

Ж.С.Файзиев, Ж.М.Қурбонов

ОЗИҚ-ОВҚАТ МАҲСУЛОТЛАРИНИ ТАДҚИҚОТЛАРИНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ УСЛУБЛАРИ

ДАРСЛИК



614,3; 641.1 372140
Ф 20 Файзиев Ж.

Озқ-обқат мах-
сулои лариги тағ-
қилои лариги тағ-
оризик - иш ёв ши
усул ёрч . Дарғи
2011 70.000 с

Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус
таълим Вазирлиги

Ж.С.Файзиев, Ж.М.Қурбонов

**ОЗИҚ-ОВҚАТ МАҲСУЛОТЛАРИНИ
ТАДҚИҚОТЛАРИНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ
УСЛУБЛАРИ**

Олий таълимнинг 810000 – «Хизмат кўрсатиш» соҳасидаги «Сервис»
таълим йўналишлари учун
ДАРСЛИК

ТОШКЕНТ-2011

614.3
641.1
Ф 20

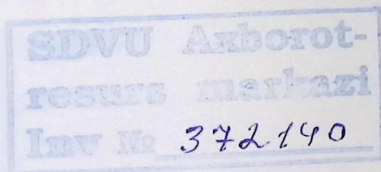
Ж.С.Файзиев, Ж.М.Курбонов, Озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқотларининг физик-кимёвий услублари: – Тошкент, 2011. – 279

Такризчилар: 1. Бух.ООЕСТИ профессори, т.ф.д. О.Сафаров
2. СамИСИ профессори, т.ф.д. И.М.Маматов

Аннотация

Дарсликда сервис озиқ-овқат маҳсулотларини сифатини баҳола усул ва мезонлари, замонавий физикавий тадқиқот этиш усуллар шунингдек, маҳсулотларни кимёвий тадқиқот усуллари турлар моҳияти, ишлатиладиган асбоб ва реактивлар ва таҳлилни бажари тартиблари ёритилган.

Дарслик олий ўқув юртларининг “Сервис (аҳоли ва туристларни овқатлантириш хизмати)” таълим йўналиши бакалавриятур талабаларига мўлжалланган.







КИРИШ

Ҳозирги постиндустриал иктисодни фаркли хусусияти хизматлар улушини кескин ошиб бориши билан тавсифланмоқда. Олимлар таъбирича эртанги кун жамиятида хизматлар ва информация ишлаб чиқариш товарлар ишлаб чиқаришга нисбатан анча устуи туради. Бундай ижобий жараёни рўй бераётганлиги хақида ҳозирги кунда хизматлар соҳасини кўпгина ривожланган давлатлар ялли ички маҳсулотини асосий қисмини таъминлаётганлиги аниқ далолат бермоқда. Шу сабабли Республикамизда хизмат кўрсатиш ва сервис соҳасини ривожлантириш бўйича изчил чоралар кўриломқда. Хусусан, “Ўзбекистон Республикасида 2006-2010 йилларда хизмат кўрсатиш ва сервис соҳасини ривожлантиришни жадаллаштириш чора-тадбирлари” тўғрисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2006 йил 17 апрелдаги қарори буни яққол исботи ҳисобланади. Қарорда янги истиқболли хизмат турларини ривожлантириш билан бир қаторда савдо ва овқатланиш хизматлари ҳажмини 2010 йилда 2005 йилга нисбатан 2,2 маротаба ошириш назарда тутилган.

Сервис фаолияти ҳолатини баҳолашда маҳсулотлар ва хизматлар сифатини муаммолари катта аҳамиятга эга. Хизматлар ва сервис маҳсулотини сифати уни комплекс хусусиятлари асосида шаклланиб, хусусан уларни ишлаб чиқариш технологик, физикавий хусусиятлари алоҳида аҳамият касб этади. Сервис маҳсулотларини, жумладан, овқатланиш сервис маҳсулотларини сифатини таҳлил этиш, бу маҳсулотлар хусусиятларини меъёрий ҳужжатларда назарда тутилган кўрсаткичларга мос келишини аниқлашни тақозо қилади. Бу вазифани ҳал этишда овқатланиш маҳсулотларини замонавий физик-кимёвий усулларини аҳамияти жуда катта.

Ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларни ишлаб чиқариш таҳлил хонаси шароитида амалга ошириладиган тизимли ва юқори савиядаги органолептик, микробиологик ва физико-кимёвий тадқиқотлари тайёр маҳсулотлар сифатини талаб даражасида сақлашни кафолатлайди. Ҳозирги пайтда



корхона тахлилхоналарида назорат усулларини, хом-ашё ва тайёр маҳсулотларни сифат меъёрларини янги стандартларига мувофиқ янги инустремантал ва экспресс методлар жорий қилинмоқда. Шу сабабли маҳсул ишлаб чиқариш технологик тахлилхонасини самарали фаолияти кўпгина шароитларга боғлиқ бўлиб, улар ичида тахлилхона овқатланиш маҳсулотларини замонавий физик-кимёвий тадқиқотларининг кўлами, тавсифи, моҳияти ва бажариш техникасини ёритишга қаратилган методик материаллар билан таъминлаш катта аҳамиятга эга.

Овқатланиш корхоналарида ишлаб чиқариладиган маҳсулотларни юқори сифатини таъминлаш корхона ишчи ходимларини замонавий физико-кимёвий назорат усуллари ҳақида билимларига эга бўлишларини талаб қилади. Шу нуқтаи назардан “Озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқотларининг физик-кимёвий услублари” фани “Сервис (аҳоли ва туристларни овқатлантириш хизмати)” таълим йўналишида таълим олаётган бакалавриатура талабалари учун алоҳида ўрин эгаллайди.

“Озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқотларининг физик-кимёвий услублари” курсини дастурига мувофиқ, унда озиқ-овқат маҳсулотларини асосий умумий тадқиқот усулларини чуқур ўрганиш назарда тутилган. Бунда ҳар бир усулни аниқ бажариш услубини баён этишдан олдин уни асосида ётучи ҳодиса ва жараёнлар моҳиятини батафсил ёритиш мақсад қилиб қўйилган. Курс материалини бундай баён этилиши усуллар асосини тушуниш ва улардан ҳоҳлаган озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқот этишда оқилона фойдаланиш имконини беради.



1 БОБ

Озиқ-овқат маҳсулотлари сифатини баҳолаш усул ва мезонлари

Озиқ-овқат маҳсулотларини сифатини таҳлил этиш дейилганда ушбу маҳсулотлар хусусиятларини меъёрий ҳужжатларда назарда тутилган асосий озиқавий қиймат ва хавфсизлик кўрсаткичларига мос келишини аниқлаш тушунилади.

1.1. Озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқот этишининг асосий усуллари

Тайёр озиқ-овқат маҳсулотлари сифатини ишлаб чиқариш шаронтида баҳолашда органолептик, микробиологик ва физик-кимёвий каби учта асосий усуллар гуруҳидан фойдаланилади.

Органолептик (сенсорли) таҳлил тайёр маҳсулотни таъми, хиди, консистенциясини, структурасини, рангини, шакли, ўлчами, ташки кўриниши ва юзаси ҳолатини баҳолашдан иборатдир. Бундай таҳлил кўриш, хид билиш ва таъмни сезиш органлари ёрдамида амалга оширилади ва ҳеч қандай маҳсус жиҳоз, қимматбаҳо реактивларга эҳтиёж сезмайди. Тайёр маҳсулотга уни органолептик баҳолаш натижасида бериладиган баҳо ҳолислиги фақат бракерни (ушбу таҳлилни амалга ошираётган шахс) етарлича тайёргарлиги билан белгиланади. Ушбу савол бўйича маҳсус адабиётларни ўрганиш (сенсорли таҳлилни ўтказиш бўйича кўрсатмалар ва баллар бериш жадваллари) ва доимий амалий фаолият орқали қисқа фурсатда бракерни тегишли тайёргарлигига эришиш мумкин. Шунай қилиб, органолептик таҳлилни афзаллиги унинг оддийлиги ва уни амалга ошириш учун кам воситалар зарурлиги ҳисобланади.

Сенсорли таҳлилни асосий камчилиги бунда олинадиган ахборот кўламини кенг бўлмаслигидир. Биринчидан, бу ижобий (юкори)



органолептик баҳолашга тегишли бўлиб, органолептик кўрсаткичлар, бўйича барча талабларга жавоб берувчи маҳсулот шу асосда нафақат унга хос бўлган тўла озиқавий қийматга эга эканлиги, балки умуман олганда, соғлиқ учун хавфсиз эканлиги тан олинishi мумкин эмас. Буни шундай тушунгириш мумкинки, ишлаб чиқарилган маҳсулотни таркибида инсон организми учун хавфли бўлган баъзи моддаларни (масалан, радионуклидлар ёки оғир металл тузлари) мавжуд бўлиши ва маҳсулот қийматини белгиловчи катор зарурий кимёвий бирикмаларни (масалан, витаминлар) бўлмаслиги кўпгина ҳолларда уни органолептик кўрсаткичларига ҳея қандай акс этмайди. Иккинчидан, маҳсулот ҳолатини органолептик баҳолаш сифатли тавсифга эга бўлиб, уни истеъмолчи соғлиги учун хавфсизлиги ёки озиқавий тўлақонлиги ҳақида яқуний ҳулоса чиқариш, ҳозирда катор миқдорий кўрсаткичларни (маҳсулотда модда миқдорини маълум қийматдан “кам эмас” ёки “кўп эмас”лиги) жалб этишни тақозо этади.

Микробиологик услубларни озиқ-овқат корхоналарида тайёр маҳсулотни назорат этиш жараёнидаги аҳамияти ишлаб чиқариладиган маҳсулот турига боғлиқ бўлади.

Бактериологик таҳлил табиатига кўра соғлиқ учун, баъзи ҳолларда эса инсон ҳаёти учун хавфли бўлган патоген (касаллик туғдирувчи) микроорганизмлар билан зарарланиши мумкин бўлган хом-ашёни қайта ишлаш билан шуғулланувчи барча корхоналар учун уларни ишлаб чиқариш қувватига боғлиқ бўлмаган ҳолда мажбурий ҳисобланади. Бунда фақат майда қувватли корхоналар учун хусусий бактериологик лабораторияни бўлмаслигига ва микробиологик таҳлилларни шартномага кўра аккредитация қилинган лабораторияларда ўтказишга руҳсат берилади. Агар микробиологик таҳлиллар корхонани ишлаб чиқариш лабораториясида амалга оширилса, шунинг назарда тутиш жоизки, улар фақат тегишли соҳа мутахассислари томонидан ўтказилиши мумкин. Шундай қилиб, микробиологик услублар озиқ-овқат саноатини қатор соҳаларида тайёр маҳсулотни таҳлил этишда, уни истеъмолчилар учун хавфсизлигини аниқлашда катта аҳамиятга эга.



Аммо микробиологик услублар гуруҳи бевосита маҳсулотлар кимёвий таркибини аниқлаш билан боғлиқ бўлган озикавий қийматни баҳолашга нисбатан анча кам маълумотлар олинишини таъминлайди. Бундай баҳолашни фақат тайёр маҳсулотни физик-кимёвий таҳлил этиш ёрдамида амалга ошириш мумкин.

Физик-кимёвий таҳлил маҳсулотни физик-кимёвий хусусиятларини бевосита тадқиқот этишни, жумладан ундаги фойдали ва зарарли элементлар ва бирикмалар миқдорини аниқлашни тақозо этади.

Органолептик, микробиологик ва асосан физик-кимёвий услублар ёрдамида аниқланган кўрсаткичлар тўплами таҳлил этилаётган маҳсулотни озикавий қиймати ва хавфсизлиги тўғрисида асосли хулоса чиқариш имконини беради. Озикавий қиймат ва хавфсизлик ҳар бир озик-овқат маҳсулотини асосий сифат мезонлари ҳисобланади.

1.2. Озик-овқат маҳсулотларини озикавий ва энергетик қиймати

Озик-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ва овқатланишни ташкил этиш билан боғлиқ бўлган амалий ишда озикавий, биологик ва энергетик қиймат каби тушунчалар мавжуд. Барча ушбу тушунчалар озик-овқат маҳсулотларини уларни кимёвий таркибига боғлиқ ҳолда фойдалилигини тавсифлайди ва алоҳида озикавий моддаларни инсон организмидаги метаболик ўзгаришлари хусусиятларига асосланади.

“Озикавий қиймат” тушунчаси энг кенг умумий тушунча ҳисобланади. У маҳсулотни, ундаги қатор моддалар миқдорини баҳолаш билан боғлиқ бўлган, фойдали хусусиятларини тўлиқ қўламини акс эттиради.

“Биологик қиймат” ва “энергетик қиймат” кўпроқ хусусий тушунчалар ҳисобланади.

Маълумки, озик-овқат билан инсон организмига уни нормал фаолияти учун зарур бўлган кимёвий моддалар келиб тушади. Бу моддалар организмни





Энергетик сарфларининг тиклашни таъминлайди ва янги хужайра структураларини қуриш манбалари сифатида хизмат қилади. Булар жумласига, муҳим ҳаётий функцияларни ростлашнинг мураккаб жараёнларида иштирок этувчи бирикмалар ҳам тегишлидир. Шунинг таъкидлаш лозимки, инсон организмида ушбу моддаларни (сув, минерал тузлар, баъзи пастмолекуляр органик бирикмалардан ташқари) озик-овқат маҳсулотларида мавжуд бўлган шакллари сифатида фойдаланилиши кузатилмайди. Дастлаб, уларни овқат ҳазм қилиш трактида майда структурали компонентларга парчаланиши рўй беради. Сўнгра бу компонентлар турли орган ва тўқималарда кечаётган реакцияларга киришиб организм учун зарур материаллар ҳосил қилинади. Аммо, шундай катта қимёвий бирикмалар гуруҳи мавжудки, уларни одам организми мустақил равишда синтез қила олмайди ва уларни фақат озик-овқат билан олиши мумкин. Бундай моддалар эссенциал (алмаштирилмайдиган) деб номланган.

Барча ҳаётий муҳим функцияларни нормал ҳолатини сақлаш учун одам озик-овқат билан доимий равишда қуйидаги бешта асосий гуруҳ моддаларини олиши керак:

- оксиллар, ёғлар ва углеводлар;
- алмаштирилмайдиган аминокислоталар;
- алмаштирилмайдиган ёғ кислоталари;
- витаминлар;
- минерал элементлар.

Озик-овқат билан қабул қилинган **оксиллар** организмда пластик ва энергетик функцияларни бажаради. Оксиллар алмаштирилмайдиган ва алмаштириладиган аминокислоталар манбаи ҳисобланиб, улар организмни барча оксилларини, шунингдек қўпгина бошқа биомолекулаларни биосинтез қилинишида қуриш материали сифатида фойдаланилади. Аминокислоталарни углевод скелетини оксидланиш жараёнлари энергия ажралиши билан кечади ва у организмни умумий энергетик захирасида муҳим ҳисса ҳисобланади. Озик-овқат билан келиб тушган 1 г оксилни



Оксидланиши натижасида (оксилни ўртача ҳазм бўлиши тахминан 84,5 эканлигини ҳисобга олганда) тахминан 4 ккал энергия ажралади. Одам организми оқсилларга бўлган ўртача кунлик эҳтиёжи 85-90 г ни ташкил қилади.

1 г углеводларни оксидланишида оқсиллардаги каби энергия (тахминан 4 ккал) ажралиб чиқсада, углеводларни организмда парчаланиши энергияни асосий қисмини ҳосил қилиниши билан кечади. Бу ҳолатни овқатланиш рационалида углеводли маҳсулотлар улушини юқорилиги билан изохлаш мумкин. Углеводлар энергетик алмашинувда иштирок этишидан ташқари, кўпгина ҳужайра структураларини биосинтез қилинишида олд моддалар сифатида муҳим аҳамиятга эга. Углеводлар синфига озикавий толалар: клетчатка, пектин, гемицеллюлоза ва бошқалар ҳам тегишлидир. Озикавий толалар одам организмда ҳазм қилинмаслиги ва метобализмда иштирок этмаслигига қарамасдан озик-овқатни физиолгик муҳим компонентлари ҳисобланади, чунки улар ичак деворларини нормал қисқаришида, шунингдек захар ва токсинларни сорбция қилинишида ўта зарурдир. Одамни углеводларга бўлган ўртача кунлик эҳтиёжи 400-500 г ни ташкил этади.

Озик-овқатлардаги ҳам ҳайвонлар, ҳам ўсимлик ёғлари (триглицеридлар) асосий энергия манбаи ҳисобланади. Ёғларни ўртача ҳазм бўлиши 94 %ни ташкил этилишини ҳисобга олган ҳолда, озик-овқатдаги 1 г ёғни оксидланишида ажралаётган энергия 9 ккал ни ташкил этиши аниқланган. Бундан ташқари, ёғлар холестерин ва бошқа стероидларни синтез қилиниши учун углерод атомларини манбаи ҳисобланади. Организми ёғларга бўлган кунлик эҳтиёжи 80-100 г ни ташкил тади.

Алмаштирилмайдиган аминокислоталар оксил молекулаларини ҳосил бўлишида иштирок этадиган 20 та табиий аминокислоталардан 8 таси одам организмда синтез қилинмайди ва алмашинмайдиган ҳисобланишади. Булар: лизин, треонин, триптофан, метионин, фенилаланин, лейцин, изолейцин ва валин. Бу аминокислоталарни барчаси организмга оқсиллар





таркибида келиб тушишади. Ушбу аминокислоталарга ҳайвон оксилла-
жуда бой. Алмашинувни нормал даражаси учун талаб қилинадиган
алмаштирилмайдиган ва алмаштириладиган аминокислоталарни ўзаро
нисбати ўсимлик ва ҳайвон оксилларини озиқ-овқатдаги 9:10 нисбатида
кузатилади.

Алмаштирилмайдиган ёғ кислоталари. Алмаштирилмайдиган ёғ
кислоталарига таркибида $-CH=CH-CH_2-CH=CH$ гуруҳи мавжуд бўлган
тўйинмаган кислоталар тегишлидир. Ушбу кислоталар ҳужайра
мембраналарини куриш учун зарур. Улардан энг маълумлари линолат ва
линолеант кислоталари бўлиб, улар зиғир, соя, чигит ва бошқа ўсимлик
ёғларида ва баъзи фосфолипидларда учрайди. Алмаштирилмайдиган ёғ
кислоталари организмга ўсимлик асосидаги озиқ-овқат маҳсулотларидаги ёғ
ва ёғсимон моддалари таркибида келиб тушади. Озиқ-овқатдаги ўсимлик ва
ҳайвон ёғларини оптимал ўзаро нисбати 3:7 ҳисобланади.

Витаминлар. Витаминлар организмда кечадиган мураккаб метаболик
жараёнларда иштирок этиб, қатор муҳим биокимёвий функцияларни
бажаради. Шунинг ҳам таъкидлаш керакки, биокатализаторлар, ферментлар
иштирокида организмда кечадиган кўпгина реакциялар ҳар бир шундай
каталитик реакциялар учун маълум бўлган витаминларни (кофермент)
иштирокисиз кечмайди. Витаминлар организм учун унчалик катта бўлмаган
миқдорларда зарур бўлади. Витаминларни организм учун зарур бўлган
миқдорлари миллиграммда, ҳаттоки микрограммда ифодаланади.

Минерал (неорганик) моддалар организмда турли функцияларни
бажаради. Улар суяк ва тишларни структуравий компоненти ҳисобланади,
кон ва тўқималардаги сув-туз баллансини меъёрида саклашда иштирок
етишади ва кўпгина ферментатив реакциялар кечишини ростлайди. Минерал
моддалар макро- ва микроэлементларга бўлинади. Микроэлементлар
(кальций, магний, фосфор ва бошқалар) организмга грамм миқдорларида
талаб қилинса, микроэлементларга (темир, мис, рух ва бошқалар) бўлган
талаб эса миллиграмм ёки ҳатто микрограммларда ўлчанади.



Шундай қилиб, озиқ-овқат маҳсулотларини сифатини баҳолаш “фойдалилиги”ни тавсифлаш учун “озикавий киймат” тушунчаси киритилган. Озикавий киймат маҳсулот хусусиятлари мажмуаси бўлиб, уни организмни озикавий моддалар ва энергияга бўлган физиологик эҳтиёжларини қондира олиш қобилиятини белгилайди. Озикавий киймат аввало озиқ-овқат маҳсулотини кимёвий таркибига боғлиқ.

Маҳсулотларни озикавий киймати маҳсулотни энг муҳим ҳар бир компонентларини оқилона овқатланиш формуласига мос келиши фойзини (интеграл скор) ҳисоблаш йўли билан аниқланади.

Оқилона овқатланиш формуласи 1.1-жадвалда келтирилган.

Оқилона овқатланиш дейилганда организмни нефақат старли миқдорда энергия, оксил, ёғ, углеводлар, минерал моддалар, витаминлар ва бошқа алмаштирилмайдиган овқатланиш омиллари билан таъминланганлиги, шунингдек бу моддаларни оқилона нисбатларда келиб тушиши ҳам тушунилади. Масалан, оқилона овқатланиш формуласига кўра оксил, ёғ, углеводлар ўртасидаги 1:1:4, ўсимлик ва хайвон ёғлари ўртасидаги 1:3, кальций ва фосфор ўртасидаги 1:1,5÷1,8, кальций ва магний ўртасидаги 1:0,6, оксил ва С витамини ўртасидаги 1:1000 (яъни 1 г оксилга 1 мг С витамини келиб тушиши керак) ва ҳоказо нисбатлар оптимал ҳисобланади.

Интеграл скорни энергия бирликларида ифодалашда овқатланишни энг муҳим омилларини ҳисоблаш маҳсулотни маълум энергетик кийматида (300 ккал (1255 кЖ) ёки 1000 ккал (1255 кЖ)) амалга оширилади. Ҳисоблаш учун 300 ккал (1255 кЖ) энг қулай бўлиб, у кунлик энергия сарфларини ўртача 10 %ни ташкил этади.

Окилона овкатланиш формуласи*

Озиқавий моддалар	Кунлик талаб	Озиқавий моддалар	Кунлик талаб
Сув, л	1750-2200	калий	2500-5000
Оксил, г	80-100	хлоридлар	5000-7000
жумладан: хайвон оксиллари	50	магний	300-500
Алмаштирилмайдиган аминокислоталар, г:		темир	15
триптофан	1	рух	10-15
лейцин	4-	марганец	5-10
изолейцин	3-4	мис	2
валин	3-4	кобальт	0,1-0,2
треонин	2-3	молибден	0,5
лизин	3-5	фторидлар	0,5-1,0
метонин	2-4	йодидлар	0,1-0,2
фенилаланин	3-4	Витаминлар, мг:	
Углеводлар, г	400-500	С витамини	50-70
жумладан: крахмал	400-500	тиамин (В ₁)	1,5-2,0
моно- ва дисхаридлар	50-100	рибофлавин (В ₂)	2,0-2,5
Органик кислоталар (лимон, сут ва бошқалар)	2	пантотенат кислотаси (В ₃)	5-10
Балласт моддалар (клетчатка, пектин)	25	пиридоксин (В ₆)	2-3
Ёғлар, г	80-100	В ₁₂ витамини	0,002-0,005
жумладан: ўсимлик ёғлари	20-25	ниацин (РР)	15-25
алмаштирилмайдиган тўлиқ тўйинмаган ёғ кислоталари	2-6	биотин	0,15-0,30
холестерин	0,3-0,6	фолацин (В ₉)	0,2-0,4
фосфолипидлар	5	Д витамини	0,0025-0,01
Минерал моддалар, мг:		А витамини	1,5-2,5
кальций	800-1000	Е витамини	10-20
фосфор	1000-1500	К витамини	0,2-0,3
натрий	4000-6000	Энергетик киймати	
		ккал	2850
		кЖ	11900

* - формула баъзи қисқартиришлар билан келтирилган.

Интеграл скорни ҳисоблаш сўт мисолида келтирилган бўлиб, уни 100 граммни кимёвий таркиби ва энергетик қиймати 1.2-жадвалда келтирилган.

Жадвалдан 100 г сўт 58 ккал (243 кЖ) га мос келиши кўриниб турибди. Демак, 300 ккал (1255 кЖ) 517 г сўтда мавжуд бўлади. Шунинг учун, 517 г сўтда мавжуд бўлган оксил, ёғ, минерал моддалар ва витаминлар миқдори оқилона овқатланиш формуласини тегишли кўрсаткичлари билан таққосланади ва кунлик эҳтиёжни қондириш фойизи ҳисобланади.

1.2-жадвал:

Сўтни интеграл скорини ҳисоблаш

Сўтни таркиби	Овқатланиш омилларини миқдори, г		Оқилона овқатланиш формуласига мос келиш даражаси
	100 г сўт учун	517 г сўт учун	
Оксил	2.8	14,5	13,1
Ёғлар	3.2	16,5	20,6
Лактоза	4.7	24,3	6,1
Минерал моддалар, мг:			
Натрий	50	258,5	6,5
Калий	146	754,8	30,2
Кальций	121	625,6	78,2
Магний	14	72,4	24,1
Фосфор	91	470,5	47,0
Темир	6.1	51,7	344,7
Витаминлар, мг:			
Аскорбин кислотаси (С)	9	46,5	93
Тиамин (В ₁)	0,03	0,155	10,3
Рибофлавин (В ₂)	0,13	0,672	33,6
Ниацин (РР)	0,10	0,517	3,45
А витамини	0,02	0,103	6,86
Энергетик қиймати			
ккал	58	300	
кЖ	243	1255	

Энергетик қиймат. Озиқ-овқат маҳсулотини энергетик қиймати ушбу маҳсулот таркибига кирувчи бирикмаларни организмдаги биологик оксидланиши жараёнда ажралиб чиқаётган энергия миқдорини тавсифловчи кўрсаткич ҳисобланади.



Энергетик қиймат кўрсаткичи 100 г маҳсулот (уни истеъм килинадиган қисми) учун ҳисобланади ва одатда, килокалорияларда ифодаланади.

Инсон организмдаги биологик оксидланишда юқорида таъкидланганидек, 1 г оксиддан 4 ккал, 1 г ёғдан 9 ккал ва 1 г углеводлардан 4 ккал энергия ажралиб чиқади.



Маҳсулотлар энергетик қийматини ҳисоблаш учун ундаги оксил, ёғ ва углеводлар миқдорини тегишли энергетик қиймат коэффициентига кўпайтириш керак. Рецепттура асосида ишлаб чиқариладиган маҳсулотлар (таомлар, қандолат маҳсулотлари ва бошқалар) энергетик қийматини ҳисоблаш шу маҳсулот рецептураси ва уни ишлаб чиқариш технологик кўрсатмасига асосланади. Бу ҳолда рецепттурада кўрсатилган ҳар бир компонентни энергетик қиймати ва сарфи ҳисобга олинади. Рецепттурадаги алоҳида компонентлар энергетик қийматини ҳисоблаш учун уларни кимёвий таркиби, "Химический состав пищевых продуктов" (Скурихин И.И. ва Волгаров М.Н. таҳрири остида, М. 1987) китобидаги жадваллар асосида аниқланиши зарур. Сўнгра компонентлардаги тегишлича оксил, ёғ ва углеводлар миқдори ҳақидаги маълумотлар кўшилади. Таомлар энергетик қийматини ҳисоблашда уларни кимёвий таркиби ҳақидаги бу олинган маълумотларга озик-овқат маҳсулотларига пазандалик ишлов беришдаги зикавий моддаларни йўқолиш тузатишлари киритилади. Озиқавий моддаларни йўқолиш тузатишлари аралаш овқатланиш рационидида ўртача оксиллар учун 6 %, ёғлар учун 12 % ва углеводлар учун эса 9 % қабул қилинади. Бу ҳолда энергетик қийматни ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича амалга оширилади:

$$X = 4(B - B_1) + 9(J - J_1) + 4(Y - Y_1),$$

бу ерда X - таом, овқатланиш рационини энергетик қиймати, ккал;

B, J, Y - тегишлича оксил, ёғ ва углеводларни таом, овқатланиш рационидидаги миқдори, г;

B_1, J_1, Y_1 - пазандалик ишлов беришда таомдаги тегишлича



оксил, ёғ ва углеводларни йўқотишлари, г:

4, 9, 4 - тегилича оксил, ёғ ва углеводларни энергетик қиймат
коэффициентлари, ккал.

Баъзи озиқ-овқат маҳсулотларини озиқавий ва энергетик қийматлари
1.3-жадвалда келтирилган.

Қуйида ёғлиги 3,2 % бўлган пастерланган сутни энергетик қийматини
ҳисоблаш тартиби келтирилган.

1.3-жадвалга кўра, 100 г пастерланган сутда 3,2 г ёғ, 2,8 г оксил ва 4,7 г
лактоза мавжуд. У ҳолда бу компонентларни энергетик қийматлари
қуйидагини ташкил қилади:

ёғ учун $3,2 \times 9 = 28,8$ ккал;

оксил учун $2,8 \times 4 = 11,2$ ккал

лактоза учун $4,7 \times 4 = 18,8$ ккал.

Демак, 100 г пастерланган сутни энергетик қиймати қуйидагини
ташкил қилади:

$28,8 + 11,2 + 18,8 = 58,8$ ккал.

Бази озиқ-овқат маҳсулотларини озиқавий ва энергетик қиймати

Маҳсулот	Сув, г	Оксил, г	Ер, г	Моно-ва дисахаридлар,	Крахмал, г	Клетчатка, г	Кул, г	Минерал моддалар, мг						Витаминлар, мг			Энергетик қиймат, ккал/100	
								Na	K	Ca	Mg	P	Fe	β-каротин	B ₁	B ₂		PP
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Олий навли бугдой уни	14,0	10,3	1,1	0,2	68,7	0,1	0,5	3	122	18	16	86	1,2	-	0,17	0,04	1,20	334
I навли бугдой уни	14,0	10,6	1,3	0,5	67,1	0,2	0,7	4	175	24	44	115	2,1	нз.	0,25	0,08	2,20	331
II навли бугдой уни	14,0	11,7	1,8	0,9	62,8	0,6	1,1	6	251	32	73	184	3,9	0,01	0,37	0,12	4,55	324
Маккажўхори уни	14,0	7,2	1,5	1,3	68,9	0,7	0,8	-	-	-	-	-	-	0,2	0,40	0,13	1,80	330
Шакар	0,14	-	-	99,8	-	-	0,03	1	3	2	нз.	нз.	0,3	-	-	-	-	379
Қартошка крахмали	20,0	0,1	нз.	нз.	79,6	нз.	0,3	6	15	40	нз.	77	нз.	-	-	-	-	327
Маккажўхори крахмали	13,0	1,0	0,6	нз.	85,2	нз.	0,2	30	-	17	1	20	нз.	-	-	-	-	359
Ёғлиги 3,2% пастерланган сут	88,5	2,80	3,2	4,70	-	-	0,7	50	146	120	14	90	0,060	0,02	0,04	0,15	0,10	58
Ёғлиги 2,5% пастерланган сут	89,1	2,82	2,5	4,73	-	-	0,7	50	146	120	14	90	0,060	0,01	0,04	0,15	0,10	52
Герметик қадоқланган, қурук ёғли сут	4,0	26,0	25,0	37,5	-	-	6,0	400	1200	1000	119	790	0,5	0,10	0,27	1,30	0,70	476



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Герметик кадокланган, ёгсиз куруж сүт	4,0	37,9	1,0	49,3	-	-	6,8	442	1224	1155	160	920	0,5	сл.	0,30	1,80	1,20	350
Куюлтрилган шакарли сүт	26,0	7,2	8,5	12,5	-	-	1,8	130	365	307	34	219	0,2	0,04	0,06	0,38	0,20	320
Тузланмаган сарниё	16,0	0,5	82,5	0,8	-	-	0,2	7	15	12	0,4	19	0,2	0,38	из.	0,10	из.	748
Голланд пишлоғи	40,5	26,0	26,8	-	-	-	4,7	1100	100	1040	50	540	1,2	0,17	0,03	0,38	0,20	352
Рафинацияланган кунгабоқар мойи	0,1	-	99,9	-	-	-	из.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	899
Рафинацияланган пахта мойи	0,1	-	99,9	-	-	-	из.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	899
Картошка	76,0	2,0	0,4	1,3	15,0	1,0	1,1	28	568	10	23	58	0,9	0,02	0,12	0,07	1,30	80
Пиёз	86,0	1,4	-	9,0	0,1	0,7	1,0	18	175	31	14	58	0,8	из.	0,05	0,02	0,20	41
Сарик сабзи	89,0	1,3	0,1	6,0	0,2	0,8	0,7	30	234	46	26	40	0,6	1,10	0,10	0,02	1,00	30
Анжир	82,0	0,7	0,2	11,2	из.	2,5	1,1	18	190	-	-	-	3,2	0,05	0,06	0,05	0,50	49
Шафтоли	86,0	0,9	0,1	9,5	из.	0,9	0,6	30	363	20	16	34	0,6	0,50	0,04	0,08	0,70	43
I категорияли күй гүшти	67,3	15,6	16,3	-	-	-	0,8	80	270	9	20	168	2,0	-	0,08	0,14	3,8	209
I категорияли мол гүшти	64,5	18,6	16,0	-	-	-	0,9	65	325	9	22	188	2,7	-	0,06	0,15	4,7	218
Мол гүшти колбаси	70,0	15,0	11,7	-	-	-	3,3	959	281	23	21	209	3,5	-	0,06	0,13	3,50	165
Товуқ туҳуми	74,0	12,7	11,5	0,7	-	-	1,0	134	140	55	12	192	2,5	-	0,07	0,44	0,19	157
Щци концентрати	11,0	8,4	15,8	20,0	20,5	7,0	16,0	4813	1206	261	87	194	5,7	-	-	-	-	338
Палов концентрати	10,0	13,9	14,7	8,6	44,6	1,9	4,6	1870	348	74	42	194	2,7	-	-	-	-	406

Inv № 372140

1.3. Озиқ-овқат маҳсулотларини хавфсизлиги

Ҳозирги вақтда озиқ-овқат маҳсулотлари ассортиментини узлуксиз кенгайтириш, овқатланиш характерини ўзгариши, озиқ-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқариш, сақлаш ва тақсимлашда янги технологик жараёнларни тадбиқ этилиши, кўп миқдорда турли кимёвий бирикмаларни ишлатилиши ва бошқалар рўй бермоқда. Буларни ҳаммаси кўп ҳолларда инсон организми учун бефарқ эмас. Токсик моддаларни озиқ-овқат маҳсулотларига келиб тушиши нуктаи назаридан маълум хавфларни атроф-муҳитни сановат чиқиндилари билан ифлосланилиши, шунингдек кишлоқ хўжалигида химикатлар ишлатилишини ўсиб бориши юзага келтирмоқда.

Озиқ-овқат маҳсулотлари билан боғлиқ турли хавфларни бир неча гуруҳларга бирлаштириш мумкин. Ҳар бир ушбу гуруҳлардаги хавф-хатар учта асосий мезонлар: оғирлиги, қайтарилыш частотаси ва эффектни юзага келиши вақти асосида баҳоланади. Хавфни оғирлиги кучсиз намоён бўлган ва вақтинчалик нохушлиқдан жиддий қайтувчан, ҳаттоки қайтмас оқибатларгача (жумладан, ўлим ҳолати ҳам) ўзгарадиган эффектни тури билан боғланади. Қайтарилыш частотаси ушбу эффектни пайдо бўлиши ҳолатларининг сони ёки интенсивлигига тегишли. Хавфни юзага келиши вақти эса хавф таъсиридан кейин эффектни пайдо бўлиши вақтини кўрсатади.

Ушбу хавф-хатар мезонларини миқдорий баҳолаш бир хил кийинчиликлар билан кечмайди. Баъзи ҳолларда инсон организмининг бевосита кузатиш мумкин, кўпгина ҳолларда эса эпидемиологик тадқиқотлар, лаборатория ҳайвонларидаги тажрибалар ва бошқа таҳлил тизимларига асосланган маълумотлар мавжуд бўлади.

Хавф-хатар мезонларидан фойдаланиб, хавф турлари бешта синфларга гуруҳланса, хавф-хатарларни минималдан максималгача бўлган қуйидаги тақсимланишини ҳосил қилиш мумкин:

- келиб чиқиши микробли бўлган хавфлар;



- озикавий моддалар хавфлари;
- ташки мухит томонидан ифлосланиш билан боғлиқ бўлган хавфлар;
- келиб чиқиши табиий бўлган хавфлар;
- озикавий қўшимчалар ва бўёқлар хавфлари.

Озик-овкат маҳсулотлари кўпгина касалликларни патоген ва токсиген агентларини ташувчилари ҳисобланиши мумкин. Озик-овкат маҳсулотларини истеъмол қилиниши билан боғлиқ касалликлар кўзгатувчилари ўзларини турли-туманлиги билан тавсифланади. Уларни баъзиларини таъсири озик-овкат маҳсулотларини истеъмол қилишга қадар, унда микроорганизмларни ривожланишида ҳосил бўлган токсик метаболитлар билан белгиланади (масалан, стафилококкли озикавий захарланишлар ва ботулизм). Бошқаларини таъсири эса тирик микроорганизмларга эга бўлган маҳсулотларни истеъмол қилинишидан келиб чиқади (масалан, сальмонеллалар). Баъзи ҳолларда кўп миқорда тирик микроорганизмлар истеъмол қилинганда, уларни овкат хазм қилиш трактида споралар ҳосил қилиши ва токсин ажратилиши кузатилади.

Микроорганизмлар келтириб чиқарадиган оқибатлар оғирлиги вақтинчалик нохушлиқдан, ботулизмдаги ўткир токсик эффеќтгача ўзгариши мумкин. Ушбу касалликларни қайтарилиши частотаси йил давомида бир неча минг ҳолатларни ташкил этиши мумкин.



Озикавий омиллар билан боғлиқ бўлган озик-овкат маҳсулотларини хавфлари озикавий моддаларни етишмаслиги ва меъеридан юқорилиги нуқтан назаридан қаралиши мумкин. Озикавий моддаларни етишмаслиги цингга, пеллагра, рахит, бери-бери каби касалликларни юзага келтириши маълум. Аммо, озикавий моддаларни, жумладан ёгда эрувчи витаминларни ва баъзи микроэлементларни меъеридан юқорилиги ҳам зарарли. Бу муаммолардан ташқари ёмон овқатланиш билан боғлиқ турли масалалар ҳам мавжуд. Масалан, ёмон овқатланиш натижасида организмни юқумли касалликларга, озик-овкат маҳсулотлари келтириб чиқарган касалликларга, шунингдек атроф-мухитдаги ифлосланишлар таъсиринга юқори мойиллиги

юзга келади. Бундан ташқари, ҳозирги пайтда витаминлар, микроэлементлар ва бошқа моддаларни кўп миқдорда қабул қилинишини одам соғлиғига салбий таъсир қилиши ҳақида ҳам маълумотлар мавжуд. Озиқавий моддалар хавфларини қайтарилиш частотасини миқдорий белгилаш анча қийин. Шунини таъкидлаш мумкинки, озиқавий моддаларни етишмаслиги, витаминлар ва минерал моддаларни токсиклиги билан боғлиқ касалликларни юзга келиш ҳолатлари унчалик юқори эмас.

Ташқи муҳитдан келиб тушадиган ифлосланишларга микроэлементлар, металл органик бирикмалар (мишьяк, симоб, кадмий, қўرғош ва қалай) ва катор органик бирикмалар (полихлордифеноллар, пестицидлар) тегишли. Ташқи муҳитдан келиб тушаётган ифлосланишлар озиқавий занжирга биоаккумуляция қилиниши ва биотрансформацияга учраб токсикликни ошириши мумкин. Ушбу хавфларни оғирлиги уларни таъсир муддати ва даражасига кўра кенг четараларда ўзгаради. Ташқи муҳитдан келиб тушаётган ифлосланишлар эффектини пайдо бўлиш частотасини миқдорий баҳолаш қийин. Буни фақат билвосита, яъни токсиклик ҳақидаги маълумотларни ушбу моддаларни озиқ-овқат маҳсулотларида аниқлашда олинган экспозиция маълумотлари билан солиштириш йўли билан ифодалаш мумкин.

Табийий шароитда озиқ-овқат маҳсулотларида мавжуд бўлган бир неча юз минг бирикмаларни қисман келиб чиқиши микробли моддаларга ва қисман ташқи муҳитдан келиб тушаётган ифлосланишлар гуруҳига тегишли деб топилиши мумкин. Аммо, уларни озиқ-овқат маҳсулотларидаги муҳим аҳамиятини ҳисобга олган ҳолда алоҳида хавф гуруҳига жамлаш маъқулдир. Бундай моддаларни унчалик катта бўлмаган қисми маълум бўлиб, уларни ичида ҳам ўткир ва сурункали токсик таъсирга эга бўлган бирикмалар мавжуд.

Бу бирикмаларга ўсимлик маҳсулотларида учрайдиган моддаларни атта синфи тегишли (шпинатдаги оксалатлар, картошкадаги ликоалколоидлар, замбуруғ заҳарлари ва бошқалар). Бу моддаларга, шунингдек микроэлементлар ва замбуруғлар билан зарарланишга мойил



бўлган дон ва бошқа маҳсулотларда учрайдиган токсикологик муҳим микотоксинлар ҳам тегишли (масалан, афлатоксинлар, охратоксинлар, патулин, зеаролонен ва бошқалар). Келиб чиқиши табиий бўлган бошқа муҳим ифлосланишларга пиролизидинли алколондлар ва косалиларни фалаж этувчи заҳари тегишли. Бундан ташқари, маҳсулотларни сақлаш, ишлов бериш ва тайёрлашда ҳам кўнгина бирикмалар (масалан, нитрозоаминлар, кўп ядроли ароматик углеводородлар) ҳосил бўлишини таъкидлаш зарур.

Зарарланишни оғирлиги нуктаи назаридан бу бирикмалар синфи юқори токсик моддалар, шунингдек кучли канцерогенларга эга. Ушбу компонентлар таъсирида кузатиладиган эффе́ктларни пайдо бўлиши частотасини аниқ ўлчаш қийин, аммо озик-овқат маҳсулотларида афлатоксинларни мавжуд бўлиши уларга нисбатан диққатни қаратиш зарурлигини такозо этади.

Озикавий қўшимчалар ва бўёқлар синфи 2000 дан ортик тўғридан-тўғри, 1000 га яқин билвосита солинадиган қўшимчаларни камраб олади. Аммо, кўнгина билвосита қўшимчалар, эҳтимол якуний маҳсулотларда сақланиб қолимайди. Ушбу категорияга кишлоқ хўжалик ҳайвонлари рационига кирувчи бир неча юз доривор препаратларни ҳам киргизиш зарурдир.

Кўнгина тўғридан-тўғри солинадиган озикавий қўшимчалар умумқабул қилинган хавфсиз моддалар ҳисобланади. Бу моддалар асосан зирavorлар ва таъм берувчи моддалар бўлиб, уларни баъзилари, масалан, ош тузи ва қатор зирavorлар минг йиллар давомида ишлатилиб келинмоқда. Шунини таъкидлаш лозимки, умумқабул қилинган хавфсиз моддаларни 90 % одамлар томонидан истеъмол қилинганда, улар учун унчалик хавфли эмас. Билвосита қўшимчалар ишлаб чиқаришдаги ишлов бериш ва қадоқлашда ишлатилади ва озик-овқат маҳсулотларига тушиши мумкин. Бу қўшимчалар кўп сонли гуруҳни ташкил этади ва улар маҳсулотларда мавжуд бўлган ҳолларда ҳам уларни миқдори жуда кам. Ушбу гуруҳ компонентларини хавф-хатар мезонлари бўйича тадқиқот этиш, уларни унчалик юқори бўлмаган хавф даражасидан далолат беради.

Шундай қилиб, юқорида келтирилган озик-овкат маҳсулотлари билан боғлиқ хавфларни таҳлили хавфсизлик тушунчасига таъриф беришга имкон беради. Озик-овкат маҳсулотларини хавфсизлиги, ушбу маҳсулотларни оддий фойдаланиш шароитларида хавфсизлиги, ҳозирги ва келажак авлодлар соғлиги учун хавф туғдирмаслиги тўғрисидаги асосланган ишончи ҳолатдир.

Юқорида келтирилган хавфлар таҳлили шунни кўрсатадики, озик-овкат маҳсулотлари истеъмол қилинганида одам соғлиги учун энг юқори хавф, асосан, маҳсулот таркибида зарарли кимёвий бирикмалар борлиги ва уни касаллик туғдирувчи микроорганизмлар билан зарарланганлиги билан боғлиқ бўлади. Озик-овкат маҳсулотлари истеъмолчилари соғлиги учун токсик элементлар (кўрғошин Pb, мишьяк As, кадмий Cd ва симоб Hg), микотоксинлар (афлотоксин B₁, дезоксиниваленол), пестицидлар (α , β , γ - гексахлорциклогексан, ДДТ ва уни метаболитлари) ва радионуклидлар (цезий - 137, стронций - 90) энг хавfli ҳисобланади. Истеъмолчилар учун хавфсиз деб тан олинган маҳсулотда юқорида қайд этилган барча кимёвий элементлар ва бирикмаларни миқдори санитария-эпидемиология назорати органлари томонидан белгиланган йўл қўйиладиган меъёрлардан ошмаслиги лозим. Ишлаб чиқарилган маҳсулотни ушбу меъёрларга мос келиши Давлат санитария-эпидемиология хизмати органлари томонидан назорат қилинади.

Қуйида (1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8-жадваллар) баъзи озик-овкат маҳсулотларини санитар хавфсизлик меъёрлари ва микробиологик кўрсаткичларига қўйиладиган талаблар келтирилган.

Сут ва сут маҳсулотларини хавфсизлик меъёрлари

Маҳсулотлар гуруҳи	Кўрсаткичлари	Йўл қўйиладиган даражалари, мг/кг, кўп эмас	Изоҳ
1. Сут, каймоқ, айрон, зардоб, суюқ сут катик маҳсулотлари, сметана, сут асосидаги ичимликлар	Токсик элементлар:		
	Кўргошин	0.1	
	Мишьяк	0.05	
	Кадимий	0.05	
	Симоб	0.005	
	Мис	1.0	
	Рух	5.0	
	Микотоксинлар:	0.0005	
	афлотоксин M ₁		
	Антибиотиклар:		
	Левомецитин	йўл қўйилмайди	< 0,01
	Тетрациклик гуруҳ	йўл қўйилмайди	< 0,01 бирлик/г
	Стрептомицин	йўл қўйилмайди	<0,5 бирлик/г
	Пенициллин	йўл қўйилмайди	<0,01 бирлик/г
	Ингибировчи моддалар:	йўл қўйилмайди	хом сут ва каймоқ
	Пестицидлар:		
	Гексахлорциклогексан (α , β , γ изомерлари)	0.05	сут, айрон, зардоб, сут катик маҳсулотлари
		1.25	Қаймоқ, сметана
	ДДТ ва унинг метаболитлари	0.05	сут, айрон, зардоб, сут катик маҳсулотлари
		1,0	Қаймоқ, сметана
Радионуклидлар:			
Цезий-137	100	Бк/л	
Стронций-90	25	Бк/л	

Сут ва сут маҳсулотларини микробиологик кўрсаткичлари

Маҳсулотлар гуруҳи	КМАФАнМ* КОЕ/г, кўп эмас	Йўл қўйилмайдиган маҳсулот массаси, (г, см ³)		Изох
		БГКП**	Патоген, жумладан салмонелалар	
1. Хом сут:				
Олий нав	$3 \cdot 10^3$	-	25	Соматик хужайралар 1 см ³ да $5 \cdot 10^5$ дан кўп эмас
1 нав	$5 \cdot 10^3$	-	25	Соматик хужайралар 1 см ³ да $1 \cdot 10^6$ дан кўп эмас
2 нав	$4 \cdot 10^6$	-	25	Соматик хужайралар 1 см ³ да $1 \cdot 10^6$ дан кўп эмас
2. Пастерланган сут, зардоб, айрон:				
истеъмол идишларида	$1 \cdot 10^3$	0,01	25	1 см ³ да <i>S.aureus</i> га йўл қўйилмайди; 25 см ³ да <i>L.monocytogenes</i> га йўл қўйилмайди
фляга ва цистерналар да	$2 \cdot 10^5$	0,01	25	1 см ³ да <i>S.aureus</i> га йўл қўйилмайди; 25 см ³ да <i>L.monocytogenes</i> га йўл қўйилмайди
3. Пастерланган каймоқ:				
истеъмол идишларида	$1 \cdot 10^5$	0,01	25	1 см ³ да <i>S.aureus</i> га йўл қўйилмайди; 25 см ³ да <i>L.monocytogenes</i> га йўл қўйилмайди
фляга ва цистерналар да	$2 \cdot 10^5$	0,01	25	1 см ³ да <i>S.aureus</i> га йўл қўйилмайди; 25 см ³ да <i>L.monocytogenes</i> га йўл қўйилмайди

Элсатма: * - аэроб факультатив анаэроб ва мезофил микроорганизмлар микдори;

** - ичак тайёкчалари гуруҳи бактериялари.

Мева ва сабзавот маҳсулотларини хавфсизлик меъёрлари

Маҳсулотлар гуруҳи	Кўрсаткичлари	Ўўл кўйиладиган даражалари, мг/кг, кўп эмас	Изоҳ
1. Янги ва музлатилган сабзавотлар, картошка, мевалар, замбуруғлар	Токсик элементлар:		
	Кўрғошин	0,5	Мевалар
		0,4	
	Мишьяк	0,2	Замбуруғлар
		0,5	
	Кадимий	0,05	
	Симоб	0,02	Замбуруғлар
		0,05	
	Мис	0,5	
	Рух	0,02	
	Нитратлар:		
	Картошка	250	
	Карам (1 сентябргача)	900	
	Кечки карам	500	
	Сабзи (1 сентябргача)	400	
	Кечки сабзи	250	Ҳимояловчи тупроқ
		150	
	Помидор	300	Ҳимояловчи тупроқ
		150	
	Бодиринг	400	Ҳимояловчи тупроқ
	Ошхона лавлагиси	1400	
	Кўк пиёз	80	
	Тарвуз	60	
Ковун	90		
Пестицидлар:			
Гексахлорциклогексан (α , β , γ изомерлари)	0,1	Картошка, қанд лавлагиси	
	0,5	Сабзавотлар, замбуруғлар	
	0,05	Мевалар, узум	
ДДТ ва унинг метаболитлари	0,1		
Радионуклидлар:			
2. Картошка, топинамбур	Цезий-137	120	Бк/кг
	Стронций-90	40	Бк/кг
3. Сабзавотлар	Цезий-137	120	Бк/кг
	Стронций-90	90	Бк/кг
4. Мевалар, узум	Цезий-137	40	Бк/кг
	Стронций-90	30	Бк/кг

Мева ва сабзавот маҳсулотларини микробиологик кўрсаткичлари

Маҳсулотлар гуруҳи	КМАФАнМ КОЕ/г, кўп эмас	Йўл қўйилмайдиган маҳсулот массаси, (г, см ³)		Аччиқлар, КОЕ/г, кўп эмас	Замбуруғлар, КОЕ/г кўп эмас	Изох
		БГ/КП	Патоген, жумладан салмонелалар			
1. Янги ва музлатилган сабзавотлар, картошка ва уларни қайта ишлаш маҳсулотлари						
Янги бутун бланшировка килинган тез музлатилган сабзавотлар	$1 \cdot 10^4$	1,0	25	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	25 г маҳсулотда <i>L. monocytogenes</i> ни бўлишига йўл қўйилмайди
Кўк ва баргли тез музлатилган сабзавотлар	$5 \cdot 10^5$	0,01	25	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$	25 г бланшировка килинган маҳсулотда <i>L. monocytogenes</i> ни бўлишига йўл қўйилмайди
Картошка асосидаги тез музлатилган ярим тайёр маҳсулотлар	$4 \cdot 10^4$	0,01	25	$1 \cdot 10^3$	-	
Сабзавотли поресимон ярим тайёр маҳсулотлар	$5 \cdot 10^4$	0,1	25	$2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	1 г маҳсулотда сульфит редуция қилувчи клостридиялар бўлишига йўл қўйилмайди
2. Тез музлатилган мевалар ва уларни қайта ишлаш маҳсулотлари						
Тез музлатилган силлик донакли ва уругли мевалар	$5 \cdot 10^5$	0,1	25	$2 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^3$	
Тез музлатилган вакуум остида эдокланган бутун ги мевалар	$5 \cdot 10^4$	0,1	25	$2 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$	
Музлатилган ёки йдаланган тез музлатилган мевалар	$1 \cdot 10^5$	0,01	25	$5 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	

Дон, ун, ёрма ва нон маҳсулотларини хавфсизлик меъёрлари

Маҳсулотлар гуруҳи	Кўрсаткичлари	Ўл қўйиладиган даражалари, мг/кг, кўп эмас	Изоҳ
1. Донлар, жумладан, бугдой, қора бугдой, арпа, тарик, гурунч, маккажўхори	Токсик элементлар:		
	Кўргошин	0,5	
	Мишьяк	0,2	
	Кадимий	0,1	
	Симоб	0,03	
	Мис	10,0	
	Рух	50	
	Микотоксинлар:		
	афлотоксин В ₁	0,005	бугдой
	Дезоксиниванленол	0,7	арпа
	Т-2 токсин	1,0	
	Охратоксинлар	0,005	
	Зеараленон	0,1	
	Пестицидлар:		
	Гексахлорциклогексан (α, β, γ изомерлари)	0,5	
	ДДТ ва унинг метаболитлари	0,02	
	Гексахлорбензол	0,01	Бугдой
	Симборганик пестицидлар	Ўл қўйилмайди	
	2,4 Д кислота, унинг тузлари, эфирлари	Ўл қўйилмайди	
	Радионуклидлар:		
	Цезий-137	70	Бк/кг
	Стронций-90	40	Бк/кг
	Зарарли қўшилмалар:		
Спорынья	0,05		
Фузариоз донлар	1,0	Қора бугдой, бугдой, арпа	
Пушти рангли донлар	3,0	Қора бугдой	
Ёрқин сариқ-яшил флуоресценцияли донларни мавжудлиги	0,1	Маккажўхори	
Ифлосланганлиги ва зараркунандалар билан зарарланганлиги	15,0	Тирик ва ўлик зараркунандаларни умумий зичлиги,	

2. Ёрма,
толқон

Токсик элементлар:

Кўрғошин	0,5	
Мишьяк	0,2	
Кадимий	0,1	
Симоб	0,03	
Мисс	10,0	
Рух	50,0	

Микотоксинлар:

Афлотоксин В ₁	0,005	
Дезоксиниванленол	0,7	Бугдой
	1,0	Арпа
Т-2 токсин	0,1	
Охратоксинлар	0,003	
Зеараленол	0,2	Бугдой, арпа, маккажўхори

Пестицидлар: 1.8-жадвални 1
бандига мос

Радионуклидлар:

Цезий-137	50	Бк/кг
Стронций-90	30	Бк/кг
Ифлосланганлиги ва зараркундалар билан зарарланганлиги	Йўл қўйилмайди	

3. Нон, кулча
маҳсулотлари

Токсик элементлар:

Кўрғошин	0,35	
Мишьяк	0,15	
Кадимий	0,07	
Симоб	0,015	
Мисс	5,0	
Рух	25,0	

Микотоксинлар:

Зеараленол	0,2	бугдой, маккажўхори, арпа унлари
------------	-----	--

Колганлари 1.8-жадвални 1
бандига мосПестицидлар: 1.8-жадвални 1
бандига мос

Радионуклидлар:

Цезий-137	60	Бк/кг
Стронций-90	20	Бк/кг



Дон, ун, ёрма ва нон махсулотларини микробиологик кўрсаткичлари

Махсулотлар гуруҳи	КМАФАнМ КОЕ/г, кўп эмас	Йўл кўйилмайдиган махсулот массаси, (г, см ³)					изоҳ
		БГКП	Патоген, жумладан салмонелалар	Proteus жинсдаги бактериялар	S.aureus	Замбуруғлар, КОЕ/г кўп эмас	
1. Нон-кулча махсулотлари (жумладан, пирог, мева, сабзавотли куймоқлар)	$1 \cdot 10^3$	1,0	25	-	1,0	50	
2. Сузма, пишлок солинган нон-кулча махсулотлари	$1 \cdot 10^3$	1,0	25	0,1	1,0	50	
3. Қаймоқ кремли нон-кулча махсулотлари	$5 \cdot 10^3$	0,01	25	-	1,0	50	

Назорат саволлари:

1. Озиқ-овқат махсулотлари сифатини баҳолашда қандай усуллар ишлатилади?
2. Органиолептик (сенсорли) таҳлил нима?
3. Бактериологик таҳлил нима?
4. Озиқ-овқат махсулотини "Озиқавий қиймати" қандай моддаларни мавжуд бўлиши билан белгиланади?
5. Озиқ-овқат махсулотларини интеграл скори қандай ҳисобланади?
6. Озиқ-овқат махсулоти энергетик қийматини ҳисоблаш тартибини тушунтиринг.
7. Озиқ-овқат махсулотлари билан боғлиқ хавфларни қандай турлари мавжуд?
8. Озиқ-овқат махсулотлари қандай хавфсизлик кўрсаткичлари бўйича меъёрланади?

2 БОБ

Озиқ-овқат маҳсулотларини физикавий тадқиқот усуллари

2.1. Физикавий ва физико-механикавий хусусиятларини аниқлаш

Қайта ишлашга келиб тушаётган ҳар бир озиқ-овқат хом-ашёси маълум физико-кимёвий (зичлик, ковушқоклик, электўтказувчанлик ва бошқалар) ва органолептик хусусиятлар билан тавсифланади. Ушбу хусусиятлар хом-ашёга боғлиқ ҳолда қатор омиллар ҳайвонларни касаллиги, озиқа тури, саклаш шароитларини бузилиши, фальсификация қилиниши ва бошқалар таъсирида кескин ўзгариши мумкин. Шунинг учун хом-ашёларни физико-кимёвий ва органолептик кўрсаткичларига кўра, уларни табиийлиги ва сифатини, шунингдек қайта ишлашга яроқлилигини баҳолаш мумкин. Бундан ташқари, корхоналарни сифати бўйича меъёрий – техник ҳужжатлар талабларига мос келувчи хом-ашёлар билан таъминлаш технологик жараёнларни доимийлигини таъминлашни ва бир хил маълум истеъмол хусусиятларга эга бўлган маҳсулот ишлаб чиқаришнинг муҳим шарти ҳисобланади.

Шуни таъкидлаш жоизки, хом-ашёларни физико-кимёвий ва органолептик кўрсаткичларини ўзгариши, шунингдек уларга ишлов бериш (пастерлаш, гомогенизациялаш ва бошқалар) ва кучли равишда эса уларни тайёр маҳсулотга қайта ишлашда рўй беради. Демак, баъзи физико-кимёвий (зичлик, ковушқоклик, кислоталик, рН ва бошқалар) ва органолептик кўрсаткичларга кўра хом-ашёга ишлов беришдаги, тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришдаги физико-кимёвий ва биокимёвий жараёнларни тўғри кечишини азорат қилиш, шунингдек тайёр маҳсулот сифатини аниқлаш ва уларни стандарт талабларига мос келишини аниқлаш мумкин.



Озиқ-овқат хом-ашёлари, ярим тайёр ва тайёр маҳсулотларни физико-кимёвий хусусиятларини, уларни ўзаро таъсирлари келтириб чиқаради. Демак, тизимни дисперс фазаси ҳолати моҳиятидаги, шунингдек хом-ашё таркибий қисмларидаги ҳар бир ўзгаришлар уни физико-кимёвий хусусиятларини ўзгариши билан кечиши лозим. Хом-ашё таркибий қисмларини унинг физико-кимёвий хусусиятларига таъсири турлича бўлиши мумкин. Масалан, сут хом-ашёсини зичлиги ва кислоталигини, ундаги барча компонентларга боғлиқ бўлса, оксилларни миқдори, дисперселиги ва гидратацион хусусиятлари эса сутни қовушқоқлигини ва сирт таранглигини белгилайди.

2.1.1. Нисбий зичликни аниқлаш

Жисмларни массаси (модда миқдори) уни ричагли тарозиларда тортиш йўли билан аниқланади, чунки бунадй шароитларда тенг эркин тушиш тезланиши таъсирида тортилаётган жисм ва эталон тоши массаларини мувозанати ва уларни нисбий тинчлиги ўрнатилади. Масса (модда миқдори) бирлиги сифатида килограмм-масса (кг) қабул қилинган.

Жисмни оғирлиги уни динамометрик (пружинали) тарозиди тортиш натижаси ҳисобланади. Динамометрик (пружинали) тарозиларда, жисм ва тарозини нисбий тенглиги шароитларида, жисмни ерга тортиш кучи ўлчанади ва у куч бирликларида – килограмм-куч (кГ)да ифодаланади. Жисмни оғирлиги модда миқдори ўлчови сифатида қаралмайди.

Зичлик ёки ҳажмий масса ρ деб бирлик ҳажмдаги модда массасига айтилади, яъни

$$\rho = \frac{M}{V}$$

бу ерда ρ - бир жинсли моддани зичлиги ёки бир жинсли бўлмаган

моддани ўртача зичлиги, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

M - модда массаси, кг;

V - модда ҳажми, m^3 .

Солиштирма ёки ҳажмий оғирлик γ деб бирлик ҳажмдаги модда оғирлигига айтилади ва қуйидаги формулага биноан аниқланади:

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

бу ерда G - моддани оғирлиги, кг.

Ҳажмий оғирлик ҳам маълумотли физикавий катталик ҳисобланади. Қўпгина ҳолларда маҳсулотларни физикавий хусусиятларини тавсифлашда ўлчамсиз катталик - нисбий ҳажмий оғирлик ёки нисбий зичлик фойдаланилади.

Нисбий ҳажмий оғирлик d маълум шароитларда тадқиқот этилаётган модда ҳажмий оғирлигини стандарт модда ҳажмий оғирлиги γ_0 га нисбати сифатида аниқланади:

$$d = \frac{\gamma}{\gamma_0}$$

Нисбий зичлик d маълум шароитларда тадқиқот этилаётган модда зичлигини ρ стандарт модда зичлигига ρ_0 нисбати сифатида ифодаланади:

$$d = \frac{\rho}{\rho_0}$$

Бунда стандарт модда сифатида 4°C ҳарорат ва 760 мм.с.м.уст. босимдаги дистилланган сув қабул қилинади.

Нисбий ҳажмий оғирлик ва нисбий зичлик юқорида таъкидланганидек ўлчамсиз катталик бўлиб, улар ўзаро тенгдир:

$$d = \frac{\gamma}{\gamma_0} = \frac{\rho}{\rho_0}$$

Лаборатория шароитида рычагли тарозилар ва юклар наборидан фойдаланганлиги учун тортиш пайтида берилган моддани оғирлиги эмас, балки уни массаси аниқланади. Маҳсулотларни тадқиқот этишда тадқиқот этилаётган моддани зичлиги эмас, балки уни маълум шароитларда шундай



ҳажмдаги дистилланган сув зичлигига нисбати аниқланади. Шунинг учун бундай таҳлил нисбий зичликни аниқлаш деб номлана максадга мувофиқдир.

Кўнгина озик-овқат маҳсулотларининг (сут, патока, алкогольсиз ва алкогольли ичимликлар) сифати айнан уларни нисбий зичлик кўрсаткичига кўра баҳоланади. Нисбий зичликни ўлчаш ёрдамида сув-спиртли эритмалардаги (арок, коньяк ва бошқалар) спирт миқдорини аниқлаш мумкин. тадқиқот этилаётган эритмалардаги спирт миқдори қанчалик юқори бўлса, унинг нисбий зичлиги шунчалик паст бўлади. Баъзи суюқ озик-овқат маҳсулотларидаги (масалан, сут, патока, алкогольсиз ичимликлар) шакар ва бошқа экстрактив моддалар концентрацияси қанчалик юқори бўлса, уларни нисбий зичлиги ҳам шунчалик юқори бўлади. Аммо, сутда оксил, углевод ва тузлар миқдорини ошиши унинг зичлигини оширса, ёғ миқдорини ошиши уни зичлигини пасайишига олиб келади.

Тадқиқот этилаётган маҳсулотни ҳароратига боғлиқ равишда уни нисбий зичлиги ҳам ўзгаради. Ҳарорат қанчалик юқори бўлса, модда нисбий зичлиги шунчалик паст бўлади. Модда ҳароратини пасайиши эса, аксинча уни нисбий зичлигини ошишига олиб келади. Шунинг учун нисбий зичлик катталигини ифодалашда t_1/t_2 индекси кўрсатилади, яъни dt_1/t_2 , бу ерда t_1 - тадқиқот этилаётган маҳсулот ҳарорати ва t_2 - дистилланган сув ҳарорати. Нисбий зичликни маҳсулотни $20\text{ }^\circ\text{C}$ ва сувни $4\text{ }^\circ\text{C}$ ҳароратида аниқлаш қабул қилинган. Амалиётда эса нисбий зичлик баъзи ҳолларда $t_1=t_2=20\text{ }^\circ\text{C}$ да ниқланади.

Нисбий зичликни пикнометр, ареометр, гидростатик тарозилар ёрдамида ва гидростатик босимни ўлчаш орқали аниқлаш мумкин.

Пикнометрик усул. Нисбий зичликни аниқлашнинг пикнометрик усул энг аниқ ҳисоблади. Ушбу усул тадқиқот этилаётган суюқлик ва дистилланган сувни тенг ҳажмлари массаларини $20\text{ }^\circ\text{C}$ ҳароратда аниқлашга

асосланган. Тадкикот этилаётган суюклик массасини дистилланган су
массасига нисбати эса нисбий зичлик ҳисобланади.

Асбоб ва жиҳозлар: аналитик тарозилар; пикнометрлар; эксикатор; 20
°C хароратни сакловчи сувли термостат; капилляр пипетка.

Таҳлилни ўтказиш тартиби. Яхши ювилган, қурутилган пикнометр
эксикатордан чиқариб олинади ва уни массаси аналитик тарозиларда
аниқланади. Сўнгра пикнометрга қайнатилган ва 20 °C хароратга
совутилган дистилланган сув қуйилади. Пикнометрга қуйилаётган сув уни
белгисидан бир мунча юқори сатҳга етказилади ва у харорати 20 °C бўлган
термостатга 30 мин. га қолдирилади. Шундан сўнг пикнометрдаги сув ҳажми
капилляр пипетка ёрдамида унинг белгисигача аниқ етказилади.
Пикнометрни суюкликдан озод бўлган ички бўйни юзаси шиша таёқчага
ўралган фильтр қоғози ёрдамида артиб олиниши керак. Кейин пикнометр
огзи тикин билан ёпилгач, термостатдан чиқариб олинади, қуригунча
артилади ва 30 мин давомда тарози олдига қолдирилади. Шундан сўнг у
аналитик тарозида тортилади.

Кейинчалик пикнометрдан сув тўжиб ташланади ва у тадқиқот
этилаётган суюклик билан бир неча марта чайилади. Сўнгра пикнометр
тадқиқот этилаётган суюклик билан тўлдирилиб аниқлаш, сув учун
ўтказилган тартибда қайтарилади.

Тадқиқот этилаётган суюкликни зичлиги қуйидаги формула ёрдамида
ҳисобланади:

$$d \frac{20}{20} = \frac{g_1 - g}{g_2 - g}$$

бу ерда g - бўш пикнометрнинг массаси, g ;

g_1 - пикнометрнинг харорати 20 °C бўлган сув билан биргаликдаги
массаси, g ;

g_2 - пикнометрнинг тадқиқот этилаётган суюклик билан
биргаликдаги массаси, g .



Ареометрик усул. Ушбу усулда нисбий зичликни аниқлаш Архимед конунидан фойдаланишга асосланган.

Архимед конунига асосан, суюқликда сузаётган жисм массаси суюқликни итарувчи кучи билан мувозанатлашади. Суюқликга туширилган жисмга таъсир этувчи итарувчи куч вертикал йўналган ва қийматига кўра жисмни суюқликка туширилган ҳажмида сиқиб чиқарилган суюқлик массасига тенг. Итарувчи куч жисмни доимий ўзгармас массасида фақат суюқлик зичлигига боғлиқ. Шунинг учун ареометрлар тадқиқот этилаётган суюқликни зичлигига боғлиқ ҳолда турли чуқурликка чўқиши мумкин. Усул ўзини оддийлиги, таҳлил учун киска вақт талаб қилиниши билан ажралиб туради, аниқлигига кўра пикнометрик усул билан тенглаша олмайди.

Озик-овқат маҳсулотларини тадқиқот этишида фойдаланиладиган ареометрлар уч категорияга бўлинади:

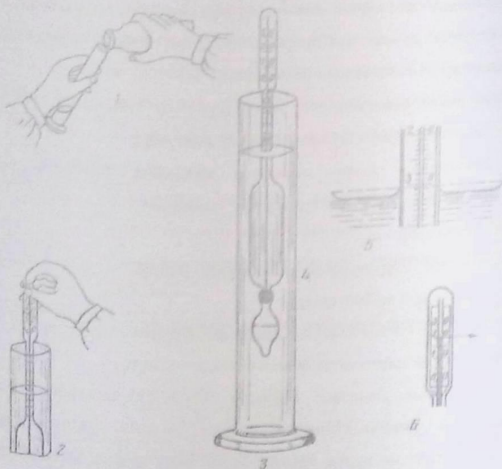
- зичликни бевосита қайд этувчи (сут учун – лактоденсиметр, ишкор ва кислоталар учун мўлжалланган ареометрлар);
- суюқликда эриган моддалар микдорини фойзаларда аниқловчи (спиртомерлар, сахаромерлар, кислоталар учун ареометрлар ва бошқалар);
- шартли бирликларда қайд этувчи (маҳсуе металл спиртомер, Бом ареометри ва бошқалар).

Асбоб ва жиҳозлар. Ареометрлар, диаметри ареометрни кенг қисмига нисбатан икки марта катта бўлган шишали цилиндр.

Таҳлилни ўтказиш тартиби. Олдиндан филтрланган тадқиқот этилаётган суюқлик кўник ҳосил қилмасдан шишали цилиндрга қуйилади. Цилиндр тоза ва қурук бўлиши керак. Цилиндр унга суюқлик қуйилиши олдиндан тадқиқот этилаётган суюқлик билан камида уч марта чайилиши керак.

Тадқиқот этилаётган суюқликларини зичлиги $20 \pm 5^{\circ}C$ ҳароратда аниқланади. Зичликни қайд этиш олдиндан цилиндр горизонтал юзага, ёруғлик манбаига нисбатан шундай ҳолатда жойлаштириладики, ареометрни

Зичлик ва харорат шкалалари яккол кўриниб турсин. Шундан сўнг курук тоза ареметр аста-секин тадкикот этилаётган суюқликка туширилади ва эркин сузаётган ҳолатида қолдирилади. Ареметр цилиндр деворларига теғмалиги лозим (расм 2.1). Ареметр ҳаракатсиз ҳолатни эгаллаганидан кейин 1 минут ўтгач, зичлик ва харорат кўрсаткичлари қайд этилади. Зичликни қайд этишда, агар тиник бўлмаган суюқликлар тадкикот этилаётган бўлса, кўзни ҳолати юқори мениск даражасида, тиник суюқликлар таҳлил этилган ҳолларда эса пастки мениск даражасида бўлиши керак. Агар мениск шкалани икки бўлиналари ўртасидан ўтаётган бўлса, унда юқори бўлима қайд этилади.



Расм 2.1. Зичликни ареметрлар ёрдамида аниқлаш:
 1-цилиндрни суюқлик билан тўлдириш; 2-ареметрни суюқликка чўктириш;
 3-суюқлик қуйилган цилиндр ва унга чўктирилган ареметр (4); 5-суюқликни
 зичлик кўрсаткичларини ҳисоблаш; 6-суюқлик хароратини ҳисоблаш



Зичликни аниқлаш пайтида тадқиқот этилаётган суюқликни харорат $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ дан юқори ёки паст бўлса, қайд этилган натижалар махсус жадваллар бўйича $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ га келтирилиши зарур. Қайд этилган ареометр кўрсаткичлари тадқиқот этилаётган суюқликни нисбий зичлигига мос келади ($d^{20/4}$).

2.1.2. Физико-механикавий хусусиятларини аниқлаш

Озик-овқат хом-ашёлари, ярим тайёр маҳсулотлари ва тайёр маҳсулотлар реал жисмлар ҳисобланиб, улар қовушқоқлик, қайишқоқлик ва шластикликка эга. Ушбу физико-механикавий хусусиятлар харорат, намлик, иссиқлик ва механик таъсир давомийлиги, сақлаш усуллари ва муддати, жўнатиш усуллари ва бошқа кўпгина сабабларга боғлиқ. Реал жисмга кўрсатилаётган юқламани тури, давомийлиги ва тезлигига кўра, уларни баъзи реологик хусусиятлари яққол намоён бўлади, айни шу вақтда эса қолганлари сезилмас бўлиб, улар танланган юқлама усули учун ҳисобга олинмаслиги мумкин. Реологик характеристикаларни инструментал аниқлаш учун ишлатиш, бир ўқли чўзиш, бир ўқли сиқиш ишлатилади.

Маҳсулотларни қайта ишлаш жараёнларидаги механик юқламаларда бузилишга чидамлилиқ (кесиш ва майдалаш жараёнлари учун), каттиқлик, ташқи ишқаланиш, адгезия (ёпишқоқлик) каби механик хусусиятлар катта аҳамиятга эга.

2.1.2.1. Реологияни асосий тушунчалари

Реология – фан сифатида механика ва қайишқоқлик назариясини кўпгина асосий қондаларидан фойдаланиб, турли модда ва материалларни деформацияси ва окувчанлигини ўрганеди.

Барча реал жисмлар ташқи кучлар таъсирида деформацияланиш, яъни ўз шакли ва ўлчамларини ўзгартириш хусусиятига эга.

Деформация – бу жисм заррачаларини нисбий силжиши бўлиб, буни уни узлуксизлиги бузилмайди. Агар деформация юклама олиб ташлангандан кейин йўқолса, бундай деформация қайишқоқ, агар юклама олиб ташлангандан кейин сакланиб қолинадиган бўлса, унда қолдиқли деформация номланади. Деформацияни катталиги ва характери жисм материални шакли ва ташқи кучларни кўрсатиш усулига боғлиқ бўлади.

Жисм деформацияланганида уни алоҳида заррачаларини ўзаро таъсир килиш ички кучлари пайдо бўлади. Бу ички кучларни интенсивлик ўлчови кучланиш деб номланади.

Жисмга кўрсатилган ташқи кучлар таъсири тўхтатилса, ҳосил бўлган кучланиш структурадаги молекула ва бошқа элементларни иссиқлик ҳаракати окзбатида қисман ёки тўлиқ ютилиши мумкин. Кучланишни вақт бўйича пасайиши **релаксация** дейилади. Релаксация вақти жисмларни муҳим структура – механик таъсифи ҳисобланади.

Жисмларни реологик хусусиятларига қовушқоқлик, қайишқоқлик, эластиклик ва мустаҳкамлик тетишли.

Қовушқоқлик ёки ички ишқаланиш газ, суюқлик ва қаттиқ жисмларни, уни қатламларини бир-бирига нисбатан силжишига (ташқи кучлар таъсири остидаги оқувчанликка) нисбатан кўрсатадиган қаршичилигини келтириб чиқарувчи хусусиятидир. Қаттиқ жисмлар учун бу қолдиқли деформацияни риволанишига кўрсатиладиган қаршилик ҳисобланади.

Қайишқоқлик бу жисмларни ташқи кучлар таъсирида уларни ҳажми ва шаклини ўзгаришига қаршилик кўрсата олиш қобилиятидир. Бошқача қилиб айтганда, бу юклама олиб ташлангандан кейин жисмларни ўз шаклини тиклай олиш хусусияти ҳисобланади.

Эластиклик – бу материални унчалик қатта бўлмаган кучлар таъсири остида бузилмасдан анча қатта ёки кичик қайишқоқлик деформациясига ардош бериш қобилиятидир. Бу термин “қайишқоқлик” термини билан бир аторда мавжуд бўлади. Уларни фарқи шундаки, қайишқоқлик бир лаҳзада, эластик эса вақт давомида намоён бўлади.



Мустаҳкамлик – бу жисмни бузилишига қаршилик кўрсата олиши қобилиятидир.

Юкорида кўрсатилганлар билан бир қаторда **пластиклик** ва **ёйилувчанлик** тушунчалари ҳам учрайди. Пластиклик – бу жисмни юклама таъсирида қайтмас деформацияланиш хусусияти бўлса, ёйилувчанлик эса доимий юклама таъсирида пластик деформацияланишни хусусий ҳолати ҳисобланади.

Реологияни барча қонунлари идеал жисмлар учун ишлаб чиқилган.

Идеал жисмларни ўрта модели маълум: идеал қайишқоқ жисм ёки Гук жисми, Сен-Венанни идеал пластик жисми ва идеал қовушқоқ ёки Ньютон суюқлиги.

Юклама остида Гук қонунига бўйсинувчи жисм **идеал қайишқоқ** деб номланади. Бу қонунни моҳияти шундаки, жисмда пайдо бўлаётган чизикли қайишқоқлик деформацияси кўрсатилган юкламага пропорционал. Қонун қуйидаги математик ифодага эга:

$$P = E \cdot \varepsilon,$$

бу ерда P - кўрсатилган юклама;

ε - чизиклик деформация (узунликни нисбий ўзгариши);

E - қайишқоқлик модули, у материални чўзиш деформациясига қаршилик кўрсатиш қобилиятини тавсифлайди.

