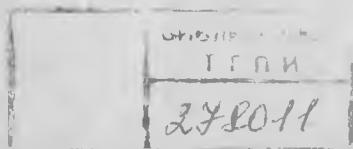


Г. Д. МУСТАҚИМОВ

# ЎСИМЛИКЛАР ФИЗИОЛОГИЯСИ ВА МИКРОБИОЛОГИЯ АСОСЛАРИ

*Ўзбекистон Республикаси Халқ таълими вазирлиги  
педагогика институтларининг биология факультети  
талабалари учун ўқув қўлланма сифатида  
тавсия этган*

Қайта ишланган ва тўлдирилган иккинчи нашри



ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1995

Ушбу ўқув қўлланмада усимликлар ҳужайрасининг физиологияси, усимликларнинг сув режими, карбонат ангидридни ва минерал моддаларни ўзлаштириши, моддалар алмашинуви, усимликларнинг ўсиш ва ривожланиш масалалари куриб чиқилади. Шунингдек, микроорганизмларнинг морфологияси ва физиологиясига оид материаллар ҳам келтирилган. Китобдан фойдаланишни осонлаштириш мақсадида китоб охирида баъзи атамалар рўйхати берилди.

Қўлланма педагогика институтларининг талабалари ва урта умумий таълим мактабларининг биология ўқитувчилари учун мулжалланган.

Таъризчи: Ўзбекистон Республикаси Фанлари академиясининг академиги  
*М. В. Муҳаммаджонов.*

М 1906000000—115  
353 (04) — 95 57—94

© «Ўқитувчи» нашриёти, 1985

ISBN 5—645—02273—4

## ИККИНЧИ НАШРГА СЎЗ БОШИ

Ўсимлик ва микробларнинг ички ҳаётий ҳодисаларини ҳар томонлама ва чуқур ўрганиш ўсимликлар физиологияси ва микробиология фанлари олдига қўйилган вазифадир, улар билан танишиш ва уларни ўзлаштириш биология фани асосларини тула ўрганишга қўшимча ҳисобланади.

Шуларни назарда тутиб, муаллиф «Ўсимликлар физиологияси ва микробиология асослари» ўқув қўлланмаси иккинчи нашрини тайёрлашда баъзи масалалар юзасидан қўшимча маълумотлар киритиш билан бир қаторда, айрим бўлимлари қайтадан ишланди. Чунончи, кириш, ҳужайра физиологиясидан мағиз, митохондрий, куниклар, сув режими, транспирация, сувнинг ҳаракатланиши углероднинг ўзлаштирилишида хлорофиллнинг аҳамияти ва баъзи назариялар, фотосинтез ҳодисасининг  $C_3$  ва  $C_4$  йўналишлари, минерал озиқланиш, азотнинг табиатда айланиши, Кретович схемаси, ҳашаротхур усимликлар, денитрификация, органик моддалардан ферментлар, мойлар, витаминлар, органик моддаларнинг ҳаракатланиш йуллари изоҳлаб берилган. Нафас олиш ҳодисаларидан гликолиз схемаси, пентозофосфат ва глиоксилат цикллари янгидан киритилди. Микробиология бобига фаннинг ривожланиш йуллари, бактерия ҳужайрасининг ички ва ташқи тузилиши, актиномидет ва микроорганизмларга ташқи муҳит омилларининг таъсири устида тухталиб ўтилган. Ўсиш ва ривожланиш бобига фитогормонлар, аллелопатия ва бир ҳужайрадан ўсимлик танасини тиклаш ҳақида сўз юритилган.

Муаллиф китобнинг иккинчи нашрини тайёрлашда ўзининг қимматли фикр ва мулоҳазаларини билдирган Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси академиги М. В. Мухаммаджоновга, «Биология» илмий ишлаб чиқариш бирлашмаси илмий ходими, биология фанлари номзоди М. Ю. Юнусхўжаевага ва Ф. Г. Мустақимовага ташаккур изҳор этади.

*Муаллиф.*

## КИРИШ

Ер шарининг турли жойларида тарқалган усимликлар тури 500 000 дан ортиқ. Улар орасида микроскопик, куз билан кўриб бўлмайдиган ғоят майда вакиллари бўлиши билан бир қаторда, танасининг узунлиги 10 ва 100 м га етадиган флора вакиллари мавжуд. Усимликларнинг бир турлари паст температурада яшашга мослашган бўлса, бошқа турлари ўсиши ва ривожланиши учун юқори температура талаб қилади. Баъзи усимликлар чул ва даштларда ҳаёт кечирса, кўпчилик усимликлар нам ерларда ва сув ичида ўсиб, ривожланади.

