan ajratilgan makrosiklik laktonli poliester. 1993-yilda dengiz shimgichi mikrotubulalar birikmasini, mitozni va tubulinning vinblastin bilan bog'lanishini inhiye qilishi va shu bilan ko'plab saraton hujayra-lari qatorlarida sitotoksik hujayra o'limini keltirib chiqarishi ko'rsatildi [27, 28]. So'nggi izlanishlarga ko'ra dengiz g'ovaktanlisi *Cinachyrella apionidan* lektin deb ataladigan juda muhim birikma ajratildi va uning o'simta hujayralarida hujay-

ra o'limini qo'zg'atish qobiliyatiga qo'shimcha ravishda antiproliferativ, gemolitik va sitotoksik faolliklari baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, lektin proapoptotik Bax proteini tomonidan apoptozni faollashtirib, mitoxondriyal membranani o'tkazuvchanligini, S fazasida hujayra siklini to'xtatishni va kaspazaga bog'liq va/yoki mustaqil yo'l sifatida harakat qilish orqali hujayra o'limini keltirib chiqaradi. Ushbu natijalar lektinning saraton kasalligini davolash uchun imkoniyatini ko'rsatadi [29]. Dengiz g'ovaktanlilarining yana bir komponenti, geteronemin, *Hyrtios sp.* dan ajratilgan sesterterpen surunkali miyeloid leykemiya hujayralariga farmakologik ta'siri tufayli antikanser agenti sifatida tadqiqotchilarning qiziqishini uyg'otdi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, heteronemin hujayra aylanishi, azot bilan faollashtirilgan protein kinaz yo'llari, apoptoz va yadroviy omil kappa B signalizatsiya to'sig'i kabi turli xil hujayra jarayonlariga ta'sir qiladi. Detroytdagi Genri Ford kasalxonasining eksperimental terapevtik laboratoriyasi va Santa-Kruzdagi Kaliforniya universiteti o'rtasida 1990-yilda boshlangan hamkorlik dasturi g'ovaktanlilar ekstraktidan saratonga qarshi dorilarni ishlab chiqish va kashf etishga qaratilgan. 683 ta individual g'ovaktanlilardan olingan 2036 ta ekstrakt yangi in vitro tahlili yordamida tekshirildi, bu qattiq o'smalarni davolash uchun ko'plab g'ovaktanlilardan toza bioaktiv birikmalarni aniqlashga olib keldi. Hamkorlikdagi sa'y-harakatlar va analoglar saratonga qarshi potensialga ega bo'lgan bir qator tarkibiy qismlarni ajratishga olib keldi [31].

Shunday qilib, saraton kasalligini davolash yoki kamaytirish uchun yangi antikanser preparatlarini ishlab chiqish imkoniyati istiqbollidir. Hozirgacha g'ovaktanlilardan olingan birikmalarning o'smaga qarshi faolligi bo'yicha in vitro tadqiqotlar o'tkazildi. Shunday qilib, ta'sir mexanizmini va klinik sinovlarni o'rnanish uchun batafsil farmatsevtik tadqiqotlar talab qilinadi. Bundan tashqari, g'ovaktanlilar bo'yicha olib borilayotgan keng qamrovli tadqiqotlar va yangi ilg'or texnologiyalarning rivojlanishi misli ko'rilmagan uglerod skeletlari va kashf qilinish va ishlab chiqishda davom etayotgan inson saraton hujayralarini inhibe qiluvchi faollikka ega bo'lgan chuqur dengiz, saratonga qarshi yangi dengiz izolatlariga kirish imkonini berdi, kelajakda saraton kasalligini davolash uchun yangi dori turini taklif qiladi. Shu paytgacha saratonga qarshi ko'plab kimyoviy faol komponentlar haqida ma'lumotlar olingan (1-jadval).

1-jadval

Dengiz g'ovaktanlilaridan olingan saratonga qarshi birikmalar va ularning ta'siri

Kategori-yalar	Turlar	Faol moddalar	O'simtaga qarshi sinov	Adabiyot-lar
Alkaloidlar	Papua	Girtiokarholin	H522-T1, MDA-MB- 435, U937 o'simta hujayralari chiziqlari	[31]
	Penares sp.		HL-60, HeLa	[32]
	Aaptos suberitoides	Aaptamine	L5178Y	[33]

	Monanchora arbuscula	Norbatzelladine		
		Dinorbatzelladine	MDA-MB-231 ko'krak saratoni	[34]
		Dinordehy-drobatzelladine		
		Dinorbatzelladine		
		Dihomodehy-drobatzelladine	MDA-MB-231 ko'krak saratoni	[34]
	Clathria calla	Norbatzelladine		
		Clathriadic acid		
	Xestospongia sp.	Renieramycin T	HCT116, QC56, AsPC1	[35]
			T47D o'simta hujayralari chiziqlari	
	Smenospongia sp.	6'-Iodoaureol	MOLT-3, HepG2 hujayralari	[36]
	Hyrtilis sp.	Hyrtilimomine A	Human epidermoid carcinoma KB, murine leukemia L1210	[37]
	Pseudoceratina verrucosa	Aplysamine	HeLa, NFF cells	[38]
	Amphimedon sp.	Pyrinodemin G	P388 murine leukemia cells	
		Pyrinodemin H		[39]
	Oceanapia sp.	Sagitol C	PC12, L5178Y, HeLa cells	[40]
	Monanchora pulchra	Monanchocidins B		
		Monanchocidins C	HL-60 inson leykemiya hujayralari	[41]
		Monanchocidins D		
		Monanchocidins E		
	Agelas sp.	Hexazoseptin		
		Agelestes A-B	U937, PC9 inson	
		(9S, 10R, 90S, 100R)-nakamuric Acid	Saraton hujayralari liniyalari	[42]
Sterols	Lanthella sp.	Petrosterol-3,6-dione	A549 (o'pka), HT-29 (yo'g'on ichak),	
		5 α ,6 α -epoxy-petrosterol	SK-OV-3 (ovary), MCF-7 (breast) HL-60 and U937	[43]
	Lissodendryx fibrosa	Manadosterol A-B	Ubc13-Uev1A complex	[44]
Terpenoids	Carteriospongia sp.	Homoscalarane sesterterpenes	A2780, H522-T1, A2058	[45]

	Monanchora sp.	9Sesterterpenoids	A498, ACHN (renal cancer)	[46]
			MIA-paca, and PANC-1 (pancreatic cancer)	[47]
	Psammocinia sp.	Scalarane sesterterpenes	A498, ACHN MIA-paca,PANC-1	[48]
	Pseudoaxinella flava	Diterpene isonitrile	PC3(prostate cancer cell line)	[49]
	Agelas axifera	Three axistatins (pyrimidine diterpenes)	P338, BXP-3 MCF-7, SF-268 NCI-H460, KML20L2, and DU-145 cell lines growth	[50]
	Thorectare ticulate	Metachromins U	SF-268, H460,MCF-7, HT-29, and CHOK1	[51]
		Metachromins V	(mammalian cell line)	
	Dactylospongia elegans	Nakijinol B and CHO-K1	SF-268, H460, MCF-7, HT-29	[51]
	Coscinoderma sp.	Sesterterpenes coscinolactams C	K562 and A549 (human cancer cells)	[52]
		Coscinolactams D,		
		Coscinolactams E		
		Coscinolactams F		
		Coscinolactams G		[53]
Macro- lide	Cinachyrella enigmatica	Enigmazole A	NCI 60 human tumor cells	[54]
	Jaspis splendans	Jaspamide M	MCF-7and HT-29	[55]
		Jaspamide N	(antimicrofilament)	
		Jaspamide O		
		Jaspamide P		
	Mycale hentscheli	Peloruside A	P388 HL-60 cells	[56]
		Peloruside B		
	Pipestela candelabra	Pipestelide A	KB cell lines	[57]
		Pipestelide B		
Polyke- tone	Plakortis simplex	Simplextone C	HeLa, K562, A-549 cell lines	
		Plakortoxide A		[58]
	Plakortis halichondrioides	Epilakinidioic acid	DU-145, A2058	[59]
		Plakortoxide A	tumor cell lines	
	Lithoplocamialithistoides	Polyketides PM050489	HT-29, A549, MDA-MB-231	

		Polyketides PM060184	Human tumor cell lines	[60]
Peptides	Homophymia sp.	Homophymines B	KB, MCF7, MCF7R, HCT116	
		Homophymines E	HCT15, HT29, OVCAR 8, OV3,	
		Homophymines A1-E1	PC3, Vero, MRC5, HL60, HL60R, K562, PaCa, SF268, A549, MDA231, MDA435, HepG2, and EPC human tumor cells	[61]
	Neamphius huxleyi	Neamphamide B	A549, HeLa, LNCaP,	
		Neamphamide C	PC3, NFF human tumor	
		Neamphamide D	cell lines	[62]
	Eurypon laughlini	Rolloamide A	LNCaP, PC3MM2, PC3, DU145 (Prostate), MDA361, MCF7, MDA231 (breast), OVCAR3, SKOV3, U87MG (Glioma), (ovarian), A498 (renal)	[63]
	Stylissa caribica	Stylissamide H	HCT-116,	[64]
	Homophymia lamellose	Pipecolidepsin A	A549, HT-29 MDA-MB-231	
		Pipecolidepsin B	Human tumor cells	[65]
Glycosides	Pandaros acanthifolium	Acanthifoliosides A-E	L6 cell lines	[66]
	Rhabdastrella globostellata	Rhabdastin E-G	HL-60	[67]
Quinones	Dysidea avara	Dysidavarone A	HeLa, A549, MDA231, QGY7703	
		Dysidavarone D	HeLa tumor cells	[68]
	Dactylosporgia metachromia	5 Sesquiterpene aminoquinones	L5178Y mouse cancer cell lines	[69]
	Dactylosporgia avara	3 Dysideanones A-C	HeLa HepG2 o'sma hujayralari liniyasi	[70]
Miscellaneous	Petrosia sp.	3(-) Petrosynoic acids A-D	A2058, H522-T1, H460 odam o'sma hujayralari liniyasi IMR-90 odam fibroblast hujayralari	[71]
	Subereamollis	Subereaphenol D	HeLa hujayra liniyasi	[72]
	Mixture of Sme- nospongia aurea	(E)-10-ben- zyl-5,7-dimethy- lun-1 deca,5,10- trien-4-ol	HL-60 odam leykemiyesi	

Smenospongia cerebriformis			
Verongula rigida			[73]
Myrmekioderma dendyi	Myrmekioside E-2	NSCLC-N6 va A549 o'sma hujayralari liniyalari	[74]
Genus Suberea.	Four novel Psam- maplysin	Sitotoksiklik	[75]

3. Antibakterial faol moddalar

Dengiz g'ovaktanlilari dengiz organizmlari tomonidan ishlab chiqarilgan noyob kimyoviy moddalarning eng boy manbalaridan biridir. Antimikrobiyal yoki sitotoksik tahlillar yordamida dengiz manbalaridan tabiiy mahsulot kimyogarlari tomonidan bioaktiv metabolitlarni ekspluatatsiya qilish 1970-yillarda boshlangan. Keyinchalik taniqli farmatsevtika kompaniyalari yanada ilg'or tahlil tizimlari, shu jumladan, fermentlarni inhibe tahlillari yordamida bu harakatlardagi ta'sir kuchlarni birlashtirdilar. Natijada, dengiz g'ovaktanlilaridan bir qancha yangi istiqbolli bioaktiv namunalar topildi [76]. Biologik faol komponentlar bakterial, qo'ziqorin, virusli va protozoy infeksiya qo'zg'atuvchilar kabi yuqumli va parazitlar kasalliklarga qarshi kuchli *in vivo* yoki *in vitro* faollikka ega. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, dengiz g'ovaktanlilarining xom ekstrakti quruqlikdagi patogen bakteriyalarga qarshi yuqori antibakterial faollikni ko'rsatdi, ammo dengiz bakteriyalariga nisbatan juda past antibakterial faollikni ko'rsatdi [77, 78]. Ekozogen mikroorganizmlar tomonidan g'ovaktanlilarni yuqtirishning juda kam holatlarda kuzatiladi. Bu dengiz g'ovaktanlilari tomonidan mikroblarga qarshi faol moddalarning to'planishi yoki ishlab chiqarilishi tufayli sodir bo'ladi [1]. Har yili antibiotik xususiyatlariga ega bo'lgan bir qator yangi metabolitlar topilgan, ammo dengiz g'ovaktanlilarida ularning hamma joyda mavjudligi diqqatga sazovordir. Dengiz g'ovaktanlilarining antibakterial skriningi faol kimyoviy tarkibiy qismlarning keng doirasini, jumladan, istiqbolli terapevtik xususiyatlarga ega bo'lgan ba'zilarini aniqlash va tavsiflashga olib keldi [79, 80]. Dengiz g'ovaktanlilaridan 850 ga yaqin antibiotik komponentlari haqida xabar berilgan [81]. Dengiz tabiiy mahsulotlar hamjamiyatining doimiy sa'y-harakatlari natijasida dengiz g'ovaktanlilaridan turli xil antibakterial moddalar aniqlangan. Dengiz g'ovaktanlilaridan juda ko'p tabiiy mahsulotlar topilganiga qaramay, ularning hech biri hali antibakterial mahsulotga olib kelmagan, ammo hozirda bir nechtasi o'rganilmoqda. Antibakterial faollikka ega dengiz g'ovaktanlilaridan ajratilgan ba'zi moddalarga misollar 2-jadvalda keltirilgan. Dengiz g'ovaktanlilaridan topilgan birinchi antibiotik *Luffariella variabilis*dan ajratilgan setterterpenoid bo'lgan manovalid edi [82]. Dengiz g'ovaktanlilarining antibakterial xususiyatlariga ega bo'lgan eng istiqbolli

komponentlarga quyidagilar kiradi: agelasin D, kribrostatin 3 va 6, petrozamin B, pssammaplin A va alkilpiridinlar (haliklonatsiklamin E, arenosklerinlar). Bu komponentlar orasida manzamin A va pssammaplin A preksin sinovlar bosqichida. Ularning ko'pchiligi dori vositalarini ishlab chiqish uchun ajoyib salohiyatga ega, ammo hozirgacha ulardan hech qanday tijorat uchun dori yaratilmagan.

2-jadval

Dengiz g'ovaktanilaridan olingan antibakterial birikmalar va ularning ta'siri

Katego- riyalar	Turlar	Faol moddalar	O'simtaga qarshi sinov	Manba
Alkaloids	Axinella sp.	Axinellamines B-D	H. pylori Gram-(-ve)	[83]
	Acanthostrongy- lophora sp.	12,34-Oxamanzamine E, 8-Hydroxymanzamine J 6-Hydroxymanzamine E	M. tuberculosis	[84]
	Arenosclera bra- siliensis	Halicionacyclamine E, Arenosclerins A-C	S. aureus, P. aeruginosa	[85]
	Spongisorites sp.	Deoxytopsentin, bromo- topsentin 4,5-Dihydro-6"- deoxybromotopsentin, bis(indole)	S. aureus (MRSA strain)	[86]
	Cribrochalina sp.	Cribrostatin 3	N. gonorrheae	[87]
	Cribrochalina sp.	Cribrostatin 6	S. pneumonia	[88]
	Spongisorites sp.	Hamacanthin A	S. aureus (MRSA strain)	[86]
	Oceanapia sp.	Petrosamine B	H. pylori	[89]
	Latrunculia sp.	Discorhabdin R	S. aureus, M. luteus S. marcescens, E. coli	[90]
	Hamacantha sp.	Hamacanthin A 1 Hamacanthin B 2	C. albicans C. neoformans	[91]
	Pachychalina sp.	Cyclostelletamines A-I, Cyclostel K-L	S. aureus (MRSA strain), P. aeruginosa (antibio- tic-resistant strain), M. tuberculosis	[92] [93]
	Pachychalina sp.	Ingenamine G	S. aureus (MRSA strain) E. coli, M. tuberculosis	[92]
Azotli	M. sarassinorum	Melophlin C	B. subtilis, S. aureus	[47]
	Agelas sp.	Agelasine D	M. tuberculosis Gram (+ve, -ve)	[94]

Terpeno- idlar	Cacospongia sp.	Isojaspic acid, cacospon- gin D, jaspaquinol	S. epidermidis	[95]
	Myrmekioder- mastyx	(S)-(+)-curcuphenol	M. tuberculosis	[96]
Turli xil	Oceanapia sp.	C14 acetylenic acid	E. coli, P. aeruginosa, B. subtilis, S. aureus	[97]
	C. sphaeroconia	Caminosides A-D	E. coli	[98]
	A. coralliphaga	Corallidictyals A-D	S. aureus	[99]
	C. varians	CvL	B. subtilis, S. aureus	[100]
	N. magnifica	Latrunculins	S. aureus and B. cereus	[101]
	Discodermia sp.	Polydiscamide A	B. subtilis	[93]
	Psammaphysilla	Psammaphlin A	S. aureus (MRSA strain)	[102]

4. Virusga qarshi birikmalar va ularning samaradorligi

Dengiz manbalaridan yangi antiviral moddalarni izlash bir nechta istiqbolli terapevtik birikmalarning aniqlanishiga olib keldi, ular 3-jadvalda keltirilgan. Adabiyotlarda dengiz g'ovaktanlilarining turli biologik faolliklari haqida ko'plab ma'lumotlar mavjud. Bir qator tadqiqotlar dengiz organizmlarini virusga qarshi faollik uchun skrining natijalari haqida ma'lumot beradi va ulardan turli xil faol komponentlar ajratilgan va tavsiflangan [80, 103, 104]. Ushbu ajratilgan moddalarning ba'zilar uchun muhim antiviral faollik qayd etilgan. Ehtimol, hozirgacha o'rganilgan dengizdan kelib chiqqan eng muhim antiviral birikma bu g'ovaktanli organizm *Cryptotethya crypta*dan ajratilgan ara-A (vidarabin) nukleozididir. Ara-A – arabinosil nukleozidlarga asoslangan yarim sintetik birikma bo'lib, virusli DNK sintezini inhiye qiladi [105]. Biologik tizimlar glyukoza qismini o'zgartirgandan so'ng nukleozid asosi ustunligi aniqlangach, kimyogarlar tipik pentozalarni asiklik turlar yoki almashtirilgan glyukozalar bilan almashtirishni boshladilar, bu esa azidotimidin (zidovudin) preparatini yaratishga olib keldi. Ara-A, ara-C (1-b-darabinosilsitozin, sitarabin), asiklovir va azidotimidin klinik amaliyotda qo'llaniladi va arabinosil nukleozidlarning yarim sintetik modifikatsiyalari mahsulotlariga misol bo'ladi [106]. Ushbu moddalarning ba'zilar dori ishlab chiqarish uchun katta imkoniyatlarga ega. Ara-A herpes virusi infeksiyalarini davolash uchun ishlatilgan, ammo u asiklovirga qaraganda kamroq samarali va toksikroqdir [107, 108]. Biroq ara-A siklovirga chidamli HSV va VZV (*varicella zoster virusi*)ni inhiye qilishga qodir [109]. G'ovaktanlilardan eng istiqbolli antiviral moddalar 4-metilaptamin, avarol, manzaminlar, mikalamid A va B bo'lganligini ko'rsatgan. Bu moddalar orasida avarol va manzamin A uchun klinikadan oldingi baholashlar boshlandi. Umuman olganda, g'ovak-

tanlilarning virusga qarshi molekulari viruslardan himoya qilmaydi, lekin ular avvalroq virus yuqtirgan odamlarni davolash uchun dori-darmonlarga sababchi bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, 2-5A va a-glyukozidaza inhibitörleri kabi keng spektrli virusga qarshi vositalar SARS va Ebola [80] kabi (kamroq ma'lum) viruslarning to'satdan tarqalish holatlarida foydali bo'lishi mumkin.

3-jadval

Dengiz g'ovaktanilaridan antiviral birikmalar va ularning ta'siri

Katego- riyalar	Turlar	Faol moddalar	O'simtaga qarshi sinov	Manba
Alkaloid	Aaptosa aptos	4-Methylaaptamine	HSV-1	[110]
	Halicortex sp.	Dragmacidin F	HSV-1	[111]
	Indo-Pacific	Manzamine A, 8-hydroxyman- zamine A, 6-deoxymanzamine X neokaulamine	HIV-1	[112]
Nucleosides	Mycale sp.	Mycalamide A-B	A59 coronavirus, HSV-1	[113]
	Hamacantha sp.	Cwoscina-mides 60-62, Chondriamides 63-65	Anti-HIV	[91]
	Theonella sp.	Papuamides A-D	HIV-1	[114]
Cyclic depsi- peptides	S. microspinosa	Microspinosamide	HIV-1	[115]
Sterols	Haplosclerid sponges	Haplosamates A	HV-1	
		Haplosamates B		[116]
Terpenoids	D. avara	Avarol 6'-hydroxy avarol, 3'-hyd- roxy avarone	HV-1	[117]
Nucleoside	Cryptotethya crypta	Ara-A	HSV-1, HSV-2, VZV	[105]
	Mycale sp.	Mycalamide A-B	A59 coronavirus, HSV-1	[118]
Miscellane- ous	Dysidea avara	Callyspongymic acid	HIV, hepatitis B virus	[119]
		2'-5' Oligoadenylates	Viral replication	[120]
	H. tarangaensis	Hamigeran B	Herpes, polio viruses	[121]
	Petrosia weinbergi	Weinbersterols A-B	Leukemia virus, mouse influenza virus, mouse corona virus	[122]

5. Zamburug'larga qarshi aralashmalar

Dengiz g'ovaktanilari so'nggi 50 yil davomida dengiz tabiiy mahsulotlari-ni kashf qilishdagi oltin xazirasi hisoblangan. Har xil turdagi miko-zlar, xususan, invaziv miko-zlar tufayli klinik tibbiyotda yangi antifungal preparatlarga bo'lgan

ehhtiyoj sog'liqni saqlashning asosiy muammosiga aylandi, chunki so'nggi bir necha yil ichida ular OITS, transplantatsiyani qabul qiluvchilar, gematologik malign o'smalar, transplantatsiya qiluvchi immunitet tanqisligi bo'lgan boshqa odamlar tufayli keskin oshdi. Xavfli kasalliklar bilan og'rigan bemorlarning o'limining asosiy sabablaridan biri qo'ziqorin infeksiyalari bo'lib, paydo bo'ladigan qarshilik ham muhim masaladir. Immuniteti zaif bemorlar asosan *Aspergillus*, *Cryptococcus*, *Candida* va boshqa opportunistik zamburug'lar bilan kasallanadi. *Candida albicans* ko'pincha jiddiy invaziv qo'ziqorin infeksiyalari bilan bog'liq, ammo boshqa *Candida* turlari va xamirturushga o'xshash organizmlar (*Blastoschizomyces*, *Trichosporon* va *Malassezia*) jiddiy mikotik muammolarning etiologik agentlari sifatida paydo bo'lgan [123–126]. Hozirgi vaqtda qo'llaniladigan fungitsidlar antimikrobiyallarga qaraganda xilma-xilligi kamroq, ularning ko'pchiligi hayvonlar, o'simliklar va odamlarga toksik ta'sir ko'rsatishi sababli foydalanishda cheklangan. Bundan tashqari, bu sohadagi taraqqiyot antibakterial vositalarga nisbatan sekindir [126]. Dengiz g'ovaktanlilaridan ajratilgan antifungal birikmalar 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Dengiz g'ovaktanlilaridagi zamburug'larga qarshi birikmalar va ularning ta'siri

Kategoriya	Turlar	Faol moddalar	O'simtaga qarshi sinov	Manba
Alkaloidlar	<i>A. brasiliensis</i>	<i>Arenosclerins</i> A-C	<i>C. albicans</i>	
		<i>Haliclonacyclamine</i> E		[127]
	<i>Acanthostromylophora</i> sp.	<i>Manzamine</i> A	<i>C. neoformans</i>	[112]
	<i>Leucetta</i> cf.	<i>Naamine</i> D	<i>Chagosensis</i> <i>C. neoformans</i>	[128]
	<i>Pseudoceratina</i> sp.	<i>Ceratinadins</i> A-C	<i>C. albicans</i>	[129]
	<i>A. citrina</i>	(-)- <i>Agelasidine</i> F,	<i>C. albicans</i>	
		(-)- <i>Agelasidine</i> C		[130]
	<i>M. arbuscular</i>	<i>Batzelladine</i> L	<i>A. flavus</i>	[131]
	<i>L. variabilis</i>	<i>Secomanoalide</i>	<i>C. glabrata</i> , <i>C. krusei</i>	
			<i>C. albicans</i>	[132]
Terpenoidlar	<i>M. herdmanni</i>	<i>Microsclerodermins</i> A-B	<i>A. fumigatus</i>	[133]
	<i>Hyrtios</i> sp.	<i>Puuphenonol</i>	<i>C. neoformans</i> , <i>C. krusei</i>	[134]
	<i>Euryspongia</i> sp.	<i>Eurysterols</i> A-B	<i>C. albicans</i>	[135]
Sterol	<i>Topsentia</i> sp.	<i>Geodisterol-3-O-sulfite</i> , <i>29-demethylgeodisterol-3-OCl-sulfite</i>	<i>S. cerevisiae</i> , <i>C. albicans</i>	
			<i>C. albicans</i>	[136]

Peptides	Discodermia sp.	Discobahamin A-B	C. albicans	[137]
	Jaspis sp.	Jasplakinolide or jaspamide	C. albicans	[138]
	Latrunculia sp.	Callipeltins F-I	C. albicans	[139]
	Latrunculia sp.	Callipeltin J-K	C. albicans	[42]
	T. swinhoei	Theonellamide G	C. albicans	[140]
	Theonella sp.	Theonellamide TNM-F	Candida spp, Trichophyton spp, Aspergillus sp.	[141]
Purine derivatives	Agelas sp.	Agelasines, agelasimines	C. krusei	[142]
Miscellaneous	P. reticulate	Crambescin A2 392	C. albicans	
		Crambescin A2 406	C. neoformans var. gattii,	
		Crambescin A2 420	C. glabrata, C. krusei	
		Sch 575948		[143]
	Sponge	Theonellamides	Antifungal	[144]
	Melophlus sp.	Aurantoid K	C. albicans (wild-type)	[145]
	P. halichondrioides	Plakortide F	C. albicans, C. neoformans, A. fumigatus	[146]
	H. viscosa	Haliscosamine	C. neoformans, C. albicans	[147]
	D. herbacea	3,5-Dibromo-2-(3,5-dibromo-2-methoxyphenoxy) phenol	Aspergillus	[148]
	P. onkodes	Two α and β 1,2-dioxolane peroxide acids	C. albicans	[149]
	T. laevispirulifer	Nematocide, onnamide F	S. cerevisiae	[150]
	T. swinhoei	Swinhoeiamide A	C. albicans, A. fumigates	[151]
	Family Neopeltidae	Neopeltolide	C. albicans	[152]
	Plakinastrella	Epiplakinic acid F	C. albicans	[153]
	H. communis	(-)-Untenospongin B	C. albicans, C. tropicalis, F. oxysporum	[154]
	H. lachne	Hippolachnin A	C. neoformans, T. rubrum, M. gypseum	[155]

6. Yallig'lanishga qarshi birikmalar

Dengiz organizmlari va mikroorganizmlari so'nggi yillarda yallig'lanishga qarshi, tabiiy antioksidant mahsulotlarning katta qismini ta'minladi. Adabiyotlarda dengiz umurtqasiz hayvonlari yallig'lanish sharoitida faol bo'lgan yangi agentlarni ajratish uchun yangi dengiz resurslari ekanligini ko'rsatadigan ma'lumotlar ham topilgan. *Herencia* va boshqalar [156] bir nechta O'rta yer dengizi va dengiz umurtqasiz hayvonlaridan olingan diklorometan va metanol ekstraktlarining

sichqonlarda karragenan qo'zg'atadigan panja shishiga ta'sirini o'rganishdi. Ekstraktlar oshqozon gomogenatlarida mavjud bo'lgan prostanoid darajasiga ta'sir qilmasdan yallig'langan panjalardan gomogenatlarda o'lgangan elastaz faolligini va PGE2 darajasini qisman pasaytirdi. Yevropa MAST III loyihasining bir qismi sifatida g'ovaktanlilar, assidiyalar va knidariyalardan turli xil qutbli ekstraktlar immunomodulyator faollik uchun sinovdan o'tkazildi [157]. Endotoksinlarsiz dengizdan olingan namunalar immunitet tizimining ayrim tarkibiy qismlariga ta'sir ko'rsatishi ko'rsatilgan. Ushbu barcha tadqiqotlar natijasida faol ekstraktlarni bioanalizga yo'naltirilgan ajratish kelajakdagi yetakchilar sifatida ko'plab tarkibiy jihatdan xilma-xil birikmalarni aniqladi. Dengiz muhitida topilgan yallig'lanishga qarshi birikmalarga terpenlar va steroidlar, alkaloidlar, peptidlar va oqsillar, polisakkaridlar va boshqalar kiradi. Dengiz g'ovaktanlilaridan olingan yallig'lanishga qarshi birikmalarga misollar 5-jadvalda keltirilgan. Shuningdek, *Psammocinia* sp. [158] va Yangi Zelandiya dengiz g'ovaktanlisi *Chelonaplysilla violacea* dan yangi yallig'lanishga qarshi g'ovaktanli diterpenlaridir [159].

5-jadval

Dengiz g'ovaktanlilaridagi yallig'lanishga qarshi birikmalar va ularning ta'siri

Katego- riyalar	Turlar	Faol moddalar	O'simtga qarshi sinov	Manba
Terpeno- ids	<i>F. cavernosa</i>	Cavernolide	TNF- α , NO and PGE2 production	[160]
	<i>Axinella</i> spp.	6-Cycloamphilec- tenes	NO, PGE2 and TNF- α production	[161]
		2-Cycloamphilec- tenes	Inhibit NF-KB pathway	[161]
	<i>Psammocinia</i> spp.	Chromarols A-E	Inhibition of 15-LOX	[162]
	<i>Psammocinia</i> spp.	(8E, 13Z, 20Z)-stro- bilinin	Anti-inflammatory	
		(7E, 13Z, 20Z)-fe- lixinin	Anti-inflammatory	[158]
	<i>C. violacea</i>	Spongian	Anti-inflammatory	[163]
	<i>D. avara</i>	Avarol, avarone,	Inhibition of eicosanoid release	[164]
		Spongiaquinone, ilimaquinone	and depression of superoxide generation	[165]
	<i>Dysidea</i> spp.	Dysidotronic acid	Inhibited production of TNF- α , IL-1 PGE2, and LTB4	[166]
	<i>Plakortis</i> spp.	Plakolide A	Inhibit iNOS	[167]
	<i>D. elegans</i>	Cymopol	DNA binding of NF-KB	[168]
	<i>L. variabilis</i>	Manoalide, scala- radial	Inhibited IL-1 and TNF- α	[169]

	F. cavernosa	Cacospongiolide B	Inhibited PLA2	[170]
	Dysidea spp	Dysidenones A-B	Inhibited human synovial PLA2	[171]
	L. variabilis	Cladocorans A-B	Inhibition of secretory PLA2	[172]
	P. nigra	Petrosa spongiolides	Inhibitor of PLA2	[173]
	P. nigra	Petrosa spongiolide M	Inhibited LTB4 levels	[174]
	Cacospongia spp.	Scalaradial	Inactivate the enzyme PLA2	[175]
	G. sedna	Homoscalarane	Moderate activity to inhibit mammalian PLA2	[176]
	Hyrtios sp.	Puuphenone, hyrtienone	A high potency against 12-human, 15-human and 15-soybean LOX	[177]
	C. linteiformis	Cyclolinteinone	iNOS and COX-2 protein expression in LPS-stimulated J774 macrophages	[178]
	Callyspongia spp.	Akaterpin	Inhibitor of phosphatidylinositol-specific Phospholipase C	[179]
Steroids	C. lissosdera	Clathriol	In vitro anti-inflammatory activity against human neutrophil and rat mast cells	[180]
	Euryspongia spp.	Petrosterol, 3 β -hydroxy-26-norcampest-5-en-25 oic acid	Against 6-keto-PGF1 α release in a human keratinocyte cell line HaCaT	[181]
Alkaloids	X. testudinaria	Hymenialdisine	Inhibitor of NF-KB and ILs production	[182]
	Agelas spp.	Nagelamides A-H	NF-KB in inflammatory diseases	[183]
	S. flabellate	Stylissadines A-B	Antiinflammatory activity	[184]

7. Fermentlarning *inhibitor* faolligi bilan dengiz shimgichidan olingan aralashmalar

Galenxinon va ksestoxinon hosilalari yuqorida qayd etilgan fosfatidilinozitol 3-kinaza va topoizomeraza I va II ingibitorlik faolligidan tashqari fermentlarning ingibirlovchi faolligining turli ko'rinishlarini ko'rsatdi. Ksestoxinon birikmasi ham Ca²⁺ ni, ham skelet mushaklari miozining K⁺-ATfazasini ingibirladi [185]. SAR tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, galenaxinon va xinon tuzilishiga ega bo'lgan uchta sintetik analog Ca²⁺-ATfaza faolligini sezilarli darajada ingibirladi. Aksincha, xininning tuzilishi xinolning dimetil efiriga aylantirilgan ksestoxinonning to'rtta analogi Ca²⁺-ATfaza faolligini ingibirlamadi [186]. Galenxinon, galenaxinol va 14-metoksi-galenxinonning proteintirozinkinaza (PTK) ga nisbatan ingibirlovchi faolligi IC₅₀ <10 mm qiymatlari bilan eng diqqatga

sazovor bo'ldi. Boshqa analoglar kamroq faol yoki faol bo'lmagan va bu SAR namunasini asoslash haqida ham ma'lumot berilgan [187]. Xestokinon Pfnek-1, serin/treonin bezgak kinaziga qarshi muhim protein kinaz inhibitor faolligini ko'rsatdi, IC qiymati taxminan 1 mm va siklinga bog'liq kinaz (CDK) oilasi a'zosi PfPK5 ga nisbatan o'rtacha faollik ko'rsatdi [188]. Adocyaquinone B va 3-ketoadocyaquinone B Cdc25 B fosfataza inhibitiv faolligining eng kuchli inhibitorlari edi va adocyaquinone A, adocyaquinone B, 3-ketoadocyaquinone A birikmalarida dihidrobenzotiazin dioksidi va bu B 3-quyakinon uchun muhim xususiyatga ega. To'rtta siklostelletaminlar, siklostelletamin A, siklostelletamin G, degidrosiklostelletamin D va dehidrotsiklostelletamin E, IC50 qiymatlari 17 dan 80 mm gacha bo'lgan inson leykemiya K562 hujayralaridan olingan giston deasetilazni inhib qildi [189]. Xestospongik kislota etil esteri (207) Na⁺/K⁺ ATPaz [190] ni inhibe qilishi aniqlandi. Aralashmalar 6-jadvalda keltirilgan.

6-jadval

Ferment ingibirlovchi ta'sirga ega bo'lgan dengiz shimgichlaridan olingan birikmalar

Kategori-yalar	Turlar	Faol moddalar	O'simtga qarshi sinov	Manba
Quinones	X. exigua	Halenaquinone	Ca ²⁺ ATPase activity	[191]
	X. exigua	Xestoquinone	Ca ²⁺ and K ⁺ -ATPase activity	[192]
	X. sapra	Halenaquinol	Protein tyrosine kinase activity	[193]
	X. cf. carbonaria	14-Methoxyhalenaquinone	Protein tyrosine kinase activity	[187]
	Xestospongia sp.	Adociaquinone B	Protein tyrosine kinase activity	[194]
	Xestospongia sp.	3-Ketoadociaquinone B	Cdc25B phosphatase activity	[195]
	Xestospongia sp.	Adociaquinone A	Cdc25B phosphatase	[194]
	Xestospongia sp.	3-Ketoadociaquinone	Cdc25B phosphatase	[195]
Cyclostellettamines	Xestospongia sp.	Cyclostellettamine	A histone deacetylase derived inhibition	
		Cyclostellettamine G		
		Dehydrocyclostellettamine D		
		Dehydrocyclostellettamine E		[189]
yog' kislo-talari	X. testudinaria	Xestospongic acid ethyl ester	inhibit the Na ⁺ /K ⁺ ATPase	[190]

8. Immunosuppressiv birikmalar va ularning samaradorligi

So'nggi yillarda dengiz g'ovaktanilaridan ajratib olingan tabiiy komponentlar immunosuppressiv faollikka sinovdan o'tkazildi va 1980-yillar oxirida chuqur dengiz g'ovaktanilari immunosuppressiv xususiyatga ega toza birikmalarni ajra-

tib olishga olib keldi. Amerikalik olimlar tomonidan *Agelasfla bellrform* chuqur suvlarda yashovchi g'ovaktanlilardan topilgan ikkita muhim birikma: 4a-merxil-5a-xolest-8-yen-3~ol va 4,5-dibrom-2-pirrol kislotasi sezilarli immunosuppressiv faollik ko'rsatdi. Ikkala birikma ham sichqon splenotsitlarining ikki tomonlama aralash limfotsitar reaksiyasida (MLR) javobini bostirishda sezilarli darajada faol bo'lib, past dozalarda sezilarsiz yoki ko'rsatilmagan sitotoksiklik bilan aniqlangan [196]. *Aurora globostellata* dengiz g'ovaktanlisidan ajratilgan komponentlar immunomodulyatsion potensialni ko'rsatdi. Dengiz g'ovaktanlisining etil asetat ekstraktini (200 mg/kg) Wistar kalamushlariga og'iz orqali yuborish orqali immunomodulyatsion potensial baholandi. Natijalar ekstraktlarning immunosuppressiv faolligini ko'rsatdi va ularni qo'shimcha o'rganish mumkin [197].

Hind dengiz shimgichi bo'yicha yaqinda o'tkazilgan tadqiqot immunomodulyator va mikroblarga qarshi ta'sirga ega bakteriyalarni ajratib olish va tavsiflashga qaratilgan. *Callyspongia difusa* (Mannar viloyati ko'rfazi) dengiz g'ovaktanlisi klinik bakterial patogenlarga qarshi ajoyib antagonyistik faollik ko'rsatgan dengiz bakteriyalarining 10 shtammini ajratib olishga olib keldi. Ushbu natijalar g'ovaktanlisi bilan bog'liq bakterial shtamm *Virgibacillus sp.* infeksiyalarga qarshi kurashish uchun yangi antibiotiklarni izlashga, shuningdek, potensial immunomodulyatorlarni ishlab chiqarishga hissa qo'shishi mumkin [109].

9. Gipoxolesterinli birikmalar

So'nggi o'n yillikda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, dengiz g'ovaktanlilari gipoxolesterolemik birikmalar manbayi bo'lishi mumkin. Masalan, *Spirastrella abatadan* olingan lizofosfatidilkolinlar va lizo-PAF analoglari in vitro tadqiqotida xolesterin biosintezining muvaffaqiyatli inhibitorlari sifatida qayd etilgan [198, 199]. Chjao va boshqalar [200] gipokolesterolemik xususiyatlarga ega dengiz g'ovaktanlilaridan yangi lizofosfatidilxolinlarni ajratib olishdi va shu bilan an'anaviy lizofosfatidilxolinlarning in vivo jonli muddati qisqaligi tufayli dengiz g'ovaktanlilaridan aralashmalarga qiziqish uyg'otdi.

10. G'ovaktanlilardan olingan antibiotiklar

Ko'p yillar davomida dengiz bo'shliqchilari bakteriyalar, zamburug'lar va mikroblarga qarshi kuchli inhibitiv ta'sirga ega bo'lgan tabiiy mahsulotlar va antibiotik metabolitlarining boy manbayi hisoblanadi. Bir qator tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, turli xil dengiz g'ovaktanlilaridan ajratilgan ko'plab tabiiy bioaktiv komponentlar yangi antibiotiklar va mikroblarga qarshi vositalarni ishlab chiqarish uchun foydali bo'lishi mumkin. So'nggi yillarda ko'plab ilmiy tadqiqotlar samarali antibiotik, antibakterial va antimikrobiyal xususiyatlarga ega dengiz g'ovaktanli metabolitlari haqida dalillarni taqdim etdi. *Purpureins A-J*, dengiz g'ovaktanlisi *Lotrochota purpureadan* ajratilgan galogenlangan alkaloidlar bakteriyalar va zam-

burug' kasalliklariga qarshi istiqbolli inhibitiv faollikni ko'rsatdi [201]. G'ovaktanli *Haliclona sp.* Koreyadan yangi siklik bis-1,3-dialkilpiridiniylar va siklostelletaminlarning ajratilishiga olib keldi. Ular mos ravishda A549 hujayra liniyasi va Gram-musbat shtammlarga nisbatan o'rtacha sitotoksik va antibakterial faollikni ko'rsatdi [202]. *Agelas mauritiana* dengiz g'ovaktanlilaridan bir qator yangi alkaloidlar ajratilgan: (+)-2-okso-agela-sidin C, (-)-8'-okso-agelazin D, 4-bromo-N-(butoksimetil)-1H-pirrol-2-karboksamid, agloksim B va (-)-ageloksim D. Bu ajratilgan komponentlarning ba'zilar *Cryptococcus neoformans* ga qarshi antifungal faollikni, in vitro antileishmanial faollikni va *S. aureus* va metitsillinga chidamli *S. aureus*ga qarshi antibakterial faollikni ko'rsatdi. [203]. G'ovaktanli turlaridan olingan ekstraktlar *Petromica citrina*, *Haliclona sp.* va *Cinachyrella sp.* an'anaviy antibiotiklarga chidamli shtammlarni o'z ichiga olgan koagulaza-salbiy stafilokokklar (CNS) shtammlarining 61 foizga qarshi antibakterial faollikni ko'rsatdi. *P. citrina* ekstraktlari inhibitiv faollikning eng katta spektrini ko'rsatdi. Ushbu tadqiqot boshqa tadqiqotchilarning fikriga ko'ra, dengiz g'ovaktanlilarining kelajakda qoramollardagi mastit bilan bog'liq CNSni nazorat qilish uchun antibiotiklar va dezinfeksiyalash vositalarining yangi manbalariga aylanishi potensialini ko'rsatadi [204]. Tropik dengiz g'ovaktanlisi *Cymbastela hoo-peri* va tropik dengiz g'ovaktanlisidan ajratilgan aksionitril-3 seskiterpenidan ditenpen izonitrillari-ning izolatsiyasi bir qator antibakterial, antifotosintetik, antifouling, antiphotoyn, silga qarshi bioassaylar, natijada sinovdan o'tgan kamida ikkita birikmalarning aksariyati ishlatilgan va sinov tizimiga qarshi faol bo'lgan [152]. Yaqinda g'ovaktanlilar va dengiz g'ovaktanlilaridan ajratilgan cho'kindilardan olingan aktinomitsetlar antifungal va antimikrobiyal ta'sirga ega bioaktiv komponentlar uchun sinovdan o'tkazildi. Tayyorlangan 15 faol ekstraktidan to'qqiztasi *Enterococcus faecium* (vankomitsinga chidamli) va ko'p dori-darmonlarga chidamli *Candida albicans* [132], jumladan, an'anaviy antibiotiklarga chidamli shtammlarga qarshi faol ekanligi aniqlandi. Shunday qilib, dengiz g'ovaktanlilari va boshqa dengiz organizmlaridan bakterial aktinomitsetlar farmakologik faol birikmalarning ko'p ishlab chiqaruvchilar ekanligi isbotlangan. Tadqiqot manbalari shuni ko'rsatdiki, hozirgi vaqtda klinik amaliyotda qo'llaniladigan tabiiy antibiotiklarning 70 foizi aktinomitsetlardan olingan. Yaqinda o'tkazilgan tadqiqotda *Streptomyces sp* shtammlari O'rta yer dengizi g'ovaktanlilaridan va ikkilamchi metabolit, ya'ni siklik depsi-peptid valinomitsin, indolokarbazon alkaloid staurosporin va butenolid infeksiyaga qarshi faollik uchun sinovdan o'tkazildi. Barcha ajratilgan birikmalar *Streptomyces sp.* parazitlarga qarshi faollikni ko'rsatdi. Tadqiqotchilar tomonidan dengiz aktinomitsetlarining infeksiyaga qarshi salohiyati juda istiqbolli ekanligi aniqlangan.

11. Dengiz bo'shliqlaridan ajratib olinadigan antifouling va antibiofilm aralashmalari

Bakterial biofilmlar – bu biomolekulalarning hujayradan tashqari matritsasi bilan himoyalangan sirtga biriktirilgan mikroorganizmlar jamoalari. Antifouling kimyoviy moddalardan doimiy foydalanish tributiltin konsentratsiyasini oshiradi va dengiz organizmlari uchun keng tarqalgan ifloslanish muammolarini keltirib chiqardi. So'nggi vaqtlarda dengiz muhitidan tabiiy ravishda paydo bo'lgan antifouling molekulalari ustida tekshiruv ishlari olib borildi va tadqiqotchilar kelajakda ular yanada o'ziga xos va kamroq zaxarli antifouling faolligini ta'minlaydi deb umid qilmoqdalar. G'ovaktanlilardan olingan ifloslanishga qarshi aralashmalar juda samarali, ekologik toza biosidlar va kamroq zaharli ekanligi isbotlangan [205]. So'nggi bir necha yil ichida bir nechta tadqiqotlar dengiz organizmlari, g'ovaktanlilar uchun eng istiqbolli muqobil antifouling texnologiyalarini aniqlashga qaratilgan. O'tkazilgan tadqiqotda 3-alkilpiridin qismini o'z ichiga olgan tarkibiy jihatdan xilma-xil birikmalar antifouling imkoniyatlari uchun tahlil qilindi. *Reniera sarai*, *Haliclona sp.* dan olingan birikmalar, ya'ni xaminollar, sarain va 3-alkilpiridinyum tuzlari va sintez yo'li bilan olingan mollyuska *Haminoea fusar* dengiz akkornasi *Amphibalanus amphitrite* lichinkalarining juda yaxshi antifouling salohiyatini ko'rsatdi. Indoneziya dengiz g'ovaktanlilari *Agelas linmaei* va *Ageles nakamurai* dan ajratilgan bromopirool yoki diterpen alkaloid hosilalari sitotoksik faollikni ko'rsatdi. Bundan tashqari, agelazin hosilalari *Balanus improvisus* lichinkalarining antifouling bioassayda cho'kishiga, shuningdek, *S. epidermidis* biofilmini hosil qiluvchi planktonik bakteriyalar shakllarining o'sishiga to'sqinlik qildi [206].

12. Xulosa

Dengiz umurtqasiz hayvonlari (*Porifera*, *Cnidaria*, *Mollusca*, *Arthropoda*, *Echinodermata* va boshq.) juda ko'p miqdordagi tabiiy mahsulotlar va qiziqarli farmakologik xususiyatlarga ega ikkilamchi metabolitlarni ishlab chiqargan va yangi dori vositalarining rivojlanishiga olib kelgan biologik organizmlarning asosiy guruhlaridan biri hisoblanadi. Dengiz umurtqasiz hayvonlari orasida dengiz g'ovaktanlilari (*filum: Porifera*) terapevtik dori-darmonlarni ishlab chiqish uchun misol sifatida qo'llanilgan sezilarli miqdordagi tabiiy komponentlarni kashf qilish uchun mas'ul bo'lgan eng dominant guruhdir. Ushbu tabiiy mahsulotlar keng ko'lamli terapevtik maqsadlarda, ya'ni mikroblarga qarshi, antihipertenziv, antioksidant, saratonga qarshi, antikoagulyant, yallig'lanishga qarshi, immunomodulyator, yaralarni davolash va boshqa terapevtik ta'sirga ega. Shu sababli dengiz g'ovaktanlilari kimyoviy xilma-xillik va inson salomatligini uzaytirish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan giyohvand moddalar, parhez qo'shimchalari, kosmetika va molekulyar zondlarni ishlab chiqishda salomatlik uchun zarur boy manba hi-

soblanadi. Ushbu bobda dengiz g'ovaktanlilaridan olingan eng muhim va bioaktiv birikmalarni kiritdik, dengiz g'ovaktanlilaridan eng muhim bioaktiv va istiqbolli tabiiy mahsulotlar, ikkilamchi metabolitlar bo'yicha tanlangan tadqiqotlarni keltirib o'tdik.

Manfaatlar to'qnashuvi

Mualliflar ta'kidlashicha, ularda manfaatlar to'qnashuvi yuzaga kelmagan.

Muallif ma'lumotlari

Musarat Amina* and Nawal M. Al Musayeib

*Murojaat uchun: musarat.org@gmail.com

Farmakognosiya kafedrası, Farmatsiya kolleji, Qirol Saud universiteti, Ar-Riyod, Saudiya Arabistoni.

Adabiyotlar:

- [1] Hentschel U, Schmid M, Wagner M, Fieseler L, Gernert C, Hacker J. Isolation and phylo- genetic analysis of bacteria with antimicrobial activities from the Mediterranean sponges *Aplysina aerophoba* and *Aplysina cavernicola*. *FEMS Microbiology Ecology*. 2001;35:305-312
- [2] Radjasa OK, Sabdono A, Junaidi, Zocchi E. Richness of secondary metabolite-producing marine bacteria associated with sponge *Haliclona* sp. *International Journal of Pharmaceutics*. 2007;3:275-279
- [3] Thomas TR, Kavlekar DP, LokaBharathi PA. Marine drugs from sponge-microbe association—A review. *Marine Drugs*. 2010;8:1417-1468
- [4] Perdicaris S, Vlachogianni T, Valavanidis A. Bioactive natural substances from marine sponges: New developments and prospects for future pharmaceuticals. *Natural Products Chemistry and Research*. 2013;1:1-8
- [5] Mehbub MF, Lei J, Franco C, Zhang W. Marine sponge derived natural products between 2001 and 2010: Trends and opportunities for discovery of bioactive. *Marine Drugs*. 2014;12:4539-4577
- [6] Taylor MW, Radax R, Steger D, Wagner M. Sponge-associated microorganisms: Evolution, ecology, and biotechnological potential. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2007;71:295-347
- [7] Stowe SD, Richards JJ, Tucker AT, Thompson R, Melander C, et al. Anti-biofilm compounds derived from marine sponges. *Marine Drugs*. 2011;9:2010-2035
- [8] Thompson JE, Walker RP, Faulkner DJ. Exudation of biologically-active metabolites in the sponge *Aplysina fistularis*. I. Biological evidence. *Marine Biology*. 1985; 88:11-21
- [9] Becker S, Terlau H. Toxins from cone snails: Properties, applications and biotechnological production. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2008;79:1-9
- [10] Fenical W, Jensen P, Palladino M, Lam K, Lloyd G, Potts B. Discovery and development of the anticancer agent salinosporamide A (NPI-0052). *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2009;17:2175-2180

- [11] Gerwick WH, Moore BS. Lessons from the past and charting the future of marine natural products drug discovery and chemical biology. *Chemistry & Biology*. 2012; 19:85-98
- [12] Huyck TK, Gradishar W, Manuguid F, Kirkpatrick P. Fresh from pipeline: Eribulin mesylate. *Nature Reviews. Drug Discovery*. 2011;10:173-174
- [13] Johns WE, Schott F. Meandering and transport variations of the Florida current. *Journal of Physical Oceanography*. 1987;17:1128-1147
- [14] Hooper JN, editor. *Spongicide. Guide to Sponge Collection and Identification*. Queensland, Australia: Queensland Museum; 2000
- [15] Paul VJ, Puglisi MP. Chemical mediation of interactions among marine organisms. *Natural Product Reports*. 2004;21:189-209
- [16] Paul VJ, Puglisi MP, Ritson-Williams R. Marine chemical ecology. *Natural Product Reports*. 2006;23:153-180
- [17] Beedessee G, Ramanjooloo A, Aubert G, Eloy L, et al. Cytotoxic activities of hexane, ethyl acetate and butanol extracts of marine sponges from Mauritian Waters on human cancer cell lines. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2012;34:397-408
- [18] Bergmann W, Feeney RJ. The isolation of a new thymine pentoside from sponges. *The Journal of the American Chemical Society*. 1950;72:2809-2810
- [19] Proksch P, Edrada RA, Ebel R. Drugs from the seas—Current status and microbiological implications. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2002;59:125-134
- [20] Schwartzmann G. Marine organisms as a source of new anticancer agents. *Annals of Oncology*. 2000;11(3):235-243
- [21] Feldman EJ, Lancet JE, Kolitz JE, Ritchie EK, et al. First-in-man study of CPX-351: A liposomal carrier containing cytarabine and daunorubicin in a fixed 5:1 molar ratio for the treatment of relapsed and refractory acute myeloid leukemia. *Journal of Clinical Oncology*. 2011;29:979-985
- [22] Mayer AM, Glaser KB, Cuevas C, Jacobs RS, et al. The odyssey of marine pharmaceuticals: A current pipeline perspective. *Trends in Pharmacological Sciences*. 2010;31:255-265
- [23] Crews P, Gerwick WH, Schmitz FJ, France D, Bair KW, et al. Molecular approaches to discover marine natural product anticancer leads—An update from a drug discovery group collaboration. *Pharmaceutical Biology*. 2003;141:39-52
- [24] Halim R, Gladman B, Danquah MK, Webley PA. Oil extraction from microalgae for bio-diesel production. *Bioresource Technology*. 2011;102(1):178-185
- [25] uzii AG, Makarieva TN, Denisenko VA, Dmitrenok PS, et al. Monanchocidin: A new apoptosis-inducing polycyclic guanidine alkaloid from the marine sponge *Monanchora pulchra*. *Organic Letters*. 2010;12(19):4292-4295
- [26] Kondracki ML, Guyot M. Smenospongine: A cytotoxic and antimicrobial aminoquinone isolated from *Smenospongia* sp. *Tetrahedron Letters*. 1987;27:5815-5818
- [27] Kong D, Yamori T, Kobayashi M, Duan H. Antiproliferative and antiangiogenic activities of smenospongine, a marine sponge sesquiterpene aminoquinone. *Marine Drugs*. 2011;9:154-161

[28] Valeriote FA, Tenney K, Media J, Pietraszkiewicz H, et al. Discovery and development of anticancer agents from marine sponges: perspectives based on a chemistry-experimental therapeutics collaborative program. *Journal of Experimental Therapeutics & Oncology*. 2012;10:119-134

[29] Rabelo L, Monteiro N, Serquiz R, Santos P, et al. A lactose-binding lectin from the marine sponge *Cinachyrella apion* (Cal) induces cell death in human cervical adenocarcinoma cells. *Marine Drugs*. 2012;10:727-743

[30] Rothmeier E, Pfaffinger G, Hoffmann C, Harrison CF, et al. Activation of Ran GT-Pase by a *Legionella* effector promotes microtubule polymerization, pathogen vacuole motility and infection. *PLoS Pathogens*. 2013;9:e1003598. DOI: 10.1371/journal.ppat. 1003598

[31] Inman WD, Bray WM, Gassner NC, Lokey RS, et al. β -Carboline alkaloid from the Papua New Guinea marine sponge *Hyrtios reticulatus*. *Journal of Natural Products*. 2010;73:255-257

[32] Lyakhova EG, Kolesnikova SA, Kalinovskiy AI, Afiyatulloev SS, et al. Bromine-containing alkaloids from the marine sponge *Penares* sp. *Tetrahedron Letters*. 2012;53:6119-6122

[33] Pham CD, Hartmann R, Muller WE, de Voogd N, Lai D, Proksch P. Aaptamine derivatives from the Indonesian sponge *Aaptos suberitoides*. *Journal of Natural Products*. 2013;76:103-106

[34] Laville R, Thomas OP, Berru   F, Marquez D, Vacelet J, Amade P. Bioactive guanidine alkaloids from two Caribbean marine sponges. *Journal of Natural Products*. 2009;72:1589-1594

[35] Daikuhara N, Tada Y, Yamaki S, Charupant K, et al. Renieramycins T and U, novel renieramycin-ecteinascidin hybrid marine natural products from Thai sponge *Xestospongia* sp. *Tetrahedron Letters*. 2009;50:4276

[36] Prawat H, Mahidol C, Kawetripob W, Wittayalai S, Ruchirawat S. Iodo-sesquiterpene hydroquinone and brominated indole alkaloids from the Thai sponge *Smenospongia* sp. *Tetrahedron*. 2012;68:6881-6886

[37] Momose R, Tanaka N, Fromont J, Kobayashi J. Hyrtiomimines A-C, new heteroaromatic alkaloids from a sponge *Hyrtios* sp. *Organic Letters*. 2013;15:2010-2013

[38] Tran TD, Pham NB, Fechner G, Hooper JN, Quinn RJ. Bromotyrosine alkaloids from the Australian marine sponge *Pseudoceratina verrucosa*. *Journal of Natural Products*. 2013;76:516-523

[39] Kubota T, Kura KI, Fromont J, Kobayashi JI. *Tetrahedron*. 2013;69:96

[40] Ibrahim SRM, Mohamed GA, Elkhayat ES, Fouad MA, Proksch P. Marine pyridoadrine alkaloids: Biosynthesis and biological activities. *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*. 2013;51:229

[41] Makarieva TN, Tabakmaher KM, Guzii AG, Denisenko VA, et al. Monanchocidins B-E: Polycyclic guanidine alkaloids with potent antileukemic activities from the sponge *Monanchora pulchra*. *Journal of Natural Products*. 2011;74:1952

[42] Sun YT, Lin B, Li SG, Liu M, et al. New bromopyrrole alkaloids from the marine sponge *Agelas* sp. *Tetrahedron*. 2017;73:2786-2792

- [43] Nguyen HT, Chau VM, Tran TH, Phan VK, et al. C29 sterols with a cyclopropane ring at C-25 and 26 from the Vietnamese marine sponge *Ianthella* sp. and their anticancer properties. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2009;19:4584-4585
- [44] Ushiyama S, Umaoka H, Kato H, Suwa Y, et al. Manadosterols A and B, sulfonated sterol dimers inhibiting the Ubc13-Uev1A interaction, isolated from the marine sponge *Lissodendryx fibrosa*. *Journal of Natural Products*. 2012;75:1495
- [45] Harinantenaina L, Brodie PJ, Maharavo J, Bakary G, et al. Antiproliferative homoscalarane sesterterpenes from two Madagascan sponges. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2013;21:2912-2917
- [46] Rateb ME, Houssen WE, Schumacher M, Harrison WTA, et al. Bioactive diterpene derivatives from the marine sponge *Spongionella* sp. *Journal of Natural Products*. 2009; 72:1471-1476
- [47] Wang CY, Wang BG, Wiryowidagdo S, Wray V, et al. Melophlins C–O, thirteen novel tetramic acids from the marine sponge *Melophlus sarassinorum*. *Journal of Natural Products*. 2003;66(1):51-56
- [48] Hahn D, Won DH, Mun B, Kim H, et al. Cytotoxic scalarane sesterterpenes from a Korean marine sponge *Psammocinia* sp. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2013; 23(8):2336-2339
- [49] Lamoral-Theys D, Fattorusso E, Mangoni A, Perinu C, et al. Evaluation of the antiproliferative activity of diterpene Isonitriles from the Sponge *Pseudoaxinella flava* in apoptosis-sensitive and apoptosis-resistant cancer cell lines. *Journal of Natural Products*. 2011;74(10):2299-2303
- [50] Pettit GR, Tang Y, Zhang Q, Bourne GT, et al. Isolation and structures of axistatins 1-3 from the Republic of Palau marine sponge *Agelas axifera* Hentschel(1). *Journal of Natural Products*. 2013;76(3):420-422
- [51] Ovenden SPB, Nielson JL, Liptrot CH, Willis RH, et al. Metachromins U–W: Cytotoxic merosesquiterpenoids from an Australian specimen of the sponge *Thorecta reticulata*. *Journal of Natural Products*. 2011;73(3):467-471
- [52] Bokesch HR, Pannell LK, McKee TC, Boyd MR. Coscinamides A, B and C, three new bis indole alkaloids from the marine sponge *Coscinoderma* sp. *Tetrahedron Letters*. 2000; 41:6305-6308
- [53] Kim CK, Song IH, Park HY, Lee YJ, et al. Suvanine sesterterpenes and deacyl irciniasulfonic acids from a tropical *Coscinoderma* sp. sponge. *Journal of Natural Products*. 2014; 77(6):1396-1403
- [54] Oku N, Takada K, Fuller RW, Wilson JA, et al. Isolation, structural elucidation, and absolute stereochemistry of enigmozole A, a cytotoxic phosphomacrolide from the Papua New Guinea marine sponge *Cinachyrella enigmatica*. *Journal of the American Chemical Society*. 2010;132(30):10278-10285
- [55] Gala F, D'Auria MV, De Marino S, Sepe V, et al. Jaspamides M–P: New tryptophan modified jaspamide derivatives from the sponge *Jaspis splendens*. *Tetrahedron*. 2009;65:51-56
- [56] Singh AJ, Razzak M, Teesdale-Spittle P, Gaitanos TN, et al. Structure-activity studies of the pelorusides: New congeners and semi-synthetic analogues. *Organic & Biomolecular Chemistry*. 2011;9(12):4456-4466