Идеал қайишқоқ жисмни ўзига ҳос хусусияти шундан иборатки, юклама олиб ташлангач, деформация йўқолади ва у ўз шаклини тўлиқ тиклайди. Идеал қайишқоқ жисмни механик модели сифатида спирал пружина хизмат қилиши мумкин.

Идеал пластик бу шундай жисмки, у кўрсатилаётган юклама оқувчанлик чегараси (P_T) деб номланадиган қандайдир критик қийматдан пастда жойлашган бўлса, қаттиқ ҳолатда сақланаверади. Оқувчанлик чегарасига эришилгач, материални ўзгармас кучланишда пластик оқиши содир бўлади. Идеал пластик жисмни модели текисликда ётган қандайдир

жисм бўлиши мумкин. Силжитиш кучланиши қандайдир чегаравий қийматга эришмаган бўлса, бу жисм ҳаракатланмайди, чегаравий қийматдан кейин эса у хоҳлаган тезлик билан ҳаракатланиши мумкин.

Бундай жисмни реологик тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$P = P_T$$

бу ерда P - уринмали кучланиш.

Оқувчанлиги Ньютон постулати ва Пуазейл қонунига буйсинувчи суёқлик идеал қовушқок ҳисобланади. Бундай суёқликни қовушқоклиги ташқи босим ва тезлик градиентига боғлиқ эмас ва нормал, структурасиз ёки Ньютон суёқлиги дейилади.

Акс ҳолда суёқлик аномал ёки структурали қовушқокликга эга бўлади. Қовушқоклик аномалияси уни концентрация, босим, ҳарорат, механик таъсир ва вақтга боғлиқлигида намоён бўлади. Қовушқок суёқликни механик модели суёқлик билан тўлдирилган цилиндрда ҳаракатланаётган перфорация қилинган поршен бўлиши мумкин. Бундай моделда кучланиш силжитиш тезлигига пропорционал:

$$P = \eta \cdot v,$$

бу ерда η - қовушқоклик коэффициентини;
 v - силжитиш тезлиги.

Ҳеч бир реал озик-овқат маҳсулотлари юқорида кўрсатилган ҳеч қайси бир идеал жисмларга тўлиқ ўхшаш бўлиши мумкин эмас. Қўп ҳолларда озик-овқат маҳсулотлари оддий моделларни комбинацияси ҳисобланмиш мураккаб моделларга мос келади, яъни қайишқок-пластик ёки қайишқок-қовушқок ёки қовушқок-пластик жисмлар бўлишади. Шароитларга (ҳарорат, намлик, босим, юқламини бериш усули ва тезлиги) боғлиқ ҳолда, у ёки бу хусусиятлар юқори ёки паст даражада намоён бўлади. Шунинг учун реологик хусусиятларни ўрганишда сингаш шароитлари аниқ кўрсатилиши керак, акс ҳолда олинган натижалар таққосланмайдиган бўлади.

2.1.2.2. Структура турлари ва реологик хусусиятларни аниклаш усуллари

Озик-овкат маҳсулотлари, жумладан хом-ашё ва тайёр маҳсулотлар таркиби, дисперс тузилиши ва структурасига боғлиқ ҳолда турли реологик хусусиятлар ва текстура белгиларига эга бўлиши мумкин. Масалан, сут, каймоқ, майонез каби эмульсиялар суёқ дисперс тизим ҳисобланиб, уларга ньютон ва ноньютон ковушқоқлик, тиксотропия каби реологик хусусиятлар ва суёқ, кремсимон чўзилувчан текстура белгилари ҳосилдир. Қайишқоқлик, эластик ковушқоқлик, ковушқоқли қайишқоқлик каби реологик хусусиятлар ва юмшқоқ, мустаҳкам, мўрт, синувчан, ковушқоқ каби текстура белгилар мустаҳкам дисперс тизимларга (олма, нок, картошка, гўшт, шоколад, конфет) тегишли бўлади.

Фазовий структурали юкори концентрланган дисперс тизимлар (шоколад, музқаймоқ, нон мағзи, мева, сабзавот, гўшт) энг мураккаб реологик хусусиятларга эга. Физик-кимёвий, биокимёвий, коллоид-кимёвий ёки тоза физик жараёнлар таъсирида маҳсулотлар структурасини шаклланиши ва ўзгариши ҳамма вақт уларни реологик хусусиятларини ўзгаришига олиб келади.

Дисперс тизимлар структураларини иккита, яъни коагуляцион ва конденсация – кристаллизацион турлари фаркланади.

Коагуляцион структуралар юнка суёқ қатламлар орқали таъсир қиладиган Ван-дер-Ваальс кучлари билан ушлаб турилади. Уларни ҳосил бўлиш асосий шароитлари заррачаларни бир-бирига тегиб туриш юзаларини бир жансли бўлмаслиги ва гидрофоб участкаларни мавжуд бўлиши ҳисобланиб, айнан уларда нуктали контактлар, яъни бўлгуси структурани бошланғич бўгинлари пайдо бўлади.

Конденсацион-кристаллизацион структуралар полимерларни конденсацияланиши ёки эритма ва қотишмаларидан кристаллизацияланиши жараёнида ҳосил бўлади. Уларни мавжуд бўлиши мустаҳкам кимёвий

боғлар билан заррачаларни бир-бирига ўсиб кириши ва улар ўртасида суяк катламни мавжуд бўлмаслиги билан белгиланади. Бундай структурага эга бўлган тизимлар қатта мустаҳкамлик, мўртликка эга бўлиб, бузилганида эса қайта тикланмайди.

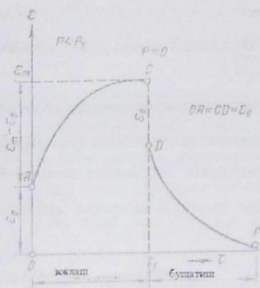
Маҳсулотта ишлов бериш жараёнида (айниқса, заррачалар ўртасидаги суяк катламни йўқотилишига шароит яратувчи қуритиш ёки преслаш жараёнларида) коагуляцион структуралар конденсацион-кристаллизацион структураларга ўтиши мумкин. Ҳоҳлаган тизимни механик хусусиятлари уни структураси билан боғлиқ бўлганлиги сабабли, улар кўп ҳолларда структура-механик деб номланади.

Озик-овқат маҳсулотларини структура-механик хусусиятларини ўрганишда деформацияни вақт бўйича ривожланиши тадқиқот қилинади. Асосан деформацияни икки тури, яъни сикиш (чўзиш) ва силжитиш ўрганилади. Биринчи ҳолатда кучланиш намуна юзасига перпендикуляр, иккинчи ҳолатда эса уринма бўйича (тангенциал) таъсир қилади.

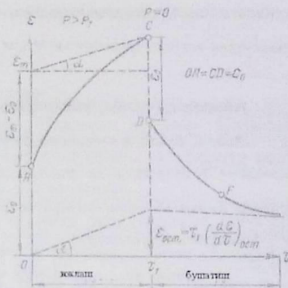
Структура-механик хусусиятларни тадқиқот этиш натижалари деформация кинетикасини эгри чизиклари кўринишидаги графиклар билан ифодаланади. Бундай эгри чизикларни бузилмаган структуралар соҳаси учун иккита асосий турлари мавжуд.

1. Кўрсатилган доимий кучланиш оқувчанлик четарасидан кичик, яъни $P < P_1$ шarti бажарилаётган ҳолат. Бундай деформация кинетикасини эгри изиғи расм 2.2 да келтирилган. Бу графикда абсисса ўқида вақт (τ), ордината ўқида эса деформация (ϵ) жойлаштирилган.

Кучланишни бир зумли таъсири остида жисмни ташқи реакцияга нисбатан бир зумли таъсири сифатида қайишқокли деформация ϵ_0 пайдо бўлади. Унинг катталиги бирламчи кимёвий боғлар кучлари билан белгиланади. Бир зумли қайишқок деформация кейин катталиги бўйича қайтувчан юқори эластик деформацияни вақт бўйича ривожланиши содир бўлади. Уни катталиги алоҳида макромолекулалар ва уларни бўғинлари ўртасидаги боғланиш кучини тавсифлайди.



Расм 2.2. Деформация кинетикаси эгри чизиги: $P = const$; $P < P_\gamma$



Расм 2.3. Деформация кинетикаси эгри чизиги: $P = const$; $P > P_\gamma$

Деформация қандайдир ϵ_m юкори қийматиға эришгач, ўзгармай қолаверади, чунки бу ҳолда таъсир этувчи кучланиш жисмини ички қаршилиги билан мувозанатлашган бўлади. Деформация эгри чизигини охирги участкаси чизикли ҳисобланади. Агар C нуктада кучланиш олиб ташланса ($P=0$), деформация DF эгри чизиги бўйича нолга қайтади, яъни тизим ўз шаклини тўлиқ тиклайди.

Шуни таъкидлаш жоизки, бундай турдаги эгри чизиклар реал озик-овқат массалари ва маҳсулотлари учун деярли кузатилмайдди. Фақат баъзи озикавий дирилдоқлар майда кучланишлар таъсирида тўлиқ қайтувчан деформациялар бериши мумкин.

2. Агар $P > P_\gamma$ шarti бажарилса, у ҳолда расм 2.3 да кўрсатилган эгри чизик олинади. Бунда бир зумли қайишқоқлик деформацияси ϵ_0 пайдо бўлгач, қолдиқли деформацияни узлуксиз ошиши ва пластик оқувчанликга ўтиши кузатилади. Қолдиқли деформация ўзгармас тезлик билан ошади ва уни $tg\alpha$ билан тавсифлаш мумкин. Юқламани таъсир этиш вақтидаги энг катта деформация ϵ_m ордината ўқида эгри чизикни охирги участкасига

утказилган уринма ҳосил килувчи кесма билан белгиланади. Уни катталиги куйидаги тенгликдан аниқланиши мумкин:

$$\epsilon_m = \epsilon - \tau \left(\frac{d\epsilon}{d\tau} \right).$$

Айирма $\epsilon_m - \epsilon_0 = \epsilon$, эластик деформация катталигини ифодалайди.

Агар С нуктада кучланиш олиб ташланса, ковушқоклик деформацияси $\epsilon_m = OA = CD$ йўқолади ва эластик деформацияни тикланиши кечади. Вақт охири билан DF эгри чизиги асимптотик равишда қолдиқли деформация $\epsilon_{ост}$ қийматига яқинлашади.

Деформация кинетикаси эгри чизиги бўйича чегаравий деформациядан ташқари куйидаги тавсифларни аниқлаш мумкин:

1. Бир зумли силжиш деформацияси модули $E_1 = \frac{P}{\epsilon_0}$;

2. Эластик модули $E_2 = \frac{P}{\epsilon_m - \epsilon_0}$.

Деформация ўлчовсиз катталиқ бўлганлиги сабабли иккала E_1 , E_2 модуллар кучланиш ўлчов бирлигига эга.

3. Пластик ковушқоклик

$$\eta = \frac{P'}{\left(\frac{d\epsilon}{d\tau} \right)_{ост}}$$

бу ерда $P' = P - P_0$

Пластик ковушқокликни эгри чизикни юклама олиб ташланган қисмидан аниқлаш мумкин:

$$\eta_{ост} = \frac{P'}{\frac{\epsilon_{ост}}{\tau_1}}$$

бу ерда τ_1 - юклamani таъсир вақти.

4. Шартли ковушқоклик

$$\eta_{шартли} = \frac{P}{\left(\frac{d\epsilon}{d\tau} \right)_0 - \left(\frac{d\epsilon}{d\tau} \right)_{ост}}$$

бу ерда $\left(\frac{d\varepsilon}{d\tau}\right)_n$ - эгри чизикни бошлангич участкасига ўтказилган уринмани абсцисса ўкига огиши билан, $\left(\frac{d\varepsilon}{d\tau}\right)_{\text{сум}}$ эса эгри чизикни охириги участкасига ўтказилган уринмани огиши билан белгиланади.

Қайишқоқлик бир зумда намоён бўладиган хусусият бўлганлиги сабабли, қайишқоқлик деформацияси катталиги бўйича ҳисобланган модуль шартли бир зумли қайишқоқлик модули деб номланади.

Озик-овқат маҳсулотлари ва ярим тайёр маҳсулотларни структура-механик хусусиятлари юқорида кўрсатилган бир-бирига боғлиқ бўлмаган E_1 , E_2 , $\eta_{\text{св}}$, $\eta_{\text{сум}}$ қийматлардан ташқари баъзи нисбий катталликлар билан тавсифланиши мумкин. Бундай катталликлар структураланган дисперс тизимлар ва юқори молекуляр бирикмалар эритмалари учун П.А.Ребиндер томонидан таклиф қилинган:

- қайишқоқлик $Y\% = \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_n} \cdot 100$;
- пластиклик $P\% = \frac{\varepsilon_{\text{сум}}}{\varepsilon_n} \cdot 100$;
- эластиклик $\mathcal{E}\% = \frac{\varepsilon_n \cdot \varepsilon_0}{\varepsilon_m}$ ёки $\mathcal{E} = \frac{E_1}{E_1 + E_2}$.

Санаб ўтилган бу ҳамма тавсифларни реологик тавсифларни аниқлаш асбоблари ёрдамида олиш мумкин.

2.1.2.3. Асосий реологик тавсифларни аниқлаш асбоблари

Структура-механик хусусиятларни тадқиқот этишида ўлчанадиган катталликлар қуйидагилар ҳисобланади: кучланиш – P ; деформация – ε ; деформация тезлиги – V . Одатда уларни бири ўзгармас сақланади, қолган иккитаси эса бирини иккинчисига боғлиқлигида ўлчанади. Масалан, $P = \text{const}$ бўлганда деформацияни вақтга боғлиқлиги ўлчанади: $\varepsilon = f(\tau)$.

Ишчи кучланиш катталиги тадқиқот мақсадига кўра, уни кий-
кийматларида тизимни кайишқок-эластиклик хусусиятлари, катта кучланиш
кийматларида эса уни қовушқоклиги кийин аниқланишини ҳисобга олган
ҳолда танланади.

Юкламани таъсир вақти ҳам ҳар бир алоҳида ҳолатларда
деформацияни тўлиқ ривожланиши учун имконият берган ҳолда танланади.

Материал реологик параметрларини ёки консистенция
кўрсаткичларини экспериментал аниқлашнинг кўпгина усуллари мавжуд
бўлиб, улар фойдаланиш соҳалари (лаборатория ва ишлаб чиқариш учун),
ўлчанадиган катталиқ тури (мисол учун, реологик тавсифлари ва
консистенция кўрсаткичлари), юкламани бериш тамойили,
автоматлаштириши даражаси ва бошқаларга кўра фарқланади.

Кўпгина реологик ўлчаш усуллари лаборатория тадқиқотлари учун
мўлжалланган. Лаборатория методларидан ташқари, материални махсус
реологик тавсифларини юқори аниқлик билан фундаментал илмий
тадқиқотлаш, кўп мартаба такрорланадиган тадқиқотлар учун ўлчаш ва
натижаларга ишлов беришни тез амалга оширувчи усулларни қўллаш
мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Ҳозирги кунда ўлчашлар қисман ёки тўлиқ
автоматлаштирилган, олинган натижалар эса ЭХМ да қайта ишланадиган
асбоблар ишлаб чиқарилмоқда.

Озик-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқариш жараёнларини самарали ва
сифатли бошқариш реологик катталиқларни ишлаб чиқариш шароитларида
назорат қилишни талаб қилади. Бунда лаборатория усулларини жалб этиш
кўп меҳнат ва вақт сарфлари билан боғлиқ бўлиб, улардан фақат узок давом
этувчи жараёнларда фойдаланиш мумкин. Шу сабабли жараёнларни узлуксиз
назорат қилиш ўлчов сигналларини доимий ёки қисқа вақт интервалларида
бериш усулларни жалб этиш билан амалга оширилиши керак. Бу сигналлар
реологик ҳолатни аниқ акс эттиради ва ишлаб чиқаришни берилган
режимлардан четланишида бошқарилишини таъминлайди.

Бундай турдаги усуллар реологик хусусиятларни бевосита технология жараёнда ўлчайдиган асбоблардан фойдаланишни такозо килади. Шунинг учун ишлаб чиқаришдаги ўлчаш усуллари мураккаб бўлмаган тамойиллар билан боғлиқ бўлиб, улар танланган реологик хусусиятлар билан боғлиқ бўлган консистенция кўрсаткичларини ўлчашни қамраб олади.

Озиқ-овқат маҳсулотлари ва ярим тайёр маҳсулотларни структура-механик ва текстура хусусиятларини тадқиқотлаш учун мўлжалланган асбобларни йириклаштирилган таснифи 2.1-жадвалда келтирилган.

2.1-жадвал

Реометрлар таснифи

Реометрлар	Юклама бериш (оқувчанлик) тури	Ўлчанаётган катталиқ	Фойдаланиш соҳалари
1	2	3	4
Вискозиметрлар капиллярли	Бир ўлчовли силжишли оқиш	Реологик тавсифлар	Мева ва сабзавотли шарбатлар, кефир, сут, каймоқ, ўсимлик мойи, сузма, конфет массалари, хамир
ротацион	Бир ўлчовли силжишли оқиш		
шарикли	Стокс оқиши		
тебранишли	Бир ўлчовли ва икки ўлчовли силжишли оқиш		
Пенетрометрлар	Кўп ўлчовли пенетрацион оқиш	Чегаравий силжиш кучланиши, текстура параметрлари	Қаттик оёқлар, дирилдок, нон мағзи, мевалар, сабзавотлар, пишлоқ, гўшт, колбаса, шоколад
Компрессион асбоблар	Намунаши сиқиш	Сиқишдаги мустаҳкамлик чегараси, ҳажмий қовушқоқлик, текстура параметрлари	Қаттик озиқ-овқат маҳсулотлари

1	2	3	4
“Инстрон” туридаги универсал асбоблар	Чўзиш, сиқиш, буриш, силжитиш ва бошқа оддий юклама бериш турлари	Мустаҳкамлик тавсифлари, текстура параметрлари	Қаттиқ озик-овқат маҳсулотлари
Трибометрлар	Силжитиш	Фрикцион тавсифлар	Қаттиқ озик-овқат маҳсулотлари
Адгезиометрлар	Контактда бўлган элементни тадқиқот қилинаётган материал юзасидан узилиши	Адгезион тавсифлар	Қаттиқ озик-овқат маҳсулотлари

Вискозиметрларда юклама бериш (оқувчанлик)ни бир ўлчовли силжишли оқиш ва стокс оқиши қўлланилади. Бир ўлчовли стационар силжишли оқиш капилляр, текис параллел, цилиндрик ва торсион оқишларда амалга оширилиши мумкин. Бир ўлчовли силжишни ўлчаш қуйидаги стандарт реометрларни иш принципини ташкил қилади:

1. Капилляр оқувчанликта эга бўлган ўзгармас, ўзгарувчан ва юқори босимли капилляр вискозиметрлар;
2. Параллел текисликлар ўртасидаги оқувчанликта эга бўлган тирқиш (кенг ва ҳалқали) кўринишидаги каналли вискозиметрлар;
3. Цилиндрик, торсион оқувчанликта эга бўлган ротацион вискозиметрлар.

Тушувчи шарик атрофидаги Стокс оқувчанлигига асосланган реометрларни бир неча турлари ишлаб чиқилган (2.2-жадвал).

Капилляр вискозиметрлар. Бу асбоблар унчалик катта ковшоқликка эга бўлмаган тизимларни (гўшт-суякли бульон, кон, мойлар) тадқиқот этишда қўлланилади. Капилляр вискозиметрларда тадқиқот қилинаётган суюқлик сарфи ёки капиллярдаги босимлар фарқи ўзгармас сақланади. Ўзгармас суюқлик сарфли вискозиметрларда капилляр учлари ўртасидаги босимлар фарқи, ўзгармас босимли асбобларда материал сарфи

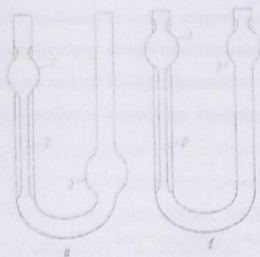


улчанади. Капилляр вискозиметрлар шаргли равишда уч гуруҳга: яъни, шишакапиллярли, цилиндр-поршен ва окизиш асбобларига бўлинади.

2.2-жадвал

Стокс оқувчанлиги реометрлари

Реометр	Оқувчанлик тури	Фойдаланиш соҳалари
Кенг трубкали тушувчи шарикли вискозиметр	Шарик атрофидаги Стокс оқувчанлиги	Ньютон суюқликлари учун
Тор трубкали тушувчи шарикли вискозиметр	Ҳалқали тирқишда шарик атрофидаги модификацияланган Стокс оқувчанлиги	Тиник Ньютон суюқликлари учун; лаборатория асбоблари учун
Тор трубкали итарувчи шарикли вискозиметр	Ҳалқали тирқишда шарик атрофидаги модификацияланган Стокс оқувчанлиги	Ньютон ва Ноньютон суюқликлари учун; лаборатория асбоблари учун



Расм 2.4. Капилляр вискозиметрлар: а-Оствальд; б-Уббеллоде: 1-суюқлик идиши; 2-капилляр; 3-суюқликни ўлчашдан кейин тўплаш идиши

Расм 2.4 да шиша капиллярли вискозиметрларни икки тури (Оствальд ва Уббеллоде вискозиметрлари) келтирилган. Оствальд вискозиметрини Уббеллоде вискозиметридан фарқи шундаки, унда суюқликни капилляр орқали оқиши ўз оғирлиги таъсирида содир бўлади. Уббеллоде вискозиметрида суюқликни оқиши учун асбобни тирсакларидан бирида босим ёки сийракланиш яратилади. У ёки бу асбобдан фойдаланилганда

ўлчанадиган катталиқ маълум ҳажмдаги суюқликни капилляр орқали оқиб чиқиш вақти ҳисобланади.

Ишни бажариш тартиби. Суюқлик қовушқоклигини аниқлашдан олдин вискозиметр яхши ювилган ва қуритилган бўлиши керак. Вискозиметр дастлаб бензин, сўнгра петролей эфири билан ювилади. Шундан сўнг сув билан ювилади ва хром аралашмаси қуйилиб 5-6 соат сақланади. Шундан сўнг вискозиметр дистилланган сув билан ювилади ва қуритилади. Вискозиметрни тез қуриши учун у спирт-ректификат ёки ацетон билан ювилиши мумкин.

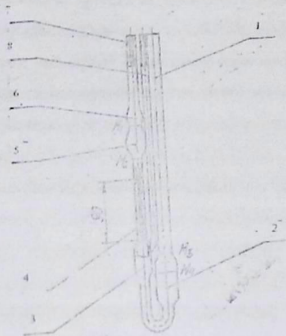
ВПЖ-1 шишакапиллярли вискозиметрни (Уббеллоде туридаги) умумий кўриниши расм 2.5 да келтирилган. Қовушқокликни ўлчаш олдидан тадқиқот қилинаётган суюқлик трубка 1 орқали m_3 - m_4 белгилари оралиғидаги сатҳгача резервуар 2 га қуйилади. Сўнгра асбоб вертикал ҳолатда резервуар 6 дан бир мунча юқори сатҳгача суюқликли термостатга қўқтирилади ва берилган ҳароратда 30 мин сақланади. Шундан сўнг, трубка 8 ни берк ҳолатида трубка 7 га кийдирилган груша билан суюқлик 5, 6 резервуарларга сўрилади. Кейин трубкалар 7, 8 атмосфера билан уланади ва суюқликни резервуар 8 дан капилляр 4 орқали резервуарлар 3, 2 га оқиб чиқиш вақти аниқланади. Оқиб чиқиш вақти суюқлик сатҳини 5, 6 резервуарларга эга бўлган трубка 7 ни m_1 белгисидан m_2 белгисигача пасайғунича ҳисобланади. Оқиб чиқиш вақтини билган ҳолда тадқиқот қилинаётган суюқликни кинематик қовушқоклиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$V = \frac{\gamma}{9,807} \cdot T \cdot k,$$

- бу ерда k - вискозиметр доимийлиги ($k = 0,7809$), $\text{мм}^2/\text{сек}^2$;
 V - суюқликни кинематик қовушқоклиги, $\text{мм}^2/\text{сек}$;
 T - суюқликни оқиб чиқиш вақти, сек;
 γ - эркин тушиш тезлиги, $\text{м}/\text{сек}^2$.



Оствальд вискозиметри



Расм 2.5. ВПЖ-1 шиша капиллярли вискозиметри:

1-суюклик трубкаси; 2, 3, 5, 6-резервуар;
4-капилляр; 7, 8-трубкалар.

тадқиқот қилинаётган суюкликни бир тирсакдан иккинчига оқиб ўтиши гидростатик босим таъсири остида содир бўлади. Бунда тадқиқот қилинаётган суюклик ўз массаси таъсири билан m_1 - m_2 белгиларига эга бўлган резервуардан капилляр орқали m_3 белгига эга бўлган резервуарга оқиб ўтади. Оқиб чиқиш вақтини аниқлай туриб, суюклик ковушқоқлиги Пуазейль тенгламаси бўйича

аниқланади:

$$Q = \frac{\pi \cdot P \cdot r^4 \cdot \tau}{8 \cdot l \cdot \eta}$$

бу ерда Q - оқиб чиқаётган суюклик ҳажми;

P - ташқи босим;

r - капилляр радиуси;

τ - оқиб чиқиш вақти;

l - капилляр узунлиги;

η - динамик ковушқоқлик.

Оствальд вискозиметри билан ишлашда, тадқиқот қилинаётган суюликни ҳажми шундай бўлиши керакки, чап тирсак юқори белгисигача тўлдирилганда, суюклик мениски ўнг идиш пастки қисми даражасида бўлиши керак. Асбоб термостатга вертикал ҳолатида жойлаштирилади. Суюклик 20-30 мин давомида термосталангач, у груша ёрдамида чап тирсакга сўриб олинади. Бунда суюклик мениски тирсак юқори белигисидан

2-3 мм юқори ҳолатни эгаллаши лозим. Шундан сўнг, суюқлик капилляр орқали эркин окизилади. Мениск белги сатҳига етгач, секундомер ишга туширилади ва суюқликни белгилар ўртасидан ўтиш вақти ўлчанади.

Одатда, ковушқоқлик Уббелодс ва Оствальд асбобларидан стандарт суюқликларни (сув, кастор мойи, глицерин) маълум ковушқоқликларига нисбатан аниқланади.

Бир хил шароитларда битта капиллярда аниқланган икки суюқлик ковушқоқликлари қуйидаги муносабатда бўлади:

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{\tau \cdot d}{\tau_0 \cdot d_0}$$

Бундан тадқиқот қилинаётган суюқлик ковушқоқлиги қуйидагича аниқланади:

$$\eta = \eta_0 \frac{\tau \cdot d}{\tau_0 \cdot d_0}$$

бу ерда η_0, η - стандарт ва тадқиқот қилинаётган суюқлик ковушқоқликлари, пуаз (Н·сек/м²):

d_0, d - стандарт ва тадқиқот қилинаётган суюқликлар зичлиги, г/см³ (кг/м³);

τ_0, τ - стандарт ва тадқиқот қилинаётган суюқликларни окичи вақти, сек.

Ковушқоқ-қайишқоқлик тавсифларни миқдорий аниқлашда бир ўлчамли осциляловчи силжишли окувчанлик реометрлари ишлатилади. Бу реометрларда мажбурий, эркин айланма тебранишлар, ишчи органлар сифатида эса текислик-текислик, конус-текислик, цилиндр-цилиндр, коаксиал ва эксцентрик цилиндрлар ишлатилган.

Мураккаб ноньютон суюқликлар консистенциясини тадқиқот этишда ўлчаш натижалари тез ва такрорий қайта олдинишни таъминловчи усуллар ишлатилади. Бу усуллар реологик хусусиятлари ферментатив, кимёвий ёки физикавий жараёнларда тез ўзгарадиган озик-овкат маҳсулотлари ва ярим тайёр маҳсулотларни тадқиқот этишда катта аҳамиятга эга. Бу усуллар



ларактерли реологик хусусиятлар ва текстура параметрларини баҳолаш имконини берувчи юклама бериш тамойилларига асосланади. Юклама бериш турли шакл ва ўлчамдаги инденторларни киритиш, маълум шароитларда суюкликни аралаштириш, ковушкок масса ва хамирни қорини ва бошқа кўринишларда бўлади. Бунда тавсифловчи эгри чизиклар ва нисбий бирликларда ифодаланган тавсифловчи параметрлар олинади.

Пенетрация ярим каттик ва каттик маҳсулотларни уларга маълум ўлчам, массага эга бўлган ва материалдан тайёрланган инденторларни (конус, шар, цилиндр, игна) киритилишига кўрсатадиган қаршилигини ўлчашга асосланган структура-механик хусусиятларни аниқлаш усули ҳисобланади. Тадқиқотлар ўзгармас пенетрация кучида (бунда чўкиш чуқурлиги аниқланади), ўзгармас пенетрация чуқурлигида (куч ўлчанади), ўзгармас чўкиш тезлигида (чўкиш чуқурлигига кўра куч ўлчанади) амалга оширилиши мумкин. Бу асосда консистенцияга алоқадор турли параметрлар ҳисобланади.

Конусли пластометрлар ёрдамида маҳсулот структураси мустақамлигини баҳолашда хизмат қиладиган муҳим реологик параметр-чегаравий силжитиш кучланиши аниқланади.

Конусли пластометр КП-3 (расм 2.6) да тадқиқот қилинаётган маҳсулот столчадаги идиш 1 га жойлаштирилади ва конус 2 ни чўққиси масса юзасига туширилади. Конус 2 да юклар 4 жойлаштирилади ва индиктор 3 ёрдамида конусни тўлиқ тўхташига қадар чўкиш чуқурлиги катталиги аниқланади.

Чегаравий силжитиш кучланиши қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$P_m = K \cdot \frac{m}{h^2},$$

бу ерда P_m - чегаравий силжитиш кучланиши, $г/см^2$ ($кг/м^2$);

K - конус бурчагига боғлиқ бўлган катталиқ;

m - конусга таъсир этувчи масса, $г$ ($кг$);

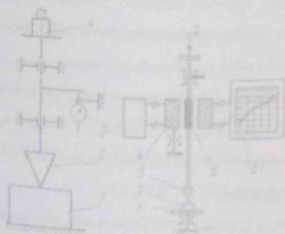
h - конусни чўкиш чуқурлиги, $см$ ($м$).

Конус константаси уни чўққисидаги бурчакка (α , град) боғлиқ:

α , град: 30 40 45 60 90

Чегаравий силжиш кучланиши қийматлари асосида материалларни таснифи таклиф этилган.

Модернизацияланган конусли пластометр КП-3 (расм 2.6) да конус 3 ни ҳаракатланиши ўзак 5 орқали чўлғам 4 ни индуктивлигини ўзгаришига олиб келади ва у ўзи ёзар асбоб 6 билан ёзиб олинади. Шундай қилиб, асбобда конусни майдон текислиги 1 да жойлашган маҳсулот 2 га вақт бўйича чўктирилиши катталиги юқори аниқлик билан аниқланади. Пластометрда пенетрация вақти 60 сек ни, G юклаш эса 0,2; 0,3; 0,4 ва 0,5 Н ташкил қилади.



Расм 2.6. КП-3 пенетрометри:
 а-конусли: 1-идиш; 2-конус; 3-индикатор;
 4-юқлар; 6-конусли модернизацияланган;
 1-маҳсулот жойлаштириладиган текислик;
 2-маҳсулот; 3-конус; 4-чўлғам;
 5-ўзак; 6-ўзиёзар асбоб.

Каттик ҳолатдаги озик-овкат маҳсулотларини реологик хусусиятлари суюқликларга нисбатан анча мураккаб. Бундай маҳсулотларни тадқиқот қилишда бир ўқли сиқиш ёки чўзиш, параллел текисликлар ўртасидаги оддий силжитиш, цилиндрик стержни буриш, изотроп сиқиш каби юклама бериш турлари қўлланилади. Доимий юклама бериш тезлигида кучланиш ва

формация ўртасидаги боғлиқлик олинади. Деформация эса ковушқоқ-йишқоқ каттик жисмлар учун деформация тезлигини функцияси хисобланади.

Доимий деформация тезлигида юклама бериш ва уни мустаҳкамлик чегарасидан пастрок қийматларда тўсатдан тўхтатиш кучланиш релаксациясини ўрганишда ишлатилади.

Доимий кучланишда вақт бўйича ўзгарадиган деформация (деформация кинетикаси) олинishi мумкин. Кучланишни мувозанат ҳолатига эришилгандан кейин ошира туриб деформация кинетикасини эгри чизиклари оиласи олинishi мумкин. Бу эгри чизикларга ишлов бериш материални доимий катталикларини ҳисоблаш имконини беради.

Каттик жисмларни ўта мураккаб реологик хусусиятларида, хусусан унда анизотроп структурали элементлар (ғоваклар, толалар) мавжуд бўлганида, озик-овкат маҳсулотларини реологик хусусиятлари текстура параметрлари ёки консистенция кўрсаткичлари ёрдамида ёзилиши мумкин. Бунинг учун одатдаги ўлчаш тамойиллари билан бир қаторда, материалларни қайта ишлашдаги типавий механик жараёнларни ёки маҳсулотларни истеъмол қилишдаги юкламаларни имитация қилувчи усуллар ҳам ишлатилади. Буларга эзиш, кесиш, сиқиш кабилар тегишлидир.

Каттикликни аниқлашда маҳсулотга киритиладиган шар, конуссимон ёки пирамидасимон иденторлар ишлатилади. Бунда микрокаттиклик конуссимон ёки пирамидасимон иденторлар ёрдамида, макрокаттиклик эса шарсимон иденторлар билан аниқланади.

Адгезия ёки ёпишқоқлик хусусиятларини аниқлаш тамойили, контакт юзасини ёпишган материалдан узиш учун зарур бўлган кучни ўлчашга асосланган.

Шундай қилиб, озик-овкат маҳсулотларини сифати ҳақида, уларни ички тузилиши келтириб чиқарадиган реологик хусусиятларга кўра ҳукм чиқариш мумкин. Структура-механик хусусиятларни тадқиқот қилиш учун қатор реометрлар (2.1-жадвал) яратилган бўлиб, уларни кўпчилиги чегараланган реологик катталикларни ўлчашга мўлжалланган. Аммо, бу хусусиятларни таҳлил қилиш ва илмий тизимлаш учун структура-механик тавсифлар комплекси ҳақидаги информация зарур бўлади. Бошқа томондан ҳом-ашё, оралик ва тайёр маҳсулотлар хусусияти ҳарорат, рН, намлик, механик таъсирлар тури ва давомийлиги, ингибриентлар нисбати, уларни кимёвий таркиби, саклаш ва жўнатиш шароитлари, охириги маҳсулотни олиш



усули ва бошқа сабабларга боғлиқ бўлади. Шу сабабли, адабиётлар, учрайдиган реологик тавсифлар ҳақидаги маълумотларни турли-туманлиги, аксарият ҳолларда уларни бир-бирига зид келиши табиий ҳолдир, чунки бу тавсифларни аниқлаш учун имконияти чегараланган, бир-бирида принципиал фаркланувчи асбоблар, унинг оқибатида турли услублар фойдаланилган.

Бундай ноаниқликни бартараф этиш учун "Инстрон-1122" (расм 2.7) универсал синов машинаси ишлатилиши мумкин. Бу машина қайишқок-пластик ковушқок объектларни силжиш, компрессион ва сиртли структура-механик тавсифларини ўлчашга мўлжалланган.

"Инстрон-1122" машинаси асос (1), юклама берувчи рама (2), ҳаракатчан траверса (3), тензо датчикларга эга бўлган алмаштирладиган ўлчов бошчаси (4), ҳаракатчан траверсани бошқариш электрон блоки (5, 6), ўлчанадиган юкламаларни бошқариш электрон блоки (7), ўзиёзар қурилмани бошқариш блоки (8) ва ўзиёзар қурилмадан (9) иборат.

Блок (5) ни олд панелида жойлашган вазифа берувчилар (задатчик) ёрдамида траверса вертикал ҳаракатини юқори ва пастки чегараларини ростлаш, шунингдек унинг маълум сонли цикъларга эга бўлган циклик ҳаракати тартибини киргизиш мумкин. Блок (6) ни олд панелида жойлашган тугмалар ёрдамида эса траверса ҳаракат тезлигини 0,5 дан 1000 мм/мин (жами 15 та босқич) чегараларда ростлаш мумкин. Юкламалар юқори чегараларини 10 Н дан 5 кН гача ростлаш блок (7) олд панелига жойлаштирилган бошқарув дастаклари ёрдамида амалга ошириш мумкин. Блок (8) ни олд панелида жойлашган тугмалар ёрдамида диаграмма лентаси тезлигини (1 дан 1000 мм/мин гача) ва йўналишини ўзгартириш мумкин.

Тадқиқот қилинаётган объектларни структура-механик тавсифларини аниқлаш учун траверса (3) га ўрнатилган ўлчов бошчаси (4) га махсус адаптер ёрдамида фаол ишчи элемент маҳкамланади. Уни пасткидаги махсус тугмичда тадқиқот этилаётган маҳсулот солинади. Тегингли пассив элемент ёки идиш жойлаштирилади.



Инструн универсал машинасининг электрон блоклари кизигач тегшли иш режимлари киритилгандан кейин асосни юкори юзасида жойлашган тегшли тугмаларни босиш йўли билан траверса ишга туширилади. Бунда машинани фаол ишчи органи таджикот қилинаётган объектни деформациясини қабул қилади ва ўлчов бошчасини тензо сезгир элементига узатади. Тензо датчикларга кўрсатилган куч таъсири ўлчов бошчасида электр сигналга айлантририлиб, ўзиёзар қурилмани бошқариш блокига узатилади. Бу қурилма эса фаол ишчи органи таджикот қилинаётган объектта таъсир қилиш муддатига кўра, уни реакция ўзгаришларини тавсифловчи эгри чизикларни чизади.

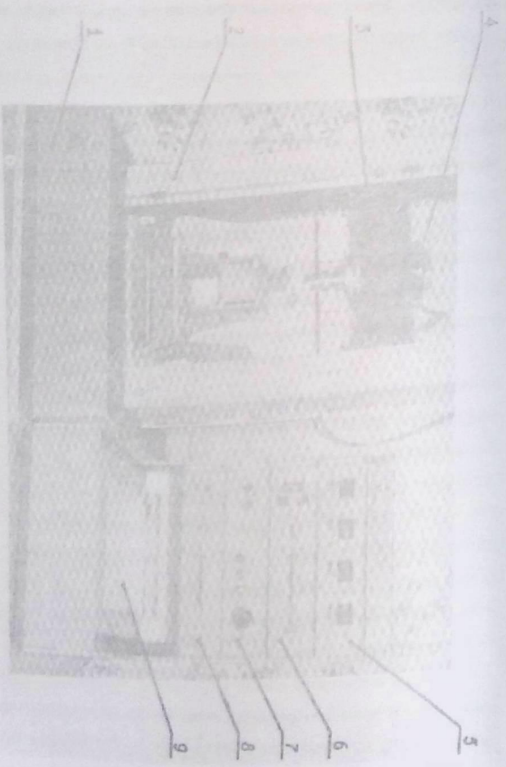


Рис. 2.7. "Шестрон-1122" универсальная обжигающая машина:
 1- корпус; 2- рама; 3- приварен; 4- источник обжига; 5- 6- приваренные болты-рыбешки; 7- выключатель обжига; 8- выключатель температуры; 9- выключатель давления.

2.2. Поляриметрия асослари

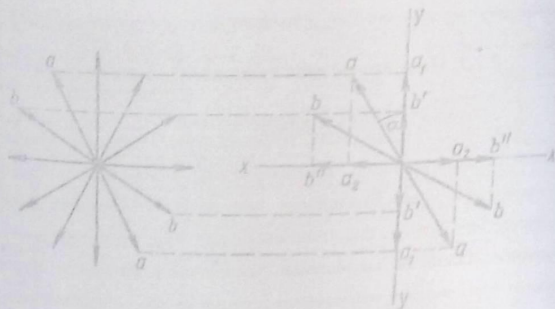
Поляриметрик таҳлил услуби баъзи моддаларни ёруғлик тўлқинлари йўналишини ўзгартириш хусусиятига асосланган. Ушбу услуб озик-овкат маҳсулотларини тадқиқот этишда асосан шакарни миқдорий аниқлашда ишлатилади.

2.2.1. Поляриметрик тадқиқот усулини моҳияти

Ёруғлик тўлқинларида тебраниш, уни тарқалиш йўналишига перпендикуляр йўналишда содир бўлади. Шунинг учун ёруғлик тўлқинлари кўндаланг тўлқинлар ҳисобланади. Агар ёруғлик тўлқинларини кўндаланг тебранишлари маълум бир текисликда содир бўлса, бундай ёруғлик **тўлик поляризацияланган** ҳисобланади. Қисман поляризацияланган ёруғликда маълум йўналишдаги тебранишлар устуңлик қилади. Табиий ёруғликда эса тебранишларни ҳеч қандай ориентацияси мавжуд бўлмайди ва у ҳамма йўналишларда рўй беради. Бундай ёруғлик поляризацияланмагандир. Нурни текисликга перпендикуляр йўналишда тарқалаётган деб фараз қилсак ва ёруғлик тўлқинини ҳар бир кўндаланг тебранишларини стрелкалар кўринишида тасвирласак, поляризацияланмаган нурни “юлдузча” шаклидаги шартли тасвирини ҳосил қилиш мумкин (расм 2.8). Барча стрелкаларни узунлиги бўйича ўзаро тенглиги тебранишларни амплитудаси бўйича ёки поляризацияланмаган тўлқинни барча йўналишларидаги интенсивлигини ўзаро тенглигига мос қелади. Бир-бирига қарама қарши йўналган икки стрелка эса тўлик поляризацияланмаган нурни графикавий белгисидир. Ориентация қилинган йўналишлар ва нур тўлқинини тарқалишига мос келувчи линиялар орқали ўтган текислик **тебранишлар текислиги**, унга перпендикуляр текислик эса **поляризация текислиги** деб номланади.

Кўпгина моддалар улар орқали ўтаётган текис поляризацияланган нурунинг поляризация текислигини маълум бурчакка буриш хусусиятига эга. Бундай моддалар оптик фаол моддалар деб юритилади.

Поляриметрик таҳлил услуби текисликда поляризацияланган нурунинг поляризация текислигини эритмадаги оптик фаол модда концентрациясига боғлиқлигига асосланган.



Расм 2.8. Иккита ўзаро перпендикуляр текисликларда рўй бераётган кўндаланг ёруклик тўлкинларини ажратилиши

Оптик фаоллиги молекуляр тузилиши билан боғлиқ бўлган моддалар ушбу хусусиятни эриган ҳолатида ҳам саклайди. Моддаларни оптик фаоллиги уларни кристалл панжара тузилиши билан ҳам боғлиқ бўлиб, бу хусусиятни улар фақат каттик кристалл ҳолатида намоён этишади. Бундай поляризацияланган ёруклик нурлари йўлидаги эритмада модда молекулалари они қанчалик кўп бўлса, поляризация текислигини бурилиш бурчаги ҳам унчалик юқори бўлади. Демак, бурилиш бурчагини катталиги ушбу оптик фаол моддани эритмадаги концентрацияси ва ёруклик нурини тарқалиш йўналишидаги эритма катламини қалиنлигига боғлиқ бўлади. Ушбу масофа ўзгармас бўлса, текис поляризацияланган нурни поляризация текислигини бурилиш бурчаги концентрацияга тўғри пропорционал бўлади.



Поляризацияланган нурларни табиий манбалари мавжуд эмас. Ҳар бир ёруғлик манбаи фақат поляризацияланмаган нурлар таратади. Ёруғликни элементар манбаи кўзгатилган модда атоми ҳисобланади. Атомни кўзгатилган ҳолати маълум энергия порциясини ютилиши натижасида бир ёки бир неча электронларни юкори энергетик ҳолатига ўтиши билан боғлиқдир. Атомларни нормал ҳолатида қайтишида ортикча энергия улар томонидан ёруғлик оқими кўринишида таратилади. Атомларни бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда нур таратишлари сабабли ушбу оқим турли йўналишларга эга бўлган чексиз катта тўлқинлар миқдоридан иборат бўлади.

Тебранишлар энергияси амплитуда квадратига тўғри пропорционал эканлиги маълум. Бу эса ёруғлик тўлқинлари амплитудалари квадрати уни интенсивлиги I ўлчови эканлигини англатади.

$$I = k \cdot a^2$$

бу ерда a - ёруғлик тўлқинини шу текисликдаги кўндаланг тебранишлари амплитудаси.

Шуни таъкидлаш керакки, ҳоҳлаган текисликда содир бўлаётган тебраниш, интенсивликлари йиғиндиси бошланғич тебраниш интенсивлигига тенг бўлган бир неча тебраниш ташкил этувчиларига ажратилиши мумкин. Расм 2.8 да амплитудалари a , b га тенг бўлган тебранишларни иккита ўзаро перпендикуляр текисликларда содир бўлаётган тебранишларга ажратилиши кўрсатилган. Бу ҳолда амплитудаси a бўлган тебраниш учун юкоридаги ифодани қуйидагича ёзиш мумкин.

$$I = k(a_1^2 + a_2^2)$$

бу ерда a_1 ва a_2 - амплитуда a ни ташкил этувчилари ҳисобланади ва қуйидагича аниқланиши мумкин (1-расм)

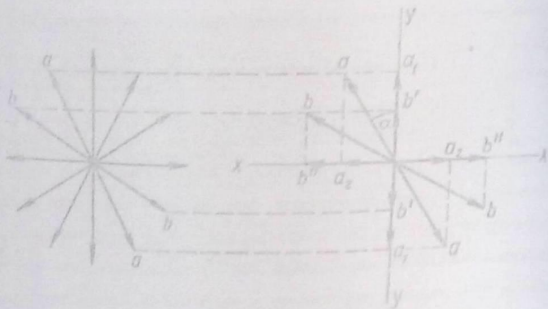
$$a_1 = a \cdot \cos \alpha$$

$$a_2 = a \cdot \sin \alpha$$

Поляризацияланмаган тўлқиндаги ҳар бир тебраниш, юкорида таъкидланганидек, ташкил этувчиларга ажратилса, сўнгра эса ҳамма ташкил

Кўпгина моддалар улар орқали ўтаётган текис поляризацияланган нур поляризация текислигини маълум бурчакка буриш хусусиятига эга. Бундай моддалар оптик фаол моддалар деб юритилади.

Поляриметрик таҳлил услуби текисликда поляризацияланган нур поляризация текислигини эритмадаги оптик фаол модда концентрациясига боғлиқлигига асосланган.



Расм 2.8. Иккита ўзаро перпендикуляр текисликларда рўй бераётган кўндаланг ёруклик тўлқинларини ажратилиши

Оптик фаоллиги молекуляр тузилиши билан боғлиқ бўлган моддалар ушбу хусусиятни эриган ҳолатида ҳам саклайди. Моддаларни оптик фаоллиги уларни кристалл панжара тузилиши билан ҳам боғлиқ бўлиб, бу хусусиятни улар фақат каттик кристалл ҳолатида намоён этишади. Бундай поляризацияланган ёруғлик нурлари йўлидаги эритмада модда молекулалари сони канчалик кўп бўлса, поляризация текислигини бурилиш бурчаги ҳам шунчалик юқори бўлади. Демак, бурилиш бурчагини катталиги ушбу оптик фаол моддани эритмадаги концентрацияси ва ёруғлик нурини тарқалиш йўналишидаги эритма қатламини қалиنлигига боғлиқ бўлади. Ушбу масофа ўзгармас бўлса, текис поляризацияланган нурни поляризация текислигини бурилиш бурчаги концентрацияга тўғри пропорционал бўлади.



Поляризацияланган нурларни табиий манбалари мавжуд эмас. Ҳар бир ёруғлик манбаи фақат поляризацияланмаган нурлар таратади. Ёруғликни элементар манбаи кўзгатишган модда атоми ҳисобланади. Атомни кўзгатишган ҳолати маълум энергия порциясини ютилиши натижасида бир ёки бир неча электронларни юқори энергетик ҳолатига ўтиши билан боғлиқдир. Атомларни нормал ҳолатида қайтишида ортқича энергия улар томонидан ёруғлик оқими кўринишида таратилади. Атомларни бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда нур таратишлари сабабли ушбу оқим турли йўналишларга эга бўлган чексиз катта тўлқинлар микдоридан иборат бўлади.

Тебранишлар энергияси амплитуда квадратига тўғри пропорционал эканлиги маълум. Бу эса ёруғлик тўлқинлари амплитудалари квадрати уни интенсивлиги I ўлчови эканлигини аниқлатади.

$$I = k \cdot a^2$$

бу ерда a - ёруғлик тўлқининини шу текисликдаги кўндаланг тебранишлари амплитудаси.

Шуни таъкидлаш керакки, хоҳлаган текисликда содир бўлаётган тебраниш, интенсивликлари йиғиндиси бошланғич тебраниш интенсивлигига тенг бўлган бир неча тебраниш ташкил этувчиларига ажратилиши мумкин. Расм 2.8 да амплитудалари a , b га тенг бўлган тебранишларни иккита ўзаро перпендикуляр текисликларда содир бўлаётган тебранишларга ажратилиши кўрсатилган. Бу ҳолда амплитудаси a бўлган тебраниш учун юқоридаги ифодани қуйидагича ёзиш мумкин.

$$I = k(a_1^2 + a_2^2)$$

бу ерда a_1 ва a_2 - амплитуда a ни ташкил этувчилари ҳисобланади ва қуйидагича аниқланиши мумкин (1-расм)

$$a_1 = a \cdot \cos \alpha$$

$$a_2 = a \cdot \sin \alpha$$

Поляризацияланмаган тўлқиндаги ҳар бир тебраниш, юқорида таъкидланганидек, ташкил этувчиларга ажратилса, сўнгра эса ҳамма ташкил



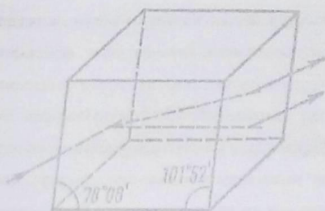
лувчилар уларга мос перпендикуляр йўналишлар бўйича қўшилса, ҳар би
маълум ўзаро перпендикуляр текисликларда рўй бераётган иккита ян
тўлқинларни ҳосил қилиш мумкин. Бошқа сўз билан айтидиган бўлсак, бу
иккита ўзаро перпендикуляр текисликларда текис поляризациялан
тўлқинлар ҳисобланади. Энергияни сақланиш қонунига кўра, ушбу ҳар би
тўлқинни интенсивлиги бошланғич поляризацияланмаган тўлқинни ярмин
ташқил этади. Агар ҳақиқатдан ҳам ана шундай иккита тўлқинлар ҳосил
қилиниб, уларни бирида рўй бераётган тебранишлар сўндирилса, унда
интенсивлиги бошланғич интенсивликни ярмини ташқил этувчи ва маълум
текисликда поляризация қилинган ёруғлик олинishi мумкин.

Бундай эффе́кта эришиш имконияти ёруғликни кристалл моддалардан
ўтишини ўзига хос хусусиятларидан фойдаланилганда яратилади. Ёруғлик
Исланд шпати ёки кальцит ва кўнгина бошқа тиник кристаллар орқали
ўтказилганда **иккита маротабали нур синишига** учрайди. Агар кристалл
ингичка ёруғлик оқими юборилса, унда уни кристаллда иккита турли
йўналишга эга бўлган нурларга ажралиши кузатилади ва бу нурларни
ажралиши улар кристаллдан чиққандан кейин ҳам сақланиб қолинади (расм
2.9). Кристалл қалинлиги қанчалик катта бўлса, нурлар ўртасидаги масофа
ҳам шунчалик катта бўлади. Нурларни муҳитдаги турли синдириш
кўрсаткичларига, бу эса ўз навбатида уларни кристаллдаги турли тарқалиш
тезлигига мос қилиши керак. Буларни асосий сабаби анизотропия ҳодисаси,
яъни турли йўналишларда, улардаги заррачаларни жойлашуви
ориентирланиши ва заррачаларни фарқланиши билан боғлиқ ҳолда намоён
бўладиган хусусиятларни ўзаро фарқланишидир.

Ушбу нурларни бири синдириш қонуниятларига бўйсунди (уни
синдириш коэффициенти изотроп муҳитдан келаётган нурни туши
бурчагига боғлиқ эмас ва у қелиб тушаётган нур билан бир текисликда ётади
ва шунинг учун у **оддий нур** деб номланади. Кристаллда пайдо бўлаётган
иккинчи нур синдириш қонуниятларига бўйсунмайди, яъни уни синдириш
коэффициенти қелиб тушиш бурчагига боғлиқ бўлади ва уни йўналиш

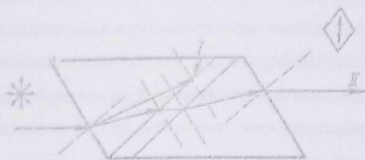


нурни тушиш текислиги билан мос келмайди, шу сабабли у ғайриоддий нур деб номланади.



Расм 2.9. Исланд шпатидаги икки мартабали нур синиши

инглиз физиги Уильям Николь (1768-1851) томонидан таклиф этилган. Бу асбоб Николь призмаси ёки никол деб номланади. Николни тайёрлаш учун Исланд шпати кристалидан иккита тўғри бурчакли призмалар кесиб олиниб, улар катта катетлари бўйича ўзаро канада бальзамни ёрдамида ёпиштирилади (расм 2.10). Кристалл клей чегарасида ғайриоддий нурни синиш бурчаги уни тушиш бурчагига нисбатан майлароқ бўлади. Ғайриоддий нур клей катламиди текис параллел пластинкалар орқали ўтгандай ўтади.



Расм 2.10. Никол призмаси

Оддий нур эса кристалл – клей чегарасида тўлиқ ички аксланишга учраши мумкин (агар уни тушиш бурчаги чегаравий кийматлардан катта бўлса). Тўлиқ аксланган

оддий нур николни қорайтирилган ён қисмида ютилади ва поляризатордан тўлқинлари бир текисликда тебранаётган биргина нур – ғайриоддий нур чиқади.



Канада бальзами ультрабинафша нурларни ютади. Шунинг учун бундай тайёрланган никол призмаси спектрни кўринадиган қисмида нурлар поляризатори ҳисобланади. Исланд шпати ультрабинафша нурлар учун тиник ҳисобланади, шунинг учун бошқа клейни (масалан, глицерин) ишлатилиши николдан спектрни ультрақиска қисмида ҳам фойдаланиш имконини яратади.

Шундай моддалар мавжудки, уларни кристаллари учун нурни икки мартабали синдирилиши билан бир қаторда дихроизм ҳолисаси, яъни оддий ва ғайриоддий нурларни танлаб ютилиши (ўтказилиши) ҳосилдир. Яқин дихроизм хусусиятларини турмалин минерали намоён этади. Ушбу минерал кристалдан кесиб олинган 1 мм қалинликдаги пластина, уни оптик ўқни параллел йўналишда, оддий нурлар учун ўтмас ҳисобланади. Аммо бу табиий поляризаторни камчилиги унга турли тўлқин узунлигидаги ёруғлик учун турлича оптик зичлики намоён этишидир. Табиий поляризатор сифатида герпатит дихроик органик моддаси кенг ишлатилмоқда. Уни миллиметрлик ўнлик улушлари қалинлигидаги кристаллари, спектрни кўринадиган қисмида 98 %га поляризацияланган ёруғлик олиш имконини беради. Поляризаторлар тайёрлашда герпатитни бир хил оптик йўналтирилган майда кристаллари целлулоид плёнкасида маҳкамланади. Бундай плёнкалар **поляроидлар** деб номланган.

Поляроидлар йодланган пластмассага плёнкалардан ҳам тайёрланиши мумкин. Бунда йод молекулаларини бир хил ориентирланиши ва пластмасса молекулаларини маълум ориентирланиши (плёнкаларни механик чўзиш натижасида) ҳисобида бундай тизимларни кучли намоён бўлган дихроизм хусусиятларига эришиш мумкин.

2.2.2. Поляризация текислигини бурилиши

Оптик фаол моддалар икки модификацияда, яъни ўнгга бурувчи ва чапга бурувчи бўлиши мумкин. Текис поляризацияланган ёруғлик

поляризация текислигини маълум бурчакка ўнгта бурувчи моддалар ўнгта бурувчи моддалар (d ёки $(+)$ билан белгиланади) дейилади. Ёруглик поляризация текислигини чапга (соат стрелкасига карама-қарши) бурувчи моддалар чапга бурувчи моддалар (l ёки $(-)$ билан белгиланади) деб юритилади. Физик ҳолатига боғлиқ бўлмаган ҳолда поляризация текислигини бурувчи моддалар ассиметрик молекула тузилишига эга.

Ушбу ҳодиса бу моддаларни кристалл панжараси структурасини ассиметрияси ёки улар молекулаларини ассиметрик тузилиши билан боғлиқ.

Поляризация текислигини фақат каттик ҳолатда бурувчи моддалар ассиметрик жисмлар кўринишида кристалланади. Улар кристалларини кўзгудаги тасвири асл холи (оригинал) билан мос келмайди. Каттик кристалл ҳолдаги кварцни (SiO_2) рентгенографик тадқиқоти кристалл таркибига кирувчи кремний ва кислород атомларини ўнг (ўнгта бурувчи кварц) ва чап (чапга бурувчи кварц) винтли чизиғи бўйича жойлашганини кўрсатди. Кварцни бу турлари, ўзаро шакли бўйича ҳам фарқланиб, уларни ҳар бири иккинчисини кўзгудаги тасвири ҳисобланади. Аморф (эритилган) кварц, аксинча, оптик фаолликка эга эмас.

Оптик фаолликни эритмаларда намоён этувчи моддалардаги бу хусусият улар молекулаларини анизотропияси билан боғлиқ. Бундай молекулалар марказ ва симметрия текислигига эга эмас. Қанд (шакар, фруктоза, глюкоза) ва кўпгина бошқа оптик фаол органик моддалар молекулаларидаги бундай структура тўртта турли атомлар ёки атомлар гуруҳи (радикаллар) билан боғланган ассиметрик атомларни мавжудлиги билан боғлиқ. Бундай комплексни тетраэдрик тузилишини ҳисобга олган ҳолда айнан ассиметрик углерод атомини мавжудлиги кўзгули изомерларни, демак, моддани ўнгта бурувчи ва чапга бурувчи модификацияларини мавжуд бўлишини белгилайди.

Бир моддани тенг миқдорда олинган ўнг ва чап изомерлари оптик фаол бўлмаган молекуляр бирикмаларни ҳосил қилади. Буни сабаби шундаки, бу изомерлар бир хил калинликдаги эиртма қатламида ва берилган ҳароратда

катталиги бўйича тенг ва ишораси бўйича қарама-қарши бўлган поляризация текислигини бурилиш бурчагини беради. Бу шакллар битта эритмада тенг концентрацияда бўла туриб бир-бирини оптик фаоллигини компенсациялайди ва бу ҳолда поляризация текислигини бурилиш бурчага тенг бўлади.

Изомерларнинг оптик, яъни қутбланган нур сатҳини ўнг ёки чапга буриш фаолияти изомерларнинг стерик конфигурациясига ҳар доим ҳам мувофиқ келавермайди. Масалан, ўнгга бурувчи сут кислотасини метил ва этил эфирлари мускулдан ажратиб олинган озод сут кислотасига монанди конфигурацияга эга бўлсада, кучли чапга бурувчанликка эга. Шундай қилиб каторни маълум бир аъзосини буриш ишораси каторни ҳамма аъзолари учун умумий бўлган конфигурация тавсифи бўла олмайди.

Ҳозирги кунда кўпгина моддаларни стерик конфигурациялари ўрнатилган. Оптик фаол моддалар оптик конфигурациясини белгилаш учун D ва L лотин ҳарфлари ишлатилади.

Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, модда томонидан поляризация текислигини буриш бурчаги ўтувчи ёруғлик тўлқин узунлигига боғлиқ.

Поляризация текислигини буриш бурчаги катталиги модда табиати, поляризацияланган нур ўтаётган қатлам қалинлиги ва эритмалар учун эса оптик фаол компонент концентрациясига боғлиқ бўлади.

Алоҳида моддалар учун қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

$$\beta = \alpha \cdot l,$$

бу ерда β - қалинлиги l бўлган қатламга мос келувчи поляризация текислигини буриш бурчаги;

α - модда табиати, поляризацияланган нур тўлқин узунлиги ва ҳароратга боғлиқ бўлган пропорционаллик коэффициенти.

Ушбу коэффициентни моддани бирлик зичлиги d га нисбатан ҳисобланган қиймати солиштирма буриш дейилади.

$$\alpha_0 = \frac{\alpha}{d}$$

у холда $\beta = \alpha_0 \cdot d \cdot \ell$ ва $\alpha_0 = \frac{\beta}{d \cdot \ell}$.

Шундай қилиб, текис поляризацияланган нурни солиштирма буриш бурчаги бу моддани бирлик зичлиги ва қатлам қалинлигига тўғри келувчи буриш бурчаги қиймати дидир.

Эритмалар учун солиштирма буриш бурчагини бирлик концентрация ва қатлам қалинлигига нисбати олинади:

$$\beta = \alpha_0 \cdot c \cdot \ell \text{ ва } \alpha_0 = \frac{\beta}{c \cdot \ell},$$

бу ерда c - оптик актив моддани концентрацияси ($\text{кг}/\text{м}^3$).

Солиштирма буриш катталигини модда табиати билан бир қаторда ҳарорат поляризацияланган нур тўлқин узунлиги ва эритувчига боғлиқ бўлганлиги сабабли, солиштирма буришни 20°C да ва натрий алангасини сариқ линияси тўлқин узунлиги λ_D да аниқлаш қабул қилинган. У эритувчини кўрсатган ҳолда (α_D^{20}) билан белгиланади.

Трубка узунлиги ℓ (дм) ва эритма концентрацияси c (г/100 мл) бўлганда поляризация текислигини буриш бурчаги α ни қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:

$$\alpha = [\alpha_D^{20}] \cdot \frac{\ell \cdot c}{100}.$$

Бундан тадқиқот этилаётган моддани буриш бурчагини, поляризация трубка узунлигини билган ҳолда ва поляриметр ёрдамида поляризация текислигини буриш бурчагини аниқлай туриб тадқиқот этилаётган эритмадаги модда концентрацияси C (100 мл эритмада г да)ни ҳисоблаш мумкин:

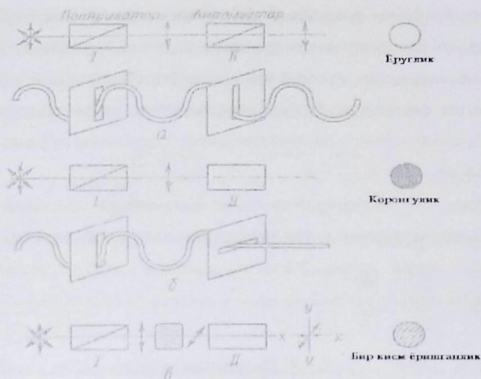
$$C = \frac{100 \cdot \alpha}{\ell \cdot \alpha_D^{20}}.$$

Турли оптик фаол моддалар учун текис поляризацияланган ёругликни солиштирма буриш катталиклари аниқланган. Масалан, солиштирма буриш шакар учун $+66,53^\circ$, глюкоза учун $+52,50^\circ$, фруктоза учун эса $-93,00^\circ$ ни ташкил қилади.

2.2.3. Поляриметрни схемаси

Поляризация текислигини буриш бурчагини ўлчашга мўлжалланган асбоблар поляриметрлар деб номланади. Поляриметрлар поляризацияланган ёрукликни олиш (поляризатор) ва ходисани таҳлил қилиш (анализатор) ёруғликларига эга бўлиши керак. Асбобни анализатори оптик фаол моддани орқали поляризацияланган ёрукликни ўтиши натижасида поляризацияланган текислигини бурилган бурчак йўналиши ва катталигини аниқлайди. Маълумки, поляризаторлар сифатида никол призмаси ёки поляризатор пластинкалари хизмат қилиши мумкин. Улар анализатор сифатида ҳам ишлатилиши мумкин.

Юқорида таъкидланганидек, никол орқали ўтган монохроматик ёруғлик текис поляризацияланган бўлади. Агар уни йўлида поляризацияланган текислиги биринчи николи поляризация текислиги билан мос келадиган иккинчи никол жойлаштирилса, у ҳолда ёруғлик иккинчи никол орқали ўтмайди (расм 2.11, а). Бу ҳолда тизим ёруғлик учун тиник бўлади. Агар иккинчи никол горизонтал ўқи атрафида 90° га бурилса, унда бу николларни ёруғлик ўтказадиган текисликлари ўзаро перпендикуляр бўлади ва биринчи никол томонидан поляризацияланган ёруғлик иккинчи никол орқали ўтмайди. Бу ҳолда система тиник бўлмайди. Николларни ўзаро кесишган ҳолатда бундай жойлашуви **коронгуликка** ўрнатилиши дейилади. Бу операция расм 2.11да модел билан, яъни шунда механик кўзга тилиб икки тирқишларни ўтказилган кўндаланг тўлқинлар билан таққосланади. Агар тирқишлар бир хил ориентацияланган бўлса, тўлқинлар иккинчи тирқиш орқали ўтмайди. Агар тирқишлар бир-бирига нисбатан 90° бурчак остида жойлашса, унда иккинчи тирқиш тўлқинларни сўндиради (расм 2.11, б).



Расм 2.11. Поляриметрик ўлчашлар схемаси

Агар ўзаро кесишган ҳолатдаги николлар ўртасида оптик фаол моддага эга бўлган эритма жойлаштирилса, унда эритма орқали ўтган ёруғликни биринчи никол томонидан поляризация қилинган текислиги маълум бурчакка бурилган бўлади. Ёруғлик тўлкинларини тебранишлари содир бўлаётган текислик ҳам айнан шу бурчакка бурилади.

Бундай тизим қисман тиник бўлиб, иккинчи никол орқали ёруғлик энергиясини маълум қисми ўтади. Ёруғлик энергиясини бу қисми иккинчи николни бу ҳолатида уни ўтказиш текислиги билан мос келувчи тебранишли ҳаракат тузувчисига пропорционал (расм 2.11, в).

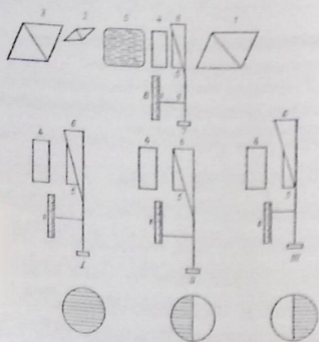
Бундай ҳолатни маълум даражада механик моделда ҳам тушунтириш мумкин. Агар шнур ўтказилган тирикшлар бир-бирига нисбатан маълум бурчак остида жойлаштирилса, тўлкинлар энергияси тўлиқ сўндирилмайди ва шнурга иккинчи тириқшдан кейин осилган қўнғироқ баланд овозда бўлмаса ҳам чалиниб туради.

Қисман ўтган ёруғлик энергиясини яна тўлиқ сўндириш учун иккинчи никол поляризация текислигини (тебранишлар текислигини) янги ҳолатига

оўлади. Анализаторни хол ҳолатида кўриш майдонини учала қисмларга кучсиз, аммо бир хил ёритилган бўлади.

Оптик фаол моддаларни буриш қобилияти ўтаётган ёруғликни тўлқин узунлигига боғлиқ бўлганлиги сабабли дисперсия (кўриш майдонини камалак рангларига бўялиши) олдини олиш учун монохроматик ёруғликдан фойдаланиш тавсия этилади.

Кўшимча николлар билан таъминланган ярим қоронгулаштирилган поляриметрлар анализатор билан бирга айланувчи айланма шкалага эга. Шкала 360° га бўлинган ва буриш бурчагини айлана градусларида ўлчаш имконини беради.



Расм 2.13. Сахариметрни оптик схемаси:
 1-анализатор; 2-қўшимча Никол; 3-поляризатор;
 4- ўнга бурувчи кварцли кварц пластинкаси;
 5-ҳаракатсиз чапга бурувчи кварцли клин;
 6-ҳаракатланувчи чапга бурувчи
 кварцли клин; 7-микрометрик винт;
 8-шкала; 9-кўрсаткич.

Шакар ва крахмал патока ишлаб чиқарилишида сахариметрлар дефномланадиган махсус поляриметрлар кенг ишлатилади. Улар эритмалардаги шакар концентрациясини юқори аниқлик билан аниқлаш имконини беради. Ҳозирги пайтда ишлатиладиган СУ-1, СУ-2 ва СУ-3 сахариметрлари деярли бир хил оптик схемага эга (расм 2.13).

Сахариметр оптик схемасини ўзига хос

хусусияти шундаки, анализатор 1 қўшимча никол 2 билан таъминланган поляризатор 3 га нисбатан ярим қоронгулаштирилган ҳолатда жойлаштирилган ва ҳаракатсиз маҳкамланган. Тадқиқот этилаётган эритма




солинган трубка асбобга жойлаштирилмаган холда (сахариметрни II холлати) фотометрик майдонни иккала ярими бир хил коронгулаштирилган.

Компенсацион қурилма ўнгга бурувчи текис параллел кварц 4 пластинкаси ва чапга бурувчи иккита клинлардан иборат. Бу клинларни бири 5 ҳаракатсиз маҳкамланган бўлиб, иккинчиси 6 ҳаракатчан ва микрометрик винг 7 буралганида биринчисига нисбатан ҳаракатланади.

I ҳолатда чапга бурувчи клинларни умумий қалинлиги ўнгга бурувчи пластинка қалинлигига тенг. Бу ҳолда пластинка ва клинлар орқали ўтган поляризацияланган ёруғликни поляризация текислиги ўнгга ҳам, чапга ҳам оғмайди.

Агар асбобга оптик фаол модда эритмаси солинган трубка жойлаштирилса, у ҳолда моддани хусусияти ва концентрациясига боғлиқ холда ёруғликни поляризация текислиги маълум бурчакка ўнгга ёки чапга бурилади. Бу эса фотометрик майдонни иккала яримини коронгулаштирилганлигини ўзгаришига олиб келади. Агар модда (масалан, шакар) поляризация текислигини ўнгга бурса, у ҳолда фотометрик майдонни тенг коронгулаштирилганлигини таъминлаш учун клинларни чапга бурувчанлигини ошириш лозим. Бунга ҳаракатчан клинни клинлар (чапга бурувчи) умумий қалинлигини ўнгга бурувчи кварц қалинлигига нисбатан устунлиги таъминлангунича силжитиш билан эришилади (II ҳолат). Чапга бурувчи модда таджикот қилинганда ҳаракатчан клин тесқари томонга силжитилади (III ҳолат). Ҳисоб поляризация текислигини буриш бурчакларида даражаланган шкала 8 бўйича олиб борилади. Кўрсаткич 9 микрометрик винг буралганида ҳаракатланади.

Поляризация текислигини буриши бурчагини клин ҳаракатланиши бўйича ўлчаш анализаторни айланиши бўйича ҳисоблашга нисбатан аниқроқ амалга оширилиши мумкин. Сахариметр шакар бўйича даражаланган чизикли шкалага эга. Бу шкаладаги 100^0 поляриметрни 34,62 айлана градусларига мос келади. Сахариметрни чизикли шкаласи поляриметрни айлана градусларига айлантирилиши мумкин: поляриметрни 1^0 айлана



шкаласи сахариметрни $2,883^{\circ}$ чизикли шкаласига мос келади
сахариметрни 1° чизикли шкаласи поляриметрни $0,3468^{\circ}$ айлана шкаласи
тенг.

Агар 20°C ҳароратда 100 мл да 26 г кимёвий тоза, абсолют ку
шакар мавжуд бўлган эритма узунлиги 200 мм бўлган трубка
жойлаштирилиб поляризация қилинса, сахариметр 100° ни кўрсатади. Дема
чизикли шкалани бир бўлинмаси (шартли 1°) 100 мл да 0,26 г шакар мавж
бўлган эритмага мос келади.

26,00 г намуна ўлчами нормал намуна ўлчами ва эритма уч
мўлжалланган узунлиги 200 мм ли поляриметрик трубка нормал труба
дейилади.

Сахариметрдан фойдалана туриб, шакарли маҳсулотлардаги шакар
фоизини аниқлаш мумкин. Бунинг учун маҳсулотни нормал намуна ўлчам
тортиб олинади ва 100 мл ли ўлчов қолбасида эритма тайёрланади (ҳарорат
 20°C бўлган дистилланган сув ёрдамида белгисигача етказилади). Узунлиги
200 мм ли трубка ишлатилганда сахариметр шкаласи тадқиқот қилинаётган
маҳсулотдаги шакар фоизини кўрсатади.

Сахариметр катта – асосий ва кичик нониус шкалаларига эга. Асосий
шкалани бир бўлинмаси 1° га мос келади. Нониус шкаласи эритма
концентрациясини $0,1^{\circ}$ аниқликкача аниқлаш имконини беради.

Сахариметрлар натрий алантасини монохроматик ёруғлигини талаб
қилмайди ва оддий ёруғликда ишлаши мумкин. Бундай имконият
кўринадиган спектр қисмини барча тўлқин узунликларида ўнга бурувчи
шакар ва чапга бурувчи кварцни поляризация текислигини буриш
бурчакларини ўзаро тенглиги ва қарама-қарши эканлиги билан
тушунтирилади. Демак, агар клинлар қандайдир тўлқин узунлигидаги
ёруғлик учун поляризация текислигини буриш бурчагини компенсациялаш
ҳолатида ўриятилган бўлса, у бошқа тўлқин узунликларига мос келувчи
нурлар учун ҳам компенсацияланган бўлади. Натижада айланма дисперсия.



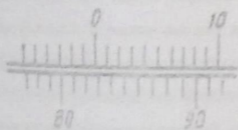
льни поляризация текислигини буриш бурчагини ёруглик тўлқин узунлигини, боғлиқлиги нолга етказилади ва кўриш майдони бўялмай қолаверади.

Сахариметрда ишни бажариш тартиби. Ишни бошлашдан олдин асбобни нол ҳолати текширилиши керак. Бунинг учун ҳисоблаш лупасига қарай туриб, дастак ёрдамида ҳаракатчан шкалани ноли нониусни (юқорида жойлашган ҳаракатланмайдиган шкала) ноли билан бирлаштирилиши керак. Бу ҳолатда кўриш трубабини иккала ярими бир хил ёришган бўлиши лозим.

Шундан сўнг тоза ювилган ва қуритилган ёки тадқиқот қилинаётган эритма билан чайилган трубкага воронка орқали тадқиқот қилинаётган эритма уни юқори мениски трубка гардишига еттунича қуйилади. Эритмани ҳарорати 20°C бўлиши керак. Эритмадаги ҳаво пуфакчаларини юқорига кўтарилиши учун бир мунча вақт кутилади. Ҳаво пуфакчаларини юқорига кўтарилишини тезлаштириш учун трубка деворларига бармоқлар билан енгилгина уриш мумкин. Кейин трубка қоғлагич шишаси билан бекитилади. Шиша остида ҳаво пуфакчалари қолмаганлигини кузата туриб, гайка буралади. Қоғлагич шишалари ташқаридан яхши артилади ва асбобни поляризатор ва анализатори ўртасидаги камерага жойлаштирилади. Кўриш майдонини иккала яримини ёришганлиги асбобни нол ҳолати текширилганлиги каби ўрнатилади. Шундан сўнг кўрсатишлар асосий шкала бўйича 1° аниқлик билан нониус ёрдамида эса $0,1^{\circ}$ аниқлик билан қайд қилинади. Натижани қайд қилиш олдидан компенсаторни топилган ҳолатини изланаётганга мос келиши текширилиши керак. Бу мақсадда зўрға сезиладиган ҳаракатлар билан дастак аввал бир томонга ва кейин иккинчи томонга бурилиши керак. Бунда кўриш майдонини иккала яримини ёришганлиги сезирларли даражада ўзгариши керак. Бир хил ёришганлик қайта ўрнатилади ва натижа қайд қилинади. Натижалар лупа ёрдамида ҳисобланади. Бутун градуслар ҳаракатчан шкала бўйича (шкалани нолидан нониусни нолигача), ўнлик улушлар эса нониус бўйича (нониусни нолидан бошлаб уни шкалани қандайдир бўлинмаси билан мос келувчи бўлинмасигача) ҳисобланади.



Расм 2.14 да $82,7^{\circ}$ га мос келувчи шкала ва нониус ҳолатда тасвирланган.



Расм 2.14. Клини компенсацияли сахариметрнинг шкаласи

Хисоблаш дастакни ҳар гал но ҳолатига қайтара туриб, камида марта амалга оширилади ва ўрта арифметик қиймат ҳисобланади. Сахариметр чизикли шкаласини 1 узунлиги 200 мл бўлган трубка ишлатилганда, 100 мл эритмада мавжуд бўлган 0,26 г шакарга мо

қелишини билган ҳолда тадқиқот қилинаётган эритмадаги шакар миқдорини ҳисоблаш мумкин. Расм 2.14 да кайд қилинган асбоб кўрсатиши ушундай бўлиши (100 мл эритмада г да) ташкил қилади: $82,7 \times 0,26 = 21,5$.

Баъзи поляриметрлар моделларида (айланма поляриметр, кўчма поляриметр) бошқа оптик схемалар ишлатилади.