Сайёрамиздаги усимликларнинг хилма-хил бўлиши, маълум жойларда ҳаёт кечириши ва ташқи муҳит омилларига мослашиши ҳар қайси усимликнинг тарихий ривожланишида — эволюциясида вужудга келган.

Демак, ҳар қандай усимлик тури ўз тарихий эволюциясида уни ўраб олган ташқи муҳит омилларини сингдириб, аста-секинлик ва изчиллик билан шароитга мослашади. Унинг ёш авлодлари ҳам келажакда ўзининг ўсиши ва ривожланишида худди шундай шароитни талаб этади.

Ҳақиқатан ҳам, Ер шарининг ҳозирги ҳолатга келишида иқлим шароити ҳам кескин ўзгариб турганлиги геологлар томонидан ўрганилмоқда. Иқлимнинг ўзгариб туриши тирик табиат вакиллари ривожланишига таъсирини кўрсатиб келганлигидан, ўзгарган шароитга мослаша олган флора ва фауна вакиллари тез ривожланган бўлса, мослаша олмаган турлари ёхуд уларнинг айрим вакиллари шароитнинг салбий таъсиридан нобуд бўлиб, йўқолиб кетган.

Юқорида баён этилган фикрлар палеонтологик далиллар асосида тўла тасдиқланди ва тасдиқланмоқда. Масалан, Палеозой эрасининг Силур даврида кенг ривожланган псилофитлар Девон даврида шароитнинг ўзгаришидан йўқолиб кетган. Улар ўрнига янги шароитга мослашган дарахтсимон папоротниклар, мохлар ва замбуруғлар ривожланган. Мезозой эрасининг Перм даврида эса дарахтсимон папоротниклар ўрнига очиқ уруғли усимликлар, Кайназой эрасининг Неоген даврида ҳозирги замон ёпиқ уруғли дарахтлар, буталар ва ўт усимликлари ер юзасини эгаллаб олган. Олдинги даврдан сақланиб қолган ва ўзгарган шароитга мослашган усимлик турлари камдан-кам учрайди.

Ер юзидagi тирик мавжудотларнинг ривожланишида усимликларнинг роли жуда муҳимдир. Ҳозирги вақтда озиқ-овқат ва халқ хўжалиги учун зарур бўлган маҳсулотларни олиш мақсадида парвариш этиладиган усимликларнинг тури икки мингга бориб қолади. Шу жумладан, ғалла, полиз ва мевали усимликлардан озиқ сифатида фойдаланилса, ғўза, зигир, каноп ва бошқа усимликлардан олинган маҳсулотлардан тўқимачиликда, техникада ва қурилиш материаллари сифатида халқ хўжалигининг турли соҳаларида кенг фойдаланилади.

Усимликлар дунёси турли-туман вакиллардан ташкил топган бўлиб, уларнинг ҳаёт фаолияти ботаника фанининг турли соҳаларида ҳар тарафлама ўрганилмоқда.

Сайёрамизда тарқалган усимлик турларини маълум тартибда ўрганиш ва уларни чиқиб келишларини чуқур текшириб, феногенетик схемасини тузиш

вазифасини систематиклар бажарса, ўсимликларнинг ташқи тузилишини морфологлар, ички тузилишини эса анатомлар ўрганadi.

Ўсимликлар ҳужайрасида, органларида ва бутун бир ўсимлик танасида содир бўладиган ички ҳаёт жараёнларини очиб бериш юзасидан физиологлар илмий тадқиқот ишлари олиб борадилар.

Демак, ўсимликлар физиологияси фани ўсимликлар организмда утадиган ҳаётий жараёнларни текширади. Ўсимликларда содир бўладиган ўсиш, ҳаракатланиш, моддалар алмашиши, ривожланиши ва қулайиш ҳодисалари қандай қонун ва қоидалар асосида йўналишини чуқур ўрганиш ўсимликлар физиологияси фанининг асосий вазифасидир.

1800 йилда швейцариялик олим Жан Сенебье (1742—1809) ўсимликлар физиологияси термини ни гавсия этди ва шу билдан бошлаб ўсимликлар физиологияси мустақил фанлар қаторидан ўрин олди.