- [57] Sorres J, Martin MT, Petek S, Levaique H, et al. Pipestelides A-C: Cyclodepsipeptides from the Pacific marine sponge *Pipestela candelabra*. *Journal of Natural Products*. 2012; 75(4):759-763
- [58] Zhang J, Tang X, Li J, Li P, et al. Cytotoxic polyketide derivatives from the South China sea sponge *Plakortis simplex*. *Journal of Natural Products*. 2013;76(4):600-606
- [59] Jiménez-Romero C, Ortiz I, Vicente J, Vera B, Rodríguez AD, et al. Bioactive cycloperoxides isolated from the Puerto Rican sponge *Plakortis halichondrioides*. *Journal of Natural Products*. 2010;73(10):1694-1700
- [60] Pelay-Gimeno M, García-Ramos Y, Martin MJ, Jan S, et al. The first total synthesis of the cyclodepsipeptide pipecolidepsin A. *Nature Communications*. 2013; 4:2352
- [61] Zampella A, Sepe V, Luciano P, Bellotta F, et al. Homophymine A, an anti-HIV cyclodepsipeptide from the sponge *Homophymia* sp. *The Journal of Organic Chemistry*. 2008; 73(14):5319-5327
- [62] Tran TD, Pham NB, Fechner G, Zencak D, et al. Cytotoxic cyclic depsipeptides from the Australian marine sponge *Neamphius huxleyi*. *Journal of Natural Products*. 2012; 75(12):2200-2208
- [63] Williams DE, Yu K, Behrisch HW, Van Soest R, Andersen RJ. Rolloamides A and B, cytotoxic cyclic heptapeptides isolated from the Caribbean marine sponge *Eurypora laughlini*. *Journal of Natural Products*. 2009;72(7):1253-1257
- [64] Wang X, Morinaka BI, Molinski TF. Structures and solution conformational dynamics of stylissamides G and H from the Bahamian sponge *Stylissa caribica*. *Journal of Natural Products*. 2014;77(3):625-630
- [65] Coello L, Reyes F, Martín MJ, Cuevas C, Fernández R. Isolation and structures of pipecolidepsins A and B, cytotoxic cyclic depsipeptides from the Madagascan sponge *Homophymia lamellosa*. *Journal of Natural Products*. 2014;77(2):298-303
- [66] Regalado EL, Jimenez-Romero C, Genta-Jouve G, Tasdemir D, et al. Acanthifoliosides, minor steroidal saponins from the Caribbean sponge *Pandarus acanthifolium*. *Tetrahedron*. 2011;67:1011-1018
- [67] Ye J, Zhou F, Al-Kareef AMQ, Wang H. Anticancer agents from marine sponges. *Journal of Asian Natural Products Research*. 2015;17:64-88
- [68] Jiao W-H, Huang X-J, Yang J-S, Yang F, et al. Dysidavarones A-D, new sesquiterpene quinones from the marine sponge *Dysidea avara*. *Organic Letters*. 2012;14(1):202-205
- [69] Daletos G, de Voogd NJ, Müller WE, Wray V, et al. Cytotoxic and protein kinase inhibiting nakijiquinones and nakijiquinols from the sponge *Dactylospongia metachromia*. *Journal of Natural Products*. 2014;77(2):218-226
- [70] Jiao WH, Xu TT, Yu HB, Chen GD, et al. Dysideanones A-C, unusual sesquiterpene quinones from the South China Sea sponge *Dysidea avara*. *Journal of Natural Products*. 2014;77(2):346-350
- [71] Shaala LA, Bamane FH, Badr JM, Youssef DT. Brominated arginine-derived alkaloids from the red sea sponge *Suberea mollis*. *Journal of Natural Products*. 2011;74(6): 1517-1520

- [72] Williams A, Bax NJ, Kloser RJ, Althaus F, et al. Australia's deep-water reserve network: implications of false homogeneity for classifying abiotic surrogates of biodiversity. *ICES Journal of Marine Science*. 2009;66:214-224
- [73] Hwang IH, Oh J, Kochanowska-Karamyan A, et al. A novel natural phenyl alkalene with cytotoxic activity. *Tetrahedron Letters*. 2013;54(29):3872-3876
- [74] Farokhi F, Wielgosz-Collin G, Robic A, Debitus C, et al. Antiproliferative activity against human non-small cell lung cancer of two O-alkyl-diglycosylglycerols from the marine sponges *Myrmekioderma dendyi* and *Trikentrion laeve*. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2012;49:406-410
- [75] Lee Y-J, Han S, Lee H-S, Kang JS, et al. Cytotoxic psammaphysins analogues from a *Suberea* sp. marine sponge and the role of the spirooxepinisoxazoline in their activity. *Journal of Natural Products*. 2013;76(9):1731-1736
- [76] Kobayashi M. In search for biologically active substances from marine sponges. In: Fusetani N, editor. *Drugs from the Sea*. Basel, Switzerland: Karger; 2000. pp. 46-58
- [77] Amade PG, Chariou G, Baby C, Vacelet J. Antimicrobial activity of marine sponges of Mediterranean. *Sea. Marine Biology*. 1987;94:271-275
- [78] McCaffrey EJ, Endeau R. Antimicrobial activity of tropical and subtropical sponges. *Marine Biology*. 1985;89:1-8
- [79] Mayer AM, Hamann MT. Marine pharmacology in 2000: Marine compounds with antibacterial, anticoagulant, antifungal, anti-inflammatory, antimalarial, antiplatelet, antituberculosis, and antiviral activities; affecting the cardiovascular, immune, and nervous systems and other miscellaneous mechanisms of action. *Marine Biotechnology New York*. 2004;6(1):37-52
- [80] Sipkema D, Franssen MC, Osinga R, Tramper J, Wijffels RH. Marine sponges as pharmacy. *Marine Biotechnology New York*. 2005;7(3):142-162
- [81] Torres YR, Berlink RGS, Nascimento GGF, Fortier SC, et al. Antibacterial activity against resistant bacteria and cytotoxicity of four alkaloid toxins isolated from the marine sponge *Arenosclera brasiliensis*. *Toxicon*. 2002;40(7):885-891
- [82] De Silva ED, Scheuer PJ. Manoalide, an antibiotic sesterpenoid from the marine sponge *Luffariella variabilis*. *Tetrahedron Letters*. 1980;21:1611-1614
- [83] Urban S, Leone Pde A, Carroll AR, Fechner GA, et al. Axinellamines A-D, novel imidazoazoloimidazole alkaloids from the Australian marine sponge *Axinella* sp. *The Journal of Organic Chemistry*. 1999;64(3):731-735
- [84] Rao KV, Kasanah N, Wahyuono S, Tekwani BL, et al. Three new manzamine alkaloids from a common Indonesian sponge and their activity against infectious and tropical parasitic diseases. *Journal of Natural Products*. 2004;67(8):1314-1318
- [85] Torres YR, Berlinck RG, Magalhães A, Schefer AB, Ferreira AG, et al. Arenosclerins A-C and haliconacyclamines E, new tetracyclic alkaloids from a Brazilian endemic Haplosclerid sponge *Arenosclera brasiliensis*. *Journal of Natural Products*. 2000;63(8):1098-1105
- [86] Oh KB, Mar W, Kim S, Kim JY, et al. Antimicrobial activity and cytotoxicity of bis(indole) alkaloids from the sponge *Spongosorites* sp. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*. 2006; 29(3):570-573

- [87] Pettit GR, Knight JC, Collins JC, Herald DL, et al. Antineoplastic agents 430. Isolation and structure of cribrostatins 3, 4, and 5 from the Republic of Maldives *Cribrochalina* species. *The Journal of Natural Products*. 2000;63:793-798
- [88] Pettit GR, Collins JC, Knight JC, Herald DL, et al. Antineoplastic agents 485. Isolation and structure of cribrostatin 6, a dark blue cancer cell growth inhibitor from the marine sponge *Cribrochalina* sp. *Journal of Natural Products*. 2003;66:544-547
- [89] Carroll AR, Ngo A, Quinn RJ, Redburn J, Hooper JN. Petrosamine B, an inhibitor of the *Helicobacter pylori* enzyme aspartyl semialdehyde dehydrogenase from the Australian sponge *Oceanapia* sp. *Journal of Natural Products*. 2005;68(5):804-806
- [90] Ford J, Capon RJ. Discorhabdin R: A new antibacterial pyrroliminoquinone from two *latrunculi* marine sponges, *Latrunculia* sp. and *Negombata* sp. *Journal of Natural Products*. 2000;63(11):1527-1528
- [91] Gupta L, Talwar A, Chauhan PMS. Bis and tris indole alkaloids from marine organisms: New leads for drug discovery. *Current Medicinal Chemistry*. 2007;14:1789-1803
- [92] Oliveira JHHL, Grube A, Köck M, Berlinck RGS, et al. Ingenamine G and cyclostelletamines G–K from the new Brazilian species of marine sponge *Pachychalina* sp. *Journal of Natural Products*. 2004;67:1685-1689
- [93] Oliveira JHHL, Seleglim MHR, Timm C, Grube A, et al. Antimicrobial and antimycobacterial activity of cyclostelletamine alkaloids from sponge *Pachychalina* sp. *Marine Drugs*. 2006;4:1-8
- [94] Vik A, Hedner E, Charnock C, Samuelsen O, et al. (+)-Agelasine D: Improved synthesis and evaluation of antibacterial and cytotoxic activities. *Journal of Natural Products*. 2006;69(3):381-386
- [95] Rubio BK, Soest RW, Crews P. Extending the record of meroditerpenes from *Cacospongia* marine sponges. *Journal of Natural Products*. 2007;70(4):628-631
- [96] Gul FA, Jaggi BL, Krishnan GV. Auditor independence: Evidence on the joint effects of auditor tenure and nonaudit fees. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*. 2007; 26(2):117-142
- [97] Matsunaga S, Okada Y, Fusetani N, van Soest RWM. An antimicrobial C14 acetylenic acid from a marine sponge *Oceanapia* species. *Journal of Natural Products*. 2000;63(5):690-691
- [98] Linington RG, Robertson M, Gauthier A, Finlay B, et al. Caminosides B–D, antimicrobial glycolipids isolated from the marine sponge *Caminus sphaeroconia*. *Journal of Natural Products*. 2006;69(2):173-177
- [99] Grube A, Assmann M, Lichte E, Sasse F, et al. Bioactive metabolites from the Caribbean Sponge *Aka coralliphagum*. *Journal of Natural Products*. 2007;70(4):504-509
- [100] Moura RM, Queiroz AF, Fook JM, Dias AS, et al. CvL, a lectin from the marine sponge *Cliona varians*: Isolation, characterization and its effects on pathogenic bacteria and *Leishmania* promastigotes. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*. 2006;145(4):517-523
- [101] El Sayed KA, Youssef DT, Marchetti D. Bioactive natural and semisynthetic *latrunculins*. *Journal of Natural Products*. 2006;69(2):219-223

- [102] Nicolaou KC, Hughes R, Pfefferkorn JA, Barluenga S, Roecker AJ. Combinatorial synthesis through disulfide exchange: Discovery of potent Psammaplin A type antibacterial agents active against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Chemistry—A European Journal*. 2001;7(19):4280-4295
- [103] Donia M, Hamann M. Marine natural products and their potential applications as anti-infective agents. *The Lancet Infectious Diseases*. 2003;3:338-348
- [104] Blunt JW, Copp BR, Munro MH, Northcote PT, Prinsep MR. Marine natural products. *Natural Product Reports*. 2004;21:1-49
- [105] Bergmann W, Feeney RJ. Contribution to the study of marine products of sponges. *The Journal of Organic Chemistry*. 1951;16:981-987
- [106] De Clercq E. New anti-HIV agents and targets. *Medicinal Research Reviews*. 2002;22: 531-565
- [107] Collum LM, O'Connor M, Logan P. Comparison of the efficacy and toxicity of acyclovir and of adenine arabinoside when combined with dilute betamethasone in herpetic disciform keratitis: Preliminary results of a double-blind trial. *Transactions of the Ophthalmological Societies of the United Kingdom*. 1983;103:597-599
- [108] Whitley RJ, Gnann JW Jr, Hinthorn D, Liu C, et al. The NIAID Collaborative Antiviral Study Group. Disseminated herpes zoster in the immunocompromised host: A comparative trial of acyclovir and vidarabine. *The Journal of Infectious Diseases*. 1992;165:450-455
- [109] Kamiyama T, Kurokawa M, Shiraki K. Characterization of the DNA polymerase gene of varicellazoster viruses resistant to acyclovir. *The Journal of General Virology*. 2001;82: 2761-2765
- [110] Souza TM, Abrantes JL, Epifanio R, Leite-Fontes CF, Frugulhetti IC. The alkaloid 4-methylaaptamine isolated from the sponge *Aaptos aaptos* impairs Herpes simplex virus type 1 penetration and immediate-early protein synthesis. *Planta Medica*. 2007;73(3):200-205
- [111] Cutignano A, Bifulco G, Bruno I, Casapullo A, et al. Dragmacidin F: A new antiviral bromoindole alkaloid from the Mediterranean sponge *Halicortex* spp. *Tetrahedron*. 2000; 56:3743-3748
- [112] Yousaf M, Hammond NL, Peng J, Wahyuno S, et al. New manzamine alkaloids from an Indo-Pacific sponge. Pharmacokinetics, oral availability, and the significant activity of several manzamines against HIV-1, AIDS opportunistic infections, and inflammatory diseases. *Journal of Medicinal Chemistry*. 2004;47(14):3512-351
- [113] Perry WL, Hustad CM, Swing DA, O'Sullivan TN, et al. The itchy locus encodes a novel ubiquitin protein ligase that is disrupted in a18H mice. *Nature Genetics*. 1998;18(2):143-146
- [114] Ford PW, Gustafson KR, McKee TC, Shigematsu N, et al. Papuamides A–D, HIV-inhibitory and cytotoxic depsipeptides from the Sponges *Theonella mirabilis* and *Theonella swinhoei* collected in Papua New Guinea. *Journal of the American Chemical Society*. 1999;121(25):5899-5909
- [115] Rashid MA, Gustafson KR, Cartner LK, Shigematsu N, et al. Microspinosamide, a new HIV-inhibitory cyclic depsipeptide from the marine sponge *Sidonops microspinosus*. *Journal of Natural Products*. 2001;64(1):117-121

- [116] Qureshi A, Faulkner DJ. Haplosamates A and B: New steroidal sulfamate esters from two haplosclerid sponges. *Tetrahedron*. 1999;55(28):8323-8330
- [117] Muller WEG, Sobel C, Diehl-Seifert B, Maidhof A, Schroder HC. Influence of the anti-leukemic and anti-human immunodeficiency virus agent avarol on selected immune responses in vitro and in vivo. *Biochemical Pharmacology*. 1987;36:1489-1494
- [118] Perry NB, Blunt JW, Munro MHG, Thompson AM. Antiviral and antitumor agents from a New Zealand sponge, *Mycale* sp. *The Journal of Organic Chemistry*. 1990;55:223-227
- [119] Mehta A, Zitzmann N, Rudd PM, et al. Alpha-glucosidase inhibitors as potential broad based anti-viral agents. *FEBS Letters*. 1998;430:17-22
- [120] Kelve M, Kuusksalu A, Lopp A, Reintamm T. Sponge (2',5')oligoadenylate synthetase activity in the whole sponge organism and in a primary cell culture. *Journal of Biotechnology*. 2003;100:177-180
- [121] Wellington KD, Cambie RC, Rutledge PS, Bergquist PR. Chemistry of sponges. 19. Novel bioactive metabolites from *Hamigera tarangaensis*. *Journal of Natural Products*. 2000;63:79-85
- [122] Sun HH, Cross SS, Gunasekera M, Koehn FE. Weinbersterol disulfates A and B, antiviral steroid sulfates from the sponge *Petrosia weinbergi*. *Tetrahedron*. 1991;47:1185-1190
- [123] García-Ruiz JC, Amutio E, Pontón J. Invasive fungal infection in immunocompromised patients. *Revista Iberoamericana de Micología*. 2004;21:55-62
- [124] Walsh TJ, Groll A, Hiemenz J, Fleming R, et al. Infections due to emerging and uncommon medically important fungal pathogens. *Clinical Microbiology and Infection*. 2004; 10(S1):48-66
- [125] Giusiano G, Mangiaterra M, Rojas F, Gámez V. Yeasts species distribution in Neonatal Intensive Care Units in northeast Argentina. *Mycoses*. 2004;47:300-303
- [126] Giusiano G, Mangiaterra M, Rojas F, Gámez V. Azole resistance in neonatal intensive care units in Argentina. *Journal of Chemotherapy*. 2005;17:347-350
- [127] Rashid MA, Gustafson KR, Boswell JL, Boyd MR. Haligramides A and B, two new cytotoxic hexapeptides from the marine sponge *Haliclona nigra*. *Journal of Natural Products*. 2000;63:956-959
- [128] Dunbar DC, Rimoldi JM, Clark AM, Kelly M, Hamann MT. Anti-cryptococcal and nitric oxide synthase inhibitory imidazole alkaloids from the Calcareous sponge *Leucettac chagosensis*. *Tetrahedron*. 2000;56:8795-8798
- [129] Kon Y, Kubota T, Shibazaki A, Gono T, Kobayashi J. Ceratinadins A-C, new bromo-tyrosine alkaloids from an Okinawan marine sponge *Pseudoceratina* sp. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2010;20:4569-4572
- [130] Stout EP, Yu LC, Molinski TF. Antifungal diterpene alkaloids from the Caribbean sponge *Agelas citrina*: Unified configurational assignments of agelasidines and agelasines. *European Journal of Organic Chemistry*. 2012;2012:5131-5135
- [131] Arevabini C, Crivelenti YD, de Abreu MH, Bitencourt TA, Santos MF, et al. Antifungal activity of metabolites from the marine sponges *Amphimedon* sp. and *Monanchora arbuscula* against *Aspergillus flavus* strains isolated from peanuts (*Arachis hypogaea*). *Natural Product Communications*. 2014;9:33-36

- [132] Ettinger-Epstein P, Tapiolas DM, Motti CA, Wright AD, Battershill CN, de Nys R. Production of manoalide and its analogues by the sponge *Luffariella variabilis* is hard-wired. *Marine Biotechnology*. 2008;10(1):64-74
- [133] Zhang X, Jacob MR, Rao RR, Wang YH, et al. Antifungal cyclic peptides from the marine sponge. *Research and Reports in Medicinal Chemistry*. 2012;2:7-14
- [134] Xu WH, Ding Y, Jacob MR, Agarwal AK, Clark AM, Ferreira D, et al. Puupehanol, a sesquiterpene-dihydroquinone derivative from the marine sponge *Hyrtilis* sp. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2009;19:6140-6143
- [135] Boonlarppradab C, Faulkner DJ. Eurysterols A and B, cytotoxic and antifungal steroidal sulfates from a marine sponge of the Genus *Euryspongia*. *Journal of Natural Products*. 2007;77(4):818-823
- [136] Digirolamo JA, Li XC, Jacob MR, Clark AM, Ferreira D. Reversal of fluconazole resistance by sulfated sterols from the marine sponge *Topsentia* sp. *Journal of Natural Products*. 2009;72:1524-1528
- [137] Gunasekera SP, Pomponi SA, McCarthy PJ. Discobahamins A and B, new peptides from the Bahamian deep water marine sponge *Discodermia* sp. *Journal of Natural Products*. 1994;57(1):79-83
- [138] Scott VR, Boehme R, Matthews TR. New class of antifungal agents: Jaspiklinolide, a cyclodepsipeptide from the marine sponge, *Jaspis* species. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 1988;32(8):1154-1157
- [139] Sepe V, D'Osri R, Borbone N, D'Auria MV, et al. Towards new ligands of nuclear receptors. Discovery of malaitasterol A, and unique bis-secosterol from marine sponge *Theonella swinhoei*. *Tetrahedron*. 2006;62:833-840
- [140] Youssef DT, Shaala LA, Mohamed GA, Badr JM, et al. Theonellamide G, a potent anti-fungal and cytotoxic bicyclic glycopeptide from the Red Sea marine sponge *Theonella swinhoei*. *Marine Drugs*. 2014;12:1911-1923
- [141] Matsunaga S, Fusetani N, Hashimoto K, Walchli M. Theonellamide F. A novel anti-fungal bicyclic peptide from a marine sponge *Theonella* sp. *Journal of the American Chemical Society*. 1989;111:2582-2588
- [142] Vik A, Hedner E, Charnock C, Tangen LW, et al. Antimicrobial and cytotoxic activity of agelastins and agelasimine analogs. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2007;15(12):4016-4037
- [143] Jamison MT, Molinski TF. Antipodal crambescins A2 homologues from the marine sponge *Pseudaxinella reticulata* antifungal structure-activity relationships. *Journal of Natural Products*. 2015;78:557-561
- [144] Nishimura S, Arita Y, Honda M, Iwamoto K, et al. Marine antifungal theonellamides target 3 β -hydroxysterol to activate Rho1 signaling. *Nature Chemical Biology*. 2010;6:519-526
- [145] Kumar R, Subramani R, Feussner KD, Aalbersberg W, Aurantoside K, a new antifungal tetramic acid glycoside from a Fijian marine sponge of the genus *Melophlus*. *Marine Drugs*. 2012;10:200-208
- [146] Rudi A, Kashman Y. Three new cytotoxic metabolites from the marine sponge *Plakortis halichondroides*. *Journal of Natural Products*. 1993;56:1827-1830
- [147] El-Amraoui B, Biard JF, Fassouane A. Haliscosamine: A new antifungal sphingosine derivative from the Moroccan marine sponge *Haliclona viscosa*. *Springer Plus*. 2013; 2:252

- [148] Sionov E, Roth D, Sandovsky-Losica H, Kashman Y, et al. Antifungal effect and possible mode of activity of a compound from the marine sponge *Dysidea herbacea*. *The Journal of Infection*. 2005;50:453-460
- [149] Chen Y, McCarthy PJ, Harmody DK, Schimoler-O'Rourke R, et al. New bioactive peroxides from marine sponges of the family plakiniidae. *Journal of Natural Products*. 2002;65:1509-1512
- [150] Vuong D, Capon RJ, Lacey E, Gill JH, et al. Onnamide F: A new nematocide from a southern Australian marine sponge, *Trachycladus laevispirulifer*. *Journal of Natural Products*. 2001;64:640-642
- [151] Edrada RA, Ebel R, Supriyono A, Wray V, et al. Swinhoeamide A, a new highly active calyculin derivative from the marine sponge, *Theonella swinhoei*. *Journal of Natural Products*. 2002;65:1168-1172
- [152] Wright AD, McCluskey A, Robertson MJ, MacGregor KA, et al. Anti-malarial, anti-algal, anti-tubercular, anti-bacterial, anti-photosynthetic, and anti-fouling activity of diterpene and diterpene isonitriles from the tropical marine sponge *Cymbastela Hooperi*. *Organic & Biomolecular Chemistry*. 2011;9:400-407
- [153] Chen Y, Killday KB, McCarthy PJ, Schimoler R, et al. Three new peroxides from the sponge *Plakinastrella* species. *Journal of Natural Products*. 2001;64:262-264
- [154] Rifai S, Fassouane A, Kijjoa A, VanSoest R. Antimicrobial activity of *Untenospongia* B, a metabolite from the marine sponge *Hippospongia communis* collected from the Atlantic Coast of Morocco. *Marine Drugs*. 2004;2:147-153
- [155] Piao SJ, Song YL, Jiao WH, Yang F, et al. Hippolachnin A, a new antifungal polyketide from the South China sea sponge *Hippospongia lachne*. *Organic Letters*. 2013;15:3526-3529
- [156] Herecia F, Ubeda A, Ferrandiz ML, Terencio MC, et al. Anti-inflammatory activity in mice of extracts from Mediterranean marine invertebrates. *Life Sciences*. 1998;62:PL115
- [157] Sturm C, Paper DH, Franz G. Screening for immune response modifiers from marine origin. *Pharmaceutical and Pharmacological Letters*. 1999;9:76
- [158] Jiang YH, Ryu S-H, Ahn E-Y, You S, et al. Antioxidant activity of (8E,13Z,20Z)-strobilinin/(7E,13Z,20Z)-felinin from a marine sponge *Psammocinia* sp. *Natural Product Sciences*. 2004;10(6):272-276
- [159] Keyzers RA, Northcote PT, Zubkov OA. Novel anti-inflammatory spongin diterpenes from the New Zealand marine sponge *Chelonaplysilla violacea*. *European Journal of Organic Chemistry*. 2004;(2):419-425
- [160] Posadas I, Terencio MC, De Rosa S, Paya M. Cavernolide: A new inhibitor of human sPLA2 sharing unusual chemical features. *Life Sciences*. 2000;67:3007
- [161] Lucas R, Casapullo A, Ciasullo L, Gomez-Paloma L, Payá M. Cycloamphilectenes, a new type of potent marine diterpenes: Inhibition of nitric oxide production in murine macrophages. *Life Sciences*. 2003;72(22):2543-2552
- [162] Cichewicz RH, Kenyon VA, Whitman S, Morales NM, et al. Redox inactivation of human 15-lipoxygenase by marine-derived meroditerpenes and synthetic chromanes: Archetypes for a unique class of selective and recyclable inhibitors. *Journal of the American Chemical Society*. 2004;126:14910-14920

- [163] Keyzers C, Wicker B, Gazzola V, Anton JL, et al. A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. *Neuron*. 2004;42(2):335-346
- [164] Ferrandiz ML, Sanz MJ, Bustos G, Paya M, et al. Avarol and avarone, two new anti-inflammatory agents of marine origin. *European Journal of Pharmacology*. 1994;253:75-82
- [165] Muller WEG, Bohm M, Batel R, De Rosa S, et al. Application of cell culture for the production of bioactive compounds from sponges: Synthesis of avarol by primmorphs from *Dysidea avara*. *Journal of Natural Products*. 2000;63:1077-1081
- [166] Posadas I, Terencio MC, Giannini C, D'Auria MV, Paya M. Dysidotronic acid, a new sesquiterpenoid, inhibits cytokine production and the expression of nitric oxide synthase. *European Journal of Pharmacology*. 2001;415:285-292
- [167] Gunasekera SP, Isbrucker RA, Longley RF, Wright AE, et al. Plakolide A, a new gamma-lactone from the marine sponge *Plakortis* sp. *Journal of Natural Products*. 2004;67:110
- [168] Lu PH, Chueh SC, Kung FL, Pan SL, et al. Ilimaquinone, a marine sponge metabolite, displays anticancer activity via GADD153-mediated pathway. *European Journal of Pharmacology*. 2007;556:45-54
- [169] Glase KB, Lock YW. Regulation of prostaglandin H synthase 2 expression in human monocytes by the marine natural products manoalide and scalaradial. Novel effects independent of inhibition of lipid mediator production. *Biochemical Pharmacology*. 1995;50:913-922
- [170] Pastor PG, De Rosa S, De Giulio A, Paya M, Alcaraz MJ. Modulation of acute and chronic inflammatory processes by cacospongionolide B, a novel inhibitor of human synovial phospholipase A2. *British Journal of Pharmacology*. 1999;126:301-311
- [171] Giannini C, Debitus C, Lucas R, Ubeda A, et al. New sesquiterpene derivatives from the sponge *Dysidea* species with a selective inhibitor profile against human phospholipase A2 and other leukocyte functions. *Journal of Natural Products*. 2001;64:612-615
- [172] Miyaoka H, Yamanishi M, Mitome H. PLA2 inhibitory activity of marine sesquiterpene noids cladocorans, their diastereomers and analogues. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*. 2006;54:268-270
- [173] Dal-Piaz F, Casapullo A, Randazzo A, Riccio R, Pucci P, et al. Molecular basis of phospholipase A2 inhibition by petrosaspongiolide M. *Chembiochem*. 2002;3:664-671
- [174] Garcia P, Randazzo A, Gomez-Paloma L, Alcaraz MJ, Paya M. Effects of petrosaspongiolide M, a novel phospholipase A2 inhibitor, on acute and chronic inflammation. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 1999;289:166-172
- [175] Barnette MS, Rush J, Marshall LA, Foley JJ, et al. Effects of scalaradial, a novel inhibitor of 14 kDa phospholipase A2, on human neutrophil function. *Biochemical Pharmacology*. 1994;47:1661-1667
- [176] Fontana A, Mollo E, Ortea J, Cavagnin M, Cimino G. Scalarane and homoscalarane compounds from the nudibranchs *Glossodoris sedna* and *Glossodoris dalli*: Chemical and biological properties. *Journal of Natural Products*. 2000;63:527-530
- [177] Amagata T, Whitman S, Jonson TA, Stessman CC, et al. Exploring sponge-derived terpenoids for their potency and selectivity against 12-human, 15-human, and 15-soybean lipoxygenases. *Journal of Natural Products*. 2003;66:230-235

- [178] D'acquistio F, Lanzotti V, Carnuccio R. Cyclolinteone, a sesterterpene from sponge *Cacospongia linteiformis*, prevents inducible nitric oxide synthase and inducible cyclo-oxygenase protein expression by blocking nuclear factor-kappa B activation in J774 macrophages. *The Biochemical Journal*. 2000;346(3):793-798
- [179] Fukami A, Ikeda Y, Kondo S, Naganawa H, et al. Akaterpin, a novel bioactive triterpene from the marine sponge *Callyspongia* sp. *Tetrahedron Letters*. 1997;38:1201-1202
- [180] Keyzers RA, Nortcote PT, Webb V. Clathriol, a novel polyoxygenated 14 β sterol isolated from the New Zealand marine sponge *Clathria lissosclera*. *Journal of Natural Products*. 2002;65:598-600
- [181] Mandeau A, Debitus C, Ariès M-F, David B. Isolation and absolute configuration of new bioactive marine steroids from *Euryspongia* n. sp. *Steroids*. 2005;70:873-878
- [182] Sharma V, Lansdell TA, Jin G, Tepe JJ. Inhibition of cytokine production by hymenialdisine derivatives. *Journal of Medicinal Chemistry*. 2004;47(14):3700-3703
- [183] Tasdemir D, Mallon R, Greenstein M, Feldberg LR, et al. Aldisine alkaloids from the Philippine sponge *Stylissa massa* are potent inhibitors of mitogen-activated protein kinase kinase-1 (MEK-1). *Journal of Medicinal Chemistry*. 2002;45:529-532
- [184] Buchanan MS, Carroll AR, Addepalli R, Avery VM, Hooper JN, Quinn RJ. Natural products, stylissadines A and B, specific antagonists of the P2X7 receptor, an important inflammatory target. *The Journal of Organic Chemistry*. 2007;72:2309-2317
- [185] Sakamoto H, Furukawa K-I, Matsunaga K, Nakamura H, Ohizumi Y. Xestotoquinone activates skeletal muscle actomyosin ATPase by modification of the specific sulfhydryl group in the myosin head probably distinct from sulfhydryl groups SH1 and SH2. *Biochemistry*. 1995;34:12570-12575
- [186] Nakamura M, Kakuda T, Oba Y, Ojika M, Nakamura H. Synthesis of biotinylated xestotoquinone that retains inhibitory activity against Ca²⁺ ATPase of skeletal muscle myosin. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2003;11:3077-3082
- [187] Alvi KA, Rodriguez J, Diaz MC, Moretti R, et al. Protein tyrosine kinase inhibitory properties of planar polycyclics obtained from the marine sponge *Xestospongia* cf. *carbonaria* and from total synthesis. *The Journal of Organic Chemistry*. 1993;58:4871-4880
- [188] Laurent D, Jullian V, Parenty A, Knibiehler M, et al. Antiplasmodial marine natural products in the perspective of current chemotherapy and prevention of malaria. A review. *Marine Biotechnology*. 2006;14:433-477
- [189] Oku N, Nagai K, Shindoh N, Terada Y, et al. Three new cyclostellamines, which inhibit histone deacetylase, from a marine sponge of the genus *Xestospongia*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2004;14:2617-2620
- [190] Bourguet-Kondracki ML, Rakotoarisoa MT, Martin MT, Guyot M. Bioactive bromoacetylenes from marine sponge *Xestospongia testudinaria*. *Tetrahedron Letters*. 1992; 33:225-226
- [191] Roll DM, Scheuer PJ, Matsumoto GK, Clardy J. Halenaquinone, a pentacyclic polyketide from a marine sponge. *Journal of the American Chemical Society*. 1983;105:6177-6178
- [192] Nakamura H, Kobayashi J, Kobayashi M, et al. Xestotoquinone, a novel cardiotonic marine natural product isolated from the Okinawan sea sponge *Xestospongia sapra*. *Chemistry Letters*. 1985;(6):713-716

- [193] Kobayashi M, Shimizu N, Kitagawa I, Kyogoku Y, et al. Absolute stereoisomers of halenaquinol and halenaquinol sulfate, pentacyclic hydroquinones from the okinawan marine sponge *xestospongia sapra*, as determined by theoretical calculation of CD spectra. *Tetrahedron Letters*. 1985;26:3833-3836
- [194] Concepcion GP, Foderaro TA, Eldredge GS, Lobkovsky E, et al. Topoisomerase II-mediated DNA cleavage by adocia- and xestoquinones from the Philippine sponge *Xestospongia* sp. *Journal of Medicinal Chemistry*. 1995;38:4503-4507
- [195] Cao S, Foster C, Brisson M, Lazo JS, KDG. Halenaquinone and xestoquinone derivatives, inhibitors of Cdc25B phosphatase from a *Xestospongia* sp. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2005;13:999-1003
- [196] Gunasekera SP, Cranick S, Longley RE. Immunosuppressive compounds from a deep water marine sponge, *Agelas flabelli*. *Journal of Natural Products*. 1989;52:757-761
- [197] Chairman K, Jeyamala M, Sankar S, Murugan A, Singh R. Immunomodulating properties of bioactive compounds present in *Aurora globostellata*. *International Journal of Marine Science*. 2013;3:151-157
- [198] Schumacher M, Cerella C, Eifes S, Chateauvieux S, et al. Heteronemin, a spongean sesquiterpene, inhibits TNF alpha-induced NF-kappa B activation through proteasome inhibition and induces apoptotic cell death. *Biochemical Pharmacology*. 2010;79:610-622
- [199] Shin BA, Kim YR, Lee IS, Sung CK, et al. Lyso-PAF analogues, and lysophosphatidylcholines from the marine sponge *Spirastrella abata* as inhibitors of cholesterol synthesis. *Journal of Natural Products*. 1999;62:1554-1557
- [200] Zhao Q, Mansoor TA, Hong J, Lee CO, et al. New lysophosphatidylcholines and mono-glycerides from the marine sponge *Stelletta* sp. *Journal of Natural Products*. 2003; 66:725-728
- [201] Shen S, Liu D, Wei C, Proksch P, Lin W. Purpureins A-J, halogenated alkaloids from the sponge *Iotrochota purpurea* with antibiotic activity and regulation of tyrosine kinases. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2012;20:6924-6928
- [202] Lee Y, Jang KH, Jeon JE, Yang WY, et al. Cyclic bis-1,3-dialkylpyridiniums from the Sponge *Haliclona* sp. *Marine Drugs*. 2012;10:2126-2137
- [203] Yang F, Hamann MT, Zou Y, Zhang MY, et al. Antimicrobial metabolites from the Paracel Islands sponge *Agelas mauritiana*. *Journal of Natural Products*. 2012;75:774-778
- [204] Laport MS, Marinho PR, Santos OC, de Almeida P, et al. Antimicrobial activity of marine sponges against coagulase-negative staphylococci isolated from bovine mastitis. *Veterinary Microbiology*. 2012;155:362-368
- [205] Fusetani N. Biofouling and antifouling. *Natural Product Reports*. 2004;21:94-104
- [206] Blihoghe D, Manzo E, Vilella A, Cutignano A, et al. Evaluation of the antifouling properties of 3-alkylpyridine compounds. *Biofouling: Journal of Bioadhesion and Biofilm Research*. 2010;27:90-109

Nooshin Sadjadi

Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud.

<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72741>

Annotatsiya. Suv jonivorlari orasida mollyuskalar keng bioxilma-xillikka ega bo'lgan, oziqlanish xususiyatlari va tabiiy birikmalari tufayli dengiz organizmlarining asosiy turlaridan biri. Kimyoviy ekologiya organizmlardagi tabiiy birikmalarni tadqiq etishni tahlil qiladi va ularning atrof-muhit parametrlariga javoban ishlab chiqarilishi va o'zgarishini o'rganadi. 600 ga yaqin tabiiy birikmalar identifikatsiya qilindi, ularning metabolizmi mollyuskalarning to'rt sinfida batafsil o'rganildi: poliplakoforlar, qorinoyoqlilar, boshoyoqlilar va ikki pallalilar. Aniqlangan asosiy birikmalar aminokislotalar, lipidlar va yog' kislotalari, terpenoidlar va steroidlardir. Yog' kislotalari va lipidlar biologik membranalar uchun asosiy dastlabki tuzilmalar bo'lib, ularning fizik xususiyatlari membrana tuzilishini va uning faolligini yaratadi. Shuning uchun hujayralarning ko'plab funksiyalari membrana faolligiga va membrana lipidlarining kimyoviy tarkibiga va atrof-muhit parametrlariga quyidagicha bog'liq. Odatda, omega-6 ning omega-3 ga nisbati tabiiy oziq-ovqat manbalarida o'rtacha miqdorlarga ega. Nisbat qanchalik 1 ga yaqin bo'lsa, organizm metabolizmi shunchalik o'zlashtirishga sezgir bo'lishi mumkin. Atrof-muhit parametrlari, masalan harorat, sho'rlanish, pH va oziq-ovqat manbayi tabiiy birikmalarning miqdori va tuzilishini o'zgartirishi mumkin. Jins turi, reproduktiv davrlar va turli to'qimalar va ularning faoliyati kabi biologik omillar har xil turdagi tabiiy birikmalarni olishi mumkin.

Kalit so'zlar: mollyuskalar, kimyoviy ekologiya, biobirikmalar, atrof-muhit ko'rsatkichlari.

1. Kirish

Mollyuska (mollusk) nomi yumshoq ma'nosini anglatuvchi lotincha mollus so'zidan kelib chiqqan. Bu atama birinchi marta 1798-yilda chig'anoqlari reduksiyaga uchragan kalmarlar, karakatitsalar va hayvonlarni tasvirlash uchun Kyuve tomonidan ishlatilgan. Bo'g'imoyoqlilardan keyin mollyuskalar turlar soni bo'yi-cha eng ko'p uchraydigan tur hisoblanadi. Mollyuskalarning keng tarqalgan turlari va qazilma turlarining ko'pligini hisobga olsak, ular barcha ko'rsatilgan dengiz organizmlarining taxminan 23 foizini o'z ichiga olgan eng yirik dengiz turidir [1].

Mollyuskalar turli xil muhitda yashaydi va ekologik jihatdan juda xilma-xil. Tip 10 ta taksonomik sinfdan iborat bo'lib, ulardan ikkitasi butunlay yo'q bo'lib ketgan. Mavjud sinflar orasida kalmarlar, karakatitsa va sakkizoyoqlar kabi boshoyoqlilar barcha umurtqasizlar orasida nevrologik jihatdan eng taraqqiy etgan sinflardan biri hisoblanadi, qorinoyoqlilar (suvshillig'i va shilliqurt) esa bu turdagi eng ko'p sonli sinfni tashkil qiladi [1].

Mollyuskalar ekologiya va moslashish nuqtayi nazaridan juda muvaffaqiyatli hayvonlar guruhi bo'lib, ular barcha yashash joylarida, okeanning eng chuqur qatlamlaridan tortib, suv toshqini zonasigacha, chuchuk suv va quruqlik yerlarida uchraydi, bu yerda ular yashash joylarining keng doirasini egallaydi, ammo chuchuk suv va quruqlik yashash joylariga nisbatan dengizda eng ko'p turlarni topish mumkin.

Mollyuskalar odamlar, qushlar, baliqlar, sutemizuvchilar va boshqa umurtqasiz hayvonlar uchun oziq-ovqat manbai sifatida iste'mol qilinadi, shuningdek, ozuqa moddalarini qayta ishlashda, tuproq hosil bo'lishida va suvni filtrlashda asosiy rol o'ynaydi. Ular barcha turdagi suvli yashash joylarida atrof-muhit sifatining yaxshi bioindikatorlari hisoblanadi [4, 5].

Mollyuskalar boshqa turdagi hayvonlar orasida juda xilma-xil shaklga ega. Chig'anoqlar, shilliqurtlar va boshqa qorinoyoqli mollyuskalar; mollyuskalar, ustritsalar, ikki pallali mollyuskalar va boshqa ikki pallali mollyuskalar; kalmalar, karakatitsalar, sakkizoyoqlar va boshqa boshoyoqlilar; shuningdek, kamroq ma'lum bo'lgan kichik guruhlar tuzilishi, rangi va o'lchami bo'yicha qiziqarli farqlarga ega [6]. So'nggi paytlarda voyaga yetgan tirik bo'lmagan holatdagi ulkan kalmar eng yirik umurtqasizlardan biri bo'lib, uzunligi 10 m (33 fut) va og'irligi 500 kg (1100 funt) tashkil etadi.

Mollyuskalar, yuqorida aytib o'tilganidek, odamlar uchun muhim oziq-ovqat manbai, ammo ba'zi sharoitlarda mollyuskalarda to'planishi mumkin bo'lgan toksinlar bilan zaxarlanish xavfi mavjud. Bundan tashqari, ular marvarid, sadaf, train binafsha bo'yog'i va dengiz shoyi kabi ko'plab zeb-ziynat buyumlarining yaxshi manbai hisoblanadi. Shuningdek, qadimgi davrlarda ularning chig'anoqlari ham pul sifatida ishlatilgan [4].

Mollyuskalar juda ko'p va suv oziq zanjirida muhim trofik pog'onani hosil qiladi. Ularning ko'p qismi filtrlar bo'lib, boshqa tuproq umurtqasizlari bilan birgalikda ozuqa moddalarini qayta ishlash uchun muhimdir. Ko'p sonli mollyuskalar, masalan, suvshilliqarlari va chig'anoqlar odamlar uchun muhim oziq-ovqat manbai hisoblanadi. Ba'zi qorinoyoqli mollyuskalar zararkunandalar bo'lib, hosilni zararlaydi, boshqalari esa shistosomozni keltirib chiqaradigan o'pka qurtlari va odamlarda fatsiolyoz kasalligini keltirib chiqaradigan jigar qurtlari kabi kasalliklarni keltirib chiqaradigan ba'zi parazitlarning xo'jayinlari hisoblanadi [3, 5].

Oziq-ovqat sanoatida, chig'anoqlarni bezashda, bo'yoqlar va dori-darmonlarda mollyuskalardan keng foydalanish bilan bir qatorda, ularning biofaol moddalari va ikkilamchi metabolitlarini aniqlash, identifikatsiya qilish va ajratib olish keyingi vaqtlarda muhim ilmiy yo'nalishga aylandi. Masalan, mollyuskalardan ajratib olingan tabiiy mahsulotlar va ularning tuzilmaviy analoglari klinik sinovlarda saratonga qarshi birikmalarda yaxshi ifodalangan. Bu birikmalar va ularning turli xil kimyoviy tuzilmalari har bir ko'rinishda o'zgarishi mumkin [8–10].

Dengiz muhiti yuqori raqobatbardosh bo'lib, ham sanoat, ham tibbiyotda qo'llaniladigan fundamental birikmalarni ishlab chiqarishga qodir. Mollyuskalar

turlar soni bo'yicha dengiz muhitida ikkinchi o'rinda turadi. Ularning morfologik va fiziologik xususiyatlari ko'plab tadqiqotchilarni qiziqtiradi [1]. Mollyuskalar orasida qorinoyoqli mollyuskalar chig'anoq ishlab chiqarish sanoatida alohida rol o'ynaydi. Turlarning xilma-xilligi quruqlikda, chuchuk suvda va dengizda mavjud. Dengiz qorinoyoqli mollyuskalari dengiz baliq resurslarining juda oz qismini tashkil qiladi. Ko'pgina turlari zargarlik buyumlari, ajoyib va tijorat ahamiyatiga ega bo'lgan turli xil artefaktlar ishlab chiqarish uchun eksport qilinadi. Ayollar va bolalar bu qorinoyoqli va ikkipallali mollyuskalardan to'yimli ozuqa olish uchun sayoz estuariylarga yig'adilar. Qorinoyoqli mollyuskalarning chig'anoqlari va chig'anoq mahsulotlari dengiz sohilidagi mahalliy aholi uchun asosiy iqtisodiyot hisoblanadi. Dengiz ikkipallali va qorinoyoqli mollyuskalari ham ko'plab biologik faol birikmalarning boy manbayi hisoblanadi. O'zining shifobaxsh va sanoat xususiyatlari tufayli bir nechta turlar an'anaviy ravishda oziq-ovqat va chig'anoq ishlab chiqarish uchun ovlanadi [1].

Mollyuska turlari xavfli yoki zararkunanda bo'lishi mumkin. Masalan, ko'pincha o'limga olib keladigan ko'k halqali sakkizoyoq va *Octopus apollyon* bir oydan ortiq davom etishi mumkin bo'lgan yallig'lanishni keltirib chiqaradi. Zaxarli konussimon chig'anoqlar o'ldirishi yoki yallig'lanishga olib kelishi mumkin, ba'zida ularning zaxarlari nevrologik tadqiqotlarda muhim vosita bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, ba'zi shilliqurtlar va slizni qishloq xo'jaligi zararkunandalari yoki tranzit parazitlar kasalliklarning xavfli tashuvchilari hisoblanadi [10, 11].

2. Kimyoviy ekologiya tushunchasi

Turli xil mollyuskalar, ehtimol, sovuq mavsumda omon qolish uchun neytral va umumiy lipidlardan foydalanadi va ularni issiq mavsum uchun zaxira qiladi. Zaxiralangan lipidlarning ahamiyati reproduktiv maqsadlar uchun muhim. Biroq ular qishda uglevod zaxiralari tugab qolganida energiya bilan ta'minlanishi ham ko'rsatilgan. Bu shuni ko'rsatadiki, hayvonlarning yog' kislotalari, xususan, neytral lipidlarning tarkibi ularning metabolik faolligi va ularning parhez lipidlarining tarkibiy qismlari bilan belgilanadi [12].

Oziq-ovqat muhiti va ratsion tarkibi mollyuskalarning turli guruhlarida yog' kislotalari darajasi yoki turining o'zgarishiga sabab bo'luvchi muhim omillar hisoblanadi. Bu turdagi turli guruhlarda turli xil ovqatlanish odatlari (masalan, filtrlar va detritofaglar) mavjud. Lipidlarning katta qismi va C20:5 ω 3 va C22:6 ω 3 kislotalarining katta qismi mos ravishda diatom suvo'tlari va dinoflagellatlar tomonidan yetkazib beriladi. Masalan, filtrlovchi ikki pallali mollyuskalar ratsionining tarkibi dinoflagellatlar, bakteriyalar va dispers organik materialdan iborat. Diatomli suvo'tlar yuqori darajadagi C20:5 ω 3 va past darajadagi C22:6 ω 3 kislotaga ega, ammo dinoflagellatlar yuqori darajadagi C22:6 ω 3 kislotaga ega ekanligi aniqlandi. Mollyuskalarning ba'zi turlari detrit bilan oziqlanadi va lipidlar miqdori, 14–18 uglerod atomli NJK va MNJK detrit bilan ta'minlanadi. Shunday qilib,

ratsion tarkibi yilning to'rt fasli davomida turli guruhlar o'rtasida yog' kislotalari darajasi va turining o'zgarishida muhim rol o'ynaydi [13–15].

Turli metabolik jarayonlar yog' kislotalari darajasi va turining o'zgarishida muhim rol o'ynaydi, chunki turli metabolik jarayonlar o'rtasida iste'mol qilinadigan energiya miqdorida sezilarli farqlar mavjud. Barcha metabolik jarayonlar orasida reproduktiv sikl asosiy energiya iste'moli jarayoni bo'lib, bu jarayon yuqori darajadagi energiyani (yog' kislotalari) talab qiladi. Shuning uchun ehtimol, reproduktiv sikllar va yog' kislotalari profili o'rtasida aniq bog'liqlik mavjud. Barcha yog' kislotalari orasida C20:4ω6 asosan reproduktiv fermentlar bilan assotsiatsiyalanadi va bu birikmaning eng yuqori miqdori urchish va reproduktiv jarayonlarda iste'mol qilinadi.

O'sish katta miqdordagi energiyani talab qiladigan jarayonlardan biri bo'lib, energiya darajalari (yog' kislotalari) o'sishning turli bosqichlarida o'zgaradi. O'sish ko'effitsiyenti turli a'zolar va turlar uchun bir xil emas va turli xil a'zolar o'sish uchun turli xil yog' kislotalarini talab qiladi. Turli a'zolar orasida jinsiy a'zolar, masalan gonadalar o'sish uchun ko'p miqdorda yog' kislotalariga ehtiyoj sezadi va eng yuqori energiya gonadalar o'sishi uchun sarflanadi. Shuning uchun metabolik nisbat va undan keyingi energiya darajasi turli xil jarayonlarda farq qiladi va metabolik nisbatlar yog' kislotalari miqdori va ularning profilida asosiy rol o'ynashini aniqlash mumkin [4, 5, 14].

Mollyuskalar neytral lipidlarining ΔYOKH darajasi pasayishi ehtimol, yog' kislotalarining gonadalarining yetilishi uchun mas'ul bo'lgan reproduktiv organlarga transport qilinishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Qish reproduktiv davr bo'lgan turli xil mollyuskalarda yog' kislotalari darajasi qishda boshqa mavsumlarga nisbatan pastroq [6, 7].

Ko'pgina tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mollyuskalar to'qimalaridagi yog' kislotalari va harorat o'rtasida ijobiy korrelyatsiya mavjud. Yozda lipidlar, ayniqsa, PNBK miqdorining to'planishi va ko'payishi va qishda kamayishi hujayra lipidlarining erish nuqtasining adaptiv boshqarilishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Tadqiqotlarda keltirilganidek, yozda lipidlar miqdori qishdagiga nisbatan yuqori bo'lib, bu quyidagilarga olib keladi: (1) gonadalarining yetilishi uchun reproduktiv organlarda lipidlarni iste'mol qilish va (2) hujayra lipidlarining erish nuqtasini adaptiv tartibga solish. Nihoyat, ularning to'qimalaridagi lipidlar darajasining o'zgarishi atrof-muhit parametrlari (masalan, harorat, yorug'lik va sho'rlanish), mavsumiy o'zgarishlar, oziqlanish joylari, urchish vaqti va reproduktiv jarayonlar, jinsiy rivojlanish va mollyuskalar metabolizmining o'sishi bilan bog'liq [15–17].

Mollyuskalar tanasining umumiy lipidlari tahlillarida turli to'qimalardan aniqlangan yog' kislotalari, fosfolipidlar va neytral lipid fraksiyalari aniqlandi. Bu yog' kislotalari asosan dengiz va chuchuk suv mollyuskalarida tarqalgan. Shuningdek, C13:0, C15:0, C17:0 va C20 kabi toq yog' kislotalari turli xil lipidlar tarkibidagi polito'yinmagan yog' kislotalari aniqlandi. Yuqorida aytib o'tilganidek,

harorat, oziq-ovqatning mavjudligi, metabolik va fiziologik faollik mollyuskalarining lipidlari va yog' kislotalari tarkibiga ta'sir qilishi mumkin [6, 8].

3. Mollyuskalarda tabiatdagi birikmalarning kimyoviy ekologiyasi

Dengiz mollyuskalari yangi tabiiy mahsulotlar va ikkilamchi metabolitlarni ajratib olish va identifikatsiyalashga qaratilgan ko'plab kimyoviy tadqiqotlar obyektiga aylandi. Quruqlikdagi va chuchuk suvdagi turlar kimyosi haqida ma'lumotlar kam bo'lganligi bois, bu sharh dengiz hayvonlariga qaratilgan. Turlar o'rtasidagi kimyoviy farqni hisobga olgan holda, dengiz tabiiy mahsulotlarining yillik ma'lumotlarida [1] taxminan 251 turdan kamida 977 xil birikma ajratib olingan, bu ularning biokimyoviy usullaridan olingan turli xil kimyoviy xilma-xillik va o'xshash birikmalarni ko'rsatib beradi. Ushbu birikmalar faqat bitta turdan yoki bir xil oila yoki turkumdan ajratib olinishi mumkin [9].

Turlar xilma-xilligining tarqalish gistogrammasi ko'plab metabolitlarni aniqlaydi, bunda o'rtacha son ikkita va maksimal – bitta turdan ajratilgan 58 ta birikmani tashkil qiladi [18, 19].

Qidiruv natijalari, odatda, tarkibiy jihatdan bog'liq bo'lgan birikmalarning kichik guruhlarini (analoglarini) ko'rsatadi, chunki aralashmalar bir xil tur uchun turli xil yashash joylarida farqlanadi. Masalan, *Aplysia kurodai* dengiz quyonidan terpenlar, alifatik azotli birikmalar, makrolidlar va yog' kislotalari hosilalari kabi 25 ta birikma ajratib olingan. Sakkitza yangi metabolit ushbu turdan yangi muhitda ajratilgan [20].

Uning yaqin qarindoshi bo'lgan *Aplysia dactylomela* 58 ta birikmaga ega bo'lib, ular asosan terpenlar bo'lib, ehtimol bu kosmopolit o'simlikxo'r dengiz quyonlarining suv o'tlari dietasidan olingan. *Patinopectin yessoensis* ikki pallali mollyuskada sterollar va suv o'tlari toksinlari miqdori bo'yicha ikkinchi o'rinni egallagan. Demak, ozuqa manbalari mollyuskalarning kimyoviy xilma-xilligiga sezilarli hissa qo'shishini aniqlash mumkin. Ikkilamchi metabolitlar biogenezi-ning dalillari asosan oziqlanish bo'yicha tajribalardan kelib chiqadi, ular radio-markerlangan o'tmishdoshlarni turli jag'li mollyuskalarning ma'lum guruhlariga kiritilishini ko'rsatadi. Ajratilgan ikkilamchi metabolitlar keng doiradagi tuzilma-viy sinflarga kiradi, ba'zi birikmalar ma'lum taksonlarda ko'proq dominantlik qiladi [21, 22].

Shubhasiz, ikkilamchi metabolitlarning barcha turlari qorinoyoqlilarda ham, ikkipallali mollyuskalarda ham mavjud. Terpenlar qorinoyoqlilarda ustunlik qiladi, ikkipallali mollyuskalarda esa faqat uchta terpen aniqlandi. Terpenlar yumshoq tanali o'txo'r qorinoyoqli mollyuskalarni o'rganishning muhim sohasi bo'lib, ular ushbu birikmalarni o'z himoyasi uchun o'z ratsionidan olishlari mumkin edi [5]. Ikkipallali mollyuskalarda sterinlar qisman ularning ko'payish sikllaridagi roli tufayli ustunlik qiladi, qorinoyoqlilarda esa ular kam uchraydi, chunki ikkipallali mollyuskalar ustida olib borilgan ko'plab tadqiqotlar ularning baliqchilik va akva-

kulturada ahamiyati bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Polipropionatlar va alkalo- idlar ikkala sinfdan ajratib olingan, alifatik azotli birikmalar esa ikkala sinfdan ham nisbatan kam uchraydi [8].

Dengiz umurtqasiz hayvonlarida g'ayrioddiy birikmalar mavjud bo'lib, ular- ning ko'pchiligi qiziqarli biologik xususiyatlarga ega. Masalan, orqa jag'li va o'pka mollyuskalari ularning ikkilamchi metabolitlari tufayli ayniqsa muhimdir va ushbu birikmalarning ekologik roli va biosintezi ularning mikro suvo'tlari va diatom suvo'tlari kabi ratsioni bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Qisqartirilgan yoki butunlay yo'q bo'lib ketgan chig'anoqlar bilan himoyalanmagan orqa jag'lar turli xil kimyoviy moddalardan foydalangan himoyalanish strategiyalariga ega [12]. Tanlangan namuna olish stansiyalari Hindiston, Xitoy, O'rta yer dengizi, Avst- raliya va Atlantika sohillari kabi turli ekotizimlar bo'ylab joylashgan bo'lib, orqa jag'li hayvonlarning metabolizmi geografik joylashuvi, ekotizim turi va yashash muhitiga bog'liqligini ishonchli tarzda ko'rsatadi. Barcha turdagi mollyuskalar- ning oziqlanish ekologiyasi va yashash muhiti juda tanlanuvchan, shuning uchun qarindosh turlar ega bo'lgan ozuqa almashinuv metabolitlari ko'proq bir-biriga o'xshaydi, de novo biosintez qilinganlari esa bir oilaga mansub, ammo turli ge- ografik yashash muhitiga ega bo'lgan turlarda eng o'xshashdir. So'nggi yillarda o'tkazilgan ba'zi biosintetik tajribalarda ham tahlil qilingan [23, 24].

Yangi ikkilamchi metabolitlarni ajratib olish va identifikatsiyalashga yo'nalti- rilgan tabiiy mahsulotlar bo'yicha tadqiqotlar bugungi kunga qadar faqat mollyus- ka turlarining kichik qismida o'tkazilgan. Ko'pgina an'anaviy mollyuskalarning biologik faolligi hali tasdiqlanmagan, ammo ikki pallali mollyuskalar, boshoyoqli- lar va senogastropodalar bo'yicha olingan dastlabki ma'lumotlar ularni tibbiyotda qo'llash uchun ma'lum bir kimyoviy asos mavjud bo'lishi mumkinligini taxmin qilishga imkon beradi.

Mollyuskalar tomonidan ishlab chiqariladigan barcha birikmalar harorat, sho'rlanish va mavsumiy tebranishlar kabi atrof-muhit omillari tufayli farqlana- di. Shuning uchun atrof-muhit omillarining o'zgarishi kimyoviy komponentlar- ning o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Kimyoviy komponentlardagi farqlar ishlab chiqarish uchun turli xil sharoitlarni talab qiladi, masalan yog' kislotalari va ami- nokislotalar ma'lum harorat va sho'rlanish bilan bog'liq. Xulosa qilib aytganda, turli fasllarda atrof-muhit omillarining o'zgarishi birikmalar darajasining pasayi- shi yoki oshishiga sabab bo'ladi. Bundan tashqari, oziq-ovqatning mavjudligi, metabolik va fiziologik faollik kabi boshqa biologik omillar mollyuskalarning lipid va yog' kislotalari tarkibi kabi birikmalarga ta'sir qilishi mumkin [13–15].

4. Mollyuskalardagi tabiiy birikmalarning turli tiplari

Aminokislotalar almashinmaydigan aminokislotalar (EAK) (inson tomonidan sintezlanmaydi) va almashinadigan aminokislotalarga (NEAK) bo'linadi. Dengiz muhitida yog'lar va boshqa uglevodorod hosilalaridan tashqari, organizmlar sin-

tez qiladigan uglevodorodlar, odatda, shu muhitda uchraydi. Alifatik uglevodorodlar asosiy guruh bo'lib, bir necha turdagi dengiz, shuningdek, quruqlikdagi o'simliklar va hayvonlarda uchrashi mumkin.

Mollyuskalarning butun tanasida turli xil yog' kislotalari mavjud, masalan Δ NJK, Δ MNJK va Δ PNJK. Turli mavsumlarda turli guruhlardagi ularning darajalarida o'zgarishlar yoki variatsiyalar bo'lishi mumkin. Bu farqlar haroratga, ovqatlanish joylariga yoki metabolik ehtiyojlarga asoslanadi [24–26].

Triatsilglitserin birikmalari organizmdagi turli jarayonlarda energetik maqsadlar uchun QYATni saqlaydi va ular tarkibiy lipidlarga uzatilishi yoki turli a'zolar faoliyati uchun ma'lum metabolik yo'llarga yo'naltirilishi mumkin bo'lgan QYATning vaqtinchalik zaxirasi bo'lishi mumkin. Aksincha, mollyuskalarning fosfolipid birikmalarining fraksiyalari energiya manbai sifatida foydalaniladigan to'yingan yog' kislotalari zaxirasi va bir nechta membrana tuzilmalarida fosfolipidlar sintezi yoki bir nechta metabolik jarayonlarga qo'shilish uchun zarur bo'lgan PNBK zaxirasiga nisbatan hujayraning tuzilmaviy aniqligini saqlash uchun sezilarli darajada kamroq mavsumiy o'zgarishlarni ko'rsatadi [25, 26].

Mollyuskalar aminokislotalar, yog' kislotalari, lipidlar, terpenlar va steroidlar kabi ko'plab muhim va turli xil tabiiy birikmalarining manbai. Yog' kislotalarining turli xillari, masalan lipidlar, Δ NJK, Δ MNJK va Δ PNJK, omega-6 dan omega-3 gacha va boshqa birikmalar mollyuskalarning turli sinflari, ayniqsa, poliplakofor, qorin oyoqlilar, bosh oyoqlilar va ikki pallalilar tomonidan ishlab chiqariladi. To'rt sinf shu bilan ahamiyatga egaki, ular 600 ga yaqin tabiiy birikmalarni ishlab chiqarishi mumkin. Turli turlar, organlar va jinslar o'rtasidagi tabiiy birikmalar darajasi turlicha bo'lib, ko'plab biotik va abiotik omillar bu darajalarda o'zgarishlarni keltirib chiqarishi mumkin. Bundan tashqari, jarayon va metabolizm barcha birikmalar uchun turlicha bo'ladi. Nihoyat, aminokislotalar, lipidlar va yog' kislotalari, terpenlar va steroidlar ular ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan muhim tabiiy birikmalardir [27–29].

5. Mollyuskalarda yog' kislotalarining o'rni va ahamiyati

Lipidlar metabolik energiyaning asosiy manbai va hujayra va to'qima membranalarining shakllanishi uchun zarur bo'lgan materiallar bo'lib, shuningdek, tuxum ishlab chiqarish jarayonlarida muhim rol o'ynaydi. Ular dengiz hayvonlarining fiziologiyasi va reproduktiv jarayonlarida ahamiyatli bo'lib, dengiz muhitining o'ziga xos biokimyoviy va ekologik sharoitlarini aks ettiradi. Lipidlar uglevodlar darajasi (mollyuskalarning asosiy energiya zaxirasi) past bo'lgan cheklangan oziqlanish sharoitida o'sish uchun energiya beradi.

Lipidlar tarkibiga tashqi (ekzogen) omillar, masalan atrof-muhitning o'zgarishi va oziq-ovqatning sifat va/yoki miqdoriy o'zgarishi yoki jinsiy yetilish kabi ichki (endogen) omillar ta'sir qilishi mumkin [28–30].

Mollyuskalarda zaxiralarning to'planishi va kamayishi asosan gonadalarining rivojlanish bosqichiga, atrof-muhitning metabolik faollikka ta'sir etuvchi omillariga, ozuqaning miqdori va ozuqaviy qiymatiga bog'liq. Odatda, turlarda asosiy energiya manbai glikogen birikmasi hisoblanadi, lipidlar esa gonadalar uchun oziq moddalar zaxirasi manbai sifatida qaraladi. Gonadalaridagi lipidlar miqdori bilan reproduktiv jarayon sikli fazasi o'rtasida yuqori korrelyatsion bog'liqlik ikkipallali mollyuskalarning har xil turlarida, shuningdek, jag' oldi mollyuskalarida aniqlandi.

Lipidlar va yog' kislotalari tarkibidagi mavsumiy o'zgarishlar bir nechta dengiz mollyuskalari uchun qayd etilgan va o'sish jarayoni va jinsiy voyaga yetish sikli bilan bog'liq: yoz mavsumida va yuqori haroratda, o'sish jarayoni sodir bo'lganda, lipid birikmalarining sig'imi ko'payadi, saqlanadi, keyinchalik jinsiy voyaga yetish siklida gametogenez uchun iste'mol qilinadi (kuz yoki qishda), odatda, urchish jarayonida kamayadi. Biroq ushbu nashrlarning aksariyati ikki pallali mollyuskalar sinfiga qaratilgan, bu ularning katta tijorat ahamiyati va odamlarning ijtimoiy salomatligiga ta'siri tufayli bo'lishi mumkin. Biokimyoviy birikmalar va ularning kimyoviy tuzilishini, xususan, oldingi jag'li qorinoyoqli mollyuskalaridagi yog' kislotalari birikmalarini o'rganish bevosita amalga oshiriladi [30].