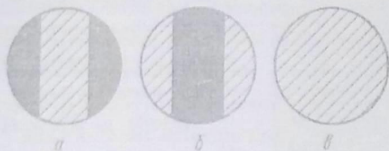
Айланма поляриметр. Айланма поляриметр буриш бурчагини $\pm 360^{\circ}$ чегараларида аниқлаш имконини беради. Бу асбобда поляризатор ва анализатор сифатида герпатитли плёнкалар ишлатилган. Светофильтр ва поляроид хусусиятлари шундай уйғунлашганки, поляризатордан ўтган ёруғликни энг юқори интенсивлиги, натрий спектридаги D сарик линиялар тўлиқин узунлигига тенг бўлган нурларга мос келади. Бу эса оддий ёруғлик манбаларидан фойдаланиб ишлаш имконини яратади. Светофильтр мавжуд бўлмаганида кўриш майдони айланма дисперсия сабабли камалак рангларига бўялиши мумкин эди.

Поляризацияланган ёруғлик йўлида кварц пластинкали диафрагма ўрнатилган бўлиб, у орқали ёруғлик дастасини фақат ўрта қисмидаги нурлар ўтади. Бу пластинка поляризатордан чиққан ёруғлик поляризация текислигини $5-7^{\circ}$ га буриш имконини яратади. Натижада поляризатор ва анализаторни ўзаро кесишган ҳолатида, кўриш трубасида кўринадиган



фотометрик майдонини фақат ўнг ва чап қисмлари қоронғулаштирилган бўлади (расм 2.15, а).

Асбоб анализаторини буриш орқали фотометрик майдоннинг ўрта қисмидаги ёришганликни бир мунча кучсизлантириш ва бир вақтни ўзида уни четки қисмлари ёришганлигини кучайтириш мумкин. Натижада кўриш майдонини бир хил қоронғулаштирилганлигини (расм 2.15, в) таъминловчи анализатор ҳолати топилиши мумкин. Асбобни бир хил қоронғулаштирилган бундай ҳолати, дастлаб тадқиқот қилинаётган эритма солинган трубка ёки



Расм 2.15. Айланма поляриметрда фотометрик майдонни кўриниши

сув тўлдирилган трубка билан қайд қилинади (нол нукта). Асбобга оптик фаол модда билан тўлдирилган трубкани жойлаштирилиши

бир хил қоронғулаштирилган ҳолатни бузилишига олиб келади. Майдонни бир хил қоронғулаштирилган ҳолатини тиклаш учун анализаторни бу моддани поляризация текислигини буриш бурчагига тенг бўлган бурчакка буришни талаб қилади. Бу бурчак катталиги 360° ли айланма шкалани бўлинмалари бўйича ҳисобланиши мумкин. Нониусни мавжуд бўлиши бурчакларни $0,05^\circ$ аниқлик билан ҳисоблаш имконини беради.

10° дан ката бўлган буриш бурчакларини ўлчашда поляризацион дисперсия ва фотометрик майдон бўялишини олдини олиш мақсадида монохроматик ёруғлик манбаидан фойдаланиш керак бўлади.

Кўчма поляриметр. Кўчма поляриметр П-161М (расм 2.16) айланма поляриметрни модификацияси ҳисобланиб, чекланган ($\pm 20^\circ$) ўлчаш чегараларига эга. Бу асбобда фотометрик майдонни уч қисмга бўлиниши, айланма поляриметрлардаги каби поляризаторни марказига нисбатан симметрик ҳолатда ўрнатилган кварцли пластинка ёрдамида таъминланади.



Ушбу поляриметри поляризатор ва анализатори химоя шишалари ўртаси



Расм 2.16. П-161М русумли лаборатория поляриметри

ўрнатилган поляроид плёнкасида тайёрланган.

Асбоб билан иш пайтида, анализаторни ўнг ёки чапга буриш (ёруглик) поляризация текислигини буриш бурчаги ишорасига мувофиқ орқали фотометрик майдонни баҳолаш коронгулаштирилиши эришилади ва шкала бўйича буриш бурчаги ҳисобланади.

П-161М да нониус бўйича буриш бурчани ҳисоблаш хатолиги 0,1 даражани ташкил қилади.

2.3. Рефрактометрия асослари

Рефрактометрик таҳлил моддаларни синдириш коэффициентини аниқлашга асосланган. Бу кўрсаткич қийматига кўра моддаларнинг эритмалардаги миқдори баҳоланиши мумкин. Ушбу усул ёғлар, томат маҳсулотлари, мураббо, джем, сут ва сут маҳсулотлари ва бошқа озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқот этишда кенг қўлланилади. Ушбу усул ширин сузмали маҳсулотларни, қуюлтирилган сутни назорат қилишда, сут ва сут маҳсулотларидаги лактоза миқдорини аниқлашда ишлатилади. Шунингдек, ушбу усул ёрдамида пазандалик маҳсулотлари, таомлар ва ярим тайёр маҳсулотлардаги ёғ миқдори, сироп, ичимлик ва желелардаги қуруқ

моддалар миқдори ҳам аниқланади. Рефрактометрик усул таҳлилий оддийлиги, юқори аниқлиги, жуда кам миқдордаги модда сарфини талаб этиши ва таҳлил учун кам вақт талаб қилиниши сабабли озик-овқат маҳсулотлари сифатини тадқиқот этишда кенг фойдаланилмоқда.

2.3.1. Синдириш кўрсаткичи

Ёруғлик нурини бир мухитдан иккинчисига ўтишида, уни бошланғич йўналишидан четланиши ёруғликни бу икала мухитдаги тарқалиш тезликлари ўртасидаги фарк ошиши билан ошади. Маълумки, ёруғликни энг катта тарқалиш тезлиги вакуумда кузатилади ва секундига $3 \cdot 10^8$ метрни ташкил қилади. Вакуум оптик зичлиги энг кам мухит ҳисобланади.

Берилган тиник мухит (модда) учун абсолют синдириш кўрсаткичи ёруғликни вакуумдаги тарқалиш тезлиги U_n ни уни бу мухит (модда)даги тарқалиш тезлиги U_x га нисбатидир.

$$N = \frac{U_n}{U_x}$$

Ёруғликни вакуумдаги тезлиги уни ҳаводаги тезлигига нисбатан 1,00027 марта катта, демак:

$$N_{\text{ҳаво}} = \frac{U_n}{U_x} = 1,00027$$

Ҳоҳлаган икки мухит (I ва II) учун, агар ёруғлик оптик зичлиги кичик бўлган мухитдан (I мухит) оптик зичлиги катта бўлган мухитга (II мухит) ўтишида, II мухитдаги нурни синиши нисбий синдириш кўрсаткичи $n_{\text{нис}}$ билан тавсифланади.

$$n_{\text{нис}} = \frac{v_I}{v_{II}}$$

бу ерда v_I ва v_{II} - ёруғликни тегишлича I ва II мухитлардаги тарқалиш тезлиги.

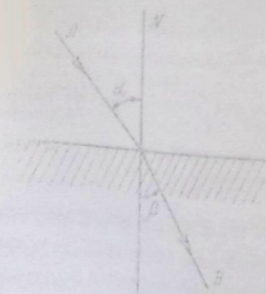
Амалиётда абсолют коэффициентига яқин бўлган нисбий синдириш кўрсаткичлари, яъни нурни ҳаво ва тадқиқот этилаётган муҳитдаги тарқалиш тезликлари ўзаро нисбати ишлатилади. Ёруғликни ҳаводаги тарқалиш тезлиги уни вакуумдаги тезлигидан атиги 0,03 %га кам ва ҳавони 0° да абсолют синдириш кўрсаткичи 1,0000293 га тенг.

Каттик ва суяк жисм синдириш кўрсаткичлари ҳақида гапирилганда уларни ҳавога нисбатан олинган нисбий синдириш кўрсаткичлари назарда тутилади. Бу катталиклар n билан белгиланади ва синдириш кўрсаткичлари дейилади.

Юқоридаги тенгликлардан N ва n катталиклари ўртасида қуйидаги боғлиқлик мавжудлиги келиб чиқади

$$N = n \cdot 1,00027$$

Рефракция – бу нурни бир муҳитдан зичроқ ёки сийрак иккинчи муҳитга ўтишида кузатиладиган синиши ёки нурни йўналишини



Расм 2.17. Нурни икки муҳит чегарасида синиши

ўзгаришидир. Тушаётган ва синиётган нурлар ҳамма вақт бир текисликда ётади (расм 2.17).

Синдириш кўрсаткичи ёки коэффициентини n бу тушиш бурчаги α синусини уни синиш бурчаги β синусига нисбатидир.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Ушбу нисбат шу икки оптик бир жинсли муҳитлар учун ўзгармас катталик бўлиб, ёруғликнинг иккала муҳитдаги тарқалиш

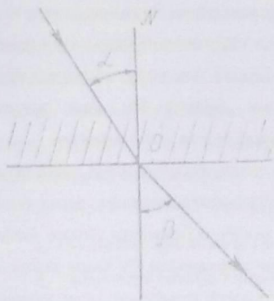
тезликлари нисбатига тенг

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$$

$N > 1$ эканлиги хисобга олинса, $\angle \alpha > \angle \beta$ эканлиги маълум бўлади.

Нурни ҳаводан иккинчи зичроқ мухитга ўтишида синиш бурчаги тушиш бурчагига нисбатан доимо майда бўлади. Нурни зич мухитдан, зичлиги камроқ бўлган иккинчи мухитга ўтишида эса синиш бурчаги тушиш бурчагидан каттарок бўлади (расм 2.18). Бунда

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n}$$



Расм 2.18. Нурни зич мухитдан зичлиги камроқ мухитга ўтишида синиши

Синдириш кўрсаткичи ушбу модда учун ўзгармас катталиқ бўлиб, у модда табиати, зичлиги, келиб тушаётган ёруғлик тўлқин узунлиги, харорат ва босимга боғлиқ.

Модда табиати уни молекуларини ёруғлик таъсирида деформацияланиши даражасини - поляризацияланиш даражасини белгилайди.

Поляризацияланиш канчалик интенсив бўлса, ёруғликни синиши ҳам шунчалик кучли бўлади. Модда зичлигини ўзгариши синдириш кўрсаткичи катталигига сезиларли аксланади. Зичликни ошиши босим ошишини (айниқса, газ мухитларида) ёки моддани бир аллотропик модификациядан иккинчисига ўтишида каттик жисмни қайта кристаллизацияланиш натижаси бўлиши мумкин ва бу ҳолат синдириш кўрсаткичинини ошишига олиб келади. Суяқлик ва каттик жисملарни сиқилувчанлиги жуда майда бўлганлиги сабабли уларни синдириш кўрсаткичи босимга боғлиқ эмас. Атмосфера босимини ўзгариши бу ҳолда амалий жиҳатдан ҳеч қандай таъсир қилмайди.

Эритмалар билан ишлашда синдириш кўрсаткичи ва эритмада моддани фоиз миқдори ўртасида ҳамма вақт ҳам тўғри боғлиқлик мавжуд эмаслигини ҳисобга олиш керак бўлади. Шунинг учун синдириш кўрсаткичи бўйича эритмадаги модда концентрацияси ҳақида хулоса килиш фақат катталиклар ўртасидаги боғлиқликни ифодаловчи эгри чизиклар мавжуд бўлган ҳолларда мумкин. Кўпгина ҳолларда синдириш кўрсаткичи бўйича эритмадаги модда миқдорини аниқлаш имконияти йўқ, chunki концентрацияни анча ўзгаришларида ҳам синдириш кўрсаткичи жуда кам ўзгаради (масалан, метил спирти эритмалари учун). Эритмада иккита модда мавжуд бўлса, бу ҳолда фақат синдириш кўрсаткичи бўйича тизим таркиби ҳақида фикр юритиш мумкин эмас. Бундай шароитда қандайдир бошқа физик-кимёвий катталикларни (масалан, қайнаш ёки эриш ҳарорати, солиштирма оғирлик ва бошқалар) қўшимча билиш талаб қилинади.

Ҳароратни газ ва суюқ жисмлар синдириш кўрсаткичи кийиматларига таъсири уларни ҳажмий кенгайиш коэффициентини катталиги билан боғлиқ. Барча газсимон ва суюқ жисмларни ҳажми иситилганда ошади, зичлиги амаёди, натижада синдириш кўрсаткичи ҳам камаёди. Бу ҳолда ҳамма вақт ҳам ҳароратни ошиши синдириш кўрсаткичинини камайишига олиб келмайди. Бунда асосий омил модда поляризацияланиш даражасини ҳарорат ошиши билан ошиши ҳисобланади. Синдириш кўрсаткичинини ҳароратта бундай боғлиқлигини ҳисобга олган ҳолда рефрактометрик ўлчашлар 20°C ҳароратда амалга оширилади. Ҳароратни 20°C дан чекланишида тегишли ҳарорат тузатишлари киритилади.

Синдириш кўрсаткичинини ёруғликни тўлқин узунлигига боғлиқлиги дисперсия (лотинчадан disperses - сочилганлик) деб номланади. Электронларни ёруғлик тўлқинини моддага таъсири билан боғлиқ бўлган мажбурий тебранишлари атом ва молекулаларни поляризацияланиши сабабчиси бўлиб, ёруғликни синишига олиб келади. Ёруғликни тўлқин узунлиги ва синиши ўртасидаги муносабат шундайки, тушаётган тўлқин узунлиги қанчалик кичик бўлса, синиш шунчалик катта бўлади. Шунинг



учун ҳам турли тўлқин узунлиқдаги нурлар турлича синади. Кўринади, ёруғлик учун энг ката синдириш коэффициентлари бинафша нурларга (тўлқин узунлиқлари интервали 397-424 нм), энг кичиги эса кизил нурларга (тўлқин узунлиқлари интервали 640-723 нм) мос келади. Шу сабабли турли тўлқин узунлиқдаги нурлардан иборат бўлган оддий ёруғлик бошқа муҳитга киритилса, у бир неча монохроматик (оддий) нурлар ҳосил қилиб ажралади. Натижада рангли камалак тасмаси ҳосил бўлади. Буни олдини олиш учун ўлчашларда монохроматик ёруғликдан фойдаланиш зарур бўлади.

Синдириш кўрсаткичларини жадвал қийматлари кўп ҳолларда натрий спектрини сариқ чизиги (D чизик) учун келтирилади ва n_D билан белгиланади. Бу линияга мос келувчи тўлқин узунлиги $\lambda_D = 589$ нм. Бундан ташқари, синдириш кўрсаткичи уларни келиб тушаётган ёруғликни қандай тўлқин узунлигига мос келишига кўра бошқа индекслар билан ҳам белгиланиши мумкин. Масалан:

n_c - водородни кизил чизикларига мос келади, C чизиги ($\lambda = 656$ нм);

n_B - водородни кўк чизигига мос келади, B чизиги ($\lambda = 486$ нм);

n_G - водородни бинафша чизигига мос келади, G чизиги ($\lambda = 434$ нм).

2.3.2. Синдириш кўрсаткичини аниқлаш

Қандайдир икки тиник муҳитлар I ва II чегарасидаги нур синишини кўриб чиқамиз (расм 2.19). Шартли равишда II муҳит I муҳитга нисбатан катта синдирувчанлик хусусиятига эга деб қабул қиламиз.

Агар I ва II муҳитлар синдириш кўрсаткичини тегишлича n_1 ва n_2 билан белгиласак, унда $n_2 > n_1$. I муҳит вакуум ва ҳаво бўлмаса, унда ёруғлик нурини тушиш бурчаги синусини уни синиш бурчагига нисбати нисбий синдириш кўрсаткичи $n_{\text{нис}}$ катталигини ифодалайди. $n_{\text{нис}}$ катталиги, шунингдек кўриб чиқилаётган муҳитлар синдириш кўрсаткичлари нисбати сифатида ҳам аниқланиши мумкин:



$$n_{\text{сн}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{II}}{n_I}$$

Тушиш бурчаги α ни ошиши синиш бурчаги β ни ошиши билан кечеди, ammo синиш бурчаги β тушиш бурчаги α дан кичик бўлади. Тушиш бурчаги 90° га етганда, синиш бурчаги 90° дан кичик бўлган қандайдир чегаравий катталikka эришади.

Бу ҳолда тушаётган нур икки мухит чегараси бўйлаб силжийди. Агар бурчак $\alpha = 90^\circ$ бўлса, у ҳолда $\sin \alpha = 1$. Демак, ифода

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{II}}{n_I}$$

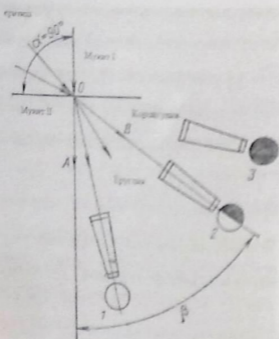
куйидагига ёзилиши мумкин

$$\frac{1}{\sin \beta} = \frac{n_{II}}{n_I}$$

у ҳолда,

$$n_I = n_{II} \cdot \sin \beta.$$

Фараз қиламиз I мухит синдириш кўрсаткичи (n_I) аниқланадиган мухит, II мухит синдириш кўрсаткичи (n_{II}) маълум бўлган оптик шинада тайёрланган мухит бўлсин. Юқорида келтириб чиқарилган



Расм 2.19. Чегаравий синиш бурчаги катталигини ўлчаш схемаси

ифодадан шу аён бўлдики, n_I ни аниқлаш учун β бурчак катталигини ўлчаш кифоя экан.

Расм 2.19 дан кўриниб турибдики, тушиш бурчагини 0 дан 90° га ўзгартиришда, синган нурлар OA ва OB нурлар билан чегараланган ёруғлик дастаси чегарасидан чиқмайди. OB нурдан кейин фазо жойлашган ёруғлик нурларига эга эмас ва OB нур ёруғлик ва коронгулик чегараси ҳисобланади. OB нур мухит чегарасига туширилган перпендикуляр билан чегаравий

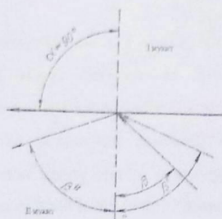


синиш бурчаги β га тенг бўлган бурчак ҳосил қилади ва чегаравий нур десомланади.

Синган нурлар йўлида силжийдиган кўриш трубаси, уни мумкин бўлган ҳар бир ҳолатидаги оптик ўқи бирор-бир синган нурлар йўналишига мос келадиган тарзда ўрнатилган бўлсин. У ҳолда кўриш трубасини 1 ҳолатида трубани кўриш майдони ёритилган, 3 ҳолатида эса тўлиқ қоронгулаштирилган бўлади. Оралик 2 ҳолатда кўриш трубасини оптик ўқи ёруғлик ва қоронғулик чегараси ҳисобланмиш ОВ нур билан мос келади ва кўриш майдонини ярими ёришган, ярими эса қоронгулашган бўлади. Бу ҳолда мухитлар чегарасига туширилган перпендикуляр ва трубани оптик ўқи ўртасидаги бурчак айнан ахтарилаётган β бурчак ҳисобланиб, у трубани махсус шкала нолига нисбатан осон ўлчаниши мумкин.

Маълумки синдириш кўрсаткичи n_2 га эга бўлган синувчи мухит II да β бурчак қатталиги изланаётган синдириш кўрсаткичи n_1 , яъни таджикот этилаётган мухит I табиати билан белгиланади.

Тушувчи ва синган нурлар қайтувчан ҳисобланади. Қўпроқ синдирувчи II мухитдан камроқ синдирувчи I мухитга йўналтирилган нурни тушиш бурчагини β гача ошира туриб, синган нурни нормалга нисбатан 90° бурчак ҳосил қилган ҳолатига эришиш мумкин (расм 2.20). Бунда синган нур тўёки



Расм 2.20. Тўлиқ ички аксланиш

икки мухит чегарасида силжийди. Тушиш бурчагини янада қўпроқ ошиши сари синган нур мухит чегарасидан умуман чиқмайди ва чегара юзасидан тўлиқ аксланади. II мухитдан β бурчакдан каттарок β' бурчак остида йўналтирилган нурни синиши кузатилмайди ва уни шу мухитни ўзига β' бурчак остида тўлиқ аксланиши



содир бўлади. Аксланиш қонуниятларига биноан β'' бурчаги β' бурчага тенг. Бу ҳодиса тўлиқ ички аксланиш деб номланади.

Синган нурни икки мухит чегарасида силжишини таъминловчи нур β тушиш бурчаги чегаравий тушиш бурчаги дейилади.

Шундай қилиб, юқорида баён этилган синдириш кўрсаткичи аниқлаш принципи чегаравий бурчаклар катталигини ўлчашга (чегаравий бурчак усули) асосланган.

2.3.3. Рефрактометрлар

Суюқ моддалар ва зритмалар синдириш кўрсаткичини аниқлаш мўлжалланган асбоблар рефрактометрлар дейилади. Ушбу асбобларнинг иккита асосий турлари мавжуд, яъни Аббе туридаги рефрактометрлар ва Пульфрих типидagi рефрактометрлар. Иккала турдаги рефрактометрлардаги ўлчаш чегаравий синдириш бурчаги катталигини аниқлашга асосланган.

Аббе туридаги рефрактометрларга РЛУ (универсал лаборатория рефрактометри), ИРФ-22, РПЛ-3 (озик-овқат лаборатория рефрактометри), РИ (кўчма рефрактометр), РП "Қарат-МТ", ИРФ-457, ИРФ-460, ИРФ-464 ва бошқалар тегишли.

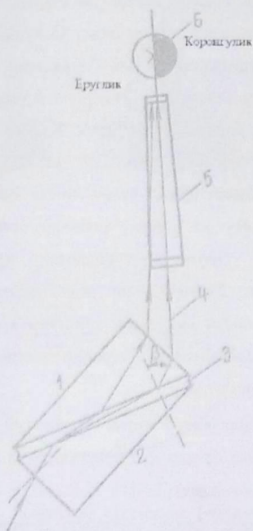
Аббе рефрактометрларини асосий қисми ўлчов (1) ва ёритувчи (2) призмалардан иборат бўлган призмали блок ҳисобланади (расм 2.2.1). Тадқиқот этилаётган суюқликни юпқа қатлами (3) бир-бирига зич қисилган иккала призмаларни гипотенуза томонлари ўртасида жойлашган бўлади. Ёритувчи призмани гипотенуза томони ғадир-будур бўлиб, ундан тадқиқот этилаётган суюқлик қатламига қирувчи нурларни сочилишини таъминлайди. Шунинг учун ёруғлик нурлари суюқлик қатламига турли йўналишларда кириб боради. Аммо, суюқликни бундай ёрита туриб тушиш бурчаги аниқ 90° бўлган нурларни олиш мумкин эмас. Суюқлик қатламини унчалик катта



бўлмаган калинлигини эътиборга олган ҳолда, хусусан, техникавий ўлчашларда бу ҳолат ҳисобга олинмаслиги мумкин.

Тушиш бурчаги тўғри чизикқа энг яқин бўлган чегаравий нур билан кўриш трубкаси (5) даги кўриш майдони (6) ёруғ ва қоронғи қисмларга бўлинади.

Аббе туридаги универсал рефрактометр (РЛУ) 1,3-1,7 диапазондаги синдириш коэффициентларини аниқлаш имконини беради ва турли маҳсулотларни тадқиқот этишида ишлатилиши мумкин.



Расм 2.21. Аббе рефрактометрини принципаал схемаси

- 1-ўлчов призма; 2-ёритувчи призма;
- 3-маҳсулот қатлами; 4-чегаравий нур;
- 5-кўриш трубкаси;
- 6-кўриш майдони

Асбобда ўлчаш қўйидагича амалга оширилади. Призмалар уларни туташши юзаси горизонтал ҳолатни эгаллағунича айлантрилади. Юқори призма очилиб, пастки призма юзасига 2-3 томчи тадқиқот этилаётган маҳсулот жойлаштирилади ва юқори призма билан қисилади. Призмалар, чегаравий нур кўриш трубкасини оптик ўқи билан бирлашғунича, ёришганлик ва қоронғулик чегараси эса трубада кўринадиган икки тўғри чизикларни кесишув нуктаси билан туташғунича бурилади.

Оқ ёруғликни ўлчов призмасидан ўтишида уни ажралиши (дисперсия) содир



бўлади. Бунинг натижасида ёруғлик ва коронгулик чегараси нока
камалакли тасма кўринишида бўлади. Бу эса рефрактометр шкаласи бўй
хисоб олиб борилишини кийинлаштиради. Буни олдини олиш мақсад
рефрактометрлар ёруғлик дисперсиясини йўқотувчи махсус қурил
компенсаторлар билан таъминланади. Компенсаторлар турли ш
навларидан тайёрланган икки ёки учта призма ёки линзалар тўплами
иборат бўлиб, унда спектрни турли ранглари бир-бирига шуни
қўшиладики, натижада ёруғлик ва коронгулик чегараси аниқлашади.

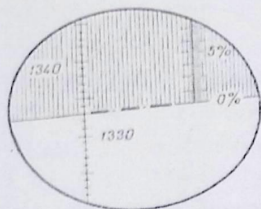
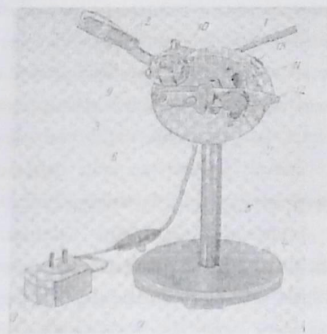
Компенсатордаги призмалар оптик тавсифлари шундай танланганки,
призмага натрий спектридаги сарик чизиклар – D чизиклар ўз йўналиши
ўзгартирмасдан юради ва чиқади. Водород спектридаги кўк ва қизил нур
эса (C ва F чизиклар) призмани маълум ҳолатида бу йўналишдан ўзаро те
ишораси бўйича тескари бўлган маълум бурчакларга оғади. Уларни қўши
натижасида дисперсия нолга келтирилади. Шундай қилиб, ўлч
призмасидан чиқаётган нурлар компенсатордан ўтгач, битта оқ нур
тўланади. Бу эса кўриш майдонини ёруғ ва коронгу қисмлари ўртасида
аниқ чегара олинишини таъминлайди. Призмадан чиқаётган нурлар
йўналиши D нурларига мос келади. Ёритиш учун монохроматик нур
ишлатилмаганлигига қарамасдан ўлчанган синдириш кўрсаткичи маълум
тўлқин узунлиги n_D га мос келади. Компенсаторни керакли ҳолати махсу
маховикчани айлантириш билан таъминланади.

Ўлчаш $20 \pm 0,5$ °C хароратда ўтказилади. Ўзгармас хароратни сақлаш
учун призмани метал тутқичига трубка орқали сув ўтказилади ва назорат
термометри ўрнатилади.

Ўлчаш олдидан рефрактометрни “ноль” нуқтаси текширилади.
Асбобни тўғри созланганлиги дистилланган сув бўйича текширилади. Тўғри
созланган асбобда, 20 °C хароратда кўриш майдончасини қора ва ёруғ
қисмларидаги чегара чизиги шкалани “ноль” бўлинмаси билан мос келиши
керак. Кўрсатишлар ҳаракатланмайдиган шкала бўйича лупа орқали 0,0001
аниқликда кайд қилинади. Натижадар майдонни ёруғ қисмидан коронгу

қисмига, сўнгра коронги қисмидан ёруг қисмига ўтилишида камида маротаба кайд қилинади. Яқуний натижа сифатида барча кайд этишларни ўрта арифметик қиймати қабул қилинади.


ИРФ-22 рефрактометри ҳам суюқ, ҳам каттиқ жисмлар синдириш



Расм 2.22. РПЛ-3 рефрактометри:
 а-умумий кўриниши: 1-термометр;
 2-ёриткич; 3-трансформатор;
 4-асос; 5-колонка; 6-корпус;
 7-окуляр; 8-копенсатор винти;
 9-пастки призмали камера; 10-юқори
 призмали камера; 11-шкала;
 12-дастак; 13-юстровка калити
 тиркиши; б-рефрактометр
 кўриш майдони.

кўрсаткичларини (1,3-1,7 интервалда) ўлчаш имконини беради. Ушбу рефрактометрдаги катор ўзгартиришлар уни фойдаланишга қулай ва у билан ишлашни енгиллаштиради. Бу рефрактометрдаги махсус оптик тизим кўриш трубасида синдириш кўрсаткичлари шкаласини ва ўлчашда ёруглик ва коронгулик чегараси тугаштириладиган чизиклар кесишувини биргаликда кўриш имконини беради. Бу асбобда синдириш кўрсаткичлари катталигини ўлчаш аниқлиги ($\pm 1-2 \cdot 10^{-4}$) РЛУ рефрактометри билан бир хил.

РПЛ-3 (расм 2.22) рефрактометри бошқа турдаги рефрактометрлардан фарқли равишда иккита шкалага эга. Улардан бири



синдириш кўрсаткичларини 1,330-1,540 чегараларида кўрсатса, иккинчи эса шакарни сувли эритмаларидаги фоизда ифодаланган миқдорни (0-95 гача) кўрсатади. Шунинг учун бу рефрактометрлар сахариметрлар деб халомлаанади. Бу асбобни ўлчов призмаси ҳаракатсиз ва бошқа асбобларга нисбатан синдириш кўрсаткичи майда бўлган материалдан тайёрланган. Бу эса синдириш кўрсаткичларини тор чегарада ўлчаш имконини беради.

Асбобдаги призмалар ичи бўш металл гардишларга жойлаштирилган. Уларга резинали трубкалар ёрдамида керакли ҳароратдаги сув берилиши мумкин. Ҳарорат термометр ёрдамида назорат қилинади. Ёруғлик призмалар гардишида жойлашган туйнук орқали ҳаракатчан ойна ёрдамида йўналтирилади. Ёритиш учун оддий оқ ёруғлик ишлатилиши сабабдан дисперсия (камалакли тасма) компенсатор ёрдамида йўқотилади. Компенсатор ричаги окуляр ричаги билан бир ўқда жойлашган. Окулярни буралувчан бошчаси ёрдамида кўриш қобилиятига мос равишда фокус масофаси ростланади. Бунда шкаладаги рақам ва бўлинмаларни аниқ тасвирга эришилади. Асбоб окуляри ҳаракатчан бўлиб, призмаларга нисбатан айланади.

Асбоб кўрсатишлари окулярда кўринадиган пунктир чизиги кўринишидаги визир ёрдамида ёзиб борилади. Бунда окуляр дастагини юқорига ёки пастга ҳаракатлантира туриб, визир чизигини ёруғлик қоронгулик чегараси билан туташинишига эришилади ва бу чегара ўтаётган шкала кўрсатишлари қайд қилинади.

Ишни бажариш тартиби. Ишни бошлашдан олдин нормал суюқлик ёки дистилланган сув ёрдамида рефрактометр кўрсатишлари текширилади. Сўнгра призмалар қуруқ ҳолигача артилгач, шиша таёқча ёрдамида пастга призмага бир неча томчи тадқиқот этилаётган суюқлик жойлаштирилади. Пастки призма юқоридаги призма билан ёпилади ва окулярга қарай туриб юқорида кўрсатилганидек асбоб кўрсатишлари қайд қилинади. Ёруғлик қоронгулик чегарасини аниқ кўринишига компенсатор дастагини буралати туриб эришилади. Шкала кўрсатишлари қайд қилингач, окуляр жойидан



кўзгатилади ва қайта ростланади. Шундай йўл билан камида уч марта ҳисоб ўтказилади. Яқиний натижа барча ўтказилган ҳисобларни ўрта арифметик қиймати ҳисобланади. Аниқлаш жараёнида термометр кўрсатишларини кузатиб бориш зарур.

Агар ҳарорат 20°C дан юқори ёки паст бўлса, ҳарорат тузатишлари киритилади ёки призмалар ҳарорати аниқ 20°C да сақланиши керак.

Ҳозирги пайтда дала ва корхона шароитида фойдаланишга мўлжалланган ҳар хил турдаги рефрактометрлар ишлаб чиқилган. Булар қаторига “Карат МТ”, ИРФ-460 ва ИРФ-464 кўчма рефрактометрлари тегишли.

“Карат МТ” кўчма рефрактометри (расм 2.23) суюқ ва қаттиқ жисмлар синдириш кўрсатишини ($n_D=1,3+1,5$) $\pm 2 \cdot 10^{-4}$ аниқлик билан ўлчашга мўлжалланган. Лебобни ўлчамлари $83 \times 70 \times 143$ мм ни ва массаси эса 700 граммдан юқори эмас.



Расм-2.23. КАРАТ-МТ русумли кўчма рефрактометр



Расм 2.24 ИРФ-464 русумли кўчма рефрактометр

ИРФ 460 ва ИРФ 464 рефрактометрлари (расм 2.24) сочувчи суюқ мухитлар синдириш кўрсаткичини ўлчашга мўлжалланган. ИРФ 464



рефрактометр "Карат МТ" рефрактометрига монанд техник кўрсаткичларга бўлиб, сутдаги оксил миқдори фоизини БЕЛОК шкаласида асбобни сузардоб бўйича кўрсатишлари айримаси бўйича аниқлаш учун ишлатилиши мумкин. Бу асбобларни призмали блоки кўриш трубасини охирида қўриқ маҳкамланган. Ҳисоб кўриш трубасида кузатиладиган тўлиқ ички акслар чегарасида олиб борилади.

Аббе рефрактометрларига прецизион (аниқ ўлчайдиган) рефрактометрлар ҳам тегишли. Ушбу рефрактометрларни РПЛ-1 ва РПЛ-2 русумли моделлари маълум. Прецизион рефрактометрларнинг юқори аниқлиги мустаҳкам термостатлаш ва тадқиқот этилаётган намунани кимёвий ва физикавий ўзгаришини олдини олиш эъвазига таъминланади.

Прецизион рефрактометрлар Аббе рефрактометрлари турига мансуб бўлиб, уларда оддий механик бурчак ўлчаш мосламаси мавжуд эмас. Ёритувчи ва коронуликни чегара чизиги ҳолати шартли тенг ўлчовли шкала бўлинмаларига кўра аниқланади. Асбоб нисбатан юқори катталаштиришга бўлган кўриш трубаси билан таъминланган бўлиб, у ўлчов призмаси билан ҳаракатсиз ҳолатда уланади. РПЛ-2 да призма кўриш трубаси ўқиб олиш нисбатан 90° бурчак остида жойлашган. Прецизион рефрактометрлардаги бундай конструктив ўзгаришлар синдириш кўрсаткичлари катталигини фақат тоқ интервалда (1,33-1,38) ўтказиладиган ўлчаш аниқлигини ошириш имконини беради.

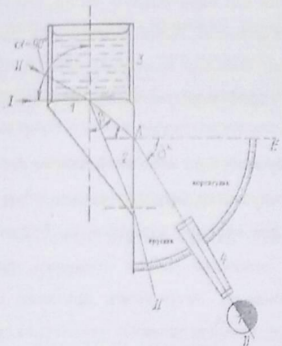
Прецизион рефрактометрлар эритмалардаги қуруқ моддаларнинг концентрациясини (30% гача) аниқлашда ишлатилади. Рефрактометр шкаласи 102 та шартли бўлинмаларга бўлинган. Рефрактометр кўрсатишлари махсус жадвалларга кўра, қуруқ моддалар фоизига айлантирилади.

Ишни бошлаш олдида асбоб нол ҳолатига ўрнатилади. Бунинг учун призмани ўргасига шиша тайёкча ёрдамида 1-2 томчи дистилланган сув томизилади. Ёритувчи призма жойлашган камера ўлчов призмаси жойлаштирилган камера билан зич туташтирилади, ёритувчи призмани тўсиши очилади, окулярдан кузата туриб ҳисоблаш барабани нолга



урнатилади. Камалакли бўялиш компенсатор халқасини айлантира тури-
 йўқотилади. Нолга ўрнатилган асбобда кўриш майдонини ёритилган ва
 коронгу қисмлари ўртасидаги аниқ чегара шкалани нол бўлими орқали
 ўтиши керак. Сўнгра рефрактометрни қурук ва тоза ўлчов призмасига 1-2
 томчи тадқиқот этилаётган суюқлик томизилади ва ёруғлик-коронгулик
 чегарасини шкаладаги ҳолати кузатилади. Шкала бўйича олинган ҳисоб
 бутун бирлик сифатида ёзиб олинади ва унга ҳисоблаш барабанини кўрсатиш
 чизиги қаршисидаги бўлинмалар сони ўнлик улуш сифатида қўшилади.

Пульфрих туридаги рефрактометрлар. Пульфрих туридаги
 рефрактометрлар схемаси расм 2.25 да келтирилган. Ушбу асбобларда
 призмали блок мавжуд эмас. Ўлчов призмасини кириш 1 ва чиқиш 2
 томонлари ўртасидаги бурчак 90° га тенг. Призмани кириш томонини четки



Расм 2.25. Пульфрих рефраткомтр схемаси:
 1-йўналтирилган нур; 2-ўлчов призмаси; 3-цилиндрик стакан; 4-кўриш трубкаси

қисмлари шундай ишлов берилганки, уни юзаси доира шаклига эга. Бу четки қисмга тадқиқот қилинаётган суюқлик солинадиган цилиндрик стакан жойлаштирилади ва елимланади. Кириш томонини айлана кўринишидаги четки қисмлари цилиндрик стаканни елимланадиган жойини уни ишчи юзасидан пастроқда жойлаштириш имконини беради. Шунинг учун суюқлик ва призма

чегараси бўйлаб йўналтирилган нур 1 елим қатлами билан учрашмайди ва демак, уни бузиб кўрсатилиши олди олинади. Бу нурни тушиш бурчаги аниқ



10^0 га тенг бўлганлиги сабабли, бурчак катталиги ҳамма вақт чегаравий синдириш бурчагига мос келади. Бу ҳолат ушбу асбобларни юқори аниқлигини ($1-2 \cdot 10^{-5}$) белгилайди ва улардан аниқ ўлчашларда фойдаланиш имконини яратади.

Пульфрих типидagi рефрактометрларда Аббе рефрактометрларидан фарqli равишда монохроматик манбалар ишлатилади. Асбобни кўриш трубаси 4, уни кўриш майдонида кўринадиган чизиклар кесиниш монохроматик ёруғликни яққол чегараси билан бирлашишини таъминлаш ҳолда ўрнатилади. Расм 2.25 дан кўриниб турибдики, трубага бундай ҳолатда уни оптик ўқини призма-ҳаво чегарасида синган чегаравий нур билан мўъаллиқлишига тўғри келади.

Бу турдаги ИРФ-23 рефрактометри алмаштириладиган призма билан таъминланган бўлиб, уларни ҳар бири маълум чегарадаги синдириш кўрсаткичларини аниқлашга мўъжалланган. Асбоб баъзи кучли синдирувчи моддалар синдириш кўрсаткичини аниқлаш имконини беради, чунки улар юқори ўлчаш чегараси юқорида кўриб чиқилган асбобларга нисбатан аниқ юқори (1,9).

Рефрактометр синдириш кўрсаткичини асбобда ўлчанган α , бурчакни кўра топиш имконини берувчи жадваллар (ҳар бир призма учун алоҳида) билан таъминланган. Расм 2.25 дан кўриниб турибдики, α , бурчаги ҳаво билан синган чегаравий AD нур ва призмага чиккиш томонига туширилган перпендикуляр билан ҳосил қилинган. Агар ўлчов призмаси синдириш кўрсаткичини N билан белгиласак, у ҳолда таджикот этилатган суяқлиқ синдириш кўрсаткичи n қуйидагича аниқланиши мумкин:

$$n = \sqrt{N^2 - \sin^2 \alpha}.$$



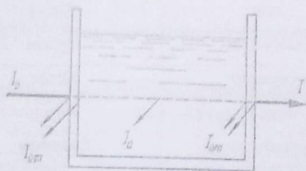
2.4. Фотокалориметрия асослари

Фотокалориметрик тахлилни асосий вазифаси эритмадаги модда миқдорини аниқлаш ҳисобланади. Фотокалориметрик тахлил услуби тадқиқот этилаётган модда томонидан монохроматик ёруғликни танланма ютилишига асосланган.

2.4.1. Бўялган бирикмалар эритмаларини асосий оптик хусусиятлари

I_0 интенсивликка эга бўлган оқ ёруғлик дастасини эритма билан тўлдирилган шиша идиш орқали ўтишида (расм 2.26) бошланғич ёруғлик оқими интенсивлигини пасайиши содир бўлади ва идишдан чиқаётган ёруғлик дастаси $I < I_0$ интенсивликка эга бўлади. Ёруғлик оқимини кучсизланиши қисман уни шиша ҳаво ва шиша-эритма чегарасида аксланиши (I_a), эритмада муаллақ заррачаларни мавжуд бўлиши келтириб чиқарадиган ёруғликни қисман сочилиши (I_p) ва асосийси ёруғлик энергиясини эритма томонидан ютилиши (абсорбцияси) (I_a) билан боғлиқ бўлади. Шундай қилиб, ёруғликни эритма орқали ўтишини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин.

$$I_0 = I_a + I_{om} + I_p + I.$$



Расм 2.26. Шиша идишга жойлаштирилган эритмадан ёруғликни ўтиши

Турли эритмалар томонидан ёруғлик ютилишини таққослаб ўрганишда бир хил қюветалардан фойдаланилади. Улар учун ёруғлик оқимини аксланган қисми

интенсивлиги ўзгармас ва кичик бўлиб, уни ҳисобга олмаслик мумкин. Бундан ташқари, етарлича тоза бошланғич моддалар эритмаси билан ишлашда, ёруғликни сочилиши натижасидаги йўқотилиши ҳам унчалик ками эмас. Шунинг учун юқоридаги тенгламани қуйидаги оддий кўринишда ёзиш мумкин.

$$I_0 = I + I_{\sigma}$$

Келиб тушаётган (I_0) ва эритма орқали ўтган ёруғлик оқимининг интенсивлигини (I) бевосита ўлчаш мумкин. Ёруғлик оқимини эритма томонидан ютилиши даражаси оқ ёруғликни таъкил этувчи турли тўқилуш узунлигидаги ёруғлик оқимлари учун бир хил эмас. Бунинг натижасида келиб тушаётган ёруғлик кўп ҳолларда бўялган бўлади. Кўз томонидан қабул қилинадиган эритма рангини келиб тушаётган ёруғлик, дастасини эритма орқали ютилмай ўтган қисми белгилайди. Эритмани ютиладиган рангини ютиладиган нурланиш рангига қўшимча сифатида ҳисоблаш қабул қилинган ҳолда, спектрни сарик-яшил қисмини ($\lambda=560-570$ нм) эритма кузатуви билан ун бинафша ранга бўялган бўлади. Эритма рангини ёруғлик спектрини ютиладиган қисмига боғлиқлиги 2.3-жадвалда келтирилган.

2.3-жадвал

Эритма рангини ютилган спектр қисмига боғлиқлиги

Ютилган қисмини спектр диапазони, нм	Ёруғликнинг ютилган қисми ранги	Эритмани туюладиган ранги (қўшимча ранг)
400-450	бинафша	сарғиш-яшил
450-480	кўк	Сарик
480-490	яшил-кўк	Пушти
490-500	кўк-яшил	Қизил
500-560	яшил	Алвон
560-575	сарғиш-яшил	Бинафша
575-590	сарик	Кўк
590-625	пушти	яшил-кўк
625-750	қизил	кўк-яшил

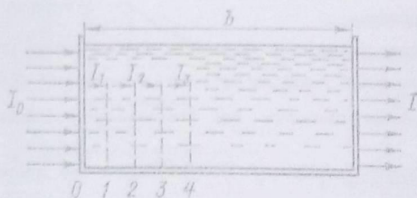
Шундай қилиб, бўялган бирикмалар эритмаларини колориметрияда асосий оптик тавсифлари бўялиш интенсивлиги ва эритма ранги ҳисобланади.

Колориметрияни асосий қонуни. Колориметрияда бўялиш интенсивлиги оптик зичлик катталиги D билан ифодаланади. Ушбу катталик аҳамиятини қуйидаги мулоҳаларда тушуниб олиш мумкин.

Фараз қилайлик, бўялган эритма қюветага b бирликдаги қалинликда қуйилган бўлсин. Умумий ютадиган қатламни фикран b участкаларга бўламиз ва эритма орқали ўтаётган ёруғлик оқими интенсивлигининг ўзгаришини кузатамиз (расм 2.27). Қюветага қираётган ёруғлик оқими интенсивлигини I_0 га тенг деб қабул қиламиз (ёритиш учун маълум тўлқин узунлигига эга бўлган ёруғлик, яъни монохроматик нурдан фойдаланилаётми деб тахмин қилинаётми). Ёруғлик биринчи участкани ўтганда, уни интенсивлиги n маротаба камаяди ва қуйидагига тенг бўлади:

$$I_1 = \frac{I_0}{n},$$

бу ерда $n > 1$.



Расм 2.27. Колориметрияни асосий қонунини келтириб чиқариш схемаси

Эритмани иккинчи қатламга энди интенсивлиги I_1 бўлган ёруғлик оқими қиради. Бу ёруғлик оқими иккинчи қатламни ўтгач, унинг

интенсивлиги ҳам n маротаба камаяди ва $I_2 = \frac{I_1}{n}$ га тенг бўлади. $I_1 = \frac{I_0}{n}$

эканлиги ҳисобга олинса, унда $I_2 = \frac{I_0}{n^2}$.



Эритмани учинчи катламига интенсивлиги I_2 бўлган ёруғлик оқиради ва учинчи катламни ўтгач, уни интенсивлиги $I_3 = \frac{I_2}{n}$ га тенг бўлади яъни $I_3 = \frac{I_1}{n}$. Шундай қилиб, ёруғлик оқими катлам қалинлиги b бўлган эритма орқали ўтгач қюветадан $I_b = I$ интенсивлик билан чиқади.

$$I = \frac{I_0}{n^b}$$

Бу тенгламадан қуйидаги келиб чиқади.

$$\frac{I_0}{I} = n^b$$

Бу тенгламани логарифмласак, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\lg \frac{I_0}{I} = D = \lg n^b = b \lg n,$$

бу ерда: b - ютувчи катлам қалинлиги;

$\lg n$ - маълум тўлқин узунлигидаги ёруғликни ўтишида ушбу эритма учун ўзгармас бўлган катталиқ;

$\lg \frac{I_0}{I}$ - эритмани оптик зичлиги дейилади ва D ҳарфи билан белгиланади.

Қуйида баъзи оптик тавсифларни келтирамиз. Эритма орқали ўтган ёруғлик интенсивлигини келиб тушаётган ёруғлик интенсивлигига бўлган нисбати $\frac{I}{I_0} = T$ эритмани тиниклиги ёки ўтказувчанлиги дейилади.

Тиникликка тесқари бўлган катталиқ $\frac{1}{T} = \frac{I_0}{I}$ тиникмаслик ёки эритмани ютувчанлиги дейилади. Эритмани ютувчанлик қобилияти бу у томонида ютилган ёруғлик интенсивлигини келиб тушаётган ёруғлик интенсивлигига нисбатидир, яъни $\frac{I_0}{I}$.

Юқорида келтирилган охириги тенглама Бугер-Ламберт қонунини ақс эттиради ва уния қуйидагича таърифлаш мумкин. Берилган моддани бир қис

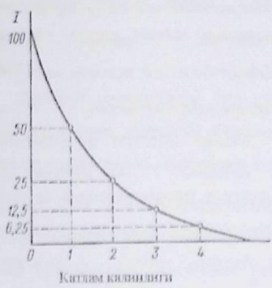


калинликдаги қатламлари бир хил шароитларда унга келиб тушаётган ёруғлик окимини маълум бир қисмини ютади ёки моддани оптик зичлиги ютилаётган қатлам қалинлигига тўғри пропорционал.

Конуни моҳиятини аниқ мисолда кўриб чиқамиз. Моддага кирувчи ёруғлик окими интенсивлиги I_0 100 шартли бирликларга тенг бўлсин ва моддани бир қатламини ўтишида ёруғлик окими 2 маротаба кучсизлансин, яъни $n=2$ деб фараз қиламиз. Унда

$$I_1 = \frac{I_0}{n} = \frac{100}{2} = 50; I_2 = \frac{I_0}{n^2} = \frac{100}{4} = 25; I_3 = \frac{I_0}{n^3} = \frac{100}{8} = 12,5; I_4 = \frac{I_0}{n^4} = \frac{100}{16} = 6,25.$$

Бу боғлиқни график тасвири расм 2.28 да келтирилган. Оптик зичликни ютаётган қатлам қалинлигига боғлиқлиги координата бошидан ўтувчи тўғри чизик билан ёзилади.



Расм 2.28. Чикаётган ёруғлик окими интенсивлигини ютувчи қатлам қалинлигига боғлиқлиги

Бер томонидан ёруғликни газ ва эритмалар орқали ўтишида ёруғликни ютилиши даражаси ёруғлик окими йўлида учрайдиган бирлик ҳажмдаги заррачалар сонига боғлиқлиги, яъни ёруғликни ютилиши модда концентрациясига боғлиқ эканлиги аниқланган.

$$D = \lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon \cdot b \cdot c,$$

бу ерда: ε - ютилиши коэффициентини (маълум тўлқин

узунлигидаги ёруғликни ўтишида шу эритма моддалари учун ўзгармас катталиқ);

b - қатлам қалинлиги;

c - модда концентрацияси.

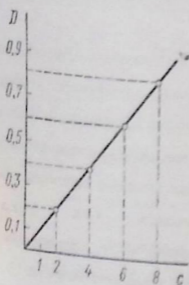
Оптик зичликни эритмадаги модда концентрацияси ва ютувчи қатлам қалинлигига бундай боғлиқлиги Бугер-Ламберт-Бер қонуни (колориметрияни



асосий қонуни) деб номланади. Бу қонунни қуйидагича таърифлаш мумкин:
эритмани оптик зичлиги бир хил шароитларда модда концентрацияси
ютувчи қатлам қалинлигига пропорционал.

Кўп ҳолларда оптик зичликни эритмадаги модда концентрация
боғлиқлигини графикавий ифодалаш қабул қилинган (бунда абсцисса ўқ
концентрация қиматлари, ордината ўқида эса тегишли оптик зич
қатталиклари қўйилади). Бунда колориметрияни асосий қонунига қў
(доимий қатлам қалинлиги $D = k \cdot c$, чунки $cb = k$) координата бошида
ютувчи тўғри чизик ҳосил қилинади (расм 2.29).

Моляр ютилиш коэффициенти. Юқорида келтирилган Буте



Расм 2.29. Оптик зичликни бўялган
модда концентрациясига
боғлиқлиги. Бер қонуни

Ламберт-Бер қонунидаги c концентрация
1 литрдаги грамм-моллар сонига
катлам қалинлиги b см да ифодаланса,
қатталлигини моляр ютилиш
коэффициенти деб номлаш ва ϵ_m билан
белгилаш қабул қилинган.

Моляр ютилиш коэффициенти
сон қиймати 1 см ютувчи қатлам
қалинлигидаги ва 1 л да 1 грамм-мол
концентрацияга эга бўлган эритма
оптик зичлигига тенг. Моляр ютилиш
коэффициенти маълум тўлқин
узунлигидаги ёруғликни ўтишида модда

концентрациясига боғлиқ эмас. Моляр ютилиш коэффициенти
қатталлиги турли бирикмалар эритмалари учун турлича бўлиб бирдан беш
неча мингга ташкил этади. Шунинг учун моляр ютилиш коэффициенти
колориметрик реакцияларни сезгирлик ўлчови ҳисобланади. Моляр ютилиш
коэффициенти қатталлиги канчалик катта бўлса, колориметрик анилаш
сезгирлиги ҳам шунчалик юқори бўлади. Масалан, темир роданиди учун
 $\epsilon_m = 1000$, мисни аммиак билан комплекси учун эса $\epsilon_m = 500$.

Моляр коэффициентини берилган концентрациядаги эритма оптик зичлигини ўлчаш натижаларига кўра ҳисоблаш мумкин. Юқорида келтирилган тенгламадан қуйидагини топамиз:

$$\varepsilon_m = \frac{D}{c \cdot b}.$$

Эритмани ранги. Эритмаларни ранги улар томонидан кўринадиган ёруғлик спектрини баъзи участкаларини бир хил ютилмаслиги билан боғлиқ эканлиги юқорида таъкидланган эди.

Бўялган эритмаларни ранг бўйича тавсифлаш учун ёруғлик ютилиш эгри чизиклари ёки ютилиш спектрлари (абсорбция спектрлари)дан фойдаланилади. Ёруғлик ютилиш эгри чизикларини олиш учун ўтаётган ёруғликни турли тўлқин узунликлари учун бўялган эритмаларни оптик зичликларини ўлчаш лозим. Шундан сўнг, эритма оптик зичлигини тушаётган ёруғлик тўлқин узунлигига (нанометрларда) боғлиқлиги графиги тузилади.

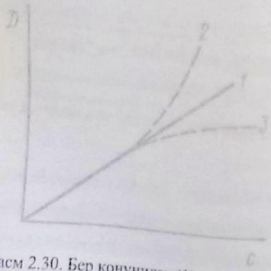
Ёруғлик ютилишини энг юқори қийматлари кўпгина бўялган бирикмалар учун, спектрни кўринадиган қисмида (масалан, перманганат калий эритмаси учун), баъзилари учун ультрабинафша соҳаларда (масалан, хромат ва калий бихромат эритмалари учун) жойлашган бўлади. Ёруғлик ютилишини энг юқори қийматларига (максимуми) мос келувчи тўлқин узунлигини λ_{max} билан белгилаш қабул қилинган. Масалан, перманганат калий учун $\lambda_{max}=525$ нм, калий хромат учун $\lambda_{max}=380$ нм, бихромат калий учун $\lambda_{max}=350$ нм.

Ёруғлик ютилиши эгри чизиклари аналитик ўлчашлар учун (колориметрик аниқлашни сезгирлиги ва аниқлигини ошириш) оптимал тўлқин узунликларини танлаш имкониятини беради. Аниқлаш сезгирлиги ўлчаш ўтказилаётган ёруғликни спектрал таркибига юқори даражада боғлиқ бўлади. Ушбу эритмани моляр ютилиш коэффициенти келиб тушаётган ёруғликни тўлқин узунлигига боғлиқ эканлиги юқорида таъкидланган эди. Шундай қилиб, моляр ютилиш коэффициентини энг юқори катталиги, демак

аниклашши энг юкори сезгирлиги ёруғлик ютилишини максимумига келади.

Бугер-Ламберт-Бер конунидан четланишлар. Колориметрия аниклашларда, кўп ҳолларда, аввал бўялиш интенсивлиги ўлчанади, сундан кунунни математик ифодасидан фойдаланилган ҳолда модда концентрацияси ҳисобланади.

Аммо, колориметрияни асосий конунини колориметрик аниклашларда физик томонини, яъни ёруғлик ютилишини бўялган модда концентрацияси билан ютувчи қатлам қалинлигига боғлиқлигини акс эттиради. $D = \epsilon \cdot c \cdot l$ тенгламани келтириб чиқаришда, бўялган заррачалар эритмани суюлтиришда ўзгармай қолади, яъни улар эритувчи молекулалари ва таҳлил этилаётган моддада суюқликда мавжуд бўлган бошқа модда ионлари билан ўзаро таъсир қилмайди деб тахмин қилинган. Реал аниклаш шартларида баъзи бўялган моддалар суюлтирилганда ёки бегона моддалар таъсирида рангсиз (ёки бошқача бўялган) ўзаро таъсир моддаларини ҳосил қилиб парчаланган бўлади. Бунинг натижасида эритмани концентрацияси ва оптик зичлиги ўртасида бўлган пропорционаллик бузилади. Бундай бузилишлар Бугер-Ламберт-Бер конунидан четланиш дегилди.



Расм 2.30. Бер конунидан (1) четланиш: 2-мусбат; 3-манфий

сабабларини бўялган моддани кимёвий хусусиятлари ва бўялиш интенсивлигини ўлчаш шартлари келтириб чиқаради. Концентрация

оптик зичлик ўртасчидаги тўғри пропорционалликни бузилиши миқдоридан жихатдан Ламберт-Бер конунидан нисбий четланиш катталиги билан тавсифланади. Бўялишни нисбий кучсизланиши бўялиш интенсивлиги ва аниқланадиган моддани умумий концентрацияси ўртасидаги тўғри пропорционалликдан четланиш ўлчови ҳисобланади ва Δ билан белгиланади. Бўялишни нисбий кучсизланиши Δ эритмани суюлтиришда уни оптик зичлигини умумий кучсизланишини (D_n) бошланғич эритма оптик зичлиги (D_1) га нисбатидир.

$$\Delta = \frac{D_1 - D_n}{D_1}$$

Ламберт-Бер конунидан четланишни аниқлаш учун b қатлам қалинлигидаги c концентрацияси бошланғич эритмани оптик зичлиги (D_1) ни ўлчаш керак. Сўнгра бошланғич эритма n мартаба суюлтирилади ва энди қатлам қалинлиги nb бўлган $c_2 = c/n$ концентрацияли эритмани оптик зичлиги D_n яна ўлчанади. Агар суюлтиришда бўялган комплекс дисоцилланишини сезиларли ошиши рўй бермаса, у ҳолда $D_n = D_1$, $\Delta = 0$. Бу ҳолат Бугер-Ламберт-Бер конунидан четланиш йўқлигини кўрсатади.

2.4.2. Бўялиш интенсивлигини аниқлаш усуллари

Колориметрик таҳлилда таҳлил этилаётган эритмани бўялиш интенсивлиги таркибида шу моддалар маълум концентрацияда мавжуд бўлган эритма (стандарт эритмалар) бўялиши билан таққослаш воситасида аниқланади. Таҳлил этилаётган ва стандарт бирикмалар орқали ўтаётган ёруғлик оқимлари интенсивлигини миқдорий баҳолаш учун махсус асбобларни ишлатилиши талаб қилинади. Ишлатиладиган асбобларни 2 турга бўлиш мумкин:

а) бевосита таққослаш асбоблари: пробиркалар, цилиндрлар, қолбалар, компаратарлар, колориметрлар. Ушбу гуруҳ асбоблари ёрдамида таҳлил

тиллаётган ва стандарт эритмаларни бўялиш интенсивликларини бевосита таққослаш амалга оширилади;

б) фотометрлар – эритмалар орқали ўтган ёруғлик окимларини абсолют ва nisбий интенсивликларини таққослашга асосланган асбоблар. Бу асбоб ўлчаш жараёнида тадқиқот қилинаётган ва стандарт эритмаларни бевосита таққослашни талаб қилмайди.

Фотометрлар ўз ўрнида визуал ва фотоэлектрик бўлиши мумкин. Ютилиши монохроматик ёруғликда ўлчаш мосламасига эга бўлган фотометрлар спектрофотометрлар деб номланади.

Визуал колориметрлар ва фотометрларда олинаётган ўлчаш натижаларини ишончлилиги, биринчи навбатда, асбобларни тўғри ўрнатилиши (юстировка қилиниши) ва ишлатилиши билан таъминланади. Тўғри натижалар олишда кювета тозаллиги ҳам катта аҳамиятга эга. Кюветалар ишлатилмаётган ҳолатида доимо тоза бўлиши керак. Шунинг учун ўлчашлар якунлангач, улар яхши ювилади. Ўлчашлар бошлангувчи калар кювета оз миқдордаги тадқиқот этиллаётган эритма билан чайилиши билан ўнгра шу эритма билан тўлдирилиши лозим. Кювета ташқи юзасига тушиб қолган томчилар эҳтиёткорлик билан филътр коғози ёрдамида оли ташланиши керак.

Колориметрик ўлчашларни визуал усуллари, улардаги аниқлик аниқлилиги кузатувчини шахсий кўриш хусусиятларига bog'лиқ бўлганлиги сабабли, субъектив деб номланади. Масалан, ҳамма одамлар ҳам ранг тағирланишларни яққол фарқлай олишмайди (дальтонизм). Бундан ташқари, визуал асбобларда узок вақт давомида узлуксиз ишлаш кўзни толиқтиради ва оммавий таҳлилларда бўялишни таққослаш ноаниқ бўлиб қолади. Шунинг учун ҳозирги вақтда визуал усуллар кам ишлатилади. Уларни ўрнига ёруғлик окимлари интенсивликларини фотоэлектрик ўлчаш усуллари эгалламоқда.

Фотозффе́кт ва фотозэлементлар. Бўялиш интенсивликларини фотоэлектрик ўлчаш усуллари фотозэлементларни ишлатилиши билан bog'лиқ



Ўйлишни визуал таққошлаш асбобларидан фаркли равишда фотоэлектркалиориметрларда ёруғлик окимини кабул қилувчи асбоб фотоэлемент хисобланади.

Фотоэлемент шундай асбобки, унда ёруғлик энергияси электрик энергияга айлантирилади. фотоэлементлар калориметрик ўлчашни спектрни нафақат кўринадиган соҳасида, шунингдек ультрабинафша ва инфракизил соҳаларида амалга ошириш имконини беради. Фотоэлектрик фотометрлар ёрдамида ёруғлик окимларини ўлчаш янада аниқ бўлиб, кузатувчини кўз хусусиятларига боғлиқ эмас.

Фотоэлементларда ёруғлик энергиясини электр энергиясига айланиши фотоэффект ходисаси билан боғлиқ.

Фотоэффект бу ёруғлик энергияси таъсирида турли моддалар атомларидан электронларни узилишидир. Ташки фотоэлектрик фотоэффект бу металлани ёруғлик таъсирида электронлар чиқариш қобилиятидир. Изолятор ёки ярим ўтказгич хисобланган моддалар ёритилганда электронлар модда юзасини тарқ этмайди, аммо атомлардан узилиши ва модда ичида харакатланиши учун старли энергия олишади. Изолятор ва ўтказгичлар ўтказувчанлигинини уларни ёритилишида ошиши ички фотоэлектрик фотоэффект дейилади.

Фотоэффектнинг асосий қонуниятлари А.Эйнштейн ва А.Г.Столетов томонидан тушунтирилган.

Эйнштейн қонуни: фотоэлектронларни максимал энергияси тушаётган ёруғлик частотасини ошиши билан қизиқли ошади ва унинг интенсивлигига боғлиқ эмас.

Ёруғликни ютилиши ва чиқарилиши алоҳида порциялар – квантлар билан содир бўлади. Бунда моддани хар бир атоми ёруғлик энергиясини фақат бутун квантларини (яъни бир, икки ва ҳоказо) ютиши мумкин. Нурланиш квант энергияларини катталиги бир хил эмас ва фақат нурланиш частотаси билан белгиланади. Ёруғлик частотаси ν қанчалик катта бўлса ёки уни тўлқин узунлиги λ қанчалик кичик бўлса, квант энергияси шунчалик



катта бўлади. Квант энергияси h доимий катталикини (Планк доимийи $6.66 \cdot 10^{-27}$ эрг/сек) частота ν га кўпайтмасига тенг

$$w = h \cdot \nu = h \frac{c}{\lambda}$$

бу ерда ν - ёруғлик тўлқинлари частотаси;

c - ёруғлик тезлиги.

Ёруғлик тўлқинлари частотаси канчалик катта ёки уни тўлқин узунлиги канчалик кичик бўлса, квант энергиясини шунчалик катта бўлиши эришарди. Шундай қилиб, кўринадиган нур квантлари энергияси инфракизил нур квантлари энергиясига нисбатан катта, ультрабинафша нур квантлари энергияси эса кўринадиган нур квантлари энергиясига нисбатан катта.

Ёруғлик квант энергиясини металл юзаси томонидан ютилишида, агар бу энергия электронни металлдан ушлаб турилган энергияни сингдириб ўтказишни чиқиш иши A ни бажарилиши учун етарли бўлса, электрон металлдан тарк қилади. Хар бир электрон фақат бир ёруғлик кванти энергиясини ютади. Шунинг учун узилиб чиққан электрон энергияси, уни тезлиги ёруғлик квантлари энергиясига боғлиқ. Бу энергия канчалик катта бўлса, электроннинг тезлиги юкда атомларидан шунчалик катта тезлик билан учиб чиқади. Шундай қилиб, электронни жисм юзасидан озод қилиш бўйича бажарилган A чиқиш иши ва унга кинетик энергия E беришга сарфланаётган $\frac{mv^2}{2}$ га тенг бўлади. Квант энергияси қуйидагига тенг:

$$w = h \cdot \nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

бу ерда m - электрон массаси;

v электронни тезлиги.

Демак, фотоэффект $h\nu > A$ бўлган ҳолларда, яъни квант энергияси электронни озод қилишга сарфланаётган ишдан катта бўлганда кузатилади. Бу формуладан хар бир металл учун фотоэффект ходисаси кузатиладиган энг кичик частота ν ни, яъни фотоэффект "бўсағаси"ни



ҳисоблаш мумкин. Бунда квант энергияси металдан чиқиш ишини бажариш учун етарли бўлиб, электронга кинетик энергия беролмайди ($v=0$). Бундан, фотоэффект “бўсағаси” ушбу металл юзасидан фақат чиқиш иши A билан белгиланиши маълум бўлади. $\lambda = \frac{c}{\nu}$ эканлигини ҳисобга олган ҳолда, баъзан фотоэффектни “кизил” чегараси тушунчаси киритилади. Фотоэффектни кизил чегараси бу фотоэффект кузатиладиган ёруғликни энг ката тўлқин узунлигидир.

Фотоэффект бўсағаси турли металллар учун турлича. Қуйида баъзи металллар учун фотоэффектни кизил чегараси қийматлари келтирилган.

	Cs	K	Na	Li	Ta	Ag	Ni	Pt
$\lambda, \text{мм}$	1400	1000	680	526	305	261	246	196


Электронлар цезий атомидан калий ва натрийга нисбатан майда энергиясига эга бўлган квантлар томонидан уриб чиқарилади. Фотоэффект чегараси натрий ва литий учун спектрни кўринадиган қисмида жойлашган бўлади. Тантал, қумуш, никел, платина уларни спектрни кўринадиган қисмидаги нурлар билан ёритганда фотоэффект намоён қилмайдилар. Уларни кизил чегараси ультрабинафша соҳада жойлашган, чунки спектрни кўринадиган қисмидаги квантлар электронларни ушбу металллардан озод қилиш учун етарли бўлган энергияга эга эмас. Шунинг учун қўлгина вакуумли фотоэлементларни тайёрлаш учун асосан ишқорий металллар ишлатилади.

Столетов қонуни: Фотоэлектрик ток келиб тушаётган нур оқимига тўғри пропорционал.

Ёруғлик кванти металл атомидан фақат биргина электронни уриб чиқариши мумкин. Ёруғлик оқими қанчалик интенсив бўлса, яъни металл юзасига ушбу энергияли қанчалик кўп квантлар тушса, шунчалик кўп сонли электронлар уриб чиқарилади, демак, фототок ҳам шунчалик катта бўлади.

$$i = k \cdot I,$$

бу ерда i - фототок қиймати, Ма;



k - пропорционаллик коэфффициенти;

l - ёруғлим интенсивлиги, Лк.

Фотоэлементларни ўзаро уларни сезгирлигига кўра такқослаш ка килинган. Фотоэлемент канчалик катта ток берса, у шунчалик с хисобланади. Фотоэлементларни сезгирлиги 1 лм ёруғлик окмига тў келувчи микроамперларда ўлчанади (мкА/лм).

Умумий (интеграл) ва спектрал сезгирлик фаркланади.

Фотоэлементларни умумий сезгирлиги вольфрам тодалаи од чўгланиш электр лампаларига нисбатан аникланади. Бу лампаи кўринадиган спектрни барча нурларига (кизил, пушти, сарик, яшил, к бинафша, шунингдек инфракизил) эга бўлган ок ёруғлик беради. Бу ёруғ окимида ультрабинафша нурлар деярли йўқ, чунки улар электр лам колбаси шишаси томонидаи ютилади. Стандарт ёруғлик манбаи сифати чўгланиш толасини харорати 2850 °К бўлган лампа кабул килинган.

Бундай лампа ёруғлиги таъсири остида фотоэлементда ҳосил килин фототокни ўлчай туриб, фотоэлементни мураккаб, спектрни барча рангларга эга бўлган ёруғликка нисбатан умумий ёки интеграл сезгирлиги аникланади.

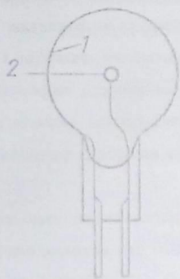
Фотоэлементларни спектрал сезгирлиги бу унинг турли тўдаи узунлигидаги ёруғликка бўлган сезгирлигидир. Фотоэлементларни спектр сезгирлиги график кўринишида тасвирланади. Бунда абсцисса ўқи ёруғликни тўлқин узунлиги, ордината ўқида эса фототок катталиги жойлаштирилади.

Колориметрияда ёруғлик окимлари интенсивликларини ўлчаш кўйидаги икки турдаги фотоэлементлар ишлатилади:

- Ташки фотоэффекта асосланган (вакуумли фотоэлементлар);
- Тўсувчи катламдаги фотоэффекта асосланган ("вентилли фотоэлементлар).

Ташки фотоэффекта асосланган фотоэлементлар. Ташки фотоэффекта асосланган фотоэлементлар иккита асосий гуруҳларга бўлинади:

- 1) вакуумли;
- 2) газ тўлдирилган.



Расм 2.31. Ташки фотоэффект-ли фото элемент

Ташки фотоэффектли фотоэлементлар шишали баллон кўринишида бўлиб, уни ичида фотокатод ва анод жойлаштирилган (расм 2.31). Фотоэлемент катоди сифатида шиша баллон ички юзасига ўтказилган юпка металл (одатда ишқорий ер метали) катлами хизмат қилади. Катод олдида учиб чиқаётган фотоэлектронларни тўловчи анод жойлаштирилади. Анодга халқа шакли берилади ва у катодга тушаётган ёруғликка халакит

бермайдиган ҳолатда жойлаштирилади. Катод тўғрисида ёруғлик окимини катодга тушиши учун тиник шиша участкаси (туйнук) қолдирилади. Вакуумли фотоэлементларда баллон ичидаги газ юкори сийраклашиш даражасигача (10^{-6} мм.сим.уст.) сўриб олинади. Газ тўлдирилган фотоэлементларда эса баллон 0,1-1 мм.сим.уст. босимида инерт газ (аргон) билан тўлдирилади.

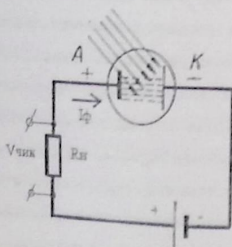
Фотоэлектрориметр ва спектрофотометрларни тайёрлашда сурьма-цезийли ва кислород-цезийли фотоэлементлар ишлатилади.

Сурьма-цезийли фотоэлемент катоди шиша юзасига сурьма бугларини конденсациялаш йўли билан олинади. Бунда қалинлиги 150 нм бўлган метал сурьма катлами ҳосил қилинади. Сурьма катлами цезий бугларида қиздирилганда ярим ўтказгич хусусиятларига эга бўлган кимёвий бирикма (эхтимол $SbCs_3$) ҳосил бўлади. Ярим ўтказгич катлами юзасига катодни чиқиш ишини пасайтириш учун цезий атомлари адсорбция қилинади. Сизгирликни ошириш мақсадида тайёр фотофаол катламга кам миқдордаги кислород ёки олтингугурт парлари билан таъсир қилинади.



Анодни тайёрлаш учун никел ишлатилади.

Кислород-цезийли фотозлементлар баллонни шиша двоорлар кумуш катламини ўтказиш билан тайёрланади. Сўнгра кумуш катла оксидланади ва оксидланган катлам цезий бугларида қайтарилди. Бу катодни ғадир-будур юзасига цезий атомлари адсорбция қилинади. Ора катлам цезий оксиди ва кумуш оксидини майда дисперс заррачалари иборат. Шундай қилиб, кислород-цезийли катод кумуш катлами ора катлам, сифатидаги ярим ўтказгич ва уни юзасига адсорбция қилинган цез атомларидан иборат.



Расм 2.32. Вакуумли фотозлемент схемаси

Фотозлементни улаш схема расм 2.32 да келтирилган. Ан занжирида ўзгармас кучланиш манба (150-250 В) ва R_n қаршилик мавжуд. Фотозлемент ёритилган уни катоди электронлар эммитерга бошлайди ва анод занжирида фототок ҳосил бўлади. I_ϕ қиймат ёруғлик оқими интенсивлиги ϕ га пропорционалдир.

$$I_\phi = \kappa \cdot \phi$$

Ёруғлик оқими катталиги ўзгарганда пропорционал равишда фототок ҳам ўзгаради ва чиқиш кучланиши катталиги

$$v_{\text{чик}} = I_\phi \cdot R_n = \kappa \cdot \phi \cdot R_n$$

ёруғлик оқими ўзгаришини такрорлайди.

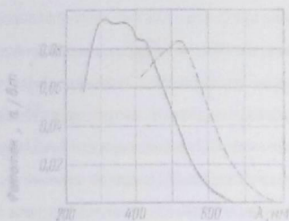
Фотозлементларни қўлланилишини баҳолашда ва ишлатиш режимларни танлашда характеристика ва параметрлардан фойдаланилади. Фотозлементларни муҳим характеристикалари қуйидагилар ҳисобланади:

- 1) ёруғлик характеристикаси, яъни $v_{\text{чик}} = \text{const}$ бўлганда $I_\phi = f(\phi)$ боғлиги;



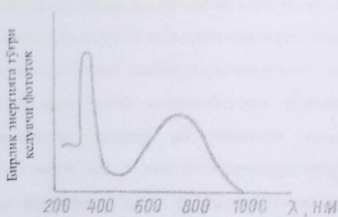
- 2) вольт-ампер характеристикаси, яъни $\phi = const$ бўлганда, $I_{\phi} = f(\gamma_{\lambda})$ боғлиги,
- 3) спектрал характеристикаси, фотоэлементлар сезgirлигини турли тўлқин узунлигидаги ёруғлик оқимларига боғлиқлигини ифодалайди.

Сурьма-цезийли фотоэлементнинг типавий спектрал характеристикаси



Расм 2.33. Сурьма-цезийли фотоэлементни спектрал характеристикаси (кислород билан сенсбилизация қилинмаган – узлуксиз чизик, сенсбилизацияланган – пунктр чизик)

ультрабинафша нурлар учун пасайиши билан боғлиқ. Сурьма-цезийли фотоэлементларни интеграл сезgirлиги етарлича юкори ва 100-200 ма/лм ни ташкил қилади. Кислород-цезийли фотоэлемент спектрал характеристикасини (расм 2.34) ўзига хос хусусияти уни спектрни узун




Расм 2.34. Кислород-цезийли фотоэлементни спектрал характеристикаси

расм 2.33 да келтирилган. Бу фотоэлемент спектрни киска тўлқинли, кўринадиган ва ультрабинафша соҳаларида юкори сезgirлиги билан ажралиб туради. Унинг кизил чегараси 700 нм да жойлашган. Эгри чизикни узок ультрабинафша соҳаларда тушиши катод сезgirлигини камайиши билан эмас, балки баллон шишаси тиниклигини

тўлқинли қисмидаги нурларига (750-1000 нм) юкори сезgirли ва ультрабинафша соҳаларда катод максимумларни мавжудлиги хисобланади.

Фотоэлементларни мухим параметрларидан





бири бу $\phi=0$ бўлганда, фотоэлемент занжирида ўтувчи коронгулик токи
хисобланади. Коронгулик токини катодни термoeлектрик эмиссияси ва шунинг
бўйича ўтувчи тоқлар келтириб чиқаради. Шийша бўйича ўтувчи тоқлар иш
кучланиш катталигига пропорционал бўлиб, одатда $10^{-7}-10^{-8}$ А ни таш
қилади. Вакуумли фотоэлементларни коронгулик токи га
тўлдирилганларига нисбатан анча кичик.

Фотоэлемент фотокатодлари сезгирлигини вақт давомида ўзгармаслиги
муҳим хисобланади. Фотоэлементлардан фойдаланиш амалиётида (хусусан
кислород-незий катодли) уларни чарчаши ҳодисаси кузатилади. У шунинг
намоён бўладиги, ёруғлик оқимини катта қийматларида фотоэлемент
сезгирлиги вақт давомида тез пасаяди ва баъзида бошланғич катталигининг 2
% гача етиши мумкин. Агар бундай "чарчаган" фотоэлемент бир муночи вақт
коронгуликда жойлаштирилса, уни сезгирлиги деярли бошланғич
қийматигача тикланади. Сезгирликни вақтинчалик йўқотилишидан ташқари
фотоэлементларда сезгирликни қайтмас йўқотилиши ҳам кузатилади.
Кислород-незийли катодлар 40-50 соат ишлагандан кейин уларни сезгирлиги
бошланғич катталигига нисбатан 75-70 % қайтмас пасаяди. Сурьма-незийли
фотокатодли фотоэлементларда сезгирлигини бошланғич қийматига нисбатан
60-50 % қайтмас пасайиши 3000-4000 соат ишлатилгандан кейин содир
бўлади.

Ўтувчи катламли фотоэлементлар (фотодиодлар). Нур энергияси
баъзи ярим ўтказгичларга тушганида ички фотоэффект ҳодисаси кузатилади.
У нурланаётган жисм қаршилигини камайишида намоён бўлади. Ички
фотоэффектнинг физикавий моҳияти шундаки, ёруғлик квантлари энергияси
таъсирида ярим ўтказгич кристалл панжарасидаги баъзи атомлар билан
боғланган электронларни озод бўлиши ва уларни ўтказувчанлик
электронларига айланиши содир бўлади.

Ички фотоэффектда электронлар моддани тарқ этмайди, балки улар
ичида ҳаракатланади. Ички фотоэффект ёруғликнинг модда ичига етарли
кирганида пайдо бўлади.



Ярим ўтказгичларни ички фотоэффектга мойиллиги тўсувчи катламли фотоэлементларни — фотодиодларни яратилишида фойдаланилган. Фотодиодлар фотоэлектрик колориметрларни тайёрлашда кенг ишлатилади.

Фотодиод ярим ўтказгичли диод бўлиб, уни тескари токи р-п ўтишни ёритилганлигига боғлиқ. р-п ўтиш ёки электрон-тешикли ўтиш бу иккита турли ўтказувчанликка эга бўлган ярим ўтказгичлар чегарасидаги соҳадир. Фотодиод шундай тайёрланадики, уни р-п ўтиши бир томондан шишали туйнукга қаратилган бўлиб, у орқали ёруғлик тушади. р-п ўтишни иккинчи ўтиши ёруғлик таъсиридан химояланган бўлади.

