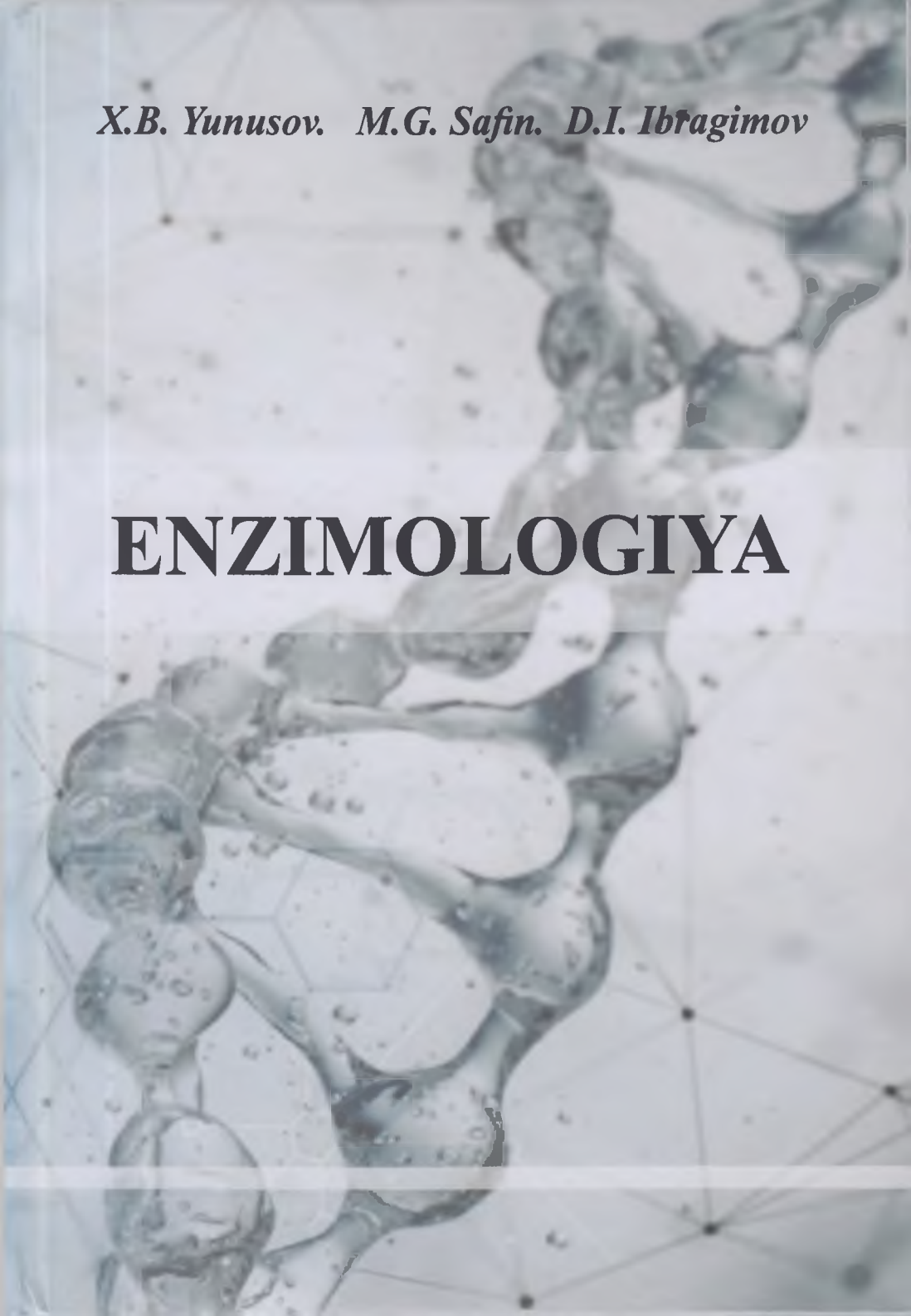


X.B. Yunusov. M.G. Safin. D.I. Ibragimov

ENZIMOLOGIYA



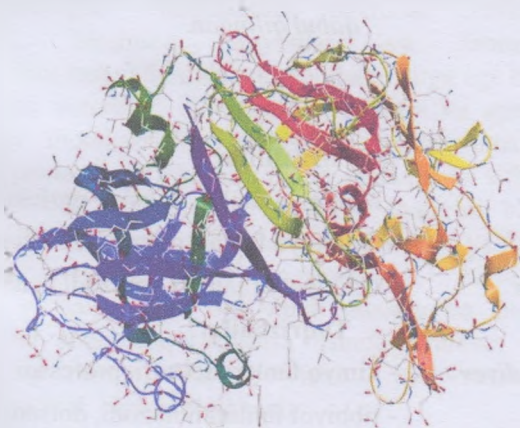
VETERINARIYA OLIY TA'LIM MUASSASALARI VA
FAKULTETLARI UCHUN DARSLIK

SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI,
CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI

X.B. Yunusov, M.G. Safin, D.I. Ibragimov.

ENZIMOLOGIYA

Darslik



TOSHKENT-2023

577.15

Y4 57

UO'K 577.15(075)
KBK 28.072ya7
E 61

**Enzimologiya [Matn]: darslik / X.B. Yunusov. M.G. Safin.
D.I. Ibragimov. - Toshkent: Ideal press, 2023.-227 b.**

"Enzimologiya" fani fermentlarning metabolizm va energiyadagi asosiy rolini, tirik organizmlardagi metabolik jarayonlarni tartibga solish va integratsiyalashuvini va fermentlardan amaliy faoliyatda foydalanishni ko'rsatishdir.

Darslik veterinariya meditsinasi, veterinariya diagnostikasi va oziq-ovqat xavfsizligi fakulteti, biotexnologiya fakulteti talabalari, veterinariya mutaxassislari, malaka oshrish va qayta tayyorlashga, o'qituvchilar, veterinariya fermentologiyasi bilan shug'ullanadigan mutaxassislar uchun mo'ljallangan.

O 'zbekiston Respublikasi oliy ta' lim, fan va innovatsiyalar vazirligi tomonidan veterinariya meditsinasi, veterinariya farmatsevtika, veterinariya farmakologiyasi, veterinariya diagnostikasi va laboratoriya ishi ta 'lim yo' nalishtlari bo ' yicha talabalar uchun darslik sifatida qabul qilingan.

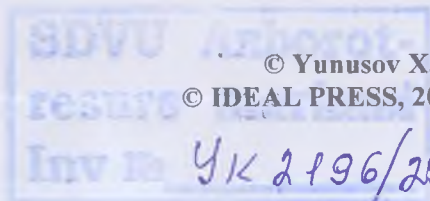
Mualliflar:

- X. B. Yunusov** - biologiya fanlari doktori, professor;
M.G. Safin - biologiya fanlari nomzodi, dotsent;
D.I. Ibragimov - veterinariya fanlari nomzodi, katta o'qituvchi.

Taqrizchilar:

- N. Muhammadiyev** - kimyo fanlari doktori, professor;
Q.M. Xoliqov - tibbiyot fanlari nomzodi, dotsent.
A.K. Bayqulov - PhD, dotsent.

ISBN 978-9943-9478-7-0



© Yunusov X. B.
© IDEAL PRESS, 2023

KIRISH

Fermentlar - oqsil tabiatiga ega bo'lgan biokatalizatorlar bo'lib, ular hayotiy jarayonlarning kechishida hosil bo'ladi, moddalar va energiya almashinuvida ishtirok etish tufayli muhit va organizm o'rtasidagi dialektik birlikni ta'minaydi. Tirik organizmlar, xususan hayvonlar, o'simliklar va mikroorganizmlarda sodir bo'ladigan hayotiy jarayonlarning kechishini ta'minlanishida fermentlar muhim ahamiyatga egadir. Bu biofaol makromolekulalar shunday muhim hayotiy jarayonlarni kechishini ta'minlaydiki, ular orqali irsiy axborotning saqlanishi va ko'chirilishi, bioenergetika, biomolekulalarning sintezi va parchalanishi, moddalarning hujayra, to'qima, organlar va butun organizm miqyosida almashinuvi kabi uzluksiz ravishda sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalar amalga oshadi.

Bu makromolekulalarni chuqur o'rganish orqali hanuzgacha sir bo'lib kelayotgan va hayot deb nomlangan keng qamrovli jumboq hodisalar elementlarining mohiyatlarini birin-ketin ochish imkoniyati yaratildi. Fermentlar va enzimologiyaning biologiya, tibbiyot va veterinariyadagi ahamiyati beqiyosdir. Fermentlarni o'rganish genetik apparat ishini, membranalar faoliyatini, oziqlanish hamda makromolekulalar xususiyatlarini, hujayra ichidagi metabolizmni, kataliz, fiziologik boshqariluv, bakterial achish, energiyaning almashinuvi, biosintez jarayonlari va farmakologik ta'sir mexanizmlarini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Bo'lajak veterinar, biotexnolog bakalavr va ayniqsa fiziolog va biokimyogar mutahassisligi magistrleri ushbu muammolarni to'liq tushunib etgandagina o'z kasbini mohir mutaxassisi sifatida shakllanadi. Muayyan darslik ma'lumotlari bu kasb egalarini bilim, malaka va ko'nikmalarini shakllantirishda ularning biokimyovo va fiziologiya fanlari, shuningdek genetika, gen muxandisligi, biotexnologiyalarning zamonaviy yo'nalishlariga oid yangi nazariy va amaliyot asosidagi ma'lumotlarni chuqurroq tushinish hamda umuman olganda hayotiy jarayonlarning mexanizmlari bo'yicha hartomonlama mushohada yuritishda ko'mak berishi shubhasiz.

Darslikda fermentlar bo'yicha eng zamonaviy ma'lumotlar, fikr va mulohazalar keltirilgan va biolog, biotexnolog, veterinar bakalavrlar va "Hayvonlar fiziologiyasi va biokimyosi" mutaxassisligi magistrleri uchun rejalashtirilgan namunaviy dastur talablariga to'liq javob beradi.

Darslikda enzimologiyaga oid ma'lumotlar ixcham va aniq ravishda, sohada erishilgan yutuqlar asosida bayon qilingan.

Materiallarni o'zlashtirish samaradorligini oshirish maqsadida unda, fanga oid ma'lumotlar bayonini tenglamalar, formulalar, jadval, grafik, rasmlardan, shuningdek ayrim metabolitik jarayonlarning sxemalaridan foydalangan holda amalga oshirilgan bo'lib, bunda mavzular bayonining ketma-ketligi ham o'zaro bir biri bilan uyg'unlashtirilgan.

Darslik bo'yicha tanqidiy mulohazalar, xohish va takliflar mualliflar tomonidan mamnunlik bilan kutib olinadi.

Ushbu darslik "Hayvonlar fiziologiyasi va biokimyosi" 70840303 mutahassisligi bo'yicha magistrlar tayyorlash uchun rejalashtirilayotganini va bu mutaxassislikka tegishli faoliyat davomida fermentlardan foydalanish imkoniyatlarini hisobga olgan holda yaratildi. Bu imkoniyatlar jumlasiga quyidagilarni kiritish mumkin:

- mineral moddalar va vitaminlar hamda oziqa aralashmasidagi boshqa komponentlar bilan o'zaro mutanosiblikni taminlaydi;
- o'zlashtirilish darajasi va oziqaning konversiyalanishini oshiradi;
- ratsionning oziqaviy va energetik qimmatini oshiradi;
- hayvonning fiziologik holatini yaxshilanishi va ximusning qayshqoqligini pasaytiradi;
- hayvonlarning o'sish darajasini kuchaytiradi;
- oziqa mahsulotlari tannarxini arzonlashtiradi.

1. ENZIMOLOGIYA HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR.

Fermentlar yoki enzimlar oqsil tabiatli yuqori molekulyar moddalar bo'lib, tirik organizmlardagi o'zaro bir-biri bilan bog'liq bo'lgan yuz minglab va millionlab kimyoviy reaksiyalar, jumladan-sintez, parchalaniish, hamda ko'pdan-ko'p va xilma-xil kimyoviy birikmalarni o'zaro almashinuvi kabi reaksiyalarni amalga oshishida ishtirok etadi. Hayot va uning xilma-xil tarzda namoyon bo'lishi-kimyoviy reaksiyalar yig'indisi hisoblanib, ular maxsus fermentlar tomonidan katalizlanadi.

Ma'lumki, tirik organizmning muhim xususiyati moddalar va energiya almashinuvidir. Bu jarayonni jadallashtiruvchi va yo'naltiruvchi apparatning molekulyar mexanizmlarini asosi sifatida esa fermentlar xizmat qiladi.

Hayotiy jarayonlarning sodir bo'lishiga oid har qanday mexanizmlarni tushunib olish muammosini yechimi bevosita tegishli ferment tizimlarini o'rganish bilan bog'liq. Bundan tashqari fermentlar gen - muhandisligi izlanishlarida muhim qurol-asbob vazifasini bajaradi. Shuningdek ulardan tibbiyot, farmasevtika, qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat va sanoatning boshqa tarmoqlarida ham tobora keng foydalanilmoqda.

1.1. Enzimologiyaning qisqacha rivojlanish tarixi.

Insoniyat o'zining ilk rivojlanish bosqichidayoq, ya'ni ilm-fan taraqqiy etmagan davrdan boshlaboq, o'zi tabiatdagi narsa va hodisalarni to'liq tushinib etmasdan ko'p kuzatuvlar asosida shakllangan malaka va ko'nikmaga tayangan holda fermentativ jarayonlardan foydalanib kelgan. Xususan, inson qadim-qadimdan boshlab non pishirish, terini oshlash, vino, sirka, qatiq, pishloq tayyorlash kabi fermentlar ishtirokida kechadigan amaliy jarayonlarni amalga oshiraolgan.

Fermentlar (enzimlar) - oqsil tabiatli biokatalizatorlardir. Bu makromolekulalar barcha tirik organizmlarda hosil bo'ladi va murakkab funksiyalarni bajaradi. Bu moddalar dastlab (lotincha: "*fermentum*" - achitqi, grekcha: "*en*"-ichki, "*zime*"-achitqi degani) bo'lib, dastlab achitqidan ajratib olingan. Shu sababli fermentlarni o'rganuvchi fan biokimyoning eng muhim tarmoqlaridan biri bo'lib, uni *fermentologiya* yoki *enzimologiya* deb nomlanadi.

Fermentlar haqidagi ta'limotni rivojlanishini insoniyatning rivojlanishi bilan bog'liq holda, odamlarning kuzatuvini asosida shakllangan ko'nikmalarga asoslanib, ularning tuzilishi, mavjudligini bilmasdan turib foydalanish davriga va unga oid ma'lumotlarning asta-sekin yig'ilib, fan sifatida shakllanib, ilmiy asosda bu biofaol moddalardan turmushda, tibbiyotda, qishloq xo'jaligi, sanoat va xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarida samarali foydalanishga o'tilgan davrlarga bo'lish mumkin.

Enzimologiyaning fan sifatida shakllanib boshlashi 1814 yilda Sank-Peterburg Fan Akademiyasi a'zosi K.S. Kirkgoffning arpa maysasigina emas, balki bu maysadan olingan shira ham kraxmalni shakargacha parchalash qobiliyatiga ega ekanligini ko'rsatib berishidan boshlandi.

Keyinchalik bu shira tarkibidagi moddani «amila» deb nomlandi va fransiyalik kimyogarlar A. Payen va Sh. Pirslar 1833 yilda bu maysa ekstrakti tarkibida mavjud bo'lgan termolabil moddani etanol yordamida cho'ktirish natijasida olingan cho'kmadan tayyorlangan aralashma eritmasi kraxmalni parchalanishini isbotlashdilar hamda uni «diastaza» deb atadilar. Tez orada L. Paster va Yu. Libix o'rtasida chuqur ilmiy munozarali tortishuv bo'lib o'tdi.

Bunda L. Paster achish jarayoni faqat tirik mikroorganizmning faoliyati tufayli yuz beradi degan fikrni bildirgan bo'lsa, Yu. Libix achish bu diastaza kabi maxsus modda ishtirokida yuz beradigan kimyoviy jarayon degan fikrni isbotlashga urindi.

Bu ilmiy tortishuv nemis olimlari aka-uka Gans va Edvard Buxnerlar tomonidan 1897 yilda o'z echimini topdi. Ular achitqining hujayra tuzilishidan xolis qilingandan keyin undan olingan shira shakarni achitish yo'li bilan spirtga va karbonat anhidridga aylantirishini to'liq isbotladilar. Bu kashfiyot uchun ular 1907 yil Nobel mukofatini olishga muvassar bo'ldilar.

XIX asr oxiri XX asrning 30-yillarigacha bo'lgan davrda jami tirik mavjudotlarda uchraydigan fermentlar oqsil tabiatiga ega ekanligi isbotlandi, shuningdek yangidan-yangi fermentlarning mavjudligi aniqlanib, ularning ba'zilar toza kristal holda ajratib olindi. Jumladan amerikalik biokimyogar Dj. Samner 1926 yilda *ureaza* fermentini kanakunjut o'simligi ildizidan toza holda ajratib oldi.

1931 yilda D. Nortrop va Kunitslar pepsin, tripsin, va ximotripsinlarni ham kristal holda ajratib olganliklarini xabar qildilar. 1955-yilda S. Mur va U. Steynlar pankreatik ribonukleazaning birlamchi tuzilmasini aniqladilar. 1969-yilda B. Merifild sun'iy yo'l bilan

ribonukleaza fermentini sintezlashga erishdi va uni tarkibida 124 ta aminokislota qoldig'i borligini isbotladi.

Shu bilan birga fermentlarning kimyoviy tuzilishini o'rganishga kirishib ketildi. Jumladan fermentlar, ularning tarkibiga kiradigan kofermentlar tadqiq qilindi, shuningdek glikoliz, limon kislotasi sikli, yog' kislotasining beta oksidlanishida ishtirok etadigan fermentlar va fermentativ jarayonlar tadqiq qilindi.

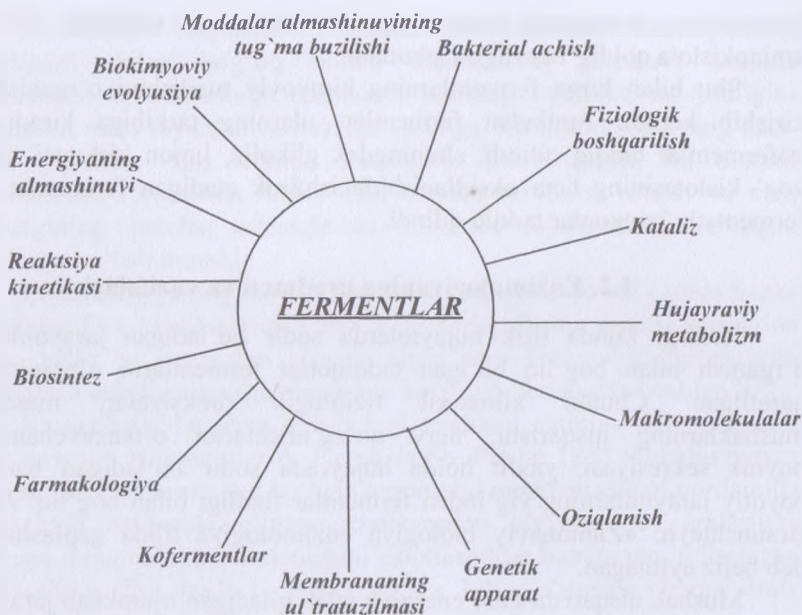
1.2. Enzimologiyaning predmeti va vazifalari.

Hozirgi kunda tirik hujayralarda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganish bilan bog'liq bo'lgan tadqiqotlar fermentlarni o'rganishga qaratilgan. Chunki xilma-xil fiziologik funksiyalar, masalan mushaklarning qisqarishi, nerv qo'zg'alishlarini o'tkazuvchanligi, buyrak sekresiyasi, yaxlit holda hujayrada sodir bo'ladigan barcha hayotiy jarayonlarning yig'indisi fermentlar faolligi bilan bog'liq. A.E. Braunshteyn: «Zamonaviy biologiya enzimologiya tilida gaplashadi» deb bejiz aytmagan.

Mushak qisqarishi kabi energiya talab qiladigan murakkab jarayon o'z moyhiyati jihatidan fermentlar tomonidan katalizlanadigan reaksiyalar zanjiridan iboratdir. Fermentlar hayotiy jarayonlarning kechishida hosil bo'ladi, zaruriy me'yorda (lozim bo'lgan o'rinda va muddatda) sintezlanib, to'xtovsiz ravishda yangilanib turish orqali hayotiy jarayonlarning uzluksiz kechishini ta'minlaydi.

Enzimologiya fani boshqa qator fanlar, xususan, organik, anorganik va fizik-kolloid-kimyolar, fiziologiya, shuningdek toksikologiya, mikrobiologiya, genetika, farmakologiya, biotexnologiya va boshqa fanlar bilan bevosita aloqador bo'lib, u bugungi kunda jadal ravishda rivojlanib bormoqda.

Fermentlarni o'rganish biologiyani rivojlanishida uning nazariy va amaliy jihatlariga oid muammolar echimini topishda muhimligini e'tirof etish bilan birga, ularni xalq xo'jaligi va tibbiyot uchun amaliy ahamiyatga ega ekanligini aloha qayd qilish lozim. Xususan, enzimologiyaning katalizatorlar, antibiotiklar, vitaminlar va boshqa biologik faol moddalarni ishlab chiqaruvchi kimyo, oziq-ovqat, farmasevtika kabi sanoatlarni rivojlantirishida ham muhim ahamiyatga ega. Bu jarayonlarni Grin tomonidan taklif qilingan sxema tarzida ifodalash mumkin bo'ladi (Rasm 1).



Rasm. 1. Fermentlarning va enzimologiyaning biologiya va tibbiyotda ahamiyati (Grin bo'yicha).

Rasm 1-dan ko'rinib turibdiki, biologiya va tibbiyot fanlarining asosiy sohalarini rivoji fermentlarni o'rganilishi bilan bog'liq va ular enzimologiyaning asosiy mazmun, mohiyatini tashkil qiladi. Farmakologik nuqtai nazardan ko'p dorivor moddalarning ta'sir etish mexanizmlari hali unchalik aniqlanmagan bo'lsada, ma'lum darajada bu jarayonlarni ro'yobga chiqishi fermentlar bilan o'zaro ta'sirlanish orqali sodir bo'lishi haqidagi ma'lumotlar olingan.

So'ngi o'nyilliklarda umumiy va molekulyar enzimologiyaning erishgan yutuqlari uning yangi tarmog'i tibbiy va veterinariya enzimologiyalarni rivojlanishiga olib kelmoqda. Enzimologiyaning bu tarmog'ini maqsad va vazifalari, metodologik yondashuvlari endilikda enzimopatologiya, enzimodiagnostika va enzimoterapiya muammolarini yechimiga qaratilmoqda.

Ovqat hazm qilish jarayonini o'rganish bilan mashg'ul bo'ladigan fan tarmog'i organizmga kirib kelgan oziqa moddalarining ovqat hazm qilish tizimi fermentlari ishtirokida bosqichma-bosqich parchalanishini hamda oziqa moddalari tarkibini ushbu fermentlarning miqdor va

sifatiga ta'sir etishiga oid aniq ma'lumotlarga tayanadi. Odam va hayvonlarda uchraydigan irsiy patologiyaning ko'p muammolari maxsus fermentlarning etishmasligi yoki umuman ularning sintezlanmasligi bilan bog'liq.

Hujayraviy o'sish va rivojlanish, differensiyasiya, fiziologik funksiyalar (harakatlanish va makonda ko'chib yurish, moddalarning tashilishi, qo'zg'alanish va tormozlanish va boshqalar) ning sodir bo'lishi ko'p jihatdan biokatalizator, ya'ni fermentlarning funksiyalari bilan bog'liq.

1.3. Enzimologiyaning rivojlanish istiqbollari.

Enzimologiyaning insoniyat uchun ahamiyati - uning tibbiyot, dehqonchilik, chorvachilik, biotexnologiya, gen muxandisligi, sanoatning qator tarmoqlari va h.k.z.larning nazariy asoslarini ishlab chiqishda muhimligidadir. Odamlarning qator kasalliklarini kelib chiqish sabablari biokimyoviy jarayonlarning izdan chiqishi, ya'ni irsiy defekt tufayli ba'zi fermentlarning organizmda sintezlanmasligi tufayli paydo bo'ladi.

Hozirgi kunda 100 dan ziyod bu xildagi kasalliklarning uchrashi ma'lum. Kasalliklarning molekulyar asoslarini chuqur bilmasdan turib, ularga tashxis qo'yish, davolash va ularning profilaktikasi bilan shug'ullanish mumkin emas. Ba'zi kasalliklarni davolashda fermentlardan keng foydalanish-fermentoterapiya yo'nalishi ham istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Enzimologiya yutuqlaridan - non pishirish, pishloq, vino va pivo tayyorlash, choy, yog' ishlab chiqarish, sut, go'sht va baliq, meva va sabzavotlarga qayta ishlov berish kabilarda ham keng foydalanilmoqda.

Enzimologiya dehqonchilik, chorvachilikni zamonaviy talab darajasida rivojlanishini ta'minlashda ham alohida ahamiyatga ega. Chunki madaniy o'simliklardan olinadigan hosilning mo'l-ko'lligi, ularning hayotiy jarayonlarida kechadigan fermentativ reaksiyalarning qay darajada jadal o'tishiga bog'liq bo'lsa, qishloq xo'jalik hayvonlarida ham xuddi shu yo'sinda fermentativ yo'l bilan ularning kunlik rasioni tarkibidagi organik moddalarning to'laroq o'zlashtirilishi va barcha fiziologik jarayonlarning me'yor darajasida sodir bo'lishi bilan bog'liq.

Yaqin kelajakda enzimologiyaning rivojlanishi natijasida quyidagi muammolar o'z echimini topadi:

-genetik va hujayraviy muhandislik uslublarini ishlab chiqish va takomillashtirish;

-o'simliklarning yangi navlari, yangi hayvon zotlari, mikroorganizmlarning yangi shtammlarini olishga qaratilgan ishlarni amalga oshirish;

-irsiy kasalliklarning tashxisi, davolash va profilaktikasiga oid yangi uslublarni ishlab chiqish;

-yangi katalizatorlar olish va amaliyotga tatbiq qilish;

-hujayraning biomolekulalari tuzilmasi va funksiyasini tadqiq qilish;

-odam va hayvonlarda kasallik keltirib chiqaruvchi mikroorganizmlarning genetik jihatlarini tadqiq qilish va shu asosda kasalliklarga tashxis qo'yish, davolash va profilaktika qilish uslublarini ishlab chiqish;

-kanserogenez, onkogen va onkooqsillar tabiatini o'rganish, ularni paydo bo'lishiga oid molekulyar-biologik mexanizmlarni tadqiq qilish va shu asosda allergiya va ular bilan bog'liq kasalliklarni davolash;

-bioenergetika, oziqlanish, psixika, shuningdek xotira va miya faoliyatiga muammolarning molekulyar asoslarini tadqiq qilish.

2. FERMENTLARNI O'RGANISH USLUBLARI, ULARNING TUZILISHI, XOSSALARI.

2.1. Fermentlarni o'rganish usublari.

Fermentlar oqsil tabiatiga ega bo'lganligi sababli oqsillarni o'rganishda qo'llaniladigan usulblar fermentlar uchun ham qo'llaniladi. Shu bilan birgalikda fermentlarning tarkibida oqsil komponentidan tashqari nosiloqsil tabiatli, shuningdek prostetik guruhli birikma uchrashi mumkin. O'z navbatida bu komponentlarning ba'zilar oqsil komponenti bilan barqaror birikma hosil qilsa, boshqalari bu komponent bilan sustroq birikadi. Shu sababli fermentlarni o'rganishda oqsillarni o'rganishda qo'llanilgan usulblarga qo'shimcha ravishda yana o'ziga xos uslubiy yondashuvlardan foydalaniladi. Amaliy jixatdan fermentlarni o'rganishda ikki xil usulblardan foydalaniladi:

- organizmning yaxlitligiga shikast etkazmasdan tadqiq qilish;
- analitik-dezintegrasyon uslub yordamida tadqiq qilish.

Fermentlarni organizmning yaxlitligiga shikast yetkazmasdan tadqiq qilish usublari.

Fermentlar hujayra miqyosida kechadigan reaksiyalarni katalizlab, uning organellalarida uchrashiga qaramasdan, ularni organizmning yaxlitligiga shikast etkazmasdan tadqiq qilish mumkin. Masalan, organizmga tarkibi u yoki bu radiaktiv izotop (^3H , ^{15}N , ^{18}O , ^{32}P , ^{14}C , ^{35}S , ^{131}I , ^{59}Fe , ^{24}Na)li birikmalarni kiritish yo'li bilan fermentlar faolligini o'zgarishiga oid tadqiqotlarni o'tkazish mumkin. Shuningdek, qon namunasida yoki to'qimadan olingan biopsiya namunasida ferment faolligini o'rganishga oid ma'lumotlarni olish mumkin.

Fermentlarni analitik-dezintegrasyon uslubda o'rganish

Bu uslub organizmning yaxlitligiga shikast etkazib bosqichma-bosqich organ, to'qima, hujayra, gomogenat, subhujayraviy organellalar, ferment ekstrakti, gomogen ferment preparatini va uni tarkibini, molekulyar massasi va xossalari o'rganish imkonini beradi. Demak, fermentlarni yanada chuqurroq o'rganish uchun bosqichma-bosqich amalga oshiriladigan analitik-dizintegrasyon usulblardan foydalaniladi. Bu uslubning tamoyili murakkab biologik tizimni uning alohida qismlariga ajratish maqsadida bosqichma-bosqich oddiylashtirish yoki dezintegratsiyalashdan iborat. Bu usulblarni murakkab tizimlardan oddiy

tizimga qarab olib borilishini tasavvur qiladigan bo'lsak, unda ish tartibini quyidagi ketma-ketlikda, ya'ni: organizmni alohida organlarii ajratish. to'qima va hujayra namunalari kesmasini tayyorlash, ulardan gomogenat tayyorlash va subhujayravii fraksiyalarni ajratib olish, ferment tizimini ferment, koferment va boshqa reaksiya komponentlariga ajratish, shuningdek, bu komponentlarni qaytadan *in vitro* sharoitida qisman yoki to'liq rekonstruksiya qilishga oid tajribalar majmualarini amalga oshiriladi.

Shunday qilib, analitik-dezintegrasiya tadqiqot uslublaridan foydalanilganda dastlab tadqiq qilinadigan to'qimani gomogenizasiya qilinadi. Chunki, oqsil va fermentlarni ajratish va tozalashning dastlabki bosqichi, ularni hujayralardan ajratib olishdan iborat. Buning uchun hujayrani butunligiga shikast etkaziladi, ya'ni uni gomogen holatga keltiriladi. Odatda to'qimalarni gomogenlanishini amalga oshirishni xilma xil uslublari mavjud bo'lib, u yoki bu uslubni tanlab olish biologik materialni xossalari, tarkibi, mustahkamlik darajasiga bog'liq. Ularga quyidagilarni kiritish mumkin:

1) O'simlik va hayvon hujayra va to'qimalarini maydalangan qattiq material-ambraziv (kvars qum) yordamida xovonchada yanchish.

2) Harakatlanuvchi porshensimon moslama(pestik)li gomogenizatoridan foydalanish.

3) Diametri 50-500 mkm bo'lgan mayda shisha sharchalar yordamida hujayra suspenziyasini silkitib gomogenlash.

4) Hujayra suspenziyasini bosim kuchini keskin o'zgartirish yo'li bilan gomogenlash.

5) Hujayra suspenziyasini elakdan siqib o'tkazish yordamida gomogenlash.

6) Ultratovush-dezintegratorli maxsus qurilmalar yordamida gomogenlash.

7) Hujayralarni muzlatish va eritishdan foydalanish asosida gomogenlash.

Biologik materialni gomogenlash asosida gomogenat hosil bo'ladi, undan subhujayravii elementlarni ajratib olish uchun differensial sentrifugalashdan foydalaniladi. Bunda sentrifuganing aylanish tezligi, ekstraksiyalovchi eritmaning konsentrasiyasi, ion kuchi, vodorod ionlarini konsentrasiyasi va gradientini o'zgartirib olish yo'li bilan subhujayravii komponentlar, ya'ni: yadro va hujayraning bo'lakcha qoldiqlari, mitoxondriyalar, endoplazmatik retikulum, lizosomalar,

mikrosomal, ribosomal va gialoplazma, o'simliklarda esa, xloroplastlarni ham ajratib olish mumkin bo'ladi.

Tadqiqotlarning keyingi bosqichi nishon(marker) fermentlar faolligini aniqlash yo'li bilan ajratib olingan subhujayraviy organellalarning tozalik darajasini aniqlashdan iborat bo'ladi. Fermentlar faolligini bu uslubi ularning o'ta maxsusligi, tadqiqot materialining juda kam miqdori bilan, shuningdek qisqa muddatda va tez amalga oshirish imkoniyatining mavjudligi kabi ustunliklarga ega.

Fermentativ identifikasiya uslublari ma'lum subhujayraviy organellalar uchun maxsus, ya'ni indikator ferment deb nomlangan fermentlarni faolligini aniqlashga asoslangan. Subhujayraviy organellalarning tozalik darajalari bo'yicha ancha ishonchli tarzda xulosaga ega bo'lish uchun alohida olingan maxsus bir ferment faolligini o'zini aniqlashgina kifoya qilmasdan, balki ularning ma'lum bir to'plamiga mansub faolliklarni aniqlash lozim bo'ladi.

Fermentlarni o'rganishning bundan keyingi bosqichlari-ularning kimyoviy tarkibi, fizik-kimyoviy xossalari, aminokislota tarkibi va joylashuv ketma-ketliklarini aniqlash bo'lib, ular oqsil kimyosida qo'llaniladigan uslublar yordamida amalga oshiriladi.

Bevosita enzimologiyani o'rganishda foydaniladigan uslublarni uch guruhga, ya'ni:

- fermentlarni toza holda ajratib olish;
- katalizning mexanizmlari va fermentativ reaksiyalarning kinetikasini o'rganish;
- fermentlarning strukturasi o'rganishga bo'lish mumkin.

Bu uslublarning birinchisi uchun yuqorida keltirilganidek tuzlar yoki organik erituvchilar yordamida cho'ktirish va xromatografiya yo'li bilan fraksiyalash keng qo'llaniladi.

Zamonaviy tadqiqot uslublari amaliy jihatdan oqsillarni 100% gacha tozalash imkonini beradi. Hozirgi kunda maxsus bakterial shtammlar yoki eukariotik hujayraviy kulturalar orqali gen muhandisligi (rekombinant oqsillar) yordamida fermentlarni ko'p miqdorda ajratib olish yo'lga qo'yilgan, lekin ba'zi hollarda bu uslublardan foydalanib bo'lmaydi.

Buning uchun tarkibida ferment bo'lgan biologik ekstraktlarini ishqoriy va ishqoriy er metallarining tuzlari yordamida "tuzli ishlov berish" asosida yoki past temperaturada etanol va boshqa shu xildagi organik erituvchilarning har xil konsentrsiyali eritmaları yordamida bosqichma-bosqich cho'ktirib ajratib olish uslublaridan foydalaniladi.

Ferment va oqsil preparatlarini tozalik darajasini yanada oshirish uchun ularni xromatografik va elektrforetik uslublar asosida fraksiyalab ajratishdan keng foydalaniladi.

Xromatografiyaning adsorbsion, taqsimlanuvchi, ion-almashinuvchi, affin, gel-xromotografiya xillaridan foydalaniladi.

Elektroforetik uslublar ham fermentlarni o'rganishda keng qo'llanib, ular qog'oz, kraxmal geli va poliakrilamid gellarda amalga oshiriladi.

Fermentlarni ajratib, tozalab olgandan keyin ularni gomogenligi (tozalik darajasi) ni aniqlash muhim ahamiyatga ega. Tozalik darajasini bir necha xil uslublarda aniqlanadi, jumladan ultrasentrifugalash, poliakrilamid gelda o'tkaziladigan disk-elektroforez, izoelektrik fokuslash, immunokimyoviy uslublar va eruvchanlikni aniqlash kabilardan foydalaniladi.

Fermentning gomogenligi aniqlangandan so'ng uning aminokislota tarkibi va nooqsil tabiatda ega bo'lgan qismini (agar tarkibida uchrasa)kimyoviy tuzilishi o'rganiladi. Buning uchun gomogen ferment 6N HCl yoki 5N Ba (OH)₂ ning eritmasi bilan gidrolizlanadi. Gidrolizat tarkibidagi aminokislotalarni ularning ningidrin bilan reaksiyasiga asoslanib, avtomatik aminokislota analizatori yoki qog'oz xromatografiyasi uslubi yordamida ham sifatii, ham miqdoriy tahlillarni o'tkaziladi.

Shuningdek, fermentlarning gomogenligi ma'lum bo'lgandan keyin ularning aminokislota ketma-ketligini aniqlash uchun ularning N-uchidagi va C-uchidagi aminokislotalar birin-ketin uzib-uzib aniqlash yo'li bilan o'rganiladi. Bunda N-uchidagi aminokislotalarni o'rganishda diizopropil ftor-benzol (DPFB)dan foydalanilsa, C-uchini o'rganishda karboksipeptidaza fermentidan foydalaniladi. Bundan tashqari biopsiya materialidan fermentlarni o'rganish bo'yicha gistokimyoviy tadqiqotlar olib borish ham yo'lgaga qo'yilgan.

Fermentativ reaksiyalarning kinetikasini o'rganish kataziz jarayoni mexanizmlarini matematik modellash, fermentlar faolligiga faollovchilar yoki ingibitorlarning ta'sirini tahlil qilish imkonini beradi. Fermentativ reaksiya kinetikasini (va faolligini) tadqiq qilish ikki uslubda: reaksiyani vaqtning ma'lum bo'lagida to'xtatib substratning kamayish miqdorini, yo reaksiya mahsulotining oshib borish miqdorini aniqlash, yoki bu ko'rsatkichlardan birini doimiy kuzatuvii yo'li bilan amalga oshirish mumkin. Bu tadqiqotlarni olib borishda o'lchovlar manometrik, viskozimetrik, polyarimetrik uslublar asosida olib boriladi, shuningdek

yadro magnit rezonans (YaMR), elektron paramagnit rezonans (EPR) va radioaktiv izotoplar uslublaridan foydalaniladi. Lekin ko'pincha tadqiqotlar o'tkazishda eng ko'p qo'llaniladigan spektrofotometrik tadqiqot uslublari (spektrofotometriya, spektrofilyuometriya va boshqalar) hisoblanadi. Fermentlarning strukturasi o'rganish uslublari rentgentuzilmaviy tahlil asosida amalga oshiriladi, u oqsil molekulasida aminokislotalar qoldiqlarining uch o'lehamli (uchlamchi) strukturasi aniqlash imkonini beradi.

To'qimalarning hujayralarini subhujayraviiy komponentlari miqyosida fermentlar faolligini o'rganishda biologik materiallarni gomogenizatsiya asosida gomogenatga aylantiriladi va uni differensial sentrifugalanadi. Bunda sentrifugani aylanish tezligi, eritmaning konsentratsiyasi, ion kuchi, ekstraksiyalovchi eritmaning pHi va gradientini o'zgartirish asosida ish yuritib yuqorida qayd qilingan, ya'ni yadro va hujayra bo'lakchalari, mitoxondriyalar, endoplazmatik retikulum, lizosomalar, mikrosomalar, ribosomalar va gialoplazma, o'simliklarda esa, xloroplast komponentlarigacha ajratib olish mumkin bo'ladi.

Tadqiqotlarning keyingi qismida bu subhujayraviiy elementlarning «nishon»(marker) fermentlari faolligini o'rganish asosida ularning tozalik darajalari aniqlanadi. Bugungi kunda subhujayraviiy elementlarning tozalik darajasini aniqlash orqali enzimatik nazoratni amalga oshirish tan olingan va undan keng foydalaniladi. Bu uslublarning ustunligi ularning o'ta maxsusligi, tadqiqot uchun kerakli materialning kam miqdorda sarflanishi, shuningdek aniqlashni ancha tez va ishonarli tarzda amalga oshirish imkoniyati borligi bilan tavsiflanadi.

2.2. Fermentlarning umumiy va maxsus xossalari.

Fermentlar kimyoviy reaksiyalarni jadallashtiruvchi katalizator moddalar bo'lib, ular nobiologik, ya'ni noorganik katalizatorlarga o'xshash bo'lgan xossalarga ega. Bu xossalar jumlasiga quyidagilar kiradi:

- fermentlar anorganik katalizatorlar kabi kataliz jarayonida sarflanmaydi va reaksiya oxirida hosil bo'ladigan mahsulot tarkibiga kirmay, o'zining dastlabki holatida saqlanib qoladi;

- fermentlar termodinamika qonunlariga zid reaksiyalarni katalizlay olmaydi, ular ishtirokisiz ham kechadigan reaksiyalarni tezlashtiradi;

- odatda fermentlar reaksiya muvozanatini qarama-qarshi tomonga burish yo'li bilan o'zgartirmaydi, balki uni amalga oshishini tezlashtiradi.

Fermentlar nobiologik kimyoviy katalizatorlardan farqlanuvchi maxsus xossalarga ham ega. Bu xossalarni jumlasiga quyidagilar kiradi:

- kimyoviy tuzilishi jihatidan barcha fermentlar oqsil tabiatiga egaligi;

- fermentativ reaksiyalarning samaradorligi kimyoviy nobiologik katalizatorlarga nisbatan birnecha tartibda (reaksiya tezliklari ming va o'n ming va undan ziyod marta) yuqori ekanligi;

- fermentlar katalizlaydigan moddalarga, ya'ni substratlarga nisbatan ko'rsatiladigan ta'sir bo'yicha o'ta maxsuslikni namoyon qilishi;

- biokatalizatorlarning o'ziga xos yana bir muhim xossalaridan biri ular ishtirokidagi reaksiyalarning boshqariluvchanligi.

- fermentativ apparatning boshqariluvchi orqali tirik materiyani hujayra ichi muhitini doimiylik ta'minlanadi, tashqi muhitning o'zgaruvchan sharoitlariga moslashuviga xos bo'lgan barcha metabolitik jarayonlar bir vaqt birligida va bir makonda yuz berishi; ularda qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'lmagani tufayli reaksiyaning yakuniy unumi 100% ni tashkil qilishi.

2.3. Fermentlarning kimyoviy tuzilishi.

Hozirgi kunda fermentlarning oqsil tabiatiga ega ekanligi to'liq isbotlangan. Fermentlarning oqsil tabiatiga ega ekanligi L. Paster zamonidan o'z isbotini topaboshlagan edi. Chunki bu davrda achitqi tarkibidagi fermentlar aralashmasidan tashkil topgan eritmani qaynatish ularning faolsizlanishi (inaktivatsiyasi)ga sababchi bo'lishi, bu jarayon esa, fermentlarning oqsil tabiatiga ega bo'lganligini hamda issiqlik ta'siridagi denaturatsiya tufayli uning kimyoviy reaksiyani katalizlovchi xossasini yo'qolishidan dalolat beradi. Bundan tashqari, fermentlar barcha oqsillar kabi har xil fizik va kimyoviy omillar (UB va rentgen nurlari, ultratovush, mineral kislotalar, ishqorlar, alkaloid reaktivlar, og'ir metall tuzlari) ta'sirida ham denaturatsiyaga uchrab o'z faolligini yo'qotishi ma'lum.

Bundan tashqari ferment eritmalarida xuddi oqsillardagidek molekullardagi musbat va manfiy zaryadlarning turli nisbatda bo'lishi sababli amfoterlik (anion, kation va amfion tarzda bo'lish) xossasiga egadir. Bu xildagi moddalar molekulasida musbat va manfiy zaryadlarning taqsimlanishiga bog'liq holda elektr maydonida har xil tezlikda harakatlanishi, bu zaryadlarning o'zaro tengligida ya'ni, molekulaning izoelektrik nuqtada bo'lganida harakatlanmasligi ma'lum.

Fermentlarning oqsil tabiatiga ega ekanligiga shubha qoldirmaydigan dalillar jumlasiga rengenostruktaviy va boshqa xil tahlillar asosida isbotlangan bo'lib, ular jumlasiga 1926 yilda Dj. Samner tomonidan ureaza fermentini, 1931 yilda D. Nortrop va Kunitslar tomonidan pepsin, tripsin, va ximotripsinlarni, 1955-yilda S. Mur va U. Steynlar tomonidan pankreatik ribonukleazani, Yu.A. Ovchinnikov va A.E. Braunshteynlar tomonidan aspartataminotransferazani birlamchi tuzilmasini aniqlaganlarini keltirib o'tish mumkin.

Yuqorida keltirib o'tilganidek oqsillar kabi fermentlarni suvdagi eritmalaridan past temperaturada neytral tuzlar yoki organik erituvchilar, xususan - aseton, etanol, benzol, toluol, to'rt xlorli uglerod va boshqa suvni tortib oluvchi moddalar qo'shib cho'ktirib ajratib olinadi va dializ yo'li bilan past molekullari anorganik va organik moddalardan tozalanadi.

Fermentlarning molekulyar og'irliklari.

Yuqorida qayd etilganidek, fermentlar yuqori molekulyar biofaol birikmalar hisoblanadi. Toza holda ajratib olingan va liofil (kristall) holatga keltirilgan fermentlarni molekulyar og'irliklarini aniqlash maqsadida ultrasentrifugalash, elektroforetik, xromatografik va boshqa uslublardan foydalaniladi. Bu uslublardan foydalanish asosida olingan ma'lumotlar bir-biriga o'zaro mos kelgan taqdiridagina u yoki bu fermentning molekulyar og'irligi haqida umumiy xulosa keltirib chiqariladi.

Enzimologiyaning zamonaviy rivojlanishi tufayli erishilgan yutuqlar toza holda ajratib olingan ko'p fermentlarning birlamchi tuzilmasiga oid to'liq ma'lumotlarga ega bo'lish, ya'ni ularning aminokislota ketma-ketligini, keyinchalik esa, ularning birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tuzilmalarini aniqlash imkonini berdi.

Fermentlarni tuzilishi, xossalari, tozalik darajalari, funksiyalari, ta'sir etish mexanizmlari va h.k.z. xususiyatlarini o'rganishda ularning molekulyar og'irliklarini aniqlash muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Jadval 1 da molekulyar og'irliklari aniqlangan ayrim fermentlarning molekulyar og'irliklari haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Fermentlarning molekulyar og'irliklari

Jadval 1

T/r.	Ferment nomi	Molekulyar og'irlik. (Da hisobida)
1.	Ribonukleaza	13700
2.	Lizosim (tuxum sarig'i)	13930
3.	Sitoxrom c	15000
4.	Tripsin	23800
5.	Pepsin	32000
6.	Geksokinaza	45000
7.	Ishqoriy fosfataza	80000
8.	Uratoksidaza (jigar)	120000
9.	Laktatdegidrogenaza	140000
10.	Aldolaza	142000
11.	Seruloplazmin	150000
12.	Katalaza	248000
13.	Glyutomatdegidrogenaza	336000
14.	Ureaza	480000
15.	Monoaminoksidaza	1200000
16.	Piruvatdegidrogenaza (kompleksi)	4500000

Jadval 1 ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, fermentlarning molekulyar og'irliklari har xil ko'rsatkichlarga ega, ya'ni, ular 13700 Da dan 4500000 Da gachani tashkil qiladi.

Fermentlarning oqsil qismi. Apoferment.

Tabiatda oddiy va murakkab oqsil tabiatiga ega bo'lgan fermentlar uchraydi. Oddiy oqsil tabiatli fermentlar polipeptid zanjirlardan tashkil topgan bo'lib, gidroliz natijasida faqat aminokislota qoldiqlarigacha parchalanadi.

Bu fermentlarga misol qilib gidrolitik fermentlar, jumladan pepsin, tripsin, papain, ureaza, lizosim, ribonukleaza, fosfataza va h.k.z.larni kiritish mumkin. Bu xildagi to'g'ridan-to'g'ri enzimatik faollikni namoyon qiladigan makromolekulani **xoloferment (xoloenzim)** deb nomlanadi.

Ko'p tabiiy fermentlar murakkab oqsillar tavsifiga ega bo'lib, ularning tarkibi polipeptid zanjirdan tashqari biron-bir nooqsilkomponent (kof ferment)dan ham iborat bo'ladi. Bu fermentlar ikki komponentli bo'lib, ularning oqsil qismini **apoferment**, nooqsil tabiatli qismini **koferment** va ularning o'zaro birikishidan keyin hosil bo'ladigan enzimatik faollikka ega bo'lgan makromolekulani **xoloferment** deyiladi.

Koferment va kofaktorlar.

Umuman olganda fermentlarning oqsil tabiatiga ega bo'lmagan qismi organik, noorganik moddalar va metallardan tashkil topgan bo'ladi. Ular kimyoviy tuzilishi jihatdan 4 xilga bo'linadi:

- 1) Nukleotid tuzilishiga ega bo'lgan nooqsil moddalar.
- 2) Vitaminlar va ularning hosilalari.
- 3) Boshqa nooqsil tabiatli moddalar.
- 4) Metallar va tarkibida metal tutuvchi nooqsil tabiatli moddalar.

Ko'pincha **koferment** deganda murakkab oqsil tabiatli fermentlar dissosiasiyalanganda ularning apoferment qismidan ajralib chiqadigan yuqorida keltirilganidek, kimyoviy tuzilishi har xil bo'lgan nooqsil tabiatli birikmalardan biri tushuniladi. Ular fermentning tarkibiga kirib, fermentativ reaksiyalarda ajralishi yoki biriktirilishi lozim bo'lgan atomlarning yoki atomlar guruhining akseptori sifatida ishtirok etadi.

Bunda agar fermentning nooqsil tabiatli qismi apoferment bilan kovalent bog' yordamida juda barqaror bog'lanish orqali birikkan bo'lsa, uni «**kofaktor**» deb nomlanadi. Shunday qilib, fermentning nooqsil tabiatli qismi mustahkam (kovalent) va uncha mustahkam bo'lmagan (bog'lanishning boshqa xillari) asosda bog'langan bo'lishi mumkin. Shu bilan birgalikda bir xil moddani o'zi apoferment bilan ham kovalent, ham nokovalent bog'lanishlar asosida bog'lanishi mumkin ekan.

Masalan, asetilkoenzim-A-karboksilaza tarkibidagi biotin apoferment bilan shu xildagi kovalent bog' yordamida birikkan bo'ladi. Boshqa holatlarda esa, shu nooqsil tabiatli birikma polipeptid zanjir bilan kuchsiz (vodorod, elektrostatik, radikallarning o'zaro tortishuvi,

efir va h.k.z.) bog'lar yordamida birikkan bo'ladi va ular bir-biridan osongina dissosiasiyalib (ajralib) ketadi. Bunda ferment preparatini ajratib olish jarayonidagi operatsiyalarda foydalanilgan past molekuli moddalardan tozlash uchun dializ qilganda koferment apofermentdan ajralib chiqadi, dializat esa oqsil komponentini o'zidan iborat bo'lib qoladi va buning natijasida muayyan ferment o'z faolligini yo'qotadi.

Dializlanadigan kofermentlar jumlasiga B_1 , B_2 , B_6 , PP vitaminlarini kiritish mumkin. Lekin ular o'rtasidagi farqni mutloq tarzda tushinish ham o'rinli emas, chunki masalan, bir holatda FAD (flavinadenindinukleotid - B_2 vitaminini hosilasi) D-aminokislotalarini oksidaza fermentlari tarkibida uchraganda **koferment** tarzida uchrab, dializ qilganda polipeptiddan osongina ajralsa, to'qimani nafas olish fermentlari tarkibida bo'lganda, u apoferment bilan mustahkam ravishda kovalent bog' orqali birikkan bo'lib, dializ qilganda apofermentdan ajralmaydi va demak u **kofaktor** sifatida uchraydi.

Ko'p ikki valentli metallar (Mg^{2+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} h.k.z.lar) ham kofaktor rolini bajarishi isbotlangan. Xususan, toza holda ajratib olingan askorbin kislotasi (C vitamini) ni dezoksiaskorbin kislotagacha oksidlanishini katalizlaydigan ferment tarkibida 8 atom mis shunday barqaror birikkanki, u dializlaganda apofermentdan ajralmaydi.

Elektron paramagnet rezonans uslubi yordamida aniqlanganki, mis ionlarini o'zi ham elektronlarni oraliq almashinuvini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Lekin shuni alohida qayd etish lozimki, askorbin kislotani oksidlanishida ishtirok etadigan shu element fermentning apofermenti bilan o'zini kofaktor sifatida namoyon qilganda, reaksiyaning tezlik samaradorligi minglab, o'n minglab marta yuqori bo'ladi.

Yuqorida keltirilgandek, faqat gidrolazalar kofermentlarga "muhtoj" emas, ular katalitik jarayonni molekulada mavjud bo'lgan faol markaz ishtirokida amalga oshiradi.

Hozirgi kungacha 3000 dan ziyod fermentlar ma'lum bo'lib, ularning ko'pchiligi o'zining katalitik faolligini namoyon qilishi uchun qo'shimcha oqsil tabiatiga ega bo'lmagan birikma-koferment yoki koenzimning bo'lishini talab qiladi. Bu xil fermentlar jumlasiga oksireduktazalar va transferazalar, ligazalarning hammasi, liazalarning ancha qismi va ba'zi izomerazalar kiradi.

Kofermentlarning kimyoviy tabiati xilma-xildir. Ular orasida alifatik, aromatik, hamda geterosiklik tuzilishga ega bo'lgan organik

birikmalar uchraydi va bu kofermentlar bir komponentli va ko'p komponentli bo'lishi mumkin.

Kofermentli enzimlarning 85% nukleotid tabiatiga ega bo'lib, ulardan taxminan 165 tasi NAD⁺, 155 tasi NADF⁺, 50 tasi ham, NAD⁺ ham NADF⁺, 80 tasi koenzim A va 225 tasi ATF⁺ tutadi.

Piridoksalfosfat ham ancha keng tarqalgan kofermentlardan biri hisoblanadi, qator fermentlarning tarkibida koferment sifatida FMN va FAD, shuningdek xinoid tabiatli birikmalar uchraydi. Quyida ayrim kofermentlarning tuzilishi, xossalriga oid ma'lumotlar bayon qilinadi.

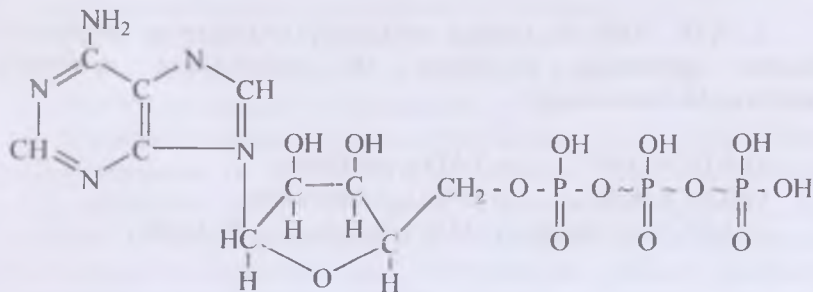
Nukleotid fosfatli kofermentlar.

Adenozin trifosfat. Birinchi bo'lib Lipman biokimyoviy jarayonlarning harakatlantiruvchi kuchi sifatida ATF ning gidrolizi natijasida ajralib chiqadigan energiya ekanligini qayd etgan edi. Bu jarayonlar o'z ichiga mushakning qisqarishi, fotosintez, bioluminessesiya, elektr organlarning razryadi, shuningdek oqsillar, nuklein kislotalar, murakkab shakarlar, lipidlar va h.k.z.larning biosintezini o'z ichiga oladi.

Tarkibiga ATF bo'ladigan fermentlar ancha ko'p. ATF talab qiladigan reaksiyalarni ikki sinfga bo'lish mumkin. Birinchi sinfga ATF ni mos keladigan akseptor molekulaga ko'chirish reaksiyasini amalga oshiruvchi reaksiya bo'lsa, ikkinchi sinfga ATF ni parchalanishidan hosil bo'lgan energiya orqali yuz beradigan reaksiya hisoblanadi.

ATF to'g'risida juda ko'pdan-ko'p ma'lumotlarni keltirib o'tish mumkin.

Enzimologiya nuqtai nazaridan bu moddanning kimyoviy tuzilishini keltirish bilan birga undagi ikkita ortofosfat orasidagi pirofosfat tipidagi bog'lar uzilganda har biri mol hisobiga 700-800 kal energiya ajratishini alohida qayd etish lozim. Uning kimyoviy tuzilishi quyidagicha:

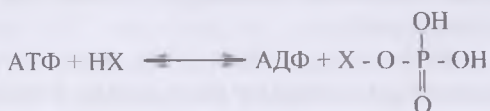


ATF ~ - pirofosfat tipidagi bog'lar.

Shu sababli bu energiyaga boy fosfat bog'larni **makroergik bog'lar** deyiladi. ATF ning hujayrada hosil bo'lish va parchalanish reaksiyalarini chuqur tadqiq qilish ATF hujayraning energetik rejimida asosiy o'rin tutishini isbotladi. ATF, ADF va AMF lar fosfat guruhini hamda energiyani ko'chirish bilan o'tadigan juda ko'p reaksiyalarda ishtirok etadi.

Reaksiya natijasida bir reaksiyon jarayon energiyasi ikkinchi reaksiyon jarayon energiyasiga ko'chadi. ATF ning turli biokimyoviy funksiyalari fosfat, pirofosfat va adenozin-5¹ monofosfat qoldiqlarini ko'chirish bilan bog'liq. Bu reaksiyalarning bir turida ATF va ADF ning pirofosfat bog'idagi energiya yangi paydo bo'layotgan fosforlangan birikmaga o'tadi va bu takrorlanib turuvchi reaksiyalar jumlasiga kiradi:

1. ATF ning zanjir oxirida joylashgan (terminal) fosfat guruhining maxsus kinazalar ta'sirida ko'chirilishi natijastda ADF va tarkibida makroergik bog' tutuvchi-fosfoamid, fosfofenol, fosfoangidrid birikmalar hosil bo'ladi:

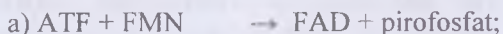


Bu reaksiyalar o'ngdan chapga siljiganda turli substratlardagi energiya (makroergik fosfat bog'i) ADF ga ko'chirilib, ATF hosil bo'ladi.

2. ATF dan pirofosfattransferazalar ta'sirida pirofosfat qoldiqning ko'chirilishi:



3. ATF, ADF va boshqa nukleotidil fosfatlarning qoldiqlarini akseptor guruhlarga ko'chirish. Bu reaksiyalarni nukleotidil transferazalar katalizlaydi:

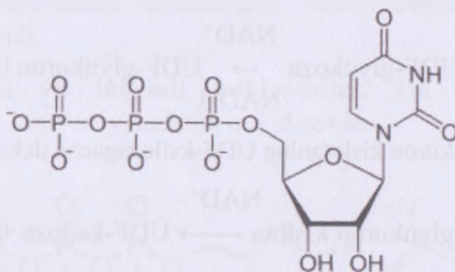


4. Adenozin fosfatlar boshqa fosfat birikmalar bilan dinamik muvozanatda bo'ladi. Masalan, GTF ADF bilan qaytarilib turuvchi quyidagi reaksiyani beradi:



Bu xil reaksiyalar ITF, STF, UTF lar bilan ham har ikkala (chap va o'ng tomon) yo'nalishida bo'lib o'tadi.

Uridinli nukleotidlar. Uridinli nukleotidlar ham fermentlarning kofermenti sifatida qatnashadi. UTF ning kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



Uridinli nukleotidlar karbonsuvlarning almashinuvida ishtirok etuvchi fermentlar hisoblanib, ularning tarkibiga uridinnukleotid koferment sifatida kiradi.

Bu fermentlarni UDF-karbonsuv pirofosforilaza yoki uridil transferaza deb yuritiladi. Fermentativ katalizda uridinli kofermentlar ikki xil vazifani bajaradi. Eng avvalo bu kofermentlar xilma xil reaksiyalarda glyukozil qoldiqni ko'chirilishda ishtirok etadi. Masalan, UDF-glyukoza (UDFG) glyukoza guruhini fruktozaga ko'chirib saxaroza, antranil kislotaga ko'chirib aminobenzolglyukoza hosil qiladi, shuningdek glyukozani glyukogen molekulasini chekka glyukozasiga ko'chirib uni molekulasini uzunlashuvini ta'minlaydi:

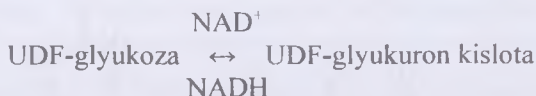
- a) UDFG + Glyukoza + Fruktoza \rightarrow Saxaroza + UDF
- b) UDFG + Andranil kislotasi \rightarrow Aminobenzoil kislotasi + UDF
- c) UDFG + (Glyukoza)_n \rightarrow (Glyukoza)_{n+1} + UDF

Murakkab polisaxarid gialuron kislotaning sintezlanishida UDF-asetilglyukozamin va UDF-glyukuron kislotalar xuddi shu yo'sinda oraliq mahsulotlar vazifasini bajaradi. Yuqorida keltirilganidek, asil guruhlarni ko'chirishda asiladenilatlar, shuningdek har xil akseptorlar ishtirokidagi reaksiyalardagi kabi UDF-shakarlar glikozil guruhlarni ko'chirish reaksiyalarida ishtirok etadi.

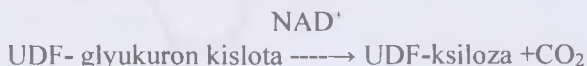
UDF-shakar xilidagi kimyoviy ta'sirlanishning ikkinchi xili shakar molekulasini o'zida bo'ladigan o'zgarishlardir. Masalan, UDFG- 4-epimeraza (glyukoza epimeraza) UDFG va UDF - galaktozalarning o'zaro almashinuv reaksiyasini katalizlaydi:



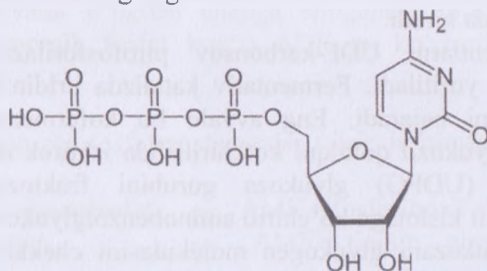
Shu xildagi boshqa misollar turkimiga nikotinadenindinukleotid ishtirokida kechadigan UDF-glyukozani UDF-glyukuron kislota gacha oksidlanishi:



va UDF-glyukuron kislota ning UDF-ksilozagacha dekarboksillanishi:



Sitidinli nukleotidlar. Sitidinli nukleotidlar sitidin riboza yoki dezoksiriboza va fosfat kislota qoldiqlaridan tashkil topgan. Xususan, STF quyidagicha tuzilishga ega:

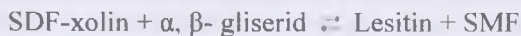


Agar ferment tarkibidagi adenozinli va uridinli nukleotidlardan tashkil topgan prostetik guruhlar tegishli aldegidlar va asillarning oksidlanish ko'lamidagi guruhlarni ko'chirilishida ishtirok etsa, sitidinli nukleotidlar tegishli spirtlarning oksidlanish ko'lamida bo'lgan guruhlarni ko'chirishda ishtirok etadi.

Bundan tashqari Kennedi va Veysslar fikriga muvofiq SDF-xolin va SDF-etanolaminlar lesitinlarni biosintezida oraliq mahsulot sifatida ishtirok etar ekan. Sitidildifosfat-spirtlar *in vivo* sharoitida STF va alkilfosfatlardan quyidagi reaksiya asosida sintezlanadi:

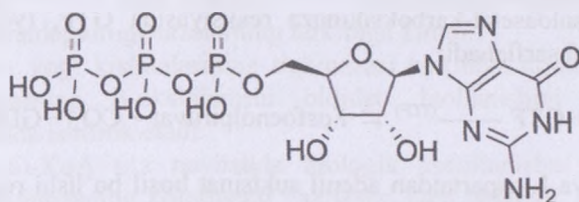


Bu kofermentlar turli akseptorlarga alkilfosfat guruhlarni ko'chirishda qatnashadi. Masalan: SDF-xolin α , β - digliserid bilan ta'sirlanish natijasida lesitin (fosfotidil xolin) va SMF hosil qiladi

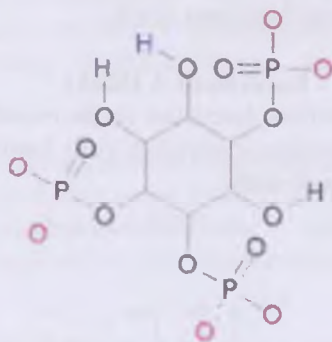


Shuni alohida qayd etish lozimki, adenozin va uridin nukleotidlar ishtirokida kechadigan ko'chirish reaksiyalarida o'zaro mos holda asilfosfat va glyukozofosfat bog'larning uzilishi yuz bersa, sitidilfosfat nukleotidlari ishtirokida kechadigan reaksiyalarda pirofosfatning ajralishi yuz beradi.