Suvshilliqchlari – o'simlikxo'rlar bo'lib, ular bir hujayrali organizmlar, mikroblar, suv o'tlarining murtaklari va detritni katta miqdorda olib tashlaydilar, ehtimol, o'z chandig'i atrofida ozuqa ekskursiyalari paytida amalga oshadi. Natijada, ularning ovqat ratsionida sezilarli farqlar mavjud. Dengiz suv o'tlarining turlarining yog' kislotalari tarkibini batafsil tavsiflovchi ko'plab manbalar mavjud. Suv o'tlari lipidlarining mavjudligi va sifati dengiz baliqlari lichinkalari, krevetkalar va mollyuskalar kabi suv hayvonlarining oziqlanishi, o'sishi va rivojlanishi uchun juda muhim [28, 31, 32].

Dengiz mollyuskalari yog' kislotalari, aminokislotalar va sterinlar kabi oziqlanish uchun muhim bo'lgan birikmalarining ajoyib manbai. Yog' kislotalari yaxshi energiya manbai, membrana komponentlari, shuningdek, metabolik va signal mediatorlari sifatidagi asosiy roli tufayli hayot uchun zarurdir. So'nggi yillarda polito'yinmagan yog' kislotalari (PTYOK) yurak-qon tomir kasalliklariga qarshi yaxshi vosita sifatida tan olingan. Dengiz organizmlari n-3 PNJKga boy oziq-ovqat iste'mol qiladi va hayvonlarning lipidlari 50 foizgacha to'yinmagan yog' kislotalarini beshta yoki oltita qo'shbo'g' bilan o'z ichiga olishi mumkin, shu jumladan 22:6 n-3 va 20:5 n-3 [18, 19].

Sterol atamasi 3-gidrosil guruhi bilan bog'langan siklopentanofenantren halqasi bilan birikmani anglatadi. Qorinoyoqli mollyuskalar sterollarining dastlabki tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, xolesterin barcha turlarning asosiy steroli hisoblanadi. Aksariyat turlarda faqat bir yoki ikki turdagi sterollar mavjud. Aminokislotalar oqsil molekulalarining qurilish qismlari hisoblanadi. Ular bir nechta hujayra jarayonlarini boshqarishda, shuningdek, gormonlar va azot asoslari kabi boshqa molekulalarning

ajdodi sifatida metabolitlarni organizmlar gomeostazida chaqiradi. Mollyuskalarining, ayniqsa, ikkipallali va qorinoqqli mollyuskalarning lipid tarkibi va saqlash strategiyasi lipidlar mollyuskalar to'qimalarining asosiy qismini tashkil qilgan vaqtdan boshlab o'rganilgan. Ularning lipidlarni o'rganishlariga tegishli deyarli barcha ma'lumotlar butun organizmga taalluqli bo'lib, to'qimalarda yog' kislotalarining taqsimlanishi haqida bir nechta ma'lumotlar mavjud [24, 26, 28, 29].

Dengiz mollyuskalarining jabra to'qimasidagi lipid Na kabi ionlarning boshqarilishida muhim rol o'ynaydi. Dengiz hayvonlarida Na ni yutishning asosiy qismi jabralarda amalga oshadi. Ular ionlar transportining boshlang'ich joyi bo'lishidan tashqari, jabralar ham oziq-ovqat iste'moli amalga oshadi, gaz almashinuvida muhim rol o'ynaydi va urg'ochilarda lichinkali gloksidiyalar uchun inkubator sifatida ishlaydi. Shunday qilib, jabralar ko'plab turli xil funksiyalarni faollashtiradi, shuning uchun ular bilan bog'liq jarayonlar yil davomida o'zgarishi mumkin. Lipidlardan C20:4 ω 6 kislota Na yutilishini boshqarishda ishtirok etuvchi prostaglandinlarni ishlab chiqarish uchun faol substrat bo'lib, jabra lipidlarida nisbatan yuqori miqdorga ega. Demak, jabralarda C20:4 ω 6 kislotasining yuqori darajasi Na yutilishini tartibga solish uchun jabralarda prostaglandinlar sintezi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Nihoyat, jabralarda C20:4 ω 6 kislotasining to'planishi organlardagi fiziologik faollik bilan bog'liq edi [22, 30–33].

Yog' kislotalari – oxirgi karboksil guruhlariga ega uglevodorod zanjirlaridan tashkil topgan organik birikmalar. Dengiz mahsulotlaridagi yog' kislotalari zanjiri sabzavotlardagi yog' kislotalari zanjiridan uzunligi bilan farq qiladi. Omega-3 yog' kislotalari ishtirokida prostaglandinlarning adrenalina ta'siri kamayadi va shu bilan qon tomirlarining torayishini oldini oladi. Dengiz mollyuskalari lipid birikmalarining yaxshi manbayi hisoblanadi, lipidlar esa hayvonlar uchun kerakli energiya manbayi va ozuqa mahsuloti hisoblanadi.

6. Omega-6 va omega-3 nisbatlari, ular bilan bog'liq ta'sirlar

Amalda omega-6 ning omega-3 ga nisbati tabiiy oziq-ovqat manbalarida, ayniqsa, dengiz oziq-ovqatlarida o'rtacha bo'ladi. Suv hayvonlarida mollyuskalar to'qimalarida omega-6 ning omega-3 ga nisbati boshqalarga nisbatan ancha yuqori. Bundan tashqari, omega-6 ning omega-3 ga nisbati turli organlar va turlar o'rtasida, shuningdek, dengiz va chuchuk suvdagi turlar o'rtasida o'zgarib turadi. Mos ravishda mollyuska turlarining jabralari, oyoqlari, mantiyalari va butun tanasi to'qimalarida omega-6 ning omega-3 ga nisbati sezilarli darajada farq qiladi [12, 14, 35].

Dengiz mollyuskalarining har xil turlari ω 3 yog' kislota birikmalariga boy (ayniqsa, C18:3 ω 3, C20:5 ω 3 va C22:6 ω 3). Biroq chuchuk suvdagi midia turlari ω 6 yog' kislota birikmalarining katta ulushini o'z ichiga oladi (ayniqsa, C18:2 ω 6 va C20:4 ω 6). Chuchuk suv midiyalarida $\Sigma\omega$ 6/ $\Sigma\omega$ 3 nisbati 2:4 ni tashkil qiladi, ammo dengiz turlarida bu nisbat 0,1:1,0 ni tashkil qiladi [1].

Semizlik murakkab holat bo'lib, yog' a'zosi, jigar, oshqozon-ichak trakti, oshqozon osti bezi, markaziy asab tizimi (MAT) va genetika kabi a'zolar va molekulyar yo'llarning regulatsiyasi buzilishi bilan kechadi. Ushbu kasallikda markaziy asab tizimining roli ko'proq e'tiborni talab qiladi, chunki semizlik darajasi oshadi va tegishli davolash samarasiz bo'lishi mumkin. Gipotalamus tizimi uzoq vaqtdan beri ishtaha va ovqat iste'molini boshqarishda tan olinganligi sababli, markaziy asab tizimining roli, shuningdek, atrof-muhitning energetik muvozanatga ta'siri o'rganildi. Bundan tashqari, omega-3 yog' kislotalari ushbu kasallikda, shuningdek, semizlikning oldini olish va davolashda muhim rol o'ynaydi [3, 4, 6].

Ko'plab to'yinmagan yog' kislotalari (PTOK) omega-6 va omega-3 birikmalari juda muhim va almashtirib bo'lmaydigan yog' kislotalari bo'lib, ular dietatik tarkiblardan olinishi mumkin. Ko'p to'yinmagan yog' kislotalari (PYOK) omega-6 va omega-3 birikmalari omega desaturatsiyasi uchun endogen fermentlarga muhtojligi va odamda va boshqa sutemizuvchilarda omega dezaturatsiyasi uchun endogen fermentlar yo'qligi sababli, bu birikmalar odam yoki boshqa sutemizuvchilar tomonidan ishlab chiqarilishi mumkin emas. Xususan, mollyuska turlari tomonidan ishlab chiqarilishi mumkin. G'arbning zamonaviy qishloq xo'jaligi ratsionlari omega-6 PNJKning ortiqcha konsentratsiyasini, ammo omega-3 PNJKning juda past konsentratsiyasini o'z ichiga oladi, bu esa odamlarda evolyutsiya jarayoni uchun mos keladigan 1:1 o'rniga omega-6/omega-3 ning nosog'lom nisbati 20:1 ga olib keladi [9, 10].

Shunday qilib, omega-6/omega-3 ning omega-6 PNBK foydasiga muvozanatsiz nisbati yuqori darajada protrombotik va yallig'lanishga qarshi bo'lib, ateroskleroz, semizlik va diabetning tarqalishiga olib keladi. Darhaqiqat, omega-6/omega-3 nisbatining muntazam va muvozanatli bo'lishi ushbu kasalliklarga ijobiy ta'sir ko'rsatadi va ushbu kasalliklarni (semizlik, diabet, ateroskleroz va saraton) yaxshilashda muhim omil hisoblanadi [23, 24, 26, 30].

Yuqorida aytib o'tilganidek, omega-6 yog' kislotalarining birikmalarini odam va boshqa sut emizuvchilarning hujayralarida omega-3 ga aylantirish va hosil qilish mumkin emas, shuning uchun ular omega-3 dezaturaza uchun ferment ishlab chiqara olmaydi, shuning uchun ularda omega-3 dezaturaza fermenti mavjud emas. Omega-6 va omega-3 yog' kislotalarining birikmalari o'zaro o'zgaruvchan emas va ular metabolik birikmalar bo'lib, funksional jihatdan farq qiladi. Bundan tashqari, ular muhim qarama-qarshi fiziologik ta'sirlarga ega, shuning uchun omega-3 ratsionidagi omega-6 yog' kislotalari muvozanati tananing yaxshiroq ishlashi va himoyasi uchun juda muhim [6, 7]. Baliaqni odamlar yoki yirtqichlar iste'mol qilganda, EPA va DHA ratsion tarkibidagi omega-6 yog' kislotalari, ayniqsa AA, tananing deyarli barcha hujayralari terisi va membranalarida, trombotsitlar, eritrotsitlar, neytrofillar, monotsitlar va jigar hujayralari membranalarida qisman almashtiriladi. Eykozanoidlarni hosil qilish uchun boshlang'ich birikmalar AA va EPA yog' kislotalari hisoblanadi. Ovqat ratsionida omega-6 yuqori bo'lgan

ligi sababli, AA dan olingan eykozanoidlar metabolizmi mahsulotlari, ayniqsa, prostaglandinlar, tromboksan, leykotrien, gidroksil yog' kislotalari va lipoidlar omega-3 yog' kislotalaridan, EPA dan hosil bo'lganlarga qaraganda ko'proq miqdorda hosil bo'ladi. AA dan olingan eykozanoidlar juda kichik konsentratsiyalarda biologik faol bo'lib, agar ular yuqori darajada hosil bo'lsa, ular tromblar va ateroma hosil bo'lishiga; allergik va yallig'lanish buzilishlariga, ayniqsa, sezgir odamlarda, hujayralar proliferatsiyasiga yordam beradi. Shunday qilib, omega-6 yog' kislotalariga boy bo'lgan parhez tarkibi fiziologik holatni qon yopishqoqligi, vazospazm, vazokonstriksiya va hujayralar proliferatsiyasining oshishi bilan protrombotik, yallig'lanish oldi va proagregatsion ta'sirlar tomonga o'zgartiradi. Omega-6 va omega-3 yog' kislotalari muvozanati prostaglandin, genlar ekspresiyasi va leykotriyenlar metabolizmi faolligi, shuningdek, interleykin-1 (IL-1) ishlab chiqarilishi nuqtayi nazaridan kamroq yallig'lanishli bo'lgan fiziologik holatni ifodalaydi [28–31].

Yangi qishloq xo'jaligi texnologiyalari hayvonlarning ozuqasini yaxshiroq va qisqa vaqt ichida ishlab chiqarish uchun ishlov berib (o'zgartirib), go'sht, tuxum va baliq kabi ko'plab oziq-ovqat mahsulotlarida omega-3 yog' kislotalari miqdorini kamaytirdi. Istemol qilinadigan yovvoyi o'simliklardan tayyorlangan mahsulotlar tarkibida omega-6 va omega-3 yog' kislotalari yetarli darajada muvozanatlashgan. Masalan, yovvoyi o'simliklardan *Portulaca oleracea*, yovvoyi o'simliklar, ismaloq bilan solishtirganda qizil bargli karam, *Buttercrunch lettuce* (karam) va *Brassica juncea* (karam)ga nisbatan madaniy yetishtiriladigan o'simliklarda 8 marta yuqori miqdorda ALK mavjud [30]. Akvakulturaning yangi texnologiyalari tabiiy usulda okean yoki chuchuk suvlarda yetishtirilgan baliqlarga qaraganda kamroq omega-3 yog' kislotalari bo'lgan baliqlarni yetishtiradi. Tovuqlarning tuxum sarig'idagi yog' kislotalari tarkibi omega-6: omega-3 nisbati 1,3 ga teng. AQSH Qishloq xo'jaligi vazirligi (USDA) tomonidan nazorat qilinadigan tuxum ishlab chiqarish esa 19,9 nisbatda degan xulosaga keladi. Tovuqlar uchun ozuqani baliq uni yoki zig'ir urug'i bilan oziqlantirish natijasida omega-6: omega-3 nisbati mos ravishda 6,6 va 1,6 gacha kamaydi [33].

Omega-6/omega-3 ning yuqori nisbati ba'zi kasalliklarni keltirib chiqaradi, masalan kannabinoid signallari va u bilan bog'liq mediatorlarning ko'payishi, bu esa yallig'lanish holati, energetik gomeostaz va kayfiyatning o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Hayvonlarda o'tkazilgan tajribalarda omega-6 kislotasining yuqori miqdorda iste'mol qilinishi mushaklarda insulinga sezgirlikning pasayishiga olib keladi va yog' to'qimalarida yog' to'planishiga yordam beradi. Dietik omega-3 yog' kislotalari bilan ovqatlanish usullari ushbu tizimning disregulyatsiyasini qaytaradi, insulinga sezgirlikni yaxshilaydi va tanadagi yog' to'planishini nazorat qiladi [5, 7].

Yakuniy kannabinoidlar omega-6 AA dan ajratib olingan lipidlardir. Ularning konsentratsiyasi (1) omega-6 va omega-3 yog' kislotalarini ovqat bilan iste'mol qilish; (2) yakuniy kannabinoid yo'li bilan ishtirok etuvchi biosintetik va

katabolik fermentlarning faolligi bilan boshqariladi, bu ishtaha va metabolizmni boshqarishda muhim mezon hisoblanadi. Yakuniy kannabinoidlar omega-6 AA dan ajratib olingan lipidlardir. Ularning konsentratsiyasi (1) omega-6 va omega-3 yog' kislotalarini ovqat bilan iste'mol qilinishi; (2) yakuniy kannabinoid yo'lidagi biosintetik va katabolik fermentlarning faolligi bilan boshqariladi, bu ishtaha va metabolizmni boshqarishda muhim ko'rsatkich hisoblanadi [9, 10, 13, 14].

7. Atrof-muhit parametrlari va oziqlanishning biobirikmalarga ta'siri

Ekologik va biologik parametrlar tabiiy birikmalar (yog' kislotalari, amino-kislotalar va steroidlar) miqdori va tuzilishini o'zgartirishi mumkin. Ekologik va biologik omillar turli fasllarda o'zgaradi, shuning uchun tabiiy birikmalarning miqdori va tuzilishidagi o'zgarishlarda mavsumiy o'zgarishlar asosiy rol o'ynaydi. Organizmlarning biokimyoviy tarkibidagi mavsumiy o'zgarishlarni o'rganish atrof-muhit, biologik, ekologik va fiziologik tarkibiy qismlarga qanday ta'sir qilishi mumkinligini izohlaydi. Shunday qilib, Mollyuskalar tipi vakillarining kimyoviy jarayonlardagi mavsumiy o'zgarishlar, xususan, biologik ko'rsatkichlari (ko'payish, o'sish, ozuqa turlari, oziqlanishi, jinslar nisbati, to'qimalar dispersiyasi) va atrof-muhit ko'rsatkichlari (harorat, suvning sho'rliigi va pH)ning o'zaro murakkab ta'siri bilan bog'liq [21, 23, 24].

Suv muhitdagi harorat va mollyuskalar to'qimalaridagi turli xil birikmalar o'rtasidagi yaqin bog'liqlikni turli haroratlarda metabolizm darajasining o'zgarishi bilan izohlash mumkin, bu hayvonlar to'qimalaridagi biobirikmalar miqdorini o'zgartirishga sabab bo'ladi. Bundan tashqari, suvning sho'rliigi va pH yog' kislotalari kabi birikmalardagi o'zgarishlarga ta'sir qiladi. Organizmlarning turli to'qimalarida yog' kislotalarining to'planishi har xil sho'rlanish va pH darajalari bilan farq qiladi. Shuningdek, turli xil sho'rlanish va pH darajasida yog' kislotalarining to'planishi turli organlar uchun bir xil emas, yog' kislotalarining qatlamlari va ularning jabra to'qimasidagi miqdori, masalan turli xil sho'rlanishlarda ko'proq o'zgarishlarga ega [4, 6].

Oqsillar, lipidlar va uglevodlar (glikogen) darajasi oziq-ovqatning mavjudligiga qarab o'zgarib turishi ko'rsatilgan. Oziq-ovqatning boyligi ikkipallali va qorinoyoqli mollyuskalar kabi turli xil to'qimalarda oqsil va lipidlarni to'plash imkonini beradi. Oziqlanish manbayi va biobirikmalarning tuzilishi o'rtasida korrelyatsiyalar mavjud bo'lib, ular suvli muhitda oziq-ovqatning mavjudligini oshiradi va turli xil mollyuskalar to'qimalarida biobirikmalarning ko'payishiga olib kelishi mumkin. Atrof-muhitda oziq-ovqatning mavjudlik darajasi yuqori bo'lganda, boshqa holatlarga nisbatan biobirikmalar darajasi yuqori bo'ladi [17, 20]. Reproduktiv sikl va ko'payish vaqti kimyoviy birikmalarning, ayniqsa, yog' kislotalarining o'zgarishida asosiy rol o'ynaydi, chunki ko'payish jarayonlari uchun energiya talabining yuqori darajasi va bu jarayonda iste'mol qilinadigan yog' kislotalari yuqori darajada bo'lishi lozim [31, 32].

Lipidlar, odatda, gametogenez davrida ko'payadi va gametlarning chiqishi paytida kamayadi. Oqsillar uchun gametogenez va urug'lanish jarayonida turli xil tendensiyalar kuzatiladi. Gametogenez jarayonida oqsil tarkibining ko'payishi, kamayishi yoki, hatto, barqaror bo'lib qolishi aniqlangan. Urug'lanish davrida protein miqdori ortib yoki kamayishi aniqlangan. Oziq-ovqat mavjudligi va suv harorati sharoitidagi farqlar kuzatilgan nomuvofiqliklarni qisman tushuntirishi va bu omillar oqsil to'planishiga ta'sir qilishi ma'lum [1, 2].

Har qanday organizmning biokimyoviy, fiziologik jarayonlarining aksariyati-da ishtirok etadigan oqsillar va lipidlarga e'tibor qaratish, atrof-muhit va fiziologik o'zgarishlarni tan olish uchun foydalidir. Darhaqiqat, aminokislotalar va yog' kislotalari o'rtasida mavsumiy tendensiyalardagi farqlar kuzatildi. Erkin aminokislotalar o'rtasidagi sho'rlanish bo'yicha differensial xatti-harakatlar va yog'li kislotalarning haroratga nisbatan harakati ko'p ta'kidlangan. Organizmning biokimyoviy tarkibi endogen (masalan, gametogenez, etilish, urug'lanish) va ekzogen (masalan, oziq-ovqat mavjudligi, sho'rlanish, harorat) jarayonlari bilan belgilanadi. Vaqtli biokimyoviy testlar xronologik va boshqa o'zgaruvchilar bilan chatishtirish imkonini beradi, bu tadqiqotchilarga organizm ekologiyasi va fiziologiyasi haqida ma'lumot olish, atrofda ekotizimga qanday ta'sir qilishini tushunish imkonini beradi [8, 9, 12].

Tabiiy birikmalarning miqdori va tuzilishini to'plashda to'qimalar va ularning faolligi o'rtasida sezilarli farqlar mavjud va turli to'qimalarda ularning faolligiga qarab yog' kislotalari, aminokislotalar va boshqa birikmalar to'planishi mumkin. To'qimalarda birikmalar darajasi ularning faoliyati bilan bog'liq. Ba'zi to'qimalar, masalan jinsiy bezlar, boshqa to'qimalarga nisbatan biobirikmalarning eng yuqori darajasiga ega, chunki jinsiy bezlar ko'payish va urug'lantirish jarayoni uchun yuqori energiyaga ega bo'lishi kerak. Jinsiy bezlar bu jarayon uchun katta miqdorda energiya iste'mol qilganligi sababli, ko'payish va urug'lantirish jarayonlari yuqori energiya darajasini talab qiladi. Bundan tashqari, jabralarda metaboliz uchun yuqori darajada energiya talab qiladi va shuning uchun bu to'qimada yog' kislotalarining yuqori miqdori to'planishi mumkin [15, 16].

Mollyuskalardagi jins turlari tabiiy birikmalarning konsentratsiyasi va naqshlarining o'zgarishiga ta'sir qilishi mumkin, chunki biologik omillar erkak va urg'ochi o'rtasida farq qiladi, biologik omillarning o'zgarishi birikmalarning o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Urg'ochilarda muhim omillardan biri bu reproduktiv yoki urug'lanish jarayoni bo'lib, bu aralashmalarni iste'mol qilish paytida o'zgarishlarga olib kelishi mumkin. Bu jarayon juda ko'p energiya talab qilganligi sababli, reproduktiv sikllarda deyarli ko'proq energiya sarflanadi. Shuning uchun urg'ochilarda energiya darajasining pasayishi kuzatiladi. Bundan tashqari, metabolik nisbat kabi boshqa omillar ham turli jinslar orasida va birikmalar darajasi jinslar orasida farq qiladi [17].

Tadqiqotlar natijalariga ko'ra, biotik va abiotik omillar tabiiy birikmalarning o'zgarishiga samarali ta'sir qiladi. Abiotik va ekologik omillar; harorat, sho'rlanish va pH, shuningdek, biotik omillar; o'sish, reproduktiv sikl, oziq-ovqat mavjudligi, jinsiy turi, to'qimalarning tarqalishi va funksiyasi tabiiy birikmalar konsentratsiyasi va lipidlar, yog' kislotalari, aminokislotalar va steroidlar tuzilishidagi o'zgarishlarga katta ta'sir ko'rsatadi.

Muallif ma'lumotlari

Nooshin Sadjadi

*Murojaat uchun nooshinsadjadi@yahoo.com.

Atrof-muhit fanlari va texnologiyalari bo'limi, Dengiz fanlari va texnologiyalari fakulteti, Shimoliy Tehron filiali, Islom Azad universiteti, Tehron, Eron.

Adabiyotlar:

- [1] Amsler C.D., Iken K.B., McClintock J.B., Baker B.J. Secondary metabolites from Antarctic marine organisms and their ecological implications. In: McClintock J.B., Baker B.J., editors. *Marine Chemical Ecology*. – Boca Raton: CRC Press; 2001. – Pp. 267–300.
- [2] Amsler C.D., McClintock J.B., Baker B.J. Secondary metabolites as mediators of trophic interactions among Antarctic marine organisms. – *American Zoologist*. 2001, 41. – 17–26.
- [3] Anil M.K. Laboratory rearing and breeding of spineless cuttlefish *Sepiella inermis* Orbigny (Mollusca: Cephalopoda). – *Journal of Aquaculture in the Tropics*. 2003, 18. – 35–44.
- [4] Avila C., Iken K., Fontana A., Cimino G. Chemical ecology of the Antarctic nudibranch *Bathydoris hodgsoni* Eliot, 1907: Defensive role and origin of its natural products. – *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2000, 252 (1). – 27–44.
- [5] Avila C., Fontana A., Esposito M., Ciavatta M.L., Cimino G. Fatty acids of Antarctic gastropods: distribution and comparison with Mediterranean species. – *Iberus*. 2004, 22. – 34–44.
- [6] Bachère E. Anti-infectious immune effectors in marine invertebrates: potential tools for disease control in larviculture. – *Aquaculture*. 2003, 227. 427–438.
- [7] Bahamondes-Rojas I., Bretos M. Induction of spawning and early development in *Fissurella picta* (Mollusca: Archaeogastropoda) from Southern Chile. – *Journal of Shellfish Research*. 2002, 21. – 185–191.
- [8] Benkendorff K., Davis A.R., Rogers C.N., Bremner J.B. Free fatty acids and sterols in the benthic spawn of aquatic molluscs, and their associated antimicrobial properties. – *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2005, 316. – 29–44.
- [9] Blunt J.W., Copp B.R., Munro M.H.G., Northcote P.T., Prinsep M.R. Marine natural products *Natural Product Reports*. 2005, 22. – 15–61.
- [10] Cohan C.S., Karnes J.L., Zhou F.Q. Culturing neurons from the snail *Helisoma*. *Methods in Cell Biology*. 2003, 71. – 157–170.
- [11] Constantino V., Fattorusso E., Menna M., Tagliatalata-Scafati O. Chemical diversity of bioactive marine natural products: An illustrative case study. *Current Medicinal Chemistry*. 2004, 11. – 1671–1692.

- [12] Hadfield M.G., Paul V.J. Natural chemical cues for settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae. In: McClintock J.B., Baker B.J., editors. – Marine Chemical Ecology. Boca Raton: CRC, 2001. – Pp. 431–461.
- [13] Iijima R., Kisugi J., Yamazaki M. L-Amino acid oxidase activity of an antineoplastic factor of a marine mollusk and its relationship to cytotoxicity. – Developmental and Comparative Immunology. 2003, 27. – 505–512.
- [14] Ishikura M., Hagiwara K., Takishita K., Haga M., Iwai K., Maruyama T. Isolation of new Symbiodinium strains from tridacnid giant clam (*Tridachna crocea*) and sea slug (*Pteraeolidia ianthina*) using culture medium containing giant clam tissue homogenate. – Marine Bio-technology. 2004, 6. – 378–385.
- [15] Jansen B.J.M., de Groot A. Occurrence, biological activity and synthesis of drimane sesqui-terpenoids. – Natural Product Reports. 2004, 21. – 449–477.
- [16] Jimeno J.M. A clinical armamentarium of marine-derived anti-cancer compounds. – Anti-Cancer Drugs. 2002, 13 (Suppl 1). – 15–11.
- [17] Koueta N., Boucaud-Camou E. Combined effects of photoperiod and feeding frequency on survival and growth of juvenile cuttlefish *Sepia officinalis* L. in experimental rearing. – Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2003, 296. – 215–226.
- [18] Gannefors C., Boer M., Kattner G., Graeve M., Eiane K., Gulliksen B., Hop H., Falk-Petersen S. The Arctic sea butterfly *Limacina helicina*: Lipids and life strategy. – Marine Biology. 2005, 147. – 169–177. DOI: 10.1007/s00227-004-1544-y.
- [19] Hanuš L.O., Levitsky D.O., Shkrob I., Dembitsky V.M. Plasmalogens, fatty acids and alkyl glyceryl ethers of marine and freshwater clams and mussels. Food Chemistry. 2009, 116. – 491–498. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.03.004.
- [20] Kirsten B. Molluscan biological and chemical diversity: Secondary metabolites and medicinal resources produced by marine molluscs. – Biological Reviews. 2010. DOI: 10.1111/j.1469-185X.2010.00124.
- [21] Magnusson C.D., Haraldsson G.G. Ether lipids. Chemistry and Physics of Lipids. 2011, 164. – 315–340.
- [22] Dembitsky V.M., Rezanka T., Kashin A.G. Fatty acid and phospholipid composition of freshwater molluscs *Anodonta piscinalis* and *Limnaea fragilis* from the river Volga. – Comparative Biochemistry and Physiology. 1993, 105. – 597–601.
- [23] Kraffe E., Sounant P., Marty A. Fatty acids of serine, ethanolamine, and choline plasmalogens in some marine bivalves. Lipids. 2004, 39. – 59–66. DOI: 10.1007/s11745-004-1202-x.
- [24] Brosche T., Brueckmann M., Haase K.K., Sieber C., Bertsch T. Decreased plasmalogen concentration as a surrogate marker of oxidative stress in patients presenting with acute coronary syndromes or supraventricular tachycardias. – Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. 2007, 45. – 689–691.
- [25] Latorre E., Collado M.P., Fernandez I., Aragonés M.D., Catalan R.E. Signaling events mediating activation of brain ethanolamine plasmalogen hydrolysis by ceramide. – European Journal of Biochemistry. 2003, 270. – 36–46.
- [26] Hartmann T., Kuchenbecker J., Grimm M.O. Alzheimer's disease: The lipid connection. Journal of Neurochemistry. 2007, 103. – 159–170. DOI: 10.1111/j.1471-4159.2007.04715.x

[27] Carballeira N.M. New advances in fatty acids as antimalarial, antimycobacterial and anti-fungal agents. *Progress in Lipid Research*. 2008, 47. – 50–61. DOI: 10.1016/j.plipres.2007.10.002.

[28] Proksch P., Edrada R.A., Ebel R. Drugs from the seas – Current status and microbiological implications. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2002, 59. – 125–134. DOI: 10.1007/s00253-002-1006-8.

[29] Schmidt E.W., Donia M.S. Life in cellulose houses: symbiotic bacterial biosynthesis of ascidian drugs and drug leads. *Current Opinion in Biotechnology*. 2010, 21. – 827–833. DOI: 10.1016/j.copbio.2010.10.006

[30] Lindquist N., Barber P.H., Weisz J.B. Episymbiotic microbes as food and defence for marine isopods, unique symbioses in a hostile environment. *Proceedings of the Biological Sciences*. 2005, 272. – 1209–1216. DOI: 10.1098/rspb.2005.3082.

[31] Haine ER. Symbiont-mediated protection. *Proceedings of the Biological Sciences*. 2008, 275. – 353–361. DOI: 10.1098/rspb.2007.1211.

[32] Wagele H., Ballesteros M., Avila C. Defensive glandular structures in Opisthobranch mollusks – From histology to ecology. *Oceanography and Marine Biology*. 2006, 44. – 197–276.

[33] Schuett C., Doepke H. Endobacterial morphotypes in nudibranch cerata tips: A SEM analysis. *Helgoland Marine Research*. 2013, 67. – 219–227. DOI: 10.1007/s10152-012-0317-0.

[34] Zhukova N.V., Eliseikina M.G., Balakirev E.S., Ayala F.J. A Novel Symbiotic Association of the Nudibranch Mollusk *Rostanga Alisae* with Bacteria. 2014. Unpublished work.

[35] Sajjadi N. et al. Seasonal variations of n-6: N-3 ratios and fatty acid compositions in foot and tissue of *Chiton Lamyi* in a high primary productivity area. – *American Journal of Environmental Sciences*. 2009, 5 (3). – 278–284.

2-BO'LIM

MUHOFAZA QILISH VA BARQAROR BOSHQARISH

12-BOB. NEOTROPIK CHUCHUK SUV BALIQLARINI (JANUBIY TROPİK VA MARKAZIY AMERIKANING CHUCHUK SUV BALIQLARI) SAQLAB QOLISHDAGI GENETIK TATBIQLAR

**Vito Antonio Mastrochirico Filho, Milena V. Freitas,
Raquel B. Ariede, Lieschen V.G. Lira, Natália
J. Mendes and Diogo T. Hashimoto**

Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud.
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73207>

Annotatsiya. Neotropik baliqlar butun dunyo bo'ylab barcha baliq turlarining taxminan 30 foizini tashkil qiladi. Neotropik havzalarda uchraydigan baliqlar turlarining xilma-xilligi hayot sikli strategiyalaridagi farqlarni va ma'lum morfologik, fiziologik va ekologik belgilarning namoyon bo'lishini aks ettiradi. Bu belgilar asosan oziqlanishning turli shakllari, yashash va ko'payish bilan bog'liq. Bugungi kunda baliq populyatsiyalari qit'a suv ekotizimlarining tabiiy holatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadigan antropogen omillar tufayli xavf ostida qolmoqda. Buning asosiy sabablari ovlanishlar, mahalliy bo'lmagan turlarning kirib kelishi, suv omborlari-to'g'onlar tizimining mavjudligi, foydali qazilmalarni qazib olish, o'rmonlarning ifloslanishi va kesish hisoblanadi. Turning biologiyasi va populyatsiya dinamikasi hali ham o'rganilmagan. Genetik vositalar neotropik baliq turlarini bir necha usullar bilan saqlab qolish uchun foydali manba bo'lishi mumkin. Molekulyar-genetik markerlari noma'lum va gibrid baliqlarni identifikatsiyalash uchun kuchli vosita hisoblanadi, shuningdek, neotropik ixtiofauna populyatsiyalarining genetik o'zgaruvchanligi va tuzilishini baholashga imkon beradi. Neotropik baliqlarda molekulyar markerlarning bir nechta tahlillari o'tkazildi, jumladan, allo'zim tahlili, DNK sohasidagi restriksiya fragmentlari uzunligi polimorfizmlari (RFLP), tasodifiy amplifikatsiyalangan polimorf DNK (AFLP), DNK (RAPD), mikrosatellitlar, alohida nukleotidlar polimorfizmlari (SNP) va mitoxondrial DNK markerlari (mtDNK) kabilar. Ko'p sonli markerlarni tahlil qilish uchun keyingi avlodni ketma-ketlashtirish tadqiqotchilarga neotropik baliqlarni saqlab qolish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan katta hajmdagi genom ma'lumotlarini olish imkonini berdi.

Kalit so'zlar: molekulyar markerlar, genetik konservatsiya, neotropik ixtiofauna, qayta tiklash, to'g'onlar.

1. Neotropik hududdagi daryolar

Dunyo bo'ylab chuchuk suv baliqlarining tarqalishi turli vaqtlardagi tarixiy iqlim va geologik hodisalar bilan bog'liq bo'lib kelgan. Bugungi kunda har bir global mintqa ekologik o'zgaruvchilarga turli xil yashovchanlikni ifodalovchi turlarning tarqalishiga to'sqinlik qiluvchi fizik to'siqlar tufayli turli xil tarqalish darajalariga ega [1]. Amerika qit'asi tropiklari o'zining yuqori bioxilma-xilligi bilan mashhur. Bu yashash muhitining xilma-xilligi va murakkab geologik tarix bilan bog'liq. Neotropik mintqa – bu Markaziy Amerika (jumladan, Meksikaning janubiy qismi va Quyi Kaliforniya yarim oroli), Florida janubi, Karib dengizi va Janubiy Amerikani o'z ichiga olgan biogeografik mintqa. Neotropik mintqaning kelib chiqishi va evolyutsiyasi uning faunasi o'rtaqidagi sinergiya (o'zaro bog'liqlik) jarayoni natijasida paydo bo'lgan, unda mahalliy yog'ingarchilik mavsumining o'zgarishlari va asta-sekin iqlim o'zgarishlari kuzatilgan, bu esa daryolar migratsiyasi, dengiz sathining o'zgarishi, mahalliy quruqlik va mahalliy ko'tarilishlar bilan boshqariladigan yashash joylari rang-barangligiga olib kelgan [2, 3].

Mintaqaviy geografik formatsiyalar mahalliy gidrografiya va turlarning tarqalishiga ta'sir ko'rsatib, turli biogeografik to'siqlarni shakllantiradi va ba'zi izolyatsiyalangan populyatsiyalarning tur hosil bo'lishiga imkon beradi. Binobarin, minglab daryo tizimlari bo'ylab bir jinsli bo'lmagan fizik to'siqlar bilan ajratilgan yirik havzalar, odatda, har xil turlarga ega bo'lib, ularning xatti-harakatlari atrof-muhit xususiyatlariga bog'liq [4, 5]. Neotropik mintqani qamrab olgan asosiy gidrografik havzalar Janubiy Amerikada joylashgan bo'lib, Kolumbiya va Braziliya gidrografik mintaqalarini o'z ichiga olgan Amazonka, Yuqori Parana, Paragvay-Parana, San-Fransisko daryosi va Urugvay daryosi havzalarini o'z ichiga oladi [1].

Amazonka daryosi havzasi Janubiy Amerika hududining taxminan 39 foizini, ya'ni 7,05 mln km² ni egallaydi. Havzaning 72 foizga yaqin maydoni Braziliya hududida joylashgan, ammo u g'arbdagi And tog'laridan sharqda Atlantika okeanigacha deyarli butun qit'ani qamrab oladi. Hovuzdagi suvning o'rtacha harorati 27–29 °C bo'lib, 34 °C ga yetadi. Yog'ingarchiliklar Amazonka havzasi uchun asosiy suv manbayi bo'lib, suvning taxminan 50 foiz yog'ingarchilik shaklida paydo bo'lgan, havza maydonining 6 foizi doimiy ravishda yirik va o'rtacha daryolar tomonidan suv quyilib turadi [1]. Amazonka daryosida iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lgan bir nechta baliq turlari ko'chib yuradi, masalan, *Siluriformes* turkumi vakillari minglab kilometr ga ko'chib yurishi mumkin va *Brycon spp.*, *Colossoma macropomum* va *Piaractus brachipomus* kabilar shular jumlasidan [8, 9]. Ko'chib yuruvchi baliqlarning asosiy yashash joylari yirik kanallar va suv havzalari bo'lib, ular oqim zonalarida ko'chib yuradi va ko'payadi [10].

Parananing yuqori havzasi Braziliyaning janubiy-markaziy mintaqasidagi Grande va Parnaib daryolarining qo'shilishidan hosil bo'lgan. Bu dunyodagi eng uzun daryolardan biri bo'lib, uzunligi 4695 km, suv yig'ish may-

doni $2,8 \times 106 \text{ km}^2$ ni tashkil qiladi. U Braziliya umumiy maydonining 10,5 foizini egallaydi va mamlakatning eng zich aholisi bo'lgan, to'g'onlar qurilishi va qishloq xo'jaligi, sanoat va shahar ifloslanishiga moyil bo'lgan mintaqalardan o'tadi. Yuqori Parana mintaqasi tropik va subtropik iqlimga ega bo'lib, o'rtacha harorati 22°C va yiliga 140 sm yog'ingarchilik kuzatiladi [1]. Porto-Primavera va Itaypu to'g'onlari oralig'ida 230 kilometrlik to'g'onlardan xoli hududga ega bo'lgan katta suv ombori mavjud bo'lib, mahalliy baliq faunasini saqlab qolish uchun muhim hudud hisoblanadi. Havzada *Piaractus mesopotamicus* va *Pseudoplatystoma corruscans* kabi yirik migratsiya qiluvchi turlar, shuningdek, qisqa masofaga ko'chib yuruvchi turlarning katta xilma-xilligi va *Astyanax altiparanae* va *Serrasalmus spp* kabi o'troq turlar mavjud [12].

Parana-Paragvay havzasi Braziliyaning janubi-sharqiy mintaqasining katta qismini va Paragvay, sharqiy Boliviya va shimoliy Argentina kabi boshqa mamlakatlarni qamrab oladi. Urugvay daryosi bilan birgalikda u Janubiy Amerika markaziy qismining katta qismini qamrab olgan. Hidrografik havza $2,8 \text{ mln km}^2$ ni egallaydi va Braziliya havzasining ikkinchi yirik havzasi hisoblanadi. Amazonka havzasidan farqli o'laroq, Parana-Paragvay havzasining iqlimi ancha quruq bo'lib, havza keskin quruqlik va sayozlik o'rtasida o'zgarib turadi, oktabrdan martgacha yomg'ir yog'adi. Yillik yog'in miqdori 800–1200 mm ni tashkil qiladi, bu esa sezilarli mavsumiy qatlamlarning shakllanishiga olib keladi [13]. Dunyodagi eng yirik va muhim suv-botqoq yerlardan biri Yuqori Paragvay havzasida joylashgan Pantanal hisoblanadi. Pantal suv-botqoq yerlarining murakkab gidrologik sikli baliq turlarining moslashuvchan va xilma-xil xususiyatlariga selektiv bosimni yuzaga keltiradi. Pantalning suvli botqoqliklarida mavjud neotropik turlarning 5 foizini tashkil qiladi [14, 15], ammo baliq populyatsiyalarining xilma-xilligi, tuzilishi va dinamikasi bo'yicha hayratlanarli darajada kam tadqiqotlar o'tkazilgan. Paragvay-Parana daryosidagi aksariyat baliqlar iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lgan ko'chib yuruvchi, masalan *Salminus brasiliensis*, *P. mesopotamicus*, *Brycon orbignyanus* va *P. corruscans*, *Pseudoplatystoma fasciatum* va *Paulicea luetkeni* kabi yirik laqqalar uchraydi [16].

Urugvay daryosi havza tizimi Braziliyaning janubiy qirg'oqlari yaqinidagi mo'tadil kengliklarda joylashgan bo'lib, balandligi 1800 m ga yetadi. U Braziliyadagi Santa-Katerina va Rio-Grandi-du-Sul shtatlari o'rtasidagi chegara bo'ylab Parana daryosigacha boradi, u yerda Argentinadagi Plata daryo qo'ltig'ini hosil qiladi. O'zining qiya ko'rinishi va chegaralarining ko'pligi tufayli Urugvay daryosi boshqa daryolarga qaraganda o'tishi qiyin. Suv oqimi tezligi yuqori bo'lganligi sababli, havzada ko'plab gidroelektr stansiyalari mavjud bo'lib, ular ko'chib yuruvchi turlarning ko'payishiga va ularning ikralari va lichinkalarining harakatlanishiga ta'sir qilishi mumkin [17].

San-Fransisko daryosi Braziliya hududining 7,4 foizini qamrab oladi va katta miqdordagi suv omborlaridan iborat bo'lib, mamlakatdagi ikkinchi yirik gidroe-

nergiya manbasiga aylangan [18]. Minas-Jerays shtatining janubiy mintaqasidan boshlanib, Bayia, Pernambuku, Serjipi va Alagoas shtatlari orqali oqib o'tadi va keyin Atlantika okeaniga quyiladi. Balandligi dengiz sathidan 1600 m ga yetadi va turli xil iqlim sharoitlari mavjud, nam tropikdan yarim qurg'oqchilgacha, harorati 18 dan 27 °C gacha va yuqori bug'lanish tezligi (2300-3000 mm/yil). San-Fransisko daryosi qarg'oqlari va chegara lagunalariga boy bo'lib, ulardan baliq turlari oziqlanish, ko'payish va yashash joyi sifatida foydalanadi. Turlarning 8 foizga yaqini ko'payish uchun ko'chib o'tadi va muhim ovlanuvchi baliqlar guruhini tashkil qiladi. Ularga ba'zi *Characiformes* (*Brycon lundii*, *S. brasiliensis*, *Leporinus elongatus*, *Prochilodus affinis* va *Prochilodus marggravii*) va *Siluriformes* (*Conorhynchus conirostris* va *P. corruscans*) kabi turlar kiradi [19].

2. Neotropik baliqlarning xilma-xilligi va biologiyasi

Neotropik baliqlar dunyodagi barcha baliq turlarining taxminan 30 foizni (5160 tur) tashkil qiladi va sayyoradagi barcha chuchuk suv havzalarining faqat 0,003 foizda uchraydi [20]. Neotropik mintaqada baliq oilalari soni eng yuqori bo'lib, karpsimon baliqlar ustunlik qiladigan boshqa zoogeografik zonalaridan farqli o'laroq, bu yerda *Characiformes* (~1200 tur) va *Siluriformes* (~1300 tur) turkumlariga mansub endemik oilalarning ulushi yuqori. Neotropik havzalarda *Characiformes* va *Siluriformes* turlarining ustunligiga qaramay, havzalar o'rtasida turlarning heterogenligi va ularning notekis taqsimlanishi sezilarli darajani tashkil etadi. Bu ko'p jihatdan ko'llar, ko'lmaklar, jilg'alar, qirg'oq'alar, daryolar va suv toshqinlarining paydo bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular bugungi kunda Neotropik mintaqada mavjud bo'lgan baliq turlarining xilma-xilligini belgilovchi omillarga aylangan [1, 21].

Hisob-kitoblarga ko'ra, Neotropik mintaqada chuchuk suv baliqlari turlari soni 8000 dan oshadi [20], ammo ularning umumiy soni noma'lumligicha qolmoqda. Ushbu mintaqada bioxilma-xillikni o'rganishni qiyinlashtiradigan ko'plab omillar mavjud, masalan sirli "cryptic" (hayvonni tabiiy muhitda kamuflyaj qilish uchun xizmat qiladi) turlari [1] kabi muammoli taksonomik muammolardan tashqari [22]. Bundan tashqari, bir nechta muassasalar [Birlashgan Millatlar Tashkilotining Oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkiloti (FAO) va Braziliya geografiya va statistika instituti (BGSi)] baliq ovlash bo'yicha statistik ma'lumotlarni taqdim etilishi natijasida ushbu turlarni nazorat qilish uchun yordam bermoqda.

Yuqorida tavsiflangan baliq turlarining soni kam bo'lishiga qaramasdan, ularning soni molekulyar biologiya va sitogenetik usullar paydo bo'lgandan keyin ortib bordi. Ko'pgina alohida turlar genetik tahlillardan so'ng sirli turlar majmuasi sifatida qayta tasvirlangan [23].

Neotropik havzalarda uchraydigan baliqlar turlarining xilma-xilligi hayot sikli strategiyalaridagi farqlarni va ma'lum morfologik, fiziologik va ekologik belgilarining namoyon bo'lishini aks ettiradi. Bunday belgilar oziqlanishning turli shakl-

lari, yashovchanlik va ko'payuvchanlik xususiyatlari bilan bog'liq [26–28]. Hayot strategiyalari modellarini o'rganish tabiatni muhofaza qilishda amaliy qo'llanilishi mumkin va suv omborlari va boshqa turdagi antropogen faoliyatning ta'sirini kamaytirish bo'yicha tegishli chora-tadbirlarni belgilashda baliqchilikni boshqarish uchun muhim ahamiyatga ega [29].

Baliqlarning neotropik turlari kolonizatsiyalovchi (egallab oluvchi, moslashuvchan) va opportunistik (yashovchan) turlardan davriy va muvozanatli turlargacha o'zgarib turadi. *Astyanax* va *Phalloptychus* turkumlariga mansub bo'lgan koloniya populyatsiyalari asosan ko'payish uchun energiya talab qiladi, odatda, kichik, tez yetiladigan va qisqa umr ko'radigan turlar bilan ifodalanadi. Shuning uchun ularning soni antropogen ta'sir ostida ko'proq tiklanadi. Davriy va muvozanatli turlar – bu nisbatan kuchli nasliga g'amxo'rlikni talab qiladigan kichik avlodga ega bo'lgan kattaroq, uzoq umr ko'ruvchi organizmlar [30]. Ular voyaga yetgunga qadar omon qolishlarini ta'minlash uchun o'z kuchlarining katta qismini tanasining o'sish uchun sarflaydilar [31, 32] va kechroq voyaga yetadi, sekin o'sishni namoyish etadilar. Bu esa yuqori darajadagi qayta ovlashdan keyin tiklanish uchun ko'proq vaqt talab qiladi. Ushbu guruhning asosiy vakillari *Brachyplatystoma* avlodiga mansub “piraiba” (*Brachyplatystoma filamentosum*) kabi yirik chuchuk suv laqqasi bo'lib, undan keyin boshqa *Siluriformes* turkumi vakillari tashkil qiladi [33]. Neotropik baliqlarda ko'payish, migratsiya sxemalari va xatti-harakatlar bilan bog'liq bo'lgan hayot sikllarining katta xilma-xilligi mavjud bo'lib, bu ularni tasniflashni qiyinlashtirishi mumkin [34].

Reproduktiv strategiyalarning yuqori darajadagi o'zgaruvchanligi ularning muhit va turning hayot siklida ishtirok etadigan selektiv kuchlar bilan chambarchas bog'liq. Natijada, reproduktiv jarayonlarni turlicha ifodalanishi mumkin, jumladan, ikralarining urug'lanish tipi, jinsiy yetilish yoshi, ota-onaga g'amxo'rligi, urchish va migratsiya sxemalari kabi [35]. Suv toshqinlari va qurg'oqchilikning mavsumiy bosqichlari, ayniqsa, ko'chib yuruvchi turlarning reproduktiv strategiyalariga ta'sir qiladi. Biroq reproduktiv hodisalar va gidrometrik sathning tebralanishlari o'rtasidagi bog'liqlik unchalik aniq emas. Suv darajasining oshishi harorat, fotoperiod va suv o'tkazuvchanligining o'zgarishi bilan birgalikda organizmda fiziologik o'zgarishlarga olib kelishi mumkin, bu esa gonadalarining yetilishini, migratsion kuchishlarni, urchish, ikra urug'lanishini va naslning rivojlanishini kuchaytiradi [36]. Migratsion kuchishlar reproduktiv ehtiyojlar bilan bog'liq bo'lsa-da, mavsumiy, trofik va ontogenetik xususiyatlarga ega bo'lib, ularning barchasi daryoning gidrologik rejimi bilan bog'liq [21, 37, 38].

Odatda “dourado” (tilla rang) nomi bilan tanilgan *S. brasiliensis* turi asosan Prata daryosi havzasida uchraydigan yirik va yirtqich turlardan biri hisoblanadi. Ular ixtiyoriy baliq ovlash uchun himoyasiz va yuqori tijorat qiymatiga ega. Ularning reproduktiv migratsiyasi o'z populyatsiyasini saqlab qolish uchun 400 km dan ortiq davom etadi [39] va 1000 km ga yetishi mumkin [40]. Bundan tashqari, yirik

laqqalar Amazonka, Paragvay, Parana va Orinoko [6] kabi daryolarda g'ayrioddiy uzoq migratsiyalari bilan ajralib turadi. Ushbu turlarning aksariyati go'shtning ta'mi va o'lchamlari katta bo'lganligi sababli yuqori tijorat qiymatiga ega. Asosan baliq ovlashning haddan ziyod ko'payishi va yashash muhitining bo'linishi tufayli laqqa baliqlar populyatsiyasi kamayib ketdi. Amazonkada *Brachyplatystoma rousseauxii* kabi gigant laqqa baliqlar, "dourada" nomi bilan tanilgan va butun Janubiy Amerika qit'asini sharqdan g'arbga kesib o'tib, And tog' tizmasi yaqinidagi daryolarning yuqori oqimida uvildiriqclarini joylashtiradi va ularning migratsiyasi barcha chuchuk suv baliqlari orasidagi eng uzoq hisoblanadi. Uzunligi 6 mm dan kam bo'lgan lichinkalar 11 600 km ga yetishi mumkin bo'lgan yo'nalish bo'ylab rivojlanadi. Ularning manzili Amazonka daryosi bo'lib daryoning quyilish joyida bo'lgan turlar boy ekotizimni hosil qiladi [41]. Neotropik baliqlar migratsion xatti-harakatlari o'simlik turlarining tarqalishiga ham sababchi bo'lishi mumkin. Janubiy Amerikada "Paku" nomi bilan mashhur baliq (*P. mesopotamicus*) ko'chib yuruvchi va hammaxo'r tur bo'lib, 300 km gacha [42] va Pantanalning etdor mevali ko'plab o'simliklari uchun urug' tarqatuvchi sifatida muhim rol o'ynaydi, galereya o'rmonlarida mavjud bo'lgan daraxt jamoasining 27 foiz urug'larining tarqalishiga yordam beradi [43].

Hayot strategiyasini amalga oshirish uchun daryoning uzun uchastkalari va mavsumiy stimullarni talab qiladigan yirik ko'chib yuruvchi turlardan tashqari, cheklangan hududda o'z hayot faoliyatini amalga oshiradigan va atrof-muhitning mahalliy o'zgarishlari ta'siriga ko'proq moyil bo'lgan kamharakat turlar ham mavjud. Kichikligi tufayli ular o'z hayotlarini substrat bilan bog'liq holda o'tkazadilar, masalan poya, toshlar va suv o'simliklari, u yerda ular himoya, oziq-ovqat va tuxum qo'yish uchun mos keladigan joyni topadilar. Bu turlarning ko'chishi, odatda, uzoq davom etmaydi va tasodifiy o'zgarishlar bo'lishi mumkin bo'lgan barqaror muhitlarda sodir bo'ladi. Ba'zi turlarning reproduktiv davri yog'ingarchilikning past darajasida sodir bo'ladi, shuning uchun ikra va lichinkalar rivojlanish uchun mos sharoit topa olmaydigan daryo hududlariga o'tmaydi. Boshqa tomondan, ba'zi kam harakatlanuvchi baliq turlari, masalan parana astyanaksi (*Astyanax scabripinnis paranae*), yil davomida reproduktiv davrini uzaytirishi va qisqa daryolarda suv toshqinlarini oldindan aytib bo'lmaydigan holatlarni yengishi mumkin [21].

Ba'zi kam harakat turlar ham ko'payishda mavsumiylikni namoyon qiladi. *Oligosarcus jenynsii*, "it-baliq" nomi bilan mashhur bo'lib, Braziliya janubidagi qirg'oq lagunalarida eng keng tarqalgan turlardan biridir. O'sish qish oylarida, suvning harorati juda past bo'lganda boshlanadi. Bunday yondashuv lichinkalar o'limining yuqori darajasiga olib kelishi, ammo boshqa tomondan, u yosh individlar uchun ozuqani ta'minlashi mumkin, chunki qishdan keyingi oylarda ular bahorda ko'payadigan boshqa turlarga qaraganda ko'proq rivojlanadi [44]. Reproduktiv usuldagi farqlar bir populyatsiyada va bir turning turli populyatsiyalari o'rtasida

atrof-muhit sharoiti tufayli mavjud. Masalan, "traira" (*Hoplias malabaricus*) butun yil davomida ko'payish qobiliyatiga ega yoki atrof-muhitga qarab ma'lum bir mavsumiy siklga rioya qiladi [21].

3. Neotropik baliqlar uchun ekologik ta'sirlar va xavflar

Hozirgi vaqtda neotropik baliqlarga chuchuk suv ekotizimlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadigan antropogen faoliyat xavf solmoqda. Ushbu ta'sirlar haddan tashqari baliq ovlash, mahalliy bo'lmagan turlarni joriy etish, gidroelektrostansiyalar uchun to'g'onlar qurish, daryolarning tog'-kon sanoati bilan ifloslanishi, shuningdek, sanoat va qishloq xo'jaligi ifloslanishi va o'rmonlarni kesish bilan bog'liq [45].

Neotropik hududlarda ko'pchilik tijorat ahamiyatiga ega bo'lgan baliq zaxiralaridan foydalanish chegaralari maksimal barqaror ovlashga yaqin [46]. Akvakultura yo'qolib ketish xavfi ostidagi tabiiy zaxiralarga bo'lgan ta'sirni bilvosita kamaytiradi va tabiiy populyatsiyalarga eng kam ta'sir ko'rsatgan holda barqaror tarzda amalga oshirilishi lozim [47]. 2015-yilda akvakultura ishlab chiqarish hajmi eng yuqori bo'lgan 25 ta davlatdan (umumiy ishlab chiqarish hajmining 97,1%) uchta neotropik mamlakat (Chili, Braziliya va Ekvador) kiritilgan. Bundan tashqari, chuchuk suv akvakulturasida bo'yicha Braziliya 474 300 tonna ishlab chiqarish bilan bu reytingda yetakchilik qiladi, undan keyin taxminan 68,7 tonna ishlab chiqaradigan Chili va Ekvador 28,2 tonna to'g'ri keladi [48].

2016-yilda IBGE (Braziliya geografiya va statistika instituti) ma'lumotlariga ko'ra, Braziliya akvakulturasida o'sishda davom etmoqda va jami 580 000 tonnaga yetgan, ishlab chiqarish qiymati 4,2 mlrd R\$ ni tashkil qiladi. Ushbu mahsulotning jami 77,32 foizi baliqchilik xo'jaliklari, undan keyin krevetka xo'jaliklari (21,5%) hissasiga to'g'ri keldi. Mahalliy turlarga yo'naltirilgan dehqonchilik texnologiyalarining rivojlanishi baliq yetishtirishni jadallashtirishga va ekstraktiv baliqchilikning ta'sirini kamaytirishga yordam berdi.

Akvakulturaning afzalliklariga qaramay, nazorat qilinmaydigan baliq yetishtirish va davlat organlari tomonidan tegishli nazoratning yo'qligi neotropik ixtiofauna uchun muammo bo'lishi mumkin. Baliqlarning nazoratsiz duragaylanishi, mahalliy bo'lmagan turlarning introduksiyasi va akvakultura ishlab chiqarish chiqindilaridan tushadigan ozuqa moddalarining ortiqcha yuklanishi yovvoyi baliqlar populyatsiyasi uchun jiddiy xavf tug'dirishi mumkin. Hozirgi vaqtda baliq duragaylarini ishlab chiqarish ko'plab neotropik turdagi baliqlarni o'z ichiga oladi, bu esa fermerlar uchun katta qiziqish uyg'otadigan tirik mahsulotlarni olishga olib keladi [49]. Shunga qaramay, duragaylash natijasida kelib chiqadigan asosiy muammo yovvoyi populyatsiyalardagi genetik integratsiya hisoblanadi [50, 51]. Agar duragaylar serpusht bo'lsa, ular genetik gomogenizatsiya yo'li bilan tabiiy va yetishtiriladigan populyatsiyalarni genetik jihatdan buzishi va mahalliy ota-ona liniyalari bilan raqobatlashishi mumkin (jinsiy xulq-atvor, hudud, oziq-ovqat va boshqalar) [52].

Braziliya neotropik baliqlarning boy xilma-xilligini saqlab qolishda muhim rol o'ynaydi. Biroq siyosiy tashabbuslar ushbu turlarning biologik xilma-xilligi va ekotizimlarining faoliyatini xavf ostiga qo'ydi. Ba'zi mamlakatlarda duragaylash uchun maxsus qonunchilik mavjud (gibridlarni ishlab chiqarish uchun litsenziyani talab qilmaydigan Braziliya qonunchiligidan farqli o'laroq), masalan Kaliforniya shtatida litsenziyasiz baliqlarni duragaylashni taqiqlovchi qonunlar mavjud [53].

Braziliyada aksariyat tijorat korxonalari litsenziyaga ega emas va bu faoliyatni tartibga solish bo'yicha qonunchilik takliflari kam [54]. Hashimoto va boshqalarning so'zlariga ko'ra, qonunchilik Braziliyada qo'llaniladigan duragaylash usullarining xavfsizligini kafolatlash uchun zarur [55].

GES to'g'onlarining, yuqori konsentratsiyasi Yuqori Parana va San-Fransisko daryolarida kuzatiladi (Janubiy Amerikaning ko'plab daryolari to'g'onlar bilan shunchalik to'ldirilganki, ular suv omborlari zanjiriga aylanadi) [6]. Lotin Amerikasidagi eng yirik to'g'onlar – Itaipu (Parana daryosi, Paragvay–Braziliya), Guri (Rio–Karoni, Venesuela), Tukurui (Rio–Tokantins, Braziliya) va Yasireta (Parana daryosi, Argentina–Braziliya). Hozirgi vaqtda Braziliyada iste'mol qilinadigan energiyaning 90 foiz yillik quvvati 78 000 MVt bo'lgan gidroelektr stansiyalari tomonidan ishlab chiqariladi [6]. Deyarli barcha gidrografik havzalarda to'g'onlar qurilib, keyinchalik suv omborlari hosil bo'lgan. Ushbu suv omborlari mavsumiy oqimlar va ozuqa moddalarining tabiiy taqsimotini o'zgartiradi, bu esa o'ziga xos tuzilmalar va funksiyalarga ega yangi ekotizimlarning shakllanishiga olib keladi [56]. Ushbu yangi ekotizimlar mahalliy ixtiofaunaga va baliqlarning hayot sikliga jiddiy ta'sir ko'rsatadigan bir nechta omillar mavjud [57]. To'g'onlar daryolarning tabiiy oqishi uchun to'siq vazifasini bajaradi. Ular asosan elektr energiyasini ishlab chiqarish, shuningdek, turar joy, qishloq xo'jaligi va sanoat hududlariga suv yetkazib berish uchun quriladi. Suv oqimining o'zgarishi va/yoki yo'qolishi suv hayoti bioxilma-xilligining tarqalishiga ta'sir qiladi [58]. To'g'onlar suv ajratuvchiga ham ta'sir qiladi va suvning sifatini pasaytiradi, nafaqat daryoning o'ziga, balki uning irmoqlariga ham ta'sir qiladi. Bu, shuningdek, ekotizim va tirik jamoalarni beqarorlashtirib, mahalliy turlar uchun zarar keltirishi mumkin [57]. Masalan, ko'chib yuruvchi baliqlar migratsiya yo'llarining uzilishi tufayli zarar ko'radi va hayot siklini yakunlash uchun boshqa yashash muhitiga muhtoj bo'ladi. Bu turlar yomg'ir mavsumida ko'payish uchun oqim bo'ylab yuqoriga ko'chib o'tadi va ko'plab mayda uvuldiriqnlarni ishlab chiqaradi Ushbu ikralar va lichinkalar ota-onalarning hech qanday g'amxo'rlikisiz oqim bo'ylab pastroqda joylashgan pitomniklarga olib o'tiladi, u yerda ular dastlabki rivojlanish va yirtqichlardan himoyalaniish uchun yaxshi sharoit topadi [59, 60]. Baliqlarning migratsiya yo'llarini to'sib qo'yish oqibatlarlari ularning reproduktiv siklida ko'p yillar davomida namoyon bo'ladi, bu esa tabiiy zaxiralarning kamayishiga va turning yo'q bo'lib ketishiga olib keladi [61].

Bu mexanizmlar tur tanloviga ega va faqat ba'zi baliq turlarining harakatlanishiga imkon beradi. Turlar o'rtasidagi bu farq populyatsiya va neotropik ekotizimda keskin nomutanosiblikni keltirib chiqarishi mumkin [59]. O'tishning asosiy jarayonlari kirish joyini tanib olishdir [69]. Agar baliqlar o'tishga kirishni aniqlay olmasalar, ular o'z joylarida qoladilar, bu migratsiya va urchishni to'xtatib qo'yadi va ularning reproduktiv jarayoniga sezilarli darajada ta'sir qiladi [70].