Маълумки, ярим ўтказгичларни ўтказувчанлиги ҳам эркин электронлар ва ҳам тешиқларни (ковалент боғларидаги электронлардан озод бўлган атоми) ҳаракатланиши билан боғлиқ. Биринчи ҳолда заряд элтувчилар манфий (негатив), иккинчи ҳолда эса мусбат (позитив) бўлади. Ярим ўтказгичлардаги бу ўтказувчанликлар тегишлича электрон ёки п тишидаги ўтказувчанлик ва тешиқли ёки р тишидаги ўтказувчанлик деб номланади. Ярим ўтказгичли асбобларни тайёрлашда яққол намоён бўлган бир турли ўтказувчанликка эга бўлган ярим ўтказгичлар зарур бўлади. Бир турдаги ўтказувчанликни иккинчисига нисбатан устунлигига ярим ўтказгичга бошқа моддалар аралашма моддалар атомларини киритиш йўли билан эришиш мумкин. Ярим ўтказгичларда эркин электронларни ошишига олиб келувчи аралашмалар донор, тешиқларни ошишига олиб келувчилар эса акцепторлар деб юритилади. Масалан, тўрт валентли электронларга эга бўлган германий кристалига беш валентли мишьяк атомлари киритилса, электрон ўтказувчанли ёки п тишидаги ярим ўтказгичлар олинади. Тўрт валентли германий кристалига уч валентли индий киритилганда эса, тешиқ ўтказувчанли ёки р тишидаги ярим ўтказгичлар ҳосил қилинади. п тишли ярим ўтказгичлардаги электронлар ва р тишли ярим ўтказгичлардаги тешиқлар асосий ток элтувчилар, оз миқдорда р ярим ўтказгичларда мавжуд



қилинади ва уни кучи ёруғлик окими катталиги ва юклама қаршиллик боғлиқ. Фотодиодни ёритилишида ҳосил бўлган ток кучи қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$i = i_0 \cdot s \cdot I,$$

бу ерда i_0 - 1 лм бирлик интенсивлиги ва 1 см² бирлик юза учун фототок

s - фотозлемент юзаси, см²;

I - ёруғлик интенсивлиги, лм.

Бир хил фотозлементлар учун s ва i_0 ўзгармас катталиклар бўлиб, уларни битта константага бирлаштириш мумкин:

$$i_0 \cdot s = K$$

у ҳолда

$$i = K \cdot I$$

яъни, ток катталиги фотозлементга тушаётган ёруғлик окими интенсивлигига тўғри пропорционалдир.

Фотодиодларни интеграл сезирлиги дюд фототокни келиб тушаётган ёруғлик окими интенсивлигига бўлган нисбатидир. Фотозлектрокалориметрлар учун интеграл сезирлиги 300 ма/лм дан кам бўлмаган фотозлементлар ишлатилади.

Фотодиодларни ёруғлик

характеристикаси ундаги ўзгармас кучланишда фотодиод токни ёруғлик окими катталигига боғлиқлигини аёқ эттиради: $U_{\text{д}} = \text{const}$ бўлганда, $i_0 = f(I)$. Фотодиодни ёруғлик характеристикаси ёруғлик окимини кенг диапазонда чизикли бўлади.

Фотодиодни спектрал характеристикаси унинг спектрал сезирлигини кўрсатадиганлигини келиб тушаётган ёруғлик тўлқин узунлигига боғлиқлигини кўрсатади.



Расм 2.36. Ёруғлик таъсиридаги электрон тешикли ўтиш

Кўпгина фотодиодларни энг катта сезгирлиги тўлқин узунлиги 540-560 нм бўлган ёруғликка мос келади.

2.4.3. Фотозлектрик колориметрларни асосий турлари

Фотозлементларни колориметрияда ишлатилиши пайдо бўлаётган фототок катталигини маълум чегараларда фотозлементга тушаётган ёруғлик окими интенсивлигига чизикли боғланишига асосланган. Агар I_0 доимий интенсивликдаги ёруғлик окими йўлида бўялган эритма солинган кювета жойлаштирилса, унда ёруғлик окими кювета оркали ўтгач I интенсивликка эга бўлади. Бунда I интенсивликдаги ёруғлик окими I_0 интенсивликдаги бошлангич ёруғлик окимига нисбатан кучсиз фототок ҳосил қилади. Модда концентрацияси қанчалик юқори бўлса, I шунчалик кичик ва майда катталиқдаги фототок ҳосил қилинади. Бу ҳолда бошлангич ёруғлик окимини ютилиши бўйича Бугер-Ламберт-Бер қонунидан фойдаланиб, эритмадаги бўялган модда концентрациясини ҳисоблаш мумкин:

$$D = lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon \cdot c \cdot b$$

Бунда I_0 ўрнида фотозлементни такқослаш эритмаси оркали ўтган ёруғлик окими билан ёритилганда ҳосил бўлган ток кучи, I ўрнида эса бўялган эритма оркали ўтган ёруғлик окими ҳосил қилган ток кучи қабул қилинади, чунки Столетов қонунига кўра $i = k \cdot I$.

Фотозлектрокалориметрлар ўлчашида ишлатиладиган фотозлементлар сонига кўра 2 гуруҳга бўлинади:

а) битта фотозлементи фотокалориметрлар (бир нурли ёки бир елкали асбоблар);

б) икки фотозлементли фотокалориметрлар (икки нурли ёки икки елкали).

Бир фотозлементли фотокалориметрлар. Бир фотозлементли оддий фотозлектрокалориметрлар схемаси расм 2.37 да келтирилган. Бу қурилмада



ёруғлик манбаи (1) сифатида аккумулятор батареяси (2) таъминланади. 6 ёки 12 вольтли чўғланиш ёриткичи ишлатилган. Конденсатор линзаси ёруғлик нурлари окимини диафрагма (4) оркали светофилтр (5) ва эритма солинган кювета (6) оркали фотозлемент (7) га йўналтиради. Сел фотозлемент фототоки 50-120 бўлинмали шкалага эга бўлган сел гальвонометр (8) билан ўлчанади. Бундай фотокалориметрлар фойдаланилганда ёруғлик окимини бўялган эритма оркали ўтиш гальвонометр стрелкасини бурилиши бевосита қайд қилинади. Ёруғлик окимини кювета деворларидан аксланиши ва эритувчи томонидан ютилиши сабабли йўқотилишини ҳисобга олиш учун ўлчаш нол эритмага нисбат куйидаги тартибда амалга оширилади. Кюветага таккослаш эритма куйилади ва гальвонометр стрелкасини огиши (n бўлинмалар) аниқланади. Сўнгра кюветага таҳлил қилинаётган эритма куйилади ва яна гальвонометр кўрсатиши (n_1) аниқланади. Агар I_0 келиб тушаётган ёруғлик окимининг интенсивлиги, I уни нол эритма чиқишидаги интенсивлиги, I_1 ёруғлик окимини бўялган эритма солинган кюветадан чиқишидаги интенсивлиги бўлса, унда нол эритмали кювета оптик зичлиги куйидагича аниқланади:

$$\lg \frac{I_0}{I_1} = \lg I_0 - \lg I_1 = \epsilon' \cdot b$$

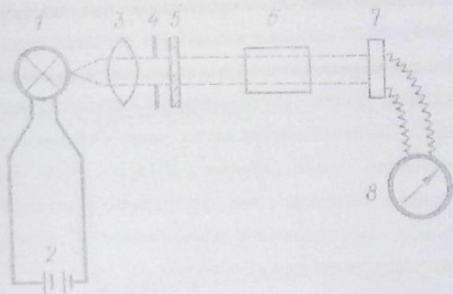
бу ерда ϵ' - нол эритмани ютилиш коэффициентини.

Эритма солинган кюветани оптик зичлиги

$$\lg \frac{I_0}{I_1} = \lg I_0 - \lg I_1 = \epsilon' \cdot b + \epsilon^* \cdot c \cdot b$$

бу ерда ϵ^* - бўялган эритмани ютилиш коэффициентини;

c - эритма концентрацияси.



Расм 2.37. Тўғри таъсирли фотоколориметрни принципал схемаси:

1-ёриттич; 2-батарея; 3-конденсор линзаси; 4-диафрагма; 5- светофильтр; 6-эритма куйилган кювета; 7-фотоэлемент; 8- гальванометр

Биринчи тенгламани иккинчисидан айирсак қуйидаги ҳосил қилинади:

$$tgl_1 - tgl_2 = \epsilon^n \cdot c \cdot b$$

Гальванометр стрелкасини оғини кюветалардан чиқаётган ёруғлик оқимлари интенсивликларига пропорционал, яъни $I_1/I_2 = n/n_1$. Бундан

$$tgn - tgn_1 = \epsilon^n \cdot c \cdot b$$

Тенгламаларни таккослаб, қуйидаги ҳулосага келамиз.

$$tgn - tgn_1 = \epsilon^n \cdot c \cdot b$$

Шундай қилиб, n ва n_1 қийматларни билган ҳолда эритма оптик зичлигини $D = tgn \frac{n}{n_1} = \epsilon^n \cdot c \cdot b$ ҳисоблаш мумкин. Бундай

фотоколориметрлардан фойдаланилганда $tgn \frac{n}{n_1}$ ни мода концентрациясига боғлиқлигини акс эттирувчи калиброванган график тузилади. Эритма Ламберт-Бер конунига бўйсинган ҳолатларда бу боғлиқлик чизикли бўлади. Бирлик аниқлашларда графикни тузиш шарт эмас, стандарт ва тадқиқот



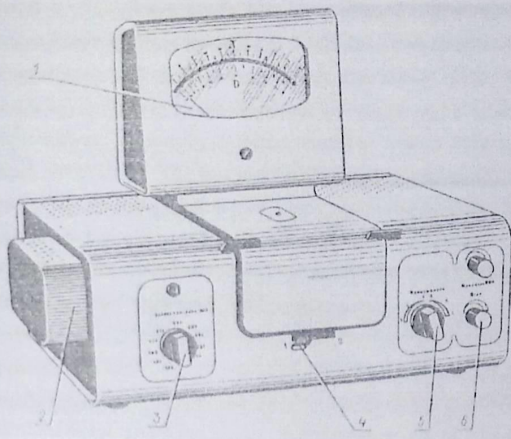
лилаётган эритмаларни ўлчаш маълумотлари асосида модда концентрацияси аниқланади.

Бу асбобларда олинадиган аниқлик унчалик катта эмас қуйидагиларга боғлиқ: 1) фотоэлемент сифати; 2) ёритиш режими доимийлиги. Ишончли натижаларни ёритгич чўгланиш режими доимийлик сакланганидагина олиш мумкин. Шунинг учун бундай асбобларда аккумуляторлар токи билан ёки электр тармоғидан стабилизатор орқали таъминланади; 3) гальванометр кўрсатишларини такрорланиши ва шкаласини тенг ўлчовлидигига боғлиқлиги.

Бир фотоэлементли фотокалориметрлар гуруҳига КФК-2 русумли фотоэлектрик концентрацион колориметр (расм 2.38) ҳам тегишли. Колориметр светофилтрлар ёрдамида ажратиладиган 315-980 нм тўлқин узунликлардаги баъзи диапазон участкаларида суюқликли эритмаларнинг ўтказувчанлик коэффициентини ва оптик зичлигини ўлчашга, шунинг билан даражаланган графиклар тузиш усули билан эритмалардаги моддаларнинг концентрациясини аниқлашга мўлжалланган. Колориметр шунингдек, ўтказувчанлик коэффициентини аниқлашга мўлжалланган. Колориметрда ўтказувчанлик коэффициентини ўлчаш имкониятига эга. Колориметрда ўтказувчанлик коэффициентини ўлчаш чегараси 100 дан 1 % гача (оптик зичлик 0 дан 2 гача). Нурланиш энергияси баъзи сифатида КТМ 6,3-15 русумли майда ўлчамли галоген ёриткичи ишлатилган.

Асбобда нурланиш энергиясини қабул қилгич сифатида 315-540 нм спектрал диапазонда ишлаш учун Ф-26 русумли ташки фотоэффект фотоэлемент ва 590-980 нм спектрал диапазонда ишлаш учун ФД-26 русумли фотодиод ишлатилган. Ўлчаш натижалари 100 бўлинмали шкалага бўлган М907 русумли микроамперметр ёки шкаласи ўтказувчанлик коэффициенти (Т) ва оптик зичлик (D) қийматларида даражаланган М907-русумли микроамперметр ишлатилади. Асбоб ишчи томонлари ўлчами 2, 5, 10, 20, 30, 50 мм бўлган тўғри бурчакли қюветалар билан таъминланади. Асбобда 315-980 нм спектрал диапазондаги спектрал интервалларни

...жратиш учун дискда жойлаштирилган 11 та светофильтрлар мавжу...
 Асбобни таъминлаш 220 ± 22 В кучланишли частотаси $50/60 \pm 0,5$ Гц бўлган
 ўзгарувчан ток тармоғидан амалга оширилади. Колориметрни массаси 12 кг.



Расм 2.38. КФК-2 фотоэлектроколориметри:

1-микроамперметр; 2-эритгич копкоғи; 3-светофильтрларни ёруғлик
 дастасига киритиш туткичи; 4-кюветаларни ёруғлик дастасига жойлаштириш
 туткичи; 5-фотокабул қилгичларни улаш туткичи; 6-асбоб кўрсатишини 100
 бўлинимасига кўпол ва аниқ ўрнатиш туткичи

Асбобда ўтказувчанлик коэффициентини аниклаш учун
 фотоэлементларга навбатма-навбат тўлик ва тадқиқот этилаётган суюқлик
 оркали ўтган ёруғлик оқимлари йўналтирилади ва бу оқимларни нисбати
 аниқланади. Ёруғлик оқимларини нисбати тадқиқот этилаётган эритман
 ўтказувчанлик коэффициенти ҳисобланади.

$$T = \frac{I}{I_0} \cdot 100\%$$

Колориметрда бу нисбат қуйидагича аниқланади. Дастлаб, ёруғлик
 оқимига эритувчи ёки назорат эритмаси қуйилган кювета жойлаштирилади.

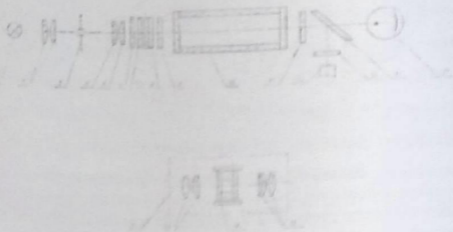
Колориметрни сезгирлигини ўзгартира туриб, ўтказувчанлик коэффициентини шкаласи кўрсатиши $n1$ 100 бўлинмага етказилади. Шундай қилиб, тўлиқ ёруғлик оқими I_0 шартли равишда 100 % қабул қилинади. Сўнгра ёруғлик оқимига таҳлил этилаётган суюқлик солинган кювета жойлаштирилади. Колориметрни ўтказувчанлик коэффициенти шкаласи бўйича қайд қилинган хисоб $n2$ га мос келади. Демак, таҳлил этилаётган суюқликни (фоизларда ифодаланган) ўтказувчанлик коэффициенти $n2$ га тенг бўлади, яъни

$$T\% = n2$$

Оптик зичлик D қуйидагича аниқланади:

$$D = -\lg \frac{I}{I_0} = -\lg \frac{T}{100} = 2 - \lg T$$

Фотокалориметрни оптик схемаси расм 2.39 да келтирилган.



Расм 2.39. КФК-2 фотоэлектрик колориметрни оптик схемаси.

Ёриткич 1 ни чўгланиш толаси конденсатор 2 билан диафрагма текислигида тасвирланади. Бу тасвир объективлар 4, 5 билан 10 марта катталаштирилиб, ундан 300 мм масофада жойлашган текисликка ўтказилади. Тадқиқот этилаётган суюқлик солинган кювета 10 ёруғлик оқимига иккита химоя шишалари 9, 11 ўртасида киритилади. Лампани узлуксиз спектридан тор спектр участкаларини ажратиб олиш учун рангли светофильтрлар 8 хизмат қилади. Спектрни кўринадиган қисмида (400-490 нм) ишлашда ёруғлик оқимига иссиқликдан химоя қилувчи светофильтр 6 киритилади. Ёруғлик оқимини 400-540 нм спектрал диапазонда ишлаш



пайтида кучсизлантириш учун светофильтрлар 7 назарда тутилган. Фотокабул қилгичлар 12, 17 спектрни турли сохаларида ишлайди. Пластинка 15 ёруғлик окимини иккига бўлади: 10 % ёруғлик окими ФД-24К фотодиоди 12 га ва 90 % ёруғлик окими эса Ф-26 фотозлементи 17 га йўналтирилади. Турли светофильтрлар билан ишлашда ФД-24К фотодиодидан олинаётган фотокларни тенглаштириш максалида уни олд қисмида СЗС-16 филътр 14 ўрнатилган.

Кичик хажмли кюветалар 19 билан ишлашда кювета бўлинмасида микротахлил приставкаси 21 ўрнатилади. Линза 21 ёруғлик дастасини микрокювета ёки пробирка ўрнатилган жойда кичрайтирса, линза 18 эса ёруғлик дастасини бошланғич диаметригача тиклайди.

Колориметр ўзаро механик уланган оптик ва таъминлаш блокларидан иборат. Асбобни оптик блоқи куйидагилардан иборат:

- ёритгич;
- гардишли оптика;
- светофильтрлар;
- кювета бўлинмаси;
- кювета туткичи;
- ўзгармас ток кучайтиргичи ва ростлаш элементларига эга бўлган фотометрик қурилма;
- кайд қилувчи асбоб.

Таъминлаш блоқида тўғирлагичли кучланиш стабилзатори ва трансформатор жойлашган.

КФК-2 фотоколориметрида ўлчашларни амалга оширишда куйидаги операциялар тартибига риоя қилиш керак:

1. Колориметр ўлчаш бошланишидан 15 мин олдин электр тармоғига уланиши керак. Асбобни иситиш пайтида кювета бўлими очик бўлиши керак.
2. Ўлчаш турига мос рангли светофильтрни киритиш.

3. Колориметрни минимал сезгирлиги ўрнатилади. Бунинг учун "сезгирлик" дастаги "1" ҳолатда, "100 га кўпол созлаш" дастаги эса охириги чап ҳолатига ўрнатилади.
4. Ўлчаш олдида ва фотокабул қилгичларни қайта улашда, кювета бўлимини очик ҳолатида, колориметрни стрелкаси ўтказувчанлик коэффициенти T шкаласи бўйича "0" га ўрнатилганлигини текшириш. Стрелкани нол ҳолатидан четланишида у нолга потенциометр "нуль" ёрдамида келтирилади.
5. Ёруғлик окимига эритувчи ёки назорат эритмаси солинган кювета жойлаштирилади.
6. Кювета бўлими қопқоғи ёпилади.
7. "Сезгирлик", "100 га кўпол созлаш", ва "100 га аниқ созлаш" дастаги ёрдамида колориметрни шкаласида 100 хисоби ўрнатилади.
8. Дастаг 4 (расм 2.38) ёрдамида эритувчи солинган кювета тадқиқот этилаётган эритма қуйилган кювета билан алмаштирилади.
9. Колориметрни тегишли шкаласари бўйича ўтказувчанлик коэффициенти T фоизларда ёки оптик зичлик D қайд қилинади.
10. Ўлчаш 3-5 марта ўтказилади ва ўлчанган катталикни якуний натижаси олинган қийматларни ўрта арифметик қиймати сифатида аниқланади.

Эритмадаги модда концентрациясини аниқлаш учун қуйидаги тартибга риоя қилиниши керак:

- светофилтрни танлаш;
- кюветани танлаш;
- ушбу модда учун даражаланган эгри чизиқни тузиш;
- тадқиқот этилаётган эритмани оптик зичлигини аниқлаш ва эритмадаги модда концентрациясини аниқлаш.

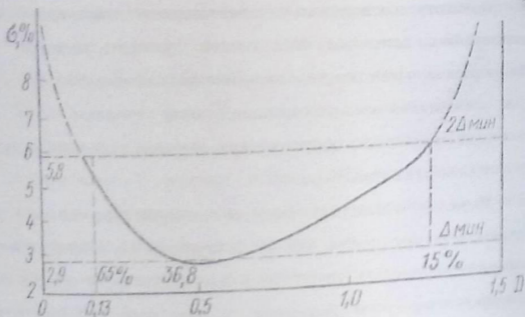
Светофилтрни танлаш учун кюветага эритма қуйилади ва барча светофилтрлар учун оптик зичлик аниқланади. Олинган натижалар бўйича горизонтал ўқда светофилтрларни максимал ўтказувчанлик

коэффициентларини, вертикал ўқда эса эритмани тегишли оптик зичликни, кийматларини белгилаб эгри чизик тузилади. Қуйидаги шартлар бажариладиган эгри чизик участкаси белгиланади:

- оптик зичлик максимал кийматларга эга;
- эгри чизик горизонтал ўққа деярли параллел, яъни оптик зичлик тўлқин узунлигига боғлиқ эмас.

Тадқиқот этилаётган суюқлик спектрал эгри чизигини юқорида таъкидланган шартларига мос келувчи тўлқин узунлигидаги светофилтр колориметрда ишлаш учун танлаб олинади. Агар бу шартлар бир неча светофилтрлар учун бажарилса, у ҳлда улар ўртасидан колориметр сезгирлиги баланд бўлган светофилтр танланади.

Эритма концентрациясини аниқлашнинг нисбий хатолиги колориметр шкаласини турли участкаларида турлича бўлиши ва оптик зичликни $D=0,434$ кийматида минимал бўлиши ҳам назарий, ҳам экспериментал исботланган. Расм 2.40 да эритма концентрациясини аниқлашда нисбий хатоликни ўлчанаётган оптик зичлик катталигига боғлиқлиги кўрсатилган. Минимал хато $\Delta_{\text{мин}} = \pm 2,9\%$ оптик зичликни 0,3-0,7 чегараларида кузатилади. Кичик ва катта оптик зичликларни ўлчашда ўлчаш хатолиги ошади. Масалан, D ни ўлчанган 0,1 ва 1,3 кийматлари $2\Delta_{\text{мин}}$, яъни 5,8 % хатолик билан кечади. Шунинг учун колориметрда ишлашда юветаларни тегишли танлаш йўли билан кўрсатилган оптик зичлик кийматлари яқинида ишлаш тавсия қилинади.



Расм 2.40. Ўлчаш нисбий хатолигини ($\sigma, \%$) оптик зичлик катталигига боғлиқлиги.

Кюветаларни дастлабки танлаш визуал амалга оширилади. Агар эритма интенсив бўялган бўлса, кичик ишчи узунликдаги кюветаларда фойдаланилади. Кучсиз бўялган эритмалар учун катта ишчи узунликдаги кюветалар тавсия қилинади. Шундай дастлабки танланган кюветага эритма куйилади ва шу эритмага мос келувчи светофильтр билан оптик зичлик аниқланади. Агар ўлчанган оптик зичлик қийматлари 0,3-0,5 ни ташкил этса, шу кювета ушбу эритма билан ишлаш учун танланади. Агар ўлчанган оптик зичлик катталиги 0,5-0,6 дан катта бўлса, ишчи узунлиги кичик кювета, агар оптик зичлик катталиги 0,3-0,2 бўлса, катта ишчи узунликдаги кювета тан олиш керак.

Даражаланган эгри чизик тузиш учун тадқиқот этилаётган эритмадаги модда концентрациясини мумкин бўлган ўзгаришларини камраб олувчи ушбу моддани маълум концентрацияли катор эритмалари тайёрланади. Барча эритмаларни оптик зичликлари ўлчанади ва горизонтал ўқда маълум концентрацияларни, вертикал ўқда эса оптик зичлик қийматларини жойлаштириб даражаланган эгри чизик тузилади.

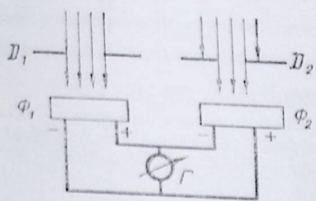


Тадқиқот этилаётган эритмалардаги моддани номтаълу

концентрацияси даражаланган эгри чизик бўйича аниқланади. Бунинг учун эритма даражаланган эгри чизик тузишад ишлатилган кюветага қуйилади, ўша светофилтрдан фойдаланган ҳолда эритмани оптик зичлиги аниқланади. Сўнгра даражаланган эгри чизик бўйича ўлчанган оптик зичлик кийматига мос келувчи концентрация топилади.

Икки фотозлементли фотозлектроколориметрлар. Колориметрик таҳлил максадларида иккита фотозлементлар билан таъминланган фотозлектрик колориметрлар кенг тарқалган. Ушбу асбоблар конструкцияси асосида иккита ёруғлик дасталари интенсивликларини ўзгарувчан тирқишли диафрагма ёрдамида тенглаштириш принципи, яъни диафрагмани очилишини ўзгартириш йўли билан икки ёруғлик оқимларини оптик компенсациялаш принципи ётади.

Оптик компенсациялаш принципида (расм 2.41) бир хил интенсивликдаги иккита ёруғлик оқимлари бир хил иккита Φ_1 ва Φ_2 фотозлементларга берилади. Фотозлементларда пайдо бўлаётган тоқлар нол гальванометр Γ ни рамкеси бўйлаб, бир-бирига қарама-қарши йўналишда ўтади. Фотозлементлар бир хил



Расм 2.41. Оптик компенсацияли асбобларда фотозлементларни улаш схемаси

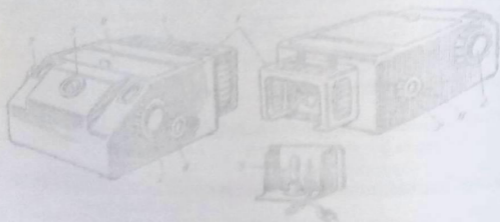
ёритилганида, уларда пайдо бўлаётган фототоқлар ҳам катталиги бўйича бир хил ва йўналиши бўйича қарама-қарши бўлади. Табиийки, бу ҳолда гальванометр стрелкасини нолдан четланиши кузатилмайди, чунки тоқларни компенсацияланиши содир бўлади. Агар фотозлементларни ёритилганлиги бир хил бўлмаса, тоқларни компенсацияланиши ҳам содир бўлмайди ва гальванометр стрелкаси нолдан четланади. D_1 ва D_2 диафрагмаларни

очилишини ўзгартира туриб иккала фотоэлементга тушаётган ёруғлик оқимларини тенглаштириш мумкин. Гальванометр стрелкасини нолга кайтиши ёруғлик оқимларини тенглашганидан далолат беради.

Оптик компенсациялаш принципи бўйича ФЭК-М, ФЭК-Н-54, ФЭК-56М (расм 2.42) ва бошқа фотоэлектроколориметрлар курилган.

Фотоэлектроколориметр ФЭК-Н-54 етарлича аниқ, ихчам ва фойдаланишга қулай асбоб ҳисобланади. Асбоб бўялган эритмалар, эмульсия ва коллоид эритмалар концентрацияларини эталон ва таҳлил қилинаётган эритмалар орқали ўтаётган иккита ёруғлик оқимларини таққослаш йўли билан аниқлашга мўлжалланган.

Фотоэлектроколориметр ФЭК-Н-54 асбобида нур энергиясини қабул қилиш учун иккита сурьма-цезийли СИВ-3 тапқи фотоэффектлик фотоэлементлар ишлатилган. Фотоэлементлар дифференциал схема бўйича кучайтиргич орқали гальванометрга уланган. Асбоб ишчи масофаси 1 дан 50 мм гача бўлган 4 та бир хил кюветалар набори билан таъминланган. Ёритиш манбаи сифатида СИ-98 чўгланиш ёритгичи ишлатилган. Асбобни отирлиги таъминот курилмаси билан биргаликда 35 кг.

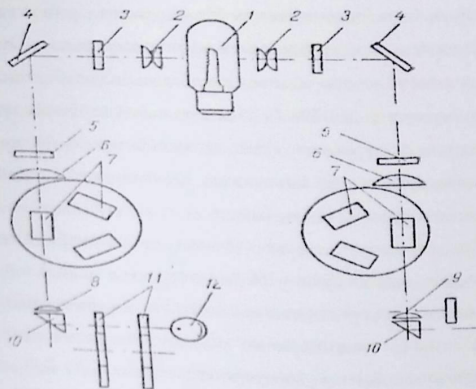


Расм 2.42. ФЭК-56М русурмли фотоэлектроколориметрнинг умумий кўриниши:

1-ёритгич мосламаси; 2-ўлчов диафрагмасини ҳисоб барабанлари; 3-индиктор лампасини кўриш деразачаси; 4-пардачаларни қайта улаш дастаги; 5-чўгланиш ёритгичи жойлаштарилган панель; 6-электрик нолни ўрнатиш дастаги; 7-светофильтрларни қўшиш дастаги; 8-ўнг ёруғлик оқимидаги кюветаларни силжитиш дастаги; 9-асбоб копкоғи.



Фотоколориметр иккита алохида қисмлардан (асбоб ва таъминлаш қурилмаси) иборат бўлиб, улар ёритувчи ёритгич қучланишини ва фотоэлементлар электр тизимини стабиллашга хизмат қилади. Фотоколориметрнинг оптик схемаси расм 2.43 да тасвирланган.



Расм 2.43. ФЭК-Н-54 фотоколориметрнинг оптик схемаси:
 1-ёритиш лампаси; 2-кондесор; 3-иссикликдан химоялаш шишаси; 4-кўзгу;
 5-светофильтр; 6, 8-линзалар; 7-кюветалар; 9-тиркишли ўлов диафрагмаси;
 10-призмалар; 11-нейтрал клинлар; 12-фотоэлементлар.

Ёруғлик оқими қўғланиш ёритгичидан кондесор ва иссикликдан химоялаш шишалари (иссиклик нурларини ютиш учун) орқали акс эттирувчи кўзуларга тушади. Аксланган ёруғлик оқимлари светофильтр, эритма солинган кювета, линза, призма орқали дифференциал схема бўйича уланган фотоэлементларга тушади. Фототоклар ўзаро тенг бўлганда, гальванометр стрелкаси нолда тўхтайдди. Чапдаги ёруғлик оқими қўшимча равишда уни текис кучсизлантириш имконини берувчи нейтрал клинлар орқали ў Компенсацияловчи клинларни бири қўпол, иккинчи эса аниқ солаш хизмат қилади.



Ўнгдаги ёруғлик окими тиркишли диафрагма оркали ўтади. Тиркиш диафрагма иккита ҳисоб барабанлари билан боғланган бўлиб, у айланганида диафрагма ўз кенглигини ўзгартиради. Бу ҳолда ў фотоэлементга тушаётган нурланиш окими катталиги ҳам ўзгаради. Ҳисоб барабанлари битта ўқда жойлашган бўлиб, уларни ҳар бири иккита шкалага эга. Қора шкала ёруғлик ўтказиш коэффициентини шкаласи, иккинчи кўк шкала эса оптик зичлик шкаласи ҳисобланади. Чап барабандаги ёруғлик ўтказиш шкаласи 0 дан 100 % гача даражаланган бўлиб, 100 % ёруғлик ўтказувчанлик диафрагмани тўлиқ очилганлигига, 0 % эса уни тўлиқ ёпилганлигига мос келади. Қизил шкала бўйича 0 дан 2,5 гача бўлган оптик зичлик бирликларини ўлчаш мумкин.

Ўнг барабандаги шкала шундай жойлаштирилганки, ёруғлик ўтказувчанлик шкаласи бўйича 100 % диафрагмани минимал очилишига, 0 % эса уни максимал очилишига мос келади. Ўнг барабанининг кўк шкала 0 дан 0,52 гача бўлган оптик зичлик қийматларини ўлчаш имкониятига эга. Ўнг барабанининг ёруғлик ўтказувчанлик шкаласи 0,3-0,52 гача бўлган соҳаларда чап барабан шкаласига нисбатан юқори аниқликни беради.

Гальванометр сезирлигини ўзгартириш учун асбобни чап ёруғлик томонидаги ростлагич хизмат қилади. Ростлагич минимал, ўрта ва максимал сезирликка эга бўлган учта ҳолатга эга. Гальванометр стрелкасини нольга ўрнатиш учун асбобни ўнг ён томонида жойлашган ва потенциометрнинг қўл движоғи билан боғланган дастакдан фойдаланилади.

Асбоб иккита дискга ўрнатилган 11 та светофилтрлар билан таъминланган. Бир светофилтрдан бошқасига ўтиш учун асбобни ёруғлик деворида жойлашган дастак ишлатилади.

Таъминлаш қурилмаси кучланиш стабилизатори, трансформатор, таъминлаш тўғрисидаги қўл қўлдан иборат бўлиб, асбоб билан кўп ўтказгичли кабел ёрдамида уланади.

Ишни бажариш тартиби. Ўнг кюветатутқичига тадқиқот этилаётган эритма солинган кювета, чапдагисига эса эритувчи солинган кювета

жойлаштирилади. Бунда тиркишли диафрагма тўлиқ очилган, чап барабанга эса ёруғлик ўтказиш қора шкаласи бўйича 100 % бўлинмасига ўрнатилган бўлиши керак. Тадқиқот қилинаётган эритма томонидан ёруғликни ютилиши сабабли ўнг томондаги фотоэлементи ёритилганлиги чап томондагисига нисбатан паст бўлади ва гальванометр стрелкаси нол ҳолатидан қўзғалади. Фототоқларни тенглаштириш учун чап ёруғлик окимига нейтрал клинлар киритилади ва у гальванометр стрелкаси нол ҳолатига ўрнатилмагунча кучсизлантирилади. Сўнгра ўнг ёруғлик окимидаги қюветаэритуочи солинган қюветага алмаштирилади. Бунда фототоқлар тенглиги бузилади. Ҳисоб барабанларини айлантириш билан тиркиш кенглиги камайтирилади ва ўнг фотоэлементга берилаётган ёруғлик окими катталиги кучсизлантирилади.

Ўлчов барабанлари шкаласи бўйича ўтказувчанлик коэффициентни катталиги ёки таҳлил этилаётган эритмани оптик зичлиги қайд этилади. Асбобда мавжуд бўлган светофилтрлар колориметрик таҳлил аниқлигини ошириш имкониятини беради. Светофилтрни танлаш юқорида кўрсатилганидек таҳлил этилаётган суюқлик учун тузилган спектрал эгри чизик асосида амалга оширилади. Бундан ташқари, асбоб комплестидаги тегишли қюветаларни танлаш йўли билан ўлчашни энг кичик нисбий хатолигини таъминловчи 0,2-0,8 оптик зичлик интервалида ишлаш лозим.

Ўлчашни бошлаш олдидан ёритгични тўғри ўрнатилганлигига ишонч ҳосил қилиш керак. Бунинг учун қюветалар қошидаги линзалар олдига (расм 2.44) папирос коғози жойлаштирилади. Ёритгич тўғри ўрнатилганида папирос коғозидида спирал толани аниқ тасвири кузатилади. Ўлчашли бошлангунга қадар гальванометр стрелкасини нол ҳолати ва электрик нуқта текширилиши керак. Гальванометрни нол ҳолати асбобни ташқи деворида жойлашган дастак ёрдамида амалга оширилади. Электрик нол фотоэлементлар 20 мин давомида ёритилгандан кейин ўрнатилади. Текшириш пайтида ёруғлик дасталари тўсилади, гальванометр сезгирлиги иккинчи ҳолатга ўрнатилади ва асбобни ўнг деворида жойлашган

потенциометр дастагини бурай туриб гальванометр стрелкасини холатига силжитилиши таъминланади.



Расм 2.44. Ёритмич спирал толасини линзадаги тасвири

Асбобда ўлчашни 2 та усул ёрдамида амалга ошириш мумкин. Биринчи усул иккинчисига нисбатан кенг диапазонда ва паст аниқликда ўлчаш олиб борилишини таъминлайди.

Биринчи ўлчаш усули

1. Ўнг ёруғлик окимига тадқиқот этилаётган эритма кюветаси ва чап ёруғлик окимига эса эритувчи солинган кювета жойлаштирилади.
2. Чап барабандаги фотометрик клинлар ёрдамида гальванометр кўрсаткичлари нолга келтирилади.
3. Ўнг ёруғлик окимига эритувчи солинган кювета жойлаштирилади.
4. Ўлчов барабанларини айлантириш орқали гальванометр стрелкаси нолга келтирилади.
5. Оптик зичлик катталиги чап барабан бўйича қайд қилинади.

Иккинчи ўлчаш усули

1. Икала ёруғлик окимига эритувчи солинган кювета жойлаштирилади.
2. Фотометрик клинлар ёрдамида гальванометр стрелкаси нолга келтирилади.
3. Ўнг ёруғлик окимига тадқиқот этилаётган эритма солинган кювета жойлаштирилади.
4. Ўлчов барабанларини айлантириш орқали гальванометр стрелкаси нолга келтирилади.
5. Ўлчаш натижаси ўнг барабан бўйича қайд қилинади.



Ушбу турдаги фотоколориметрда эритмадаги модда концентрациясини аниқлаш учун юқорида кўрсатилган тартибда даражаланган эгри чизик тузилиш керак ва у бўйича концентрация аниқланиши керак.

2.5. Озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқот этишини спектрал усуллари

2.5.1. Абсорбцион спектроскопия

Замонавий физико-кимёвий таҳлил усуллари ўртасида спектроскопия кенг тарқалмоқдаки, у маҳсулотни муҳим хусусиятлари хақида энг тўлиқ маълумот олинишини таъминлайди.

Спектрал таҳлил турли органик бирикмалари, шунингдек концентрацияси 10^{-2} - 10^{-4} мол бўлган минерал элементларни аниқлашда фойдаланилади.

Спектроскопияни шартли равишда эмиссион ва абсорбционга бўлиш мумкин.

Эмиссион спектроскопия моддаларни нурланиш хусусиятларини тадқиқот қилади. Энергия чиқарилиши атомларни дастлабки термик ёки энергетик қўзғатилиши билан боғлиқ бўлиб, буида энергия ютилганда электронлар асосий даражадан яна юқори энергетик даражага ўтишади.

Абсорбцион спектроскопия моддаларни ютувчанлик хусусиятларини тадқиқот қилади. Буида таҳлил этилаётган намуна маълум частоталар диапозонига эга бўлган электромагнит нурланиш манбаи ва спектрофотометр ўртасида жойлаштирилади. Спектрометр намуна орқали ўтган ёруғлик интенсивлигини берилган тўлқин узунлигидаги бошланғич нурланиш манбаи билан таққослаб ўлчайди.

Озик-овқат маҳсулотлари хусусиятларини тадқиқот этишда ширин оптикали кўринадиган (200-400 нм), кварц оптикали ультрабинафша (400-900 нм) ва инфрақизил (2-15 мкм) соҳалар катта аҳамиятга эга.

Нурланишни моддалар билан ўзаро таъсир механизми турли соҳаларда ўзаро фарқланиб туришига қарамадан, ҳамма ҳолларда молекулалар томонидан маълум миқдордаги энергия ютилиши рўй беради.

Ўруғлик ютилганда атом ёки молекула ички энергияси нормал E_0 даражадан янада юкори E_1 тача сакраб ошади. Ютилган энергия катталиги ўруғлик частотасига пропорционал дпир.

$$E_1 - E_0 = h\nu,$$

бу ерда h - универсал Планк доимийлиги ($6,624 \cdot 10^{-27}$ эрг²/сек);

ν - тушаётган ўруғлик частотаси, Гц.

Частота ν ва тўлқин узунлиги λ қуйидаги муносабат билан боғланган

$$\nu = \frac{c}{\lambda},$$

у ерда c - ўруғлик тезлиги ($2,998 \cdot 10^{10}$ см/сек).

Ҳар бир моддалар (молекула) гуруҳлари учун унчалик катта бўлмаган энергия билан фарқланиб турувчи тебранишли ва айланишли ҳолатлар ҳок бўлиб, шу сабабли молекулалар гуруҳи спектрни турли соҳаларида энергия ютилиши ёки ажратиши мумкин. Аммо, турли молекулалардаги функционал гуруҳлар ҳамма вақт ҳам ўзаро мос келувчи тўлқин узунликларида ютилишлар бермайди. Бу ҳар бир гуруҳ моддаларини ютилиш тўлқин узунликлари ўтиш энергияси белгиланиши билан тушунтирилади ва турли молекулалардаги электрон ўтишлар улар атрофидагиларни бир хил қимматли эмаслиги сабаблиги энергетик характеристикалари бўйича фарқланади. Кўринадиган ва ультрабинафша соҳалардаги ютилишлар электронларни қўзғалиши билан боғлиқ, шунинг учун уларни спектрлари молекулалар тузилиши ҳақида чегараланган маълумот беради. Инфрақизил соҳадаги

ютилиш молекуляр тебранишлар билан боғлиқ бўлиб, уларга мос келувчи спектрлар бирикмаларни тузилиши ҳақида кўп маълумотга эга.

Спектрофотометрлар намуналар ёруғлик ютувчанлигини спектрал таркиби бўйича тор ёруғлик дасталарида (монохроматик ёруғлик) ўлчаш имконини яратади. Спектрофотометрлар оқ ёруғликни узлуксиз спектрга ажратиш, бу спектрдан монохроматик (ажратиладиган спектр тасмаси кенлиги 1-20 нм) деб ҳисоблаш мумкин бўлган тор тўлқин узунликлардаги ёруғлик дастасини ажратиб олиш, изоляция қилинган ёруғлик дастасини таҳлил этилаётган эритма орқали ўтказиш ва бу даста интенсивлигини юқори аниқлик билан ўлчаш имконини беради. Эритмада бўялган модда томонидан ёруғликни ютилиши уни нол эритма ютилиши билан таққослаб ўлчанади. Фотозлектрик спектрофотометрларда иккита асосий асбоб мавжуд. Булар монохроматик ёруғлик окимини олиш учун мўлжалланган монохроматор ва ёруғлик интенсивлигини ўлчашга мўлжалланган фотозлектрик фотометр ҳисобланади.

Монохроматор ёруғлик манбаи, оқ ёруғликни спектрга ажратувчи диспергирлаш қурилмаси ва эритмага берилаётган ёруғлик дастаси тўлқин узунликлари интервал катталигини ростлайдиган қурилмадан иборат.

Ёруғлик манбаи сифатида вольфрам ишли чўғланиш лампаси фойдаланиладики, уни нурланиш тўлқин узунликлари 350-2000 нм ни ташкил қилади. Бу ёруғлик манбаи кўнгина аналитик мақсадларда яроқли чунки спектрни яқин ультрабинафша, кўринадиган, шунингдек, яқин инфрақизил соҳаларида ўлчашни амалга ошириш имконини беради. Спектрни 210-400 нм бўлган ультрабинафша соҳаларидаги ўлчашлар учун разрядли водород (ёки дейтерийли) лампалардан фойдаланилади. Ёруғлик манбаини барча спектрал соҳаларда узлуксиз спектр бериши муҳим бўлиб, бу ҳолда диспергирлаш қурилмаси ёрдамида спектрни хоҳлаган қисмини ажратиб олиш мумкин бўлади.

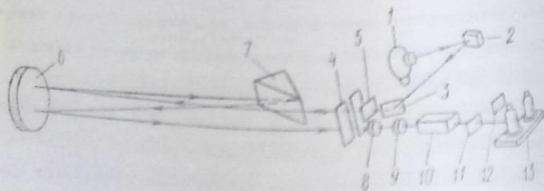
Ёруғликни спектрга ажратиш учун шишали ва кварцли призмалар, шунингдек дифракцион панжаралар ишлатилади. Призмалар юқори

дисперсия ва катта ёруғлик кучига эга. Кварцли призмалар спектр ультрабинафша соҳаларида ишлаш имконини беради.

Спектрофотометрни муҳим қисми тириқиш ҳисобланиб, уни ёрдамида ёруғлик оқими интенсивлигини ростлаш мумкин. У қанча кичик очилган бўлса, у орқали шунча кам ёруғлик ўтади ва тириқиш ўтказиб қолган ёруғлик дастаси тўлқин узунликлари интервали шунча кенга бўлади.

Фотоэлектрик фотометр фотоэлементлар, ўзгармас ток кучайтиргичи ва шкаласи оптик зичлик ва ёруғлик ўтказувчанлик фоизларида даражаланиш компенсация қурилмасидан (потенциометр) иборат.

Спектрофотометрик ишлари учун энг аниқ ва сезгир оптик асбоб кварцли спектрофотометр СФ-4 ҳисобланиб, у эритмалар ва каттик моддалар ютилиш спектрларини 220-1100 нм тўлқин узунликлардаги диапазонни кенгайтириш имконини беради. Асбобни оптик схемаси расм 2.45 да тасвирланган.



Расм 2.45. Спектрофотометр СФ-4 нинг оптик схемаси:

1-ёруғлик манбаи; 2-конденсор; 3-кўзгу; 4-тириқиш; 5-кварцли пластинка; 6-объектив; 7-призма; 8-линза; 9-светофилтр; 10-кювета; 11-кварцли шилиш; 12-пардача; 13-фотоэлементлар.

Ёруғлик 1 манбадан (чўгланиш лампаси ёки разрядли водород лампаси) кўзули конденсор 2 ва текис кўзгу 3 билан тириқишни кириш қисмига йўналтирилади. Тириқиш кўзули объектив 4 ни фокусда жойлашган бўлиб, кварцли пластинка 5 билан ҳимояланган. Тириқишдан ўтган ёруғлик кўзгу

объектив 6 га тушади ва кварцли призма 7 га йўналтирилади. Призма ёруғлик дастасини спектрга ажратади, призма томонларини бири кумуш билан копланганлиги сабабли уни яна объектив 6 га йўналтиради. Объектив призмани минимал четланиш ҳолатига тўғри келувчи нурларни монохроматор 4 ни чиқиш тириқишида тўнлайди. Кўзгу 6 айлантирилганда чиқиш тириқишига турли тўлқин узунлиқдаги нурлар йўналтирилади. Монохроматик ёруғлик дастаси кварцли линза 8, сочилган нурларни қисман ютувчи светофильтр 9 ни ўтиб қювета 10 га келиб тушади. Қювета орқали ўтган ёруғлик, пардача 12 ни очик ҳолатида, кварцли пластина 11 орқали алмаштириладиган фотоэлемент 13 катодига келиб тушади. Бунда ҳосил бўлган фототок юклама қаршилигида катталиги фотоэлементга келиб тушаётган ёруғлик энергиясига пропорционал бўлган қучланиш тушишини яратади. Фототокни бевосита ўлчаш имкони йўқлиги туфайли, у кучайтирилади. Потенциални компенсациялаш учун санок потенциометридан катталиги бўйича тенг, ишораси бўйича юклама қаршилигидаги қучланиш тушушига тесқари бўлган потенциал кучайтиргич қиришига берилади. Кучайтиргич чиқишидаги компенсация кўрсатувчиси шартли «0» белгисига эга бўлган миллиамперметр ҳисобланади.

200 дан 1100 нм гача бўлган барча диапазондаги оптимал спектрал интервалларни таъминлаш учун асбоб сурма-цезийли ва қислород-цезийли фотоэлементлар билан таъминланган. Сурма-цезийли фотоэлемент 220-650 нм спектр соҳаларида, қислород-цезийли фотоэлемент эса 600-1100 нм спектр соҳаларида ишлаш учун фойдаланилади.

Спектрофотометр СФ-4А ни асосий характеристикалари СФ-4 га монанд бўлиб, уни электр токи билан таъминлаш тўлиқ тармоқдан амалга оширилади. Спектрофотометр СФ-5 ни юқоридаги асбоблардан фарқи шундаки, диспергирлаш призмаси кварцдан эмас, балки, махсус ТФ-1 оптик шишадан тайёрланган. Шиша бир мунча даражада ультрабинафша нурларни ютиши сабабли, эритмаларни ёруғлик ўтказувчанлигини ўлчаш СФ-5 да 380 дан 1100 нм гача бўлган спектр соҳаларида амалга ошириш мумкин.

СФ-2М ва СФ-10 спектрофотометрлари ўлчаш натижалари автоматик кайд қилувчи асбоблар ҳисобланади. Асбоблар ўзиёзар кури билан таъминланган бўлиб, уларни пероси махсус бланкаларда оптик зич кийматларини кайд қилади.

Оптик спектрлар соҳасидаги ютилиш спектроскопияси асоси ютилиш катталиги ва ютувчи модда миқдори ўртасидаги муносабатлар ўрнатувчи умумий қонунлар (98 бетга қаралсин) ётади.

Спектроскопияни асосий қонуни ҳисобланмиш Бугер-Ламберт-Б конунидаги коэффициент концентрация молларда, қатлам қалинлиги сантиметрда ифодаланганида моляр ютилиш коэффициенти деб номланади таъкидланган эди. Бу доимий катталик тушаётган ёруғлик тўлқин узунлигига, эритма ҳароратига, эриган модда табиатига боғлиқ бўлиб, таҳлил этилаётган модда моляр эритмасини бир сантиметр қалинликка эга бўлган қюветадаги ёруғлик ютувчанлигига мос келади. Коэффициент максимум ютилишга мос келувчи тўлқин узунлигида энг катта кийматга эга бўлади. Шунинг учун миқдорий спектрал таҳлилни энг юқори аниқлик ва сезгирлик билан ўтказишда оптик зичликни ўлчаш ёруғликни ютилиши максимум бўлган спектр соҳаларида амалга оширилиши мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Моляр ютилиши коэффициенти берилган тўлқин узунлигидаги ёруғликни ўтишида модда концентрациясига боғлиқ эмас. Моляр ютилиш коэффициенти киймати турли бирикмалар учун кенг чегараларда ўзгаради. Моляр ютилиш коэффициенти спектрал таҳлилни сезгирлик ўлчови ҳисобланади. Коэффициент киймати қанчалик катта бўлса, аниқлик ва сезгирлиги ҳам шунчалик юқори бўлади. Шунинг учун тўлқин узунлигини тўғри танлаш тўғридан-тўғри сезгирликни белгилайди ва қуйидаги тенгламани бўйича ҳисобланади

$$C_{\min} = \frac{D_{\min}}{E_{\max} \cdot l_{\max}}$$

Фотометрлаш учун спектр участкасини тўғри танлаш спектр таҳлилда муҳим аҳамиятга эга. Ютилиш эгри чизиғи шакли турли характерга эга бўлиши мумкин. Баъзи моддалар аниқ максимум ва минимумларсиз узлуксиз ютилишлар беради. Бу ҳолда ютилиш коэффициенти тўлқин узунлигига деярли боғлиқ бўлмайди. Кўпгина органик бирикмалар аниқ максимум ва минимум зоналарига эга бўлган танланма ютилишга эга. Спектр шакли молекулалар таркиби ва атомларни органик молекулалардаги боғланиш характери (оддий, қўш, уч боғлар) билан белгиланади. Бу боғлар электронлари турли энергияга эга ва турли тўлқин узунлиқдаги нурланишлар билан қўзғатилади. 200-800 нм соҳаларда ютилишни келтириб чиқарувчи гуруҳлар *хромофор* гуруҳлар деб номланади ва улар биттадан кам бўлмаган каррали боғларга ($C=C$, $C=C$, $C=O$, $C=N$, $N=O$, $N=N$, $C=S$, $S=O$, SO_2 , NO_2 ва бошқалар) эга. Каррали боғларни қўзғатиш энергияси оддий боғларни қўзғатиш энергиясига нисбатан анча кичик. Ютилиш спектрларни характери таҳлил этилаётган бирикмада ана шундай каррали боғларни мавжуд бўлиши билан белгиланади. Молекулада қўш боғларни тўпланиши спектрни узун тўлқин томонга силжитиши (хар бир қўш боғ ютилиш спектрни тахминан 30 нм силжитади) маълум.

Кўринадиган ва ультрабинафша соҳаларда таҳлиллар олиб боришда кучли суюлтирилган эритмалар билан иш олиб бориладики, уларда эритувчи хусусиятларини ҳисобга олмаслик мумкин эмас. Эритувчиларга қуйида талаблар қўйилади: эритувчилар тадқиқот этиладиган бирикмаларни ютил соҳаларида ўз ютилиши тасмаларига эга бўлмаслиги керак; бирикма максимум ютилишини силжитмаслиги лозим; ишлашда чидамли бўлиши ва осон тозаланиши керак.

200 нм дан юкори углеводородлар, сув, спирт, эфирлар тшлатилиши мумкин.

Абсорбцион спектроскопия озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқот этишда кенг қўлланилади: маҳсулотлардаги ёғларни оксидланганлик даражасини аниқлаш; пектин моддаларни аниқлаш; ўсимлик

маҳсулотларидаги фенол бирикмаларини аниқлаш; чой, какао, кахва, кофеинни аниқлаш; гўшда қайтарилган, оксидланган ва гидрооксидланган миоглобин шаклини аниқлаш. Спектрофотометрик усул озик-овқат маҳсулотларидаги оғир металлларни аниқлашда ҳам фойдаланилади. Аммо усул таҳлили узок давом этиши, кўп сонли операцияларни ўтказилиши, фойдаланиладиган реактивларни кўп миқдордалиги билан фарқланиб туради. Юқорида санаб ўтилган таҳлил усуллари маҳсулотларда аниқланиши назарда тутилган бирикмаларни (ёғларни иккиламчи оксидланиш маҳсулотлари, пектин моддалари, феноллар) бошқа кимёвий бирикмалар билан бўялган кимёвий бирикмалар ҳосил қилишига асосланган. Ўлчаш натижалари кўп ҳолларда бўялган бирикмалар эритмаларини нисбий оптик зичлик бирликларида фойдаланади. Баъзи таҳлил усулларида моддалар миқдори олдиндан тузилган даражаланган график асосида ҳисобланади.

2.5.2. Инфракизил спектроскопия

Инфракизил (ИК) спектроскопия озик-овқат маҳсулотларини миқдорий ва сифатий таҳлилини янги физикавий усули ҳисобланади. Бу усул органик моддаларни тузилиши ва таркиби ҳақида етарлича тўлиқ маълумот олинишига имкон беради. ИК нурланиш сўт маҳсулотларини ёғ-кислотали таркибини тадқиқот этишда фойдаланилади, турли озик-овқат маҳсулотларидаги пестицидларни аниқлашда, органик бўёқларни таҳлил этишда, шунингдек ўсимлик ва ҳайвон ҳом-ашёси қайта ишлови технологияси жараёнларини назорат қилишда кенг қўлланилади.

Органик бирикмаларни ИК спектри моддани энг тўлиқ физик хусусиятлари ҳисобланади. ИК спектр эриш ҳарорати, синдириш кўрсаткичи ёки зичликка нисбатан моддани аниқ тавсифлайди.

ИК нурланиш соҳаси спектри кўринадиган қисмидан кейин қайта жойлашган бўлиб, 0,8-2,5 мкм диапазондаги *яқин, ўрта* (2,5-25 мкм) ва *узоқга* (25 мкм дан катта) бўлинади.



Ёруғликни ютилишини ҳамма сохалари учун катта тўлқин узунлиги катта энергия мос келади. ИҚ спектроскопия ҳам нурланишни ютилишига асосланган. Ютилиш спектрлари тадқиқот қилинаётган моддани тузилиши билан боғланган. Модда молекуласини маълум энергетик ҳолатларда жойлашган тегишли атомлар тизими сифатида қараш мумкин. Молекула унга тушаётган нурланиш спектридан фақат уни энергетик ҳолатини ўзгартира оладиган узунликдаги тўлқинларни ютади. Молекула томонидан олинган энергия атомларни электрон ҳолатини ўзгартириш (бунда спектр ультрабинафша ва кўринадиган сохаларга тегишли бўлади) ёки айланма ва тебранишли энергиясини ўзгартиришга сарфланиши мумкин. Молекулаларни тебраниш энергияси, икки турдаги тебранишлар: валентли ва деформацион билан белгиланади. Валентли тебранишларда икки атом ўртасидаги масофа камайиши ёки катталаниши мумкин, аммо атомлар валентлик боғлари ўқларида сақланаверади. Деформацион тебранишларда атомлар валент боғлари ўқидан четланади. Деформацион тебранишлар энергияси валент тебранишлар энергиясига нисбатан анча кичик бўлиб, шу сабабли деформацион тебранишлар валентлиларга нисбатан катта узунликдаги тўлқинларда кузатилади.

Алоҳида функционал гуруҳларни тебранишлари ИҚ спектрни ўта маълум сохаларида ютилишини юзага келтиради. Бундай атомлар гуруҳлари ёки боғларга эга бўлган турли молекулаларни ютилиш спектрларида бир неча бир хил чизиклар мавжуд бўладики, уларни ютилиш частоталари *характеристик* деб номланади. Бундай характеристик чизикларни мавжудлиги спектр бўйича молекулада турли гуруҳларни мавжудлигини аниқлаш ва улар тузилишини белгилашга имкон беради.

Характеристик частоталарни аниқлаш ИҚ спектроскопияни асосини ташкил қилади. Ҳозирги вақтда, тўлқин сони ва тўлқин узунлиги бўйича бош чизиклар жойлашган характеристик частоталар ва диаграммаларни қатор жадваллари мавжуд.

Моддаларни ИҚ спектрлари тадқиқот қилинаётган намуна физика ҳолатига, бирикмалар концентрациясига боғлиқ. Мураккаб органик моддаларни тоза суюқликларни юпка қатлами кўринишида, эритилган маҳсулотни пластиналар ўртасида совутилгандан кейин юпка пластини кўринишида, намунани суюқлик билан эзгандан кейин паста кўринишида, ишқорий металл галогенидлари аралашмаси билан прессланган таблетка кўринишида тадқиқот қилиш мумкин.

Органик бирикмалар ИҚ спектрларини ўрганишда икки хилдаги характеристик соҳалар ажратилади: 800-1400 cm^{-1} соҳаси ва 800-1400 cm^{-1} чегарасидан ташқари соҳа. 800-1400 cm^{-1} соҳаларда C-C, C-N, N-O, C-H валент боғлари ва N-H, O-H, C-H деформацион боғлари намоён бўлади. Бу соҳада молекула тузилишидаги унчалик катта бўлмаган ўзгаришлар спектрли сезиларли ўзгаришларини келтириб чиқаради. 800-1400 cm^{-1} соҳа чегарасидан ташқари органик бирикмалар спектрлари алоҳида боғлар ва атомлар гуруҳларига мос келувчи чизикларга (характеристик) эга бўлади. Бундай гуруҳларни тебранишлари улар кирган молекулалар таркибига боғлиқ бўлмайди. Айна тебранишлари спектрлар намоён бўлган бундай соҳа озгина озик-овкат маҳсулотларини тадқиқот этишда энг кўп қўлланилади. Бирикмаларнинг ИҚ спектрларини маълум модда спектри билан таққослаб идентификация қилишни асосий гуруҳ органик бирикмалари учун характеристик ИҚ спектрлари чизиклари мавжуд бўлганда амалга ошириш мумкин. Шунинг учун озик-овкат маҳсулотларини ИҚ спектроскопия усули билан тадқиқот этишда функционал гуруҳлар ютилишларини асосий аналитик чизиклар кўрсатилган маълумотномалар билан ишлаш керак бўлади. ИҚ спектроскопия усулини озик-овкат маҳсулотларидаги витаминларни (А, В₁, В₂, В₆, С, никотин кислотаси, токофероллар ва каротинлар) аниқлашда ҳам қўллаш мумкин. ИҚ спектроскопияни хроматографик усул билан биргаликда қўллаш ароматик моддалар ва қатор органик бирикмаларни тадқиқот этишда фойдаланилиши мумкин.

2.5.3. Атом-абсорбцион спектроскопия

Минерал элементларни физиологик аҳамияти, уларни ферментатив жараёнларга каталитик таъсири борасидаги билимларни кенгайтириши алоҳида минерал элементларни, жумладан микроэлементларни микрорий аниқлашнинг аналитик усулларини ишлаб чиқиш ва фойдаланишга эҳтиёж туғдирди.

Кўпгина кимёвий усуллар катта намуналар билан иш кўради ва кўп вақт сарфини талаб қилади. Фотоколориметрик усуллар ва комплексометрия ҳам ўзини сезгирлиги, аниқлиги ва таҳлил ўтказиш тезлиги бўйича талабларга жавоб бермайди.

Бу талабларга спектрал усуллар, хусусан кенг тарқалган атом абсорбцион спектроскопия энг тўлиқ жавоб беради. Ҳозирда атом тизимларида рўй берадиган нурланиш ва ютилиш жараёнларини боғлиқлиги ва физикавий моҳияти аниқланган. Квант назариясига мувофиқ E_i ва E_k энергияга эга бўлган i ва k стационар даражалар ўртасида уч кўринишдаги ўтишлар кузатилади:

- спонтан равишда қўзғалган даражадан паст энергетик ҳолатга нурланишли ўтиш ($k \rightarrow i$);

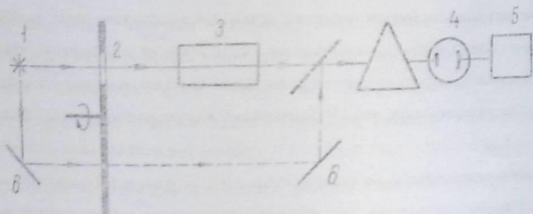
- частотаси ν_{ki} бўлган ташқи нурланиш таъсирида мажбурий рўй берадиган қуйидан юқори энергетик ҳолатга ютилишли ўтиш ($i \rightarrow k$);

- чиқарилган нур частотасига мос частотага эга бўлган нурланг таъсирида мажбурий (индуциравий) рўй берадиган нурланишли ўтиш ($k \rightarrow i$).

Узоқ йиллар давомида аналитик кимёда фақат спонтан нурланишли ўтишдан фойдаланиб келинди.

Атом абсорбцион спектроскопияда ютилишли жараён фойдаланиладики, бунда атом томонидан энергия ютилиши асосий даражада рўй беради. Атом абсорбциясини кайд этишнинг оқилона усули 1955 йили

Тоғиш томонидан тақлиф қилинган ва тақлил ўтказиш қурилма схемаси тавсия этилган. Бундай оддий қурилма схемаси расм 2.46 да кел тирилган.



Расм 2.46. Икки нулли атом-абсорбцион спектрофотометр схемаси:
1-ёруғлик манбаи; 2-узғич диски; 3-аланга; 4-фотозлектрик ёруғлик қабул қилгичи; 5-қайд қилиш электрон схемаси; 6-кўзгу.

Таҳлил этилаётган эритма аэрозол кўринишида горелка алангасига пуркагич ёрдамида киритилади. Алангали фотометрияда фойдаланиладиган элементни алангадаги нурланиши эмас, балки атомлар томонидан стандарт нурланиш манбаидан ютилиши ўлчанади. Бунинг учун ютувчи буг қатлам тадқиқот этилаётган элемент ютилиш чизиқларига мос келувчи тўлқин узунлидаги монохроматик ёруғлик дастаси билан ёритилади. Намуна алангада атом бугларини ҳосил қилади. Аниқланаётган элемент атомлари тушаётган ёруғликни улар концентрациясига тўғри пропорционал тарзда ютади.

Ёруғлик манбаи сифатида паст босимли газоразряд Ғампалари тақлиф этилган бўлиб, улар аниқланаётган элементни ингичка резонанс чизигига беради. Спектрал қисм ўлчанаётган элемент ютаётган тўлқин узунлигини ажратиш учун мўлжалланган призма ва дифракцион панжарага эга. Ёруғлик сигнали фотокўпайтиргичга келиб тушади ва галвонометрга берилади.

Сигнал спектрофотометрдан автоматик санаши қурилмасига келиб тушади, у эса натижаларни ютилиш ёки оптик зичлик бирликларидан концентрацияни рақамли визуал қайд қилгичга беради. Сигнал ўзиёна патенциометр томонидан қабул қилиниши мумкин.

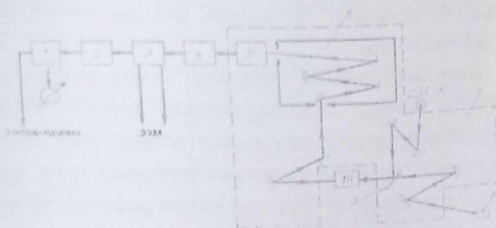
Атом абсорбцион спектроскопияни устуниги шундаки, аланга аниқланаётган элементни яққол намоён бўлган резонанс чизикли оддий спектри олинади. Бу эса турли элементлар резонанс чизикларини бир-бирини қоплаб кетиши олдини олади ва тадқиқот этилаётган маҳсулот компонентлари ўзаро таъсирини камайтиради. Бундан ташқари, абсорбцион таҳлилда таҳлил шароитларини, хусусан аланга ҳароратини камайтирилган.

Озик-овқат маҳсулотларини суяқ намуналаридаги элементлар концентрациясини суяқ намуналарда аниқлаш учун С-115 атом абсорбцион спектрофотометри кенг ишлатилади. Унинг иши маълум элемент атомлари томонидан ёруғликни ютилиши ҳодисасига асосланган. Спектрофотометр қуйидаги икки асосий режимларни бирида ишлайди:

- атом абсорбцион таҳлил режимида ёруғлик резонанс нурланиш манбаида атом буғлари қатлаидан ўтади ва улар томонидан ютилади;

- эмиссион таҳлил, бунда нурланиш манбаи намуна атом буғлари ҳисобланиб, улар нурқалиш давомида алангада қўзғатилади ва улардан ёруғлик оқими нурланади.

Охириги режимида концентрация ўлчови спектрал чизикнинг интенсивлиги ҳисобланади. Асбобни функционал схемаси расм 2.47 да келтирилган.



Расм 2.47. С-115 спектрофотометрини функционал схемаси:

- 1-ўзгартиргич; 2-логарифматор; 3-ажратувчи кучайтиргич; 4-дастлабки кучайтиргич; 5-фото қабул қилгич; 6-монохроматор; 7-оптик блок; 8-спектрал лампа; 9-кўзгу; 10-амортизатор.

Асбобни спектрал диапазони 190-860 нм. Ўрта қўйсладиган ҳатти
-0,5 нм гача. Таъминдаш мийбам 220 В, 50 Гц электр тармоғидан амал
оширилади, асбобни истеъмол қуввати эса 0,35 кВт. Асбобни
ўлчамлари 1010x500x710 мм, оғирлиги 140 кг.

Чет эл спектрофотометрларидан ультрабинафша ва кўринадиган
ёруғликда тадқиқотлаш учун «Веспа» фирмасини (Австрия)
микрокомпьютерли ДУ асбоби ишлатилади. Асбобни спектрал диапазон
140-900 нм, ўлчамлари 1150x670x470 мм. Спектрни инфрақизил соҳаси
тадқиқотлаш учун «Веспа» фирмасини ФТ сериядаги спектрофотометрлар
ва СПЭН сериядаги атом абсорбцион спектрофотометрларидан фойдаланиш
мумкин. 360, 370, 400 моделдаги атом абсорбцион спектрофотометрлар
«Perkin-Elmer» фирмаси (Англия) томонидан ишлаб чиқарилади ва 190-870
нм спектрал диапазонга эга.

Кўпгина озик-овқат маҳсулотларини таҳлил қилиш учун улар
дастлабки курук ёки нам усулларда куллантириш зарур бўлади. Бу усул
ўзини афзалликлари ва камчиликларига эга. Нам куллантиришда намуна
қуйдириш учун ишлатиладиган кислота билан таҳлил этилаётган эритма
кўшимча микдорда минерал элементлар киртиладики, улар микдор
натижаларга таъсир қилади. Шунинг учун кўпгина озик-овқат маҳсулотлар
учун эҳтиёткорлик билан ўтказиладиган курук куллантиришни қўлла
мақсадга мувофиқдир.

Намуналарни таҳлилга тайёрлашда микроэлементлар органик
эритувчилар ёрдамида экстракция қилинади. Органик эритувчилар
микроэлементлар концентрацияси оптимал чегарадан паст бўлганда
қўллаш мумкин. Бундан ташқари, органик эритувчилар сувли эритмалар
нисбатан атом абсорбцион усул сезгирлигини оширади. Шунинг учун
даражаланган графикларни тузишда эталон эритмалар органик
эритувчиларда тайёрланиши керак.

Намуналарни таҳлилга тайёрлашда аниқланаётган элементлар
концентрациясидан келиб чиққан ҳолда маҳсулот намунаси микдори

аниклаш зирур бўлади. Оптималь концентрацияларни ҳисоблаш учун ҳар бир элемент учун «сезгирлик» атамаси ишлатилади. Бу атама 1 % ютилиш яратадиган сувли эритмадаги элемент концентрациясини кўрсатади ва $\frac{\text{мкг}}{\text{мл}}$ да ифодаланади. Озиқ-овқат маҳсулотларидаги кенг тарқалган элементларни аниклаш сезгирлиги ўзгариб туради ва бу таҳлил ўтказиш шароитига боғлиқ (2.4-жадвал).

Атом абсорбцияси озиқ-овқат маҳсулотларидаги кўп сонли металлларни аниклаш учун фойдаланиши мумкин, аммо бу элементларни тадқиқот қилинаётган эритмалардаги концентрацияси $1 \frac{\text{мкг}}{\text{мл}}$ атрофида бўлиши лозим. Бу элементларга жадвал 2.4 да кўрсатилганлардан ташқари кобальт, никел, кўрғошин, калай, хром, стронций, кадмий ва бошқалар ҳам тегишли.

2.4-жадвал

Асосий минерал элементларни аниклашдаги сезгирлик

Элементларни номи	Тўлқин узунлиги, λ	Оптималь иш чегаралари, $\frac{\text{мкг}}{\text{мл}}$	1 % абсорбцияга тўғри келадиган асбоб сезгирлиги	Аниклаш чегаралари, $\frac{\text{мкг}}{\text{мл}}$
K	7665	1-10	0,1	0,005
Na	5890	0,3-3	0,04	0,005
Ca	4227	1-10	0,1	0,01
Mg	2852	0,2-2	0,01	0,003
Fe	2483	2-20	0,15	0,02
Cu	3247	2-20	0,15	0,01
Mn	2795	2-20	0,1	0,005
Zn	2138	0,2-3	0,04	0,005

Турли маҳсулотлар учун таҳлил этиш методикаси бир хил бўлиб, резонанс чизигини танлаш, эритмаларни горелка алангасига киритиш ва

...бўй кўрсаткишларини тушириш каби босқинларни камраб олади. Сарф
элементлар намуналарни тадқиқотга тайёрлаш ҳисобланади.

2.5.4. Масс-спектроскопия

Масс-спектроскопия органик моддаларни замонавий физик-тадқиқот
этиш усули ҳисобланади.

Масс-спектрни олиш учун жуда сийрақлаштирилган буг (босим
 $10^{-1} - 10^{-7}$ мм) кўринишдаги моддага энергияси 50-100 эв бўлган электронлар
оқими таъсир эттирилади. Бу ҳолда бошланғич модда (молекуляр ионлар)
массасига тенг бўлган мусбат зарядланган ионлар, электрон куч таъсирида
молекуляр ионларни парчаланиши туфайли ҳосил бўлган парчаланган
ионлар, шунингдек қайта гуруҳланган ионлар, манфий ионлар ва
зарядланмаган парчалар ҳосил бўлади. Мусбат зарядланган ионлар оқими
бир неча минг вольт потенциал ёрдамида тезлаштирилади ва тирқиш орқали
магнит майдонига йўналтирилади. Бу ерда улар ион массасини уни зарядига
нисбати (m/e) билан белгиланадиган радиус бўйича ёйилади. Бу радиус
бўйича ҳаракатланаётган ионлар чиккиш тирқишига келиб тушади ва детектор
потенциалини ўзгариши бўйича (қанча кўп ионлар келиб тушса, потенциал
шунчалик кучли ўзгаради ва спектр чўккиси шунчалик интенсив бўлади)
қайд қилинади. Майдон кучланишини ёки тезлаштирувчи кучланиш
катталигини ўзгартириш йўли билан турли m/e нисбатда пайдо бўлаётган
барча ионлар фиксация қилинади. Масс-спектр ҳар бир бирикма учун хос
бўлади.

Масс-спектр ёрдамида номаълум моддалар тузилишини, молекуляр
массасини аниқлаш, тадқиқот қилинаётган моддани маълум моддага кўра
идентификация қилиш ёки маълум моддалар аралашмасини ҳар бир модда
учун хос бўлган чўккилар интенсивлиги бўйича микдорий таҳлил қилишни
амалга ошириш мумкин.

2.5.5. Ӗзик-овкaт махсулотларини тадқиқот қилишининг

люминесцент усуллари

Бу усуллар моддаларни кўзгатувчи омиллар таъсирида ёруғлик нурлантириш қобилиятига асосланган.

Люминесценция, бу атом, ион, молекула ва бошқа мураккаб моддалар заррачаларини нурланиши бўлиб, бу уларни кўзгатиш ҳолатдан нормал ҳолатига қайтишида улардаги электронларни ўтиши натижасида рўй беради. Модда люминесценцияланиши учун унга маълум миқдорда ташқи энергия берилиши зарур. Модда заррачалари энергияни ютиб кўзгалган ҳолатга ўтишади ва бу ҳолатда маълум вақт давомида бўлишади. Кейин улар кўзгатиш энергияни маълум қисмини люминесценция квантлари сифатида бериб, тинч ҳолатига қайтади.

Ультрбинафша ва кўринадиган частоталар оптик диапазондаги ёруғлик нурлари таъсири остида пайдо бўладиган нурланиш фотолюминесценция деб номланади, у кўзгатиш даража кўриниши ва унда бўлиши вақтига кўра флюоресценция ва фосфоресценцияга бўлинади.

Флуоресценция — моддани мустақил нурланиш кўриниши бўлиб, у фақат нурлантириш вақтида давом этади. Агар кўзгатилиш манбаи ўчириб қўйилса нурланиш ҳам шу заҳоти тўхтади.

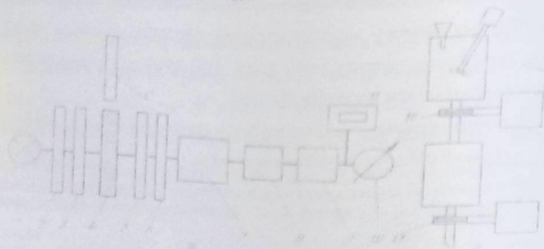
Фосфоресценция — моддани мустақил нурланиши бўлиб, у кўзгатувчи ёруғлик ўчириб қўйилгандан кейин давом этади.

Ӗзик-овкaт махсулотларини тадқиқот этишда флуоресценция ҳодисаси қўлланилади.

Люминесцент таҳлил (ЛТ) ёрдамида тадқиқот қилинаётган намунада концентрацияси 10^{-11} г/г бўлган модда мавжудлигини аниқлаш мумкин. Сифатий ва миқдорий ЛТ Ӗзик-овкaт махсулотларидаги баъзи витаминларни аниқлашда, сугдаги оксил ва ёғ миқдорини аниқлашда, гўшт ва балик янгилигини тадқиқот этишда, сабзавот, мевалар бузилишини диагностика қилишда ва овқатланиш махсулотларидаги консервантлар, дори

препаратлари, концентратлар ва пестицидларни аниқлаш
 фойдаланилади.

Сутдаги ёғларни аниқлаш сут-ёғ фазасини флуорохромлаштириш йўли
 билан яратиладиган иккиламчи флуоресценцияга асосланган, чунки сут ёғ
 мустақил флуоресценцияга эга эмас. Буёқ сифатида фосфин-3 гидрохлоридни
 0,05 % ли эритмаси ишлатиладики, у кайнаётган сувли ҳаммомда 1 минут
 давомида иситилганда ёғ шарчаларини танланма ва ҳажмий
 флуорохромлаштиради. Люминесценция интенсивлиги юпка катламда (1 мм)
 аниқланади. Сут ва сут маҳсулотларидаги ёғни флуоросцент усулда
 аниқлашга мўлжалланган ФЖМ-8 флуорометр (расм 2.48) оптик электрон
 ўлчаш блоки ва маҳсулот намунасини флуорохромлаштириш қурилмасидан
 иборат. Флуорохромлаштириш қурилмаси аралаштириш қурилмасига эга
 бўлган иккита аралаштириш камераларидан иборат. Қурилманинг 13
 камерасида тайёрланган маҳсулот, ишқор ва фосфин-3 гидрохлорид
 аралашмасини автоматик иситиш, 15 камерада эса уни 21 ± 1 гардустга
 совирилиши амалга оширилади. Намунани флуорохромлаштириш асбобида
 ишлов бериш 60-95 сек давом этади.



Расм 2.48. ФЖМ-8 сут флуоресцент ёғ ўлчашчигини блок схемаси:

а-оптик электрон ўлчаш блоки; б-флуорохромлаштириш қурилмаси; 1-
 нурланиш манбаи; 2, 3, 5, 6-светофилтрлар; 4-кювета; 4'-эталон намунаси;
 7-дастлабки кучайтиргич; 8-кучайтиргич; 9-фотоэлектрик кўпайтиргич; 10,
 11-кўрсаткичли (рақамли) индикатор; 12-аралаштиргич; 13-иситиш камераси;
 14, 16-бошқарув қурилмаси; 15-совитиш камераси; 17, 18-беркитиш
 клапанлари.



Оптик электрон ўлчати блоки кўринадиган спектр соҳасида қўзғатиладиган монохроматоренз флуорометр ва флуоросценция ўлчашидан иборат.

Тадқиқот қилинаётган намунада флуоросценцияни қўзғатиш учун 320-440 нм спектрал соҳадан фойдаланиш ва флуоросценцияни ўлчаш учун 520-580 нм спектрал соҳасини ажратиш мақсадга мувофиқдир.