Guanozinli va inozinli nukleotidlar. Bu xildagi trifosfat nukleotidlarning kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



Guanozintrifosfat

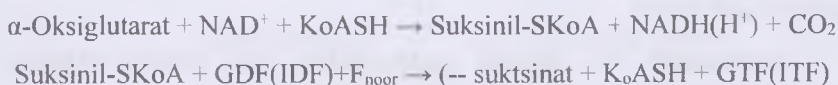


Inozitoltrifosfat

Guanozinli va inozinli nukleotidlar koferment funksiyasini bajarishi nisbatan kamroq uchraydigan holat hisoblanadi, ular orasida eng muhimlari quyidagilar:

1. GTF ning mannoza-1-fosfat bilan ta'sirlanishi xuddi UTF va glyukoza-1-fosfatdagi tarzda yuz beradi va bunda mannoza qoldig'ini ko'chirilib reaksiya natijasida oraliq mahsulot sifatida GDF-mannozani hosil qiladi.

2. GTF (yoki ITF) α - oksiglutaratni oksidlanishi bilan bog'liq bo'lgan substrat darajasidagi fosforlanish natijasida hosil bo'ladi:



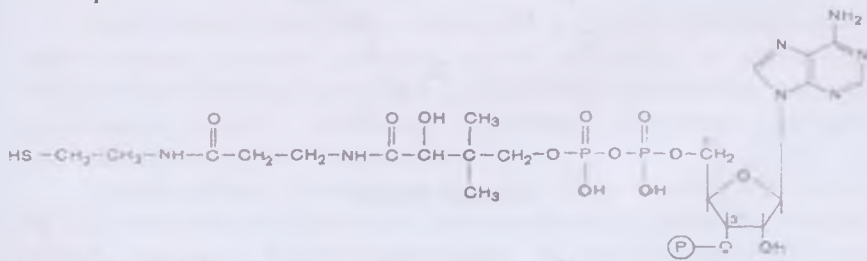
3. Oksaloasetat va fosfoenolfosfatning o'zaro almashinuvi yuz beradigan oksaloasetat-karboksikinaza reaksiyasida GTF, (yoki IDF) ning energiyasi sarflanadi:



4. IMF va L-aspartatdan adenil suksinat hosil bo'lishi reaksiyada GTF energiya manbai sifatida ishtirok etadi. Bu reaksiya AMF biosintezida eng muhim reaksiya hisoblanadi. GTF oqsil biosintezida ham energiya manbai sifatida xizmat qiladi.

Koferment A (KoA)

Koferment A- asetillash koenzimi ancha murakkab tuzilishga ega. U kimyoviy tuzilish jihatidan adenzil-3-fosfo-5-pirofosfo-pantotenil- α -merkaptotanolamin hisoblanadi:



β -Merkaptoetilamin Pantoten kislata, Koenzim A 3'-Fosfoadenozin-5'-difosfat

Ko‘rinib turibdiki, pantoten kislota ni o‘zi pantoen kislota, α -alanindan tashkil topgan va unga β -merkaptotanolamin birikkan bo‘ladi. Pantoten kislota koferment A ning nukleotid qismini oqsil molekulasiga biriktiruvchi «sop» hisoblanib, uning pantoten kislota qismi 1,9 nm uzunlikda bo‘lib, uning chekka qismida SH guruhli β -merkaptotanol joylashgan bo‘ladi.

KoA asetil guruhlarni ko‘chirishda ishtirok etishi bilan tavsiflanadi, lekin u boshqa xildagi kislotali guruhlarni ham ko‘chirishi mumkin, shu sababli uni **asillash kofermenti deb** yuritiladi. Asil guruhlarni KoA ning energiyaga boy tioefir bog‘ qismida joylashgan oltingugurtga birikadi.

Bunda kislota qoldig‘i faolsizlanadi. Sut emizuvchilarning jigari va nerv to‘qimasida asetat va KoA dan asetilxolinning sintezlanishi asetat tiokinaza ishtirokida ATF energiyasi hisobiga sodir bo‘ladi.

KoA tegishli ketokislotalarning oksidlanuvchi dekarboksillanishi jarayonini katalizlovchi piruvatdegidrogenaza va ketoglutaratdegidrogenazalarning tarkibiga kiradi.

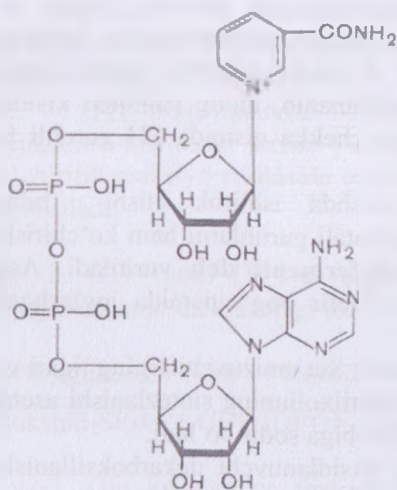
KoA yog‘ kislotalarining tiokinazasi tarkibiga koferment sifatida kirib, ularning β -oksidlanishi oldidan faollanishini ta‘minlovchi reaksiyasida ishtirok etadi.

Asetil-KoA o‘z navbatida biologik asetillanishni katalizlovchi asetiltransferazaning kofermenti vazifasini ham bajaradi, bunda boshqa molekulalarga asetil (CH_3CO^-) guruhlarni ko‘chiradi.

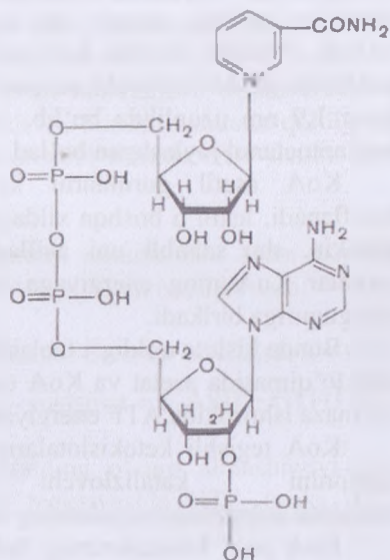
Asetil-KoA karbonsuvlardan yog‘ kislotalari va steroidlarni sintezlanish reaksiyalarida, shuningdek asetilxolin va asetilaminoshakarlarning sintezlanishidagi asetillanish jarayonlarida ishtirok etadi.

Nikotinamidli kofermentlar.

Nikotinamidli kofermentlarga NAD^+ (nikotinadenin nukleotid) va NADP^+ (nikotinadenin nukleotid fosfat)lar pirimidin va purinli geterosikllar, ikkita uglevod va pirofosfat kislota qoldig‘idan iborat:



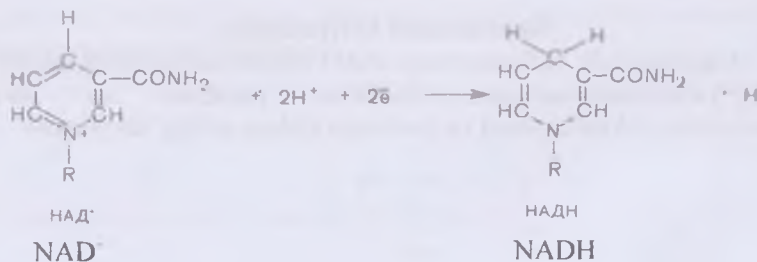
Nicotinadenindinukleotid
NAD



nikotinadenindinukleotidfosfat
NADP

NAD⁺ va NADP⁺ kofermentlar hisoblanadi va ular oqsillar bilan uncha barqaror bo'lmagan birikma hosil qiladi. Nikotinamidli kofermentlar juda ko'p degidrogenazalarning tarkibiga kiradi.

Bu degidrogenazalar gidrid-ionni substratdan kofermentning nikotinamid qismiga ko'chiradi, bunda bitta proton muhitga ham chiqadi.



Gidrid-ionning ko'chirilishi tufayli hosil bo'lgan NADH⁺ va NADPH⁺ apoferment bilan bog'lanishi susayadi va degidrogenazadan

ajraladi. Bu qaytarilgan kofermentlar proton va elektronlarni navbatdagi ikkinchi ferment bilan bogʻlangan akseptorga uzatgandan soʻng yana oksidlanib oldingi holatiga qaytishi va apoferment bilan bogʻlanishi mumkin.

Bu kofermentlarning oksidlangan shakli qutblangan nurni 260 nm da maksimal yutsa, qaytarilgan shaklini esa, 340 nm da yutadi. NAD^+ va NADF^+ li degidrogenazalar hamma tirik organizmlarda uchraydi, ularning bu xildagi universalligi tirik tabiatdagi metabolizmning asosiy yoʻnalishlari bir xil ekanligini koʻrsatadi.

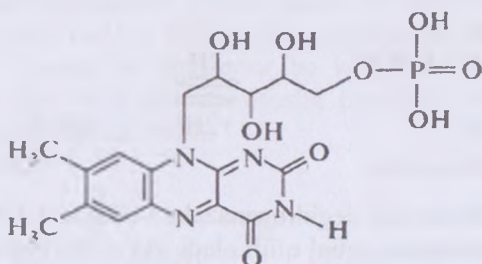
Hozirgi kunda LDG (laktatdegidrogenaza), MDG (malatdegidrogenaza), ADG (alkogoldegidrogenaza) GAFDG (gliseraldegidfosfatdegidrogenaza) lar yaxshi oʻrganilgan va ular toʻgʻrisida ilmiy maʼlumotlar toʻplangan.

Flavinli prostetik guruhlar.

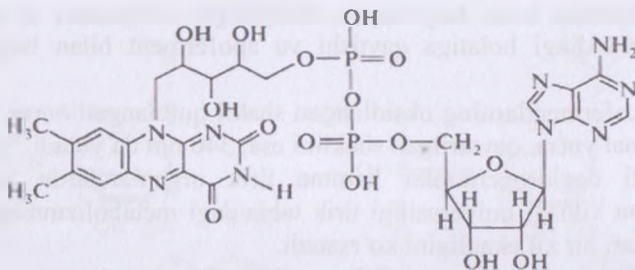
Bu guruhga FMN (flavinmononukleotid) va FAD (flavinadenindinukleotid)lar kiradi. Bular ikkalasi ham Vitamin B₂ (riboflavin)ning hosilalari hisoblanadi. FMN nukleotid aslida hisoblanmaydi uni tarkibida ribozani oʻrnida besh atomli spirt ribitol boʻlib, unga fosfat kislota qoldigii qoʻshilgan.

Agar riboflavindagi fosfat kislota qoldigʻiga AMF ning fosfat kislotasi biriksa, unda flavinadenindinukleotid (FAD) hosil boʻladi. 1938 yil Varburg va Kristianlar D-aminokislotalarni molekulyar kislorod bilan oksidlanishini katalizlovchi ferment flavoprotein ekanligi, uni tarkibida uchraydigan nooqsil tabiatli birikma esa, FMN ekanligini aniqladilar.

Ularning kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



Riboflavinfosfat (flavinmononukleotid, FMN)



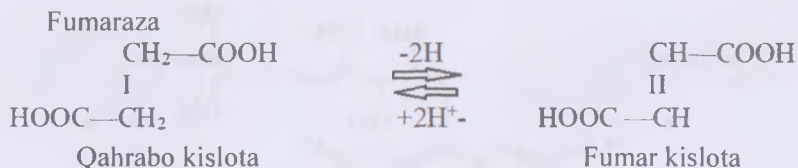
Flavinadenin dinukleotid (FAD)

FMN ham, FAD ham oksidlovchi-qaytaruvchi (flavoproteinli) fermentlar tarkibiga kiradi. Hozirgi kungacha yuzga yaqin flavinli fermentlar mavjudligi e'tirof etiladi. Ularning ishchi koferment qismi dimetilizoalloksazinli halqa hisoblanadi.

Oksidlovchi flavoproteinlar 280, 350-380 va 450 nm larda maksimum yutish qobiliyatiga ega, ular qaytarilgan holatda bo'lganda ko'rish spektrida maksimum yutish qobiliyatini yo'qotadi.

Bu kofermentlar yarim asetallarni laktonlarga, spirtlarni aldegidlarga, aminlarni iminlarga, to'yingan yog' kislotalarini to'yinmagan yog' kislotalarigacha oksidlanish reaksiyalarini katalizlaydi.

Flavinli fermentlar birlamchi va ikkilamchi bo'lishi mumkin. Birlamchi flavinli degidrogenazalar tortib olinadigan vodorodni bevosita oksidlanadigan moddadan tortib olishi mumkin. Masalan, uch karbon kislotalar siklida suksinatdegidrogenaza (SDG) qahrabo kislotadan bevosita ikkita vodorod tortib olib, uni fumar kislotagacha oksidlaydi:



Ikkilamchi flavinli degidrogenazalar vodorodni NAD⁺ li va NADP⁺ li degidrogenazalardan qabul qilib oladi. Ba'zi flavoproteinli fermentlar tarkibida metal atomlari ham uchraydi, ularni **metalloflavoproteinlar** deb yuritiladi. Ularga aldegidoksidaza va ksantinoksidazalar kiradi.

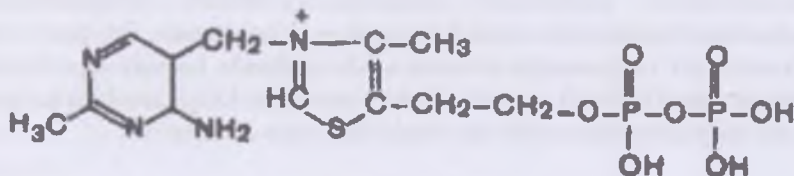
Ksantin oksidaza tarkibida 2 molekula FAD, 2 atom molibden va 8 atom temir uchraydi.

Piridoksal fosfatli, tiaminpirofosfatli kofermentlar.

Piridoksalfosfat tutuvchi fermentlar qator xilma-xil reaksiyalarni katalizlaydi. Bu reaksiyalar jumlasiga aminokislotalarning rasemasiyasi, transaminlanish, aminokislotalarning dekarboksillanishi, degidratsiya, desulfinlanishi va h.k.z. lar kiradi.

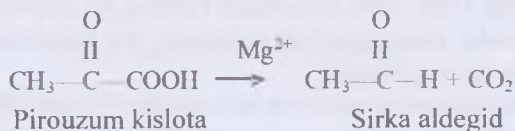
Tiaminpirofosfat biologik tizimlarda keng uchraydigan koferment bo'lib, dastavval qushlarning polinevriti va odamlarning «beri-beri» kasalligini oldini oluvchi omil sifatida kashf etilgan edi. Yensen va Donatlar 1925 yil uni kristall holda vitamin B₁ sifatida ajratib olganlar. Bundan 10 yil keyin esa, Uilyams va Klainlar uning kimyoviy tuzilishini anaqlagan edilar.

Tiaminpirofosfat kimyoviy jihatdan tuzilishiga ega:



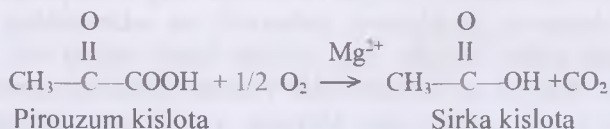
Tiaminpirofosfat uch xil fermentativ reaksiyalarning kofermenti sifatida xizmat qiladi, ular birinchidan α -ketokislotalarni oksidlanishsiz dekarbonsillanishi, ikkinchidan α -ketokislotalarni oksidlanuvchi dekarboksillanishi va nihoyat uchinchidan α -ketollarning hosil bo'lishi hisoblanadi.

Fermentativ reaksiyalarda tiaminpirofosfatning ishtirok etishiga tegishli ma'lumotlar achitqi hujayralari tomonidan piruvatning fermentativ dekarboksillanishi uchun qandaydir termostabil kofaktor kerak ekanligi tufayli ma'lum bo'ldi. Tadqiqotchilar uni **kokarboksilaza** deb nomladilar. Loman va Shusterlar bu kofaktorni achitqidan toza holda ajratib oldilar va u tiaminpirofosfat ekanligini isbotladilar. Bu reaksiya quyidagicha bo'lib o'tadi:



Tarkibida tiamin pirofosfat tutuvchi karboksilaza xilma xil biologik ob'ektlarda uchraydi, aftidan u juda keng tarqalgan. α -Ketokislotalarni oksidlanuvchi dekarboksillanishi α -ketokislotalarni degidrogenazalari tomonidan amalga oshiriladi, shuningdek ularning tarkibida tiaminpirofosfat uchraydi.

Bu reaksiyalarda so'ngi akseptor kislorod hisoblanib, ularni quyidagi tenglama asosida ifodalash mumkin:



Tiaminpirofosfatning oksidlanuvchi dekarboksillanishdagi roli oksidlanishsiz kechadigan jarayonga o'xshash. Oksidlanuvchi dekarboksillanish-juda murakkab jarayon hisoblanadi. Bu jarayonda birnecha xil kofermentlar ishtirok etadi va bunda haqiqiy oksidlovchi sifatida lipoy kislotasi qatnashadi. Bu reaksiyalar keng tarqalgan ko'p α -ketokislotalar oksidlanishli dekarboksillanishga duch keladi.

Fermentlarning boshqa xil nooqsil tabiatli prostetik guruhleri.

Bu **prostetik** guruhlar jumlasiga kobamid (Vitamin B₁₂) li, biotinli, glutationli, lipoat kislotali, tetragidrofol kislotali, gem tutuvchi kofermentlarni kiritish mumkin.

Kobamidli (B₁₂ vitaminli) kofermentlar.

1926 y. Myorfi tomonidan jigarda xatarli anemiyani oldini oladigan omil mavjudligini kuzatganidan yigirma yil keyin B₁₂ vitamini toza kristall holatda ajratib olindi. Bu vitaminning tanqisligiga oid ma'lumotlar asoslagan tadqiqotchilar, uni **antianemik omil, X omil, L, L, D omil** va h.k.z. deb nomlay boshladilar. Kobamidli kofermentlar vitamin B₁₂ ga o'xshash birikmalardir, ularni **B₁₂ vitaminli kofermentlar yoki kobamid kofermentlar** deb yuritiladi. Bu birikma birinchi bo'lib 1948 yilda amerikalik Folkers va angliyalik Smitlarning laboratoriyasida hammualliflar tomonidan bir birlaridan behabar holda kristall holda ajratib olingan.

Uni strukturaviy tuzilishini aniqlashda Folkers, Smit va Toddlar, ayniqsa Xodjkin va uning shogirdlari tomonidan qo'llanilaboshlangan rentgenstrukturaviy tahlil uslublari muhim ahamiyatga ega bo'ldi. B12

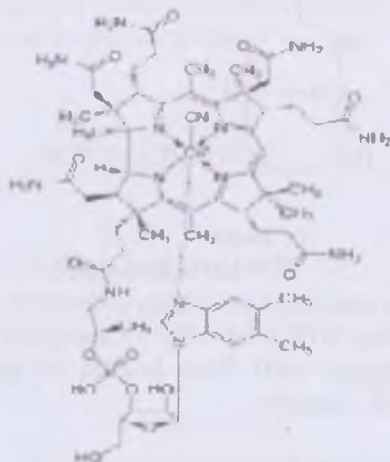
vitamini kimyoviy tuzilishiga ko'ra ikki qismdan yani: qaytarilgan korrin yadro va tarkibida alfa-glyukozid tutuvchi nukleotiddan tashkil topgan. Bu vitaminni ajratib olishda q o'llaniladigan uslubga bog'liq holda uch valentli kobaltning bu makrosiklda 5-6 dimetil imidazolning to'rtta azot atomi va sianid-ion bilan artefakt kompleksi hosil bo'ladi.

Bunda kompleksning sianiddan tashqari qismi kobalamin deyiladi; shuning uchun **B₁₂** vitaminini **siankobalamin deb** yuritiladi.

Kobalaminning boshqa hosilalari-oksikobalamin, akvakobalamin va nitritkobalaminlar ham ajratib olingan bo'lib, ularning tarkibida sian o'zaro mos holda gidroksil ioni, suv va nitrit kislotasi qoldig'i bilan almashingan. Uning kimyoviy formulasi quyidagicha: $C_{63}H_{88}CoN_{14}O_{14}P$

B₁₂ vitaminini boshqa analoglari ham mavjud, ularda azotli asoslar o'zgargan bo'ladi. **B₁₂** vitaminini tabiiy analoglari orasida (5,6-dimetilbenzimidazoldan tashqari) adenin, 2-metiladenin, guanin va boshqa azotli asoslari uchraydiganlari ham bor.

Hozircha ma'lum bo'lgan birona fermentativ reaksiyalarda **B₁₂** vitamini koferment vazifasini bajarishi aniqlanmagan. Koferment vazifasini tuzilishi jihatidan unga yaqin bo'lgan **B₁₂** kofermenti yoki kobamid kofermentlari deb nomlangan guruhga mansub birikmalar bajaradi.



B₁₂ vitamin (qvanokobalamin)

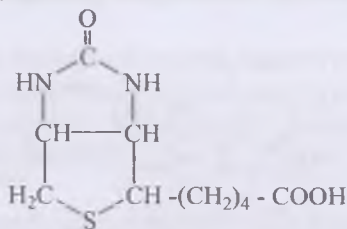
Dastlab bu birikmalar Barker va uning hamkasblari tomonidan 1958 yilda toza holda ajratib olingan edi. Kimyoviy va rentgenstrukturaviy tadqiqotlar **B₁₂** -kofermenti 5,6-dimetilbenzimidazol b o'lib, unda

kobaltning ligandasi sifatida sianning o'rniga 5-dezoksiadenozil guruhi xizmat qiladi.

Kobalt kobamidli koferment tarkibida uch valentli holatda bo'ladi. *B₁₂* vitaminning hosilalari juda ko'p xildagi metabolitik jarayonlarga oid reaksiyalarda ishtirok etishiga qaramay, u besh xil fermentativ reaksiyalar uchun zarur. Bu fermentlar jumlasiga metil-malonil-KoA-mutaza, glyutamatumutaza, dioldegidraza (gomosisteindan metioninni biosintezi uchun mas'ul ferment) va SDF ni dSDF ga aylanishini katalizlovchi fermentlar kiradi.

Biotinli kofermentlar

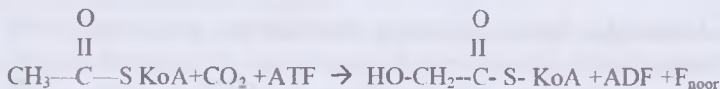
Biotin koferment sifatida karboksillanish reaksiyalarida ishtirok etganligi sababli uning tanqisligida organizmda karboksillanish reaksiyalari izdan chiqadi. Bu vitamin oqsil bilan bog'langan holda CO₂ ni ko'chiruvchi fermentning prostetik guruhini tashkil qiladi. Bunda "faollashgan CO₂" biotindagi ¹N ga birikadi. Bu kompleksning hosil bo'lishida energiya sarflanib, energiya bir molekula ATF ning ADF va anorganik fosfoga aylanishidan hosil bo'ladi. Biotinning kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



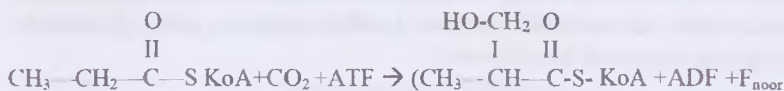
Biotin
(¹N-karboksibiotin)

Biotin ikki xil reaksiyalar tipi uchun koferment vazifasini bajaradi. Birinchi xil reaksiyalar ATF ning ADF va anorganik fosfoga aylanshi tufayli ATF energiyasini sarfi bilan bog'liq bo'lgan karboksillanish reaksiyasi hisoblanadi, masalan:

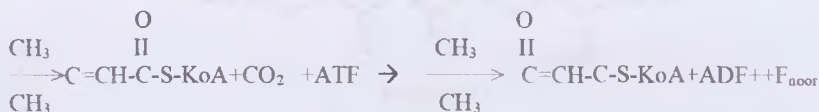
a) asetil- S KoA-karboksilaza reaksiyasi:



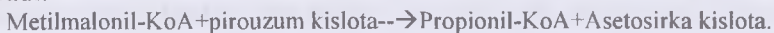
b) propionil- S KoA-karboksilaza reaksiyasi:



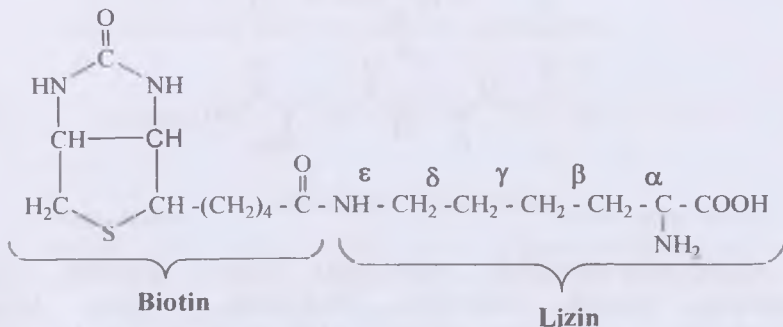
c) α - metilkrotonil- S KoA -karboksilaza reaksiyasi:



Biotin kofermentli reaksiyalarning ikkinchi tipiga misol sifatida metilmalonil-oksaloasetat-transkarboksilaza reaksiyasini keltirib o'tish mumkin, bu reaksiya natijasida propionil-SKoA va asetosirka kislotalar hosil bo'lib, substratlar karboksil guruhi bilan almashinuv reaksiyasi yuz beradi:



Tabiiy ob'ektlarda biotinning karboksili ferment oqsilidagi lizinning ϵ -aminoguruhi bilan barqaror birikkan holda, ya'ni ϵ -biotinillizin(biositin) sifatida uchraydi:

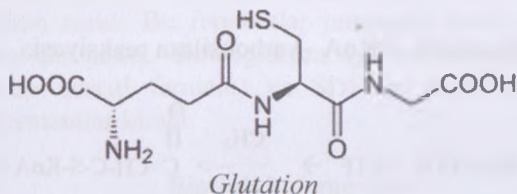


ϵ -N-biotinlizin

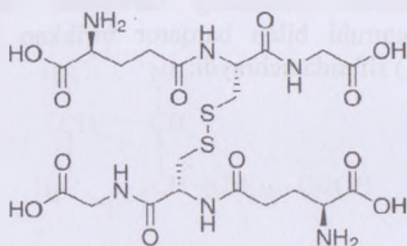
Leyn va Linenlvar propionil-karboksilazada shu xildagi amid bog'lanishli tuzilishga ega bo'lgan karboksilazada fermentlari uchrashini qayd qildilar.

Glutationli kofermentlar.

Glutation tabiatda keng tarqalgan bo'lib, u kimyoviy jihatdan qaraganda uch xil aminokislotalardan tashkil topgan, ya'ni glyutamil-sisteinil-glisin tripeptidi hisoblanadi:



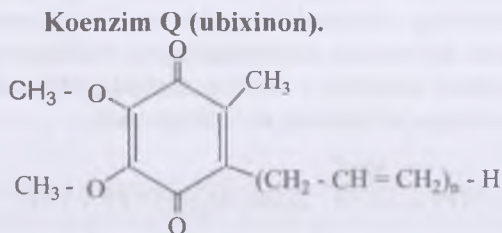
Glutationni tuzilishini birinchi bo'lib 1929 yilda Gopkins aniqlagan edi. Glutationning tarkibida sistein bo'lganligi sababli u erkin sulfidril guruhga ega. Glutation kuchsiz oksidlovchilar, masalan, yod, ferrosianid, metal-katalizatorlar ishtirokida molekulyar kislorod bilan, ferment glyutation-degidrogenaza ishtirokida esa, degidroaskorbat kislota bilan oksidlanib, o'zining oksidlangan shakli-geksopeptidga o'tadi:



Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tufayli glutation SH guruhlarini biologik tashuvchisi hisoblanadi. Glutation ba'zi izomerlanish va vodorodning molekula ichida ko'chirilishi reaksiyalarida koferment rolini o'ynaydi. Lekin glutationning kofermentlik funksiyalari boshqa xil reaksiyalarga bog'liq bo'ladi.

Glutation metil glioksalning laktat kislotaga aylanishini katalizlovchi glioksalaza fermentini koenzimi sifatida xizmat qiladi.

Shuningdek, glutation maleinat kislota hosilalarini fumarat kislota hosilalariga izomerlanishi va aromatik α -ketokislotalarning fenilpiruvat tautoizomerazasi ta'sirida enollanish reaksiyalarida ham ishtirok etadi.

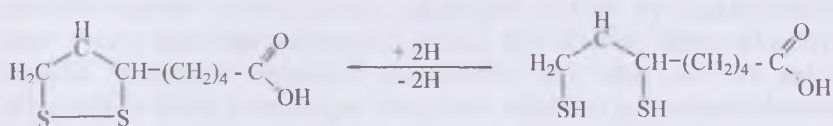


Koenzim Q
(2,3 -dimetoksi -5 metil -1,4- benzoxinonning izoprenli hosilasi).

Ubixinon (Koenzim Q) nafas olish tizimida vodorod tashuvchi sifatida muhim o'rin tutadi. U tuzilishi jihatdan K vitaminiga o'xshaydi. Mitoxondriyada kechadigan nafas olish zanjirida qaytarilgan FAD dan vodorod atomlarini qabul qilib olib tarkibidagi aromatic halqani gidroxinon hosilasiga aylantiradi. Qaytarilgan ubixinon sitoxrom tizim bilan ulangan bo'ladi va bu tizimga u elektronlarni uzatadi.

Lipoy kislota

Lipoy kislotaning kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



Lipoy kislota

Digidrolipoy kislota

Dastlab 1951 yilda achitqi, qator mikroorganizmlar va soda hayvonlarning o'sish omili sifatida aniqlangan bo'lib, ko'p o'simlik va hayvon organizmlarida ham uchraydi. U ϵ -lipoidlizin (oqsil bilan birikkan) holda α -ketokislotalarning dekarboksillanishi va koferment A ning asil hosilalarini hosil bo'lishida ishtirok etuvchi multifermentlar-piruvatdehidrogenaza, α -ketoglutaratdehidrogenaza va boshqalarning tarkibiga koferment sifatida kiradi.

Lipoat kislota, shuningdek har xil oqsillarning tiol-disulfidli almashinuvlari, oksidlanuvchi fosforlanish, araxidon kislotaning prostaglandin H ga aylanishi va boshqa xil muhim biologik reaksiyalar

da ham ishtirok etadi. Shu sababli undan meditsinada lipid almashinuvini me'yorlashtirishda, ba'zi jigar kasalliklarini davolashda (sirroz, Botkin kasalligi), kandli diabet, ateroskleroz, ba'zi zaharlanishlarda, shuningdek pediatriyada keng foydalaniladi.

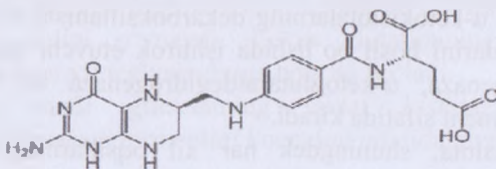
Piruvatning dekarboksillanishi to'g'risida mulohaza yuritganda, undan hosil bo'ladigan atsetaldegidning tiaminpirofosfat (TPF) bilan kompleks hosil qilishini va so'ngra asetaldegid guruhining lipoat kislota bilan reaksiyaga kirishishini o'z ichiga oladi:

- $$\text{Mg}^{2+}$$
1. Piruvat + TPF $\xrightarrow{\text{-----}}$ atsetaldegid + TPF + CO₂;
 2. Lipoat kislota + atsetaldegid - TPF \rightarrow S-atsetildegidrolipoat kislota;
 3. S-atsetildegidrolipoat kislota + KoA \rightarrow Degidrolipoat kislota + Atsetil-KoA.

Tetragidrofolat (TGF) kislota.

Bu modda jo'jalarning o'sish omili sifatida R. Uilyams 1941 yilda tomonidan shpinatning barglaridan ajratib olingan va fol kislotasi deb nomlangan vitamin hisoblanadi. Keyinchalik u jo'jalarning jigarida anemiyani oldini oluvchi, qator mikroorganizmlarning o'sishi, homilali maymunlarning anemiyasini davolovchi omillari sifatida uchrashi ma'lum bo'ldi.

Fol kislota koferment funksiyasini bajarish uchun vitaminning folatreduktaza va NADF ishtirokida qaytarilishidan tetrogidrofolatga aylanishi kerak bo'ladi. Fol kislota fermentlar tarkibida o'zaro mos holda N₅ va yoki N₁₀ alkilangan hosilalari koferment sifatida aminokislotalarning (masalan, serin yoki metioninni), purin va pirimidin asoslari, nuklein kislotalar, xolin va h.k.z.larning sintezida bir karbonli radikallar: formil, oksimetil, metilen, metin, va formin (CH=NH) guruhlarini ko'chirilishini ta'minlashda ishtirok etadigan koferment hisoblanadi. Uning kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



Tetragidrofolat kislota

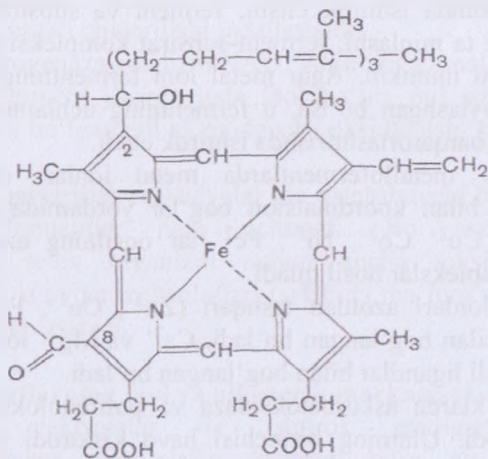
Bu modda tetragidrofol kislota (TGFK) bo'lib, uni N₅ va N₁₀ o'rinlarida vodorod joylashgan bo'ladi. Agar H va CHO bo'lganda 10 formil- TGFK; CH=NH va H bo'lganda 5- formimino-TGFK; CH₂OH va H bo'lganda 5- oksimetil-TGFK; =CH₂ va yana =CH₂ bo'lganda metilen 5,10-TGFK deb yuritiladi.

TGFK ning α-glutamin bog'lar bilan birikkan ettitagacha glutamin kislotalarning o'zaro qo'shilishidan hosil bo'lgan poliglutaminni hosilalari ham shu xildagi kofermentlik funksiyasini bajaradi.

Tarkibida gem tutuvchi kofermentlar.

Hayotiy jarayonlarning kechishida tarkibiga metal ioni va porfirin yadrosi bo'lgan kofermentlar markaziy o'rinni egallaydi. Xlorofill misolida (porfirinning magliyli kompleksi) fotosintezda ishtirok etishi, ya'ni bu jarayon tufayli barcha tirik organizmlar tomonidan quyosh energiyasini o'zlashtirilishi sodir bo'lishini keltirib o'tish mumkin.

Bu porfirinli qatorning asosi tetrapirrolli porfirin hisoblanib, undan barcha qolgan porfirinlar 1-8 o'rinlarda joylashgan vodorod atomlarini ko'pincha metil, etil va vinil guruhlar yoki propion kislota qoldig'i bilan almashinuvi natijasida hosil bo'ladi:



Gem a (formilporfirin)

Gem tutuvchi kofermentlar tabiatda keng uchraydi. Porfirinlar odatda ko'p metallar: magniy, temir, rux, nikel, kobalt, mis va kumush bilan komplekslar hosil qiladi. Agar porfirinlarning magniyli komplekslari fotosintezda ishtirok etuvchi xlorofilni hosil qilsa,

tarkibida ikki valentli temir bo'lgan porfirinli kompleks-gem hisoblanadi.

Gem organizmda kislorodni tashuvchi oqsillar tarkibiga kiradi. Shuningdek, bu kompleks birikma xilma-xil oksidlanish va vodorod peroksidini parchalanish reaksiyalarida ishtirok etuvchi fermentar tarkibiga kiradi. Gem asosan katalaza, peroksidaza, sitoxromoksidazalarning tarkibida uchraydi.

Metal tutuvchi nooksil tabiatli prostetik guruhlar.

Hozirgi kunda yuzdan ziyod fermentlar metalloproteinlar ekanligi aniqlandi. Ularni haqiqiy **metal tutuvchi** fermentlarga va metallar **ta'sirida faollanuvchi** fermentlarga ajratish mumkin. Birinchilarda fermentni ajratib olishda ham, tozalash jarayonida ham tarkibidagi metal saqlanib qoladi. Ikkinchi xillari metal bilan barqaror birikma hosil qilmaydi va fermentni tozalab ajratib olish jarayonida metal metalloprotein molekulasidan ajraladi.

Ko'pincha fermentlar va boshqa metalloproteinlar tarkibiga rux, mis, temir, molibdenlar kiradi.

Ferment molekulasini faol markazida joylashgan metal ionlari kataliz jarayonida ishtirok etishi, ferment va substratni bir biri bilan bog'lanishini ta'minlashi, ferment-substrat kompleksini hosil bo'lishida ishtirok etishi mumkin. Agar metal ioni fermentning faol markazidan tashqarida joylashgan bo'lsa, u fermentning uchlamchi va to'rtlamchi strukturasi barqarorlashtirishda ishtirok etadi.

Haqiqiy metallofermentlarda metal ionlari oqsillar guruhlari (ligandalari) bilan koordinatsion bog'lar yordamida birikkan bo'ladi. Metallardan Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Fe^{2+} lar oqsilning azot atomlari bilan barqaror komplekslar hosil qiladi.

Metal ionlari azotdan tashqari (Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} va boshqalar) oltingugurt bilan bog'langan bo'ladi. Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari esa fosfat va karboksil ionli ligandlar bilan bog'langan bo'ladi.

O'simliklarda askorbatoksidaza va polifenoloksidaza fermentlari keng uchraydi. Ularning birinchisi havo kislorodi hisobiga askorbin kislotani degidroaskorbin kislotagacha oksidlanishida ishtirok etsa, ikkinchisi-fenollarni xinonlargacha oksidlanishini katalizlaydi.

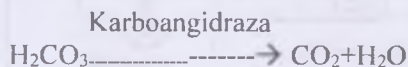
Bu fermentlarning molekulyar massasi 120000 Da bo'lib, ularning molekularlari birnecha subbirliklardan tashkil topgan. Ba'zan mis^{2+} dan tashqari fermentlar tarkibiga boshqa metal ionlari ham birikkan bo'ladi. Masalan, eukariotlarning sitoplazmasidagi superoksididismutaza

dimerdan tashkil topgan bo'lib, ularning subbirliklarini har biri barqaror birikkan Cu^{2+} va Zn^{2+} ga ega.

Odatda oksidlanish-qaytarilish fermentlarida metallar bevosita kataliz jarayonida ishtirok etadi.

Temir tutuvchi fermentlar asosan temir porfirinlar deb yuritiladigan, ya'ni temir elementini gemning tarkibidagi (gemli temir) tutuvchi birikmalar, bu oqsillar hisoblanadi. Bu fermentlar jumlasiga katalaza, peroksidaza, sitoxromoksidazalar kiradi. Tarkibida rux elementini tutuvchi fermentlar jumlasiga karboangidraza, alkoholdegidrogenaza, karboksipeptidaza A va boshqalarni kiritish mumkin.

Karboangidraza karbonat kislotaning parchalanishi reaksiyasini katalizlaydi:



Hayvon to'qimalarining kapellarlarida reaksiya karbonat kislota hosil bo'lish tomon yo'naltirilgan bo'ladi, bu uni qon oqimi tomonga o'tishiga olib keladi, o'pka kapellarlarida esa, reaksiya qarama- qarshi tomonga yo'naltirilgan bo'ladi va buning natijasida karbonat angidridning o'pka orqali chiqarilishi jadallashadi.

Alkoholdegidrogenaza katalizni NAD^+ ishtirokida amalga oshiradi. Zn^{2+} tutuvchi bu ferment jigarda juda faol bo'lib, etil spirtini odam uchun ancha zaharli bo'lgan etil aldegidgacha oksidlanish reaksiyasini katalizlaydi.

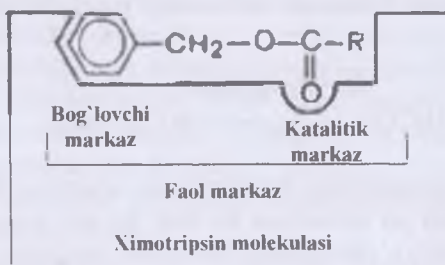
Oksidlanish- qaytarilish reaksiyalar ida qatnashuvchi bir necha xil selen tutuvchi fermentlar ham uchraydi. Bu esa, ma'lum konsentrasiyalarda selen organizm uchun ancha toksik element bo'lishiga qaramay, u ovqat mahsulotlari tarkibida ma'lum miqdorlarda bo'lishi kerakligini ko'rsatadi.

Fermentlarning faol va allosterik markazlari.

Fermentativ reaksiyalar da ishtirok etadigan substrat molekularini ferment molekulari kattaligi bilan qiyoslanganda, substrat molekulari uncha yirik bo'lmasligi aniq bo'lib qoladi. Shu bois, fermentning substrat bilan ta'sirlanishi tufayli hosil bo'ladigan ferment-substrat kompleksida fermentning ma'lum bir guruhdan tashkil topgan cheklangan aminokislotalar joylashgan peptid zanjiridagi qismi ishtirok etadi.

Shu sababli fermentning “**faol markazi**” degan tushuncha paydo bo‘ldi. Bu atama bilan ferment molekulasida aminokislotalar kombinatsiyasining kataliz jarayonida substrat molekulasida bilan bevosita mo‘jizaviy ravishda ta’sirlanishi tushiniladi.

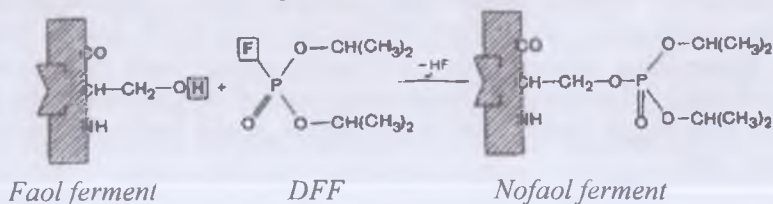
Murakkab fermentlarda faol markaz tarkibiga prostetik deb nomlangan guruhlar ham kiradi. Faol markazda substrat bilan bevosita ta’sirlanuvchi katalitik markaz va substratga moslikni maxsus ta’minlovchi va uni ferment bilan kompleksini shakllantiruvchi **bog‘lovchi markaz yoki to‘qnashuvchi (“langar”) maydon** farqlanadi. U quyida sxematik raishda keltirilgan:



Ximotripsinning markazida gistidinning ikkita va serinning bitta qoldig‘i borligi aniqlangan. Ingibitordan foydalanish asosida o‘tkazilgan tahlil asosida olib borilgan tadqiqotlar har xil guruhlariga kiruvchi fermentlarning faol markazlarida umumiylik borligini aniqlash imkonini berdi.

Xususan, diizopropil-ftor-fosfat (DFF) reaktividan foydalanganda atsetilxolinni xolin va sirka kislotagacha gidrolizlanishini katalizlovchi ferment o‘z faolligini to‘liq yo‘qotishi ma’lum bo‘ldi.

Bu modda tuzilishi jihatdan xolinga yaqin bo‘lib katalitik faol markazda joylashgan serinning OH guruhi bilan ta’sirlanadi va natijada fermentning faolligi yo‘qoladi. Boshqa qator fermentlarning faol markazida ham serin joylashganligi sababli DFF tomonidan shu aminokislotalarni fosforlashi orqali ularning faolsizlanishi ham yuz berishi ma’lum bo‘ldi. Sxematik jihatdan jarayon quyidagicha sodir bo‘ladi:



Qator fermentlarning “katalitik faol”liklarini belgilovchi serin aminokislotasini ikki tomonida joylashgan aminokislotalarni aniqlashga oid izlanishlar olib borilgan. Quyida esteraza va proteinazalarda serin aminokislotasining atrofida joylashgan aminokislotalarni ketma-ketligiga oid ma’lumotlar keltirilgan (Jadval 2).

Ba’zi fermentlarning serin aminokislotasi atrofida joylashgan aminokislotalar ketma-ketligi (Maler va Kordes bo’yicha).

Jadval 2

T/r	Ferment	Serin atrofida joylashgan aminokislotalar ketma-ketligi.
1	Ximiotripsin	-- Гли-Асп-Сер-Гли-Гли--
2	Tripsin	--- Гли-Асп-Сер-Гли-Гли---
3	Trombin	--- Гли-Асп-Сер-Гли-Про-Вал-
4	Elastaza	--- Асп-Сер-Гли---
5	Butiriolinesteraza	--- Асп-Сер-Гли---
6	Atsetil xolin esteraza	---Гли-Глу-Сер-Ала---
7	Ishqoriy fosfataza	--Гли-Глу-Сер-Ала-Гли-Гли-

Denaturatsiyani keltirib chiqaradigan har qanday ta’sir, ya’ni fermentning uchlamchi tuzilmasini izdan chiqishiga, u esa, faollik markazi tuzilmasini izdan chiqishiga va buning natijasida ferment faollikning yo’qolishiga sababchi bo’ladi.

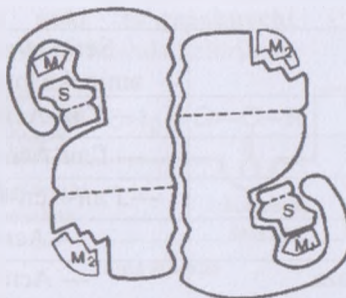
Faol markazdan tashqari ferment molekulasida «**allosterik markaz**» qismning borligi ham aniqlandi. Allosterik markaz ferment molekulasida substratdan farqlanadigan va odatda past molekulari (effektor yoki modifikator deb nomlangan) modda (ligand) sifatida birikadigan bo’lak hisoblanadi.

Fermentning allosterik markaziga effektor yoki ingibitorning birikishi uning uchlamchi, ko’pincha to’rtlamchi tuzilmasini o’zgarishiga sababchi bo’ladi. Bunday holat yo fermentativ faollikni susaytiradi, yoki aksincha kuchaytiradi.

Agar tashqi muhitning tegishli sharoitlarida oqsil-fermentning uchlamchi strukturasi nativ holatini tiklash (renaturatsiyalash) ga erishilsa, unda fermentning katalitik faolligi ham tiklanadi. Bunday holatning mavjudligi dastlab oshqozon osti bezini ribonukleazasi misolida isbotlangan edi.

Faolligi faol markazning va shu bilan birgalikda allosterik markazning holatiga bogʻliq boʻlgan fermentlarni **allosterik fermentlar** deb yuritiladi. Ularning farqli xususiyatlari oligomer ferment molekulasida makonda bir-biridan ajralib turadigan bir necha xil faol markazlar va bir necha xil allosterik boshqaruvchi markazlarning boʻlishidadir.

Sxematik jihatdan allosterik ferment Rasm 2 da koʻrsatilgan.



Rasm 2. Geterologik («bosh-dum») assotsiatsiya tipida birikkan ikkita protomerdan tashkil topgan allosterik fermentlarning sxematik tasviri (Koshlend boʻyicha).

Bu yerda: S- substrat; M₁- faol markazdagi biriktirib oluvchi modifikator; M₂- allesterik markazdagi biriktirib oluvchi (effektor) modifikator.

Rasm 2 dan koʻrinib turibdiki, har bir simmetrik tuzilishga ega boʻlgan ikkita protomer bittadan substrat (S) ni oʻziga biriktirib oluvchi faol markazga va bittadan effektor (M₂) ni oʻziga biriktirib oluvchi allosterik markazga ega, yaʼni ferment molekulasida ikkita markaz mavjud.

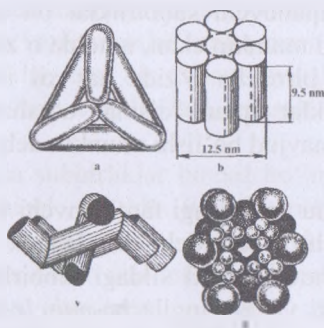
Allesterik fermentlarning substratlari uchun faol markazdan tashqari **effektor markaz** deb nomlangan markaz ham mavjudligi, va bunda substrat hatto effektor markaz bilan bogʻlangan boʻlganda ham, substrat katalitik oʻzgarishlarga duch kelmasligi, lekin u faol markazning katalitik faolligiga taʼsir koʻrsatishi haqida maʼlumotlar olingan.

Bir xil tipdagi ligandlarning oʻzaro bogʻlanishiga oid markazlar oʻrtasidagi shu yoʻsindagi taʼsirlanishlarni, **gomotrop** taʼsirlanishlar, har xil tipdagi ligandlarnikini esa-**geterotrop** taʼsirlanishlar deb yuritiladi.

Izofermentlar.

Tirik tabiatda o'zaro o'xshash ikki yoki undan ko'p subbirlikdan tashkil topgan, bir xil yoki har xil birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturalari bilan farqlanadigan fermentlar uchraydi. Bu fermentlarni **izofermentlar deb** yuritilib, ular bir biriga o'xshashligi bilan birga, katalizlaydigan reaksiyani maksimal tezligi (faolligi) yoki boshqarilish xossalari bilan farqlanadi. Subbirliklarni ko'pincha **protomerlar**, subbirliklar birlashgan oligomer molekulani esa-**multimerlar** deb nomlanadi.

Sxematik jihatdan ba'zi multimer-fermentlar va ularning protomerlaridagi bog'lanishi Rasm 3 da o'z aksini topgan.



Rasm 3. Ba'zi oligomer fermentlarning tuzilish modeli.

- a) -Glutamatdegidrogenaza ning (6 ta protomerdan tashkil topgan M.O. 336000Da) molekulasini tuzilishi;
- b) -RNK-polimerazaning molekulasini tuzilishi;
- v) -katalaza molekulasining yarmini tuzilishi;
- g) -piruvatdegidrogenazaning molekulasining molekulyar kompleksini tuzilishi.

Oligomerizatsiyalanish jarayoni oqsillarning subbirliklarini denaturatsiya omillarining jumladan qizdirishga, proteazalar ta'siriga nisbatan barqarorlik va chidamligni oshishiga olib keladi deb taxmin qilinadi. Lekin hozirgi kungacha egallangan bizning bilimlariz darajasi fermentlarning to'rtlamchi strukturasi katalitik faollikdagi o'rni to'g'risidagi savolga to'liq javob berish imkonini bermaydi, chunki faqatgina to'rtlamchi strukturani o'zini yumshoq sharoitda izdan chiqarish imkoniyati topilmagan.

Bugungi amaliyotda qo'llaniladigan dag'al sharoitlarda (ekstranormal ko'rsatkichli pH, guaninxlorid yoki siydikchil bilan)

ishlov berish stabil oligomer fermentini to'rtlamchi strukturasi izdan chiqaribgina qolmasdan, balki uchlamchi va ikkilamchi strukturasi ham izdan chiqarishi orqali denaturatsiyalanishiga olib keladi va natijada uning biologik faolligi ham yo'qoladi.

Izofermentlarda odatda subbirliklar o'rtasida kovalent, o'takovalentli bog'lanishlar bo'lmasligini qayd etish lozim. Ular o'rtasidagi bog'lanishlar nokovalent bo'lganligi sababli bu fermentlar juda osongina protomerlarga dissotsiatsiyalanadi.

Bunday fermentlarning o'ziga xos noyob xususiyatlardan biri shundaki, butun ferment kompleksining faolligi alohida olingan subbirliklarning o'zaro joylashuv tartibiga bog'liqligidadir.

Agar genetik farqlanuvchi subbirliklar bir xil shakldan ko'proq shaklda mavjud bo'lishi mumkin ekan, u holda o'zaro mos tarzda har xil miqdorda ikkita yoki birnecha o'zida har xil miqdoriy nisbatlardan tashkil topgan subbirliklar tiplari qisman o'xshashlikda, lekin bir xil bo'lmagan shakllarda mavjud bo'lishi mumkin deb tasavvur qilish lozim bo'ladi.

Fermentlarning shu yo'sindagi farqlanuvchi vakillarini **izoferment (izoenzim yoki izozim)** lar deb nomlanadi. Xususan, yuqorida keltirilgan tamoyilga muvofiq ikki xildagi subbirlik (shartli ravishda H inglizcha. *-heart*-yurak va M inglizcha-*muscle*-mushak) dan tashkil topgan laktatdehidrogenaza (LDG) misolida izofermentlarni tavsiflash mumkin.

Bunda ikkita subbirlikdan 5 xil kombinatsiyadagi izoferment hosil bo'lish imkoniyati mavjud. Shunday qilib, aytish mumkinki, H va M subbirliklari yordamida faol laktatdehidrogenaza fermentining quyidagi kombinatsiyalarini mavjud ekanligi ma'lum bo'ladi:

- 1) HHHH yo H_4 yoki Laktatdehidrogenaza 1(LDG1)
- 2) HHHM yo H_3M yoki Laktatdehidrogenaza 2(LDG2)
- 3) HHMM yo H_2M_2 yoki Laktatdehidrogenaza 3(LDG3)
- 4) HMMM yo HM_3 yoki Laktatdehidrogenaza 4(LDG4)
- 5) MMMM yo M_4 yoki Laktatdehidrogenaza 5(LDG5)

Odatda bu kombinatsiya lardan hosil bo'lgan laktatdehidrogenaza izofermentlarini o'zaro mos holda LDG₁; LDG₂; LDG₃; LDG₄ va LDG₅ deb nomlanadi. Hozirgi kungacha eng mukammal o'rganilgan izofermentlardan biri shu LDG bo'lib, u pirouzum kislotani sut kislotasiga aylanishi reaksiyasini katalizlaydi.

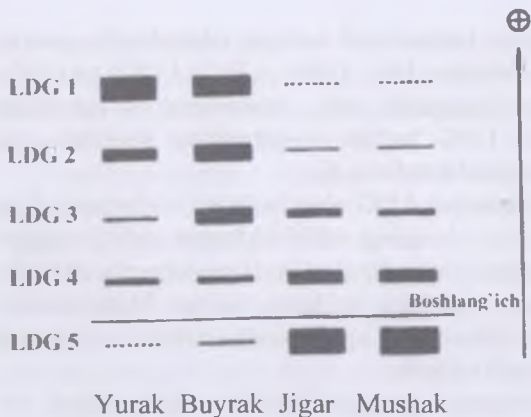
Yuqorida keltirib o'tilganidek LDG ning besh xil izofermenti 4 ta bir xil kattalikdagi, lekin ikki xil tipdagi subbirliklardan tashkil topgan bo'ladi. H- tipidagi(H₄) subbirlikli izofermentlar H-protomerlar pH 7,0-9,0 bo'lganda manfiy zaryadga ega bo'lgani uchun M-protomerli izofermentlarga nisbatan elektroforez jarayonida elektr maydonini musbat (anod) tomoniga qarab siljiydi.

M₄ izoferment anod tomonga qarab juda kichik tezlikda siljiydi, bir vaqtning o'zida qolgan izofermentlar oraliq masofalarni egallaydi. Ba'zi bir holatlarda subbirliklar ham bir xil strukturaga va ularning har biri katalitik faol qismga ham ega bo'ladi (masalan, 4 ta subbirlikli β - galaktozidaza).

Boshqa holatlarda subbirliklar bir xil bo'lmaydi. Bular jumlasiga triptofansintetazani misol sifatida keltirib o'tish mumkin. U ikki subbirlikdan tashkil topgan bo'lib, ularning har biri o'ziga tegishli enzimatik faollikka ega. Lekin ular makromolekulyar birikish strukturasi darajasida bo'lgandan keyingina, ikkala subbirlik ham o'zini triptofansintetaza faolligini namoyon qilaoladi.

Ko'p sonli ferment shakllari atamasi bir organizmni o'zida uchraydigan u yoki bu bir xil reaksiyani katalizlaydigan oqsillarga nisbatan qo'llaniladi. Izoferment atamasi faqat oqsilning birlamchi strukturasi genetik farqlanish tufayli (ayrim zanjirning modifikatsiyasi asosidagi shakllari uchun emas, balki) kelib chiqadigan ko'p sonli ferment shakllari uchun qo'llaniladi.

Har xil to'qimalardan ajratib olingan LDG larning poliakrilamid gelda elektroforez yo'li bilan tadqiq qilinganda bu izofermentlarning o'zaro nisbiy miqdorlari ko'rsatkichlarini xilma-xil ekanligi ma'lum bo'ladi (Rasm 4).



Rasm 4. Har xil organlarning LDG izofermentlarini o'zaro taqsimlanishi va nisbiy miqdorlari.

Izoferment ekstraktlari “boshlang'ich” chizig'iga kiritilgan. Tajriba uchun tanlab olingan pH chegarasida LDG izofermentlaridan 3 tasi anod (LDG₁; LDG₂; LDG₃) ga, bittasi (LDG₅) katodga qarab harakatlanadi.

M₁ izoferment juda past tezlikda anodga qarab harakatlansa, bunda qolgan barcha izofermentlar oraliq masofalarni egallaydi. Shu narsani alohida qayd etish lozimki, LDG ning izofermentlari deyarli bir xil fermentativ faollikga ega bo'lgani holda, farqlanuvchi fizik-kimyoviy xossaga, molekulyar og'irlikka, elektroforetik harakatchanlikka, ingibitorlar va aktivatorlarga nisbatan turli munosabat xususiyatlariga ega.

Lekin har bir to'qima uchun me'yor chegarada bo'lganda LDG shakllarining o'ziga xos nisbat ko'rsatkichi (izoferment spektri) xos. Masalan, yurak mushagi uchun H₄, ya'ni, LDG₁, skelet mushaklari va jigar uchun esa –M₄ (LDG₅) larni konsentratsiyasi yuqori ekanligi ko'zga tashlanadi.

Bundan tibbiy amaliyotda keng foydalaniladi. Chunki LDG ning izofermentlarini (boshqa fermentlarni ham) qon zardobida paydo bo'lishi organ va to'imalarning organik va funktsional jihatdan shikastlanishini aniqlashda, ya'ni differensial tashxis uchun muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Qon zardobi tarkibida izofermentlar miqdorini aniqlash patologik jarayonning topografiyasi va organ yoki to'qimaning jarohatlanishi darajasini aniqlash imkonini beradi.

MATERIALLARNI MUSTAHKAMLASH UCHUN SAVOLLAR:

1. Fermentlarning kimyoviy tuzilishi.
2. Fermentlarning molekulyar og'irliklari.
3. Fermentlarning oqsil qismi.
4. Kofermentlar va kofaktorlar.
5. Fermentlarning nukleotid tuzilishga ega bo'lgan noqsil qismi.
6. Fermentlarning vitaminlar va ularning hosilalaridan tashkil topgan noqsil qismi.
7. Fermentlarning metallar va tarkibida metal tutuvchi noqsil moddalari.
8. Fermentlar tarkibiga kiruvchi boshqa noqsil tabiatli moddalar.
9. Fermentlarning faol markazlari.
10. Fermentlarning allosterik markazlari.
11. Izofermentlar.
12. Fermentlarni o'rganish uslublari.
13. Fermentlarni organizmning butunligiga shikast etkazmasdan o'rganish uslubi.
14. Fermentlarni analitik-dezintegratsion uslubda o'rganish.
15. To'qimalarni gomogenizatsiyalash
16. Fermentlarni, ularning ekstraktlaridan neytral tuz va organik erituvchilar yordamida cho'ktirib ajratib olish uslublari.
17. Fermentlarni elektroforez yo'li bilan fraktsiyalash uslublari.
18. Fermentlarni xromatografiya yo'li bilan fraktsiyalash uslublari.
19. Fermentlarni gomogenligini aniqlash uslublari.
20. Fermentlarni aminokislota ketma-ketligini o'rganish uslublari.

3. KATALIZ. FERMENTATIV REAKTSIYALAR KINETIKASI.

3.1. Kataliz.

Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalarni kataliz deb yuritiladi. Umumiy kimyo ma'lumotlaridan ma'lumki, kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirish uchun o'zaro ta'sirlanuvchi moddalarga qo'shimcha katalizatorlar qo'shish lozim. Katalizatorlar o'zlarining quyidagi xususiyatlari bilan tavsiflanadi:

1. Reaksiyaga kirishayotgan moddalar aralashmasiga katalizator qo'shganda reaksiya tezligi keskin oshadi.

2. Reaksiya oxirida katalizator tarkibiy jihatdan o'zgarmaydi, u stexiometrik tarzda reaksiyaga kirishmaydi.

3. Juda kam miqdordagi katalizator katta miqdordagi moddalarning o'zaro ta'sirlanish reaksiyasini tezlashtiradi.

4. Qaytar reaksiya holatida katalizator uning muvozanatini ko'chirilishini ta'minlamay, faqat uni tezlashtiradi.

5. Katalizator maxsuslik xususiyatiga ega, ya'ni faqat ma'lum reaksiyalarnigina kechishini tezlashtiradi, boshqacha qilib aytganda turli reaksiyalarni har xil katalizatorlar tezlashtiradi.

6. Katalizatorning faolligi k o'pincha u bilan faol kompleks hosil qiluvchi maxsus faollovchi moddalar (protomerlar) ning yoki uni faolsizlantiruvchi moddalar (zaharlar) ning mavjudligi bilan bog'liq.

Kimyoviy tuzilishi jihatidan katalizatorlar noorganik va organik tabiatga ega bo'ladi, noorganik katalizatorlar sifatida Ni, Pt, sulfat kislota va h.k.z.larni, organik katalizatorlarga esa, fermentlarni misol keltirib o'tish mumkin.

3.2 Biologik va nobiologik katalizatorlar

Biologik (fermentlar), shuningdek nobiologik katalizatorlar ular ishtirokisiz ancha davomli va «qat'iy o'zgarishli sharoitlar» (haroratning, bosimning, reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasini yuqoriligi va h.k.z.)larda kechadigan kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradi.

Biologik (fermentlar) katalizatorlar ham, nobiologik katalizatorlar ham kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradi va shu bilan birgalikda ularning o'xshashlik va farqli jihatlari mavjud.

Biologik (fermentlar) va nobiologik katalizatorlarning o'xshashlik jihatlari.

Biologik va nobiologik katalizatorlar u yoki xildagi qo'shimcha reaksiyalarni keltirib chiqaradigan, shuningdek termodinamik sharoiti jihatidan amalga oshishi mumkin bo'lmagan reaksiyalar da ishtirok etmaydi. Nobiologik katalizatorlar ham, biologik katalizatorlar ham oddiy sharoitda juda sekin kechadigan kimyoviy reaksiyalar ni tezlashtiradi.

Bunda fermentlar uchun ham, nobiologik katalizatorlar (masalan, temir, platina va boshqalar) uchun ham katalizning qonuniyatlariga mos tarzda o'zaro o'xshash bo'lgan qator belgilar mavjud.

Ular jumlasiga:

1) katalizatorlarning ikkala xili faqat energetik imkoniyat chegarasidagi (termodinamika qonunlariga zid bo'lmagan) reaksiyalarni katalizlaydi;

2) hech qachon reaksiya yo'nalishini o'zgartirmaydi;

3) qaytar reaksiyalar ni muvozanatini o'zgartirmaydi, faqat uni tezlashtiradi;

4) reaksiya jarayonida sarf bo'lib ketmaydi (hujayrada ferment u yoki bu sababga ko'ra parchalanib ketmaguncha yoki qaytmas holatgacha inaktivatsiyalanmagunicha faol bo'ladi).

Biologik (fermentlar) va nobiologik katalizatorlarning farqlanuvchi jihatlari.

Fermentlar nobiologik katalizatorlarga nisbatan farqlanuvchi jihatlarga ega. Bu jihatlari fermentlarning kimyoviy tuzilish xususiyatlari bilan belgilanadi. Bu farqlanuvchi xususiyatlar jumlasiga quyidagilarni kiritish mumkin:

1. Fermentlar o'ta samarali ta'sirga ega va 10^8 - 10^{20} marta yuqori darajadagi faollikni namoyon qiladi: 1 molekula ferment 1000 dan 1 mln.gacha molekula substratni o'zgarishini katalizlayoladi. Bu tezlik nobiologik katalizatorlar uchun xos emas.

2. Fermentlar mo'tadil harorat (tana harorati) sharoitlarida, me'yoriy bosim va muhit pH ni neytral ko'rsatkichlarida katalitik faollikni namoyon qiladi.

3. Nobiologik katalizga nisbatan fermentativ katalizning tezligi ancha yuqori bo'lishini sababi shundaki, nobiologik katalizdagiga nisbatan fermentativ katalizda reaksiya uchun kerakli faollanish energiyasi ancha past bo'ladi.

4. Fermentlar substrat (ferment ta'sir etadigan, kimyoviy birikma) ning kimyoviy tabiatiga nisbatan ham, reaksiya tipiga nisbatan ham, yuqori darajadagi maxsuslikka ega, ya'ni har bir ferment asosan faqat ma'lum kimyoviy reaksiyanigina katalizlaydi. Stereoizomerlardan faqat bittasigagina ta'sir etadigan fermentlar uchraydi. Holbuki, masalan, nobiologik katalizator platinadan xilma xil reaksiyalarda katalizator sifatida foydalaniladi va uning faolligi substratning izomer xiliga bog'liq bo'lmaydi. Fermentlarning shu yo'sindagi o'ta maxsusligi moddalar almashinuvini ma'lum yo'nalishda sodir bo'lishini ta'minlaydi.