Baliqlarni saqlash va qayta ko'paytirish gidroelektrostansiyalarni qurish oqibatlarini kamaytirishning muqobil usullaridan hisoblanadi [57]. Suv omborlari zaxiralarni to'ldirish, asosan baliqchilik faoliyatini yaxshilash uchun baliq yetishtirishga qaratilgan bir nechta ko'paytirish dasturlari amalga oshirildi. Ba'zi mahalliy bo'lmagan turlar mahalliy turlarni yetishtirish murakkabligi tufayli 20 yil davomida (1970–1990) Braziliyaning janubiy va janubi-sharqiy hududlariga olib kelingan [1], bu tendensiya so'nggi yillarda sekinlashdi, ammo hali ham mavjud [2]. Hidroelektrostansiyalar zaxiralarni to'ldirish (qayta ko'paytirish) uchun mahalliy turlarni yetishtirishni boshladilar, ammo buning muvaffaqiyatli bo'lishi uchun ota-onalarning serpushtligi va genetik sifatini baholash kerak [21, 72]. Qaytadan ko'paytirish dasturlarida genetik monitoring asosiy qadam hisoblanadi, chunki genetik o'zgaruvchanlikning pasayishi turning turli xil atrof-muhit sharoitlariga moslashuvchanligini pasaytiradi va yosh baliqlarning omon qolishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi [66, 73]. Repopulyatsiya markazlarida xilma-xillikni maksimallashtirish va inbridingni kamaytirish maqsadida genetik boshqaruv uchun molekulyar markerlardan foydalanish samarali ekanligi ko'rsatib berildi [67, 68, 74].

Suv organizmlari nozik va turli xil stresslarga sezgir. Populyatsiyaning ko'payishi, o'sishi va yashovchanligi ko'p jihatdan suvning sifatiga bog'liq. Metallar va pestitsidlar kabi atrof-muhitni ifloslantiruvchi moddalar mahalliy ixtiofauna uchun jiddiy xavf tug'diradi. Toksikantlarning fiziologik ta'siri gormonal, nevrologik va metabolik tizimlarning buzilishi va tabiiy ekotizimlarda moslashish va omon qolish uchun zarur bo'lgan xatti-harakatlarni bartaraf etishni o'z ichiga oladi [75]. Ko'pgina neotropik baliqlarning tadqiqotlari buni tasdiqladi. Ifloslangan shahar jilg'asida 7 kun davomida sinovdan o'tkazilgan *Prochilodus lineatus* bir qator epitelial shikastlanishlar, tangachalarning qo'shilishi va jabralardagi anevrizmalardan zarar ko'rди [76]. Gerbitsidlar (Roundup® Original, Primoleo® va Facet®) bilan ta'sirlangan *Rhamdia quelen* bilan o'tkazilgan boshqa bir tadqiqot jabra, jigar, buyrak va mushaklarga zararli ta'sir ko'rsatdi [77]. Shahar ko'lida biodegradatsiyalanuvchi detergentlar ta'siriga uchragan *A. altiparanæ* va *P. lineatus* plastinkalarning qo'shilishi, anevrizmalar, shilliq qavatlar va xlor hujayralarining proliferatsiyasi kabi jabra funksiyalarida turli o'zgarishlarni ko'rsatdi [78]. *A. altiparanæ* ishtirokidagi tadqiqot shuni ko'rsatdiki, DNK parchalanish darajasi pestitsidlar bilan ifloslanishga eng sezgir biomarker edi [79]. *P. lineatus* DNK shikastlanishi bilan turli to'qimalarda (buyrak, jigar, jabra va muskullarida) nikel to'planishini ko'rsatdi [80].

Foydali qazilmalarni qazib olish Yuqori Paragvay havzalari va Kolumbiya, Braziliya va Peru Amazoniyasidagi suv ekotizimlariga ta'sir qiladi [6]. Oltin qazib olishda ajralib chiqadigan asosiy birikma – simob baliqlarning cho'kindi jinslarida, muskullari va to'qimalarida to'planadi (bioakkumulyatsiya). Bu shuni anglatadiki, oziq zanjirining yuqori pog'onalarida joylashgan yirtqichlar trofik zanjir orqali, odatda ko'proq metallarni to'playdilar (biomagnitizatsiya). Noqonuniy qazib olishdan, zarar ko'rgan Madre-de-Dios (Peru) daryolaridagi baliqlar shuni ko'rsatdiki, *Calophysus macropterus*, *Pseudoplatystoma punctifer*, *P. fasciatum*, *H. malabaricus*, *Prochilodus nigricans*, *Hydrolycus pectoralis*, *Plagioscion squamosissimus* va *Zungaro zungaro* turlari to'qimalarda simob to'planishining yuqori darajasini ko'rsatadi, bu Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti tomonidan ruxsat etilgan maksimal chegaradan (500 mkg sim. ust./kg) tashkil etadi [81]. Xuddi shu narsa Yuqori Pantanalda (Braziliya), Pokone va Nossa-Senora-du-Livramento (Paragvayning yuqori daryosi) mintaqalarida topilgan bo'lib, bu yerda *Pimelodus muculatus*, *P. fasciatum*, *P. lineatus*, *Salminus maxillosus*, *P. corruscans*, *Acestrorhynchus altus*, *Serrasalmus nattereri* va *H. malabaricus* kabi baliqxo'r yoki detritoid turlar ham simobning yuqori darajasiga ega edi [82, 83]. Baliqlar a'zolarida to'planadigan boshqa metallar nikel va misdir [80, 84], bu esa baliq turlari va ularning iste'molchilariga katta zarar keltiradi. Foydali qazilmalarni qazib olish, shuningdek, 2015-yilda Mariana shahrida (Minas-Jerays, Braziliya) sodir bo'lganidek, to'g'onlarning qulashiga olib kelishi mumkin, bu Braziliyadagi eng katta ekologik falokat hisoblangan, buning natijasida 55–62 mln m³ ga yaqin tog'-kon sanoati chiqindilari to'g'ridan to'g'ri Dose daryosining suv ayirgich qismiga tushib, butun Atlantika okeani qirg'oqlariga tarqalgan [85, 86]. Bu ixtiofaunaga yashash joylarining parchalanishi va vayron bo'lishi, suvning ifloslanishi, suv sarfining o'zgarishi, Dos daryosi quyilishidagi estuariyalar va mangrozorlarga ta'siri [87], baliqlarning ko'payish joylarining vayron bo'lishi, ixtiofauna pitomniklarining (lichinkalar va chavoqlar oziqlanadigan joylar) vayron bo'lishi, turli hududlar o'rtasidagi genlar oqimining buzilishi, yashash muhitining o'ziga xos xususiyatlariga ega bo'lgan turlarning yo'qolishi va baliq zaxiralarning vayron bo'lishi orqali ta'sir ko'rsatgan [85].

4. Genetik tatbiqlar

Genetik vositalar neotropik baliq turlarini saqlab qolish uchun muhim resurs hisoblanadi. Turning biologiyasi va populyatsiya dinamikasi hali ham yetarli darajada o'rganilmagan. Neotropik baliqlarni tavsiflovchi yuqori xilma-xillikka qaramay, geografik tarqalishi va populyatsiya tuzilishi turlicha bo'lgan ko'plab turlar mavjud. Hidrografik havza bo'ylab genlarning katta oqimi bilan ajralib turadigan uzoq ko'chib yuruvchi turlarning panmikt (turning tasodifiy naslchilik odatlari bilan bog'liq (= tur a'zosi o'z turining boshqa a'zosi bilan nasl qilganda): panmiktik populyatsiya Pestitsidlarga chidamlilikning oshishi panmiktik populyatsiya orqali

genlarning tarqalishi natijasida yuzaga kelishi mumkin) populyatsiyalaridan tortib, aniq belgilangan populyatsiya tuzilmalariga ega bo'lgan mahalliy organizmlarning cheklangan populyatsiyalarigacha ko'plab populyatsiyalarni topish mumkin [88]. Turli daryo havzalariga mansub populyatsiyalarning o'zgaruvchanligi va genetik tuzilishini tekshirish bo'yicha tadqiqotlar tabiiy populyatsiyalarni saqlab qolish uchun siyosat va boshqaruv choralari ishlab chiqishda yordam beradi. Bundan tashqari, genetik vositalar yangi turlarni molekulyar identifikatsiya qilish uchun tobora ko'proq qo'llaniladi, bu ilgari morfologik o'xshashlik tufayli imkonsiz edi. Bundan tashqari, akvakulturadagi turli antropogen ta'sirlar va ifloslanishlar, ayniqsa, gibrid baliqlar va ifloslantiruvchi moddalarning ta'sirini tadqiq qilishda molekulyar darajada tobora ko'proq o'rganilmoqda.

Bioxilma-xillik har biri inson faoliyati ta'siriga uchragan alohida biologik darajalar (genetik, tur, jamoa va ekotizimlar) sifatida konseptuallashtiriladi. Genetik xilma-xillikka ta'sir turlar moslashuvi va taksonlarning tur hosil bo'lishiga ta'sir qiluvchi eng katta muammolardan biridir [89, 90]. Neotropik baliqlarning genetik xilma-xilligi qanday saqlanishini va populyatsiyalari qanday tuzilishini bilish ushbu turlarni qanday saqlab qolish mumkinligini aniqlash uchun muhimdir. Chuchuk suv baliqlarining ko'plab turlari adaptiv xususiyatlarga ega genetik o'zgaruvchanlikni namoyish etadi, bu esa ma'lum bir muhitda omon qolish va ko'payishni oshiradi va organizmlarning atrof-muhit va antropogen faoliyatga moslashish qobiliyatini oshiradi [90].

Populyatsiyalardagi genetik o'zgaruvchanlik allellar soni va geterozigotalik bilan o'lanishi mumkin [91]. Populyatsiya ichidagi o'zgaruvchanlik mutatsiya, genetik dreyf va tabiiy tanlanish kabi omillarga bog'liq. Genetik o'zgaruvchanlik mutatsiyalar va genetik dreyfning pasayishi tufayli yuzaga keladi, bu esa populyatsiyaning yakuniy o'lchami tufayli populyatsiyalararo farqlanishni oshiradi, bunda genlar oqimi populyatsiyalar o'rtasida sodir bo'ladi [92]. Va aksincha, tabiiy tanlanish allellarni qayd etish orqali genetik o'zgaruvchanlikni kamaytirishi mumkin [93]. Yashash muhitining fragmentatsiyasi kabi antropogen faoliyat populyatsiyalarning genetik o'zgaruvchanligini kamaytirish va adaptiv genlar oqimini to'xtatish orqali genetik dreyf va genlar oqimining qisqarishi xavfini oshiradi, bu esa ba'zi turlarning yo'q bo'lib ketishiga olib keladi [90]. Molekulyar-genetik markerlar populyatsiyalardagi genetik o'zgaruvchanlikni aniqlash uchun kuchli vositaga aylandi [94] va ekologiya, evolyutsiya va saqlash sohalariga sezilarli ta'sir ko'rsatdi [95].

Kript turlarni aniqlash neotropik chuchuk suv baliqlari ekologiyasi va ularni saqlab qolish uchun muhim genetik qo'llanmadir. Ushbu taksonomik muammo morfologik jihatdan o'xshash turlarni aniqlash va farqlash uchun tez DNK ketma-ketligining paydo bo'lishi va mavjudligi tufayli bartaraf etildi [22]. Ayniqsa, inson aralashuvi natijasida daryo havzalarining vayron bo'lishi va buzilishi bir qancha baliq turlarining butunlay yo'qolib ketish xavfiga olib keldi [96]. Ush-

bu xavf ostida bo'lgan ko'plab turlar hanuzgacha tavsiflanmagan va ushbu baliqlarni kataloglashtirish va identifikatsiya qilish bo'yicha harakatlar tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Aksariyat turlar morfologik va tipologik xususiyatlariga ko'ra tasvirlangan [97]. Turlarning paydo bo'lishi har doim ham morfologiyadagi farqlar bilan birga kechmaydi va identifikatsiya qilishning murakkabligi tufayli mavjud baliq turlarining haqiqiy soni ilgari tasvirlanganidan ko'proqdir [22].

DNKni izchillashtirish DNK-shtrixkodlar deb nomlanuvchi yangi turlarni aniqlash usulini joriy qildi [98]. DNK shtrixkodlari mitoxondriya genomining bir qismidan iborat qisqa va standartlashtirilgan ketma-ketlik bo'lib, ulardan turli xillarni farqlash uchun foydalanish mumkin. Bu differensiatsiyani turlar orasidagi genetik o'zgaruvchanlik tur ichidagi o'zgaruvchanlikdan oshib ketganda osongina aniqlash mumkin [99]. So'ngra har bir noma'lum namunaning shtrix-kod ketma-ketligi ma'lum o'ziga xoslikdan olingan shtrix-kodlarning referent ketma-ketligi kutubxonasi bilan taqqoslanadi. Hasharotlar [100], qushlar [101] va o'simliklarda [102] kriptik turlarni aniqlashda ushbu usulning samaradorligini baholash uchun tadqiqotlar o'tkazildi. Neotropik chuchuk suv ixtiofaunasi dunyodagi eng boy va Yer yuzidagi chuchuk suv baliqlari umumiy faunasining taxminan 25 foizni tashkil qiladi [5]. Ularning xilma-xilligi haqidagi bilimlarning yo'qligi taksonomik aniqlashni katta qiyinchilikka olib keladi.

Genetik usullar kriptoturlarni va identifikatsiyalanadigan fenotipik xususiyatlarga ega bo'lgan turlarni aniqlashni osonlashtiradi. Ba'zi molekulyar markerlarning taxmin qilingan betarafligi filogenetik usullar bilan birgalikda turlarni, ayniqsa, iyerarxik qarindoshlik va evolyutsiyaning nisbiy tezligida identifikatsiya qilishning yangi istiqbollari ochadi.

Neotropik baliqlarning tabiiy populyatsiyalari uchun yana bir jiddiy muammo (u genetik resurslar yordamida qisqartirilishi yoki boshqarilishi mumkin) mahalliy bo'lmagan baliq turlarining tasodifiy yoki maqsadli qo'yib yuborish hisoblanadi [103]. Gibridlash genetik jihatdan farqlangan individlarning juftlashishi bo'lib, tur ichida yoki turlar orasida individlarni o'z ichiga olishi mumkin [104]. Turlararo duragaylashni aniqlashda an'anaviy yondashuvlar morfometrik va molekulyar tahlillarni o'z ichiga oladi. So'nggi yillarda baliqlarning gibridlanishini o'rganish uchun DNK polimorfizmlari ishlatilgan [105]. Yadroviy genetik markerlar, xususan, gibrid turlarni aniqlash imkonini beradi, chunki ota va onaning gibrid genomiga qo'shgan ulushini aniqlash mumkin [106].

5. Molekulyar belgilar

Neotropik baliqlarda bir qator molekulyar markerlar mavjud, masalan, allot-sim markerlari, DNK sohalaridagi restriksion fragmentlar uzunliklari polimorfizmlari (RFLP), tasodifiy amplifikatsiyalangan polimorfDNK (RAPD), tasodifiy amplifikatsiyalangan polimorf DNK (AFLP), mikrosatellit markerlari, genomning yuqori qoplamasi markerlari [yakka nukleotidlar polimorfizmlari (SNP)] va onalik irsiyati markerlari (mtDNK).

5.1. Allozimlar

Allozimlar 1960-yillarda fermentlarda aniqlangan birinchi molekulyar marker hisoblangan. Bir xil lokusdagi ikki yoki undan ortiq allellarning DNK ketma-ketligi bir-biridan farq qilsa va tegishli RNK turli xil aminokislotalarni kodlasa, bir xil oqsilning ko'plab variantlari hosil bo'ladi. Biroq DNK ketma-ketligidagi har bir mutatsiya aminokislotalar ketma-ketligida o'zgarishlarga olib kelmaydi va bu allozimni molekulyar marker sifatida qo'llashning kamchiliklaridan biridir [107]. Boshqa kamchiliklarga nol allellar tufayli geterozigotali nuqsonlar va kerakli to'qima namunalarning soni va sifati kiradi [108]. Ushbu markerlarning cheklavlari va kamchiliklari DNKga asoslangan genetik markerlarni ishlab chiqishga olib keldi. 1980-yillarda DNK asosida birinchi molekulyar markerlar ishlab chiqildi. Ularni dominant va kodominant markerlarga ajratish mumkin. Dominant markerlarda geterozigotalarni aniqlashning iloji yo'q, kodominant markerlarda esa bu differentsiatsiyani aniqlash va allellar chastotasini baholash mumkin. Molekulyar markerlarni ma'lum funksiyali (I turdagi markerlar) yoki anonim sohalarga (II turdagi markerlar) ham tasniflash mumkin [108].

5.1. Restriksion fragmentlar uzunliklarining polimorfizmlari (RRFP)

RFLP markerlari DNK ketma-ketliklari asosida aniqlangan birinchi markerlar edi [109]. Ular kodominant markerlar hisoblanib, I yoki II tipga mansub. Ular DNKning ma'lum ketma-ketligini taniydigan bakterial fermentlarga asoslangan. Keyin DNK ushbu ketma-ketliklar joylashgan bo'laklarga bo'linadi. DNKning restriktazalar bilan parchalanishi individlar, populyatsiyalar va turlar o'rtasida farqlanadigan fragmentlarga olib keladi. Fragmentlarni polimeraza zanjir reaksiyasi (PZR) yordamida tahlil qilish mumkin, PZR mahsulotlari esa restriktazalar bilan parchalanadi. RFLP markerlari asosan polimorfizmining past darajasi tufayli yangi, yaqinda kashf etilgan molekulyar markerlarga nisbatan genetik o'zgaruvchanlikni aniqlashda past imkoniyatga ega. Bundan tashqari, namuna ketma-ketligi haqida ma'lumot talab qilinadi, bu esa molekulyar ma'lumotsiz turlarda markerlarni aniqlashni qiyinlashtiradi. Bu markerlarning afzalliklaridan biri shundaki, ular kodominantdir [108].

5.2. Tasodifiy kuchaytirilgan polimorf DNK (RAPD)

RAPD usullari genom DNKsining tasodifiy anonim segmentlarini 8–10 p.n. uzunlikdagi bir xil praymer juftliklari bilan PZR amplifikatsiyasidan foydalanadi. RFLP markerlaridan farqli o'laroq, RAPD organizm DNK ketma-ketligi haqida hech qanday bilimlarni talab qilmaydi. Shuning uchun deyarli barcha RAPD markerlari dominant bo'lib, DNK segmenti geterozigota yoki gomozigota lokusdan kuchayishini ajratib bo'lmaydi [110]. Foydalaniladigan praymerlar qisqa va past haroratlarda qizdiriladi, turli lokuslardan bir nechta mahsulotlarni kuchaytiradi. Yadro genomining katta qismi kodlovchi bo'lmaganligi sababli, amplifikatsiya-

langan lokuslarning aksariyati neytraldir. Genetik o'zgaruvchanlik har bir chiziqni PZR yordamida olingan amplifikatsiyalangan mahsulotning mavjudligi yoki yo'qligi bilan ikki allel lokus sifatida ko'rib chiqish orqali baholanadi. Ushbu usulning kamchiliklaridan biri bu polosalar o'rtasida paydo bo'lishi mumkin bo'lgan intensivlikning o'zgarishi hisoblanadi. Ular tasmlar turli lokuslarni yoki lokusning muqobil allellarini aks ettirishini aniqlashni qiyinlashtirishi mumkin. Markerlar, shuningdek, PZR amplifikatsiyasida past haroratda kuydirish tufayli past takrorlanishga ega va shuning uchun baliqshunoslikda cheklangan qo'llanishga ega. Kamchiliklarga qaramay, polimorfizmlarning aniqlanishi yuqori hisoblanadi [108, 111].

5.3. Tasodifiy kuchaytirilgan polimorf DNK (AFLP)

AFLP yadroviy DNKning anonim fragmentlarini tasodifiy kuchaytirish uchun PZRdan foydalanadigan RFLP va RAPD usullarining kombinatsiyasidir (II turdagi marker). Usul RFLP tahlilida bo'lgani kabi restriktaza yordamida DNK-ni hazm qilishni o'z ichiga oladi, ularning konsentratsiyasiga qarab elektroforez bilan aniqlanmaydigan ko'p miqdordagi dominant fragmentlarni ishlab chiqaradi. DNK har xil turdagi endonukleazalar tomonidan hazm bo'lib, turli o'lchamdagi fragmentlarni hosil qiladi. Keyingi bosqichlar RAPD qoidalariga o'xshaydi, bu yerda ma'lum bo'lgan kichik DNK ketma-ketligi (adapterlar) fragmentlarning uchlariga ulanadi va PZR paytida o'ziga xos praymerlar bilan qizdiriladi [112]. Ushbu usulning o'ziga xos xususiyati genom DNKni to'liq parchalash orqali olingan DNK fragmentlariga ma'lum ketma-ketlik adapterlarini qo'shishdir. Bu olingan ko'plab fragmentlarning keyingi PZR amplifikatsiyasini amalga oshirish imkonini beradi, so'ngra ular poliakrilamid gelda denaturatsiyalovchi elektroforez bilan ajratiladi [108].

AFLP usuli ko'proq polimorfizmlarni hosil qiluvchi ko'proq lokuslarni aniqlash, yuqori takrorlanuvchi genomning keng qamrovi (PZRning yuqori haroratlari tufayli) va past narx [113] kabi ba'zi afzalliklarga ega. RAPD kabi ular ham dominant markerlar hisoblanadi va AFLP chiziqlarini kodominant hisoblash uchun to'plamlar mavjud bo'lsa-da, ularni populyatsion tadqiqotlarda qo'llash qiyin. Usulning asosiy kamchiligi fluoressent belgilarni elektroforetik tahlil qilish uchun avtomatlashtirilgan genetik sekvenatorlarga bo'lgan ehtiyojdir, garchi an'anaviy elektroforetik usullar radioaktiv belgilar yoki kumush bilan bo'yash usullaridan foydalangan holda ham ishlatilishi mumkin [108].

5.4. mtDNK belgilari

Mitoxondrial DNK markerlari (mtDNK) birinchi keng tarqalgan DNK markerlari bo'lib, baliqlardagi molekulyar xilma-xillikni o'rganish uchun eng mashhur markerlardan biri hisoblanadi [114]. Genomning bu qismi kichik, halqasimon, ko'p miqdordagi va oson ko'payadigan DNK molekulasidan iborat, chunki hujayrada bir nechta nusxalari mavjud. Bundan tashqari, mitoxondrial genlarning tarkibi turli xil turlarda qat'iy konservativ bo'lib, bir nechta duplikatsiyalar,

intron sohalarisiz va juda qisqa genlararo sohalar mavjud [115]. Umurtqalilar turlarini o'rganish mutatsiyalar tezligini ko'rsatdi, bu yadro DNK mutatsiyalari tezligidan bir necha baravar yuqori, bu replikatsiya paytida reparatsiya mexanizmlarining yo'qligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin [116]. *S. brasiliensis* [117], *P. mesopotamicus* [118] va *L. elongatus* [119] kabi ko'plab iqtisodiy jihatdan muhim neotropik baliq turlarida molekulyar markerlarni tahlil qilishni osonlashtirish uchun mtDNKning to'liq ketma-ketliklari ketma-ketlikka ajratildi..

Sitoplazmatik organellalar DNKsi Mendel bo'lmagan irsiyat (Mendel qonunlariga muvofiq belgilar ajratilmaydigan har qanday belgi.) ega va mtDNK genetik tadqiqotlarda yagona lokus sifatida ko'rib chiqilishi kerak [94]. Nasldan naslga o'tish hayvon rivojlanadigan ootsitning mitoxondriyalari orqali sodir bo'ladi [120]. Ushbu onalik uzatmasi baliqlarning onalik liniyalari haqida ma'lumot beradi va populyatsiya bo'linishini aniqlash uchun yanada sezilarli vositani ta'minlaydi, bu esa uni mikrosatellitlar va mononukleotid polimorfizmlar kabi odatiy yadro markerlariga qaraganda yaxshiroq markerga aylantiradi [121].

Ko'pgina mtDNK tadqiqotlari tez rivojlanish tezligi tufayli ko'pincha "nazorat hududi" deb ataladigan asosiy kodlanmagan hududga qaratilgan. Nazorat zonasi ikkala zanjirdagi transkripsion promotorlarni va D-halqa hududini o'z ichiga oladi. Ushbu kodlamaydigan D-halqalarda evolyutsiya tezligi molekulaning qolgan qismlariga qaraganda yuqori. Ushbu o'zgarishlar bir populyatsiya ichida filogenetik tartibga solinishi mumkin bo'lgan va populyatsion tadqiqotlarda populyatsiya ichidagi filogenetik aloqalarni tasdiqlaydigan gaplotiplar deb ataladigan ko'plab allellarning paydo bo'lishiga olib keladi [94].

5.5. Mikrosatellitlar

Mikrosatellitlar yoki ketma-ketliklarning oddiy takrorlanishi (SSR) xromosomaning barcha qismlarida genomda ko'pligi sababli baliqlarning genetik tadqiqotlarida mashhur marker bo'lgan. Mono-, di-, tri- va tetranukleotid motivlarning bir necha yuz nusxasigacha bo'lgan takroriy tandem ketma-ketliklari oz miqdorda bo'lishi mumkin. Ular kodinant va asosan II turdagi markerlar bo'lib, barcha turdagi baliqlarda kodlovchi genlar, intron sohalar va regulyator ketma-ketliklarda har 10 kb uchun bittadan uchrashi taxmin qilinadi [122, 123].

Ushbu markerlar yuqori polimorfizm tufayli turli populyatsiyalar o'rtasidagi tuzilish va genetik xilma-xillikni baholash uchun foydali bo'lib, bu populyatsion genetik tahlillarida yuqori quvvat beradi [114]. Polimorfizmlar o'lchamdagi farqlarga ko'ra aniqlanadi, bu esa bitta lokusning allellarida turli xil miqdordagi takrorlanuvchi birliklarga olib keladi [108]. Mutatsiyalar tezligi har bir avlodga 10–2 gacha ekanligi aniqlandi [124].

Mikrosatellitlardan foydalangan holda yovvoyi baliq zaxiralari bo'yicha ko'plab tadqiqotlar o'tkazildi, bu populyatsiyalarning tarixiy tuzilishini, tarqalish tarixini va populyatsiyalar o'rtasidagi aloqalarni tahlil qilish imkonini berdi

[125]. Populyatsiyaning ushbu xususiyatlari, atrof-muhit ta'siri [126–128] yoki antropogen aralashuv [129–131] bilan boshqariladi, bu gen oqimi almashinuvi va genetik o'zgaruvchanlikni qisqartirish bilan baliq populyatsiyalarining tuzilishini keltirib chiqarishi mumkin.

Biroq mikrosatellit markerlardan foydalanish ayrim kamchiliklarga ega. Ular genotiplash bosqichi tufayli ko'p vaqt va laboratoriya mehnatini talab qiladi [108]. Bundan tashqari, ular populyatsion tadqiqotlarga ta'sir qiluvchi, saqlash biologiyasi, molekulyar ekologiya va populyatsion genetik tadqiqotlar uchun ishonchsiz genetik ma'lumotni taqdim etuvchi polimerazaning replikasiya paytida siljishi, shuningdek, genotiplash xatoliklari tufayli nol allellar va nomukammal takrorlanishlar uchun yuqori salohiyatga ega bo'lgan turga xos markerni talab qiladi [132].

5.6. Bir nukleotidli polimorfizmlar (SNP)

SNP – bu ma'lum bir lokusga tegishli bo'lgan ushbu nukleotid uchun turli xil allellarni hosil qiluvchi nuqtali mutatsiyalar tufayli yuzaga keladigan I yoki II turdagi polimorfizmlar. Ushbu molekulyar markerlar ketma-ketlik nukleotidlarining bir joyda noyob almashinuvi ifodalaydi va DNK ketma-ketligi boshlanishi bilan aniq tavsiflanadi [108]. Molekulyar markerlarni ishlab chiqishda SNP diqqat markazida turadi, chunki ular har qanday organizm genomidagi eng keng tarqalgan polimorfizm bo'lib, chastotasi taxminan 200–500 p.n. uchun 1 SNP deb baholanadi [133]. Ushbu marker genotiplashni avtomatlashtirishga moslashadi va boshqa markerlar va usullar bilan aniqlanmaydigan yashirin polimorfizmlarni aniqlaydi [108]. Bundan tashqari, ularni har qanday organizmda genom ma'lumotiga ehtiyoj sezmayan holda samarali aniqlash mumkin.

Nazariy jihatdan ma'lum bir lokusning SNP to'rttagacha allellarni (A, T, C va G) o'z ichiga olishi mumkin. Amaliyotda ko'pchilik SNP odatda kodominant irsiylanish bilan ikkita allel (ko'pincha ikkita C/T pirimidinlari yoki ikkita A/G purinlari) bilan cheklangan [108]. Polimorfizm darajasi mikrosatellit markerlar (multiallel) kabi yuqori emas, ammo bu kamchilik uning genomda tarqalishi bilan to'ldiriladi [133]. Shuning uchun SNP deb hisoblash uchun eng kam uchraydigan allel 1 foiz yoki undan yuqori chastotada bo'lishi talab etiladi [134].

Ushbu xususiyatlar shuni ko'rsatadiki, ushbu marker bir nechta biologik tadqiqotlar uchun juda mos keladi, chunki ular yuqori unumdorlik va qamrov bilan murakkab genom tahlillarini o'tkazish imkonini beradi. Ushbu marker baliqlar populyatsiyasini o'rganishda tub burilish bo'ldi. SNP markerlari allaqachon evolyutsion genomika, populyatsion genomika, turlararo duragaylarni aniqlash, jinsga bog'liq ketma-ketliklarni aniqlash, genom seleksiyasi, tutashuv xaritalari yordamida genlarni xaritalash va akvakulturada iqtisodiy muhim xususiyatlarga bog'liq allellarni aniqlash bo'yicha qiyosiy tadqiqotlarda qo'llanilgan [135–139].

SNPdan muntazam foydalanish uchun tez va samarali usul bilan ko'plab markerlar va namunalarni tahlil qilish uchun genotiplash platformalari asosiy hisob-

lanadi. Unumdorligi past bo'lgan SNP genotiplash uchun nomzod lokuslar turli metodologiyalardan foydalangan holda sinovdan o'tkazilishi mumkin. Xulosa qilib aytish mumkinki, har bir platforma ma'lum bir kimyoviy aniqlashdan foydalanadi, bu esa genotiplash narxi, uskunalar narxi, markerlar soni, foydalanish uchun ekspert bilimlari, namuna hajmini tahlil qilish va avtomatlashtirish bo'yicha farqlarni yaratadi [140].

SNPdan muntazam foydalanish uchun eng katta to'siqlardan biri bu markerlarni tavsiflash va kashf qilishdir. Tarixan SNPni ochishga ko'plab yondashuvlar, birinchi navbatda, ma'lum lokuslar ketma-ketligini taqqoslash orqali tavsiflangan. Nomzod genlarni to'g'ridan to'g'ri sekvenirlash (Senger bo'yicha) SNPni ochish uchun eng oddiy, ammo qimmat strategiya hisoblangan. Kengroq miqyosda, turli xil to'qimalardan foydalangan holda klonlangan fragmentlar ketma-ketliklarini, xususan, ekspressiyalangan ketma-ketlik belgilari (EST) tuzilmalarini taqqoslash eng yaxshi muqobil hisoblanadi [134]. Yuqori xarajatlardan tashqari, bu turdagi tahlil uchun katta hajmdagi laboratoriya ishlari, vaqt va tajriba talab etiladi.

5.7. Molekulyar markerlarni aniqlashda yangi avlod (NGS) ketma-ketligini aniqlash

Keyingi bosqich ketma-ketligi (NGS) tadqiqotchilarga Sanger bo'yicha ketma-ketlik kabi boshqa usullarga qaraganda nisbatan arzon narxlarda katta hajmdagi ketma-ketlik ma'lumotlarini yaratish imkonini berdi. Genlar bilan bog'liq ko'p sonli markerlarni aniqlash uchun ketma-ketliklarni o'qishning katta chiqishi talab qilinadi. Keyingi bosqich ketma-ketliklarining sekvenatorlari, ayniqsa, yuqori aniqlikdagi ketma-ketlik qoplamasini olish uchun moslashtirilgan [141, 142]. Bundan tashqari, NGS katta miqdordagi o'qishni ta'minlaydi, bu esa butun genomlarni Sanger bo'yicha sekvenirlash qiymatining ulushiga sekvenirlash imkonini beradi [1] va model bo'lmagan organizmlarni o'z ichiga oladi [2]. Shuning uchun NGS texnologiyalari eukariot genomlarni de novo sekvenirlash (referens genomsiz sekvenirlash) uchun foydali bo'lib qoldi [145]. NGS texnologiyasidan foydalanishda referent genomning yo'qligi model bo'lmagan organizmlarda molekulyar markerlarni ochish uchun eng katta to'siqlardan biri hisoblanadi. Bunday hollarda sekvenirlash loyihasidan alohida hisoblashlar psevdoreferent genom bo'lib xizmat qilishi mumkin bo'lgan kontinglar deb ataladigan konsensus ketma-ketliklarga yig'iliishi mumkin [146]. Oritqcha kontinglar to'plamini olish uchun genomni qisqartirishning ikkita muqobil usuli mavjud: transkript sekvenirlash (RNK sekvenirlash) va restriksiya sayti bilan bog'liq DNK (RAD sekvenirlash) [144].

Genomlarni transkriptli sekvenirlash eng keng tarqalgan tahliliy yondashuvlardan biridir. Komplementar DNK (kDNK) ma'lum bir to'qima yoki hayotiy bosqichdagi mRNKdan ishlab chiqariladi. Shunday qilib, ma'lum bir to'qima yoki to'qimalar to'plamidan mRNK (kDNK kutubxonasi) ning butun ketma-ketliklari referent genom (yoki referent transkriptlar) bilan tenglashtirilishi yoki de novo

yig'ilishi mumkin [147]. Ushbu yondashuv bitta nukleotidning variatsiya profili, shuningdek, transkriptogramma xususiyatlari va genlarning ekspressiya darajalari uchun ma'lumotlarni iqtisodiy jihatdan samarali usul bilan olish imkonini beradi [148]. Bundan tashqari, transkript sekvenirlash gen bilan bog'liq SNPlarni aniq genom joylashuvi va qo'yilgan funksional rolga qarab tekshirishga imkon beradi [149].

RAD-seq SNP ni aniqlash va genotiplash uchun namunali bo'lmagan baliqlarda genomli reduksiya qilishning muhim usuli bo'lib, RNA-seq dan farqli o'laroq, u shablon sifatida genom DNKsidan foydalanadi. Bu usul restriktazalar bilan belgilangan saytlarda subsemplyatsiya qilish orqali genomning qiyinligini kamaytirish orqali RFLP tamoyillaridan foydalanadi [150]. Bu usul genom DNK-sini restriktazalar bilan parchalashdan iborat bo'lib, keyinchalik fragmentlar hajmini kichraytirish uchun mexanik parchalanadi, bu esa ularni sekvenirlash uchun yaroqli qiladi. So'ngra hazm qilingan fragmentlar har bir individ uchun alohida shtrix-kodlar bilan adapterlarga biriktiriladi, shunda ularni namunalarni to'plamida multipleksatsiya qilish mumkin bo'ladi. Shunday qilib, bir nechta individlarni cheklash saytlariga yondosh hududlar bir vaqtning o'zida bitta ishga tushirishda ketma-ketlikda bo'ladi [151]. RAD-seq usulining bitta restriktaza bilan kesish sayti (dastlabki RAD, 2bRAD) yoki ikkita restriktaza bilan kesish sayti (GBS, CRoPS, RRL, ddRAD) bilan ko'plab variantlari mavjud bo'lib, ular ekologik va evolyutsion tadqiqotlarda past xarajatlar va sa'y-harakatlar bilan tahlil qilinadigan lokuslar sonini ko'paytirishga imkon beradi [152].

RAD-seq usulidan foydalangan holda SNP identifikatsiyasining afzalligi shundaki, bu transkriptogramma sekvenirlash yordamida SNP aniqlanishiga to'sqinlik qilishi mumkin bo'lgan genlarning notekis ifodalanishi bilan bog'liq muammolarning oldini olishga imkon beradi [144]. RAD-seq usulining yana bir afzalligi DNK kutubxonalarini tayyorlash paytida alohida namunalarni yoki namunalarni to'plam uchun DNK shtrix-kodlarini aniqlash imkoniyati bo'lib, bu xarajatlarni kamaytiradi [153]. Biroq, transkriptni tahlil qilish bilan bir qatorda, haqiqiy SNP ni aniqlash imkoniyati yuqori unumli sekvenirlash tufayli yuzaga keladigan xatolarning yuzaga kelishi bilan murakkablashadi. Bu muammoni yengillashtirish uchun ikkala usul uchun ham ketma-ketlikni yetarli darajada chuqur o'qish talab etiladi [154].

RNA-seq va RAD-seq usullari butun dunyo bo'ylab baliqlarning modellash-tirilgan va nomodellashtirilgan turlarida ko'plab mikrosatellit [155, 156] va SNP [154, 157, 158] markerlarini aniqlash imkonini berdi. Garchi ular neotropik baliqlar uchun akvakulturada tobora ko'proq qo'llanilsa-da, mikrosatellitlar identifikatsiya qilindi va biologiya va saqlash sohasidagi tadqiqotlar uchun tavsiflangan [159–162]. Avvalgi tadqiqotlarda bir-biriga yaqin turlarda mikrosatellit lokuslari aniqlangan. Bularga *Anostomidae* [163], *Characidae* [164, 165], *Cichlidae* [166], *Pimelodidae* [167], *Prochilodontidae* [168–170] va *Serrasalminidae* [171] oilalari-ga mansub turlar kiradi.

SNP identifikatsiyasiga kelsak, neotropik chuchuk suv turlarini saqlab qolish bo'yicha kam tadqiqotlar o'tkazilgan. Tadqiqotchilar Serrasalminae oilasiga mansub tambaka (*C. macropomum*) va paku (*P. mesopotamicus*) kabi qimmatli turlarga e'tibor qaratdilar, ular yuqori tijorat qiymati va akvakulturadagi salohiyati tufayli neotropik mintaqada eng ko'p ovlanadigan turlardan biri hisoblanadi [172, 173]. Boshqa SNP tadqiqotlari ("Pool-seq" usuli bilan aniqlangan) Meksikadagi yuqori vodorod sulfid (H_2S) konsentratsiyasiga ega suvlarda *Poecilia mexicana* kabi turlarning evolyutsion moslashuviga tegishli [174] va erkak va urg'ochilarni farqlash uchun RAD-seq usuli bilan *Characidium gomesi* jinsiy xromosomalarda SNP ni aniqlashga oid tadqiqotlar [175] shular jumlasidandir.

6. Molekulyar markerlarning qo'llanilishi

6.1. Neotropik kripik turlarni aniqlash

mtDNK populyatsiya demografiyasi, aralashish, biogeografiya va tur hosil bo'lishining tarixiy qonuniyatlarini qayta tiklash uchun tanlov markeri bo'lgan [88, 176] va Neotropik baliqlarning ko'plab turlarida yashirin individlarni aniqlashga yordam berishi mumkin [177]. Bioxilma-xillikni saqlashga qaratilgan genetik tadqiqotlarning asosiy muammosi turlarni identifikatsiya qilish usulini ishlab chiqishning murakkabligi hisoblanadi, chunki millionlab identifikatsiya qilinmagan va noma'lum turlar mavjud. Sitoxromoksidaza I (COI) mitoxondriya genining taxminan 600 p.n. segmentlari DNK-shtrixkodlaridan foydalanish butun bioxilma-xillikni kataloglashtirishning samarali usuli hisoblanadi. Neotropik chuchuk suvlar ixtiofaunasi dunyoda eng ko'p xilma-xillikka ega bo'lib, baliqlarning juda kam turlari aniqlangan. Hisob-kitoblarga ko'ra, turlarning 30–40 foizi hali tavsiflanmagan va genetik identifikatsiya hatto molekulyar usullar bilan ham qiyinchilik tug'diradi [176, 177].

Shtrixkodlar bo'yicha tadqiqotlar allaqachon San-Fransisko daryosi havzasida o'tkazilgan va yangi tur va turkumlarni (*Hisonotus sp.*) kashf qilish, ma'lum turlar (*Knodus moenkhausii*) diapazonini kengaytirish va yo'qolib ketgan turlarni (*Bryconamericus stramineus*, *Piabina argentea* va *Poecilia sp.*) identifikatsiya qilish orqali neotropik havzalar xilma-xilligini kataloglashtirish uchun shtrixkodlar samarali ekanligini isbotlash imkonini berdi. [178]. Braziliyadagi Yuqori Parana daryosi havzasidagi 254 turdagi baliqlarning tahlili ularning shtrix-kod ketma-ketligidan foydalangan holda 252 turni to'g'ri, shu jumladan ko'plab yaqin turlar [179]ni aniqladi. Bundan tashqari, an'anaviy morfologik taksonomiya va Yuqori Parana va San-Fransisko daryolari neotropik ixtioplanktonini DNK-shtrixkodlashdan foydalangan holda qiyosiy tahlillar ikki usul orasidagi qarama-qarshi natijalarni ko'rsatmadi [180].

Shtrixkodlardan foydalanishdagi yutuqlarga Argentinaning Pampas tekisligi hududida ham erishilgan bo'lib, *S. brasiliensis*, *R. quelen*, *H. malabaricus*,

Synbranchus marmoratus, *Australoheros facetus*, *O. jenynsii* va *Corydoras paleatus* namunalari Janubiy Amerikaning boshqa qismlaridagi o'z qardoshlaridan 3 foizdan ortiq farq qilishini ko'rsatdi. Umuman olganda, bu tadqiqot Neotropik mintaqada yashirin xilma-xillikka dalillarni ko'rsatib, kriptik turlarning ehtimoliy paydo bo'lishini aniqlashga muvaffaq bo'ldi [181]. Ushbu natijalar muhim bo'lsa-da, neotropik mintaq ixtiofaunasidagi shtrix-kodlarni qo'shimcha tadqiq etishni taqozo etadi.

1.2. Genetik o'zgaruvchanlik

Bir populyatsiyadagi individlar o'rtasidagi va populyatsiyalararo genetik xilma-xillik darajalari atrof-muhit o'zgarishi sharoitida turlarni saqlab qolish uchun muhim ahamiyatga ega. Umuman olganda, yovvoyi populyatsiyalarning ko'pchiligi, odatda, genetik xilma-xillikning yuqori darajasiga ega. Bu ko'p jihatdan panmiktik populyatsiyalarni ifodalovchi ko'chib yuruvchi baliqlarda ushbu guruhlarining shakllanishi bilan bog'liq, chunki genlarning yuqori oqimi va populyatsiya o'lchami genetik dreyfning ta'sirini kamaytiradi [183].

Populyatsiyalarning parchalanishiga yoki ularning migratsiya salohiyatiga to'sqinlik qiluvchi bir nechta omillar populyatsiyaning tor yo'llarini keltirib chiqarishi va genetik o'zgaruvchanlikni kamaytirishi mumkin. Tor yo'llar populyatsiya hajmini kamaytiradi, individlarni genetik dreyf va inbridingga moyil qiladi va shu bilan turning evolyutsion salohiyatini pasaytiradi [184].

Parana daryosi havzasida o'tkazilgan bir nechta tadqiqotlar avvaldan ushbu havzadagi baliqlar populyatsiyalari orasida pasayish va genetik gomogenizatsiyani ko'rsatdi [185–188]. Ushbu tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Parana daryosi havzasida, asosan Yuqori Parana mintaqasida o'rnatilgan gidroelektr stansiyalarning yirik to'g'onlari tufayli havzaning parchalanishi ushbu populyatsiyalarga ta'sir qiluvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Braziliya gidroenergetika ishlab chiqarish bo'yicha uchinchi o'rinda turadi, uning ulushi jahon umumiy ishlab chiqarishining 10 foizini tashkil qiladi. Erkin oqar tropik daryolarni gidroelektrostansiya to'g'onlari bilan bog'liq boshqariladigan tizimlarga aylantirish chuchuk suv neotropik baliqlarini saqlab qolishning asosiy muammolaridan biri hisoblanadi. Suv tezligi va haroratiga ta'sir qilishdan tashqari, gidroelektr stansiyalari to'g'onlari tabiiy daryo oqimini to'sib qo'yadi, bu esa yashash muhitining fragmentatsiyasi tufayli chuchuk suv baliqlari populyatsiyasiga ta'sir qiladi, populyatsiyani izolyatsiya qilish xavfini oshiradi va keyinchalik genlar oqimini buzadi. Bu haqda San-Fransisko [168] daryosidagi *Prochilodus argenteus* va Braziliyaning [189] janubi-sharqidagi *Brycon insignis* uchun mikrosatellit markerlaridan foydalangan holda ilgari ma'lum qilingan edi.

Gidroelektrostansiya to'g'onlari keltiradigan zararni kamaytirish uchun zararlangan turlarni reintroduksiya qilish dasturlari potensial yechim hisoblanadi. Biroq, mahalliy turlarning genetikasi haqidagi bilimlarning yo'qligi teskari ta'sir

ko'rsatishi mumkin. *P. argenteus* zaxiralari to'ldirish dasturlarining tahlili zaxira populyatsiyalari va yovvoyi populyatsiyalar o'rtasidagi farqlarni ko'rsatadi va bu farqlanish xavf tug'diradi va mahalliy genlarning xilma-xilligini buzadi [190].

GES to'g'onlari va zaxiralarni genetik jihatdan to'ldirishning tegishli bo'lmagan dasturlaridan tashqari, madaniylashtirilgan populyatsiyalarni noadekvat boshqarish turlarning genetik o'zgaruvchanligiga ham ta'sir qilishi mumkin. Akvakultura obyektlaridan qochib kelgan baliqlar baliqchilik xo'jaliklariga bevosita yaqin joyda yashovchi tabiiy populyatsiyalardagi genetik xilma-xillik darajasiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Yovvoyi populyatsiyalarga madaniylashtirilgan individlarni kiritish turli genetik xususiyatlarga ega bo'lgan populyatsiyalarning aralashishiga olib kelishi mumkin, bu esa o'rtacha genetik xilma-xillikni kamaytiradi (Valund effekti), bu ko'plab baliq populyatsiyalarida kuzatilgan [191, 192].

1.3. Genetik tuzilma

Yuqorida aytib o'tilganidek, neotropik ixtiofauna ko'plab atrof-muhit omillari ta'siriga duchor bo'ladi, bu esa ularning kelib chiqish muhitida saqlanib qolish tezligiga ta'sir qilishi mumkin, shu jumladan ularning yashash muhitining buzilishi va keyinchalik populyatsiyalarning parchalanishi. Baliqlar populyatsiyalarining fazoviy taqsimlanishiga ta'sir qilish genlarning chastotasiga ta'sir qiluvchi genetik jarayonlarga olib kelishi mumkin, shu jumladan dispersion jarayonlar, genlarning o'zgarishi va asoslovchi ta'sirlar. Bu genetik jarayonlar sistematik migratsiya, mutatsiya va tanlanishni kuchaytiradi. Polimorfizmning yuqori darajasi va butun genom bo'ylab tarqalishi tufayli molekulyar markerlar turli populyatsiyalarda genetik tuzilishni tahlil qilish uchun foydalidir. Neotrop populyatsiyalarning tuzilishini mikrosatellit markerlar yordamida tekshirishga oid tadqiqotlar to'g'on qilinishi ta'sir qilgan populyatsiyalarga yo'naltirilgan.

Neotropik daryolarda yashovchi chuchuk suv baliqlarining ko'plab turlari migratsiya xususiyatiga ega bo'lib, yomg'ir mavsumida, suv sathi ko'tarilganda va harorat ko'tarilganda ko'payadi. Odatda, baliqlarning migratsiyasi asosiy daryo yoki uning irmoqlarida ikralarni urchitish uchun sodir bo'ladi, keyinchalik ular rivojlanish uchun mos sharoitlarni topish uchun oqim bo'ylab pastga, qayirlarga ko'chiriladi [19]. Ushbu uzoq masofaga ko'chib o'tish qobiliyati ushbu baliq turlari mikrosatellit tahlilidan foydalangan holda *Prochilodus mariae* [194], *Brycon hilarii* [195] va *P. mesopotamicus* [196] kabi bir nechta tadqiqotlarda ma'lum qilinganidek, yagona panmiktik populyatsiyani tashkil qiladi. Ko'pgina tadqiqotlarda turli ko'chib yuruvchi turlarning mikrosatellit lokuslarida genetik tuzilma-lashuvi aniqlandi. Bu turli xil neotropik gidrografik havzalarda *Prochilodus costatus* [197] va *S. brasiliensis* [198] uchun ko'rsatilganidek, bir xil yashash muhitini bir-biri bilan kesishadigan reproduktiv davrlar bilan bo'lishgan individlar o'rtasidagi fazoviy tuzilma bo'lishi shart emas.

Populyatsiya tuzilishini tahlil qilish uchun mtDNKdan foydalangan holda ba'zi tadqiqotlar ham o'tkazildi. D-halqa mintaqalari Paragvay daryosi va boshqa to'rtta asosiy irmoqlardagi pak-u (*P. mesopotamicus*) populyatsiyasining tuzilma-viy tahlilini o'tkazish uchun foydalanilgan bo'lib, genlar oqimining yuqoriligini va yagona panmikt populyatsiyasining shakllanishini ko'rsatadi. Bu turli xil muhitlar o'rtasidagi munosabatlarni tartibga soladigan va metapopulyatsiyalarni shakllantirgan holda populyatsiyalar o'rtasida genlar oqimini ta'minlaydigan toshqinlar sikli bilan bog'liq [42].

Neotropik chuchuk suv turlarini saqlab qolish uchun SNP dan foydalanadigan tadqiqotlar kam va tabiiy zaxiralarning genetik tuzilishini baholash uchun ma'lumotlar yetarli emas. Populyatsiya tuzilishini yaxshiroq tushunish va boshqarish choralari va saqlash siyosatini ishlab chiqish maqsadida turlarni aniqlash uchun SNP markerlaridan foydalangan holda ko'proq genetik tadqiqotlar o'tkazish lozim [172, 173].

1.4. Neotropik gibrid baliqlarni identifikatsiya qilish

Neotropik mintaqada, ayniqsa, Braziliyada serrasalmid va pimalodid duragaylari akvakulturada muhim yutuqqa aylandi. Paka (*P. mesopotamicus*), tambaka (*C. macropomum*) va pirapiting (*P. brachypomus*) kabi serrasalmid turlaridan yoki pintoda (*P. corruscans*) va kachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) kabi pimalodid turlaridan kelib chiqqan gibrid baliqlar tijorat uchun qimmatli hisoblanadi va yuqori o'sish sur'atlariga va tijorat sektori uchun foydali bo'lgan boshqa xususiyatlarga ega, masalan chidamlilik va eng yaxshi reproduktiv faollik [199]. Gibrid ishlab chiqarishga qiziqish sof turlar haqidagi bilimlarning yetishmasligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin, asosan ko'paytirishga genetik yondashuvlar [200]. Tambaka (*C. macropomum* urg'ochisi *P. mesopotamicus* erkak bilan chatishtirilgan) va patinga (*P. mesopotamicus* urg'ochisi *P. brachypomus* erkak bilan chatishtirilgan) Braziliya akvakultura mahsulotlarining katta qismini tashkil qiladi [201]. Biroq nazorat qilinmaydigan fertil duragaylarni ishlab chiqarish, masalan, pating, atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Noto'g'ri boshqarish baliqning daryolarga qochib ketishiga olib kelishi va toza turlarning genetik yaxlitligini xavf ostiga qo'yishi va erkin ravishda qayta chatishishiga olib kelishi mumkin.

Gibrid baliqlarni identifikatsiyalash uchun genetik texnologiyalar sitogenetik usullar va PZR usullarini o'z ichiga oladi. Baliq duragaylarining ota-ona turlari bilan morfologik o'xshashligi, asosan yuvenil bosqichlarda yoki F1 dan keyingi avlodlarda, ularni faqat molekulyar markerlar usullari yordamida farqlash mumkinligini anglatadi. Dastlab, serrasalmid turlarining duragaylarini identifikatsiya qilish uchun PZRdan mustaqil molekulyar usullar (allozimlar va PDRF yordamida) dan foydalanilgan [200]. Ushbu markerlar hozirgi vaqtda PZR usullarining afzalliklari tufayli qo'llanilmaydi. Mikrosatellitlar va SNP kabi Mendeleev kodominant PZR

markerlari duragaylarni va introgressiya hodisalarini aniqlash uchun mos keladi. Biroq, baliq duragaylarini identifikatsiya qilish uchun zarur bo'lgan SNP kabi genetik markerlarni aniqlash uchun qo'shimcha tadqiqotlar, ayniqsa tabiiy muhitda qochib ketgan baliq duragaylarini aniqlashda ishlab chiqarishni monitoring qilish va boshqarish choralari bilan birgalikda zarurdir [55].

PZR-PDRF va multipleks-PZR kabi muqobil va kam xarajatli usullar individual nukleotidlar polimorfizmlari asosida oddiy PZR yordamida identifikatsiya qilish imkonini berib, tez va arzon amalga oshirish mumkin bo'lgan usullar sifatida amalga oshirish osonroq va samaradorligini isbotladi [55]. PZR-PDRF usuli DNK variatsiyalarini tahlil qilish imkonini beradi. Fermentni tanib olish joylarida hosil bo'lgan ma'lum fragmentlardagi asoslarning almashinishi restriksiya fragmentlarining patternlariga olib keladi. Multipleks PZR tahlil qilinayotgan turlar o'rtasida nukleotidlarning bir nechta almashinishi bilan farqlanadigan lokuslarni aniqlash uchun turga xos praymerlardan foydalanadi va ikkita yoki undan ortiq reaksiyalar bitta probirkada sodir bo'lishi mumkin [203]. PZR-PDRF va multipleks PZR usullari neotropik turlar o'rtasidagi duragaylarni aniqlash uchun o'zini yaxshi ko'rsatdi [55, 204]. Baliqchilik fermalarida duragaylar savdosi va boshqaruvi to'g'ri amalga oshirilishini tekshirish uchun duragaylash dasturlarining genetik monitoringini odatdagi tartibda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

1.5. Neotropik baliqlarning kuzatish imkoniyati

Kuzatish – bu turlarni va ularning kelib chiqishini ajrata olish imkoniyati. U tabiiy zaxiralarni saqlash va oziq-ovqat mahsulotlari sifatini sertifikatlashda muhim hisoblanadi. DNKga asoslangan kuzatuv metodologiyasi ishonchliroq va aniqroq bo'lib, yo'qolib ketish xavfi ostida turgan neotropik baliqlar zaxirasini saqlab qolish uchun muhim vositadir. Bundan tashqari, SNP massivlari turlarni identifikatsiyalash yoki ma'lum bir populyatsiyani identifikatsiyalash uchun muhtaliflangan, tuzlangan, pishirilgan va yuqori darajada konserva holda qayta ishlangan baliq namunalari ishlatilishi mumkin. Bu iste'mol qilinayotgan baliqning kelib chiqishini aniqlash va yo'qolib ketish xavfi ostida bo'lgan joylarda tijorat baliq ovlashning oldini olish imkonini beradi. Biroq baliqlarning kamayib ketishini qisqartirish uchun faqat baliqlarning kuzatib borishini sinab ko'rishning o'zi kifoya qilmaydi; aksincha, kuzatib borish usullaridan barqaror baliq ovlash, qo'shimcha baliqlarni qisqartirish va boshqaruv siyosati bilan birgalikda foydalanish kerak [125, 154, 205]. Dunyo bo'ylab yirtqichlar va tartibsiz baliq ovlashning oldini olish uchun baliq populyatsiyalarida kuzatish bo'yicha tadqiqotlar olib borilganiga qaramay, chuchuk suv neotropik baliq turlarida DNK kuzatuvchanlik markerlari bilan bog'liq muhim tadqiqotlar hali ham yetarli emas.

6. Xulosa

Uslubiy yutuqlar va sekvenirlash texnologiyalarining rivojlanishi neotropik baliqlarni saqlab qolishda molekulyar markerlardan samarali foydalanishni ta'minlashi mumkin. Neotropik mintaqadagi baliqlarga inson faoliyatining salbiy ta'siriga qaramay (o'rmonlarni kesish, to'g'onlar qurish, ortiqcha baliq ovlash va mahalliy bo'lmagan turlarni havzalarga kiritish kabi), populyatsiya tuzilishi, genetik o'zgaruvchanligi va duragaylarni aniqlash bo'yicha genetik tadqiqotlar yetarli emas.

Minnatdorchilik

Ushbu tadqiqot CNPq grantlari (446,779/2014-8, 130,629/2015-4 va 305,916/2015-7), FAPESP (2014/03772-7, 2016/18294-9, 2015/14185-8 va 2016/21011-9) va CAPES loyihasi doirasida amalga oshirilgan.

Muallif ma'lumotlari

Vito Antonio Mastrokiriko Filo, Milena V. Freytas, Rakel B. Arede, Lishen V.G. Lira, Natalya X. Mendes va Diogo T. Xasimoto*

*Murojaat uchun diogo@caunesp.unesp.br.

San-Paulu davlat universiteti (YUNESP), YUNESP akvakultura markazi, Jabotikabal, qo'shma korxona, Braziliya.