Бироқ ўсимликлар физиологияси фанига доир экспериментал тажриба ишлари XVII аср бошларида ўтказила бошлаган. 1625 йилда голландиялик олим Ван-Гельмонт (1577—1644) ўсимликлар массаси нима ҳисобига ва қандай ҳосил булади деган саволни ҳал қилишни ўз олдига мақсад қилиб қўяди. Бу масалани ечиш учун 80 кг қўритилган тупроқ билан тўлғазилган идишга 2 кг массадаги терак новдасини ўтқазади. Терак новдасини 5 йил давомида дистилланган сув билан суғориб туради. Олиб борилган тажриба давомида усган ўсимлик ва қуруқ тупроқнинг массаси қайтадан ўлчаб қўрилганда новда 75 кг га ортганлигини, тупроқ эса 56 г га қамайганлигини аниқлайди. Тажрибадан олинган далилларга асосланиб, ўсимликлар фақат сув ҳисобига ўсиб, ривожланади деган хулосага келгач, Ван-Гельмонт «Сув назарияси» ни тақлиф этади.

Кейинчалик илмий-тадқиқот ишлари ўтказиб, Россия агрономиясига асос солган рус олимлари А. Т. Болотов (1738—1833) ва И. М. Комов (1750—1792) «Сув назарияси» ни инкор этиб, ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиши учун органик ва минерал элементлар зарур эканлигини ўз тажрибалари ёрдамида асослаб берадилар.

Бироқ Ван-Гельмонтнинг тажрибалари тирик организмларнинг ҳаёт жараёнларини ўрганиш йўлида турли-туман асбоб-ускуналардан фойдаланиш зарурлигини кўрсатиб берди. Бинобарин, Ван-Гельмонт томонидан ишлатилган «тарозини усули» дан ҳозирги кунда ҳам кенг фойдаланилмоқда.

Италиялик олим Марчело Мальпигий (1628—1694) ўз тажрибаларига асосланиб, Ван-Гельмонтнинг «сув назарияси» ни инкор этади.

Мальпигий нинабаргли ўсимлик новдасининг ички тузилишини текшириб қурганида поянинг ёғоч қисми толасимон ҳужайралардан ташкил топганлигини кузатиб, бу ҳужайраларга *трахеялар* деб ном берди. Шу пайтда у пўстлоқ қисмида тирик ҳужайралар борлигини ҳам пайқайди. Уларни пўстлоқ маъносига *флоэма* деб атайди.

Тажриба ўтказиш мақсадида новда пўстлогини ёғоч қисмигача ҳалқа қилиб кесиб олади. Ҳалқалаш усулига кўра ўсимликнинг ёғочлик қисмидаги трахеялар орқали тупроқдан сув ва тупроқ шираси қабул қилиниб, барг тўқималарига йўналтирилганлигини айтади. Барг тўқималарига етиб борган моддалар ўша ерда қайта ишланиб, пўстлоқ қисмида жойлашган тирик ҳужайралар воситасида ўсимликнинг бошқа органларига ва илдиз тўқима ҳужайраларига йўналганлигини айтади.

Ўсимликлар физиологияси фанининг ривожланишида инглиз олими Стевен Гелс (1677—1761) ишлари ҳам салмоқлидир. Бу олим ўсимлик танасида шираларнинг ҳаракатланиш тезлигини, илдиз босим кучи ва барглarda шимиш кучи мавжудлигини аниқлаган.

Инглиз химиги Жозеф Пристли (1733—1804), швед химиги Карл Шееле (1742—1786) ва голландиялик шифокор Ян Ингенхоуз (1730—1799) ўсимликларнинг ҳаво билан озиқланишига асос солган олимлардир. Шулардан Ян Ингенхоуз ўзининг илмий ишлари билан ўсимликлар томонидан углероднинг ўзлаштирилишини тўла тасдиқлайди. Бу олимларнинг олган далилларига асосан табиатда фотосинтез жараёни мавжудлиги аниқланди. Шуниси қизиқарлики, юқорида кўрсатиб ўтилган олимлардан қарийб 20 йил олдин, аниқроғи 1753 йилда рус олими Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765) ўсимликларнинг ҳаво билан озиқланишини ўзининг поэмасида (Слово о явлениях