Ёруклик оқими нурланиш манбаи (чўғланиш лампаси) 1 дан намунада 420 нм қўзғатиш спектрини ажратувчи ўзаро кесишган 2 ва 3 светофилтрлар орқали ўлчанаётган намуна жойлаштирилган шиша қювета (оптик қалинлиги 1 мм) 4 га берилади. Ёруклик оқимини тор спектри таъсири остида қюветада жойлаштирилган намунада флуоросценция ходисаси пайдо бўлади. Люминесценцияни талаб қилинадиган спектр соҳаси ўзаро кесишган 3 ва 6 светофилтрлар томонидан ажратилади ва улар 420 нм тўлқин узунлигидаги ёруклик оқимини ажратади. Флуоросценция интенсивлиги ФЭУ-26 фото электрон кўпайтиргичи 9 да ўлчанади. Фотокўпайтиргичи ток сигнали дастлабки кучайтиргич 7, кучайтиргич 8 га берилади ва кўрсаткичли 10 ёки рақамли 11 индикаторларда ўлчанади.

2.6. Хроматография асослари

2.6.1. Усули моҳияти ва турлари

Хроматография мураккаб моддалар аралашмасини ажратиш ва таҳлил этишни энг самарали ва универсал физико-кимёвий услуби ҳисобланади. ба таҳлил услуби турли тадқиқот соҳалари билан бир қаторда озиқ-овқат маҳсулотларининг таркиби ва сифатини ўрганишда ҳам кенг ишлатилмоқда. Айнан хроматографик услублар озиқ-овқат маҳсулотларини кимёвий таркиби, озиқавий тўлақонлигини ўрганишда, сақланувчанлигини башорат қилишда, уларни ҳиди ва хушбўйлигини аниқлашда, уларга қўшиладиган

қушумчаларни аниқлашда, умурдаги захарли кимёвий моддалар колд
микдорини ўрнатишда чуқур тадқиқотлар олиб бориш имкониятини яратади.

Хроматографик усулб мураккаб моддалар аралашмасини сорбция
усулблари ёрдамида динамик шароитларда ажратиш жараёни ҳисобланади.
Усулб асосида аралашма компонентларини танланган сорбентда турлича
сорбция қилинишидан фойдаланиш ғояси ётади. Бу усул 1903-1906 йилларда
рус олими М.С.Цвет томонидан кашф этилган бўлиб, у адсорбция
тамойилидан хлорофилни таҳлил этишда фойдаланган.

Текширилётган моддаларни адсорбловчи материал устуниш
(колелкада) турлича ютилиши сабабли рангли халқалар шаклида
ажралганидан Цвет бу усулни хроматография (юнонча хромо – бўёк, графо-
ёзаман) деб атади.

Хроматография кўпгина ажратиш усулларини камраб олади. Барча
хроматографик усуллар моддани иккита ўзаро аралашмайдиган фазалар
ўртасида тақсимлашга асосланган. Фазалардан бири ҳаракатсиз ва
харакатчан иккинчи фаза томонидан юшиб турилади. Ҳаракатсиз фаза
сифатида каттик жисмлар ёки суюқ лиолат, ҳаракатчан фаза сифатида эса
суюқлик ёки газ фойдаланилади. Демак, хроматографик усуллар ҳамма вақт
таркибида ажратиладиган моддалар мавжуд бўлган газ ёки суюқ фазани
ҳаракатсиз (тургун) сорбент орқали филтрланиб ҳаракатланиши билан
боғлиқ бўлади. Айнан аралашма компонентларини тургун ва ҳаракатчан
фазалар ўртасида турлича тақсимланиши сабабли уларни ажратилиши содир
бўлади.

Бу усул юқори даражадаги аниқлик билан кзисқа вақт давомида бошқа
усуллар ёрдамида бажариб бўлмайдиган кимёвий яқин бирикмаларни бўлиш
имкониятини яратганлиги туфайли мураккаб кимёвий таркибли озик-овқат
маҳсулотларини баҳолашда катта аҳамиятга эга.

Ҳаракатчан ва ҳаракатсиз фазалар турига кўра газ хроматографияси
(ГХ) ва суюқликли хроматографияга (СХ) бўлиш қабул қилинган. Газ
хроматографиясига ҳаракатчан фазаси газ, суюқлик хроматографиясига эса

харакатчан фазаси суюқлик ҳисобланган усуллар тегишли. Хроматографик усуллар иккала фазаларни агрегат ҳлатига боғлиқ ҳолда қаттиқ суюқликли (КСХ), суюқлик-суюқликли (ССХ), газ-адсорбцион (ГАХ) ва газ-суюқликли (ГСХ) бўлиши мумкин. Ажратиш механизми асосини ташкил этувчи жараёнлар табиатига кўра, яъни бўлинаётган аралашма таркибий қисмларини, ҳаракатчан ва турғун фазалар ўртасидаги ўзаро таъсир турига кўра хроматографияни куйидаги асосий вариантлари фаркланади: таксимловчи, адсорбцион, ион алмаштирувчи, молекуляр элак (гель ичига карувчи), аффин (яқинлик асосида), биоспецифик. Хроматографик усулларни уларда фойдаланиладиган ёрдамчи воситалари турлари бўйича таснифлаш ҳам кенг тарқалган. Бу ҳолда қоғоз хроматографияси, юпка қатламли хроматография, колонкали хроматография, газ хроматографияси фаркланади.

Хроматографик усулларни турли туманлиги сабабли уларни таснифлаш анча мураккабдир. Маълум шартлигига қарамадан 2.5-жадвалда келтирилган тасниф хроматографик усуллар вариантлари ўртасидаги боғлиқликни аниқлаш имконини беради.

2.5-жадвал

Хроматография турлари таснифи

Хроматография тури	Амалга ошириш шакли
Суюқликли (харакатчан фаза суюқлик)	
Қаттиқ-суюқликли	
адсорбцион	колонкали, юпка қатлам
ион алмаштирувчи	колонкали, юпка қатлам
молекуляр элак	колонкали, юпка қатлам
Суюқлик-суюқликли	
таксимловчи	колонкали, юпка қатламли, қоғозли
комплекс ҳосил қилинишидан фойдаланувчи	колонкали, юпка, қатламли
Газли (харакатчан фазаси газ)	

газ-адсорбцион	колонкали
газ-суюқликли (тексимловчи)	колонкали

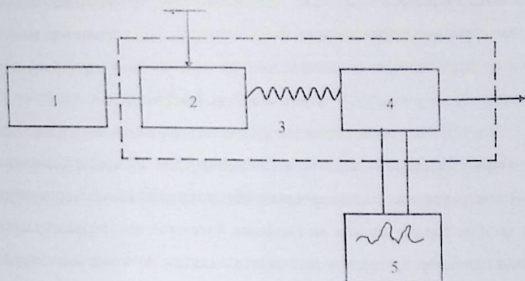
2.6.2. Газли хроматография

Газли хроматография турли органик ва анорганик бирикмалар аралашмаларини миқдор ва сифат бўйича таҳлил этиш усули ҳисобланиб, озик-овқат маҳсулотларини комплекс таҳлил этишда қўлланилиши керак. Усул 400-500 °С ҳароратларда парчаланмасдан ҳайдалиш қобилиятига эга бўлган газлар, суюқ ва каттик моддалар учун мўлжалланган. ГХ ёрдамида пиролизга мойил учувчи ҳосилаларга айлантирилиши мумкин бўлган бирикмалар таҳлил этилади.

ГХда аралашмани ажралиши сорбент орқали ўтаётган ҳаракатчан газ фазаси ёрдамида содир бўлади. Элтувчи газ сифатида колонка ҳароратида тургун фазда адсорбция қилинмайдиган ва эримайдиган ва аралашма ш таркибий қисмлари билан реакцияга киришмайдиган азот, гелий, аргон каби газлар ишлатилади.

Аралашма таркибий қисмларини ажралиши таҳлил этилаётган компонентлар газсимон аралашмасини хроматографик колонкадан каттик жисм юзаси ёки ҳаракатсиз суюқлик бўйича ҳаракатланишида турлича адсорбция қилиниши (ГАХ) ёки эрувчанлигига (ГСХ) асосланган.

Замонавий газли хроматограф автоматик асбоб ҳисобланиб, уш ишлатувчи персоналдан кўп операциялар бажарилишини талаб қилмайди. Газли хроматографни принципиал чизмаси расм 2.49 да келтирилган.



Расм 2.49. Газли хроматограф схемаси:

1-газ элтувчи манба; 2-буғлатгич; 3-колонка; 4-детектор; 5-ўзи ёзувчи қурилма

Газли хроматографияда намоён бўлиши усули қўлланилади. Тадқиқот этилаётган намунани талаб этиладиган миқдори махсус микрошприц ёрдамида олиниб, дозатор – буғлатгични резинали зичлаштирувчиси орқали газ-элтувчи оқимиغا киритилади. Дозатор – буғлатгичда намунадаги энг юқори қайнайдиغان компонент ҳароратига нисбатан $50-70^{\circ}\text{C}$ юқори ҳарорат яратилганлиги суяқ аралашмани тез ва тўлиқ буғланиши таъминланади. Буғланган намуна газ оқими билан колонкага узатилади ва колонка бўйлаб ҳаракатланади. колонкадаги ҳарорат тадқиқот этилаётган намунани буғ ҳолатида сақланишини таъминлайди.

Колонка орқали ўтишида аралашма компонентлари колонка ич тўлдирилган адсорбент томонидан адсорбция қилинади (ГАХ) ёки ише элтувчи юзасидаги ҳаракатсиз суяқ фазада эрийди (ГСХ). Аралашма компонентларини бир хил сорбция қилинмаслиги ёки суяқ фаза билан турлича ўзаро таъсири туфайли, уларни колонка бўйлаб турли тезлик билан ҳаракатланиши содир бўлади. Натижада сорбция қилинадиган ёки суяқ фазада юқори эрувчанликка эга бўлган компонент молекулалари ўз ҳаракатланишида орқада қолади, аксинча адсорбция қилинмайдиган ёки эрмайдиган компонентлар эса колонкадан биринчи бўлиб чиқади.

колонкадан юбиллаётган компонентлар детекторда, вақти боғлиқ бўлган сигналлар кўринишида қайд этилади. Бу сигналлар хроматографик ўзи ёзар қурилмасида қатор жойлашган чўккисимон чизиклар кўринишида ёзилади.

Газ элтувчи газ баллонидан редуктор орқали узатилади. Редуктордан чиқаётган газ доимий босим ва тезликка эга бўлсада, доимий босимни таъинлаш мақсадида редуктордан кейин махсус стабилизаторлар ўрнатилади. Газ элтувчи оқими тезлиги ва сарфини ўзгартиришлари ротаметрлар ёрдамида аниқланади ва улар газни системадан чиқишида, яъни детектордан кейин ўрнатилади. Хроматографик колонкани самардорлиги газ-элтувчи тезлигини тўғри танлашга боғлиқ. Узунлиги 3 м ва ички диаметри 3 мм колонкадаги газ элтувчини оптимал тезлиги $30-50 \frac{мл}{мин}$ ташкил этади.

Намуналарни колонкага тўғри киритиш ўта муҳим ҳисобланиб, хроматографик чўккисимон чизик шаклини белгилайди. Одатда, майда зирка ва симметрик чўккисимон чизиклар олинishi кам ҳажмдаги ва юқори концентратсияли намуна киритилганда кузатилади. Суёқ намуналарни киритиш учун ҳажми $1-2 \mu l$ бўлган махсус микрошприцлар ёки оддий медицина шприци ишлатилади. Тадқиқот этилаётган суёқ намуна шприц олингач, уни игниси ёрдамида буглаттич киришидаги ўзи зичланидиган резинали тикин тешилади ва маълум ҳажмдаги намуна киритилади. Бунда газ элтувчи оқими тўхтатилмайди. Буглаттичдаги ҳарорат намунани катта тезлик билан бугланишини таъминлаган ҳолда тадқиқот этилаётган молекула тузилишини ўзгартирмаслиги лозим.

Хроматографик муҳим қисмларидан бири колонкалар ҳисобланиб, улар тадқиқотчи томонидан тайёрланади. Тўлдириладиган (ГАХ ва ГСХ да) ва капилляр колонкалар (ГСХ да) мавжуд.

Тўлдириладиган колонкаларни диаметри 3-6 мм ва узунлиги, тадқиқот этилаётган махсулот таркибига боғлиқ ҳолда, 20 см дан 8 м гача бўлган сангламайдиган пўлат, мис, алюминий ва шишадан тайёрланади. Узунлиги 3 м бўлган колонкаларда коникарли ажратишга эришиш мумкин. Қий



ақраладиган аралашмалар билан ишишида узун колонкалардан фойдаланиш
тавсия этилади.

Ички диаметри 0,01-0,5 мм бўлган капилляр колонкаларни узунлиги
30-100 м ва ундан юкори бўлиб, уларда киска вақт давомида намуналарни
жуда юкори ажралиш самарадорлигига эришиш мумкин.

Колонкадаги харакатсиз фазани икки тури маълум: қаттик адсорбент ва
қаттик элтувчи ёки капилляр трубкани ички деворига сурқалган учмас
суюклик.

ГАХда колонкалар активлаштирилган кўмир, силикагель, алюмин
оксиди каби қаттик адсорбентлар билан тўлдирилади. ГСХда тўлдириладиган
колонкалар учун катта инерт юзага эга бўлган қаттик элтувчи зарур бўлади.
Улар харакатсиз суюк фазани юпка қатлами билан копланди. Бу элтувчилар
таҳлил этилаётган моддани суюклик плёнкаси орқали адсорбция қилмаслиги
лозим, яъни улар бевосита сорбция жараёнларида иштрок этмайдилар.
Уларни вазифаси тургун суюк фазани у орқали газ окими ўта оладиган
ҳолатда сақлаш ҳисобланади. Қаттик элтувчи заррачалари маълум ўлчамга
эга бўлган ячейкали структурага эга бўлиши керак. Бунда уларни бир
жинслилиги ҳам катта аҳамиятга эга бўлиб, чунки бу ҳолат газ элтувчи
оқимини бир текислигини таъминлайди. Қаттик элтувчилар сифатида
керамик материаллар грануланган полимерлар, шишали бисер ва бошқалар
ишлатилади.

Капиллярли колонкаларда суюк харакатсиз фаза билан трубкани ички
девори копланди. Демак, капиллярни ички девори қаттик элтувчи сифатида
хизмат қилади.

Етарлича танлама хусусиятига эга бўлган тургун суюк фазани (ТСФ)ни
танлаш ҳам маълум кийинчиликлар билан боғлиқ. ТСФ ажратиладиган
компонентлар учун яхши эритувчи ва колонкани ишчи хароратида чидамли
бўлиши керак.

ТСФ сифатида ишлатиладиган турли органик моддаларни куйидаги уч
гурухга ажратиш мумкин:

- таъминлаб олинишига кўра углеводородларни мураккаб аралашма хисобланган кутбланмаган моддалар: вакуумли майлар, алкен скваленлар, диметилполисилоксанлар ва бошқалар (углеводород кислоталар эфирларини ажратиш учун);
- кучсиз кутбланган моддалар хисобланган баъзи силикон полимерлар, юқори молекулр спиртлар эфирлари ва икки асос кислоталар: дибутилфталат, динонилфталат, диоктилбацин трикрезилфосфат (турли синфга мансуб углеводородлар гомолог изомерларини, спиртлар, альдегидлар, эфирлар ва пастмолекула кислоталарни ажратиш учун);
- кучли кутбланган полигликоллер (спиртлар, альдегидлар, дикетонлар, кетокислоталарни ажратиш учун) полиэтиленгликольсукцинат, полиэтиленгликольадипинат каби икки атомли спиртлар ва икки асосли кислоталар полиэфирлари (ёғ кислоталари эфирлари, аминокислоталар, терпенлар ҳосилаларини ажратиш учун).

ТСХда колонкани ишга туғри тайёрлаш ўта муҳим хисобланади. Колонка тўлдирилиши олдида дастлаб сузёлтирилган хлор кислотаси (1:10) сўнгра сув, ацетон, эфир билан ювилиши ва шундан кейин қуритилиши керак.

Шуни таъкидлаш лозимки, колонкада моддаларни тақсимлаш коэффициентига уни ҳарорати ҳам таъсир этади. Колонка ҳароратини ошириб, компонентни чиқиб вақтини пасайтириб, ажратишни ёмонлаштиради. Одатда, колонкани ҳарорати аралашмани ўртача қайнаш ҳароратига тоғайлаштириб белгиланади. Колонка ҳароратини танлашда, шунингдек, фойдаланилаётган суёқ фазани юқори ва қуйи ишчи ҳароратлари мувофиқ эътиборга олиниши керак.

ТСФ миқдори элтувчи заррачаларини юпка, бир хил қатлам билан қоплаш учун етарли бўлиши керак. Суёқ фаза миқдорини оширилиши ёмонлаштиришига ёмонлаштирилади, аммо етарли миқдордаги колонка самарадорлигини пасайтиради, намуналарни парчаланишига олиб келади. Бундан ташқари, суёқ фаза миқдорини

анлашда намунани учувчанлиги ҳам инobatта олинishi зарур. Суюк фа-
миклори элтувчи массасига нисбатан паст учувчан моддалар учун 3-10 %
юкори учувчан моддалар учун эса 20-30 %ни ташкил этади.

Элтувчи массаси куйидаги формула буйича хисобланади:

$$V = \pi \cdot r^2 \ell$$

бу ерда V - колонкани тўлдириш учун зарур бўлган элтувчи ҳажми;

r - колонкани ички диаметри, см;

ℓ - колонка узунлиги, см.

Суюк фазани хисобланган миклори каттик элтувчини фақат ҳўллаш
учун старли бўлган микдордаги эритувчида эритилади. Олинган суюк фаза
эритмаси хисобланган элтувчи массаси билан чинни идишчаларда, эритувчи
хидсиз энгил сочилувчан масса хосил қилингунча яхши аралаштирилади.
Колонка сорбент билан тўлдирилгач, уни учлари 8-12 мм чуқурликда
шишали пахта билан тўлдирилади ва унга хроматограф термостати шаклига
мос келувчи спирал кўриниши берилади. Тайёрланган колонка тахлил
ўтказиш олдидадан уни сорбция қилинган бегона моддалардан озод қилиш ва
суюк фазасини стабиллаш мақсадида элтувчи газ окимида термик ишловдан
ўтказилиши керак. Колонкани истиш ҳарорати уни ишчи ҳароратидан 10-20
°C юкори, шу билан биргаликда суюк фазани юкори ҳарорат чегарасидан
паст бўлиши керак.

Газли хроматографни навбатдаги муҳим қисми детектор хисобланади.
Детектор элтувчи газ окимидаги компонентларни сезади ва уни май
микдорлари хақидаги маълумотни қайд этувчи қурилмага узатади. Детек
майда инерцияликка, универсалликка ва юкори сезирликка эга бўлиши
керак. Барча мавжуд детекторлар дифференциал ва интеграл детекторларга
бўлинади. Дифференциал детекторлар қандайдир тавсифларни бир зумли
ўзгаришларини узатса, интеграл детекторлар эса бу ўзгаришларни маълум
вакт давомида суммалайди.

Дифференциал детекторларни энг тарқалган тури катарометр ёки
термокондуктометрик ячейка хисобланади. Уни иш принципи тоза элтувчи

... ва колонкадан чиқаётган, таркибида ажратилган компонентлар аралашмаси мавжуд бўлган, элтувчи газ оқимлари иссиқлик ўтказувчанликларини ўзаро таққослашга асосланган. Аралашмани (элтувчи газ+компонент) иссиқлик ўтказувчанлиги компонент концентрациясига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Ушбу детекторлар элтувчи газ оқими тезлигини ўзгаришларига сезgir ҳисобланади. Шунинг учун ушбу катталик диққат билан назорат қилиниши керак. Бундан ташқари, катарометр кўрсатишларини катталиги буғ концентрациясини ўзгаришлари сарин ҳамма вақт ҳам чизикли ўзгармайди. Бу эса миқдорий таҳлил учун тегишли диапазонда таркиби маълум аралашмалар бўйича калибровка ўтказилишини тақозо этади.

Дифференциал детекторларга термохимёвий, алангали ва ионизацион детекторлар ҳам тегишли. **Термохимёвий детекторлар** газни платинали сим юзасида каталитик ёниши иссиқлик эффектини ўлчашга асосланган. Алангали детекторларни иш принципи эса водород алангаси узунлиги ва хароратини унга берилаётган тадқиқот этилаётган аралашма таркибида органик моддалар мавжуд бўлишига кўра ўзгаришидан иборат. Аланга устида жойлаштирилган термометр харорат ўзгариши ҳақидаги маълумотларни қайд этувчи қурилмага узатади.

Ионизацион детекторлар газни ионизацион хусусиятларини ўлчашга асосланган бўлиб, ўта сезgir ҳисобланади. Тадқиқот этилаётган газ молекулалари ионизациясини вакуумдаги электрик разряди таъсирида электр майдондаги алангада ва радиоактив нурланиш таъсири остида юзага келтириш мумкин. Лаборатория амалиётида алангали – ионизацион детекторлар кенг тарқалган бўлиб, у водород алангасида ионизация қилишга асосланган. Бунда колонкадан чиқаётган оқимга водородни доимий сарфи киритилади ва ҳосил қилинган аралашма герметик камерада ёндирилади. Тоza водород ёнишида камерада ҳосил бўлаётган ионлар миқдори жуда кам бўлиб, углерод атомларига эга бўлган моддалар мавжуд бўлганида ионлар миқдори кескин ошади. Алангада ҳосил бўлаётган ионлар ток ҳосил қилади,



ду билан бирга ионизацион ток кучи горелкага келиб тушаётган модда микдорига пропорционал. Ушбу ионизацион ток кучайтирилиб, потенциометрда автоматик ёзиб борилади. Алангали – ионизацион детекторлар катарометрларга нисбатан юқори сезгирликка эга. Шунини таъкидлаш лозимки, ушбу детектор деярли барча органик бирикмаларга сезгир бўлиб, доимий газ ва сувга сезгир эмас. Детектор сигнали кенг диапазонда модда концентрациясига нисбатан чизиклидир. Алангали-ионизацион детекторларни юқори сезгирлиги ва кенг чизикли диапазони уни ошқ-овқат маҳсулотларини таҳлил этишда фойдаланилишига олиб келди.

Электронларни тутиб олувчи детектор бошқа детекторлардан фаркли равишда ток кучи ошишини эмас, балки уни камайишини ўлчайди. Детектор орқали ўтаётган азот молекулалари радиоактив β -нурлар таъсирида ионизация қилинади ва секин электронлар ҳосил қилинади. Доимий кучланиш таъсири остида бу электронлар анодга интилади. натижада доимий ток ҳосил бўлади. Электродлар ўртасидаги фазага озод электронларни тутиб олувчи молекулаларга эга бўлган намуна компонентлари киритилса, ток кучини пасайиши рўй беради.

Ушбу детектор электронларни тутиб олувчи моддаларга (алкилгалогенидлар, нитратлар, металл органик бирикмалар) нисбатан ўта сезгир бўлиб, углеводород, спирт ва кетонларга сезгир эмас ва унчалик катта бўлмаган чизикли диапазонга эга. Бу эса уни оддий микдорий аниқлашлар учун фойдаланиш имконини бермайди. Шунга қарамадан бу детекторлар хлор ва фосфор органик кимёвий захарли моддаларни микро- ва субмикромикдорларини аниқлашда ўта ахамиятлидир.

Хроматограммани алоҳида чўққисимон чизикларига мос келувчи аралашма компонентларини сифатий идентификация қилишни турли услублари маълум.

Компонетни чиқиш катталигига кўра идентификация қилиш. ГХ асосий тавсифларидан бири берилган компонентни чиқиш вақти (t) ҳисобланиб, у намунани киритилишидан бошлаб тегишли чўққисимон чизик

маълумотнинг пайдо бўлишигача ўтган вақтни ифода қилади. Бундан ташқари, ҳаво чўққисимон чизигини (ёки ионизацион детектор учун эритув чўққисимон чизигини олд чегараси) пайдо бўлиши моментида тегиш чўққисимон чизик максимумини чиқишигача ўтган вақтни, яъни нисбатан чиқиш вақтини (t_R) билиш ҳам муҳим ҳисобланади. Ҳар бир компонентнинг чиқиш вақтига чиқиш ҳажми (V_R), яъни намунани киритилишидан бошлаб чўққисимон чизик максимумини пайдо бўлишигача колонкадан ўтган газнинг ҳажми мос келади. Юқорида келтирилган t_R ва V_R моддани берилган таҳлил шартларида тааллуқли бўлган тавфифлар ҳисобланади.

Энг ишончли кўрсаткич нисбий вақт (t_R^{rel}) ёки ҳажм чиқиши (V_R^{rel}) ҳисобланиб у берилган компонент вақти ёки ҳажми чиқишини стандарт сифатида қабул қилинган маълум модда тегишли кўрсаткичларига нисбатан сифатида аниқланади. Нисбий чиқиш колонкани узунлиги, газ оқими тезлиги ва тургун фаза миқдорига боғлиқ бўлмай, у фақат колонка ҳарорати ва сув фаза табиатига боғлиқдир. Шунинг учун хроматограмма чўққисимон чизикларини идентификация қилиш нисбий чиқиш бўйича ўтказиш мақсадида мувофиқ ҳисобланади.

Моддаларни стандарт аралашмалари ёрдамида идентификация қилиш. Бу усулда тадқиқот этилаётган аралашма компонентларини чиқиш катталиклари олдидан маълум моддаларни хроматография этишида олиштириш тегишли катталиклар билан солиштирилади. Ушбу усул, борлиги таҳлил этилаётган ҳамма моддалар таҳлил этилаётган аралашмада фақат тоза ҳолда бўлганидагина ишлатилиши мумкин.

Логарифмик боғлиқликлар бўйича идентификация қилиш. Ушбу усул маълум ҳароратда нисбий чиқиш ҳажми ва бир гомологик катталик доирасида занжирдаги утлерод атомлари сони ўртасида чизиклик боғлиқлиги мавжуд бўлишига асосланган.

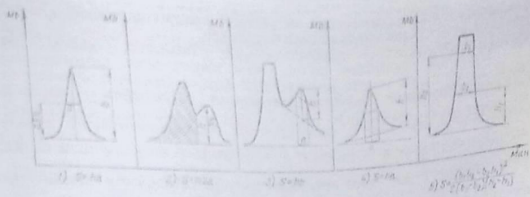
Дифференциал детекторлар ёрдамида хроматограммани миқдорини таҳлил этиш кайд этилган чўққисимон чизик юзасини аниқлаш асосланган, чунки бу юза компонент концентрациясига пропорционалди.

Аммо, дифференциал детектор сигналини таҳлил этилаётган модда табиати ва бeғликлиги ҳам маълум. Шунинг учун аниқ миқдорий натижалар олишда детекторни аниқланаётган моддаларга нисбатан индивидуал сезгирлигини билиш керак. Бу мақсадда детектор таркиби маълум аралашмалар бўйича калибровка қилинади ва сўнгра ҳисобларда тузатиш коэффициентини киритилади. Ушбу коэффициент компонент концентрацияси ва унга мос келувчи чўккисимон чизик ўртасидаги пропорционалликни аке эттиради.

Хроматографик чўккисимон чизик юзасини аниқлашнинг куйидаги усуллари мавжуд:

- чўккисимон чизик баландлигини уни ўрта баландлигида ўлчанган энига кўпайтмаси йўли билан; агар чўккисимон чизиклар симметрик ёки деярли симметрик бўлганда, усул юқори аниқлиги билан ажралиб туради;
- коғоздан кириб олинган чўккисимон чизикларни тортиш йўли билан;
- ўзи ёзар қурилмаларга бевосита уланган интеграторлар ёрдамида.

Тўлиқ ажратилмаганда ҳосил қилинган, бир-бирини камраб олувчи, кам миқдордаги компонентлар ҳосил қилган ва бошқа шаронларда олинган хроматографик чўккисимон чизиклар юзаларини аниқлаш ўзига хос хусусиятларга эга (расм 2.50).



Расм 2.50. Хроматографик чўккисимон чизиклар юзаларини ҳисоблаш: 1-симметрик; 2-бир-бирини қисман ёнувчи; 3-кичик аралашма чўккисимон чизиги; 4-нол линияси огганида; 5-шкаладан ошиб кетган

Хроматограммани ҳисоблаш ва миқдорий натижалар олиш учун ички стандарт, ички нормаллаштириш ва абсолют калибровка усулларида кенг фойдаланилади.

Ички нормаллаштириш усули аралашма компонентлари ўртасидаги нисбатларни аниқлашга қаратилган. Шунинг учун аралашмадаги қандайдир компонентни аниқлашни асосий шарт: намунадаги барча компонентлар элюция қилинади ва уларни ҳар бирига нисбатан детектор сезгирлиги бир хил деб фарз қилиш ҳисобланади.

Бунда барча чўккисимон чизиклар юзалари 100 % деб қабул қилинади ва ҳар бир чўккисимон чизикни юзаси умумий юзага нисбатан фоизларда ҳисобланади. Ҳисоб қуйидаги формула бўйича олиб борилади:

$$x_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \cdot 100\%$$

бу ерда x_i - компонент i -ни фоизларда ифодаланган миқдори;

S_i - компонент i -га мос келувчи чўккисимон чизик юзаси;

$\sum_{i=1}^n S_i$ - барча чўккисимон чизиклар юзаси.

Ички нормаллаштириш усулини авфзаллиги киритиладиган намуналарнинг аҳамиятга эга эмаслиги ҳисобланади, аммо бу усул ҳамма вақт ҳам аниқ ва объектив маълумотлар бермайди.

Ишончли натижалар олиш учун ажратилган компонентларга мос келувчи чўккисимон чизиклар юзаларини детекторни уларга нисбатан сезгирлигини ифодаловчи калиброванган коэффициентларга қўпайтмасини аниқлаш керак бўлади.

$$x_i = \frac{K_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n K_i \cdot S_i} \cdot 100\%$$

бу ерда K_i - детекторни берилган компонентга бўлган сезгирлигини ифодаловчи коэффициент.



Ички стандарт усули тахлил этилаётган аралашма намунасига "ички

стандарт" деб номланувчи моддани аниқ миқдорини солишга асосланган. Ички стандарт сифатида ишлатиладиган модда тахлил этилаётган аралашмада эрувчан бўлиши керак, уни чўккисимон чизиги эса аралашма компонентлари чўккисимон чизикларидан тўлиқ ажралган ҳолда уларни юзалари билан ўзаро солиштириш мумкин бўлган юзага эга бўлиши лозим.

Дастлаб тахлил этилаётган намуна алоҳида компонентларни ва ички стандартни миқдорлари аниқ бўлган сунъий аралашмалар тузилади ва улар хроматография қилинади. Сўнгра аралашмани берилган компонентларига мос келувчи чўккисимон чизиклар юзалари ўлчанади ва ушбу модда учун тузатиш коэффициенти ҳисобланади:

$$k = \frac{S_{cm} \cdot g_i}{S_i \cdot g_{cm}}$$

бу ерда k - берилган моддани тузатиш коэффициенти;

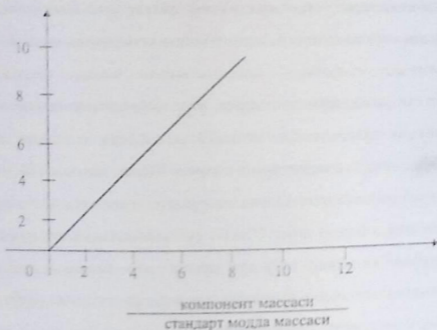
S_{cm} ва S_i - стандарт модда ва тахлил этилаётган модда чўккисимон чизиклари юзалари;

g_{cm} ва g_i - сунъий аралашмадаги стандарт модда ва тахлил этилаётган модда массалари.

Олинган натижалар асосида калибрланган график тузилади (расм 2.51).

Кейинги босқичда тахлил этилаётган аралашмага маълум миқдордаги стандарт модда солиниб хроматографдан ўтказилади. Олинган хроматограммада стандарт модда чўккисимон чизиги юзаси (S_{cm}), тахлил этилаётган моддаларни бирига мос келувчи чўккисимон чизик юзаси (S_i) ўлчанади ва калибрланган график бўйича тахлил этилаётган модда массасини стандарт модда массасига бўлган нисбати топилади. Стандарт модда массасини билган ҳолда аниқланаётган модда концентрациясини осон ҳисоблаш мумкин.

компонент чўққисимон чизиги юзаси
 стандарт чўққисимон чизиги юзаси



Расм 2.51. Ички стандартни нисбий калибрлаш графиги

Аралашмадаги қолган компонентларни миқдорлари қуйидаги формулага кўра ҳисобланади:

$$x_i = \frac{K_i \cdot S_i}{K_{см} \cdot S_{см}} \cdot R \cdot 100\%$$

бу ерда K_i ва $K_{см}$ - аниқланаётган компонент ва стандарт моддани тузатиш коэффициентлари;

S_i ва $S_{см}$ - тегишли чўққисимон чизиклар юзалари;

R - ички стандарт массасини таҳлил этилаётган намуна массасига бўлган нисбати.

Абсолют калибрлаш усули чўққисимон чизик баландлиги ёки юзасини аралашмадан тегишли компонент миқдорига боғлиқлиги асосланади. Бунинг учун хроматографга бирин кетин таҳлил тилаётган моддани турли аниқ ўлчанган миқдорларини кирита туриб, уларга мос келувчи чўққисимон чизиклар юзалари ўлчанади ва калибрланган график (расм 2.52) тузилади. Сўнгра номаълум таркибли аралашмани аниқ ўлчанган миқдори хроматография қилиниб, график бўйича таҳлил этилаётган модда чўққисимон чизиги юзасига (S_i) кўра уни аралашмадаги концентрацияси

опилади. Ушбу усул старлича оддий бўлиб, уни аниқлиги хроматогра-
 режимини доимийлигига ва эталон аралашмаларни синчиклаб тайёрлаш ва
 таҳлил этилишига боғлиқ. Абсолют калибрлаш усули аралашмадаги бир ёки
 бир неча компонентларни аниқлашда, шунингдек микроқўшимчаларни
 аниқлашда кенг қўлланилади.

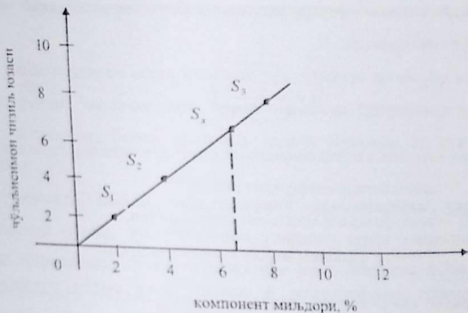


Рис. 2.52. Абсолют калибрлаш графиги

2.6.3. Суёқликли хроматография

Охирги йилларда эритмалар учун сезгир детекторларни, катта
 босимларга мўлжалланган механик чидамли адсорбентларни яратилиши
 туфайли СХ кенг ривожланмоқда. Шунинг учун ҳозирги кунда суёқликли
 хроматография ГХ га хос авфзалликларга (катта ажралиш тезлиги, юқори
 сезгирлик, молекуляр оғирлиги 300-500 дан бир неча миллионгача бўлган
 моддалар аралашмасини ажратиш имконияти) эга бўлмоқда.

Қоғоздаги тақсимловчи хроматография. Қоғоздаги хроматография
 ССХни бир кўриниши ҳисобланади. Аралашма таркибига кирувчи
 моддаларни ажарлиши иккита ҳаракатчан ва турғун суёқ фазалар ўртасида
 кечади. Бунда ҳаракатчан фаза сифатида сув билан тўйинтирилган органик

Эритувчи ва турғун фаза сифатида эса махсус филтер коғози томонидан ушлаб туриладиган сорбцион сув хизмат қилади. Усулни асосини ажратиладиган моддаларни иккита ўзаро аралашмайдиган суюқ фазалар ўртасида турлича тақсимланиш коэффициентига эга бўлиши таъкил этади.

Тақсимланиш коэффициенти сувли фазадаги модда концентрациясини сувсиз фазадаги модда концентрациясига нисбати ҳисобланади. У қуйидаги формулага кўра аниқланади:

$$\alpha = \frac{C_s^{M_2/M_1}}{C_{\text{свсиз}}^{M_2/M_1}}$$

бу ерда α - моддани иккита аралашмайдиган суюқликлар ўртасида тақсимланиш коэффициенти;

C_s - сувли фазадаги модда концентрацияси;

$C_{\text{свсиз}}$ - сувсиз фазадаги модда концентрацияси.

Тақсимланиш коэффициенти α аратиладиган модда структурасига боғлиқ бўлиб, уни хроматограммадаги ҳолатини белгилайди. Бунда α кийматини ошириш моддани хроматограммадаги тезлигини пасайишига олиб келади. Агар сувли фаза қандайдир инерт модда (целлюлоза) томонидан маҳкам ушлаб турилса, унда у ҳаракатсиз бўлади. Бу ҳолда сувсиз фаза ҳаракатчан бўлиши керак ва сувли фаза орқали ўтиши керак. Бунда сувсиз фаза ўз ҳаракати йўлида таҳлил этилаётган моддаларни танланма тақсимлайди.

Тажриба яқунлангач, моддаларни хроматограммадаги (коғоздаги) ҳолати ҳаракатчанлик коэффициенти R_f билан тавсифланади. R_f мазкур модда зонаси силжиган масофани эритувчи фронти силжиган масофага бўлган нисбати сифатида аниқланади. Ўлчашлар сантиметрларда амалга оширилади. Эритувчи ҳаракатланиш тезлигини таҳлил этилаётган модда ҳаракатланиш тезлигигача, нисбатан ҳар доим юқорилдиги сабабли R_f киймати одатда 1 дан кичик бўлади. R_f ёрдамида тадқиқот этилаётган озик-овқат маҳсулотларини моддалари идентификация қилинади.



Хроматографик таҳлил ўтказишда таҳлил этилаётган моддалар аралашмаси (ёки уларни ҳосилалари) аниқ ўлчанган миқдорда калибрланган микропипетка ёрдамида хроматографик коғозни старт чизигига иложи борича майда юзага эга бўлган доғ ёки йўлча кўринишида ўтказилади. Аралашмани бир қисми эритган моддаларини коғоз томонидан қайтмас сорбцияланиши олдини олиш мақсадида у совуқ ҳаво оқимида қуритилиши керак.

Ишлатиладиган коғоз кимёвий тоза бўлиши лозим. Бу мақсадда коғоз уни анорганик аралашмалари билан комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи турли реагентлар билан қўшимча ишлов берилади ва сув билан яхши ювилади.

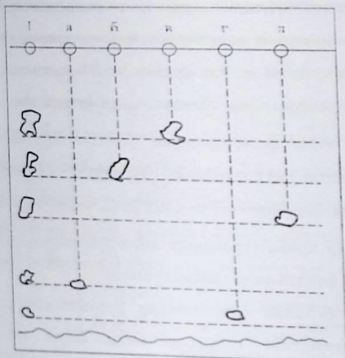
Саноатда ишлаб чиқариладиган хроматографик коғозлар турли қалинликда бўлиб, эритувчиларни улардаги турли ҳаракатланиш тезлиги билан фарқланади. Элтувчи сифатида ишлатиладиган коғоз хроматобокс атмосферасига мослаштирилиши керак. Бунинг учун таҳлил этиладиган моддалар аралашмаси доғлари туширилган коғоз эритувчи буглари билан тўйинтирилган камерада 10-14 соат давомида сақланади.

Тўйинтириш якунлангач, коғозни моддалар аралашмаси томизилган жой яқинидаги тасмасини чет қисми турғун фаза билан тўйинтирилган ҳаракатчан фазага туширилади, камера яна зич маҳкамланади ва хроматограммани ривожланиши жараёни бошланади. Эритувчини таҳлил этилаётган моддалар аралашмаси орқали узлуксиз ўтиши хроматографияда хроматограммани ривожланиши ёки намоён бўлиши деб юритилади. Ҳаракатчан эритувчи коғоз бўйлаб капилляр кучлар (юқорига интилувчи хроматография) ёки гравитацион кучлар (пастга интилувчи хроматография) таъсирида ҳаракатланади. Бундаги энг асосий шарт эритувчи концентрациясини доимий сақланиши бўлиб, бунга таҳлилни эритувчини бугланиши натижасида уни концентрацияси ўзгариши олдини олувчи герметик ёпиладиган идишларда ўтказилиши орқали эришилади. Бундан ташқари, яхши натижалар олиш учун хроматографик жараёнини ўзгармас

лароратлерга олиб бориш зарур бўлади. Аралашма компонентларини ажратиши юқорида таъкидланганидек, уларни турли тақсимланиш коэффициентига эга бўлишлари сабабли содир бўлади. Хроматографик натижасида таҳлил этилаётган моддалар аралашмаси қоғоз бўйлаб алоқидоғлар кўринишида тақсимланади. Одатда хроматограммани ривожлантириш эритувчи fronti коғозини охирида 1-2 см масофа қолган ҳолатига эришгунича давом эттирилади. Моддаларни яхши ажратиши учун хроматограмма биринчи ривожланишдан кейин қуритилади ва сўнгра ўша эритувчида (баъзи ҳолларда бошқа эритувчи ишлатилади) ривожлантириш яна қайтарилади.

Ривожлантириш натижасида олинган хроматограммадаги эритувчи қуритиш йўли билан чиқариб юборилиши керак. Шундан сўнг таҳлил этилаётган моддаларни рангли намоён қилиш ва идентификациялаш мумкин. Рангли намоён қилиш қуритилган хроматограммани таҳлил этилаётган моддалар билан бўялган комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи тегишли реактивлар билан ҳўлашдан иборат. Шунда рангсиз хроматограммада тадқиқот этилаётган моддаларни тақсимланиш жойларида, рангли доғлар ва йўллар ҳосил бўлади.

Моддаларни идентификация қилишда параллел равишда олдиндан маълум бирикмаларни зарур концентрациядаги эритмалари (гувоҳлар) тайёрланади ва ўша коғозда тадқиқот этилаётган эритма билан ёнма-ён ҳар 1,5-2 см да уларни доғ кўринишидаги шундай томчилари томзилади. Хроматограмма ривожлантирилгач ва рангли намоён қилингач, бир хил бирикмалар коғозда бир даражада бўлишади (расм 2.53). Расм 2.53 да келтирилган шартли хроматограммадан кўриниб турибди-ки, гувоҳлар ёрдамида тадқиқот этилаётган эритма таркибидаги моддаларни очиш ва уларни хроматограммадаги жойлашиш таркибини аниқлаш мумкин.



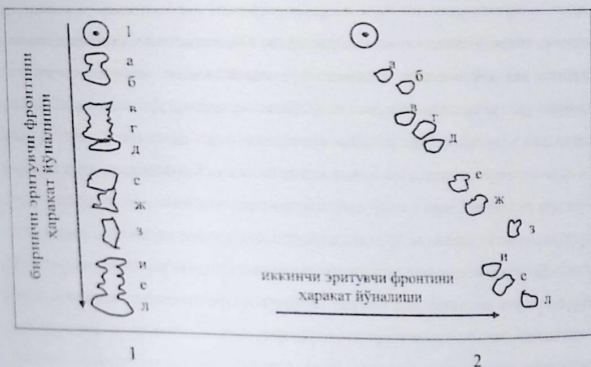
Расм 2.53. Қоғозда
ғувохлар ёрдамида
хроматографиялаш:
1 - тадқиқот этилаётган
эритмани томизилган
томчиси;
а, б, в, г, д - шартли
моддалар (ғувохлар).

Аниқлаш техникасига кўра бир ўлчовли, икки ўлчовли ва айланма хроматографияга ажратилади.

Бир ўлчовли хроматография юқорида келтирилгандан деярли фарқланмайди. Энг аввал намуналар сони ҳисобланади, сўнгра эса, эритма қоғоз четидан 1 см дан кам бўлмаган масофада, кейинги эритмалар эса бири-биридан 1,5-2 см узокликда томизилишини ҳисобга олган ҳолда, зарур бўлган кенгликдаги фильтр қоғози тасмалари киркиб олинади. Қоғоз узунлиги уни зичлиги ва камера ўлчамларига боғлиқ. Одатда 35-50 узунликдаги қоғоз олинади. Қоғозни бир четидан 4-5 см масофада одатда рақамланган қалам ёрдамида чизик чизилади ва унда майда доирача шаклида эритмаларни томизилиш жойлари белгиланади. Хроматографик таҳлилни кейинги босқичлари юқорида келтирилган тартибда амалга оширилади. Шунини таъкидлаш керакки, **настга интилувчи хроматографияда** қоғозни доғлар туширилган томони эритувчи солинган идишга маҳкамланади ва эритувчи fronti қоғоз бўйлаб юқоридан настга қараб ҳаракатланади. **юқорига интилувчи хроматографияда** эритувчи сорлинган идиш камерани тубида жойлаштирилади. Кейин қоғозни доғлар

туширилган томони пастга киратиб осилтирилади ва коғозни пастки чекка эритувчига ботирилади. Бунда эритувчи капилляр кучлар таъсирида аста-секин юқорига кўтарилади, туширилган доғлар орқали ўтиб моддаларни ўз харакатланиши йўлида тақсимлайди. Бир ўлчовли хроматография R_f кийматига кўра бир-бирдан катта фаркланадиган унчалик кўп сонли бўлмаган моддаларни ажратишда қўлланилади. Тадқиқот этилаётган моддалар ўз структурасига кўра бир-бирига ўхшаш бўлиб, жуда яқин R_f кийматларига эга бўлишса, улар хроматограммада аниқ ажралмаса, унда икки ўлчовли хроматографиядан фойдаланиш тавсия этилади.

Икки ўлчовли хроматографияда бир ўлчовли хроматографиядан фаркли равишда тадқиқот этилаётган моддалар икки марта турли эритувчиларда ривожлантирилади. Бунда биринчи ривожлантириш бир ўлчовли хроматография каби вертикал йўналишда олиб борилса, иккинчи ривожлантириш эса биринчи эритувчи куруттиш йўли билан чиқариб юборилгач, бошқа эритувчида биринчи эритувчи фронтини йўналишига нисбатан горизонтал ҳолда амалга оширилади. Иккинчи хроматографияда бошқа камерада ўтказилади. Хроматограммани ривожлантириш якунлангач, коғоз камерада чиқариб олинади, эритувчини чиқариб юбориш мақсадида курутилади ва рангни намоён этиш ўтказилади. Икки ўлчовли хроматографияни ўтказишда тадқиқот этилаётган моддалар концентрацияси бир ўлчовли хроматографияга нисбатан 2-3 марта юқори бўлиши керак ва тадқиқот этилаётган эритмани фақат биргина доғи коғозни чап бурчак томонларидан 5 см масофада тувирилади. Коғозни ўлчами 50-55 см ни ташкил этади.



Расм 2.54. Моддаларни эритувчиларда жойлашшиши:
1-биринчисида; 2-иккинчисида.

Тахлил ўтказишдан олдин шундай эритувчилар жуфти танланиши керакки, уларда намунадаги моддаларни R_f киймати ўзаро етарлича фаркланиб турсин. Хроматографиялаш якунлангач, тадқиқот этилаётган моддалар рангли намоён этилади ва хроматограммада бир бирикма учун олдиндан ҳисобланган R_f кийматларга кўра тадқиқот этилаётган моддалар идентификация қилинади. R_f ни аниқлаш учун гувоҳлар дастлабки ўхшаш хроматографиядан ўтказилган бўлиши керак. Расм 2.54 да 1, а, б, в, г, д, е, ж, з, и, к, л шартли моддаларни хроматограммада, уларни биричи А ва иккинчи В эритувчиларда намоён этилгандан кейинги жойлашуви кўрсатилган.

Айланма хроматография юқоридагилардан хроматографияда ишлатиладиган фильтр коғоз шакли билан фарқланади. Бунда доира шаклидаги коғоз ишлатилади ва уни ўлчамлари хроматографик камера ўлчамларига мос келади. Хроматографик камералар сифатида эксикаторлар, Петри лисончаси ва бошқалар ишлатилиши мумкин. Коғозни диаметрига кўра уни марказида қалам билан диаметри 1-2 см бўлган доира чизилади, доира

Ҳақиқатда эса доғларни тушириш учун майда доирачалар белгиланади. Сўнгра коғозни бу доирадан уни радиуси бўйича коғоздан ажратмаган ҳолда "думча" кўринишидаги тасма қирқилади, сўнгра коғозга тадқиқот этилаётган эритма доғ кўринишида юқорида кўрсатилганидек томизилади ва камера тубида эритувчи солинган идиш жойлаштирилади. Дастлаб коғоз камерада эритувчига тегмаган ҳолда бир соат давомида саклангач, уни "думчаси" эритувчига туширилади ва камера зич ёпилади. Капилляр кучлар таъсирида эритувчи "думча" орқали кўтарилиб, филтёр коғозни диски бўйича радиал тарқалади ва ўз ҳаракати йўлида доғлардаги бирикмаларни таксимлайди.

Коғоздаги хроматографик таҳлилни миқдорий усулларини уч гуруҳга бўлиш мумкин: элюатлар оптик зичлигини фотометрик аниқлаш; доғлар юзаларини ўлчаш; хроматограммадаги моддаларни бевосита денситометрик аниқлаш.

Элюирлаш усули миқдорий хроматографияда кенг тарқалган бўлиб, унда $\pm 1\%$ чегарасидаги аниқликка эришилади. Бу усулда доғлар қирқиб олинади, ундаги модда элюация қилинади ва уларни концентрацияси ритмини оптик зичлигига кўра фотоэлектрориметрик усулда аниқланади. Буни назорат эритмаси сифатида тоза эритувчи эмас, балки коғозни тадқиқот этилаётган зонага яқин жойини элюати ишлайтилади. Эритмини оптик зичлиги бўйича калибрланган графиклар ёрдамида тадқиқот этилаётган моддаларни элюатлардаги концентрацияси аниқланади. Сўнгра иш давомидаги барча суялтиришларни ҳисобга олган ҳолда маҳсулотдаги моддалар миқдори аниқланади.

Маълум шароитларда, хусусан старт қизигига модда эритмаларини бир хил ҳажмдаги майда доғлари ўтказилса, хроматографиялашда олинган доғлар юзалари ҳар бир доғдаги модда концентрациясини логарифмига пропорционал эканлиги аниқланган. Хроматографик таҳлилни доғлар юзаларини ўлчаш усули айнан шу боғлиқликка асосланган бўлиб, доғлар яққол чегараларга эга бўлганида, усулни аниқлиги $\pm 5-10\%$ ни ташкил этади. Агар доғлар диффузион бўлса, уларни фото нусхасини олиш тавсия этилади.



Яхши натижалар доғларни бўялиш интенсивлигини ўлчаш орқали олиниши мумкин. Бу денситометрик усул ҳисобланиб, унда хроматограммадаги доғлар орқали ўтган монохроматик ёруғлик улуши фотометрик усулда аниқланади. Доғларни оптик зичлиги модда концентрациясини логарифмига пропорционал. Агар доғлар бир-бирини қопламаган ва улар доира ёки эллипс шаклида бўлса, ушбу усул ёрдамида модда концентрациясини $\pm 1 - 2\%$ аниқлик билан аниқлаш мумкин.

Қоғоздаги таксимловчи хроматография озик-овқат маҳсулотларидаги фенолларни, аминокислоталарни, углеводларни тадқиқот қилишда кенг ишлатилади. Шунингдек, бу хроматографик усул углеводларни ўзгаришида ҳосил бўладиган органик кислоталарни ажратишда, ўсимлик пигментлари, олий спиртлар, альдегидлар, мураккаб эфирларни тадқиқот этишда ва ўсимлик, ҳайвон маҳсулотларидаги хлор органик қолдиқларни аниқлашда ишлатилади.

2.6.4. Юпка катламли хроматография

Юпка катламли хроматография (ЮКХ) қоғозли хроматографияни бир тури ҳисобланади. Бунда эркин осилиб турувчи қоғоз тасмалари ўрнида юпка катламли сорбент суртилган шиша пластинкалар ишлатилади. Бунда катламни старт чизигига тадқиқот қилинаётган маҳсулотлар аралашми суртилади ва пластинкани старт чизигидан пастки қисми эритувчида, чуқутирилади. Суяқликни пластинка бўйлаб ҳаракатланиши давомида адсорбция, таксимланиш, ионалмашинув кучларини ёки бу санаб ўтилган омилларни биргаликдаги таъсири оқибатида моддалар аралашмасини ажратиши содир бўлади.

ЮКХда қуйидаги сорбентлар ишлатилади:

- липофил моддаларни ажратиш учун:
 - силикатлар, алюминий оксиди, ацетилланган целлюлоза, полиамидлар;

• гидрофил моддаларни ажратиш учун:

- целлюлоза, целлюлоид ионалмаштиргичлар, кизельгур, полиамидлар.

ЮКХда ўзгартирилган сорбентлар ишлатилади. Улар ўзига хос функционал гуруҳларга эга бўлган комплекслар ҳосил қилувчи материалларни адсорбентларга шимдириш йўли билан ҳосил қилинади.

Шунингдек, ЮКХда полиамид кукунлар, ионалмаштирувчи смолалар, сефадекслар ва бошқалар ҳам ишлатилади.


Моддаларни ЮКХ ёрдамида самарали ажратиш учун сорбент ва тегишли эритувчини танлаш муҳим аҳамиятга эга. Тўғри танланган эритувчи сорбентни ажратувчанлик қобилиятини кучайтиради. Одатда, ЮКХда бир, икки ва кўп компонентли эритувчилар тизими ишлатилади.

Эритувчилар эмпирик йўл билан ажратиладиган компонентларни кутбланганлигини ва эритувчилар кутбларини ҳисобга олган ҳолда танланади. Эритувчилар, уларни элюирлаш кучини ошириш тартибда қуйидагича жойлашган: гексан, гептан, циклогексан, углевод тўрт хлориди, бензол, хлороформ, эфир, этилацетат, пиридин, ацетон, этанол, метанол, сув.

ЮКХни амалий бажариш пластинкаларини тайёрлашдан бошланади. ЮКХ пластинкалари шипа, алюмин фольгаси ёки пластмассадан тайёрланиши мумкин. Тайёрланган сорбцион массани юпка қатлами пластинкада маҳкамланмаган, эркин сочилган ва махсус боғловчи агент (гипс, крахмал) ёрдамида маҳкамланган бўлиши мумкин. Сорбент пластинка юзасига сувли суспензия кўринишида суркалини, пуркалини ва пластинка суспензияга ботириб олиниши мумкин. Сорбент қатлами суртилган пластинкалар горизонтал юзаларда 3-24 соат давомида қурилади. Тайёр пластинкалар органик шишадан тайёрланган махсус шкафларда (ёки эксикаторларда) сақланади.

Кўп ҳолларда ишлаб чиқариладиган тайёр хроматографик пластинкалардан фойдаланилади.

Тадқиқот қилинаётган моддалар пластинкага, уларни кутбланмаган учувчи эритувчидаги 5-10 %ли эритмалари кўринишида суртилади. Эритувчи



қўтбланмаган (намуна доғини ёйилмаслиги учун) ва учувчан (намоён этириш олдидан тез бугланиб кетиши учун) бўлиши керак. Намуна махсус қолибланган капилляр ёки микропипетка билан пластникани пастки қисмидан 1,5 см масофада доғлар ёки узлуксиз чизик кўринишида суртилади. Доғлар диаметри 2-4 мм ни, улар марказлари ўртасидаги масофа эса 10-15 мм ни ташкил қилади.

Пластиклада моддаларни хроматографиялаш (ажратиш) герметик ёйилган камераларда ўтказилади. Хроматографиялаш юқорига интилувчи усулда амалга оширилади ва бунда ҳаракатчан фаза қатлам орқали капилляр кучлар ёрдамида кўтарилади. Камера эритувчи буглари билан тўйинган бўлиши керак. Хроматографиялаш учун пластникани старт чизигидан пастки қисми камерага қўйилган ҳаракатчан эритувчига жойлаштирилади. Камерадаги эритувчи қатлами 0,5 см ни, пластникани ботириш чуқурлиги эса 5-8 мм ни ташкил қилади. Ҳаракатчан фазани сорбент бўйича кўтарилиши 10-11 см дан ошмаслиги керак, акс ҳолда суяқлик ҳаракатланишини сустлашини, доғларни диффузияси ва оқибатда R_f катталигини катта тебранишлари кузатилади.

Хроматограммада ажралган рангсиз моддалар ҳолатини аниқлаш учун улар билан кимёвий таъсир қила оладиган реактивлар эритмалари пластникага пурқалиши керак. Доғларни намоён бўлиши учун пластникани қуритиш шкафида 100-150 °С гача иситилади.

Қоғоздаги хроматографияда ишлатиладиган кўшгина намоён этувчилар ЮҚХда ҳам ишлатилиши мумкин. Намоён эритувчиларни қуйидаги икки гуруҳини фарқлаш мумкин, яъни умумий мўлжалланган (турли бирикмалар билан таъсир этувчи) ва махсус мўлжалланган (маълум бирикма ёки функционал гуруҳни мавжудлигини аниқлаш учун). ЮҚХда фойдаланиладиган универсал намоён этувчилардан бири йод буглари ҳисобланади. Махсус намоён этувчилардан о-дианизидин (альдегидларни аниқлашда), яшил бромкрезол (кислоталарни оксидлашда) ва бошқалар ишлатилади.

Ажралган моддалар ҳолати R_f ни ўлчаш воситаси билан аниқланади.

Пластиналарда ажралган моддаларни миклорий аниқлаш доғлар юзасларини ўлчаш ёки уларни фотоденситометрлаш орқали аниқланади. Бундан ташқари, ЮКХ усули модда доғини катлам юзасидан оддий десорбция қилиш ва уни турли кимёвий ва физик-кимёвий усуллар билан идентификация қилиш имконини беради.

Ҳозирги кунда ЮКХ липидларни, фосфолипидларни фракциялашда, витаминларни, маҳсулотлардаги пестицидларни колдик миклорини, мева ва сабзавотлардаги ди- ва учқарбон кислоталарни аниқлашда, углеводлар ва аминокислоталарни ажратишда кенг ишлатилади.

2.6.5. Колонкали хроматография

Моддаларни хроматографик ажратиши олиб бориладиган колонка олатда, шишадан, кам ҳолларда, зангламас пўлат, алюминийдан тайёрланган бўлиб, цилиндр ёки конус шаклида бўлиши мумкин. Колонка узунлиги бир неча сантиметрдан 5-20 м гача, уни диаметри эса бир неча миллиметрдан 5-15 см гача бўлиши мумкин.

Колонкалар босим (олатда, гель-хроматография учун), ёки сийракланиш (ион алмаштирувчи хроматография учун) остида ишлатиш мумкин. Колонкадаги хроматографик ажратишни асосий шартини унга тадқиқот қилинаётган аралашма ва сикиб чиқарувчи ёки намоён этувчи суюқликни бир метрға берилиши ҳисобланади. Бу шартни бажарилишига колонкани юқори қисмига суюқликни идиш ёрдамида даврий равишда қуйиб туриш орқали эришиш мумкин. Оқимни тезлиги колонка диаметрига боғлиқ ҳолда 0,5-3 мл/мин ни ташкил қилади.

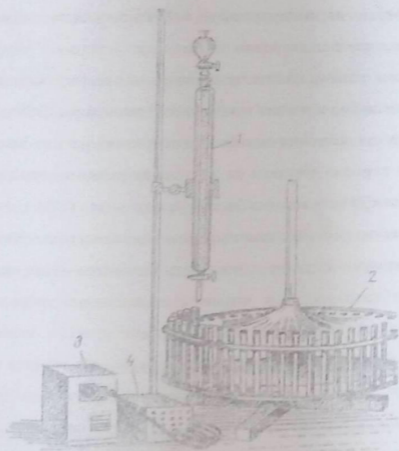
Расм 2.55 да оддий суюқлик хроматография қурилмаси тасвирланган. Шишали колонкани юқори қисмида эритувчи учун томчили воронка ўрнатилган. Колонкани пастки учи капилляр кўринишида бўлиб, эритувчи оқими тезлигини ўзгартириш жўмраги билан таъминланган жўмраги олдида



говвак тўсикча кавшарланган. Колонка термостатланадиган шиша тўйлакта жойлаштирилган. Колонка ажратиш учун ишлатиладиган эритувчида тайёрланган суспензия билан тўлдирилади. Тайёрланган суспензия қуйилаётганда кран очик бўлиши керак. Бунда эритувчи колонка оркали ўтади, сорбент эса филтёрда тутулиб қолади. Колонка тўлдирилгач, томчили воронка уланади ва жўмрак ёрдамида эритувчини колонка оркали маълум оқиб ўтиш тезлиги ўрнатилади.

Намуна микропипетка ёки микрошприц билан киритилади. Аратиладиган моддалар аралашмаси колонкага ундаги эритувчини сорбент устидаги қатлами, уни юкори чегарасига тушганида қуйилади. Сўнгра элиёткорлик билан эритувчини сорбент устидаги баландлиги 1-2 см ни ташкил этунича эритувчи қуйилади ва бу сатҳ томчили воронка ёрдамида ажратиш вақтида сақланади. Ажратиш эритувчини бериш лахзасидан бошланади. Колонкадан оқиб чиқаётган эритувчи махсус фракция тўйлагичлар ёрдамида маълум вақт ораликларида тўпланиб борилади. Хар бир пробиркадаги суюклик тахлил этилиб (кўп ҳолларда эритмани оптик зичлиги аниқланади), аралашма компонентларини концентрациясини колонка оркали эритма ҳажмига боғлиқлиги графикаи тузилади.

Аралашмани колонкаларда ажратишни қуйидаги усулларини фарқлаш қабул қилинган: тақсимловчи (ССХ) адсорбцион (КСХ), ионалмасирувчи ва гель-филтрация хроматографияси.



Расм 2.55. Хроматографиялаш колонкаси ва фракцияларни автоматик тўплагичи:
1-колонка; 2-айланувчан коллектор; 3-микронасос; 4-бошқарув шкафи.

Таксимловчи хроматографияда ҳаракатсиз фаза каттик элтувчи билан боғланган суюқлик ҳисобланади. Ҳаракатчан фаза сифатида эритувчи билан ювилмайдиган турли суюқликлар ишлатилади. Каттик элтувчи сифатида силикагель, алюминий оксиди, целлюлоза ишлатилади. Бу усулда коғоздаги хроматография усулида ажратиладиган моддалар синфини, яъни гидрофил бирикмалар (аминокислоталар, қандлар) ва липофил моддаларни (ёғ кислоталари, алкалоидлар) ажратиш имконини беради.

Адсорбцион колонкали хроматографияда ҳаракатсиз фаза каттик модда (силикагель, алюминий оксид ива бошқалар) ҳисобланади. Хроматографик ажралиш компонентларни ҳаракатчан суюқ ва ҳаракатсиз каттик фаза ўртасида таксимланиши адсорбцияси натижасида содир бўлади. Адсорбцион хроматография каротиноидлар, стеринлар, витаминларни аниқлашда,

шунингдек, липидлар ва фосфолипидларни алоҳида гуруҳларга фракциялашда фойдаланилади.

Ион алмаштирувчи хроматографияда оддий адсорбция ўрнида ионлар адсорбцияси содир бўлади. Ион алмаштирувчи хроматография молекулалари эритмада диссоцилланадиган моддаларни ажратишни самарали усули ҳисобланади. Усул электролитлар аралашмаларини ажратишда ўз ионларини эритмадаги электролит ионларига алмаштириш қобилиятига эга бўлган ионит ёки ион алампатиргичлардан фойдаланишга асосланган. Ион алмаштирувчи хроматография ёғ кислоталарини ажратиш, метиллашда ва аминокислоталарни таҳлил этишда ишлатилади.

Молекуляр – элак хроматографияси оксилларни ажратишда кенг ишлатилади. Бу усул моддалар аралашмасини, уларни молекула ўлчамларига кўра юқори ғоввакликка эга бўлган гел ёрдамида ажратишни назарда тутад. Бунда ажратиладиган модда молекулалари, уларни ўлчамига кўра шилг гелни тўлдирадиган ҳаракатчан эритувчи ва турғун эритувчи ўртасида тақсимланади. Молекулаларни гел элаки орқали ўтиши тезлиги, уларни гранулалаларга сингиши ва уларда сакланиб қолиши қобилиятига боғлиқ.

Назорат саволлари:

1. *Озиқ-овқат маҳсулотларини физик-кимёвий таҳлил этишни мақсади нималардан иборат?*
2. *Озиқ-овқат маҳсулотларини нисбий зичлиги тушунчаси нимани аниқлатади?*
3. *Нисбий зичликни пикнометрик ва ареометрик аниқлаш усуллари маънавияти ва таҳлил ўтказиши тартибини тушунишинг.*
4. *Асосий реологик тушунчаларга изоҳ беринг.*
5. *Дисперс тизимларни қандай структура турлари фарқланади?*
6. *Структура-механик хусусиятлар қандай тадқиқот қилинади?*
7. *Озиқ-овқат маҳсулотларини реологик тавсифлари қандай асбобларда аниқланади?*

8. Кетилляр вискозиметрларда суюқлик қовушиқоқлиги қанос аниқланади?
9. Пенетрометрларда қандай кўрсаткичлар аниқланади? КП-3 конуси пластометрида қандай структура-механик тавсиф аниқланади?
10. "Истрон-1122" универсал синов машинасида қандай реологик тавсифларни аниқлаш мумкин?
11. Поляриметрик усул моҳияти нимадан иборат?
12. Поляризацияланган нур қандай ҳосил қилинади?
13. Моддаларни оптик фаоллиги нима?
14. Оптик фаол моддаларни поляризацияланган нурни солиштирма бурши бурчаги нима?
15. Сахариметр поляриметрдан нима билан фарқланади?
16. Сахариметрни шкаласи қандай даражаланган? "Нормал намуна" ва "нормал трубка" нима?
17. Сахариметр билан ишлаш тартибини тушунтиринг.
18. Айлаима поляриметр оптик схемасидаги фарқли жиҳатлар нимадан иборат?
19. Синдириш кўрсаткичи нима? Модда синдириш кўрсаткичи қандай омилларга боғлиқ?
20. Тадқиқот этилаётган моддани синдириш кўрсаткичи қандай аниқланади? Чегаравий тушиш бурчаги ва тўлиқ ички аксланиш тушунчаларини изоҳланг.
21. Аббе туридаги рефрактометрларда ўлчаишлар қандай амалга оширилади?
22. РПЛ-3 озиқ-овқат рефрактометрини фарқли жиҳатлари нимадан иборат? РПЛ-3 да таҳлил қандай тартибда ўтказилади?
23. Прецезион рефрактометрлар бошқа рефрактометрлардан нима билан фарқланади?
24. Пульфрих рефрактометрлари қандай тузилшига эга?
25. Колорометрияни асосий қонуни моҳиятини тушунтиринг.



26. Моляр ютилиш коэффициенти нима? Ёрузлик ютилиш спектрлари қандай тузилади?
27. Эритмаларни бўялиш интенсивлиги қандай усулларда аниқланади?
28. Бўялиш интенсивлигини фотозлектрик ўлчашида қандай асбоблар ишлатилади?
29. Бир нурли КФК-2 фотозлектрик колориметриши тузилиши ва унда ўлчашни ўтказиши тартибини тушуинтиринг.
30. Икки фотозэлементи фотоколориметрларни оптик схемаси қандай тузилган? Бу асбобларда ўлчаш қандай амалга оширилади?
31. Эмиссион ва абсорбцион спектроскопия нимани тадқиқот этишига йўналтирилган?
32. Нурланишини моддалар Билан ўзаро таъсири нимага асосланади?
33. Фотозлектрик спектрофотометрлар қандай қисмлардан тузилган?
34. Спектрофотометр иш принципини тушуинтиринг?
35. спектроскопия асосини ташиқил этувчи қонулар моҳияти нимадан иборат?
36. Ютилиш спектрларни шакли қандай омиллар Билан белгиланади?
37. Абсорбцион спектроскопия озиқ-овқат маҳсулотларини қандай хусусиятларни тадқиқот этишига қаратилган?
38. Инфрақизил спектроскопияни овқатланиши маҳсулотларини тадқиқот этишидаги имкониятларини изоҳланг.
39. ИК спектроскопияни ютилиш спектрлари қандай омиллар Билан белгиланади?
40. Атом абсорбцион спектрофотометр ишлашини тушуинтиринг.
41. С-115 атом абсорбцион спектрофотометри қандай режимларда ишлайди?
42. Абсорбцион таҳлилда намуналарни таҳлилга тайёрлаши хусусиятларни изоҳланг.
43. Масс-спектроскопия таҳлил усулини моҳияти ва имкониятларини тушуинтиринг.

44. Люминесцент таҳлил ёрдамида озиқ-овқат маҳсулотларини қандай хусусиятларини тадқиқот этиши мумкин?
45. ФЖМ-8 флуорометрия иш принципини тушунтиринг.
46. Хроматографик усулни моҳияти нимада? Хроматографик усуллари қандай турлари мавжуд?
47. Газли хроматограф қандай тузилган?
48. Газли хроматографиядаги хроматограммалар қандай идентификация қилинади?
49. Қозондаги тақсимловчи хроматографияни моҳиятини тушунтиринг.
50. Бир ўлчовли, икки ўлчовли ва айланма хроматография қандай ўтказилади?
51. Юнқа қатламли хроматографияни моҳияти ва қўлланилиши соҳаларини тушунтиринг.
52. Колонкали хроматография нима? Ара ташимани колонкада ажратилиши қандай усуллари мавжуд?

3 БОБ

Озиқ-овқат маҳсулотларини кимёвий тадқиқот усуллари

Кимёвий услублар ёрдамида озиқ-овқат маҳсулотларидаги намлик, кул моддаси, титрланадиган кислоталик, ош тузи, шакар клетчатка, ёғ, оксил моддалари, шунингдек витаминлар ва ферментлар миқдори аникланади.

3.1. Озиқ-овқат маҳсулотларини намлигини аниклаш

Намлик кўрсаткичи хом-ашё, ярим тайёр маҳсулот ва тайёр маҳсулотларни сифатини баҳолашда ўта муҳим ҳисобланади. Обектдаги намлик миқдорини билиш энг аввало уни энергетик қийматини аниклаш учун зарур. Маҳсулотда сув миқдори қанчалик юқори бўлса, уни бирлик моссасига тўғри келувчи фойдали қуруқ моддалар миқдори ҳам шунчалик кам бўлади. Маҳсулотдаги юқори ёки паст намлик нафақат ундаги қуруқ моддалар миқдорини, шунинг билан бирга уни сақлаш ва қайта ишлашга яроғлигини белгилайди. Меъёридан юқори намлик, жумладан маҳсулотни чириши ва парчаланишини келтириб чиқарувчи микроорганизмларни ривожланишига кўмаклашади, ундаги ферментатив кимёвий ва бошқа жараёнларни тезлаштиради. Шунинг учун ҳам обектдаги, намлик миқдори уни сақлаш шароити ва муддатларини белгилайди. Бундан ташқари, хом-ашёни намлиги корхонаси техник-иктисодий кўрсаткичларига таъсир қилади. Масалан, ун намлигини 1 %га ошиши нон чиқишини 1.5-2 %га пасайтиради.

Намлиқни аниклаш учун кўпгина усуллар тавсия этилган бўлиб, улар одатда бевосита ва билвосита усулларга бўлинади. Бевосита усулларга намликни сувни буг кўринишида ажратиш йўли билан аниқлайдиган, сувсиз эритувчилар билан сувни ҳайдашни назарда тутувчи ва сувни қандайдир

реагент билан кимёвий ўзаро таъсирга асосланган кимёвий усуллар тегишли.

Билвосита усулларга термогравиметрик (қуритиш усуллари), физикавий (қурук моддаларни нисбий зичлик катталигига кўра ёки рефрактометрларда аниқлаш) ва шунингдек электрик (намлик ҳақида электрўтказувчанлик, диэлектрик, доимийлик ва бошқаларга кўра ҳулоса чиқарилади) усуллар мансуб.

3.1.1. Намликни бевосита аниқлаш усули

Тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги сувни у билан аралашмайдиган бошқа суюқлик билан биргаликда, бир вақтда, хайдаш йўли билан чиқариб юбориш мумкин. Бу усул хайдаш усули деб ҳам номланади. Усул ўзаро аралашмайдиган бинар аралашмаларни ҳар бир компонентни кайнаш нуқтасига депрессия бериш хусусиятига асосланган. Масалан, сув ва бензол аралашмаси, дистиллятдаги сув миқдор 8,8 % бўлганида, 69,3 °С ҳароратда кайнай бошлайди (бензолни кайнаш ҳарорати 80,2 °С).

Сув билан аралашмайдиган суюқлик сифатида сувдан енгил ёки оғир бўлган суюқликлар ишлатилади. Амалиётда сувдан енгил бўлган суюқликлардан фойдаланиш қулай. Бу усул асосан енгил учувчи моддаларга эга бўлган озик-овқат маҳсулотларидаги (зираворлар) ва шунингдек ётга бой маҳсулотлардаги намликни аниқлашда фойдаланилади.

Асбоб ва жиҳозлар: Сувдан енгил бўлган суюқликлар учун хайдаш қолбаси, ўлчов бюреткаси ва совутичдан иборат асбоб ишлатилади. Асбоб конструкцияси расм 3.1 да келтирилган. Қолба ҳажми тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги ва олинган намуна ўлчамига боғлиқ ҳолда танланади (одатда қолба ҳажми 150-250 мл) ва ўлчов бюреткасида 2 мл дан кам бўлмаган миқдорда сув сиғиши лозим (бюретка диаметри 2 мм бўлиши керак), иситиш асбоби (қумли ёки глицеринли ҳаммом, бензол ишлатилганда – сувли ҳаммом).

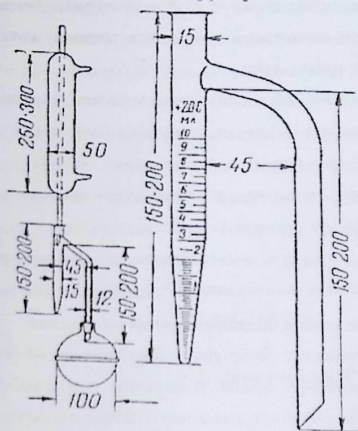
Реактивлар. Бензол, ксилол, толуол, амил спирти, скипидар ё...

бензин, хромли аралашма, пемза.

Ишчи бажарини тартиби.

Сув томчиларини деворларга ёпишиши олдини олиш мақсадида, намликни аниқлаш асбоби уни ишлатилиши олдидан хромли аралашма билан яхши ювилади.

Маҳсулотни майдаланган намуна ўлчамини ҳайдаш қолбасига жойлаштиришда ундаги сув миқдори 0,5 мл дан кам бўлмаслиги ва ўлчов бюреткасини ҳажмидан



Расм 3.1. Намликни бевосита аниқлаш асбоби (ўнгда – ўлчов бюреткаси).

катта бўлмаслиги ҳисобга олинини керак. Ҳайдаш қолбасига солинаётган зритувчи уни маҳсулот намуна ўлчами билан биргаликдаги ҳажми қолба ҳажминини яримидан ошмаслиги ҳисобидаги миқдорда олинади. Қолбадаги аралашмани бир хил қайнаши ва ҳайдашни тезлаштириш учун оз миқдорда пемза солиш тавсия қилинади. Асбоб йиғилгач, қолба аста-секин иситилади, ундаги аралашма эҳтиёткорлик билан қайнаш ҳолатигача етказилади ва ҳайдаш охиригача бир меъёрдаги қайнаш сақлаб турилади. Ўлчов бюреткасида тўпланаётган суюқлик юқори қатламни тиниклашиши ва уни миқдори ошмасдан, ўзгармас сақланиши ҳайдаш якунланганидан далолат беради. Ҳайдаш одатда, 0,5-1 соат давом этади. Ўлчов бюреткасидаги ҳайдалган сув миқдори, хона ҳароратида, миллилитрларда қайд қилинади.

Эритувчи қатлами остидаги сув менискини ўзгарувчанлиги тегишли тузатиш киритилишини тақозо қилади. Диаметри 12 мм бўлган бюретка учун тузатиш 1 мл сувга 0,09 мл ни ташкил қилади. Зарур бўлган ҳолларда, дистилляция пайтидаги йўқотишлар учун киритиладиган тузатиш, аниқ ўлчанган сув ҳажмини ҳайдаш йўли билан аниқланади.

Тузатиш 2 мл сув учун 0,2 мл ни ташкил этиши мумкин. Эфир мойлари аниқлашга таъсир қилмайди, чунки улар ҳайдаш учун фойдаланиладиган суюқликда эрийди. Ўлчов бюреткасидаги эритувчи тиник бўлмаса, у ҳолда бюреткадагини тиндириш учун уни 25 мин давомида иссиқ сувда сақлаш ва хона ҳароратигача совутилгач, сув ҳажмини ўлчаш тавсия қилинади.

Ҳисоблаш. Тадқиқот этилаётган намуна ўлчамидаги сув микдори X (фоизларда) қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$X = \frac{V \cdot 0,9982 \cdot 100}{g},$$

бу ерда: 0,9982 - сувни 20 °С даги зичлиги;

V - сув ҳажми, мл;

g - намуна ўлчами, г.

3.1.2. Намликни қуритиш йўли билан аниқлаш

Билвосита усуллар ўртасида намликни қуритиш шкафларида қуритилгандан кейин қуруқ колдик бўйича аниқлаш усули кенг тарқалган.

Маҳсулотдаги гигроскопик намлик тадқиқот этилаётган намуна ўлчамидаги сув буги босими уни қуритиш камераси атмосферасидаги бут босимига нисбатан катта бўлган ҳолларда чиқариб юборилади. Бу босимлар фарқини қуритилаётган намуна ўлчами ҳароратини ошириш ёки намликни атмосферадан чиқариб юбориш ёки иккаласини биргаликда қўллаш орқали ошириш мумкин.