5. Fermentlar o'ta samarali va mo'tadil harorat sharoitida (odamda tana harorati, ya'ni 37°C atrofida) bo'lganda, normal bosimda, ko'p hollarda muhit pH ni neytral chegarasida, ya'ni ancha «yumshoq» sharoitlarda o'z faolligini namoyon qiladi. Bu ularni ta'siri yuqori bosimda, pH ning cheklanmagan ko'rsatkichlarida, yuqori temperatura va h.k.z.larda yuz beradigan nobiologik katalizatorlardan farqlanishini ko'rsatadi. Fermentlar oqsil tabiatiga egaligi sababli haroratning, pH ning va bosimning o'zgarishlariga nisbatan yuqori darajadagi sezgirlikni namoyon qiladi.

6. Fermentlar faolligi boshqariladigan katalizatorlar hisoblanadi (nobiologik katalizatorlar haqida bunday deb bo'lmaydi). Fermentlarning bu noyob xossalari muhit sharoitiga bog'liq holda hujayradagi va organizmdagi metabolizm jarayonlari tezligini o'zgartirish imkoniyatini beradi.

Shunday qilib, hujayra va organizm har xil omillarning (kimyoviy va fizik) ta'siriga moslashadi (adaptatsiyalanadi). Fermentlarning hujayralardagi faolligi genetik nuqtai nazardan ham, ma'lum past molekulari birikmalar vositasida ham nazorat qilinadi, xususan bu nazorat ushbu fermentlar tomonidan katalizlanadigan substratlar va reaksiya mahsulotlari, faollovchilar, ingibitorlar va h.k.z. lar tomonidan ham amalga oshiriladi.

Hujayralarda fermentlarning faolligi qat'iy nazorat qilinganligi uchun fermentga ta'sir ko'rsatish asosida tegishli u yoki bu reaksiya tezligini boshqarish mumkin.

7. Fermentlar noorganik katalizatorlardan farqli o'laroq u yoki bu qo'shimcha reaksiyani keltirib chiqarmaydi.

8. Fermentativ reaksiyani tezligi ferment miqdoriga to'g'ri proporsional, yani biologik kataliz tirik hujayrada va butun organizmda sodir bo'lganligi tufayli fermentning etishmasligi, moddalar almashinuvi tezligini susaytiradi. Bu narsa organizm hujayralarining tashqi

muhitning o'zgarayotgan omillariga moslashuvi yo'li bu ferment miqdorini qo'shimcha ravishda hosil bo'lishini ta'minlovchi omil kamligini ko'rsatadi.

Yerda hayotning paydo bo'lishi va tirik organizmlarning evolyutsiyasi jarayonida katalizatorlarning murakkab tizimi paydo bo'ldi va takomillasha bordi. Fermentlar hayot jarayonida to'xtovsiz yangilanib, zaruriy me'yorda bevosita (lozim bo'lgan o'rinda va muddatda) tayorlanib, hayotning uzluksiz kechishini ta'minlaydi.

Binobarin, ular titik organizmlarning hayotiy jarayonlarini ta'minlovchda yuz beradigan barcha kimyoviy reaksiyalarning biologik katalizatorlaridir hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, fermentlar yuqorida qayd etilganidek oqsil tabiatiga ega bo'lgan moddalar bo'lib, reaksiya tezligiga katalizator sifatida ta'sir ko'rsatadi, ya'ni reaksiyani faollanish energiyasini kamaytiradi va uni energetik to'sig'i juda past bo'lgan aylanma yo'l orqali o'tishini ta'minlaydi.

3.3. Fermentlarning ta'sir etish mexanizmi.

Fermentlarning tuzilishi va funktsiyasi, shuningdek ta'sir etish mexanizmiga oid muammolar har yili bo'lib o'tadigan xalqaro anjuman va kongreslarda muhokama qilinadi. Bunda faol markazning tuzilishi har xil tipdagi fermentlarning ta'sir etishini aniq mexanizmlari, enzimatik katalizning umumiy nazariyalariga alohida e'tibor qaratiladi. Fermentlar ta'sirida kimyoviy reaksiyalarning tezlashuvi:

- substratning ferment-substrat o'rtasida yuz beradigan qaytar dissotsiyasi tufayli adsorbtsion yoki molekulyar faol holga keltirilishi;
- radikallar yoki qo'zg'aluvchan molekullar ishtirokida yuzaga chiqadigan zanjirli reaksiyalar mexanizmiga asoslanadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, biologik katalizda reaksiyani zanjirli mexanizmi uncha katta ahamiyatga ega bo'lmas ekan.

Fermentativ reaksiyalar tabiati V. Anri, L. Mixaelis va M. Mentenlarning izlanishlari natijasida o'rganilgandan keyin enzimatik katalizda ferment (E) o'zining substrati (S) bilan qaytar holda birikib uncha barqaror bo'lmagan oraliq ferment-substrat (ES) kompleksini hosil qilishi va reaksiya natijasida ferment (E)ning va reaksiya mahsuloti (P) ning ajralib chiqishi yuz berishini tasdiqladi.

L.Mixaelis dastlab oraliq mahsulot ferment-substrat (ES) kompleksini hosil bo'lishini bashorat qilibgina qolmay, balki reaksiya

tezligiga substrat konsentrasiyasini ta'siriga oid kattalikni hisoblab topishni ham taklif qildi.

Keyinchalik fermentativ reaksiyada bir necha bosqichlarni farqlash lozim ekanligi:

-substrat molekulasini ferment molekulasini bilan birikishi;

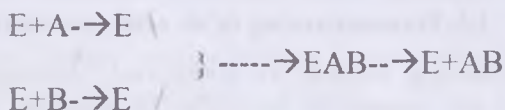
-birlamchi oraliq mahsulotning bir yoki birnecha ketma-ketlikda hosil bo'luvchi (o'tkinchi) komplekslarga aylanishi va fermentdan ajralayotgan so'ngi reaksiya mahsulotlarini bir yoki birnecha bosqichlarda ajralib chiqishi ma'lum bo'ldi.

Bu aytilgan fikrlarni sxematik ravishda:

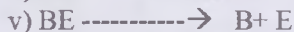
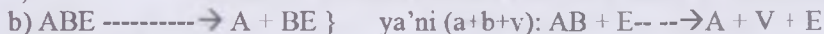
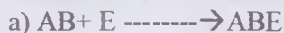


tarzida ifodalash mumkin.

Anabolitik reaksiyalarda, masalan $A + B \text{ -----} \rightarrow AB$ tipidagi reaksiyada ferment bitta substrat bilan ham, boshqasi bilan ham birikishi mumkin:

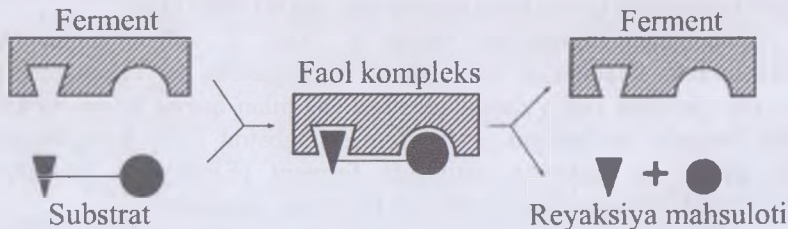


Katabolitik reaksiyalarda, masalan $AB \text{ -----} \rightarrow A + B$ tipidagi reaksiyalarning mexanizmini:



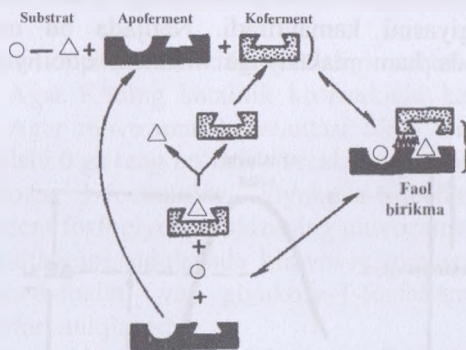
tarzida ifodalash mumkin.

Agar ferment oddiy oqsildan tashkil topgan bo'lsa, ferment substrat kompleksini hosil bo'lish sxemasini:



tarzida izohlash mumkin.

Agar ferment murakkab oqsil tabiatli bo'lib, yani uni tarkibida koferment ham bo'lsa, bunda kofermentning funksiyasini (A. Kantarov va B. Shepartts bo'yicha) e'tiborga holda reaksiyani kechish sxemasini:



tarzida izohlasa bo'ladi.

Ferment substrat bilan juda qisqa muddatda o'zaro ta'sirlanadi. Ferment-substrat kompleksini hosil bo'lishini D. Keylin va B. Chanslar isbotlashgan edi.

Hozirgi kunda kinetikaning amaliy va matematik uslublari, kimyoviy reaksiyalarning termodinamikasi va statistik mexanikasi qator fermentativ reaksiyalarning kinetik va termodinamik ko'rsatkichlarini, tezlik konstantasi va muvozanat holatini yuzaga kelishini aniqlash imkonini beradi.

Ferment-substrat kompleksini hosil bo'lishida vodorod bog'lar, elektrostatik va gidrofob ta'sirlanishlar, shuningdek qator holatlarda kovalent va koordinatsion bog'lanishlar ishtirok etadi.

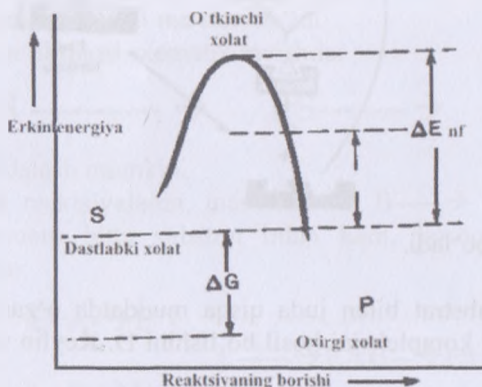
Katalitik jarayonda ferment va substratning o'zaro bir-biriga aniq ravishda mos kelishi, shuningdek bu xildagi moslikning termodinamik va katalitik jihatdan ustunligi muhim ahamiyatga ega.

Boshqa katalizatorlar kabi fermentlarning ham termodinamik nuqtai nazardan reaksiyani jadallashtirish bilan bog'liq bo'lgan xususiyati o'zaro ta'sirlanuvchi moddalarni faollanish energiyasini kamaytirish evaziga yuz beradi.

Odatda faollanish energiyasi kattaligini Djoul/mol hisobida (Dj/mol) belgilanadi. **Faollanish energiyasi** deb muayyan temperaturada mol miqdorda olingan moddaning hamma molekularini faollashgan holatga o'tishi tushuniladi. Boshqacha qilib aytganda, bunda

termodinamik ehtimollik mavjud bo'lishiga qaramay, dastlabki kimyoviy reaksiyani boshlanishi uchun etarli miqdordagi energiyaning bo'lishi lozimligi e'tirof etiladi.

Ferment faollashgan molekullarning sonini oshirish evaziga faollanish energiyasini kamaytiradi. Natijada bu molekullar past energetik darajada ham reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'lib qoladi (Rasm 5).



Rasm 5. Fermentativ va nofermentativ kimyoviy reaksiyalarning energetik mexanizmlari.

Bu yerda: S - dastlabki substrat mahsuloti;

P – reaksiyasini so'ngi mahsuloti;

ΔE_{nf} - nofermentativ reaksiyani faollashtiruvchi energiya;

ΔE_f - fermentativ reaksiyani faollashtiruvchi energiya;

ΔG - erkin energiyaning andozaviy (standart) o'zgarishi.

Rasm 5 dan ko'rinib turibdiki, fermentativ reaksiyasini faollashtiruvchi energiyasi ancha past bo'ladi. Shuni alohida qayd etish joyizki, ferment tomonidan katalizlanuvchi reaksiya ham, katalizlanmovchi reaksiya ham, uning qay tarzda o'tishi yo'lidan qat'iy nazar birxil erkin energiyaning andozaviy o'zgarish kattaligi (ΔG)ga ega bo'ladi.

Matematik jihatdan muvozanat konstantasi va reaksiyaga kirishuvchi moddalarning erkin energiyasini o'zgarishi:

$$\Delta G = -RT \ln K$$

tenglama orqali ifodalanadi.

Bu erda: R.- gaz doimiysi;
T- Kelvin hisobida absolyut (mutloq)temperatura;
IgK-muvozanat konstantasini natural lagorifmi;
 ΔG -erkin energiyaning standart o'zgarishi (Dj/mol).

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, kattaligi yuqori bo'lganda ΔG manfiy bo'ladi. Agar K ning katalitik ko'rsatkichi kam bo'lsa, ΔG musbat bo'ladi. Agar muvozanat konstantasi birga teng bo'lsa, erkin energiyaning o'zgarishi 0 ga teng bo'ladi va reaksiya osongina qaytariladi. Masalan, glyukoza 1-fosfatining glyukoza-6-fosfatga aylanishini katalizlovchi ferment fosfoglyukomutazaning muvozanat koeffitsienti va erkin energiya kattaligini aniqlashda kimyoviy muvozanatga erishgan paytda glyukoza-6-fosfat va glyukoza-1-fosfatlarning reaksiyon muhitdagi miqdorlari aniqlanadi.

Muvozanat paytida glyukoza-6-fosfatning miqdori glyukoza-1-fosfatga nisbatan 19 marta ko'p bo'ladi. Bundan muvozanat koeffitsienti K 19 ga teng ekanligi ma'lum bo'ladi. Bu raqamni tenglamaga joylashtirsak $\Delta C = -7329$ Dj/mol kelib chiqadi. Bundan k o'rinib, turibdiki 1 mol glyukoza-1-fosfatni 25°C da glyukoza-6-fosfatga aylanishida tizimdagi erkin energiyaning kamayishi 7329 Djoulni tashkil qiladi.

3.4. Fermentativ reaksiyalar kinetikasi. Mixaelis-Menten tenglamasi.

Hayotning namoyon bo'lishini tavsifi tirik organizmlarning kinetik boshqarilishini ta'minlash kabi ajoyib xususiyati hisoblanadi va bu jarayon termodinamik muvozanatga erishishni to'sib qo'yish orqali yuzaga chiqadi.

Fermentativ kinetika-reaktsiyaga kirishuvchi modda (ferment, substrat) larning kimyoviy tabiati va ularning ta'sirlanish sharoitlari (konsentrasiya, muhitning pH, harorat, faollovchilar yoki ingibirlovchilar mavjudligi) ning reaksiya tezligiga ta'sir etish qonuniyatlarini o'rganadi.

Fermentativ reaksiyalar kinetikasini o'rganishdan maqsad ferment ta'siri mexanizmlarini tushunishni ta'minlovchi ma'lumotlarga ega bo'lishdan iborat. Kimyoviy reaksiyalar kinetikasining umumiy tamoyillari fermentativ reaksiyalar uchun ham xosdir.

Ma'lumki, har qanday kimyoviy reaksiya termodinamik muvozanat konstantasi bilan tavsiflanadi. **Muvozanat konstantasi** reaksiya natijasida tizimning kimyoviy muvozanat holatiga kelishga tegishli kattalikdan iborat bo'lib, u Km orqali belgilanadi. Reaksiya uchun muvozanat konstantasi reaksiya natijasida hosil bo'ladigan moddalar ko'paytmasining reaksiyaga kirishayotgan moddalar ko'paytmasi nisbatiga teng bo'ladi:

Muvozanat paytida kimyoviy reaksiya tezligi- $v_{+1} = [A]^* [B]$ ni teskari reaksiya: $v_{-1} = K_{-1}[C]^* [D]$ tezligiga nisbatidan foydalanilani b aniqlanadi yani: $v_{+1} = v_{-1}$ ozaro mos holda: $K_{+1}[A]^* [B] = K_{-1}[C]^* [D]$ yoki

$$\frac{K_{+1}}{K_{-1}} = \frac{[C]^*[A]}{[A]^*[B]} \text{ ga teng bo'ladi; bundan: } \frac{K_{+1}}{K_{-1}} = K_m \text{ kelib chiqadi.}$$

Shunday qilib, reaksiyasini muvozanat konstantasi to'g'ri reaksiya konstantasini teskari reaksiya konstantasiga bo'lgan nisbatiga teng. Muvozanat konstantasiga teskari kattalikni **substrat konstantasi** deb yoki fermentativ reaksiya holatida **ferment-substrat kompleksini dissotsiatsiya konstantasi** deb nomlanadi va K_s bilan belgilanadi. Reaksiya jarayoni, ya'ni:



orqali ifolanadi, ya'ni K_s ferment konsentrasiyasini va substratning ferment-substrat kompleksi konsentrasiyasiga yoki teskari reaksiya tezligi konstantasini to'g'ri reaksiya konstantasiga bo'lgan nisbat kattaligi bilan aniqlanadi.

Shuni qayd etish joyizki, K_s konstantasi substrat va fermentning kimyoviy tabiatiga va ularning o'zaro bir biriga mosligiga bog'liq. K_s konstanta kattaligi qancha kichik bo'lsa, fermentning substratga mosligi shuncha yuqori bo'ladi.

Fermentativ reaksiyalarni o'rganish jarayonida (odatdagi kimyoviy reaksiyalar dan farqli) bu reaksiyalar da fermentni substratga to'yinish holatiga bog'liq xususiyatlarini e'tiborga olish lozim. Substrat konsentrasiyasi past bo'lgan paytda reaksiya tezligi substrat

konsentrasiyasiga bog‘liq bo‘lib, deyarli to‘g‘ri chizikli o‘zgarishga ega bo‘ladi va birinchi tartibli kinetika qonuniga bo‘ysinadi (Rasm 6).

Demak, $S \rightarrow P$ reaksiya tezligi substrat konsentraciyasi (S)ga to‘g‘ri proporsional va vaqtning har qanday ulushi (t) da quyidagi tenglama asosida aniqlanadi:

$$v \frac{d[E^*S]}{dt} = K[S]$$

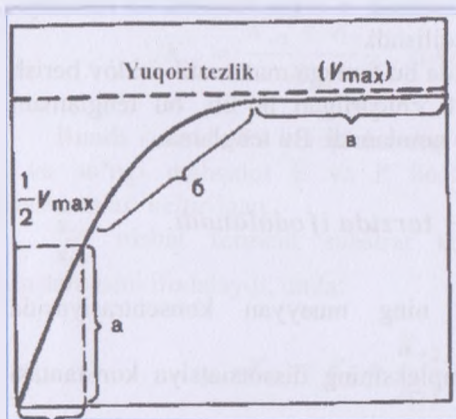
Bu erda:

[S] –S substratning molyar konsentraciyasi;

-d[S]/dt-substrat konsentraciyasining pasayish tezligi;

K'-muayyan sharoitdagi vaqt birligi (daq⁻¹yoki C⁻¹)

o‘lchamiga oid reaksiyasini tezlik konstantasi.



K_m Substrat konsentraciyasi [S]

Rasm 6. Ferment konsentraciyasini doimiyligi sharoitida fermentativ reaksiya tezligini substrat konsentraciyasiga bog‘liqligini nazariy grafigi.

a)-birinchi tartibli reaksiya tezligi ([S] < K_m bo‘lganda, reaksiya tezligi substrat konsentraciyasiga to‘g‘ri proporsional);

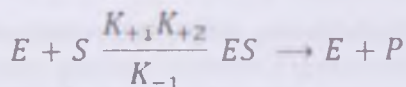
b)-aralash tartibli reaksiya;

c)-nol tartibli reaksiya, bunda $v = V_{max}$ ga teng bo‘lib, reaksiya tezligi substrat konsentraciyasiga bog‘liq emas.

Substrat konsentraciyasi yuqori bo‘lganda reaksiya tezligi maksimal bo‘lib, substrat konsentraciyasiga [S] ga bog‘liq bo‘lmay qoladi va doimiy ko‘rsatkichga aylanadi. Bu holatda reaksiya nol tartibli kinetikaga bo‘ysinadi, yani: $v=K$ (fermentning substrat bilan to‘liq to‘yinishi) va uning tezligi to‘lig‘icha ferment konsentraciyasi bilan aniqlanadi.

Bundan tashqari ikkinchi tartibli reaksiya ham farqlanadi, bu reaksiyasini tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentrasiyalari yig'indisiga to'g'ri propotsional bo'ladi. Ma'lum sharoitlarda propotsionallikning buzilishi yuz berganida aralash tartibli reaksiyalar ni nazarda tutish lozim bo'ladi (Rasm 6).

L. Mixaelis va M. Mentenlar fermentning substrat bilan to'yinish xususiyatini o'rganish natijasida **fermentativ kinetika nazariyasini** ishlab chiqdilar. Ular fermentativ jarayonning kechishini:



tarzda, ya'ni ferment E substrat S bilan o'zaro ta'sirlanib oraliq kompleks ES hosil qiladi va keyinchalik u erkin ferment va reaksiya mahsuloti P ga aylanadi deb faraz qilishdi.

Massalar ta'siri qonuni asosida bu farazga matematik ishlov berish asosida tegishli tenglama keltirib chiqarilgan bo'lib, bu tenglamani **Mixaelis-Menten tenglamasi** deb nomlanadi. Bu tenglama:

$$v = \frac{V_{mak} + [S]}{K_s + [S]} \text{ tarzida ifodalanadi.}$$

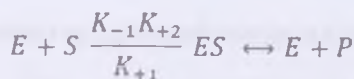
Bu erda: v -substrat $[S]$ ning muayyan konsentrasiyasida kuzatiladigan reaksiya tezligi;

K_s -ferment - substrat kompleksining dissotsiatsiya konstantasi (mol/l);

V_{mak} -fermentning substrat bilan to'liq to'yinish sharoitidagi reaksiya tezligi.

Mixaelis-Menten tenglamasiga muvofiq substratning yuqori konsentrasiyasi K_s kattaligi ko'rsatgichi past bo'lganda reaksiya tezligi maksimal bo'ladi, ya'ni: V_{mak} (nol tartibli reaksiya); substrat konsentrasiyasi past bo'lganda, aksincha har bir muayyan vaqt birligida reaksiya tezligi substrat konsentrasiyasiga to'g'ri proporsional (birinchi tartibli reaksiya) bo'ladi.

Shu narsani alohida ta'kidlash joyizki, Mixaelis-Menten tenglamasi fermentativ jarayon tufayli hosil bo'lgan reaksiya mahsulotini reaksiya tezligiga ta'sirini hisobga olmaydi, masalan:



reaktsiyasi biroz cheklangan tavsifga ega. Shu sababli tenglamani biroz takomillashtirishga harakat qilish asosida Briggs-Xolleyen tenglamasi taklif qilindi:

$$\frac{V_{max}}{2} = \frac{V_{max}[S]}{K_m + [S]}$$

Bu erda K_m -Mixelis konstantasi bo'lib, tajriba yo'li bilan aniqlanadigan kattalik hisoblanadi.

U quyidagicha ifodalanadi:

$$K_m = \frac{K_{-1} + K_{+2}}{K_{+1}} \text{ yoki } K_m = \frac{K_{-1}}{K_{+1}} + Q \frac{K_{+2}}{K_{+1}}$$

Bunda sur'atda ES kompleksining ikki yo'nalishda (dastlabki E va S va so'ngi mahsulot E va P hosil bo'lish) parchalanish tezligi konstantalari keltirilgan.

$\frac{K_{-1}}{K_{+1}}$ nisbat ferment substrat kompleksi K_s ni dissotsiatsiya konstantasini ifodalaydi, unda:

$$K_m = K_s + \frac{K_{+2}}{K_{+1}} \text{ kelib chiqadi.}$$

Bundan Mixelis konstantasi hamisha ferment-substrat dissotsiatsiyasi konstantasi K_s dan K_{+2} , K_{+1} kattalikka oshiq ekanligi ma'lum bo'ladi.

Odatda K_m ga tegishli miqdoriy ko'rsatkichni aniqlashda fermentativ reaksiya tezligi V maksimal daraja V_{max} ni yarmini tashkil qiladigan konsentratsiya, ya'ni agar: $v = \frac{1}{2} V_{max}$ bolsa, unda v ni qiymatini Briggs-Xoldeyn tenglamasiga qo'iyb chiqib:

$$\frac{V_{max}}{2} = \frac{V_{max} + [S]}{K_M + [S]}; \text{ keltirib chiqariladi.}$$

Tenglamani ikki tomonini ham V_{\max} ga taqsim qilib:

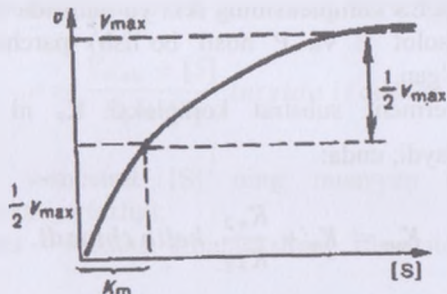
$$\frac{1}{2} = \frac{[S]}{K_m [S]}; \text{ yoki } K_m + [S] = 2 [S];$$

Demak, bundan $K_m = [S]$ kelib chiqadi.

Shunday qilib, Mixaelis konstantasi muayyan fermentativ reaksiyada reaksiya tezligi maksimal tezlikning yarmini tashkil qiladigan tezlikni ta'minlovchi substrat konsentratsiyasi (mol/l) ga teng bo'ladi.

Tajriba yo'li bilan ko'p fermentativ reaksiyalar uchun K_m kattaligi aniqlangan bo'lib, u 10^{-2} dan 10^{-5} M gacha bo'lgan ko'rsatkichni tashkil qiladi.

K_m kattaligini aniqlash fermentlar faolligiga effektorlar ta'siri mexanizmlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Mixaelis konstantasini Rasm 7 da keltirilgan grafikka muvofiq hisoblash mumkin.



Rasm 7. Mixaelis-Menten tenglamasini egri chizig'i.

Rasm 7 dan ko'rinib turibdiki, ferment tomonidan katalizlanadigan reaksiyani boshlang'ich tezligi substrat konsentratsiyasiga giperbolik bog'liqlikda bo'ladi. Egri chiziqning ordinata o'qidagi bo'lagi reaksiyasini maksimal tezligi K_m ga mos keladi.

Eksperimental ma'lumotlar bo'yicha yanada qulayroq bo'lgan grafik tuzish uchun G. Laynuiver va D. Berklar Briggs-Xoldeyn tenglamasini ikkilamchi teskari kattalik uslubi asosida qayta ko'rib chiqdilar. Ularning tamoyiliga muvofiq agar ikkita kattalik o'rtasida muvozanat bo'lsa, unda teskari kattaliklar ham o'zaro teng bo'ladi.

Xususan, agar:

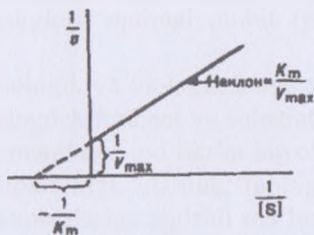
$$V = \frac{V_{max} [S]}{K_m + [S]}, \quad \text{unda,} \quad \frac{1}{V} = \frac{K_m + [S]}{V_{max} [S]},$$

$$\text{yoki } \frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{max} [S]} + \frac{[S]}{V_{max} [S]} \text{ tarzda yozish mumkin.}$$

Tenglamaga qayta ishlov berilsa, u:

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{max} [S]} + \frac{1}{V_{max}} \text{ shaklga kiradi.}$$

So'ngi tenglama **Layniuver-Berk tenglamasi** deb yuritiladi. Bu tenglama to'g'ri chiziqli $y = a * x + b$ dir. Agar shu tenglama asosida $1 / [S]$ (x) dan $1 / v$ (y) gacha bo'lgan koordinatlar bo'yicha grafik tuzilsa, unda to'g'ri chiziq hosil bo'ladi (Rasm 8), uning tangens chizig'i: K_m / V_{max} teng, ordinata o'qidan to'g'ri o'tadigan to'g'ri chiziq bo'lagi, $1 / V_{max}$ (maksimal tezlikning teskari kattaligi) ni bildiradi; agar ordinata bo'ylab to'g'ri chiziqni davom etdirilsa, unda abtssis o'qida Mixaelis konstantasini teskari kattaligiga to'g'ri keladigan bo'lak $1 / K_m$ ni tashkil qiladi.



Rasm 8. Layniuver - Berk grafigi.

Layniuver - Berk grafigi asosida V_{max} va K_m ni aniqlash to'g'ri koordinatorlar grafigi orqali aniqlashga qaratilgan ancha aniq ravishda amalga oshirilishi tufayli enzimologiyaning zamonaviy rivojlanish bosqichida undan kengroq foydalanilmoqda. Shuningdek v ning $v/[S]$ ga va $[S] / v$ ning $[S]$ ga bog'liq holda K_m va V_{max} ni aniqlash bo'yicha shunga o'xshash analogik koordinatlar taklif qilingan.

MATERIALLARNI TAKRORLASH UCHUN SAVOLLAR:

1. Kataliz nima?
2. Katalizatorlarning tabiati va xossalari.
3. Nobiolitik katalizatorlar.
4. Biologik katalizatorlar.
5. Bijlogik va nobiolitik katalizatorlarning o'xshashlik jihatlari.
6. Bijlogik va nobiolitik katalizatorlarning farqli jihatlari.
7. Fermentlarning ta'sir etish mexanizmlari.
8. Anabolitik reaksiya deganda qanday reaksiyalar tushuniladi?
9. Katabolitik reaksiyalar chi?
11. Faollanish energiyasi.
10. Mixaelis-Menten tenglamasi.
12. Fermentativ faollikning ferment konsentrasiyasiga bog'liqligi.
13. Ferment faolligini substrat konsentrasiyasiga bog'liqligi.
14. Briggs-Xoldeyn tenglamasi
15. Laynuiver-Berk tenglamasi va grafigi.

4. FERMENTLARNING ASOSIY XOSSALARI.

Fermentlarga anorganik katalizatorlarga tegishli bo'lgan uch xil me'yor ham xos bo'ladi.

Birinchidan, ular reaksiyadan keyin yana yangidan substratning yangi molekulari bilan reaksiyaga kirishishi mumkin.

Ikkinchidan, fermentlar juda kichik konsentrsiyalarda (masalan 10 minutda 37°C da) bir molekula rennin 10⁶ molekula sut kazenogenini ivitishi mumkin.

Uchinchidan, katalizatorlar-faqat reaksiya tezligini oshiradi. Bunda tizim termodinamik muvozanatga yaqinlashadi, lekin muvozanat nuqtasini siljitmaydi. Yuqori darajadagi muvozanat konstantasi va G ning musbat kattaligiga ega bo'lgan reaksiyalar **ekzergonik** reaksiyalar deyiladi. Past darajadagi muvozanat konstantasi va G ning manfiy kattaligiga ega bo'lgan reaksiyalar **endergonik** reaksiyalar deyiladi.

Bu reaksiyalarning boshlanishi va borishi uchun tashqaridan energiya oqimi kelib turishi lozim. Lekin tirik tizimlarda ekzergonik jarayonlar endergonik reaksiyalar bilan uyg'unlashib ketadi va ekzergonik reaksiyalar endergonik reaksiyalar ni kerakli energiya bilan ta'minlab turadi. Fermentlar, oqsil tabiatga ega bo'lganligi sababli anorganik katalizatorlardan farqlanuvchi qator xossalarga ega.

Fermentativ reaksiyalarning tezligi bir qancha sharoitlarga bog'liq. Masalan, reaksiya aralashmasidagi ferment va substrat konsentrsiyalari, aktivator yoki ingibitor, kofaktorlar, kofermentlar, muhitdagi ionlar miqdori, optimal muhit (pH) va harorat me'yorida bo'lishi kerak.

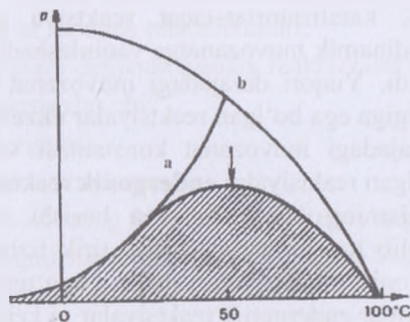
Yuqorida nobiologik va biologik katalizatorlarning o'xshashlik va farqli jihatlari, shuningdek ferment va substratlarning konsentrsiyalari, kofaktorlar va kofermentlarga oid fikrlar bayon etilganligi tufayli quyida fermentlarning termolabilligi, ularning faolligiga haroratning ta'siri va ularning maxsuslik xossalari tegishli ma'lumotlar bo'yicha mulohaza yuritiladi.

4.1. Fermentlarning termolabilligi.

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi haroratga bog'liq, shu sababli fermentlar tomonidan katalizlanadigan reaksiyalar haroratning ko'tarilishi va pasayishiga juda sezgir bo'ladi. Kimyoviy reaksiya tezligi haroratni har 10°C ga oshirganda ikki marta oshadi. Lekin fermentning oqsil tabiatga ega bo'lganligi uchun issiqlik tufayli yuzaga

chiqadigan denaturatsiya fermentning samarali konsentrasiyasini pasaytiradi va unga mos holda reaksiya tezligi pasayadi.

Kimyoviy kinetika nazariyasiga binoan 45-50°C dan oshmagan taqdirdagina fermentativ reaksiya tezligi oshadi. Haroratni 50°C dan oshirilganda oqsil (ferment) ning issiqlik ta'sirida denaturatsiyalanishi boshlanishi natijasida fermentativ jarayonning susaya borishi, haroratning yanada oshirilishida esa, bu jarayonning tamoman to'xtab qolishi yuz beradi (Rasm 9).



Rasm 9. Ferment tomonidan katalizlanadigan reaksiya tezligiga haroratning ta'siri.

A – haroratning funktsiya sifatida reaksiya tezligini oshirishga ta'sir etish samarasi.

B – oqsil – ferment denaturatsiyasining funktsiya sifatida reaksiya tezligini pasayishiga ta'sir etish samarasi (strelka optimum haroratni bildiriladi).

Shunday qilib, fermentarning noonorganik katalizatorlardan asosiy farqli jihati termolabiligi yoki haroratning oshirilishiga sezgirligi ularni o'ziga xos tavsiflovchi jihati hisoblanadi. Haroratni 100°C gacha ko'tarilganda hamma fermentlar o'zining faolligini yo'qotadi (aytish joizki, mushak fermenti miokinaza bu qoidadan mustasno, u 100°C ga yaqin qizdirilganda ham faolligi saqlashi mumkin).

Termofil mikroorganizmlarning fermentlari ham yuqori termostabillikka ega bo'lib, ular hattoki kichik muddatli qaynash darajasidagi haroratga ham bardosh berishlari mumkin. Issiq qonli hayvonlarning dearli ko'pchiligi uchun fermentlarning maksimal faolligi 40°C da namoyon bo'ladi.

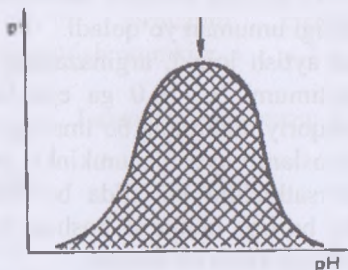
Odatda fermentlarning faolligi past temperaturada (0°C va undan past) deyarli nolga teng bo'lib qolishiga qaramay, u parchalanib ketmaydi. hamma holatlarda fermentlarning o'ziga xos bo'lgan ta'sir etish harorat ko'rsatkichi va muddati mavjud.

Bugungi kungacha pepsin, tripsin va boshqa qator fermentlar uchun fermentlarning inaktivatsiyasi va oqsil denaturatsiyasi tezligi o'rtasida korrelyativ bog'lanish mavjudligi isbotlangan. Shuni yana alohida qayd qilish joizki, fermentlarning termolabilligiga substrat konsentratsiyasi, muhitning pH ko'rsatkichi va boshqa omillar ham ta'sir qiladi.

4.2. Fermentlar faolligiga pH ning ta'siri.

Odatda fermentlarning juda ko'pchiligi muhitning tor doiradagi vodorod ioni konsentratsiyasi chegarasida maksimal faollikni namoyon qiladi. Evolyutsiya jarayonida fiziologik nuqtai nazardan hayvon to'qimalaridagi fermentlar faolligini namoyon bo'lishi uchun muhitning o'zgarishlaridagi optimum ko'rsatkichlar chegaralari pH 6,0-8,0 oralig'ida shakllangan. Lekin hayvon organizmida undan yuqori va past pH ko'rsatkichga ega bo'lgan xildagi to'qimalar ham uchraydi.

Agar fermentlar faolligini grafik tarzda ifodalaydigan bo'lsak, egri chizig'ning shakli qo'ng'iroqqa o'xshash ko'rinishni oladi (Rasm-10).



Rasm 10. Ferment tomonidan katalizlanadigan reaksiya tezligiga muhit pH ni ta'siri (strelka optimum pH ni bildiradi).

Odatda har qanday fermentning faoligiga muhit pH ni ta'siri o'rganilganda haroratning va substrat kontsetratsiyasining optimum bo'lishi ta'minlanadi va shu yo'l bilan optimum pH aniqlanadi. Shu yo'sinda qator fermentlarning pH optimumlari aniqlangan.

Bu ko'rsatkichlar Jadval 4 da o'z aksini topgan.

Ayrim fermentlarning pH optimum ko'rsatkichlari

Jadval 4

T/r	Fermentning nomi	Optimal pH ko'rsatkichi
	Pepsin	1,5-2,5
	Katepsin	4,5-5,0
	Amilaza (maysa)	4,9-5,2
	Saxaroza (ichak)	5,8-6,2
	Amilaza (so'lak)	6,8-7,0
	Katalaza	6,8-7,0
	Ureaza	7,0-7,2
	Pankreatiklipaza	7,0-8,5
	Tripsin	7,5-8,5
	Arginaza	9,5-10,0

Pepsin tarkibida erkin HCl bo'lgan oshqozon shirasi tarkibida uchraganligi uchun u o'ta nordon muhitda maksimal faollik ko'rsatadi va pH 6,0 bo'lganda faoligi umuman yo'qoladi.

Boshqa tomondan aytish joizki, arginazaning eksperimental yo'l bilan aniqlagan pH optimumi 9,5-10,0 ga ega bo'lgani holda jigar hujayralarida bunday ishqoriy muhitning bo'lmasligi ma'lum.

Demak, shunga asoslanib aytish mumkinki, arginazaning in vivo sharoitidagi faollik ko'rsatkichini bu xilda bo'lishi, uni optimal pH ko'rsatkichi aynan shu bo'lib, faollikni boshqa ko'satkichda amalga oshirilmaydi degan xulosaga kelib bo'lmaydi.

Zamonaviy fan yutuqlariga tayangan holda fikr yuritiladigan bo'lsak, ferment molekulasiga muhitning pH ni ta'siri uning tarkibidagi kislota va ishqoriy guruhlar (dikarbon kislotalarning karboksil guruhi, sisteinning – SH – guruhi, gistidindagi imidazol azotni, gistidindagi – NH₂ – guruhi va boshqalarga bog'liq bo'ladi).

4.3. Fermentlarning maxsusligi.

Fermentlarning maxsusligi oqsil molekulasining tuzilishiga, uning ma'lum qismlari bilan substratning tegishi guruhlarini o'rtasida kimyoviy bog'lanishlarning o'rnatilish tartibiga bog'liq. Fermentlarning maxsuslik xususiyatlari ancha nozik bo'lib, ular chuqur ma'noga ega. Har bir ferment faqat ma'lum substratga (chegarali substratlar guruhiga) yoki molekulada kimyoviy bog'ning ma'lum xiliga ta'sir etadi.

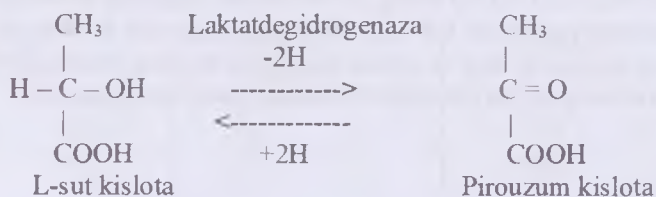
Ferment substratga kalit qulfga tushganday muvofiq kelishi kerak.

Fermentlarning maxsuslik xususiyatlari stereokimyoviy, nisbiy guruh, absolyut (mutloq) xillarini farqlash mumkin.

Stereokimyoviy maxsuslik.

Organizmida sintezlanadigan yoki metabolitik almashinuvlarda parchalanadigan moddalarning aksariyat qismi optik faollikka ega bo'lib, ikki xil stereozomer shaklidan, odatda faqat bittasigina tabiiy makromolekulalar tarkibida uchraydi hamda barcha jarayonlarda ishtirok etadi. Masalan, organizmda uchraydigan makromolekulalar tarkibida karbonsuvlardan D-qatorga, aminokislotalardan L-qatorga mansub bo'lgan izomerlar uchraydi.

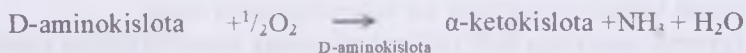
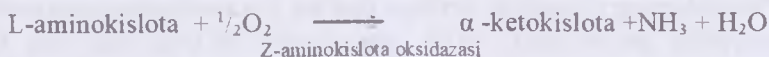
Shu bois, enzimlarning ko'pchiligi ikkita optik izomerdan faqat bittasini almashinuviga oid reaksiyani katalizlaydi. Bu hodisani **stereokimyoviy maxsuslik** deyiladi. Bunga yaqqol misol tariqasida mushaklarda uchraydigan laktat dehidrogenaza fermenti faqat L-izomerini oksidlantirib pirouzum kislotagacha oksidlashini katalizlanishini keltirib o'tish mumkin:



Xuddi shuningdek organizmda uchraydigan L-aminokislotani α -ketokislotagacha, D-aminokislotani oksidazasi D-aminokislotani α -ketokislotagacha oksidlanish reaksiyalarini quyidagicha bo'lib o'tadi:

Organizmida uchraydigan aminokislotalar L- qatorli aminokislotalar hisoblanadi. Shunga qaramasdan L- va D -

aminokislotalarning oksidazalari alohida- alohida L- va D- oksidazalar hisoblanadi va ularning har ikkalasini oksidlanishidan α -ketokislota hosil bo'ladi. Bu reaksiyalar quyidagicha bo'lib o'tadi



Bu yuqorida keltirilgan uchta oksidaza reaksiya teskari yo'nalishida borishini katalizlanganda ham o'zaro mos xolda aynan L-laktat, L- va D-aminokislotalar hosil bo'ladi.

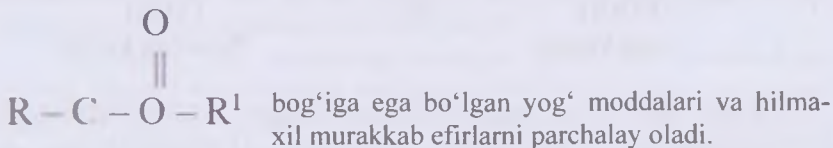
Agar har bir birikmani ma'lum bog' orqali birikkan ikki qism A va B dan iborat deb tasavvur qilib, stereokimyoviy maxsuslikni gidrolitik parchalanish reaksiya tenglamasini soddalashtirib quyidagicha yozish mumkin mumkin bo'ladi:



Shu birikmaga ta'sir etadigan enzym molekulaning uchta elementi (A, B va maxsus bog') ning bittasiga, ikkitasiga yoki uchchala qismiga nisbatan ham maxsuslik xususiyatini namoyan qilishi mumkin.

Nisbiy maxsuslik

Agar ferment faqat kimyoviy bog' bo'yicha maxsuslik xususiyatiga ega bo'lsa uning ta'siri uchun yuqorida keltirilgan A va B elementlarning tavsifi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lmaydi. Ferment ma'lum kimyoviy bog'ni o'zida mujassam bo'lgan moddalarning xilma-xil guruhlariga ta'sir eta oladi. Masalan, liraza va esterazalar



Huddi shuningdek peptidazalar:

$$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ || \quad | \\ \text{R} - \text{C} - \text{N} - \text{R}_1 \end{array}$$

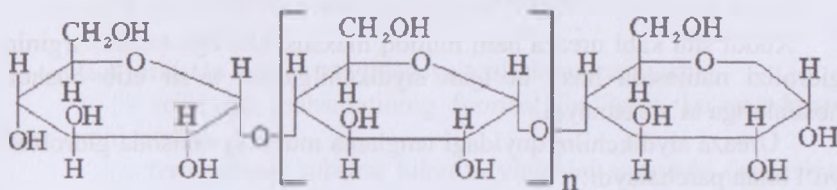
bog'ga ega bo'lgan oqsillar va peptidlarni glyukozidazalar esa, $\text{R} - \text{O} - \text{R}_1$ bog'ga ega bo'lgan polisaxarid va oligasaxaridlarning, glikozidlarning gidrolizini katalizlaydi.

Maxsuslikning bu xilini **nisbiy maxsuslik** deb yuritiladi. Shu bilan birga peptidazalar, glyukozidazalar va esterazalar orasida ham peptid, glikozid va murakkab efirlarning ayrim vakillariga tanlab ta'sir etadigan tor doiradagi maxsuslikka ega bo'lgan vakillari ham uchraydi. Ammo bu ferment ma'lum substratga yuqori faollikda ta'sir etishi bilan birga substratga kimyoviy jihatdan o'xshash guruhga mansub boshqa birikmalarning substratga nisbatan ham biroz past darajadagi katalitik ta'sir ko'rsataoladi.

Guruh maxsusligi

Ko'p hollarda ferment ta'sir etish uchun tegishi bog'dan tashqari, yana A yoki B ning bitta qat'iy ravishda ma'lum bo'lgan radikali yoki qoldig'i bo'lishi mumkin. Bu xil maxsuslikni **guruh maxsusligi** deyiladi.

Bu xil maxsuslikka qator glyukozidazalar misol bo'lishi mumkin. Masalan, α -glyukozidazalar ta'sir etish uchun glikozid molekulasidan karbonsuv komponenti albatta L-glyukoza bo'lib, u orqali efir bog'i ikkinchi radikalga bog'langan bo'lishi kerak:

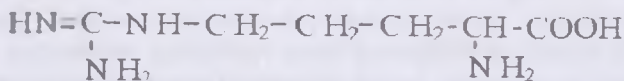


Demak α -glyukozidazalar α -glyukozidlar guruhining barcha vakillarini parchalaydi. Bunda substratda albatta α -glyukozid bog' bo'lishi lozim, α -glyukozani boshqa karbonsuv α -galaktoza yoki β -glyukoza bilan almashtirilsa uning ta'siri bo'lmaydi.

Absolyut (mutloq) maxsuslik.

Maxsuslikning o'ziga xos va eng ko'p tarqalgan xili **mutloq maxsuslikdir**. Bu xil maxsuslikka ega bo'lgan ferment faqat bittagina substratga ta'sir etadi va substrat molekulasida ro'y bergan ozgina o'zgarish ham uning faolligini yo'qotishga olib keladi.

Jigarda uchraydigan arginaza bunga yaqqol misol bo'la oladi. Uning substrati L-arginin bo'lib, ferment bu aminokislotaning boshqa hosilalariga umuman ta'sir ko'rsatmaydi. Ular quyidagilar:

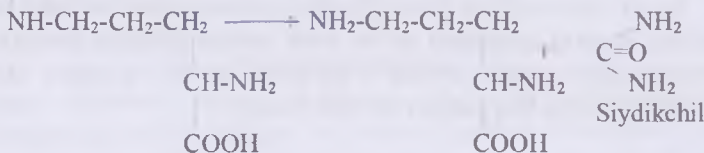
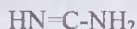


L-arginin



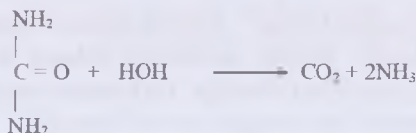
α - N- metil arginin

Arginaza tomonidan argininning ta'sirlanishi quyidagi tenglama asosida amalga oshiriladi: Arginaza



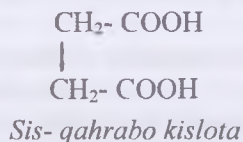
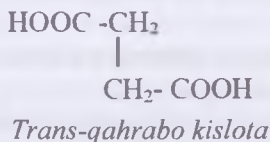
Xuddi shu kabi ureaza ham mutloq maxsuslikka ega bo'lib, arginin gidrolizi natijasida hosil bo'lgan siydikchilgagina ta'sir etib boshqa hosilalariga ta'sir etmaydi.

Ureaza siydikchilni quyidagi tenglama muvofiq ravishda gidrolitik yo'l bilan parchalaydi:



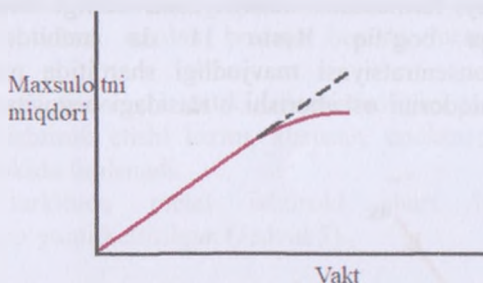
Ureaza

Oksidlovchi-qaytaruvchi fermentlarning muhim vakili suksinatdegidrogenaza ham mutloq maxsusikka ega. U faqat trans-qahrabo kislotani degidridlaydi, tsis- qahrabo kislotaga ta'sir etmaydi:



4.4. Fermentlar faolligiga ta'sir etuvchi omillar.

Fermentlar katalizlaydigan reaksiyalarning tezligini belgilovchi bir qancha omillar farqlanadi. Ma'lumki, har qanday kimyoviy reaksiyani tezligi vaqt o'tishi bilan pasayadi, lekin fermentativ reaksiyalarning tezligini ifodalovchi egri chiziq gomogen reaksiyalarnikidan farqlanadi (rasm 10).



Rasm 10. Fermentativ reaksiya tezligini vaqt birligiga bog'liqligi.

Vaqt birligida fermentativ reaksiya tezligining pasayishi:

- reaksiya mahsulotining ferment faolligiga ko'rsatadigan bo'g'uvchi ta'siri;
- fermentning substrat bilan to'yinishini susayishi (reaksiya ketishi jarayonida substrat konsentratsiyasi pasayganligi uchun);
- muayyan harorat va muhitning pH ko'rsatkichida fermentning qisman faolsizlanishiga muvofiq yuzaga chiqadi.

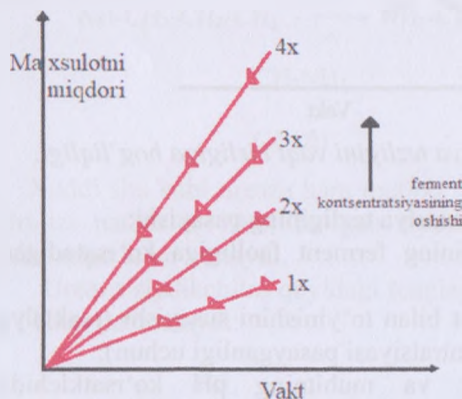
Bundan tashqari teskari reaksiyasini ta'siri tufayli fermentativ reaksiya mahsuloti konsentratsiyasining oshib ketishi ham reaksiya tezligining susayishiga sababchi bo'ladi.

Bu xususiyatlarni e'tiborga olib, to'qima va biologik suyuqliklarda fermentativ reaksiyalar tezligini aniqlashda bu reaksiyalarning tezligi to'g'ri chiziqli bo'lgan holatdagi reaksiyasini boshlang'ich tezligi aniqlanadi (jumladan fermentni to'yintirish uchun kerak bo'lgan substraning konsentratsiyasiga ancha yuqori darajasida ham).

Fermentativ reaksiyalar tezligiga substrat va ferment konsentratsiyalarining ta'siri.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar bo'yicha aniq ravishda aytish mumkin, fermentativ reaksiya tezligini aniqlashda muhim omillardan biri muhitdagi substrat konsentratsiyasi hisoblanadi. Fermentning doimiy konsentratsiyasida reaksiya tezligi asta-sekin oshib boradi va substrat miqdorini navbatdagi bosqichda oshirilishi reaksiya tezligiga ta'sir etmay qolganda u maksimumga etadi. Bu holatda substrat muhitda etarli miqdorda mavjud bo'lib, reaksiya tezligini chegaralab to'sib turuvchi omilga aylanadi va bu holat ferment konsentratsiyasi chegarasi hisoblanadi.

Har qanday fermentativ reaksiyasini tezligi bevosita ferment konsentratsiyasiga bog'liq. Rasm 11 da muhitda substratning to'yintirilgan konsentratsiyasi mavjudligi sharoitida reaksiya tezligi bilan ferment miqdorini oshaborishi o'rtasidagi bevosita bog'liqlik o'z ifodasini topgan.



Rasm 11. Substratning muhitda to'yingan konsentratsiyali holatida ferment konsentratsiyasining reaksiya tezligiga ta'siri.

Bu kattaliklar o'rtasidagi o'zaro chiziqli bog'liqlikning mavjudligi reaksiya tezligini muhitdagi ferment konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional ekanligini ko'rsatadi.

Fermentlarning faollashuvi va ingibirlanishi.

Fermentativ reaksiyalar tezligi, yani ferment faolligi muhitda **faollovchi va ingibirlovchilarning** mavjudligi bilan bog'liq. Ularning birinchilari reaksiya tezligini oshiradi va ba'zan uni modifikasiyalaydi, ikkinchilari reaksiyani to'sib qo'yadi.

Kimyoviy moddalar orasida ferment faolligiga ta'sir etuvchi xilma-xil moddalar uchraydi. Masalan, xlorid kislotasi pepsinni, o't kislotalari pankreatik lipazani faollashtiradi, ba'zi to'qima fermentlari (oksireduktazalar, katepsinlar, arginaza), o'simliklar proteinazasi, pepsin va boshqalarni erkin SH-guruhi tutuvchi moddalar (glutation, sistein) faollashtirsa, boshqalarini C vitamini faollashtiradi.

Ko'p holatlarda faollovchilar sifatida ikki va bir valentli metallarning ionlari ham ishtirok etadi. Shu narsa aniqlanganki, hozirgi kunda fanga ma'lum bo'lgan fermentlarning to'rtidan bir qismni katalitik faolligini namoyon bo'lishi uchun metallar ishtirok etishi zarur.

Ko'p fermentlar metal ishtiroki bo'lmasa umuman faollikka ega bo'lmaydi. Masalan, tarkibidan ruxni ajratib olinsa, karboangidraza fermentativ faollikni tamoman yo'qotadi, buni ustiga ushbu ferment ta'sirini tiklash uchun ruxdan boshqa birona metalni almashtirib bo'lmaydii.

Yana shu xil fermentlar borki, ularni faoligini ta'minlash uchun qator metallar ishtirok etishi lozim, xususan, enolaza fermenti Mg^{2+} , Mn^{2+} , K^+ ishtirokida faolanadi.

Quyida tarkibida metal ishtiroki shart bo'lgan ayrim fermentlarning ro'yxati keltirilgan (Jadval 5).

Tarkibida metal tutuvchi ayrim fermentlar

Jadval 5

T/R	Fermentlar	Metal ionlari
1	Sitoxromlar	Fe
2	Katalaza	Fe
3	Peroksidaza	Fe
4	Triptofanoksidaza	Fe
5	Gomogentikinaza	Fe
6	Ba'zi peptidazalar	Co
7	Amilaza	Ca
8	Lipaza	Ca

9	Karboangidraza	Zn
10	Laktetdegidrogenaza	Zn
11	Uri kinaza	Zn
12	Karboksiptidaza	Zn
13	Askorbatoksidaza	Si
14	Tirozinaza	Si
15	Fenoloksidaza	Si
16	Ksantinoksidaza	Mo
17	Nitratreduktaza	Mo
18	Aldegidoksidaza	Mo
19	Piruvatkarboksilaza	Mg
20	Fosfatazalar	Mg
21	Fosfoglyukokinaza	Mg
22	Arginaza	Mn
23	Fosfoglyukomutaza	Mn
24	Xolinesteraza	Mn

Anionlar to'g'risida fikr yuritiladigan bo'lsa, ular odatda fermentlarga samarali ta'sir etmaydi. Ta'sir etgan taqdirda ham samarasi juda past bo'ladi.

Bu qoidadan mustasno tarzda anionlar, xususan, xlor tomonidan faollanadigan pepsin, ba'zi oksireduktazalar, shuningdek kraxmalni gidrolizlaydigan so'lak amilazasi, galogenlar bilan faollanadigan adenilatsiklazani misol tariqasida keltirish mumkin.

Fermentar katalizlaydigan reaksiyalarni qisman yoki to'liq to'sib qo'yilishini ta'minlaydigan moddalarni **ingibitorlar** deb yuritiladi. Yaqin o'n yilliklar ichida fermentlarga nisbatan ingibitor sifatida ta'sir ko'rsatuvchi oqsil (polipeptid) tarkibiga ega bo'lgan antiferment (antienzim) larning mavjud ekanligi ma'lum bo'ldi.

Shu moddalar jumlasiga soyaning urug'idan ajratib olingan tripsinning ingibitori va zardob antitripsinini kiritish mumkin. Ular tegishli fermentlar bilan qiyin dissotsiatsiyalanadigan komplekslar hosil qiladi.

Ba'zan ingibitor murakkab oqsillar masalan, proteinkinaza va proteinfosfatazalar tarkibiga kiradi. Bu fermentlar tirik organizmlarda fosforlanish, defosforlanish reaksiyalarini katalizlaydi.

Lekin hanuzgacha muayyan antifermentlar haqiqiy ingibitorlarga kiradimi yoki ular katalizni boshqarilishida ishtirok etuvchi subbirliklarmi degan muammo o'z echimini topmagan.

Ingibitorlarning katta guruhini maxsus xossali ingibitorlar tashkil qiladi, ular bir yoki bir-biriga yaqin tuzilishga ega bo'lgan fermentlar guruhiga ta'sir etadi. Bu ingibitorlarni o'rganish muhim ahamiyatga ega.

Birinchidan ingibitorlar fermentning faollik markazini tabiati, shuningdek, uning funktsional guruhlari va kimyoviy ferment-substrat kompleksi bog'lanishlariga aniqlik kiritadigan ma'lumotlarni o'rganish imkoniyatini beradi.

Shunday moddalar borki, ular ferment molekulasiga u yoki bu guruhni maxsus birikishi hamda ferment faolligini tamoman to'xtatib qo'yishi mumkin.

Masalan, Iodatsenat – J – CH₂ – COOH va uning amidi – J – CH₂ – CO – NH₂ va etil efiri - O

J – CH₂ – C – O – C₂H₅, paraxlormerkuriybenzoat Cl – Hg – C₂H₄ – COOH va boshqa reagentlar fermentlarning ba'zi SH- guruhlari bilan kimyoviy bog'lanishi mumkin. Fermentning shu guruhlari kataliz uchun muhim ahamiyatga ega bo'lsa, muayyan ingibitorlarni reaksiyon muhitiga kiritish ferment faolligini yo'qotishiga sababchi bo'ladi:



Qator fermentlar (xolin esteraza, tripsin, ximotripsin) ning faolligini fosfororganik birikmalar ta'sirida, masalan diizopropil ftor fosfat (DFF) ta'sir etganda u faollik markazidagi serin gidroksili bilan birikishi natijasida fermentning faolligi to'xtab qoladi.

Ikkinchidan ingibitorlar enzimoogiyada fermentlarning xilma-xil shakllari va izofermentlarning tabiatini o'rganishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Bu fermentlarning xilma-xil shakllari va izofermentlar faqat elektroforetik harakatchanligi bilan ham farqlanib qolmay, balki u yoki bu ingibitorga nisbatan sezgirligi bilan ham farqlanar ekan.

Ko'p bosqichli metabiotik jarayonlarda kimyoviy reaksiyalar ketma-ketligi va unda ishtirok etadigan fermentlarning tabiati ingibitorlardan foydalanish orqali aniqlanadi.

Yodatsetat, DFF va boshqa ingibitorlardan foydalanish orqali glikolitik yo'l bilan glyukozaning sut kislotasigacha parchalanishi to'liq o'rganilgan. Bu murakkab metabolitik jarayon o'n bir bosqichdan iborat, unda o'n bir xil ferment ishtirok etadi. O'n xil oraliq metabolitlar hosil

bo'ladi. Bu reaksiyalarning ketma-ketligini o'rganishda aynan shu ingibitorlardan foydalanish qo'l keladi.

Ko'p toksinlar va zaharlarning organizmga ta'sir mexanizmini o'rganish ham fermentlarni ingibirlash yo'li bilan amalga oshiriladi. Masalan, sinil kislotasi ta'sirida kelib chiqadigan o'lim to'qimalardagi nafas olish fermentlari (sitoxromoksidaza) faolligini bo'g'ib qo'yilishi orqali yuzaga chiqar ekan.

Antibiotiklar, antivirus agentlar, o'smaga qarshi vositalar, insektitsidlar, pestitsidlar, gerbisidlar va h.k.z. larning ta'sir etish mexanizmlarining asosi, bu ularning ta'sirida hujayra fermentlari faolligining bo'g'ib qo'yilishi (ingibirlanish)idir. Fermentlarning ingibirlanishi tabiatda ham uchraydi va shu orqali bioboshqariluv tizimini ro'yobga chiqaradi.

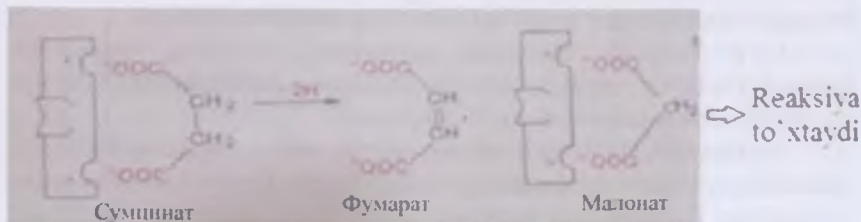
Ingibitorlashning qaytar va qaytmas xillarining mavjud ekanligi ma'lum. Agar ingibitor molekulasini fermentning funktsional guruhi barqaror o'zgarishini yoki modifikatsiyasini keltirib chiqarsa, bu xil ingibirlanishni **qaytmas ingibirlanish** deb yuritiladi.

Ko'pincha **qaytar ingibirlanish** uchraydi va bu xil ingibirlanish u Mixaelis-Menten tenglamasi asosida miqdoriy tahlil o'tkazish imkonini beradi. O'z navbatida qaytar ingibirlanish ham ikki xil: **raqobatli** va **raqobatsiz** ingibirlanishga bo'linadi.

Raqobatli ingibirlanish – substratga o'xshash kimyoviy tuzilmaga ega bo'lgan, lekin undan biroz farqli tuzilishdagi modda tomonidan keltirib chiqariladi.

Raqobatli ingibitorga mumtoz misol sifatida suksinatdehidrogenazani ingibitori malon kislotani keltirish mumkin. Bu ferment qahrobo kislotani fumar kislotagacha oksidlanishini katalizlaydi.

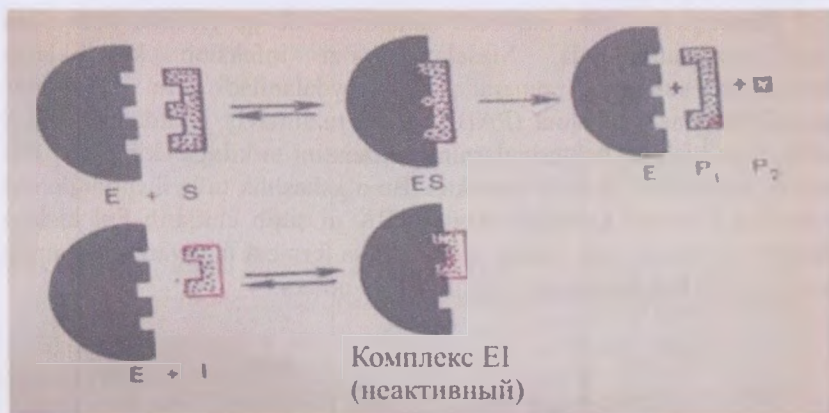
Malon kislotasi qahrobo kislotasi guruhiga kirgan holda undan bitta – CH_2 – guruh kamligi bilan farq qiladi. Buni quyida keltirilgan sxema asosida ifodalash mumkin bo'ladi:



Sxemadagi tenglamadan ko'rinib turibdiki, malonat suktsinatni fumaratga aylanishini to'sib qo'yadi, chunki ferment malonat bilan bog'lanib ferment ingibitor kompleksini hosil qiladi, hamda reaksiya ingibitorsiz ketganda suktsinatdan ko'chiriladigan vodorod malonat ko'chirilmaydi.

Shu bilan birga aytish joizki, suktsinat va malonat bunda fermentning faol markazi bo'yicha raqobatda bo'lganligi tufayli ferment faolligini susayish ko'rsatkichi ingibitorning konsentrasiyasiga bog'liq bo'lmay, bu ikki moddaning o'zaro nisbiy konsentrasiyasiga bog'liq bo'ladi.

Bu xil ingibitorlanishni ba'zan **metabolitik antogonizm** xilidagi ingibirlanish deb yuritiladi (Rasm 12).



*Rasm 12. Raqobatli ingibitorning ta'siri (V.L.Kretovich bo'yicha).
ES kompleksi (nofaol)*

Горизантал- Комплекс EI(нофаол)

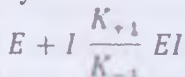
E-ferment;

S-substrat;

P₁ va P₂-reaktsiya mahsuloti;

I-ingibitor.