Adabiyotlar:

- [1] Lévêque C, Oberdorff T, Paugy D, Stiassny MLJ, Tedesco PA. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*. 2008;595(1):545-567. DOI: 10.1007/s10750-007-9034-0
- [2] Arrington DA, Davidson BK, Winemiller KO, Layman CA. Influence of life history and seasonal hydrology on lipid storage in three neotropical fish species. *Journal of Fish Biology*. 2006;68:1347-1361. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2006.00996.x
- [3] Morrone JJ. Cladistic biogeography of the Neotropical region identifying the main events in the diversification of the terrestrial biota. *Cladistics*. 2014;30:202-214. DOI: 10.1111/cla.12039
- [4] Helfman GS, Collette BB, Facey DE, Bowen BW. The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology. 2nd ed. Wiley-Blackwell; 2009. 736 p
- [5] Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr CJ. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre, Brazil: EDIPUCRS; 2003. 729 p
- [6] Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A. Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status. Victoria, Canada: IDRC and the World Bank; 2003. 388 p
- [7] Salati E, Nielsen IC, Balslev H. The forest and the hydrological cycle. In: Holm-Nielsen LB, editor. Tropical Forests. London, UK: Academic Press; 1989. pp. 273-296
- [8] Araujo-Lima CARM, Ruffino ML. Migratory fishes of the Brazilian Amazon. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A, editors. Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status. Victoria, Canada: IDRC and the World Bank; 2003. pp. 233-302

- [9] Diaz-Sarmiento JA, Alvarez-León R. Migratory fishes of the Colombian Amazon. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A, editors. *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. Victoria, Canada: IDRC and the World Bank; 2003. pp. 303-344
- [10] Ruffino ML, Isaac VJ. Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *Naga, The ICLARM Quarterly*. 1995;18(4):41-45
- [11] Itaipu Binacional. Oct 1, 2017. Available from: <https://www.itaipu.gov.br/>
- [12] Agostinho AA, Gomes LC, Suzuki HI, Julio Jr HF. Migratory fishes of the Upper Paraná River. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A, editors. *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. Victoria, Canada: IDRC and the World Bank; 2003. pp. 19-98
- [13] Anderson JR dos Santos NFR, Diaz HF. An Analysis of Flooding in the Paraná/Paraguay River Basin. LATEN Dissemination Note # 5. Washington, USA: The World Bank, Latin America & the Caribbean Technical Department, Environment Division; 1993. 19 p
- [14] Wantzen KM, Machado FA, Voss M, Boriss H, Junk WJ. Seasonal isotopic shifts in fish of the Pantanal wetland, Brazil. *Aquatic Sciences*. 2002;64(3):239-251. DOI: 10.1007/PL00013196
- [15] Pacheco EB, Da-Silva CJ. Fish associated with aquatic macrophytes in the Chacororé- Sinhá Mariana Lake system and Mutum River, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 2009;69:101-108. DOI: 10.1590/S1519-69842009000100012
- [16] Resende EK. Migratory fishes of the Paraguay-Paraná Basin, excluding the Upper Parana Basin. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A, editors. *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. Victoria, Canada: IDRC and the World Bank; 2003. pp. 99-156
- [17] Zaniboni Filho E, Schulz UH. Migratory fishes of the Uruguay River. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A, editors. *Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. Victoria, Canada: IDRC and the World Bank; 2003. pp. 157-194
- [18] Dantas HL, Neto MAS, Oliveira KKC, Severi W, Diniz FM, et al. Genetic diversity of captive and wild threatened catfish *Pseudoplatystoma corruscans* in the São Francisco River. *Reviews in Fisheries Science*. 2013;21:237-246. (3-4, Fourth International Symposium on Stock Enhancement and Sea Ranching). DOI: 10.1080/10641262.2013.800787
- [19] Sato Y, Godinho HP. Migratory fishes of the São Francisco River. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A, editors. *Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. Victoria, Canada: IDRC and the World Bank; 2003. pp. 195-232
- [20] Reis RE, Albert JS, Di Dario F, Mincarone MM, Petry P, et al. Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*. 2016;89(1):12-47. DOI: 10.1111/jfb.13016
- [21] Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM. *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Maringá, Brasil: Eduem; 2007. 501 p

[22] Bickford D, Lohman DJ, Sodhi NS, Ng PK, Meier R, et al. Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*. 2007;22(3):148-155. DOI: 10.1016/j.tree.2006.11.004

[23] Pereira LH, Pazian MF, Hanner R, Foresti F, Oliveira C. DNA barcoding reveals hidden diversity in the Neotropical freshwater fish *Piabina argentea* (Characiformes: Characidae) from the Upper Paraná Basin of Brazil. *Mitochondrial DNA*. 2011;22(Suppl 1):87-96. DOI: 10.3109/19401736.2011.588213

[24] Barthem RB. Development of commercial fisheries in the Amazon basin and consequences for fish stocks and subsistence fishing. In: Clüsener-Godt M, Sachs I, editors. *Brazilian Perspectives on Sustainable Development of the Amazon Region*. Vol. 15. Mam and the Biosphere Series. Paris, France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization and the Parthenon Publishing Group; 1995. pp. 175-204

[25] Barthem RB, Fabr   NN. *Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amaz  nia*. In: Ruffino ML, editor. *A pesca e os recursos pesqueiros na Amaz  nia brasileira*. Manaus, Brazil: Prov  rzea; 2004. pp. 11-55

[26] Lowe-McConnell RH. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities* (Cambridge Tropical Biology Series). 1st ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1987. 400 p

[27] Wootton RJ. *Ecology of Teleost Fishes*. London, UK: Chapman and Hall; 1990. 404 p

[28] Agostinho AA. Considera  es sobre a atua  o do setor el  trico na preserva  o da fauna aqu  tica e dos recursos pesqueiros. In: *Semin  rio sobre fauna aqu  tica e o setor el  trico brasileiro: reuni  es tem  ticas preparat  rias*, 1993. Rio de Janeiro, Brazil: Eletrobr  s: Comase, 1994. pp. 8-19

[29] Gon  alves CS, Souza UP, Ferreira FC, Peress  n A, Braga MS. Life-history strategies associated to reproduction of three Hyphessobrycon species (Characidae) in lentic environments of upper Paran   River basin. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 2012;5(4):398-405. DOI: 10.1590/S2179-975X2013000400005

[30] Rose KA, Cowan JH, Winemiller KO, Myers RA, Hilborn R. Compensatory density dependence in fish populations: Importance, controversy, understanding and prognosis. *Fish and Fisheries*. 2001;2:293-327. DOI: 10.1046/j.1467-2960.2001.00056.x

[31] Anderson EP, Freeman MC, Pringle CM. Ecological consequences of hydropower development in central America: Impacts of small dams and water diversion on neotropical stream fish assemblages. *River Research and Applications*. 2006;22(4):397-411. DOI: 10.1002/rra.899

[32] Post JR, Parkinson EA, Apr N. Energy allocation strategy in young fish: Allometry and survival. *Ecology*. 2001;82(4):1040-1051. DOI: 10.1890/0012-9658(2001)082[1040:EA-SIYF] 2.0.CO;2

[33] Petrere M, Barthem RB, C  rdoba EA, G  mez BC. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of pira  ba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2004;14(4):403-414. DOI: 10.1007/s11160-004-8362-7

[34] Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM. A Ictiofauna Sul-Americana: composi  o e hist  ria de vida. In: Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM, editors. *Ecologia*

e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil. Maringá, Brazil: Eduem; 2007. pp. 10-38

[35] Vazzoler AEA. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, Brazil: Eduem; 1996. 169 p

[36] Bailly D, Agostinho AA, Suzuki HI. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with diferente reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazil. River Research and Applications. 2008;24:1218-1229. DOI: 10.1002/rra.1147

[37] Winemiller KO, Jepsen DB. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. Journal of Fish Biology. 1998;53(Suppl A):267-296. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb01032.x

[38] Rossi LM. Ontogenetic diet shifts in a neotropical catfish, *Sorubim lima* (Schneider) from the River Paraná system. Fisheries Management and Ecology. 2001;8(2):141-152. DOI: 10.1046/j.1365-2400.2001.00237.x

[39] Hahn L, Agostinho AA, English KK, Carosfeld J, da Câmara LF, Cooke SJ. Use of radio- telemetry to track threatened dorados *Salminus brasiliensis* in the upper Uruguay River, Brazil. Endangered Species Research. 2011;15(2):103-114. DOI: 10.3354/esr00363

[40] Petrere M Jr. Migraciones de peces de agua dulce en America Latina: algunos comentarios. COPESCAL Documento. Ocasional Nº1. Rome, Italy: FAO-Organizacion de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion; 1985. pp. 1-17

[41] Barthem RB, Goulding M, Leite RG, Cañas C, Forsberg B, et al. Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles. Scientific Reports. 2017;7:41784. DOI: 10.1038/srep41784

[42] Iervolino F, Kawakami E, Resende D, Wagner A, Hilsdorf S. The lack of genetic differentiation of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) populations in the upper-Paraguay Basin revealed by the mitochondrial DNA D-loop region: Implications for fishery management. Fisheries Research. 2010;101:27-31. DOI: 10.1016/j.fishres.2009.09.003

[43] Galetti M, Donatti CI, Pizo MA, Giacomini HC. Big fish are the best: Seed dispersal of *Bactris glaucescens* by the pacu fish (*Piaractus mesopotamicus*) in the Pantanal, Brazil Biotropica. 2008;40(3):386-389. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2007.00378.x

[44] Fialho CB, Schifino LC, Verani JR. Biologia reprodutiva de *Oligosarcus jenynsii* (Gunter) (Characiformes, Characidae) da Lagoa das Custódias, Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia. 1998;15(3):775-782

[45] Barletta M, Jaureguizar AJ, Baiguns C, Fontoura NF, Agostinho AA, Almeida-Val VMF, Val AL, Torres RA, Jimenes LF, Giarrizzo T, Fabr  NN, Batista VS, Lasso C, Taphorn DC, Costa MF, Chaves PT, Vieira JP, Corr a MFM. Fish and aquatic habitat conservation in South America: A continental overview with emphasis on neotropical systems. Journal of Fish Biology. 2010;76:2118-2176. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2010.02684.x

[46] Minist rio da Pesca e Aquicultura (MPA). Bolet m estat stico da pesca e aquicultura – Bras lia, Brazil: Secretaria de Monitoramento e Controle do Minist rio da Pesca e Aquicultura – MPA; 2013. 60 p

[47] Arbel ez-Rojas GA, Fracalossi DM, Fim JDI. Body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinx , *Brycon cephalus*, when raised in intensive (ig-

arape chan- nel) and semi-intensive (pond) culture systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2002; 31(3):1059-1069

[48] Cultured Aquatic Species Information Programme. Lates calcarifer. Cultured Aquatic Species Information Programme. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome: Italy. Updated 3 June 2006

[49] Porto-Foresti F, Hashimoto DT, Senhorini JA, Foresti F. Híbridação em piscicultura: monitoramento e perspectivas. In: Baldisserotto B, Gomes LC, editors. *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil*. Santa Maria, Brazil: Editora UFSM; 2010. pp. 589-606

[50] Epifanio J, Nielsen J. The role of hybridization in the distribution, conservation and management of aquatic species. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2000;10(3):245-251

[51] Senanan W, Kapuscinski AR, Na-Nakorn U, Miller LM. Genetic impacts of hybrid cat- fish farming (*Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus*) on native catfish populations in central Thailand. *Aquaculture*. 2004;235(1):167-184. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2003.08.020

[52] Allendorf FW, Leary RF, Spruell P, Wenburg JK. The problems with hybrids: Setting conservation guidelines. *Trends in Ecology & Evolution*. 2001;16(11):613-622. DOI: 10.1016/S0169-5347(01)02290-X

[53] Bartley DM, Rana K, Immink AJ. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2001;10:325-337. DOI: 10.1023/A:1016691725361

[54] Suplicy FM. Freshwater fish seed resources in Brazil. In: Bondad-Reantaso MG, editor. *Assessment of Freshwater Fish Seed Resources for Sustainable Aquaculture*. (Fisheries Technical Paper, No. 501). Rome: FAO; 2007. pp. 129-143

[55] Hashimoto DT, Senhorini JA, Foresti F, Porto-Foresti F. Interspecific fish hybrids in Brazil: Management of genetic resources for sustainable use. *Reviews in Aquaculture*. 2012;4(2):108-118. DOI: 10.1111/j.1753-5131.2012.01067.x

[56] Baxter RM. Environmental effects of dams and impoundments. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1977;8(1):255-283

[57] Agostinho AA, Pelicice FM, Gomes LC. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: Impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*. 2008;68(4 Suppl):1119-1132. DOI: 10.1590/S1519-69842008000500019

[58] Nilsson C, Reidy CA, Dynesius M, Revenga C. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science*. 2005;308(5720):405-408. DOI: 10.1126/science.1107887

[59] Godinho AL, Kynard B. Migratory fishes of Brazil: Life history and fish passage needs. *River Research and Applications*. 2009;25:702-712. DOI: 10.1002/rra.1180

[60] Pelicice FM, Pompeu PS, Agostinho AA. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. *Fish and Fisheries*. 2015;16(4):697-715. DOI: 10.1111/faf.12089

[61] Rizzo E, Bazzolli N. Reprodução e embriogênese. In: Baldisserotto B, Possebon JE, Urbinati EC, editors. *Biologia e Fisiologia de peixes neotropicais de água doce*. Jaboticabal, Brazil: FUNEP; 2014. pp. 265-284

[62] Castro ACL. Aspectos ecológicos da comunidade ictiofaunística do reservatório de Barra Bonita, SP. *Revista Brasileira de Biologia*. 1997;57(4):665-676

[63] Alves CBM, Godinho AL, Godinho HP, Torquato VCA. Ictiofauna da represa de Itutinga

Rio Grande (Minas Gerais - Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*. 1998;58(1):121-129

[64] Agostinho AA, Miranda LE, Bini LM, Gomes LC, Thomaz SM, Suzuki HI. Patterns of colonization in Neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: Tundisi JG, Straskraba M, editors. *Workshop, Theoretical Reservoir Ecology and its Applications*. São Carlos, Brazil: Leiden Backhuy; 1999. pp. 227-266

[65] Petts GE. *Impounded Rivers: Perspectives for Ecological Management*. John Wiley; 1984. 326 p

[66] Sirol RN, Britto SG. Conservação e manejo da ictiofauna: repovoamento. In: Nogueira MG, Henry R, Jorcin A, editors. *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascatas*. São Carlos: RiMA; 2006. p. 275284

[67] Ortega-Villaizán Romo MM, Aritaki M, Taniguchi N. Pedigree analysis of recaptured fish in the stock enhancement program of spotted halibut *Verasper variegates*. *Fisheries Science*. 2006;72:48-52. DOI: 10.1111/j.1444-2906.2006.01115.x

[68] Wasko AP, Martins C, Oliveira C, Senhorini JA, Foresti F. Genetic monitoring of the Amazonian fish matrinhã (*Brycon cephalus*) using RAPD markers: Insights into support- ive breeding and conservation programmes. *Journal of Applied Ichthyology*. 2004;20: 48-52. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2004.00479.x

[69] Clay CH. *Design of Fishways and Other Fish Facilities*. 2nd ed. Boca Raton: Lewis Publishers; 1995. 248 p

[70] Agostinho AA, Mendes VP, Suzuku HI, Canzi C. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de Itaipu. *Revista UNIMAR*. 1993;15(Suppl):175-189

[71] Agostinho AA, Julio HF Jr, Torloni CE. Impactos causados pela introdução e transferência de espécies aquáticas: uma síntese. In: *Anais VIII Simpósio Brasileiro de Aquicultura*. Piracicaba, SP: ABRAQ; 2000. pp. 59-75

[72] Agostinho CS, Agostinho AA, Pelicice F, Almeida DA, Marques EE. Selectivity of fish ladders: A bottleneck in Neotropical fish movement. *Neotropical Ichthyology*. 2007; 5(2):205-203. DOI: 10.1590/S1679-62252007000200015

[73] Barroso RM, Hilsdor AWS, Moreira HLM, Cabello PH, Traub-Cseko YM. Genetic diversity of wild and cultured populations of *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819) (Characiforme, Characidae, Bryconinae) using microsatellites. *Aquaculture*. 2005;247:51-65. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.02.004

[74] Sekino M, Sugaya T, Hara M, Taniguchi N. Relatedness inferred from microsatellite genotypes as a tool for broodstock management of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*. 2004;233:163-172. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2003.11.008

[75] Scott GR, Sloman KA. The effects of environmental pollutants on complex fish behaviour: Integrating behavioural and physiological indicators of toxicity. *Aquatic Toxicology*. 2004;68(4):369-392. DOI: 10.1016/j.aquatox.2004.03.016

[76] Camargo MMP, Martinez CBR. Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream. *Neotropical Ichthyology*. 2007;5(3):327-336. DOI: 10.1590/ S1679-62252007000300013

[77] Persh TSP, Weimer RN, Freitas BS, Oliveira GT. Metabolic parameters and oxidative balance in juvenile *Rhamdia quelen* exposed to rice paddy herbicides: Roundup®, Primoleo®, and Facet®. *Chemosphere*. 2017;176:98-109. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2017.01.092

[78] Pereira BF, Alves AL, Senhorini JA, Scalize PH, De Figueiredo FAT, Pitol DL, Caetano FH. Quantifying structural modifications of gills of two fish species *Astyanax altiparanae* (Lambari) and *Prochilodus lineatus* (Curimbatá) after exposure to biodegradable detergents in urban lake water. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*. 2017;80(6):338-348. DOI: 10.1080/15287394.2017.1323254

[79] Vieira CED, Costa PG, Cabrera LC, Primel EG, Fillman G, Bianchini A, Martínez CB de R. A comparative approach using biomarkers in feral and caged Neotropical fish: Implications for biomonitoring freshwater ecosystems in agricultural areas. *Science of The Total Environment*. 2017;586:598-609. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.02.026

[80] Palermo FF, Risso WE, Simonato JD, Martinez CBR. Bioaccumulation of nickel and its biochemical and genotoxic effects on juveniles of the neotropical fish *Prochilodus lineatus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2015;116:19-28. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2015.02.032

[81] MINAM. Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio – Uma bomba de tiempo. Vol. 1. Lima, Perú. 2011. 103 p

[82] Hylander LD, Pinto FN, Guimarães JRD, Meili M, Oliveira LJ, Silva EC. Fish mercury concentration in the Alto Pantanal, Brazil: Influence of season and water parameters. *Science of The Total Environment*. 2000;261(1-3):9-20. DOI: 10.1016/S0048-9697(00)00591-X

[83] Alho CJR, Vieira LM. Fish and wildlife resources in the pantanal wetlands of Brazil and potential disturbances from the release of environmental contaminants. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 1996;16(1):71-74. DOI: 10.1002/etc.5620160107

[84] Carvalho CS, Bernusso VA, Fernandes MN. Copper levels and changes in pH induce oxidative stress in the tissue of curimbata (*Prochilodus lineatus*). *Aquatic Toxicology*. 2015;167:220-227. DOI: 10.1016/j.aquatox.2015.08.003

[85] GFT. Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG. 2015. Available from: http://www.agenciaminas.mg.gov.br/ckedito-rassets/attachments/770/relatorio_final_ft_03_02_2016_15h5min.pdf

[86] Garcia LC, Ribeiro DB, Roque FO, Quintero JMO, Laurance WF. Brazil's worst mining disaster: Corporations must be compelled to pay the actual environmental costs. *Ecological Applications*. 2017;27(1):5-9. DOI: 10.1002/eap.1461

[87] Gomes LEO, Correa LB, Sá F, Neto RR, Bernardino AF. The impacts of the Samarco mine tailing spill on the Rio Doce estuary, Eastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. 2017; 120(1-2):28-36. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.04.056

[88] Piorski NM, Sanches A, Carvalho-Costa LF, Hatanaka T, Carrillo-Avila M, et al. Contribution of conservation genetics in assessing neotropical freshwater fish biodiversity. *Brazilian Journal of Biology*. 2008;68(4):1039-1050. DOI: 10.1590/S1519-69842008000500011

[89] Hughes JB, Daily GC, Ehrlich PR. Population diversity: Its extent and extinction. *Science*. 1997;278(5338):689-694. DOI: 10.1126/science.278.5338.689

- [90] Templeton AR. Using phylogeographic analyses of gene trees to test species status and processes. *Molecular Ecology*. 2001;10:779-791. DOI: 10.1046/j.1365-294x.2001.01199.x
- [91] Juanes F, Perez J, Garcia-Vazquez E. Reproductive strategies in small populations: Using Atlantic salmon as a case study. *Ecology of Freshwater Fish*. 2007;16(4):468-475. DOI: 10.1111/j.1600-0633.2007.00224.x
- [92] Nei M, Maruyama T, Chakraborty R. The bottlenecks effect and genetic variability in populations. *Evolution*. 1975;29(1):1-10. DOI: 10.1111/j.1558-5646.1975.tb00807.x
- [93] Frankham R. Relationship of genetic variation to population size in wildlife. *Conservation Biology*. 1996;10(6):1500-1508. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1996.10061500.x
- [94] Avise JC. *Molecular Markers, Natural History and Evolution*, New York, United States: Chapman & Hall; 1994. 511 p. DOI: 10.1007/978-1-4615-2381-9
- [95] Morin PA, Luikart G, Wayne RK. SNPs in ecology, evolution and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*. 2004;19(4):208-216. DOI: 10.1016/j.tree.2004.01.009
- [96] Brook BW, Bradshaw CJA, Koh LP, Sodhi NS. Momentum drives the crash: Mass extinction in the tropics. *Biotropica*. 2006;38(3):302-305. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2006.00141.x
- [97] Mayden RL. A hierarchy of species concepts: The denouement in the saga of the species problem. In: Claridge MF, Dawah HA, Wilson MR, editors. *Species: The Units of Diversity*. London, UK: Chapman & Hall; 1997. pp. 381-423
- [98] Hajibabaei M, Singer GAC, Hebert PDN, Hickey DA. DNA barcoding: How it complements taxonomy, molecular phylogenetics and population genetics. *Trends in Genetics*. 2007;23(4):167-172. DOI: 10.1016/j.tig.2007.02.001
- [99] Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, deWaard JR. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Biological Sciences*. 2003;270(1512):313-321. DOI: 10.1098/rspb.2002.2218
- [100] Hebert PDN, Penton EH, Burns JM, Janzen DH, Hallwachs W. Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2004;101(41):14812-14817. DOI: 10.1073/pnas.0406166101
- [101] Kerr KCR, Stoeckle MY, Dove CJ, Weigt LA, Francis CM, et al. Comprehensive DNA barcode coverage of north American birds. *Molecular Ecology Notes*. 2007;7(4):535-543. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2007.01670.x
- [102] Liu J, Möller M, Gao LM, Zhang DQ, Li DZ. DNA barcoding for the discrimination of Eurasian yews (*Taxus L.*, Taxaceae) and the discovery of cryptic species. *Molecular Ecology Resources*. 2011;11(1):89-100. DOI: 10.1111/j.1755-0998.2010.02907.x
- [103] Simon KS, Townsend CR. Impacts of freshwater invaders at different levels of ecological organization, with emphasis on salmonids and ecosystem consequences. *Freshwater Biology*. 2003;48:982-994. DOI: 10.1046/j.1365-2427.2003.01069.x
- [104] Bartley DM, Rana K, Immink AJ. The use of inter-species hybrids in aquaculture and their reporting to FAO. In: FAN. *The FAO Aquaculture Newsletter No. 17*. Rome, Italy: FAO, Inland Water Resources and Aquaculture Service, Fisheries Department; 1997. pp. 7-13

[105] Elo K, Ivanoff S, Vuorinen JA, Piironen J. Inheritance of RAPD markers and detection of interspecific hybridization in brown trout and Atlantic salmon. *Aquaculture*. 1997;152:55-65. DOI: 10.1016/S0044-8486(96)01529-3

[106] Boecklen WJ, Howard DJ. Genetic analysis of hybrid zones: Numbers of markers and power of resolution. *Ecology*. 1997;78(8):2611-2616

[107] Hallerman EM, Dunham RA, Smitherman. Selection or drift-isozyme allele frequency changes among channel catfish selected for rapid growth. *Transactions of the American Fisheries Society* 1986; 115(1): 60-68. doi: 10.1577/1548-8659(1986)115%3C60:-SODAF%3E2.0.CO;2

[108] Liu ZJ, Cordes JF. DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture*. 2004;238(1-4):1-37. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.05.027

[109] Botstein D, White RL, Skolnick M, Davis RW. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American Journal of Human Genetics*. 1980;32:314-331

[110] Williams JG, Kubelik AR, Livak KJ, Rafalski JA, Tingey SV. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*. 1990;18(22):6531-6535

[111] Wirgin II, Waldman JR. What DNA can do for you. *Fisheries*. 1994;19:16-27

[112] Vos P, Hogers R, Bleeker M, Reijmans M, van de Lee T, et al. AFLP: A new technique for DNA-fingerprinting. *Nucleic Acids Research*. 1995;23(21):4407-4414. DOI: 10.1093/nar/23.21.4407

[113] Lopes MS, Lopes MTG, Figueira A, Camargo LEA, Fungaro MHP, et al. Marcadores moleculares dominantes (RAPD e AFLP). *Biotechnologia Ciência & Desenvolvimento*. 2002;5(29):56-60

[114] Oleksiak MF. Genomic approaches with natural fish populations from polluted environments. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2011;30(2):283-289. DOI: 10.1002/etc.403

[115] Galtier N, Nabholz B, Glémin S, Husrt G. Mitochondrial DNA as a marker of molecular diversity : A reappraisal. *Molecular Ecology*. 2009;18(22):4541-4550. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2009.04380.x

[116] Wilson AC, Cann RL, Carr SM, George M, Gyllenstein UB, et al. Mitochondrial DNA and two perspectives on evolutionary genetics. *Biological Journal of the Linnean Society*. 1985;26:375-400. DOI: 10.1111/j.1095-8312.1985.tb02048.x

[117] Brandão-Dias PFP, do Carmo AO, Martins APV, Pimenta RJG, Alves CBM. Complete mitochondrial genome of *Salminus brasiliensis* (Characiformes, Characidae). *Mitochondrial DNA Part A*. 2016; 27(3): 1577-1578. DOI: 10.3109/19401736.2014.958676

[118] Pimentel JSM, Carmo AO do, Maciel DCL, Siqueira FF, Kalapothakis E. Complete mitochondrial genome sequence of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) *Mitochondrial DNA Part A*. 2016;27(3):1940-1941. DOI: 10.3109/19401736.2014.971297

[119] Bedore AG, Resende LC, do CAO, Nuñez Rodriguez D, Martins APV, Kalapothakis E. *Leporinus elongatus* (Characiformes, Anostomidae): Complete mtDNA sequence of an economically important fish from the Paraná and La Plata river basins. *Mitochondrial DNA Part B*. 2017;2(1):261-263. DOI: 10.1080/23802359.2017.1318685

- [120] Sato M, Sato K. Maternal inheritance of mitochondrial DNA by diverse mechanisms to eliminate paternal mitochondrial DNA. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2013; 1833(8):1979-1984. DOI: 10.1016/j.bbamcr.2013.03.010
- [121] Birky CW, Fuerst P, Maruyama T. Organelle gene diversity under migration, mutation, and drift: Equilibrium expectations, approach to equilibrium, effects of heteroplasmic cells, and comparison to nuclear genes. *Genetics*. 1989;121(3):613-627
- [122] Tautz D. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. *Nucleic Acids Research*. 1989;17(16):6463-6471
- [123] Chauhan T, Rajiv K. Molecular markers and their applications in fisheries and aqua- culture. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 2010:281-291. DOI: 10.4236/abb.2010.14037
- [124] Crawford AM, Cuthbertson RP. Mutations in sheep microsatellites. *Genome Research*. 1996;6:876-879. DOI: 10.1101/gr.6.9.876
- [125] Kumar G, Kocour M. Applications of next-generation sequencing in fisheries research: A review. *Fisheries Research*. 2017;186:11-22. DOI: 10.1016/j.fishres.2016.07.021
- [126] Papetti C, Harms L, Jurgens J, et al. Microsatellite markers for the notothenioid fish *Lepidonotothen nudifrons* and two congeneric species. *BMC Research Notes*. 2016;9:238. DOI: 10.1186/s13104-016-2039-x
- [127] Hänfling B, Hellemans B, Volckaert FAM, Carvalho GR. Late glacial history of the cold- adapted freshwater fish *Cottus gobio*, revealed by microsatellites. *Molecular Ecology*. 2002;11:1717-1729. DOI: 10.1046/j.1365-294X.2002.01563.x
- [128] Larsen PF, Nielsen EE, Williams TD, Hemmer-Hansen J, Chipman JK, et al. Adaptive differences in gene expression in European flounder (*Platichthys flesus*). *Molecular Ecology*. 2007;16(22):4674-4683. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2007.03530.x
- [129] Neraas LP, Spruell P. Fragmentation of riverine systems: The genetic effects of dams on bull trout (*Salvelinus confluentus*) in the Clark Fork River system. *Molecular Ecology*. 2001;10(5):1153-1164. DOI: 10.1046/j.1365-294X.2001.01269.x
- [130] Ishiyama N, Sueyoshi M, Nakamura F. To what extent do human-altered landscapes retain population connectivity? Historical changes in gene flow of wetland fish *Pungitius pungitius*. *Royal Society Open Science*. 2015;2(7):150033. DOI: 10.1098/rsos.150033
- [131] Nielsen EE, Hansen MM, Loeschicke V. Genetic variation in time and space: Micro- satellite analysis of extinct and extant populations of Atlantic salmon. *Evolution*. 1999;53(1):261-268. DOI: 10.2307/2640938
- [132] Kelly AC, Mateus-Pinilla NE, Douglas M, Douglas M, Shelton P, Novakofski J. Microsatellites behaving badly: Empirical evaluation of genotyping errors and subsequent impacts on population studies. *Genetics and Molecular Research*. 2011;10(4):2534-2553. DOI: 10.4238/2011.October.19.1
- [133] Vera M, Alvarez-Dios J, Fernandez C, Bouza C, Vilas R, et al. Development and validation of single nucleotide polymorphisms (SNPs) markers from two Transcriptome 454-runs of turbot (*Scophthalmus maximus*) using high-throughput genotyping. *International Journal of Molecular Sciences*. 2013;14(3):5694-5711. DOI: 10.3390/ijms14035694

[105] Elo K, Ivanoff S, Vuorinen JA, Piironen J. Inheritance of RAPD markers and detection of interspecific hybridization in brown trout and Atlantic salmon. *Aquaculture*. 1997;152:55-65. DOI: 10.1016/S0044-8486(96)01529-3

[106] Boecklen WJ, Howard DJ. Genetic analysis of hybrid zones: Numbers of markers and power of resolution. *Ecology*. 1997;78(8):2611-2616

[107] Hallerman EM, Dunham RA, Smitherman. Selection or drift-isozyme allele frequency changes among channel catfish selected for rapid growth. *Transactions of the American Fisheries Society* 1986; 115(1): 60-68. doi: 10.1577/1548-8659(1986)115%3C60:-SODAF%3E2.0.CO;2

[108] Liu ZJ, Cordes JF. DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture*. 2004;238(1-4):1-37. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.05.027

[109] Botstein D, White RL, Skolnick M, Davis RW. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American Journal of Human Genetics*. 1980;32:314-331

[110] Williams JG, Kubelik AR, Livak KJ, Rafalski JA, Tingey SV. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*. 1990;18(22):6531-6535

[111] Wirgin II, Waldman JR. What DNA can do for you. *Fisheries*. 1994;19:16-27

[112] Vos P, Hogers R, Bleeker M, Reijans M, van de Lee T, et al. AFLP: A new technique for DNA-fingerprinting. *Nucleic Acids Research*. 1995;23(21):4407-4414. DOI: 10.1093/nar/23.21.4407

[113] Lopes MS, Lopes MTG, Figueira A, Camargo LEA, Fungaro MHP, et al. Marcadores moleculares dominantes (RAPD e AFLP). *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*. 2002;5(29):56-60

[114] Oleksiak MF. Genomic approaches with natural fish populations from polluted environments. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2011;30(2):283-289. DOI: 10.1002/etc.403

[115] Galtier N, Nabholz B, Glémin S, Husrt G. Mitochondrial DNA as a marker of molecular diversity : A reappraisal. *Molecular Ecology*. 2009;18(22):4541-4550. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2009.04380.x

[116] Wilson AC, Cann RL, Carr SM, George M, Gyllenstein UB, et al. Mitochondrial DNA and two perspectives on evolutionary genetics. *Biological Journal of the Linnean Society*. 1985;26:375-400. DOI: 10.1111/j.1095-8312.1985.tb02048.x

[117] Brandão-Dias PFP, do Carmo AO, Martins APV, Pimenta RJG, Alves CBM. Complete mitochondrial genome of *Salminus brasiliensis* (Characiformes, Characidae). *Mitochondrial DNA Part A*. 2016; 27(3): 1577-1578. DOI: 10.3109/19401736.2014.958676

[118] Pimentel JSM, Carmo AO do, Maciel DCL, Siqueira FF, Kalapothakis E. Complete mitochondrial genome sequence of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) *Mitochondrial DNA Part A*. 2016;27(3):1940-1941. DOI: 10.3109/19401736.2014.971297

[119] Bedore AG, Resende LC, do CAO, Nuñez Rodríguez D, Martins APV, Kalapothakis E. *Leporinus elongatus* (Characiformes, Anostomidae): Complete mtDNA sequence of an economically important fish from the Paraná and La Plata river basins. *Mitochondrial DNA Part B*. 2017;2(1):261-263. DOI: 10.1080/23802359.2017.1318685

- [120] Sato M, Sato K. Maternal inheritance of mitochondrial DNA by diverse mechanisms to eliminate paternal mitochondrial DNA. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2013; 1833(8):1979-1984. DOI: 10.1016/j.bbamcr.2013.03.010
- [121] Birky CW, Fuerst P, Maruyama T. Organelle gene diversity under migration, mutation, and drift: Equilibrium expectations, approach to equilibrium, effects of heteroplasmic cells, and comparison to nuclear genes. *Genetics*. 1989;121(3):613-627
- [122] Tautz D. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. *Nucleic Acids Research*. 1989;17(16):6463-6471
- [123] Chauhan T, Rajiv K. Molecular markers and their applications in fisheries and aqua- culture. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 2010:281-291. DOI: 10.4236/abb.2010.14037
- [124] Crawford AM, Cuthbertson RP. Mutations in sheep microsatellites. *Genome Research*. 1996;6:876-879. DOI: 10.1101/gr.6.9.876
- [125] Kumar G, Kocour M. Applications of next-generation sequencing in fisheries research: A review. *Fisheries Research*. 2017;186:11-22. DOI: 10.1016/j.fishres.2016.07.021
- [126] Papetti C, Harms L, Jurgens J, et al. Microsatellite markers for the notothenioid fish *Lepidonotothen nudifrons* and two congeneric species. *BMC Research Notes*. 2016;9:238. DOI: 10.1186/s13104-016-2039-x
- [127] Hänfling B, Hellemans B, Volckaert FAM, Carvalho GR. Late glacial history of the cold- adapted freshwater fish *Cottus gobio*, revealed by microsatellites. *Molecular Ecology*. 2002;11:1717-1729. DOI: 10.1046/j.1365-294X.2002.01563.x
- [128] Larsen PF, Nielsen EE, Williams TD, Hemmer-Hansen J, Chipman JK, et al. Adaptive differences in gene expression in European flounder (*Platichthys flesus*). *Molecular Ecology*. 2007;16(22):4674-4683. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2007.03530.x
- [129] Neraas LP, Spruell P. Fragmentation of riverine systems: The genetic effects of dams on bull trout (*Salvelinus confluentus*) in the Clark Fork River system. *Molecular Ecology*. 2001;10(5):1153-1164. DOI: 10.1046/j.1365-294X.2001.01269.x
- [130] Ishiyama N, Sueyoshi M, Nakamura F. To what extent do human-altered landscapes retain population connectivity? Historical changes in gene flow of wetland fish *Pungitius pungitius*. *Royal Society Open Science*. 2015;2(7):150033. DOI: 10.1098/rsos.150033
- [131] Nielsen EE, Hansen MM, Loeschicke V. Genetic variation in time and space: Micro- satellite analysis of extinct and extant populations of Atlantic salmon. *Evolution*. 1999;53(1):261-268. DOI: 10.2307/2640938
- [132] Kelly AC, Mateus-Pinilla NE, Douglas M, Douglas M, Shelton P, Novakofski J. Microsatellites behaving badly: Empirical evaluation of genotyping errors and subsequent impacts on population studies. *Genetics and Molecular Research*. 2011;10(4):2534-2553. DOI: 10.4238/2011.October.19.1
- [133] Vera M, Alvarez-Dios J, Fernandez C, Bouza C, Vilas R, et al. Development and validation of single nucleotide polymorphisms (SNPs) markers from two Transcriptome 454-runs of turbot (*Scophthalmus maximus*) using high-throughput genotyping. *International Journal of Molecular Sciences*. 2013;14(3):5694-5711. DOI: 10.3390/ijms14035694

- [134] Vignal A, Milan D, SanCristobal M, Eggen A. A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. *Genetics, Selection, Evolution*. 2002; 34(3):275-305. DOI: 10.1186/1297-9686-34-3-275
- [135] Sarropoulou E, Nousdili D, Magoulas A, Kotoulas G. Linking the genomes of nonmodel teleosts through comparative genomics. *Marine Biotechnology*. 2008;10(3):227-233. DOI: 10.1007/s10126-007-9066-5
- [136] Kamiya T, Kai W, Tasumi S, Oka A, Matsunaga T, et al. A trans-species missense SNP in *Amhr2* is associated with sex determination in the tiger Pufferfish, *Takifugu rubripes* (Fugu). *PLoS Genetics*. 2012;8(7):e1002798. DOI: 10.1371/journal.pgen.1002798
- [137] He C, Chen L, Simmons M, Li P, Kim S, et al. Putative SNP discovery in interspecific hybrids of catfish by comparative EST analysis. *Animal Genetics*. 2003;34(6):445-448. DOI: 10.1046/j.0268-9146.2003.01054.x
- [138] Houston RD, Taggart JB, Cézard T, Bekaerd M, Lowe NR, et al. Development and validation of a high density SNP genotyping array for Atlantic salmon (*Salmo salar*). *BMC Genomics*. 2014;15(1):90. DOI: 10.1186/1471-2164-15-90
- [139] Recknagel H, Elmer KR, Meyer A. A hybrid genetic linkage map of two ecologically and morphologically divergent Midas cichlid fishes (*Amphilophus* spp.) obtained by massively parallel DNA sequencing (ddRADSeq). *G3: Genes, Genomes, Genetics*. 2013; 3(1):65-74. DOI: 10.1534/g3.112.003897
- [140] Tsuchihashi Z, Dracopoli NC. Progress in high throughput SNP genotyping methods. *The Pharmacogenomics Journal*. 2002;2(2):103-110. DOI: 10.1038/sjtpj/6500094
- [141] Mardis ER. Next-generation DNA sequencing methods. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*. 2008;9(1):387-402. DOI: 10.1146/annurev.genom.9.081307.164359
- [142] Zhang J, Chiodini R, Badr A, Zhang G. The impact of next-generation sequencing on genomics. *Journal of Genetics and Genomics*. 2011;38(3):95-109. DOI: 10.1016/j.jgg.2011.02.003
- [143] Futschik A, Schlötterer C. The next generation of molecular markers from massively parallel sequencing of pooled DNA samples. *Genetics*. 2010;186(1):207-218. DOI: 10.1534/genetics.110.114397
- [144] Seeb JE, Carvalho G, Hauser L, Naish K, Roberts S. Single-nucleotide polymorphism (SNP) discovery and applications of SNP genotyping in nonmodel organisms. *Molecular Ecology Resources*. 2011;11(1):1-8. DOI: 10.1111/j.1755-0998.2010.02979.x
- [145] Mutz KO, Heilkenbrinker A, Lönne M, Walter JG, Stahl F. 2013. Transcriptome analysis using next-generation sequencing. *Current Opinion in Biotechnology*. 2013;24(1):22-30. DOI: 10.1016/j.copbio.2012.09.004
- [146] Waldbieser GC. SNP discovery through de novo deep sequencing using the next generation of DNA sequencers. In: Liu Z, editor. *Next Generation Sequencing and Whole Genome Selection in Aquaculture*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2011. pp. 69-90
- [147] Zhao Q, Wang Y, Kong Y, Luo D, Xuan L. Optimizing de novo transcriptome assembly from short-read RNA-Seq data: A comparative study. *BMC Bioinformatics*. 2011; 12(14):S2. DOI: 10.1186/1471-2105-12-S14-S2

[148] Ekblom R, Galindo J. Applications of next generation sequencing in molecular ecology of non-model organisms. *Heredity*. 2011;107(1):1-15. DOI: 10.1038/hdy.2010.152

[149] Liu S, Zhou Z, Lu J, Sun F, Wang S, et al. Generation of genome-scale gene-associated SNPs in catfish for the construction of a high-density SNP array. *BMC Genomics*. 2011;12:53. DOI: 10.1186/1471-2164-12-53

[150] Davey JW, Blaxter ML. RADSeq: Next-generation population genetics. *Briefings in Functional Genomics*. 2011;9(5):416-423. DOI: 10.1093/bfpg/elq031

[151] Baird NA, Etter PD, Atwood TS, Currey MC, et al. Rapid SNP discovery and genetic mapping using sequenced RAD markers. *PLoS One*. 2008;3(10):1-7. DOI: 10.1371/journal.pone.0003376

[152] Andrews KR, Good JM, Miller MR, Luikart G, Hohenlohe PA. Harnessing the power of RADseq for ecological and evolutionary genomics. *Nature Reviews. Genetics*. 2016; 17(2):81-92. DOI: 10.1038/nrg.2015.28. Harnessing

[153] Hohenlohe PA, Amish SJ, Catchen JM, Allendorf FW, Luikart G. Next-generation RAD sequencing identifies thousands of SNPs for assessing hybridization between rainbow and westslope cutthroat trout. *Molecular Ecology Resources*. 2011;11(1):117-122. DOI: 10.1111/j.1755-0998.2010.02967.x

[154] Ogden R, Gharbi K, Mugue N, Martinsohn J, Senn H, et al. Sturgeon conservation genomics: SNP discovery and validation using RAD sequencing. *Molecular Ecology*. 2013;22:3112-3123. DOI: 10.1111/mec.12234

[155] Ji P, Liu G, Xu J, et al. Characterization of common carp transcriptome: Sequencing, de novo assembly, annotation and comparative genomics. *PLoS One*. 2012;7(4):9-11. DOI: 10.1371/journal.pone.0035152

[156] Ji P, Zhang Y, Li C, et al. High throughput mining and characterization of microsatellites from common carp genome. *International Journal of Molecular Sciences*. 2012; 13(8):9798-9807. DOI: 10.3390/ijms13089798

[157] Larson WA, Seeb LW, Everett MV, Waples RK, Templin WD. Genotyping by sequencing resolves shallow population structure to inform conservation of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Evolutionary Applications*. 2014;7(3):355-369. DOI: 10.1111/eva.12128

[158] Pujolar JM, Jacobsen MW, Als TD, Frydenberg J, Munch K. Genome-wide single-generation signatures of local selection in the panmictic European eel. *Molecular Ecology*. 2014;23(10):2514-2528. DOI: 10.1111/mec.12753

[159] Barroso RM, Hilsdorf AWS, Moreira HLM, et al. Identification and characterization of microsatellite loci in *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819) (Characiforme, Characidae, Bryconinae). *Molecular Ecology Notes*. 2003;3(2):297-298. DOI: 10.1046/j.1471-8286.2003.00435.x

[160] Farias IP, Hrbek T, Brinkmann H, Sampaio I, Meyer A. Characterization and isolation of DNA microsatellite primers for *Arapaima gigas*, an economically important but severely over-exploited fish species of the Amazon basin. *Molecular Ecology Notes*. 2003;3:128-130. DOI: 10.1046/j.1471-8286.2003.00375.x

[161] Beheregaray LB, Schwartz TS, Möller LM, Call D, Chao NL, Caccone A. A set of microsatellite DNA markers for the one-lined pencilfish *Nannostomus unifasciatus*.

an Amazonian flooded forest fish. *Molecular Ecology Notes*. 2004;4(3):333-335. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2004.00687.x

[162] Beheregaray LB, Möller LM, Schwartz TS, Chao NL, Caccone A. Microsatellite markers for the cardinal tetra *Paracheirodon axelrodi*, a commercially important fish from central Amazonia. *Molecular Ecology Notes*. 2004;4(3):330-332. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2004.00686.x

[163] Morelli KA, Revaldaves E, Oliveira C, Foresti F. Isolation and characterization of eight microsatellite loci in *Leporinus macrocephalus* (Characiformes: Anostomidae) and cross-species amplification. *Molecular Ecology Notes*. 2007;7(1):32-34. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2006.01484.x

[164] Sanches A, Galetti PM. Microsatellites loci isolated in the freshwater fish *Brycon hilarii*. *Molecular Ecology Notes*. 2006;6(4):1045-1046. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2006.01427.x

[165] Zaganini RL, Hashimoto DT, Pereira LHG, et al. Isolation and characterization of microsatellite loci in the Neotropical fish *Astyanax altiparanae* (Teleostei: Characiformes) and cross-species amplification. *Journal of Genetics*. 2012;91(December):1-4. DOI: 10.1007/s12041-012-0143-9

[166] Ferreira DG, Galindo BA, Alves AN, Almeida FS, Ruas CF, Sofia SH. Development and characterization of 14 microsatellite loci in the Neotropical fish *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae). *Journal of Fish Biology*. 2013;83(5):1430-1438. DOI: 10.1111/jfb.12227

[167] Revaldaves E, Pereira LHG, Foresti F, Oliveira C. Isolation and characterization of microsatellite loci in *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) and cross-species amplification. *Molecular Ecology Notes*. 2005;5(3):463-465. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2005.00883.x

[168] Barbosa ACDR, Corrêa TC, Galzerani F, Galetti PM, Hatanaka T. Thirteen polymorphic microsatellite loci in the Neotropical fish *Prochilodus argenteus* (Characiformes, Prochilodontidae). *Molecular Ecology Notes*. 2006;6(3):936-938. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2006.01406.x

[169] Barbosa ACDR, Galzerani F, Corrêa TC, Galetti PM, Hatanaka T. Description of novel microsatellite loci in the Neotropical fish *Prochilodus argenteus* and cross-amplification in *P. costatus* and *P. lineatus*. *Genetics and Molecular Biology*. 2008;31(1 Suppl 1):357-360. DOI: 10.1590/S1415-47572008000200032

[170] Rueda EC, Sommer J, Scarabotti P, Markariani R, Orti G. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite loci in the migratory freshwater fish *Prochilodus lineatus* (Characiformes: Prochilodontidae). *Conservation Genetics Resources*. 2011;3(4):681-684. DOI: 10.1007/s12686-011-9432-5

[171] Calcagnotto D, Russello M, DeSalle R. Isolation and characterization of microsatellite loci in *Piaractus mesopotamicus* and their applicability in other Serrasalminae fish. *Molecular Ecology Notes*. 2001;1(4):245-247. DOI: 10.1046/j.1471-8278

[172] Martínez JG, Nogueira V, Susana M, et al. SNPs markers for the heavily overfished tambaqui *Colossoma macropomum*, a Neotropical fish, using next-generation sequencing-based de novo genotyping. *Conservation Genetics Resources*. 2017;9(1):29-33. DOI: 10.1007/s12686-016-0610-3

- [173] Mastrochirico-Filho VA, Hata ME, Sato LS, Jorge PH, Foresti F, et al. SNP discovery from liver transcriptome in the fish *Piaractus mesopotamicus*. *Conservation Genetics Resources*. 2016;8:109-114. DOI: 10.1007/s12686-016-0521-3
- [174] Pfenninger M, Patel S, Arias-Rodríguez L, Feldmeyer B, Riesch R, et al. Unique evolutionary trajectories in repeated adaptation to hydrogen sulphide-toxic habitats of a neotropical fish (*Poecilia mexicana*). *Molecular Ecology*. 2015;24(21):5446-5459. DOI: 10.1111/mec.13397
- [175] Utsunomia R, Scacchetti PC, Hermida M, Fernández-Cebrián R, Taboada X, et al. Evolution and conservation of Characidae sex chromosomes. *Heredity (Edinb)*. 2017;119(4):237-244. DOI: 10.1038/hdy.2017.43
- [176] Oliveira C, Foresti F, Hilsdorf AWS. Genetics of neotropical fish: From chromosomes to populations. *Fish Physiology and Biochemistry*. 2009;35:81-100. DOI: 10.1007/s10695-008-9250-1
- [177] Melo BF, Ochoa LE, Vari RP, Oliveira C. Cryptic species in the Neotropical fish genus *Curimatopsis* (Teleostei, Characiformes). *Zoologica Scripta*. 2016;45(6):650-658. DOI: 10.1111/zsc.12178
- [178] de Carvalho DC, Oliveira DAA, Pompeu PS, Leal CG, Oliveira C, et al. Deep barcode divergence in Brazilian freshwater fishes: The case of the São Francisco River basin. *Mitochondrial DNA*. 2011;22(Suppl 1):80-86. DOI: 10.3109/19401736.2011.588214
- [179] Pereira LHG, Hanner R, Foresti F, Oliveira C. Can DNA barcoding accurately discriminate megadiverse Neotropical freshwater fish fauna? *BMC Genetics*. 2013;14:20. DOI: 10.1186/1471-2156-14-20
- [180] Becker RA, Sales NG, Santos GM, Santos GB, Carvalho DC. DNA barcoding and morphological identification of neotropical ichthyoplankton from the Upper Paraná and São Francisco. *Journal of Fish Biology*. 2015;87(1):159-168. DOI: 10.1111/jfb.12707
- [181] Rosso JJ, Mabrugaña E, González Castro M, Díaz de Astarloa JM. DNA barcoding Neotropical fishes: Recent advances from the pampa plain, Argentina. *Molecular Ecology Resources*. 2012;12(6):999-1011. DOI: 10.1111/1755-0998.12010
- [182] Sole-Cava AM. Biodiversidade molecular e genética da conservação. In: Matiolli SR, editor. *Biologia Molecular e Evolução*. Ribeirão Preto, Brazil: Holos; 2001. pp. 172-192
- [183] Santo MCF, Ruffino ML, Farias IP. High levels of genetic variability and panmixia of the tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) in the main channel of the Amazon River. *Journal of Fish Biology*. 2007;71(Suppl A):33-44. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2007.01514.x
- [184] Hatanaka T, Galetti Jr PM. RAPD markers indicate the occurrence of structured populations in a migratory freshwater fish species. *Genetics and Molecular Biology*. 2003;26: 19-25. DOI: 10.1590/S1415-47572003000100004
- [185] Sivasundar A, Bermingham E, Orti G. Population structure and biogeography of migratory freshwater fishes (*Prochilodus*: Characiformes) in major South American rivers. *Molecular Ecology*. 2001;10:407-417. DOI: 10.1046/j.1365-294x.2001.01194.x
- [186] Ferreira DG, Souza-Shibatta L, Shibatta OA, Sofia SH, Carlsson J, et al. Genetic structure and diversity of migratory freshwater fish in a fragmented Neotropical river system. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2017;27(1):209-231. DOI: 10.1007/s11160-016-9441-2

[187] Calcagnotto D. Caracterização de bancos genéticos selvagens de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) através da análise do DNA mitocondrial [dissertation (PhD)]. Department of Genetics and Evolutionary Biology. Sao Paulo, Brazil: Sao Paulo University; 1998

[188] Freitas MV. Análise do DNA mitochondrial como subsidio para o pré-melhoramento genético do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). [dissertation (Ms.)] Aquaculture Center. Janoticabal, Brazil: Sao Paulo State University; 2017

[189] Matsumoto CK, Hilsdorf AWS. Microsatellite variation and population genetic structure of a neotropical endangered Bryconinae species *Brycon insignis* Steindachner, 1877: Implications for its conservation and sustainable management. *Neotropical Ichthyology*. 2009;7(3):395-402. DOI: 10.1590/S1679-62252009000300006

[190] Coimbra MRM, Lima APS, Oliveira KKC, Severi W. Microsatellite assessment of the genetic diversity in indigenous populations of curimba (*Prochilodus argenteus*) in the São Francisco river (Brazil). *Conservation Genetics*. 2017;18(4):1-11. DOI: 10.1007/s10592-017-0947-5

[191] Brown JR, Andrew TB, Smith MJ. Intraspecific DNA sequence variation of the mitochondrial control region of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Molecular Biology and Evolution*. 1993;10(2):326-341. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040007

[192] Miralles L, Mrugala A, Sanchez-Jerez P, Juanes F, Garciazvazquez E. Potential impact of Mediterranean aquaculture on the wild predatory bluefish. *Marine and Coastal Fisheries* 2016;8:92-99. DOI: 10.1080/19425120.2015.1125977

[193] Giustina LD, Luz LN, Vieira FS, et al. Population structure and genetic diversity in natural populations of *Theobroma speciosum* Willd. Ex Spreng (Malvaceae). *Genetics and Molecular Research*. 2014;13(2):3510-3519. DOI: 10.4238/2014.February.14.5

[194] Collins SM, Bickford N, McIntyre PB, Coulon A, Ulseth AJ, et al. Population structure of a Neotropical migratory fish: Contrasting perspectives from genetics and otolith micro-chemistry. *Transactions of the American Fisheries Society*. 2013;142(5):1192-1201. DOI: 10.1080/00028487.2013.804005

[195] Okazaki TI, Hallerman EM, Resende EK, Hilsdorf AWS. Genetic characterization of *Brycon hilarii* (Characiformes) populations within the Pantanal: Aspects of their conservation within a globally important neotropical wetland. *Journal of Ichthyology*. 2017;57(3):434-444. DOI: 10.1134/S0032945217030092

[196] Calcagnotto D, DeSalle R. Population genetic structuring in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) across the Paraná-Paraguay basin: Evidence from microsatellites. *Neotropical Ichthyology*. 2009;7(4):607-616. DOI: 10.1590/S1679-62252009000400008

[197] Braga-Silva A, Galetti PM. Evidence of isolation by time in freshwater migratory fish *Prochilodus costatus* (Characiformes, Prochilodontidae). *Hydrobiologia*. 2016;765(1): 159-167. DOI: 10.1007/s10750-015-2409-8

[198] Ribolli J, Hoeninghaus DJ, Johnson JA, Zaniboni-Filho E, de Freitas PD, Galetti PM. Isolation-by-time population structure in potamodromous *Dourado Salminus brasiliensis* in southern Brazil. *Conservation Genetics*. 2017;18(1):67-76. DOI: 10.1007/s10592-016-0882-x

[199] Nunes JRS, Liu S, Pértile F, Perazza CA, Villela PMS, et al. Large-scale SNP discovery and construction of a high-density genetic map of *Colossoma macropomum*

through geno- typing-by-sequencing. Scientific Reports. 2017;7:46112. DOI: 10.1038/srep46112

[200] Calcagnotto D, Almeida-Toledo LF, Bernardino G, Toledo-Filho SA. Biochemical genetic characterization of F1reciprocal hybrids between neotropical pacu (*Piaractus mesopomatus*) and tambaqui (*Colossoma macropomum*) reared in Brazil. Aquaculture. 1999; 174:51-57. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00005-8

[201] IBGE. Brazilian Institute of Geography and Statistics. Produção da Pecuária Municipal 2015. Vol. 41. Rio de Janeiro, Brazil; 2016. pp. 1-108

[202] Schlötterer C. The evolution of molecular markers – Justa matter or fashion? Nature Reviews. 2004;5:63-69. DOI: 10.1038/nrg1249

[203] Markoulatos P, Siafakas N, Moncany M. Multiplex polymerase chain reaction: A practical approach. Journal of Clinical Laboratory Analysis. 2002;16:47-51. DOI: 10.1002/jcla.2058

[204] Prado FD, Hashimoto DT, Mendonça FF, Senhorini JA, Foresti F, Porto-Foresti F. Molecular identification of hybrids between Neotropical catfish species *Pseudoplatystoma corruscans* and *Pseudoplatystoma reticulatum*. Aquaculture Research. 2011;42:1890-1894. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2010.02777.x

[205] Nielsen EE, Cariani A, Aoidh EM, Maes GE, Milano I, et al. Gene-associated markers provide tools for tackling illegal fishing and false eco-certification. Nature Communications. 2012;3:851-856. DOI: 10.1038/ncomms1845

**13-BOB. GIRVA DARYOSINING MUHIM BIORESURLARINING
HOLATI, UTTAR-PRADESH, HINDISTON, KATERNIAGHAT
YOYVOYI TABIAT QO'RIQXONASIDAGI GANG DARYOSI
DELFINI (PLATANISTA GANGETICA)
UCHUN MAXSUS HAVOLA**

Hari Singh va Sandeep Kumar Behera
Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud.
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72661>

Annotatsiya. Hindistondagi Girva daryosi hayvonot dunyosining boy xilma-xilligini, shu jumladan, yo'qolib ketish xavfi ostida bo'lgan Ganga delfinlari va gaviialarni yashash muhiti hisoblanadi. Tabiatni muhofaza qilish bilan bog'liq muammolar ortib borayotganligi sababli, so'nggi bir necha o'n yillikda mamlakatimiz biologlari ushbu turlarning tarqalish arealidagi holati to'g'risida ko'plab tadqiqotlar olib bordilar. Biroq Girva daryosida tabiatni muhofaza qilish bo'yicha sa'y-harakatlar haqida ma'lumot berish uchun ham, bioxilma-xillikni saqlash bilan bog'liq kengroq muammolarni hal qilishga qaratilgan bunday tadqiqotlar hali ham mavjud emas. Ushbu holatni hisobga olgan holda, muzkur tadqiqot Uttar-Pradeshdagi Katerniaghat yovvoyi tabiat qo'riqxonasida Girva daryosining taxminan 18 km masofasida o'tkazildi. Tadqiqot davomida delfinlar, timsohlar va suvda suzuvchi qushlar daryoning katta qismi bo'ylab topilgan, xalqaro chegaradan taxminan 1,5 km pastda va G'ijapuri to'g'onidan taxminan 2 km balandlikda joylashgan hudud bundan mustasno. Olingan natijalar asosida 27-35-41 ta delfinning past-eng yaxshi-maksimal raqamlari, 1,94 ta delfinning uchrash chastotasi/km baholandi. Delfinlardan tashqari 65 ta gaviial, 20 ta botqoq timsohi va 64 turdagi suv qushlari ro'yxati ishlab chiqilgan. Haqiqiy o'sish ushbu tadqiqot davomida populyatsiyani yetarlicha baholamaslik ehtimoli tufayli yuqori bo'lishi mumkin. To'g'onlar va to'siqlar kabi antropogen ta'sirning ko'payishi baliq ovlash to'rlarida ularning o'limiga sababchi bo'lish bilan birga kelgusida ushbu populyatsiyalarning omon qolishiga ham ta'sir qilishi mumkin. Girva daryosida ushbu turlarni samarali saqlab qolishni ta'minlash ularni muhofaza qilish va boshqarish bilan bog'liq olib borilgan tadqiqot natijalari asosida tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: daryo, delfin, Hindistonning katta uzun tumshug'li timsohi (*Gavialis gangeticus*), keng og'ir tumshug'i bo'lgan Hindiston yarimorolining zararsiz chuchuk suv timsohi (*Crocodylus palustris*), qushlar, status, Gang daryosi delfinlari (*Platanista gangetica*).

1. Kirish

Chuchuk suv ekotizimlari nozik muhit bo'lib, biologik xilma-xillikka boy va boshqa chuchuk suv hayvonlariga qaraganda xavf ostida deb hisoblanadi. Suv bioxilma-xilligining yo'qolishiga olib keladigan sabablarni tushunish butun dunyo bo'ylab chuchuk suv muhitini saqlash va tiklash uchun zarur [1].

Ganga delfinlari Ganga, Braxmaputra, Karnaphuli-Sangu va Meghna daryolari tizimlarida va ularning irmoqlarida, Himolay tog'lari etaklaridan Hindiston,

Bangladesh va Nepaldagi suv toshqini zonasi chegaralarigacha tarqalgan [2, 3]. U o'zining avvalgi tarqalish hududlarining ko'pchiligida allaqachon yo'q bo'lib ketgan va hatto uning zamonaviy tarqalish hududida ham populyatsiyasi qisqarib bormoqda [4]. Populyatsiyaning keng ko'lamli bo'linishi to'g'onlar va to'siqlarning keng miqyosda qurilishi natijasida sodir bo'lgan [5]. Biroq Gang delfini haqiqiy daryo delfinidir, u faqat chuchuk suvda uchraydi va yo'qolib ketish xavfi ostida [6]. Hindiston hukumati uni "Milliy suv hayvoni" deb e'lon qilgan [7] va u to'qqizta qo'riqlanadigan hududda (PA) himoyalaniishi joriy qilingan. Ulardan Bhagalpur yaqinidagi Ganga daryosi Vikramshila delfinlar qo'riqxonasi, ayniqsa, Ganga daryosi delfinlarini saqlash bilan mashhurdir. Ular, shuningdek, gaviialarni himoya qilish uchun maxsus yaratilgan Girva va Chambal daryolarida ma'lum darajada muhofazaga ega bo'ldilar [8]. So'nggi yillarda bir qancha tadqiqotchilar Ganga daryosi va uning irmoqlari turli qismlarida delfinlar populyatsiyasini baholadilar, masalan Ganga daryosida taxminan 1200 km (Bijnor–Varanasi) 0,21 delfin/km uchrash chastotasiga ega. Yamuna daryosida taxminan 400 km (Pachnoda–Alahobod) bo'lib, uchrash chastotasi 0,07 delfin/km [8], Girva daryosida taxminan 18 km, uchrash chastotasi 1,56 delfin/km, Gxagxara daryosida uchrash chastotasi 0,45 delfin/km. Saryu daryosida taxminan 30 km, 0,51 delfin/km uchrash chastotasi tashkil qiladi. Rapti daryosida, uchrash chastotasi taxminan 30 km 0,26 delfin/km. Biroq 30 km atrofidagi Ken daryosida va 29 km atrofidagi Betva daryosida birorta ham delfin qayd etilmagan [8]. Chambal daryosida taxminan 425 km (Pali–Pachnada) delfinlarning uchrash chastotasi 0,19 delfin/km [9].

Shimoliy Hindistonning Uttar–Pradesh shtati timsoh turlarining bugungi kundagi tarqalishining katta qismini o'z ichiga oladi, ular shtat orqali oqib o'tadigan bir nechta yirik daryolarda, xususan, Ganga [10], Yamuna [11], Chambal [11], Gxagra, Gandak [12] va Sone daryosida tarqalgan [13]. Ilk yozuvlar shuni ko'rsatadiki, bu suv sudralib yuruvchilari bir vaqtlar ularning yashash joylari bo'ylab juda ko'p miqdorda bo'lgan [14]. Tijoriy ekspluatatsiya va yashash muhitining buzilishi tufayli timsoh turlarining populyatsiyasi deyarli butunlay yo'q bo'lib ketish darajasigacha kamaydi. Timsohlarning populyatsiyasi ko'plab yashash joylarida batamom qirilib ketdi [15]. Ularning himoyasizligini hisobga olgan holda, gaviial hozirda yo'qolib ketish xavfi ostida bo'lgan hayvonlar ro'yxatiga kiritilgan mager esa Xalqaro tabiatni muhofaza qilish uyushmasining Qizil kitobining qizil ro'yxatiga kiritilgan [16].

Girva daryosida delfin daryolar qo'shilish joyida va uning atrofidagi chuqur suv yashab ketishni ma'qul ko'rgan, o'z yashash muhitini timsohlarning, chuchuk suv toshbaqalari va suvda suzuvchi qushlar kabi bir nechta indikator turlar o'rtasida taqsimlaydi, ularning aksariyati baliqxorlar va delfinlarning potensial raqobat-chilari hisoblanadi [1]. Indikator turlarni o'rganish, ko'rsatib o'tilgan turlarning o'zgarishi daryodagi indikator turlarning salomatligi bilan qanday bog'liq bo'lishi mumkinligini aniqlash uchun barqaror tadqiqot dasturi uchun asos yaratishi za-

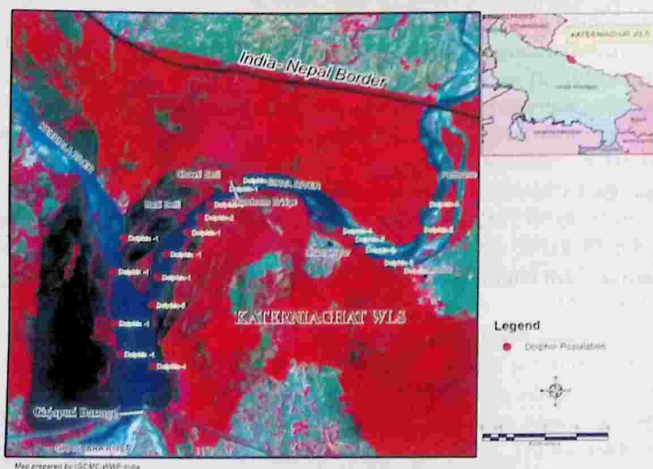
rur. Bu daryo tizimini tiklash bo'yicha turli dasturlarni amalga oshirishga yordam beradi. Bu so'nggi vaqtlarda Girva daryosining muhim bioresurslari holatini ob'ektiv baholashga qaratilgan birinchi tadqiqot bo'lib, Katernag'xat yovvoyi tabiat qo'riqxonasida amalga oshirildi.

2. Tadqiqot o'tkazilgan hudud

Karnali daryosi Nepaldan boshlanadi va ikki daryoga bo'linadi: Girva va Kauriala, ular yana Hindistonda birlashib, Gagra (WWF – Hindiston, nashr etilmagan, 2001)ni tashkil qiladi. Girva daryosi, Katerniagat qo'riqxonasida, daryo yaqinida yirik suv hayvonlari, masalan yo'qolib ketish xavfi ostidagi Ganga delfin (*Platanista Gangetica Gangetica*) (2A-rasm), yo'qolib ketish xavfi ostidagi gaval (*Gavialis gangeticus*) (2B-rasm), yirtqich (*Crocodilus palustris*) (2C-rasm), suv toshbaqalari va suvda suzuvchi qushlar (*Lutragale perspicillate*), chuchuk suv toshbaqalari va suvda suzuvchi qushlarning bir nechta turlari (2D-rasm).

3. Tadqiqot usullari

Girva daryosidagi asosiy suv faunasining holatini bilish uchun Hindiston va Nepal chegarasidan Girijapuri to'g'onigacha (N 28° 33'.875; E 81° 12'.981), shu jumladan, Kauriala daryosi qismi (N 28° 28'.640; E 81° 08'.308) Katernag'xat nomli yovvoyi tabiat qo'riqxonasida (1-rasm) 2013-yil 8-fevraldan 9-fevralgacha bo'lgan vaqt oralig'ida daryoning taxminan 18 km uzunlikdagi qismida tadqiqot o'tkazilgan. Tekshiruv oqim bo'ylab yuqoriga ham, pastga ham 4–5 km⁻¹ o'rtacha



1-rasm. Girva daryosining turli qismlarida delfinlarning uchrashi mumkin joylarni ko'rsatuvchi tadqiqot o'tkazilgan hudud (Xarita manbasi: WWF – Hindiston)



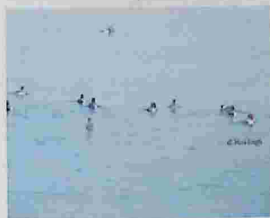
(a)



(b)



(c)



(d)

2-rasm. Ganga delfini _2A, gavial _2B, mager _2C va Olmabosh (*netta rufina*)_2D

tezlikda harakatlanadigan motorli qayiq yordamida amalga oshirilgan. Tadqiqot davomida faqat daryoning bir qirg'og'iga yaqin bo'lgan bitta chiziqli bo'ylab transektlar (bo'linishlar) kuzatildi.

Delfinlarni tadqiqot qilish usullari, mutlaq va qiyosiy miqdorini baholash va Osiyo daryo delfinlarini o'rganish [2] jarayonida ko'rib chiqilgan va batafsil tasvirlangan. Bu usulda kemaning o'ng va chap tomonlarida bittadan ikkita asosiy kuzatuvchi kemadan 90° gacha aniq qidiruvni amalga oshirdi. Asosiy kuzatuvchilarning orqasida joylashgan ikkita mustaqil kuzatuvchi asosiy jamoa tomonidan o'tkazib yuborilgan delfinlarni qayd etishdi. Delfinlarning bosib o'tgan masofasi va kuzatuvlarining geografik koordinatalarini qayd etish uchun global pozitsiyalash tizimidan foydalanildi. Guruhlarning o'lchamlari noaniqlik darajasini kiritish uchun eng yaxshi, yuqori va past sonli qiymatlardan foydalangan holda baholandi [3]. Guruhlar sonining past ko'rsatkichi minimal ko'rsatkich, yuqori ko'rsatkichi esa maksimal ko'rsatkich deb hisoblandi. Umumiy individlar soni va guruhning o'lchami guruhning "eng yaxshi" o'lchamlari asosida hisoblangan, yuqori va past ko'rsatkichlar esa kuzatuvchilarning eng yaxshi ko'rsatkichlarining aniqligiga nisbatan mavhumligini baholash uchun ishlatilgan [18].