Мумкин қадар қуритилаётган маҳсулотни парчаланиши кузатилмайдиган ҳароратгача иситиш тавсия қилинади.



Қўлланиладиган усулларга боғлиқ ҳолда қуритиш қўйидаги шароитларда ўтказилиши мумкин:

- нормал атмосфера босими ва юқори ҳароратда (55°C дан юқори);
- паст атмосфера босими (сийракланиш ва юқори ҳароратда);
- паст атмосфера босими (сийракланиш) ва паст ҳароратда (0°C дан паст).

Ушбу усулларни танлаш тадқиқот қилинаётган маҳсулотни физикавий ҳолати, ундаги тахминий сув миқдори, уни маҳсулот билан боғланиш мустаҳкамлиги, шунингдек, қулайлиги, таҳлилни давомийлиги ва талаб қилинадиган аниқлик каби омилларга боғлиқ. Бу усуллар маҳсулотни намлиги билан бир вақтда ундаги қуруқ моддалар миқдорини аниқлаш имконини ҳам яратади.

Намлиқни нормал атмосфера босими ва юқори ҳароратда қуритиш йўли билан аниқлаш. Ушбу усул озик-овқат маҳсулотларидаги намлиқни аниқлашда кенг ишлатилади. Юқори ҳарорат ва нормал атмосфера босимида маҳсулотдан нафақат намлиқни, буғланиш, шунингдек учувчи моддаларни (NH_3 , CO_2 , эфирлар, учувчи кислоталар, паст молекуляр спиртлар ва бошқалар) ҳам чиқариб юборилиши рўй беради. Бундан ташқари, юқор ҳароратда маҳсулот таркибий қисмларини учувчи моддалар ҳосил қилиш парчаланиши эҳтимоли ҳам юқори. Бошқа томондан маҳсулотни қуритилишида уни массасини ошишига сабаб бўлувчи физикавий ва физик-кимёвий жараёнлар (хаво кислороди ёрдамида тўйинмаган бирикмаларни оксидланиши) содир бўлиши мумкин. Шунинг таъқидлаш лозимки, қуритилган маҳсулотда ҳамма вақт коллоидлар билан боғланган оз миқдордаги намлиқни (“боғланган” сув) сақланиб қолиши мумкин. Шунинг учун, юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда, қуритиш усули билан олинган намлик катталиги маҳсулотдаги фактик намлиқни жуда яқин таърифлашнинг эътирофи қилиш мумкин. Ўзгармас массагача ва бир маротабали (маълум вақт давомида) қуритиш фарқланади. Қовушқоқ маҳсулотлар (сут маҳсулотлари, ёғлар, консервалар) кум билан, баъзи ҳолларда эса сувсиз парафин ёки

сүвсизлантирилган пиширилган сариёғ билан (пишлоклар, сузма башкалар) қуритилиши мумкин. Бунда сувни бугланиши юзаси ошади ва демак, намлигики аниқлаш тезлашади.

Тадқиқот этилаётган маҳсулот хусусиятларига кўра олинадиган намуна ўлчами 3-10 г ни ташкил этади. Каттик консистенцияга эга бўлган маҳсулотлар намуна ўлчами олинishi олдидадан майдаланиши лозим. Аммо, бу операция жуда тез ва намлигики намуна ўлчамини тайёрлаш жараёнидаги йўқотишлари олдини олувчи шароитларда амалга оширилиши керак.

Турли озиқ-овқат маҳсулотларидаги намлигики нормал атмосфера босими ва юкори ҳароратда қуритиш усули билан аниқлаш режимлари 3.1-жадвалда келтирилган.

Намлигики ўзгармас массагача қуритиш билан аниқлаш. Намлигики бу усулда аниқлаш бир неча соат давом қилади.

Асбоб ва жиҳозлар. Ҳароратни маълум даражада сақлаш имконини берувчи терморегулятор мосламасига эга бўлган қуритиш шкафи; диаметри 25-55 мм ва баландлиги 55 мм гача бўлган металл ёки шишали бюксалар; сувни синдириб олувчи моддага (одатда бу мақсадда сүвсиз кальций хлорид ишлатилади, P_2O_5 ни ишлатилиши эса яхши натижалар беради) эга бўлган эксикатор; аналитик ёки техникавий тарозилар; ўлчаш чегаралари 50-200 °C бўлган лаборатория термометри.

Ишни бажариш тартиби. Иккита бюкса олдиндан 110 °C ҳароратда 30 мин давомида қуритилади ва совутилгандан кейин тадқиқот этилаётган маҳсулотга боғлиқ ҳолда аналитик ёки техникавий тарозиларда уларни массаси аниқланди (3.1-жадвал). Яхши аралаштирилган ўрта намунадан 3.1-жадвалда кўрсатилган миқорда намуна ўлчами (агар майдалаш талаб қилинадиган бўлса, унда дастлабки майдаланишдан кейин) олинади. Бир вақтни ўзида қуритиш шкафи тадқиқот қилинаётган маҳсулотни қуритиш учун талаб қилинадиган ҳароратдан 3-5 °C юкори ҳароратгача (қуритишда берилган ҳароратни сақлаш учун) иситилади.



Параллел равишда иккита намуна ўлчамлари олинади. Тадқиқо
этилаётган намуна ўлчамлари солинган бюксалар қуритиш шкафини юқори
полкасига, уларни қопқоклари билан ёнма-ён жойлаштирилади. Қуритиш
шкафига жойлаштирилган назорат термометрини симобли учи намуна

Турли маҳсулотларда намлиқни қуритиш усулида аниқлаш режимилари

Маҳсулотни номи, тури ва тадқиқот қилиш усули	Намуна	Тарози ва тортиш аниқлиги	Қуритиш усули	Қуритиш ҳарорати	Бир партабдаги қуритиш лавоқимининг вақти	Ўзгармас массасига қуритиш лавоқимийлиги			Қуритиш охирида набатлани янгики тортишлар ўртачилиги %дақ
						Биринчи ўлчашгача	Кейинги қуритишгача	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ун, ёрмалар: а) асосий усул	5 г дан икки намуна	Техникавий, 0,01 г	Электр қуритиш шкафи	130±2	40 мин	-	-	-	
б) ординар	5 г дан икки намуна	Техникавий, 0,01 г	Тринкалар шкафи	130±2	40 мин	-	-	-	
Нон	Ҳар бири 5 г дан икки намуна	Техникавий, 0,01 г	Тринкалар шкафи	130±2	40 мин	-	-	-	
Кофе:									
а) арбиграж	5 г дан икки намуна	Техникавий, 0,01 г	Электр қуритиш шкафи	100-105	-	3 соат	1 соат	0,01	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
б) тезлаштирилган	5 г дан икки намуна	Техникавий, 0,01 г		130±2	40 мин	-	-	-
Шакар:								
а) биринчи усул	10 г га яқин	Аналитик, 0,001 г	Вакуум куритиш шкафи	100	-	1 соат 30 мин	1 соат	0,001
б) иккинчи усул	10 г га яқин	Аналитик, 0,001 г	Электр куритиш шкафи	105	-	1 соат	1 соат	0,001
Хайвон ёглари	2-3 г	Аналитик, 0,001 г	Электр куритиш шкафи	100-105	-	1 соат	30 мин	0,004 дан юқори эмас
Ўсимлик мойлари	5 г га яқин	Аналитик, 0,0002 г	Электр куритиш шкафи	100-105	-	30 мин	15 мин	0,005 дан юқори эмас
Колбаса маҳсулотлари:								
а) арбитраж	Хар бири 3 г бўлган иккита намуна	Техникавий (қайнатилган колбасалар учун) ва аналитик (колганлари учун)	Электр куритиш шкафи	150	1 соат	-	-	-
б) тезлаштирилган	Хар бири 2 г бўлган иккита намуна	Аналитик, 0,001 г	Инфаркзил нурланишли куритиш шкафи	135	10-15 мин	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бўлакланган гушдан тайёрланган пазандалик маҳсулотлари ва ярим тайёр маҳсулотлар:								
а) арбитраж	Ҳар бири 1 г дан иккита намуна	Техникавий, 0,01	Электр қуритиш шкафи	130±2	10 мин	1 соат 20 мин	-	-
б) тезлаштирилган	Қолбаса маҳсулотлари га мос							
Қандолат маҳсулотлари								
а) холва, сутли конфетлар, ирис	2-3 г	Аналитик, 0,001 г	Электр қуритиш шкафи	130±2	50 мин	-	-	-
б) унли маҳсулотлар, шоколад, какао кукуни	2-3 г (унли маҳсулотлар учун 5 г маҳсулот олинини мўлқин)	Аналитик (5 г маҳсулот олинганда техникавий, 0,01 г)	Электр қуритиш шкафи	130±2	50 мин (унли маҳсу- лотлар 40 мин)	-	-	-
Сут, пишлок, сузма ва сузмали маҳсулотлар								

1	2	3	4	5	6	7	8	9
а) арбитраж	3-5 г (сут 10 мл)	Аналитик, 0,001 г	Электр куритиш шкафи	102-105	-	1 соат	1 соат	0,004 дан юқори эмас
б) тезлаштирилган Пишлоқ, сузма ва сузмали маҳсулотлар (қум билан)	5 г	Техникавий, 0,01 г	Электр куритиш шкафи	160-165	20 мин	-	-	-
Шу маҳсулотлар парафин ёки сувсизлантирилган пиширилган сарнёғ билан	5 г	Техникавий, 0,01 г	Иситиш асбоби	Енгил кўнгир ранг пайдо бўлиши ва кўпикланишини йўқолишигача кайнатиш				
Музакаймоқ	1 г + 1 г дистилланган сув	Техникавий, 0,01 г	Иситиш асбоби ва электр шкафи	Чўкма енгил саргайғунча интенсив кайнатиш				
Сарнёғ:	5 г	Техникавий, 0,01 г	Иситиш асбоби	Енгил кўнгир ранг пайдо бўлиши ва кўпикланишини йўқолишигача кайнатиш				
Қўшимчаларсиз	10 г	Техникавий, 0,01 г	Иситиш асбоби	Роликларда пуфакчаар йўқолгунча кайнатиш				
Қўшимчалар билан (қоғозли роликларда)								

ўлчами даражасида бўлиши керак. Қуритиш шкафидаги ҳароратни ўзгартириш
2 °Сдан ошмаслиги керак. Қуритиш пайтида вентиляция тирқишлари очик
бўлиши керак.

Қуритиш пайтида вентиляция тирқишлари (шкафни пастки ва юқори қисмидаги) очик бўлиши керак. Қуритиш шкафига бир вақтни ўзида биттадан ортик бюксаларни қўйиш мумкин эмас. Қўпгина маҳсулотлар учун биринчи масса аниқлашга қадар бўлган қуритиш муддати 0,5-4 соатни ташкил қилади (3.1-жадвалга қаралсин). Биринчи масса аниқлашга қадар бўлган қуритиш вақти ўтгач, бюксаларни қопқоғи бекитилади ва совитиш учун эксикаторга жойлаштирилади (металл бюксалар 20 мин, шишали бюксалар эса 30 мин). Бюксаларни массаси аниқлангач, улар яна аввалги қуритиш режимларида қуритиш шкафларига жойлаштирилади. Шу маҳсулот учун ўрнатилган маълум вақтлардан кейин бюксалар яна совитилади ва уларни массаси биринчи маротаба аниқланган каби аниқланади. Бундай аниқлашлар навбатдаги икки масса аниқлаш натижалари фарқи 0,001 г га тенг ёки ундан кам бўлгунча давом эттирилади.

Ҳисоблаш. Намлик миқдори X (фоизларда) қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$X = \frac{g_1 - g_2}{g}$$

бу ерда: g_1 - бюксани намуна ўлчами билан биргаликда қуритишга қадар бўлган массаси, г;

g_2 - бюксани намуна ўлчами билан биргаликда қуритишдан кейинги массаси, г;

g - намуна ўлчами, г.

Параллел аниқлашлар ўртасидаги фарқ 0,5 % дан ошмаслиги керак. Ҳисоблаш 0,01 % аниқлик билан амалга оширилади. Яқуний натижа икки параллел аниқлашларни ўрта арифметик қиймати сифатида ҳисобланади. 100 ва олинган намлик фоизи ўртасидаги айирма бўйича тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги қуруқ моддалар миқдори аниқланиши мумкин.



Намликни бир маротабали қуритиш билан аниқлаш. Ё₁

маротабали қуритиш таҳлилни тезлаштириш зарур бўлган ҳолларда қўлланилади. Тадқиқот этилаётган намуна ўлчамини қум, парафин ёки ёғсиз пиширилган сариёғ билан, шунингдек қум ва парафинсиз қуритиш режимлари мавжуд. Қуритишни олдинги усулга нисбатан анча баланд ҳароратларда олиб борилиши, бу барча модификациялар учун умумий фаркли жиҳат ҳисобланади.

Асбоб ва жиҳозлар. Олдинги усулда тавсия этилган барча асбоб ва жиҳозлар; бюксани юқори гардишдан узун бўлмаган шиша тайёкчалар.

Реактивлар. Тозаланган қум; тозаланган сувсиз парафин ёки пиширилган сариёғ.

Тозаланган қум олиш учун қум тешиклари ўлчами 4-5 мм бўлган элак оркали эланади, водопровод сув билан яхши аралаштирилади, сўнгра эса унга 1:1 нисбатда хлор кислотаси қўйилиб, аралаштирилади ва бир кеча давомида тинч қолдирилади. Шундан сўнг, қум аввал водопровод суви билан лакмус бўйича кислотали муҳитни йўқолгунича, сўнгра дистилланган сув билан яхши ювилади ва қуритилади. Кейин қум яна тешиклари ўлчами 1-1,5 мм элак оркали эланади ва органик моддаларни чиқариб юбориш учун қиздирилади. Тозаланган қум тоза, зич бекитиладиган қопқоққа эга бўлган банкаларда сақланади.

Ишни бажариш тартиби. Қум таркибида ёғ мавжуд бўлган озикави концентратлардаги намликни аниқлашда, баъзи кандолат маҳсулотларини тадқиқот қилишда, баъзи сут маҳсулотлари ва қолбаса маҳсулотларидаги намликни тезлаштирилган усулда аниқлашда фойдаланилади. Парафин ёки пиширилган сариёғда иситиш оркали баъзи сут маҳсулотларидаги намликни аниқлаш мумкин. Агар қум, парафин ёки пиширилган сариёғ ишлатилмаса, унда аниқлаш намуна ўлчамини бир маротаба қуритиш, эксикаторда совитилгандан кейин эса массани аниқланишини ҳисобга олмаган ҳолда ўзгармас массагача қуритиш усулидан фарқ қилмайди. Қумдан фойдаланилганда, тоза ва қурук бюксага 12-15 г қум жойлаштирилади, шиша

тайёкча солинади ва ҳаммаси биргаликда 110°C да қуритилади, эксикаторда совутилади ва тадқиқот этилаётган маҳсулотга боғлиқ ҳолда техникавий ёки аналитик тарозиларда массаси аниқланади. Бюксага 3-6 г таҳлил учун тайёрланган маҳсулот жойлаштирилади, қопқоғи бекитилади ва яна ўша аниқлик билан массаси аниқланади. Шундан сўнг, бюксани қопқоғи очилиб, шиша тайёкча билан намуна ўлчами кум билан эҳтиёткорлик билан яхши аралаштирилади ва бюкса тубига бир текис тақсимланади. Кейинги ҳаракатлар намуна ўлчамини ўзгармас массагача қуритишдаги каби тартибда, фақат бир маротабали қуритиш ва бир маротабали масса аниқлашни ишлатилиши фарқи билан амалга оширилади. Турли маҳсулотларни қуритиш режимлари 3.1-жадвалда келтирилган.

Ҳисоблаш. Маҳсулотдаги намликни ҳисоблаш намликни ўзгармас массагача қуритиш билан аниқлашдаги каби бажарилади.

3.2. Озиқ-овқат маҳсулотларидаги кул моддасини аниқлаш

Озиқ-овқат маҳсулотларидаги минерал элементларни микро- ва макро элементларга бўлиш кабул қилинган.

Макроэлементлар бу озиқ-овқат маҳсулотларида нисбатан катта миқдорда (100 г да 1 мг дан юқори) мавжуд бўлган минерал моддалар ҳисобланади. Уларга кальций, магний, натрий, калий, фосфор, хлор ва бошқалар тегишли.

Микроэлементлар озиқ-овқат маҳсулотларини 100 г да 1 мг дан кам миқдорда учрайдиган минерал моддалардир. Уларга фтор, йод, мис, рух, марганец, мишьяк, бром, алюминий ва бошқалар тегишли.

Минерал моддалар озиқ-овқат маҳсулотларида нафақат табиий таркибий қисми сифатида, шунингдек, уларни озиқ-овқат маҳсулотларига бошқа манбалардан ўтиши билан боғлиқ ҳолда ҳам мавжуд бўлиши мумкин. Бу минерал моддалар маҳсулот таркибига уни ишлаб чиқариш технологик жараёнида ишлатиладиган жиҳоз ва реактивлардан, маҳсулоларни сақлаш ва

Минерал элементларини умумий миқдори кул моддаси миқдори бўйича аниқланади.

Кул ва кул моддалари таълимоти зонадаги маҳсулотнинг органик моддаларини ўқиб кўришда қўлдан келган ҳисобланади. Органик моддалар кўришда қўлдан келган ҳисобланади. Органик моддалар кўришда қўлдан келган ҳисобланади.

Кул ва кул моддалари таълимоти зонадаги маҳсулотнинг органик моддаларини ўқиб кўришда қўлдан келган ҳисобланади. Органик моддалар кўришда қўлдан келган ҳисобланади. Органик моддалар кўришда қўлдан келган ҳисобланади.

Безалта маҳсулотни структурасига кирувчи минерал моддалар тоза қўл дейилади. У ўқиб кўришда қўлдан келган ҳисобланади. чунки айнан уни миқдори, маҳсулотни фазолиятини аниқлайди.

Таркибда аралашмалар мавжуд бўлган кул нам кул дейилади. У аниқ таълимоти зонадаги маҳсулотнинг органик моддаларини ўқиб кўришда қўлдан келган ҳисобланади. чунки айнан уни миқдори, маҳсулотни фазолиятини аниқлайди.

3.2.1. Умумий кул моддаси миқдорини аниқлаш

Кул моддаси объектни хўлидини йўли билан ҳўл ва қўруқ кулдан келган ҳисобланади. аниқ таълимоти зонадаги маҳсулотнинг органик моддаларини ўқиб кўришда қўлдан келган ҳисобланади.

Ҳўл кулдан келган ҳисобланади. сульфат ва аниқ таълимоти зонадаги маҳсулотнинг органик моддаларини ўқиб кўришда қўлдан келган ҳисобланади.

Ҳўл кулдан келган ҳисобланади. сульфат ва аниқ таълимоти зонадаги маҳсулотнинг органик моддаларини ўқиб кўришда қўлдан келган ҳисобланади.

Курук куллантириш юкори хароратларда (1600 °C ва ундан юкори тиглда (чинни идишча) муфел печларида амалга оширилади. Бунда тиглчи кизил чўғланиш холатигача олиб бормаслик тавсия этилади, чунки кул фосфатлари куймаган кўмир заррачаларини эритиши мумкин ва бу эса охиргиларни тўлик куйдирилишини кийинлаштиради.

Моддаларни ушбу усулда куллантириш механик ва моддаларни кимёвий ўзгаришлари натижасидаги йўқотишлари билан кечиши мумкин. Механик йўқотишлар моддаларни юкори бошлангич хароратларда тез куйдирилишида рўй беради. Бу холларда моддани курук хайдалишида ҳосил бўлаётган маҳсулотлар тиглдан ташқарига чиқарилиб юборилиши мумкин.

Кемийвий йўқотишлар бекитилган тиглдаги тўлик куйидирилмаган моддани кучли киздирилишида рўй беради. Бу холда ҳам куйидирилмаган чўғланган кўмир заррачалари фосфор оксидини фосфор металигача кайтариши мумкин ва у эса ташқарига чиқариб юборилади. Айниқса кул моддалари фосфорга бой объектларни таҳлил этишда кимёвий йўқотишларнинг олдини олишга ҳаракат килиши лозим.

Кул моддаси маҳсулотни курук моддаларига нисбатан фоизларда ифодаланади.

Кул моддасини тезлаштирувчисиз ва тезлаштирувчи иштирокидаги усуллар билан аниқлаш мумкин. Озик-овқат маҳсулотлари тозалигини тавсифлашда нафақат умумий кул миқдорини, шунингдек 10 %ли хлор кислотасида эрмайдиган кул миқдорини ҳам аниқлаш тавсия этилади.

Кул миқдорини тезлаштирувчисиз аниқлаш

Асбоб ва жихозлар. Ўлчами 20x20 см бўлган иккита ишчи пластинкалар; диаметри 40 мм ва баяндилиги 35 мм бўлган чинни тигллар; кальций хлорид солинган эксикатор; аналитик тарози; кискичлар; штатив; чинни учбурчак; горелка; Муфел печи.

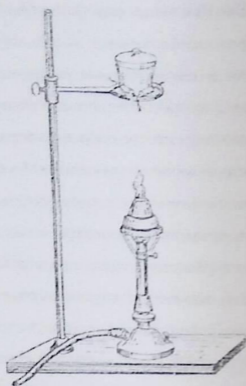
Ишни бажариш тартиби. Тигллар олдиндан ўзгармас мossaга киздирилади. Сўнгра аналитик тарозида 0,0001 г аниқлик билан 1,5-2 г



намуна ўлчами (кандолат маҳсулотлари 5-10 г миқдорда, 0,01 г аниқлик билан, крахмал эса 10 г аналитик тарозиди) тортиб олинади.

Намуна ўлчами олдиндан майдаланиши керак. Намуна ўлчамини ўта майдалаш ҳам тавсия этилмайди, чунки ўта майда моддалар, куйдириш бошлангандан кейин газсимон куйдириш маҳсулотларини ажралиб чиқишида, тутун билан биргаликда чиқариб юборилиши мумкин. Бундан ташқари, ўта майдаланган намуна ўлчами, уни ички қатламларига ҳаво кислородини қийин кириб бориши сабабли тўлиқ куйдирилмайди.

Кулланишни дастлабки даври, горелка алангасини тигл тубига етмаслигини таъминлаган ҳолда (расм 3.2) жуда эҳтиёткорлик билан олиб борилиши керак. Иситиш бошлангандан кейин газ ва корамтир-қўнғир смолали моддаларни ажралиши билан кечадиган қурук хайдаш рўй беради. Қучли иситиш бу жараёنни жадаллаштиради ва модда намуна ўлчамини механик йўқотилишига олиб келиши мумкин. Бундай шароитларда маҳсулотни тўлиқ кулланиши ҳам қийинлашади ва бу ўз ўрнида катта ҳаголикларга олиб келади. Қўнғир газлар ажралиб чиқиши тугагач, горелка тиглга аста-секин яқинлаштириб иситиш кучайтирилади. Қора заррачаларни (кўмир) асосий қисми йўқолгач, тигллар корамтир-кизил чўғланишигача иситилган Муфел печига ўтказилади. Тигллар дастлаб Муфел печини эшикчаси яқинида, кейинчалик эса аста-секин силжитиш орқали печка ичкарироқ қисмларига жойлаштирилиб борилади. Бунда намуна ўлчами алангаланишига йўл қўймаслик керак. Куйдириш қора заррачаларни тўл йўқолгунича, ок ёки кул рангига яқин кул олингунича давом эттирилади. Тигллар эксикаторда совутилгандан кейин, уларни массаси аниқланади, сўнгра яна 20 мин давомида киздирилади. Агар шундан сўнг ҳам, тиглларни кул билан биргаликдаги массаси ўзгармай қолса, куллантириш якунланган ҳисобланади.



Расм 3.2. Куллантиришни бошлангич боскичида тигли горелка устидаги тўғри ҳолати

Кул моддасини аниқлаш, қаҳва намуна ўлчами тахминан 5 г ни, крахмалники эса 5-10 г ни ташкил қилади. Қаҳвани Муфел печида киздириш, қора заррачалар йўқолиб кейин ва ок ёки кул рангли кул олингандан кейин яна 30 мин давом эттирилади. Киздирилган тигл эксикаторда 40 мин дан 2 соатгача совутилади ва уни қайта киздирилиши ўтказилмайди.

Крахмални куллантиришнинг ўзига хос хусусияти шундаки, намуна ўлчамини бир қисми куллантирилгандан кейин идишда совутилади ёки унга бир неча

миллилитр дистилланган сув қуйилиб, сув ҳаммомида курук ҳолатигача углантирилади ва горелкада тўлиқ куллангунича киздирилади. Шундан сўнг, тигл эксикаторда яна совутилади ва массаси аниқланади. Бу ҳаракатлар кетма-кетлиги навбатдаги иккита тортишлар массалари ўртасидаги фарк 0,0005 г кам бўлмагунича давом эттирилади.

Ҳисоблаш. Курук моддаларга нисбатан фоизларда ифодаланган кул қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$X = \frac{g_1 \cdot 100 \cdot 100}{g(100 - B)}$$

бу ерда: g_1 - кулни асбоблот массаси, г;

g - тадқиқот этилаётган маҳсулот намуна ўлчами, г;

B - маҳсулотни намлиги, %.

Баъзи маҳсулотлардаги (кандолат маҳсулотлари) кул миқдори намликни ҳисобга олмаган ҳолда қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$X = \frac{g_1 \cdot 100}{g}$$

Параллел аниқлашлар ўртасидаги фарқ 0.02 % (крахмални тадқиқот этишда 0.01 %)дан ошмаслиги керак. Махсулотни фактик қулдорлиги икки параллел аниқлашларни ўрта арифметик қиймати сифатида ҳисобланади.



Кул моддасини тезлаштирувчи иштирокида аниқлаш.
Қулантиришни тезлаштириш қуйдириладиган намуна ўлчамини юмшатувчи ва қуйдиришда кислород кириб боришни енгиллаштириш имконини берувчи сирка кислотали магнийни спиртли эритмаси ёки азот кислотасини (дон, ёрма ва уруғлардаги кул моддасини аниқлашда) қўллаш орқали таъминланади.

Асбоб ва жиҳозлар. Қулдорликни олдинги усул бўйича аниқлашда ишлатилган асбоб ва жиҳозлар.

Реактивлар. Сирка кислотали магнийни спиртли эритмаси; зичлиги 1.2 бўлган азот кислотаси; ҳажми 3 мл бўлган шпетка.

Сирка кислотали магнийни спиртли эритмасини тайёрлаш учун 1,61 г сирка кислотали магний 100 мл 95 % ли этил спиртида бир неча йод кристалларини солиб эритилади. Сўнгра олинган эритма коғоз фильтр орқали филтрланади. 3 мл филтрат қиздирилгандан кейин 0,010 г магний оксидига эга. Спиртни бугланишини олдини олиш мақсадида тайёр эритма қопқоқ зич бекитиладиган идишда сақланиши керак. Магний оксидини миқдо вақти-вақти билан 3 мл реактивни қичкина чинни идишчада сув ҳаммоми, буглантириш (қайнашига йўл қўйилмасдан) ва Муфел печларида ўзгармас массага қиздириш йўли билан аниқланади.

Ишни бажариш тартиби. Ўзгармас массага қиздирилган чинни тигллар олдиндан тайёрланади. Тайёрланган тиглларга урни 2 г дан иккита намуна ўлчами тортилади. Донларни тадқиқот этишда 2,0-2,5 г майдаланган намуна ўлчами олинади. Ун қулдорлигини аниқлашда, қуйдирилганга қадар ҳар бир тиглларга 3 мл дан сирка кислотали магний реактиви солинади ва 1 мин давомида тинч қолдирилади. Шундан сўнг, тигллар қорамтир-қизил



туғланишгача киздирилган Муфел печини очик эшикчаси жойлаштирилади. Моддалар куйгандан кейин тигллар аста-секин Муфелни ичига силжитилади. Тўғри ўтказилган жараёнда унни куллантириш 35-40 мин дан 1 соатгача давом этади. Бунда оқ ёки кул рангидаги кул хосил қилинади. Эксикаторда совитилгандан кейин тиглларни массаси ўлчанади.

Тезлаштирувчи сифатида концентрланган азот кислотаси ишлатилганда куйдириш куйидагича амалга оширилади. Дастлаб тигллардаги намуна ўлчами Муфел печларида уни кул рангидаги юмшоқ массага айлангунича эхтиёткорлик билан куйдирилади. Шундан сўнг тигллар эксикаторда совитилади ва улардаги масса 3-5 томчи азот кислотаси билан намлантирилади. Сўнгра тигллар Муфел печини очик эшикчаси яқинига жойлаштирилади ва уни қайнашига йўл қўймаган ҳолда кислота қуриб қолгунича буғлантирилади. Кейин куйдириш юқорида келтирилган тартибда давом эттирилади. Агар тиглларни кул билан биргаликдаги массаси қайта тортишларда ўзгармай қолса, унда куллантириш яқунланган ҳисобланади. Агар такрорий киздиришдан кейин масса ошиши рўй берса, унда киздириш яқунланади ва ҳисоблашда майда (олдинги) масса ҳисобга олинади.

Ҳисоблаш. Қурук моддага қайта ҳисобланган кулдорлик юқорида келтирилган формула бўйича аниқланади.

10 %ли хлор кислотасида эримайдиган кул миқдорини аниқлаш. Усул маҳсулотдаги аноганик моддаларни 10 %ли хлор кислотасида эритишга асосланган. Айни вақтда, аноганик келиб чиқишга эга бўлмаган моддалар (қум ва силикатлар) кислотада эримади. Юқорида баён этилган усулларни бири бўйича олинган кул 10 %ли хлор кислотаси билан ишлов берилади. Қолдик эса яна киздирилади ва массаси аниқланади. Массалар айирмаси бўйича хлор кислотасида эримайдиган кул миқдори аниқланади.

Асбоб ва жиҳозлар. Кул миқдорини олдинги усуллар бўйича аниқлашда ишлатилган асбоб ва жиҳозлар; 10 мл ли пипетка; кул моддасига эга бўлмаган қоғозли фильтр жойлаштирилган воронка; ҳажми 100 мл бўлган қолба; сув ҳаммоми.



Ишни бажариш тартиби. 5 г ун юкорида баён этилган усулларни бйича куллантирилади. Олинган кул 10 мл 10 %ли хлор кислотасида уларни сув хаммомида 5 мин иситилиши давомида эритилади. Сўнгра хлор кислотали эритмани тиниқ юкори катламли қоғоз фильтри оркали фильтрланади.

Бу операция икки марта кайтарилади. Хар маротабасида хлор кислотали эритма декантация қилинади ва фильтрдаги эримаган чўкма иссиқ сув билан ювилади. Сўнгра фильтр чўкма билан биргаликда воронкани ўзида бир мунча куригилади, у олдиндан киздирилган ва тортилган тигла ўтказилиб, куйдирилади ва киздирилади.

Кахвани тадқиқот этишда, 5 г намуна ўлчамини куйдиришда олинган кул 15-20 мл 10 %ли хлор кислотаси билан кайнаётган сув хаммомида 30 мин ишлов берилади. Кандолат махсулотларини тадқиқот этишда хам кул айнан шундай ишлов берилади, фақат бунда 30 мл 10 %ли HCl эритмаси куйилади. Бундай ишлов берилган эритма кулсиз қоғоз фильтр оркали фильтрланади, тигл иссиқ дистилланган сув билан ювилади ва фильтр эса хлор-ионга бўлган реакция ($AgNO_3$ эритмаси билан) йўқолгунича иссиқ сув билан ювилади. Фильтрни куйдирилиши юкорида баён этилганидек амалга оширилади.

Хисоблаш. Ун, кахва ва баъзи бошка махсулотларда 10 % ли хлор кислотасида эримайдиган кул миқдори юкорида келтирилган формуле бйича курук моддага кайта хисобланиб аникланади.

3.3. Ош тузи миқдорини аниклаш

Ош тузи миқдори махсулотларни нафақат сакланувчанлигини, шунинг билан бирга уларни таъм хусусиятларини хам белгилайди. Барча озик-овкат махсулотлари учун хлорид натрий миқдорини аниклаш усули бир хил.

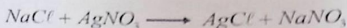
Хлорид натрий миқдорини аниклаш учун тадқиқот этилаётган махсулот экстрактини (экстракт) тайёрлаш керак, у эса махсулот таркиби ва хусусиятларга боғлиқ ҳолда турлича тайёрланади. Масалан, консерваланган

озик-овқат маҳсулотларини тадқиқот эгишда 20 г маҳсулот намунаси (0,0) аникликда ўлчанган) иссиқ дистилланган сув ёрдамида ҳажми 250 мл бўлган ўлчов колбасига ўтказилади. Колбадаги суюқлик (колба ҳажмини $\frac{2}{3}$ қисмини эгаллаган) яхши аралаштирилгандан кейин даврий аралаштириш давомида 30 мин сақланади. Сўнгра колбадаги суюқлик 20 °С гача совутилади ва белгисигача дистилланган сув ёрдамида етказилади. Яхши аралаштирилгандан кейин филтър қоғоз орқали курук колбага филтърлаб ўтказилади. 50 мл филтрат олиниб унда ош тузи миқдори аниқланади.

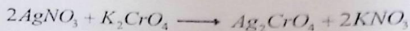
Ош тузини аниқлашни турли услублари мавжуд. Улар ўртасида хлор ионларини экстрактни $AgNO_3$ эритмаси билан хромат индиктори иштирокида титрлашга асосланган усул (Мор усули) кенг тарқалган. Буидан ташқари, ош тузи миқдорини катионитли аниқлаш усули ҳам истиқболли ҳисобланади.

Мор усули. Ушбу усулдаги аниқлаш хлор ионларини хромат калий индиктори иштирокида кумуш нитрати билан тўғридан-тўғри титрлашга асосланган бўлиб, нейтрал эритмада барча хлор ионлар чўктирилгандан кейин кумуш хроматини қизил чўкмаси ҳосил бўлади.

Реакция қуйидагича кечади



Барча хлорид кумуш хлориди сифатида чўктирилгандан кейин, хромат калий $AgNO_3$ ни ортиқча эритмаси билан қизил рангга бўялган кумуш хромати ҳосил қилади.



Харорат ошиши сарин реакция сезгирлиги пасаяди, шунинг учун ҳам ишончли натижалар олиш учун титрлаш 20 °С хароратда олиб борилиши керак.

Асбоб ва жиҳозлар. Титрлаш қурилмаси; ҳажми 150-200 мм бўлган конус колба; ҳажми 25 ва 50 мл бўлган пипетка.

Реактивлар. 0,1 ёки 0,05 н кумуш нитрати эритмаси; 0,01 н натрий бикарбонат ($NaHCO_3$) ёки 0,01 н сирка кислотаси эритмаси; 1 %ли



фенолфталеин эритмаси; 0,05 %ли паранитрофенол эритмаси; 10 %ли калий хромат (K_2CrO_4), балиқ маҳсулотларини тадқиқот этишда эса калий хроматни тўйинган эритмаси

Ишни ўтказиш тартиби. Юқорида кўрсатилган усулда тайёрланган экстракт олинади ва у кислотали муҳитга эга бўлса, 0,01 н $NaHCO_3$ эритмаси билан фенолфталеин иштирокида нейтраллаштирилади. агар экстракт ишқорий муҳитга эга бўлса 0,01 н сирка кислотаси эритмаси билан паранитрофенол иштирокида нейтралланади. Бикорбонат билан нейтраллашдан кейин эритма рангсиз бўлиб қолиши (фенолфталеин рангсизланади), сирка кислотаси билан нейтралланганда эса кучсиз сарик ($pH=6,5-7,5$) бўлиши керак.

50 мл нейтралланган эритма пипетка ёрдамида конус қолбага ўтказилиб, унга 1-3 мл хромат калий эритмаси қуйилади ва 0,05 н кумуш нитрати эритмаси билан титрланади. Титрлаш аста-секин олиб борилиши керак. Титрлаш қолбада қизил чўкма ҳосил бўлгунча давом эттирилади.

Ҳисоблаш. Намунага нисбатан % ҳисобидаги ош тузи миқдори қуйидаги формулага кўра ҳисобланади:

$$x = \frac{V \cdot k \cdot T \cdot V_1 \cdot 100}{g \cdot V_2}$$

- бу ерда V - кумуш нитрати эритмасини миллилитрлари миқдори (сув маҳсулотларини тадқиқот этишда 0,05 н, бошқа маҳсулотлар учун эса 0,01 н кумуш нитрати эритмаси ишлатилади);
- k - кумуш нитрати титрланган эритмасини нормаллик коэффициентини;
- T - кумуш нитрати эритмасини $NaCl$ бўйича титри (0,1 н эритма учун 0,005845, 0,05 н учун эса 0,00292);
- g - намуна массаси, г;
- V_1 - тадқиқот этилаётган маҳсулот намунасидан тайёрланган экстракт ҳажми, мл;

V_2 - титрлаш учун олинган экстракт ҳажми, мл.

Иккита параллел аниқлашлар ўртасидаги фарқ 0,1 %дан юқори эмас.

3.4. Кислоталикни аниқлаш

Озик-овқат саноатини хом-ашёлари, ярим тайёр маҳсулотлари ва тайёр маҳсулотлари, одатда, кислотали реакцияга эга. Ҳар бир муҳитда чин (актив) ва умумий (титрланадиган) кислоталик фаркланади. Чин кислоталик водород ионлари концентрацияси бўлиб, рН катталиги билан тавсифланади. Агар рН 7 дан юқори бўлса, муҳит ишқорий реакцияга эга, рН 7 дан паст бўлса муҳит реакцияси кислотали бўлади.

3.4.1. Титрланадиган кислоталикни аниқлаш

Титрланадиган кислоталик бу тадқиқот этилаётган маҳсулотда мавжуд бўлган эркин органик кислоталар ва уларни нордон тузлари миқдори бўлиб, у эритмаларни ишқор билан титрлаш оркали аниқланади.

Озик-овқат маҳсулотларида кислоталикни аниқлашга катта эътибор берилади, чунки кислоталик тадқиқот этилаётган маҳсулотни нафақат таъм хусусиятларини белгилайди, балки, шунингдек уни янгилиги ва юқори сифатлилиги кўрсаткичи ҳам ҳисобланади. Кислоталик нафақат у ёки бу маҳсулот тайёрланган хом-ашё табиатига, шунингдек рецептура ва тайёрлаш технологик режимлари, сақлаш усуллари ва муддатларига ҳам боғлиқ бўлади. Маҳсулот кислоталиги сақлаш жараёнида ошиши ёки пасайиши мумкин ва бу ҳолат кўп ҳолларда маҳсулот сифатига салбий таъсир қилади.



Тадқиқот этилаётган маҳсулотни табиати ва концентрациясига боғлиқ ҳолда кислоталик бевосита титрлаш (суюқ маҳсулотлар) ёки маҳсулот экстрактини титрлаш (суюқ бўлмаган консистенцияга эга бўлган маҳсулотларда) йўли билан аниқланади.



Озиқ-овқат маҳсулотларида тирланадиган кислоталик турли ўлчов бирликларида ифодаланади. Бунинг сабаби шундаки, баъзи озиқ-овқат маҳсулотларида титрлаш пайтида нафақат эркин кислоталар, шу билан бирга нордон тузлар (баъзида уларни улуши анча катта бўлиши мумкин) ҳам нейтралланади. Бунга карамасдан титрланадиган кислоталик баъзи озиқ-овқат маҳсулотларида, уларда устунлик килувчи кислотага нисбатан ифодаланади. Масалан, узум ва узумли виноларда устунлик килувчи вино кислотаси бўлса, мевали шарбат ва виноларда эса олма кислотаси ҳисобланади. Титрланадиган кислоталик маринадларда сирка кислотасига, тузланган карамда эса сут кислотасига қайта ҳисобланиб, аниқланади.

Баъзи озиқ-овқат маҳсулотларида (ёғларда, ун, нон маҳсулотлари, сут маҳсулотлари, пиво ва қандолат маҳсулотлари) қандайдир бир кислотани аниқлаш билиш мумкин эмас, чунки уларда озод кислоталар ўртасидан кўп миқдорда мавжуд бўлган кислотани ажратиш кийин. Бундан ташқари, бу маҳсулотларда нордон тузлар кўп миқдорда мавжуд бўлади. Бу ҳолларда кислоталик шартли бирликларда — градусларда ифодаланади ва уни қиймати баъзи маҳсулотларда турлича бўлади. Масалан, ун, нон ва кондитер маҳсулотларида кислоталик градуси 100 г тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги кислоталарни нейтраллашга сарфланган децинормал ишқор миқдори миллилитрлари ҳисобланади. Сут маҳсулотларида кислоталик Тернер градусларида ифодаланади ва у 100 мл ёки грамм маҳсулотда (намунани олиш усулига боғлиқ ҳолда) мавжуд бўлган кислотани нейтраллаш учун зарур бўлган 0.1 н натрий гидрооксид эритмаси миллилитрлари миқдорини англатади. Ёғларни кислоталиги тадқиқот этилаётган 1 г ёғда мавжуд бўлган эркин ёғ кислоталарни нейтраллаш учун керак бўлган КОН миллиграммларида ифодаланади.

Суюқ консистенцияга эга бўлмаган озиқ-овқат маҳсулотларини кислоталигини аниқлашда экстракт тайёрлаш усули услубни муҳим таркибий қисми ҳисобланади. Экстрактларни тайёрлаш озиқ-овқат маҳсулотларидаги барча кислоталарни (органик ва аорганик), шунингдек уларни нордон



сузларини сувда яхши эришига асосланган. Бунда қуйидаги умумий
қоидаларга риоя қилинади. Тадқикот этилаётган экстрактни титрлашга
сарфланадиган ишқор миқдорини 3 мл дан кам бўлмаслиги; энг кам
ишлатиладиган дистилланган сув миқдори ва тайёрлаш вақтида экстракта
тадқикот этилаётган маҳсулотни барча таркибий қисмлари ўтиши керак.
Бегона қўшилмалардан озод экстрактлар олиш учун спиртли экстрактлар
тайёрланади.

Титрланадиган кислоталикни аниқлашда индикаторни тўғри танлаш
хам катта аҳамиятга эга. Рангсиз ёки кучсиз бўялган эритмалар учун, кўп
ҳолларда, фенолфталеин ишлатилади. Умсуман озик-овқат маҳсулотларидаги
кислоталарни титрлаш рангини кучсиз ишқорий муҳитда ўзгартира оладиган
фенолфталеин, тимолфталеин ва **алкалиблау** каби индикаторлар
иштирокида олиб борилиши зарур. Метилоранж, метилрот, конгорот ва
баъзи ҳолларда лакмус озик-овқат маҳсулотларидаги кислоталикни аниқлаш
учун яроқсиз, чунки бу индикаторлар ўз рангини ўзгартирадиган рН
қийматлари кучсиз органик кислоталарни тўлиқ нейтралланганлигига мос
келмайди. Фенолфталеин индикатори карбонат ангидрид (CO_2) мавжуд
бўлганида рангсизланиши мумкин. Шунинг учун эритмалар титрланишидан
олдин карбонат кислотасини чиқариб юбориш мақсадида, қайнаш
бошлангунича иситилиши, айнаи вақтда учувчи кислоталарни, йўқотилиши
мумкинлиги сабабли қайнашга йўл қўймаслик керак.

3.2-жадвалда энг кўп ишлатиладиган индикаторларни ранг ўзгариши
интерваллари келтирилган.

Демак, титрланадиган кислоталикни аниқлаш титрлашдан ташқари
тадқикот этилаётган намунадан (агар маҳсулот консистенцияси суюқ
бўлмаса) кислоталарни сув ёки спирт билан чиқариб олиш ёки суюқ
маҳсулотларни титрлашга тайёрлашдан (сув билан суюлтириш, баъзи
ҳолларда эса тиндириш) иборат.

Намуналарга ишлов бериш усулларига қатъий риоя қилиш кўпгина
ҳолларда таҳлил натижалари аниқлигини белгилайди.



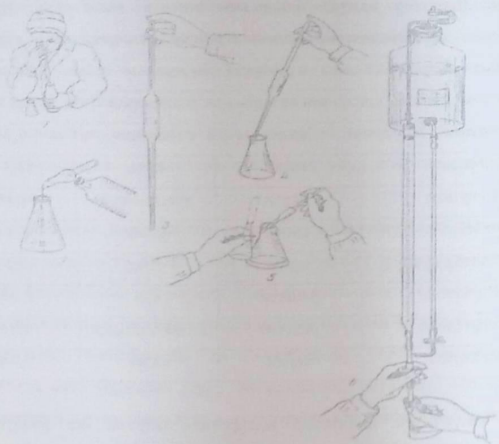
Индикаторларни ранг ўзгариши интерваллари

Индикаторлар	Мухитдаги ранги		pH интервали
	кислотали	ишқорий	
Тимол кўки	кизил	сарик	1,2-2,8
Метил сарик	кизил	сарик	2,9-4,0
Метил пушти	кизил	пушти-сарик	3,1-4,4
Метил кизили	кизил	сарик	4,4-6,2
Бромтимол кўки	сарик	кўк	6,0-7,6
Тимолфталеин	рангсиз	кўк	9,4-10,6
Фенилфталеин	рангсиз	кизил-бинафша	8,0-9,8
Фенил кизили	сарик	кизил	6,4-8,0

Кислоталик индикатор иштирокида титрлаш ёки электрометрик титрлаш билан аниқланади.

Умумий кислоталик маҳсулотдаги ионларга диссоциланган, диссоциаланмаган кислота ва нордон реакцияга киритувчи моддалар умумий миқдори билан тавсифланади.

Индикатор иштирокида титрлаш. Кислоталикни титрлаш усули бўйича аниқлаш ишқорни маҳсулотда мавжуд бўлган нафақат эркин кислоталарни, балки уларни нордон тузларини ҳам миқдорий нейтраллаш хусусиятига асосланган. Тадқиқот этилаётган маҳсулотда устулик қилувчи кислотани аниқлашда, бир хил нормалликка эга бўлган эритмалар ҳамма вақт ўзаро тенг ҳажмларда реакцияга киришишлари мумкинлиги умумий қондасига кўра иш олиб борилади. Шунинг учун титрлашда сарфланган ишқор миқдорини ва бунда ишқор ва нейтралланадиган кислота ўртасида кечадиган кимёвий реакцияни билади ҳолда, таҳлил этилаётган маҳсулотдаги кислота миқдорини аниқлаш мумкин.



Расм 3.3. Сутни титрланадиган кислоталигини аниқлаш:
 -автомат ёрдамида 20 мл сувни ўлчаб олиш; 2, 3, 4-пипетка ёрдамида 10 мл
 маҳсулотни ўлчаш; 5-фенолфталеин эритмасини солиш; 6-0,1 н ли ишқор
 эритмаси ёрдамида титрлаш

Асбоб ва жихозлар: Сув хаммоми; техникавий тарози; ҳажми 250 мл бўлган ўлчов колбаси; 100 °Сгача даражаланган термометр; 500 мл ли кимёвий стакан; катланган фильтрли воронка; ҳажми 25 ва 50 мл ли пипетка; титрлаш қурилмаси.

Реактивлар: Фенолфталеини 1 %ли спиртли эритмаси ёки тимолфталеинни 0,1 %ли спиртли эритмаси; 0,1 н натрий гидроксид эритмаси.

Ишни бажариш тартиби. Сутни титрланадиган кислоталигини аниқлаш босқичлари расм 3.3 да келтирилган. Маҳсулот ўрта намунасида олинган майдаланган намуна ўлчамилар кимёвий стаканларда тортилади ва 80 °Сгача иситилган иссиқ сув билан ҳажми 250 мл бўлган ўлчов колбасига



йўқотишларсиз ўтказилади. Бунда поресимон мева-сабзавотли маҳсулотла,
нон маҳсулотлари, мевалар намуна ўлчамиси 25 г ни, консервалар эса 20 г ни
ташқил этади. Фойдаланиладиган сув миқдори колба ҳажмини $\frac{3}{4}$ қисмидан
ошмаслиги керак. Сўнгра колбадаги аралашма яхши силкитилади ва вақти-
вақти билан силкита туриб ҳарорати $80-85^{\circ}\text{C}$ гача иситилган сув ҳаммомига
30 мин давомида жойлаштирилади. Шундан кейин колбалар хона
хароратигача совутилади, колбадаги суюқлик ҳажми дистилланган сув билан
белгигача етказилади ва колба пробка билан бекитилгач, колбадаги яхши
аралаштирилади. Олинган суюқлик қатланган қоғозли фильтр орқали қурук
стаканга филтрланади. Филтрат кислоталиги титрлаш билан аникланади.

Суюқ маҳсулотларни (шарбат, намोकб ва бошқалар) тадқиқот этишда,
зарур бўлган ҳолларда, улар олдиндан филтрланади. 20 мл филтрат
пипетка билан ҳажми 250 мл ли ўлчов колбасига ўтказилади, дистилланган
сув билан белгисигача етказилади ва яхши аралаштирилгандан кейин, ундан
пипетка ёрдамида 50 мл олиниб, титрлаш учун конус колбага ўтказилади.

Экстрактни титрланадиган кислоталигини аниқлашда, пипетка билан
50 мл олиниб ҳажми 500 мл ли ўлчов колбасига ўтказилади. Колбада
суюқлик ҳажми белгисигача етказилади ва яхши аралаштирилгандан кейин
титрланади.

Агар тадқиқот этилаётган суюқлик бўялган бўлса, унда индикатор
сифатида тимолфталейнни спиртли эритмаси ишлатилиши мумкин. Рангсиз
ёки кучсиз бўялган филтратларда фенолфталейн ишлатилади. Кучли
бўялган экстрактлар титрлаш олдиндан 1:1 нисбатда сув билан суюлтирилади
ва фенолфталейн иштирокида пушти ранггача эмас, балки экстракт ранги
ўзгаргунча титрланади. Баъзи экстрактлар ранги нейтрализация лаҳзасида
яшил рангга кириши, бошқалари рангини равшанлашиши мумкинлиги
туфайли фенолфталейн билан титрлашда бўялиш ранги ёнма-ён қуйилган,
худди шундай фенолфталейнли экстракт жойлаштирилган колба ранги билан
таққосланади. Тимолфталейнни 0,1 %ли спиртли эритмаси ишлатилганда
титрлаш якуни 1 мин давомида йўқолмайдиган кўк рангини пайдо бўлиши

онилан белгиланади. Агар фенолфталеин фойдаланиладиган бўлса, титрлаш натижаларига CO_2 таъсирини олдини олиш учун филтрат қайнаш бошлангунгача иситилиши ва исик эритмани титрлаш тавсия қилинади.

Хисоблаш: Сарфланган 0.1 н ишқор эритмаси миқдори нормаллик коэффициентига кўпайтирилиб децинормал эритма миқдорига айлантирилади. Титрланадиган кислоталик X қуйидаги формула бўйича хисобланади:

$$X = \frac{V \cdot k \cdot V_1 \cdot 100}{g \cdot V_2}$$

бу ерда: V - титрлашга сарфланган 0.1 н ишқор эритмаси миқдори, мл;

k - тегишли кислотага қайта хисоблаш коэффициенти:

олма кислотаси	- 0,0067
лимон кислотаси	- 0,0064
сирка кислотаси	- 0,0060
сут кислотаси	- 0,0090
вино кислотаси	- 0,0070

V_1 - тадқиқот этилаётган маҳсулот эритмасидан тайёрланган экстракт ҳажми, мл;

g - тадқиқот этилаётган маҳсулот ҳажми ёки намуна ўлчами, мл ёки г;

V_2 - титрлаш учун олинган тадқиқот қилинаётган маҳсулот филтратини ҳажми, мл.

3.4.2. Актив кислоталикни аниқлаш

Актив кислоталик ярим тайёр маҳсулотлар ва хом-ашёда кечаётган коллоид, микробиологик ва ферментатив жараёнлар ва тайёр маҳсулотларни таъм хусусиятларига сезиларли таъсир қилади. Аммо, актив кислоталикни аниқлаш маълум қийинлиги билан фарқланади. Шунинг учун тайёр озик-



овкат маҳсулотларини сифати меъерий-техник ҳужжатларда титрланади. кислоталик бўйича белгиланади.

Агар озик-овкат маҳсулотларининг таркибида маълум миқдорда водород иони бўлса, улар нордон бўлади. Н иони канча кўп бўлса, нордонлик шунча юқори бўлади.

Актив кислоталик даражаси ёки водород ионларининг концентрацияси шу 1 л эритмадаги Н ионининг граммларда ифодаланган миқдори билан белгиланади. Масалан, сувда Н концентрацияси миллионнинг бир бўлаги ёки 10^{-7} г/л (10000000 л сувда 1 л Н ионлари бўлади) ни ташкил қилади. Водород кўрсаткичи рН водород ионлари кўрсаткичи даражасининг тескари белгиси сифатида қаралиши мумкин. Агар водород ионларнинг концентрацияси $\frac{1}{10000000}$ ёки $\frac{1}{10^6}$ бўлса, рН-6 бўлади. Бундай белгилашда рН сони канча кичик бўлса, водород ионларининг сони шунча юқори бўлади. рН-7 га тенг бўлса (нейтрал нуқта) нордонлик сезилмайди. рН-7 дан паст бўлса маҳсулот нордон бўлиб қолади.

Актив кислоталик колориметрик ва потенциометрик усулларда аниқланади. Биринчи усул нисбатан оддийроқ, аммо тахминий натижалар беради ва шу сабабли кам ҳолларда ишлатилади.

Колориметрик усул индикаторларни ўз бўялишини муҳитни турли рН қийматларида ўзгартиришга асосланган. рН ни колориметрик усулда аниқлашда тадқиқот этилаётган маҳсулотда ҳўлланган рН қийматларга мос келувчи рангли стандарт шкала ранги билан солиштирилади.

Потенциометрик усулни моҳияти тадқиқот этилаётган эритмага туширилган электрод потенциални эритма рН га боғлиқ ҳолда ўзгаришига асосланган.

Металл электрод шу металл ионлари мавжуд бўлган эритмага туширилганда қаттиқ ва суяқ фазалар ўртасида мувозанат юзага келади





Металл – эритма чегарасида пайдо бўладиган электрод потенциали катталиги мувозанат потенциали деб аталади. Металл электрод потенциаллини эритмадаги металл ионлари концентрациясига боғликлиги Нернст тенгламаси билан ифодаланади:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln C_{Me}$$

бу ерда: E - металл ионларини эритмадаги берилган концентрациясига мос келувчи металл электрон потенциали;

E_0 - ушбу электродни ионлар концентрацияси 1 га тенг бўлган потенциали (нормал потенциал);

C_{Me} - металл ионлари концентрацияси;

R - газ доимийси;

T - абсолют харорат;

F - Фарадей сони;

n - металл ионларини заряди.

Ионлар концентрацияси C_{Me} улар активлиги a_{Me} билан алмаштирилади.

$$a_{Me} = f \cdot C_{Me}$$

бу ерда f - активлик коэффиценти.

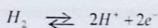
Потенциални пайдо бўлиши электронларни қайтарувчидан электродга ва электроддан оксидловчига ўтиши бир хил тезлик билан содир бўладиган динамик мувозанат билан тушунтирилади.

Электрод мувозанат потенциаллини эритмадаги ион концентрацияси (активлиги)га боғлиқ ҳолда ўзгариши электродни шу катион ёки анионга нисбатан қайтувчанлиги деб номланади. Шунга боғлиқ ҳолда биринчи ва иккинчи турдаги электродлар фаркланади.

Металли шу металл тузи мавжуд бўлган эритмага туширилса, электрод потенциаллини белгиловчи оксидланиш-қайтарилиш тизими ҳосил қилинади. Бундай тизимда электрод потенциали фақат эритмадаги катионлар концентрацияси(активлиги)га нисбатан белгиланади. Бундай металл



электродлар эритмадаги ўз катионларига нисбатан сезгир бўлиб, бири-
турдаги электродлар деб номланади. Уларга симобли, кумушли, мисли,
кўрғошинли, амальгам гурухи электродлари ва бошқа электродлар тегишли.
Биринчи турдаги электродларга водород электродлари ҳам тегишли. Металда
эриган газсимон водород оксидланиш-кайтарилиш тизимини ташкил қилади.



Аммо кўпгина металллар тезда оксидланиши ва уларни электрод функциясини
бузилиши сабабли, улар ўлчашларда ишлатилмайди.

Иккинчи турдаги электродлар металл электродлар ҳисобланиб, улар
бир хил анионли бошқа тузни ортиқча миқдорига эга бўлган шу металлни кам
эрувчи тузини тўйинган эритмасига туширилган бўлади. Бу ҳолда электрод
потенциали тегишли анион концентрацияси (активлиги) билан белгиланади.
Иккинчи турдаги электродларга хлор кумушли ва каломел электродлар
тегишли.

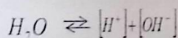
Потенциометрик титрлашда ишлатиладиган электродлар, ҳамма
ҳолларда кайтувчан, яъни уларни потенциали эритмадаги ионлар
концентрацияси (активлиги) ўзгариши сарин Нернст тенгламасига мувофиқ
ўзгариши керак.

Эритмадаги аниқланадиган ион концентрациясига сезгир бўлган
электрод оддий титрлашдаги индикаторни алмаштиради ва индикаторли
электрод деб номланади.

Индикаторли электрод потенциали титрлаш жараёнида ўз
потенциалини ўзгартирмайдиган ва фақат индикаторли электрод
потенциалини аниқлаш учун хизмат қиладиган қандайдир бошқа
кутбланмаган электродга нисбатан аниқланади. Бундай электрод ёрдамчи
ҳисобланиб, таққослаш электрода ёки стандарт электрод деб номланади.
Таққослаш электродлари сифатида иккинчи турдаги электродлар (Каломел
электроди Hg/Hg_2 , Cl_2/KCl , симоб сульфат электроди $Hg/HgSO_4/H_2SO_4$, хлор
кумушли $Ag/AgCl/NaCl$ ва бошқалар) хизмат қилади. Шундай қилиб,

ритмадаги ионлар концентрациясини потенциометрик ўлчаш усули тадқиқот этилаётган муҳитга жойлаштириладиган иккита махсус электродлар электрик потенциали айирмасини ўлчашга асосланган.

Потенциометрик усул тадқиқот этилаётган муҳитни кислотали ёки ишқорий хусусиятларини тавсифловчи водород ионлари активлигини ўлчашда кенг ишлатилади. Эритмаларда водород ионларини пайдо бўлиши бир қисм сув молекулаларини водород ва гидроксил ионларига диссоциланиши билан боғлиқ, яъни



Сув нейтрал бирикма бўлиб, ундаги у ёки бу ионлар концентрацияси бир хил. Унда қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин:

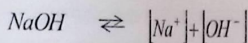
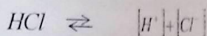
$$[H^+] = [OH^-]$$

Сувдаги водород ионлари билан гидроксил ионлари концентрацияларини кўпайтмаси сувнинг ион кўпайтмаси K_c дейилади.

$$K_c = [H^+] = [OH^-]$$

Муаян температурада K_c ўзгармас катталиқ. Унинг 22 °Сдаги сон қиймати 10^{-14} га тенг. Сувни диссоциланишида бир хил миқдордаги водород ва гидроксил ионлари ҳосил бўлиши ($H^+ = OH^-$) сабабли, уларни ҳар бирини концентрацияси 10^{-7} га тенг.

Кислота ва ишқорлар ҳам сувли эритмаларида диссоцилланади: кислоталар – водород ионлари ва кислота қолдиги анионларига ва ишқорлар – металл катионлари ва гидроксил ионларига, яъни





Эритмадаги кислота концентрациясини ошиши сарин водород ионлар концентрациясини ошиши, эритмадаги ишкор концентрациясини ошишида эса гидроксил ионлари концентрациясини ошиши кузатилади ва бу водород ионлари концентрациясини пасайишни келтириб чиқаради. Демак, водород ионлари концентрацияси билан турли эритмаларни тавфсифлаш мумкин. Амалиётда водород ионлари концентрациясини, уни тескари ишора билан олинган ўнлик логарифми билан ифодалаш кабул қилинган. Бу катталик водород кўрсаткичи рН дейилади ва қуйидагича аниқланади:

$$pH = -\lg[H^+]$$

Демак, эритмани нейтрал мухити рН=7 га, кислотали мухит рН<7, ишкорий эса рН>7 (7 дан 14 гача) мос келади. Ўша кислотали ва ўша ишкорий эритмалар рН ни нолдан кичик (-1 ÷ -2) ва 14 дан катта (15-16) қийматлари билан тавфсифланиши мумкин.

Юқоридаги боғлиқлар кучсиз электролитлар ва унчалик юқори бўлмаган концентрациялар учун кучга эга. Концентраланган эритмалар ёки кучли электролитлар рН ни аниқлашда ионлар ўртасидаги электростатик таъсир кучларини ҳисобга олиш зарур бўлади. Бунинг учун қиймати 1 дан кичик бўлган тузатиш кўнайтувчиси активлик коэффициентини f_n киритилади. Водород кўрсаткичи рН ни аниқлаштирилган формуласи қуйидаги шаклга эга:

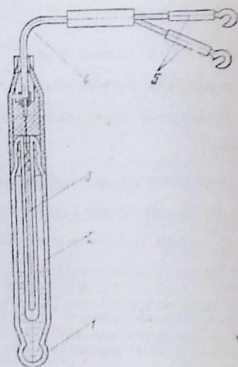
$$pH = -\lg a_H = -\lg(f_n \cdot [H^+]),$$

бу ерда a_H - водород ионларини эритмадаги активлиги.

Электродлар. рН ни потенциометрик ўлчаш усули тадқиқот этилаётган эритмага танлама таъсирга эга бўлган, махсус электрод тизими туширилганда ҳосил бўладиган электрод потенциалини ўлчашга асосланган. Электрод тизимини электр юритучи кучи (ЭЮК) эритмадаги водород ионлари активлигига боғлиқ. Шундай қилиб, электрод тизими доимий равишда иккита, яъни ўлчов ва ёрдамчи электродлардан иборат бўлади. Ўлчов электродини потенциавли эритмадаги водород ионлари

концентрацияси билан функционал бoғлиқ бўлса, ёрдамчи электр потенциаллари эса ўлчаш жараёнида ўзгармас сақланиши керак.

Ўлчов электродлари сифатида шиша ва сурмали электродлар кенг ишлатилади. Шунингдек, водородли, хингидринли ва баъзи бошқалари ҳам маълум бўлиб, аммо улар ўлчаш амалиётида жуда кам ишлатилади. Ёрдамчи электродлар сифатида каломел ва хлоркумушли электродлар кенг тарқалган бўлиб, бошқа кўринишдагилари эса деярли ишлатилмайди.



Расм 3.4. Универсал шиша электрод:
1-мембрана; 2-корпус; 3-контактли электрод; 4-чикиш ўтказгичи;
5-кискичлар.

Ўтказгичи чиқарилган ва у потенциални ўлчов асбобига узатувчи кабел кискичлари 5 билан яқунланган. Герметиклаш мақсадида электродни юқори қисмига полетиленли зичлаштирувчи қопқoқ кийдирилган.

Сезгир шишали мембраналарни тайёрлаш учун бир валентли металллар (Na, Li, K ва бошқалар) қўшилмаларига эга бўлган турли шиша навлари ишлатилади. Улар пайдо бўладиган электростатик кучлар таъсирида шишани

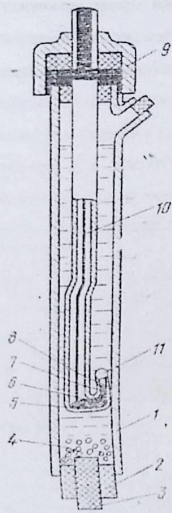
Шишали универсал электрод (расм 3.4) корпуси 2 қолибланган шишали трубкадан тайёрланган. Унинг бир учига электродни фаол қисми ҳисобланмиш, махсус электрод шишасидан тайёрланган мембрана 1 қавшарланган. Мембрана турли шаклда (шарсимон, игнасимон ва бошқа) тайёрланиши мумкин. Корпусни ички қисми унчалик кўп бўлмаган микродоғи кумуш хлориди кристаллари қўшилган 0,1 н хлор кислотаси эритмаси билан тўлдирилган. Эритмага контактли электрод 3 (хлоркумушли ёки каломел) чўктирилган бўлиб, ундан чиқиб



кристалл силикатли панжараларидан узилиб чиқади ва эритмага ўтишади. Улар ўрнини эса эритмадан ўтаётган фаол водород катионлари (H^+) эгаллайди.

Сурмали ($SbSb_2O_2$) ўлчов электродлари сурьма қатлами билан қопланган платинали ўтказгичдан ёки стержен кўринишидаги металл сурмадан тайёрланади. Электрод потенциали сурма метали ва унинг оксиди чегарасида пайдо бўлади. Хамир, опара ва юкори ковушқоқликка эга бўлган озик-овкат маҳсулотларини кислоталигини аниқлаш учун мўлжалланган, ўз-ўзини тозаловчи махсус сурмали электродлар мавжуд.

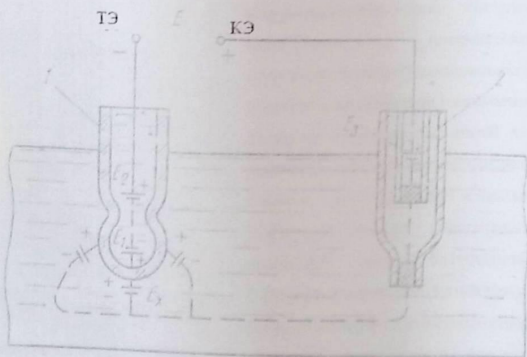
Каломел электрод корпуси (расм 3.5) шишали трубка 1 шаклида бўлади. Унинг туби назорат қилинадиган эритма контакт ўрнатилладиган ярим ўтказувчан тўлдирувчи 3 резинали пробка 2 билан бекитилади. Трубкага калий хлоридни 4 тўйинган эритмаси куйилади ва унга трубка 5 туширилади. Трубка 5 ни пастки қисми симоб 6, каломел 7 (симоб хлорид $HgCl_2$) ва калий хлориди 8 кристаллари билан тўлдирилади. Ички трубкани пастки учи пахтали ёки асбест тампон билан бекитилади. Симобдан ўлчов асбобигача бўлган электр



Расм 3.5. Каломелли тальюслаш электроди:
1-шишали трубка; 2-резинали пробка; 3-тўлдирувчи; 4-калий хлорид эритмаси; 5-трубка; 6-симоб; 7-каломел; 8-калий хлорид кристаллари; 9-капнок; 10-ўтказгич; 11-тампон

улаш ўтказгич 10 ёрдамида амалга оширилади. Шишали трубка – коррозия юкори кисмида калпок 9 билан бекитилган, рН ни турли шароитларда ўлчаш учун фойдаланиладиган каломел электродларни кўп сонли конструкциялари мавжуд. Аммо, озик-овкат маҳсулотларини тадқиқот этишида бу электродлар, уларда симоб мавжуд бўлганлиги сабабли ўта эҳтиёткорлик билан фойдаланилиши керак.

Хлор-кумушли ёрдамчи электрод кумуш стержени кўринишида бўлиб, уни юзаси кийин эрувчи AgCl тузи катлами билан қопланган ва бу стержен калий хлоридни тўйинган эритмасига туширилган. Хлор кумушли электродни 18°C хароратда 1 н KCl эритмасидаги потенциали 0,2179 в ни ташкил қилади. Бу электродлар озик-овкат маҳсулотларини таҳлил этишида кенг ишлатилади.



Расм 3.6. Эритмалар рН ўлчов ўзгартиргичини функционал электрик схемаси:

1-шишали ўлчов электроди; 2-ёрдамчи электрод

Эритма рН ни ўлчаш учун мўлжалланган ўлчов ўзгартиргичини (ячейка) электр занжири (расм 3.6) ички ёрдамчи электродга (электр занжирни яратиш учун) эга бўлган шишали ўлчов электроди 1 ва назорат



қилинаётган эритма билан контактни амалга оширувчи ташки ёрдамч.
электрод 2 дан иборат. Электродлар таҳлил этилаётган эритмага
туширилганда шарикни шиша юзаси ва эритма ўртасида ионлар
алмашинувчи рўй беради. Буни натижасида электрод шишасида мавжуд
бўлган бир валентли металл ионлари эритмага ўтади ва эритмадаги водород
ионлари билан алмашади. Бундай ўзаро таъсир натижасида шиша юзаси ва
назорат қилинаётган эритма ўртасида эритмадаги водород ионларини
активлиги келтириб чиқарадиган потенциаллар айрмаси E_x (В да) пайдо
бўлади:

$$E_x = E_0 + (2,3 RT/F) \lg a_H,$$

бу ерда: E_0 - нормал потенциал, В;

a_H - эритмадаги водород ионларини активлиги.

Шундай қилиб, тадқиқот этилаётган эритмага туширилган шишали
электрод потенциалини ўлчай туриб рН ни аниқлаш мумкин.

Электрод тизимида пайдо бўлаётган электр юритувчи куч E шишали
электрод ички юзасида пайдо бўлаётган ЭЮК E_1 , контактли электродлар
ЭЮК лари E_2 ва E_3 ва шишали электрод ташки юзасида пайдо бўлаётган
ЭЮК E_x ни алгебраик йиғиндисига тенг. Шундай қилиб, йиғинди ЭЮК
куйдагига тенг:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_x$$

E_1 , E_2 ва E_3 ЭЮК катталikleri таҳлил этилаётган муҳит таркибига
боғлиқ эмас ва фақат ҳарорат ўзгариши билан ўзгаради. Шишали электрод
ташки юзасида пайдо бўлаётган E_x ЭЮК катталиги рН қиймати ва таҳлил
этилаётган эритма ҳарорати билан белгиланади. Шундай қилиб,
потенциометрик ўлчаш ячейкаси ҳосил қилаётган ЭЮК ни ўлчай туриб,
таҳлил этилган эритма хусусиятини тавфифловчи рН катталиги қийматини
аниқлаш мумкин. Бунда, шуни назарда тутиш лозимки, электродди ячейка
ЭЮКси ҳам рН катталиги ва ҳам эритма ҳароратига боғлиқ.

Электрод тизими ЭЮКсини рН га боғлиқлиги уни характеристика эгилувчанлиги билан тавфисфланади ва биринчи навбатда шишали электрод хусусиятлари билан белигиланади. Электрод тизимини характеристика эгилувчанлиги (мв/рН да) қуйидагича аниқланади:

$$S = \frac{\Delta E}{\Delta pH} = 58,06 + 0,0198t_p$$

бу ерда t_p - эритма харорати, °С

Шундай қилиб, эритма хароратини ўзгариши электрод тизимини характеристика эгилувчанлигини ва шу билан бирга уни ЭЮК сини ўзгартиради. Одатда, ёрдамчи электродлар ва тўлдиручи эритмалар, харорат ўзгаришида электрод тизими ЭЮК сини ўзгариши энг кам, эритма рН ни маълум кийматида эса нолга тенг бўлиши ҳисобида тақланади.

Ўлчов схемалари. Назорат қилинаётган эритмани берилган хароратдаги рН катталиги тегишли электрод тизимини ЭЮК бўйича тегишли электр ўлчов асбоби ёрдамида аниқланади. Эритмалар рН ни назорат қилиш чун кўпгина ўлчов схемалари ишлатилади.

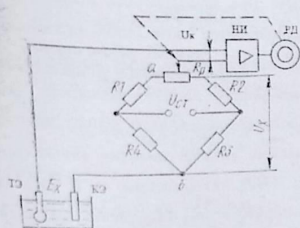
Уларни кўпчилиги қуйидаги иккита гуруҳлардан бирига тегишли деб топилди мумкин: ЭЮК ни бевосита ўлчаш схемаси; ЭЮК ни компенсациялаб ўлчайдиган схемалар.

Электрод тизими ЭЮК ни бевосита ўлчаш усули лаборатория типидagi кўчма асбоблар асосини ташкил этади ва бу асбоблар юқори ўлчаш аниқлиги талаб қилинмайдиган ҳолларда ($\pm 0,1$ рН дан юқор эмас) ишлатилади. Ўлчанаётган ЭЮК ни маълум катталиқдаги кучланиш билан компенсациялашга асосланган рН ни ўлчаш асбоблари кенг тарқалган. Компенсация тамойилига асосланган асбобларда, ўлчанаётган ЭЮК компенсациялаш кўприкли схемалардан фойдаланилиб амалга оширилади. Бу эса сошлаш ва ростлаш оддийлигини, харорат тузатишларини нисбатан осон киритилишини ва бошқаларни таъминлайди.

Динамик компенсациялаш ўлчов схемасида (расм 3.7), кўприк стабиланган ўзгармас, кучланиш U_{cm} манбаига уланади. Нол индикатор НИ



(кучайтиргич) ўлчаш ячасейкаси ЭЮК E_x ва кўприк диаганалларида компенсациялаш кучланиши U ўртасидаги айирмани кайд қилади ва нобаланс кучланиш (сигнал) ишлаб чиқаради. Компенсациялаш ўлчов схемасида ЭЮК маълум элемент (U_{cm}) ва ЭЮК номаълум элемент (E_x) шундай уланадики, уларни тоқлари бир-бирига қарама-қарши йўналган бўлади. Агар тоқлар бир хил бўлса, улар бир-бирини компенсация қилади ва нобаланс кучланиш нолга тенг бўлади. Компенсация моменти кучайтиргич чиқишига уланган реверсив электродвигател РД орқали компенсацион ўзгарувчан қаршилик движогини автоматик силжитиш йўли билан ўрнатилади.



Расм 3.7. рН ни динамик компенсациялаш ўлчов схемаси

рН метрларни ўлчов схемаларида ишлатиладиган ўзгармас тоқ кучайтиргичлари тўғридан-тўғри кучайтириш схемалари ёки кириш сигналини ўзгарувчан кучланишига ўзгартириш, кучайтириш ва чиқишда уни тесқари ўзгартиришдан фойдаланган ҳолда бақарилади.

Статик компенсациялаш ва тоқ бўйича чуқур тесқари манфий алоқа фойдаланилган схемалар янада қулай ва ишончли бўлиб, уларда компенсацион ўлчаш схемалари ва бевосита қайд қилиш схемаларини авфвалликлари мужассамлашган. Статик компенсациялаш схемасида (расм 3.8) электрод тизими ҳосил қиладиган ЭЮК E_x , қаршилик R даги кучланиш тушиши U_{cm} билан таққосланади. Қаршилик R орқали кучайтиргичдан чиқайтган тоқ I_{cm} ўтади. Кучайтиргични киришига кучланиш E_x ва

қаршилик R даги кучланиш тушиши айирмаси берилади. Демак, қириқ кучланишини қуйидагича ифодалаш мумкин.

$$U_{\text{кх}} = E_x - U_{\text{кхк}} = E_x - I_{\text{кхк}} \cdot R$$

Кучланиш $U_{\text{кх}}$ виброўзгартиргич ёрдамида ўзгарувчан кучланишги айлантирилади, кучайтирилади ва кейин яна ўзгармасга айлантирилади. Кучайтиргич чиқишидаги ўзгармас кучланиш $I_{\text{кхк}}$ токи билан бошқарилади. Агар кучайтиргични кучайтириш коэффициентини K орқали ифодаланса, унда қуйидагини ёзиш мумкин:

$$U_{\text{кхк}} = U_{\text{кх}} K = (E_x - U_{\text{кхк}}) \cdot K = (E_x - I_{\text{кхк}} \cdot R) \cdot K$$

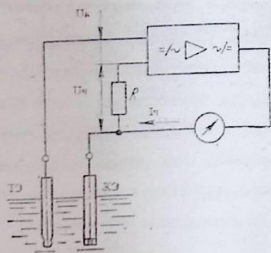
ёки

$$E_x = U_{\text{кхк}} \left[\frac{K+1}{k} \right] = I_{\text{кхк}} R \left[\frac{K+1}{k} \right] \approx I_{\text{кхк}} \cdot R$$

Бу тенгламадан кўриниб турибдики, етарлича катта кучайтириш коэффициентида (K 500 дан паст қабул қилинмайди) қўпайтувчи $\left[\frac{K+1}{k} \right]$ бирга яқин бўлади. Бу ҳолда қуйидагиларни таъкидлаш мумкин:

- Кучланиш $U_{\text{кхк}}$ электрод тизим томонидан ҳосил қилинадиган ЭЮК E_x дан кам фарқланади ва шу сабабли электродлар орқали ўтаётган ток кучи жуда кичик;
- Қаршилик R орқали ўтаётган ток кучи электрод тизими томонидан ҳосил қилинадиган ЭЮК ни ўлчови ҳисобланади.

Шундай қилиб, актив кислоталикни аниқлашнинг асосий усулларидан бири потенциометрик усул ҳисобланади. Юқорида таъкидланганидек, бу



Расм 3.8. pH ни статик компенсациялаш ўлчов схемаси



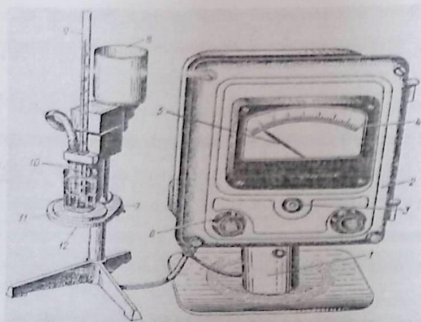
усул нафақат эритмалардаги водород ионлари концентрациясини – рН индикатор металл электродлар билан алмаштирилган потенциометрик титрлашда ҳам кенг ишлатилади. Қуйида баъзи озик-овқат маҳсулотларини кислоталигини потенциометрик титрлаш йўли билан аниқлаш бўйича ишларни бажариш тартиби келтирилади.