Umumiy tarzda fermentning ingibitor bilan o'zaro ta'sirlanish reaksiyasini:



tenglama orqali ifodalash mumkin.

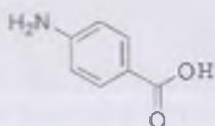
Hosil bo'lgan ferment ingibitor-kompleksi (EI), ferment-substrat kompleksi (ES) kabi reaksiya mahsuloti hosil qilib parchalamaydi.

EI-kompleksining dissotsiatsiya konstantasi yoki ingibitor konstantasi (K) ni Mixaellis-Menten nazariyasiga muvofiq to'g'ri va teskari reaksiyalar konstantasi sifatida ifodalash mumkin:

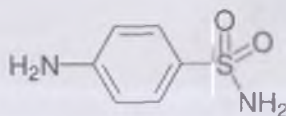
$$K_1 = \frac{K_{-1}}{K_{+1}} = \frac{[E]' [I]}{[EI]}$$

Ya'ni ingibitor konstantasi ferment va ingibitor konstantalarini ko'paytmasiga to'g'ri va EI-kompleksi konsentratsiyasiga teskari proporsional bo'ladi.

Ferment faolligini raqobatli uslubda to'sib qo'yishdan tibbiyotda keng foydalanilmoqda. Masalan, ba'zi infeksiyon kasalliklarni davolashda sulfamid preparatlaridan foydalaniladi. Bu preparatlar paraaminobenzoat kislotasi (PABK) bilan tuzilmaviy jihatdan o'xshash bo'lib, shu kislotasi bakteriyalarning fermentini tarkibiga kiradigan Fol kislotasi sintezida ishtirok etar ekan. Bu o'xshashlik tufayli sulfanilamid bakteriya fermenti kompleksidagi PABK ni siqib chiqarib Fol kislotasi sintezini to'sib qo'yadi, uning oqibatida esa ferment faoliyatini tamoman to'sib qo'yib bakteriyaning o'sishi to'xtab qoladi.



p-аминобензоат



Сульфаниламид

Raqobatsiz ingibitorlanish substrat bilan o'xshashlikka ega bo'lmagan va ko'pincha ferment molekulasining faol markazi bilan emas, balki boshqa qismi bilan bog'lanadigan moddalar tomonidan yuzaga chiqadi. Faollikning bo'g'ib qo'yish darajasi ko'p hollarda ingibitorning fermentga ta'sir etish davomiyligi bilan belgilanadi. Bu xil ingibirlanishda barqaror kovalent bog'lanish yuzaga chiqqanligi tufayli ferment to'liq inaktivatsiyaga duch keladi va bu holda faolsizlanish qaytmas tavsifiga ega bo'lib qoladi.

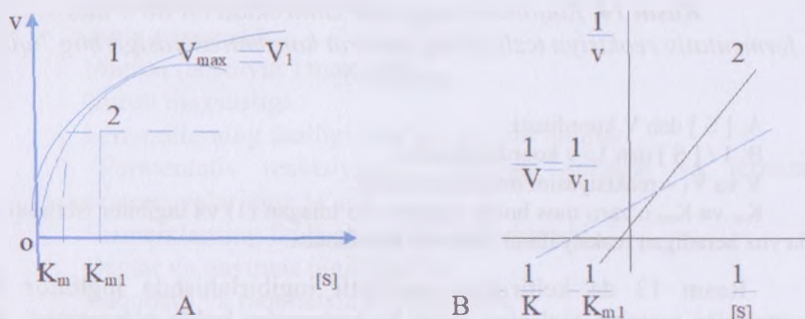
Qaytmas nafaollanish (inaktivatsiyalanish)ga yodatsetat DFF, shuningdek dietil-paranitrofenilfosfat va sinil kislotalar ta'siridagi nafaollanishni keltirib o'tish mumkin. Bunda ferment molekulasidagi

funksional guruh yoki metal ionlarini bog‘lanishi va ajralib chiqib ketishi yuz beradi.

Ingibirlanish xilini aniqlash uchun Mixaelis-Menten, Laykuiver-Berk yoki boshqa Edi-Xofsti tenglamalaridan:

$$V = -K_m (v / [S]) + V_{\max}$$

va to‘g‘ri chiziqli koordinatlardagi tegishli grafiklardan foydalaniladi (Rasm 13).



Rasm 13. Raqobatli ingibitor ishtirokida bo‘lib o‘tadigan fermentativ reaksiya tezligining substrat konsentrasiyasiga bog‘liqlik grafiklari.

A. [S] dan V koordinati;

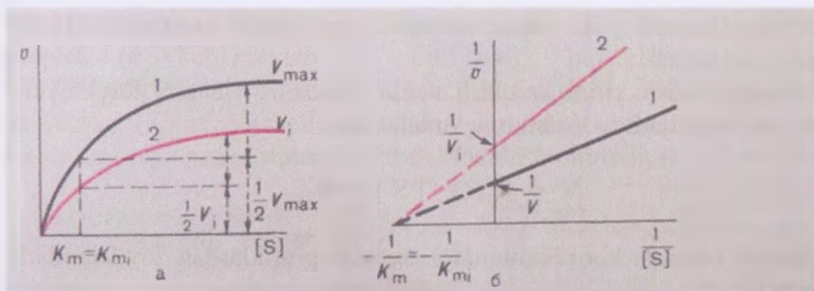
B. $1/[S]$ dan $1/v$ koordinatlarida;

V va V_1 – reaksiyasini maksimal tezligi;

K_m va K_{m1} o‘zaro mos holda ingibitor bo‘lmagan (1) va ingibitor ishtiroki (2) da yuz beradigan reaksiyalarni Mixaelis konstantasi.

Rasm 13 dan ko‘rinib turibdiki, raqobatli ingibirlanishda ingibitor K_m kattaligini (absissa o‘qini kesib o‘tadigan farq ko‘rsatkichiga teng) qiymatga oshirib, maksimal tezlikka ta‘sir ko‘rsatmaydi. Bu narsa substrat [S] konsentratsiyasi etarli darajada yuqori bo‘lsa, uning molekullari ingibitorni EI kompleksidan chiqara olishini bildiradi.

Raqobatsiz ingibirlanishdan ingibitor maksimal tezlik ko‘rsatkichini pasaytiradi. Bunda agar K_m kattaligi pasaymasa, bu holatda raqobatsiz ingibirlanish to‘liq ekanligi ma‘lum bo‘ladi (rasm 14).



Rasm 14. Raqobatsiz ingibitor ishtirokida bo'lib o'tadigan fermentativ reaksiya tezligining substrat konsentratsiyasiga bog'liqlik grafiklari.

- A. [S] dan V koordinati;
- B. $1 / [S]$ dan $1 / v$ koordinatlarida;
- V va V_1 – reaksiyasini maksimal tezligi;
- K_m va K_{mi} o'zaro mos holda ingibitor bo'lmagan (1) va ingibitor ishtiroki (2) da yuz beradigan reaksiyalarni Mixaelis konstantasi.

Rasm 13 da keltirilgan raqobatli ingibirlanishda ingibitor K_m kattaligini reaksiya tezligiga ta'sir ko'rsatmagan holda o'zgartiradi. Bu substrat [S]ning ancha yuqori konsentratsiyasida ingibitor EI kompleksidan substrat molekullari tomonidan siqib chiqariladi.

Raqobatsiz ingibirlanishda (Rasm 14) ingibitor reaksiyaning maksimal tezligini pasaytiradi. Bu xildagi ingibirlanish nefaol, qiyin dissotsiyanuvchi EI va (yoki) EIS komplekslari hosil bo'lgan taqdirda yuz beradi. Ko'pincha aralash ingibirlanish (ba'zan qisman raqobatsiz turi deb nomlanadi) yuz beradi.

Bunda V_{max} ko'rsatkichining pasayishi bir yo'la K_m ning oshishi birgalikda yuz beradi. Bu EI kompleksi qisman faolligini saqlaydi, ya'ni oraliq uch komponentli EIS kompleks hosil qilish qobiliyati saqlanadi, hamda bu kompleksdan sekinlashgan tarzda bo'lsada katalitik jarayonning davom etishi kuzatiladi.

Juda kamdan kam holatlarda substrat konsentratsiyasi oshirilganda ferment faolligini bo'g'ib qo'yishi kuchayadi, bu holatni cheksiz **raqobatsiz ingibirlanish** deb nomlash taklif qilingan.

MATERIALLARNI MUSTAHKAMLASH UCHUN SAVOLLAR.

1. Anorganik va organik katalizatorlar uchun xos bo'lgan umumiy xususiyatlar.
2. Fermentativ reaksiyalarning tezligi qanday sharoitlarga bog'liq.
3. Fermentativ reaksiyalar ga aktivator va ingibitorlarning ta'siri.
4. Koferment, kofaktorlar.
5. Fermentativ reaksiyalar ga muhit pH ning ta'siri.
6. Fermentativ reaksiyalar ga haroratning ta'siri.
7. Fermentlarning termolabilligi.
8. Fermentlarning maxsusligi.
9. Nisbiy maxsuslik.
10. Mutloq (absolyut) maxsuslik.
11. Guruh maxsusligi.
12. Fermentlarning faolligiga ta'sir etuvchi omillar.
13. Fermentativ reaksiyalar tezligiga substrat va ferment konsentratsiyalarining ta'siri.
11. Fermentlarning faollashuvi va ingibirlanishi.
12. Qaytar va qaytmas ingibirlanish.
13. Raqobatli va raqobatsiz ingibirlanish.

5. FERMENTLAR FAOLLIGINI BOSHQARILISHI.

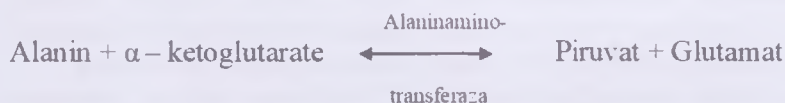
Tirik organizmlarning eng noyob xususiyatlaridan biri katabolitik (biodekradativ) va anabolitik (biosintetik) jarayonlarning hayratlanarli darajada muvozanatda bo'lishi hisoblanadi. Hujayrada sintez, parchalanish hamda yuzlab va minglab xilma-xil moddalarning o'zaro almashinuvi jarayonlari sodir bo'ladi, bu jarayonlar ko'plab boshqariluvchi mexanizmlar orqali boshqarilib, organizmning ichki muhitni doimiyligini ta'minlaydi. Quyida fermentlar faolligini boshqarilishiga oid ba'zi mexanizmlar to'g'risida mulohaza yuritiladi.

5.1. Massalar ta'siri qonuni.

Fermentlar ishtirokida katalizlanadigan reaksiyalar, masalan:



xildagilar qaytar reaksiyalarning konsentrasiya komponentlari va unga mos holda reaksiya yo'nalishi massalar ta'siri qonuniga muvofiq boshqariladi. Xususan, buni alaninaminotransferaza ishtirokida bo'lib o'tadigan qaytar transaminlanish reaksiyasi misolida tushuntirish mumkin.



Aftidan bu reaksiya tipi cheklangan tavsifli bo'ladi, real sharoitda bu reaksiya odatda bir yo'nalishda yuz beradi, chunki bunda hosil bo'lgan reaksiya mahsulotlari boshqa fermentlar ta'siri uchun substrat sifatida xizmat qiladi va reaksiyon muhit doirasidan chiqariladi; balki, bu holatda chin muvozanat o'rniga, barqaror (statsionar) holat yuzaga keladi.

5.2. Ferment miqdorini o'zgarishi.

Uglerod va energiya manbai sifatida karbonsuvlardan, masalan, glyukoza xizmat qiladigan muhitda bakteriyalarni o'stirish orqali fermentlarni indutsirlash asosida sintez qilish ishlari yaxshi yo'lga qo'yilgan. Bunda muhitdagi gyukozani o'rniga laktozani kiritish indutsirlangan yoki adaptasiyalangan tarzda (biroz muddat o'tgandan, ya'ni lagfaza bosqichidan keyin) laktozani glyukoza va galaktozagacha

parchalovchi galaktozidaza (laktoza geni dasturiga mos holda) fermentini sintezlanishiga olib keladi.

Hayvonlar organizmi to'qimalarida fermentlarni bu xildagi jadal sintezlanish holatlari kamroq uchraydi, faqat tirozintransaminaza, serindegidrataza – va treonindegidrataza, triptofanpirrolazalarning indutsirlangan sintezi o'rganilgan.

Lekin shu narsa kuzatilganki, organizmga ayrim zaharlar, kanserogen moddalar, alkaloidlar, insektisidlar kirib kelgandan bir necha kun o'tgandan keyin jigar hujayralarini endoplazmatik retikulumi tomonidan organizm uchun yot bo'lgan moddalarni notoksik moddalargacha oksidlanishini katalizlovchi gidrolaza(miqdoriy jihatdan mos holda) fermentlarining sintezi kuzatiladi. Shunday holatlar ham aniqlanganki, shu xildagi gidroksilazalar ta'sirida organizm uchun yot bo'lgan moddalar ancha zaharli moddalarga aylanar ekan. Bu detoksikatsiyaga qarama-qarshi bo'lgan hodisani **letal sintez** deb ham yuritiladi.

5.3. Proferment (zimogen)lar.

Oshqozon–ichak trakti va oshqozon osti bezini proteolitik fermentlari nofaol proferment (zimogen) holda sintezlanadi. Bu profermentlarning faol fermentlarga aylanishi maxsus tashqi agentlarning ta'sirida boshqariladi. Zimogenasalar, tripsin oshqozon osti bezida dastlab tripsinogen shaklida sintezlanadi. U autokataliz yoki boshqa proteinazalar ta'sirida ichakda faol tripsinga aylanadi.

Nofaol pepsinogenning faol pepsinga aylanishi xlorid kislotasihtirokida cheklangan proteoliz natijasida autokataliz yo'li bilan amalga oshadi va shuningdek u profermentdan polipeptid tabiatli maxsus ingibitorning uzilib ajralib chiqishi bilan bog'liq.

Proteinazalar va qator boshqa oldindan sintezlanadigan - oqsillarning nofaol shaklda sintezlanishining ma'lum biologik mohiyati shundan iboratki, bunda proferment hosil bo'ladigan organlarning hujayralari emirilib ketishdan saqlanadi. Darhaqiqat, ovqat hazm qilishda ishtirok etadigan pepsin, tripsin va tripsinogenlar va ba'zi boshqa fermentlar ovqat tarkibidagi oqsillarni aminokislotagacha parchalaydi, bu aminokislotalar keyin qon oqimiga sorbtsiyalanadi (so'riladi). Bu fermentlar dastlab nofaol pepsinogen, tripsinogen, ximotripsinogen va boshqalar shaklida oshqozon osti bezida sintezlanadi va keyin faollanadi. Agar oshqozon va oshqozon osti bezi fermentlarni faol holda sintezlanganda edi, bu holatda uning xujayralari o'z-o'zidan

emirilib ketgan bo'lardi, chunki ularning tarkibiga kirgan hamma oqsillar bu fermentlar ta'sirida parchalanib ketar edi. Pankreatit kasali aynan tripsin va tripsinogeni oshqozon osti bezidan oldinroq ajralib chiqishi bilan bog'liq.

Zimogenning faollanishi polipeptidning birlamchi tuzilmasini bir yo'la uchlamchi tuzilmasi bilan birgalikda o'zgarishiga bog'liq. Masalan, ingichka ichakda tripsinogen polipeptidi molekulasining N-uchidan geksapeptid ajralishi tufayli tripsinga aylanadi.

Bu jarayon birinchi bosqichda ichak shillik pardasi tomonidan kam miqdorda sintezlanadigan enteropeptidaza (ba'zan enterokinaza ham deb yuritiladi) va tripsinning o'zi tomonidan faollanadi. Shuningdek tripsin ximotripsinogenning ximotripsinga aylanib barqaror faollikka ega bo'lishini ta'minlanish jarayonidagi ikki bosqichdan birini katalizlaydi.

Tripsin ta'sirida ximotripsinning 15-a'zoli fragmenti N-uchidan ajraladi va uni P-ximotripsinga aylantiradi. P-shakldagi molekulalardan biri, xuddi shunday molekulaga ta'sir etib, jami to'rtta peptid bog'ni uzadi va uni ikkita fragmentga ajratadi. Bunda faol ximotripsinni barqaror α -shakli hosil bo'ladi va u endi uchta polipeptid zanjiridan tashkil topadi.

Zimogenlar nofaol bo'ladi, chunki ularda faol markaz bo'lmaydi. Zimogenlarning faollanishi qonning ivishida muhim ahamiyatga ega bo'ladi, uning so'ngi bosqichi qonning eruvchi oqsili fibrinogenning fibringa aylanishidan iborat.

Tirik organizmlarning o'zida o'tadigan jarayonlarni tashqi va ichki omillarning ta'siriga bog'liq holda boshqarilish qobiliyatini **bioboshqarilish** qobiliyati deb yuritiladi. Bunday qobiliyat oqsillar, ayniqsa fermentlarning faol shakllarini o'zaro almashinuvini nazorat qilinishi tufayli ro'yobga chiqadi.

Faollanish faolligining boshqarilishi:

- kovalent modifikasiya;
- assotsiatsiya – dissotsiatsiya jarayonlari;
- raqobatli va raqobatsiz ingibirlanish;
- ikkilamchi boshqaruv markazlari ta'siri;
- genlar repressiyalari orqali amalga oshadi.

Yuqorida e'tirof etilganidek, proteinazalar va boshqa fermentlarning nofaol holda sintezlanishi ma'lum biologik mazmunga ega, fermentlarning dastlab proferment holatda bo'lishi, ularning o'zi sintezlanadigan organlarning hujayralarini parchalanib ketishdan saqlaydi.

5.4. Fermentlarning kimyoviy modifikasiyasi.

Ba'zi oqsillar ularning uchlamchi tuzilmalari shakllanayotgan paytda sintezlangandan keyin yuz beradigan modifikasiyalanish xususiyatiga ega.

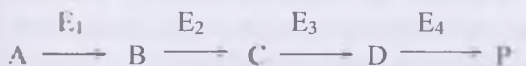
Energetik almashinuvning eng muhim fermentlari-fosforilaza, glikogensintetaza va boshqalar maxsus fermentlar - proteinkinaza va proteinfosfatazalar tomonidan amalga oshiriladigan fosforlanish va desfosforlanish orqali boshqarilib, ularning faolligi esa, o'z navbatida gormonlar tomonidan boshqariladi. Karbonsuvlarning almashinuvida ishtirok etuvchi asosiy fermentlarning faollik ko'rsatkichi, jadalligi va yo'nalishi bu fermentlarning fosforlangan va desfosforlangan shakllarining miqdoriga qarab belgilanadi.

Fermentlarning kimyoviy sintezlanish jarayoni sodir bo'lgandan keyin amalga oshadigan modifikasiyasi proteoliz, metillanish, glikozillanish va boshqalarni ham o'z ichiga oladi va shuningdek shu orqali fermentlarning faolligini mikroskopik darajada boshqarilishini va nihoyat bunga mos holda moddalar almashinuvi jarayonlarini fiziologik tezligini ta'minlaydi.

5.5. Fermentlar faolligini teskari ta'sir tamoyili asosida boshqariluvchi.

Ko'p bosqichli fermentativ jarayonlarda biosintetik reaksiyalar tezligini boshqarilishi teskari ta'sir tamoyili asosida ham amalga oshadi. Bunda biosintetik zanjirning oxirgi bosqichida hosil bo'lgan reaksiya mahsuloti birinchi bosqichni katalizlovchi ferment faolligini bo'g'ib qo'yadi.

Agar hujayralarda har bir bosqichni alohida ferment tomonidan katalizlanadigan quyidagicha kechadigan ko'p bosqichli reaksiya bo'lib o'tadi deb tasavvur qilinsa:



Bu xildagi ketma-ketlikda yuz beradigan reaksiyani tezligi ma'lum darajada oxirgi mahsulot (P) ning konsentratsiyasi bilan belgilanadi. Bunda reaksiya mahsulotining ma'lum chegaradagi ko'rsatkich darajasida to'planishi reaksiyasini birinchi bosqichidagi ferment (E_1) ga ingibirolovchi ta'sir ko'rsatadi.

Muayyan mexanizm orqali ferment faolligini boshqarilishini mavjudligi dastlab *E. coli* yordamida izoleysin aminokislotasi va STF ning sintezlanish reaksiyasini o'rganish jarayonida aniqlangan edi.

Bunda izoleysin besh xil bosqichma bosqich o'tadigan fermentativ reaksiyalarning oxirgi mahsuloti bo'lib, u treonning izoleysinga aylanish reaksiyasini birinchi bosqichini katalizlovchi treonindegidrataza fermentini faolsizlantirar ekan. Xuddi shunday tarzda STF biosintetik yo'lining so'ngi mahsuloti sifatidagi reaksiyasini birinchi bosqichidagi ferment (aspartatkarbomoiltransferaza) ga ingibirlovchi ta'sir ko'rsatib o'zining sintezini boshqaradi.

Bu ingibirlanish xili teskari bog'lanish tamoyilida amalga oshgani tufayli **retroingibirlanish** deb yuritiladi. Bu xil ingibirlanish hamma tirik organizmlar uchun xosligi isbotlangan, hamda fermentlar faolligini boshqarilishi va umuman hujayraviy metabolizm jarayonlarining kechishida uning muhim boshqarilish ekanligi tan olinadi.

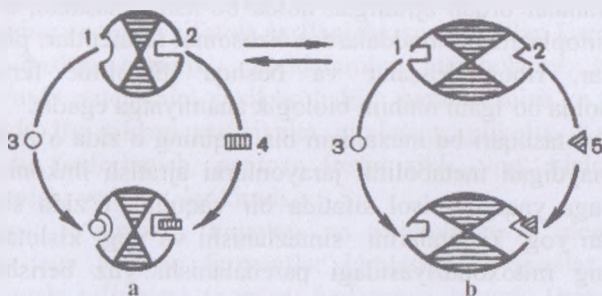
Katabolitik (biodekradaktiv) jarayonlarda reaksiya tezligi (ferment faolligi ham) reaksiyani oraliq mahsulotlari, ya'ni hujayraning energetik holatini belgilovchi indikatorlar (purin asosli nukleotidlar, pirofosfat, anorganik fosfat va h.k.z) orqali boshqariladi.

Boshqa tomondan amfibolitik, ya'ni bir yo'la biosintetik va biodegradaktiv funksiyalarni bajariladigan jarayonlarda ham retroingibirlanishning mavjudligi aniqlangan bo'lib, bunda fermentlar faolligi makroergik birikmalar ishtirokida hujayraning energetik holatini o'zgarishi orqali boshqarilishi aniqlangan. Amfibolitik jarayonlarga moddalar almashinuvini glikoliz, glikogenoliz, uch karbon kislotalar sikli, geksozamonofosfat yo'l bilan parchalanish, aminokislotalarning transaminlanishi kabi eng asosiy reaksiyalarni kiritish mumkin.

Amfibolitik jarayonlarda faqat ularga xos bo'lgan boshqarilishning noyob xillari uchraydi. Bunda dastlab hosil bo'lgan metabolit (reaksiya mahsuloti) ko'p bosqichli yo'lda oxirgi bosqichda ishtirok etadigan fermentni faollashtiradi. Masalan, glyukoza-6-fosfatning glikogen sintezida glikogensintetazaga faollashtiruvchi ta'sir etishi isbotlangan. Oxirgi mahsulot va dastlabki mahsulot orqali ingibirlanish xili allesterik (boshqariluvchi) fermentlarga xos xossa hisoblanadi.

Bunda effektor o'z tuzilishi jihatidan substratdan farqlanadigan tuzilishga ega bo'ladi va u makonda ferment molekulasining faol markazidan uzoqroqda joylashgan **maxsus(allosterik) markaz** bilan bog'langan bo'ladi.

Allosterik fermentning faol va nofaol holatlarga o'tishi ketma-ketligini soddalashtirilgan shakli hamda substrat va effektorlarning birikishi tufayli yuzaga chiqadigani konformasion o'zgarishlar Rasm 15 da o'z aksini topgan.



Rasm 15. Allosterik fermentning substrat va effektorlar bilan o'zaro ta'sirlanish sxemasi.

Bu erda: a-faol kompleks; b-nofaol kompleks; 1-faol markaz; 2-allosterik markaz; 3-substrat; 4-musbat effektor; 5- manfiy effektor.

Allosterik markazga manfiy effektorni birikishi ferment molekulasining faol markazi konfiguratsiyasini talay o'zgarishlarini keltirib chiqaradi, natijada ferment o'zining substratga bo'lgan muqobilligi darajasini yo'qotadi (uning nofaol kompleksining hosil bo'lishi yuz beradi). Allosterik o'zaro ta'sir samarasi reaksiyaning boshida reaksiya tezligining substrat konsentratsiyasiga yoki effektorga bo'g'liq bo'ladi. Bu narsa shundan dalolat beradiki, faol markazga substratning bir molekulasini bog'lanishi, uning ikkinchi molekulasini bog'lanishini engillashtiradi, bu esa o'z navbatida reaksiya tezligini oshiradi.

5.6. Fermentlar faolligini boshqarilishini boshqa xillari.

Metabolitik jarayonlar tezligi va hujayra ichi fermentlari faolligini nazorat qiladigan qator mexanizmlar mavjud. Hujayra ichida uchrovcu fermentlarning hammasi, ularning sintezlanishi va parchalanishi jadalligini o'zgarishi orqali boshqariladi.

Boshqaruvchi mexanizmlar jumlasiga umumiy substrat uchun fermentlarning raqobati, izofermentlarning birtantasi (ko'p xil ferment shakllari bo'lgan holatlarda) faolsizlanishi, kofaktor konsentratsiyasiga

ta'siri va kompartmentalizatsiyasi (fermentlarning hujayraviy va subhujayraviy jihatdan cheklanganligi) kabilar kiradi.

Kompartmentalizatsiya mexanizmining biologik ahamiyati juda katta bo'lsa ajab emas, chunki fermentlar o'zlarining substratlaridan biomembranalar orqali ajratilgan holda bo'lishi (masalan, o'zlari ta'sir etadigan sitoplazmatik moddalardan lizosomal fermentlar: proteinazalar, fosfatazalar, ribonukleazalar va boshqa gidrolitik fermentlar)dan ajralgan holda bo'lgani muhim biologik ahamiyatga egadir.

Bundan tashqari bu mexanizm bir vaqtning o'zida o'zaro bir-biriga mos kelmaydigan metabolitik jarayonlarni ajratish imkonini yaratadi. Bu hodisaga yaqqol misol sifatida bir vaqtning o'zida sitoplazmada kechadigan yog' kislotalarini sintezlanishi va yog' kislotalarning shu hujayraning mitoxondriyasidagi parchalanishi yuz berishini keltirib o'tish mumkin.

MATERIALLARNI MUSTAHKAMLASH UCHUN SAVOLLAR:

1. Massalar ta'siri qonuni fermentativ reaksiyalarga taalluqligi.
2. Ferment miqdorini o'zgarishi.
3. Sharoitga qarab ferment miqdorini o'zgarishi.
4. Fermentlarning kimyoviy modifikatsiyasi.
5. Proferment (zimogenlar), ularning faol holatga o'tishi.
6. Bioboshqarilish qobiliyati qanday yuz beradi?
7. Fermentlar faolligini boshqarilish tamoyillari.
8. Fermentativ faollikning kimyoviy modifikatsiyalanish orqali subhujayra, hujayra, to'qima, organ, yaxlit organizm miqyosida boshqarilishi.
9. Fermentlar faolligini teskari ta'sir tamoyili asosida boshqarilishi.
10. Ferment faolligini boshqariluvini boshqa xillari.

6. FERMENTLARNING HUYAYRA VA TO‘QIMALARDAGI LOKALIZASIYASI.

Umumiy (universal) fermentlar amaliy jihatdan hujayradagi hayotiy jarayonlarda ishtirok etadi. Bu jarayonlar o‘z ichiga: ATF ning sintezi va uning energiya sifatida sarflanishi; suv, oqsillar, karbonsuvlar, lipidlar va boshqa organik moddalarning metabolizmi; hujayraviy elektrokimyoviy patensialni xosil bo‘lishi, harakatlanish va h.k.z.larni qamrab oladi. Bu xildagi reaksiyalar jumlasiga: glikoliz, Krebs sikli, oksidlanuvchi fosforlanish, pentoza fosfat sikli, yog‘ kislotalarining beta-oksidlanishi va h.k.z. lar kiradi.

Organ-, to‘qima- , hujayra- va subhujayraviy elementlararo maxsuslikka ega bo‘lgan fermentlar jumlasiga to‘qimalar bo‘yicha olganda: Suyak to‘qimasi (nordan fosfataza); buyrak (transamidaza, nordon fosfataza); jigar (arginaza, ALT, AST, LDG-4, LDG-5, nordon fosfataza, gamma-glutamiltranspeptidaza, glutamatdegidrogenaza, xolinesteraza), yurak (ALT,AST, LDG-1, LDG-2); oshqozon osti bezi (alfa-amilaza, lipaza, gamma-glutamiltranspeptidaza)lar kiradi.

Ko‘p fermentlar hujayra komponentlaridagi lokalizatsiyasi qat‘iy ravishda aniq bo‘lganligi tufayli enzimologiyada ulardan hujayraning subhujayraviy elementlarini “nishon” (marker) fermentlari sifatida foydalaniladi.

Odatda hujayra komponentlari strukturasi shikastlanganda uning fermentlari qonda paydo bo‘ladi. Qon plazmasidagi ferment manbalari sifatida uning **o‘zini fermentlari, ekskretor fermentlar va hujayra ichi fermentlariga** bo‘lishi mumkin.

Tabiiy ravishda **qon plazmasini o‘zida uchraydigan fermentlar** : protrombin, prokonvertin, lipoprotein, lipaza, xolinesterazalar bo‘lib, ular jigarda sintezlanadi, qon tarkibida o‘z funksiyasini bajaradi, ularning qondagi faolligi to‘qimalardagidek yoki undan ham ziyod bo‘ladi.

Ekskretor fermentlar jumlasiga: ishqoriy fosfataza(jigar), amilaza. lipaza(oshqozon osti bezi) fermentlari kiradi. Ular endokrin bezlar tomonidan ajratiladi, me‘yoriy sharoitda ularning qondagi faolligi uncha yuqori emas, bezlar shamollaganda yoki shiraning ajratilish darajasi qiyinlashganda qondagi faolligi oshib ketadi.

Hujayra ichi(indikator) fermentlari to‘qimalardagi faolligi yuqori, qondagisi past, qondagi faolliklarining oshishi(shamollash, to‘qima nekrozi) patologiyaning mavjudligidan darak beradi.

Enzimotaxshlashning vazifasi-kasallikni erta taxshlashga erishish, uning og'irlik darajasi, chuqurlashuvi, davolash samaradorliklarini baholashdan iborat. Enzimotaxshlashni amalga oshirishda organnomaxsus fermentlar, izoferment spektrlar faolligini tadqiq qilish, ularning o'zgarish dinamikasini baholash talab qilinadi.

Fermentlarning hujayralar tuzilmaviy birliklari (yadro, mitoxondriya, lizosoma, mikrosoma, ribosoma, sitozol h.k.z.) da lokalizatsiyasini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa ferment kabi ulkan makromolekulani kimyoviy tuzilishi, fizikaviy, biologik va boshqa xossalarini o'rganishda, ularni ajratib olish, tozalash, gomogen holatga keltirish uchun avvalo uni lokalizatsiyasini va organ, to'qimadagi miqdoriy ko'rsatkichini bilish muhimdir.

Fermentlarning lokalizatsiyasini o'rganishning osonroq uslubi sito-va gisto- kimyoviy uslub hisoblanadi. Buning uchun organning yubqa kesmasi substrat yordamida inkubatsiyalanadi, so'ng reaksiya mahsulotini lokalizatsiyasini tegishli maxsus bo'yoqlar bilan ishlov berib, mikroskop ostida aniqlanadi.

Preparativ enzimologiyada ko'pincha to'qimalardan tayyorlangan gomogenatlarni differentsial sentrifugallanadi. Bunda hujayraning subhujayraviy elementlarini kattaligi, hajmi, og'irligi, ya'ni sedimentasion ko'rsatkichlariga mos holda sentrifuganing aylanish tezligini asta-sekin bosqichma-bosqich oshira borish asosida cho'kmaga tushirib ajratib olinadi.

Odatda fermentning lokalizatsiyasini o'rganishda ketma-ket ajratib olinadigan yakka tartibdagi subhujayraviy fraktsiyalarda, xususan, sentrifugani kamroq aylanish tezligidagi yadro fraktsiyasi, o'rtaroq tezlikda ajraladigan mitoxondriya, yuqori tezlikda ajratiladigan mikrosoma va yanada yuqori tezlik tufayli ajratiladigan ribosomalarni cho'kma tarzida ajratib olingandan so'ng oxirida gialoplazma fraktsiyasi qolishiga asoslanadi.

Eng avvalo shu narsani qayd etish joyizki, yuqoridagi ketma-ketlikda qayd etilgan fraksiyalarning hammasini har birini o'zida lokalizatsiyalanadigan fermentlar mavjud. Ularning aynan o'zi uchun maxsus hisoblangan, ya'ni aynan shu subfraksiyani tavsiflovchi fermentlarni ularning "**nishon**" (**markyor indikator**) **fermentlari** deb yuritiladi. Jigar hujayralari uchun "**nishon**" fermentlar quyidagi jadvalga keltirilgan (Jadval 6).

Jigar hujayrasining subhujayravii elementlarininishon (markyor indikator) fermentlari.

Jadval 6

T/r	Subhujayravii fraksiyalar.	Nishon (indikator) fermentlar.
1.	Yadro	NAD-pirofosforilaza
2.	Mitoxondriya	suktsinatdegidrogenaza Sitoxromoksidaza Glutamatdegidrogenaza
3.	Lizosomalar	Nordon fosfataza Nordon RNK-aza Nordon-DNK-aza Katepsin Arilsulfataza α - va β -glukozidazalar
4.	Uratoksidaza bo'lakchalari	Uratoksidaza D-aminokislotalar oksidazasi Katalaza.
5.	Mikrosomalar	Glyukoza-6-fosfataza Xolinesteraza NADN-sitoxrom-c-reduktaza.
6.	Gialoplazma (Sitozol)	Alanin-aminotransferaza Aldolaza L-aktatdegidrogenaza.

Shu narsani alohida ta'kidlash joyizki, Jadval 6 da keltirilgan fermentlar faolligini aniqlash subhujayravii elementlarni ajratib olish darajasini naqadar sifatli olib borilganligini, ya'ni ularning tozalik darajasini ham aniqlash imkonini beradi. Ularni bu subhujayravii elementlarning marker "nishon" fermentlari deb yuritilishini sababi ham shudir.

Shu bilan birgalikda subhujayravii elementlarning tozaligi nisbiy tavsifga ega ekanligini ham e'tirof etish lozim. Xususan, mitoxondriya fraksiyasini aynan gomogen fraksiya deb bo'lmaydi, chunki lizosoma zarrachalarini kattaligi ularga yaqin keladi, lekin boshqa tomondan ular mikrosomalarga ham yaqin zarrachalar hisoblanadi. Xuddi shuningdek mikrosomalar ham geterogen zarrachalar bo'lib, u ham endoplazmatik to'ring elementlaridan tashkil topgan bo'lib ribosomalarga boy bo'ladi.

Sentrifugalarda olib borilgan fraksiyalash jarayonlarida yadro fraksiyasida fermentlarning miqdori ancha kam bo'ladi. **Tajribalar**

asosida tasdiqlanganki, glikoliz fermentlari sitoplazmasining eruvchi qismida joylashgan bo'ladi, shu bilan birgalikda sitoromoksidaza va Krebs sikli fermentlari mitoxondriyada lokalizsiyalangan. Oksidlanuvchi-fosforlanish va yog' kislotalarini parchalanishini katalizlovchi fermentlar ham mitoxondriyalar tarkibida uchraydi.

Yo'g' kislotalarini biosintezini katalizlovchi fermentlar, aksincha sitoplazmaning eruvchi qismida bo'ladi.

MATERIALLARNI MUSTAHKAMLASH UCHUN SAVOLLAR:

1. Fermentlarning hujayralar tuzilmaviy birikmalari (subhujayraviy elementlar-yadro, mitoxondriya, lizosoma, mikrosoma, ribosoma, sitozol va h.k.z.) dagi lokalizatsiyasi.

2. Yadroga, subhujayraviy elementlariga xos fermentlar.

3. Mitoxondriyalarda lokalizasiyalanadigan fermentlar.

4. Lizosomal fermentlar.

5. Uratoksilaza bo'lakchalari fermentlari.

6. Mikrosomal fermentlar.

7. Hujayraning gialoplazmasida lokalizasiyalanadigan fermentlar.

7. FERMENTLARNING NOMLANISHI, TASNIFLANISHI VA ULARNING QISQACHA TAVSIFI

7.1. Fermentlarning tasniflanish tamoyillari

Fermentlarning ratsional nomi enzim ta'sir etadigan modda (substrat)yoki reaksiya nomining oxiriga «-aza» qo'yish bilan tuziladi. Binobarin, «-aza» bilan tugaydigan so'zli moddalarning nomi albatta fermentga taalluqlidir. Masalan, **oqsil (protein)** ni parchalovchi ferment **proteinaza**, **gidrolizni** katalizlovchi ferment **gidrolaza oksidlovchi** fermentlar **oksidaza** deb ataladi. Shuningdek kraxmal (amylum) yog' (Lipoz), glyukozid, peroksid, siydikchil (urea) larga ta'sir etadigan enzimlar o'zaro mos holda **amilaza**, **lipaza**, **glikozidaza**, **peroksidaza**, **ureaza** deb nomlanadi.

Ayrim fermentlarning ilmiy adabiyotda trivial nomlari ham saqlangan. Masalan, pepsin, tripsin, papain va h.k.z.

Yildan-yilga yangidan-yangi fermentlarning ochilishi, tadqiqotchilar ularga o'z xohishiga muvofiq nom qo'ya boshlashi va natijada bu sohada tartibsizliklarning paydo bo'lishi fermentlarning nomlanishini tartibga solish zarur ekanligini ko'rsatdi. Shuningdek, bir xil fermentning o'zini xilma-xil nomlash holatlari yuz berib, bu sohadagi ishlarni chalg'itib yuboraboshladi.

Fermentlarni zamonaviy va ilmiy asosda tasniflash va nomlash tamoyillari xalqaro biokimyogarlarning ittifoqining fermentlar bo'yicha komissiyasi tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, Moskva shahrida 1961 yilda bo'lib o'tgan V xalqaro biokimyogarlarning kongressida tasdiqlangan.

Unga muvofiq fermentlar 6 ta sinfga bo'linadi.

1. **Oksireduktazalar**-oksidlovchi-qaytaruvchi reaksiyalarni katalizlaydi.
2. **Transferazalar**-ayrim guruhlarini ko'chirish bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalarni katalizlaydi.
3. **Gidrolazalar**-gidrolizlanish reaksiyalarini katalizlaydi.
4. **Liiazalar**-molekulaning qo'sh bog'lariga guruhlarini birlashtirish yoki, aksincha qo'sh bog'li guruhlarini ajralishi bilan kechadigan reaksiyalarni katalizlaydi.
5. **Izomerazalar**-izomerizatsiya reaksiyalarini katalizlaydi.
6. **Ligazalar** (sintetazalar)- ikkita molekulani kondensatsiyasi va ATP yoki unga o'xshash trifosfatlardan pirofosfatning ajralishi bilan

bo'g'liq bo'lgan, energiya sarfi asosida kechadigan reaksiyalar nikatalizlaydi.

1961 yilgacha fermentlarni ma'lum bir qoidalarga bo'ysunadigan tamoyilda tasniflash amalga oshirilmas edi. Masalani murakkabligi shunda ediki, har xil tadqiqotchilar fermentlarni tasniflash borasida har xil tamoyillardan foydalanishar edi. Komissiya taklif qilgan uslubda fermentlarni nomlash, avvalo ularning kimyoviy xossalriga qarab oltita sinfga bo'linib, tasniflashda uch xil tamoyilga asoslanadi.

Bunda **birinchi-tamoyil**-fermentning kimyoviy tabiati, ya'ni uning qaysi guruhga mansub (flavoprotein, piridoksalfosfat protein, gemprotein, metalloprotein va h.k.z.) ekanligi inobatga olinadi. Lekin bu tamoyil tasniflash uchun yagona asos bo'lib xizmat qilaolmas edi, chunki hamma fermentlar identifikasiyalash va to'g'ridan-to'g'ri aniqlash imkoniga ega bo'lgan prostetik guruhli emas.

Ikkinchi tamoyil -ferment ta'sir etadigan substratning tabiati hisoblanadi. Bu tamoyil bo'yicha ham tasniflash talay qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi, chunki bir sinfga mansub bo'lgan moddalar (Oqsillar, karbonsuvlar, lipidlar, nuklein kislotalar) va almashinuv jarayonlarida ulardan hosil bo'lgan oraliq mahsulotlar substrat vazifasini bajarishi mumkin.

Shu bois, fermentlarni tasniflashda **uchinchi tamoyil**-katalizlovchi reaksiyasini xili e'tiborga olinadi. Bu tamoyil harqanday reaksiya uchun alohida tavsifga ega va undan fermentlarni tasniflash va ilmiy nomlash uchun foydalanish mumkin.

Shunday qilib, fermentlarni ilmiy asosda nomlashda kimyoviy reaksiyani xili, substrat (yoki substratlar) ning nomi bilan birgalikda fermentlarning katalizlovchi reaksiya xili, tasnifiy nomlanish uchun asos qilib olingan.

Fermentlarni shu yo'sinda to'rt raqamli tizim bo'yicha tasniflash va ilmiy nomlash uchun yagona fermentlarning umumiy klassifikator (FK) ro'yhati tuzilgan, masalan unga muvofiq glyukozoksidaza birinchi sinfga, birinchi kenja sinfga, uchinchi kenja kenja sinfga kirib, uning shu kenja kenja sinfga 4 o'rindagi tartib raqamiga ega bo'lib, uni **FK.1.1.3.4.-β-D-Glyukoza-kislorod-oksireduktaza** deb nomlansa, laktatdegidrogenaza birinchi sinfga, birinchi kenja sinfga, birinchi kenja kenja sinfga kirib, uning tartib raqami 27 bo'lib va uni **-FK.1.1.1.27.-L-Laktat:NAD-oksireduktaza** deb nomlanadi.

7.2. Fermentlarning zamonaviy nomenklaturasi

Fermentlarning zamonaviy tasniflash asosida nomlanganda yuqorida keltirilgan tamoyillarga muvofiq ravishda ish yuritib, ularning xalqaro miqyosda umumiy qabul qilingan yagona tartib asosida sinfga mansubligi yuqorida keltirilgan tartibda fermentlar klassifikatorida nazarda tutilgan holda (dastlabki raqam, sinfga tegishli, ya'ni: 1, 2, 3, 4, 5, 6), uning kenja sinfi (ikkinchi raqam), kichik kenja sinfi (uchunchi raqam) va kichik kenja kenja sinfga kiruvchi fermentning nomeri (to'rtinchi raqam)lar asosida keltiriladigan to'rt raqamni shifr bilan belgilanadi.

Fermentlarni shu oltita sinfga tegishli ayrim vakillarini tasniflash va nomlash tamoyillariga rioya qilgan holda xalqaro miqyosida qabul qilingan va ularni tavsiflovchi ayrim vakillarini ruyxati Jadval 7 da o'z aksini topgan.

Fermentlarning ilmiy nomlanishi, tasniflanishi va tavsifiga oid ayrim ma'lumotlar.

Jadval 7

TARTIB № (SHIFR)	SISTEMATIK (TIZIMLI) NOMLANISH	TRIVIAL NOMLANISH	KATALIZLAYDIGAN REAKTSIYASI
I. OKSIREDUKTAZALAR			
I.1 Donorlarning CH – OH guruhiga ta'sir etadi			
I.1.1 Aktseptor sifatida NAD va NADF xizmat qiladi			
1.1.1.1	Alkogol: NAD - oksireduktaza	Alkogoldegidrogenaza	Alkogol + NAD = atdegid yoki keton + qaytarilgan NAD. H ₂
1.1.1.27	L – Laktat: NAD - oksireduktaza	Laktatdegidrogenaza	L – Laktat + NAD = Piruvat + qaytarilgan NAD. H ₂
1.1.1.37	L – Malat: NAD - oksireduktaza	Malatdegidrogenaza	L – Malat + NAD = Piruvat + qaytarilgan NAD. H ₂
I.1.3 Aktseptor sifatida kislorod xizmat qiladi			
1.1.1.4	β-D-glyukoza: kislorod oksireduktaza	Glyukozoooksidaza	β -D-glyukoza + O ₂ = D – glyukono – δ – lakton + H ₂ O ₂

1.2 Donorlarning aldegid yoki keton guruhiga ta'sir etadi			
1.2.1 Aktseptor sifatida NAD va NADF xizmat qiladi			
1.2.1.12	D –glitseraldegid – 3 – fosfat: NAD – oksidoreduktaza (fosforlovchi)	Glitseraldegid-fofatdegidrogenaza, triozofosfatdegidrogenaza	D –glitseraldegid – 3 – fosfat + fosfat + NAD = 1,3 – difosfatglitserinovaya + kisota + qaytarilgan NAD
1.2.3 Aktseptor sifatida kislorod xizmat qiladi			
1.2.3.2	Ksantin: kislorod – oksidoreduktaza	Ksantinoksidaza	Ksantin + H ₂ O + O ₂ = Urat + H ₂ O ₂
1.3 Donorlarning CH – CH guruhiga ta'sir etadi			
1.3.1 Aktseptor sifatida NAD va NADF xizmat qiladi			
1.3.1.1	4,5 – digidrouAsil: NAD oksidoreduktaza	DigidrouAsil degidrogenaza	4,5 – digidrouAsil + NAD = UrAsil + qaytarilgan NAD
1.4 Donorlarning CH – NH₂ guruhiga ta'sir etadi			
1.4.1 Aktseptor sifatida NAD va NADF xizmat qiladi			
1.4.1.2	L – glutamat: NAD – oksidoreduktaza (fosforlovchi)	Glutamatdegidrogenaza	L – glutamat + H ₂ O + NAD = 2 – oksoglutarat + N H ₃ + qaytarilgan NAD
1.4.3 Aktseptor sifatida kislorod xizmat qiladi			
1.4.3.2	L – aminokislota: kislorod oksidoreduktaza (fosforlovchi)	Oksidaza L aminokislota	L - aminokislota + O ₂ + H ₂ O = 2 – oksokislota N H ₃ + H ₂ O ₂
1.5 Donorlarning C – NH- guruhiga ta'sir etadi			
1.6 Qaytarilgan NAD va NADF ga ta'sir etadi			
1.9 Donorlarning gemiga ta'sir etadi			
2. TRANSFERAZALAR			
2.1. Bir karbonli qoldiqni ko'chiradi			
2.1.2 Oksimetil, formil va shunga o'xshash qoldiqlarni ko'chiradi			
2.1.2.1	L- serin: tetrogidrofolat – 5,10 - oksimetiltransferaza	Serin – oksimetil-transferaza	L- serin: Tetrogidrofolat = Glitsin + 5,10 - metilentetragidrofolat
2.1.3 Karboksil karbon qoldiqlarni ko'chiradi			
2.1.3.2	Karbomoilfosfat: L – aspartat karbamoittransferaza	Aspartat – karbomoittransferaza	Karbomoilfosfat + L – aspartat = Ortofosfat + N – karbomoil – L – aspartat

2.2 Aldegid yoki keton qoldiqlarni ko'chiradi			
2.2.1.1	Sedogeptuoza - 7 - fosfat: D - glitsearaldegid 3 - fosfat - glikolaldegid- transferaza	Transketolaza, glikolaldegid- transferaza	D - sedogeptuoza - 7 - fosfat + D - glitsearaldegid - 3 - fosfat = D - riboza - 5 - fosfat + D - ksiluloza - 5 - fosfat
2.3 Asil guruhini ko'chiradi (Asiltransferazalar)			
2.3.1 Asilni ko'chiruvchi transferazalar			
2.3.1.8	Asil - KoA: ortofosfat - Asetiltransferaza	Fosfat Asetiltransferaza	Asetil - KoA + Ortofosfat = KoA + Asetilfosfat
2.4 Geksozil guruhini ko'chiradi (Glikoziltransferazalar)			
2.4.1 Glyukozilni ko'chiruvchi transferazalar (Glikoziltransferazalar)			
2.4.1.8	Maltoza: ortofosfat - glyukozil -transferaza	Maltozofosforilaza	Maltoza + Ortofosfat = α - D - glyukoza - 1 - fosfat + D - glyukoza
2.6 Azotli guruhlarni ko'chiradi			
2.6.1 Amino guruhini ko'chiruvchi transferazalar			
2.6.1.1	L - aspartat: 2 - oksoglutarat aminotransferaza	Aspartat aminotransferaza	L - aspartat + 2 - oksoglutarat = Oksaloatsetat + L - glutamat
2.7 Tarkibida fosfor tutuvchi guruhlarni ko'chiradi			
2.7.1 Aktseptor sifatida spirt guruh xizmat qiladigan fosfotransferaza			
2.7.1.2	ATF: glyukoza - 6 - fosfotransferaza	Glyukokinaza	ATF + D - glyukoza = ADF + D - glyukoza 6 - fosfat
2.7.1.40	ATF: piruvat - fosfotransferaza	Piruvatkinaza	ATF + Piruvat = ADF + Fosfoenolpiruvat
2.7.2 Aktseptor sifatida karboksil xizmat qiladigan fosfotransferaza			
2.7.2.1	ATF: atsetat - fosfotransferaza	Atsetatkinaza	ATF + Atsetat = ADF + Asetilfosfat
3. GIDROLAZALAR			
3.1 Murakkab efir hog'larga ta'sir etadi			
3.1.1 Karbon kislotalar efirlarini gidrolizlash			
3.1.1.7	Asetilxolin - gidrolaza	Asetilxolinesteraza	Asetilxolin + H ₂ O = Xolin + Asetil
3.1.3 Fosfomonofirlari gidrolazalari			
3.1.3.9	D - glyukoza - 6 - fosfat - fosfogidrolaza	Glyukoza - 6 - fosfataza	D - glyukoza - fosfat + H ₂ O = D - glyukoza + H ₃ PO ₄

3.1.4 Fosfodieflari gidrolazalari			
3.1.4.1	Fosfogidrolaza ortofosforных diefirov	Fosfodiesteraza	Fosfodieflir + H ₂ O = Fosfomonoefir + Spirt
3.4 Peptid bog'larga ta'sir etadi (peptid gidrolazalar)			
3.4.4 Peptidil – peptid gidrolazalar			
3.4.4.1		Pepsin	Peptidlarni gidrolizlaydi, ayniqsa aromatik yoki dikarbon aminokislotalar joylashgan bog'larni
3.4.4.4		Tripsin	L- arginin va L – lizinlarning karboksil guruhlarini joylashgan amid, murakkab efir bog'li peptidlarni gidrolizlaydi
3.4.4.5		Ximotripsin	Aromatik – L – aminokislotalarning karboksil guruhlarini amid va murakkab efir bog'li peptidlarni gidrolizlaydi
3.5 Peptid bog'lardan farqlanuvchi C – N bog'larga ta'sir etadi			
3.5.1 Tarmoqlanmagan zanjirli amidlarga ta'sir etadi			
3.5.1.5	Karbamid amidogidrolaza	– Ureaza	Mochevina + H ₂ O = CO ₂ + 2NH ₃
3.6 Kislota anhidrid bog'larga ta'sir etadi			
3.6.1 Fosforil tutuvchi anhidridlarga ta'sir ko'rsatadi			
3.6.1.1	Pirofosfat fosfogidrolaza	– Noorganik pirofosfat	Pirofosfat + H ₂ O = =2Ortofosfat
4. LIAZALAR			
4.1 Karbon – karbon liazalar (karbonli guruhlarni ko'chiradi)			
4.1.1 Karboksi - liazalar			
4.1.1.1	Karboksi – liaza 2 – oksoislota	Piruvatdekarboksila za	2-Oksokislota Aldegid + CO ₂
4.1.2 Aldigid – liazalar			
4.1.2.7	Ketoza – 1 – fosfat – aldigid – liaza	Aldolaza	Ketoza – 1 – fosfat = Dioksiatsetonfosfat + Aldegid

4.3 Karbon – azot liazalar (karbon tutib turgan azotni ko'chiradi)			
4.3.1 Ammiak – liazalar			
4.3.1.1	L – aspartat ammiakliaza	Aspartat ammiakliaza	L – aspartat = Fumarat + Ammiak
5. IZOMERAZALAR			
5.1 Ratsemazalar va epimerazalar			
5.1.1 Aminokislotalar va ularning xossalariga ta'sir etadi			
5.1.1.1	Alaninratsemaza	Alaninratsemaza	L – alanin = D – alanin
5.1.2 Oksikislotalar va ularning xossalariga ta'sir etadi			
5.1.2.1	Laktatratsemaza	Laktatratsemaza	L – laktat = D – laktat
5.1.3 Karbonsuvlar va ularning xossalariga ta'sir etadi			
5.1.3.2	UDF glyukoza – 4 epimeraza	UDF glyukoza – epimeraza	UDF glyukoza = UDF galaktoza
6. LIGAZALAR (sintetazalar)			
6.1 C – O bog'lar hosil qiladi			
6.1.1 AminoAsil – RNK hosil qiluvchi ligazalar			
6.1.1.1	L - tirozin: sRNK – ligazalar (AMF)	Tirozil – sRNK – sintetaza	ATF + L – tirozin + sRNK = AMF + Pirofosfat + L – tirozil - sRNK
6.2 C – S bog'lar hosil qiladi			
6.2.1 Kislota – tioligazalar			
6.2.1.1	Atsetat: KoA – ligaza (AMF)	Asetil - KoA – sintetaza	ATF + Atsetat + KoA = AMF + Pirofosfat + Asetil - KoA
6.3 C – N bog'lar hosil qiladi			
6.3.4 har xil C – N ligazalar			
6.3.4.2	UTF: ammiak – ligaza (ADF)	STF – sintetaza	ATF + UTF + NH ₃ = ADF + Ortofosfat + STF
6.4 C – C bog'larni hosil qiladi			
6.4.1.2	Asetil – KoA: karbon dioksid – ligaza (ADF)	Asetil – KoA – karboksilaza	ATF + Asetil – KoA + CO ₂ + H ₂ O = ADF + Ortofosfat + Malonil – KoA

7.3. Fermentlarning sinflari va ularning ayrim vakillariga qisqacha xarakteristika

Quyida fermentlarning har bir sinfiga va bu sinflarning ayrim vakillariga xos bolgan tavsifiy ma'lumotlar haqida mulohaza yuritiladi.

Oksireduktazalar

Oksireduktazalar sinfiga tirik organizmlarda uchraydigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini katalizlovchi xilma-xil fermentlar kiradi. Bu reaksiyalar biologik oksidlanishning mazmun va mohiyatini tashkil qiladi va demak nafas olish va achish jarayonlari bilan bog'liq. Sinf vakillari vodorodni, elektron va protonlarni ko'chirilishini ta'minlaydigan biologik oksidlanish jarayonlarini katalizlaydi. Ular xilma xil tuzilishga va xossalarga ega bo'lgan degidrogenazalar, oksidazalar, sitoxromreduktazalar va peroksidazalarni o'z ichiga oladi.

Bu fermentlar bir biridan tarkibida o'ziga xos bo'lgan koferment va boshqa xil nooqsil tabiatli guruhlarining uchrashi bilan farqlanadi. Shu bilan birgalikda ular, bir biridan tarkibidagi vodorod yoki elektronlarni qabul qilib oluvchi donorlari va ularni ko'chiruvchi aktseptorlari hamda funksiyanal guruhlariga qarab ham farqlanadi.

Degidrogenazalar

Odatda modda (substrat) molekulasidan vodorod tortib olish orqali yuz beradigan barcha reaksiyalar ni **degidrogenlash** reaksiyasi deyiladi. Substratdan vodorodni tortib olinishi reaksiyasini katalizlovchi fermentni esa **degidrogenaza** deb nomlanadi.

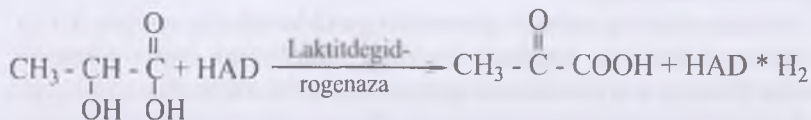
Degidrogenazalar fermentlarning juda katta guruhini tashkil qiladi, ularning hammasi ikki komponentli hisoblanib, ba'zilarini tarkibida koferment rolini o'ynovchi katalitik faol guruh sifatida nikotin kislotasi (PP vitamini) qatnashadi.

Bu guruhga kiruvchi kofermentlar ikki xil dinukleotid (2.1.3.2 ga qarang) bo'lib, nikotinamidadenindinukleotid (NAD) va nikotinamidadenindinukleotitfosfat (NADF) hisoblanadi.

Degidrogenazalar hamma hayvon va o'simlik hujayralarida shuningdek, mikroorganizmlarda uchraydi. Bu fermentlar xilma xil substratlar: sut kislotasi (laktatdegidrogenaza), olma kislotasi (malatdegidrogenaza), izolimon kislotasi (izositratdegidrogenaza), glutamin kislotasi (glutamidegidrogenaza), glitserinfosfat (glitserofosfatdegidrogenaza), har xil aldegidlar (aldegiddegidrogenaza)

va spirtlar (alkogodehidrogenaza), oksidlanish (degidrogenlanish) reaksiyalarini katalizlaydi.

Degidrogenlanish reaksiyalarini sut kislotasi misolida quyidagi sxema asosida yuz berishini ko'rsatib o'tish mumkin:



Degidrogenazalar ichida flavinli fermentlar (flavoproteinlar) ham uchraydi. Bu fermentlarning kofermentlari haqida ham ma'lumotlar uyqorida (2.1.3.3) keltirilgan bo'lib, ular flavin mononukleotid (FMN) va flavinadinindinukleotid (FAD) lar hisoblanadi.

Hamma flavinli fermentlar tarkibida riboflavin (B₂ vitamin) bo'lib, uning izoalloksazin guruhlari flavinlarning fizik-kimyoviy xossalarini belgilaydi. Hozirgi kunda flavinli fermentlarning 30 dan ziyod xili mavjudligi ma'lum, ularning funksiyasi qaytarilgan NADH₂ va NADFH₂ va qahrobo kislotadan elektron va vodorodni qabul qilib olishdan iborot.

Oksidaza va oksigenazalar

Odatda «oksidaza» atamasi bilan nomlanadigan degidrogenazalar vodorodni bevosita kislorodga ko'chirilishini katalizlaydi. «Oksigenaza» atamasi bilan nomlanadigan fermentlar kislorodni to'g'ridan-to'g'ri substratga ko'chirilishini katalizlaydi.

Oksidazalarga vakil qilib o'simlik va zamburug'larda uchraydigan polifenol oksidazani ko'rsatish mumkin. Bu ferment fenollar (gidroksinon, pirokatexen, pirogallol) dan elektronlar va vodorod atomlarini kislorodga ko'chirish orqali yuz beradigan reaksiyalarni katalizlaydi.

Polifenollarning oksidlanishi reaksiya natijasida xinon va boshqa to'q rangli moddalar hosil bo'ladi. Bunga yaqqol misol sifatida olmani yoki kartoshka tuganagini kesganda **polifenol oksidaza** fermenti ta'sirida qoramtir rangga kirishini keltirib o'tish mumkin.

Sitoxrom oksireduktazalar

Bu fermentlar majmuasiga birinchi sitoxromlar va sitoxromoksidaza fermenti kiradi va sitoxrom sistemasi (tizimi) deb

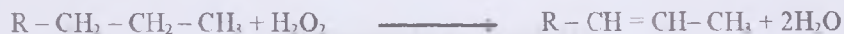
yurtiladi. Sitoxromoksidaza fermenti kislorodni faollaydi va nafas olish zanjiri bo'ylab sitoxrom tizimi (b, b₁, c, c₁) orqali tashilib kelinayotgan elektronli sitoxromoksidaza tarkibidagi a, a₃ ga ko'chiradi va faollangan molekulyar kislorod bilan duch keltirib hujayradagi oksidlanish jarayonlarini yakunlaydi.

Sitoxromlarning nooqsil (prostatik) guruhlarini (b, b₁, c, c₁, a, a₃) ga qon gemoglobini va katalaza fermenti tarkibidagi temir tutuvchi guruhlar kiradi, ya'ni sitoxromlar gemoproteinlar hisoblanadi.

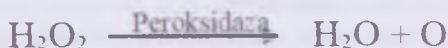
Peroksidaza va katalaza

Bu fermentlar ham ikki komponentli fermentlar hisoblanib, ularning faol guruhi o'zida uch atomli temir atomini tutadi va u to'rtta pirrol halqa bilan birikkan holda oqsil bilan qo'shilib gemoprotein hosil qiladi.

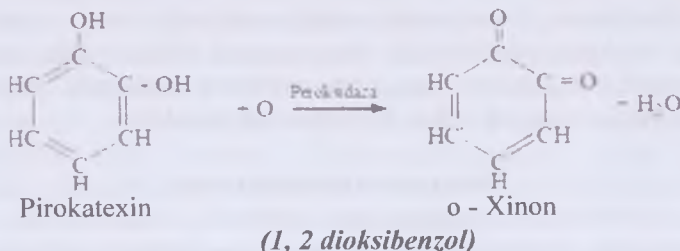
Peroksidaza va katalazaning gemi, yani nooqsil guruhi bir xil tuzilishga ega. Bu fermentlarning katalitik funksiyasidagi farqli jihatlar ularning oqsil qismini tuzilishi bilan bog'liq. Peroksidaza organizmda har xil organik moddalarni vodorod peroksidi yordamida oksidlaydi. Bu ferment substratning vodorodini vodorod peroksidiga ko'chiradi.



Shuningdek, peroksidaza fermenti vodorod peroksidini parchalab faol kislorod ajralib chiqishini ta'minlaydi:



Bunda ajralib chiqqan kislorod muhitdan chiqib ketmaydi u boshqa birikmalarni oksidlanishi uchun sarflanadi:



Katalaza fermenti ham peroksidaza kabi vodorod peroksidini suv va molekulyar kislorodgacha parchalanish reaksiyasini katalizlaydi:

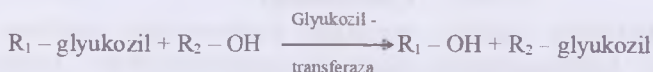


Katalaza organizmda hujayralar uchun zahira ta'sirga ega bo'lgan va nafas olish jarayonida hosil bo'ladigan vodorod peroksidini zararsizlantiradi. Peroksidazalar va katalazalar hayvon to'qimalari, sut va qonda uchrashi aniqlangan. Bu fermentlar ayniqsa o'simliklarda ko'p uchraydi.

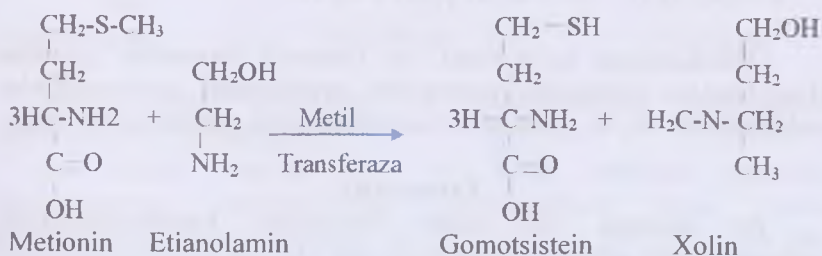
Transferaza

Bir birikmadan boshqa birikmaga funktsional guruhlarini ko'chirish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlarni **trasferazalar** deyiladi. Metil, karboksil, amino, formil guruhlarini ko'chirish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlarni o'zaro mos holda **metil-, karboksil-, amino-, formiltransferaza** deb yuritiladi.