Tekshiruv davomida alohida kuzatuvchi oddiy ko'z va durbin bilan gaviillar, botqoq va suv qushlarini (delfinlardan tashqari) kuzatildi [9]. Ma'lumotlar har gal quyoshda dam olayotgan gaviillar, botqoq va suvda suzuvchi qushlar kuzatilganda qayd etilgan. Qushlarning identifikatsiyasi va holati dala ma'lumotnomalaridan

foydalangan holda amalga oshirildi [1] va muhofaza qilish holati hamda umumiy va ilmiy nomlar qushlar dunyosi uchun mos ravishda amalga oshirildi [2].

4. Natijalar muhokamasi

4.1. Girva daryosidagi asosiy suv faunasining hozirgi va avvalgi holatiga baho berish

Girva daryosining barcha hududlari oqim bo'ylab yuqoriga va pastga qarab tekshirildi. To'g'on ortidagi suv to'planishidan zarar ko'rgan ba'zi uchastkalar keng o'zanni o'z ichiga olgan. Ushbu uchastkalarni o'rganish davomida daryoning faqat bitta qirg'og'iga yaqin bo'lgan bitta transekt chiziqli tortilgan. Shuning uchun hududlarda populyatsiyalarni baholashni pasayish tomoniga surilishi mumkin. Timsohlar va delfinlar populyatsiyalarining nashr etilgan va nashr etilmagan barcha ma'lumotlari 1-jadvalda keltirilgan [21]. 1994-yil 19–25-fevral kunlari Girva daryosida o'tkazilgan ikkita chuqur izlanishlar natijasida delfinlar sonining qayd etilgani haqida ma'lumot berdilar, biri oqim bo'ylab yuqoriga va ikkinchisi oqim bo'ylab pastga. Minimal–maksimal–maksimal raqamlar mos ravishda ikkita tekshiruv uchun 20–24–29 va 13–15–16 ni tashkil etdi. Bas-u va Sharma (2000-yil nashr etilmagan hisoboti) Katernag'xat yovvoyi tabiat qo'riqxonasidagi butun daryo uchun 25 ta delfin populyatsiyasini aniqladi. 2001-yilda daryoda delfinlarning uchrash chastotasi “eng yaxshi” 30 delfin baholanishiga ko'ra, daryo uzunligiga 1,67 delfin/km ni tashkil etdi. Daryodagi minimal–eng yaxshi–maksimal ko'rsatkich 23-30-44 ni tashkil etdi (nashr etilmagan WWF – Hindiston 2001-yil hisoboti). 2006-yilda eng yaxshi 39 delfin ko'rsatkichiga asoslangan delfinlarning uchrash chastotasi 1,95 delfin/km ni tashkil etdi. Daryo delfinlarining minimal–eng yaxshi–maksimal ko'rsatkichi 31-39-54 ni tashkil etdi. Eng yaxshi ko'rsatkich asosida 2009-yilda jami 49 ta delfin daryo uzunligiga 2,22 delfinni uchrash chastotasi bilan baholandi. Minimal–eng yaxshi–maksimal baholash 40-49-62 ni tashkil etdi (Nashr etilmagan WWF – Hindiston 2009-yil hisoboti). 2012-yilda delfinlarning uchrash chastotasi 1,56 delfin/km ni tashkil etdi. «Past–eng yaxshi–maksimal» usuli bo'yicha baholash 29-39-44 ni tashkil etdi [9]. Ushbu tadqiqot davomida delfinlarning “eng yaxshi” bahosiga asoslangan delfinlarning uchrash chastotasi daryo uzunligiga 1,94 delfin/km ni tashkil etib, qayiq 4–5 km¹ tezlik bilan harakatlangan. “Past–eng yaxshi–maksimal” usuli bo'yicha baholar 27-35-41 ni tashkil etdi (1-jadval).

Girva daryosidagi delfinlar holatini eng yaxshi natijalar bilan solishtirish [21] shuni ko'rsatadiki, ular faoliyat ko'rsatganidan keyin 23-yil ichida delfinlarning uchrash chastotasi populyatsiya to'g'risidagi oldingi ma'lumotlarga qaraganda yuqori. Ushbu tadqiqot davomida delfinlar butun Girva bo'ylab uchragan, faqat taxminan. 1,5 kilometrlik hudud bevosita xalqaro chegaradan pastda joylashgan bo'lib, u to'liq g'adir-budur va delfinlar yashashi uchun juda kichik (chuqurligi < 0,5 m) va to'g'ondan biroz yuqorida joylashgan

2 kilometrlik uchastkadan iborat. 1975–1976-yillarda ishlay boshlagan to'g'on-ning suv to'planishi effekti to'g'ondan taxminan 10 km balandlikda seziladi (WWF – Hindiston, 2001-yil nashr etilmagan).

Ilgari Girva daryosida timsohlar soni 2006-yilda 49 ta gavial va 14 ta magger, 2009-yilda 70 ta gavial va 16 ta magger, 2013-yilda 65 ta gavial va 20 ta maggerni tashkil etgan (1-jadval). Katernag'xat yovvoyi tabiat qo'riqxonasidagi gaviallar populyatsiyasining birinchi tekshiruvi 1975–1976-yillarda o'tkazilgan, undan keyin 2008-yilda [105 ta individ [22, 23], chop etilmagan WWF – Hindiston tadqiqoti (2006, 2009) va 2013-yilda haqiqiy tadqiqot o'tkazilgan (1-jadval).

1-jadval

Girva daryosida delfin va timsohlarning tarqalishi

S.No.	Joylashuv	Dilfin			Timsoh	
		Quyi	Eng yaxshi	Yuqori	Gavial	Magger
2001-yil 7–10-fevral (manba: WWF – Hindiston, nashr etilmagan)						
Hindiston va Nepal o'rtasidagi chegara va Katernag'xat						
Ponton ko'prigi						
I	Personaj–Amba	7	9	12	NA	NA
II	Amba–Bxavanipur	4	7	13	NA	NA
III	Fantomko'prigi–Girijapuri to'g'oni	5	7	10	NA	NA
IV	Jeruv–Kurialning qo'shilish joyi	7	7	9	NA	NA
	Jami	23	30	44		
2006-yil 11–12-dekabr (ma'lumotnoma: WWF – Hindiston nashr etilmagan)						
I	Bhavanipur–Amba	11	14	20	NA	NA
II	Amba to Pathrana	4	5	5	NA	NA
III	Bhawanipur to Girijapuri to'g'oni	16	20	29	NA	NA
IV	Geruva-Kauriala qo'shilishi	5	5	7	NA	NA
	Jami	36	44	61	49	14
2009-yil 9–10-dekabr (ma'lumotnoma: WWF – Hindiston nashr etilmagan)						
I	Katerniagat–Girij to'g'oni	9	9	14	NA	NA
II	Kauriala–Katerniagat	6	7	9	NA	NA
III	Katerniagat–Amba	20	27	30	NA	NA
IV	Geruva-Kauriala oqimi	5	6	9	NA	NA
	Jami	40	49	62	70	16

2012-yil 5–7-oktabr (ma'lumotnoma: Behera va boshq. 2014)

I	Katerniagat–Girij to'g'oni	5	7	9	NA	NA
II	Kauriala–Katerniagat	7	8	10	NA	NA
III	Katerniagat–Amba	13	19	20	NA	NA
IV	Geruva–Kauriala oqimi	4	5	5	NA	NA
	Jami	29	39	44	NA	NA

2013-yil 8–9-fevral (hozirgi tadqiqot)

Katerniaghat ponton ko'prigigacha bo'lgan Hindiston–Nepal chegarasi

I	Katerniagat–Girij to'g'oni	5	7	8	9	10
II	Kauriala–Katerniagat	6	8	8	30	3
III	Katerniagat–Amba	11	14	19	26	7
IV	Geruva–Kauriala oqimi	5	6	6	0	0
	Jami	27	35	41	65	20

Shartli belgilar: NA = ma'lumotlar mavjud emas.

Tadqiqot davomida kamida oltmish to'rt turdagi qushlar, ularning aksariyati suv yoki yarim suvda yashaydiganlar kuzatilgan. Sanab o'tilgan turlardan 49 turi eng kam xavf ostida (LC), 09 turi kamayib ketish xavfi ostida (NT), 04 turi zaif (VU), 02 turi yo'qolib ketish xavfi ostida (EN) (2-jadval).

2-jadval

Girva daryosida qayd etilgan ornitofauna turlari ro'yxati

S.No.	Umumiy nomi	Ilmiy nomi	Holati
1	Osiya ochiq og'iz laylagi	Anastomus oscitans	LC
2	Osiyo laylagi	Ephippiorhynchus asiaticus	NT
3	Qora laylak	Ciconia nigra	LC
4	Qora qorinli tern	Sterna acuticauda	EN
5	Qora boshli ibis	Threskiornis melanocephalus	NT
6	Katta veretennik	Limosa limosa	NT
7	Katta qiziloyoq	Himantopus himantopus	LC
8	Avstraliyada qizil tayanchli dengiz bur-guti	Haliastur indus	LC
9	Bronza qanotli jasana	Metopidius indicus	LC

10	Qo'ng'ir boshli chayka	Chroicocephalus brunnicephalus	LC
11	Afrika taroqsimon o'rdagi	Sarkidiornis melanotos	LC
12	Qashqaldoq	Fulica atra	LC
13	Katta baliqchi	Tringa nebularia	LC
14	Havorang ko'ktarg'oq	Alcedo atthis	LC
15	Qamishzor pastushog'i	Gallinula chloropus	LC
16	Qizilbosh	Aythya ferina	VU
17	Qiziloyoq balchiqchi	Tringa totanus	LC
18	Qayiqchi loyxo'rak	Actitis hypoleucos	LC
19	Churrak	Anas crecca	LC
20	Paxta pigmi g'ozi	Nettapus coromandelianus	LC
21	Darter	Anhinga melanogaster	LC
22	Jo'rchi	Neophron percnopterus	EN
23	Katta uzun burun	Numenius arquata	NT
24	Yevroosiyo qoshiqburuni	Platalea leucorodia	LC
25	Yevroosiyo vigeoni	Mareca penelope	LC
26	Ola qanotli o'rdak	Aythya nyroca	NT
27	Qo'ng'ir o'rdak	Mareca strepera	LC
28	Katta churrak	Spatula querquedula	LC
29	Katta qoravoy	Phalacrocorax carbo	LC
30	Katta tosh-jingalak	Esacus recurvirostris	NT
31	Yashil loyxo'rak	Tringa ochropus	LC
32	Kulrang qarqara	Ardea cinerea	LC
33	Hindiston baliqchisi	Rynchops albigollis	VU
34	Qora yovvoyi	Anas poecilorhyncha	LC
35	O'rtacha qarqara	Ardea intermedia	LC
36	Oqyoqa	Charadrius alexandrinus	LC
37	Katta qarqara	Ardea alba	LC
38	Kichik komorant	Microcarbo niger	LC
39	Kichik oq qarqara	Egretta garzetta	LC
40	Kichik qorayoqa	Charadrius dubius	LC
41	Yovvoyi o'rdak	Anas platyrhynchos	LC
42	Porucheynik	Tringa stagnatilis	LC
43	Suqsur	Anas acuta	LC
44	Suqsun	Spatula clypeata	LC
45	Skopa	Pandion haliaetus	LC

46	Naqshdor laylak	Mycteria leucocephala	NT
47	Qorabosh baliqchi	Ichthyaelus ichthyaetus	LC
48	Tustovuq dumli Jakana	Hydrophasianus chirurgus	LC
49	Bigiz tumshuq	Recurvirostra avosetta	LC
50	Pied qirol baliqlari	Ceryle rudis	LC
51	Olmabosh	Netta rufina	LC
52	Qizil qiz qush	Vanellus indicus	LC
53	Daryo qizqushi	Vanellus duvaucelii	NT
54	Daryo chigirtchisi	Sterna aurantia	NT
55	Ang'irt	Tadorna ferruginea	LC
56	Sarus qushi	Antigone antigone	VU
57	Kichik jiqtoq	Glareola lactea	LC
58	Qora yovvoyi o'rdak	Anas poecilorhyncha	LC
59	Laylak tumshug'i qirol baliqchisi	Pelargopsis capensis	LC
60	Xaydar kokil	Aythya fuligula	LC
61	Oq chakkali chigirtchi	Chlidonias hybrida	LC
62	Oq bo'yin	Amaurornis phoenicurus	LC
63	Oq tomoqli qirol baliqchisi	Halcyon smyrnensis	LC
64	Oq bo'yinli laylak	Ciconia episcopus	VU

Shartli belgilar: LC = eng kam tashvishli turlar; VU = himoyalannmagan; EN = yo'qolib ketish xavfi ostida bo'lgan; NT = xavf ostida.

Yuqoridagi ro'yxat o'rdaklar, churraklar, loyxo'raklar, chigirtchi va ba'zi yirtqich qushlar kabi turlarni aniqlashning iloji yo'qligi sababli to'liq emas. Girva va Ghagra daryolari ornitofaunasi haqidagi yagona yozuv WWF – Hindiston (2001) nashr etilmagan ma'lumotlariga ko'ra 57 tur va Katernag'xat yovvoyi tabiat qo'riqxonasidagi 151 tur edi [25]. Garchi oldingi va hozirgi tadqiqotlar natijalarini taqqoslash tadqiqot joyidagi farq tufayli to'liq ishonchli bo'lmasa ham. Shuningdek, tadqiqot davomida suv osti qushlari o'rganilmagan. Bu Girva daryosi ornitofaunaning katta xilma-xilligini ishonchli tarzda ko'rsatadi deb hisoblanadi.

5. Muhofazaning cheklanishi

Turning kelajakdagi omon qolishidan xavotirlanishning asosiy sababi Nepal-dagi baland Chisapan to'g'onining qurilishi va Hindistondagi Girijapuri to'g'onining qurilishi natijasida Girva daryosi oqimining harakatlarida sodir bo'lishi mumkin bo'lgan yirik gidroekologik o'zgarishlar edi. Bundan tashqari, har yili Girva daryosidagi G'ijapuri to'g'onining barcha zatvorlari bir vaqtning o'zida tex-

nik xizmat ko'rsatish uchun ochiladi. Bu aprel–may oylarida amalga oshirilganda daryodagi suv oqimi eng past darajada bo'ladi. Qo'riqxonada ichidagi daryoning butun qismi Nepal bilan chegaragacha (va undan tashqarida) "qurigan" va oqim juda kam qolgan, daryoning katta qismi faqat bir bo'g'in yoki undan kam, ko'p miqdordagi baliqlar sayozlikda qolib nobud bo'ladi. Daryo delfinlari, gaviillar va tirik qolgan har qanday baliq qolgan ozgina suv havzalarida to'planishga majbur. Bu yo'qolib ketish xavfi ostida bo'lgan daryo hayvonlari, masalan gaviial va daryo delfini, muhim baliq zaxiralari va boshqa tijorat uchun qimmatli turlar uchun yashash muhitini saqlab qolish manfaatlariga qaratilgan (WWF – Hindiston, nashr etilmagan). Bir necha joylarda Girva daryosida baliq ovlash kuzatilgan. Shuningdek, delfinlar qalqib chiqayotgan joy yaqinida ishlatiladigan to'rlarda delfinlar ataylab tutilganligi haqida xabar berilgan (WWF – Hindiston, nashr etilmagan).

Daryo ekotizimining holatini tushunish uchun muhim asosiy suv resurslari haqida mavjud ma'lumotlar, ularni saqlash ehtiyojlarini samarali tushunish uchun zarur. Bular inson faoliyati xavf solayotgan ishonchli indikator turlardir. Ushbu tadqiqot natijalari asosida saqlashni boshqarish bo'yicha tavsiyalar taklif etiladi. Ular yashash muhitini boshqarish, noqonuniy faoliyatni nazorat qilish va uzoq muddatli monitoring dasturini ishlab chiqish zarurligini ko'rsatadi.

Minnatdorchilik

Tadqiqot davomida moliyaviy va logistika yordami uchun WWF – Hindiston kompaniyasiga minnatdorchilik bildiramiz. Uttar-Pradesh shtatining yovvoyi tabiat bo'yicha bosh inspektoriga tadqiqot o'tkazishga ruxsat bergani, shuningdek, uy-joy va boshqa yordam uchun samimiy minnatdorchilik bildiramiz. Tadqiqotlar davomida Katernag'xat yovvoyi tabiat qo'riqxonasi qayiqchilarining yordamini qadrlaymiz. Anonim taqrizchiga uning sifatini sezilarli darajada yaxshilagan qo'lyozma haqidagi ijobiy fikrlari uchun minnatdorchilik bildiramiz.

Muallif ma'lumotlari

Hari Singh^{1*} va Sandip Kumar Behera²

*Barcha murojaatlarni hsingh7wild@gmail.com manziliga yuborishingiz mumkin.

1. Oliy ta'lim departamenti, Ramnagar, Jammu va Kashmir hukumat kolleji, Hindiston.

2. Suv xo'jaligi, daryolarni rivojlantirish va Ganni qayta tiklash vazirligi (NMCG), Nyu-Dehli, Hindiston.

Adabiyotlar:

[1] Strayer D.L., Dudgeon D. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*. 2010. 29. – 344–358. DOI: 10.1899/08-171.1

[2] Sinha R.K., Smith B.D., Sharma G., Prasad K., Choudhary B.C., Sapkota K., Sharma R.K., Behera S.K. Status and distribution of the Ganges susu (Platanista gangetica) in Ganges River system of India and Nepal. In: R.R. Reeves, B.D. Smith, T. Kasuya.

editors. In: Proceedings of the Biology and conservation of freshwater cetaceans in Asia. Gland, Swiderland and Cambridge, UK: IUCN Species Survival Commission; 2000. – P. 42–48.

[3] Smith B.D., Randall R.R. Survey methods for population assessment of Asian river dolphins. In: Reeves R.R., Smith B.D., Kasuya T., editors Biology and Conservation of Freshwater Cetaceans in Asia. Gland, Swiderland and Cambridge, UK: IUCN Species Survival Commission; 2000. – P. VIII+152.

[4] Reeves R.R., Brownell R.L. *Susu-Platanista gangetica* (Roxburgh, 1801) and *Platanista minor* (Owen, 1853). Handbook of Marine Mammals. River Dolphins and the Larger Toothed Whales. In: Ridgway S.H., Harrison R., editors. London, UK: Academic Press. 1989, 4. – 69–99.

[5] Smith B.D., Braulik G.S., Strindberg R., Mansur M.A., Diyan A., Ahmed B. Habitat selection of freshwater-dependent cetaceans and the potential effects of declining freshwater flows and sea-level rise in waterways of the Sundarbans mangrove forest, Bangladesh. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2009, 19. – 209–225. DOI: 10.1002/aqc.987

[6] Smith B.D., Braulik G.T., Sinha R. *Platanista gangetica* ssp. *Gangetica*. The IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. 2012. Available from: doi:10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T41756A17627639.en [accessed: 2012. 11–12].

[7] Reeves R.R. Ganges dolphin declared National Aquatic Animal by Government of India. A Great Step Forward. Zoos' Print. 2009; XXIV, 11. – P. 2.

[8] Behera S.K., Singh H., Sagar V., Rupak De. Current Status of Ganges River Dolphin (*Platanista gangetica gangetica*) in the rivers of Uttar Pradesh, India. In: Sinha R.K., Ahmed B., editors. In: Proceedings of the Rivers for Life–In International Symposium on River Biodiversity: Ganges–Brahmaputra–Meghna River System, Ecosystems for Life, A Bangladesh-India Initiative, IUCN, International Union for Conservation of Nature (IUCN), Bihar, India: IUCN; 04-06 April 2014. – P. 139–149.

[9] Singh H., Rao R.J. Status, threats and conservation challenges to key aquatic fauna (crocodile and dolphin) in National Chambal Sanctuary, India. Aquatic Ecosystem Health & Management (AEHM). 2017, 20. – 59–70. DOI: 10.1080/14634988.2017.1298964

[10] Behera S.K., Singh H., Sagar V. indicator Species (Gharial and dolphin) of riverine eco- system: An exploratory of river ganga. In: Sanghi R, editor. Our National River Ganga: Lifeline of Millions. Swiderland: Springer International Publishing; 2013a. – P. 121–141. DOI:10.1007/978-3-319-00530-0-4.

[11] Rao R.J., Tagor S., Singh H., Dasgupta N. Monitoring of Gharial (*Gavialis gangeticus*) and its habitat in the National Chambal Sanctuary, India. In: Proceedings of the 17th working meeting of the World Crocodile Conference 22nd Working Meeting of the IUCN SSC Crocodile Specialist Group. Negombo, Sri Lanka; 21–23, may 2013. – P. 66–73.

[12] Sharma R.K., Basu D. Recent reversals in the population trends in the population of Gharial in the National Chambal Sanctuary in North India: implications and a suggested strategy for the conservation of one of the world's most endangered crocodilians. In: Crocodile Specialist Group Crocodiles. In: Proceedings of the 17th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. Gland, Swiderland, and Cambridge UK: IUCN; 2004. – P. 180–186.

- [13] Sharma R.K., Singh H., Dasgupta N. A survey of habitat invetorization and habitat poten- tiality for sustenance of Gharial in son Gharial sanctuary, India. *International Journal of Biodiversity and Conservation (IJBC)*. 2011. 3 (1). – 19–23.
- [14] Smith M.A. *The Fauna of British India Including Ceylon and Burma. Reptilian and Amphibian. Vol. I Loricata, Testudines*. Indian Reprints. Edition 1974. New Delhi: Today's and Tomorrow's Printers And Publisher; 1939.
- [15] Rao R.J. Ecological studies of Indian crocodiles, an overview. In: *Proceedings of the 12th Working Meeting of the IUCN, Crocodile Specialist Group*. Gland, Swiderland. 1994. – Pp. 259–273.
- [16] Choudhury B.C., Singh L.A.K., Rao R.J., Basu D., Sharma R.K., Hussain S.A., Andrews H.V., Whitaker N., Whitaker R., Lenin J., Maskey T., Cadi A., Rashid S.M.A., Choudhury A.A., Dahal B.K., Thorbjarnarson J., Ross J.P. *Gavialis gangeticus* [Internet]. IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Available from: www.iucnredlist.org. [accessed: 2009, November, 22].
- [17] Behera S., Singh H., Sagar V. Status of Ganges river dolphin (*Platanista gangetica gangetica*) in the Ganga River basin: A review. *Aquatic Health and Ecosystem (AHM)*. 2013 b; 16 (04). – 425–432. DOI: 10.1080/14634988.2013.845069
- [18] Smith B.D., Braulik G., Strindberg S., Ahmed B., Mansur R. Abundance of Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) and Ganges river dolphins (*Platanista gangetica gangetica*) estimated using concurrent counts made by independent teams in waterways of the Sundarban mangrove forest in Bangladesh. *Marine Mammal Science*. 2006. 22 (3). – 527–547. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2006.00041.x
- [19] Grimmett R., Inskipp C., Inskipp T. *Birds of the Indian Subcontinent*. 2nd ed. Oxford University; 2011. – 528 p.
- [20] Bird Life International: The IUCN Red List of Threatened Species [Internet] 2015. Available from: <http://www.iucnredlist.org>. [accessed: 2016-01-04].
- [21] Smith B.D., Sinha S.K., Regmi U. Status of Ganges river dolphins (*Platanista gangetica*) in the Karnali, Mahakali, Narayani and Sapta Kosi rivers of Nepal and India in 1993. *Marine Mammal Science*. 1994. 10. – 368–375. DOI: 10.1111/j.1748-7692.1994.tb00492.x
- [22] Singh V.B. Status of the gharial in Uttar Pradesh and its rehabilitation. *Journal of the Bombay Natural History Society*. 1978. 75 (3). – 668–683.
- [23] Srivastava A.K.: *Biology of Indian Gharial Gavialis gangeticus*. with special reference to its behavior [Thesis]. University of Lucknow, India; 1981.
- [24] Das A., Basu D., Converse L., Choudhury S.C. Herpetofauna of Katarniaghat wildlife sanctuary, Uttar Pradesh, India. *Journal of Threatened Taxa*. 2012. 4 (5). – 2553–2568.
- [25] Kalam A. Birds of Katarniaghat wildlife sanctuary, Bahraich district. Uttar Pradesh. *Indian Birds*. 2005. 1 (4). – 74–76.

14-BOB. YOPIQ SUV AYLANMA TIZIMI: INDONEZIYADA KREVTOKALARNI KO'PAYTIRISHDA YOPIQ SUV TA'MINOTI QURILMASINING ROLI

**Gede Suantika, Magdalena Lenny Situmorang,
Pingkan Aditiawati, Dea Indriani Astuti,
Fahma Fiqhiyyah Nur Azizah and Harish Muhammad**
Qo'shimcha ma'lumotlar bob oxirida mavjud.
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.70944>

Annatsiya. Ushbu bobda asosiy e'tibor akvakulturada mahsulot yetishtirishda an'anaviy usullarga mos keluvchi muqobil yechimga aylangan (ingliz tilidan tarjima qilinganda suvni nolga chiqarish) tizimini yani yopiq suv ta'minoti qurilmasi (YSTQ) ishlab chiqish va qo'llashga qaratilgan. Ushbu tizim yordamida akvakultura tizimidan foydalangan holda atrof-muhitga zarar yetkazish, kasalliklarning tarqalishi va yerdan foydalanishdagi cheklanishlar kabi ko'plab muammolarni hal qilish, shuningdek, akvakulturaning barqaror tizimini yaratish mumkin bo'ladi. YSTQ tizimi o'stirish rezervuarida mikroorganizmlar manipulyatsiyasiga urg'u beruvchi takomillashtirilgan paketli tizimdir. Mikroorganizmlar seleksiyasi tamoyili o'stirish uchun mo'ljallangan rezervuardagi oziq moddalar aylanishida har bir mikroob komponentining ahamiyatiga asoslanadi. Ushbu bobda ushbu tizimni amalga oshirish usullari va bosqichlari, jumladan, qurilish tizimini loyihalash, mikroorganizmlar komponentlarini o'stirish, ushbu tizimni dastlabki konditsionerlash va mikroorganizmlar manipulyatsiyasi qanday amalga oshirilishi batafsil yoritilgan. Tizimning samaradorligi oq qisqichbaqalar va ulkan chuchuk suv qisqichbaqalari kabi qisqichbaqasimonlarda sinovdan o'tkazildi va u tizimning o'rtacha yashovchanlik darajasini 10–20 foizga oshirishi mumkinligini ko'rsatdi. Bundan tashqari, ushbu tizimni sanoatda qo'llashda ishlab chiqarish samaradorligini ko'rsatish uchun ushbu tizimning texnik va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligi baholandi.

Kalit so'zlar: yopiq suv ta'minoti qurilmasi, suvni nolga teng oqizish, oq krevetka, qisqichbaqasimonlar, mikrobiologik sikl, mikroorganizmlarni boshqarish.

1. Kirish

Dunyoda aholi sonining ortishi natijasida 2009-yildan 2014-yilgacha baliq yetishtirishning dunyo miqyosidagi umumiy hajmi yiliga o'rtacha 2,77 foizga o'sdi [1]. Bu o'sish asosan yillik o'sish sur'ati 8,8 foiz bo'lgan baliq ovlash faoliyatidan emas, balki akvakultura tarmog'ida mahsulot yetishtirish hisobiga sodir bo'ldi [2]. Dunyoda akvakultura tarmog'ida yetishtirish 2014-yilda 73,8 mln tonnaga yetdi va uning umumiy qiymati 160,2 mlrd AQSH dollarini tashkil etdi. Bu umumiy baliq yetishtirish hajmining 44,14 foizini tashkil etdi. Keyingi o'n yillikda (2025) FAOning prognozlariga ko'ra, akvakultura asosida umumiy baliq yetishtirish hajmining 52 foizini egallaydi [1]. Prognoz bilan bir qatorda, Indoneziya akvakultura sohasini rivojlantirish uchun katta salohiyatga ega. Indoneziya baliqchilik va akvakultura mahsulotlarining asosiy ishlab chiqaruvchi-

laridan biridir, chunki bu uning geografik joylashuvi bilan bog'liq. Indoneziya baliqchilik sohasida katta salohiyatga ega bo'lgan arxipelag mamlakatidir. U 17 500 ta oroldan iborat bo'lib, ikkita katta okean – Tinch va Hind okeanlari o'rtasida joylashgan. Bundan tashqari, Indoneziya ekvator chizig'i bilan kesishgan davlat bo'lib, qirg'oq chizig'i uzunligi bo'yicha dunyoda 4-o'rinni egallaydi, bu esa suv organizmlarining, jumladan, dengiz biotasining yuqori xilma-xilligini ko'rsatadi [3]. Shunday qilib, Indoneziyada ko'plab baliq mahsulotlari yetishtiriladi. Hozirgi vaqtda Indoneziya ham baliq ovlash, ham akvakultura ishlab chiqarish bo'yicha Xitoy Xalq Respublikasidan keyin ikkinchi o'rinda turadi va jahon ishlab chiqarishiga mos ravishda 6,48 va 14,36 mln tonna hissa qo'shadi [4]. Asosiy mahsulotlardan biri qisqichbaqasimonlar bo'lib, ular ham ovlash, ham akvakultura tomonidan ishlab chiqariladi. Aslida mahsulotning katta qismi akvakulturasidan olingan. 2014-yilda krevetka ovlash umumiy ov hajmining atigi 30 foizini yoki taxminan 273 133 tonnani tashkil etdi [4]. Suv hayvonlaridan akvakulturada yetishtirishning yillik umumiy hajmi bo'yicha krevetkalar birinchi o'rinni egallaydi.

Qisqichbaqa ishlab chiqarishning katta qismi oq qisqichbaqaga (*Litopenaeus vannamei*) to'g'ri keladi, u ham AQSH, Yaponiya, Xitoy Xalq Respublikasi, Buyuk Britaniya, Malayziya va boshqalar kabi dunyoning bir qancha mamlakatlariga eksport qilinadi [5]. Oq qisqichbaqani yetishtirish tendensiyasi o'rtacha 22,46 foiz o'sish bilan sezilarli darajada oshdi. Ishlab chiqarishning bunday o'sishi urug'lik mavjud bo'lganda yetishtirish amaliyotining oddiyligi, yetishtirish davri va atrof-muhit o'zgarishlariga ko'proq chidamliligi bilan izohlanadi. Yana bir tur, ulkan chuchuk suv qisqichbaqasi, yuqori iqtisodiy qiymati tufayli asosiy mahsulotga aylanish imkoniyatiga ega. 2013-yilda qisqichbaqa ishlab chiqarish taxminan 3,171 tonnaga yetdi, ular G'arbiy Kalimantan, Bali, G'arbiy Yava va Sharqiy Yava kabi bir nechta joylarda yetishtirilgan [6]. Garchi u oq qisqichbaqaga nisbatan hali ham kam bo'lsa-da, ishlab chiqarish hajmi so'nggi yillarda o'sishda davom etdi. Indoneziya Respublikasi Dengiz va baliqchilik vazirligi krevetka yetishtirishni targ'ib qilish bilan jiddiy shug'ullanib, 2015-yilda krevetka yetishtirish uchun 275,2 mlrd rupiyagacha bo'lgan milliy kapital budjetni yo'naltirdi [7].

Ishlab chiqarishning katta ko'lami akvakultura sanoatining barqarorligini kafolatlamaydi, chunki hozirgi vaqtda aksariyat krevetkachilik fermalari davriy yoki oqimli tizim kabi an'anaviy yetishtirish usullaridan foydalanadilar. To'g'ri, krevetka yetishtirishning an'anaviy strategiyalari hali ham keng qo'llaniladi va o'zining soddaligi va ishlab chiqarishning maqbul qiymati tufayli foyda keltiradi, ammo yetishtirish suv sifati, kasalliklar yoki yirtqichlikni kamroq nazorat qilish bilan tabiiy muhitga bog'liq bo'lganligi sababli, bu holat o'stirishning oldindan aytib bo'lmaydigan ko'rsatkichlariga olib keladi [8]. Bundan tashqari, iste'mol qilinmagan ozuqa va ajratmalardan o'stirish uchun suvda zararli moddalarning to'planishi (masalan, ammoniy va nitrit) ruxsat etilgan chegaralardan oshib ke-

tishi ehtimoli katta, bu kulturaning omon qolishining pasayishiga olib keladi va shu tariqa an'anaviy o'stirish tizimida qisqichbaqaning umumiy mahsuldorligiga ta'sir qiladi [9]. Bundan tashqari, tizim ekologik toza emas, chunki tozalanmagan oqova suvlar atrof-muhitni ifloslantirishi mumkin [8]. Makon talablari nuqtayi nazaridan, tizim katta ishlab chiqarish maydonini egallaydi va dengiz suviga kirishni ta'minlash uchun qirg'oq zonasiga yaqin masofani talab qiladi. Ushbu holatlar qisqichbaqasimonlarni ko'paytirish sohasining amaliyotga yaroqsizligi va yaqin kelajakda uning barqarorligiga olib keladi. Ushbu muammolar suv sifati va o'stirish unumdorligi, yaxshi gigiyena, shuningdek, maydon, suv manbalari va ozuqalardan foydalanish nuqtai nazaridan o'stirishning yuqori samaradorligini ta'minlay oladigan eng yaxshi akvakultura texnologiyasini takomillashtirishni talab qiladi.

Yuqoridagi muammolarni hal qilish uchun nolga teng suv aylanish tizimi (YSTQ) deb nomlangan bitta muqobil texnologiya ishlab chiqilgan [10–13]. YoSTQ – bu barqaror intensiv o'stirish texnologiyasi bo'lib, u ekologik toza, chunki u suv sifatini saqlab turadi, shuning uchun patogenlarning tarqalishini, shuningdek, ozuqa moddalariga boy oqova suvlarning atrof-muhitga oqishini oldini oladi [14]. YSTQ tizimi turli xil muhim funksiyalarga ega bo'lgan mikroorganizmlar konsorsiumini joriy etish orqali suv iste'molini cheklash yoki qisqartirishga imkon beradi, masalan, qishloq xo'jaligi suvida azotli birikmalarni retsirkulyatsiya qilish va suvdan qisman yoki to'liq qayta foydalanishdan oldin zararli azotli moddalarni tozalash kabi.

2. YSTQ tamoyili

Suv havzasi barcha suv hayvonlari, jumladan, krevetka va qisqichbaqalarning yashash joyi bo'lib hisoblanadi. Shuning uchun, krevetkalarni samarali yetishtirishning kaliti ularning o'sishi uchun qulay bo'lgan yashash muhitini ta'minlashdir. Shunga ko'ra, suv sifatini krevetkalarning o'sishi uchun ruxsat etilgan darajada ushlab turish juda muhim. Suv sifati fizik, kimyoviy va biologik parametrlarni, xususan, haroratni, erigan kislorod va zaxarli azot moddalarining konsentratsiyasini o'z ichiga oladi [15]. Harorat va erigan kislorodning parametrlarini fizik ishlov berish yordamida, masalan aerator va suv isitgich yordamida boshqarish mumkin, zaxarli azot moddalari esa mikroblar tozalashdan foydalanadigan biologik tozalash tizimi bilan hal qilinadi.

Krevetkalar va ularning ozuqa qoldiqlarining ajralib chiqishi natijasida hosil bo'lgan Ammoniy va nitrit kabi zaxarli azot moddalar krevetkalarning metabolik muvozanatini buzadi va ularni kasalliklarga ko'proq moyil qiladi, bu esa bir qator salbiy oqibatlariga olib keladi, jumladan, tana vaznining pasayishi, o'limning ortishi va oxir-oqibat mahsuldorlikning pasayishi [16–18]. Bu akvakulturaning asosiy muammolaridan biriga aylanganligi sababli, ammoniy va nitritni olib tashlashni boshqarish YSTQ tizimida asosiy muammo hisoblanadi. Tabiiy suv ekoti-

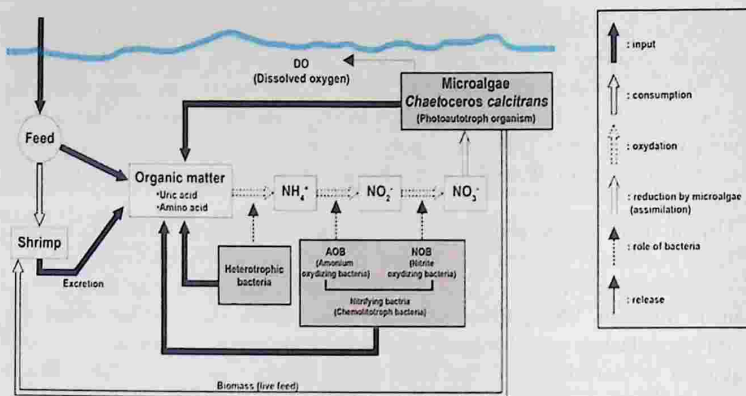
zimlarida suv havzasida mavjud bo'lgan mikroorganizmlar har bir azot birikmasi konsentratsiyasining muvozanatini saqlaydi. Ammoniy va nitritning konsentrat-siyasi intensiv akvakultura tizimlarida tabiiy ekotizimlarga qaraganda ancha tez o'sib borishi sababli, hovuzlarda tabiatda uchraydigan mikroorganizmlarga taya-nishimiz mumkin emas. Ularning populyatsiyasining kamligi ammoniy to'planish tezligiga bardosh bera olmaydi va shuning uchun mikroorganizmlarni kiritish ta-lab etiladi.

Ushbu tizim tabiiy ekotizimlardan moslashgan mikroob sikllari tamoyilini qo'llaydi. Ammoniy va nitrit shaklida mavjud bo'lgan zaxarli azotli moddalar ket-ma-ket mikroblar nitrifikatsiya jarayoni orqali kam zaxarli modda bo'lgan nitratga aylanishi mumkin. YSTQ tizimi kimyoviy chiqindilarni qayta ishlash orqali suv sifatini yaxshilashga yo'naltirilgan [19]. Oddiy tizim (masalan, oqar suv) ekinlarda chiqindilar to'planishining oldini olish uchun uzluksiz suvni yangilab yetkazib berishni talab qilsa, YSTQ mikroorganizmlar konsorsiumi yordamida ammoniy, nitrit va nitratni qayta ishlaydi va shuning uchun suv sarfini sezilarli darajada ka-maytiradi. Ammoniy, nitrit va nitrat darajasini muntazam ravishda geterotrof va nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar va mikrobuvo'zlarini qo'shish orqali ushlab turish mumkin [13].

2.1. Zamonaviy qurilma faoliyati

Yuqorida keltirilgan qoidaga asoslanib, suv sifatini saqlash vazifasini bja-ruvchi va yetishtirilayotgan hayvonlar uchun zararsiz bo'lgan mikrobiotik kompo-nentlarini tanlash eng muhim hisoblanadi. Bundan tashqari, tanlangan mikrobiotik probiotiklar sifatida, masalan krevetkalarini ko'paytirishda *Vibrio sp.* ning patogen reaksiyalarga qarshi ta'sir ko'rsatishi mumkin [19]. Ushbu tizim suvli muhitda-gi oziq moddalar sikliga tegishli bo'lganligi sababli, tanlangan mikroorganizmlar toksik moddalarni yetishtirish tizimida ishlab chiqarilgan zararsiz moddalarga ay-lanishida muhim ro'l o'ynaydi. Tizim azotning oziq moddalari aylanishini ta'min-laydi, chunki azot toksinining haddan tashqari to'planishi juda xavfli.

Quyidagi 1-rasm YSTQ tizimida sodir bo'ladigan oziq moddalar va mikroblar halqasini baholashga misol bo'ladi [13]. Yetishtirish jarayonida zaxarli birikma-larning eng ko'p to'planishi hayvonlar uchun ozuqa va axlatidan kelib chiqadi. Bu birikmalar asosan geterotrof bakteriyalar tomonidan noorganik birikmalarga parchalanishi mumkin bo'lgan organik moddalardir. Diqqat markaziga aylangan ammoniy va nitrit kabi noorganik birikmalarni yo'qotish lozim. Ammoniy va ni-tritni oksidlash yo'li bilan nitrat kabi kamroq zaxarli birikmalarga aylantirish ke-rak. Noorganik birikmalardan oksidlanish jarayonini amalga oshira oladigan mik-roorganizmlar litoavtotrof bakteriyalardir [20]. Oksidlanish jarayonlarining ikki bosqichi mavjud: (1) ammoniydan nitritga va (2) nitritdan nitratga aylanish. Am-moniyni oksidlovchi bakteriyalar (AOB) ammoniyni nitritga aylantiradi, masalan, Nitrosomonas, nitritni oksidlovchi bakteriyalar (NOB) nitritni nitratga aylantiradi,



1-rasm. YSTQ tizimida ozuqa moddalarining aylanish sxemasi [13]

masalan, Nitrobacter [21]. Nitrat zararsiz modda bo'lishiga qaramay, akvakultura tizimida taqsimlanish diapazoni 200 ppm dan oshmaydi [22]. Shuning uchun nitratdan foydalanishi mumkin bo'lgan mikroorganizmlarni izlash kerak. Ba'zi mikrosvuotlari azot manbai sifatida nitratdan foydalanishi mumkin, shuning uchun bu tizimda mikrosvuotlarini qo'shish muhimdir.

Bundan tashqari, trofik darajada mikro svuotlari ishlab chiqaruvchi sifatida ishlaydi, ular ham RK darajasini oshirishi mumkin bo'lgan kislorodni ta'minlaydi va ularning biomassasi tizimda yetishtiriladigan hayvonlar uchun ozuqa manbai bo'lishi mumkin.

YSTQ tizimi tarkibiga kiruvchi mikroorganizm komponentlariga bog'liq bo'lganligi sababli, turli xil hayvon kulturalari tarkibiga kiruvchi turli xil mikroorganizm komponentlariga ega bo'ladi va tizim mikrobiologik komponentlarning yashashi uchun qulay bo'lishi kerak. Sodda misol tariqasida biz tabiiy mikroorganizmlar yashash muhitini ko'rib chiqishimiz kerak; dengiz mikroorganizmlari dengiz chorvachiligi uchun, chuchuk suv mikroorganizmlari esa chuchuk suv chorvachiligi uchun yaroqli bo'ladi. 1-rasmda oq qisqichbaqalarni o'stirishda YSTQ tizimiga misol keltirilgan, shuning uchun ishlatiladigan mikrobiologik komponentlar dengiz geterotrof bakteriyalar, dengiz AOB, dengiz NOB va dengiz mikro svuotlari (*Chaetoceros calcitrans*) shular jumlasidan.

2.2. YSTQ tizimining boshqa mikrobiologik tizimlardan farq qiluvchi xususiyatlari

Dunyoda akvakultura sanoati jadal rivojlanayotganligi sababli, akvakultura sanoatida barqarorlikka olib keladigan texnologiyalarni yaratish bo'yicha tadqiqotlarni rag'batlantiradi. Tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlaridan biri hozirgi

kunda akvakultura sanoatida keng qo'llanilayotgan mikroorganizmlardan foydalanish hisoblanadi. Ular oziq-ovqat manbayi rolini o'ynashi mumkin, masalan li-chinkalik davri uchun mikro suvo'tlar [23, 24], suvning sifatini saqlash, masalan ammoniy mikrob metabolizmi uchun azot manbayi sifatida [21, 25, 26], kasalliklarga qarshi kurashish, xususan, antitanalarni chaqiradigan yoki patogen bilan to'g'ridan to'g'ri antagonistik ta'sir ko'rsatadigan immunostimulyatorlar [19, 27, 28]dan foydalaniladi.

Bakteriyalarning akvakulturada qo'llanilishi YSTQ kabi mikrobiologik yopiq tizimlarda amalga oshiriladi. Yopiq aylanma suv tizimi, ya'ni ingliz tilidan tarjima qilinganda "Nolga teng suv tashlash" atamasi, yopiq suv aylanma tizimi ko'plab talqinlarga ega; bu nolga teng suv almashinuvi [14, 29-31], cheklangan suv oqizilishi [32, 33], minimal suvdan foydalanish tizimi [34], minimal oqova suv chiqarish [35], minimal suv quyish tizimi [36] va boshqalar bo'lishi mumkin. Bunday tizimlarning barchasi bir xil tamoyilga ega bo'lib, u suvdan foydalanishni minimallashtirish va mikroorganizmlar rolini qo'llagan holda ishlatilgan suvdan qayta foydalanishdir. YSTQ tizimi yetishtirish uchun rezervuarlarda mikrobiologik boshqaruvga e'tibor qaratilgan to'plam tizimiga nisbatan takomillashuvdir. YSTQ tizimini o'stirish davrida suv oqizib yuborilmasligi sifatida talqin qilish mumkin, tizimga kelib tushadigan qo'shimcha suv sifonlash va bug'lanish natijasida yuzaga keladigan suv yo'qotilishi tufayli suv sathini muvozanatlashi kerak. Bu har 6 haftada mahsulot hajmining taxminan 2 foizni tashkil qiladi [1].

Hozirgacha mavjud bo'lgan mikrobial shakl konsorsium, bioplyonka, perfiton, bioflok shaklida bo'lishi yoki akvakultura resirkulyatsiyasi tizimidagi (ART) biofiltr kabi alohida bo'limlarga ega bo'lishi mumkin. YSTQ tizimida ishlatiladigan mikroorganizmlar shakli konsorsiumlar bo'lib, ular o'stirish davrida muntazam ravishda tizimga qo'shiladi. Doimiy ravishda qo'shimcha mikrobial konsorsiumlarning maqsadi mikrobial siklning tegishli tarzda ishlashini nazorat qilishdir. Bundan tashqari, mikrobial nazoratning mavjudligi taxmin qilinayotgan mikrob siklida rol o'ynaydigan tanlangan mikroblarning ustunligini saqlab qolishdan iborat. Mikrofloraning mavjudligini ta'minlash uchun tizim mikroorganizmlarini yetishtirish uchun alohida xonalar bilan jihozlangan bo'lishi kerak. Binobarin, mikroblar kulturasi ifloslanishining oldini olish va mikroorganizmlarning optimal o'sishini ta'minlash uchun nazorat bo'lishi lozim. Quyidagi 1-jadvalda mikroorganizmlar asosidagi har bir yopiq tizimning tavsifi keltirilgan.

3. YSTQ tizimini ishlab chiqish

Yaxshi loyihalashtirilgan tizimlar va sifatli mikrobiologik boshqaruv YSTQ tizimidan foydalangan holda intensiv usulda yetishtirish uchun ishlab chiqarish samaradorligini optimallashtirishning asosiy qismi hisoblanadi. Ushbu bo'limda qisqichbaqasimonlar, xususan, oq qisqichbaqalar va ulkan chuchuk suv qisqich-

baqasini o'stirish uchun YSTQ tizimlarining asosiy va yordamchi obyektlari tavsiflangan. Bundan tashqari, ushbu bo'limda krevetka va krevetka yetishtirish uchun mos bo'lgan mikrobiologik komponentlarni tanlash, shuningdek, krevetka yetishtirishni qanday tayyorlash haqida ma'lumot beriladi.

3.1. Qurilish va obyektlarini loyihalashtirish

ZWD tizimi takomillashgan muntazam yetishtirish tizimi bo'lganligi sababli asosiy ta'minlanadigan obyektlar davriy tizimga mos keladi. YSTQ tizimining qurilmasi, odatda, akvakulturada ishlatiladigan bir nechta asosiy kanallar bilan jihozlangan to'g'ri burchakli yoki dumaloq suv saqlash rezervuarida ishlab chiqilishi mumkin. Quyida YSTQ tizimi uchun obyektlar ro'yxati keltirilgan.

1. Nitrifikatsiyalovchi, geterotrof bakteriyalar va mikrosvuotlari uchun mo'ljallangan kultural rezervuarlar. Parchalanish jarayonlarini osonlashtirish uchun zarur. Mikroob komponentlarining optimal mahsuldorligini saqlab qolish uchun to'g'ri parvarish qilish hal qiluvchi ahamiyatga ega. Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar va mikrosvuotlari rezervuarlarining o'lchamlari kultural rezervuarlarning 20 foizga yaqin minimal sig'imga ega bo'lishi, geterotrof bakteriyalar rezervuarining hajmi esa kultural rezervuarlarning 2,5 foizga yaqin minimal sig'imga ega bo'lishini ko'zda tutiladi.

2. Aeratsiya uskunasi, shu jumladan, aerator, silikon shlang va aeratsiya toshi. Aerator 28 l/min havo oqimi tezligi bilan kislorodni uzluksiz uzatishni ta'minlaydi [49]. To'g'ri aeratsiya nafaqat krevetkalarni ozuqa va o'sishidan samarali foydalanish uchun kislorod bilan ta'minlashda, balki tizimdagi suyuq, qattiq va gazsimon chiqindilarni oksidlashda ham muhim ahamiyatga ega. Suvdagi kislorod darajasi 4 dan 6 ppm gacha bo'lishi kerak [44]. Optimal o'sishni saqlab qolish uchun 6 ppm tavsiya etiladi. Ozuqa ko'p bo'lganda krevetkalar va mikrobiologik jamoa suvda kislorodga ko'proq ehtiyoj sezadi.

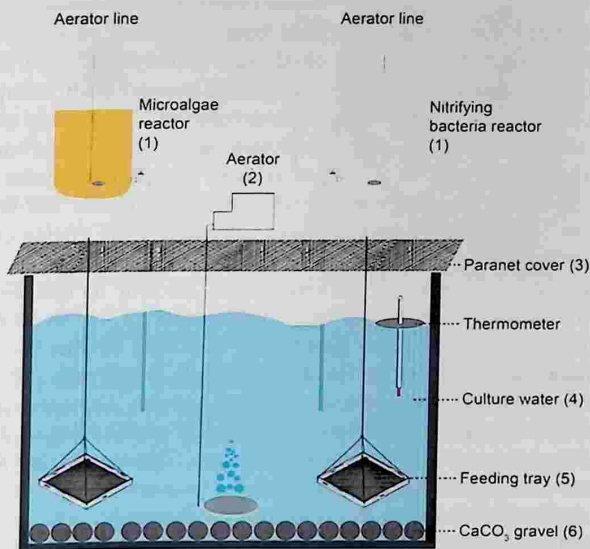
3. To'g'ri qoplamalar ifloslantiruvchi moddalarning hovuzga tushishini oldini olish uchun ishlatiladi va eng muhimi, sho'rlanish darajasiga sezilarli ta'sir qilishi mumkin bo'lgan suvning bug'lanishini kamaytirishga yordam beradi. Bundan tashqari, qoplama suvdagi mikrosvuotlari populyatsiyasi uchun intensivlik darajasiga mos kelishi uchun yorug'likning suv qatlamidan o'tishini kamaytiradi.

4. Kundalik o'stirish haroratini nazorat qiluvchi termometr.

5. Kundalik ozuqaning yetarli miqdorini berish va nazorat qilish uchun oziqlantirish substratlari.

6. Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalarni biriktirish uchun substrat, shuningdek, bufer agent sifatida CaCO_3 va graviydan foydalaniladi.

Bundan tashqari, qisqichbaqa (*Macrobrachium rosenbergii* De Man) kabi ba'zi qisqichbaqasimonlar boshpanaga muhtoj. Krevetka boshqa qisqichbaqalarga nisbatan ancha tajovuzkor. Qisqichbaqalar yuqori zichlikda o'stirilganda ularning o'sishi va lichinkalari davrida paydo bo'ladigan yirtqichlik xatti-harakatlari xavfi



2-rasm. YSTQ tizimining asosiy imkoniyatlari [13, 50]

mavjud [11]. Pana joylari ularning har biri uchun yetarli joy mavjud emas. Oldingi tadqiqotlarda isbotlangan bir nechta yashirin joylar mahsulot vertikal substrati [11] va kubsimon bambukli yashirin joylar mavjud edi [51]. Ushbu pana joylar krevetka yetishtirish mahsulдорligini oshirishi isbotlandi. Quyidagi 2-rasmda YSTQ tizimining komponentlari keltirilgan.

3.2. Mikrobiologik komponentlar

YSTQ tizimining mikrobiologik komponentini uchta asosiy funksional guruh orqali tushunish mumkin: nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar, avtotrop mikro suvo'tlari va geterotrof bakteriyalar. To'g'ri boshqarilganda, xilma-xil sog'lom mikroblar jamoasi krevetkalarning oziqlanishi va o'sishiga bevosita va bilvosita hissa qo'shadi. Shu bilan birga, tizimdagi ortiqcha azot chiqindilarini qayta ishlaydi. O'rnatilgandan so'ng, jamoa barqaror bo'lib, zararli shartli patogen mikroorganizmlarni raqobatli ravishda yo'q qiladi va shuning uchun qisqichbaqalarning sog'lig'i va immuniteti yaxshilanadi. Ushbu afzalliklarni maksimallashtirishning kaliti tizimdagi mikroorganizmlar jamoasini bilish va boshqarishdir.

3.2.1. Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar

Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar turli xil yashash muhitlarida, jumladan, tuproq, chuchuk suv, dengiz suvi, toshlar va yotqiziqalarda yashaydi. Nitrifikatsiya-

lovchi bakteriyalar akvakultura amaliyotida keng qo'llaniladi va ammoniy oksidlovchi bakteriyalar (AOB) va nitrit oksidlovchi bakteriyalar (NOB) shaklida bo'ladi. AOB ammoniy katabolizatsiyasidan nitritga energiya oladi; bularga *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira*, *Nitrosolobus* va *Nitrosovibrio* avlodiga mansub bakteriyalar kiradi. NOB nitritni nitratgacha oksidlasa, ularga *Nitrobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrospira* va *Nitrospina* avlodiga mansub bakteriyalar kiradi. Bakteriyalar litoavtotrof bakteriyalar sifatida tasniflanadi, chunki ular energiya manbai sifatida anorganik birikmalardan va uglerod manbai sifatida CO₂ dan foydalanadi [52].

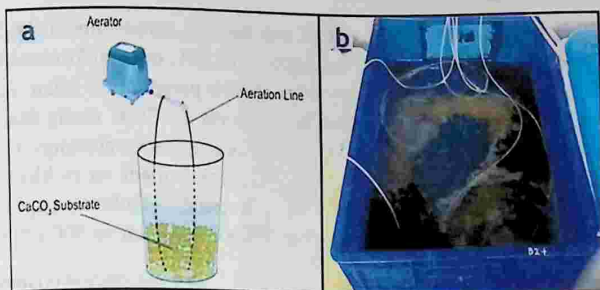
Avvalgi tadqiqotlarga ko'ra, o'stirish davrida barqaror bo'lgan eng ko'p tarqalgan nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar *Nitrosomonas sp.* va *Nitrobacter sp* [13]. *Nitrosomonas* va *Nitrobacter* grammanfiy va obligat aeroblar bo'lib, ular elektronlarning yakuniy akseptorlari sifatida ishlatiladi. Bakteriyalar alohida-alohida yoki bioplenka shaklida o'sishi va ko'payishi mumkin. *Nitrosomonas* binar bo'linish orqali ko'payadi, *Nitrobacter* esa kurtaklanish orqali ko'payadi. *Nitrosomonas* va *Nitrobacter* har xil generatsiya vaqtiga ega, *Nitrosomonas* har 8 soatda va *Nitrobacter* har 12 soatda. 72 soatdan keyin *Nitrosomonas* populyatsiyasining o'lchami *Nitrobacter* populyatsiyasidan sakkiz baravar katta bo'ladi [53].

Nitrifikatsiya jarayoniga bir nechta ingibitorlovchi omillar ta'sir qiladi. Ingibitorlar ularning fermentativ faolligiga qisqa yoki uzoq muddatli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Nitrifikatsiya tezligini ingibirlashi mumkin bo'lgan ba'zi omillar ishqoriy pH, harorat, kislorod, sho'rlanish, organik va noorganik birikmalar, biriktirish uchun substrat va quyosh nuri [53]. Yuqorida aytib o'tilgan omillardan quyosh nuri hisobga olinishi kerak bo'lgan muhim omil hisoblanadi, chunki quyosh nuri *Nitrosomonas* va *Nitrobacter* bakteriyalarining ammoniy, nitrit birikmalarini oksidlashdagi faolligini kamaytirishi mumkin [54].

Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalarni o'stirish Vinogradskiy muhitida va kuchli aeratsiya sharoitida yorug'lik yo'qligi (qora plastik bilan qoplangan) sharoitida amalga oshirildi. O'stirishning boshida bakterial nitrifikatsiya kulturası 10 ppm ammoniy qo'shish yo'li bilan faollashtiriladi. Ammoniy darajasi har kuni 0 ppm ga yetguncha o'lchanadi. Bundan tashqari, nitrifikatsiyalovchi bakteriyalarning faolligi ammoniy miqdorini doimiy ravishda 50 ppm gacha oshirish orqali kuchayadi. Keyinchalik kultura 10 l gacha, keyin esa 500 l gacha ko'paytirildi. Substrat sifatida CaCO₃ va graviydan foydalanildi. Quyidagi 3-rasmda nitrifikatsiyalovchi bakteriyalarni yetishtirish uchun reaktor sxemasi keltirilgan.

3.2.2. Avtotrof mikro suvo'tlari

Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalardan tashqari, mikrosuvo'tlari ham YSTQ tizimida muhim komponent hisoblanadi. O'z metabolizmi tufayli mikrosuvo'tlari azot manbai sifatida nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar tomonidan so'nggi nitrifikatsiya jarayoni natijasida olingan nitratni o'zlashtiradi [1]. Mikro suvo'tlar foto-



3-rasm. (a) Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar reaktorining sxematik diagrammasi [11, 13];
(b) nitrifikatsiyalovchi bakteriyalarning haqiqiy kulturası

syntez qilish qobiliyatiga ega bo'lib, u noorganik ugleroddan (CO_2) organik uglerod sintezi uchun yorug'lik energiyasini o'zlashtiradi. U organik uglerodni kraxmal yoki boshqa uglevodlar shaklida to'playdi. Mikro suvo'tlar boshqa fiziologik jarayonlar bilan birga, yuqori sifatli vitamin va minerallar ishlab chiqaradi [58].

Bundantashqari, mikro suvo'tlar hamakvakultura hayvonlari uchun yaxshi ozuqa tarkibiga ega. Mikro suvo'tlar lichinkalik yoki ilk yuvenil davrida tirik ozuqa sifatida xizmat qiladi. Tanlangan mikrovodorsellar tez o'sish sur'atlariga ega bo'lishi, ommaviy o'stirishdan oldin ko'paytirilishi va atrof-muhitning har qanday o'zgarishlariga chidamli bo'lishi kerak. Mikro suvo'tlarning 1997-yildan buyon muvaffaqiyatli o'stirish uchun hujjatlashtirilgan bir nechta turlari: *Isochrysis sp.*, *Pavlova lutheri*, *C. calcitrans*, *Chaetoceros muelleri*, *Chaetoceros gracilis*, *Thalassiosira pseudonana*, *Skeletonema spp.*, *Tetraselmis suecica*, *Navicula spp.*, *Nitzschia spp.* [55–59]. *C. calcitrans*, *C. muelleri* yoki *C. gracilis* kabi diatom suvo'tlari qisqichbaqaning mahsuldorligini oshirishi amaliyotda isbotlangan. Bundan tashqari, bu mikro suvo'tlarining hujayra devorida krevetka ekzoskeletoni qurish uchun muhim mineral bo'lgan silikat mavjud [60]. Bundan tashqari, mikro suvo'tlari hujayralarining zichligi ularning o'sishi davomida ortib borishi tufayli suv havzasiga yorug'likning kirib borishini kamaytiradi, shuning uchun qisqichbaqalarga yorug'lik bevosita ta'sir qilmaydi (ya'ni, soyalash effekti). Soyalash effekti krevetka ishlab chiqarishni yaxshilaydi, garchi ularning aniq ta'sir mexanizmi noaniq bo'lib qolmoqda [61].

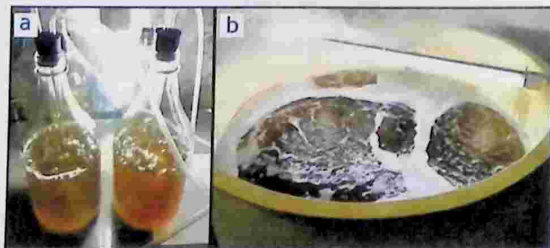
Mikro suvo'tlar kichik masshtabdan (1 l) taxminan 500 l gacha yirik masshtabgacha o'stirila boshlaydi. Oq qisqichbaqalar uchun diatom suvo'tlari (*C. calcitrans*, *C. muelleri* va *C. gracilis*) va qisqichbaqalar uchun *Chlorella sp.* o'stiriladigan mikro suvo'tlar hisoblanadi. Diatom suvo'tlari uchun 1 l gacha bo'lgan boshlang'ich kultura uchun f/2 [62] muhiti ishlatiladi, *Xlorella* boshlang'ich kulturası uchun ishlatiladigan muhit esa Bold bazal muhitidir [63]. Yirik masshtablar uchun kimyoviy o'g'itlardan tashkil topgan tijorat muhitlaridan foyda-

laniladi. O'g'it tarkibida azot, fosfat, silikat manbayi va ozroq mineral bo'lishi kerak. Foydalaniladigan o'g'itlarga NPK, mochevina, ZA, mineral konsentratlar va boshqalar misol bo'ladi. O'stirish quyidagi sharoit parametrlari bilan davriy tizimdan foydalangan holda amalga oshiriladi: harorat 25–30°C oralig'ida, yorug'lik intensivligi 3000–5000 lyuks, pH 7,0–8,5 oralig'ida va aeratsiya tezligi 3 l/min. Boshlang'ich zichligi 105 KOYE/ml ni tashkil qiladi va zichligi taxminan 106 KOYE/ml ga yetguncha 7–10 kun davomida inkubatsiya qilinadi. 4-rasmda *C. calcitrans* diatom suvo'tlari uchun 1 l boshlang'ich va 500 l masshtablashdirilgan kulturalar keltirilgan.