воздушных от электрических сил происходящих») таърифлаб берган. Унинг фикрича шимолий туманларда усадиган қарағай усимлиги нинабаргларидagi кўзга қуринмайдиган жуда майда найчалар орқали ҳаводаги «ёгли намлик» ни қабул қилиб озиқланади. Унумсиз қумли тупроқда усадиган усимликлар ҳаводаги «ёгли намлик» ҳисобига усиб, ривожланиши туфайли узнда смоласимон модда туплайди. Шу билан бирга М. В. Ломоносов «ёгли намлик» қандай йуллар билан ҳавода тупланганлигини ҳам тушутиради. Унинг айтишича, «ёгли намлик» урмонларнинг ёнишидан, вулканлар отилишидан, смоласимон (органик) моддаларнинг чиришидан, одамлар ва ҳайвонларнинг нафас олишидан ҳавода тупланади. Ҳаво таркибида карбонат ангидрид борлиги ва бу газ юқорида айтиб утилган ҳодисалар жараёнида ҳосил бўлиши М. В. Ломоносовнинг фикрини тула тасдиқлади. Шуларни ҳисобга олганда, табиатда фотосинтез жараёни мавжудлигини биринчи бўлиб М. В. Ломоносов кузатган, десак хато бўлмайди. Усимликларнинг ҳаво билан озиқланишини ўрганиш масалаларини ривожлантиришда швейцариялик олимлардан Жан Сенсбье (1742—1809) ва Теодор Соссюр (1767—1845) олиб борган илмий-тадқиқот ишлари диққатга сазовор. Жумладан Жан Сенсбье «Усимликлар физиологияси» номли 5 томлик асарини чоп этди. Бу олим «Сенсбье кўнғироғи» деб атаган, шишадан ясалган махсус кўнғироқ воситасида ёруғлик спектрида кўринган нурларнинг усимликларга таъсирини ўрганди.

Теодор Соссюр усимликларнинг нафас олиш жараёнига асос солди. Унинг айтишича, усимликлар ҳам одам ва ҳайвонларга ўхшаб, нафас олишда кислород қабул қилиб, карбонат ангидрид ва сув ажратади. Ютилган кислород миқдори ажратилган карбонат ангидридга тенг келганлигини ўзининг тажрибалари билан исботлади. Усимликлар карбонат ангидрид билан бир вақтда сувни ўзлаштиришини ҳам айтиб ўтди.

Ю. Сакс (1832—1897) ёруғлик таъсирида крахмал ҳосил бўлишини тажрибалар асосида аниқлади. Ёруғлик энергияси ҳисобига аорганик моддалардан органик моддаларнинг синтезланиши назарда тутиб, немис олими Вильям Пфеффер 1897 йилда бу жараёни фотосинтез деб аташни тавсия этди.

Усимликларнинг ҳаво билан озиқланиш масалаларини ривожлантиришда рус олимларнинг қўшган ҳиссалари катта.

А. С. Фоминин (1835—1918) 1887 йилда биринчи бўлиб рус тилида «Усимликлар физиологияси» дарслигини чоп эттирган. Санкт-Петербургда усимлик анатомияси ва физиологияси лабораториясини ташкил этган. У фототаксис ҳодисасини, фотосинтез жараёни сунъий ёруғликда ҳам содир бўлишини аниқлаган. Бу олим усимликлар физиологияси соҳасида академикликка сайланган.

Жаҳонга танилган К. А. Тимирязев (1843—1920) ўзининг иш фаолиятида фотосинтез жараёни учта қонуният асосида давом этганлигини белгилайди: биринчидан, фотосинтез жараёни фақат хлорофилл молекулалари томонидан ютилган нур энергияси ҳисобига ўтади; иккинчидан, фотосинтез ютилган нур энергияси миқдорига боғлиқ ва учинчидан, усимлик баргига тушган ёруғлик энергиясининг 1—3% игина усимликлар томонидан ўзлаштирилади. К. А. Тимирязев фотосинтез жараёнининг химиявий томонларини мукамал ишлаб чиқди. Хлорофилл қизил ва кук-бинафша нурларни ютганлигини ва фотосинтез шу нурлар энергияси ҳисобига содир бўлишини кўрсатди.

М. С. Цвет хроматограмма усулини ишлаб чиқиб, хлорофилл икки хил «а» ва «в» кўринишларда ураганлигини кўрсатди. М. С. Цвет томонидан кашф этилган хроматограмма усули ҳозирги вақтда ҳам фан ва техникада кенг қўлланилади.

XIX аснинг охирида хлорофиллсиз бактериялар ҳам ҳаво билан озиқланганлиги аниқланди. Шу хилдаги бактериялар оксидланиш реакцияларида бўшаб чиққан энергия ҳисобига карбонат ангидрид ва сувни ўзлаштириб, органик моддаларни синтезлайди. Табиатда бу жараёни мавжудлигини рус олими С. Н. Виноградский (1856—1953) рангсиз олтингургут, темир ва нитрификация жараёнини кўзговчи бактерияларда кузатган. Бу жараёнда оксидланиш реакциясида ажралган энергия ҳисобига содир бўлганлигини ҳисобга олиб, *хемосинтез* жараёни деб атаган.