Ancha yirik molekularlar, masalan glyukozil guruhni ham ko'chirishi mumkin, uni **glyukozil transferaza** deb yuritiladi:

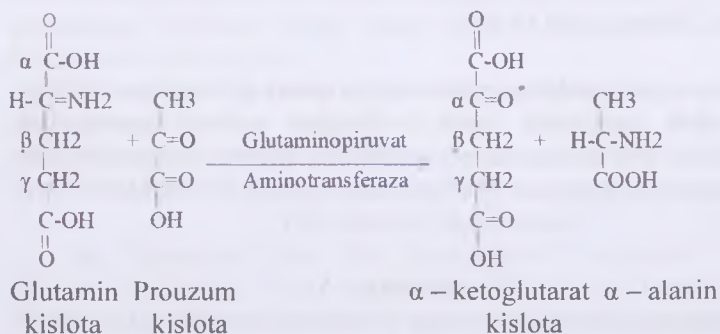


Metillanish reaksiyasiga misol qilib, **metiltransferaza** tomonidan katalizlanadigan metil guruhini metionindan etanol aminga ko'chirilishi va natijada xolin va gomotsistenning hosil bo'lish reaksiyasini keltirish mumkin:

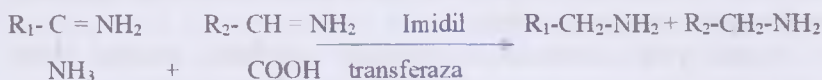


Tirik organizmlarda aminotransferazalar ishtirokida periaminlanish reaksiyasi keng uchraydi. Masalan, glutamin kislotadan pirouzum

kislota aminoguruhni ko'chirishi glutamino-piruvat aminotransferaza fermenti tomonidan katalizlanadi:



Agar imidil guruhlarni ko'chirish reaksiyasini katalizlasa bu ferment imidiltransferazaga kiradi:



Gidrolazalar

Gidrolazalar oqsillar, murakkab karbonsuvlar, yog'larni ancha oddiyoq birikmalargacha dastlabki parchalanishini katalizlovchi fermentlar hisoblanadi.

Bu fermentlar substratga ta'sir etib molekula o'rtasidagi bog' (S - S - bog' bundan mustasno) larni suv ishtirokida parchalanish reaksiyasini katalizlaydi:



Gidrolazalarga ko'p sonli va xilma-xil fermentlar guruhlari kiradi. Ulardan muhimlari: esiterazalar, peptidazalar, glyukozidazalar, amidazalar bo'lib, bu guruhlar o'z navbatida kenja guruhlarga bo'linadi.

Esterazalar

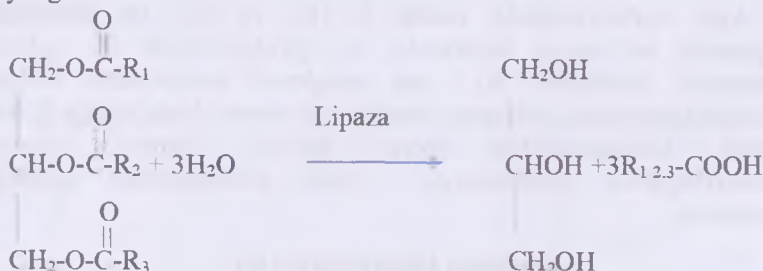
Bu guruhga bir necha fermentlar: karboksiesterazalar, fosfoesterazalar, sulfoesterazalar kirib, ular efir bog'larini uzilishi orqali xilma-xil efirlarning gidrolizi reaksiyalarini katalizlaydi:

Bu xil reaksiyalar quyidagi sxema asosida bo'lib o'tadi:



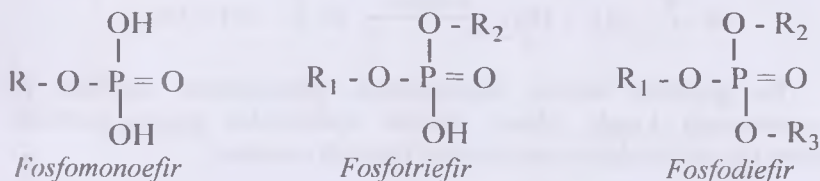
Karboksiesterazalar

Bu guruh fermentlari kislotalarning spirt bilan hosil qilgan murakkab efirlarni gidrolizlanishini katalizlaydi. Ularga lipaza, oddiy esterazalar, lestitinaza A va B va boshqalar kiradi. Bu xil reaksiyaga quyidagi misolni keltirib o'tish mumkin:



Fosfoesterazalar

Bu fermentlar:

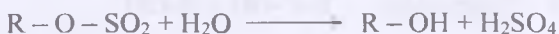


fosfomonoefir, fosfodiefir va fosfotriefirlarni parchalanish reaksiyalarini katalizlaydi.

Bu xildagi bog'lar DNK va RNK tarkibida uchraydi, parchalanuvchi birikmalarning nomlanishiga mos holda dezoksiribonukleaza (DNK-aza) va ribonukleaza (RNK – aza) deb nomlanadi.

Sulfoesteraza (sulfataza) lar

Bu guruhga fenolsulfataza, xondrotinsulfataza va boshqalar kiradi. Bu fermentlar sulfat kislotaning murakkab efilrlarini parchalaydi:



Glyukozidaza (karboangidraza) lar

Bu guruh murakkab karbonsuvlar va glyukozidlarni gidroliz reaksiyalarini katalizlaydi:



Agar karbonsuvlarda ikkala R (R_1 va R_2) lar karbonsuv komponenti bo'lmagan holatlarda, bu glyukozidlarda R_1 uglevod komponenti hisoblanib, R_2 esa nouglevod komponenti bo'ladi. Polisaxarid (kraxmal, glikogen, insulin, sellyuloza) larda ikkala R ham uglevod komponentidan iborat bo'ladi, hamda ularning parchalaydiganini pomazalarga yoki polisaxaridlar guruhiga birlashtiradi.

Amidaza (dezamidaza) lar

Bu guruhga kiruvchi fermentlar amidlarni ammiak va kislotalargacha parchalanish reaksiyalarini katalizlaydi:



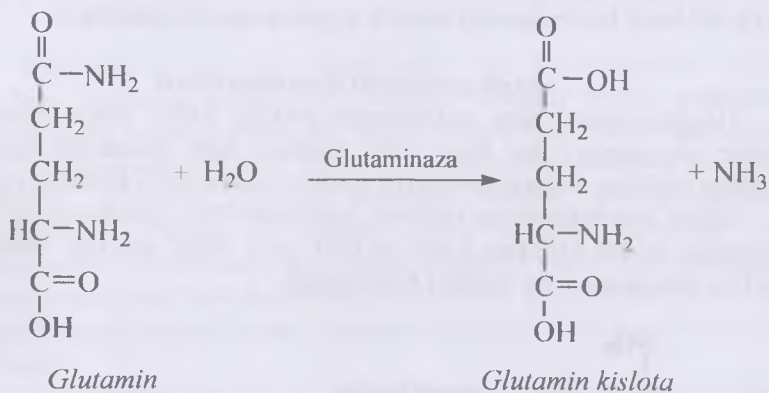
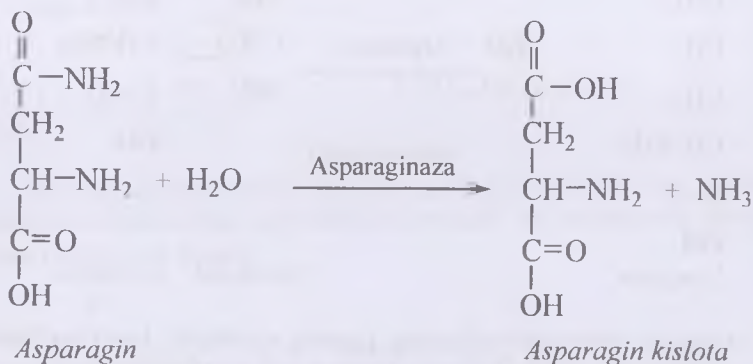
Bu guruhga ureaza, asparaginaza, glutaminaza, arginaza va dezaminazalar kiradi. Misol sifatida siydikchilni ureaza fermenti ishtirokida gidrolizlaish reaksiyasini keltirish mumkin:



Ureaza o'simliklarda, mog'or zamburuhida va ba'zi bakterialarda uchraydi. Ayniqsa u dukkakililar (soya, loviya, nuxat, mosh) uruhlarida, shuningdek go'ngning chirishida ishtirok etadigan bakteriya (urobakteriya) larda ko'p bo'ladi.

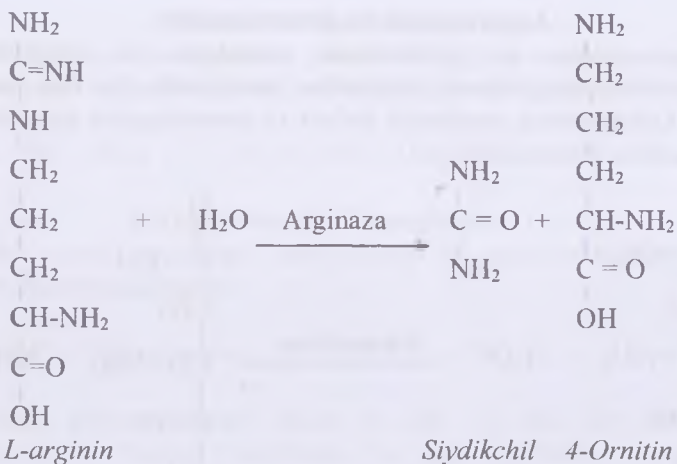
Asparaginaza va glutaminazalar

Asparaginaza va glutaminaza asparagin va glutaminning parchalanishini katalizlovchi fermentlar hisoblanadi. Bu ikki ferment tegishli kislotalarning amidlarini kislotaga va ammiakgacha parchalanish reaksiyalarini katalizlaydi:



Arginaza

Bu ferment arginin aminokislotasini suv ishtirokida gidrolizlanish reaksiyasini katalizlaydi, bunda ornitin aminokislotasi va siydikchil hosil bo'ladi:

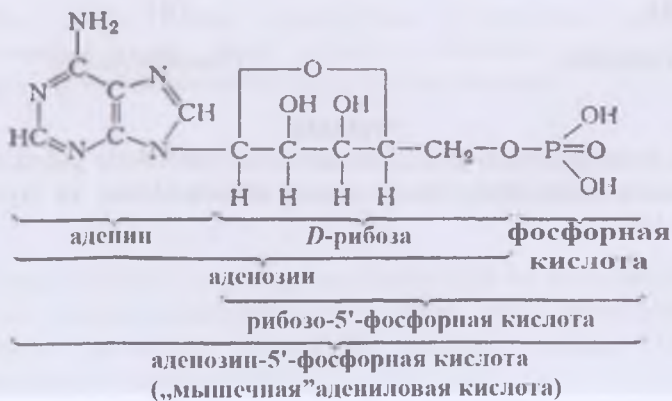


Arginaza sutemizuvchilarning jigarida siydikchil hosil bo'lishida muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Qushlar va reptiliyalarning jigarida siydikchil hosil bo'lmaganligi sababli arginaza ham bo'lmaydi.

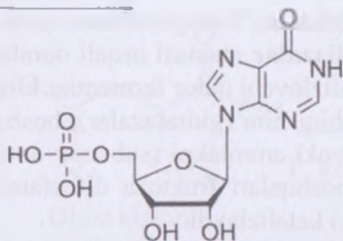
Purin asoslarini dezaminazalari

Dezaminazalar ham gidrolazalar sinfiga kirib, purin asoslari (adenin va guanin) dan ham erkin holdagi, ham murakkab modda tarkibida birikkan holdagi ammiakni ajralish reaksiyasini katalizlaydi.

Skelet mushaklarining faoliyati jarayonida NH_2 guruhining adenil kislotalardan inozin kislotalari hosil bo'lishi yo'li bilan ajralishi ammiak hosil bo'lishining asosiy manbai hisoblanadi.

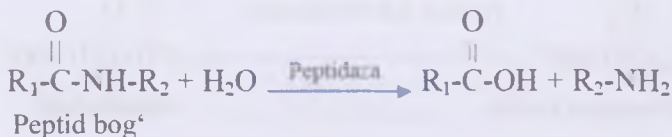


Dezaminaza



Peptidazalar

Oqsillar va polipeptidlar molekulasidagi peptid bog'larni uzilishini katalizlovchi fermentlar peptidazalar deyiladi. Bu reaksiyalar quyidagi sxema tarzida yuz beradi:



Peptidaza o'ziga xos xususiyatga ega. Bu fermentlar peptid bog'larni uzilishini katalizlaydi, ulardan birontasi barcha peptidlarni gidrolizlashni amalga oshiruvchi mutloq tavsifli funksiyani bajarmaydi.

Peptidazalarning ta'sir etish xususiyati parchalashni ta'minlovchi kimyoviy guruhlar tabiatiga muvofiq ravshda amalga oshirishi hisoblanadi. Ulardan ba'zilariga erkin holdagi karboksil yoki aminoguruhli uchlarining mavjudligi ahamiyat kasb etsa, boshqalari uchun amino yoki karboksillarning erkin holda bo'lishi shart emas. Shu nuqtai nazardan peptidazalar: endopeptidazalarga va ekzopeptidazalarga bo'linadi.

Endopeptidazalar oqsil molekulasida o'rtada joylashgan peptid bog'larni uzishni katalizlaydi va oqsilni ancha kichikroq fragmentlarga aylanishini ta'minlaydi. Ularga pepsin, katapsinlar, tripsin, ximotripsin, papain va boshqalar kiradi.

Ekzopeptidazalar. Bu guruh fermentlar oqsil molekulasini gidrolizini o'rtada joylashgan peptid bog'larni uzish orqali amalga oshira olmaydi, balki uning -NH₂ uchidan yoki -COOH uchidan bitta bittadan aminokislotani navbatma-navbat uzish orqali gidrolizlaydi. Ularga karboksipeptidaza, aminopeptidaza, dipeptidaza va ba'zi katapsinlar kiradi.

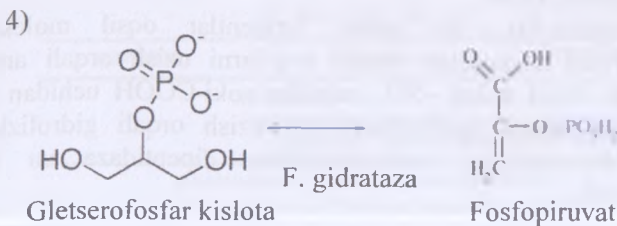
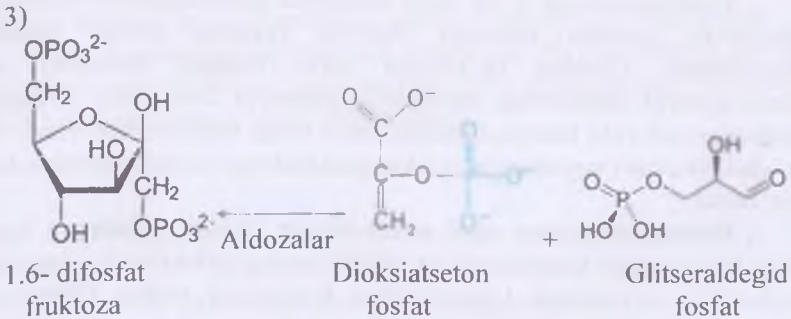
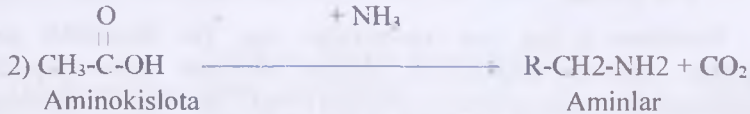
Liazalar

Gidroliz sodir etmasdan substratdan ma'lum guruhlarini uzib olish yo'li bilan katalizlovchi fermentlarni **liazalar** atamasi orqali nomlanadi. Bu sinfga xilma-xil reaksiyalarni katalizlovchi qator fermentlar kiradi.

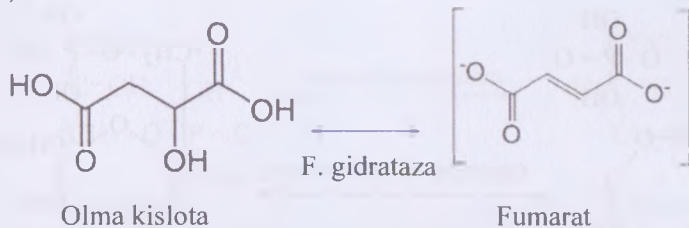
Ulardan ba'zilarini suvni ajralib chiqishini (gidratazalar), boshqalari karbonat anhidridni (dikarboksilaza) yoki ammiakni (substrat: ammiakliaza) ajralib chiqishini katalizlasa, boshqalari fruktoza difosfatni ikki molekula triozaga ajralishini (aldolaza) katalizlaydi.

Bularga misol tariqasida piruvat dekarboksilaza, aminokislotalar dekarboksilazalari, aldolaza, fosfopiruvat gidrotaza, fumarat gidrotaza, karboangidraza, aspartat-ammiak liazalarini keltirish mumkin.

Quyida bu fermentlarni katalizlaydigan reaksiyalar sxemasi keltiriladi:



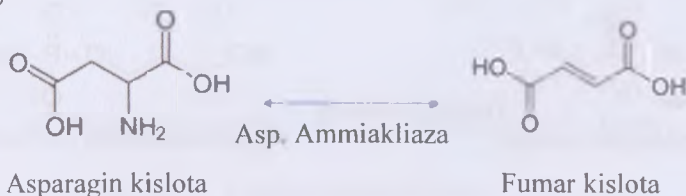
5)



6)



7)

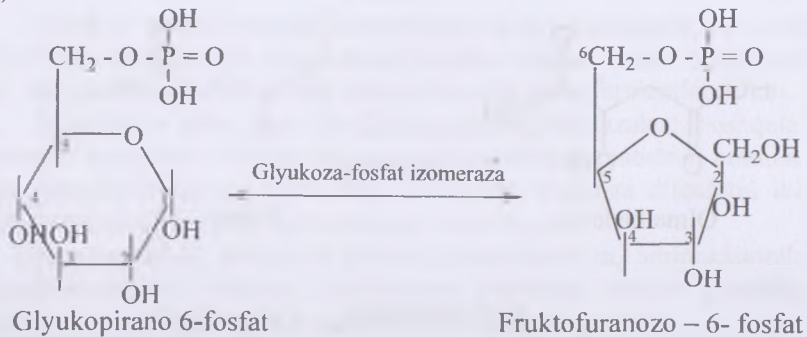


Izomerazalar

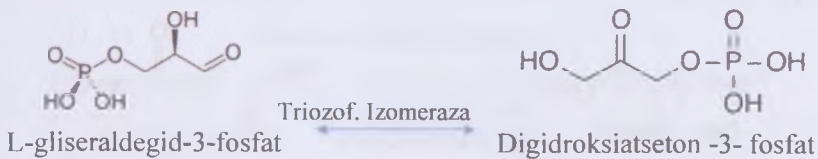
Ba'zi organik moddalarning molekula ichidagi almashinuv asosidagi izomerizatsiya reaksiyasini katalizlovchi fermentlarga **izomerazalar** deyiladi. Agar reaksiya bir izomerdan boshqa izomerning hosil bo'lishi bilan yuz bersa, nomlashda **izomeraza** atamasi bilan nomlanaveradi, agar reaksiya natijasida molekula ichida biron funktsional guruh ma'lum masofaga ko'chirilsa, bu izomerazalarni **mutaza**, bir joyning o'zida ko'chirilsa (sis-trans) **epimeraza** atamasi bilan nomlanadi. Shu yo'sinda izomerazalar jumlasiga **glyukozofosfat izomeraza**, **triozofosfat izomeraza**, **ribulozofosfatizomerazalarni** kiritish mumkin. Mutazalar jumlasiga esa, **fosfogleykomutaza**, **fosfoglitsferomutaza**, **epimerazalarni** kiritish mumkin.

Izomeraza atamasi bilan nomlangan fermentlarning katalizlaydigan reaksiyalari quyida keltirilgan:

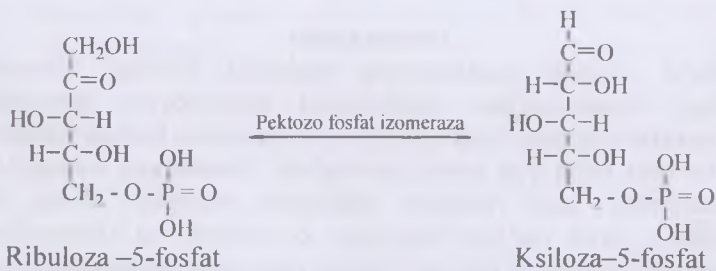
1)



2)

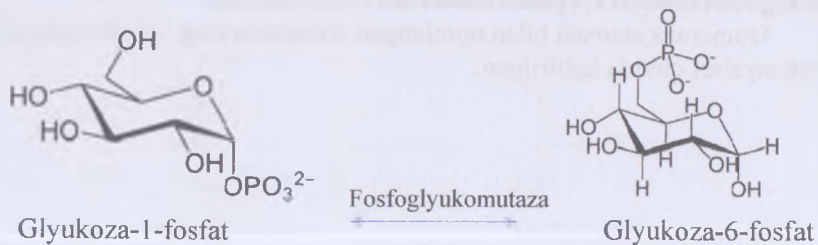


3)

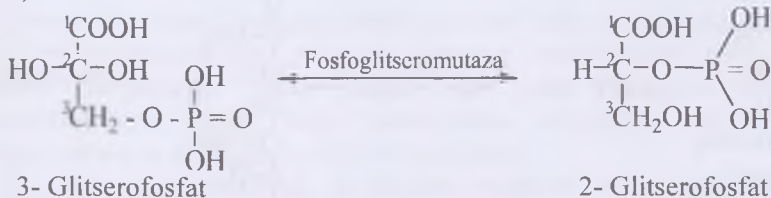


Mutaza va epimeraza atamasi bilan nomlanadigan fermentlarning katalizlaydigan reaksiyalari quyidagilar:

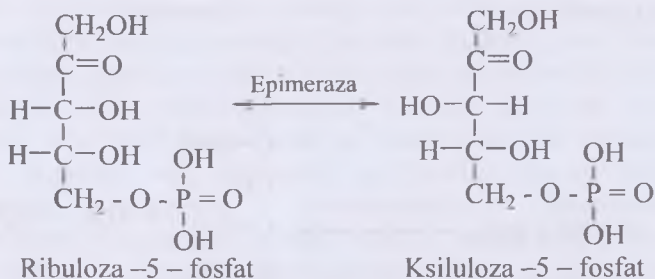
1)



2)



3)

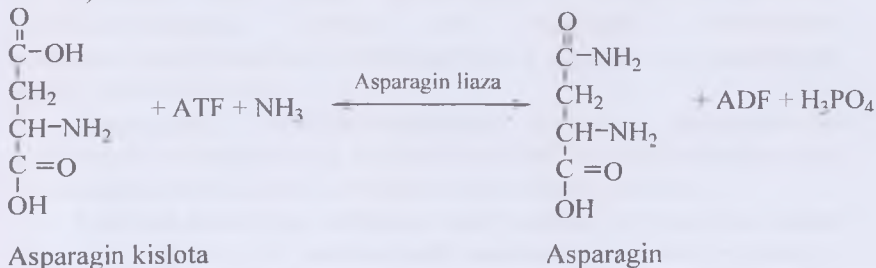


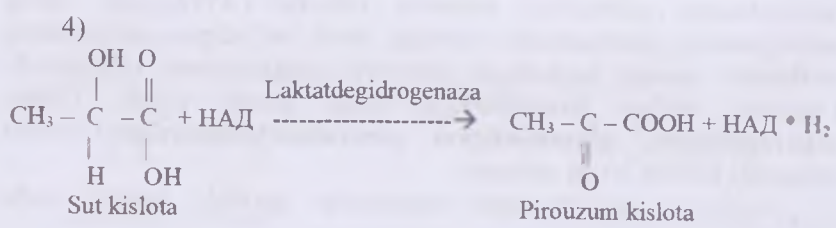
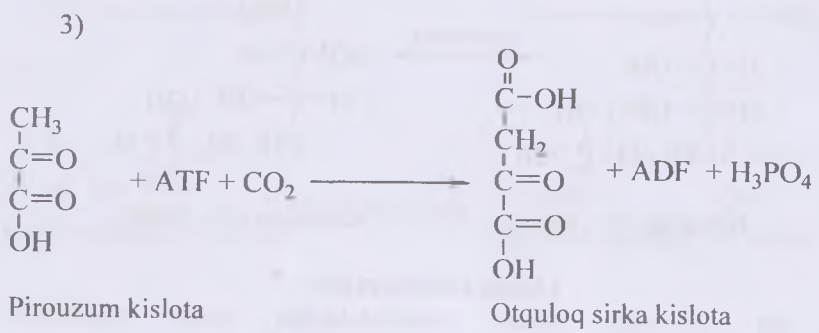
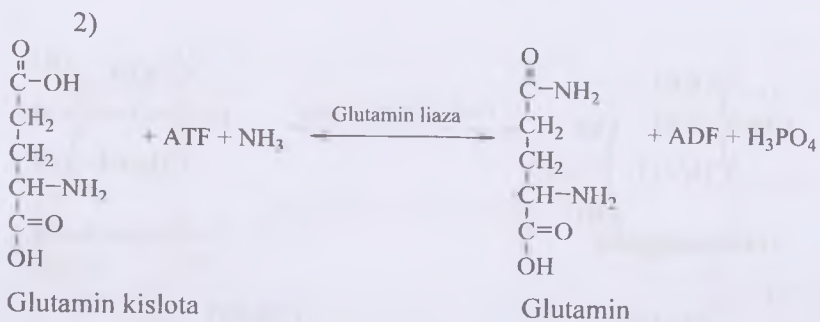
Ligaza (sintetaza)lar

Bu fermentlar oddiy molekullardan ancha murakkab molekullarga aylanishini adenozin trifosfat (ATF) yoki uning analoglarining parchalanishi hisobiga hosil bo'ladigan energiyaning sarflanishi asosida kechadigan kimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi. Ligazalar sinfiga fermentlarning katta guruhi kiradi. Ularga **asparaginligaza**, **glutaminligaza** **piruvatkarboksilazalarni** misol tariqasida keltirib o'tish mumkin.

Ligazalar katalizlaydigan reaksiyalar quyidagi tartibda sodir bo'ladi:

1)





8. FERMENTLARNING QO‘LLANILISHI

Fermentlar yuqori darajadagi reaksiyon ta'sir etish xususiyatiga ega bo'lib, tirik organizmlardagi xilma-xil kimyoviy reaksiyalarni amalga oshirishini ta'minlashi bilan birga, ular tirik hujayralarning mikromakronidagina emas, balki organizmdan tashqarida ham o'z faolligini namoyon qiladigan moddalar hisoblanadi.

Shu bois, fermentlarning qo'llanilishi deganda bu moddalardan xalq xo'jaligida va tibbiyotda foydalanish imkoniyatlariga oid keng qamrovli istiqbol rejalarni ham hisobga olish lozim bo'ladi.

Fermentlar hozirgi kunning o'zida non pishirish, pivo, vino, choy, teri va muyna, pishloq va kulinariya (go'shtga ishlov berish) kabi sanoat tarmoqlarida keng foydalanilmoqda. So'nggi paytlarda fermentlar kimyoning eng nozik tarmoqlarida qo'llanilmoqda. Bu tarmoq sanoat, qishloq xo'jaligi va tibbiyotda qo'llanilaboshlagan moddalarni oksidlanish, qaytarilish, dezaminlanish, dekarboksillanish, degidratatsiya, kondensatsiya kabi organik reaksiyalar yordamida ajratib olish uchun fermentlardan foydalanishni taqozo qilinmoqda.

L-qatorli aminokislotalarni sanoat miqyosida ajratib olishda (chunki, organik sintezda L -va D-qatorli aminokislotalarning ratsimik aralashmalari hosil bo'ladi) ham shu uslubdan foydalanilmoqda. Shu narsani alohida qayd etish lozimki, fermentlarning ta'sir etishini nozik mexanizmlari bilan qurollanish narxi ancha qimmat moddalarni ko'p miqdorda, juda qisqa muddatda hamda laboratoriya sharoitida, shuningdek sanoat miqyosida va deyarli 100 % li tozalikda ajratib olish imkoniyatini yaratadi.

Hozirgi kunda enzimologiya fanining yangi tarmog'i va biotexnologiyaning asosi bo'lgan sanoat enzimologiyasi jadal sur'atlarda rivojlanmoqda. Har qanday organik yoki anorganik polimer asos (qolip) ga kovalent bog' orqali birlashtirilgan («tikilgan») fermentni modifikatsiyalangan ferment deb yuritiladi. Fermentlarni modifikatsiyalash texnikasi enzimologiyaning qator asosiy masalalarini echish imkonini beradi.

Shuningdek, modifikatsiyalangan ferment preparatlaridan foydalanish reaksiyalarning uzluksiz ketishini va fermentlardan uzoq muddatlarda foydalanishni ta'minlash imkoniyatini yaratadi.

Yuqorida keltirilgan tartibdagi uslub asosida ish yuritishni sanoat miqyosida tashkil qilib **muhandislik enzimologiyasi** deb nomlangan mutaxassislik egalari tomonidan amalda oshirilaboshlandi.

Jumladan magnitli aralashtirgichning asosi (sterjeni) ga β -galaktozidaza fermentini modifikasiyalab «tikib» qo'yish asosida ish yuritganda sut tarkibidagi laktozani miqdorini kamaytirishga erishiladi. Shu yo'sinda ishlov berilgan sut muzlatilgan holda uzoq muddat saqlanadi va quyushmaydi.

Xuddi shu tamoyildan foydalangan holda sellyulozadan bimalol oziq-ovqat mahsulotlari tarkibiga qo'shib ishlatiladigan glyukoza olinadi. Odatda bu maqsadda modifikasiyalangan sellyulaza fermentidan foydalaniladi. Shu yo'l bilan sellyuloza tarkibidagi glyukoza qoldiqlarini monosaxarid glyukoza ga aylantirib oziq-ovqat mahsulotlari sifatida foydalanish mumkin bo'ladi. Fermentativ texnologiya asosida hattoki neft mahsulotlaridan oziq ovqat mahsulotlarini, xususan karbonsuvlarni ajratib olish mumkin bo'ladi. Bunda yoqilg'ini fermentativ yo'l bilan dastavval glitseraldegidga aylantirish, undan glyukoza ni va nihoyat glyukoza qoldiqlarini polimerizatsiyalash asosida kraxmalni sintezlash imkoniyatlarini yaratish mumkin.

8.1. Biotexnologiyani rivojlanishi va fermentlardan foydalanish istiqbollari.

Biotexnologiyaning zamonavij rivojlanish bosqichida fermentlardan foydalanish alohida o'ringa ega. Fermentlarning preparativ (ulgurji) tarzda ajratib olish va ulardan sanoatning xilma-xil tarmoqlari, qishoq xo'jaligi, ilmiy-tadqiqot ishlarida foydalanishni yaxshi yo'lga qo'yish uchun texnologik jarayonlarni, tahlil uslublarini takomillashtirish talab qilinadi. Bu ishlarni to'g'ri tashkil qilish sanoatda yuqori ko'rsatkichlarga erishish va mahsulot ishlab chiqarish sur'atini oshirish imkonini beradi.

Shuningdek, bu xilda ish yuritish qishloq xo'jalik mahsulotlarini sifat va miqdor ko'rsatkichlarini yaxshilash, yangidan-yangi tahlil uslublarini ishlab chiqish imkoniyati yaratiladi.

Kimyoviy texnologiya bo'yicha talab qilinadigan yuqori bosim va haroratlardan foydalanish o'rniga, biokatalizatorlardan foydalanishga oid biotexnologiyani qo'llash samaraliroq hisoblanadi. Shu bilan birgalikda fermentlar ishtirokida ketadigan reaksiyalarni 60-70 °C dan yuqori bo'lgan sharoitlarda o'tkazib bo'lmaydi. Bu reaksiyalar odatdagi bosimda va muhitning pH ni 4,5-9,0 ga teng bo'lgan chegarasi doirasida o'tkaziladi. Kimyoda ishlatiladigan katalizatorlardan farqli o'laroq,

fermentlar substratga nisbatan juda yuqori darajadagi maxsuslikka ega bo'ladi.

Fermentlarni ajratib olish va ulardan xilma-xil texnologik jarayonlarda foydalanish hozirgi zamon biotexnologiyasining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Rivojlangan mamlakatlarda 1965 yildan 1980 yilgacha bo'lgan muddatda har xil fermentlar ishlab chiqarish hajmi har yili 5-15% ga o'sib bordi.

1980 yilga kelib ferment preparatlari AQShda 140 mln dollar, Yaponiyada 60 mln dollar qiymatga teng bo'lgan hajmda ishlab chiqarildi. Shu muddat oralig'ida sobiq ittifoqda ferment preparatlari ishlab chiqarish 57 martaga oshgan edi.

1980 yilga kelib rivojlangan mamlakatlarda 500 tonna bakterial proteaza, 300 tonna aminoglyukozidaza, 300 tonna amilaza, 50 tonna glyukoizomeraza, 10 tonna pektinaza fermentlari ishlab chiqarildi. Jahonning rivojlangan mamlakatlarida 80-nchi yillardan boshlab, fermentlar ishlab chiqarish sur'atlari har yili 10-15% ga oshib bormoqda.

Sanoatning har xil tarmoqlarida fermentlardan foydalanishni joriy qilish juda katta iqtisodiy samara berishi mumkin. Xususan, Evropa iqtisodiy ittifoqi yaqin kelajakda shakar xomashyosini import qilishdan voz kechishi mumkin. Chunki glyukoizomeraza fermentidan foydalanish glyukozani fruktozaga aylanishiga oid izomerizasiya reaksiyasini katalizlaydi va buning natijasida glyukoza-fruktozali ichimlik (GFI) hosil bo'ladi. Amaliy jihatdan bu xom-ashyo, oziq-ovqat sanoati uchun kerakli bo'lgan shakar (saxaroza) ni o'rnini to'liq bosadi.

Bu xom-ashyoni 80% gacha import qiladigan Yaponiya mamlakati yaqin vaqtlarda bu tanqislikni o'zi ishlab chiqargan GFI hisobiga qoplashni rejalashtirgan.

Biotexnologiyaning asosiy jarayonlari hozirgi kunda mikroorganizmlar tomonidan ishlab chiqilgan fermentlardan foydalanish asosida amalga oshirilmoqda

Produsentlarni tanlash substratga ta'sir etadigan ferment mahsuloti xillarini e'tiborga olgan holda amalga oshiriladi. Tuproq mikroorganizmlari namunalarida fermentlarni hujayra ichi yoki hujayrani tashqi qismida produtsirlovchi xillari mavjud.

Odatda hujayrani tashqi qismida produtsirlovchi xillaridan foydalanish ma'qul hisoblanadi. Tuproqdan ajratib olingan barcha produsent-mikroorganizmlar sanoat miqyosida ferment ishlab chiqarishga yaroqli bo'lavermaydi.

Shu sababli produsent-makroorganizmlarning seleksiyasi masalasi dolzarb hisoblanadi. Ferment preparatlari mikrobiologik uslubda hosil qilingandan so'ng, ularni tozalash masalasi galdagi vazifaga aylanadi. Buning uchun olingan preparatni organik erituvchilardan yoki ammoniy sulfat tuzidan foydalangan holda cho'ktirib ajratib olish uslubidan foydalaniladi.

Ferment preparatini tozalik darajasi yuqori bo'lishi talab qilinsa, u vaqtda fermentli oqsillarni preparativ gel-xromatografiya va ion-almashinuvchi xromatografiya uslublaridan foydalangan holda tozalab ajratib olinadi. Texnologik jarayonlarda qo'llaniladigan fermentativ preparat majmuasi eritma tarkibida bo'lgan holda yoki ma'lum bir o'zak (asos) ga modifikasialangan («biriktirilgan») holda bo'lishi mumkin. Eritma tarkibidagiga nisbatan immobilizlangan ferment preparatlari barqaror (stabil) bo'lib, texnologik jarayonni uzluksiz ravishda davom ettirish va reaksiya mahsulotini ajratib olishni engillashtirish imkonini beradi.

Biotexnologik amaliyotda modifikasialangan fermentlardan foydalanishdan tashqari modifikasialangan mikroob hujayralaridan foydalanishni ham keng joriy qilinmoqda. Hayotiy jarayonlari davom etayotgan hujayrada joylashgan fermentlar, ajratib olingan ferment preparatlariga nisbatan yanada barqaror (stabil) roq bo'ladi va ulardan ancha muddat oralig'ida uzluksiz fodalaniş imkoni ham to'g'iladi. Shuningdek, ma'lum vaqt o'tgandan so'ng, unga ishlov berib takroriy ravishda foydalanish mumkin bo'ladi. Aynan shu yo'sinda ish yuritish biokataliz industriyasining kelajak istiqbollarini belgilaydi.

Fermentlarni produsentlari sifatida 25-40⁰ C da hayot kechiruvchi mezofil va 60-80⁰C da yashovchi termofil mikroorganizmlardan foydalaniladi. Termofil mikroorganizmlarning o'zidan yoki ulardan ajratib olingan fermentlardan foydalanish texnologik jarayonni ancha yuqori haroratda olib borish imkonini beradi.

Bu narsani ustunligi shundaki, jarayonni amalga oshirishda mezofil mikroorganizmlarning ishtirokidan xolis bo'lish, yuqoriroq haroratda eriydigan substratdan foydalanish, uni yanada yaxshiroq erishini va shu bilan birga reaksiya tezligi hamda uni samaradorligini oshirish imkoni paydo bo'ladi. Hozirgi kunda minglab fermentlar ro'yxatga olingan bo'lib, ulardan 100 ga yaqinidan yaqin kelajakda amaliy jihatdan samarali ravishda foydalanish mumkin bo'ladi.

Bugungi kunda texnologik jarayonlarda fermentlarning gidrolazalar sinfiga kiradigan vakillaridan foydalanish yaxshi yo'lga

qo'yilgan. Agar bu sinfga kiruvchi fermentlarning kofaktor va kofermentsiz tuzilishga ega ekanligini inobatga olinsa, ulardan foydalanish imkoniyatlari yanada kengroq ekanligiga ishonch hosil qilsa bo'ladi.

Hozirning o'zida ko'p sanoat tarmoqlarida gidrolazalardan foydalanish kislotali gidrolizni o'rnini oldi. Ularga xos maxsuslik xususiyatlarining mavjudligi ishlov berilgan oziq-ovqat mahsulotlarini tabiiy ta'mi va xush bo'y hidliligini saqlagan va juda ham kam miqdorda yot moddalari bo'lgan tayyor mahsulotlarga aylantirish imkonini beradi.

Amilaza va gidrolazadan glyukoza ajratib olishda foydalaniladi. Sellyulaza fermenti sellyulozani parchalaydi. Lekin tabiatda amaliy jihatdan toza sellyuloza uchramaydi, shuning uchun sellyulozadan glyukozani ajratib olish masalasiga kompleks holda yondashish, ya'ni bu polisaxarid bilan birgalikda uchraydigan boshqa moddalarga ta'sir etuvchi fermentlarni ham inobatga olish va ularni tanlash lozim bo'ladi.

Sut zardobi tarkibida uchraydigan va chiqindi sifatida tashlab yuborilgan laktozani β -galaktozidaza yordamida gidrolizlaganda odam organizmi tomonidan juda oson o'zlashtiriladigan glyukoza va galaktozaga aylantirish mumkin bo'ladi va bu reaksiyani sanoat miqyosida yo'lga qo'yish juda katta iqtisodiy samara berishi aniq. Yog'larni gidrolizi ham lipaza ishtirokida bo'lib o'tib, glitserin va yog' kislotalari hosil bo'lishi bilan nihoyasiga etadi hamda fermentativ yo'l bilan ajratib olingan bu mahsulotlarni kimyoviy gidroliz yo'li bilan olingan mahsulotga nisbatan o'zining sifat va miqdor ko'rsatkichlari bo'yicha ancha yuqori bo'ladi. Ba'zi jarayonlar uchun preparat tarkibida bir necha xil fermentlarning bo'lishi talab qilinadi. Masalan, yuksak o'simliklarning hujayra devoriga ta'sir etish uchun sellyulaza, gemitsellyulaza, pektinaza va propektinazalardan tashkil topgan ferment preparatlari kompleksini qo'llash maqsadga muvofiq.

Yuqorida qayd qilinganidek mikroblardan ajratib olingan fermentlar non pishirish jarayonida, ya'ni xamirni etilishini jadallashtirish va nonni sifatli ko'rsatkichlarini yaxshilashda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Mikroorganizmlardan ajratib olingan fermentlardan go'sht mahsulotlariga proteolitik ishlov berishda foydalanilsa ularning sifat ko'rsatkichlari oshadi va bu mahsulotlar yumshoq bo'lishiga erishilib, organizm tomonidan hazm bo'lishi engillashadi.

Shuningdek, proteotik fermentlar teri va mo'yna mahsulotlarini sifat va chidamlilik ko'rsatkichini oshirishda muhim ahamiyatga ega

bo'lishi mumkin. Shoyi tolasi, zig'ir-tolasi xomashyolariga mikroorganizmlardan ajratib olingan fermentlar bilan ishlov berish asosida texnologik jarayonni jadallashtirish bilan birga, mahsulot tannarxini kamaytirish va oqibat natijada iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkin bo'ladi.

Qishloq xo'jaligida em-hashak tayyorlashni va chorva mollari organizmida oziqaning hazmlanish jarayoni samaradorligini oshirish uchun ham mikroorganizmlardan ajratib olingan fermentlardan foydalanish yaxshi iqtisodiy samara berishi aniq. Bu fermentlardan organik sintezda ham foydalanish imkoniyatlari katta. Bu yo'nalishda aminokislotalar, peptidlar va nukleotidlarni fermentativ sintezini yo'lga qo'yish istiqbolli hisoblanadi. Odatda bu jarayonlarda noan'anaviy tavsifli dastlabki mahsulotdan foydalaniladi. Xususan, L-asparagin kislotani aspartaza, triptofanni triptofansintetazalar yordamida sintezlanishini amalga oshirishda o'zaro mos holda fumar kislotaga va indol hamda D, L-serinlardan foydalaniladi. Shuningdek L-lizinni sintezlashda dastlabki mahsulot sifatida kimyoviy sanoatning chiqindisi D, L- α -amino- ϵ -kaprolaktam xizmat qilishi mumkin. Bunda dastavval kaprolaktamni fermentativ parchalanishi va keyinchalik hosil bo'lgan mahsulotning ratsematsiyalanuvchi reaksiyasi bo'lib o'tadi. Jarayonni ikki xil mikroorganizmlar laktemaza manbai-*Srypbococcus leurenii* va manbai-ratsemaza bo'lgan *Achromobacter obae* lar amalga oshiradi.

So'ngi paytda fermentlar veterinariya va tibbiyotda tashxis qo'yish va davolash preparatlari sifatida foydalanilmoqda. Ma'lum bo'ldiki, ba'zi kasalliklarda ayrim fermentlarning faolligi oshar ekan. Ba'zi kasalliklarga xos narsa shu bo'lar ekanki, sog'lom organizmning qonida umuman bo'lmaydigan fermentlar paydo bo'lib qolar ekan. Bu holatlardan ayrim kasalliklarga tashxis qo'yishda foydalaniladi. Tashxis qo'yishda fosfataza faolligini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Masalan, jigar kasalliklarida (Botkin kasalida) fosfatazaning qondagi faolligi 5-10 martaga oshib ketar ekan. Jigarning gepatit, sirroz kabi kasalliklarida ham fosfatazaning qondagi faolligi keskin oshib ketadi.

Raxit kasalida (D vitamini avitaminozi) va osteomolyasiyada kasallik holatini chuqurlashuviga bog'liq holda fosfataza faolligi oshadi. Bunda kasallik qancha chuqurlasha, unga proporsional tarzda fosfatazaning faolligi shuncha oshadi. Shuningdek, jigar kasalliklarida aldolaza, transaminazalarning faolligi keskin oshib, amilazaning faolligi keskin pasayib (3-5 marta) ketadi.

Oshqozon osti bezi kasalliklarida amilazaning qondagi faolligi oshib ketadi. Mushak tizimini kasalliklarida sut kislotasini degidrogenazasi faolligi keskin o'zgarishlarga duch keladi. Rak (saraton) kasalida esa, katalazaning faolligi ko'tarilib ketadi. Shuningdek, tibbiyotda tashxis qo'yish maqsadida yana ureaza, glutamatdegidrogenaza, urikaza, fosfolipaza, peroksidazalarning faolligini aniqlashdan ham foydalaniladi.

Ferment preparatlaridan tibbiyotda har xil kasalliklarni davolashda ham foydalanish amaliy ahamiyatga ega. Masalan, gialuronidaza ferment preparati har xil tuzli eritmalarni so'rilishini ko'chaytirishi (10-15 marta)dan foydalanib, uni teri ostiga yuborish yo'li bilan kasallarni davolashda foydalaniladi.

Gialuronidaza fermenti artritlarda, ko'z kasalliklarida, genikologiyada, urug'lanishni ko'chaytirishda ham qo'llaniladi. Pepsin va ximotripsindan nekrotin moddalarni emirishda, bakterial toksinlarni parchalashda foydalaniladi. Proteinazalar kuyish holatlarida va qon tomirlarida qonning ivib qolishi tufayli tomirlarning varikoz kengayishi (tromboflebit, tromboz) kasalliklarini davolashda qo'llaniladi.

9. AMALIY ENZIMOLOGIYA. ENZIMOLOGIK MUHANDISLIK

Tabiatda mavjud bo'lgan 25000 xil fermentlardan faqatgina 3000 kamrog'igina ozmi-ko'pmi amaliy jihatdan foydalanilib kelinmoqda. O'tgan asrning boshida fermentlar sanoat xodimlarini endigina qiziqtiraboshlagan bo'lsa, endigi kunda **amaliy enzimologiya** fan sifatida shakllangan va yangi rivojlanish yo'liga o'tib olgan biotexnologiyaning ilg'or tarmog'iga aylandi.

Hozirgi kunda sanoat miqyosida ishlab chiqarilgan fermentlardan milliardlab dollar hisobida daromad olinmoqda. Ferment preparatlaridan hamma sohalarda, xususan, biotexnologik jarayonlarda, industriyaning xilma xil tarmoqlari, farmatsevtika, tibbiyot, qishloq xo'jaligi, sanoatning xilma xil sohalari, ilmiy tadqiqot ishlari va h.k.z. larda keng foydalarilmoqda. Zamonaviy sharoitda fermentlarni kimyoviy va texnologik modifikasiyalash, immobillash, shuningdek gen muhandisligi yo'li bilan ajratib olishga kirishildi.

9.1. Immobillangan fermentlar

Immobillangan fermentlar sof fermentlarga nisbatan ustunlik jihatlarga ega, ular jumlasiga quyidagilar kiradi:

- immobillangan ferment geterogen katalizator hisoblanib, u muhitdan oson ajraladi, bu esa xohlagan paytda reaksiyani to'xtatish, undan takror-takror foydalanish hamda fermentdan reaksiya mahsulotini ajratib olish imkonini berishi;

- immobillangan ferment asosida olib boriladigan reaksiyani, uning tezligini va reaksiya mahsulotini ajralishini boshqarish yo'li bilan uzluksiz davom ettirish;

- fermentni maxsusligi, pH ko'rsatkichi, ion kuchi va muhitning boshqa xil denaturasiyani yuzaga keltirib chiqaruvchi omillarini hisobga olgan holda ma'lum maqsadga ko'zlab uni modifikasiyalash (immobillash) asosida boshqarish imkoniyatini mavjudligi;

- immobillangan ferment asosida olib boriladigan reaksiyada ferment faolligini fizik omillar xususan, yorug'lik va tovush ta'sirida boshqarish imkoniyatini mavjudligi.

9.2. Imbillangan fermentlar uchun asos (tutuvchi) vazifasini bajaruvchi birikmalar.

Imbillangan fermentlarni olish uchun juda ham cheklangan sonli organik va anorganik asos vazifasini bajaruvchi birikmalardan foydalaniladi. Ular quyidagi talablarga javob berishi lozim:

- kimyoviy va biologik chidamliligi yuqori darajada bo'lishi;
- kimyoviy barqarorligi yuqori darajada bo'lishi;
- ferment va substrat uchun yuqori darajada o'tkazuvchan bo'lishi, o'ta g'ovaklilik, nisbiy yuza sathning yuqoriligi;
- texnologik jihatdan qulay shaklni qabul qilish (granulaga, membranaga aylanish) xususiyatiga egaligi;
- osongina faollanishi;
- yuqori darajadagi gidrofillikka ega bo'lishi;
- tannarhini past bo'lishi.

Umuman olganda, fermentlarni tutuvchi asos bo'ladigan birikmalar organik va anorganik tabiatga ega bo'lishi mumkin. O'z navbatida organik tutuvchi asos moddalar tabiiy va sintetik tavsifli bo'lishi mumkin. Biokimyoviy nuqtai nazardan esa, organik tutuvchi asoslar 3 xil: polisaxarid, oqsil va lipid tavsifli bo'ladi. Ularni makromolekulasini asosiy zanjirini tuzilishiga qarab bu tutuvchi asoslar: polimetilenli, poliamidli va poliefirli xillari bo'lishi mumkin.

Fermentlarni imbillashda ko'pincha tabiiy polisaxaridlar va sintetik polietilen tipidagi tutuvchi asoslardan foydalaniladi. Tabiiy polimerlardan iborat bo'lgan tutuvchi asoslar reaksiyaga oson kirishuvchi funktsional guruhlariga ega ekanligi va gidrofilligi bilan ajralib turadi. Lekin ularning kamchiligi mikroorganizmlarga chidamsizligi hisoblanadi.

Polisaxaridli tutuvchi asoslar

Imbillash uchun bu xildagi polisaxaridli tutuvchi asoslar sifatida ko'pincha selluloza, dekstran, agaroz va ularning hosilalaridan foydalaniladi. Sellyuloza gidrofil modda bo'lib, unda gidroksil guruhlar juda ko'p va ularni boshqa guruhlar bilan almashtirib modifikasiyalash imkoniyatlari mavjud.

Sellyulozani mexanik barqarorligini oshirish uchun qisman gidrolizlanib, granulanadi va natijada uning amorf qismlari emiriladi. Ularning o'rniga g'ovaklikni saqlash va oshirish uchun kristal qismlar orasiga kimyoviy tikimlar kiritiladi. Granulangan sellulozani DEAE-

sellyuloza, KMS va boshqa ion-almashinuvchi hosilalarga aylantirish mumkin.

Hozirgi davrda «sefadeks» deb nomlangan dekstran asosida tayyorlangan tutuvchi asosdan juda keng foydalaniladi. Bu moddalar quruq holatda bo'lganda juda ham siqilgan bo'ladi, suvli eritmalarda esa shishib ketadi. Bu xildagi tutuvchi asoslarning g'ovaklikligini katta-kichikligi, ularning tikilish darajasini o'zgartirish orqali boshqariladi.

Kimyoviy jihatdan modifikasiyalangan kraxmal formaldegid kabi birikmalar yordamida tikiladi. Shu yo'sinda bulutsimon kraxmal olingan, u fermentlar ta'siriga va gidrolizlanib ketishga nisbatan barqarorlikni namoyon qiladi.

Xuddi shuningdek, suvda eriydigan dekstranlardan tibbiyotda dorivor moddalarni tutuvchi (qo'shimcha tarzidagi) asosi

sifatida foydalaniladi. Yaxshi tutuvchi asos sifatida agar-agar xizmat qiladi. Uning xossasi diepoksid hosila bilan tikilganda yanada yaxshilanadi. Bu xilda ishlov berilgan agar-agar qizdirishga chidamli, barqaror va oson modifikasiyalanadigan bo'lib qoladi.

Oqsilli tutuvchi asoslar

Bu xildagi tutuvchi asoslar qator ijobiy jihatlarga, xususan: sig'imlilik, biodegradatsiyalanuvchanlik hamda yubqa membrana (80 mkm gacha) sifatida foydalanilishi mumkinligi kabilarga ega bo'ladi. Oqsilli tutuvchi asosga fermentlarni kimyoviy agentlar yordamida ham, ularsiz ham immobillash mumkin. Oqsilli tutuvchi asoslardan fundamental biologik tadqiqotlarda ham, tibbiyotda ham keng foydalaniladi.

Oqsilli tutuvchi asoslarning kamchiligi ularning yuqori darajadagi immunogenligi (fibrin va kollagendan tashqari) hisoblanadi. Ko'pincha immobillash uchun tuzilmaviy (keratin, fibrin va kollagen), qiskaruvchi (miozin) va transport (albumin) vazifalarini bajaradigan komponentlaridan foydalaniladi.

Sintetik polimer tutuvchi asoslar

Fermentlarni kovalent va sorbsion immobillashda, gellar va mikrokapsulalar olishda foydalaniladi. Stirol asosidagi tutuvchi polimerlardan sorbsion immobillashda foydalaniladi.

Ular mikrog'ovakli, izog'ovakli, shuningdek geterog'ovakli tuzilmalarga ega bo'ladi. Bu maqsadda akrilamid-akril kislotaning hosilalaridan foydalaniladi, chunki poliakril gel kimyoviy ta'sirlarga

juda chidamli bo'ladi. Bu gellarning inertligi esa, ularni tibbiy maqsadlarda foydalanilish uchun qulaylik tug'diradi.

Tutuvchi asos sifatidagi bu xil polimerlarning kamchilik tomoni organizmda yig'ilib qolishi hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan tibbiyotda tutuvchi asos sifatida fermentlar tomonidan osongina gidrolizlanadigan tabiiy polimerlar-dekstrinlardan foydalaniladi.

Fermentlarni immobillash uslublari.

Fermentlarni immobillashning fizik va kimyoviy uslublari mavjud.

Fizik immobillash deganda fermentning shunday muhitga birikishi tushiniladiki, unda ferment umumiy hajmning cheklangan qismigagina birikadi. Fizik immobillashda ferment tutuvchi asos bilan kovalent bog' yordamida bog'lanmaydi. Fermentlarni to'rt xil tipdagi bog'lanishi uchraydi:

- erimaydigan tutuvchi asos bilan adsorbsiyalanishi;
- gelning g'ovagiga birikishi;
- qolgan reaksiyon tizim hajmidan fermentning yarim o'tkazgich parda (membrana) yordamida ajralishi;
- ferment ikki fazali tizimga joylashtirilib, ulardan faqat bittasida erigan holda mavjud bo'lishi.

9.3. Modifikasialangan va rekombinantlangan fermentlar

Iqtisodiy va texnologik nuqtai nazardan fermentlardan amaliy jihatdan foydalanish maqsadida ajratib olishda ularni o'simlik va hayvon manbalaridan ajratib olgandan ko'ra mikroorganizmlar yo'rdamida ajratib olish qulay hisoblanadi.

Hozirga kunda oziq-ovqat sanoatida foydalaniladigan shtammlar ancha cheklangan bakterial va zamburug' turlari: *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger* yoki *A. oryzae*, *E. coli* dan iborat. *Bacillus* avlodi vakillaridan keng foydalanishning asosiy sababi ular tomonidan fermentlarni sekretlashi o'stirish muhitini o'zida sodir bo'lishidadir. Ma'lumki, shirdon fermenti ximozin ancha taqchil bo'lib, pishloq tayyorlashda ishlatiladi, hozirgi kunda bu maqsadda uning gen-indutsirlangan analogidan foydalaniladi.

Bu esa, sanoat ishlab chiqarishida rekombinantlardan samarali foydalanilayotganligiga yaqqol misol bo'laoladi. Bu ximozin buzoqlarning genom kutubxonasiidan klonlangan, achitqiga ko'chirib

o'tkazilgan va bundan keyin ferment sintezlash qobiliyatiga ega bo'lgan mikroblar tomonidan ishlab chiqarilgan mahsulot hisoblanadi.

E. coli ning K-12 rekombinant shtammi ham ximozin manbai sifatida xizmat qilishi mumkin. So'ngi yillarda rekombinant fermentlar xossalarini genetik konstruksiyalash orqali yaxshilashga qaratilgan evolyusion yo'nalish paydo bo'ldi. Bu yo'nalish bo'yicha ish yuritishning mohiyati gen darajasida tasodifan almashtiruv jarayonini amalga oshirish asosida fermentning xossalarini yaxshilash maqsadi uchun yo'naltirilgan mutant variantlarni tanlab olishdan iborat.

Bu ishlarning tobora jadallashib borayotganini 2009 yilda Jahon miqyosida fermentlar va ferment preparatlarini ishlab chiqarish va ularning savdosi 440 mld evroga etganidan bilsa bo'ladi. Enzimologiyaning jadal rivojlanib borayotgan sohasi fermentlarni biologik modifikatsiyalash uslubini ishlab chiqish hisoblanadi. Ayniqsa «oqsil muhandisligi» yo'nalishining kelajagi porloqdir.

Oqsil muhandisligi uslublari fermentning aminokislota ketma-ketligi, uchlamchi tuzilmasi va uning faolligi bilan o'zaro bog'liqligiga asoslanganligini bilish, fermentlarni texnologik xossalarini yaxshilash bo'yicha modifikatsiyalash imkonini beradi.

Ferment molekulasida tuzilmasida ayrim aminokislotalarni almashtirishga oid uslublardan keng foydalaniladi. Fosfolipaza A2 molekulasining 5 spiralini N- uchidagi 89 o'rnidagi asparaginni asparagin kislotaga va 92 o'rnidagi glutamin kislotani lizinga almashtirish kkal/mol ni oshiradi, 56 o'rnidagi asparagin kislotani seringa, 60 o'rnidagi serinni glutamin kislotaga, 67 o'rnidagi asparaginni tirozinga almashtirish ferment faolligini va fosfolipaza A2 ning fosfolipid mesellalariga yaqinligini oshiradi.

Ferment molekulasida tuzilmasida aminokislotalarni almashtirish ularning substratga nisbatan maxsusligini ham o'zgartiradi. Sellobiogidrolazalarda eruvchi va erimovchi substratlarga nisbatan ferment faolligi nisbatini o'zgarishiga polisaxarid molekulasini uchini biriktirib oluvchi va uni faollik markaziga qarab yo'naltiruvchi tashqi aromatik aminokislotalarni almashtirish asosida erishiladi.

O'tgan asrning 90-y.y. dan boshlab, fermentlarni modifikatsiyalashda boshqa fermentlardan foylanilaboshlandi. Bu il reaksiyalar ni amalga oshirishning murakkabligi fermentlar molekulasining o'zaro ta'sirlanishi steril sharoitlarda amalga oshirilishi lozimligidir. Bu xildagi modifikatsiyaga misol tariqasida fosfolipaza A2

ni to'qima transglutaminazasi bilan modifikasiyalashni keltirib o'tish mumkin.

Fermentlarni produsenti sifatida genetik jihatdan o'zgartirilgan mikroorganizmlardan foydalanish keng tus olmoqda. Ularning genomini modifikasiyalashdan maqsad olinadigan fermentlarning miqdorini oshirish yoki muayyan mikroorganizm uchun xos bo'lmagan boshqa xil fermentlarni sintezlashdir.

Mikroorganizmlar tomonidan sintezlanadigan fermentlarni gipermahsulotini oshirish maqsadida mikroob populyasiyasining katta qismida o'limli mutasiyani va shuningdek ferment mahsulotini oshishiga oid mutasiyani keltirib chiqaruvchi har xil mutagenlar (ultrabinafsha va rentgen nurlari, kimyoviy agentlar) bilan ta'sir ettiriladi. Bunda bir tomondan mikroob populyasiyasini ko'p qismi o'lim bilan yakunlanadigan mutasiyaga duch kelsa, boshqa qismi ferment mahsuloti miqdorini oshishiga olib keladigan mutasiyaga uchraydi.

Har bir mutageni va mikroorganizmlarni tanlaganda shunday mutagen ishlov berish yo'lini tanlanadiki, bunda mutasiyadan keyin yashab qoladigan mikroob hujayralarini soni mumkin qadar ko'p bo'lsin. Bunda yashab qolgan mikroob variantlari bo'yicha skrining olib borilib, ular orasida faollari tanlab olinadi. Bu uslub o'tgan asrning 30- yillirida taklif qilinib, 1950-1970 y.y. da amaliyotga joriy qilinaboshlandi.

Keyinchalik uni o'rniga gen muhandisligi yutuqlariga asoslangan holda mikroorganizmlar genomini modifikasiyalash uslubidan foydalanilaboshlandi. Xususan, rekombinant DNK (rDNK) texnologiyasidan foydalanilaboshlandi, mikroorganizm genomiga sintezlanishi uchun mas'ul bo'lgan fermentning geni birlashtiriladi. Gen muhandisligining hozirgi kundagi jadal rivojlanishi biokatalizatorlarning yangi avlodi-rekombinant fermentlarni paydo bo'lishiga olib keldi.

Sanoat biotexnologiyasi jadal rivojlanib borayotgan hozirgi kunda uning eng dolzarb yo'nalishi fermentlarni ishlab chiqarish bo'lib qolmoqda. Endigi qadam rekombinant fermentlar ishlab chiqaruvchi-mikroorganizmlar ishtirokida sanoat ishlab chiqarishini yo'lga qo'yishdan iborat. Masalan, eukariot organizm tomonidan ishlab chiqariladigan ximozin genomini *E. coli*, *Kluyveromyces lactis* yoki *Aspergillus awamori* ga kiritib mazkur fermentning sintezlovchisi (produsent) ga aylantiriladi.

Bacillus subtilis dan atsetolaktatdekarboksilazani rekombinant produsenti sifatida foydalaniladi. Rekombinant fermentlarning produsentlaridan foydalanishning qulay jihatlari bor.

Chunki, bunda bir xil mikroorganizmning o'zi har xil ferment preparatlarini produsentlari sifatida xizmat qilishi mumkin bo'ladi. Masalan, *Aspergillus* shtammlari tomonidan ishlab chiqarilgan glyukoamilaza va endoksilamilazalarning miqdoriy ko'rsatkichi an'anaviy usulda ishlab chiqarilgandan 10-30 marta ko'p bo'ladi. Rekombinant fermentlar o'zlarining o'ta tozaligi bilan ajralib turadi va oziq-ovqat sanoatida alohida ahamiyatga ega bo'ladi. Masalan, proteazadan tozalangan amilazadan non pishirishda foydalanish xamirning va pishirilgan nonning sifatini oshiradi, chunki bunda proteaza yo'qligi sababli kleykovina strukturasi o'zgaray qoladi.

9.4. Oziq-ovqat sanoati mahsulotlari ishlab chiqarishda qo'llaniladigan fermentlar va ularning qisqacha tavsifi.

α -Asetillaktatdegidrogenaza *Bacillus subtilis* va *Bacillus amiloliquefaciens* mikroblari tomonidan produsirlanadi va har xil ichimliklar ishlab chiqarish sanoatida foydalaniladi.

Aminopeptidaza *Trichoderma reesei* va *Trichoderma longibrachiatum* lar ishtirokida olinadi va sut mahsulotlari ishlab chiqarishda qo'llaniladi

α -Amilaza *Bacillus subtilis* va *Bacillus amiloliquefaciens* mikroblari yordamida ajratib olinadi va har xil ichimliklar ishlab chiqarish hamda non mahsulotlarini tayyorlash sanoatlarida foydalaniladi.

Arabinofuranozidaza *Aspergillus niger* **produsenti** yordamida ajratib olinadi hamda har xil ichimliklar ishlab chiqarish sanoatida ishlatiladi.

Katalaza *Aspergillus niger* tomonidan produsirlanadi va tarkibida tovuq tuxumi bo'lgan oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish sanoatida qo'llaniladi.

Ximozin *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadi va pishloq ishlab chiqarish sanoatida qo'llaniladi.

Sikloglikozidtransferaza *Bacillus subtilis* va *Bacillus licheniformis* yordamida ajratib olinadi va kraxmalga qayta ishlov berishda foydalaniladi.

α -Glyukanaza *Bacillus amiloliquefaciens* va *Bacillus subtilis* yordamida ajratib olinadi va har xil ichimliklar ishlab chiqarish sanoatida foydalaniladi.

Glyukoamilaza *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadi va non mahsulotlarini tayyorlash sanoatida foydalaniladi.

Glyukoizomeraza *Streptomyces lividans* yordamida ajratib olinadi va kraxmalni qayta ishlash sanoatida ishlatiladi.

Glyukoooksidaza *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadi va non mahsulotlarini tayyorlash sanoatida foydalaniladi.

Glyukoooksidaza *Bacillus subtilis* yordamida ajratib olinadi va non mahsulotlarini tayyorlash sanoatida foydalaniladi.

Lipaza *Aspergillus oryzae* yordamida ajratib olinadi va yog' mahsulotlarini ishlab chiqarish sanoatida foydalaniladi.

Maltogen amilaza *Bacillus subtilis* va *Bacillus amiloliquefaciens* yordamida ajratib olinadi va non mahsulotlarini tayyorlash hamda kraxmalni qayta ishlash sanoatlarida foydalaniladi.

Pektinliaza *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadi va har xil ichimliklar ishlab chiqarish sanoatida foydalaniladi.

Pektinesteraza *Trichoderma reesei* va *Trichoderma longibrachiatum* *amiloliquefaciens* yordamida ajratib olinadi va yog'ni qayta ishlashda foydalaniladi.

Fosforilaza A va B lar *Trichoderma reesei* va *Trichoderma longibrachiatum* *amiloliquefaciens* yordamida ajratib olinadi va non mahsulotlarini tayyorlash hamda kraxmalni qayta ishlash sanoatlarida foydalaniladi.

Poligalaktosidaza *Trichoderma reesei* va *Trichoderma longibrachiatum* *amiloliquefaciens* yordamida ajratib olinadi va har xil ichimliklar ishlab chiqarish sanoatlarida foydalaniladi.

Proteinaza *Aspergillus oryzae* yordamida ajratib olinadi va pishloq ishlab chiqarish sanoatida qo'llaniladi.