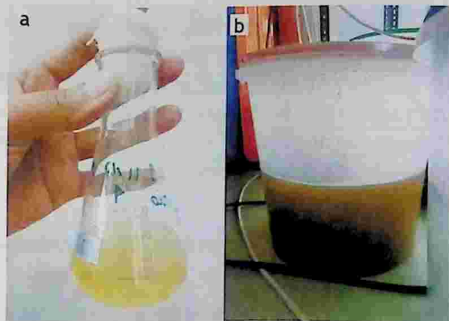
3.2.3. Geterotrof bakteriyalar

Geterotrof bakteriyalar azot manbayi sifatida ammoniy va nitratni ham o'zlashtirishi mumkin [64]. Ma'lum bir geterotrof bakteriyalarni qo'shishning asosiy ustunligi geterotrof bakteriyalarning o'sish tezligi bilan bog'liq bo'lib, u nitrifikatsiyalovchi bakteriyalarga qaraganda ancha tezroq namoyon bo'ladi [65]. Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar singari geterotrof bakteriyalarning turlari ham turli xil psixokimyoviy sharoitlarga qarab farqlanadi. Eng ko'p tarqalgan dominant turlar *Bacillus megaterium* va *Bacillus flexus* [66]. *B. megaterium* akvakulturada qo'llash uchun yaxshi o'rganilgan bakteriyalarga misol bo'ladi. Bakteriyalar proteaza, karbogidrolaza va lipaza kabi ko'plab hujayra tashqarisidagi fermentlarni ajratib chiqaradi, ular krevetkalarda ozuqa iste'molini va o'zlashtirilishini oshirishi mumkin [67]. Boshqa foydali turlar *Shewanella* va *Halomonas aquamarina* suvo'tlaridir. Tabiatda uchraydigan bu bakteriyalar o'rganilgan va qisqichbaqalarning og'irligini sezilarli darajada oshirishi aniqlangan.

So'nggi vaqtlarda o'tkazilgan tadqiqotlar bir nechta geterotrof bakteriya turumlari (masalan, *Bacillus sp.* va *Pseudomonas sp.*) o'zaro simbioz hayot kechirishini isbotladi. Ushbu geterotroflar azot siklini nazorat qilishda to'g'ridan to'g'ri rol o'ynamasa-da, ularning mavjudligi *Vibrio spp* o'sishiga bosim o'tqazishi aniqlangan. Patogenlik mexanizmi kvorumli zondlash yordamida amalga oshi-



4-rasm. (a) kichik masshtab va (b) davriy sistemadagi *Chaetoceros calcitrans* ning katta masshtabi



5-rasm. (a) madaniy ashyo va
(b) *Bacillus megaterium*ni yirik
masshtabda o'stirish.

rildi [68]. Ushbu patogen krevetkalarining o'limini faqat ularning populyatsiyasi ma'lum miqdordagi hujayralarga, kamida 10^6 KOYE/ml ga yetganida keltirib chiqargan [69]. Shunday qilib, ochiq turdagi geterotrof bakteriyalarning ustunligi suvda patogen bakteriyalarning o'sishini oldini olishi va krevetkalarining ichak patogenlari bilan zararlanish xavfini minimallashtirishi mumkin.

Geterotrof bakteriyalarni o'stirish uchun mo'ljallangan muhit asosiy kultura uchun ozuqaviy bulon muhitidir, tijorat muhiti esa yirik masshtabli o'stirish uchun mol go'shti buloni va ammoniy xloriddan tayyorlanadi. Geterotrof bakteriyalar 15 l gacha o'stirilib, keyin 24 soat davomida yoki hujayra zichligi 10^7 KHQB/ml ga yetguncha ko'paytiriladi. Quyidagi 5-rasmda *B. megaterium* ning geterotrof bakteriyalari ko'rsatilgan bo'lib, ular madaniy zaxira va yirik masshtabli reaktiv uchun o'stiriladi.

4. YSTQ tizimining muhiti

YSTQ tizimini mo'tadillashtirish bir necha bosqichlardan iborat: (1) hayvonlarni yetishtirish uchun mo'ljallangan rezervuarlarda mikroorganizmlarning yetilishi; (2) qisqichbaqalar yoki qisqichbaqalar yordamida moslashtirish va baliqlantirish; (3) oziqlantirishni boshqarish va (4) mikrobiologik manipulyatsiya quyida batafsil bayon qilinadi.

4.1. O'sish uchun mo'ljallangan rezervuarda mikroorganizmlarni parvarishlash

O'stirish uchun rezervuarni muhit sharoitini yaratish uchun rezervuar tubiga nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar uchun substrat sifatida ohaktosh (CaCO_3) va shag'al qo'shish bilan boshlandi, so'ngra dezinfeksiya qilingan dengiz yoki chu-chuk suv bilan to'ldiriladi (yetishtirilayotgan organizmlarning yashash muhitiga qarab). Shundan so'ng rezervuarga AOB va nitrit NOB dan iborat nitrifikatsiyalovchi bakteriyalarning 2 foiz ob./ob. 10^6 KOYE/ml konsentratsiyada inokulyatsiyalanadi. $0,3 \text{ g NH}_4\text{Cl}$ (taxminan 1 ppm NH_4^+) har bir rezervuarga ammoniy

manbaya sifatida qoʻshiladi. NH_4^+ va NO_2^- konsentratsiyasi 0 ppm atrofida boʻladi, NO_3^- konsentratsiyasi oshadi. Bu shuni koʻrsatadiki, AOB va NOB ning ammoniyni nitratga aylantirish faolligi ham samarali ishlaydi. Mikro suvoʻtlarning 2 foizga yaqini, yaʼni 10^6 hujayra/ml da *C. calcitrans* va geterotrof bakteriyalarning 0,05 foizga yaqini, yaʼni 10^7 KOYE/ml da *B. megaterium* har bir rezervuarga inokulyatsiyalanadi. Suv jigarrang boʻlgandan keyin rezervuar foydalanishga tayyor boʻladi.

4.2. Mayda qisqichbaqasimonlar va krevetkalarini iqlimlashtirish va koʻpaytirish (taʼminlash)

Bakteriya yetilgandan soʻng keyingi bosqichlarga oʻtamiz yoki rezervuar yetilishi bilan bir vaqtda krevetka yoki mayda qisqichbaqasimonlarni moslashtiramiz. Oq krevetka PL-10 xona haroratida ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) iqlimlashtirildi, krevetka esa PL-40 dan iqlimlashtirildi. Shundan soʻng oq qisqichbaqalar intensiv koʻpaytirish sharoitida 400 dona/ m^3 taʼminlash zichligida, qisqichbaqalar esa 60 dona/ m^2 taʼminlash zichligida parvarishlandi. Oq krevetkalar va mayda qisqichbaqasimonlar mos ravishda 90 va 60 kun davomida oʻstirilgan.

4.3. Oziqlantirishni boshqarish

Oziqlantirishni boshqarish kunlik oziqlantirish qiymatini yaratish orqali amalga oshirildi ("koʻrona oziqlantirish", 2-jadval). Ozuqa miqdori oʻrtacha tana vazni, taxmin qilinayotgan yashovchanlik va oziqlantirish tezligiga muvofiq aniqlandi, bunda:

$$\text{kunlik oziqlantirish (gr)} = \text{SD} \times \text{ABW} \times \text{FR} \times \text{SR} \quad (1)$$

Bu yerda, SD – kultura zichligi (individual/rezervuar), ABW – krevetkalarining oʻrtacha vazni (gr), SR – yashovchanlik (%), FR – oziqlantirish tezligi.

Ozuqalar ozuqa substratiga (ancho)ga joylashtirildi, soʻngra oziqlantirishning aniqligi toʻgʻrisida kunlik maʼlumot olish uchun tekshirildi (3-jadval).

2-jadval

25 1°C haroratda oq qisqichbaqani yuqori intensivlikda oʻstirishda koʻr-koʻrona oziqlantirish

Oʻrtacha tana vazni (g)	Oziqlantirish meʼyori (%)	Yashovchanlik meʼyori (%)	Ozuqa qutisini kuzatish intervallari (soat)
<1	10.0	100	3.5
1–3	8.0	98	3.5
3–5	6.0	96	2.5
5–7	5.0	94	2
7–9	4.0	92	2

Lampungdagi Shrimp Club Indonesia tomonidan ishlab chiqilgan umumiy ovqatlanish tartib-qoidalaridan foydalangan holda oziqlantirish samaradorligini hisoblash strategiyasi (shaxsiy ma'lumot)

Ancho	Iste'mol qilinmaydigan ozuqa				Natijalar	Yechim
	1	2	3	4		
A	0	0	0	0	4/4	5–10% dan ko'proq
B	0	0	0	+	3/4	yetarli
C	0	0	+	+	2/4	5% ajratilgan
D	0	+	+	+	1/4	10–15% ajratilgan
E	+	+	+	+	0/4	20–30% ajratilgan

Anchoda qolgan ozuqa miqdori asosida krevetkalarining umumiy ozuqa iste'moli va holatini ancho yordamida nazorat qilish mumkin. Ovqatlantirish chas-totasi kuniga to'rt marta: 09:00, 12:00, 16:00 va 21:00 [1].

4.4. Mikrobiologik manipulyatsiyasi

Bu bosqichda yashil suv texnikasiga o'xshash YSTQ tizimining tavsifi o'rganiladi. Tizimga har 2 haftada nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar, mikrosvuotlari va geterotrof bakteriyalardan tashkil topgan mikrobiologik komponentlar qo'shiladi. Mikrobiologik komponentlarini qo'shish suv sifatini saqlash va tizimdagi mikro-organizm sikllarini muvozanatlash uchun zarur. Bundan tashqari, agar ammoniy konsentratsiyasi sezilarli darajada oshsa, mikrobiologik komponentlar ham rezervuarga qo'shiladi. Yetilish bosqichiga mos ravishda tizimning mahsuldorligini saqlash uchun nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar, mikrosvuotlari va geterotrof bakteriyalar ham bir xil miqdorda qo'shiladi.

5. YSTQ tizimi monitoringi

Monitoring YSTQ tizimining ishlashini baholash uchun zarur. YSTQ tizimida nazorat qilinishi kerak bo'lgan ba'zi parametrlar – bu suvning sifati va qisqichbaqaning o'sish ko'rsatkichi.

5.1. Suvning sifat ko'rsatkichlari

Suv sifatini saqlash akvakultura tizimida muhim ahamiyatga ega, chunki suv – suv hayvonlari uchun yashaydigan muhit, shuning uchun uni vaqti-vaqti bilan nazorat qilish kerak. Suvning sifatiga ta'sir qiluvchi omillar harorat, erigan kislorod, pH va noorganik azot konsentratsiyasidir. Suv sifat ko'rsatkichlari ikki guruhga bo'linadi: fizik-kimyoviy va mikrobiologik ko'rsatkichlar.

5.1.1. Fizikimyoviy ko'rsatkichlar

5.1.1.1. Harorat

Suv haroratining optimal diapazoni suv organizmlariga metabolizm va o'sishi amalga oshirish imkonini beradi. Harorat suv sifatining muhim ko'rsatkichi hisoblanadi, chunki u suvdagi erigan kislorod zaxira miqdoriga ta'sir qilishi va kimyoviy reaksiya tezligini oshirishi mumkin. Agar harorat qiymati hayvon jamoasining chidamlilik chegarasidan oshib ketsa, bu uning o'limiga olib keladi. Akvakultura uchun yaxshi harorat diapazoni tropic organizmlar uchun 25–32 °C ni tashkil qiladi [70]. Tirik suv organizmlari uchun kritik harorat 35 dan 40 °C gacha o'zgarib turadi. Indoneziyaning turli mintaqalarida kun davomida o'rtacha havo harorati 12,8 dan 38 °C gacha bo'lib, bu farq dengiz sathidan bandlikka qarab o'zgaradi.

5.1.1.2. Erigan kislorod (EK)

Erigan kislorod suv hayvonlari uchun cheklovchi omillardan biri hisoblanadi. Kislorod konsentratsiyasining o'zgarishi ularning nafas olishiga to'g'ridan to'g'ri ta'sir qilishi mumkin, agar kislorod yetarli bo'lmasa, hayvon nobud bo'ladi. Suv havzasida mavjud bo'lgan organik birikmalar miqdori erigan kislorod miqdoriga ta'sir qiladi. Organik birikmalar mikroorganizmlar tomonidan ishlab chiqariladi, shuning uchun kislorodga bo'lgan biologik ehtiyojni oshiradi, shuning uchun suv havzasidagi kislorod konsentratsiyasi kamayadi [71]. Qisqichbaqasimonlar ko'tara oladigan QK ning minimal qiymati 4 mg/l ni tashkil qiladi, agar bu qiymatdan kam bo'lsa, qisqichbaqalar nobud bo'ladi. O'stirish uchun tavsiya etilgan QK diapazoni 4–6 mg/l ni tashkil qiladi [44].

5.1.1.3. pH

pH – bu suvdagi vodorod (H^+) ionlarining konsentratsiyasini ifodalaydigan qiymat. pH qiymati 4 dan past va 9,5 dan yuqori bo'lgan suv tirik organizmlarning o'limiga olib kelishi va suv mahsuldorligini pasaytirishi mumkin [71]. Suvning pH qiymati erigan CO_2 bilan o'zgarib turadi va teskari bog'liqlikka ega: suvda CO_2 miqdori qancha yuqori bo'lsa, pH shuncha kamayadi va aksincha. Agar suv tarkibida $CaCO_3$ tuzi bo'lsa, bu o'zgarish kamayadi. Suvdagi hayotning pH ga chidamliligi ko'plab omillarga, jumladan, haroratga, erigan kislorod konsentratsiyasiga, differensial anionlar va kationlarning o'zgarishiga, biologik turlarga va hayot sikliga bog'liq. Suvning nooptimal pH o'sishi va ko'payishiga ta'sir qiladi [72].

5.1.1.4. Azotning noorganik birikmalari

Azotning anorganik birikmalari ko'pincha suv havzalarida ammiak, ammoniy, nitrit va nitrat shaklida uchraydi. Bu birikmalarga suvdagi kislorod miqdori kuchli ta'sir ko'rsatadi: kislorod kamayganida ammiak hosil bo'lishi ortadi. Tabi-

iyki, suvda mavjud bo'lgan ammiak hayvonlarning metabolizmi va organik moddalarning bakteriyalar tomonidan parchalanishi natijasidir. Qisqichbaqalarning ammiakka chidamliligi 3,95 ppm dan oshmaydi [9].

Azotning boshqa shakli nitritlardir. Tabiiyki, bunday birikmalar, odatda, suvda juda kam miqdorda uchraydi, chunki nitrit kislorod mavjudligida beqaror bo'ladi. Boshqa birikmalar – tabiiy suvlardagi azotning asosiy shakli bo'lgan nitratlardir. Nitrat hayvonlar va o'simliklarda oqsil sintezi jara-yonida muhim birikmalardan biri hisoblanadi. Akvakulturada taxmin qilingan nitrit va nitrat konsentratsiyasi mos ravishda 25,7 ppm [73] va 200 ppm [22] dan kam bo'lgan.

5.1.2. Mikrobiologik ko'rsatkichlar

Suv ekotizimlarida suv mikroorganizmlari muhim rol o'ynaydi. Ushbu mikroorganizmlar suv hayvonlarining sog'lig'iga ta'sir qilishi mumkin va keyingi yuqori trofik suv hayoti uchun iste'mol qilinadigan ozuqa moddalarini taqdim etib, oziq zanjirida asosiy o'rinlarni egallaydi. Bundan tashqari, mikroorganizmlar ko'pchilik elementlarni suvli muhitda, shuningdek, tuproqda qayta ishlaydigan bi-okimyoviy reaksiyalarga yordam beradi. Suvdagi mikroorganizmlar miqdori suv havzasida mavjud bo'lgan organik birikmalar miqdoriga bog'liq bo'lib, odatda, kislorodga biologik ehtiyoj indeksi (KBI) va kislorodga kimyoviy ehtiyoj indeksi (KKI) bilan izohlanadi. Organik moddalarning yuqori miqdori erigan kislorodning kamayishiga olib keladi, chunki mikroorganizmlar kislorodni organik mod-dani oksidlash uchun ishlatadi.

5.2. Qisqichbaqalarning o'sish ko'rsatkichlari: biologik ko'rsatkichlar

Ishlab chiqarish ko'rsatkichlari ham bir qator biologik ko'rsatkichlar bo'yi-cha baholanadi. Ro'yxatda faqat eng ustuvor ko'rsatkichlarni tavsiflaydi, omon qolish koeffitsiyenti (SR), o'rtacha kunlik o'sish (ADG), umumiy biomassa (Wt) va ozuqani konversiya qilish koeffitsiyenti (FCR) mavjud. Muhim biologik para-metrlarni hisoblash formulalari:

a. Yashovchanlik koeffitsiyenti – bu o'stiriladigan hayvonlarni o'stirish jara-yonida hayvonning yashash joyidan yig'ib olinishiga cha bo'lgan yashovchanlik indeksidir. Yashovchanlik quyidagi tenglama yordamida hisoblandi:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\% \quad (2)$$

Bu yerda, SR = yashovchanlik darajasi (%), No = krevetkalarining boshlan-g'ich soni (dona), Nt = krevetkalarining oxirgi soni (dona), t = o'stirish davri (kun).

b. Tanasining o'rtacha og'irligi krevetkalarining butun populyatsiyasi uchun individual vaznning o'rtacha qiymatidir, buni krevetkalarining individual og'irli-gini o'lchash orqali amalga oshirish mumkin, shunda sonlar statistik qoidaga (n) rioya qiladi. ABW quyidagicha hisoblandi:

$$ABW = \frac{\sum_{i=1}^n Wi}{n} \quad (3)$$

Bu yerda, ABW = oʻrtacha tana ogʻirligi (gr), Wi = i -thi krevetkaning tana ogʻirligi (gr), n = oʻlchangan krevetkalar soni (ekz).

c. Oʻrtacha kunlik oʻsish – bu har bir kun uchun toʻplangan oʻrtacha vazn. ADG quyidagicha hisoblandi:

$$ADG = \frac{Wt - Wo}{t} \quad (4)$$

Bu yerda, ADG = oʻrtacha kunlik oʻsish (gr/kun), Wt = yigʻishdagi umumiy biomassa (gr), Wo = baliqlantirishdagi umumiy boshlangʻich biomassa (gr), t = oʻstirish davri (kun).

d. Umumiy biomassa – bu yigʻish paytida yetishtiriladigan hayvonlarning umumiy ogʻirligi. Umumiy biomassa quyidagicha hisoblandi:

$$Wt = \sum_{i=1}^n Wi \quad (5)$$

Bu yerda, Wt = umumiy biomassa (gr), Wi = i -chi qisqichbaqaning tana massasi (gr).

e. Ozuqaning konversiya koeffitsiyenti (FCR) hayvonning tana vazniga oʻtkaziladigan ozuqaning samaradorlik koeffitsiyentini koʻrsatadi va FCR quyidagicha hisoblandi:

$FCR = \text{Yetishtirish davrida beriladigan ozuqaning umumiy(kg)/ Umumiy biomassa (kg)}$ (6)

6. YSTQning krevetka yetishtirishda samaradorligi

Ushbu ZWD tizimida ishlatiladigan tovarlar oq krevetkalar (*L. vannamei*) va gigant chuchuk suv krevetkalari (*M. rosenbergii* De Mann) edi. YSTQ tizimi ikkala mahsulot uchun ham sinov tariqasida oʻrganildi, ammo tizim sanoat miqyosida faqat oq qisqichbaqalarga nisbatan qoʻllanildi. Quyida har bir natijaning izohi batafsil keltirilgan.

6.1. Oq qisqichbaqalarni yetishtirish

6.1.1. Sinov koʻlami

Oq qisqichbaqasimonlar pitomnigida YSTQ tizimining samaradorligi tajriba-sinov tariqasida oʻrganildi [13]. YSTQ tizimi bir xil zichlikda (taxminan 400 dona/m³) suvning sifat koʻrsatkichlari va biologik koʻrsatkichlar asosida nazorat sifatida davriy tizim bilan taqqoslandi. Ishlatilgan mikroblar komponentlar nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar (*Nitrosomonas sp.* va *Nitrobacter sp.*) va *C. calcitrans* mikrosvuʻtlari konsorsiumlari edi.

90 kunlik o'stirish davridan so'ng barcha o'sish ko'rsatkichlari, jumladan, o'rtacha tana vazni, umumiy biomassa, yashovchanlik va o'sishning nisbiy tezligi YSTQ tizimida to'plam tizimlariga nisbatan ancha yuqori bo'ldi (4-jadval). Aksincha, YSTQ tizimida oziq-ovqat konversiyasi koeffitsiyenti oddiy o'stirish tizimiga qaraganda sezilarli darajada past bo'lgan (mos ravishda 1,27 va 4,10). Ma'lumotlarga ko'ra, YSTQ tizimida FCR qiymati hali ham krevetkalarining chidamlilik (1,5–2,6) chegarasida bo'lgan.

4-jadval

90 kunlik o'stirish davrida biologik ko'rsatkichlar [13]

Ko'rsatkichlar	To'plam	YSTQ
Yakuniy ABW (g)	5.45 0.28	8.24 0.84*
SR (%)	27.22 2.09	90.82 2.5*
Umumiy biomassa (g)	160.48 6.62	923.38 42.15*
SGR (%)	7.24 0.05	7.7 0.11*
FCR	4.10 0.66	1.27 0.29*
* Muhim farqlar $p < 0.05$.		

Suvning sifati 90 kunlik o'stirish davrida ham har ikkala tizimdagi oq qisqichbaqalar uchun chidamlilik darajasida bo'lib, 5-jadvalda ko'rsatilgan. Salbiy ta'sirlariga kelsak, YSTQ tizimlarida ammoniyning chegaraviy qiymati davriy tizimga nisbatan yuqori bo'lib, 0,59 ppm ga nisbatan 0,69 ppm ni tashkil etdi, ammo u sezilarli darajada farq qilmadi ($p > 0.05$). Ammoniyning yuqori darajasi YSTQ tizimiga ozuqaning ko'proq tushishi bilan bog'liq bo'lib, u davriy tizimga nisbatan taxminan 44 foizni tashkil etdi. Ozuqaning katta miqdorda tushishi ammoniy darajasining oshishiga ta'sir qilishi mumkin edi, ammo YSTQ tizimi mikrobiologik manipulyatsiyasi orqali erishilgan ammiyini tez parchalash qobiliyatiga ega. Bundan tashqari, nitrit darajasi ikkala tizimda ham sezilarli darajada farq qilmadi. Ushbu darajalar YSTQ tizimlarida ammoniy va nitritning parchalanish qobiliyati davriy tizimga qaraganda yuqori ekanligini ko'rsatadi. Bundan tashqari, ammoniy va nitritni parchalashning eng yaxshi darajasi 90 kunlik o'stirish davridan so'ng YSTQ tizimida yuqori bo'lgan nitrat darajasi orqali ko'rsatildi. YSTQ tizimida nitrat darajasi 42,9 mg/l ga yetdi, davriy tizimda esa 14,17 mg/l ni tashkil etdi.

Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar va mikrosvuotlarining suv sifatini saqlashdagi afzalliklaridan tashqari, ular *Vibrio spp.* Mikrobiologik baholash shuni ko'rsatdiki, organik moddaning ortiqcha miqdori *Vibrio spp* miqdorini oshirmaydi. Avvalgi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, *C. calcitrans* kabi dengiz diatom svuotlari yog' kislotalari va efirlarini, antibakterial birikmalarni ishlab chiqarish qobiliyatiga ega bo'lib, ular *Vibrio spp* kabi bir nechta geterotrof bakteriyalarning o'sishini to'xtatadi [74]. YSTQ tizimidan foydalangan holda krevetkalarni o'stirish-

da aniqlangan ustunlik qiluvchi bakteriyalarning boshqa tahlili shuni ko'rsatdiki, suvda quyidagi turlar mavjud bo'lib, eng dominant aniqlangan bakteriyalar *B. flexus*, *Geobacillus stearothermophilus*, besh turdagi *Bacillus sp.*, *Pseudomonas oleovorans*, *Pseudomonas peli* va *Xenorhabdus nematophilus* [66]. Probiotik bakteriyalar sifatida ma'lum bo'lgan *Bacillus sp.* YSTQ tizimi nafaqat maqbul fizikkimyoviy ko'rsatkichlarga erishgan, balki mikrobiologik ko'rsatkichlar ham qisqichbaqaning o'sishini qo'llab-quvvatlagan.

6.1.2. Sanoat miqyosida

Oq qisqichbaqalarni sanoat miqyosida YSTQ tizimidan foydalanib o'stirish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar UD da qo'llanilgan. Populer, Gresik, Sharqiy Yava [50]. Tadqiqotda PL-17 oq qisqichbaqasidan YSTQ tizimida kam sho'rlangan (5 ppt) suvda o'stiriladigan hayvonlar sifatida foydalanildi. Uchta turli ekish zichligi uchun o'stirish davri 70 kunni tashkil etdi; SD200, SD300 va SD400 deb nomlangan 200, 300 va 400 dona/m³ bo'lgan.

5-jadval

70 kunlik o'stirish davrida suv sifatini o'lchash [1]

Ko'rsatkichlar	To'plam	YSTQ	Chidamlilik darajasi
Harorat (°C) pH	25.96–30.63 7.63–8.80		25–32°C tropik hududlar uchun [70] 4–9.5 [71]
DO (mg/L)	7.42 0.52	6.81 0.5	> 4 mg/L [44]
NH4++ mg/ NO2– (mg/L) NO3– (mg/L)	0.20–0.59 0–3.20 1.38–14.17	0.07–0.69 0–3.15 1.04–42.9	< 3.95 mg/L [9] < 25.7 mg/L [73] < 200 mg/L [22]

Tadqiqotlar asosida biologik ko'rsatkichlar 6-jadvalda ko'rsatilganidek rasmiylashtirilgan. Qizig'i shundaki, yashovchanlik umumiy biomassaga teskari qiymatga ega. SD400 ishlov berish eng past $70,59 \pm 6,15\%$ yashovchanlikka ega, ammo eng yuqori umumiy biomassaga ega bo'lib, u $44,13 \pm 4,44$ kg ni tashkil qiladi. Bu shuning uchun sodir bo'ldiki, yuqori ko'chat qalinligida stress darajasi, maydon uchun raqobat, yuqori kannibalizm va boshqalar kabi past zichlikdagi jamoaga qaraganda yuqori. Agar tirik jonzoatlarning umumiy sonini hisoblasak, SD400 280 ga yaqin jonzoatlarning eng ko'p soniga ega va bu raqam mos ravishda 186 va 237 jonzot bo'lgan SD200 va SD300 ga qaraganda ko'proq edi. Bundan tashqari, ushbu ozuqa boshqa ikki ishlovga nisbatan eng yuqori ulushga ega bo'ldi, shuning uchun ozuqa manbalari ham ko'proq edi, buni uning o'lchamlar taqsimotidan ko'rish mumkin, SD400 100-150 dona/kg 95,85% o'lchamga ega. Solishtirma o'sish sur'ati va FCR sezilarli farq qilmadi. Unumdorlik qiymatidan kelib chiqib, uchta ishlov berish Indoneziyada o'tkazilgan yetishtirish uchun mu-

him ahamiyatga ega bo'lib, 1,72-2,0 kg/m³ ni 60-300 dona/m³ ko'chat qalinligida 100-120 kun davomida yetishtirildi.

Suv sifati parametrlariga kelsak, barcha parametrlar ruxsat etilgan chegaralarga ega edi. Barcha ishlovlar orasida sezilarli farq bo'lmadi ($p > 0,05$). 7-jadvalda o'stirish davrining 70 kunida suv sifati o'lchash ko'rsatkichlari keltirilgan.

6.2. Qisqichbaqalarni yetishtirish

Gigant chuchuk suv qisqichbaqasini (*M. rosenbergii* De Mann) o'stirish va o'sish bosqichlarida YoSTQ tizimining mahsuldorligi ikkita turdagi yashash joylarini qo'shish orqali baholandi: uch o'lchamli kubik bambuk bostirmalari (o'stirish bosqichida tajribada) [1] va vertikal to'qimachilik bostirmalari (o'sish bosqichida tajribada) [2].

6.2.1. YSTQ tizimi va qo'shimcha Bambukdan yasalgan yashirish joylari

Tadqiqot laboratoriya miqyosida G'arbiy Yavanning Sukamandi shahridagi tijorat inkubatoridan olingan ulkan chuchuk suv krevetkasi PL40 yordamida o'tkazildi [51]. Ishlatilgan mikroba komponentlari bo'lib, chuchuk suvda yashovchi nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar va *Chlorella sp.* hisoblanadi. Tadqiqotda 0,6 x 0,6 x 0,2 m o'lchamli kubik bambuk to'shama qo'shilgan YoSTQ tizimidan foydalanildi. Tizimda eksperimental davolash usullari sifatida kultural rezervuargacha o'rnatilgan bambuk qoplamalari soni (2 x 1 x 0,4 m) va o'tqazish zichligining o'zgarishi bilan farqlanadi. Nazorat sifatida boshpana (C) yo'q, ikkita boshpana (suv hajmining 20% i) (CB1) va to'rtta boshpana (suv hajmining 40% i) (CB2) mavjud edi (6-rasm). Himoyalangan rezervuarda o'tqazish zichligi nazorat guruhiga nisbatan ikki baravar yuqori bo'lib, 60 dona/m² ni tashkil etdi. O'stirish 28 kun davomida amalga oshirildi.

6-jadval

70 kunlik o'stirish davrida biologik ko'rsatkichlarni o'lchash [50]

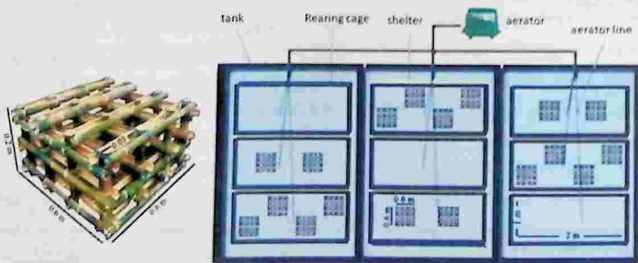
Ko'rsatkichlar		O'tkazish zichligi (ind/m ³)		
		200	300	400
SR (%)		93.52 3.32a	79.11 5.81b	70.59 6.15b
SGR (%) FCR		4.64 0.14a	4.22 0.24a	4.40 0.25a
Umumiy biomassa (kg)		1.05 0.07a	1.06 0.08a	1.14 0.14a
O'lchamlarni ajratish (%)		27.7 1.55a	36.25 3.01b	44.13 4.44c
	100–150 ind/kg	86.77a	91.93ab	95.85b
	150–250 ind/kg	13.23a	8.07ab	4.15b
Mahsuldorlik (kg/m ³)		1.39	1.81	2.21

Izoh: qatorlar bo'ylab bir xil yuqori indeksli o'rtacha qiymatlar sezilarli darajada farq qiladi ($p < 0.05$).

70 kunlik o'stirish davrida suv sifatini o'lchash [50]

Ko'rsatkichlar	SD200	SD300	SD400	Chidamlilik chegarasi
Harorat ($^{\circ}\text{C}$)	29.3–30.1	29.8–30.1	30.4–30.9	25–32 $^{\circ}\text{C}$
pH	7.61–8.27	7.71–8.36	7.27–8.38	4–9.5
DO (mg/L)	4.90–8.50	5.00–8.00	5.60–7.80	> 4 mg/L
NH ₄ =	0–0.5	0–3.0	0–0.30	< 3.95 mg/L
NO ₂ (mg/L)	0–5.0	0.2–3.0	0.2–5.0	< 25.7 mg/L
NO ₃ (mg/L)	5.0–35.0	5.0–30.0	5.0–25.0	< 200 mg/L

O'stirish davrining oxirida boshpanasiz krevetkalarining o'sish ko'rsatkichlari nazorat guruhiga (boshpanasiz) qaraganda yaxshiroq bo'ldi. CB2 bilan ishlov berilganda yakuniy umumiy biomassa 196 0,09 g, solishtirma o'sish sur'ati 8,24 foiz g/kun, yakuniy o'rtacha tana vazni 2,17 0,89 g va yakuniy o'rtacha tana uzunligi $6,50 \pm 0,91$ sm ni tashkil etdi. Bu esa yuqori ko'chat qalinligida o'stirilgan qisqichbaqasimonlar bilan aloqa qilish imkoniyatini pasaytiradigan vertikal va gorizontaal hududning katta maydoni mavjudligi bilan bog'liq bo'lib, bir-biri bilan minimal kontaktda bo'lgan qisqichbaqaning yirtqichlik xatti-harakatlari bartaraf etilgan. Shuningdek, ham CB1, ham CB2 qoplamali tizimdan foydalanilganda o'stirish unumdorligi oshdi (mos ravishda 30 va 39%). Bu shundan dalolat beradiki, mikrobl konsorsium qo'shib yashirish joylarini o'rnatish krevetka yetishtirish samaradorligini oshiradi. YSTQ tizimi suv sifati ko'rsatkichlari asosida o'stirish davrida suvda erigan azot konsentratsiyasini muvozanatlaydi. pH qiymati, erigan kislorod (DO), ammoniyli azot (NH₄⁺), nitritli azot (NO₂⁻) va nitratli azot (NO₃⁻) o'sish davrida barqaror bo'lib, qisqichbaqaning chidamlilik chegarasida saqlanadi (9-jadval).



6-rasm. Pana joy sifatida ishlatiladigan kubik bambuk (chapda); bambuk pana joylaridan foydalangan holda krevetka yetishtirish sxemasi (o'ngda) [51]

28 kunlik o'stirish davridagi o'sish ko'rsatkichlari [51]

Ko'rsatkichlar	Nazorat	CB1	CB2
Umumiy biomassa (gr)	141 0.03a	183 0.05b	196 0.09b
SGR (gr/kun)	7.74	7.88	8.24
Yashab ketish darajasi (%)	77	90	92
Nazoratga nisbatan samaradorlikning oshishi (%)	–	30	39

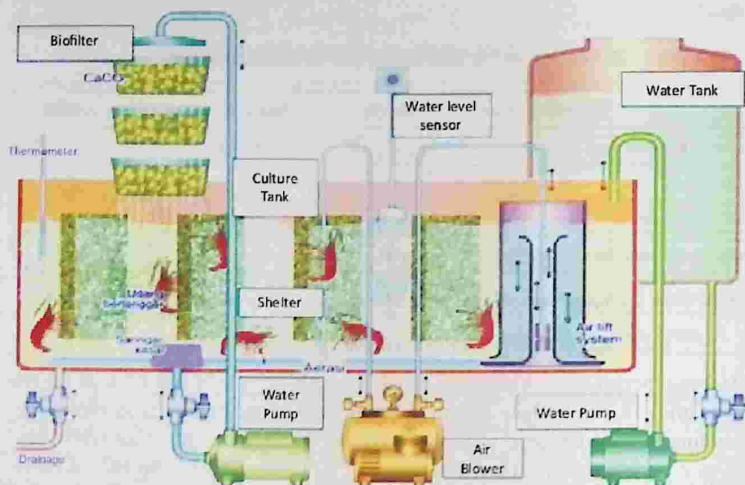
Izoh: bitta ustundagi har xil harflar sezilarli farqni bildiradi ($p < 0,05$).

6.2.2. YSTQ tizimi va qo'shimcha vertikal xomashyo substrati

M. rosenbergii qisqichbaqasini o'sish bosqichida yetishtirish 60 kun davom etadi, bu atigi 14 kun bo'lgan pitomnik bosqichiga qaraganda ko'proq vaqtni oladi. Suvning sifatini uzoqroq saqlash uchun nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar suspenziyasining bir necha inokulyatsiyasi (10^5 KOYE/ml) kerak bo'ladi. Krevetkalarini yetishtirish beshta turli zichliklarda o'tkazildi: 30, 40, 50, 60, 70 dona/m² har bir hovuzda (2×1 m²) [11]. Ushbu tadqiqotda qoplovchi sifatida 7-rasmda ko'rsatilganidek, kultural rezervuarga joylashtirilgan xom ashyo vertikal substratidan foydalanildi.

60 kunlik o'stirish davomida krevetkalarining tana vazni, tana uzunligi, o'sishning nisbiy tezligi va yashovchanligi o'lchandi (10-jadval). O'stirish zichligi oshgani sari resurslarga raqobat va kannibalizm xavfi tufayli qisqichbaqaning o'sish tezligi va yashovchanligi pasayadi. Yakuniy o'lchashda eng yuqori o'rtacha tana vazni va tana uzunligi 70 dona/m² o'stirish zichligida (mos ravishda $11,46 \pm 4,52$ g va $10,70 \pm 1,50$ sm) erishildi. O'sishning nisbiy sur'ati va yashovchanlik barcha ishlov berish variantlarida mos ravishda 1,393–2,569 foiz/kun va 67,1–76,3 foizni tashkil etdi. Umuman olganda, biologik samaradorlik boshqa o'stirish zichliklarida sezilarli darajada farq qilmaydi ($p > 0,05$).

Ushbu natijalardan kelib chiqadiki, o'stirish uchun mo'ljallangan rezervuarda asosan CaCO₃ kabi qattiq moddalarga biriktirilgan mikroba komponentining mavjudligi va substratning to'qimachilik vertikal yuzasi bevosita suv sifatini yaxshilaydi. Bundan tashqari, xomashyo vertikal boshpanalari har bir individ uchun himoyalangan joy tufayli krevetkalarining tajovuzkor xatti-harakatlarini kamaytiradi.



7-rasm. Vertikal xomashyo boshpanalaridan foydalangan holda o'stirish bosqichida krevetkarni yetishtirish sxemasi [1]

9-jadval

28 kunlik o'stirish davrida suv sifat ko'rsatkichlari [51]

Ko'rsatkichlar	Nazorat	CB1	CB2
pH	7.47–8.45	7.40–8.07	7.13–7.96
DO (mg/L)	6.43–8.10	6.37–7.47	5.87–7.63
NH ⁺ (mg/L)	0.041–0.121	0.033–0.022	0.044–0.116
– NO ₂ (mg/L)	0.011–0.156	0.012–0.237	0.011–0.210
NO – (mg/L)	13.33–53.22	5.00–44.97	8.33–37.491

O'stirish paytida ammoniy konsentratsiyasi krevetkarni ko'paytirish uchun maqbul darajada ushlab turildi. O'stirish davrining dastlabki bosqichida ammoniy deyarli aniqlanmagan darajaga yetgan, ammo asta-sekin 0,09–0,12 mg/l gacha oshgan, bu barcha ishlov berish variantlarida kuzatilgan. Ammoniyning eng yuqori konsentratsiyasi (0,12 mg/l) eng yuqori o'tqazish zichligida (60 dona/m²) olindi, undan keyin mos ravishda pastroq o'tqazish zichliklari kuzatildi (11-jadval). Nitrit konsentratsiyasi o'stirish davomida chuchuk suv qisqichbaqalari chidamlilik chegarasidan (1 mg/l) pastligicha qoldi. Nitrit konsentratsiyasi o'stirish davomida barcha ishlov berish variantlarida 0,064–0,066 mg/l dan 0,015–0,032 mg/l gacha asta-sekin kamayib bordi, bu nitritni nitratga aylantirishni nitrifikat-

siyalash jarayonini ko'rsatadi. Nitrat konsentratsiyasi ishlov berishning barcha variantlarida 53,9–71,0 mg/l oralig'ida barqaror bo'lib qoldi. Umuman olganda, krevetkalarni o'stirish vaqtida RK darajasi krevetkalar uchun ruxsat etilgan diapazonda saqlanib qoldi (min. RK 4 mg/l ni tashkil qiladi) [44]. RK darajasi qisqichbaqasimonlar o'sishining oshishiga javoban pasaydi va eng past daraja 70 dona/m² da 3,7 mg/l ni tashkil etdi. Ishlov berishning barcha variantlari orasida pH darajasi nisbatan bir xil bo'lib, 7,71–7,96 oralig'ida bo'ldi. Ushbu parametrlardan shuni xulosa qilish mumkinki, o'stirish vaqtida suvning sifati qisqichbaqaning o'sish fazasiga mos keladi.

10-jadval

60 kunlik o'stirish davrida qisqichbaqaning o'sish ko'rsatkichlari [11]

Ko'rsatkichlar	parvarishlash (ind/m ³)				
	30	40	50	60	70
O'rtacha tana vazni (g)	11.37 4.96	9.34 3.82	10.80 5.62	10.98 5.86	11.46 4.52
SGR (% per day)	2.569	1.393	2.105	1.916	1.893
Yashovchanlik darajasi (%)	78.3	76.3	70.0	70.0	67.1
Umumiy biomassa (g)	534.48	532.57	734.06	922.3	974.37
Umumiy uzuqa (g)	526.75	625.87	864.49	1080.5	1334.14
Ozuqaning aylanish ko'effitsienti (FCR)	0.99	1.18	1.18	1.17	1.37

11-jadval

60 kunlik o'stirish davrida suvning sifat ko'rsatkichlari [11]

Ko'rsatkichlar	O'tkazish zichligi (ind/m ³)				
	30	40	50	60	70
pH	6.74–8.42	6.74–8.15	6.31–7.91	6.42–7.95	6.52–7.96
DO (mg/L)	5.6–8.3	5.15–8.3	5.2–8.4	4.3–8.5	3.7–8.4
NH ⁺ (mg/L)	0.044–0.089	0.045–0.101	0.044–0.116	0.042–0.123	0.044–0.092
NO ⁻ (mg/L)	0.015–0.066	0.017–0.064	0.021–0.066	0.027–0.066	0.032–0.065
NO ⁻ (mg/L)	23.5–56.3	22.9–54.0	30.6–63.0	36.6–71.0	25.8–56.6

Mikrobiologik ko'rsatkichlarga asoslanib, mikroorganizmlar xilma-xilligida vakuumli va YSTQ-tizim o'rtasida sezilarli farq kuzatildi. Suvda o'stirish davrida *Xenorhabdus japonica*, *Bacillus megaterium*, *Micrococcus luteus* va *Bacillus amyloliquefaciens* kabi turli turlar paketli tizimda saqlangan bo'lsa, YoSTQ tizimida *B. megaterium* o'stirish davrining ikkinchi haftasidan oxirigacha ustunlik qildi. Paket tizimi bakterial dominantlikdagi o'zgarishlarni ko'rsatdi, bu, ehtimol,

turli xil abiotik va biotik omillar bilan bog'liq, shuning uchun rezervuarlar patogenlar bilan zararlangan. YSTQ tizimidan farqli o'laroq, krevetkalarining o'sishiga yordam berishi isbotlangan *B. megaterium* o'stirish paytida suvda doimiy dominantlik qiladi. Uning ustunligi boshqa bakteriyalarning, jumladan, patogen bakteriyalarning ustunligini cheklab qo'ydi. Patogen bakteriyalarning umumiy soni, xususan, *Vibrio spp.* o'stirish rezervuarida har ikkala tizimda ham o'stirish jarayonida 10^0 – 10^3 KOYE/ml ga yetdi. Natijalarga ko'ra, *Vibrio spp.* sonining 10^6 KHB/ml dan past bo'lishi krevetkalar uchun xavfsiz deb topildi [69].

Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalardan foydalanish suvning yaxshi sifatini saqlab qolishi, to'qimachilik vertikal substrat esa M. rosenbergii de Man qisqichbaqasini o'stirish bosqichida yuqori o'stirish zichligini, yaxshi o'sishini, lichinkalarning yashovchanligini va qisqichbaqasimonlar foydasini saqlab turishi mumkinligi isbotlandi.

7. Texnik va iqtisodiy jihatdan amalga oshirishni tahlil qilish

7.1. Texnik jihatdan amalga oshirish tahlili

Texnik jihatdan amalga oshirish – bu yetishtirishning qo'llab-quvvatlovchi omillarini baholashdir. U samarali yetishtirish uchun tabiiy, ijtimoiy va madaniy omillarga bog'liq [50]. ZWD tizimidan foydalangan holda parametrlarni texnik jihatdan amalga oshirish joyning topografiyasi va tuzilishi, suv manbalarining soni va sifati, mavjudligi, elektr energiyasi manbayi, urug' ishlab chiqaruvchilar va davlat tadqiqot markazigacha bo'lgan masofa kabi ishlab chiqarish quvvatlarining mavjudligi nuqtai nazaridan joyni tanlashdan iborat.

Texnik jihatdan amalga oshirish bo'yicha tadqiqotlar oq qisqichbaqasimonlarni o'stirish bosqichida YSTQ tizimidan foydalangan holda o'tkazildi. Mezonlarga ko'ra, Sharqiy Yava provinsiyasining shimoliy qirg'oqbo'yi hududlari Tuban, Lamongan, Gresik, Sidoarjo, Pasuruan, Probolinggo va Situbondo kabi YSTQ tizimidan foydalangan holda shahar akvakulturasiga uchun mos keladi. Joylar quyidagi mezonlarga kiritiladi:

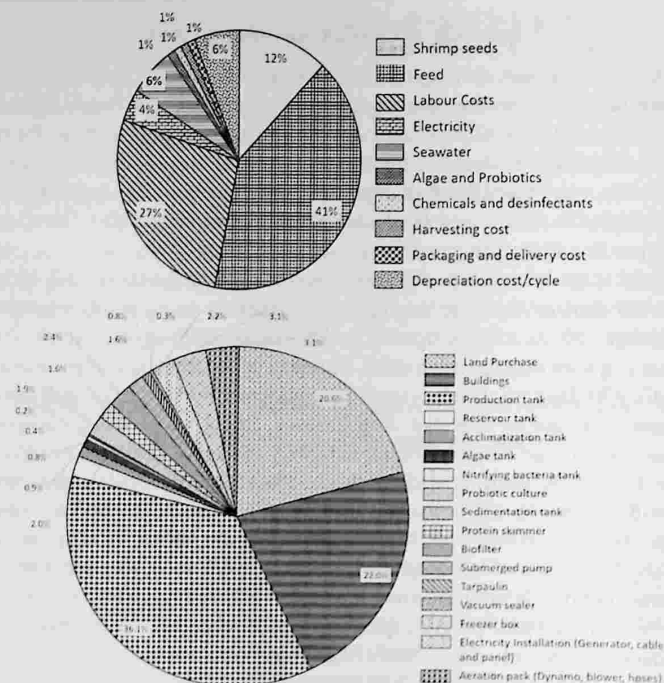
- hududlar geografik jihatdan dengizga tutashgan, shuning uchun dengiz suvini olish oson;
- ekologik sharoitlar krevetkalarini yetishtirish uchun mos keladi, masalan, harorat va namlik mos ravishda 22 dan 34 °C gacha va 50–86 foiz oralig'ida bo'ladi;
- hududning reliefi pasttekislikni o'z ichiga oladi, bu krevetka fermalarini qurish imkonini beradi;
- joylar Sharqiy Yava provinsiyasi va Lamongan poytaxtlari sifatida Surabaya'dagi ichki bozorga yaqin joylashgan bo'lib, u yerda Indoneziyadagi mavjud korxonalarning umumiy soniga nisbatan sovutish korxonalari (19,8%) va baliq mahsulotlarini qayta ishlash korxonalari (23,7%) ko'p joylashgan.

Ijtimoiy manfaatlar to'qnashuvi mavjud emas.

7.2. Iqtisodiy maqsadga muvofiqlik tahlili

YSTQ tizimini sanoat miqyosida Gresikada (Sharqiy Yava, Indoneziya) haqiqiy realizatsiya qilishning umumiy qiymati va rentabelligini hisoblash uchun iqtisodiy maqsadga muvofiqligi tahlil qilindi [50]. Yosh oq qisqichbaqalar turli o'stirish zichligida joylashtirildi, bunda turli o'stirish zichliklari ekspluatatsion va investitsion xarajatlarni hisobga olgan holda moliyaviy hisob-kitoblarga ta'sir qilishi mumkin. Foydalanilgan taxminlar ishlab chiqarishning 10 yillik davrida 1000 kg krevetka/sikl ishlab chiqarishdan iborat bo'ldi.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, eng yaxshi biologik maqsadga muvofiqlik ko'chat qalinligi 400 dona/m³ bo'lgan. Eng kam ekspluatatsion va investitsion xarajatlar ekish zichligi 400 dona/m³ bo'lganda bo'ldi, chunki 1000 kg/sikl ishlab chiqarish uchun eng kam maydon talab etildi. Shunday qilib, ushbu iqtisodiy maqsadga muvofiqlik 400 dona/m³ da eng yaxshi ko'rsatkichlarni oladi. Hisoblash asosida ekspluatatsion xarajatlar krevetka urug'i, ozuqa, ishchi kuchi, elektr energiyasi, dengiz suvi, suv o'tlari va probiotiklar, kimyoviy moddalar va dezinfektsiyalovchi vositalar, hosilni yig'ishtirish, qadoqlash va yetkazib berish hamda amortizatsiya xarajatlaridan iborat bo'lib, ular 8-rasmida ko'rsatilgan nisbatga ega. Foydalanish xarajatlari 400 dona/m³ da 44 227 125 rupiyaga yetgan bo'lsa, investitsion xarajatlarga eng katta hissa ishlab chiqarish havzalari (36–42%) va yer sotib olish (21–24%) xarajatlari bo'lib, umumiy qiymati 318 230 000 rupiyaga yetgan. Moliyaviy prognozlar oraliq nuqtani prognoz qilish uchun hisoblangan. Foyda ishlab chiqarish tannarxidan umumiy daromadni chiqarib tashlab hisoblanishi ham mumkin. Bir yilda 4 ta ishlab chiqarish sikli bo'lib, ularda 3 oylik sikl davomida 1000 kg krevetkalar ishlab chiqarilgan deb taxmin qilsak, 1 yilda fermer xo'jaligi 4000 kg yangi krevetkalar ishlab chiqaradi va umumiy daromadi 240 000 000 rupiyani tashkil etadi. Ekish zichligi 400 dona/m³ bo'lganda ishlab chiqarish tannarxi sikl uchun 40 227 125 rupiyani yoki bir yilda 160 908 500 rupiyani tashkil etdi va ekish zichligiga ishlov berishning barcha variantlari orasida eng yuqori foyda 79 091 500 rupiyani tashkil etdi. Umumiy ishlov berish ko'stirish zichligi 400 dona/m³ bo'lganda 4 yillik ekspluatatsiyadan so'ng o'zini oqlash muddatiga yetadi. YSTQ tizimining iqtisodiy maqsadga muvofiqligini baholash uchun moliyaviy koeffitsiyentlar hisoblab chiqildi. Tahlil qilinayotgan moliyaviy koeffitsiyent NPV, IRR, B/C koeffitsiyenti va qoplanish muddati (PBP) dan iborat bo'ldi. Moliyaviy tahlil natijalariga ko'ra, agar NPV ijobiy bo'lsa, IRR qiymati diskontlash koeffitsiyentidan yuqori, B/C koeffitsiyenti qiymati esa birdan yuqori bo'lsa, loyiha moliyaviy jihatdan amalga oshishi mumkin edi [75]. Moliyaviy koeffitsiyent hisob-kitoblari 12-jadvalda keltirilgan. Ulardan ko'rinib turibdiki, 400 dona/m³ o'stirish zichligi moliyaviy jihatdan amalga oshirish mumkin, chunki u ijobiy NPV (69 439 955 rupiya), IRR qiymati chegirma koeffitsiyentidan (15,49%) yuqori va B/C koeffitsiyenti 1 (1,22) dan yuqori.



8-rasm. Foydalanish xarajatlari diagrammasi va (pastda) 400 dona/m³ da investitsiya xarajatlari komponentlari diagrammasi (% da) [50]

12-jadval

Kam sho'rlangan tuproqdan foydalangan holda 1000 kg krevetka/sikl ishlab chiqarish uchun ekish zichligi 400 dona/m³ bo'lganda ZWD tizimining moliyaviy koeffitsiyentini hisoblash [50]

Ko'rsatkichlar	SD (400 ind/m ³)
Investitsiya xarajatlari	Rp 318,230,000
Daromad	Rp 60,000,000
Ishlab chiqarish xarajatlari/sikl	Rp 44,227,125
Foyda/sikl	Rp 15,722,875
Daromad/kg krevetka	Rp 15,773
BEP (kg)	2804
Sof daromad qiymati (NPV)	69,439,955
B/C koeffitsiyenti	1.22

Qoplanish muddati (yil)	4.02
Ichki reantabellik ko'rsatlichi (IRR) (%)	15.49

Minnatdorchilik

Biz qisqichbaqa va qisqichbaqalarni o'stirish uchun YSTQ tizimini tadqiq qilishda ishtirok etgan barchaga minnatdorchilik bildiramiz. Tadqiqotlarni moliyalashtirishda Indoneziyaning Dengiz ishlari va baliqchilik vazirligi hamda Tadqiqotlar, texnologiyalar va oliy ta'lim vazirligiga minnatdorchilik bildiramiz. Tadqiqot hamkorlarimiz uchun UDga ham minnatdorchilik bildiramiz. Ommabop fermerlar guruhi – Pamarikan gigant chuchuk suv qisqichbaqasi va P.T. dala ishlarini olib borish uchun binolar va tadqiqot maydonlarini taqdim etgan “Gapura Aqua Kultiva”, Akvakultura bo'yicha tadqiqot guruhi a'zolaridan Agus Mavardi Xendrovan, Rifki Rizki Arif, Malendra Rusni, Retna Kurniati (r.i.p), Agunga Kusumanto, Nina Raxminivati, Usman Rama Turedro S.S., Faxri Ajari Hasbi, Satyu Reza Faturaxmat, Abdul Hakim, Kahyu Nurxud, Yovita Astuti Joze, Irvan Pravuran Berliyan va Reshaard Santosoni kabilar tadqiqot ma'lumotlarini to'plash, tahlil qilish va tasvirlar muallifiga minnatdorchilik bildiramiz.

Muallif ma'lumotlari

Gode Suantika*, Magdalena Lenni Situmorang, Pingkan Aditivati, Dea Indriani Astuti, Fahma Fikxiya Nur Aziza va Harish Muhammad.

*Murojaat uchun: gsuantika@sith.itb.ac.id.

Mikrob biotexnologiyasi tadqiqot guruhi, Hayot va texnologiya fanlari maktabi, Bandunga texnologiya instituti, Indoneziya.

Adabiyotlar:

[1] FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: Contributing to Food Security and Nutrition for All. Rome, Italy: FAO; 2016. – 200 p. ISSN 1020–5489.

[2] Tang L. Cultural changes and food production. International Journal of Business and Social Research. 2017; 7 (1). – 19–33.

[3] Indonesia Investment Coordinating Board. Investing in Indonesia's Fisheries Sector: A overview pf opportunities, capabilities, and provisions [Internet]. December 2015. Available from: www.euind-tef.com/?wpfb_dl=538 [Accessed: July 14, 2017].

[4] Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. Republic of Indonesia. Marine and Fisheries in Figures 2015. Jakarta: The Center for Data, Statistics, and Information; 2015. – 308 p. ISSN: 9–7725D2–593DD7.

[5] Indonesia Central Bureau of Statistics. Foreign Trade Statistical Bulletin: Exports by States and Commodity Group. Jakarta: BPS-Statistic Indonesia; 2016. – 248 p. ISSN: 0216–5775.

[6] Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. Sentra Produksi Udang Galah Budidaya Di Indonesia. 2013 [Internet]. 2013. Available from: <http://www.djpb.kkp.go.id/public/upload/download/Data%20Dukung%20Lainnya/Sentra%20Produksi%20udang%20Galah%202013.pdf> [Accessed: Feb 2, 2017].

[7] Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. Lampiran: Peraturan Direktur Jenderal Perikanan Budidaya Nomor 113/PER-DJPB/2015 Tentang Rencana Strategis Di-

rektorat Jenderal Perikanan Budidaya Tahun 2015–2019 [Internet]. 2015. Available from: http://djpb.kkp.go.id/public/upload/Sakip/Rancangan%20Renstra%20DJ%20PB%202015_2019.pdf [Accessed: aeb. 2, 2017].

[8] Browdy C. L., Bratvold D., Stokes A. D., McIntosh R. P. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: Browdy C. L., Jory D. E., editors. *The New Wave. Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Farming*. Baton Rouge, USA: World Aquaculture Society; 2001. – P. 20–34.

[9] Lin Y. C., Chen J. C. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2001; 259. – 109–119.

[10] Suantika G., Astuti D. I., Aditiawati P., Sasmita P. G. Development of zero-water discharge technology and nitrifying bacteria application in nursery phase of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). In: *World Aquaculture Meeting Abstract Book*; 208. 2009

[11] Suantika G., Astuti D.I., Arief R.R., Rusni M., Turendro O. R. Use of zero water discharge technology through the application of nitrifying bacteria and textile vertical substrate in grow-out phase of *Macrobrachium rosenbergii* De Man. *Journal of Aquaculture Research and Development*. 2012; 3(139). – 1–6. DOI: 10.4172/2155–9546.1000139.

[12] Suantika S., Anggraeni J., Hasby F. A., Yanuwarti N. PI. Does zero-water discharged technology enhance culture performance of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone)? In: *The 4th International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS)*; 8–9 November 2012; Bandung: AIP Conference Proceedings. 2014.; 1589: (1). – 300–302.

[13] Suantika G., Lumbantoruan G., Muhammad H., Azizah F.F.N., Aditiawati P. Performance of zero water discharge (ZWD) system with nitrifying bacteria and microalgae *Chaetoceros calcitrans* components in super intensive white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture. *Journal of Aquaculture Research & Development*. 2015; 6(9): – 1–6. DOI: <http://dx.doi.org/10.4172/2155-9546.1000359>.

[14] Budford M., Thompson P., McIntosh B. R., Pearson D. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*. 2003; 219. – 393–411.

[15] Tidwell J. H., Chapter 3: Functions and characteristics of all aquaculture systems. In: James H. Tidwell editor. *Aquaculture Production System*. 1st ed. Iowa, USA: John Wiley and Sons; 2012. – P. 51–62. ISBN 978-0-8138-0126-1.

[16] Barbieri E., Bondiol A.C.V., de Melo C. B., Henriques M. B. Nitrite toxicity to *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Journal of Aquaculture Research*. 2014, 47 (4). – 1–9. DOI: 10.1111/are.12583.

[17] Schuler D. J. Acute toxicity of ammonia and nitrite to white shrimp (*L. vannamei*) at low salinities [thesis]. Blacksburg, Virginia, USA: Virginia Polytechnic Institute and State University; 2008. – 76 p.

[18] Thompson F.L., Abreu P.C., Wasielesky W. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Journal of Aquaculture*. 2002, 203. – 203–278.

[19] Suantika G., Aditiawati P., Astuti D. I., Khotimah Z. F. The use of indigenous probiotic *Halomonas aquamarina* and *Shewanella* algae for white shrimp (*Litopenaeus*

vannamei Boone) hatchery productivity in zero water discharge system. *Journal of Aquaculture Research & Development*. 2013; 4 (5). – 1–8. DOI: 10.4172/2155-9546.1000194.

[20] Keuter S. Characterization of nitrifying bacteria in marine recirculation aquaculture systems with regard to process optimization [dissertation]. Hamburg, Germany: Universitat Hamburg; 2011. – 108 p.

[21] Ebeling J. M., Timmons M. B., Bisogni J. J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Journal of Aquaculture*. 2006. 257. – 346–358.

[22] Bhatnagar A., Devi P. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International Journal of Environmental Sciences*. 2013, 3 (6). – 1980–2009. ISSN 0976-4402. DOI: 10.6088/ijes.2013030600019.

[23] de Oliveira I. B., da Silva Neto S. R., Lavander H., Lima P., Olivera-Galvez A. Growth and survival of *Anomalocardia brasiliensis* larvae (Bivalvia: Veneridae) fed with microalgal diets. *Latin American Journal of Aquatic Research* 2016; 44 (1). 34–38. DOI: 10.3856/vol44-issue1-fulltext-3.

[24] Muller-Feuga A. The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. *Journal of Applied Phycology* 2000. 12 (3–5). – 527–534. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008106304417>.

[25] Ekasari J., Rivandi D. R., Firdausi A. P., Surawidjaja E. H., Zairin Jr. M., Bossier P., De Schryver P. Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture* 2015. 441. – 72–77.

[26] Avnimelech Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*. 1999. 176. – 227–235.

[27] Abumourad IMK., Abbas W. T., Awaad ES, Authman MMN, El-Shafei K, Sharaf O.M., Ibrahim G. A., Sadek Z. I., El-Sayed H. S. Evaluation of *Lactobacillus plantarum* as a probiotic in aquaculture: Emphasis on growth performance and innate immunity. *Journal of Applied Sciences Research*. 2013. 9 (1). – 572–582. ISSN 1819-544X.

[28] Lara-Flores M. The use of probiotic in aquaculture: An overview. *International Research Journal of Microbiology*. 2011. 2 (12). – 471–478. ISSN: 2141-5463

[29] Venkataraman K. Zero water exchange aquaculture pond as production system of phyto and zooplankton as a support base for aquaculture. In: National Workshop on Sustainable Aquaculture Production System (RAS, IMTA, ZWEAPS): Towards Nutritional Security and Conservation of Oceans for Posterity; 22–24 July 2016. India: Cochin University of Science and Technology; 2016. – Pp. 26–28.

[30] Wasielesky W. Jr., Atwood H., Stokes A., Browdy C. L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*. 2010. 258. – 396–403.

[31] Balasubramanian C. P., Pillai S. M., Ravichandran P. Zero-water exchange shrimp farming systems (extensive) in the periphery of Chilka lagoon, Orissa, India. *Aquaculture International*. 2004. 12 (6). – 555–572.

[32] Samocha T. M., Patnaik S., Speed M., Ali A., Burger J. M., Almeida R. V., Ayub Z., Harisanto M., Horowitz A., Brock D.L. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and growout systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Engineering*. 2007. 36 (2). – 184–191.