3.4.3. Сутни актив кислоталигини рН 222.2 асбобида аниқлаш

рН 222.2 асбоби (расм 3.9) лаборатория шароитида фойдаланишга мўлжалланган бўлиб, асбоб комплекти датчик ва юқори омли ўзгартиргичдан иборат. Юқори омли ўзгартиргични юза қисмида ўлчов асбоби, асбобни буфер эритмалар бўйича қолиб-лаш учун мўлжалланган ўзгарувчан қаршилик, ўлчаш диапазонларини улаш қалити ва асбобни ишлаётганлигини сигнализация қилувчи ёриткич жойлаштирилган. Ўзгартиргич корпусига штаптивга В га маҳкамланган асбоб датчики (шишали ва хлоркумушли таққослаш электроди) ва стакандаги намунани жойлаштириш учун мўлжалланган ҳаракатланувчан столча уланади.

Асбобда шишали электродларни икки модификацияси ишлатилади яъни суюқ маҳсулотлар учун мўлжалланган шарсимон сезгир мембранали (ЭСЛ 45-08) ва ковшок маҳсулотлар учун мўлжалланган конус мембранали (ЭСЛ 45-08) электродлар. Асбобни юқори омли ўзгартиргичи статик автокомпенсациялаш тамойили бўйича қурилган. Ўзгартиргични кириш қаршилиги 1000 Ом дан паст эмас. Асбобни техник кўрсаткичлари 3.3-жадвалда келтирилган.

Кўрсаткичлар	pH 222.2 асбоби
Умумий ўлчаш диапозони, pH бирлиги	3-8
Поддиапозонлар, pH бирлиги	3-4; 4-5; 5-6; 6-7; 7-8
Хатолик чегаралари, pH бирлиги юкори омли ўзгартиргич учун	± 0.015
5-40 °C харорат диапозонида ўлчашда асбоб комплекти учун	± 0.05
Асбобни қувватланиши:	
ўзгарувчан ток қучланиши, В	220 \pm 22-33
частотаси, Гц	50 \pm 1
Комплектни габарит ўлчамлари, мм	450x200x300
Ишлатиш шароити:	
атроф-мухит харорати, °C	5-35
нисбий намлик, 25 °C да %да	95



Расм 3.9. Сут кислоталигини аниқлаш pH-222.2 асбоби:
 1-устун; 2-корпус; 3-назорат ёритгичи; 4-шкала; 5-стрелка; 6-клемма; 7-столчани фиксациялаш винти; 8-калий хлоридни тўйинган эритмаси қуйилган пластмассали стакан; 9-термометр; 10-электродлар; 11-сут учун идиш; 12-столча



Ишни бажариш тартиби.

1. Асбоб электр манбаига уланади ва ишни бошлашга қадар 30 мин давомда иситилади. Ишга ярқли асбобда назорат ёритгичи 3 ёниши керак.

2. Стол винт 7 ёрдамида пастга туширилиб, ўнгга бурилади ва стаканча олинади.

3. Электродлар 10 дистилланган сув билан яхши ювилади ва улардаги ортиқча намлик филтер қоғози билан қурилади.

4. Стаканга уни $2/3$ ҳажмигача (40 мл га яқин) сут билан тўлдирилади, кейин яна 12 столчага жойлаштирилади ва чапга бурилади. Сутни харорати 20 ± 2 °С бўлиши керак.

5. Столча юқорига шундай кўтарилиши керакки, электродлар 10 сутга чўқсин ва шундан сўнг столча винт ёрдамида маҳкамланади.

6. Электродлар сутга чўктирилгандан кейин 10-15 сек ўтгач, шкала 4 бўйича стрелка 5 кўрсатишлари қайд қилинади. Расм 3.9 да сутни кислоталигини аниқлашга мўлжалланган рН 222.2 асбоби модификацияси келтирилган бўлиб, уни юза қисмида жойлашган назорат ёритгичида 6 раками мавжуд ва шкала рН ни ўнлик ва юзлик қийматларида даражаланган. Сутни рН кўрсаткичини аниқлаш учун стрелка кўрсаткишларига 6 ракамни қўшиш зарур бўлади.

7. Қуйида келтирилган 3.4-жадвалдан фойдалана туриб, рН кўрсаткичи бўйича сутни титрланадиган кислоталиги аниқланиши мумкин.

Электродларни олдинги сут намуналари қолдигидан озод этиш учун электродлар янги сут намунасига киритилгач, стаканга ўз ўқи автрофида бир мунча бурилиши керак. Сут намуналарини алмаштириш вақт ораликларида электрод юза қисмини қуриб қолишига йўл қўймаслик зарур. Агар олдин фойдаланилган сут намунаси кислоталиги ўта юқори бўлса, унда электродлар дистилланган сув билан чайилиши ва артилиши керак. Мисол. Хом сутни кислоталиги ўлчанганда стрелка шкалани 74 бўлинмасини кўрсатган ва ёритгичда 6 раками ёниб турган. Унда $\text{pH} - 6 + 0,74 = 6,74$. 3.4-жадвал бўйича рН 6,74 да сутни кислоталиги 16 °Т эканлиги топилади.

Электродлар илсиз ҳолатида кучсиз нордонлаштирилган дистилланган сувга (40-50 мл сувга 1 томчи хлор ёки сульфат кислотаси томизилади) ботирилган бўлиши керак. Нордонлаштирилган сув сут кислоталиги ўлчанадиган стаканчага қуйилади.

Асбобни аниқ ишлаши ҳар куни рН 6,88 бўлган стандарт буфер эритмаси бўйича (эритмани аниқ 20 °С ҳароратида) текширилиши керак. Стрелкани шкаладаги кўрсатиши 6,88 га мос келиши керак. Мос келмаган ҳолларда клемма 6 олиниб, асбоб созланади. Текширишдан кейин электродлар буфер эритмаси колдикларидан озод этиш мақсадида дистилланган сув билан ювилиши керак ва кейин филтър қоғози билан қуригунича артилиши керак.

Асбоб намунали буфер эритмаларини тайёрлаш учун мўлжалланган стандарт титрлар билан таъминланади. рН 6,88 бўлган буфер эритмаси 0,025 н калий гидрофосфат (KH_2PO_4) ва 0,025 н калий дегидрофосфат (KH_2PO_4) эритмаларидан иборат. Пластмассали стакан 8 ва ёрдамчи электрод доимий равишда калий хлоридни тўйинган эритмаси (350 г калий хлорид 1 л дистилланган сувга эритилади) билан тўлдирилган бўлиши керак.

3.4-жадвал

рН кўрсатишларни сутни титрланадиган кислоталигига айлантириш

Хом сут		Пастерланган сут	
Титрланадиган кислоталик	рН	Титрланадиган кислоталик	рН
1	2	3	4
16	6,70-6,74	16	6,63-6,65
17	6,65-6,69	17	6,58-6,62
18	6,68-6,6	18	6,52-6,57
19	6,52-6,57	19	6,46-6,51
20	6,46-6,51	20	6,40-6,45
21	6,40-6,45	21	6,35-6,39
22	6,35-6,39	22	6,30-6,34
23	6,30-6,34	23	6,24-6,29
24	6,24-6,29	24	6,19-6,23

Кислоталикни электрометрик титрлаш усули билан аниклаш



Корампир тусдаги экстаркт ва шарбатларни кислоталигини аниклашда электрометрик ёки потенциометрик титрлашдан фойдаланиш энг аниқ натижалар олинишини таъминлайди.

Кислоталикни электрометрик ёки потенциометрик титрлаш усулида аниклаш асослари юқорида кўриб чиқилган эди. Бу усулда нейтраллаш моменти тадқиқот этилаётган суюқликни электр ўтказувчанлигини маълум шароитларда йўқолиши ёки кескин камайиши билан ўрнатилади. Электр ўтказувчанлик сезгир гальванометр ёрдамида ўлчанади. Юқорида таъкидланганидек, кислотали ёки ишқорий мухитга туширилган иккита электродлар (индикаторли ва стандарт) ўртасидаги потенциаллар фарқи пайдо бўлади. Потенциаллар айирмаси эритмадаги водород ва гидроксил ионларини бошқа катион ва анионларга нисбатан юқори ҳаракатланиш тезликлари сабабли ҳосил қилинади. Нейтраллаш давомида водород ионлари ўрнига кам ҳаракатчан катионлар ҳосил қилинади ва электрўтказувчанлик нейтраллаш охиригача пасайиб боради. Нейтраллаш пайтида кўшилган ишқорни озгина ортиқча миқдорида, гидроксил ионларини тўпланиши сабабли, электрўтказувчанлик кескин ошади.

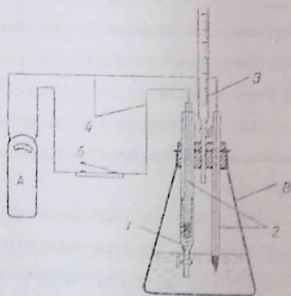
Шуни таъкидлаш лозимки, электр ўтказувчанликни кескин ўзгариш нуктаси кучли кислота ва ишқорлар учун хос. Озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқот этишда, одатда, нейтралланиш нуктасига кескин ўтиш хос бўлмаган кислота ва асослар титрланади. Шунинг учун ҳам аниклаш диққат билан амалга оширилиши керак. Бўялган суюқликлар учун усул стандарт ҳисобланади.

Асбоб ва жиҳозлар: Электрометрик титрлаш асбоби (расм 3.10); ланцет.

Реактивлар: 0,1 н ишқор эритмаси; калий хлоридни фенолфталеин бўйича 0,1 н ишқор эритмаси билан нейтралланган эритмаси; платинали ва хингидринли электродлар.

Ишни бажариш тартиби. Конусли В колба ён томонида колбада

хавони чиқиши учун тешик мавжуд бўлган каучукли пробка билан бекитилади. Пробка уч жойидан тешилади. Бунда диаметри каттарок тешик хингидринли электрод учун, диаметрлари майдарок тешиклар эса тегишлича платинали электрод ва бюретка насадкаси учун мўлжалланади. Электродларни бири ўтказгич ёрдамида гальванометр А ни биринчи контактига, гальванометрни иккинчи контакти эса калит Б ни биричи кискичига уланади. Иккинчи электродга уланган ўтказгични бошка учи эса калит Б ни иккинчи кискичига уланади. Аниқлаш олдида гальванометр ростловчи винт ёрдамида стрелкани нолга ўрнатилганлиги бўйича созланиши лозим.



Расм 3.10. Электрометрик титрлаш асбоби:
А-гальванометр; Б-калитлар; В-Конусли
колба; 1-шишали трубка; 2-платинали
электродлар; 3-бюретка; 4-ўтказгич

колба В га ўтказилади. Шундан сўнг колбага оз миқдорда хингидрин солинган, у колбани айланма ҳаракати суюқлик билан аралаштирилади. Сўнгра колба трубкалар жойлаштирилган пробка билан бекитилади ва учинчи тешик орқали 0,1 н ишқор эритмаси билан тўлдирилган бюретка туширилади. Пробка шундай ўрнатилиши керакки, электрод ва жўмаккли

Трубкадаги калий хлорид эритмасига лансет учида олинган оз миқдордаги хингидрин солинади ва платинали электрод ёрдамида суюқлик билан яхши аралаштирилади.

Конусли В колбага таҳлил учун тайёрланган 50 мл экстракт (агар кам миқдорда олинган бўлса, уни ҳажми қайнатилган дистилланган сув ёрдамида 50 мл га етказилади) конусли



ишиша трубкани туби сууюкликка чўктирилган бўлсин. Асбобни тўғри йирилганлигини текшириш учун Б калит уланади, бунда гальванометр стрелкаси нол ҳолатидан четланиши лозим.

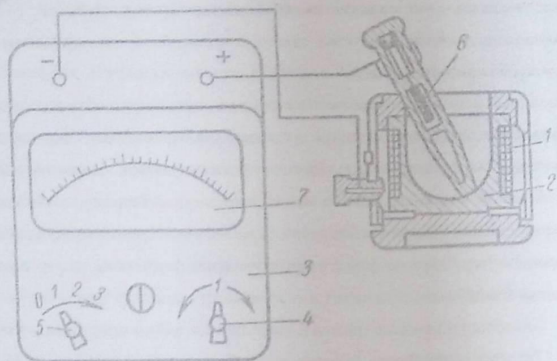
Бюреткадан титрлашда дастлаб 2-3 томчидан, таҳлил яқуни олдида эса бир томчидан ишкор эритмаси қуйилади. Ҳар бир томчилар солингандан кейин сууюклик колбада аралаштирилади ва калит уланади. Занжирни улаш калитга киска босишлар оркали амалга оширилади. Титрлаш, навбатдаги ишкор эритмаси қўшилганидан кейин гальванометр стрелкасини кўзгалмай қолишига кўра яқунланади. Титрлаш яқунлангач, сарфланган ишкор ишчи эритмаси миқдори ҳисобланади.

Ҳисоблаш индикатор ёрдамида титрлаш каби амалга оширилади.

Титрлаш яқунлангач, бюретка ва трубклар жойлаштирилган пробка колбадан олинади ва ювиш мосламаси ёрдамида трубклардаги хингидрин ва маҳсулот колдиги ювилади. Сўнгра дистилланган сув билан колба ҳам яхши ювилади. Шундан сўнг асбоб навбатдаги намунани таҳлил қилиш учун ишлатилиши мумкин.

Агар асбобда ишлаш яқунланганидан бўлса, асбобни тадқиқот қилинаётган сууюклик ва хингидрин билан тегиб турувчи барча қисмлари ювилгач, колбага дистилланган сув қуйилади ва пробкаси шундай ўрнатиладики, платинали электродлар сувга чўктирилган бўлсин.

Электрометрик титрлашни шунингдек, потенциометр ёки иономер ёрдамида ҳам амалга ошириш мумкин (расм 3.11). Бунинг учун сурмали электрод идиш (нейтраллаш учун мўлжалланган индикаторли электрод) 2 га 20-25 мл тадқиқот этилаётган сууюклик ўлчанади ва унга хлор қумушли электрод (таккослаш электроди) 6 туширилади. Электродлар ўлчов асбобига улангач, фенолфталеин иштирокида 0,1 н *NaOH* эритмаси билан титрланади. Титрлашда гальванометр шакласи кузатиб борилади. гальванометр стрелкаси, фенолфталеин ранги ўзгариши зонасига мос келувчи рН қийматларига (рН=8,5) етганда, титрлаш яқунланади.



Расм 3.11. Иономер схемаси:

1-термокомпенсация каршилиги; 2-сурмали электрод – идиш; 3-ўлчагич корпуси; 4, 5-улаш дастаклари; 6-хлор кумушли элемент; 7-ўлчагич шкаласи.

3.5. Озиқ-овқат маҳсулотларидаги қандларни аниқлаш

Озиқ-овқат маҳсулотлари таркибида мавжуд бўлган ва уларни сифатини аниқлашда аҳамиятли бўлган қандлардан шакар, глюкоза, фруктоза, лактоза (суг қанди), мальтозани таъкидлаш мумкин. Барча ушбу қандалар мис оксидини ишқорий эритмасига бўлган муносабатига кўра редуцияланадиган (мис оксидини қайтарадиган) ва редуцияланмайдиган (мис оксидини қайтармайдиган) гуруҳларга бўлинади. Юқорида санаб ўтилган қандлардан редуцияланадиганларга глюкоза, фруктоза, лактоза, мальтоза тегишли бўлса, редуцияланамайдиганларга эса фақат сахароза тегишли.

Тадқиқот этишда, юқорида санаб ўтилган қандлар қайси маҳсулотларда мавжуд бўлишини билиш муҳим ҳисобланади. Шунини таъкидлаш керакки, қандайдир бир маҳсулотда бу қандлар шаклларини ҳаммаси бир вақтда



мавжуд бўлишмайди. Масалан, сутда фақат лактоза мавжуд бўлиб, изланишида гликоза ва галактоза, солод ва улар асосида олинган маҳсулотларда фақат мальтоза ва гликоза (буғдой унида оз миқдорда шакар мавжуд), асалда эса деярли тенг миқдорда гликоза ва фруктоза ва оз миқдорда шакар учрайди. Узумдан тайёрланган виноларда гликоза ва фруктоза, баъзи ҳолларда эса шакар (вермут ва шампан виноларида) учрайди.

Мевали ва ликер-арокли маҳсулотларда, коньякларда ва баъзи арокчиларда гликоза ва фруктоза билан бир каторда шакар мавжуд бўлади. Мураббо, джем, повидло, мармелад, пастила, цукат, шаколад ва кўпгина қандолат маҳсулотлари ҳам маълум миқдорда шакарга эга.

Озиқ-овқат маҳсулотларида шакар билан бир каторда уни гидролизланиши маҳсулотлари – гликоза ва фруктоза ҳамма вақт учрайди. Бу маҳсулотлар озиқ-овқат маҳсулотларини саклаш ва қайта ишлашда шакарни кислотали ва ферментатив гидролизланиши йўли билан ҳосил қилинади.

Мевалар ва сабзавотларда, шунингдек уларни шарбатлари ва бошқа қайта ишлаш маҳсулотларида турли ўзаро нисбатда гликоза, фруктоза ва сахароза учраши мумкин.

Одатда, тадқиқот этилаётган маҳсулотларда умумий қанд миқдори аниқланади (мураббо, джем, повидло, узумли ва мевали винолар, ликер-арокли маҳсулотлар, коньяклар ва бошқалар). Аммо, маҳсулотлар (караме-маҳсулотлари, шакар) сакланувчанлиги улардаги редуцияланадиган шакарлар миқдори билан белгиланиши сабабли, баъзи маҳсулотларда редуцияланадиган қандлар аниқланади. Қам ҳолларда гликоза ва фруктоза миқдорини алоҳида аниқлашга зарурят туғилади.

3.5.1. Қандларни аниқлаш усуллари таснифи

Озиқ-овқат маҳсулотларидаги қандларни физикавий, физик-кимёвий усуллар билан аниқлаш мумкин.



Физикавий усуллар қандлар миқдорини уларни эритмаларини зичлигига кўра ёки поляризацияланган нур текислигини бурилишига кўра (сахариметрлар ёрдамида) аниқлашга асосланган. Бу усуллар, тадқиқот этилаётган маҳсулотларда фақат шакар мавжуд бўлганида ёки бундан ташқари, оптик фаолликка эга бўлмаган бошқа моддаларга эга бўлган ҳолларда қўлланилиши мумкин.

Физик-кимёвий услублар қандларни электрокимёвий қайтарилишида эквивалент нуктасини потенциометрик ўлчашга (потенциометрик усул) ва полярографик ярим тўлқин потенциалини аниқлашга (полярографик усул) асосланади. Бундан ташқари, физик-кимёвий усулларга қандларни идентификация қилиш ва аниқлашни хроматографик усули ҳам тегишлидир.

Кимёвий усуллар қандларни (альдегид ёки кетон гуруҳларини) ишқорий муҳитда оксидланишига асосланган. Бунда қайтарилган моддалар миқдорига кўра тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги қандлар миқдори тўғрисида хулоса қилиш мумкин. Ишлатиладиган реактивлар таркиби, оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини кечиши шароитларига кўра қандларни кимёвий аниқлаш усулларини қуйидаги гуруҳларга бўлиш мумкин:

- I. Мис ва симоб оксиди тузларини ишқорий эритмаларда қайтарилишига асосланган усуллар.
- II. Ишқорий эритмада қизил қон тузи, башқача қилиб айтганда, калий гексациано-(III) ферратни қайтарилишига асосланган усуллар.
- III. Альдегид гуруҳларига эга бўлган қандларни ишқорий эритмаларда йод билан оксидланишига асосланган усуллар.
- IV. Қандларни колориметрик аниқлаш усуллари.

Мис ва симоб оксиди тузларини ишқорий эритмаларда қайтарилишига асосланган усуллар. Булардан CuSO_4 ни ишқорий эритмаларидан (фелинг эритмаси, баъзи ҳолларда Люфф эритмаси)

фойдаланилган усуллар кенг тарқалган. Қайтарилган мис миқдорини

аниқлаш усулига кўра бу усуллар икки майда гуруҳларга бўлинади:

1. Қандларни чўкмага тушган мис миқдориغا кўра аниқлаш.
2. Фелинг суякликни титрланган эритмаларидан фойдаланиш.

Биринчи гуруҳга тегишли бўлган усулларда дастлаб чўкмага тушган мис миқдори аниқланади, сўнгра тадқиқот этилаётган намунадаги қандлар миқдори ҳисобланади. Мис миқдорини аниқлаш йўлларига кўра вазли ва ҳажмий усуллар ажратилади.

Вазли усуллар мис (I) оксидни (Cu_2O) металл мисга (Cu) айлантириш ва уни миқдорини бевосита тарозида тортиш билан аниқлашга асосланган. Мейсел ва Аллин усуллари айнан вазли усуллар ҳисобланади.

Ҳажмий методлар чўкмага тушган мис (I) оксиди (Cu_2O) миқдорини уни эритишдан кейин титрлаш усули билан аниқлашга қаратилган. Ишлатиладиган реактив ва аниқлаш техникасига кўра Бертран, Макс-Миллер, Брунс, Кольтгоф ва Шоорло ҳажмий усулларини фарқлаш мумкин.

Иккинчи гуруҳ усулларида дастлаб инверт қанд бўйича титрланган фелинг суякликни тайёрланади, кейин эса бу суякликни маълум ҳажми редуцияланган қандларга эга бўлган фильтратлар (аниқлашни мақсадига кўра А ёки Б фильтратлар) билан титрланади. Титрланган Фелинг суякликка тадқиқот этилаётган маҳсулот намунаси солиниб, бу суякликни ошқича қисми қандни стандарт эритмаси билан аниқланганида ҳам усул моҳияти ўзгармайди.

Қизил қон тузи ишқорий эритмаларини қайтарилишига асосланган қандларни аниқлаш усуллари. Бу усул редуцияланадиган қандларни ишқорий муҳитда қизил қон тузини сарик қон тузига қайтарилишига асосланган.

Бу гуруҳдаги усуллар озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқотлашда кенг ишлатилади. Бу усуллар коньяк ва ликер – арокли маҳсулотларни тадқиқотлашда ферроцианид, қандолат маҳсулотларини тадқиқотлаш

феррицианид ва консерваланган маҳсулотларни тадқиқотлашда эса цианитли усуллар деб номланади.

Альдегид гуруҳларига эга бўлган қандларни ишқорий эритмаларда йод билан оксидланишига асосланган усуллар. Бу усулларда йодни альдокандларни ишқорий муҳитда миқдорий оксидлаши қобилятидан фойдаланилади. Бу гуруҳ усулларига Вильштеттер-Шудл усули, кўп ҳолларда глюкозани фруктоза иштирокида йодаметриқ аниқлаш деб номланадиган усул тегишли.

Қандларни колориметриқ аниқлаш усуллари. Бу усуллар редуцияланадиган қандларни баъзи рангсиз бирикмаларни турли бўялган моддалар ҳосил қилиб қайтарилишига асосланган. Бўялиш интенсивлигига кўра тадқиқот этилаётган эритмадаги қандлар миқдори аниқланади.

Бу усулларни ўзига ҳос хусусияти тадқиқот этилаётган намунада мавжуд бўлган қандларни унчалик юқори бўлмаган концентрацияларини аниқлаш имкониятини яратилиши ҳисобланади.

Қандлар борлиги аниқланаётган озик-овқат маҳсулотлари суюқ ёки жусуюқ консистенцияга эга бўлиши мумкин. Нормал шароитларда суюқ консистенцияли маҳсулотларда қандлар эритма кўринишида бўлади. Носуюқ консистенцияли маҳсулотларда эса қандлар майда кристаллар кўринишида, аморф шаклда (карамель массасида) ёки хужайра шарбатидаги эритмаларда (мева, сабзавотлар ва бошқалар) мавжуд бўлади.

Қандларни аниқлашни энг зарурий шартларидан бири, уларни теза ҳолдаги сувли эритмаларини олиш ҳисобланади.

Суюқ консистенцияли маҳсулотлардан қандлар эритмаларини олиш учун тадқиқот этилаётган маҳсулотни маълум миқдорини (ёки ҳажминини) суюлтириш керак бўлади. Носуюқ консистенцияли маҳсулотлардан экстракт тайёрланади. Тайёрланган эритмалар ёки эритмалар таҳлилга ҳалақит берувчи йўлдош моддалардан озод қилинган бўлиши лозим. Шакарни аниқлаш учун у инверсияланиши керак.

3.5.2. Тадқиқот этилаётган материални таҳлилга тайёрлаш ва экстрактларни тайёрлаш

Экстрактлар ва эритмалар тадқиқот этилаётган маҳсулотларга бўлган амалдаги стандартларга кўра ажратиб олинган ўрта намуналардан тайёрланади. Агар маҳсулот каттик консистенцияга эга бўлса, у олдиндан майдаланиши ва қандни маҳсулот қурук массасига қайта ҳисоблаш учун бошқа маҳсулот намуна ўлчамида намлик аниқланиш зарур. Агар тадқиқот этилаётган маҳсулотда ёғ мавжуд бўлса эфир ёрдамида экстракцияланиши керак.

Таҳлил учун олинадиган материал намуна ўлчами. Тадқиқот этилаётган намунада кутилаётган қанд миқдorigа боғлиқ. Экстракт маҳсулот намуна ўлчамидан шундай ҳисоб билан тайёрланиши керакки ундаги шакар миқдори 0,1-0,5 %ни ташкил этсин. Бу шарт шунинг учун ҳам зарурки, кимёвий реактивлар тегишли концентрацияларда тайёрланади. Юқорида қайд этилган талаблар бузилганда таҳлил ўтказиш қийинлашади ва тадқиқот аниқлиги пасаяди.

Намуна ўлчамини тўғри олиш учун тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги тахминий қанд миқдорини билиш керак.

Экстрактни тайёрлаш учун аввало маҳсулот намуна ўлчамиси g ҳажми V_1 мл бўлган қолбага ўтказилади ва ундан V_2 мл экстракт тиндириш учун ҳажми V_3 мл ли ўлчов қолбасига олинади. Бу ҳолда тайёрланган экстрактдаги шакар миқдори X қуйидаги формула бўйича ҳисобланиши мумкин:

$$X = \frac{g \cdot k \cdot V_2 \cdot 100}{V_1 \cdot V_3},$$

бу ерда, k - тадқиқот этилаётган маҳсулотда мавжудлиги тахмин қилинаётган қанд миқдorigа қайта ҳисоблаш коэффициенти
(маҳсулотдаги қанд миқдори 80 % бўлганда $k = \frac{80}{100} = 0,8$,

канд микдори 15 % бўлганда эса $k = \frac{15}{100} = 0,15$ ва ҳоказо);

100 - фойзга қайта ҳисоблаш.

Агар тиндириш бир ўлчов колбасида амалга оширилса, унда формула куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$X = \frac{g \cdot k \cdot 100}{V_1}$$

Экстрактлар сувда ёки спиртта тайёрланиши мумкин. Сувли экстрактлар тадқиқот этилаётган маҳсулотда шакардан ташқари бошқа гуруҳ углеводлари мавжуд бўлмаганда тайёрланади. Сувли экстрактлар умумий редуцияланган кандларни аниқлаш учун қулай. Спиртли экстрактлар тадқиқот этилаётган маҳсулотдан фақат кандларни ажратиш зарурияти бўлганда тайёрланади.

Сувли экстрактларни тайёрлаш учун тадқиқот этилаётган маҳсулот намунаси майдаланиши ва унга дистилланган сув қуйилиши керак. Бунда маҳсулотдаги кандлар намунадан сувли экстракт кўринишида ажралади. Бу жараёни иситиш орқали тезлаштириш мумкин.

Сувли экстрактларни тайёрлашда намунага совук, иссик сув ёки спирт билан ишлов берилади.

Совук сув билан ишлов беришда майдаланган маҳсулотдаги кандлар хона ҳароратидаги дистилланган сувда бир маротаба эритилади ва эритмага ўтказилади. Бунинг учун тадқиқот этилаётган маҳсулотни тегишли намунаси торғиб олинади ва у дистилланган сув ёрдамида воронка орқали зич ёпиладиган қопқоғга эга бўлган ўлчов колбасига ўтказилади. Бунда ишлатиладиган ўлчов колбасини ҳажми тадқиқот этилаётган намунадаги канд микдорига боғлиқ бўлиб, 100-500 мл ни ташкил этади (тадқиқот этилаётган маҳсулот қурук моддасини ҳар бир граммга тахминан 50-100 мл сиғим олинади). Бунда сувни ҳажми олинган қолба ҳажмини $\frac{2}{3}$ қисмдан юқори бўлмаслиги керак. Яхши аралаштирилгач, зарур ҳолларда қолбадаги суюқлик лакмус бўйича сода билан нейтралланади. Бунинг учун қолбага





лакмус коғози туширилади ва лакмус коғозини енгилгина кўк ранга бўялади.
унига 15 %ли NaHCO_3 эритмаси билан нейтралланади.

Иссик сув билан ишлов беришда тадқиқот этилаётган намунадан нафакат қандлар, балки юқори молекуляр углеводлар ҳам ажралади.

Иссик сув билан ишлов беришни афвзаллиги қандларни нисбатан тез эритмага ўтишидир. Аммо, иссик сув ёрдамида ишлов беришни таркибида анча миқдорда крахмал мавжуд бўлган материаллар учун қўллаш мумкин эмас, чунки крахмал клейстерга айланиб филтрланишни кийинлаштиради. Бу усулда, суюклик нейтраллангач, қолба сув ҳаммомида 30 мин давомида иситилади.

Суюқ озик-овқат маҳсулотларини (вино, шарбат, сироп, қуюлтирилган сут ва бошқалар) тадқиқот этишда эритмалар тегишли ҳажмдаги ўлчов қолбаларида намуна хона ҳароратидаги дистилланган сув билан суюлтириш йўли билан тайёрланади. Сув миқдори ўлчов қолбасини $\frac{2}{3}$ ҳажмидан ошмаслиги керак.

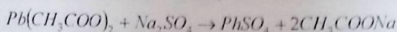
Тадқиқот этилаётган материалдан экстракт ва эритмалар тайёрлашда уларни рН ни камайишига олиб келувчи органик кислоталар ва уларни тузлари ҳам ажралади. Кислотали муҳитда дисахарид ва глюкозидли гидролизга учрайди. Бу ўз ўрнида тадқиқот этилаётган намуна редуцияланган қандларни юқори миқдорини қайд қилинишига олиб келади. Буни олдини олиш мақсадида, экстракт ва эритмалар тайёрлашда муҳит реакциясини доимий кузатиб бориш ва агар зарур бўлса тезда лакмус бўйича сода билан нейтралланиши керак. Олинган экстрактлар ва эритмалар таркибида нафакат қандлар, шунингдек, қандлар каби қайтарувчанлик хусусиятига эга бўлган бўёвчи ва дубил моддалар, оксиллар ва уларни гидролизланиш маҳсулотлари ва бошқа моддалар мавжуд бўлиб, улар таҳлил натижаларини оширади. Шунинг учун бевосита таҳлилни бошлашдан олдин тадқиқот этилаётган намуна ўлчамидан оксилли, шунингдек дубил ва бўёвчи моддалар ажратиб олиниши керак. Бунда тадқиқот этилаётган эритма ва экстрактларни тиндирилиши содир бўлади.



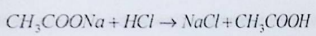
Экстрактларни тиндириш ва А ва В филтрларин тайёрлаш. Оғир металллар бўёвчи, дубил ва оксилли моддалар билан бирикиб чўкмага тушувчи эрмайдиган комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Тиндириш учун одатда сирка кислотасини кўрғошинли тузлари ишлатилади.

А филтратни тайёрлаш.

Тиндириш учун кўн ҳолларда сирка кислотали кўрғошин ёки кўрғошинли сирка эритмалари ишлатилади. Уларни бир-биридан фарқи шундаки, биринчиси нейтрал реакцияга эга бўлса, иккинчиси эса кучсиз ишкорий реакцияга эгадир. У ёки бу эритма ишлатилганда ҳам қанд эритмасини реакцияси реактив солингунча ва ундан кейин нейтрал бўлиб қолиши керак. Кучсиз ишкорий реакцияда (кўрғошинли сирка кўпроқ солинганда) қандларни (фруктозани) кўрғошинли сахаридлар сифатида чўкмага тушиши хавфи мавжуд. Кучсиз кислотали реакцияда эса (сирка кислотали кўрғошин кўпроқ солинганда) дисахаридларни қисман гидролизланиши содир бўлиши мумкин. Ишкорий реакцияни зарарли томони яна шундан иборатки, кўрғошинли сирка қандларни оксидлаши мумкин. Буларни ҳаммаси таҳлил хатоликларига сабаб бўлади. Шунинг учун эритма тиндирилгач, ундан кўрғошинли ортикча қисми ажратиб олиниши керак. Бу мақсадда натрий сульфатни (Na_2SO_4) тўйинган эритмаси ёки натрий гидрофосфатни (Na_2HPO_4) 20 %ли эритмаси ишлатилади. Na_2SO_4 ни ортикча солинишига ҳам йўл қўйилмаслик керак, чунки сирка кислотали кўрғошин ва натрий сульфатни ўзаро таъсирида ҳосил бўлган сирка кислотали натрий Б филтрат тайёрлашда шакар инверсиясига тўсқинлик қилади.



Бу ҳолат, шакарнинг тўлиқ инверсиясини рН га боғлиқлиги билан тушунтирилади. Сирка кислотали натрий шакарни инверсиялашда солинадиган хлор кислотаси билан реакцияга киришиб озод сирка кислотасини ҳосил қилади, у эса кучсиз дистосцилланадиган кислота ҳисобланиб, муҳит рН ни пасайтиради:



Бу холда шакарни тўлиқ инверсияси рўй бермайди ва таҳлил натижалари пасаяди.

Бўлиши мумкин бўлган ноаникликлар ва хатоликларни олдини олиш мақсадида фильтрат тайёрлашда қуйидаги шартларга риоя қилиши лозим. Юқорида кўрсатилган усулларни бири бўйича олинган нейтрал экстракта 30 %ли қўрғошинли реактив сузмали чўкма ҳосил бўлиши тўхтагунча томчилатиб қўйилади. Шундан кейин, эритма реакцияси текширилади ва зарур бўлса сода ёки сирка кислотаси билан нейтралланади, колбага уни белгисигача дистилланган сув қўйилади, аралаштирилади ва қўрғошинни оксил, дубил, бўёвчи, пектин ва бошқалар билан ҳосил қилган эримайдиган бирикмаларини ажралиши учун даврий аралаштира туриб тинч қолдирилади. 1-2 соат ўтгач эритма коғозли фильтр оркали курук колбага филтрланади. олинган фильтратдаги ортикча қўрғошинли тузларни ажратиб олиш учун, пипетка ёрдамида олинган 50-100 мл фильтрат ҳажми 100-200 мл ли бошка ўлчов колбасига ўтказилади ва унга томчилатиб, $PbSO_4$ ёки $Pb_2(PO_4)_2$ ни ок чўкмалари ҳосил бўлиши тўхтамагунича Na_2SO_4 ёки Na_2HPO_4 эритмалари қўйилади. Қўрғошинли тузларни ажралиши яқунлангач, колбадаги суюқли дистилланган сув билан колба белгисигача етказилади, 20 мин ўтгач эса курук колбага коғозли фильтр оркали филтрланади.

Юқорида келтирилган икки колбада ўтказиладиган тиндириш усули кўп меҳнатни талаб қилади ва узок вақт давом этади. Қўшимча филтрлашни ўтказмаслик ва экстрактни тиндирилишини тезлаштириш учун уни бир колбада ҳам амалга ошириш мумкин. Бу холда катта ҳажмли ўлчов колбаси (250 мл ли колба ўрнида 500 мл ли колбани ишлатиш) ишлатилади.

Олинган фильтрат А фильтрат деб шартли номланади. А фильтрат қайтарилмайдиган (редуцияланадиган) ва қайтарилмайдиган (редуцияланмайдиган) қандларга эга бўлиб, унда фақат редуцияланадиган қандлар аниқланади. Умумий қандлар ва шакар микдорини аниқлаш учун А фильтрат ундаги редуцияланмайдиган қандларни (шакарни)

редуцияланадиган шакъларга ўтказиш учун инверсия қилиниши керак.
Олиннадиган бундай эритма шартли равишда Б филтрат деб номланади.

Б филтратни тайёрлаш.

Б филтрат А филтратдан тайёрланади. Пипетка билан 50 мл А филтрат ҳажми 100 мл бўлган ўлчов колбасига ўтказилади, унга мензуркадан зичлиги 1,19 бўлган хлор кислотаси қуйилади ва аралаштирилгандан кейин колбага 100 °Сга даражаланган термометр туширилади. Шундай тайёрланган колба 70 °Сга иситилган сувли хаммомга туширилади. Эритма ҳарорати 67 °Сга етгач, доимий аралаштириш давомида 5 мин сақланади ва сўнгра аралашма тезлик билан водопровод суви билан 20 °Сга совутилади. Инверсия ўтказилган эритмани ўта иситиб юбориш керак эмас, чунки юқори ҳароратда кислотали муҳитда фруктоза парчланиши мумкин. Совутилгандан кейин колбалардаги суюқлик 10 %ли ёки 0,5 %ли натрий гидрооксид эритмаси билан лакмус бўйича титрланади. Нейтраллашдан кейин, эритмага дистилланган сув қуйиб уни ҳажми ўлчов колбасини белгисигача етказилади.

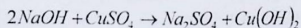
Олинган Б филтрати фақат редуцияланган қандларга эга бўлиб, А филтратда мавжуд бўлган редуцияланган қандлар ва шакарни гидролизланишида ҳосил бўлган редуцияланган қандлардан иборат.

Олинган филтратлардаги шакар миқдори қуйида келтирилган усуллардан бири бўйича аниқланади. Озик-овқат маҳсулотларидаги қандлар миқдори 100 мл маҳсулотдаги граммларда (ликер-арокли маҳсулотлар, вино, коньяк) ёки фоизларда ифодаланади.

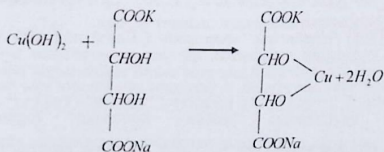
3.5.3. Мис оксиди тузлари ишқорий эритмаларини қайтарилишига асосланган усуллар

Ушбу гуруҳ усулларида оксидловчи сифатида мис купороси ва сегнет тузини ишқорий эритмасини ўзаро таъсирида олиннадиган фелинг суюқлиги ишлатилади.

Ушбу икки эиртмаларни ўзаро аралаштирилиши пайтида ўловчи ишқор билан таъсири сабабли мис гидрооксидини кўк рангли чўкмаси ҳосил бўлади.



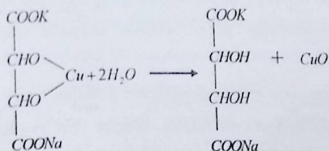
Аммо, $Cu(OH)_2$ чўкмаси уни сегнет тузи билан комплекс бирикма ҳосил қилиши сабабли тезда йўқолади ва суюқлик қуюқ қорамтир – кўк рангга бўялади. Бу реакция қуйидагича кечади:



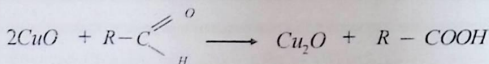
Реакциялардан кўриниб турибдики, сегнет тузини вазифаси мис гидрооксидини эрувчан ҳолатга ўтказишга қаратилган экан.

Фелинг суюқлигини альдоза ёки кетонларга таъсир этишида моносахаридлар мис (II) оксидини кислороди ҳисобида тегишли кислоталарга оксидланади. Бунда қайтарилган мис (I) оксиди Cu_2O кўринишида (ғишт-қизил рангли чўкма) чўкмага тушади.

Бу реакциялар қуйидаги схемалар бўйича кечади:



Мис(I) оксиди (Cu_2O) CuO ни қайтарилиши ва қандларни оксидланиши давомида аста-секин ажралади:



Шундай қилиб, чўкмага тушган мис миқдори оксидланадиган кандларни миқдорига пропорционал экан.

Мис (I) оксидини қизил чўкмаси устидаги эритмани кўк ранги фелинг суюқлигини ортикчалигини, демак, тажрибани бундай шароитларида кандларни тўлиқ оксидланишидан далолат беради.

Агар, кандларни аниқлашда фелинг суюқлигидан шундай миқдорда мис (I) оксиди чўкмаси тушиб, у устидаги суюқликни кўк ранги йўқолса, бу кандларни оксидлашда мисни комплекс бирикмаси тўлиқ фойдаланганлигини кўрсатади. Бу ҳолда эритмада реактив билан реакцияга киришмаган редуцияланган кандлар сақланиб қолган бўлиши мумкин. Бундай ҳолат тадқиқот тилаётган филтратдаги редуцияланган кандлар миқдори 0,5 %дан юқори бўлганда кузатилади.

Фелинг суюқлигидан фойдаланилганда, эритма ишқорийлиги таъсири эстида тадқиқот этилаётган кандларни қисман парчаланиши мумкинлигини эътиборга олиш керак. Бундан ташқари, фелинг суюқлигини ўзи ҳам иситилганда унчалик кўп миқдорда бўлмаган мис (I) оксиди миқдори оксидланган кандлар миқдорига тўлиқ эквивалент эмас ва аниқлашда тажриба йўли билан тузилган жадваллардан фойдаланишга тўғри келади. Бу жадваллардаги маълумотлар фақат маълум тажриба шароитлари учун фойдаланиши мумкин.

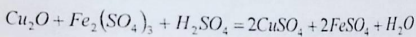
Фелинг суюқлигини, уни чидамсизлиги сабабли, узок вақт давомида сақлаш мумкин эмас. Бу суюқлик таҳлил олдида тенг ҳажмдаги №1 ва №2 эритмаларни аралаштириш йўли билан тайёрланади.

Қайтарилган мис (I) оксиди миқдорини аниқлашда ҳажмий усулларга асосланган Бертран, Макс-Мюллер, Шоорло ва бошқа усуллар ишлатилади.

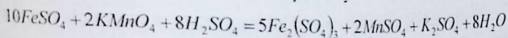


Бертран усули. Бу усул озик-овқат маҳсулотларидаги редуцияланган катталар, шаклар ва умумий катталар миқдорини аниқлашни арбитраж усули ҳисобланади.

Мис (I) оксидини ҳажмий аниқлаш усули уни сульфат кислотаси ёрдамида кучли кислотали муҳит яратилган темир (III) сульфат эритмасида эритилганда эквивалент миқдордаги темир (II) сульфат ҳосил қилишга асосланган.



Мис (I) сульфат (CuSO_4) миқдорига эквивалент бўлган темир (II) сульфат миқдори перманганат билан титрлаш йўли билан аниқланади.



Титрлашда сарфланган перманганат миқдорига кўра мис (I) оксидини миқдори ҳисобланади. Сўнгра махсус жадвалларга кўра аниқланган мис миқдорига мос келувчи катталар миқдори топилади. Бунга кўра тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги катталар миқдори фоизини осон ҳисоблаш мумкин.

Асбоб ва жиҳозлар. Ҳажми 100, 200 ва 500 мл бўлган ўлчов колбалари; 10-25 мл ли ўлчов цилиндрлари; техникавий ва аналитик тарозилар; 150 мл ли конусли колбалар; титрлаш қурилмаси; сувли ҳаммом шишали воронка; чини идишчалар ёки соат ойналари; 20 мл ли пипетка; мин ли қум соатлар; филтёр қоғози.

Реактивлар. Фелинг №1 эритмаси (40 г қайта кристаллизацияланган CuSO_4 ҳажми 1000 мл бўлган ўлчов колбасида дистилланган сувда эритилади, эритма сув билан колба белгисигача етказилади); фелинг №2 эритмаси (ҳажми 1000 мл бўлган ўлчов колбасида дастлаб 200 г сегнет тузи эритилади, сўнгра 150 г ўювчи натрий солини ва у ҳам эритилгач, эритма дистилланган сув билан колба белгисигача етказилади); фелинг №3 эритмаси (50 г темир (III) сульфат тузи ўлчов колбасида унчалик катта бўлмаган миқдордаги дистилланган сувда эритилади, сўнгра ўлчов цилиндрдан, колба деворлари бўйлаб, эҳтиёткорлик билан 108 мл (200 г) зичлиги 1,84 бўлган

сульфат кислотаси қуйилади ва аралаштирилгандан кейин дистилланган су-
билан қолба белгисигача етказилади, $Fe_2(SO_4)_3$ ўрнига 86 г темираммонийли
кваслар ишлатилиши мумкин), калий перманганат эритмаси (5 г $KMnO_4$
1000 мл дистилланган сувда эритилади).

Калий перманганати титрини белгилаш учун чини идишчаларда 0,40 г
шавел кислотали аммоний тортиб олинади, унга 100 мл дистилланган сув ва
2 мл зичлиги 1,84 бўлган сульфат кислотаси солинади. Идишга сувли
хаммомга жойлаштирилиб, аралаштириш давомида 60-80 °C ҳароратга
иситилади. Иситилган эритма калий перманганатни ишчи эритмаси билан
қизғин бўялиш ҳосил бўлгунча титрланади.

Калий перманганатни мис бўйича титри қуйидаги формулага кўра
ҳисобланади:

$$T = \frac{g \cdot 0,8954}{V}$$

бу ерда g - шавел кислотали аммоний миқдори, г;

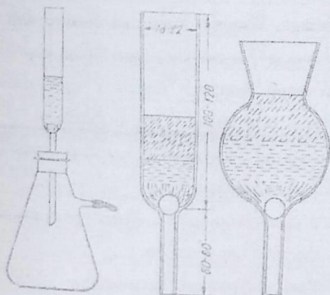
V - калий перманганат эритмаси миқдори, мл;

0,8951 - шавел кислотали аммонийни мисга қайта ҳисоблаш
коэффициенти.

Редуцияланган қандларни аниқлаш. Редуцияланган қандлар А
фильтратда аниқланади. Конусли қолбага пипетка билан 20 мл А фильтрати,
20 мл №1 реактив ва 20 мл №2 реактив солинади. Ҳосил бўлган аралашма
асбест тўр орқали иситиш асбобига жойлаштирилади, суюқлик юзасида
биринчи пуфакчалар пайдо бўлгунча иситилади ва шу ондан бошлаб уч
минут қайнатилади. Қайнатиш охирида қолбадаги суюқлик кўк рангда
қолиши керак ва унчалик кўп бўлмаган миқдорда мис (I) оксидини гиштли –
қизил чўқмаси ҳосил бўлади. Агар қайнатишда суюқлик кўк рангини
йўқотса, бу тадқиқот этилаётган эритмада 100 мг дан кўпроқ қанд борлиги
сабабли барча мис (II) оксиди мис (I) оксидига ўтганигини аниқлатади. Бу
ҳолда аниқлаш кам миқдордаги А фильтрат билан яна қайтарилади (фильтрат
олдиндан дистилланган сув билан 1:1 нисбатда суюлтирилади).



Кайнатиш якунланга



Расм 3. 12. Турли асбест филтрлари

кизил чўкмани чўкишига имкон берилади ва кўк суяклик асбест филтр орқали декантация килинади (расм 3.12). Филтрлашда мис (I) оксиди чўкмасини филтрга ўтказмасликка харакат килинади. агар чўкма заррачалари эритма юзасида қисман сузиб юрган бўлса, унга 95-96 %ли этил

спиртини бир неча томчиси томизилади ва заррачалар идиш тубига чўқади.

Филтрлашда оксидланишни олдини олиш мақсадида мис (I) оксиди ҳамма вақт суяклик билан қопланган бўлиши керак. Бнинг учун чўкмали қолба филтрлаш давомида оғдирилган ҳолатда сақланади. Мис чўкмасидан ҳамма суяклик филтрга ўтказилгач, чўкма устига 10 мл олдинда кайнатилган (кислороддан озод қилинган) иссиқ дистилланган сув қуйилади чўкмани идиш тубига чўкшига имкон берилади ва сув ўша филтр орқали ўтказилади. Мис чўкмаси ва филтрни шундай тартибда ювиш 2-3 марта кайтарилади. Чўкмани сув билан ювиш якунлангач, филтрли қолба бошқа тоза қолба билан алмаштирилади ёки филтрат тўкилиб қолба дистилланган сув билан 2-3 марта чайилади.

Қолбадаги мис (I) оксиди чўкмасига яхши аралаштириш давомида 3-5 мл №3 реактиви қуйилади ва мис чўкмасини эритилиши амалга оширилади. Бунда чўкма ранги тезлик билан ёрқин кизил рангдан қорамтир-кўк ранггача ўзгаради ва кейин кўк-яшил рангли тиник эритма ҳосил бўлади. Агар 3-5 мл №3 реактиви мис (I) оксидини тўлик эриши учун етарли бўлмаса, эритиш яна 2-3 марта кайтарилади. Мис (I) оксиди чўкмаси тўлик эригач, эритма унчалик қатта бўлмаган қисмлар билан филтрга тушиб қолган мис (I) оксиди

баррачаларини эритиш мақсадида шишали тайёкча билан аралаштириш давомида ўша филтрдан ўтказилади. Конусли қолба ва филтёр бир неча марта унчалик қатта бўлмаган дистилланган сув қисмлари билан ювилади ва олинган филтрат перманганат калий эритмаси билан 1 мин давомида йўқолмайдиган қучсиз қизил бўялиш ҳосил қилингунича титрланади.

Ҳисоблаш. Тадқиқот этилаётган намунадаги қандлар миқдорини ҳисоблаш учун қуйидагилар миқдорини аниқлаш зарур:

- тадқиқот этилаётган 20 мл А филтратда мавжуд бўлган редуцияланган қандлар томонидан қайтариладиган мис миқдори;
- қайтарилган мис миқдорига мос келувчи қандлар миқдори;
- 20 мл А филтратга мос келувчи маҳсулот намуна ўлчамиси.

Редуцияланган қандлар томонидан қайтарилган мис миқдорини аниқлаш учун 20 мл А филтратини титрлашга сарфланган калий перманганат миқдорини калий перманганатни мис бўйича титрига қўпайтириш зарур. Агар титрлашга мис бўйича титри 10,02 мл бўлган 10,2 мл калий перманганат эритмаси сарфланган бўлса, унда 20 мл А филтратдаги қандлар томонидан 10,2-10,02=102,204 мг мис қайтарилади. Қайтарилган мис миқдорига мос келувчи қандлар миқдори 3,5-жадвал бўйича аниқланади.

3,5-жадвал

Қайтарилган мис миқдорига мос келувчи қандлар миқдори

Су, мг	Инверт шақари, мг	Су, мг	Инверт шақари, мг	Су, мг	Инверт шақари, мг	Су, мг	Инверт шақари, мг
1	2	3	4	5	6	7	8
20,6	10	64,8	33	105,7	56	143,7	79
22,6	11	66,7	34	107,4	57	145,3	80
24,6	12	68,5	35	109,5	58	146,9	81
26,5	13	70,3	36	110,9	59	148,5	82
28,5	14	72,0	37	112,6	60	150,0	83
30,5	15	74,0	38	114,3	61	151,6	84



1	2	3	4	5	6	7	8
32,5	16	75,9	39	115,2	62	153,2	85
34,5	17	77,7	40	117,6	63	154,8	86
36,4	18	79,5	41	119,2	64	156,4	87
38,4	19	81,2	42	120,9	65	157,9	88
40,4	20	83,0	43	122,6	66	159,5	89
42,3	21	84,8	44	124,2	67	161,1	90
44,2	22	86,5	45	125,9	68	162,6	91
46,1	23	88,3	46	127,5	69	164,2	92
48,0	24	90,1	47	129,2	70	165,7	93
49,8	25	91,9	48	130,8	71	167,3	94
51,7	26	93,5	49	132,4	72	168,8	95
53,6	27	95,4	50	134,0	73	170,3	96
55,5	28	97,1	51	135,6	74	171,9	97
57,4	29	98,9	52	137,2	75	173,4	98
59,3	30	100,6	53	138,9	76	175,0	99
61,1	31	102,3	54	140,5	77	176,5	100
63,0	32	104,0	55	142,1	78		

Амалиётда, тадқиқот этилаётган эритма томонидан қайтарилган мис микдорини жадвалда келтирилган қийматларга аниқ мос келиши ҳолатлари жуда кам. Масалан, ҳисобланган 102,2 мг мис микдори жадвалда йўқ. Бундай ҳолларда айирмални интерполция усулидан фойдаланилади. Бу усулда, миллиграмм улушлари чегараларида мис ва қандлар микдорлари ўртасида чизикли пропорционаллик мавжуд деб фараз қилинади.

Жадвалдан ҳисобланган мис микдорига энг яқин катта ва кичик қийматлар топилади. Бу 100,6 ва 102,3 мг мис микдори бўлиб, улар тегишлича 53 ва 54 мг редуцияланган қандларга мос келади. Бунга кўра, 1,7 мг мис ($102,3-100,6=1,7$) 1 мг редуцияланган қандларга ($54-53=1$) мос келса,

унда 1,6 мг мис ($102,2 - 100,6 = 1,6$) $\frac{1,6}{1,7} = 0,94$ мг кандга мос келади. Демак,
 $102,2$ мг мис $53 + 0,94 = 53,94$ мг редуцияланган кандларга мос келади.

20 мл тадкикот этилаётган филтратта мос келувчи маҳсулот намуна ўлчамини аниқлаш учун таҳлил учун олинган маҳсулот намуна ўлчамиси ва амалга оширилган суюлтиришларни ҳисобга олиш керак бўлади. Масалан, таҳлил учун 10 г маҳсулот олиниб, тиндириш ҳажми 500 мл бўлган ўлчов колбасида амалга оширилган ва қўрғошинли тузлар ортиқчасини ажратиш учун 100 мл филтрат 200 мл ли ўлчов колбасига ўтказилиб, кандларни аниқлаш учун эса ундан 20 мл филтрат олинган. Бу ҳолда 20 мл филтратта мос келувчи маҳсулот намуна ўлчами

$$\frac{10 \cdot 100 \cdot 20}{500 \cdot 200} = 0,2\% \text{ (200 мг)},$$

ташкил этади.

Тадкикот этилаётган намунадаги кандлар миқдори қуйидаги пропорциядан аниқланиши мумкин:

$$\begin{aligned} 200 &- 53,94 \\ 100 &- X \\ X &= \frac{100 \cdot 53,94}{200} = 26,97\% \end{aligned}$$

Демак, тадкикот этилаётган намунада 26,97 % редуцияланган кандлар мавжуд экан.

Шакарни аниқлаш. Шакар Б филтратда аниқланади ва ундаги умумий редуцияланган кандлар миқдори А филтратдаги каби аниқланади.

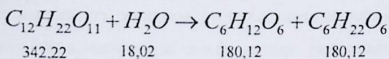
Ҳисоблаш. Шакар миқдори S ни аниқлаш учун Б филтратда аниқланган умумий редуцияланган кандлар миқдоридан (X_1) А филтратда аниқланган редуцияланган кандлар миқдорини (X_2) айириш ва айримани 0,95 га кўпайтириш керак:

$$S = (X_1 - X_2) \cdot 0,95$$

бу ерда 0,95 - инверт кандни шакарга айланттириш коэффициентини.



Коэффициент 0,95 шакарни қуйдаги инверсияланиш тенгламаси бўйича ҳисобланган:



Демак, 342,22 г шакарни гидролизланишида 360,24 г инверт қанди олинади. Бундан 0,95 г шакар ($\frac{342,22}{360,24} = 0,95$) инверсияланганда 1 г инверт қанди ажралиши маълум бўлади. Массани ошиши шакарни инверсияланишида унга сув молекуласини бирикиши ҳисобида содир бўлади.

Масалан, Б филтратда 78 % А филтратда 70,9 % редуцияланган қандлар борлиги аниқланган бўлса, шакар миқдори қуйдагини ташкил қилади:

$$(78 - 70,90) \cdot 0,95 = 6,75\%$$

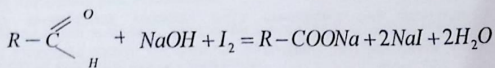
Тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги умумий қандлар миқдори (X) қуйдаги формула бўйича аниқланади:

$$X = X_2 + S$$

қелтирилган мисол учун $X = 70,9 + 6,75 = 77,65\%$.

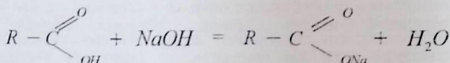
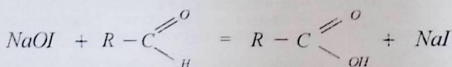
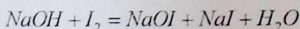
3.5.4. Глюкозани фруктоза ва шакар иштирокида йодометрик аниқлаш усули

Ушбу усул қандларни (глюкоза) альдегид гуруҳини ишқорий муҳитда йод билан оксидланишига асосланган. Йод бунда оксидловчи ҳисобланади. Оксидланиш қуйдаги тенглама бўйича кечади:





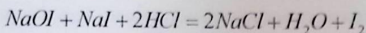
ски фазалар бўйича



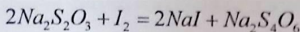
Дастлаб йод ишқорий муҳитда $NaOI$ ҳосил қилади, у эса атомар кислород ажратиб парчаланadi. Ажралиб чиққан атомар кислород қандни альдегид гуруҳини оксидлаб уни глюкоз ёки лактобион кислотасига айлантиради. у ишқорни сероблиги шароитида тегишли натрийли тузга айланади.

Бундай шароитларда глюкоза миқдорий оксидланади, кетокандлар эса ксидланмайди. Шунинг учун тадқиқот этилаётган эритмада фруктоза бўлса ам у таҳлил ўтказишга ҳалакит бермайди. Аниқлашга шакар ҳалакит бермайди. чунки у ҳам ишқорий муҳитда йод томонидан оксидланмайди.

Қандларни тўлиқ оксидлаш мақсадида ишқор ва йод ортқича солинади. Эритмада қандларни оксидланишидан ортиб қолган $NaOI$ хлор кислотаси қўшилганда эквивалент миқдордаги йодид натрий билан реакцияга киришиб йод метали ҳосил қилади.



Ажралиб чиққан эркин йод гипосульфит билан титрланади



Сарфланган йод миқдорига кўра глюкоза миқдорини ҳисоблаш мумкин. Бу метод нафақат глюкозани, шунингдек эркин альдегид гуруҳига



га бўлган лактоза, мальтоза, галактоза, пентоза каби қандларни аниқлаш ҳам ишлатилиши мумкин.


Тадқиқот аниқлигига реакцион аралашмадаги глюкоза (альдоқандлар), йод ва ишқорни ўзаро нисбатлари таъсир қилади. Йод миқдори юқордаги тенгламда талаб қилинган миқдордан 2-3 марта кўпроқ солиниши керак. Бунинг учун тадқиқот этилаётган эритмадаги альдоқандларни тахминий миқдорини билиш керак. 0,1 н йод эритмасини титри, 0,012692 га тенг, демак, 1 мл бундай эритмада 12,7 мг йод мавжуддир. Шундай қилиб, 3-4 мг альдоқандларга (глюкозага) 1 мл 0,1 н йод эритмасини солиш kifoya. Агар тадқиқот этилаётган филтратда 50 мг глюкоза мавжуд бўлса, тахлил учун 12-15 мл 0,1 н йод эритмаси олинади. 0,1 н ишқор эритмасини хажм бўйича йод эритмасига нисбатан 1,5 мартаба кўпроқ олиниши тавсия этилади.

Асбоб ва жиҳозлар. 25 мл ли пипеткалар; титрлаш қурилмаси; зич ёпилган пробиркага эга бўлган хажми 250 мл ли конусли қолба.

Реактивлар. Йодид калийдаги 0,1 н йод эритмаси (20-25 г йодид калий стаканда оз миқдордаги сувда эритилади, унга 0,01 г аниқликда ўлчанган 12,7 г йод солинади. Йод тўлиқ эригач суяқлик хажми 1000 мл ли ўлчов қолбасига миқдорий ўтказилади ва қолба белгисигача дистилланган сув қуйилади); 0,1 н гипосульфит эритмаси; 0,1 н NaOH эритмаси; 1 %ли сульфат кислота эритмаси; 1 %ли крахмал эритмаси.

Ишни ўтказиш тартиби. Шунини таъкидлаш лозимки, реакциялар ҳо ҳароратида кечади ва аниқлаш жараёнига ёруғлик ва ҳаво кислороди каби омиллар таъсир қилади. Шунинг учун аниқлаш оғзи зич ёпиладиган идишларда ва қандларни ёруғлик таъсирида оксидланишидан асраш учун қоронгуликда амалга оширилади. Бегона омилларни аниқлашнинг кечишига таъсирини ҳисобга олиш учун тадқиқот этилаётган эритма билан бир вақтда назорат аниқлаши ҳам ўтказилади.

Қандларни аниқлаш, қандларни бошқа усуллар билан тадқиқот этишда тайёрланган филтратларда ўтказилади.



25 мл тадқиқот этилаётган филтрат пипетка билан пробкаси э. ёпиладиган конус колбага ўтказилади. Назорат тажрибасини ўтказиш учун бир вақтни ўзида бошқа колбага шувча миқдордаги дистилланган сув солинади. Кейинчалик тадқиқот этилаётган филтрат колбасига қандай реактивлар солинадиган бўлса, назорат тажрибаси колбасига ҳам айнан шу реактивлар солинади. Сўнгра колбаларга пипеткалар билан 25 мл 0,1 н йод эритмаси, бюреткадан 37,5 мл 0,1 н $NaOH$ эритмаси солинади. Колбалар пробкалар билан ёпилади ва қоронғу жойда 15-20 мин тинч қолдирилади. 20 мин ўтгач, колбаларга 8 мл 1 %ли сульфат кислотаси эритмаси солинади ва ажралиб чиққан йод 0,1 н гипосульфит эритмаси билан титрланади. Титрлаш сариқ бўялиш ҳосил бўлгунча давом эттирилади, сўнгра колбага 1 мл крахмал эритмаси солинади ва титрлаш қўқ ранг йўқолмагунча яна давом эттирилади. Агар аниқлаш учун Б филтрат олинса, унда хлор кислотасини метилоранж иштирокида нейтраллаш ўтказилганлиги туфайли титрлаш қўқ рангни бирданга очиқ-қизғинга ўтишида яқунланади.

Ҳисоблаш. Энг аввало тадқиқот этилаётган филтратдаги альдогурухларни оксидлашга кетган 0,1 н гипосульфит эритмаси ва демак, йод миқдори аниқланиши керак. Бунинг учун, назорат эритмасидаги йодни титрлашга кетган гипосульфит миқдоридан ишчи тажрибадаги йодни титрлашга кетган гипосульфит миқдорини айириш, айирмани эса 0,1 н гипосульфит нормаллиги коэффицентига кўпайтириш керак. Олинган бу киймат альдокандларни (глюкозани) оксидлашга сарфланган 0,1 н йодга аниқ мос келади. Юқоридаги тенгламаларга кўра 1 мл 0,1 н йод эритмаси 9,005 мг глюкозани оксидлайди. Бундан таҳлил учун олинган филтрат ҳажмидаги глюкоза миқдорини осон ҳисоблаш мумкин. Таҳлил учун олинган филтрат ҳажмига мос келувчи маҳсулот намуна ўлчамисини аниқлай туриб ва тегишли пропорция тузиб, тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги глюкоза миқдорини аниқлаш мумкин.





3.6. Клетчатка аниқлаш

Клетчатка ўзини ўсимликларда таркалиши бўйича барча органик моддалар ўртасида биринчи ўринни эгаллайди. У юқори молекуляр полисахарид ҳисобланиб, тўла гидролизганда β -D- глюкоза молекулалари, қисман гидролизланганда эса β - глюкозид целлюбиоза ҳосил бўлади. Клетчатка (1-4) β глюкозид боғлари орқали бириккан глюкоза бирликларининг тўғри танжиридан иборат. Клетчатка 1400 дан 10000 гача глюкоза қолдикларига эга. Клетчатка молекулалари ипсимон характерга эга бўлиб, мицелла деб номланадиган тутамларга бирлашган. Ҳар бир мицелла водород боғлари билан боғланган 60 та клетчатка молекулаларидан иборат. Водород боғлари клетчаткани гидрооксил гуруҳларидаги водород атомлари ҳамда клетчатка томонидан адсорбция қилинган сув молекулалари ҳисобида амлга оширилади. Клетчатка сувда эримаydi, аммо бўқади. Концентрланган сульфат кислотаси билан кайнатишда тўлиқ глюкозага айланади. Кучсиз гидролизланишда эса целлюбиоза дисахаридга парчланади.

Целлюлоза, шунингдек целлюбиозагача ўсаётган донларда, баъзи бактериялар ва моғорли замбуруғларда мавжуд бўладиган целлюлаза ферменти билан гидролизланиши мумкин. Фаол целлюлаза қави қайтарувчи хайвонлар ошқозонидаги бактерияларда ҳам мавжуд бўлиб, бу хайвонлар учун клетчаткани хазм қилиш имкониятини яратади. Клетчатка одамлар ошқозон ичак йўлида ҳеч қандай фермент таъсирида парчаланмаганлиги сабабли хазм бўлмай ўтади. У фақат йўғон ичакдаги бактериялар таъсирида қисман парчланади.

Клетчатка (целлюлоза) мустаҳкам бирикма ҳисобланиб, унга ҳатто концентрланган кислота ва ишқорлар ҳам қийин таъсир этади. Уни аниқлашни барча усуллари клетчаткани айнан шу хусусиятига асосланган.

Клетчатка фақат ўсимлик асосидаги озиқ-овқат маҳсулотларида учрайди. Клетчатка миқдорини аниқлаш қандолат маҳсулотларини (шоколад,



какао ва бошқалар), шунингдек ун ва ун маҳсулотлари, мева-сабзавотларнинг консервлаар сифатини баҳолашда ишлатилиши мумкин.

Озик-қовқат маҳсулотларида клетчатка доимий равишда у билан турлича боғланган йўлдош моддалар қуршовида бўлади. Бу ҳолат клетчаткани тоза ҳолда аниқлашни қийинлаштиради. Клетчаткани аниқлаш учун кўнгина усуллар таклиф этилган. Буларни ҳаммаси йўлдош моддалар ажратиб олингандан кейин клетчаткани вазни таҳлил этишга асосланган. Бу моддаларни ажратиш тадқиқот этилаётган маҳсулотларни гидролизловчи моддалар билан ишлов беришга ёки оксидлашга асосланган. Бу усулларни камчилиги шундан иборатки, тадқиқот этилаётган маҳсулотга бундай ишлов беришда клетчатка билан яқин боғланган гемицеллюлоза ва лигнин кийин ажратилади. Бундан ташқари, клетчаткани ўзини ҳам қисман гидролизланиши рўй беради. Шунинг учун бу усулларда аниқланадиган клетчатка тоза ҳолдаги модда сифатида бўлмайди ва “нам” ва “нотоза” деб номланиши мумкин.

Куйида клетчаткани шоколад ва какаода аниқлаш учун тавсия этилган нам клетчаткани Кюршнер ва Ганак бўйича аниқлаш усули келтирилган.

3.6.1. “Нам” клетчаткани Кюршнер ва Ганак бўйича аниқлаш

Бу усул таҳлил этилаётган маҳсулотни оксидловчи ва гидролизловчи воситалар билан ишлов беришга асосланган. Оксидловчи ва гидролизловчи воситалар сифатида Кюршнер сирка, азот ва учлорсирка кислоталаридан фойдаланишни таклиф этди. Ушбу аралашма билан ишлов берилган клетчатка оқ рангда бўлиб, бу уни лигниндан тўлиқ озод этилганлиги белгиси ҳисобланади. Аммо, бу усулда пентозанлар тўлиқ ажратилмайди.

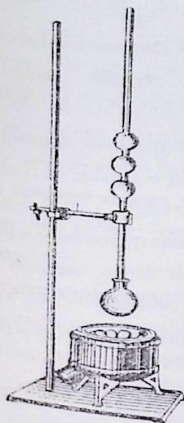
Асбоб ва жихозлар. Диаметри 40 мм. ва ҳажми 40-50 мл. бўлган шарсимон тубли колба (у тесқари шарикли холодильникни улаш учун шлифовка қилинган бўғзига эга бўлиши керак); узунлиги 200 мм. бўлган ва



колбага прошифовка қилинган тесқари шарикли холодильник; 50 ва 200 мл. га мўлжалланган ўлчов цилиндрлари; шишали фильтр №2.

Реактивлар: 10 ҳажм 80 %ли сирқа кислотаси ва 1 ҳажм зичлиги 1,4 бўлган азот кислотасидан иборат кислота аралашмаси; этил-спирти; этил эфири.

Ишни бажариш тартиби. Аналитик тарозида 0,0002 г. аниқлик билан 0,3-0,5 г. тадқиқот этилаётган маҳсулот тортилади ва асбоб колбасига



Расм 3.13 Крюшнер апарати.

ўтказилади. Унга 16,5 мл. кислота аралашмасидан қуйилади ва колбадаги суюқлик эҳтиёткорлик билан аралаштирилади. Колба тесқари холодильник билан уланади (расм 3.13) ва тадқиқот этилаётган маҳсулот қаттиқ заррачаларини ички деворларида қуйиб қолишини олдини олиш мақсадида колбадаги суюқликни даврий аралаштира туриб, 30 мин. давомиде қайнатилади. Қайнатилиш якунлангач, колбадан холодильник ажратилади ва ундаги суюқлик олдиндан 100-105 °С да ўзгармас массагача қуритилган шишали фильтр №2 орқали филтрланади. Филтрдаги чўкма

бирин кетин кислотали аралашма, иссиқ сув, спирт, эфир билан (ёғ қолдиқларини ажратиш учун), сўнгра яна иссиқ кислотали аралашма ва иссиқ сув билан сирқа кислотасини хиди йўқолгунича ювилади. Чўкма яна бир марта спирт, кейин эфир билан ювилади ва чўкмали фильтр 100-105 °С хароратда ўзгармас массагача қуритилади.

Ҳисоблаш. Клетчатка миқдори X фоизларда қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$x = \frac{y_2 - x_2 + 110}{2}$$

бу ерда x_1 - фотосинтез бўлмаган буюк бутқанидаги маъсул, г.

x_2 - фотосинтез бўлмаган маъсул, г.

x - таъинланган ўқибатган маъсулот ваърун ўрнини, г.

3.7. Азотли моддаларни аниқлаш

Оксиллик моддалар уларни органикликни оқиданиши ва ҳаётидаги катта аҳамияти сабабли, оқид-оқидат маъсулотларини муҳим азотли қосимқосимларидан ҳисобланади.

Оқид-оқидат маъсулотлари билан келиб тушаётган оксиллар органиклик томонидан турли ўқидлар учун, аввало барча ҳужайра ва тўқималардаги оксилларни янтिलाши манбаи сифатида ҳимат қилади.

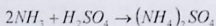
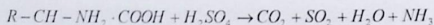
Инон органикмида 100 мингга яқин оксил турлари маъсуд бўлиб, улар турли функцияларни бажаришади. Маъсуд турдаги оксиллар моддалар ўзгарини, парчаланиши ва синтезини сабабчиси бўлиб, алмашинув реакцияларини бошқарса, бошқалари эса қимёвий энергияни механикавий энергияга айлантиришади.

Оксилларни маъсуд қисми организм томонидан тирик ҳужайрани таркибий қисиларини қуриш учун сарфланади. Анти-тана-оксиллари организмни ҳимоя функцияларини бажаришади. Маъсуд (специфик) оксиллар катта аҳамиятта эга бўлиб, масалан, қон гемоглобини организм тўқималарини ҳаётвий муҳим моддалар билан таъминлайди.

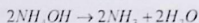
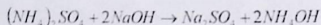
Оқид-оқидат маъсулотларида оксил миқдори одатда азот миқдори бўйича Қьелдал усули билан аниқланади. Қьелдал усули мураккаб бўлиб, таҳлил жараёни узок вақт давом этади. Шунинг билан бирга аниқ натижалар олиши таъқиқотқидан юқори малака талаб қилади. Пайдо бўлиши вақтидан бошлаб ушбу усул соддалаштириш ва таҳлил муддатини қамайтириш мақсадида бир неча марта ўзгартирилди. Натижада ҳозирги вақтда усулни

3.7.1. Умумий азотни Кьелдал бўйича аниқлаш

Ушбу усул маҳсулот органик моддаларини концентрланган сульфат кислотаси билан иситилганда карбонат ангидрид (CO_2), сув (H_2O) ва аммиаккача (NH_3) оксидланишига асосланган. Бунда ҳосил бўлган CO_2 ва H_2O эритмадан чиқариб юборилади, аммиак эса ортиқча сульфат кислотаси билан реакцияга киришиб аммоний сульфат ҳосил қилади ва эритмала сакланиб қолади.

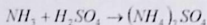


Маҳсулот намуна ўлчамини оксидланиши (куйдирилиши) якунлангандан кейин ортиқча сульфат кислотаси ишқор ёрдамида нейтралланди, аммоний сульфат кўринишида боғланган аммиак эса ортиқча ишқор билан сиқиб чиқарилади.



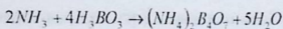
Хайдаш пайтида ажралиб чиққан аммиак усул модификациясига кўра рланган сульфат кислотаси ёки бор кислотаси томонидан ютилиши мумкин.

Ажралиб чиққан аммиак титрланган сульфат кислотасини ортиқча миқдори билан туғиб қолинганда, аммоний сульфат тузи ҳосил бўлади.

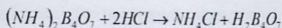


Боғланмай қолган ортиқча озод кислота ишқор билан титрланади. Аммиак билан боғланган кислота миқдори таҳлил учун олиган кислота ва титрлаш учун сарфланган ишқор миқдорлари айирмасига кўра аниқланади. Айнан ушбу айирма бўйича тадқиқот этилаётган маҳсулот намуна ўлчамидаги азот фонзи ҳисобланади.

Ажралиб чиққан аммиакни бор кислотаси томонидан ютилишида, тетраборат аммоний тузи ҳосил бўлади.



Тетраборат аммоний кучсиз кислота тузи сифатида хлор кислотаси билан тўлик титрланади.



Титрлашда сарфланган хлор кислотаси миллилитрлари миқдори ҳайдалаётган эритмадаги азот миллиграмларига мос келади.

Азотни аниқлашда параллел равишда реактивлар учун бўш тажриба ўтказилади. Бундай тажриба ишчи тажрибадаги тартибда, фақат маҳсулот намуна ўлчами ўрнига дистилланган сув ишлатган ҳолда ўтказилади. Тадқиқот учун олинган маҳсулот намуна ўлчамидаги азот миқдори ишчи ва бўш тажрибаларда аниқланган азот миллиграммлари айирмаси асосида ҳисобланади.

Асбоб ва жиҳозлар. Ҳажми 100, 150, 250 мл. бўлган Кьелдал колбалари; ҳажми 750 мл. бўлган хайдаш колбаси; шиша бюксалар; ҳажми 250 ва 500 мл. бўлган колбалар; 25 ва 50 мл. ли бюреткалар; 1000 мл. ли ўлчов колбаси; 25, 250 ва 1000 мл. ли ўлчов цилиндрлари; томчилатгич; чинни ҳовонча; маҳсулот намуна ўлчамини тортиш учун пробирка; аммиакни хайдаш учун Кьелдал прибори; техникавий ва аналитик тарозилар; иситиш асбоби; намуна ўлчами куйдирилгандан кейин колбаларни сақлаш учун мўлжалланган уяли яшиқ.

Реактивлар. Зичлиги 1,84 бўлган сульфат кислотаси; 0,1 н сульфат кислотаси эритмаси; 33 %ли натрий гидроксид эритмаси; мис сульфати (катализатор); пемза бўлаклари; индикатор (100 мл. бромкрезол яшилени тўйинган эритмаси ва 40 мл. метил кизилени сувли эритмалари аралашмаси).

Ишни ўтказиш тартиби. Умумий азотни аниқлаш куйидаги босқичлардан иборат: маҳсулот намуна ўлчамини олиш, куйдириш, аммиакни хайдаш ва натижаларни ҳисоблаш.



Намуна ўлчамини олиш. Таркибида юкори миқдорда оксидлар, крахмал ва кам миқдорда сув ва шакар бўлган озик-овқат маҳсулотлари (донли, дуккакли ва бошқалар) хаводаги курук намуна ўлчамларида таҳлил қилинади. Таркибида кўп миқдорда сув ва шакарлар мавжуд бўлган намуна ўлчамлари тадқиқот этилганда, куйдиришни бошланишида ва уни давомида қолбадаги суюқликни кўтикланиши кузатилади.



Расм 3.14. Шиша қопқоқли Кьелдал қолбаси

Суюқликни қолбадан чиқариб юборилиши олдини олиш учун 1 мл. этил спирти солинади. Курук намуна ўлчамини куйдирилиши секин кечади ва параллел аниқлашлар ўртасида фарқлар кузатилади.

Умумий азотни аниқлашда намуна ўлчамини унда 30-70 мг. азот мавжуд бўлиши ҳисобида олиш тавсия этилади. Ҳайвон маҳсулотлари намуна ўлчами одатда 1 г. гача, ўсимлик маҳсулотлариники эса 1 г. дан юкори (оксидга бой дукаклилар бундан истисно бўлиб, улар намуна ўлчами 1 г. дан ошмайди) бўлади. Тадқиқот этилаётган маҳсулотлар олдиндан майдаланиши керак. Намуна ўлчами пробиркадаги массалар айирмасига кўра олинади. Дастлаб, пробирка техникавий тарозиларда тортилади ва унда керакли миқдорда тадқиқот

этилаётган маҳсулот тортилади. Сўнгра намуна ўлчами ўлчаб олинган пробирка массаси аналитик тарозида аниқланади. Кьелдал қолбасига, аввал уни горизонтал ҳолатида солинади. Кейин пробирка вертикал ҳолатга келтирилиб маҳсулот уни ичига тўқилади. Маҳсулот қолдиқлари сақланиб



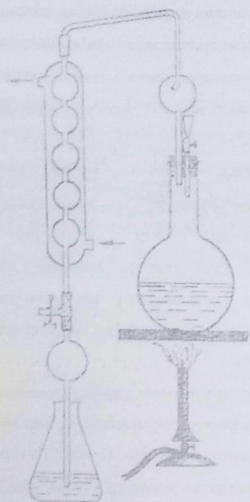
колган пробирка аналитик тарозида тортилади ва биринчи ва иккинчи тортишлар айирмаси бўйича намуна ўлчамини аниқ масса киймати топилади.