Pullulanaza *Bacillus licheniformis* yordamida ajratib olinadi va kraxmalga qayta ishlov berish sanoatida qo'llaniladi.

Ksilanaza *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadi va non mahsulotlarini tayyorlash hamda har xil ichimliklar ishlab chiqarish sanoatlarida foydalaniladi.

Tarkibi siklodekstrinlar va steroidlarning metalli hosilalaridan tashkil topgan matriksli sintetik polimerli fermentlar olingan, ulardagi qo'shimcha reaksiyon guruhlar fermentlarning faollik markaziga yo'naltirilgan bo'ladi.

Sintetik fermentlarni olishda siklodekstrinlardan keng foydalaniladi, chunki ular faol birikmalarning markaziy yuzasiga gidrofob bog'lanish orqali biriktiradi. β -dekstrin negizida har xil sintetik

gidrolitik fermentlar olingan, xususan, ular jumlasiga ximotripsinli, transaminazali va ribonukleazali faolliklarga ega bo'lgan fermentlarni kiritish mumkin.

Sintetik ximotripsin β -dekstrin molekulasiga katalitik imidozolilbenzoy kislotali yoki boshqa imidozolli birikmalarni birlashtirish yo'li bilan olingan. Sintetik fermentlar aminokislota qoldiqlariga ega bo'lmaydi, shu sababli bu fermentlarning faolligi tabiiy fermentlarning stabilligi (barqarorlik) va biologik funksiyasiga ko'rsatiladigan harorat, pH ko'rsatkichi, muhitning ion kuchi kabi ta'sirlariga o'xshash bog'liqlik jihatlari ancha kam bo'ladi. Sintetik fermentlarning bu xildagi afzalliklari shu yusundagi fermentativ texnologiyalarni sanoatda, jumladan oziq-ovqat sanoatida ham keng foydalanish imkoniyatini oshiradi.

9.5. Ferment preparatlarini ishlab chiqarish

Ferment preparatlarini ishlab chiqarish biotexnologiyaning eng muhim sohalaridan biri hisoblanadi. Ferment preparatlarini ishlab chiqarish jadalligi va assortimentini yuqoriligi sanoat, tibbiyot, ilmiy-tadqiqot ishlari kabi sohalarda ularga bo'lgan talabning tobora oshib borishi hisoblanadi.

Hozirgi kunda fermentlarning klassifikatsiyasiga muvofiq 2000 ga yaqin fermentlar identifikatsiyalangan. Sanoat miqyosida 250 nomdagi fermentlar ishlab chiqarilmoqda. Ulardan 18 xili umuman sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan fermentlarning 99 % ini tashkil qiladi. Ular ichida asosiylari quyidagilar:

- bakterial va zamburug'li proteinazalar;
- bakterial va zamburug'li α -amilaza, glyukoamilaza, α -dekstrinazalar;
- glyukoizomerazalar;
- sutni ivishida ishtirok etuvchi ferment preparatlari;
- pektolitik, sellolitik va gemitsellulolitik preparatlar;
- achitqi, bakterial va zamburug' β -galaktozidazalari;
- β -fruktofuranozidaza preparatlari;
- lipazalar va lipoksigenazalar.

Fermentlarni sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan eng ko'p ferment preparati kraxmalni qayta ishlashda ishtirok etadigan α -amilaza va proteinazalar (60 % gacha) hisobiga to'g'ri keladi.

Boshqa ferment preparatlariga bo'lgan talablar sohalar bo'yicha foyz hisobida:

- ichimlik va vino sanoati-10%;
- spirt ishlab chiqarish sanoati-8%;
- pivo ishlab chiqarish sanoati -6%;
- pishloq ishlab chiqarish sanoati-5% ;
- non ishlab chiqarish sanoati- 5 %;
- qolgan sanoat ishlab chiqarishlari-6 %ni tashkil qiladi.

Yaqin 10-20 yilliklar oralig'ida sanoat ishlab chiqarishi uchun ferment preparatlaridan yanada ko'proq miqdorda amilazalar, proteinazalar, glyukoizomerazalar, sellyulazalar, matserezalar, sutni ivituvchi boshqa xilma xil fermentlarni ishlab chiqarish kerak bo'ladi.

Kelajak uchun ayrim biotexnologik ishlab chiqarish sanoatlari bo'yicha kompleks fermentlar va multienzim komplekslarini ishlab chiqarish istiqbolli hisoblanadi.

9.6. Ferment preparatlarini olish manbalari

Amaliy jihatdan ko'p tonnali hajmda ferment preparatlarini olish uchun kerakli tabiiy ferment manbalari orasida ferment preparatlarini yig'ish qobiliyatiga ega bo'lgan ayrim o'simliklar yoki o'simlik va hayvonlarning alohida organlaridan ajratib olish, shuningdek mikroorganizmlardan produsent sifatida foydalanish asosida olish katta qiziqish o'yg'otadi.

O'simlik xomashyolari. Fermentlar manbai sifatida g'allasimonlarning o'stirilgan yashil maysalari xizmat qilishi mumkin, ular birdaniga fermentlarning texnik preparatlari sifatida ishlatilishi yoki toza ferment ajratib olish uchun dastlabki xomashyo sifatida xizmat qilishi mumkin.

Proteazalarni xomashyosi sifatida qovun daraxtining va fikuslarning lateksi, ananasning yashil qismidan olingan shira xizmat qilishi mumkin.

Hayvonlarning organlari va to'qimalari. Hayvonlardan ajratib olinadigan fermentlarni ularning biokimyoviy jarayonlar jadal kechadigan organlaridan olinadi. Ferment preparatlarini ajratib olishda xomashyo sifatida oshqozon osti bezi, me'da va ingichka ichakning shilliq pardasi, qoramolning me'dasi, buzoq va qo'zilarning shirdonlari, voyaga etgan hayvonlarning urug'donlaridan foydalaniladi.

Jadval 8 da hayvon va o'simlik xomashyosidan ajratib olinadigan asosiy ferment preparatlarini nomlari keltirilgan.

Hayvon va o'simlik xomashyosidan olinadigan ferment preparatlari

Jadval 8

Fermentning nomi	Ferment olinadigan manba
Laktatdegidrogenaza (LDG)	Qoramolning yuragi
Katalaza	Cho'chqa yoki qoramolning jigari
Shirdon fermenti	Buzoqning shirdoni
Nordon fosfataza	Qoramolning ichagi
Gialuronidaza	Buqa urug'doni
Fumaraza va transaminaza	Cho'chqa yuragi
Pankreatin (tripsin, ximotripsin, karboksipeptidaza)	Cho'chqaning oshqozon osti bezi
Pepsin	Cho'chqa, tovuq me'dasi
Aminoasilaza	Cho'chqaning buyragi
Amilaza	Arpa, bug'doy solodi(undirib yanchilgan bo'tqasi)
Proteinazalar:	
Papain	Qovun daraxti
Fitsin	Anjir daraxti
Bromelain	Ananas
Nordon fosfataza	Kartoshka
Peroksidaza	Erqalampir(xren)

Mikroorganizmlar. O'simlik va hayvonlar ob'eklaridan olinadigan fermentlarga nisbatan mikroorganizmlardan produsentlar sifatida foydalanish yoli bilan olinadigan fermentlarning ustunlik jihatlari ko'p. Bu ustunlik jihatlari quyidagilar:

- ularning yuqori darajadagi maxsuslikka ega ekanligi;
- arzonligi va qoldiq, tashlandiq substratlardan foydalanib ajratib olish imkoniyatlari;
- mikroorganizmlarning bir xil fermentni sintezlagandan keyin yana boshqa fermentni sintezlashga ham kirishib ketaolish xususiyatlari;
- haridorgir ferment preparatlarini ishlab chiqarish borasida texnologik jarayonning qisqa muddat (16-100 soat) da amalga oshirish imkoniyatining mavjulligi;

- fermentlar olishda foydalaniladigan mikroorganizmlarni gen muhandisligi uslublari yordamida yanada yaxshilash istiqbollarning mavjudligidan iborat.

Maqsadli ravishda u yoki bu fermentlarni biosintezini amalga oshirishda mikroorganizmlarning har xil taksonimik guruhleri: bakteriyalar, achitqi, zamburug'lar va aktinomitsetlardan foydalanish mumkin.

Keyingi paytlarda sanoat miqyosida foydalaniladigan tabiiy produsentlar qatori, ularning o'ta produsent qobiliyatli mutantlaridan ham foydalanish yo'lga qo'yilmoqda.

Tabiiy manbalardan ajratib olingan mikroorganizmlar shtammlari bioreaktor sharoitlariga adaptasiyalangan produsentlar bo'lib, ular tuzilishi va maxsusligi bo'yicha o'zaro yaqin bo'lgan fermentlar kompleksini produtsirlaydi, shu nuqtai nazardan mutant shtammlarning monofermentlik xossasiga ega ekanligi ularning ustunligini ko'rsatadi, ya'ni bu xususiyatdan foydalanib, ularni yagona mahsulot olish yo'nalishiga tomon maqsadli ravishda yo'naltirish mumkin bo'ladi.

9.7. O'simlik va hayvonlar mahsulotlaridan xomashyo sifatida foydalanib ferment preparatlarini ajratib olish texnologiyasi.

O'simlik va hayvonlar mahsulotlaridan xomashyo sifatida foydalanib ferment preparatlarini ishlab chiqarish texnologiyasini ikki bosqichni o'z ichiga oladi:

- tarkibida ferment bo'lgan xomashyoni yig'ish;
- maqsadli ravishda mahsulotni ajratish va tozalash.

Tropik va subtropik mamlakatlarda sanoat miqyosida o'simlik xomashyosi (papain, fitin, bromealin) dan ajratib olinadi. Mo'tadil iqlimli sharoitlarda ozig'ovqat sanoati uchun o'simlikdan olinadigan fermentlar solod(undirib yanchillan maysa)dan olinadi.

Hayvon mahsulotlaridan xomashyo sifatida foydalanib ferment preparatlarini ajratib olishda foydalaniladigan texnologik sxema: fermentlarni olish uchun kerakli xomashyoni yig'ish, konservasiyalash, maydalash, fermentlarni ekstraksiyalash, ekstraktdan qattiq fazani ajratish, fermentlarni ajratish va tozalash, tuzdan tozalash, fermentli eritmalarni sterillash, quritilgan ferment preparatlarini olish kabi ishlarni amalga oshirishni qamrab oladi.

Fermentlarni olish uchun kerakli xomashyoni yig'ish. Har xil hayvonlarning go'sht mahsulotlariga ishlov berishda dastlab ferment

manbai bo'ladigan xomashyolarni yig'ib olinadi. Bunda xomashyolar ularning turi va hayvonlar turi bo'yicha alohida-alohida hajmlarga yig'iladi.

Xomashyoni konservasiyalash. Xomashyoga darhol past haroratdan foydalanish asosida va osh tuzi, atseton, etil spirti yoki quritish yo'li bilan ishlov berib konservasiyalanadi.

Sanoatda ko'pincha ko'p qo'llaniladigan uslub xomashyoga sovuq sharoitlarda ishlov berish va hayvonlarning organlari va to'qimalarini so'ngi ishlov bergunga qadar muzlatilgan holatda saqlanadi.

Maydalangan xomashyoni sovuq sharoitda atseton yoki etil spirti bilan suvsizlantirish uslubidan ham keng foydalaniladi. Organik erituvchilar tarkibiga kam miqdorda oktanli benzin (1,5-2,0%) qo'shish yaxshi samara beradi, u lipoid-protein kompleksini parchalanishida ishtirok etib, keyinchalik hayvon to'qimasidan fermentning to'liqroq ajralishini ta'minlaydi.

Organik erituvchilar bilan ishlov berish xomashyodan namning asosiy qismini tortib olish (80-90%) imkonini yaratadi. Suvsizlantirilgan xomashyo erituvchilar xolis qilingandan so'ng quritiladi. Shunday holatga keltirilgan xomashyoni har xil tozalikdagi ferment preparatlarini ajratib olish uchun bir yil davomida ishlatish mumkin bo'ladi.

Texnik preparatlar olish uchun osh tuzi bilan konservalangan hayvon xomashyosi yaroqli bo'ladi. Bu uslubdan pankreatin ajratib olishda foydalaniladi. Quritish yo'li bilan konservalashdan shirdon mahsulotlari tayyorlashda foydalaniladi. Qushxonalarda konservalangan hayvon xomashyosidan maxsus organopreparat zavodlarida har xil tozalik darajasidagi ferment preparatlari olinadi.

Xomashyoni maydalash. Foydalaniladigan xomashyo turiga qarab uni har xil uslublar yordamida maydalanadi va hujayralari shikastlantiriladi. Hujayra po'sloqlarini avtoliz yo'li bilan boshqariladigan muzlatish va eritish (defrostatsiya), oshlovchi moddalar, organik erituvchilar bilan ishlov berish, tashqi osmotik bosimni pasaytirish kabi uslublar yordamida shikastlantirish mumkin.

Ko'p miqdorda namga ega bo'lgan hujayra po'stlari va to'qimalarni mexanik tarzda maydalash va press yordamida siqish yordamida shikastlash mumkin bo'ladi. Bu uslub ferment hujayra tuzilmalari bilan bog'lanmagan bo'lishi, ya'ni erkin holatda bo'lganda yaxshi samara beradi.

Hujayra po'stloqlarini ultratovush yordamida ham shikastlash mumkin, lekin bunda fermentni o'z-o'zidan parchalanib ketishiga yo'l

qo'ymaslik kerak. Hozirgi kunda muzlatilgan xomashyoni yubqa kesmalarini maxsus go'sht maydalagich mashinalarda mexanik maydalash uslubidan ko'proq foydalaniladi.

Fermentlarning ekstraksiyasi. Hayvon to'qimalari, ayniqsa oshqozon osti bezi turli fermentlarga ega bo'lib, ularning eruvchanligi va stabilligi har xil hamda ularni maydalangan xomashyodan yagona texnologik sxema asosida ajratib bo'lmaydi. Ekstraksiyalashni avtoliz va denaturasiyani oldini oladigan sharoitlarda amalga oshirish lozim, chunki nomakbul jarayonlar fermentlarga ham o'z ta'sirini ko'rsatib, ularni faollsizlanishiga sababchi bo'ladi.

Mikroorganizmlarning yuza qismidan suv yordamida amalga oshiriladigan ekstraksiyasidan farqli o'laroq, maydalangan hayvon to'qimasidan fermentlarni ajratib olishni uch xil ekstragentlar:

-kislotalarning pH 1,0-2,0 li suvli eritmalari;

-suv va tuzlarning pH 7,0-8,0 li eritmalari;

-organik erituvchilarning konsentlangan suvli eritma (etanol, metanol, atseton, glitserin) lari yordamida amalga oshirish mumkin.

Ekstraksiyalanuvchi fermentni ekstraksiyalashda uning faolligini yo'qolishini minimalligi va manba hisoblangan to'qimadan maksimal miqdorda ajratib olishni nazarda tutgan holda ekstragentlar tanlab olinadi. Hayvon xomashyosi fermentlarini ekstraksiyalashda avtolitik jarayonlarni susaytirish maqsadida ekstragentlarni nordonlashtiriladi. Karboksipeptidaza, amilaza, pankreatopeptidaza, ε-elastaza va kollagenaza kabi fermentlar elektrolitlarning kuchsiz eritmalari yordamida ajratib olinadi, masalan, osh tuzi bilan, lekin pH 3,0 dan past bo'lgan kislota eritmasi bilan ekstraksiyalaganda deyarli birdaniga faollsizlanadi.

Ekstraktdan qattiq fazani ajratish. Bunday qilishdan maqsad ekstraktni suspenziyalanuvchi zarrachalardan mumkin qadar to'liqroq ajratishdan iborat. Odatda ko'pincha ishlov beriluvchi massa qiziyboshlaydi, bu esa fermentni jadal ravishda faollsizlaydi. Shu sababli aralashmadan quyuq massani ajratishda jarayonni mumkin qadar qisqa muddatda amalga oshirish, ishlov beriladigan massani sovitish yoki bu massani ajratadigan mashinalarda sovitish moslamalariga ega bo'lishi kerak bo'ladi.

Ajratiladigan fermentning stabilligi sust bo'lsa, unda vakuum ostida filtrlanadi yoki cho'kib qolgan quyqadan ekstraktni dekantatsiya yo'li bilan ajratiladi.

Fermentlarni ajratish va tozalash. Fermentlarni hayvon to‘qimalaridan va mikroorganizmli o‘stirish muhiti ekstraktlaridan ajratib olinadi.

Fermentlar organik erituvchilar (etil, metil, izopropil spirtlari, atseton, xloroform, dioksan), tuzlar (ammoniy, natriy magniy sulfatlar, natriy atsetat, natriy xlor) yordamida cho‘ktirilishi va fraksiyalanishi mumkin.

Ajratib olingan ekstraktlarni dializ, ultrafiltratsiya tozalanishi va muzlatib, vakuum-bug‘latkichda quritib konsentrlash mumkin.

Tuzsizlantirish. Hayvonlarning to‘qimalari va organlaridan ajratib olingan ferment preparatlari asosan oziq-ovqat, meditsina sanoati va meditsina uchun ishlatiladi. Shu sababli ularning tarkibidagi tuz va mikrofloraning miqdoriga nisbatan yuqori darajadagi talab qo‘yiladi.

Agar preparat tuz yordamida cho‘ktirish asosida ajratib olingan bo‘lsa, unda preparat tarkibida 30 dan 50 % gacha tuz bo‘ladi. Ferment preparatlarini dializ yoki elektrodializ uslubida tuzsizlantirish fermentdan yarim o‘tkazgich parda orqali stabillovchi ionlar va uncha barqaror birikmagan prostatik guruhlarig ko‘proq yuvilib ketishi orqali hamisha ijobiy natijaga ega bo‘lavermaydi.

Ko‘pincha tibbiyot uchun ajratib olinadigan ferment preparatlarini tozalash zamonaviy uslublar asosida amalga oshiriladi. Masalan, ultrafiltratsiya ekstraktni tozalabgina qolmay, balki konsentrlaydi ham, yoki tozalik darajasini oshirish uchun ion-almashinuvchi xromatografiya o‘tkaziladi.

Ferment preparatlarini sterillash. Davolash maqsadida foydalaniladigan ferment preparatlari tarkibida mikroflora bo‘lmasligi, ya‘ni steril bo‘lishi kerak. Fermentlar termolabil moddalar bo‘lganligi sababli ularni termik sterillab bo‘lmaydi.

Fermentlarni sterillaganda suvsizlantirish yo‘li bilan amalga oshiriladigan filtrlashdan, ya‘ni boshqachasiga aytganda sovuq sterillashdan foydalaniladi. Filtratsiyani mayda teshikli to‘siqdan o‘tkazish yo‘li bilan amalga oshiriladi. Mikroorganizmlar molekulyar tortilishi va filrlovchi kanallarga yopishishi tufayli ushlanib qoladi.

Qurtilgan ferment preparatlarini olish. Davolash maqsadida ishlatilmaydigan hayvon to‘qimalaridan ajratib olinadigan quritilgan ferment preparatlarini ham xuddi mikroorganizmlar yordamida olinadigan preparatlar kabi olinadi. Davolash maqsadi uchun ajratib olinadigan ferment preparatlari steril sharoitlarda quritiladi. Odatda

buning uchun fermentning steril eritmasini sublimatsiya yo'li bilan quritiladi.

9.8. Ferment preparatlarini mikroorganizmli muhitdan ajratib olish texnologiyasi

Fermentlarni mikroblu muhitdan ajratib olishning texnologik jarayoni uch bosqichdan iborat bo'ladi:

-mikroblu produsentni ekish namunasini olish;

- sanoat mig'yosida fermentning maqsadli mahsulotini yoki toza fermentli preparatni maksimal miqdorda ajratib olishni ta'minlaydigan oziqa muhitining chuqurida yoki yuza qismida produsent mikroblu o'stirish;

-mikroblu namunadan yoki mikroblu suyuqlikdan texnik yoki tozalangan ferment preparatlarini ajratib olish.

Ekish materialini olish. Produsent mikroblu ekish materialini olishning texnologik sxemasi sanoat miqyosida amalga oshiriladigan fermentatsiya uslubiga bog'liq.

Produsent mikroblu muhitning yuza qismida o'stirish yo'li bilan ferment preparatlari olishda asosan mikroskopik zamburug'lardan foydalaniladi. Buning uchun ekish materialining ikki xilini tayyorlash mumkin:

-qattiq oziqa muhiti uslubida o'stirilgan titri 1 g da 7×10^8 ga teng bo'lgan mikroblu produsent;

-suyuq oziqa muhiti uslubida o'stirilgan mikroblu produsentning mitsellar massasi.

Texnologik jarayon ekish materialining turiga bog'liq bo'lmagan holda quyidagi bosqichlardan tashkil topadi:

-ozuqa muhitini tayyorlash;

-muhit, jihozlar kommunikatsiyalarni sterillash;

-kyuvelardagi yoki bioreaktordagi muhitni inokulyatsiya harorati darajasigacha sovitish;

-muhitga mikroblu produsentning dastlabki shtammlarini ekish;

-mikroblu produsent namunani ma'lum muddatgacha(yoshgacha) o'stirish;

-ekish materialini konservalash.

Produsent mikroblu sanoat miqyosida fermentatsiyalash uchun kerakli ekish me'yori (dozasi) ancha keng chegara (1-15,0 % dagi variantlarni tashkil qilishi mumkin.

Aseptik sharoitlarda mikroskopik zamburug'larni sanoat miqyosida o'stirish uchun kerakli bo'lgan spora materiali etarli miqdorda bo'lishi uchun oziqa muhiti massasini 0,02-0,05%ni, noseptik uchun esa, 0,0,1-0,2 % ni tashkil qilishi lozim.

Mitsellial massadan ekish materiali sifatida foydalanilganda ekish me'yorini 1,5-2,5% gacha oshiriladi.

Oziqa muhitini chuqurida o'stirish variantida spirali material oziqa muhitini 0,2-1,0 % ni, mikromitsetlarning yoki achitqili mitsellial massalar uchun 1,0-2,5 % ni, aktinomitsetlar va bakteriyalar uchun 5-6 % ni tashkil qiladi.

Mikrobli produsentni sanoat miqyosida o'stirish. Texnologik jarayonning mazkur bosqichi ko'p biotexnologik sanoat ishlab chiqarishini tavsiflovchi asosiy operatsiyalarni o'z ichiga oladi. Ular jumlasiga:

-xomashyoni qabul qilish va keyingi operatsiyalar uchun tayyorlash;

-sintetik va kombinirlangan oziqa muhitlarini tayyorlash;

-ozziqa muhiti, eritmalar va apparatlarni sterillash;

-mahsulotni maqsadli ravishda sintezini optimal bo'lishini ta'minlovchi harorat, pH muhiti, aeratsiya jadalligiga erishish;

-mikrobli produsentni inokulyasiyasi va sanoat fermentasiyasini o'tkazish.

Oziqa muhitini tanlashda quyidagi talablarga rioya qilish lozim:

-o'stirish muhitining mikrobli produsentni o'sishi va maqsadli mahsulotni sintezi uchun to'liq javob berishi;

-xomashyoning arzon bo'lishi va tarkibidagi karbon, azot va mineral moddalarning produsent tomonidan o'zlashtiradigan darajada bo'lishi;

-u yoki bu fermentning maxsus induktorlarini mikrobli produsent talabiga javob berishi.

Produsentni oziqa muhitini yuza qismida o'stirishda qo'llaniladigan tarkibining o'ziga xos xususiyatlari. Ko'p sanoat miqyosida mikromitsetlarni qattiq oziqa muhitini yuza qismida o'stirish uchun asosiy oziqa muhitini tarkibi 16-20% kraxmal, 10-12 % oqsil, 3-4% yog', 30-40% sellyuloza, 2-3 % kuldan iborat bo'lgan bug'doy kepagidan foydalaniladi.

Kepak ancha qimmatbaho mahsulot bo'lganligi sababli uni o'rinni qisman yumshatqich funksiyali (masalan, daraxning qipig'i) yoki oziqa muhitini boyituvchi (don maysasi, yormali ekinlar kepagi, qand lavlagisi

turpasi, kartoshkaning po'chog'i, meva va rezavor mevalarning to'poni) komponentlari bilan almashtiriladi.

Shuningdek ilgari foydanilgan o'stirish oziqa qoldig'i (bioshrot)ni fermentlarini ekstraksiyalangandan keyin kraxmal va boshqa o'sishni ta'minlaydigan birikmalarni qo'shib oziqa muhiti sifatida takroran foydalanish mumkin.

Sanoat ishlab chiqarishida produsentni **oziqa muhitining** yuza qismda o'stirish orqali ish yuritganda standartlashni oziqa muhitidagi kraxmal miqdori (16-20 %)ga qarab amalga oshiriladi.

Sanoatda ferment produsentlarini oziqa muhitining yuza qismida o'stirishni tashkil qilishga oid misollar

Jadval 9

T/r	Ferment	Produsent	Oziqa muhitini tarkibi	Fermentasiyalash parametrlari
1	α -Amilaza	<i>Aspergillus oryzae</i>	Bug'doy kepagiga 25% gacha bug'doy o'simtasi qo'shiladi; muhit namligi 40-50%	Harorat 40-45°C, davomiyligi 36-48 soat, pH _{boshl} 4.5-5,0
	Pektolitik fermentlar	<i>Aspergillus awamori</i> <i>Aspergillus foetidus</i>	Lavlagi turpi(60-78%), kepak(30-35%), (NH ₄) ₂ SO ₄ , NH ₄ Cl, (NH ₄) ₂ HPO ₄ , qo'shiladi; muhit namligi 55-60%	Harorat davomiyligi dastlab 30°Cda 40 soat, so'ng 24°C da 36-48 soat, pH _{boshl} 4,0-5,0
3	Sellyulazalar	<i>Trichoderma reesei</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> , <i>Trichoderma roseum</i> .	Bug'doy kepagi(60-80%), bug'doy maysasi(20%) , unga lavlagi turpi, g'alla shuluhasi, somon qo'shiladi; muhit namligi 60-65%	Harorat 35-40°C, davomiyligi 55-65 soat, pH _{boshl} 4.5-5,0
4	Gemitsellyulozalar	<i>Aspergillus foetidus</i> , <i>Trichoderma roseum</i> .	G'alla shuluhasi(60-65%), g'alla maysasi(45%), achitqi avtolizati (10%), muhit namligi 55-65%.	Harorat 23-25°C, davomiyligi 55-65 soat, pH _{boshl} 5,0-5,5
5	Protcinazalar	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Aspergillus flavus</i> <i>Rhizopus orizae</i>	Bug'doyning yashil o'simtasiga bug'doy, soya kepagi va boshqalar qo'shilgan aralashma; muhit namligi 55-65%	Harorat 40-45°C, davomiyligi 36-48 soat, pH _{boshl} 5,6-6,2

Produsentni oziqa muhitini chuqurida o'stirishda qo'llaniladigan oziqa tarkibining o'ziga xos xususiyatlari. Produsentni oziqa muhitini chuqurida o'stirishda qo'llaniladigan oziqa muhitini asosi sifatida o'simlik xomashyolari gidrolizatlarini, spirt sanoati to'ponlari, qand lavlagisi turpi, gidrol (produtsentni optimal o'stirish maqsadida tayyorlangan eruvchi moddalar aralashmasi qoldig'i), sut zardobi kabilardan foydalaniladi.

Jadval 10 da sanoat miqyosida ferment produsentlarini oziqa muhitini chuqurida o'stirishga oid ba'zi ma'lumotlar keltirilgan.

Sanoatda ferment produsentlarini oziqa muhitini chuqurida o'stirishda tashkil qilishga oid misollar

Jadval 10

T/r	Ferment	Produtsent	Oziqa muhitini tarkibi	Fermentasiyalash parametrlari
1	α -Amilaza	<i>Bacillus subtilis</i>	2% li kraxmalga (NH ₄) ₂ HPO ₄ KCl, MgSO ₄ *7H ₂ O, CaCl ₂ qo'shilgan soyaning 5%li ishqoriy eritmasi.	Harorat 50-55°C, davomiyligi 48-60 soat, pH _{boshl.} 7,2
2	Poligalakturonaza	<i>Zigofabospora marxiana</i>	Sut zardobi (2%)ga (NH ₄) ₂ HPO ₄ NaCl, MgSO ₄ *7H ₂ O, KH ₂ PO ₄ , KH ₂ PO ₄ *3H ₂ O qo'shiladi	Harorat 30-34°C, davomiyligi 80-96 soat, pH _{boshl.} 3,3-3,5
3	Sellyulaza	<i>Trichoderma reesei</i>	Kraxmal (1,5%), kepak (2,5), NH ₄ OHning 20%li eolitmasi (0,6%) ga (NH ₄) ₂ SO ₄ , K ₃ PO ₄ , MgSO ₄ , CaCl ₂ qo'shiladi	Harorat 35-40°C, davomiyligi 96 soat, pH _{boshl.} 4,0-4,5
4	Lipaza	<i>Rhisopus orizae</i>	Kraxmal (4%), soya uni, achitqi avtolizi, MgSO ₄ , Candida guillimondili achitqi biomassasi asosidagi zamburug' (lipidi ko'p) qoldig'i qo'shiladi	Harorat 27-30°C, davomiyligi 48-50 soat, pH _{boshl.} 5,0-6,0

Suyuq oziqa muhiti tarkibiga kam eriydigan ugderodga va boshqa oziqalarga boy manbalarini qo'shish mumkin, lekin bunda muhitning qayshqoqligi oshib ketadi, bu esa yaxshi eriydigavn moddalarni va kislorodni diffuziyalanishini, shuningdek fermentasiya tugagach tizimning ajralish xususiyatini pasaytiradi.

Suyuq oziqa muhiti tarkibiga karbon manbai sifatida lipid tabiatli (yog' kislotalari, fosfolipidlar va h.k.z.lar) ni kiritilishi birinchi galda lipazalarni biosintezlash jarayonida qo'llaniladi.

Azot manbai sifatida kaliy va natriy nitratlari, ammoniy tuzlari (har xil almashinuv darajasidagi fosfatlar, xloridlar, sulfatlar, ikki admashingan sitrat); ammiakli suv; siydikchil; aminokislotalar va peptidlardan foydalaniladi. Fosfor manbai sifatida oziqa muhiti tarkibiga kaliy va natriyning har xil almashinuv darajasidagi fosfatlarini qo'shimcha ravishda kiritish mumkin.

Qator mikroblil produsentlar oziqa muhiti tarkibida B guruhi vitaminlari kompleksi (biotin, inozit, pantoten kislota, tiamin, piridoksin) larni bo'lishini talab qiladi. Sanoat miqyosida ferment preparatlari ishlab chiqarishda oziqa muhitini boyituvchilar sifatida makkajuxori ekstrakti, makkajuxori uni, achitqi gidrolizatlarlari, avtolizatlardan foydalaniladi.

Oziqa muhiti tarkibidagi quruq moddalarning miqdoriy ko'rsatkichi produsent mikroblning turi va olinadigan maqsadli mahsulot xiliga bog'liq biologik xususiyatlarni hisobga olib 2,5% dan 20 % gacha bo'lgan chegarani tashkil qilishi mumkin.

9.9. Ferment mahsulotlarini tovar shakliga keltirish

Ferment preparatlarini tozalash sxemasi mikroblil produsentni sanoat miqyosida o'stirish, biosintez jarayonida fermentning lokalizatsiyasi, talab qilinadigan tozalash darajasiga qarab belgilanadi.

Tozalanmagan ferment preparatlari olish. Tozalanmagan ferment preparatlari mikroblil produsentni o'stirish suyuqligi bilan birgalikda qoldiq namligi 8-12 % dan oshmaydigan darajada quritilgan mahsulot hisoblanadi. Tozalanmagan ferment preparati mikroblil produsentni suyuq oziqa muhiti yuzasida yoki ichki chuqur qatlamida o'stirish natijasida olish mumkin.

Ichki chuqur qatlamda o'stirish materiali erimaydigan to'pon mahsulot bilan birgalikda quritish yo'li bilan tozalanadi. Mikroorganizmli o'stirish materialini quritishda lentasimon, tonnelsimon, do'mbrasimon va vibratsion quritqichlardan foydalaniladi. Quritiladigan materialni harorati 40-45°C dan oshmasligi (quritish kamerasiga kirish qismida havo harorati 80-85 °C teng bo'ladi) lozim.

O'stirish suyuqligini to'ponli aralashmalardan tozalash. Ko'p produsent mikroorganizmlar sintezlanadigan fermentlarni ko'p qismini

oziqa muhitida to'playdi, shu sababli produsentning biomassasidan to'ponli aralashma zarrachalarini ajratish tozalashning birinchi bosqichi hisoblanadi.

Tozalashni har xil konstruksiyali filtrlar yordamida (do'mbrasimon, press-filtr) yoki sentrifugalash uslubida separator-klarifikatorlarda, bakttofuglarda amalga oshiriladi.

Oziqa muhitining yuza qismida o'stiriladigan mikrobl aralashmadan fermentlarni ekstraksiyalash. Fermentlar suvda eriydigan oqsillar bo'lganligi sababli ko'p holatlarda suvli ekstraksiyadan foydalaniladi.

Odatda oqsil moddalarini fizik-kimyoviy va biokimyoviy nuqtai nazardan qattiq-fazali va suyuq-fazali ekstraksiyalash uchun eng optimal harorat 35-40°C ni tashkil qiladi. Lekin bu sharoitda suvli ekstraktlarda mikroflorani rivojlanishi yuz beradi, bu salbiy holatni oldini olish uchun sanoat miqyosida fermentlarni ekstraksiyalashda 22-25°C li haroratdan foydalaniladi.

Vakuum-bug'lantirish metodi yordamida tabiiy ferment preparatlarini konsentrlash. Tayyor ferment preparatlarini yuqori darajada kontsentrlangan holda olishda, har xil uslublar yordamida eritmalarni quritish uchun tayyorlashda, shuningdek to'yingan eritmalaridan kristall shakldagi fermentlarni ajratib olishda mikrobl suyuqliklar va suv ekstraktlarini quyushlashtirishdan foydalaniladi.

Vakuum-bug'lantirishda mahsulotning harorati 35-40°C dan oshmasligi zarur. Ferment eritmalarini konsentrlash uchun foydalaniladigan vakuum-bug'lantirish qurilmalari yubqa qatlamli (plyonkali, plastinkasimon apparatli) va jadal ravishda issiqlik va massa imashtiruvchi tavsifli bo'ladi.

Fermentlarni membranali uslub yordamida ishlov berish. Kichik hajmdagi fermentli eritmalarni past molekularli birikmalardan tozalashda dializdan, yirik ko'p tonnali hajmdagi sanoat ishlab chiqarishida esa elektrodializdan foydalaniladi. Fermentlarning tabiiy ertmalarini sterillashda mikrofiltrlashdan foydalanish mumkin.

Eritmalar tarkibidagi fermentlarni cho'ktirish. Bu maqsadda quyidagi uslublardan foydalaniladi:

- organik eritmalar yordamida cho'ktirish;
- «tuzlash» yordamida cho'ktirish;
- organik polimer (polietilenglikol, dekstran)lar yordamida cho'ktirish;

-ferment eritmalari takibidagi ballast(aralashib qolgan) oqsillarni qizdirish, pH ko'rsatkichini o'zgartirish, organik erituvchilar ta'sirida tanlov yo'li o'tkaziladigan Denaturasiyadan foydalanish asosida cho'ktiriladi.

Yuqori darajadagi tozalikka ega bo'lgan va gomogen holatda bo'lgan fermentlarni ajratib olish maqsadida fermentlarni **ballast oqsillardan adsorbsiya uslublari yordamida** tozalanadi. Bu maqsadda har xil sharoitlarda ion-almashinuv xromatografiyasi, affin va adsorbsion xromatografiya, ligand-almashinuvi (xelatlangan ionlarning o'zaro ta'siri) xromatografiyasi, immunoadsorbsiya va gel-filtratsiyalardan foydalaniladi.

Mikroorganizmlarni oziqa muhitini chuqurida o'stirish namunalaridan ferment preparatlarini quritilgan holda olish. Quritilgan shakldagi ferment preparatlarini olishda mikroorganizmlarning suyultirilgan yoki kontsentrangan o'stirish namunasini cho'ktirish natijasida hosil bo'lgan pastasimon massadan foydalaniladi.

Suyultirilgan yoki kontsentrangan eritmalarni quritishda sublimatsion va purkash uslublari qo'llanadi; pastasimon massani esa vakuum- shkaflarda quritiladi.

Ferment preparatlarini standartlash. Ko'p tayyor ferment preparatlari uchun texnologik va me'yoriy xujjatlar talabiga muvofiq o'rtacha faollik darajasi 20-30% dan ziyod bo'lgan ko'rsatkich ferment preparatining standarti sifatida belgilanadi. Bunda preparatga qo'shimcha ravishdagi to'ldirg'ich sifatida kraxmal, osh tuzi, kaliy xlor, jelatina, diatomit, bentonitlar qo'shiladi.

Qo'shimcha to'ldirg'ich bir yo'la o'zining suvni kuchli ravishda shimib olish xususiyatiga ega ekanligi tufayli fermentning stabillovchisi sifatidagi funksiyani bajaradi. Standartlashtirishni faqat quruq ferment preparatlari uchungina emas, balki suyultirilgan va kontsentrangan preparatlar uchun ham o'tkazish mumkin.

10. FERMENTLARNI VA FERMENT PREPARATLARINI OZIQ-OVQAT SANOATIDA QO'LLANILISHI.

Oziq-ovqat sanoati texnologiyasida asosan odam organizmiga yangi meva, sabzavotlar, yong'och, sut, achitilgan va konservalangan oziq-ovqat xomashyolari bilan kirib keladigan mahsulotlar tarkibidagi fermentlardan foydalaniladi. Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi ferment miqdori har bir kilogrammga nisbatan milligrammlar hisobidagina bo'ladi. Ovqat mahsulotlariga kulinar va texnologik jihatdan ishlov berganda, fermentlar odatda, faolsizlanadi. Qandolat (konditer) sanoatida **invertaza** saxarozani yuqori konsentratsiyadiligida krisstallanishini oldini olib, uni glyukoza va fruktozagacha parchalaydi.

Pivo tayyorlashda o'stirilgan bug'doy massasi o'rniga amilazadan foydalaniladi. Bu fermentlardan qiyom va eruvchi kraxmal olishga oid ishlab chiqarishda ham foydalaniladi. Non pishirishda **amilaza** xamirning etilishi va sifatini 30% ga oshirib, qotib qolishini oldini oladi. Sutga ishlov berishda birnecha xil fermentlardan foydalaniladi.

Pishloq ishlab chiqarishda eng asosiy bosqichlardan biri sut koagulyasiyasi hisoblanib, uni **rennin** yordamida amalga oshiriladi. **Sellyulazadan** eriydigan kofe, shuningdek sitrus mahsulotlariga ishlov berishda foydalaniladi.

Nordon lipaza non pishirishda qo'llaniladi, u nonni qotib qolishiga to'siq bo'luvchi monogliseridlarni hosil bo'lish jarayonini katalizlaydi. Fermentlar oqsil tabiatli moddalar bo'lganligi sababli, uzoq muddat saqlashga nisbatan chidamsiz, shuningdek, harorat ta'siriga nisbatan sezgirdir. Bundan tashqari reagent va reaksiya mahsulotlaridan ajratish qiyin bo'lganligi sababli ferment preparatlarini ko'p karra takroran ishlatib bo'lmaydi. Bu muammoni hal qilishda immobillangan fermentlardan foydalanishni yo'lga qo'yish lozim bo'ladi.

Fermentlarni immobillash uchun ularni erimaydigan asosga, shuningdek eriydigan polimerga birlashtiriladi. Immobillangan fermentlar olishda organik, shuningdek, anorganik asoslardan foydalanilib, ularga fizik-kimyoviy, iqtisodiy tavsifga ega bo'lgan talablar qo'yiladi.

Fermentlarning modifikatsiyasi uchun tabiiy polisaxaridlar va sintetik polimetil tipidagi asoslardan keng foydalaniladi. Yuqorida sof fermentlarga nisbatan immobillangan fermentlardan foydalanishning afzallik jihatlari keltirib o'tilgan edi. Shu xildagi afzallikliklari tufayli eng avvalo immobillangan fermentlardan sanoat miqyosida oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatlarida foydalanilaboshlandi.

Oziq-ovqat sanoatida immobillangan fermentlar ishtirokida kechadigan jarayonlar glyukoza, olma va asparagin kislotalar, optik faol l-aminokislotalar, dietik laktozasiz sut, sut zardobidan shakar olish kabilar amalga oshirilmoqda.

Sellyulozali asosga immobillangan **glyukoizomeraza** serfruktozali glyukoza-fruktoza shirasi(sirop)ni tayyorlashda qo'llaniladi. Hozirgi kunda uzluksiz oqib turadigan sharoitda aralashtiruvchi reaktorga immobillangan amiloglyukozidazadan foydalanib kraxmaldan glyukoza olish keng ko'lamda amalga oshirmilmoqda.

Pivoni tinitish uchun proteinazadan, xususan, xitinga immobillangan papaindan

foydalaniladi. Ko'p holatlarda pishloq ishlab chiqarishda mahsulotni arzonlashtirish uchun erimaydigan asosga bakterial **rennini** immobillashdan foydalaniladi.

Pishloq ishlab chiqarishda chiqindi sifatida tarkibida laktoza tutuvchi zardob qoladi. Uning tarkibida esa, ulkan ozuqa ahamiyatiga ega bo'lgan galaktoza va glyukoza bo'ladi. Erigan laktozadan laktaza ishtirokida glyukoza olish texnologik jihatdan ahamiyatli emas, shu sababli laktazani asetillangan sellulozaga immobillash asosida gidrolizlash metodi ishlab chiqilgan.

Sutni stabillash uchun proteinazalar yordamida ishlov beriladi. Xususan, tripsin bilan stabillangan sut kam oksidlanadi va ikki hafta davomida tabiiy ta'mini yo'qotmaydi.

Sanoatda immobillangan fermentlardan foydalanishni **muhandislik enzimologiyasi** deb nom olgan. Undan xalq xo'jaligida foydalanishga oid ko'pdan ko'p misollarni keltirish mumkin. Masalan, magnitli-aralashtirgichli sterjenga(o'qqa) β -galaktozidazani immobillab, irsiy jihatdan laktozani hazm qila olmaydigan odamlar uchun parhez sut mahsulotini olish mumkin. Shu yo'sinda ishlov berilgan sut uzoq muddatda saqlanadi va quyyuq holatga o'tmaydi.

Hozirgi kunda rekombinant fermentlarni ishlab chiqaruvchi genetik modifikasiyalangan mikroorganizm-produsentlarni sanoat miqyosida ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Masalan, ximozin fermentini sintezi uchun mas'ul gen eukariot organizmdan ajratib olinib, *Eischeria coli* genomiga kiritilganda, u shu fermentning produsentiga aylanadi. *Bacillus subtilis* bakteriyasidan atsetolaktatdegidrogenazaning produsenti sifatida foydalaniladi, bu ferment pivo, spirt va vino sanoatlarida qo'llaniladi.

Rekombinant fermentlar nisbatan toza moddalar hisoblanib, oziq-ovqat sanoatida alohida ahamiyatga ega. Masalan, proteaza faolligidan xolis bo'lgan amilaza non pishirishda xamirning etilishini yaxshilaydi, chunki bunda kleykovina oqsillarini parchalanishi yuz bermaydi.

Jadval 11 da oziq-ovqat sanoatining har xil tarmoqlaridagi texnologik jarayonlarda foydalaniladigan fermentlarga oid misollar keltirilgan.

Oziq-ovqat sanoati tarmoqlarida foydalaniladigan fermentlarni qo'llanilishini texnologik maqsadlari.

Jadval 11

Oziq-ovqat sanoati tarmog'i	Texnologik jarayonlarning bosqichlari va fermentlarni qo'llashning texnologik maqsadlari
Donga ishlov berish texnologiyasi	Un va yorma mahsuloti chiqimini ko'paytirish, kleykovinasini sifatini oshirish
Non pishirish	Un sarfini kamaytirish, xamir sifatini oshirish, tayyor mahsulotni qotib qolishini susaytirish, yuzasi rangini yaxshilash, sovitilgan va muzlatilgan xamir ishlab chiqarish
Pivo ishlab chiqarish	Tozalanmagan xomashyodan foydalanish, aralashmani suyultirish, to'pon massani filtrlanishini yaxshilash, azot miqdori nazoratini nazorat qilish, past kaloriyali pivo olish, uni stabilash
Sut mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasi	Pishloq ishlab chiqarishda sut koagulyatsiyasini kuchaytirish maqsadida shirdon fermenti o'rnida foydalanish, sut oqsilini modifikasiyalash, modifikasiyalangan ferment asosida pishloq olish, vodorod peroksididan xolis bo'lish, sut shakarini ajratib olish.
Vino, mevalarning shiralari, gazli ichimliklar va konserva mahsulotlari ishlab chiqarish	Xomashyoni tindirish, matseratsiyalash, tayyor mahsulot miqdorini oshirish, shirin likyor olish, etli va pyureli shira ishlab chiqarish.
Kraxmalga ishlov berish	Tayyor mahsulot miqdorini ko'paytirish, kraxmalni modifikasiyalash, shakarlashtirish, glyukoza-fruktozali va donli shira olish.
Spirit ishlab chiqarimsh sanoati	Xomashyo konversiyasi, kraxmalni suyultirish, shakarga aylantirish, achitqini o'sishini yaxshilash, spirit mahsuloti miqdorini oshirish.
Kofe ishlab chiqarish	Kofe donachalarini separatsiyasi, ekstraktlarning qayishqoqligini nazorat qilish, ta'mi va xushhid (aromat) ligini yaxshilash.

Oqsil ishlab chiqarish	Oqsil va polisaxaridlarni gidrolizlash, qayishqoqlikni pasaytirish, modifikasiyalangan peptidlar va oqsillar ishlab chiqarish.
Shakar ishlab chiqarish	Kraxmal, oqsillar va polisaxaridlardan xolis bo'lish.
Xushbo'y hidli (aromatizator) moddalar ishlab chiqarish	Nozik xushbo'y hidli moddalarni sintezlash, tabiiy aromat efirlar olish va h.k.z.
Moylar va yog'larni ishlab chiqarish	Mahsulot miqdorini ko'paytirish, yog'larni modifikasiyalash, moylarni ekstraksiyalash, biofaol moddalar(letsetin, tokoferol, karotin)larni olish.
Go'sht mahsulotlari texnologiyasi	Go'sht mahsulotlari miqdorini oshirish, go'sht tenderizatsiyasi, go'shtli ekstraktlar tayyorlash, go'sht mahsulotlarini saqlash muddatini oshirish.
O'simlik ekstraktlarini ishlab chiqarish	Ekstraktivlikni yaxshilash, ekstraksiyalash muddatini qisqartirish, filtratsiyani yaxshilash, pigmentlar miqdorini oshirish, choy va choy ekstraktini ishlab chiqarish, ekstraksiya muddatini qisqartirish, xushbo'y hidliligini va rangini yaxshilash
Pektin ishlab chiqarish	Texnologiyani soddalashtirish, tayyor mahsulot chiqimini oshirish, eterifikatsiya jarayonini boshqarish

Fermentlar modifikasiyasining zamonaviy uslublari ularni har xil reagentlar va ingibitorlarga nisbatan chidamliligini boshqarish, pH, harorat ta'sirlariga chidamliligini oshirish; fermentlarning pH optimumi, maxsusligi bilan bog'liq holdagi bog'lanish xususiyatlarini o'zgartirish; kofaktorlarga nisbatan moyilligini boshqarish asosida ish yuritganda, bu narsa fermentlarning katalitik funksiyalarini maqsadli ravishda o'zgartirish imkoniyatini beradi.

Hozirgi kunda oziq-ovqat sanoatida fermentlardan foydalanishning yangi imkoniyatlari izlanmoqda. Bu xildagi tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlari quyidagilar:

- fermentlar faolligini oshirish va maqsadli olinadigan mahsulotlarni arzonlashtirishga oid bo'lgan xossalarni modifikasiyalash;
- yangi produsent-mikroorganizmlarni skrininglash;
- ma'lum xossalarga ega bo'lgan yangi rekombinant fermentlar olish;

-qimmatbaho oziq-ovqat ingredientlari va biofaol moddalar olishda fermentativ reaksiyalarni qo'llash;

-fermentlardan foydalanishga asoslangan nanotexnologiyalarni ishlab chiqish.

Jadval 12 da sanoat ishlab chiqarishida keng foydalaniladigan har xil sinflarga mansub bo'lgan turli fermentlar, ularning manbalari va qo'llash sohalari haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Sanoatda keng ko'lamda qo'llaniladigan fermentlarning manbalari va foydalanidigan sohalari

Jadval 12

T/r	Ferment	Manba yoki tipi	Qo'llanilishi
1	Gidrolazalar		Kir va idish yuvish vositalari, sanoatda truba va hajmli jihozlarni yuvish uchun yuvuvchi vositalar; tekstil, qog'oz sanoati, etanol sanoati
1.1.	α - amilaza	Bakterial α – amilaza (M: <i>Bacillus subtilis</i>), zamburug' α -amilazasi (M: <i>Aspergillus niger</i>), ishqoriy α -amilaza	To'qimachilik sanoati. kraxmalli shira, kir va idish yuvish vositalari, fermentativ etanol, hayvonlar oziqasi, qog'oz ishlab chiqarish
1.2.	β -amilaza	<i>Bacillus</i> turi shtammlari sintezlaydi	Pivo ishlab chiqarish; maltozali ichimlik, idish yuvish uchun sellyulazali detergent, em- oziqa, tekstil sanoati, bioenergiya ishlab chiqarishlarida
1.3.	β -glyukanaza	Ekzo- β -1,4-glyukanaza. endo- β -1,4-glyukanaza	Pivo ishlab chiqarish sanoati
1.4.	β -glyukozidaza		Soya sutidagi izoflavon fitosteronlarini transformatsiyalashda
1.5.	Dekstranaza	Har xil mikroorganizmlar tomonidan ishlab chiqariladi (M: <i>Leuconostoc mesenteroides</i>)	Dekstran polisaxaridini gidrolizlashda.
1.6.	Dekstranaza		Dekstrinni ikki molekula glyukozaga parchalashda

1.7.	α - galaktozidaza		Saxaroza ishlab chig'arish samaradorligini oshirish; qand lavlagisiga ishlov berishda foydalanish mumkin
1.8.	Glyukoamilaza	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Rhizophus. Endomyces</i>	Maltozali ichimlik va fruktozaga boy ichimlik ishlab chiqarishda
1.9	Gemitsellyulaza Pentonaza/ksilanaza	<i>Thermomyces lanuginosus</i> , <i>Pencillium simplicissimum</i>	Non pishirishda; meva shirasi ishlab chiqarishda
1.10.	Invertaza		Shakar qamishi yoki qand lavlagisini invert ichimligini ishlab chiqarishda
1.11.	Laktoza	<i>Kluyveromyces lactis</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Bacillis</i>	Sut mahsulotlaridan laktozani yo'qotishda.
1.12.	Naringinaza		Sitrus mevalari po'chog'ini achchig'ini yo'qotishda.
1.13.	Pektinaza		Mevalarni qayta ishlashda
1.14.	Pullonaza	<i>Klepsiella aerogenes</i> , <i>Bacillis acidopullulyticus</i> , <i>Bacillis subtilis</i>	Pishirilgan non mahsulotlarini qotib qolishini susaytirishda
	Proteinazalar		Pivo tayyorlash, non pishirish, oqsillarga ishlov berish, spirt-reaktifkat va yuvuvchi moddalar ishlab chiqarish; teri va mo'ynani oshlashda
1.15	Nordon proteinaza	<i>Endothia parasitica</i> , <i>Rhizohus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i>	Non pishirishda-xamirga ishlov berishni engillashtirishda.
1.16	Ishqoriy proteinaza	<i>Bacillis subtilis</i> , <i>Bacillis licheformis</i>	Detergentlar ishlab chiqarish, teri va mo'ynani oshlashda.
1.17	Papain,bromelain, fitsin	Papayya, ananas, anjir	Oziq-ovqat sanoatida
1.18	Pepsin	Cho'chqa yoki qoramol me'dasi	Pishloq ishlab chiqarishda.
1.19	Aminopeptidaza	<i>Lactococcus lactis</i>	Oziq-ovqat va em-ozuqa ishlab chiqarishda
1.20.	Subtilizin	<i>Bacillis subtilis</i> , <i>Calsberg</i> shtammi <i>Bacillis licheformis</i> ,	Kimyoviy birikmalar va farmatsevtik moddalarning xiral izomerlarini ajratishda

1.21.	Esterazalar	Fosfolipazalar, esterazalar, fosfatazalar	Tozalovchi moddalar, sut mahsulotlari, kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishda, teri va mo'ynani oshlashda
1.22.	AminoAsilaza	Cho'chqa buyragi, <i>Aspergillus melleus</i>	Aminokislotalarning optik izomerlarini bir biridan ajratishda
1.23	AminoAsilaza	<i>Bacillis, Aspergillus</i>	Glyutaminni glyutamatga konversiyalashda
1.24.	Lizotsim	Tovuq tuxumi oqsili, <i>Saccharomyces serevisiae, Pichia pastoris</i>	Sut sanoati ishlab chiqarishida antibakterial agent sifatida foydalanishda
1.25.	Penitsilin Asilazasi	<i>Bacillis megaterium, Eischeria coli</i>	Antibiotiklarni kimyoviy yo'l bilan sintezlashda
1.26.	Izomeraza		Oziq-ovqat sanoatida glyukozali ichimlikni fruktozaga boy ichimlikka aylantirishda
2.	Oksireduktazalar		Kimyoviy birikmalar, oqartiruvchi moddalar ishlab chiqarishda, pulpani oqartirishda
2.1.	Alkoholdegidrogenaza	<i>Saccharomyces serevisiae, Thermoanarobium brockii</i>	Kimyoviy birikmalavrning xiral izomerlarini sintezlashda
2.2.	Aminokislotalar oksidazasi	Cho'chqa buyragi, ilon zahari	Aminokislotalarning ratsemik aralashmalaridan bir birini ajratib olishda
2.3.	Katalaza	<i>Aspergillus niger.</i>	Aminokislotalarning shakarli aralashmalaridan shakarni yo'qotishda
2.4.	Xloroperoksidaza	Suv o'tlari, bakteriyalar, zamburug'lar, sut emizuvchilarning to'qima namunalari	Teroidlarning sintezida
2.5.	Peroksidaza	Xren (erqalampir)	Kir yuvish va qog'oz sanoati uchun oqartiruvchilar sifatida
3.	Liazalar		
3.1.	Atsetolaktatdekarb oksilaza		Pivo sanoatida

3.2.	Aspartat- β -dekarboksilaza		L-asparagin kislotadan alanin ishlab chiqarishda
3.3.	Gistidaza	<i>Achromacter liquidum</i>	Kosmetika sanoatida
4	Transforazalar		
4.1.	Siklodekstringlikozil transferaza		Kraxmaldan siklodekstrinlar olishda
4.2.	Transglyutaminaza	<i>Streptoverticillium mobarance</i>	Oziq-ovqat xomashyosiga ishlov berish va glyutensiz ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda

10.1. Sut sanoatida ferment preparatlaridan foydalanish

Sut sanoatida uzoq yillar davomida ferment preparatlaridan foydalanish cheklangan edi. An'anaviy ravishda sut sanoatida odatda ferment preparatlaridan sutning kazeinli va yog'li qismini konservalash uchun foydalanib kelingan.

Shirdon fermenti(ximozin)yoki uni o'rniga foydalanilidigan ferment millionga 10-30 nisbatda kiritilgandan keyin oqsil strukturasi faollashadi, u keyinchalik o'z-o'zidan siqilib, tarkibida erigan holda tuzlar, laktoza va zardob oqsillari bo'lgan mitsellalaroaro suyuqlik - zardobni ajratadi. Aralashmadagi quyqumni ko'p soat davomida maydalab va aralashtirgandan keyin uning tarkibida yog' sharchalariga ega bo'lgan kazeinli konsentrat hosil bo'ladi.

Energiya sarfi bo'yicha fikr yuritilganda, bu uslub vakuumbug'latish va sentrifugalash yo'li bilan fraksiyalashdan ancha arzonra tushadi. Pishloq va tvoroglarning konsistentsiyasi, ta'mi va hidini shakllantirishda ximozindan tashqari boshqa fermentlardan ham foydalaniladi.

Gen konstruksiyasi metodi yordamida ximozinning mikrobl superproducenti olingan bo'lib, pishloq ishlab chiqarishning sutni ivitishga oid ishlarni sanoat miqyosida amalga oshirilishga oid tadbirlar echimi to'liq ravishda hal qilingan. Ximozinning quruq preparatlarini faolligi 100000 shartli birlik darajasiga tengdir. Fermentning shartli birligi sifatida uning 40 daqiqa davomida 35°C da ivitaoladigan sut miqdori qabul qilingan.

Sut sanoatida boshqa **ferment- β -galaktozidaza** ham keng qo'llanilmoqda. Bu ferment ta'sirida sut shakari-laktoza glyukoza va galaktozagacha parchalanadi. Bu laktozani o'zlashtirish qobiliyatiga ega bo'lmagan odamlar uchun sutni iste'mol qilish imkoniyatini yaratadi.

Fermentativ ishlov berilgan sut zardobi - β -galaktozidaza bilan ishlov berilganda sutning tarkibidagi eruvchi moddalarning miqdori 1,5-1,8 martaga oshadi. Natijada bunga mos holda quyuqlashgan sut zardobi plazmasining osmotik bosimi oshadi va bu esa zardob konsentratlarini uy haroratida yoki undan pastroq harorat(10-15°C) da bir necha oy davomida saqlash mumkin bo'ladi.

Ferment preparatlaridan foydalanish zardob konsentratlari mahsulotini iste'mol qilish sifatini ham oshiradi, chunki bunda mahsulotning shirinlik darajasi 5-6 martaga oshib ketadi. Bunda jarayonga mos tarzda konsentrlangan sut zardobining osmotik bosimi ham oshadi, u esa quyuqlashgan massani uy harorati sharoitida birnecha oy davomida saqlash imkoniyatini beradi. Bu sut zardobidan glyukoza-galaktozali shirali ichimlik tayyorlash imkonini beradi, u muzqaymoqda, quyuqlashtirilgan sut konservasi, qandolat va non mahsulotlari tarkibiga kiradigan lavlagi shakarini o'rnini bosishi mumkin.

Molekulyar biotexnologiyani rivoji tufayli kelajakda sut mahsulotlari etishtirishning texnologik jarayonlariga rekobinant fermentlarni keng joriy etish tayyor mahsulot tannarhini pasaytirishi mumkin.

10.2. Ferment preparatlarini non pishirish sanoatida qo'llash.

Non pishirishda fermentlar yordamida amalga oshiriladigan ishlarga quyidagilar kiradi:

-bug'doy va javdari unlarini non pishirishga tegishli sifatli ko'rsatkichlarni korreksiyalash (kleykovinani yumshatib, barqarorlashtirish, «strukturizatsiyalash», unning shakar hosil qiluvchi va fermentativ faolligi ko'rsatkichlarini oshirish va h.k.z.);

- maxsus polifabrikatlar tayyorlash;

-non pishirishda foydalaniladigan achitqining biotexnologik xususiyatlarini yaxshilash;

-texnologik javrayonlarni jadallashtirish, non tayyorlashning tezlashtirilgan texnologiyalarini joriy qilish;

-non va non mahsulotlarining fizik-kimyoviy sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash;

-xomashyoni iqtisod qilish, xamirning namlanish xususiyatini oshirish, tayyor mahsulot miqdorini ko'paytirish;

-nonni sof holda saqlanish muddatini oshirish, uning ushalish ko'rsatkichini pasaytirish;

-ko'p omilli texnologik masalalar echimini topishda non pishirish kompleksiga yaxshilovchi omillarni kiritish.

Oldinga qo'yilgan maqsadni echimiga mos tarzda non-bulka ishlab chiqarishda har xil ta'sir doirasiga ega bo'lgan ferment preparatlaridan foydalaniladi.

Amilolitik fermentlar.

Bu guruh fermentlari xamir tayyorlash jarayonini intensivlash uchun foydalaniladigan α -amilaza (K.F.3.2.1.1. α -1,4-glyukan-4-glyukonogidrolaza) hisoblanadi. U kraxmal molekulasini tartibsiz ravishda α -1,4-bog'lar bo'yicha uzuvchi va asosan dekstrinlar, biroz miqdorda maltoza paydo bo'lishi bilan hamda substratning qayishqoqligini pasayishi orqali sodir bo'ladigan reaksiyalar majmuasini katalizlaydi.

Odatdagi bug'doy uni tarkibida α -amilaza bo'lmaydi, lekin oshiqcha miqdorda β -amilaza (α -1,4-glyukan malgidrolaza) uchrab, u ferment kraxmal molekulasini qaytarilmaydigan uchidan birin-ketin maltoza molekulasini uzib olish yo'li bilan parchalaydi. Uglevod zanjirida shu xildagi qaytarilmaydigan uchli substratlarning kamligi shakarning hosil bo'lish jarayonining sustligini ko'rsatadi.

Mikrobi α -amilaza va don tarkibidagi β -amilazalarning birgalikdagi ta'siri natijasida shakar hosil bo'lish ancha kuchayadi, chunki kraxmal molekulasini dekstrinlarga parchalanishi ularning qaytarilmaydigan uchli miqdorini oshiradi, natijada shakarlanish jarayoni jadallashadi.

Zamburug'li va bakterial α -amilazalar kraxmalga ta'sir etishi va xossalari jihatidan bir biridan farqlanadi. Zamburug' va maysa α -amilazalariga nisbatan bakterial α -amilaza termolabilroq, lekin undan foydalanish murakkablikni yuzaga keltiradi, chunki faollikning optimal dozadan oshib ketishi xamirning et qismini yopishqoq qilib qo'yadi.

Zamburug' α -amilazasi termolabil bo'ladi. Non pishirish jarayonida kraxmalning kleysterizatsiyasi tufayli unga nisbatan ta'sir doirasi kuchayadi va ferment tez faolsizlanadi, shuning uchun uning dozasi ancha oshib ketganda ham nonning yumshoq qismi etilmay qolmaydi.

Qiyoslanadigan amilazalar pH va harorat optimumlari, shuningdek faolsizlanish haroratlari bo'yicha bir biridan farq qiladi. Kraxmalning α -amilaza va glyukoamilaza (K.F.3.2.1.1. α -1,4-glyukan-4-glyukonogidrolaza) fermentlari yordamida gidrolizlanishi xamirda

bijg'iydigan shakar miqdorini oshiradi, bu esa o'z navbatida bijgish jarayonini jadallashtiradi. Bunda xamirdagi gaz almashinuvi kuchayishi tufayli u yumshaydi, bir xil konsistentsiyali bo'lib qoladi, pishgan nonning hajmi esa oshadi.

Nonning ushaliyini kamaytirish uchun α -amilaza samaralidir, uning ta'sirida kraxmaldan past molekularli dekstrinlar hosil bo'ladi, ular esa kraxmalning kristallanishiga to'siq bo'ladi. Xamirda past molekularli shakarlarning miqdorini oshishi, non pishirishda melanoid hosil bo'lishini faollashuviga olib keladi, bunda nonning yuz qismini rangi kuchayadi.

Ayniqsa shakar qo'shmagan dastlabki paytda xamirdagi xamirturushning bijg'ishi natijasida shakar hosil bo'lishi muhim ahamiyatga ega. Amilolitik ferment preparatlarini un mahsulotiga nisbatan 0,002% li dozada solganda gaz hosil bo'lishini ancha jadallashtiradi va qattiq bug'doy unidan tayyorlanadigan xamirni fizik holatiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. U ancha elastik bo'ladi va xuddi yumshoq bug'doydan tayyorlangan xamirga o'xshab qoladi.

Bu preparatlardan Amilorizin, Amilosubtilin, Glyukavamolin, Glyukonigrin, Amilonigrin (Rossiya); uzoq xorij «Navozayms» (Daniya) preparatlaridan: Fungamil (*Aspergillus oryzae zamburug'i* α -amilazasi), Novamil (*Bacillus subtilis* α -amilazasi) lardan keng foydalaniladi. Nonni pishirilishi jarayonida bu preparatlar faolsizlanadi va bunig natimjasida nonning yumshoq kismini yopishqoq bo'lib qolishini oldini oladi. Yana shu narsa ham qayd qilinganki, odatdagidek xamirga tuz, shakar va oksidlovchi jarayonlarni jadallovchi birikmalar (askorbin kislota)ni qo'shish xamir tarkibidagi α -amilazani ingibirlamaydi, shuningdek uning bijg'ishi jarayonida yig'iladigan etanol ham α -amilaza faolligiga ta'sir ko'rsatmaydi.