- [33] McIntosh D., Samocha T. M., Jones E. R., Lawrence A. L., Horowitz S., Horowitz A. Effects of two commercially available low protein diets (21% and 31%) on water and sediment quality, and on the production of *Litopenaeus vannamei* in an outdoor tank system with limited water discharge. *Aquaculture Engineering*. 2001. 25 (2). – 69–82.
- [34] Avnimelech Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*. 2007; 264. – 140–147.
- [35] Jegatheesan V., Zeng C., Shu L., Manicom C., Steicke C. Technological advances in aquaculture farms for minimal effluent discharge to oceans. *Journal of Cleaner Production*. 2007. 15 (16). – 1535–1544.
- [36] Ray A. J., Seaborn G., Leffler J. W., Wilde S. B., Lawson A., Browdy C. L. Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effect of suspended solids management. *Aquaculture*. 2010. 310. – 130–138.
- [37] De Schryver P., Crab R., Defoirdt T., Boon N., Vestraete W. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*. 2008; 277. – 125–137.
- [38] Crab R., Defoirdt T., Bossier P., Vestraete W. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*. 2012; – 356–357. 351–356.
- [39] Azim M. E., Wahab M. A., van Dam A. A., Beveridge M.C.M., Milstein A., Verdegem M.C.J. Optimization of fertilization rate for maximizing periphyton production on artificial substrates and the implications for periphytonbased aquaculture. *Aquaculture Research*. 2001. 32. – 749–760.
- [40] Azim M. E., Verdegem M.C.J., Rahman M. M., Wahab M. A., van Dam A. A., Beveridge M.C.M. Evaluation of polyculture of Indian major carps in periphyton-based ponds. *Aquaculture* 2002. 213. – 131–149.
- [41] Haque M. R., Islam M. A., Rahman M. M., Shirin M. F., Wahab M. A., Azim M. E. Effects of C/N ratio and periphyton substrates on pond ecology and production performance in giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) and tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) polyculture system. *Aquaculture Research*. 2013. 46 (5). – 1–17. DOI: 10.1111/are.12270.
- [42] Suantika G., Pratiwi M. I., Situmorang M. L., Djohan Y. A., Muhammad H., Astuti D. I. Ammonium removal by nitrifying bacteria biofilm on limestone and bioball substrate established in freshwater trickling biofilter. *Poultry, Fisheries and Wildlife Sciences*. 2016; 4(2). – 157. DOI: 10.4172/2375-446X.1000157.
- [43] Hoang P.H., Nguyen H.T., Tran T.T., Do L.P., Le T.N.C. Isolation and selection of nitrifying bacteria with high biofilm formation for treatment of ammonium polluted aquaculture water. *Journal of Vietnamese Environment*. 2016; 8(1): 33–40. DOI: 10.13141/jve, vol 8, № 1. – Pp. 33–40.
- [44] Ebeling J. M., Timmons M. B. Chapter 11: Recirculating aquaculture system. In: James H. Tidwell, editor. *Aquaculture Production System*. 1st ed. Oxford, UK: John Wiley and Sons, Inc; 2012. – P. 245–277. ISBN 978-0-8138-0126-1.
- [45] Rurangwa E., Verdegem M.C.J. Microorganisms in recirculating aquaculture system and their management. *Reviews in Aquaculture*. 2015. 7. – 117–130. DOI: 10.1111/raq.12057.
- [46] Schreier H. J., Mirzoyan N., Saito K. Microbial diversity of biological filters in recirculating aquaculture systems. *Current Opinion in Biotechnology*. 2010. 21. – 318–325. DOI: 10.1016/j.copbio.2010.03.011.

[47] Skiftesvik A. B., Browman H. I., St-Pierre J. Life in green water: the effect of microalgae on the behaviour of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae. In: Howard I. Browman, Anne Berit Skiftesvik, editors. *The Big Fish Bang: Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference*. Published by The Institute of Marine Research, Postboks 1870 Nordnes, N-5817, Bergen, Norway; 2003. – Pp. 97–103. ISBN 82-7461-059-8.

[48] Neori A. "Green Water" microalgae: The leading sector in world aquaculture. *Journal of Applied Phycology*. 2011, 23. – 143–149. DOI: 10.1007/s10811-010-9531-9.

[49] Boyd CE, Moore JM. Factors affecting the performance of diffused-air aeration systems for aquaculture. *Journal of Applied Aquaculture*. 1993, 2 (2). – 1–12. DOI: 10.1300/J028v02n02_01.

[50] Muhammad H., Situmorang M. L., Djohan Y. A., Aditiawati P., Suantika G. Biological, technical, and financial feasibilities study of zero water discharge (ZWD) system application in low salinity white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone) urban aquaculture, study case: Gresik District, East Java, Indonesia. *Journal of Fisheries & Livestock Production*. 2016, 4 (197). – 1–11. DOI: 10.4172/2332-2608.1000197.

[51] Suantika G., Aditiawati P., Rusni M., Arief R. R., Turendro O. R. The use of biofiltration technology and 3-dimensional cubical bamboo shelters for nursery phase productivity improvement of giant freshwater prawns. *ITB Journal of Science*. 2012, 44 A (2). – 129–144.

[52] Koops H., Pommerening-Roser A. Mini Review: Distribution and ecophysiology of the nitrifying bacteria emphasizing cultured species. *FEMS Microbiology Ecology*. 2001, 37. – 1–9.

[53] Gerardi MH. *Nitrification and Denitrification in The Activated Sludge Process*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.; 2002. DOI: 10.1002/0471216682.ch7.

[54] Guerrero M. A., Jones R. D. Photoinhibition of marine nitrifying bacteria. *Marine Ecology Progress Series*. 1996, 141. – 183–192.

[55] Brown M. R., Jeffrey S. W., Volkman J. K., Dunstan G. A. Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*. 1997, 151. – 315–331.

[56] Reitan K. I., Rainuzzo J. R., Oie G., Olsen Y. A review of the nutritional effects of algae in marine fish larvae. *Aquaculture*. 1997, 155. – 207–221.

[57] Lee Y. Commercial production of microalgae in the Asia-Pacific Rim. *Journal of Applied Phycology*. 1997, 9. – 403–411.

[58] Kawamura T., Roberts R. D., Nicholson C. M. Factors affecting the food value of diatom strains for post larval abalone *Haliotis iris*. *Aquaculture*. 1998;160. – 81–88.

[59] Wikfors G. H., Ohno M. Impact of algal research in aquaculture. *Journal of Phycology*. 2001, 37. – 968–974.

[60] Lee R. E. *Phycology*. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2008. – 560 p. ISBN: 978 0 521 68277 0.

[61] Brown M. R. Nutritional value of microalgae for aquaculture. In: Cruz-Suárez L. E., Ricque-Marie D., Tapia-Salazar M., Gaxiola-Cortés M.G., Simoes N., editors. *Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*; 3–6 September 2002. Quintana Roo, México: Cancún; 2002.

[62] Guillard RRL. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: Smith W. L., Chanley M. H., editors. *Culture of Marine Invertebrate Animals*. New-York: Plenum; 1975. – P. 29–60.

- [63] Bold HC. The cultivation of algae. The Botanical Review. 1942; 8. – 69–138.
- [64] Fouilland E., Gosselin M., Rivkin R. B., Vasseur C., Mostajir B. Nitrogen uptake by heterotrophic bacteria and phytoplankton in Arctic surface waters. Journal of Plankton Research. 2007. 29 (4). – 369–376. DOI: 10.1093/plankt/fbm022.
- [65] Zhang L., Zheng P., Tang C. J., Jin R. C. Anaerobic ammonium oxidation for treatment of ammonium-rich wastewaters. Journal of Zhejiang University Science B. 2008. 9. – 416–426.
- [66] Hasby F.A. Community Structure of Bacterioplankton in Zero-Water Discharge Culture Technology for White Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone) Grow Out [thesis]. Bandung, Indonesia: 2012.
- [67] Ochoa-Solano JL, Olmos-Soto J. The functional property of *Bacillus* for shrimp feeds. Food Microbiology. 2006. 23. – 519–525.
- [68] Miller M. B., Bassler B. L. Quorum sensing in bacteria. Annual Review of Microbiology. 2001. 55. – 165–199.
- [69] Janarthanam K., George M. R., John K. R., Jayaseelan M.J.P. In vivo and in vivo biocontrol of vibrio harveyi using indigenous bacterium, *Bacillus* spp. Indian Journal of Geo-Marine Sciences. 2011. 41 (1). – 83–89.
- [70] Bambang B. R., Tjahjo W. Pemilihan Lokasi Budidaya Ikan Laut. In: Buletin Budidaya Laut № 11. Bandar Lampung: Balai Budidaya Laut Lampung; 1997. – P. 35–46.
- [71] Boyd CE. Water Quality for Pond Aquaculture: Research and Development Series № 43. Alabama, USA: Auburn University; 1998.
- [72] Pescod MB. Investigation of Rational Effluent and Stream Standards for Tropical Countries. Bangkok, Thailand: ASEAN Institute of Technology; 1973. – P. 54.
- [73] Lin Y. C., Chen J. C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. Aquaculture. 2003. 224. – 193–201.
- [74] Lebeau T. L., Robert JMR. Diatom cultivation and biotechnologically relevant products. Applied Microbiology and Biotechnology. 2003. 60. – 624–632.
- [75] Fandelli C. Bisnis konservasi, pendekatan baru dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan hidup. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 2012.

IZOHLI LUG'AT

Agonist – bu ma'lum bir retseptorga bog'lanib, u orqali biologik javobni faollashtiradigan modda. Masalan, agonist moddalar organizmda tabiiy ravishda hosil bo'ladigan kimyoviy moddalar yoki dorilar bo'lishi mumkin. Ular o'ziga xos retseptorlarga bog'lanib, organizmda muayyan ta'sirni keltirib chiqaradi, masalan, og'riqni kamaytirish, yurak urishini oshirish yoki tanadagi boshqa funksiyalarni boshqarish.

Allozim – ingliz tilidan tarjima qilingan. Allofermentlar – bu fermentning o'zgaruvchan shakllari bo'lib, ular tuzilmaviy jihatdan farq qiladi, ammo funksional jihatdan bir xil allellar tomonidan kodlangan boshqa allozimlardan farq qilmaydi.

Anakronizm – bu biror narsa yoki hodisaning o'z davriga mos kelmagan holda noto'g'ri vaqtda tasvirlanishi. Boshqacha qilib aytganda, biror davrga tegishli bo'lmagan tushuncha, buyum yoki voqea boshqa davrga joylashtirilganida anakronizm yuzaga keladi.

Antagonist – bu ma'lum bir retseptorga bog'lanib, agonist moddalarning yoki tabiiy signal molekularining ushbu retseptor orqali biologik javob hosil qilishiga to'sqinlik qiluvchi modda. Antagonistlar retseptorga bog'lansalar ham, agonistlardan farqli ravishda ularni faollashtirmaydi; aksincha, agonistlarning ta'sirini bloklaydi yoki kamaytiradi.

APGWamide – ko'p turdagi mollyuskalarda topilgan keng tarqalgan neurotransmitor/neuromodulyator peptid bo'lib, ko'pincha jinsiy a'zolar o'sishi yoki reproduktiv xatti-harakatlar bilan bog'liq.

Artefakt – “Artefakt” so'zi asosan arxeologiya, san'at yoki ilm-fan kabi turli sohalarida muhim topilmalarni anglatadi. Arxeologiyada, o'tmishdagi inson jamoalarining madaniy, ijtimoiy va texnologik holatlari haqida ma'lumot beruvchi qo'lda tayyorlangan narsalar artefakt deb ataladi. San'atda esa, ma'lum bir davr yoki yo'nalishni ifodalovchi asarlar uchun ushbu atama ishlatiladi.

“Intertidal” hudud – dengiz qirg'oqlaridagi suv ko'tarilishi (to'lqin) va tushishi (chekinish) oralig'ida joylashgan zona hisoblanadi. Bu zona suv balandligi o'zgarishiga qarab vaqti-vaqti bilan suv ostida yoki ochiqda qoladi. Intertidal zona o'simlik va hayvonlar uchun juda muhim ekotizim bo'lib, bu yerda limpetlar, winkleslar, dengiz yulduzlari, yosunlar va boshqa ko'plab organizmlar yashaydi. Intertidal hududda yashovchi organizmlar tez-tez o'zgaruvchan muhitga moslashgan: ular quruqlikda va suv ostida yashay olishlari, kuchli to'lqinlarga bardosh berishlari, shuningdek, quyoshdan saqlanish yoki kislorod tanqisligiga chidashlari kerak bo'ladi.

“Limnetik” – termini suv havzalari, masalan, ko'l yoki hovuzlardagi ochiq suv zonasiga ishora qiladi. Bu zona suv havzasining qirg'oqdan uzoqroq joylashgan qismi bo'lib, quyosh nuri yetarli darajada tushadigan va fotosintez uchun yetarli yorug'lik bo'lgan suv qatlamini o'z ichiga oladi.

“-omiks” – turli omik usullardan genomika, transkriptomika, proteomika, epigenomika va metabolomika ma'lumotlaridan foydalanadigan biologik tadqiqotlarga multi-omiks yondashuvi qo'shimcha o'qishni ta'minlaydi, natijada chuqurroq tushunchalar olinadi.

“O'sishni inhiye qilish” – o'sishni inhiye qilish mexanizmi va kinetikasini o'rganish orqali mikroorganizmlarning o'sishini sekinlashtirish yoki oldini olish jarayonini anglatadi, bu atrof-muhit sharoitlari, pH darajasi va oziq-ovqatlarda faol kimyoviy moddalar mavjudligi kabi omillar ta'sir qilishi mumkin.

Biota – ma'lum bir hududning hayvon va o'simlik dunyosi, yashash joyi yoki geologik davr.

Cryptic turlar (kriptik turlar) – bir-biridan morfologik (shakl va tuzilish) yoki ekologik jihatdan farq qilmasligi sababli o'zaro juda o'xshash ko'rinishga ega bo'lgan turlardir. Biroq bu turlar genetik, reproduktiv yoki ekotizim funksiyalari jihatidan farq qiladi. Cryptic turlar ko'pin-

- [63] Bold HC. The cultivation of algae. The Botanical Review. 1942; 8. – 69–138.
- [64] Fouilland E., Gosselin M., Rivkin R. B., Vasseur C., Mostajir B. Nitrogen uptake by heterotrophic bacteria and phytoplankton in Arctic surface waters. Journal of Plankton Research. 2007, 29 (4). – 369–376. DOI: 10.1093/plankt/fbm022.
- [65] Zhang L., Zheng P., Tang C. J., Jin R. C. Anaerobic ammonium oxidation for treatment of ammonium-rich wastewaters. Journal of Zhejiang University Science B. 2008, 9. – 416–426.
- [66] Hasby F.A. Community Structure of Bacterioplankton in Zero-Water Discharge Culture Technology for White Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone) Grow Out [thesis]. Bandung, Indonesia: 2012.
- [67] Ochoa-Solano J.L., Olmos-Soto J. The functional property of *Bacillus* for shrimp feeds. Food Microbiology. 2006, 23. – 519–525.
- [68] Miller M. B., Bassler B. L. Quorum sensing in bacteria. Annual Review of Microbiology. 2001, 55. – 165–199.
- [69] Janarthanam K., George M. R., John K. R., Jayaseelan M.J.P. In vivo and in vivo biocontrol of *Vibrio harveyi* using indigenous bacterium, *Bacillus* spp. Indian Journal of Geo-Marine Sciences. 2011, 41 (1). – 83–89.
- [70] Bambang B. R., Tjahjo W. Pemilihan Lokasi Budidaya Ikan Laut. In: Buletin Budidaya Laut № 11. Bandar Lampung: Balai Budidaya Laut Lampung; 1997. – P. 35–46.
- [71] Boyd CE. Water Quality for Pond Aquaculture: Research and Development Series № 43. Alabama, USA: Auburn University; 1998.
- [72] Pescod MB. Investigation of Rational Effluent and Stream Standards for Tropical Countries. Bangkok, Thailand: ASEAN Institute of Technology; 1973. – P. 54.
- [73] Lin Y. C., Chen J. C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. Aquaculture. 2003, 224. – 193–201.
- [74] Lebeau T. L., Robert JMR. Diatom cultivation and biotechnologically relevant products. Applied Microbiology and Biotechnology. 2003, 60. – 624–632.
- [75] Fandelli C. Bisnis konservasi, pendekatan baru dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan hidup. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 2012.

IZOHLI LUG'AT

Agonist – bu ma'lum bir retseptorga bog'lanib, u orqali biologik javobni faollashtiradigan modda. Masalan, agonist moddalar organizmda tabiiy ravishda hosil bo'ladigan kimyoviy moddalar yoki dorilar bo'lishi mumkin. Ular o'ziga xos retseptorlarga bog'lanib, organizmda muayyan ta'sirni keltirib chiqaradi, masalan, og'riqni kamaytirish, yurak urishini oshirish yoki tanadagi boshqa funksiyalarni boshqarish.

Allozim – ingliz tilidan tarjima qilingan. Allofermentlar – bu fermentning o'zgaruvchan shakllari bo'lib, ular tuzilmaviy jihatdan farq qiladi, ammo funksional jihatdan bir xil allellar tomonidan kodlangan boshqa allozimlardan farq qilmaydi.

Anakronizm – bu biror narsa yoki hodisaning o'z davriga mos kelmagan holda noto'g'ri vaqtda tasvirlanishi. Boshqacha qilib aytganda, biror davrga tegishli bo'lmagan tushuncha, buyum yoki voqea boshqa davrga joylashtirilganida anakronizm yuzaga keladi.

Antagonist – bu ma'lum bir retseptorga bog'lanib, agonist moddalarning yoki tabiiy signal molekularining ushbu retseptor orqali biologik javob hosil qilishiga to'sqinlik qiluvchi modda. Antagonistlar retseptorga bog'lansalar ham, agonistlardan farqli ravishda ularni faollashtirmaydi; aksincha, agonistlarning ta'sirini bloklaydi yoki kamaytiradi.

APGWamide – ko'p turdagi mollyuskalarda topilgan keng tarqalgan neyrotransmitor/neyromodulyator peptid bo'lib, ko'pincha jinsiy a'zolar o'sishi yoki reproduktiv xatti-harakatlar bilan bog'liq.

Artefakt – “Artefakt” so'zi asosan arxeologiya, san'at yoki ilm-fan kabi turli sohalarida muhim topilmalarni anglatadi. Arxeologiyada, o'tmishdagi inson jamoalarining madaniy, ijtimoiy va texnologik holatlari haqida ma'lumot beruvchi qo'lda tayyorlangan narsalar artefakt deb ataladi. San'atda esa, ma'lum bir davr yoki yo'nalishni ifodalovchi asarlar uchun ushbu atama ishlatiladi.

“Intertidal” hudud – dengiz qirg'oqlaridagi suv ko'tarilishi (to'lqin) va tushishi (chekinish) oralig'ida joylashgan zona hisoblanadi. Bu zona suv balandligi o'zgarishiga qarab vaqti-vaqti bilan suv ostida yoki ochiqda qoladi. Intertidal zona o'simlik va hayvonlar uchun juda muhim ekotizim bo'lib, bu yerda limpetlar, winkleslar, dengiz yulduzlari, yosunlar va boshqa ko'plab organizmlar yashaydi. Intertidal hududda yashovchi organizmlar tez-tez o'zgaruvchan muhitga moslashgan: ular quruqlikda va suv ostida yashay olishlari, kuchli to'lqinlarga bardosh berishlari, shuningdek, quyoshdan saqlanish yoki kislorod tanqisligiga chidashlari kerak bo'ladi.

“Limnetik” – termini suv havzalari, masalan, ko'l yoki hovuzlardagi ochiq suv zonasiga ishora qiladi. Bu zona suv havzasining qirg'oqdan uzoqroq joylashgan qismi bo'lib, quyosh nuri yetarli darajada tushadigan va fotosintez uchun yetarli yorug'lik bo'lgan suv qatlamini o'z ichiga oladi.

“-omiks” – turli omik usullardan genomika, transkriptomika, proteomika, epigenomika va metabolomika ma'lumotlaridan foydalanadigan biologik tadqiqotlarga multi-omiks yondashuvi qo'shimcha o'qishni ta'minlaydi, natijada chuqurroq tushunchalar olinadi.

“O'sishni inhibe qilish” – o'sishni inhibe qilish mexanizmi va kinetikasini o'rganish orqali mikroorganizmlarning o'sishini sekinlashtirish yoki oldini olish jarayonini anglatadi, bu atrof-muhit sharoitlari, pH darajasi va oziq-ovqatlarda faol kimyoviy moddalar mavjudligi kabi omillar ta'sir qilishi mumkin.

Biota – ma'lum bir hududning hayvon va o'simlik dunyosi, yashash joyi yoki geologik davr.

Cryptic turlar (kriptik turlar) – bir-biridan morfologik (shakl va tuzilish) yoki ekologik jihatdan farq qilmasligi sababli o'zaro juda o'xshash ko'rinishga ega bo'lgan turlardir. Biroq bu turlar genetik, reproduktiv yoki ekotizim funksiyalari jihatidan farq qiladi. Cryptic turlar ko'pin-

cha quyidagi jihatlarni o'z ichiga oladi. Kripik turlar ko'pincha bir-biriga juda o'xshash ko'rinaladi, shuning uchun ularni aniqlash uchun maxsus genetik yoki molekulyar usullar zarur. Ularning yashash muhitlari va ekologik talablari bir-biriga juda o'xshash bo'lishi mumkin. Kripik turlar bioxilma-xillikning murakkabligini ko'rsatadi va biologik tadqiqotlar va monitoringlar uchun qiyinchiliklar yaratadi. Ularning aniqlanishi, ekotizimlar va ularning funksiyalarini yaxshiroq tushunishga yordam beradi.

De novo RNaseq – RNKni sekvenirlash – bu yangi avlod genlarini (NGS) yuqori samarali ketma-ketligiga asoslangan holda transkriptomani tekshirish imkonini beruvchi usul. De novo ketma-ketlik yangi genomni ketma-ketlikda navbatlashdir, bunda tenglashtirish uchun mavjud bo'lgan namunaviy ketma-ketlik mavjud emas.

Decapoda – o'n oyoqli qisqichbaqasimonlar toifasiga mansub bir turkum bo'lib, unga qisqichbaqalar, omarlar, qisqichli baliqlar kiradi. "Dekapod" so'zi yunon tilidan olingan bo'lib, "o'n oyoq" ma'nosini anglatadi. Bu hayvonlarning tanasi asosan ikkita qismga – bosh-ko'krak qismi va qorin qismiga bo'linadi.

Deyteratsiyalash – bu biologik yoki kimyoviy jarayonda, masalan, hujayra yoki organizmning tuzilishi yoki funksiyasini o'zgartirish maqsadida ularning suv miqdorini kamaytirish jarayonidir. Bu atama asosan biokimyo va ekologiyada qo'llaniladi.

"dourado" – Portugal tilidagi "dourado" so'zi o'zbek tilida "oltinrang" yoki "tilla rang" deb tarjima qilinadi. Bu so'z oltin yoki oltin rangini anglatuvchi narsalar uchun ishlatiladi.

Endokrin tizimini buzuvchi kimyoviy moddalar (endocrine-disrupting chemicals yoki EDCs) – organizmdagi gormonlar tizimiga ta'sir ko'rsatadigan va uning normal faoliyatini izdan chiqarishi mumkin bo'lgan moddalar. Ushbu kimyoviy moddalar tabiiy yoki sun'iy bo'lishi mumkin va ular gormonlarga o'xshash yoki ularning ishini to'sadigan ta'sir ko'rsatishi bilan endokrin tizimni buzishi mumkin. Bunday moddalar salomatlikka salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin va ularning ayrimlari reproduktiv tizim, rivojlanish, metabolism hamda boshqa muhim jarayonlarga zarar yetkazishi mumkin.

Entinilestradiol – bu sintetik estrogen bo'lib, asosan homiladorlikni rejalashtirishda va ayollardagi ba'zi gormonal muammolarni davolashda ishlatiladigan dori. U ko'pincha kontratseptiv vositalar, masalan o'rta darajadagi kombinatsiyalangan oylik tabletkalarda mavjud bo'ladi.

Etnomedsina – keng ma'noda salomatlik, kasalliklar va kasalliklarning madaniy talqini bilan bog'liq bo'lgan an'anaviy tibbiyot amaliyotlarini nazarda tutadi, bu sog'liqni saqlash jarayoni va davolash amaliyotiga murojaat qiladi (Krippner va Staples, 2003).

Euryecious – bu keng ko'lamli ekologik sharoitlarga bardosh bera oladigan tur deb ataladigan sifatdir. Odatda, geografik jihatdan keng tarqalgan turlar shunday tavsiflanadi.

Froktal shakl – kattalashtirilgan yoki bir xil o'lchamga kichraytirilganda to'g'ri tanlangan qismi ma'lum bir kattaroq yoki kichikroq qismga o'xshash bo'lgan har xil o'ta tartibsiz egri yoki shakllarning har biri.

Gastropoda – Qorinooyoqli mollyuskalar, shilliquqturlar – mollyuskalar sinfi. Gavdasi asimmetrik tuzilgan; tana (ichki xalta). Oyoq va bosh bo'limlaridan iborat. Ko'pchilik qorinooyoqli mollyuskalar tanasi va boshini chig'anoq ichiga tortib olish xususiyatiga ega. Chig'anoqning balandligi 0,5 mm dan 70 sm gacha. Yagona yassi oyog'i yordamida tovonidagi maxsus bezlar ajratib chiqaradigan shilimshiq modda ustida sirpanib harakatlanadi. Ichki xaltasi chig'anoq ichida buralib joylashgan bo'lib, mantiya bilan o'ralgan. Boshida 1 juft (quruqlik qorinooyoqli mollyuskalarida 2 juft) paypaslagichlari, ular asosida (quruqlik qorinooyoqli mollyuskalarida paypaslagichlar uchida) bir juft ko'z va og'iz teshigi bor. Chig'anoq'i xilma-xil: konussimon, spiral yoki kosasimon; ayrim qorinooyoqli mollyuskalar (yalang'och shilliqalar) chig'anoqlari reduktsiyaga uchragan.

Genotoksiklik – bu biologik organizmlarning genetik materialiga (DNK) zarar yetkazadigan kimyoviy moddalar yoki omillarning ta'sirini anglatadi. Genotoksik moddalar DNKning tuzilis-

hini yoki funksiyasini o'zgartirish orqali hujayralar va organizmlar uchun salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Golosen (/ 'h o l . ə s i : n , - oʻʊ -, ' h oʻʊ . l ə -, l oʻʊ -/) – hozirgi geologik davr bo'lib, taxminan 11 700 yil avval boshlangan. Golosen muzliklarining chekinishi bilan yakunlangan so'nggi muzlik davriga to'g'ri keladi. Golosen va undan oldingi pleystosen birgalikda to'rtlamchi davrni tashkil qiladi. Golosen to'rtlamchi davrning davom etayotgan muzlik davrlari doirasidagi muzlararo davr bo'lib, dengiz izotopining 1-bosqichiga teng.

Gomogenizatsiya sxemasi – bu gomogenizatsiya jarayonining asosiy bosqichlari va elementlarini aks ettiruvchi grafik tasvir yoki texnologik jarayonning ko'rsatmalari. Bu sxema odatda gomogenizator uskunasi orqali qaysi bosqichlar ketma-ketligi bilan aralashmalarni bir xil holatga keltirishni ko'rsatadi.

Gomogenizatsiya tendensiyasi – bu turli sohalarda yoki jamiyatlarda xilma-xillikning kamayishi va o'rniga yagona, bir xil xususiyatlarning shakllanishi jarayonini anglatadi. Bunday tendensiya ko'plab sohalarda uchraydi:

Gravel – odatda kaliy, tosh yoki boshqa mineral materiallardan hosil bo'ladi va turli o'lchamdagi zarrachalardan iborat bo'ladi.

GW-Amid – bu mollyuskan mushaklariga kuchli modulyatsiya qiluvchi ta'sir ko'rsatadigan mollyuskan neyropeptidi.

Imposeks (inglizcha: imposex) – bu biologik jarayon bo'lib, ayol mollyuskalarining erkak xususiyatlarini rivojlantirishi yoki olishi natijasida yuzaga keladi. Ushbu jarayon odatda atrof-muhitning kimyoviy ifloslanishi, xususan, turli xil og'ir metallar yoki sintetik birikmalar ta'sirida sodir bo'ladi.

Interseks – bu jinsiy rivojlanish va identifikatsiya jarayonida erkak va ayol xususiyatlarini birlashtirgan yoki aniq jinsiy belgilarga ega bo'lmagan shaxslar uchun ishlatiladigan atama. Interseks shaxslar tug'ilishda yoki hayot davomida jinsiy xususiyatlar (masalan, genital, gonadal yoki xromosomal) bo'yicha aniq erkak yoki ayol sifatida belgilanishi qiyin bo'lgan holatlarda bo'ladi.

Kodominantlik – genetika sohasidagi atama bo'lib, ikki xil allel (gen shakllari) birgalikda ifodalangan holatni anglatadi. Kodominantlikda ikkala allel o'z ifodasini yo'qotmaydi va ularning har ikkalasi ham fenotipda (tashqi belgida) bir vaqtda ko'rinadi.

Ksenoobiotiklar – organizmda tabiiy ravishda uchramaydigan, tashqaridan kiradigan begona moddalar uchun ishlatiladigan atama. Yunoncha "kseno-" (yot, begona) va "biotik" (hayotga oid) so'zlaridan kelib chiqqan. Ksenoobiotiklar tarkibiga dori vositalari, toksinlar, kimyoviy moddalarning ayrim turlari va ekologik ifloslantiruvchi birikmalar kiradi.

Limpet mollyuskalari – (lotincha: *Patellidae* va boshqa oilalar) dengiz qobiqli mollyuskalariga mansub bo'lib, asosan toshli sirtlarda yashaydi. Ular o'zlarining xarakterli qobiqlari va yashash joylarida o'ziga xos o'rni bilan ajralib turadi. Qobiqlar: Limpetlarning qobiqlari odatda yumaloq yoki konus shaklida bo'lib, yuqoridan tekis yoki biroz egilgan ko'rinishga ega. Ularning qobiqlari qattiq va silliq, ba'zan esa tuzilishga ega bo'lishi mumkin. O'lchami: Limpetlar o'lchami turga qarab bir necha millimetrdan bir necha santimetrgacha o'zgaradi. Limpetlar asosan qirg'oq zonasida, toshli, qirralik sirtlarda, qoyalarda va suv ostidagi qoplamalarda yashaydi. Ular ko'pincha tidal zonada, ya'ni suv darajasining o'zgarishi ta'sirida quruqlikka chiqadigan joylarda uchraydi. Limpetlar asosan algalar, fitoplankton va boshqa dengiz o'simliklari bilan oziqlanadi. Ular qobiqlarini suzish vaqti kelganda oziq-ovqat olish uchun toshlarga yopishib qoladi. Shuningdek, limpetlar ekologik tadqiqotlarda va monitoringda foydalaniladi.

Low ppm (parts per million) – atamasi, asosan, kimyo va atrof-muhitshunoslikda ishlatiladi va bir million qismlarning bir qismidagi konsentratsiyani ifodalaydi. PPM, bir moddaning boshqa modda ichida qanday darajada mavjudligini yoki ifloslanish darajasini ko'rsatish uchun keng qo'llaniladi.

Lyess-paleosol ketma-ketligi – bu Rossiyaning janubi-gʻarbiy qismidagi Azov dengizi mintaqasidagi kechki pleystotsen ekologik va iqlim oʻzgarishlarini qayta tiklash uchun ishlatiladigan eng intensiv oʻrganilgan quruqlikdagi arxivlardir. 2022-yilda chop etilgan maqolada Azov dengizi mintaqasidagi eng toʻliq va reprezentativ loess-paleosol (Beglitsa va Chumbur-Kosa seksiyalari) ketma-ketliklarini oʻrganish natijalari keltirilgan.

Maskulinizatsiya – “maskulinizatsiya” atamasi, umuman olganda, erkaklik xususiyatlarining oʻziga xos jihatlarni rivojlantirish yoki ayollik xususiyatlarini kamaytirish jarayonini anglatadi. Bu atama biologik, ijtimoiy va madaniy kontekstlarda qoʻllaniladi. Biologik maskulinizatsiya: bu jarayon erkaklarning jismoniy xususiyatlarini, masalan, mushak massasini oshirish yoki jinsiy rivojlanishni nazarda tutadi. Bu koʻpincha testosteron gormoni bilan bogʻliq.

MNGs – Metagenomik keyingi avlod ketma-ketligi (mNGS) namunadagi barcha nuklein kislotalarni aniqlaydi va ularni mos yozuvlar genomlari bilan taqqoslaydi.

Multipleks PZR (Polymerase Chain Reaction) yoki koʻp qatlamali PZR – bu DNK ni koʻpaytirish uchun ishlatiladigan usul boʻlib, bir vaqtning oʻzida bir nechta DNK segmentlarini koʻpaytirish imkonini beradi.

Multipleks PZR – koʻp hollarda genetik tadqiqotlar, diagnostika va kriminologiyada, shuningdek, turli kasalliklar yoki infeksiyalarni aniqlashda keng qoʻllaniladi.

Mureks – mureks mollyuskalari, yoki “*Muricidae*” oilasiga mansub mureks mollyuskalari asosan dengizda yashovchi turli rangli va murakkab shaklga ega qoplamalarga ega boʻlgan mollyuskalar. Ular koʻplab turli xil shakl va ranglarda boʻlishi mumkin, lekin odatda uzun, oqlangan qoplama va oʻziga xos qirrali yoki kesma shaklga ega. Shagʻzoda mureks turli joylarda uchraydi, koʻpincha tropik va subtropik dengizlar va qirgʻoq zonasida yashaydi. Ular ovqatlanishda boshqa kichik mollyuskalar, qurtlar va dengiz hayvonlaridan foydalanadi. Mureks mollyuskalarining qoplamalari koʻplab sanʼat va zargarlikda ishlatiladi, chunki ularning goʻzalligi va unikal shakllari tufayli yuqori talabga ega.

nLC-MS/MS – Nano-suyuqlik xromatografiyasi massa spektrometriyasi.

Ohuira laguni – Ohuira laguni Meksikaning Sonora shtatida, San Carlos shahriga yaqin joylashgan goʻzal tabiiy hududdir. Ushbu lagun koʻplab biologik xilma-xillik va ajoyib manzaralar bilan tanilgan. Ohuira lagunining asosiy xususiyatlari. Tabiiy muhit: Lagun koʻplab qushlar va boshqa yovvoyi hayvonlar uchun muhim yashash joyidir, shuning uchun bu joy tabiat va qushlar kuzatuvchilari uchun juda mashhur. Dam olish faoliyatlari: Ohuira lagunida kayakda suzish, baliq ovlash va mangrov oʻrmonlarini oʻrganish kabi turli faoliyatlardan bahramand boʻlish mumkin. Goʻzal manzaralar: Lagun atrofidagi togʻlar va suvning goʻzalligi ajoyib koʻrinishlarni taqdim etadi, bu joyda dam olish va tasvirga olish uchun ajoyib imkoniyatlar mavjud. Madaniy ahamiyat: ushbu hudud mahalliy madaniyat va anʼanalar bilan boy boʻlib, Sonora oshxonasining mazali taomlarini tatib koʻrish va mahalliy hunarmandchilik buyumlarini xarid qilish imkoniyatini beradi.

Paleoekologiya – (paleo - qadimgi va ekos- uy-joy logos -taʼlimot) – paleontologiya fanining boʻlimi. Koʻhna geologik davrlarda yashagan hayvonot va oʻsimliklarning oʻsha vaqtdagi yashash muhiti (iqlim va geologik omillar) bilan oʻzaro munosabatini, qirilib ketgan jonzoatlarning hayoti va yashash sharoitlarini oʻrganadi.

Paleotemperatura – geologik tarixning maʼlum bir davridagi oʻrtacha iqlim yoki dengiz harorati.

Panmiktik populyatsiya – bu har bir juftlikni tasodifiy tanlash orqali koʻpaydigan populyatsiya turidir. Bunda barcha individlar bir-biri bilan teng imkoniyatlarga ega boʻlib, ularning bir-biri bilan oʻzaro koʻpayishi (koʻchish, juftlashish) umuman cheklovlarisiz amalga oshadi. Panmiktik populyatsiyalar genetik tadqiqotlar va populyatsiya genetikasida muhim ahamiyatga ega, chunki ular evolyutsion jarayonlarni oʻrganishda asosiy asosni tashkil qiladi.

Periostrakum – koʻplab qobiqli hayvonlar, jumladan, mollyuskalar va braxiopodlar qobigʻining eng tashqi qatlami boʻlgan nozik, organik qoplama.

Pielou indeksi – bu turlarning jamoada qanday teng taqsimlanganligini o'lchash usuli. Pielou indeksi qiymati 0 va 1 oralig'ida aniqlanadi. 1 mukammal tekislikka ega bo'lgan jamoani ifodalaydi va turlarning nisbiy ko'pligi tekislikdan farq qilganda u nolga kamayadi. Pielou indeksi Simpson (1-D) indeksiga o'xshaydi, unda namunasi almashtirib bo'lmaydigan formuladan foydalaniladi.

Pielou qiymati (indeksi):

S-turlar soni

n

i -n turning mahsuldorligi

N- turlarning umumiy mahsuldorligi

PLC (Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi) – bu komponentlarning aralashmasini ajratish va aniqlash uchun ishlatiladigan analitik texnika. HPLC ko'plab ilmiy va sanoat sohalarida, masalan, kimyo, farmatsevtika, oziq-ovqat va atrof-muhitni tahlil qilishda keng qo'llaniladi.

Pleystotsen – (/ ' p l a i s t ə , s i : n , - s t o u - / PLY -stə-seen, -stoh-) – ko'pincha xalq tilida muzlik davri deb yuritiladi. Miloddan boshlab davom etgan geologik davr . 2,58 milliondan 11 700 yil oldin Yerning eng so'nggi takroriy muzlik davrini qamrab olgan.

PNBK – bu molekulyar biologiya va hujayra tadqiqotlarida, ayniqsa liposoma va lipid asosli tashish tizimlarini rivojlantirishda keng qo'llaniladigan lipid turi. Quyida uning qisqacha tavsifi. To'liq nomi: PNBKning to'liq nomi 1-Palmitoyl-2-(12-(7-nitrobenz-2-oxa-1,3-diazol-4-il)amino) dodekanoyl-sn-glitsir-3-fosfatxolin. Tuzilishi: Bu fosfolipid hosilasi bo'lib, unda sn-2 pozitsiyadagi yog' kislota zanjiri floresan yorliqli (NBD yoki nitrobenzoksadiazol) modifikatsiyaga ega. Tadqiqotdagi qo'llanishi: NBD guruhining floresan xususiyati PNBKni lipid o'zaro ta'sirlarini, membrana birikish jarayonlarini va membranalaridagi lipid dinamikasini o'rganish uchun ideal qiladi. PNBKning floresan xususiyati tadqiqotchilarga biologik tizimlarda lipidlarning xatti-harakatini kuzatish imkonini beradi, bu esa endotsitoz, ekzotsitoz kabi jarayonlarni va lipid asosli tashuvchi vositalar yordamida dori moddalarini yetkazib berish jarayonlarini tushinishda muhim ahamiyatga ega.

Postulyatsiya – Postulat (lotincha: „postulatum“ – talab) – biror ilmiy nazariyada isbotsiz qabul qilinadigan, lekin biron asosi bo'lgan prinsip yoki qoida. Postulat odatda biror mulohazaga ko'ra asoslanadi, ana shu asoslash uning qabul qilinishiga sabab bo'ladi.

PPB (parts per billion) – bu kimyo va atrof-muhitshunoslikda ishlatiladigan atama bo'lib, bir milliard qismlarning bir qismini anglatadi. PPB, moddalarning konsentratsiyasini yoki ifloslantiruvchi moddalar miqdorini ifodalash uchun ishlatiladi va odatda juda past konsentratsiyalarni o'lchashda qo'llaniladi.

Reproduksiya modeli – tirik organizmlarning o'z avlodlarini davom ettirish usullarini va mexanizmlarini o'rganadigan tushunchadir. Ushbu modelga ko'ra, reproduksiya ikkita asosiy shaklda bo'ladi: Jinsiy ko'payish: bu usulda ikki xil jinsdagi organizmlar ishtirok etadi (masalan, erkak va urg'ochi). Ularning genetik materiallari birlashib, yangi organizmda ota-onaning xususiyatlari aralashadi. Jinsiy ko'payish orqali tug'ilgan avlod genetik jihatdan ota-onadan farq qiladi va bu usul populyatsiyada genetik xilma-xillikni ta'minlaydi. Jinsiy ko'payish odamlarda, hayvonlarda va ayrim o'simliklarda keng tarqalgan. Jinssiz ko'payish: bu usulda yangi organizm bitta ota-onadan hosil bo'ladi va genetik jihatdan ota-onaga o'xshash bo'ladi.

rpHPLC – Teskari-fazali yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi Yuqori samarali teskari fazali suyuqlik xromatografiyasi (rpHPLC) molekullarni gidrofoblik asosida ajratishni nazarda tutadi.

Sefalapodalar (Cephalopoda) – bu mollyuskalar sinfiga mansub hayvonlar guruhi bo'lib, Sefalapodalar asosan suvda yashovchi, yuqori darajada rivojlangan va murakkab nerv tizimiga ega bo'lgan hayvonlardir. Ularning o'ziga xos xususiyatlari va tuzilishi, ularni boshqa mollyuskalar guruhidan ajratib turadi.

Shistosomoz – bu shistosoma parazitlari tomonidan keltirib chiqarilgan infeksiyon kasallik bo'lib, asosan suv orqali tarqaladi. Ushbu kasallik dunyoning tropik va subtropik mintaqalarida,

ayniqsa rivojlanayotgan mamlakatlarda keng tarqalgan. Shistosomozning asosiy sababchisi – Shistosoma turidagi parazitlar bo'lib, ular inson organizmiga kirishi uchun zarur bo'lgan xo'jayin – suvda yashovchi mollyuskalar.

Soxhlet ekstraksiyasi – bu kimyoviy moddalarni ajratish va konsentratsiyalash usuli bo'lib, asosan qattiq materiallardan suyuq erituvchilar yordamida ma'lum moddalarni olish uchun ishlatiladi. Ushbu jarayon odatda muayyan bir modda yoki faol birikmalarning qattiq materialdan ajratilishida qo'llaniladi.

Statolits (yoki statolitlar) – ba'zi hayvonlarda, ayniqsa, dengiz mollyuskalarida va ba'zi boshqa organizmlarda mavjud bo'lgan muhim anatomik tuzilmalar. Ular asosan muvozanat va joylashishni aniqlashga yordam beradi. Statolitlarga xos asosiy funksiyalari va xususiyatlar. Statolitlar organizmning o'z holatini va joylashuvini his qilishiga yordam beradi. Ular gravitatsiyani his etib, hayvonning qayerda ekanligini aniqlashga yordam beradi.

Topshell – bu mollyuskalar sinfiga mansub dengiz chig'anoqlari turkumiga kiradigan gastropodalar oilasidir. Ularning ilmiy nomi Trochidae bo'lib, ularning chig'anoqlari konussimon shaklga ega va ko'pincha yorqin ranglarda bo'ladi. Topshell chig'anoqlari odatda sayoz suvli hududlarda, toshli qirg'oqbo'yi zonalarida uchraydi. Chig'anoq shakli: konussimon va spiral ko'rinishga ega. Ranglari: ko'pincha qizil, yashil, binafsha va boshqa yorqin ranglar aralashmasi bilan bezatilgan. Toshli qirg'oqbo'yi hududlarda yashab, asosan suv o'tlaridan oziqlanadi va o'z ekotizimida muhim rol o'ynaydi. Topshellar dengiz biologiyasida muhim ahamiyatga ega bo'lib, ular dengiz muhitida oziq zanjiri va biologik xilma-xillikni saqlab turishda yordam beradi. Shuningdek, ularning chig'anoqlari dekorativ maqsadlarda ham yig'iladi.

Winkles – yoki “dengiz shilliq qurtlari” (odatda *Littorina* turiga mansub), dengiz mollyuskalari oilasiga kiruvchi kichik gastropoda mollyuskalardir. Ular mayda, spiral shaklidagi qobiqqa ega bo'lib, asosan qoyalarda va suv o'tlarida yashaydilar. Winkleslar ko'pincha sayoz dengiz hududlarida, qirg'oqqa yaqin joylarda uchraydi va to'lqinlar oralig'idagi zonalarda ko'plab joylarda keng tarqalgan. Ular o'simlikxo'r bo'lib, asosan yosinni ozuqa sifatida ishlatadi. Winkleslar ko'plab dengiz qushlari va boshqa dengiz hayvonlari uchun oziq bo'lib xizmat qiladi, shuningdek, ba'zi mintaqalarda odamlar tomonidan ham iste'mol qilinadi.

Xoyl organi – (MOLLYUSKA: boshoyoqlar) Embrional karakatitsada hujayralarning aniq to'plami qobiq qopining yopilish joyida langar kompleksi shaklida; xorionni va uning atrofidagi qobiqni eritadigan proteolitik ferment ishlab chiqaradigan ko'payish bezi.

MUQADDIMA.....	3
----------------	---

1-BO' LIM. BIOLOGIYA, EKOLOGIYA VA FIZIKKIMYO

1-BOB. SEPIA OFFICINALIS KARAKATITSALARINING TUXUM QO'YISHI

1. Kirish.....	7
2. Tuxum qo'yishi: tavsifi.....	8
3. Tuxum qo'yish: tartibga solish.....	9
4. Neyropeptidlar.....	9
5. Jinsiy feromonlar.....	16
6. Tuxumdon regulyator peptidlari.....	19
7. Tuxum qobig'i: tuzilishi, vazifalari va embrion rivojlanishi.....	23
8. Nidamental bezlar: sefalopodlar Decabrachianing o'ziga xosligi.....	24
9. Og'iz bo'shlig'i: tuxumlarning tugashi.....	26
10. Karakatitsaning tuxum qobig'i.....	27
11. Tuxum qobig'ining tarkibi.....	29

2-BOB. HOVUZDAGI SUV SHILLIG'INING KO'PAYISHI EKOLOGIK XAVFNI BAHOLASH MODELI SIFATIDA: REALLIK VA GIPOTEZALAR

1. Kirish.....	37
2. Suv muhitida steroid tipidagi endokrin tizimni buzuvchi kimyoviy moddalar.....	39
2.1. Steroidal EBKMLarni aniqlash usullari.....	41
2.2. Progestogenlar neyroendokrin buzuvchi sifatida: baliqlar dunyosiga ta'siri.....	42
3. Mollyuskalar atrof-muhit o'zgarishlarida «munosib va qimmatli» hayvonlar namunalari sifatida.....	43
3.1. Mollyuskalardagi jinsiy steroidga o'xshash retseptorlar.....	43
3.2. Mollyuskalarning steroid endokrin tizimi: dalillar va savollar.....	44
3.3. L. stagnalisning jinsiy tuzilishi va xulq-atvori.....	46
3.4. L. stagnalisdagi progestogen ta'siri.....	47
3.5. L. stagnalis EBKM eksperimentida «haqiqiy» sinov hayvoni sifatida.....	49
4. Umumiy mulohazalar: ekotoksikologik va fiziologik.....	50

3-BOB. ALOQA ZONASIDAGI JANUBIY VA SHIMOLIY AMERIKA YALANGBALIG'I (SALVELINUS FONTINALIS) POPULYATSIYASINING GENETIK XUSUSIYATLARI

Kirish.....	61
1. Uslubiyati.....	63
1.1. Namuna olish.....	63
1.2. Protein tahlili.....	63
1.3. Ma'lumotlar tahlili.....	63
2. Natijalar.....	67
4. Muhokama.....	69
4.1. Yalangbaliqlarning kamayishi.....	69
4.2. Yalangbaliqlarda qayta tiklangan izozim lokuslar.....	69
4.3. Virjiniyaning janubi-g'arbiy qismida SABTning geografik tarqalishi.....	70
4.4. Yangi daryo ariq yalangbaliq populyatsiyalarining geografik tarqalishi va genetik yaqinligi.....	71
4.5. Boshqaruv oqibatlari.....	75
Minnatdorchilik.....	76

4-BOB. FRANSIYADA BEGONA BALIQ TURLARINING KIRIB KELISHI GOBIDAE OILASI VAKILLARI BUQABALIQLAR MISOLIDA

1. Kirish.....	81
2. Yevropa va Fransiya'dagi begona turlar.....	84
2.1. Maqsadli ravishda ko'chirib keltirilgan, lekin iqlimlashtirilmagan ikki begona baliq turlari: kamalakrang gulbaliq va oq amur baliqlari.....	89

2.2. Maqsadsiz kelib qolgan invaziv turlardan biri: Pseudorasbora parva	90
3. So'nggi paytlarda buqabaliqlarning keng tarqalish sabablari	91
3.1. Invaziv turlarning holati	92
3.2. Gidrotizimlarning invaziv turlar uchun qulayligi	93
4. Xulosa	94

5-BOB. MUZLIK DAVRIDA MARKAZIY YEVROPANING KARPAT HAVZASIDAGI QURUQLIK VA CHUCHUK SUVDA YASHOVCHI REFUGIYA QORINOYOQLI MOLLYUSKASI

1. Kirish	101
2. Muzlik davri refugialarining issiq suvli buloqlar va ko'llarda: avliyo Ladislaus ko'li, Nagyvárad-Püspökfürdő (Petea ko'li, Oradea viloyati)	106
3. Dengiz sathidan 500–700 m balandlikda bo'lgan baland tog'larda, balandlik oraliq'idagi muzlik davri o'rmon refugiumi: Vengriyaning shimoli-sharqdagi Peteni g'ori va Reytek 1 tosh boshpanasi, Byukk tog'lari	110
4. Shamol esgan qumtepalar va sel tekisliklari chegarasidagi muzlik davri: Bátorliget botqog'i, Nyrseg viloyati, Shimoliy Vengriya va Oksa botqoqliligi, Dunay-Tissa daryosi oraliq'i, Markaziy Vengriyadan misollar	111
5. Mo'tadil o'rmonli dasht va dasht gastropodalarining muzlik davri: Shimoliy Voyvodina, Serbiya, srvenka g'isht zavodining lyoss/paleozol ketma-ketligi bo'yicha to'rtlamchi malakologik tadqiqotlar natijalari	114
6. Xulosa	117
Minnatdorchilik	117

6-BOB. MEKSIKANING KALIFORNIYA JANUBI-SHARQIY KO'RFAZIDAGI GASTROPODA (QORINOYOQLI MOLLYUSKA)LARINING BIOLOGIK XILMA-XILLIGI

Kirish	125
1.1. Kaliforniya ko'rfazining geografiasini va okeanografiasini	126
1.2. Ohuira lagunining geografiasini va okeanografiasini	126
1.3. Mollyuskalarning biologik xilma-xilligi	127
1.1.1. Hozirgi kundagi holati	127
1.3.2. Gastropoda (qorinooyoqli mollyuska)larning biologik xilma-xilligi	128
2. Ohuira lagunasidagi gastropoda (qorinooyoqli mollyuska)larning biologik xilma-xilligi	128
1.1. Alfa xilma-xillik o'leho'i	129
1.1.1. Boylik (S), mo'llik (A) va nisbiy ko'plik (Pi)	130
1.1.2. Patos orolidagi biologik xilma-xillik	131
2.1.3. Bledos orolidagi bioxilma-xillik	131
2.1.3.1. Bleditos orolidagi bioxilma-xillik	132
2.1.3.2. Mazokaxui orolidagi bioxilma-xillik	133
2.1.4. Tunosa orolidagi bioxilma-xillik	133
2.2. Ekologik ko'rsatkichlar	133
2.2.1. Dominant turlar (ID) va Shennon-Vicerning xilma-xilligi (H')	133
2.2.2. Pielou qiymati (indeksi)	133
2.2.2.1. To'liqlar mavjud hududlarda (J'1) va to'liqlar mavjud bo'lmagan hududlarda (J'2) dominant turlar o'rtasidagi farqlarni taqqoslash	133
2.2.2.2. Xilma-xillik indeksi yoki Margalef xilma-xilligi (Dmg)	134
3. O'rganilayotgan hududdagi qorinooyoqli mollyuskalar (gastropodalar)ning biologik xilma-xilligi va ahamiyati	134
3.1. Ekologiya, biologiya va sistematikadagi ahamiyati	135
3.1.1. Qorinooyoqli mollyuska black murex Hexaplex (Muricanthus) nigritus (Philippi, 1845)	135
3.2.1. Pushti lablii murex Phyllonotus Erythrostoma (Swainson, 1831) qorinooyoqli mollyuskasi (gastropoda)	136
3.1.3. Tinch okeanidagi melongena qorinooyoqli mollyuskalari Melongena Patula (Broderip va Sowerby, 1829)	136

3.2. Hunarmandchilik (turizm)ni rivojlantirish.....	137
3.2. Baliqchilik.....	137
3.3.1. Hozirgi holati	137
3.3.1.1. Qorinoqqli mollyuska qora murex Hexaplex (Muricanthus) nigritus (Filippi, 1845)	137
3.3.1.2. Pushti labli mureks qorinoqqli mollyuska Phyllonotus erythrostoma (Swainson, 1831)	139
3.3.1.3. Tinch okeanining melongena yoki qirrali qorinoqqli mollyuskasi Melongena patula (Broderip va Sowerby, 1829) va boshqa gastropodalar	139
3.4. Akvakultura.....	140
3.3.2. Hozirgi holati	140
4. Muhokama	140
Tashakkurnoma.....	141

7-BOB. DENGIZ SUVSHILLIQLARI: INSONLAR TA'SIRIDAGI QOYALI QIRG'OQLARDA YASHOVCHI INDIKATOR TURLARINING BIOLOGIYASI VA EKOLOGIYASI (PHORCUS TURKUMI VAKILLARI MISOLIDA)

1. Kirish.....	146
2. Cho'qqisimon qobiqli gastropoda mollyuskalar biologiyasi va ekologiyasi.....	148
2.1. Anatomiya.....	148
2.2. Taksonomiya va geografik tarqalishi.....	149
2.3. Nafas olish sistemasi.....	151
2.4. Oziqlanish xususiyatlari, xulq-atvori va ekologik ahamiyati.....	151
2.5. O'sishi.....	153
2.6. Ko'payishi.....	154
3. Phorcus turkumiga antropogen omillarning ta'siri	156
3.1. Mahsuldorlik	156
3.3.1. Madeyra arxipelagidagi Phorcus sauciatu mahsuldorligi: tarixiy rivojlanish nazariyasi	158
3.2. Ifloslanish: chig'anoqlar yashash muhiti salomatligining bioindikator sifatida	159
3.3. Iqlim o'zgarishining intertidal jamoalar – Phorcus turkumining chig'anoqlarga ta'siri	161
Minnatdorchilik.....	166

8-BOB. CHUCHUK SUV QISQICHBAQASIMONLARI – DEKADPODA: GVATEMALANING MUHIM RESURLARI

Kirish.....	176
O'rganilayotgan hudud.....	177
4. Materiallar va usullar	178
Minnatdorchilik.....	184

9-BOB. BOLGARIYADAN KELGAN QORA DENGIZ MIDIIYASI (M. GALLOPROVINCIALIS)NING PROKSIMAL VA BIOAKTIV LIPID TARKIBINI BAHOLASH

1. Kirish.....	186
2. Material va metodika (uslubiyat).....	187
2.1. Namunalarni yig'ish.....	187
2.2. Standartlar va reagentlar	187
2.3. Taxminiy tarkibni tahlil qilish.....	188
2.4. Yog' kislotalari tahlili.....	188
2.5. Yog'da eriydigan vitaminlar, xolesterin, pigmentlar va HPLC tahlilini olish.....	188
2.6. Oziqlanishning sifat ko'rsatkichlari	189
2.7. Statistik tahlil	190

3. Natijalar va muhokamalar.....	190
3.1. Taxminiy tarkib.....	190
3.2. Yog' kislotalari tarkibi.....	192
3.3. Yog' da eriydigan vitaminlar, xolesterin, beta-karotin va astaksantin miqdori.....	196
3.4. Midiy lipidlarining ozuqaviy qiymatini baholash.....	200
4. Xulosa.....	202
Minnatdorchilik.....	203

10-BOB. (SPONGIA) G'OVAKTANLILARNING BIOLOGIK VA TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI

1. Kirish.....	208
2.2. Saraton kasalligiga qarshi vositalar.....	209
3. Antibakterial faol moddalar.....	215
4. Virusga qarshi birikmalar va ularning samaradorligi.....	217
5. Zamburug'larga qarshi aralashmalar.....	218
6. Yallig'lanishga qarshi birikmalar.....	220
7. Fermentlarning inhibitor faolligi bilan dengiz shimgichidan olingan aralashmalar.....	222
8. Immunosuppressiv birikmalar va ularning samaradorligi.....	223
9. Gipoxolesterinli birikmalar.....	224
10. G'ovaktanlilardan olingan antibiotiklar.....	224
11. Dengiz bo'shliqchilaridan ajratib olinadigan antifouling va antibiofilm aralashmalari.....	226
12. Xulosa.....	226
Manfaatlar to'qnashuvi.....	227

11-BOB. MOLLYUSKALAR BIOBIRIKMALARINING KIMYOVIY EKOLOGIYASI

1. Kirish.....	241
2. Kimyoviy ekologiya tushunchasi.....	243
3. Mollyuskalarda tabiatdagi birikmalarining kimyoviy ekologiyasi.....	245
4. Mollyuskalardagi tabiiy birikmalarining turli tiplari.....	246
5. Mollyuskalarda yog' kislotalarining o'rni va ahamiyati.....	247
6. Omega-6 va omega-3 nisbatlari, ular bilan bog'liq ta'sirlar.....	249
7. Atrof-muhit parametrlari va oziqlanishning biobirikmalarga ta'siri.....	252

2-BO'LIM. MUHOFAZA QILISH VA BARQAROR BOSHQARISH

12-BOB. NEOTROPIK CHUCHUK SUV BALIQLARINI (JANUBIY TROPİK VA MARKAZIY AMERIKANING CHUCHUK SUV BALIQLARI) SAQLAB QOLISHDAGI GENETIK TATBIQLAR

1. Neotropik hududdagi daryolar.....	258
2. Neotropik baliqlarning xilma-xilligi va biologiyasi.....	260
3. Neotrop baliqlar uchun ekologik ta'sirlar va xavflar.....	263
4. Genetik tatbiqlar.....	266
5. Molekulyar belgilar.....	268
5.1. Allozimlar.....	269
5.1. Restriksion fragmentlar uzunliklarining polimorfizmlari (RFLP).....	269
5.2. Tasodifiy kuchaytirilgan polimorf DNK (RAPD).....	269
5.3. Tasodifiy kuchaytirilgan polimorf DNK (AFLP).....	270
5.4. mtDNK belgilari.....	270
5.5. Mikrosatelitlar.....	271
5.6. Bir nukleotidli polimorfizmlar (SNP).....	272
5.7. Molekulyar markerlarni aniqlashda yangi avlod (NGS) ketma-ketligini aniqlash.....	273
6. Molekulyar markerlarning qo'llanilishi.....	275
6.1. Neotropik kripik turlarni aniqlash.....	275
1.2. Genetik o'zgaruvchanlik.....	276
1.3. Genetik tuzilma.....	277

1.4. Neotropik gibrid baliqlarni identifikatsiya qilish.....	278
1.5. Neotropik baliqlarning kuzatish imkoniyati	279
6. Xulosa	280

13-BOB. GIRVA DARYOSINING MUHIM BIORESURLARINING HOLATI, UTTAR-PAQDESH, HINDISTON, KATERNIAGHAT YOVVOYI TABIIAT QO'RIQXONASIDAGI GANG DARYOSI DELFINI (PLATANISTA GANGETICA) UCHUN MAXSUS HAVOLA

1. Kirish.....	296
2. Tadqiqot o'tkazilgan hudud	298
3. Tadqiqot usullari	298
4. Natijalar muhokamasi.....	300
4.1. Girva daryosidagi asosiy suv faunasining hozirgi va avvalgi holatiga baho berish	300
5. Muhofazaning cheklanishi.....	304

14-BOB. YOPIQ SUV AYLANMA TIZIMI: INDONEZIYADA KREVETKALARNI KO'PAYTIRISHDA YOPIQ SUV TA'MINOTI QURILMASINING ROLI

1. Kirish.....	308
2. YSTQ tamoyili.....	310
2.1. Zamonaviy qurilma faoliyati	311
2.2. YSTQ tizimining boshqa mikrobiologik tizimlardan farq qiluvchi xususiyatlari	312
3. YSTQ tizimini ishlab chiqish.....	313
3.1. Qurilish va obyektlarini loyihalashtirish.....	314
3.2. Mikrobiologik komponentlar.....	315
3.2.1. Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar.....	315
3.2.2. Avtotrof mikro suv o'tlari.....	316
3.2.3. Geterotrof bakteriyalar	318
4. YSTQ tizimining muhiti	319
4.1. O'sish uchun mo'ljallangan rezervuarda mikroorganizmlarni parvarishlash.....	319
4.2. Mayda qisqichbaqasimonlar va krevetkarni iqlimlashtirish va ko'paytirish (ta'minlash).....	320
4.3. Oziqlantirishni boshqarish	320
4.4. Mikrobiologik manipulyatsiyasi	321
5. YSTQ tizimi monitoringi.....	321
5.1. Suvning sifat ko'rsatkichlari.....	321
5.1.1. Fizikimyoviy ko'rsatkichlar.....	322
5.1.1.1. Harorat	322
5.1.1.2. Erigan kislorod (EK).....	322
5.1.1.3. pH.....	322
5.1.1.4. Azotning noorganik birikmalari.....	322
5.1.2. Mikrobiologik ko'rsatkichlar	323
5.2. Qisqichbaqalarning o'sish ko'rsatkichlari: biologik ko'rsatkichlar	323
6. YSTQning krevetka yetishtirishda samaradorligi.....	324
6.1. Oq qisqichbaqalarni yetishtirish	324
6.1.1. Simov ko'lami	324
6.1.2. Sanoat miqyosida	326
6.2. Qisqichbaqalarni yetishtirish	327
6.2.1. YSTQ tizimi va qo'shimcha Bambukdan yasalgan yashirish joylari	327
6.2.2. YSTQ tizimi va qo'shimcha vertikal xomashyo substrati	329
7. Texnik va iqtisodiy jihatdan amalga oshirishni tahlil qilish	332
7.1. Texnik jihatdan amalga oshirish tahlili.....	332
7.2. Iqtisodiy maqsadga muvofiqlik tahlili	333
IZOHLI LUG'AT	341

1457.762
Ushbu xorijiy o'quv adabiyoti o'zbek tiliga ilk marotaba tarjima qilinganligi munosabati bilan nashriyot va tarjimonlar tomonidan ayrim kamchilik va xatoliklarga yo'l qo'yilgan bo'lishi mumkin. Kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida fikr-mulohazalaringizni quyidagi manzil va telefon raqamlari orqali qabul qilamiz.

Manzil: Toshkent shahar, Navoiy ko'chasi, 30-uy.

Telefon raqami 71-244-15-53.

SAJAL RAY

SUV BIORESURLARI

Muharrir I. Solihova

Badiiy muharrir D. Mulla-Axunov

Texnik muharrir R. Ahmedov

Sahifalovchi N. Axmedova

Nashrlik faoliyati to'g'risidagi xabarnoma

6.11.2023-yil qabul qilingan, tasdiqnoma № 156149.

Bosishga 2025-yil 25-aprelda ruxsat etildi.

Bichimi 70x100^{1/16}. Bosma tabog'i 22,0.

Adadi 50. Buyurtma №021/O-25.

«Donishmand ziyosi» MChJ nashriyotida nashrga tayyorlandi.

Toshkent shahar, Navoiy ko'chasi, 30-uy.

«Kamalak-PRESS» MChJ bosmaxonasida chop etildi.

Toshkent shahar, Navoiy ko'chasi, 30-uy.

«Donishmand ziyosi»

ISBN 978-9910-715-60-0



9 789910 715600