Усимликлардаги нафас олиш жараёнини қўқур текшириб, ўрганган рус олимлари А. Н. Бах (1857—1946) ва В. И. Палладин (1859—1922) нафас олиш назариясига асос солганлар. Академик С. П. Костичев (1877—1931) аэроб

ва анаэроб нафас олиш жараёйлари ўртасида узвий боғланиш борлигини аниқлади.

Ўсимликлар учун азот элементи қанчалик аҳамиятли эканлигини батафсил текширган Д. Н. Прянишников (1865—1948) оқсилнинг биринчи синтезида ва унинг парчаланишида аммак бошланғич ва охириги маҳсулот эканлигини тасдиқлади. Оқсилнинг синтезланишида аспарагин ва глутамин аминокислоталарининг аҳамиятини курсатиб берди.

Ўсимликларнинг қурғоқчиликка ва паст температурага чидамлилигини ўрганишда академик Н. А. Максимов (1880—1952) нинг физиология фанининг ривожланишига қўшган ҳиссаси каттадир.

Умуман олганда, ҳозирги вақтда фани ривожлантиришда илмий-тадқиқот ишлари олиб боришда академиклардан А. А. Курсанов, М. Х. Чайлахян, А. А. Ничипорович, И. И. Туманов, В. П. Строгонов ва бошқалар самарали хизмат қилмоқдалар.

Туз эритмасида ивйтиб экилган чигитдан ўстирилган гўзанинг шўрхокка чидамли бўлишини Б. П. Строгонов, Е. М. Ковальский, П. А. Генкель аниқлаганлар.

Ўсимликлардан юқори ва сифатли ҳосил етиштириш учун стимуляторлардан, микроэлементлардан ва бошқа агротехник тадбирлардан фойдаланиш зарурлигини айтдилар. Физиологлар бошқа мутахассислар билан биргаликда агротехниканинг янги турларини ишлаб чиқмоқдалар.

Жумладан, ботқоқ тупроқларга экиладиган ғалла ўсимликларидан юқори ва сифатли ҳосил етиштиришда микроэлементлардан — мис элементини қўлланш зарурлигини академик Я. В. Пейве ва бошқа олимлар текширганлар.

Профессор Н. Н. Назиров радиация нури таъсирида серҳосид, тезпишар, вилт касалига чидамли ва кузда баргини ўзи тўкадиган радиомутант АН-402 гўза навини яратди. Аммоний нитратнинг 0,25% ли эритмасида ивитилган чигитдан қийғос униб чиққан майсалар баҳорнинг салқин кунларига чидамли бўлишини профессор Х. Х. Енилеев аниқлаб, шу тадбирни қишлоқ хўжалигида қўлланишни тавсия этди.

Ўсимликлар физиологияси фани экспериментал фандир. Бунда тажрибалар орқали олинган далилларга асосланиб, илмий назариялар яратилади. Тажрибалар ёрдамида табиий шароитда ўсадиган ёхуд лабораторияда парвариш этилаётган ўсимликларнинг ҳаётий жараёнлари ўрганилади. Бу фан биохимия, агрохимия, ботаника, микробиология ва бошқа фанлар билан ҳамбарчас боғлангандир, шу фанларда қўлланиладиган усуллардан тажрибалар ўтказиш жараёнида кенг фойдаланилади. Жумладан, цитоплазманинг ёпишқоқлик ва эластиклик хусусиятини аниқлашда физик ва коллоид химия фанларидаги асбоблардан, ўсимликларнинг химиявий таркибини аниқлашда биохимияда ишлатиладиган усуллар қўлланилади. Тубан ўсимликларнинг ҳаёт жараёнларини текширишда микробиологияда ишлатиладиган асбоб-ускуналардан фойдаланилади ва ҳоказо. Масалан, ўсимлик ҳужайраси таркибидаги органикларни бир-биридан ажратиб олишда ультрацентрифугалар, жуда нозик кесикларни тайёрлаш учун ультрамикротомлар ишлаб чиқилган.

Органоидларнинг нозик тузилишларини ўрганиш мақсадида бир неча минг марта катталаштириб кўрсатадиган электрон микроскоплар ҳам ишлаб чиқилди.