Non mahsulotlarini qotib qolishini sekinlashtirish uchun an'anaviy α -amilazadan tashqari maltogen α -amilaza preparatidan ham xamirga birozgina qo'shish nonning yumshoq qismini strukturaviy-mexanik xossasini yaxshilaydi va tayyor non mahsulotini sof holda 7-12 kungacha saqlash imkonini beradi.

β -Galaktozidaza. Ko'pincha non-bulka ishlab chiqarish reseptiga sutdan tvorog ajratib olingandan keyin qolgan zardobni kiritadilar, unda 4,2-4,7 % quruq massa bo'lib, uning tarkibida 0,5-1,0 % oqsil, 3,2-5,1 % laktoza, 0,4 % gacha moy, mineral moddalar va vitaminlar bo'ladi. Zardobning pH ko'rsatkichi 4,0-4,2 ga teng bo'lib, zamburug'larning fermentlarini faollik zonasiga mos keladi.

Non pishirishda toza laktozani eruvchanligi pastligi, uncha shirin emasligi, shuningdek ayrim odamlarning uni hazm qilaolmasliklariga oid funksional xossalarga ega ekanligi sababli undan umuman foydalanilmaydi. Laktoza nonvoylar foydalanadigan achitqi ta'sirida bijg'imagaydi, shuning uchun uni muhitida kechadigan bijg'ish faolligi ancha susayadi. Xamirga gidrolizlanmagan sut zardobi qo'shilganda, unda gaz hosil bo'lishi depressiyalanadi, xamirning hajmi esa, 9-13 %ga kamayadi.

β - Galaktozidaza (K.F.3.2.1.23. β -D-galaktozidgalaktogidrolaza) fermenti tomonidan katalizlanadigan laktozaning parchalanish reaksiyasi natijasida glyukoza va galaktoza hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan aralashma shirin ta'mga ega bo'lib, suvda yaxshi eriydi, hayvonlar tomonidan ham, mikroorganizmlar tomonidan ham yaxshi o'zlashtiriladi. £-Laktozani gidrolizlaganda Laktokanetsin G10X va G20X, Laktoinekvalin G10X, Laktofragilin, G10X preparatlaridan foydalaniladi. Ko'pincha Laktokanetsindan foydalanilib, uning tarkibida β -fruktofuranozidaza va proteinazalar bo'ladi. U zardob tarkibidagi laktozani gidrolizlaydi, xamirdagi saxarozani inversiyalaydi va un tarkibidagi oqsillarni gidrolizlaydi. Undan foydalanilganda achitqining bijg'itish faolligi, kislota va gaz hosil bo'lishi oshadi, xamirning etilish muddati qisqaradi.

Sut zardobidan samarali foydalanish uchun uni asosida 45-65 % shakarli eritma hosil qilib, Laktokanetsin qo'shish lozim. Bunda laktozani gidrolizigina sodir bo'lib qolmasdan, balki saxarozani inversiyasiga ham erishiladi.

Saxarozani inversiyasi eritma massasiga nisbatan 0,05-0,1 % miqdorda tarkibida β -fruktofuranozidaza (K.F.3.2.1.26. β -D-fruktofuranozidfruktogidrolaza) bo'lgan preslangan nonvoy achitqisi qo'shganda oshadi.

Bu ferment Fruktozafuranozidlarning uchidagi redutsirlanmaydigan β -D-fruktozafuranozid qoldiqlarni uzadi, fruktoza qoldiqlarini har xil reseptorlarga ko'chirish qobiliyatiga ega bo'ladi, saxarozani glyukoza va fruktozagacha inversiyalaydi. Achitqi β -fruktofuranozidaza uchun qo'shimcha manba bo'lib xizmat qiladi.

Sellyulazalar va gemisellyulazalar. Bu fermentlar javdar uni, aralashirilgan javdar va bug'doy unidan, shuningdek kepek va boshqa strukturali polisaxaridlarga boy bo'lgan komponentlar qo'shilgan undan non pishirishda qo'llaniladi.

Sellyuloza va gemisellyulozalarning gidrolizi natijasida xamirdagi bijg'uvchi shakarlar miqdorini oshiradi, u esa bijg'ish darayonini kuchaytiradi.

β -1,3-1,4-glyukanning parchalanishi xamirning qayishqoqligini oshiradi, u aynisa javdar unidan foydalanganda ahamiyatli bo'ladi. Nonning g'ovakligi va nisbiy hajmi oshadi, yumshoq qismini yopishqoqligi pasayadi. Don po'sti gemisellyulozalarga boy bo'lib, klilanlardan iborat, ular orasida arabinoglyukuronoksilan muhim ahamiyatga ega.

Bug'doy unining 2,5-3,0 % pentozali polisaxaridlar hisoblanadi. Ksilanlar kleykovina oqsillari bilan birikadi va bunda oqsillar o'zining tabiiy strukturasi yo'qotib, globulaning yoyilishi yuz beradi.

Denaturasiya oqsilning elastikligini yo'qolishiga olib keladi, bu xamirning cho'ziluvchanlik xossasiga ta'chir etadi. Ksilanlarning gidrolizi ularni kleykovina oqsillari bilan birikishini oldini oladi. Ksilanlarning qisman gidrolizidan hosil bo'ladigan mahsulotlar o'zida yuqori darajada suvni tutib turuvchi xossaga ega bo'ladi. Bunda suvga to'yingan kleykovinali etilgan karkas hosil bo'ladi.

Ksilooligosaxaridlar kraxmalni kleykovina oqsillari bilan ta'sirlanishiga to'siq bo'ladi, bu xamirni bo'laklarga bo'lishni engillashtiradi, bo'lakchalarni barqarorlashtiradi, pishirishda hajmini kattalashtiradi, nonning qotib kolishini susaytiradi.

Non va bulka mahsulotlarini sof holda saqlash uchun ksilanaza preparatlarini amilolitiklar bilan qo'shib birgalikda foydalaniladi. Bakterial α -amilazani (Novamil preparati) maltogen α -amilaza va ksilanaza (Fungamil preparati) ni birgalikda qo'shib un massasiga nisbatan 0,01% dozada foydalanilganda xamir zuvalasini hajmi 30-40 % ga, yumshoq qismini qayishqoqligi 13-30 % ga, siqilish darajasi 17-44 % ga oshadi. Nonlarni shu xilda pishirishda selljulaza va gemitsellyulazardan tobora kengroq foydalaniladi.

Bu xildagi preparatlar jumlasiga: Vilzim AK, Polikalessin, Biobeyk, Fermizim, Beykzaym Ultrazim, Selloviridin, Pentopan, Fungamillar kiradi.

Zamonaviy sharoitda non pishirish uchun har xil unlardan foydalaniladi, bu unlarning kimyoviy tarkibi jihatidan butun don tarkibidagiga nisbatan ancha kambag'al hisoblanadi.

Bug'doyni an'anaviy ravishda maydalaganda, donning oziqa sifatidagi eng qimmatli oqsilga, vitaminlarga, hazm bo'lmaydigan o'simlik tolalariga boy bo'lgan jixatlari qisman yo'qoladi. Shu sababga

ko'ra ko'p mamlakatlarda nonni butun don mahsulotidan tayyorlash ommalashib bormoqda.

Butun don mahsulotidan non tayyorlashni takomillashtirishda sellulolitik ta'sirga ega bo'lgan tarkibida ksilanaza bo'lgan Pentopan 500 BG va tarkibida ksilanaza va α -amilaza bo'lgan Fungamil Super AX (Novazayms, Daniya firmasi), shuningdek tarkibida Selloviridin (Rossiya) sellobiogidrolaza, β -glyukonaza, ksilanazadan foylaniladi.

Ferment preparatlarini kiritishni donni xo'llash bosqichida amalga oshiriladi va 50°C haroratda don massasiga nisbatan Pentozan 500 BG ni 0,003-0,006 %, Fungamil Super AX ni 0,00575-0,015%, Selloviridinni 0,003-0,009% miqdorlarda qo'shiladi. Bunda sellolitik fermentlar donning po'sti va aleyron qavatidagi nokraxmal tavsifli polisaxaridlarini destruksiyalashi tufayli nonning g'ovaklik darajasi va hajm ko'rsatkichi oshadi.

Destruksiya natijasida bijg'ish jarayonida zamburug' tomonidan o'zlashtiriladigan past molekullari mahsulotlarning yig'ilishini kuchaytiradi, bu esa xamirdagi gaz hosil bo'lishi jarayonini jadallashtiradi, shuningdek nonning oziqaviy qimmatini va uzoqroq muddatda saqlanish ko'rsatkichini oshiradi.

Proteolitik fermentlar.

Ulardan un kleykovinasini cho'ziluvchanlik xossalarini boshqarishda foydalaniladi. Xamirini cho'ziluvchanligi va qorishuvchanligi past bo'lgan tez uziluvchan kleykovinali unlarining nonvoylik sifatlarini yaxshilash uchun proteolitik endo- va ekzopeptidaza fermentlaridan foydalaniladi.

Non pishirish sanoatida peptidazalardan pH 3,5-5,5 chegarasida ta'sir etadigan fermentlar ko'proq ahamiyatga ega bo'ladi. Me'yori chegarada amalga oshiriladigan proteoliz kleykovinaga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Uning qayishqoqligini kamaytiradi, bu o'z navbatida nonning hajmini va g'ovakligini oshiradi.

Bakterial proteinaza zamburug' proteinazasidan samara jihatidan ustunlikka ega. Bu bakterial proteinazada endo tipning ko'p uchraydigan xili bo'lib, u oqsilni yirik fragmentlarga parchalab tashlashi uchun zarur. Bakterial proteinazadan un massasiga nisbatan 0,02 % miqdorda foydalanish nonvoylik ko'rsatkichlari past bo'lgan unlaridan yopilgan nonning hajmini 37 % ga va uning umumiy nonvoylik samarasi ko'rsatkichini 1,5 ballga oshiradi. Neytral bakterial proteinaza preparati

sifatida «Novozayms» firmasini Protosubtilin G20X va Neytraza preparatlaridan foydalaniladi.

Zamburugʻli proteinazalarning ustunligi ularda ekzopeptidazalarning faolligi yuqori boʻlishi va bu faollik tufayli xamir tayyorlashda aminokislotalarning miqdorini koʻpayishi hisoblanadi. Uning texnologik ahamiyati katta, aminokislotalar zamburugʻlarni oziqlanishi uchun xizmat qilishi bilan birga, non-bulka mahsulotlarini pishib etilishi jarayonida melanoidalarning hosil boʻlishini jadallashtiradi va bu esa mahsulotning yoqimli rang va yoqimli hidga ega boʻlishini taʼminlaydi. Bunda tarkibida faol proteinazalar bilan birga amilazalarning ham boʻlishi yaxshi samaraga ega boʻladi.

Lipazalar.

Yaqin orada non pishirish sanoatida lipaza (K.F.3.1.1.3: 3-Asilglitserol-Asilgidrolaza) dan foydalanish yoʻlga qoʻyilgan. Bu ferment 3-Asilglitseridlarni yogʻ kislotalari, mono- diglitseridlarga aylantiradi va ular oʻz navbatida emilsiyalovchi xossaga, shuningdek xamirning strukturaviy komponentlari- oqsillar, kraxmal bilan kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega, bu esa tayyorlanayotgan xamirning xossasiga va tayyor mahsulotning sifatiga ijobiy taʼsir koʻrsatadi.

Lipopan ferment preparatini qoʻllaganda kleykovinani sifati yaxshilanadi, tayyor mahsulotning hajmi oshadi, uning yumshoq qismini strukturaviy-mexanik xossasi yaxshilanadi, samarali yaltiroqlikka ega boʻladi va qotib qolish jarayoni susayadi.

Non pishirish texnologiyasida zamburugʻ lipazasi bilan gidrolizlangan tarkibida 60-70 % triglitseridlar, 2,5 % monoglitseridlar, va 16 % diglitseridlar, hamda 9-10 % yogʻ kislotalari boʻlgan moydan foydalaniladi. Ular xamirning fizik xossalarini yaxshilab, bijgʻish jarayonini jadallashtiradi va tayyor mahsulotni qotib qolishini susaytiruvchi samaraga ega boʻladi.

Uning struktura komponentlarini biokimyoviy modifikasiyalashda fosfolipazalardan foydalanish yaxshi samara beradi. Bu fermentdan foydalanganda sirt tarangligi-faol xossali komponentlar hosil boʻladi.

Oksidlovchi-qaytaruvchi fermentlar.

Proteolitik fermentlar kabi bu fermentlar xamirning reologik xossalarini boshqarishda foydalaniladi. Ularning yordamida proteolitik

fermentlarning ta'siriga qarama-qarshi ta'sir: oqsillarning SH-guruhlarini oksidlanishi tufayli qo'shimcha ravishda disulfid bog'lar hosil bo'lishi evaziga kleykovinaning barqarorlashuvi yuz beradi.

Oksidlovchi agentlar sifatida tizimda oksidlanish-qaytarilish fermentlari ishtirokida hosil bo'lgan birikmalar qatnashadi. Sulfoguruhlarning oksidlanishi nofermentativ kimyoviy

reaksiya tarzida yuz berishi mumkin. Kleykovinani barqarorlashuvi samarasi uning proteolitik faolligini pasayishi orqali oshadi, u proteazalarning faollovchisi glyutationning nofaol shaklga o'tishiga bog'liq.

Asta-sekin oksidlovchi-qaytaruvchi fermentlar non pishirish amaliyotidan kaliy bromat kabi anorganik oksidlovchilarni siqib chiqaraboshladi.

Lipogenaza (K.F.1.13.11.12: lipoleat : kislorodoksireduktaza) ta'sirida to'yinmagan yog' kislotalarining gidroperoksidlari hosil bo'ladi, ular keyinchalik boshqa birikmalar, xususan, oqsillarni sulfogidril bog'lar, shuningdek karotinoid pigmentlarni oksidlaydi, bu esa xamirni oqarishini ta'minlaydi.

Sistemada askorbin kislotaning mavjudligi uning degidroaskorbin kislotaga aylanishiga sababchi bo'ladi, u esa oqsillarning sulfogidril guruhlarini oksidlanishida muhim rol o'ynaydi. O'z navbatida bu muhitdagi mavjud lipogenazani ta'sirini kuchaytiradi.

Lipogenaza uchun erkin yog' kislotalari substrat vazifasini bajaradi, shu sababli xamir reseptiga tarkibida yog' bo'lgan lipaza preparatini qo'shish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Glyukozooksidaza (K.F.1.1.3.4: β -D-glyukoza:O₂ oksireduktaza) dan katalaza (K.F.1.11.1.6: H₂O₂ : H₂O₂ - oksireduktaza) bilan birga kompleks holda foydalaniladi.

Glyukooksidaza ta'sirida glyukoza oksidlanishidan glyukon kislotaga va faol oksidlovchi – vodorod peroksidi hosil bo'ladi. Oshiqcha miqdorda bo'lgan va oksidlanish jarayonlarida ishtirok etmaydigan vodorod peroksidi katalaza ishtirokida vodorod va suvgacha parchalanib tizimdan chiqariladi. Glyukooksidazaning oksidlovchi ta'siri askorbin kislotaga mavjudligida kuchayadi, u vodorod peroksidi ishtirokida degidroaskorbin kislotaga oksidlanadi.

Glyukooksidazali tizim glyukoza mavjudligida faol bo'ladi, glyukoza esa saxaroza va maltozani achitqi fermentlari invertaza va maltazalar ishtirokida gidrolizlanishidan hosil bo'ladi. Shu sababga ko'ra achitqining faolligi yuqori bo'lganda glyukooksigenazadan

foydalanish yaxshi samara beradi. Maltozani muhitdagi miqdorini oshirish uchun unga zamburug`ning (maltogen) á-amilazasini kiritiladi.

Oqsillar molekulasidagi sulfogidril guruhlarni oksidlanishiga ular bilan birikkan ksilanlar to`siq bo`ladi. Bu to`siqdan xolis bo`lish uchun ksilanazalardan foydalaniladi.

Shu yo`sinda: glyukooksidaza + katalaza + askorbin kislotasi + zamburug` á-amilazasi + ksilinaza tizimi hosil bo`ladi. Bunga bakterial á-amilazasini ham qo`shganda nonning erta qotib qolishini oldi olinadi.

Komponentlarni xamirga quyidagi tartibda: achitqining fermentativ suspenziyasiga shakar, askorbin kislotasi, glyukooksidaza va katalaza preparatlari hamda alohida olingan amilaza va ksilanazalar qo`shib aralashtirish tavsiya qilinadi. Bu kompozitsiyadan intensiv texnologiya asosida xamir tayyorlashda foydalaniladi. Non pishirishda fermentlar kompleksidan foydalanish faqat askorbin kislotani o`zidan foydalanishdagi nazoratga nisbatan nonning umumiy hajmini 33-34 %ga, g`ovakligini 3-4 martaga, yumshoq qismini siqilish ko`rsatkichini 40-41%ga oshiradi.

Lipogenaza va glyukooksidazadan foydalanishga oid oksidlanuvchi tizimli nonvoylik sanoatini yaxshilovchi preparatlar kompleksi (Fortuna, Topaz, Shans, Multenzim va boshqalar) ishlab chiqilgan. Ularning tarkibida Glyukozim (glyukooksidaza+katalaza), Fungamil, Novamil, Pentopan (ksilanaza), Lipopan (lipaza), fermentativ faol soya uni (lipoksigenaza manbai) preparatlari, shuningdek askorbin kislotasi bo`ladi.

10.3 Vino tayyorlashda pentolitik ferment preparatlarini qo`llash.

Vino sanoatida qo`llaniladigan pektolitik, proteolitik va sitolitik ferment preparatlaridan foydalanish qorishmali ataladan vino mahsulotini ajralishini yaxshilaydi, vinoning turli xil loyqalanishlariga qarshilik ko`rsatib, uni stabillaydi, mahsulotning sifatini oshiradi.

Pektologik ferment preparati uzum solingan bunkerga to`g`ridan to`g`ri uzumning o`zini yoki uni maydalangandan keyin atalada aylantirib yaxshilab aralashtirilgan suspenziyasini fermentatorga kiritiladi. Bunda uzum po`stining preparat bilan kontakti 1,5-2 soat bo`lishiga erishish lozim.

Ferment preparati suspenziyasini kiritilishini aniq dozirovkasi har xil tipdagi maxsus dozatorlar yordamida amalga oshiriladi. Dozatorlar

bo'lmagan holda ferment preparatini qo'l o'lchami asosida kiritiladi. Muayyan tuman xududining va uzumning ma'lum na'vi uchun preparat dozasi aniqlashni laboratoriya tajribalari asosida tanlab olinadi.

Pektologik preparatlarning dozasi uzum o'stiriladigan tumanning sharoitiga, uzumning na'viga, yilning kelishiga, texnologik ishlov berish sharoitlariga bog'liq holatda bir biridan farqlanadi.

Atalani po'st bilan kontakti uzoq muddatni (24 soat va undan ko'p)tashkil qilsa, minimal doza 0,017 % ni, hattoki 0,008% ferment preparati faolligini 3000 birlik/g ni tanlab olish kerak bo'ladi. Shampan va oshxona vinolarini tayyorlash maqsadida oq na'vli uzumlarga ishlov berishda 0,033-0,04% li (preparat faolligi 3000 birlik/g darjasiga keltirilgan) doza optimal hisoblanadi.

Pektologik ferment preparatlari uchun harorat optimumi 37-40°C ni tashkil qiladi. Lekin mazkur texnologik sxema bo'yicha fermentasiya vaqtida po'stni maxsus ravishda isitish talab qilinmaydi. Pektologik preparatlar 15-20°Cda ham samarali bo'ladi. Pektologik preparatlardan foydalanilganda atalani sulfitatsiya dozasi 100-150 mg/dm³ bo'lishi tavsiya qilinadi.

Qorishmali atala va uzum po'stini fermentasiyasi jarayonida uzum oqsillari va polipeptidlarini parchalanishi sodir bo'ladi. Bu jarayonlar xilma xil tabiiy proteolitik ta'sir asosida yuz beradi. Buning natijasida uzumning eruvchi proteinlari bir necha marta kamayib ketadi. Uzum atalasi va po'stini fermentasiya jarayonini tabiiy proteolizini jadallashtirish uchun muhitga mag'or zamburug'i *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus awamori* lardan ajratib olingan ferment preparatlarini qo'shiladi.

Atala va vinoni oqsildan xolis qilish maqsadida fermentativ uslubdan samarali foydalanish mumkin. Shu maqsadda reaksiyon muhitga 100 mg/dm³ hisobidagi sulfitatsiyadan keyin proteolitik ferment preparatini 0,0005% li miqdorda kiritiladi. Atala tingandan keyin cho'kmadan ajratilib bijg'itiladi. Olingan vino mahsulotlar tarkibida oqsillarning miqdori juda kam bo'ladi, bu esa ularni stabilligini ta'minlaydi. Uzum po'stiga preslashning va oldindan ishlov berishning qator afzalliklari bor, chunki: ferment preparatlari uzum po'stini preslanishini osonlashtirishi, atala miqdorini oshiradi, tinishini tezlashtiradi, kolloid holda loyqalanishini susaytiradi.

Tozalangan uzumli atalaga toza ferment preparatini kiritganda uzumning oqsili, pektini va boshqa polisaxaridlarini gidrolizi tezlashadi,

natijada atala-xomashyo chiqimi 10-20 % ga ko'payadi; atalani filtratsiya tezligi kuchayadi.

Ferment preparatlari uzum, atala yoki uzum po'sti massasiga nisbatan (ferment preparatini faolligini e'tiborga olgan holda) 0,0005 dan 0,03% gacha dozada qo'llaniladi.

Uzum atalasiga pektolitik ferment preparatlari yordamida ishlov berishda metil spirtning miqdori biroz oshib ketadi, shu sababli konyakli vino mahsulotlar ishlab chiqarishda bu texnologiyadan foydalanib bo'lmaydi. Sitolitik ferment preparatlari sellyuloza va gemisellyulozani parchalaydi va uzum atalasi miqdorini oshiradi.

Uzumga ishlov berganda va vino tayyorlash jarayonida uzum va achitqi fermentlari vino tayyorlashning barcha biotexnologik jarayonlariga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Bunda ayniqsa vino hosil bo'lish stadiyasida, ya'ni bijg'ishi jarayonida bu xil ta'sir juda kuchli bo'ladi. Shu sababga ko'ra oldinga qo'yilgan maqsadga bog'liq holda(u yoki bu xil vino olish uchun) vino tayyorlovchi bu jarayonni ferment faolligini susaytirish (oshxona yoki shampan vino masuloti tayyorlashda) yoki, aksincha, ularning faolligini stimullash(yuqori darajadagi ekstraktiv vino tayyorlashda) orqali boshqarish mumkin bo'ladi.

Uzum atalasida oksidlovchi fermentlarning miqdori ko'p bo'lsa, vinoni malla ranga kiritadi. Bunday payitda vino tayyorlovchi maxsus: sulfitatsiyalash, bentonit bilan ishlov berish, pasterizasiya qilish kabi choralarni ko'rish lozim bo'ladi.

Fermentativ jarayonlarning bijg'ish davri alohida biotexnologik ahamiyatga ega bo'ladi. Bunda asosiy mahsulot (etil spirti, karbonat anhidrid) bilan bir qatorda achitqining ferment tizimi ta'sirida ikkilamchi va qo'shimcha chikindi mahsulotlar ham hosil bo'ladi. Bu moddalar va birikmalarning hammasi vinoning organoleptik sifat ko'rsatkichlarini shakllanishida, umumiy xushbo'y hidlilini yuzaga chiqishida muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Vino sanoatida uzum atalasi hajmini oshirish uchun sitolitik ferment preparatlaridan foydalaniladi. Uzum po'stini bu xil ferment preparatlari bilan optimal 40°C da ishlov berish uzumdan ajraladigan atalarni ko'paytiradi, tinishini tezlashtiradi, polisazaridlarning gidrolizlanishi tufayli atala tarkibidagi shakarning miqdorini oshiradi.

Vino tayyorlashda proteolitik ferment preparatlarini qo'llash tayyor vino mahsulotini oqsilli loyqlanishini oldini olishga qaratilgan. Uzum atalasi, vinomaterial va vinoga proteolitik ferment preparatini kiritish oqsil moddalarini gidrolizlanishiga va undagi amin azotini

miqdorini ortishiga olib keladi. Bu xilda ishlov berish vinoni oqsilli loyqalanishga nisbatan chidamliligini ta'minlaydi. Vino tayyorlashda vino proteolitik fermentlar yordamida ishlov berishni isitish asosida amalga oshirish vino tayyorlashning biokimyoviy samaradorligini oshiradi.

10.4. Pivo tayyorlash sanoatida fermentlardan foydalanish.

An'anaviy texnologik sxema asosida pivo tayyorlash uchun zarur bo'lgan fermentlar g'alla xomashyoni o'stirish, unga ishlov berib, ekstraksiyalanuvchi moddalarni eriydigan holatga keltirilishi jarayonida hosil bo'ladi. Pivo tayyorlash texnologiyasi bo'yicha g'alla xomashyoni o'stirish jarayonida ishtirok etadigan asosiy fermentlar jumlasiga:

-amilolitik fermentlar(bakterial Alfa-amilaza, Amilorizin, Glyukoamilaza) kraxmalni suyultiruvchi va shakarlashtiruvchi;

-proteolitik ferment (Proteaza) lar g'alla oqsillarini molekulyar og'irligi past bo'lgan peptidlar va erkin aminokislotalargacha parchalovchi;

-sitologik ferment (Sellyulaza) lar nokraxmal tabiatli polisaxaridlarni gidrolizlovchi, don endospermasini erituvchi (ularning ishtiroki tufayli muhitda paydo bo'lgan tegishli substratlarga amilaza va proteinazalarning ta'siri kuchayadi) larni kiritish mumkin.

Yuqorida qayd qilingan jarayonlarning har biri ma'lum ketma-ketlikda va to'lig'icha amalga oshsagina filtrlanish, aralashmaning bijg'ishi, pivoning shaffoflanishi, shuningdek uning fizik-kimyoviy xossa (ko'piklanish, uzoq muddatga saqlanish xususiyat)lari va tayyor mahsulotning ta'm sifatlarining me'riy bo'lishi ta'minlanadi.

Bu jarayonlarda mikroblarning ferment preparatlari(amilorizin, amilosubtilin, protorizin) dan foydalanish arpaning bijg'imagan komponentlarini bijg'itish, jarayonni jadallashtirish, xomashyodagi foydali komponentlarni saqlanishiga erishish, umuman olganda pivo ishlab chiqarishningyuqori darajadagi rentabiligi ta'minlanadi.

10.5. Qandolat sanoati va mevalar , rezavor mevalar va sabzavotlarni qayta ishlashda fermentlardan foydalanish.

Qandolat sanoatida fermentlardan foydalanish.

Bu xil ishlab chiqarish sanoati un mahsulotidan va shakar mahsulotidan foydalaniladigan guruhlariga bo'linadi. Un mahsulotidan foydalanish guruhiga: pechene,galet, kreker, vaffli, keks, pirojnyy, rulet

va tortlar kiradi. Shakar mahsulotidan foydalanish guruhiga esa: kakao-kukuni, shokolad, konfet, karamel, marmelad, pastila, iris, xolva va boshqalar kiradi.

Achitqi yordamida un mahsulotlaridan foydalanish asosida galet, kreker, kekslarni ishlab chiqarishda asosan proteolitik ta'sirga ega bo'lgan tarkibida alfa-amilaza bo'lgan kompleks preparatlar qo'llaniladi. Bu fermentlarning birgalikdagi ta'siri achitqini achiydigan shakarlar va past molekularli azotli moddalar bilan ta'minlanishiga sababchi bo'ladi.

Konfetlarning ichki qismi uchun shirali aralashmalar va mevali ichimliklar shiralarini tayyorlashda invertaza fermentidan foydalaniladi. Invertazaning zaruriyati yarim yumshoq yoki suyuq konsistensiya holatdagi mahsulot olinganligi sababli yuzaga chiqadi. Invertazaning ta'sirini kuchaytirish yoki susaytirish uchun kiritiladigan preparatning konsentratsiyasini suv miqdorini va xarorat darajasini oshirish yoki pasaytirish yo'li amalga oshiriladi.

Mevalar, rezavor mevalar va sabzavotlarni qayta ishlashda qo'llaniladigan fermentlar

Mevalar, rezavor mevalar va sabzavotlarni qayta ishlashda zamonaviy asbob-uskunalar va jihozlardan foydalanish qatori ularga ishlov berishda fermentlardan samarali foydalanish xomashyodan ko'proq mahsulotni ajratilishiga, chiqimning kamayishiga, ishlab chiqarishni va uning unumdorligini oshirishga olib keladi. Bunda ba'zi holatlarda kompleks ferment preparatlaridan foydalanishga va boshqa holatlarda individual ferment preparatlaridan foydalanishga to'g'ri keladi.

Tayyorlanadigan mahsulotning xususiyatiga va ko'zlangan maqsadga muvofiq fermentlarni oltita guruhga bo'lish mumkin bo'ladi:

1. Shaffof shirali, katta hajmda, yuqori darajadagi ekstraktivlikda bo'lgan mahsulot olish uchun **pektinazadan** foydalaniladi.

2. Shaffof shirali, katta hajmda, yuqori darajadagi ekstraktivlikda bo'lgan mahsulot olish va pektin va oqsil moddalarini to'liq gidrolizini taminlash uchun pektinaza, pektinliaza, nordon proteazalardan foydalaniladi.

3. Chiqimini oshiruvchi va ichimlik shirasi gomogenligini oshiradigan tavsifga ega bo'lgan meva to'qimasini maseratsiyalovchi fermentlar sifatida **pektinliazadan** foydalaniladi.

4. Vino mahsulotlarini shaffoflash. Chiqim ko'rsatkichi vavinoning ekstraktivligini oshirish maqsadida pektinaza, glyukoamilazalardan foydalaniladi.

5. Noalkogol mahsulotlar, vino va har xil shinni mahsulotlari ishlab chiqarishda okidlovchi-qaytaruvchi jarayonlarni va aerob mikroorganizmlarni rivojlanishini oldini oluvchi Glyukoooksidazadan foydalaniladi.

6. Noalkogol mahsulotlar, vino va har xil shinni mahsulotlari ishlab chiqarishda mevai shiralarini inversiyalash maqsadida Invertazadan foydalaniladi.

10.6. Go'sht va baliq mahsulotlarini qayta ishlashda fermentlardan foydalanish

So'ngi yillarda go'sht va baliq mahsulotlarini qayta ishlov berishda ferment preparatlaridan keng foydalanilaboshlandi. Bu fermentlarning go'sht va baliq to'qimalarida maxsus biologik faol moddalar: organik kislotalar, bakteriosidlar, fermentlar, vitaminlarni hosil qilishi bilan bog'liq. Bu esa tayyor mahsulotning sanitariya-mikrobiologik. sifatini ko'rsatkichlarini yaxshilash, shuningdek ishlab chiqarish jarayonini jadallashtirishga sababchi bo'ladi.

Fermentativ uslublar go'shtning sifatini oshirish, iste'molchilarning talablarini to'laroq qondirish va xomashyoni qayta ishlab chiqarish darajasini oshirish imkonini beradi. Go'sht sanoatida ikkita yo'nalish mavjud bo'lib, ulardan birinchisi- tenderizatsiya, ya'ni qattiq go'sht massasini yumshatish va ikkinchisi- past sifatli yangi go'sht xomashyoni yuqori sifatliga aylantirishdan iborat.

Odatda go'sht mahsulotlari va kulinariyada asosan oqsillarni parchalovchi (Proteaza, Kollagenaza), shuningdek mahsulotning sifatini oshirish maqsadida oqsillarni "tikilishini ta'minlovchi" (Transglutaminaza) fermentlardan foydalaniladi. Keyingi yillarda go'sht mahsulotlarini sifatini yaxshilash maqsadida an'anaviy fermentlardan foydalanish yo'lga qo'yilmoqda. Bunda ma'lum tuzilmaga, talab darajasidagi ta'm va xushbo'y xidga ega bo'lgan go'sht mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun lipazalar, glutaminazalar, proteazalar va peptidazalardan foydalanilmoqda.

11. FERMENTLARNING VA FERMENT PREPARATLARINING CHORVACHILIK VA VETERINARIYA MEDITSINASIDA QO‘LLANILISHI.

So‘ngi yillarda qishloq xo‘jaligining chorvachilik sohasida yangidan yangi muvaffaqiyatlarga erishish, chorva mollarini sog‘lomligini ta‘minlash, ulardan olinadigan mahsulotlarning sifat va miqdor ko‘rsatkichlarini oshirish, aholining salomatligi, umrboqiyiligiga erishish borasida fermentlardan samarali foydalanishni keng yo‘lga qo‘yish veterinariya meditsinasining rivojlanishi tufayli yangi istiqbolli yo‘nalishga aylandi. Bu istiqbollari yo‘nalishlar jumlasiga:

- chorva hayvonlarini oziqlantirishda ularning ratsioni tarkibidagi oziqaviy komponentlar(oqsillar, karbonsuvlar va lipidlar)ni to‘laroq o‘zlashtirilishiga erishishga oid tadbirlarda ferment preparatlaridan samarali foydalanish;

-chorva hayvonlarini infeksiya, invazion va boshqa xil kasalliklarini tashxislash, davolash va oldini olishga oid ishlarni amalga oshirishda fermentlardan foydalanish;

-aholi salomatligini ta‘minlashda, veterinariya va chorvachilik bilan bog‘liq bo‘lgan sohalarga oid tadbirlarning samaraligini amalga oshirish jarayonlarida ferment preparatlaridan foydalanish lozimligini kiritish mumkin.

11.1. Fermentlarning chorvachilikda qo‘llanilishi

Chorvachilikda ferment preparatlaridan ratsion tarkibidagi komponentlar (oqsillar, karbonsuvlar, lipidlar va h.k.z.lan)ni oziqaviy samaradorligini oshirishda foydalanilish sohaning yaxshi o‘rganilmagan jihati hisoblanadi. Oziqa tarkibiga juda ham kam miqdorda qo‘shib beriladigan bu xildagi enzimatik preparatlar organizm tomonidan ishlab chiqariladigan fermentlarni o‘rnini to‘ldiradi va natijada oziqa tarkibidagi komponentlarni parchalanishini jadallashtiradi va ularning to‘liqroq o‘zlashtirilishini ta‘minlaydi.

Chorvachilikda qo‘llaniladigan ferment preparatlari ma‘lum talablarga javob berishi talab qilinadi, xususan:

- ular mineral moddalar va vitaminlar hamda oziqa aralashmasida bo‘lgan boshqa komponentlar bilan o‘zaro mutanosiblikda bo‘lishi;
- omborxonada saqlashda faolligini yo‘qotmasligi;
- boshqa biofaol moddalar bilan yaxshi aralashuvi;
- xavfsizligi;

-o'zlashtirilish darajasini va oziqaning konversiyalanishini oshirishi;

-ratsionning oziqaviy va energetik qiymatini oshirishi;

-hayvonning fiziologik holatini yaxshilanishi va ximusning qayshqoqligini pasaytirishi;

-hayvonlarning o'sish darajasini kuchaytirishi;

-oziqa ratsionining arzonlashtirishi;

-qo'shilgan ferment preparati g'allasimonlarning oqsil tabiatli ingibitorlari ta'sirida ingibirlanmasligi;

-kuchli barqarorlikka ega bo'lib, o'z faolligini 80⁰ S da 5-10 daqiqa oralig'ida yo'qotmasdan, granulashtirish jarayonida ham faolligini saqlab qolishi.

Asosan chorvachilik amaliyotida eng ko'p foydalaniladigan fermentlar jumlasiga va ularning ta'sir doirasiga quyidagilar kiradi:

-Fitaza - organizmda fosfor, magniy, kalsiy, aminokislotalar, protein va boshqalarni o'zlashtirilishini oshiradi.

-Proteaza – proteinni peptidlar va aminokislotalargacha parchalanish samaradorligini oshiradi.

-Amilaza – g'alla tarkibidagi kraxmalni dekstrinlar va shakarlargacha parchalanishida ishtirok etadi.

-Beta-glyukonaza – betaglyukanlarni parchalanishini ta'minlaydi, ular g'allasimon ekinlar tarkibida bo'ladi.

-Sellyulaza – sellyulozani past molekullari karbonsuvlarga va glyukozagacha parchalaydi.

-Ksilanaza – arabanlar va ksilanlarni past molekullari hosilalar ksiloza va arabinozagacha parchalaydi.

Bu fermentlarning har biri ratsion tarkibidagi komponentlarni oziqa qiymati oshirishni ta'minlaydi va samarali ravishda chorva mollari ratsionlarini tuzishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

11.2. Fermentlarning veterinariya meditsinasi sohasida qo'llanilishi.

Ma'lumki, organizm yuqori darajada rivojlangan biologik tizim hisoblanadi, unda bir vaqtning o'zida minglab biokimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi. Bu jarayonlar o'ta murakkab va ular o'z o'zidan yuz bermaydi. Aynan bu jarayonlarning sodir bo'lishi fermentlar ta'siri tufayli amalga oshadi. Ular hayotiy jarayonlarni boshqarilishida ishtirok etar ekan, organizmlarning tabiatga moslashuvi jarayonida shakllangan

genetik dasturga muvofiq ravishda va ma'lum ketma-ketlikda yuz berishini ta'minlaydi.

Enzimodiagnostika(Enzimotaxshlash).

Sog'lom organizmda uning qon zardobi oqsillari ma'lum bir doimiylik darajasida bo'ladi, patologik holatda bo'lganda esa, har xil to'qimalar hujayralarining po'stlari shikastlanishi tufayli tizimli qon oqimidagi fermentlarning miqdori oshadi. Shu sababli qonning fermentativ tarkibini tadqiq qilish uslublaridan tibbiy va veterinariya amaliyotida keng foydalaniladi. Qon tarkibidagi fermentlarning sifatiy va miqdoriy tahlil qilish natijalari yordamida ko'p kasalliklarni dastlabki va yakuniy tashxislashda, kasallikning og'irlik darajasini baholashda, davolashning samarali yo'lini tanlashda va sog'lomlashtirish darajasini aniqlashda foydalaniladi.

Odam va hayvonlarning biologik suyuqliklarida fermentlar faolligini aniqlash asosida kasallikni **tashxislash-enzimodiagnostika** deyiladi. Enzimodiagnostikani tamoillari quyidagilarga asoslangan:

-hujayralar shikastlanganda qonda yoki boshqa biologik suyuqliklar (masalan: siydik) da hujayra ichi fermentlarini konsentratsiyasi oshib ketadi;

-ajralib chiqqan fermentning miqdori uni qayd qilinishi uchun yetarli bo'ladi;

-hujayralar shikastlanganidan biologik suyuqlikka ajralib chiqqan fermentlarning faolligi talay muddatlarda stabil bo'ladi va me'yoriy ko'rsatkichdagidan farqlanadi;

-qator fermentlar asosan yoki mutloq ravishda maxsus organlardagina uchraydi(organomaxsuslik);

-qator fermentlarning hujayra ichi lokalizatsiyasida farqli jihatlar mavjud.

Enzimodiagnostikaning zamonaviy rivojlanishi ikki yo'nalishda amalga oshmoqda:

1. Birinchi yo'nalish – bu fermentlar yordamida qon zardobi, siydik, oshqozon shirasi va boshqalar (masalan: glyukoza, oqsil yoki boshqa moddalarning) tarkibida uchraydigan va uchramaydigan kimyoviy birikmalarning sifat va miqdoriy ko'rsatkichlarini aniqlash.

2. Ikkinchi yo'nalish – bio-fiziologik, patologik holatlarda suyuqliklar tarkibidagi fermentlarning o'zini sifat va va miqdoriy ko'rsatkichlarini aniqlash. Qator fermentlar hujayralarning shikastlanishi (ya'ni "nekrotik fermentlar") tufayli qon zardobida paydo bo'ladi.

Organlar va to'qimalarning organik va funksional shikastlanishlarini tashxislashda klinik amaliyotda alohida fermentativ testlardan foydalaniladi, ular o'ta yuqori darajadagi sezuvchanlikka va maxsuslikka ega. Fermentlar (va izofermentlar) ning miqdoriy ko'rsatkichlarini asosan qon zardobi (kamdan-kam siydik, shuningdek bioplatlar)da aniqlashga asoslangan 20 ga yaqin testlar ishlab chiqilgan. Ular orasida gepatit, miokard infarkti, buyrak, oshqozon osti bezi, jigar va boshqa kasalliklarini tashxislashda foydalanilinish imkoniyatlari mavjud.

Fermentlarning o'ta maxsusligi uchun ulardan diagnostikasa, ya'ni tashxislash maqsadlarida keng foydalaniladi. Klinik biokimyoning bir bo'limi enzimologiya bo'lib, u patologik holatlarda organizmning ferment spektri va faolligini o'rganadi. Masalan, parenximpatoz tavsifli sariq kasalda *alaninaminotransferaza*, mexanik sariq kasalda *ishqoriy fosfataza*, oshqozon osti kasalliklarida- *amilaza*, jigar patologiyasida va miokardda-*laktatdegidrogenaza* va *minotransferazalarning* qon zardobi tarkibidagi faolligi keskin oshib ketadi.

Klinik amaliyotda tashxislash maqsadida aspartataminotransferaza (ACT), alaninaminotransferaza (ALT), amilaza, gamma-glutamiltanspeptidaza, Kreatinkinaza (KK) va boshqalardan keng foydalaniladi.

Fermentlar orasida aspartataminotransferaza (AST), alaninaminotransferaza (ALT), laktatdegidrogenaza (LDG), nordon va ishqoriy fosfataza, gamma-glyutamiltanspeptidaza (gamma-GTP) va alfa-amilazalaridan kengroq foydalaniladi. Bu fermentlarning qon zardobidagi faolligi sog'lom organizmda yo umuman kuzatilmaydi yoki uncha yuqori bo'lmaydi. Bu fermentlar orasida ayniqsa laktatdegidrogenazaning elektroforetik tahlilda yurak, buyrak, jigar va mushaklarda uchrovchi izoferment ko'rinishlarida bo'lishi tashxislashda va davolash tadbirini samaradorligini aniqlashda qo'l keladi. Xususan, besh xil izoferment (LDG₁, LDG₂, LDG₃, LDG₄, LDG₅)lardan yurak mushaklari va buyraklarda LDG₁, LDG₂ lar ko'proq miqdorni tashkil qilsa, jigar va skelet mushaklarida LDG₄, LDG₅ larning miqdori ko'proq bo'ladi. Qon tarkibida bu izofermentlarning faolligini oshishiga qarab bu organlardagi patologik holat to'g'risida xukm chiqarish mumkin bo'ladi.

Enzimoterapiya.

Fermentlardan terapevtik maqsadlarda foydalanish, ularning yuqori darajadagi immunogenligi tufayli ma'lum darajada cheklangan. Shunga qaramasdan enzimoterapiyaning quyidagi yo'nalishlari rivojlanib bormoqda:

- fermentlarning tanqisligi patologiyasida ular yordamida davolash;
- fermentlardan foydalanishni boshqa xil terapiya xili bilan birga kompleks ravishda ferment qo'shib davolashning samaradorligi ovqat hazm qilish tizimi kasalliklarida, ya'ni xazm qilish shiralarning taqchilligida yuqori bo'ladi.

Xususan, pepsin axiliyada, gipo- va anasid gastritlarda qo'llaniladi. Oshqozon osti bezi fermentlari ham asosan tarkibida bu bezning asosiy fermentlari (festal, enzistal, mezim-forte va boshqalar) bo'lgan preparatlar yordamida davolanadi.

Bugungi kunda enzimoterapiyaning quyidagi yo'nalishlarni rivoj lanmoqda:

- 1) faollikning tug'ma yoki patologik funksional taqchilligini bartaraf qilish;
- 2) nohayotiy tavsifli, denaturatsiyalangan strukturalarni, hujayraviy va to'qimaviy qoldiqlarni ajratish;
- 3) tromblar lizisi;
- 4) zararli o'smalarni kompleks terapiyasi;
- 5) organizmning detoksikatsiyasi.

Qator kasalliklar uchun terapevtik vosita sifatida fermentlardan foydalaniladi. Zamonaviy meditsinada har xil kasalliklarni davolashda ham ferment preparatlaridan keng foydalanish (*enzimoterapiya*)ni keng yo'lga qo'yilgan. *Gialuronidazaning* har xil tuzli eritmalarni so'rilishini kuchaytirishi, mukopolisaxaridlarni qutbsizlantirishi, to'qimalar va tomirlarning devorlarini o'tkazuvchanligini kuchaytirishi xususiatlari mavjudligi tufayli artritlarda, ko'z kasalliklarida keng foydalaniladi. Shuningdek, bu fermentni teri osti va mushak ichiga kiritish orqali kuyish va jarroxlik chandiqlarini (gialuron kislotasi biriktiruvchi to'qimani tikilishini ta'minlagani uchun) so'rilishini jadallashtirish maqsadida ham foydalaniladi.

Proteolitik fermentlar (tripsin, ximotripsin) o'lik hujayralar oqsillarini parchalash maqsadida iringli yaralarga ishlov berishda, nafas yo'llari shamollashi bilan bog'liq bo'lgan qon quyqumlari yoki qayishqoq ajratmalarni yo'qotishda qo'llaniladi. Ferment preparatlaridan trombozlarda ham keng foydalanilaboshlandi. Bu maqsadda keyingi

yillarda *fibrinolizin, streptoliza, striptodekaza, urokinazalar* keng qo'llanilmoqda. Onkologik kasalliklarni davolashda ham ferment preparatlaridan foydalanish yo'lga qo'yilgan. Xususan, bu maqsadda asparaginning katabolizmini katalizlovchi *asparaginaza* qo'llanilmoqda. Asparaginaza asparaginni sintezini katalizlovchi nomaqbul ferment asparaginsintetazaga nisbatan antileykotik ta'sirga ega ekanligi sababli leykozlarni davolashda foydalanilaboshlandi. Chunki leykoz hujayralar asparaginni o'zlari sintezlayolmaydi va uni qon plazmasidan oladi. Demak, qon plazmasiga asparaginaza kiritish yo'li bilan asparaginni parchalansa, leykoz hujayralarda asparagin tanqisligi yuzaga keladi va natijada hujayradagi metabolizm o'zgaradi va kasallikning rivojlanishi to'xtaydi.

Qo'l-oyoqlarning shamollash kasalliklarini davolashda esa *tripsin* preparatlarini antibiotiklarga qo'shib birgalikda beriladi. Shuningdek, ha'zi resperator kasalliklarni davolashda *pankreatik DNK-aza* dan, oshqozon-ichak yo'li kasalliklarini davolashda *pepsin, tripsin, ximotripsin* va ularning aralashmasidan foydalaniladi. *RNK-aza, gialuronidaza, elastaza, kollagenaza* fermentlari yaralarga ishlov berishda, shamollash o'chog'larini, kuyish asoratlarini, shishni, gematomalarni yo'qotishda qo'llaniladi. Ko'p yillar davomida fermentlarni toza holda ajratib olish o'ta qiyinligi, qimmatligi va barqarorligi sustligi tufayli qator kasalliklarni davolashda qo'llash imkoniyati cheklangan edi. Bu cheklanishlar immobillangan fermentlardan foydalanish yo'lga qo'yilishi natijasida olib tashlandi.

Bugungi kunda immobillangan fermentli kolonkadan substrat eritmasini uzluksiz o'tkazishga asoslangan jarayondan foydalanish imkoniyati paydo bo'ldi. Bunda reaksiyaga kirgan komponentdan fermentni ajratib olish muammosi yo'qolib, undan foydalanish samaradorligi oshdi. Fermentning immobillangan asos bilan birikkanligi, uning issiqlikka chidamliligini ham oshirishi ma'lum bo'ldi.

Bu xildagi ferment preparatlarini ta'siri va klinik amaliyotda qo'llanilishiga qarab uch guruhga bo'linadi:

-yarali-nekrotik jarayonlarda qo'llaniladigan: *tripsin, ximotripsin, ximopsin, ribonukleaza* va boshqalar. Ulardan yiringli va trofik yarali kasalliklarni davolashda, shuningdek nafas olish yo'llari kasalliklari (pnevmoniya, bronxitlar)ni davolashda, balg'amsimon ajratmalarni qo'zg'otish maqsadida foydalaniladi;

-fibrinolitik tavsifli ferment preparatlari: *fibrinolizin, streptoliza, urokinaza, trombolitin* bo'lib, ular yangi paydo bo'laboshlagan tromblarni eritish maqsadida qo'llaniladi;

-ovqat xazmi jarayonini yaxshilaydigan preparatlar: *pepsin, pankreatin, oshqozon shirasi, shuningdek festal, digestal, abomin* va h.k.z. kabilar kompleks preparatlar sifatida foydalaniladi.

Qayd qilingan guruh preparatlaridan tashqari tibbiy amaliyotda tarkibida ferment bo'lgan va boshqa farmakologik xossalarga ham ega bo'lgan dorivor moddalardan foydalaniladi. Ularni o'smalarga va virusga qarshi faollikka ega bo'lgan va yurak-tomir kasalliklarini davolashda samara beradigan xillarga bo'lish mumkin. O'smalarni davolashda avvallari o'simlik enzimlaridan, shuningdek hayvonlar va o'simliklar enzimlari kompleksidan foydalanilar edi, bugungi kunda bu maqsadda asosan asparaginaza qo'llaniladi. Sitoxrom *c* dan miyadagi qon aylanishini izdan chiqishini va koronar aterosklerozni, chaqaloqlarning afiksiyasini davolashda qo'llaniladi. Bu preparatning antigipoksantin samaraga egaligi va uni salbiy ta'siri yo'qligi tufayli to'qimani nafas olishini yaxshilashda foydalaniladi.

Keyingi paytda gidrolitik fermentlar(ko'pincha papain, bromelain, pankreatichk fermentlar selluloza bilan birgalikda)dan o't toshlarini eritishda muvaffaqiyatli ravishda foydalanilmoqda.

Zarurat tug'ilganda me'dada pH ko'rsatkichini 4,0 gacha oshirish maqsadida natriy bikarbonat yoki alyuminiy gidroksidini proteazazaga qo'shib foydalanish yaxshi samara beradi. Glikogenoz, lipidoz, mukopolisaxaridoz va boshqa «lizosomal» kasalliklarni odamlarning biologik suyuqliklari va to'qimalaridan ajratib olingan tegishli fermentlar yordamida davolashga oid urinishlar bo'lgan Xirurgiyada yumshoq to'qimalar, suyaklar(osteomilit va yiringli artritlar), o'pka va plevralar, sil kasalliklarida paydo bo'ladigan yiringli kasalliklarni davolashda hayvon va bakterial proteazalardan foydalaniladi.

Fermentativ terapiya travmatologiya va ortopediyada ham muhim ahamiyatga ega, bu xil davolash suyaklarning sinishi, paylar va mushaklarning tortilishini tezroq tuzalishiga olib keladi. Shunday qilib aytish mumkinki, xilma xil shamollash bilan bog'liq kasalliklarni davolashda proteazalardan foydalanish imkoniyatlari cheksizdir.

Immobilangan fermentlardan foydalanish

Immobilangan ferment deganda u yoki bu ferment preparatini fizik yoki kimyoviy yo‘l bilan qattiq asosga **bog‘lash (biriktirish)** yoki **polimer kapsulaga joylashtirish** tushuniladi.

Ko‘p yillar davomida fermentlarni toza holda ajratib olish o‘ta qiyinligi, qimmatligi va barqarorligini sustligi tufayli ularni qator kasalliklarni davolashda qo‘llash imkoniyatini cheklab keldi. Bu cheklanishlar immobilangan fermentlardan foydalanishni yo‘lga qo‘yilishi natijasida bartaraf qilindi. Immobilangan fermentli kolonkadan substrat eritmasini uzluksiz o‘tkazishga asoslangan jarayondan foydalanib ancha tozalikka ega bo‘lgan ferment preparatlarini ajratib olish imkoniyati paydo bo‘ldi. Bunda reaksiyaga kirgan komponentdan fermentni ajratib olish muammosi yo‘qolib, undan foydalanish samaradorligi oshdi. Fermentning immobilangan asos bilan birikkanligi, uning issiqlikka chidamliligini ham oshirishi ma‘lum bo‘ldi.

Keyingi yillarda immobilangan (qattiq asos bilan biriktirilgan yoki polimer kapsulaga o‘ralgan fermentlar)dan foydalanish keng tus olmoqda. Ularning ustunlik jihatlariga:

-fermentning reaksiyon muhitdan osongina ajralish xususiyati, bu esa undan takroran foydalanish imkonini berishi;

-mahsulotning boshqa fermentli chiqindidan xolisligi;

-fermentativ jarayonni uzluksiz ravishda davom ettirish imkoniyatining mavjudligi;

-fermentning barqarorligini oshishini kiritish mumkin.

Erigan fermentga nisbatan immobilangan fermentdan tibbiy preparatlar tarzida foydalanish qulay, chunki uning barqarorligi yuqoriligi sababli organizmda ko‘proq saqlanadi. Immobilangan fermentlardan dorivor modda sifatida foydalanish maxsus “sun‘iy buyrak” tipidagi apparatlaridan foydalanish asosida amalga oshirilaboshlandi. Davolashni shu yo‘sinda amalga oshirish organizm uchun yot oqsilning nomaqbul ta‘sirini yo‘qotadi va uni uzoq davom etuvchi muddatda amalga oshirish imkoniyatini beradi.

Shunday qilib, keyingi yillar tibbiyot va veterinariyada immobilangan fermentlardan keng foydalanish yo‘lga qo‘yildi. Xususan, glyukozooksidazadan glyukomer asbobi asosida tahlil o‘tkazishda, ureazadan “sun‘iy buyrak” asbobidan foydalanilinishda qo‘llaniladi.

ENZIMOLOGIYADAN TEST SAVOLLARI VA JAVOBLARI.

1. Enzimologiya tarkibiy qismi...
 - A. Botanikani
 - B. Mexanikani
 - D. Fizikani
 - E. Biokimyoni
2. «Katalizator» atamasini birinchi qoʻllagan olim.
 - A. Lavuazye
 - B. Gey-Lyussak
 - D. Vyoler
 - E. Berselius
3. Katalizning asosiy tamoyillari shakllangan davr
 - A. 18 asr.
 - B. 19 asr.
 - D. 20 asr.
 - E. 21 asr.
4. Enzim mavjud ...
 - A. Miyelinda
 - B. Mureinda
 - D. Plazmolemmada
 - E. Xitinda
5. Fermentativ faollik xos emas...
 - A. Prokariotlarga
 - B. Eukariot larga
 - D. Arxeylarga
 - E. Kefalinlarga
6. Enzimlarning kimyoviy tabiatini isbotlagan olim
 - A. Buxner
 - B. Fisher
 - D. Paster
 - E. Libix
7. Fermentni birinchi bor kristall holda ajratib olgan olim
 - A. Neyberg
 - B. Samner
 - D. Kyun
 - E. Bernar
8. Biologik katalizatorlar bu...
 - A. Pentozanlar

- B. Sterinlar
 - D. Oqşillar
 - E. Eykozanlar
9. Kompartmentalizasiya hujayrada.... ni mavjudligi bilan bogʻliq.
- A. Membrana
 - B. Sitol
 - D. Kislorod
 - E. Suv
10. Membrana tuzilmasiga.... kiradi
- A. Pektinlar
 - B. Gistonlar
 - D. Mitoxondriyalar
 - E. Vibriyonlar
11. Eukariotlarning sitozolida... fermentlari joylashgan
- A. Toʻqimaviy nafas olish
 - B. Yogʻ kislotalarini sintezlash
 - D. β – oksidlanish
 - E. Uch karbon kislotalari sikli
12. Mitoxondriyalar matriksida... yuz bermaydi.
- A. Piruvatni oksidlanuvchi dekarboksillanishi
 - B. Pirouzum kislotani sut kislotagacha qaytarilishi
 - D. Substratli fosforilirlanish
 - E. Sitratni sintezi
13. Ribozima.... deb nomlanadi
- A. Nukleotid tabiatli katalizatorlar
 - B. Ribozaning hosilasi
 - D. Vitaminlar
 - E. Glikoproteinlar
14. Fermentlar boʻlmaydi
- A. Hujayra yadrolarida
 - B. Goldji apparatida
 - D. Plazmatik membranalarda
 - E. Nafas olishda chiqariladigan havoda
15. Ferment manbai emas
- A. Oʻsimlik hujayralari devori
 - B. Hayvonlarning ichki organlari
 - D. Mikroorganizmlar kulturasi
 - E. Oʻsimlik shiralari
16. Fermentlarga xos...