Куйдириш. Колбадаги модда устига 20 мл. концентранган сульфат кислотаси куйилади ва оксидланиш катализатори сифатида 0,1 г. майда мис сульфат заррачаси солиниб, колба оғма ҳолатида штативга маҳкамланади (расм 3.14). Сўнгра колбага 1 мл. этил спирти куйилиб, эҳтиётлик билан иситилади. Агар тадқиқот этилаётган маҳсулотда ёғ микдори кўп бўлса, иситилиши олдидан колба 4-6 соат сакланиши керак.

Оқ буғлар ажралиб чиқиши ва суюқлик кўпикланиши тутагач, колбани иситилиши кучайтирилади. Агар намуна ўлчами кўп микдорда сувга эга бўлса, дастлаб эҳтиётлик билан иситиш орқали суюқликдаги сув буғлантирилади ва кейин куйдириш ҳаво тортигич шкафида давом эттирилади. Бу эритмани тўлиқ тиниклашгунича одатда 3 соат давом этади. Ёғ кислоталарини тўлиқ парчаланиши учун куйдиришни яна бир соат давом эттириш тавсия этилади.

Аммиакни хайдаш. Куйдириш якунлангач колба горелкадан олинади, асбест билан тўшалган маҳсус уяли яшикга жойлаштирилади ва бир мунча совутилгач, ундаги суюқлик хайдаш колбасига куйилади. Колба 100-150 мл. дистилланган сув билан 4-5 марта чайилади ва чайилган сувлар ҳам ўша хайдаш колбасига куйилади. Бунда сув хайдаш колбасига эҳтиёткорлик билан, дастлаб, девори бўйича томчилатиб куйилиши керак, чунки куйдирилган кислотали аралашма сув билан иссиқ ҳолатида суюлтирилади. Аралашма тўлиқ совутилганда сульфат тузлари чўкмага тушади ва сув билан суюлтирилганда секин эрийди. Хайдаш пайтидаги турткиларни камайтириш мақсадида колбага бир неча пемза бўлакчалари солинади. Холодильник охирига трубка уланади ва у аммиакни тутиш учун 50 мл. 0,1 н сульфат кислотаси куйилган қабул қилиш идишга туширилади. Қабул қилиш идиши сифатида ҳажми 300 мл. бўлган конусли колба ишлатилади. Кислотага 2-3 томчи индикатор томизилади ва у қизил бинафша ранга бўялади.

Аммиакни ҳайдаш жараёнида йўқолишини олдини олиш мақсадида хайдаш асбобини барча қисмлари ўзаро зич маҳкамланади (расм 3.15).



Расм 3.15. Аммиакни хайдаш асбоби

Ҳайдаш қолбасига уни пробкасига жойлаштирилган бўлувчи воронка орқали тўлик нейтралланиш ва аммиакни сикиб чиқарилиши учун 100 мл. 33 %ли ишқор эритмаси қуйилади. Бунда холодильникка уланган трубка учи децинормал кислота эритмасига чўктирилган бўлиши диққат билан кузатилади. Акс ҳолда, қолбага ишқор қуйилгач, дастлабки 15 мин. давомида ажралиб чиқаётган аммиак титрланган кислота билан боғланмайди ва демак, ҳисобга олинмаслиги мумкин. Ишқор қуйилгандан сўнг хайдаш қолбасидаги суюқлик аралаштирилади ва дастлаб секин, сўнгга эса қучли иситилиб қайнашгача олиб борилди. Бунда қайнашни секинлашмаслиги ва

кислотани қабул қолбасидан хайдаш қолбасига тортиб олинмаслиги диққат билан кузатилади. Ҳайдаш бошланишдан 15 мин. ўтгач, холодильникка уланган трубкани кислотадан чиқариш мумкин, чунки бу вақтга келиб газ ҳолатидаги аммиакни ажралиши яқунланади. Ҳайдаш дистиллят аммиакта манфий реакция бергунича давом эттирилади. Буни дистиллят билан ҳўлланган қизил лакмус қоғози ёрдамида текшириш мумкин. Агар лакмус қоғози билан ишқорий реакция (мусбат реакция) қайд қилинса, хайдаш яна давом эттирилади. Ҳайдаш жараёни одатда 40-60 мин. давомида яқунланади.



Аммиак тўлик хайдалангандан кейин трубка дистилланган сув билан ювилади ва колба асбобдан ажратилади ва иситиш тўхтатилади. Аммиакни хайдашда қабул колбасидаги сульфат кислотаси рангини кузатиш керак. Тадқиқот этилаётган намунадаги азот миқдори юқори бўлганда, хайдаш яқунланмасдан туриб қабул қилиш колбасидаги сульфат кислотаси аммиак билан тўлик боғланиши мумкин. Буни қабул қилиш идишидаги суюқлик рангини ўзгаришига кўра (индикатор ранги кислотада кизил-бинафша, нейтраллашда эса яшил) аниқлаш мумкин. Бундай ҳолда қабул колбасига бюретка орқали яна 25 ёки 50 мл. 0,1 н сульфат кислотаси қуйилади.

Хайдаш яқунлангандан сўнг ортикча сульфат кислотаси қабул колбасида 0,1 н натрий гидрооксид эритмаси билан суюқликни яшил бўялишга ўттунича титрланади.

Ҳисоблаш. Азотни умумий миқдори (X) фоизларда қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$X = \frac{(V_1 \cdot k_1 - V_2 \cdot k_2) \cdot 0,0014 \cdot 100}{g}$$

бу ерда: V_1 - қабул колбасидаги дециномал сульфат кислотаси миқдори, мл;

k_1 - дециномал сульфат кислотасини нормаллик коэффициентини;

V_2 - кислотани титрлашга сарфланган 0,1 н натрий гидрооксид миқдори, мл;

k_2 - 0,1 н ишқор эритмасини нормаллик коэффициентини;

g - тадқиқот этилаётган маҳсулот намуна ўлчами, г;

0,0014 - 1 мл. 0,1 н сульфат кислотаси эритмасига мос келувчи азот миқдори, г;

100 - фоизга қайта ҳисоблаш.

Озик-овқат маҳсулотларидаги умумий азотни Кьелдал усулида аниқлашда, маҳсулот намуна ўлчамини қуйдиришда ҳосил бўлган аммоний тузи ишқор билан парчланади. Бунда ажралиб чиқаётган аммиак бор кислотаси томонидан ҳам ютилиши мумкинлиги юқорида таъкидланган эди.

Ҳосил бўлган тетраборат аммоний хлор кислотаси билан титрланади. Маҳсулот намуна ўлчамидаги азот миқдори аниқланади. Қуйида умумий азотни Кьелдал усулида аниқлашнинг бу модификациясининг ўзига хос хусусиятлари кўриб чиқилади.

Таҳлилни ўтказиш учун қуйидаги реактивлар зарур бўлади: зичлиги $1830-1840 \frac{кг}{м^3}$ бўлган концентрланган сульфат кислотаси; калий сульфат; катализаторлар (кизил симоб оксиди ёки мис сульфат); натрий сульфид; натрий гидрооксиди; бор кислотаси; тетраборат натрий (хлор кислотали эритмасини тузатиш коэффициентини аниқлаш учун); 0,1 н ли хлор кислотаси; метил кизили, метил кўки индикаторлари; ректификацияланган ёки техникавий этил спирти; дистилланган сув.

Реактивлар қуйидагича тайёрланади: натрий гидрооксид эритмасини тайёрлаш учун 500 г. натрий гидрооксиди 1000 см³ дистилланган сувда эритилади. Катализатор сифатида кизил симоб оксиди ишлатилганда натрий гидрооксид эритмасига натрий сульфид қўшилади, яъни 500 г. натрий гидрооксид ва 12 г. натрий сульфид 1000 см³ дистилланган сувда эритилади. Қўш индикаторни тайёрлаш учун 2 г. метил кизили ва 1 г. метил кўки 1000 см³ 96 %ли ректификацияланган этил спиртида эритилади.

Барча реактивлар азотланувчи моддалардан озод қилинган бўлиши керак.

Ишни бажариш тартиби. Ҳажми 500 см³ бўлган Кьелдал колбасига бирин кетин бир неча шиша мунчоклар ёки чини бўлакчалари, 10 г. сульфат калий, 0,5 г. симоб оксиди ёки 0,04 г. мис сульфати солинади. Маҳсулот намуна ўлчами (масалан, 5 см³ сут) шиша бюксага ортиб олинади, қопкоғи ёпилади ва массаси ўлчанади. Маҳсулот бюксдан эҳтиёткорлик билан юқорида кўрсатилгандек Кьелдал колбасига қуйилади. Бўш бюкса яна тортилади ва массалар айирмаси бўйича таҳлил учун олинган маҳсулот массаси аниқланади. Колбага 20 см³ сульфат кислотаси эҳтиётлик билан қуйилади, уни оғзи ноксимон шишали пробка билан бекитилади ва секин айланма ҳаракатлар билан ундаги суюқлик аралаштирилади.



Колба 45° бурчак остида иситиш асбобига жойлаштирилади. Иситилади. Махсулот намуна ўлчамини куйдириш юкорида келтирилган тартибда колбадаги суюқик мутлако тиник ва рангсиз (катализатор сифатида симоб оксиди ишлатилганда) ёки енгил мовий рангга (мис сульфати ишлатилганда) эришгунича давом эттирилади. Эритма тиниклашгач иситиш яна 1.5 соат давом эттирилади. Сўнгра колбадаги суюқлик хона хароратигача совутилади. Унга 150 см^3 дистилланган сув ва бир неча янги киздирилган пемза бўлақчалари солингач, яна совутилади.

Конусли кабул колбасига 50 см^3 бор кислотаси куйилади ва 4 томчи индикатор томизилиб, аралаштирилади. Бунда эритма бинафша рангга бўялади. Колба холодильник билан аллонж ва резина пробкаси ёрдамида шундай уланиши керакки, вллонж бор кислотасига бирмунча чўктирилган холатда бўлсин. Сўнгра Кьелдал колбаси холодильник билан бўлувчи воронка ўрнатилган битта пробка оркали ўтувчи томчи тутгич ёрдамида уланади. Ўлчов цилиндрига 80 см^3 натрий гидрооксид эритмаси ўлчанади ва бўлувчи воронка оркали Кьелдал колбасига солинади. Эритма тўлик солингач, ҳосил бўлаётган аммиакни йўқотилишини олдини олиш мақсадида бўлувчи воронка крапи зудлик билан бекитилиши керак.

Кьелдал колбасидаги суюқлик аралаштирилади ва кайнагунча иситилади. Бунда ҳайдаш жараёни юкорида кўрсатилган коидаларга риоя қилинган ҳолда амалга оширилиши керак. Иситиш даражаси шундай ўрнатилиши керакки, дистилляция вақти 20 мин. дан кам бўлмасин. Ҳайдаш давомида кабул колбасидаги суюқлик бинафшадан яшил рангга ўтади. Аммиакни тўлиқ ҳайдалганига ишонч ҳосил қилиш учун ҳайдаш янги бор кислотаси порциясида (20 см^3) 5 мин. давомида амалга оширилади. Бунда эритма ранги ўзгармай қолиши керак. Жараён якунлангач, конусли колба, аллонжни учки қисми бор кислотасини юзасидан юқорирок холатга жойлашгунича, пастга туширилади ва ҳайдаш 1-2 мин. давом эттирилади. Сўнгра иситиш тўхтатилади ва аллонж ажратилади. Аллонжни ички ва ташқи юзалари унчалик кўп бўлмаган микдордаги дистилланган сув билан ювилиб

конус қолбага туширилади. Шундан сўнг қабул қолбасидаги суюқлик раўяшилдан бинафша рангга ўтгунича 0,1 н хлор кислотаси билан титрланади.

Параллел равишда ишчи тажрибадаги тартибда, фақат маҳсулот намуна ўлчами ўрнига шунча миқдордаги дистилланган сувдан фойдаланган ҳолда, бўш тажриба ўтказилади.

Умумий азот миқдори (% да) қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$N_{\text{обш}} = \frac{1,4 \cdot n \cdot k (V_1 - V_0)}{m}$$

бу ерда: n - хлор кислотаси нормаллиги, $n=0,1$;

k - хлор кислотаси эритмасини тузатиш коэффициентини;

V_1, V_2 - тегишлича ишчи ва бўш тажрибалардаги дистиллятни титрлаш учун сарфланган 0,1 н хлор кислотаси миқдори, см³;

m - таҳлил учун маҳсулот намуна ўлчами, г.

Якуний натижа сифатида иккита параллел аниқлашларнинг ўрта арифметик қиймати қабул қилинади. параллел аниқлашлар ўртасидаги фарк 0,03 %дан ошмаслиги лозим.

3.7.2. Оксил миқдорини колориметрик усулда аниқлаш

Ушбу усул тадқиқот синовлари учун мўлжалланган бўлиб, сутдаги умумий оксиллар миқдорини аниқлашда кенг қўлланилади.

Усул маълум рН қийматларида сут оксилларни кислотали характердаги бўёқлар билан эримайдиган комплекс бирикмалар ҳосил қилишга асосланган. Натижада бўёқ эритмасини оптик зичлиги оксил миқдорига пропорционал равишда пасаяди. Эримайдиغان комплекс ажратилгач бирикмай қолган бўёқ эритмасини оптик зичлиги ўлчанади ва даражаланган график бўйича сутдаги оксил миқдори аниқланади.

Таҳлилни ўтказиш учун олдиндан бўёқни сувли эритмаси, буфер эритма ва улар асосида ишчи эритма тайёрланиши керак. Ишчи эритмани

тўғри тайёрланганлиги бўёқ концентрацияси ва эритма рНи бўйи текширилиши мумкин.

I. Бўёқни сули эритмасини тайёрлаш. Тўртинчи аниклик синфидаги лаборатория тарозиларида 5,40 г. кислотали кўк-қора бўёқ тортиб олинади, ҳажми 500 мл. бўлган иссиқликка чидамли колбага ўтказилади ва 200 мл. дистилланган сув қуйилади. колбадаги суюқлик яхши аралаштирилади. Бўёқни тўлиқ эриши учун 70°C дан юқори бўлмаган ҳароратгача иситилади ва кейин $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ гача совутилади.

II. Буфер эритмасини тайёрлаш. Бунинг учун дастлаб 31,70 г. лимон кислотаси, 0,6 г. тимол ва 8,40 г. 12-молекула сув (гидратланган натрий гидрофосфат ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)) ёки 3,40 г. натрий гидрофосфат тортиб олинади. Реактивлар ҳажми 750 мл. бўлган иссиқликка чидамли колбага ўтказилиб, унга 400 мл. дистилланган сув қуйилади. Реактивларни тезда эриши учун колбадаги суюқлик аралаштирилади, 70°C дан юқори бўлмаган ҳароратгача иситилади ва кейин $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ гача совутилади. Буфер эритмасини тимолсиз ҳам тайёрлаш мумкин.

III. Кислотали кўк-қора бўёқни ишчи эритмасини тайёрлаш. Ҳажми 2000 мл. бўлган ўлчов колбаси дистилланган сув билан ювилади. Ушбу колбага коғозли фильтр жойлаштирилган воронка орқали дастлаб юқорида тайёрланган бўёқни сувли эритмаси ва сўнгра буфер эритмаси қуйилади. Воронкадаги коғозли фильтр бўёқ излари тўлиқ йўқолгунча дистилланган сув билан ювилади. Колбадаги суюқликка 0,2 мл. ёрдамчи модда (ОП-7) солинади. Шундан сўнг колбадаги суюқлик ҳажми дистилланаги сув билан колба белгисигача етказилади ва диққат билан аралаштирилади. Ишчи эритма ишлатилиши олдида 12 соат сақланиши керак.

IV. Ишчи эритмани тўғри тайёрланганлигини текшириш. Ишчи эритмадаги бўёқ концентрацияси қуйидагича аникланади. Ҳажми 200 мл. бўлган ўлчов колбасига пипетка билан 2 мл. бўёқни ишчи эритмаси қуйилади, колбадаги ҳажм дистилланган сув билан белгисигача етказилади

ва аралаштирилади. Сўнгра ишчи эритмани 100 марта суюлтирилган эритмасини оптик зичлиги фотоэлектроколориметрда аниқланади. аниқлаш ишчи узунлиги 10 мм. бўлган кюветада. 590-600 нм. нурланиш тўлқин узунлигида дистилланган сувга нисбатан амалга оширилади. Колориметрни 3-5 кўрсатишлари қайд қилинади ва натижаларни ўрта арифметик киймати ҳисобланади. 100 марта суюлтирилган бўёқ ишчи эритмасини оптик зичлиги $0,820 \pm 0,030$ ни ташкил этиши керак. Агар бўёқ эритмасини оптик зичлиги $0,820 \pm 0,030$ дан паст бўлса, у юқорида кўрсатилганидек, кислотали кўк-қора бўёқ намуна ўлчамини, пропорционал равишда ошириш йўли билан қайта тайёрланади. Агар бўёқ ишчи эритмасини оптик зичлиги $0,820 \pm 0,030$ дан юқори бўлса, у ҳолда унга буфер эритмаси қўйилади. Бўёқ ишчи эритмасини суюлтириш учун керак бўладиган буфер эритмасини талаб қилинадиган ҳажми (мл. да) қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$V = V_1(k - 1)$$

бу ерда: V_1 - бўёқ ишчи эритмасини бошланғич ҳажми, мл.;

k - қайта ҳисоблаш коэффициентини.

Қайта ҳисоблаш коэффициентини (k) қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$k = \frac{P_2}{P_1}$$

бу ерда: P_1 - суюлтирилган бўёқ ишчи эритмасини оптик зичлиги (0,820);

P_2 - ўлчанган оптик зичлик.

Бўёқ ишчи эритмасини рН ни текшириш. Эритмани рН кўрсаткичи $2,40 \pm 0,10$ ни ташкил этиши керак. Агар рН кўрсатилган кийматта мос келмаса, унда у концентранган сульфат кислотани ёки натрий гидрооксид қўшиш йўли билан тўғирланади. Бўёқ ишчи эритмаси совутгичда қора шишали идишларда 12 ойдан ортиқ сақланмайди. Тимолсиз тайёрланган эритма эса 4 ойдан ошиқ сақланмаслиги лозим.



V. Даражаланган графикни тузиш. Оксил миқдори 2,5 дан 4,5 %га...

бўлган 10 та турли сут намуналарида оксил миқдори Кьелдал усулида аниқланади. Ушбу намуналар учун қуйида баён этилган усул бўйича оптик зичлик аниқланади. Олинган натижалар бўйича энг майда квадратлар усули билан оптик зичликни (P) сутдаги оксил миқдорига (c) бокликлигини аке эттирувчи $P = a - bc$ регрессион тенгламаси учун a ва b қийматлари ҳисобланади.

Даржаланган график ҳосил қилинган тенглама асосида оксил миқдорини икки қийматларида (2,5 ва 4,5 %) тузилади. Бунинг учун абсцисса ўқиға оксил миқдори ҳақидаги қийматлар, ордината ўқиға эса (регрессия тенгламасидан ҳисобланган) уларға мос келувчи оптик зичликлар қийматлари қуйилади. Ўил мавсуми ўзгаришида ёки янги бўёк партияси ишлатилганда даражаланган график тўғрилиги Кьелдал усулида тадқиқот этилаётган 2-3 сут намунаси бўйича текширилади. Агар Кьелдал ва график бўйича аниқланган оксил миқдорлари ўзаро $\pm 0,05$ % дан ортик фаркланса, унда янги даражаланган график тузилади.

Ишни бажариш тартиби.

1. Шиша пробиркаға 1 мл. тадқиқот этилаётган сут ўлчанади ва унга 20 мл. кўк-қора бўёқни ишчи эритмаси қуйилади.
2. Пробирка резинали пробка билан бектилиб, 5-6 марта 30 секунд давомида айлантрилади. Бунда пробиркани силташ мумкин эмас, чунки қийин бузиладиган кўпик ҳосил бўлади.
3. Ҳосил бўлган эритмайдиган комплексни ажратиш учун пробирка центрифугада $1500 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ айланиш частотасида 10 мин. ёки $1000 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ да эса 15 мин. давомида айлантрилади.
4. Ҳажми 200 мл. ли ўлчов колбасиға пипетка ёрдамида 2 мл. чўкма устки суюқлик ўлчаб олиниб қуйилади. Колбадаги ҳажм дистилланган сув билан белгисигача етказилади ва диққат билан аралаштрилади.

- 
- 
5. Фотоколориметрда ишчи узунлиги 10 мм. бўлган кюветада ва 590-600 нм. нурланиш тўлқин узунлигида, 100 марта суюлтирилган чўкма устки суякклигини оптик зичлиги дистилланган сувга нисбатан аникланади. Аниклаш иккита параллел намуналарда ўтказилади. Ҳар бир намуна учун 3-5 кўрсатишлар қайд қилинади ва кейин ўрта арифметик қиймат ҳисобланади. Ҳар 24 аниқлашдан кейин кювета 5 %ли 12 молекула сув гидратлаган натрий гидрофосфат эритмаси билан ювилади.
 6. Даражаланган график ёрдамида ўртача оптик зичлик қийматларида сутдаги оксил миқдори аникланади. Яқиний натижа сифатида икки параллел аниқлашлар натижаларини ўрта арифметик қиймати қабул қилинади. Улар ўртасида фарқ 0,05 % дан ошмаслиги керак.



3.8. Озиқ-овқат маҳсулотларидаги ёғларни аниқлаш

Ёғлар кўпгина озиқ-овқат маҳсулотларини таркибига киради. Ёғлар ва ёғга ўхшаш моддаларни умумий хусусияти уларни сувда эримаслиги ва органик эритувчиларда (эфир, гексан, пентан, хлороферм, бензин, спирт ва бошқалар) яхши эрувчанлигидир. Ёғларни у ёки бу озиқ-овқат маҳсулотларида аниқлашни маълум гуруҳ усуллари айнан шу хусусиятлардан фойдаланишга асосланган.

Тадқиқот этилаётган маҳсулотдан ёғ миқдорини аниқлашнинг қуйидаги усулларини фарқлаш мумкин:

1. Ёғни эритувчилар ёрдамида ажратиб олишга асосланган усуллар.
2. Кислотали усул.
3. Ёғларни аниқлашни турбидиметрик усули.

Эритувчилар ёрдамида ажратиб олинган моддалар шартли равишда “нам” ёғ деб номланади ва уни таркибида ёғлардан ташқари ёғга ўхшаш моддалар, озод ёғ кислоталари, воск, стеринлар ва бошқа органик



ирикмалар синфига мансуб моддалар (альдегидлар, кетонлар ва бошқала) киради.

Эритувчилар ёрдамида ажратиб олишга асосланган усуллар ўз ўрнида 4 гуруҳга бўлинади.

Биринчи гуруҳ усуллари. Маълум миқдор маҳсулотдаги ёғ эритувчи ёрдамида кўп маротабали экстракциялаш йўли билан ажратиб олинади. Бу жараён моддадаги ёғ миқдори ўта паст кийматларга эришгунича давом эттирилади. Кейин олинган экстрактдан эритувчи ҳайдалади, нам ёғга эга бўлган колдик қуритилади ва тарозида тортилади.

Иккинчи гуруҳ усуллари. Оғзи зич ёпиладиган қолбада маълум миқдордаги маҳсулотда мавжуд бўлган ёғлар эритувчи билан тўлик эритилади. Сўнгра эритма филтрланади, эритувчи ҳайдалади, колдик қуритилади ва тарозида массаси аниқланади. Бу гуруҳдаги усуллар бажарилиши бўйича оддий, аммо биринчи гуруҳ усулларига нисбатан пасайтирилган натижалар беради.

Учинчи гуруҳ усуллари. Маълум миқдордаги маҳсулот ундаги ёғларни тўлик чиқариб юборилгунича эритувчи билан экстракция қилинади. Ёғсизлантирилган колдик қуритилади ва массаси аниқланади. Сўнгра моддани бошланғич ва экстракциядан кейинги массалари ўртасидаги айирма бўйича маҳсулотдаги ёғ миқдори аниқланади.

Тўртинчи гуруҳ усуллари. Бу усулларни моҳияти шундан иборатки, маълум миқдордаги озик-овқат маҳсулотидан ёғ юқори синдириш кўрсаткичга эга бўлган эритувчи ёрдамида ажратилади. Тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги ёғ миқдори эритувчи ва ундаги ёғ эритмаси синдириш кўрсаткичлари айирмасига кўра аниқланади.

Эритувчилар ёрдамида ёғни ажратиб олишга асосланган усуллар озик-овқат маҳсулотларидаги ёғларни миқдорий аниқлашни асосий усули ҳисобланади. Бунда параллел аниқлашлар ўртасидаги фарк 0,2 %дан ошмайди.



Ёғларни аниқлашни кислотали усули тезлаштирилган усул бўлиб, катор озик-овкат маҳсулотларидаги (сут ва сут маҳсулотлари, биринчи ва иккинчи таомлар) ёғларни миқдорий аниқлашда ишлатилади. Параллел аниқлашлар ўртасидаги фарқ 0,1-0,5 %дан ошмайди.

Ёғларни аниқлашни асбобли турбидиметрик усули ёруғлик оқимини ёғ қатламидан ўтишида нур сочилиши сабабли уни интенсивлигини пасайиши даражасини фотометрик ўлчашга асосланган. Бу усул сутдаги ёғ миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган бўлиб, ГОСТ5867-90 да батафсил ёритилган. Бу усулда параллел аниқлашлар ўртасидаги фарқ 0,05 %дан ошмайди.

3.8.1. Ёғ миқдорини экстракцион аниқлаш усули

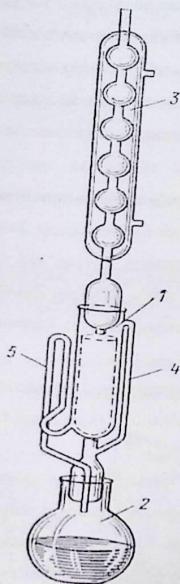
Бу усул тадқиқот этилаётган маҳсулотни қуруқ намуна ўлчамидан ёғни эритувчи ёрдамида Соксет аппаратида ажратиш олишга асосланган.

Эритувчи сифатида қўп ҳолларда этил эфери ишлатилади. Аммо этил эфери билан тадқиқот этилаётган маҳсулотдан нафақат ёғлар, балки қўнгина йўлдош моддалар (фосфатидлар, стеринлар, эркин ёғ кислоталари, баъзи бўёвчи моддалар) ҳам ажратилади. Шунинг учун ёғни миқдорий аниқлашда эфир билан ажратилган ҳамма моддаларни умумий ҳисобга олиш билан чегараланилади. Эфир билан экстракциялашда маҳсулот қуруқ бўлиши керак, чунки намлик ёғга йўлдош бўлган моддаларни қўшимча ажралишига кўмаклашади. Шу сабабли ёғларни ажратиш учун сувсизлантирилган эфирни ишлатиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Соксет аппарати (расм 3.16) куйидаги қисмлардан иборат: экстрактор (1), қабул қилувчи қолба (2) ва тесқари совуттич (3). Асбобни барча қисмлари бир-бирига шлиф ёрдамида зич уланади. Асбобни асосий қисми экстрактор ҳисобланиб, у иккита ён трубкалари билан таъминланган цилиндр идишдан иборат. Ён трубкаларни бири (4) кенгроқ бўлиб, эритувчи бугларини совуттичга ўтказишга хизмат қилади. Нисбатан ингичка трубка (5) эфир экстрактини қолбага ўтказувчи сифон ҳисобланади.



Асбоб, жиҳоз ва реактивлар. Ёғни экстракция қилиш учун Соксет аппарати; аналитик тарозилар; фильтр коғоздан тайёрланган пакет; ховонча, кирғич, лаборатория тегирмони ёки тадқиқот этилаётган маҳсулотни бошқа майдалаш мосламаси; электрли сув хаммоми; сувсизлантирилган этил эфири.





Расм 3.16. Ёғни Соксет бўйича миқдорий аниқлаш асбоби:
 1-экстрактор; 2-қабул колбаси;
 3-совутгич; 4-диаметри кенгроқ трубка;
 5-диаметри ингичка трубка.

Ишни ўтказиш тартиби.

Тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги тахминий ёғ миқдорига кўра 5-10 г маҳсулот намуна ўлчами олинади. Массани аниқлаш аналитик тарозиларда 0,05 г аниқликда амалга оширилади. Тарозида тортилгач, идишдаги маҳсулотга 2-3 хисса миқдордаги сувсиз натрий фосфат ёки натрий сульфат солинади ва аралашма намуна ўлчамини сувсизлантириш мақсадида яхши аралаштирилади. Сувсизлантирилган намуна ўлчами миқдор бўйича фильтр коғозли пакетга ўтказилади ва Соксет аппаратини экстракторига (1) жойлаштирилади. Фильтр коғоздан тайёрланган пакет сифон трубкасини (5) юқори бурилмасидан пастроқ жойлаштириш ва уни диаметри эксикатор ички диаметридан бирмунча майдароқ бўлиши лозим.

Қурук (105 °Сда қуритилган)

ва тоза Соксет аппаратини қабул колбаси (2) аналитик тарозиларда тортилади ва унга этил эфири қуйилади (уни 2/3 дан 3/4 хамигача). Эфир



дажми эксикатор ички ҳажмидан 1,5-2 маротаба катта бўлиши керак. Шунда сўнг, Соксет аппаратини колбаси эксикаторга, унга эса совутгич уланади. Совутгичга совук сув берилади ва эфир солинган колба сув ҳаммомида иситилади. Қайнаш бир меъёрда кечиши керак. Каттиқ қайнашда бир қисм эфир учиб кетиши мумкин, суз қайнашда эса эфирни экстракторни ён трубкасида қисман конденсацияланиши сабабли уни трубка бўйича оқиб тушиш даврийлиги бузилади. Эфирни қайнаётган буғлари экстракторни кенг трубкаси бўйлаб совутгичга ўтади, конденсацияланади ва эфир томчилари маҳсулот жойлаштирилган пакетга оқиб тушади.

Экстрактор аста-секин эфир билан тўлади ва маҳсулотдан ёғ ажаралади. Экстрактордаги эфир сифон трубкасини юкори бурилмасидан юкорига кўтарилганида, у сифон бўйлаб колбага оқиб тушади. Колбага оқиб тушган эфир исиши давомида қайта буғланади, буғлар яна совутгичга кўтарилади, ёғ эса колбада колаверади ва ҳоказо. Шундай қилиб, унчалик катта бўлмаган эритувчи билан олинган маҳсулот намуна ўлчамидаги ёғни қабул колбасига ўтказиш мумкин.

Экстракциялаш охири ҳақида экстрактордан оқиб тушаётган эфирдан филтёр қоғози ёки соат ойнасига томчи томизиш, у қуригандан кейин ёгли изни бўлмаслигига кўра хулоса қилинади.

Ёғни ажралиш тўлиқлигини эфир экстрактсини 1 соат давомида оқиб тушиш сонига кўра баҳолаш мақсадга мувофиқдир. Одатда, 1 соат давомида эфирни 10-15 маротаба оқиб тушиши рўй беради. Бундай шароитларда маҳсулотдан ёғни тўлиқ экстракцияланиши 4-5 соатдан кейин яқунланади. Экстракция жараёни яқунлангач, колбани иситиш тўхталидан ва уни совушига имкон берилади, сув берилиши тўхталиби, совутгич ажратилади. Сўнгра экстракторни бир томонга оғдириб, ундаги эфир сифон трубкаси орқали қабул колбасига қуйилади ва колба экстрактордан ажратилади.

Агар эфир экстракти, унга маҳсулот заррачалари тушишидан бирмунча хирароқ бўлса, у қурук қоғозли филтёр орқали ўзгармас массага



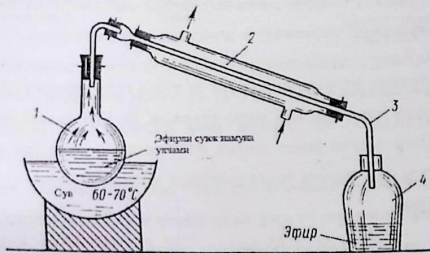
келтирилган бошка колбага филтрланади. Колбадаги колдиклар янги эфир порциялари билан ювилиб, ўша филтр оркали филтрланади.

Эфирни хайдаш асбоби расм 3.17 да кўрсатилган. Эритмали колба (1) совутгичга (2) уланади, форштосс (3) эркин холда, пробкасиз, қабул қилгичга (4) туширилади. Эфирни буғланиб кетишини камайтириш мақсадида колба (1) оғизидаги тиркиш пахта билан ёпилади. Эфирни якуний хайдаш ва нам ёғни қуритиш 100-105 °Сда қуритиш шкафи, термостат ёки инерт газ муҳитида вакуум термостагда амалга оширилади. Шундан сўнг колба қуритилган ёғ билан биргаликда совутилади ва аналитик тарозиларда тортилади.

Ҳисоблаш. Ёғ миқдори фоизларда X қуйидаги формула бўйича ҳисобланди:

$$X = \frac{(g_1 - g_2) \cdot 100}{g}$$

- бу ерда g_1 - колба ва ёғни биргаликдаги массаси, г;
 g_2 - бўш колба массаси, г;
 g - тадқиқот этилаётган маҳсулот намуна ўлчами, г.

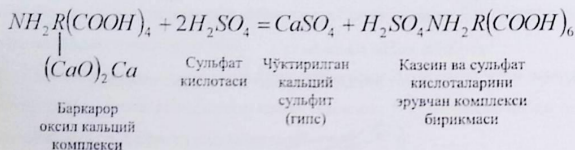


Расм 3.17. Эфирни хайдаш асбоби:
 1-колба, 2-совутгич; 3-форштосс; 4-қабул қилгич.

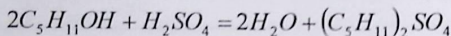
3.8.2. Ёғни кислотали усул билан аниқлаш

Ушбу усул сутдаги ёғ миқдорини аниқлашни стандарт усули ҳисобланади.

Сут ёғини миқдорий аниқлаш учун у узлуксиз қатлам сифатида ажратилади. Сутдаги ёғ оксил кобиклари билан ўралган алоҳида ёғ шарчалари сифатида мавжуд бўлади. Оксил кобиги ёғ шарчаларини бириктиришга тўсқинлик қилади. Шунинг учун ёғни ажратиб олиш учун уни бузиш керак. Кислотали аниқлаш усулида оксил кобиклари концентрланган сульфат кислотаси таъсирида бузилади. Натижада сутни казеин-кальцийли комплекси казеинни сульфат кислотаси билан ҳосил қилган эрувчан бирикмасига ўтади. Бунда содир бўладиган реакцияни схематик тенгламаси қуйидагича:



Комплекс бирикмадан ташқари ок чўкма кўринишидаги (гипс) сульфат кислотасини кальцийли тузи ҳосил қилинади. Реакция аралашма ҳароратини 70-75 °Сгача ошиши билан кечади. Аниқлашда изоамил ёки амил спирти ишлатилади ва у кислота билан реакцияга киришиб изоамил-сульфат эфери ҳосил қилади.



Изоамил спирт

Изоамил
сульфат эфери

Ҳосил бўлган эфир сульфат кислотани ортикча қисмида эрийди ва айни вақтда ёғ ва ёғсиз қисмлар чегарасидаги спирт таранглигини пасайтира туриб

оксил қобиғидан озод бўлган ёғ шарчаларини бирлашишига қўмаклашад.

Шу билан ёғни тўлиқ ва тез ажралиб чиқиши таъминланади. Центрифугалашда сут ёғи аралашмани енгил фракцияси сифатида ёғ ўлчагични даражаланган кисмида тўпланди.

Ёғ ўлчагичлар сут ва сут маҳсулотларидаги ёғ миқдорини аниқлашга мўлжалланган.

Мўлжалланишига кўра улар паст ёғли маҳсулотлар (ёғсиз сут, айрон, сут зардоби ва бошқалар), сут ва сут маҳсулотлари ва қаймоқ ёғ ўлчагичларига бўлинади.

Ёғсиз сут ва паст ёғли маҳсулотлар учун мўлжалланган ёғ ўлчагичлар икки турга бўлинади: ўлчаш чегараси 0-0,5 % (бўлинма киймати 0,02 %) ва 0-1 % (бўлинма киймати 0,05 %) (расм 3.18, а).

Сут ва сут маҳсулотлари ёғ ўлчагичларини уч тури маълум: ўлчаш чегараси 0-6 % (бўлинма киймати 0,1 %), 0-7 % (бўлинма киймати 0,1 %) ва 0-10 % (бўлинма киймати 0,2 %) (расм 3.18, б).

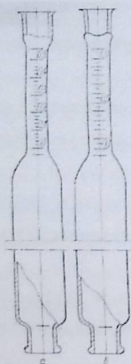
Қаймоқ ёғ ўлчагичларини ўлчаш чегараси 0-40 % бўлиб, майда бўлим киймати 0,5 % (расм 3.18, в).

Асбоб ва жиҳозлар. Сут ёғ ўлчагичи; лаборатория центрифугаси; ҳажми 10,77 мл бўлган ўлчов пипеткаси; ёғ ўлчагичлар учун мўлжалланган резинали тикинлар; сульфат кислотаси ва изоамил спиртни ўлчаб олиш учун мўлжалланган тегишлича ҳажми 10 ва 1 мл бўлган автомат пипеткалар; сувли ҳаммом; ёғ ўлчагичлар учун штатив; 100 °Сга мўлжалланган термометр; сочик.

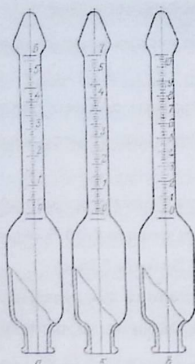
Ишни ўтказиш тартиби. Ёғни сут хом-ашёсида кислотали усулда аниқлаш тартиби расм 3.19 да келтирилган. Тоза ва қуруқ ёғ ўлчагичга унинг оғзига тегизмасдан, автопипетка ёрдамида 10 мл сульфат кислотаси (солиштирма оғирлиги 1,81-1,82) ва яхшилаб аралаштирилган 10,77 мл сут қуйилади. Сут кислота билан аралашиб кетмаслиги учун эҳтиётлик билан ёғ ўлчагични девори бўйлаб окизилади. Кейин ёғ ўлчагичнинг оғзига тегизмасдан туриб 1 мл изоамил спирт қуйилади. Ёғ ўлчагич қуруқ резина



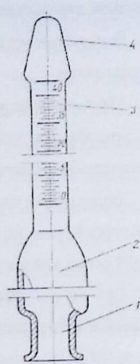
ликини билан бекитилади, бунда тикининг тахминан ярими ёғ ўлчагичи кириши керак. Ёғ ўлчагични сочикка ўраб (агар махсус штатив бўлмаса), оксил бутунлай эриб бўлгунича чайқатилади.



Расм 3.18, а. Ёғсиз сут ва паст ёғли махсулотлар ёғ ўлчагичлари:
а- ўлчаш чегараси 0-0,5 %; б-ўлчаш чегараси 0-1 %



Расм 3.18, б. Сут ва сут махсулотлари ёғ ўлчагичлари:
а-ўлчаш чегараси 0-6 %; б-ўлчаш чегараси 0-7 %; в-ўлчаш чегараси 0-10 %



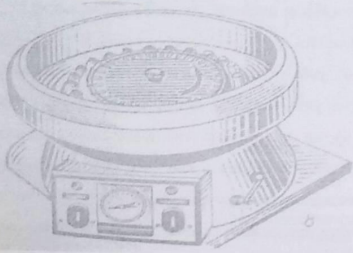
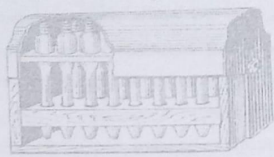
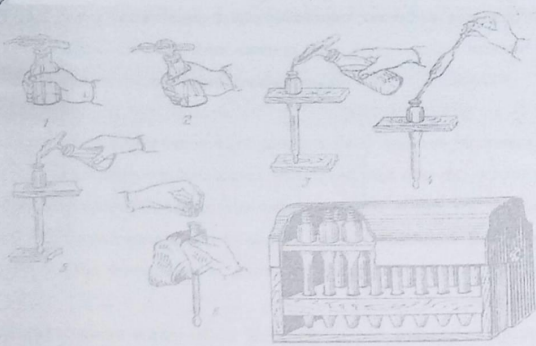
Расм 3.18, в. Қаймоқ ёғ ўлчагичлари:
1-бўйни; 2-корпус; 3-шкаласи; 4-бошчаси



Шуни таъкидлаш лозимки, ёғни аниқлаш учун солиштирма оғирлиги 1,81-1,82 дан юқори ёки паст бўлган сульфат кислота ишлатилиши мумкин эмас. Зичлиги 1,82 дан юқори бўлган сульфат кислота оксил моддалари ва сут канидини куйиб қорайишига олиб келади. Бунда ҳосил бўладиган қора тўпламлар ёғ қатлами чегарасида тўпланиб, ёғ миқдорини кайд қилишга ҳалакит беради.

Кислотани зичлиги паст бўлганда ёғ шарчаларини оксил қобиклари қисман бузилмай қолади ва ёғни тўлиқ ажралиб чиқиши кузатилмайд.

Сутни ёғ ўлчагичга қўйишда қуйидагиларга эътибор бериш керак. Пипеткадан сут оқиб чиққач, уни учи ёғ ўлчагичдан 6 сек давомсида ажратилмаслиги керак. Пипетка учки қисмида қолган сутни пуфлаш керак эмас, чунки пипетка ҳажми сутни эркин оқиб чиқишига мўлжалланган. Сутни ҳарорати 20°C бўлиши керак. Айниқса, сутни ёғ ўлчагичга қуйишда уни кислота билан аралашиб кетмаслигига йўл қўймаслик керак. Шунингдек пипеткани учки қисми кислотага тегмаслиги лозим, акс ҳолда сутни унда ивиб қолиши ва оқиб чиқиши қийинлашади.



Расм 3.19. Сутдаги ёғ миқдорини аниқлаш тартиби:
 1-дозаторни кислота билан тўлдириш; 2-ёғ ўлчагичларга қуйиладиган кислота сатхи; 3-кислотани ёғ ўлчагичга қуйиш; 4-сутни қуйиш; 5-изоамил спиртни қуйиш; 6-ёғ ўлчагични резинали тикки билан бекитиш; 7-аралаштириш учун металл копкокли штативга ўрнатилган жиромерлар; 8-центрифуга.

Ёғ ўлчагичга солинадиган изоамил спирт миқдори 1 мл дан ортик бўлса, уни унчалик юкори эрувчанликка эга бўлмаганлиги (1:35) сабабли эфирни ортиқча қисми ёғ фракциясига ўтиб, уни ҳажмини оширади.

Ёғ ўлчагич юкорида кўрсатилган тартибда тўлдирилиши керак. Агар ёғ ўлчагичга дастлаб сут, кейин сульфат кислотаси қуйилса, унда ёғ ўлчагични ингичка қисмида ивиган оксиллар тикилиб қолади ва таҳлилни қайта ўтказишга тўғри келади. Агар спирт кислота билан аралаштирилса, таҳлил натижаларини бузувчи қатор эримайдиган бирикмалар ҳосил бўлади.

Ёғ ўлчагичлар бир хил ҳажмга эга бўлмайди ва шунинг учун бир хил ўлчанган реактивлар миқдорида турли ёғ ўлчагичларда ажралиб чиққан ёғ



устуни бир хил ҳолатни эгалламайди. Таҳлил охирида ажралиб чиққан хажмини ўлчаш учун, ёғ устуни центрифугалашдан кейин асбобни ингичка қисмида жойлашиши центрифугалашдан олдин эса ёғ ўлчагичдаги суюқликни юқори сатҳи шкалани 9-10 бўлимлари чегараларида бўлиши керак. Бу, оғзи ёпилган ёғ ўлчагични тикинини пастга қаратиб ушлаб туриш билан текширилади. Агар суюқликни юқори чегараси шкалани пастки қисмида жойлашган бўлса, ёғ ўлчагичга сульфат кислотаси солинади. Унчалик кўп бўлмаган сульфат кислотасини солиниши аниқлаш натижаларига таъсир қилмайди.

Ёғ ўлчагичларни суюқлик тўлдирилиши текширилгач, у тикинини пастга қаратиб ҳарорати 60-70 °С бўлган сув ҳаммомида 5 мин сақланади. Бундай ҳароратда сутни ёғи эриган ҳолатда бўлиб, бу уни центрифугалашда ажралишини енгиллаштиради.

Беш минутдан кейин улар олиниб артилади ва ингичка томонини марказга қаратиб центрифуганинг гильзаларига жойланади. Мувоzanатни сақлаш учун центрифугада ёғ ўлчагичлар жуфт-жуфт ҳолда бир-бирига қарама-қарши томонларга жойлаштирилади. Агар уларнинг сони тоқ бўлса, мувоzanатни сақлаш учун битта жиromeрга сув тўлдириб қўйилади. Шундан сўнг центрифуганинг қопқоғи бураб бекитилади (минутига камида 1000 марта) 5 минут давомида айлантирилади. Бунда ёғ аралашманинг энг енгил таркибий қисми сифатида асбобнинг даражаланган қисмида йиғилади.

Центрифугалаш вақтида ёғ ўлчагичлардаги аралашма ҳарорати пасаяди. Ёғ ўлчагичлар 65 °С ҳароратда даражаланганлиги сабабли, центрифугалашдан кейин ёғ ўлчагичлар (тиқин томонини пастга қаратиб) 65 °Сли сув ҳаммомига 5 минутгача қўйилади.

5 мин ўтгач, ёғ ўлчагични шкаласига қараб сутдаги ёғ миқдори аниқланади. Бунинг учун жиromeрлар тик ҳолатда ушланади. Ҳисоблашни осонлаштириш учун тикнини ичкари ёки ташқари томонга суриб, ёғ устунчасининг пастки сатҳини нолга ёки шкаланинг яқинроқдаги яхлит бўлимига тўғирлаб, ёғ устунчасининг юқориги эгилган чеккаси – мениск

ослгиланади ва ёг устунчаси жиromeр шкаласининг канча бўлими
эгаллаши саналади. Сут ёг ўлчагичларда шкаланинг ҳар бир катта бўлими 1
%, кичик бўлими 0,1 %га тўғри келади. Агар ёг қатлами тиниқ бўлмаса, аниқ
ажралиб турмаса, ёғни аниқлаш иши такрорланади.

3.9. Витаминларни аниқлаш

Витаминлар ҳақидаги гипотеза таърифи 1911 йилда поляк олими
Казамир Функ томонидан берилди. У гуруч келагидан олинган кристалл
фаол модда таркибини текшириб унда амин шаклидаги азот борлигини
аниқлади ва бу моддага ҳаёт учун зарур бўлган янги кимёвий бирикма деб
қараб, унга “витамин” номини берди. “Вита” лотинча – ҳаёт, “амин” –
таркибида азот тутувчи кимёвий группа, демак, витамин “ҳаёт амини”
маъносини англатади.

Кейинги йилларда кашф этилган турли витаминларнинг кимёвий
таркибини ўрганиш, уларнинг кўпчилигида азотнинг йўқлигини кўрсатди,
аммо витамин атамаси фанда ва халқ орасида мустахкам ўрнашиб
қолганидан, уни бошқа атама билан аламаштириш мақсадга мувофиқ
кўрилмади. Эндиликда озиқ-овқат маҳсулотларида кам миқдорда учрайдиган
одам ва хайвонлар организмнинг нормал ҳаёти учун зарур бўлган, кимёвий
тузилишига кўра, турли органик бирикмалар синфига тегишли биологик
фаоли моддалар группаси витаминлар номи билан юритилади.

Тирик организмларнинг ҳамма тури ҳам, масалан, бир катор
бактериялар ва ўсимликлар ташқаридан витаминларни киритилишига
мухтож эмас. Витаминларнинг баъзилари маълум чегарада хайвонларда ҳам
синтезланади. Масалан, одам ва бошқа приматлар С витаминини синтез қила
олмайди, аксинча каламушлар эса С витаминини глюкозадан синтез қила
олишади. Одам организмда кўпчилик витаминлар синтез қилинмайди,
баъзилари ичак микрофлораси томонидан ва тўқималарда кам миқдорда



синтез қилинади. Шунинг учун ҳам улар доимо овқат билан кирити-
турилиши зарур.

Ҳозирги вақтда витаминлар ва уларнинг хиллари 30 га яқин. Уларни овқатнинг турли компонентларига боғлиқ бўлишига қараб, фақат эрувчанлиги асосида иккита катта гуруҳга: сувда эрийдиган ва ёғда эрийдиган витаминларга бўлинади. Сувда эрийдиган витаминларга В₁ (тианин), В₂ (рибофлавин), РР (никотинамид), В₆ (пиридоксин), С (аскорбат кислота), В₁₂ (кобаламин), Н (биотин), В_с (фолат кислота), В₃ (пантотенат кислота) ва Р (цитрин) витаминлари тегишли. Ёғда эрийдиган витаминлар гуруҳи унчалик кенг эмас ва унга А (антиксерофтальмик), D (антирахитик), Е (кўпайиш) ва К (антигеморрогик) витаминлари мансуб.

3.6-жадвалдаги баъзи озиқ-овқат маҳсулотларидаги витаминлар миқдорлари (мг/100 га да) келтирилган. Келтирилган жадвал маъумотлари мева, сабзавотларни ва ҳайвон маҳсулотларини витаминларга бойлигидан далолат беради.

Демак, озиқ-овқат маҳсулотларидаги витаминлар миқдори фоизни минг ва ўн минг улушини ташкил этади. Шунинг учун витаминларни аниқлаш усуллари етарлича сезгир ва аниқ бўлиши лозим.

3.6-жадвал

Маҳсулот	Витаминлар миқдори, мг/ 100 г.					
	А	α каротин	В ₁	В ₂	РР	С
1	2	3	4	5	6	7
Гурунч	-	0	0,34	0,08	3,82	-
Оби нон	-	0	0,18	0,06	1,80	-
Сутли шоколад	-	0,04	0,05	0,26	0,5	-

3,2%ли пастерланган сут	-	0,01	0,04	0,15	0,1	1,5
Карам	-	0,02	0,03	0,04	0,74	45,0
Ковун	-	0,40	0,04	0,04	0,40	20,0
Қизил сабзи	-	9,0	0,06	0,07	1,6	5,0
Кўй гўшти	-	излари	0,08	0,14	3,8	излари
Мол жигари	8,2	1,0	0,30	2,19	9,0	33
Тухум	0,25	-	0,07	0,44	0,19	-

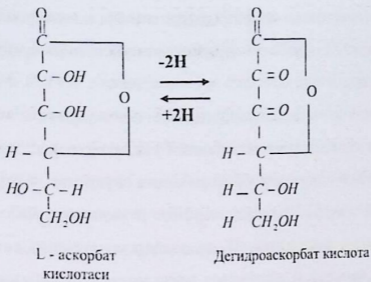
Кўпгина озиқ-овқат маҳсулотларини сифатини баҳолашда С витамини муҳим аҳамият касб этади.

Қуйида озиқ-овқат маҳсулотларидаги С витаминини миқдорий аниқлаш усуллари келтирилади.

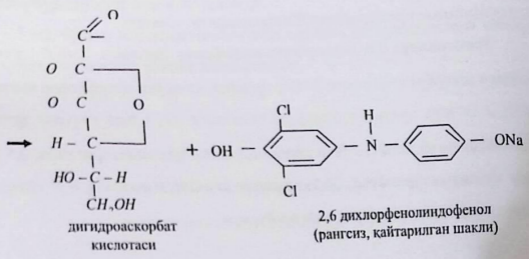
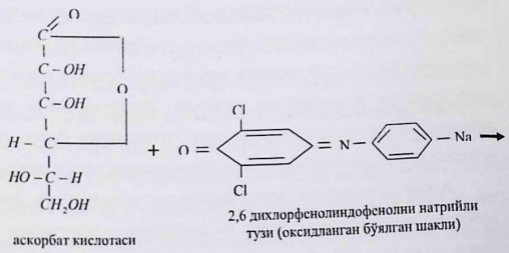
3.9.1. С витаминини (аскорбат кислотаси) миқдорий аниқлаш

Аскорбат кислотаси тоза кўринишда оқ кристалл кукун бўлиб, таъми нордон, уни эриш ҳарорати 189°C . Аскорбат кислота оптик фаолиятга эга, сувда яхши эрийди, ҳавода, айниқса, жуда кам миқдорда Cu^{++} ёки Fe^{++} бўлганда осонлик билан оксидланади. Оксидланиш натижасида енол группалар кетон группаларга айланади. Ҳосил бўлган дегидроаскорбат кислота витаминлик қобилиятига эга, лекин у жуда беқарор бўлади, организмда ва *in Vitro* шароитида осонлик билан аскорбат кислотaga қайтарилади. Аскорбат кислота исикқа чидамсиз, овқат тайёрлашда ҳаво кислороди иштирокида унинг кўп қисми парчаланиб кетади.

Демак, аскорбат кислота ҳамда унинг дегидро шакли водород, яъни протон ва электрон қабул қилиш, уни узатиш қобилиятига эга бўлган оксидловчи ва қайтарувчи системани ташкил қилади.



Аскорбат кислотасини аниқлаш уни 2,6-дихлорфенолиндофенол (2,6 ДИФ) билан оксидланишига асосланган. Бунда 2,6 ДИФ кайтарилиб, рангсиз шаклига ўтади.





2,6 АИФ индикаторлар хусусиятига эга бўлиб, ушбу тузни корамти, кўк ранги аскорбин кислотаси қўйилганда рангсизланади. аскорбин кислотаси мавжуд бўлмаганда, 2,6 ДИФ ни натрийли тузи кислотали муҳитда кизгиш бўялишга эга бўлади.

С витаминини аниқлашда тадқиқот этилаётган маҳсулотдан тайёрланган кислотали экстракт оксидловчи бўёқ 2,6 дихлорфенолиндофенол билан йўқолмайдиган кизгиш бўялиш ҳосил бўлгунча титрланади. С витамини миқдори хақида титрлашга сарфланган индикатор миллилитрлари миқдори бўйича ҳукм чиқарилади. Шунинг эътиборга олиш керакки, индикатор нафақат аскорбат кислотаси, шунингдек дубил моддалари ва баъзи оксиллар билан ҳам реакцияга киришади.

Бошқа томондан, индикатор аскорбат кислотасини биологик фаоли шакли ҳисобланмиш дегидроаскорбат кислотаси ва боғланган аскорбат кислотаси билан реакцияга киришади. Шунинг учун ўзаро таққосланадиган таҳлил натижалари олиш учун аниқлаш услубиятига қатъий риоя қилиш керак. Агар сульфитация қилинган маҳсулотлар тадқиқот этилаётган бўлса, улар олдиндан десульфитация қилинади. Дегидроаскорбат кислотасини аниқлаш учун у экстрактни олтингурут билан ишлов бериш йўли билан аскорбат кислотасига қайтариледи ва кейин аниқлаш амалга оширилади.

Асбоб ва жиҳозлар: Микробюреткалар; ҳажми 50 мл. бўлган конус колбалар; чинни хавонча; 10 мл. ли даражаланган пипеткалар; 50 мл. ли чинни идишлар; 100 мл. ли ўлчов колбалари; воронка; центрифуга ва центрифугалаш пробиркалари; Кипп аппарати; шпатель.

Реактивлар: 2,6 дихлорфенолиндофенол эритмаси $NaHCO_3$; кристалл ҳолдаги аскорбат кислотаси; 2 %ли сульфат, хлор ёки метафосфор кислотаси; 0,001 н ли KIO_3 эритмаси; кристалл ҳолатдаги KI ; 1 %ли крахмал эритмаси; ўта майдаланган шиша; 2 %ли сиркакислотали қўرғошин эритмаси; 0,5 ва 2 н хлор кислотаси эритмаси; 25 %ли сирка кислотали натрий; H_2S олиш учун тайёрланган Кипп аппарати; CO_2 ли баллон.



2,6 дихлорфенолиндифенол эритмаси куйидагича тайёрланади: Авва
 техникавий тарозида 50 мг. куруқ бўёк соат ойначасида тортиб олинади.
 Сўнгра бўёк намуна ўлчами хажми 200 мл. бўлган ўлчов колбасига воронка
 орқали 100-150 мл. дистилланган сув ёрдамида микдорий ўтказилади. Кейин
 ўлчов колбасига 5 томчи 0,01 н ишқор эритмаси томзилади ва яхши
 аралаштирилгач, колбага уни белгисига етгунича дистилланган сув куйилади.
 Ҳосил бўлган бу эритма зич филтёр орқали куруқ колбага филтёрланади.
 0,001 н KIO_3 эритмасини тайёрлаш учун $102^{\circ}C$ да икки соат давомида
 куртилган 0,03568 г. KIO_3 , 100 мл. дистилланган сувда эритилади.



Ишни бажариш тартиби. С витаминини аниқлаш аскорбат кислота
 бўйича индикатор титрини ўрнатиш, тадқиқот этилаётган маҳсулот намуна
 ўлчамидан экстракт тайёрлаш ва титрлаш босқичларидан иборат.

2,6 ДИФ ни аскорбат кислота бўйича титрини ўрнатиш учун шпатель
 учида 1-1,5 мг. (тарозида тортмасдан) аскорбат кислотаси олинади ва 50 мл. 2
 %ли метфосфор кислотаси (HPO_3) да эритилади. Метафосфор кислотаси
 мавжуд бўлмаган ҳолда хлор ёки сульфат кислотасидан фойдаланиш мумкин.
 Ҳосил қилинган 5 мл. эритма чинни идишга ўтказилади ва микробюреткадан
 бўёк билан титрланади. Шундан сўнг, шундай хажмдаги аскорбат кислотаси
 эритмаси, унга бир неча KI кристаллари (50-100 мг. дан юқори эмас) ва 3-5
 томчи крахмал эритмаси солиниб, бошқа микробюреткадан 0,001 н KIO_3
 эритмаси билан титрланади. Титрлаш эритмани рангсизлангунича, яъни кўк
 бўйлиш йўқолгунича давом эттирилади.

1 мл. бўёкка мос келувчи аскорбат кислота миллиграммлари микдори
 (X) куйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$X = \frac{0,088 \cdot V}{V_1}$$

бу ерда: 0,088 - 1 мл. 0,001 н KIO_3 эритмасини 0,088 мг. аскорбат
 кислотасига эквивалентлиги;



I - аскорбат кислотасини титрлашга сарфланган 0,001 н KIO_3 эритмасини миқдори, мл;

I_1 - аскорбат кислотасини титрлашга сарфланган 2,6 ДИФ миқдори, мл.

2,6 ДИФ эритмаси бекарор бўлганлиги учун уни титри хар бир тажриба олдида аниқланиш керак.

Тадқиқот этилаётган маҳсулот ўрта намунасидан экстракт тайёрлаш учун намуна ўлчами аввало ундаги С витаминини кутиладиган миқдорига боғлиқ ҳолда олинishi керак. Масалан, цитруслилар тадқиқот этилганда 0,1 мл. шарбат, карамдан 5-10 г., картошка, олма ва нокдан эса 10-15 мг. намуна ўлчами олинishi керак. Намуна ўлчами чинни идишларга миқдор бўйича ўтказилгач, унга С витаминини оксидланишдан асраш учун 15-20 мл. 2 %ли метафосфор кислотаси эритмаси куйилади, майдаланган шиша солинади ва бир жинсли масса олингунича эзилади. Олинган масса миқдор бўйича воронка оркали хажми 100 мл. бўлган ўлчов колбасига ўтказилади. Бунда чинни идиш ва эзгичдаги маҳсулот қолдиқлари метафосфор кислотаси билан ювилиши ва ўша колбага ўтказилиши керак. Шундан сўнг, колбадаги суюқлик дистилланган сув билан колба белгисигача етказилади, яхши аралаштирилади ва курук катланган филтър оркали филтърланади. Олинган ушбу филтърда С витамини аниқланади.

Тадқиқот этилаётган маҳсулотдаги барча биологик фаол С витамин миқдори дегидроаскорбат кислотаси қайтарилгунча ва ундан кейин алоҳида аниқланиши зарур.

Аскорбат кислотасини қайтарилган шаклини аниқлаш. 10 мл. тиник ва рангсиз маҳсулот экстракти чинни идишга жойлаштирилади ва микробюреткадан тайёрланган 2,6 ДИФ эритмаси билан барқарор оч пушти ранг ҳосил қилингунича титрланади.

Қайтарилган аскорбат кислотаси миқдори X (миллиграмм-фоизда) куйидаги формула бўйича аниқланади:

$$X = \frac{V \cdot T \cdot V_1 \cdot 100}{g \cdot V_2}$$

- бу ерда: V - экстрактни титрлашга сарфланган 2,6 ДИФ микдори, мл;
 T - 1 мл. 2,6 дихлорфенолиндофенолга мос келувчи аскорбат кислотаси микдори, мг;
 V_1 - тадқиқот этилаётган маҳсулот намуна ўлчамидан тайёрланган сувли экстрактни умумий ҳажми, мл;
 100 - миллиграмм-фоизларда қайта ҳисоблаш;
 g - тадқиқот этилаётган маҳсулот намуна ўлчами, г;
 V_2 - титрлаш учун экстракт ҳажми, мл.

Дегидроаскорбат кислотани аниқлаш. 5 мл. тайёрланган экстракт центрифугалаш давомида бирин кетин 2 мл. 2 %ли сирка кислотали кўрғошин эритмаси, 1 мл 0,5 н HCl эритмаси ва 2 мл 25 %ли сирка кислотали натрий эритмаси куйилади (агар 10 мл экстракт олинса, унда юқоридаги реактивлар икки мартаба кўпроқ олинади). Кейин олинган аралашма оркали, дегидроаскорбат кислотасини қайтариш мақсадида 10 мин давомида H_2S оқими ўтказилади. Сўнгра пробирка пробка билан бекитилади. С витамини тўлик қайтарилиши учун 10-12 соат тинч қолдирилади. Ушбу вақт ўтгач, колбадаги суюқлик кичик қатланган фильтр оркали филтрланади. Пробирка ва фильтр 2-3 марта 2-3 мл микдордаги дистилланган сув билан ювилиши керак. Олинган филтратга 2 мл 2 н HCl солинади ва CO_2 оқими билан H_2S тўлик чиқариб юборилиши керак. Филтратни H_2S дан тўлик озод этилганлигини сирка кислотали кўрғошин эритмаси билан хўлланган фильтр коғози ёрдамида аниқлаш мумкин. Шундан сўнг, филтрат аскорбат кислотани қайтарилган шаклини аниқлашдаги каби, 2,6 дихлорфенолиндофенол билан титрланади.

Ҳисоблаш. Ҳисоблаш аскорбат кислотасини қайтарилган шаклини аниқлаш формуласи бўйича амалга оширилади. Бунда олинган аниқлаш натижалари маҳсулотдаги умумий биологик фаол С витамини микдорига (яъни ҳам қайтарилган шакли ва дегидроаскорбат кислота) мос келади.



Дегидроаскорбат кислота миқдори иккала аниқлашларнинг айирмаси бўйи хисобланади.

С витамини миқдорини бўялган экстрактларда аниқлаш. Бўялган экстрактлар колориметрик усул билан фотоэлектроколориметрдан фойдаланилган ҳолда тадқиқот қилинади. 10 г сабзавотлар намуна ўлчами ховончага жойлаштирилади, 10-20 мл 1 %ли шавел кислотаси солинади ва эзгич ёрдамида эзилади. Олинган экстракт ҳажми 100 мл бўлган ўлчов қолбасига ўтказилади (декантация қилинади). Ховончадаги қолдиқ устига яна юқоридаги миқдорда кислота солинади, эзгич билан эзилади ва ўша ўлчов қолбасига ўтказилади. Бундай операция бир неча марта қайтарилади. Экстракциялаш яқунлангач, ховонча ва эзгич кислота билан ювилиб, ховончадаги қолдиқ ҳам ўлчов қолбасига ўтказилади. Кислота эритмаси билан қолбадаги экстракт ҳажми белгисигача етказилади. Қолбадаги экстракт яхши аралаштирилади ва қонус қолбага фийлтрланади.

Навбатдаги босқичда колориметрлаш учун ишчи эритма тайёрланиши керак. Бунинг учун пипетка билан 10 мл фийлтрланган экстракт олинади ва узич бекитиладиган пробка эга бўлган ҳажми 25 мл ли ўлчов цилиндрга ўтказилади. Сўнгра цилиндрга пипетка ёки микробюретка ёрдамида 2 мл. 0,001 н 2,6 дихлорфенолиндофенол эритмаси солинади ва 2 мин ўтгач эса, толуол ва изобутил спиртлари аралашмаси (1:1 нисбатда) дан иборат 10 мл эритувчи ёки хлороформ солинади. Ҳаммаси эҳтиёткорлик билан аралаштирилгач, аралашма қатламларга тўлик ажралгунича тинч қолдирилади. Бунда эритувчи оч пушти рангга бўялади.

Параллел равишда назорат эритмаси тайёрланади. Бунинг учун бошқа шундай ўлчов цилиндрга 10 мл 1 %ли шавел кислотаси қўйилади, унга 2 мл 0,001 н 2,6 дихлорфенолиндофенолни натрийли тузи эритмаси ва 10 мл эритувчи қўйилади, аралаштирилади ва кислота ва бўялган эритувчи қатламлари ҳосил бўлгунча тинч қолдирилади.

Фотоэлектроколориметр ёрдамида назорат эритмасини оптик зичлиги (ϵ_1) аниқланади. Бунинг учун пипетка ёрдамида бир қисм бўялган эритувчи



олиниб, ишчи томонлари ўртасидаги масофа 5 мм бўлган кюветка ўтказилади ва бошқа кюветадаги тоза эритувчига нисбатан колориметрланади. Аниклаш светофильтра (тўлқин узунлиги 530) ўтказилади.

Тажриба назорат эритмасини янги порцияси билан такрорланади. Ҳисоблашда икки параллел аниклашларни ўрта арифметик қиймати олинади.

Ишчи эритмани назорат эритмасига нисбатан оптик зичлиги (ℓ_2) ни аниклаш учун пипетка билан ишчи эритмадан бир қисм бўялган эритувчи олинади ва кюветага ўтказилади. Бу кювета кюветатуткичидаги эритувчи солинган кювета ўрнига жойлаштирилади. Ишчи эритмани оптик зичлиги кайд килинади. Тажриба ишчи эритмани янги порцияси билан қайтарилади. Иккита параллел аниклашларни ўрта арифметик қиймати ҳисоблаш учун олинishi керак.

Хом ва пиширилган (қайнатилган) сабзавотлардаги аскорбот кислотас миқдори (X , 100 г учун мг да) қуйидаги формула бўйича аникланади:

$$X = \frac{100 \cdot 2T \cdot 100 \cdot \ell_2}{10 \cdot V \cdot \ell_1},$$

бу ерда: V - таҳлил учун олинган экстракт ҳажми, мл;

ℓ_1 - назорат эритмасини оптик зичлиги;

ℓ_2 - ишчи эритмани оптик зичлиги;

T - таҳлил учун фойдаланилаётган 2,6 дихлорфенолиндофенолни натрийли тузи эритмасини титри.

Бўялган қайнатмалар тадқиқот этилганда зич бекитиладиган пробкага эга бўлган ўлчов цилиндрига 5 мл қайнатма солинади, унга 5 мл 1 %ли шавел кислотаси эритмаси қўшилиб, сўнгра иш экстрактларни тадқиқот этишдаги тартибда давом эттирилади.

Қайнатмадаги аскорбат кислотаси миқдори (X , 100 мл учун мг да) қуйидаги формула бўйича аникланади:

$$X = \frac{2T \cdot 100 \cdot \ell_2}{V \cdot \ell_1},$$



бу ерда: V - таҳлил учун олинган қайнатма ҳажми, мл;

ϵ_1 - назорат эритмасини оптик зичлиги;

ϵ_2 - ишчи эритмани оптик зичлиги;

T - 2,6 дихлорфенолиндофенолни натрийли тузи эритмасини титри.

Назорат саволлари:

- 1. Озиқ-овқат маҳсулотларидаги намликни аниқлаш аҳамияти нимада иборат? Намлик бевосита усулда қандай аниқланади?*
- 2. Намликни ўзгармас массагача қуриштириш билан аниқлаш моҳиятини ва бажариш тартибini тушуниринг.*
- 3. Намликни бир мартабали қуриштириш билан аниқлаш қандай ўтказилади?*
- 4. Маҳсулотдаги қул моддасини аниқлаш турларини фарқли томонлари нимадан иборат?*
- 5. Қул моддаси маҳсулотдаги қуруқ моддаларга нисбатан қандай ҳисобланади?*
- 6. Ош тузини Мор усулида аниқлаш моҳияти ва тартибini тушуниринг.*
- 7. Титрланадиган кислоталик нима? Кислоталикни индикатор иштирокида аниқлаш қандай амалга оширилади?*
- 8. Актив кислоталик нима? Уни потенциометрик аниқлаш усули моҳиятини изоҳланг.*
- 9. Потенциометрик усулда қандай электродлар ва ўлчов схемалари ишлатилади?*
- 10. рН метрда актив кислоталикни аниқлаш тартибini тушуниринг.*
- 11. Кислоталикни электрометрик титрлаш усули моҳияти нимадан иборат?*
- 12. Қандар қандай усулларда аниқланиши мумкин?*



13. Қандарни аниқлаида тадқиқот қилинаётган маҳсулот қанол тайёрланади?
14. Мис оксиди тұзлари ииқорий эритмасини қайтаршига асосланган қандларни аниқлаш усули моҳияти нимадан иборат?
15. Қайтарилган мис миқдорига кўра маҳсулотдаги қандлар миқдори қандай ҳисобланади?
16. Қандларни йодометрик аниқлаш усули моҳияти нимадан иборат?
17. Йодометрик усулда таҳлил қандай ўтказилади?
18. Клетчатка нима? Клетчаткани аниқлаш усуллари нимага асосланган?
19. Клетчаткани Кюринер ва Ганек усулида аниқлаш қандай амалга оширилади?
20. Оқсилларни қандай усуллар ёрдамида аниқлаш мумкин?
21. Умумий азотни Кьелдал бўйича аниқлаш усулини моҳияти нимадан иборат?
22. Умумий азотни Кьелдал бўйича аниқлаш қандай босқичлардан иборат?
23. Оқсил миқдорини колориметрик аниқлаш усули нимага асосланган?
24. Маҳсулотдаги “нам” ёғни миқдорий аниқлаш нимага асосланган ва бу мақсадда қандай усуллар ишлатилади?
25. Ёғни Сокслет бўйича аниқлаида тадқиқот қилинаётган материал қандай тайёрланади?
26. Сокслет аппарати қандай тузилган? Уни ишлаши нимадан иборат?
27. Экстракциялаш яқунлангач, эфирни ҳайдаш қандай амалга оширилади?
28. Ёғни кислотали усулда аниқлаш нимага асосланган?
29. Ёғни кислотали усулда аниқлаш қандай тартибда ўтказилади?
30. Витаминлар нима?
31. Аскорбат кислотани миқдорий аниқлаш нимага асосланган?
32. Аскорбат кислотани қайтарилган шакли қандай аниқланади?



33. С. Витаминини бўялган экстрактларда аниқлаш қандай амал оширилади?

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. – Москва, «Брандес» - «Медицина», 1998 г.
2. Митюков А.Д., Руцкий А.В. Оценка качества продуктов питания. Минск, «Ураджай», 1988 г.
3. Полянский К.К., Мохова Е.И. Пищевая химия. Лабораторный практикум. Воронеж, 1998 г.



4. Пищевая химия. Конспект лекций в 2 ч./Нечаев А.П. и др., Москва, МГУПП, 1998 г.
5. Искандаров Т.И., Бабаходжаев Н.К., Ким С.Г. Руководство по лабораторному контролю качества пищи. Ташкент, «Гузал КЛТД», 1992. – 157 с.
6. Санитарные нормы безопасности и пищевой ценности продовольственного сырья и продуктов питания. Сан П и Н – 0138-03.
7. Скуратовская О.У. Контроль качества продукции физико-химическими методами. 2 – е изд. перер. и доп.- М.: «ДеЛи принт», 2003. – 128 с.
8. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под. ред. проф. д.т.н. И.М.Скурихина, проф. д.м.н. М.Н.Волгарева, - 2-е изд. перераб. и доп. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 224 с.
9. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник / Под. ред. Ю.А.Мачихина. – М.: Агропромиздат. 1990. – 271 с.
10. Брусиловский А.П., Вайнберг А.Д. Приборы технологического контроля в молочной промышленности: Справочник 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 288 с.

11. Стандартлар:

Определение влажности: ГОСТ 5900-73, ГОСТ 26808-86, ГОСТ 66872-90, ГОСТ 3626-73, ГОСТ 21094-75, ГОСТ 9408-89, ГОСТ 5900-73, ГОСТ 12570-98, ГОСТ 28561-90.

Определение кислотности: ГОСТ 14252-73, ГОСТ 12788-87, ГОСТ 3624-92, ГОСТ 5670-96, ГОСТ 26971-86, ГОСТ 5898-87.

Определение массовой доли жира: ГОСТ 8756.21-89, ГОСТ 5867-90, 5668-68, ГОСТ 5899-85..

Определение общего сахара и сахарозы: ГОСТ 13192-73, ГОСТ 3628-78, ГОСТ 5672-68, ГОСТ 5903-89, ГОСТ.



Определение массовой доли золы: ГОСТ 2555.4-91, ГОСТ 2749-87, ГОСТ 12574-93, ГОСТ 28552-90, ГОСТ 5474-66.

Определение хлористого натрия: ГОСТ 3627-81, ГОСТ 9957-73.

МУНДАРИЖА

	Кириш	3
1 БОБ	Озиқ-овқат маҳсулотлари сифатини баҳолаш усул ва мезонлари	5
1.1.	Озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқот этишни асосий усуллари.....	5
1.2.	Озиқ-овқат маҳсулотларини озикавий ва энергетик қиймати....	7
1.3.	Озиқ-овқат маҳсулотларини хавфсизлиги.....	18
2 БОБ	Озиқ-овқат маҳсулотларини физикавий тадқиқот усуллари	30
2.1.	Физикавий ва физико-механикавий хусусиятларини аниқлаш.....	30



2.1.1.	Нисбий зичликни аниқлаш.....	31
2.1.2.	Физико-механикавий хусусиятларини аниқлаш.....	37
2.1.2.1.	Реологияни асосий тушунчалари.....	37
2.1.2.2.	Структура турлари ва реологик хусусиятларни аниқлаш усуллари.....	41
2.1.2.3.	Асосий реологик тавсифларни аниқлаш асбоблари.....	45
2.2.	Поляриметрия асослари.....	59
2.2.1.	Поляриметрик тадқиқот усулини моҳияти.....	59
2.2.2.	Поляризация текислигини бурилиши.....	64
2.2.3.	Поляриметрни схемаси.....	68
2.2.4.	Поляриметрлар.....	70
2.3.	Рефрактометрия асослари.....	78
2.3.1.	Синдириш кўрсаткичи.....	79
2.3.2.	Синдириш кўрсаткичини аниқлаш.....	83
2.3.3.	Рефрактометрлар.....	86
2.4.	Фотоколориметрия асослари.....	95
2.4.1.	Бўялган бирикмалар эритмаларини асосий оптик хусусиятлари.....	95
2.4.2.	Бўялиш интенсивлигини аниқлаш усуллари.....	103
2.4.3.	Фотоэлектрик колориметрларни асосий турлари.....	117
2.5.	Озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқот этишни спектрал усуллари.....	133
2.5.1	Абсорбцион спектроскопия.....	133
2.5.2.	Инфракизил спектроскопия.....	140
2.5.3.	Атом-абсорбцион спектроскопия.....	143
2.5.4.	Масс-спектроскопия.....	148
2.5.5.	Озиқ-овқат маҳсулотларини тадқиқот қилишнинг люминесцент усуллари.....	149
2.6.	Хроматография асослари.....	151
2.6.1	Усулни моҳияти ва турлари.....	151
2.6.2.	Газли хроматография.....	154
2.6.3.	Суюқликли хроматография.....	167
2.6.4.	Юпка катламли хроматография.....	175
2.6.5.	Колонкали хроматография.....	178
3 БОБ	Озиқ-овқат маҳсулотларини кимёвий тадқиқот усуллари.....	185
3.1.	Озиқ-овқат маҳсулотларини намлигини аниқлаш.....	185
3.1.1.	Намликни бевосита аниқлаш усули.....	186
3.1.2.	Намликни қуритиш йўли билан аниқлаш.....	188
3.2.	Озиқ-овқат маҳсулотларидаги қул моддасини аниқлаш.....	198
3.2.1.	Умумий қул моддаси миқдорини аниқлаш.....	199
3.3.	Ош тузи миқдорини аниқлаш.....	205
3.4.	Кислоталикни аниқлаш.....	206
3.4.1.	Титрланадиган кислоталикни аниқлаш.....	208
3.4.2.	Актив кислоталикни аниқлаш.....	214