- A. Reaksiyani tezlashtirish
 - B. Yangi reaksiyalar ni keltirib chiqarish
 - D. Reaksiyani o'rnini almashtirish
 - E. So'ngi mahsulot tarkibiga kirish
17. Hujayra fermentlari faolligiga bog'liq emas
- A. Plazmidli DNKga
 - B. Membrana fosfolipidlartga
 - D. Substrat konsentrasiyasiga
 - E. pH ga
18. Fermentlarni tozalashda ... dan foydalaniladi
- A. Qizdirish
 - B. Tuz bilan cho'ktirish
 - D. Yuqori samarali gaz -suyuqlik xromatografiyasi
 - E. Elektroliz
19. Oziq-ovqat sanoatida fermentlardan foydalanilmaydigan soha
- A. Oqsil sintezida
 - B. Ichimliklarni shaffoflantirish
 - D. Go'shtni yumshatish
 - E. Pishloq ishlab chiqarish
20. Sanoatda eng ko'p qo'llaniladigan fermentlar
- A. Transferazalar
 - B. Hidrolazadar
 - D. Sintetazalar
 - E. Liazalar
21. Nooqsil katalizatorlardan farqli o'laroq fermentlar...
- A. Samaraliroq
 - B. Mahsusligi kamroq
 - D. Tizimda muvozanatni buzadiganroq
 - E. Termostabilroq
22. Ba'zi... molekulari fermentlar hisoblanadi
- A. Aminokislotalarning
 - B. Peptidlarning
 - D. Oqsillarning
 - E. Lipidlarning
23. Hamma fermentlar..... tuzilmaga ega emas
- A. Birlamchi
 - B. Ikkilamchi
 - D. Uchlamchi
 - E. To'rtlamchi

24. Fermentning faol markazi
- A. Molekulani markazida joylashgan
 - B. Koferment deb nomlanadi
 - D. Apoferment hisoblanadi
 - E. Aminokislotalar qoldig'idan va prostetik guruhdan tashkil topgan
25. Kontakt uchastkada yuz bermaydi...
- A. Substratning birikishi
 - B. Substrat molekulasining oriyentatsiyasi
 - D. Substratning kovalent modifikatsiyasi
 - E. Substratning yaqinlashuvi
26. Katalitik uchastkada ...
- A. Allosterik effektorlar ta'sir etmaydi
 - B. Mahsulot hosil bo'ladi
 - D. Ferment regeneratsiyalanadi
 - E. Koferment modifikatsiyalanadi
27. Allosterik markaz...
- A. Faol markazga yaqin
 - B. Faol markazdan chetda
 - D. Substrat bilan birikadi
 - E. Reaksiya tezligiga ta'sir etmaydi
28. Koferment – bu...
- A. Fermentning oqsil qismi
 - B. Faol markazning past molekulyar komponenti
 - D. Fermentning boshqaruv uchastkasi
 - E. Fermentning nofaol shakli
29. Katalizator ...
- A. Muvozanat konstantasiga ta'sir etadi
 - B. Bir faol markazda to'g'ri va teskari reaksiyalar ni tezlashtiradi
 - D. Reaksiya mahsulotlari bilan ta'sirlanadi
 - E. Faollanish energiyasini o'zgartirmaydi
30. Cheklangan proteoliz- bu ...
- A. Fermentlarni faollanish mexanizmi
 - B. Ma'lum haroratda kechadigan, reaksiya
 - D. Qisqa muddatdagi reaksiya
 - E. Cheklangan substratlar yig'indisi bilan bo'ladigan reaksiya
31. Izofermentlar farqlanadi ...
- A. Bog'lanishlar izomeriyasi bo'yicha
 - B. Subbirliklar soni bo'yicha

D. Kataliz mexanizmi bo'yicha

E. Substrat mahsusligi bo'yicha

32. Izofermentlarga... ega emas

A. Organ maxsusligiga

B. Molekulyar tuzilishini bir xilligiga

D. Kinetik farqlanishga

E. Allosterik samarasi bilan

33. Izofermentlarga xos...

A. Organ maxsusligiga kinetik farqlanishga

B. Molekulyar tuzilishini bir xilligiga

D. Allosterik samarasi bilan

E. Kinetik farqlanishga.

34. Ferment va substrat molekulari o'rtasida bog' hosil

bo'lmaydi

A. Peptid

B. Vodorod

D. Elektrostatik

E. Gidrofob

35. Metallofermentlar substrat bilan ta'sirlanganda bog' ishtirok

etadi

A. Disulfid

B. Glikozid

D. Koordinasion

C. Murakkab efir

36. Profermentlar – bu...

A. Fermentlarning dastlabki nofaol xili

B. Denaturasiyalangan fermentlar

D. Ferment molekulasining fragmetlari

E. Nooqsil komponentlar

37. Qanday mahsuslik bo'lmaydi?

A. Nisbiy

B. Mutloq(absolyut)

D. Qisman yuqori darajadagi mahsuslik

E. Guruh

38. Nisbiy mahsuslikka ega bo'lgan fermentlar...

A. Mumkin bo'lgan reaksiyalar dan faqat bittasini katalizlaydi

B. Har xil kimyoviy reaksiyalar ni tezlashtiradi.

D. Faqat bir xil substrat reaksiyasini katalizlaydi

E. Harxil sharoitlarda har xil reaksiyalar ni katalizlaydi

39. Yuqori darajadagi mahsuslikka ega bo'lgan fermentlar
- A. Izotoplarni «farqlamaydi»
 - B. α va β – monomerlarga nisbatan sezgirlikni namoyon qiladi
 - D. Optik izomerlarni farqlamaydi
 - E. Effektorlar ta'sirida boshqarilmaydi
40. Fermentlarni tozalash... yuzaga siqaradi
- A. Molekulyar faollikni qisman yo'qolishini
 - B. Ikkilamchi tuzilmani o'zgarishini
 - D. Mahsuslikni o'zgarishini
 - E. Inhibitorlarga nisbatan sezgirlikni pasayishini

Fermentlarning ta'sir etish mexanizmi

41. Katalizator ...
- A. Faollanish energiyasini oshiradi
 - B. Faollanish energiyasini susaytiradi
 - D. Issiqlik samarasini oshiradi
 - E. Issiqlik samarasini susaytiradi
42. Ferment ta'sirini yuqori samaradorligi ... bog'liq
- A. Substrat adsorbsiyasiga
 - B. Ferment-substrat kompleksini hosil bo'lishiga
 - D. Tizimda erkin energiyaning hosil bo'lishiga
 - E. ΔS ning pasayishiga
43. Fermentativ reaksiyalar tezligi... bog'liq emas
- A. Dubstrat konsentratsiyasiga
 - B. pHga
 - D. Haroratga
 - E. Kofermentning molekulyar massasiga
44. Reaksiya ishtirokchilarini qaysi birisi qaytar hisoblanadi?
- A. E
 - B. S
 - D. ES
 - E. P
45. Ferment reaksiya tezligini... marta oshiradi
- A. 2
 - B. 10
 - D. 100
 - E. 10^{20}
46. Ferment-substrat kompleksi holati ... mos keladi
- A. Faollanish energiyasini ancha yuori darajasiga

- B. Faollanish energiyasini ancha past darajasiga
 D. Ancha yuqori ΔN ga
 E. Ancha yuori energetik baryerga
47. Mixaelis-Menten tenglamasi...
- A. Ferment ta'sirini substrat konsentrasiyasiga bog'liqligini ifodalaydi
 B. Reaksiyasini barcha bosqichlarini hisobga oladi
 D. Reaksiyasini ikkinchi-Ye va R hosil bo'lish bosqichini ifodalaydi.
 E. ES kompleksi hosil bo'lish bosqichini hisobga olmaydi
48. Mixaelis konstantasini qiymati ... teng
- A. Reaksi tezligiga
 B. To'g'ri va teskari reaksiyalar konstantalari nisbatiga
 D. Fermentning molekulyar faolligiga
 E. $v = V_{max} / 2$ dagi substrat konsentrasiyasiga
49. ES kompleksini dissosiasiya konstantasi...
- A. Ferment va substratning mosligi o'lchami
 B. Reaksiya tezligini aniqlaydi
 D. ES kompleksini qaytmas parchalanish bosqichini tavsiflaydi
 E. Reaksiya mahsulotiga bog'liq
50. Xoldeyn-Briggs tenglamasi...
- A. Hosil bo'layotgan mahsulotlarni reaksiya tezligiga ta'sirini hisobga oladi
 B. Mixaelis-Menten qoidasiga qarama-qarshi ta'sirga ega
 D. Erkin Ye va R larni hosil bo'lishini e'tiborga olmaydi
 E. K_m ni e'tiborga olmaydi
51. Laynuiver-Berk tenglamasi fermentning ... aniqlash uchun qo'llaniladi
- A. Faolligini
 B. Reaksiya tezligini
 D. ES-kompleksini hosil bo'lishini
 E. K_m va V_{max} miqdoriy ko'rsatkichini
52. Biomolekulyar reaksiyalar da...
- A. Ferment va faollovchi ishtirok etadi
 B. Kimyoviy guruhlar bir birikmadan boshqalariga ko'chiriladi
 D. Yangi mahsulotlar sintezlanmaydi
 E. Bitta substrat o'zgarishga duch keladi
53. Bimolekulyar reaksiyalar jumlasiga... kirmaydi
- A. Sintez reaksiyalari

- B. Oksidlanish reaksiyalari
 D. Qaytarilish reaksiyalari
 E. Izomerizasiya reaksiyalari
54. Bimolekulyar reaksiyalar jumlasiga... kiradi
 A. Faqat oksidlanish reaksiyalari
 B. Faqat qaytarilish reaksiyalari
 D. Oksidlanish-qaytarilish, izomerizasiya reaksiyalari
 E. Inversiya
155. 1946 yilda kim tomonidan pepsin toza holatda ajratib olingan edi?
 K. A. Temiryazov tomonidan
 B. D. Nortrop tomonidan
 D. D. Samner tomonidan
 E. A. Braunshteyn tomonidan
56. 1926 yilda kim tomonidan ureaza fermenti kristal holatda ajratib olingan edi?
 A. E. Fisher tomonidan
 B. D. Samner tomonidan
 D. D. Nortrop tomonidan
 E. N. Ovchinnikov tomonidan
57. 1978 yilda DNK-polimeraza qaysi olim tomonidan toza holatda ajratib olindi?
 A. D. Nortrop tomonidan
 B. D. Samner tomonidan
 D. M. Nirenberg tomonidan
 E. N. Ovchinnikov tomonidan
58. Oqsil biosintezi tizimida triplet kodning ishtiroki kim tomonidan va qachon aniqlab berilgan edi?
 A. N. Ovchinnikov tomonidan va 1978 yilda
 B. D. Samner tomonidan va 1926 yilda
 D. M. Nirenberg tomonidan va 1961 yilda
 E. D. Nortrop tomonidan va 1946 yilda
59. Ferment konsentratsiyasi ...
 A. Reaksiya tezligiga ta'sir ko'rsatmaydi
 B. Reaksiya tezligigakuchli ta'sir ko'rsatadi
 D. Dastlabki reaksiya tezligiga bog'liq emas
 E. Km kattaligini belgilaydi
60. Dastlabki reaksiya tezligi ...
 A. Ferment miqdorini belgilaydi

- B. Ferment miqdoriga bog'liq emas
 D. Faqat substrat konsentrasiyasiga bog'liq
 E. Ks kattaligi bilan aniqlanadi.
61. pH ... ta'sir etadi
 A. Faol markazda funktsional guruhlarining ionizatsiyasi darajaschiga
 B. Reaksiyasini issiqlik samarasiga
 D. Faollanish energiyasiga
 E. Energetik to'siqqa
62. pH ... ta'sir etmaydi
 A. Proton-donor guruhlarga
 B. Proton-Aktseptor guruhlarga
 D. Katalitik qismning ionizatsiyasiga
 E. Faol markazning birlamchi strukturasi
63. Muhitning pH o'zgarishi... ga ta'sir etmaydi
 A. Substratning ionizatsiyasi
 B. ES kompleksi ionizatsiyasi
 D. Ferment denaturatsiyasi tezligi
 E. Reaksiyasini issiqlik samarasi
64. pH ning optimal kattaligi...
 A. To'g'ri va teskari reaksiyalar uchun hamisha bir xil
 B. To'g'ri va teskari reaksiyalar uchun farqlanishi mumkin
 D. Bir fermentning har xil substratlarga ta'sir etishiga doimo bir xil
 E. Har xil fermentlarning bir xil substratlarga ta'sir etishiga doimo bir xil
65. pH-barqarorlik – bu...
 A. Fermentning ma'lum vaqt chegarasida o'z faolligini saqlashiga tegishli, pH ko'rsatkichi
 B. Reaksiya tezligi maksimal tezlikda bo'lgan, pH ko'rsatkichi
 D. ES kompleksi barqaror bo'lgan, pH ko'rsatkichi
 E. Substratning muhit pH ni o'zgarishiga chidamlilik ko'rsatkichi
66. Fermentning pH barqarorligi ... ga bog'liq emas
 A. Preparatning shakli
 B. Fermentning tozalik darajasi
 D. Muhitning tarkibi
 E. Km
67. pH – bu...
 A. Vodorod ionlari konsentrasiyasiga teskari logarifmi

B. Protonlar soni

D. Gidroksil guruhlar soni

E. Ionlanish darajasi

68. Ko'p fermentlarning pH optimumi ...pH diapozonida bo'ladi

A. 1-5

B. 6-8

D. 9-11

E. 12-14

69. Pepsinning pH optimumi ... bo'ladi

A. 1,5-2,5

B. 3-7

D. 8-10

E. 11-14

70. Amilazaning pH optimumi ... bo'ladi

A. 1-4

B. 4,1-7,1

D. 7,2-7,4

E. 7,5-12

71. Nordon va ishqoriy fosfatazalar farqlanmaydi ...

A. pH optimumi bo'yicha

B. Lokalizatsiyasi bo'yicha

D. Katalizlaydigan reaksiya tipi bo'yicha

E. Faol markaz funksional guruhlarining ionizatsiyasi darajasi

bo'yicha

72. Ko'p fermentlar maksimal faolligini ($^{\circ}\text{C}$) harorat chegarasida namoyon

qiladi

A. 0-20

B. 25-35

D. 36-48

E. 50-100

73. Harorat ... ga ta'sir etmaydi

A. ES kompleksini parchalanish tezligi

B. Fermentning substratga mosligi

D. Reaksiya komponentlarini ionlanish jarayonlari

E. Apofermentning birlamchi tuzilmasi

74. Nukleotid tabiatli koferment qaysi?

A. NAD, NADF

B. FMN

- D. Glutation
 E. B₁ vitamini
75. Flavinli kofermentlarga... kiradi.
 A. FMN, FAD
 B. NAD, NADF
 D. Glutation
 E. B₂ vitamini
76. Tripsinning pH optimumi ...
 A. pH=1,5-2,5
 B. pH=6,8-7,2
 D. pH=8,1-9,5
 E. pH=4,8-5,2
77. Mutloq(absolyut) maxsuslikka ega bolgan ferment bu...
 A. Pepsin, arginaza
 B. Ureaza, arginaza
 D. Ureaza, tripsin
 E. Amilaza, lipaza
78. Nisbiy maxsuslikka ega bolgan ferment bu...
 A. Amilaza, lipaza
 B. Pepsin, arginaza
 D. Ureaza, tripsin
 E. Ureaza, arginaza
79. Optimum harorat... bog'liq emas.
 A. Fermentning termolabilligiga
 B. Muhitning pH ga
 D. Muhitning tuz tarkibiga
 E. Faollikni aniqlash uslubiga
80. Ferment preparatining termolabilligi ...
 A. Tozalash jarayonida pasayadi
 B. Substrat ta'sirida o'zgarmaydi
 D. Fraksiyalashga bog'liq emas
 E. Ferment manbaiga bog'liq emas
81. Aktivator(faollovchi)lar deb....
 A. Ferment faolligini oshiruvchi moddalarga aytiladi
 B. Ferment faolligini bo'g'uvchi moddalarga aytiladi
 D. Usiz reaksiya sodir bo'lmaydigan moddaga aytiladi
 E. Kofermentga aytiladi
82. Aktivatorlar...
 A. Ferment bilan barqaror birikkan moddalar

- B. Faol markaz yaqinidagi moddalar
 D. Faqat allosterik tarzda ta'sir etuvchi moddalar
 E. Faol va allosterik markazlar bilan birikishi mumkin.
83. Ferment faollovchilari jumlasiga kirmaydi...
 A. Glutation
 B. Riboflavin
 D. Ca^{2+}
 E. Cl^-
84. Faollovchilar ... ga ta'sir etadi
 A. Faol markazni shakllanishi
 B. Substrat bilan bog'lanishi
 D. Fermentning kovalent modifikatsiyasi
 E. Kofermentning inaktivatsiyasi
85. Pepsin fermenti oshqozonda nima ta'sirida faollaydi?
 A. Glutation
 B. Glyukoza
 D. HCL
 E. Mg^{2+}
86. α -Amilazaning faollovchisi
 A. Na^+
 B. Glutation
 D. Cl^-
 E. Cu^{2+}
87. Tiol fermentlarining faollovchilari
 A. Kalsiy
 B. Qaytarilgan glutation
 D. Selen
 E. Degidroaskorbin kislota
88. Kalsiy ioni faollamaydi ...
 A. Adenilatsiklazani
 B. Pepsinni
 D. Kalpinni
 E. Proteinkinazani
89. Gistidinning dekarboksillanishidan qanday birikma hosil bo'ladi?
 A. Imidazol va CO_2
 B. Alanin va CO_2
 D. Imidazol va alanin
 E. Gistamin va CO_2

90. Laktatdehidrogenaza qanday reaksiyani katalizlaydi?
- Olma kislotasini pirouzum kislotaga va suvga aylanishini
 - Malon kislotasini pirouzum kislotaga va suvga aylanishini
 - Fumar kislotasini pirouzum kislotaga va suvga aylanishini
 - Sut kislotasini pirouzum kislotaga va suvga aylanishini
91. ... reaksiyada ingibirlanish yuz bermaydi.
- Qaytar
 - Qaytmas
 - Raqobatli
 - Nisbiy
92. Ingibitor ... ta'sir etganda fermentning ingibirlanishi yuz bepmaydi
- Faol markazga
 - Allosterik markazga
 - Reaksiya mahsulotiga
 - Ferment-substrat kompleksiga
93. Teskari reaksiya uchun ingibitor sifatida ... xizmat qilishi mumkin
- So'ngi reaksiya mahsuloti
 - Substrat
 - Metall ioni
 - Vitamin
94. ... ingibirlash qaytmas bo'lishi mumkin
- Raqobatli
 - Raqobatsiz
 - Noraqobatli
 - Kovalent
95. Raqobatli ingibirlashga ... xizmat qilishi mumkin.
- Metall ioni
 - Substrat analogi
 - Reaksiya mahsuloti
 - Sintez repressori
96. Noraqobatli ingibitor...bog'lanishi mumkin
- Faol markaz bilan
 - Ferment-substrat kompleksi bilan
 - Sisteinning SH-guruhi bilan
 - Koferment bilan
97. Noraqobatli ingibirlanishda ingibitor... bilan bog'lanadi
- Katalitik qism

- B. Kontakt qism
 D. Ferment-substrat kompleksi
 E. Allosterik markaz
98. Raqobatli ingibirlanishda
 A. Km oshadi
 B. Km pasayadi
 D. Vmax oshadi
 E. Vmax pasayadi
99. Raqobatsiz ingibirlanishda...
 A. K_m oshadi
 B. K_m pasayadi
 D. V_{max} oshadi
 E. V_{max} pasayadi
100. Raqobatli ingibitorlar ...
 A. Substrat tomonidan faol markazdan siqib chiqariladi
 B. Dorivor modda sifatida qo'llanilmaydi
 D. Faol markazni qaytmas tarzda biriktiradi
 E. Qaytar tarzda koferment bilan birikadi
101. Quyidagi tamoillarning qaysisi fermentlarning tasniflanishiga mos kelmaydi
 A. Fermentlar 6 sinfga bo'linadi
 B. Fermentni nomlanishi o'ziga substratni nomi katalizlanadigan reaksiya tipi va «aza» qo'shimchasiga egaligi
 D. Har bir fermentga to'rtinchi shifr belgisi qo'yish
 E. Hamma trivial nomlanishlar bekor qilinganligi
102. Mavjud Xalqaro sistematik tasniflash tamoyiliga muvofiq ferment nomida... bo'lmaydi.
 A. Substrat nomi
 B. Reaksiya tipi
 D. Reaksiya mahsulotini nomi
 E. «-aza» qo'shimchasi
103. Ferment shifriga kirmaydi
 A. Sinf
 B. Kenjakenja sinf
 D. Tartib raqami
 E. Izoferment nomeri
104. Odatda ferment klassifikatori tartibidagi ikkinchi raqam... ko'rsatadi
 A. Donorning tabiatini

- B. Aktseptorning tuzilishini
 D. Katalizlanadigan reaksiya tipini
 E. Kofermentning turini
105. Fermentlarning birinchi sinfini nomi...
 A. Izomerazlar
 B. Degidrogenazalar
 D. Oksidoreduktazalar
 E. Amilazalar
106. Fermentlarning ikkinchi sinfini nomi...
 A. Peptidazalar
 B. Liiazalar
 D. Fosfatazalar
 E. Transferazalar
107. Uchinchi sinf quyidagi reaksiyalarni katalizlovchi fermentlarni o'z ichiga oladi
 A. Hidroliz
 B. Sintez
 D. Oksidlanish
 E. Qaytarilish
108. To'rtinchi sinfga kiradigan fermentlar ... reaksiyalarini tezlashtiradi
 A. Qo'sh bog' hosil bo'lishi yoki qo'sh bog'ga birlashtirilish
 B. U yoki bu guruhlarni qo'chirilishi
 D. Karboksillanish
 E. Fosforlanish
109. Beshinchi sinf fermentlari katalizlamaydi...
 A. Alohida monomer birikmalarni polimer molekulyalarga aylanish reaksiyalarini
 B. Kimyoviy guruhlarni molekulararo ko'chirilishini
 D. Molekulalarning geometrik konfiguratsiyasini o'zgarishini
 E. Sis-trans izomerlarning hosil bo'lishini
110. Oltinchi sinf fermentlari...reaksiyalarini katalizlaydi.
 A. To'qimavmiy nafas olish
 B. Dezaminlanish
 D. Organik birikmalarning izomer shakllarini hosil bo'lishi
 E. Makroergik bog'larni gidrolizlanishi bilan bog'liq sintez
111. $\text{Etanol} + \text{NAD}^+ \rightarrow \text{asetaldegid} + \text{NAD} \cdot 2\text{H}$ reaksiyasini katalizlovchi ferment... sinfga mansub.
 A. Transferaza

- B. Sintetaza
 D. Oksidoreduktaza
 E. Izomeraza
112. Izositrat \rightarrow suktsinat + glioksilat reaksiyasini katalizlovchi ferment ...sinfiga mansub
- A. Hidrolaza
 B. Liaza
 D. Transferaza
 E. Oksidoreduktaza
113. Alanin + 2-oksoglutarat \rightarrow piruvat + glutamat reaksiyasini katalizlovchi ferment... sinfiga mansub
- A. Transferaza
 B. Degidrogenaza
 D. Glutaminsintetaza
 E. Transglutaminaza
114. Oksidaza katalizlaydigan reaksiyada Aktseptor vazifasini... bajaradi
- A. Vodorod
 B. Kislorod
 C. Ammiak
 D. Oksikislota
115. $RR_1 + HOH \rightarrow ROH + R_1H$ reaksiyasini katalizlovchi ferment ...sinfiga mansub
- A. Oksidoreduktaza
 B. Transferaza
 D. Hidrolaza
 E. Liaza
116. KF 5.1.1.11. shifrlı ferment.... reaksiyani katalizlaydi
- A. Alanin + 2-oksoglutarat \rightarrow piruvat + glutamat
 B. Izositrat \rightarrow suktsinat + glioksilat
 D. L-alanin \leftrightarrow D-alanin
 E. Etanol + $NAD^+ \rightarrow$ asetaldegid + NADH
117. Saxaroza + $H_2O \rightarrow \alpha, D$ -glyukopiranoza + β, D -fruktofuranoza katalizlamaydigan ferment...
- A. β – Fruktofuranozidaza
 B. Invertaza
 D. Saxaraza
 E. Glyukozyooksidaza
118. Ferment faolligini ...

- A. Reaksiya vaqtida substratni kamayishiga qarab aniqlab bo'lmaydi
 - B. Vaqt birligida mahsulot miqdorini oshib borishiga qarab aniqlab bo'lmaydi
 - D. Ferment miqdoriga qiyoslanadigan reaksiya tezligi bilan aniqlanadi
 - E. ES kompleksi konsentratsiyasi bilan aniqlanadi
119. 1 katal – bu...
- A. Katalizatorning konsentratsiyasi, 1 mol/l
 - B. Fermentsiz reaksiya tezligi
 - D. 1 mol substratni bir soniyada katalizlaydigan ferment faolligi
 - E. Bir molekula fermentning faolligi
120. Fermentning xalqaro (standart) faollik birligi – bu....
- A. 1 mkm substratni 1 daqiqada o'zgarishini katalizlaydigan ferment miqdori
 - B. 1 mg oqsilga tenglashtirilgan ferment faolligi
 - D. Vaqt birligida bir molnekula katalizator tomonidan o'zgartirilgan substrat molekulasi soni
 - E. Katalizator faolligining uning molekulyar massasiga nisbati

Fermentlarning qo'llanilishi.

121. Fermentlarni ta'sir etishiga oid nozik mexanizmlar bilan qurollanish qanday imkoniyatlarni yaratadi?

- A. Zarur moddalarni tejamliligi, ko'p miqdorda laboratoriya sharoitida ajratib olish.
- B. Zarur moddalarni ko'p miqdorda, qisqa muddatda, ham laboratoriya, ham sanoat miqyosida ajratib olish.
- D. Zarur moddalarni kam harajat bilan, ko'p va arzon sanoat miqyosida ajratib olish.
- E. Zarur moddalarni osongina, tez ajratib olish.

122. Modifikatsiyalangan fermentlardan foydalanishning ustunligi nimada?

- A. Reaksiyaning osonligi, energetik tejamliligi va olingan mahsulotning arzonligida.
- B. Reaksiyaning tezligi, kam harajatliligi, olingan mahsulotning mo'lligida.
- D. Reaksiyaning uzluksizligi, ulardan uzoq muddatda foydalanish imkoniyati va samaradorligida.
- E. Reaksiyaning uzluksizligi, tezkorligi, kam chiqimligida.

123. Sut sanoatida magnitli aralastirgichning asosiga β -galaktozidazani mofikatsiyalash (“tikib qo‘yish”) qanday samara beradi?

A. Sutlan yog‘ni ajraltishini va ivib qolishini ta‘minlaydi.

B. Sutni achimasligini va ko‘piklamasligini ta‘minlaydi.

D. Sutni qatiqqa aylanishini va quyuqlashuvini ta‘minlaydi.

E. Sut mahsulotini uzoq muddat saqlash va quyuqlashmasligini ta‘minlaydi.

124. Dunyoning rivojlangan mamlakatlarida fermentlardan foydalanish sur‘atlari 80-nchi yillardan keyingi yillarda har yili necha foizga oshib bormoqda?

A. 15-20%

B. 5-10%

D. 30-40%.

E. 3-5%

125. Yevropa mamlakatlari keyingi yillarda shakar xomashyosini import qilishdan voz kechganligini sababi nimada?

A. Neft mahsulotlaridan shakar mahsulotlarini olishga erishganligida.

B. Glyukoizomerazadan foydalanib glyukozani fruktozaga aylantirish asosida shakarga bo‘lgan ehtiyojni qondirishga erishganligida.

D. Sellyulozani parchalanishi asosida glyukoza va boshqa shakarlarni olishga erishganligida.

E. Chiqindilardan shakar mahsulotlarini olishga erishganligida.

126. Mikroorganizmlardan ajratib olingan fermentlar non va go‘sht mahsulotlariga qanday ta‘sir ko‘rsatadi?

A. Nonni yaxshiroq ushaluvchanligini ta‘minlaydi, go‘sht mahsulotlarini arzonlashtiradi.

B. Nonni yumshoq bo‘lishini ta‘minlaydi, go‘shtni sasib ketishini oldini oladi.

D. Nonning sifatini oshiradi, go‘sht mahsulotlarini yumshatib ularning hazmlanishini osonlashtiradi..

E. Non va go‘shtni iqtisod qilinishini ta‘minlaydi.

127. *Bacillus subtilis* va *Bacillus amiloliquefaciens* mikroblari tomonidan produtsirlanadigan α –asetilamilazadan qaysi sanoatda foydalaniladi?

A. Piva va vino ishlab chiqarishda.

B. Go‘sht mahsulotlariga ishlov berishda.

D. Non ishlab chiqarish sanoatida.

E. Har xil ichimliklar tayyorlashda.

128. *Trichoderma reesei* va *Trichoderma longibrachiatum* lar tomonidan productsirlanadigan aminopeptidazadan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishida.

B. Go'sht mahsulotlariga ishlov berishda.

D. Non ishlab chiqarish sanoatida.

E. Piva va vino ishlab chiqarishda.

129. *Bacillus subtilis* va *Bacillus amiloliquefaciens* mikroblari yordamida ajratib olinadigan α –amilazadan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Go'sht mahsulotlariga ishlov berishda.

B. Non ishlab chiqarish sanoatida.

D. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishida.

E. Piva va vino ishlab chiqarishda.

130. *Bacillus subtilis* va *Bacillus amiloliquefaciens* mikroblari yordamida ajratib olinadigan arabinofuranozidazadan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Piva va vino ishlab chiqarishda.

B. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishda

D. Har xil ichimliklar ishlab chiqarishda.

E. Go'sht mahsulotlariga ishlov berishda.

131. *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadigan katalaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishda .

B. Go'sht mahsulotlariga ishlov berishda.

D. Piva va vino ishlab chiqarishda.

E. Tarkibida tuxum bo'lgan oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda.

132. *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadigan ximozin fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Pishloq ishlab chiqarish sanoatida.

B. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishda

D. Piva va vino ishlab chiqarishda.

E. Go'sht mahsulotlariga ishlov berishda.

133. *Bacillus amiloliquefaciens* va *Bacillus subtilis* yordamida ajratib olinadigan α -glyukonaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Vino mahsulotlari ishlab chiqarishda.

B. Har xil ichimliklar ishlab chiqarish.

D. Piva ishlab chiqarishda.

E. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishda.

134. *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadigan glyukoamilaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Vino mahsulotlari ishlab chiqarishda.

B. Tarkibida tuxum bo'lgan oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda.

D. Non mahsulotlarini tayyorlash sanoatida.

E. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishda.

135. *Streptomyces lividans* yordamida ajratib olinadigan glyukoizomeraza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Tarkibida tuxum bo'lgan oziq-ovqat mahsulotlari ishlab

chiqarishda.

B. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishda.

D. Vino mahsulotlari ishlab chiqarishda.

E. Kraxmalni qayta ishlash sanoatida.

136. *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadigan glyukoizomeraza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Non mahsulotlarini tayyorlash sanoatida.

B. Vino mahsulotlari ishlab chiqarishda.

D. Tarkibida tuxum bo'lgan oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda.

E. Piva ishlab chiqarishda.

137. *Aspergillus oryzae* yordamida ajratib olinadigan lipaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Vino mahsulotlari ishlab chiqarishda.

B. Yog' mahsulotlari ishlab chiqarish sanoatida.

D. Tarkibida tuxum bo'lgan oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda.

E. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishda.

138. *Bacillus subtilis* va *Bacillus amiloliquefaciens* yordamida ajratib olinadigan maltogen amilaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Piva hamda vino mahsulotlari ishlab chiqarishda.

B. Vino hamda non mahsulotlari ishlab chiqarishda.

D. Non mahsulotlarini tayyorlash hamda kraxmalni qayta ishlash sanoatlarida.

E. Sut hamda go'sht mahsulotlari ishlab chiqarishda.

139. *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadigan pektinliaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

- A. Go'sht mahsulotlari ishlab sanoatida.
- B. Non mahsulotlari ishlab chiqarish sanoatida.
- D. Piva mahsulotlari ishlab sanoatida.
- E. Har xil ichimliklar ishlab chiqarish sanoatida

140. *Trichoderma reesei* va *Trichoderma longibrachiatum amiloliquefaciens* yordamida ajratib olinadigan pektinesteraza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

- A. Yog'ni qayta ishlash sanoatida
- B. Non mahsulotlarini qayta ishlash sanoatida.
- D. Piva mahsulotlarini qayta ishlash sanoatida.
- E. Go'sht mahsulotlarini qayta ishlash sanoatida.

141. *Trichoderma reesei* va *Trichoderma longibrachiatum amiloliquefaciens* yordamida ajratib olinadigan fosforilaza A va B fermentlari qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Non mahsulotlari va pivo sanoati qoldiqlarini qayta ishlashda
B. Non mahsulotlarini tayyorlash hamda kraxmalni qayta ishlash sanoatlarida

- D. Piva va vino sanoati mahsulotlari qoldiqlarini qayta ishlashda.
- E. Go'sht va sut mahsulotlari qoldiqlarini qayta ishlashda.

142. *Aspergillus oryzae* yordamida ajratib olinadigan poligalaktozidaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

- A. Piva va vino ishlab chiqarish sanoatlarida.
 - B. Non va pivo ishlab chiqarish sanoatlarida
 - D. Har xil ichimliklar ishlab chiqarish sanoatlarida.
 - E. Go'sht va sut ishlab chiqarish sanoatlarida.
- ishlab chiqarish sanoatlarida.

143. *Aspergillus oryzae* yordamida ajratib olinadigan proteinaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

- A. Go'sht ishlab chiqarish sanoatida.
- B. Non ishlab chiqarish sanoatida
- D. Piva ishlab chiqarish sanoatida.
- E. Pishloq ishlab chiqarish sanoatida.

144. *Bacillus licheniformis* yordamida ajratib olinadigan pullulanaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

- A. Kraxmalga qayta ishlov berish sanoatida.
- B. Vino ishlab chiqarish sanoatida
- D. Sut mahsulotlari ishlab chiqarish sanoatida.

E. Go'sht ishlab chiqarish sanoatida.

145. *Aspergillus niger* yordamida ajratib olinadigan ksilanaza fermenti qanday maqsadlarda foydalaniladi?

A. Piva ishlab chiqarish sanoatida

B. Har xil ichimliklar ishlab chiqarish sanoatlarida.

D. Sut mahsulotlari ishlab chiqarish sanoatida.

E. Vino ishlab chiqarish sanoatida.

Ferment preparatlarini ishlab chiqarish.

146. Bugungi kunda fermentlar klassifikatorida mavjud bo'lgan 2000 fermentlardan qanchasi sanoat miqyosida ishlab chiqarilmoqda?

A. 1000 ga yaqini.

B. 100 ga yaqini

D. 250 ga yaqini .

E. 50 ga yaqini

147. Fermentlar klassifikatorida mavjud bo'lgan jami 2000 fermentdan sanoat miqyosida 99 % holatlarda nechtasidan foydalaniladi?

A. 50 tasidan

B. 100 ga yaqinidan

D. 250 ga yaqinidan

E. 18 tasidan .

148. Sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan jami 250 xil fermentdan umuman amaliyotda 99% holatlarda nechtasidan foydalaniladi?

A. 18 tasidan

B. 50 tasidan

D. 100 tasidan.

E. 70 tasidan.

149. Sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan ferment preparatlarini asosiy ulushi(60% gacha) qaysi fermentlarga to'g'ri keladi ?

A. Lipaza va glyukozidaza.

B. α -Amilaza va proteinaza.

D. Proteinaza va oksidaza

E. Izomeraza va transferaza.

150. Ichimlik va vino sanoatida foydalaniladigan fermentlar umumiy ulushning necha foyizini tashkil qiladi ?

A. 15%.

B. 5%.

D. 10%.

E. 25% .

151. Spirt ishlab chiqarish sanoatida foydalaniladigan fermentlar umumiy ulushning necha foizini tashkil qiladi ?

A. 20%.

B. 5%

D. 12%

E. 8%;

152. Spirt ishlab chiqarish sanoatida foydalaniladigan fermentlar umumiy ulushning necha foizini tashkil qiladi ?

A. 8%;

B. 5%

D. 12%

E. 20%

153. O'zaro mos holda pishloq va piva ishlab chiqarish sanoatida foydalaniladigan fermentlar umumiy ulushning necha foizini tashkil qiladi ?

A. 5% va 3%

B. 5% va 6%

D. 12% va 8%

E. 2 % va 5%

154. Non mahsulotlari ishlab chiqarishda foydalaniladigan fermentlar umumiy ulushning necha foizini tashkil qiladi?

A. 8%

B. 3%

D.5%

E. 10%

155. O'zaro mos holda pishloq va pivo ishlab chiqarish sanoatida foydalaniladigan fermentlar umumiy ulushning necha foizini tashkil qiladi ?

A. 2 % va 5%

B. 5% va 3%

D. 12% va 8%

E. 5% va 6%

156. Proteinazalardan papain, fitsin, bromealinlarni qaysi o'simliklardan olinadi?

A. Qovun daraxti, anjir daraxti, ananasdan.

B. Aloe,uzum, ananasdan

D. Shaftoli, anjir daraxti, o'rikdan

E. Barcha meva daraxtlari, ananasdan.

157. Laktatdegidrogenaza(LDG)ni qaysi hayvon mahsulotidan ajratib olinadi?

- A. Cho'chqaning urug'donidan.
- B. Qoramolning yuragidan,.
- D. Cho'chkaning oshqozon osti bezidan.
- E. Qoramolning oshqozon osti bezidan.

158. Pepsin fermentini qaysi hayvon mahsulotidan ajratib olinadi?

- A. Cho'chkaning oshqozon osti bezidan.
- B. Qoramolning urug'donidan.
- D. Cho'chqa va tovuqning me'dasidandan.
- E. Qoramolning oshqozon osti bezidan.

159. Nordon fosfatazani qaysi hayvon mahsulotidan ajratib olinadi?

- A. Qoramolning oshqozon osti bezidan.
- B. Cho'chqaning urug'donidan.
- D. Cho'chkaning oshqozon osti bezidan.
- E. Qoramolning ichagidan

160. Tripsin,ximotripsin va karboksiptidazalarni qaysi hayvon mahsulotidan ajratib olinadi?

- A. Cho'chqaning oshqozon osti bezidan.
- B. Cho'chqaning urug'donidan.
- D. Qoramolning ichagidan.
- E. Qoramolning oshqozon osti bezidan.

161. Shirdon fermentini qaysi hayvon mahsulotidan ajratib olinadi?

- A. Cho'chqaning shirdonidan.
- B. Buzoqning shirdonidan.
- D. Tovuqning ichagidan.
- E. Qoramolning oshqozon osti bezidan.

162. Amiloatsilaza fermentini qaysi hayvon mahsulotidan ajratib olinadi?

- A. Tovuqning oshqozonidan
- B. Qoramolning ichagidan.
- D. Cho'chqaning buyragi
- E. Qoramolning oshqozon osti bezidan.

163. Gialuronidaza fermentini qaysi hayvon mahsulotidan ajratib olinadi?

- A. Qoramolning me'dasidan.
- B. Qoramolning ichagidan.

- D. Tovuqning oshqozonidan.
 E. Buqaning buyragidan.
164. Peroksidaza fermentini qaysi o'simlik mahsulotidan ajratib olinadi?
 A. Yerqalampir (xren)dan.
 B. Arpadan
 D. Soyadan.
 E. Sulidan.
165. Nordon fosfataza fermentini qaysi o'simlik mahsulotidan ajratib olinadi?
 A. Arpadan
 B. Kartoshkadan.
 D. Soyadan.
 E. Sulidan.
166. Amilaza fermentini qaysi o'simlik mahsulotidan ajratib olinadi?
 A. Makkajuxori va suli maysasidan
 B. Soya va suli maysasidan
 D. Bug'doy va arpa maysasidan.
 E. Soya va no'xot maysasidan.
167. Non mahsulotlari ishlab chiqarish sanoatida qaysi fermentlardan foydalaniladi?
 A. Bug'doy va arpa o'simta maysalari, oshqozon osti bezi, shirdon va achitqi fermentlaridan.
 B. Bakterial, transferaza, oksireduktaza, peroksidaza fermentlaridan.
 D. Zamburug'lar fermentlari, lipazalar, shirdon va achitqi fermentlaridan.
 E. Amilolitik, proteolitik, lipazalar va oksidlovchi -qaytaruvchi fermentlardan,
168. Sanoat miqyosida gidrolazalardan qaysi sohalarda foydalaniladi?
 A. Kir va idish yuvish vositalari, sanoatda truba va hajmli jihozlarni yuvish uchun yuvuvchi vositalar; tekstil, qog'oz sanoati, etanol sanoatida
 B. Iflos suvlarni tozalashda, sut ishlab chiqarish, terini oshlash, piva ishlab chiqarish sanoatlarida.
 D. Terilarni oshlash, pishloq ishlab chiqarish, qog'oz ishlab chiqarish sanoatlarida.

E. Piva va vino ishlab chiqarish, hayvonlar uchun omuxta oziqa tayyorlashda.

169. Bakterial va zamburug'dan olingan α – amilazadan qaysi maqsadlarda foydalaniladi?

A. Terilarni oshlash, sut mavhsulotlari, piva va vino tayyorlashda.

B. To'qimachilik, kraxmalli shira olish, kir yuvish, qog'oz ishlab chiqarish, omuxta yem tayyorlashda.

D. Terilarni oshlash, pishloq ishlab chiqarish, qog'oz ishlab chiqarish sanoatlarida.

E. Piva va vino ishlab chiqarish, hayvonlar uchun omuxta oziqa tayyorlashda.

170. Pektinaza fermentidan qaysi maqsadlarda foydalaniladi?

A. Pishloq ishlab chiqarishda

B. Terilarni oshlashda

D. Mevalarni qayta ishlashda,

E. Hayvonlar uchun omuxta oziqa tayyorlashda.

171. Non mahsulotlarini qotib qolishini susaytirish uchun qaysi maqsadlarda foydalaniladi?

A. Oksidlovchi -qaytaruvchi fermentdan.

B. Peroksidazadan.

D. Katalazadan

E. Pullonazadan

172. Sitrus o'simliklari po'stini achchiqlik xususiyatini yo'qotishda qaysi fermentdan foydalaniladi?

A. Naringinazadan

B. Katalazadan

D. Peroksidazadan.

E. Proteinazadan.

173. Detergent ishlab chiqarish, teri va mo'ynani oshlashda qaysi fermentdan foydalaniladi?

A. Katalazadan

B. Ishqoriy proteinazadan

D. Peroksidazadan.

E. Proteinazadan.

174. Sut sanoati ishlab chiqarishida antioksidant sifatida qaysi fermentdan foydalaniladi?

A. Peroksidazadan.

B. Proteinazadan.

D. Lizotsimdan

E. Katalazadan.

175. Un mahsulotlaridan galet, kreker vakekslar tayyorlashda tarkibida qaysi ferment ishtirok etadigan kompleks preparatlardan foydalaniladi?

A. Katalazadan.

B. Proteinazadan.

D. Peroksidazadan.

E. Alfa-amilaza

176. Konfetlarning ichki qismi uchun shirali aralashmalarni, shuningdek mevali ichimliklar tayyorlashda qaysi ferment preparatlaridan foydalaniladi?

A. Invertazadan

B. Lipazadan.

D. Peroksidazadan.

E. Proteinazadan.

177. Mevali ichimliklar tayyorlash jarayonida pektin va oqsil moddalarini to'liq gidrolizini ta'minlashda qaysi fermentlar qo'llaniladi?

A. Lipaza, pektinaza, proteazadan.

B. Pektinaza, pektinliaza, nordon proteazalardan

D. Peroksidaza, amilaza, nordon proteazadan.

E. Proteinaza, fosfataza, pektinliazadan.

178. Mevali ichimlik tayyorlashda mahsulotning miqdori va shirani gomogenligini oshirish maqsadida qaysi fermentdan foydalaniladi?

A. Amilazadan

B. Lipazadan.

D. Pektinliazadan

E. Proteinazadan.

179. Vino mahsulotlarini shaffoflashda va uning miqdorini oshirishga erishishda qaysi fermentdan foydalaniladi?

A. Proteinaza pektinazadan.

B. Lipaza, proteazadandan.

D. Amilaza, glyukozydazadan

E. Pektinaza, glyukoamilazalardan

180. Vino va noalkogol mahsulotlarni ishlab chiqarishda oksidlovchi-qaytaruvchi jarayonlar vaerob mikroorganizmlarning rivojlanishini oldini olish uchun qaysi fermentdan foydalaniladi?

A. Glyukoooksidazadan

B. Proteazadandan.

D. Amilazadan.

E. Pektinazadan.

181. Vino va noalkogol mahsulotlarni ishlab chiqarishda meva shiravsi tarkibidagi shakarlarni inversiyalashda qaysi fermentdan foydalaniladi?

A. Proteazadandan.

B. Invertazadan

D. Amilazadan.

E. Lipazadan.

182. Go'sht va baliq mahsulotlari sifatini past ko'rsatkichdan yuqori ko'rsatkichga ko'tarish maqsadida qaysi fermentlardan foydalaniladi?

A. Dekarboksilaza, ureaza va proteazadan .

B. Sintetaza , lipaza va kollagenazadan.

D. Proteaza, kollagenaza va transglutaminazadan

E. Lipaza, amilaza va transglutaminazadan.

183. Go'sht va baliq mahsulotlarini ta'mi, xushbo'y xidililigini oshirishda an'anaviy fermentlardan qaysilaridan oydalaniladi?

A. Lipaza,amilaza va transglutaminaza aminopeptidazalardan.

B. Sintetaza, lipaza, oksireduktaza va kollagenazalardan.

D. Dekarboksilaza, ureaza, lipaza va proteazalardan.

E. Lipazalar, glutaminazalar, proteazalar va peptidazalardan

184. Fermentlardan chorvachilik va veterinariya meditsinasida foydalanishda fermentlar qanday talablarga javob berishi lozim?

A. Oziqani yaxshi o'zlashtirilishi, kasalliklarni taxshlash va davolash imkoniyatini mavjudligi, veterinariya va chorvachilik tadbirlari uchun qulayligi, kam harajatliligi.

B. Kam xarajatliligi, serobligi, tozalik darajasi, kam chiqimliligi.

D. Veterinariya va chorvachilik tadbirlari uchun qulayligi, kam harajatliligi, tozalik darajasi, kam chiqimliligi.

E. Kasalliklarni taxshlash va kuzatish imkoniyatini mavjudligi, serobligi, kam harajatliligi.

185. Pitaza fermenti chorvachilikda qaysi maqsadda foydalaniladi?

A. Proteinni peptidlar va aminokislotalargacha parchalanish samaradorligini oshirish maqsadida.

B. Organizmda fosfor, magniy, kalsiy, aminokislotalar, protein va boshqalarni o'zlashtirilishini oshirishda.

D. Sellyulozani past molekularli karbonsuvlarga va glyukozaga parchalash uchun.

E. G'alla tarkibidagi kraxmalni dekstrinlar va shakarlargacha parchalash uchun.

186. Oziq tarkibiga ferment preparatlarini qo'shib berganda ular qanday samara beradi?

A. Xazm jarayonini tezlashtiradi, kasalliklarni oldini oladi, nafas olishni jadallashtiradi.

B. Organizmga madad bo'ladi, xazm jarayonini tezlashtiradi, kasalliklarni oldini oladi.

D. Ular organizm fermentlarini to'ldiradi, oziqa komponentlarini parchalanishini jadallashtirib, to'liqroq o'zlashtirilishini ta'minlaydi.

E. Proteinni peptidlar va aminokislotalargacha parchalanish samaradorligini oshiradi.

187. Proteaza fermenti chorvachilikda qaysi maqsadda foydalaniladi?

A. Oziqa tarkibidagi nuklein kislotalarni parchalanish samaradorligini oshiradi.

B. Karbonsuvlarni parchalanish parchalanish samaradorligini oshiradi.

D. Oziqa tarkibidagi lipidlarni parchalanish samaradorligini oshiradi.

E. Proteinni peptidlar va aminokislotalargacha parchalanish samaradorligini oshiradi.

188. G'alla o'simliklarini urug'i tarkibidagi glyukanlarni parchalanishi asosida oziqa qimmatini oshirishda qaysi fermentdan foydalaniladi?

A. Beta-glyukonazadan

B. Amilazadan

D. Proteinazadan

E. Lipazadan

189. Yem-xashak tarkibidagi sellyulozani parchalanishini kuchaytirish uchun ratsion tarkibiga qaysi fermentni qo'shib beriladi?

A. Amilaza

B. Sellyulaza

D. Proteinaza

E. Lipaza

190. Hayvon oziqasi tarkibidagi betaglyukanlarni parchalanishini kuchaytirish uchun ratsion tarkibiga qaysi fermentni qo'shib beriladi?

A. Proteinaza

B. Lipaza

D. Beta glyukonaza

E. Amilaza

191. Hayvon oziqasi tarkibidagi polisaxarid ksilanlarni parchalanishini kuchaytirish uchun ratsion tarkibiga qaysi fermentni qo'shib beriladi?

A. Karboksipeptidaza

B. Lipaza

D. Proteinaza

E. Ksilanaza

192. Enzimotasniflash nimaga asoslangan?

A. Biologik suyuqliklarda hujayra fermentlari faolligini kuzatilishi, uni qayd etish mumkinligi, me'yordagidan farqlanishiga.

B. Siydikda hujayra fermentlari faolligini oshib ketishi, siydikning rangi va tarkibini o'zgarishiga.

D. Qonning o'zida uchraydigan fermentlar faolligini pasayishi evaziga to'qima fermentlari faolligini oshib ketishi. kuchayishiga,

E. Qon reaksiyasi, tarkibini o'zgarishi, siydikning tarkibida oqsillarning miqdorini oshib ketishiga.

193. Qon zardobida aspartataminotransferaza va laktatdegidrogenaza faolligining oshib ketishi qaysi kasallikdan dalolat beradi?

A. Oshqozon osti bezi shamollaganda.

B. Jigar patologiyasi va yurak miokardida.

D. Saraton kasalligida

E. Suriq kasalda.

194. Qon zardobida amilaza fermenti faolligi kuzatildi, bu nimani bildiradi?

A. Jigar kasallanganligini.

B. Buyrak kasallanganligini.

D. Oshqozon osti bezi kasallanganligini.

E. O'pka kasallanganligini.

195. Parenximatovz tavsifli sariq kasallikda qaysi fermentning faolligi oshib ketadi?

A. Suksinatdegidrogenazaning.

B. Nordon fosfatazaning,

D. Ishqoriy fosfatazaning,

E. Alaninaminotransferazaning.

196. Mexanik tavsifli sariq kasallikda qaysi fermentning faolligi oshib ketadi?

- A. Ishqoriy fosfatazaning.
- B. Alaninaminotransferazaning.
- D. Amilazaning.
- E. Nordon fosfatazaning.

197. Davolashda o't toshlarini erib ketishini ta'minlash uchun qo'llaniladigan fermentlarga... kiradi.

A. Alaninaminotransferaza, bromelain, asparagintransferaza kraxmal bilan birgalikda.

B. Papain, bromelain, pankreatichk fermentlar sellyuloza bilan birgalikda

D. Alaninaminotransferaza, proteaza, asparagintransferaza geparin bilan birgalikda.

E. Nordon fosfataza, proteaza, asparagintransferaza mukopolisaxarid bilan birgalikda.

198. Zarurat tug'ilganda me'dani rN ko'rsatkichini 4,0 gacha oshirish maqsadida proteazazaga nimani qo'shib bersa yaxshi samara beradi?

- A. Natriy karbonat yoki kobalt gidroksidini
- B. Natriy sulfat yoki rux gidroksidini
- D. Natriy bikarbonat yoki alyuminiy gidroksidini
- E. Kalsiy fosfat yoki natriy gidroksidini

199. Xirurgiyada yiringli kasalliklarni davolashda qaysi fermentlardan foydalaniladi?

- A. Hayvon va bakterial esterazalardan
- B. Hayvon va bakterial amilazalardan
- D. Hayvon va bakterial lipazalardan
- E. Hayvon va bakterial proteazalardan

200. Qondagi LDG₁ vaLDG₂ larning faolligi yuqori bo'lib ketishi qaysi organlarning patologiyasidan darak beradi?

- A. Yurak yoki buyrakni
- B. Jigar yoki buyrakni.
- D. Yurak yoki jigarni
- E. Skelet mushagi yoki buyrakni

201. Qondagi LDG₄ vaLDG₅ larning faolligi yuqori bo'lib ketishi qaysi organlarning patologiyasidan darak beradi?

- A. Jigar yoki buyrakni.
- B. Jigar yoki skelet mushagini
- D. Yurak yoki jigar ni
- E. Skelet mushagi yoki buyrakni

202. Glyukomer va “sun’iy buyrak” asboblarini ishlash tamoili qaysi fermentlar faolligini qayd qilishga asoslangan?

A. Glyukozidaza va proteaza

B. Lipaza va ureaza.

D. Glyukozidaza va ureaza

E. Lipaza va amilaza

203. Fermentlardan chorvachilik va veterinariya meditsinasida foydalanishda fermentlar qanday talablarga javob berishi lozim?

A. Kasalliklarni taxshlash va davolash imkoniyatini mavjudligi, serobligi, kam harajatligi.

B. Kam xarajatligi, serobligi, tozalik darajasi, kam chiqimligi.

D. Veterinariya va chorvachilik tadbirlari uchun qulayligi, kam harajatligi, tozalik darajasi, kam chiqimligi.

E. Oziqani yaxshi o’zlashtirilishi, kasalliklarni taxshlash va davolash imkoniyatini mavjudligi, veterinariya va chorvachilik tadbirlari uchun qulayligi, kam harajatligi.

204. Fitaza fermenti chorvachilikda qaysi maqsadda foydalaniladi?

A. Organizmda fosfor, magniy, kalsiy, aminokislotalar, protein va boshqalarni o’zlashtirilishini oshirishda.

B. Proteinni peptidlar va aminokislotalargacha parchalanish samaradorligini oshiri maqsadida.

D. Sellyulozani past molekullari karbonsuvlarga va glyukozaga parchalash uchun.

E. G’alla tarkibidagi kraxmalni dekstrinlar va shakarlargacha parchalash uchun.

205. Oziq tarkibiga ferment preparatlarini qo’shib berganda ular qanday samara beradi?

A. Organizmga madad bo’ladi, xazm jarayonini tezlashtiradi, kasalliklarni oldini oladi.

B. Ular organizm fermentlarini to’ldiradi, oziqa komponentlarini parchalanishini jadallashtirib, to’liqroq o’zlashtirilishini ta’minlaydi.

D. Xazm jarayonini tezlashtiradi, kasalliklarni oldini oladi, nafas olishni jadallashtiradi.

E. Proteinni peptidlar va aminokislotalargacha parchalanish samaradorligini oshiradi.

206. Proteaza fermenti chorvachilikda qaysi maqsadda foydalaniladi?

A. Oziqa tarkibidagi lipidlarni parchalanish samaradorligini oshiradi.

B. Karbonsuvlarni parchalanish parchalanish samaradorligini oshiradi.

D. Proteinni peptidlar va aminokislotalargacha parchalanish samaradorligini oshiradi.

E. Oziqa tarkibidagi nuklein kislotalarni parchalanish samaradorligini oshiradi.

207. G'alla o'simliklarini urug'i tarkibidagi glyukanlarni parchalanishi asosida oziqa qimmatini oshirishda qaysi fermentdan foydalaniladi?

A. Amilazadan

B. Lipazadan

D. Proteinazadan

E. Beta-glyukonazadan

208. Yem-xashak tarkibidagi sellyulozani parchalanishini kuchaytirish uchun ratsion tarkibiga qaysi fermentni qo'shib beriladi?

A. Sellyulaza

B. Amilaza

D. Proteinaza

E. Lipaza

209. Hayvon oziqasi tarkibidagi betaglyukanlarni parchalanishini kuchaytirish uchun ratsion tarkibiga qaysi fermentni qo'shib beriladi?

A. Lipaza

B. Beta glyukonaza

D. Proteinaza

E. Amilaza

210. Hayvon oziqasi tarkibidagi polisaxarid ksilanlarni parchalanishini kuchaytirish uchun ratsion tarkibiga qaysi fermentni qo'shib beriladi?

A. Proteinaza

B. Lipaza

D. Ksilanaza

E. Karboksipeptidaza

211. Enzimotasniflash nimaga asoslangan?

A. Qon reaksiyasi, tarkibini o'zgarishi, siydikning tarkibida oqsillarning miqdorini oshib ketishiga.

B. Siydikda hujayra fermentlari faolligini oshib ketishi, siydikning rangi va tarkibini o'zgarishiga.

D. Qonning o'zida uchraydigan fermentlar faolligini pasayishi evaziga to'qima fermentlari faolligini oshib ketishi.kuchayishiga.

E. Biologik suyuqliklarda hujayra fermentlari faolligini kuzatilishi, uni qayd etish mumkinligi, me'yordagidan farqlanishiga.

212. Qon zardobida aspartataminotransferaza va laktatdehidrogenaza faolligining oshib ketishi qaysi kasallikdan dalolat beradi?

A. Jigar patologiyasi va yurak miokardida.

B. Oshqozon osti bezi shamollaganda.

D. Saraton kasalligida

E. Sariq kasalda.

213. Qon zardobida amilaza fermenti faolligi kuzatildi, bu nimani bildiradi?

A. Buyrak kasallanganligini.

B. Oshqozon osti bezi kasallanganligini.

D. Jigar kasallanganligini.

E. O'pka kasallanganligini.

214. Parenximatoz tavsifli sariq kasallikda qaysi fermentning faolligi oshib ketadi?

A. Ishqoriy fosfatazaning.

B. Nordon fosfatazaning.

D. Alaninaminotransferazaning.

E. Suksinatdehidrogenazaning.

215. Mexanik tavsifli sariq kasallikda qaysi fermentning faolligi oshib ketadi?

A. Nordon fosfatazaning.

B. Alaninaminotransferazaning.

D. Amilazaning.

E. Ishqoriy fosfatazaning.

216. Davolashda o't toshlarini erib ketishini ta'minlash uchun qo'llaniladigan fermentlarga... kiradi.

A. Papain, bromelain, pankreatichk fermentlar selluloza bilan birgalikda

B. Alaninaminotransferaza, bromelain, asparagintransferaza kraxmal bilan birgalikda

D. Alaninaminotransferaza, proteaza, asparagintransferaza geparin bilan birgalikda

E. Nordon fosfataza, proteaza, asparagintransferaza mukopolisaxarid bilan birgalikda.

217. Zarurat tug'ilganda me'dani rN ko'rsatkichini 4,0 gacha oshirish maqsadida proteazazaga nimani qo'shib bersa yaxshi samara beradi?

- A. Natriy sulfat yoki rux gidroksidini
- B. Natriy bikarbonat yoki alyuminiy gidroksidini
- D. Natriy karbonat yoki kobalt gidroksidini
- E. Kalsiy fosfat yoki natriy gidroksidini.

218. Xirurgiyada yiringli kasalliklarni davolashda qaysi fermentlardan foydalaniladi?

- A. Hayvon va bakterial lipazalardan
- B. Hayvon va bakterial amilazalardan.
- D. Hayvon va bakterial proteazalardan
- E. Hayvon va bakterial esterazalardan

219. Qondagi LDG₁ va LDG₂ larning faolligi yuqori bo'lib ketishi qaysi organlarning patologiyasidan darak beradi?

- A. Skelet mushagi yoki buyrak.
- B. Jigar yoki buyrak.
- D. Yurak yoki jigar.
- E. Yurak yoki buyrak.

220. Qondagi LDG₄ va LDG₅ larning faolligi yuqori bo'lib ketishi qaysi organlarning patologiyasidan darak beradi?

- A. Jigar yoki skelet mushagi.
- B. Jigar yoki buyrak.
- D. Yurak yoki jigar.
- E. Skelet mushagi yoki buyrak.

Test savollariga to'g'ri javoblar

1.E	45.E	89.E	133. B	177.B
2.E	46.B	90.E	134.D	178.D
3.B	47.A	91.E	135.E	179.E
4.D	48.E	92.D	136.A	180.A
5.E	49.A	93.A	137.B	181.B
6.A	50.A	94.E	138.D	182.D
7.B	51.D	95.B	139.E	183.E
8.D	52.D	96.D	140.A	184.A
9.A	53.E	97.D	141.B	185.B
10.D	54.A	98.A	142.D	186.D
11.B	55.D	99.E	143.E	187.E

12.B	56.A	100.A	144.A	188.A
13.A	57.E	101.E	145.B	189.B
14.E	58.D	102.D	146.D	190.D
15.A	59.B	103.E	147.E	191.E
16.A	60.A	104.A	148.A	192.A
17.A	61.A	105.D	149.B	193.B
18.B	62.E	106.E	150.D	194.D
19.A	63.E	107.A	151.E	195.E
20.B	64.B	108.A	152.A	196.A
21.A	65.A	109.A	153.B	197.B
22.D	66.E	110.E	154.D	198.D
23.E	67.A	111.D	155.E	199.E
24.E	68.B	112.B	156.A	200.A
25.D	69.A	113.A	157.B	201.B
26.A	70.D	114.B	158.D	202.D
27.B	71.B	115.D	159.E	203.E
28.B	72.B	116.D	160.A	204.A
29.B	73.B	117.E	161.B	205.B
30.A	74.A	118.D	162.D	206.D
31.B	75.A	119.D	163.E	207.E
32.B	76.B	120.A	164.A	208.A
33.B	77.B	121.B	165.B	209.B
34.A	78.A	122. D	166.D	210.D
35.D	79.E	123. E	167.E	211.E
36.A	80.A	124. A	168.A	212.A
37.D	81.A	125. B	169.B	213.B
38.A	82.E	126. D	170.D	214.D
39.B	83.B	127. E	171.E	215.E
40.A	84.A	128. A	172.A	216.A
41.B	85.D	129. B	173.B	217.B
42.B	86.D	130. D	174.D	218.D
43.E	87.B	131. E	175.E	219.E
44.D	88.B	132. A	176.A	220.A

ASOSIY ADABIYOTLAR:

1. Биссвангер Х. Практическая энзимология: [учебное пособие] / Х. Биссвангер; пер. с англ. канд.х.н. Т. П. Мосоловой; с предисл. д.х.н. проф. А.В. Левашова. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 328 с. - 57 - экз.
2. Биохимия: учеб. для вузов / В.П. Комов, В.Н. Шведова. - 3-е изд. - М.: Дрофа, 2008. - 638 с.
3. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие - М.: КолосС, 2004. - 295 с.
4. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология: учеб. для студентов, обучающихся по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / С. Д. Варфоломеев; МГУ им. М.В. Ломоносова. - М.: Академия, 2005. - 471с. - 11 экз.
5. Волова, Т.Г. Введение в биотехнологию. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Т.Г. Волова. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008.
6. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. – М.: Изд-во «Элевар», 2000, 512 с.
7. Диксон М., Узбб Э. Ферменты (в трех томах). - М.: Мир, 1966.
8. Капрельянц Л.В. Ферменты в пищевых технологиях. Одес. нац. акад. пищ. техн.– Одесса: Друк. – 2009.
9. Комов В.П. Биохимия: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 655500 "Биотехнология" / В.П. Комов, В.Н. Шведова. - М.: Дрофа, 2004. - 639с. - 100 - экз.
10. Кретович В.Л. Введение в энзимологию. - М.: Наука, 1986. - 332 с.
11. Кузьмина Н.А. Промышленная биотехнология. М.: 2006. http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt10_1.htm
12. Мусил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах. - М.: Мир, 1981. - 216 с.
13. Остроухова Е.В., Сонина Е.Г., Гержикова В.Г., Верик Г.Н., Кепканов Ю.А., Дзядевич А.А. Технологическая оценка ферментных препаратов нового поколения // "Магарач" Виноградарство и виноделие. 2004. – №3. – с. 19-22.
14. Плакунов В.К. Основы энзимологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. К. Плакунов. - Изд. 2-е. - М.: Логос, 2011.

15. Просеков А.Ю., Бабич О.О., Солдатова Л.С. Опыт кафедры «биотехнология» Кемеровского технологического института пищевой промышленности в области биотехнологии получения рекомбинантных ферментных препаратов. / А.Ю. Просеков, О.О. Бабич, Л.С. Солдатова // Техника и технология пищевых производств. 2012. №, с. 1–10.
16. Уайтхерст Р.Дж., ван Оорт М. (ред.). Ферменты в пищевой промышленности. – Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2014. – 408 с.
17. Хоаев А.А., Нестеренко Л.Н., Народицкий Б.С. Современные методы обнаружения и оценки безопасности генно-инженерно модифицированных микроорганизмов (ГММ), применяемых при 157 производстве пищевой продукции // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2011. – № 1. – С.108 – 113.
18. Шлейкин А.Г., Скворцова Н.Н., Бландов А.Н. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины: Учеб. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 106 с.
19. Юнусов Х.Б., Ветеринарная фармакология : учебное пособие / Х.Б. Юнусов и др.: под ред. А.И. Ятусевича. – Ташкент: УП «ИВЦ Минфина». 2023. – 437 с.
20. Юнусов Х.Б., Авдаченко В.Д. и др. Ветеринарная фармакология : учебник / Х.Б.Юнусов, В.Д.Авдаченко М. П. Кучинский, Ю.С. Салимов, А.А. Балега. Самарканд, 2023. – 568 с.

INTERNET-RESURSLARI:

21. Биотехнология. Имобилизованные ферменты - www.biotechnolog.ru?prombt/prombt10_3.htm
22. Биохимическая классификация и номенклатура ферментов. - www.chem.qmul.ac.uk/iubmb
- Каталог электронных библиотек с естественнонаучной литературой. - www.divu-inf.narod.ru
23. Основы энзимологии - www.iprbookshop.ru.9118.html Плакунов В.К. Основы энзимологии - www.medliteratura.narod.ru?biochemistry/4_19_1.html
24. Кузьмина Н.А. Промышленная биотехнология. М.: 2006. http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt10_1.htm
25. Остроухова Е.В., Сониная Е.Г., Гержилова В.Г., Верик Г.Н., Кепканов Ю.А
26. Получение и использование ферментов. // Сайт «Биотехнология за рубежом». [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://beregusskij.narod.ru/index-297.html>
27. Рябцева Е. Продукты потребления, производимые с помощью промышленной биотехнологии // Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология» <http://www.cbio.ru/> по материалам BIO.org [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://cbio.ru/page/51/id/3075/>.
28. Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами. // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.nazdor.ru/topics/medicine/western/current/450566/>.
29. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/biologiya/ FERMENTI.html
30. <http://vinograd-vino.ru/sostav-vinograda-i-vina/249-tekhnologicheskoe-znachenie-fermentov.html>
31. <http://vinobio.narod.ru/9-2.html>
32. <http://www.milkbranch.ru/publ/view/310.html>
33. <http://www.cbio.ru/>
34. <http://tehnoinfo.ru/tehnolog/pish-otr/235-inaktivac-moloka.html>
35. <http://www.ronl.ru/lektcii/biologiya/846557/>

QO'SHIMCHA ADABIYOTLAR:

1. Mirziyoyev Sh.M. Birlashgan millatlar tashkiloti bosh assambleyasi sessiyasida so'zlagan nutqini o'rganish va keng jamoatchilik o'rtasida targ'ib qilish. O'quv qo'llanma. Toshkent, "Ma'naviyat" NMIU, 2021 yil. -280 bet
2. Mirziyoyev Sh.M. Yangi o'zbekistonda erkin va farovon yashaylik. Toshkent. "Tasvir" nashriyot uyi, 2021 yil. -52 bet
3. Mirziyoyev Sh.M. Inson parvarlik, ezgulik va bunyodkorlik-milliy g'oyamizning poydevoridir. Toshkent. "Tasvir" nashriyot uyi, 2021 yil. -36 bet
4. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi. Toshkent. "O'zbekiston" nashriyoti. 2022 yil. -416 bet
5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 28-martdagi "Veterinariya va chorvachilik sohasida davlat boshqaruvi tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-5696-sonli Farmoni.
6. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 31-martdagi "Veterinariya va chorvachilik sohasida kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish to'g'risida"gi PQ-187-sonli qarori.

MUNDARIJA

KIRISH	3
1. ENZIMOLOGIYA HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR.	5
1.2. Enzimologiyaning predmeti va vazifalari.....	7
1.3. Enzimologiyaning rivojlanish istiqbollari.	9
2. FERMENTLARNI O‘RGANISH USLUBLARI, ULARNING TUZILISHI, XOSSALARI.....	11
2.1. Fermentlarni o‘rganish uslublari.....	11
2.2. Fermentlarning umumiy va maxsus xossalari.	15
2.3. Fermentlarning kimyoviy tuzilishi.	16
3. KATALIZ. FERMENTATIV REAKTSIYALAR KINETIKASI.	50
3.1. Kataliz.	50
3.2 Biologik va nobiologik katalizatorlar	50
3.3. Fermentlarning ta’sir etish mexanizmi.	53
3.4. Fermentativ reaksiyalar kinetikasi.....	57
Mixelis-Menten tenglamasi.....	57
4. FERMENTLARNING ASOSIY XOSSALARI.	65
4.1. Fermentlarning termolabiligi.	65
4.2. Fermentlar faolligiga pH ning ta’siri.	67
4.3. Fermentlarning maxsusligi.	69
4.4. Fermentlar faolligiga ta’sir etuvchi omillar.....	73
5. FERMENTLAR FAOLLIGINI BOSHQARILISHI.....	84
5.1. Massalar ta’siri qonuni.....	84
5.2. Ferment miqdorini o‘zgarishi.	84
5.3. Proferment (zimogen)lar.....	85
5.4. Fermentlarning kimyoviy modifikasiyasi.....	87
5.5. Fermentlar faolligini teskari ta’sir tamoyili asosida boshqariluvu.....	87
6. FERMENTLARNING HUJAYRA VA TO‘QIMALARDAGI LOKALIZASIYASI.....	91
7. FERMENTLARNING NOMLANISHI, TASNIFLANISHI VA ULARNING QISQACHA TAVSIFI.....	95
7.1. Fermentlarning tasniflanish tamoyillari.....	95
7.2. Fermentlarning zamonaviy nomenklaturasi	97
7.3. Fermentlarning sinflari va ularning ayrim vakillariga.....	102
qisqacha xarakteristika.....	102
8. FERMENTLARNING QO‘LLANILISHI	117
8.1. Biotexnologiyani rivojlanishi va fermentlardan	118

foydalanish istiqbollari.....	118
9. AMALIY ENZIMOLOGIYA. ENZIMOLOGIK	
MUHANDISLIK.....	124
9.1. Imbillangan fermentlar	124
9.2. Imbillangan fermentlar uchun asos (tutuvchi) vazifasini bajaruvchi birikmalar	125
9.3. Modifikasialangan va rekombinantlangan fermentlar	127
9.4. Oziq-ovqat sanoati mahsulotlari ishlab chiqarishda qo'llaniladigan fermentlar va ularning qisqacha tavsifi.....	130
9.5. Ferment preparatlarini ishlab chiqarish	132
9.6. Ferment preparatlarini olish manbalari.....	133
9.7. O'simlik va hayvonlar mahsulotlaridan xomashyo sifatida foydalanib ferment preparatlarini ajratib olish texnologiyasi	135
9.8. Ferment preparatlarini mikroorganizmli muhitdan	139
ajratib olish texnologiyasi	139
9.9. Ferment mahsulotlarini tovar shakliga keltirish	143
10. FERMENTLARNI VA FERMENT PREPARATLARINI	
OZIQ-OVQAT SANOATIDA QO'LLANILISHI.	146
10.1. Sut sanoatida ferment preparatlaridan foydalanish	153
10.2. Ferment preparatlarini non pishirish sanoatida qo'llash.....	154
10.4. Pivo tayyorlash sanoatida fermentlardan foydalanish.....	165
10.5. Qandolat sanoati va mevalar , rezavor mevalar va sabzavotlarni qayta ishlashda fermentlardan foydalanish.	165
10.6. Go'sht va baliq mahsulotlarini qayta ishlashda fermentlardan foydalanish	167
11. FERMENTLARNING VA FERMENT	
PREPARATLARINING CHORVACHILIK VA	
VETERINARIYA MEDITSINASIDA QO'LLANILISHI. ...	168
11.1. Fermentlarning chorvachilikda qo'llanilishi	168
11.2. Fermentlarning veterinariya meditsinasi sohasida qo'llanilishi.	169
ENZIMOLOGIYADAN TEST SAVOLLARI VA	
JAVOBLARI.....	176
ASOSIY ADABIYOTLAR:.....	212
INTERNET-RESURLARI:.....	214
QO'SHIMCHA ADABIYOTLAR:.....	215

139.000 S

X.B. Yunusov. M.G. Safin. D.I. Ibragimov

ENZIMOLOGIYA

darslik

Dizayner:

Hamrayev. X. O.

Kompyuterda sahifalovchi:

Hamrayeva. K. V.

Muharrir:

Hamrayeva. K. V.

Bosishga ruxsat etildi 05.06.2023. Bichimi 60x90 $\frac{1}{16}$.

«Times New Roman» garniturasi. Rezografiya usulida chop etildi.

Shartli bosma tabog'i 14,25. Nashr bosma tabog'i 14,5.

Tiraj 50. Buyurtma №.26/5

Toshkent - "IDEAL PRESS" - 2023