## І б о б. ҰСИМЛИК ХҲЖАЙРАЛАРИДА КУЗАТИЛАДИГАН ХОДИСАЛАР

### Ұсимлик хужайраларининг шакли, ҳажми ва хусусиятлари

Ұсимлик вакиллари сайёрамизнинг ҳамма жойида кенг тарқалган. Улар ўзларининг тузилишларига кура бир хужайралари ва кўп хужайралари организмлардир. Бир хужайралари ўсимликларда ҳаёт жараёнлари шу хужайрани ташкил этган органоидларнинг фаолиятига боғлиқ. Юксак ўсимликлар эса маълум функцияни бажарадиган хужайралардан тузилган махсус тўқималардан иборат ва бир-бири билан зич муносабатда бўлаётган органларининг бўлиши билан бир хужайралари ўсимликлардан фарқ қилади. Ҳар бир хужайрада организмнинг ҳаёт жараёнлари давом этади. Хужайраларнинг шакли, ҳажми, хусусиятлари ва бошқа кўрсаткичлари ҳам ҳар хил бўлади.

Юксак ва тубан ўсимликларнинг тўқималари катта, кичик ҳамда ҳар хил шаклдаги хужайралардан таркиб топган. Улар думалоқ, кўп қирралари, тўртбурчак, тухумсимон, цилиндрсимон, дисксимон бўлиб, катталиги 10—15 мкм<sup>1</sup>.

Думалоқ, тўртбурчак, кўп қирралари, тухумсимон хужайралар — *паренхим*, цилиндрсимон ва чўзинчоқ шаклдагилари *прозенхим* хужайралар дейилади.

Тарвуз, лимон, апельсин меваларидаги хужайралар кўзга аниқ кўринади. Уларнинг ҳажми бир неча миллиметрга бориб қолади. Пахта (5—6 см) ва зиғир (2—4 см) ўсимликларининг толаси прозенхим тип хужайралар бўлиб, уларнинг узунлиги сантиметр билан ўлчанади.

Каулерпа номли бир хужайралари сувўтининг умумий узунлиги 20—60 см га боради.

Ҳар қайси тирик хужайра ҳажми ва шаклидан қатъи назар, мураккаб тузилишга эга.

Хужайра ирсий хусусиятларни ўзида сақлайди. Тирик хужайрада ҳаёт жараёнлари ички ва ташқи омиллар таъсиридан ўзгариб туради. Масалан, фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган моддалар (углевод, оқсил, ёғ ва бошқалар)нинг бир

<sup>1</sup> *Микрон* — ҳозирги вақтда микрометр ўлчов бирлиги қабул қилиниб мкм деб ёзилади.



кисми ўсимлик танасини тузишда, заҳира озиқ тўплашда қатнашса, иккинчи қисми эса нафас олиш жараёнида сарфланади. Демак, ҳужайрадаги моддалар алмашиши жараёнлари ассимиляция ва диссимиляция асосида юзага келади. Тирик организмда бўладиган физикавий ва химиявий ҳодисалар асл физикавий ва химиявий жараёнлардан кескин фарқ қилади. Масалан, иссиқлик таъсирида сувнинг буғланиши физикавий жараён бўлиб, буғланиш сузи билан ифодаланса, ўсимлик тўқимасидан сувнинг буғланиши эса физиологик жараён бўлиб, *транспирация* дейилади.

Ўсимлик танасида ва органларида содир бўладиган ўзгаришлар ҳужайраларда кузатиладиган ўзгаришлар туфайлидир. Бу ўзгаришлар ҳар бир ўсимлик турининг ўзига хос бўлиб, ҳар хил бирикмаларни ҳосил қилади. Масалан, галладошларга мансуб ўсимлик уруғларида углеводлар тўпланса, дуккаклиларда оқсиллар, кўпчилик ўсимлик уруғларида ёғ тўпланadi.

Ҳужайрада содир бўладиган барча жараёнларни ўрганиш учун ҳужайра органоидлари шаклини, субмикроскопик тузилишини ва вазифасини аниқлаб олиш зарур.

### **Ҳужайра органоидларининг тузилиши, химиявий таркиби, физикавий хоссалари ва физиологик функциялари**

Ҳужайрадаги органоидлар ҳажми ниҳоятда кичик бўлишига қарамай, улар жуда мураккаб тузилган, XX асрнинг 40-йилларида ўсимлик ҳужайраси мағиз, цитоплазма, ҳужайра пўсти, пластидалар, плазмодесма, ҳужайра оралиқлари, митохондрий ва вакуоладан ташкил топган, деб келинган.

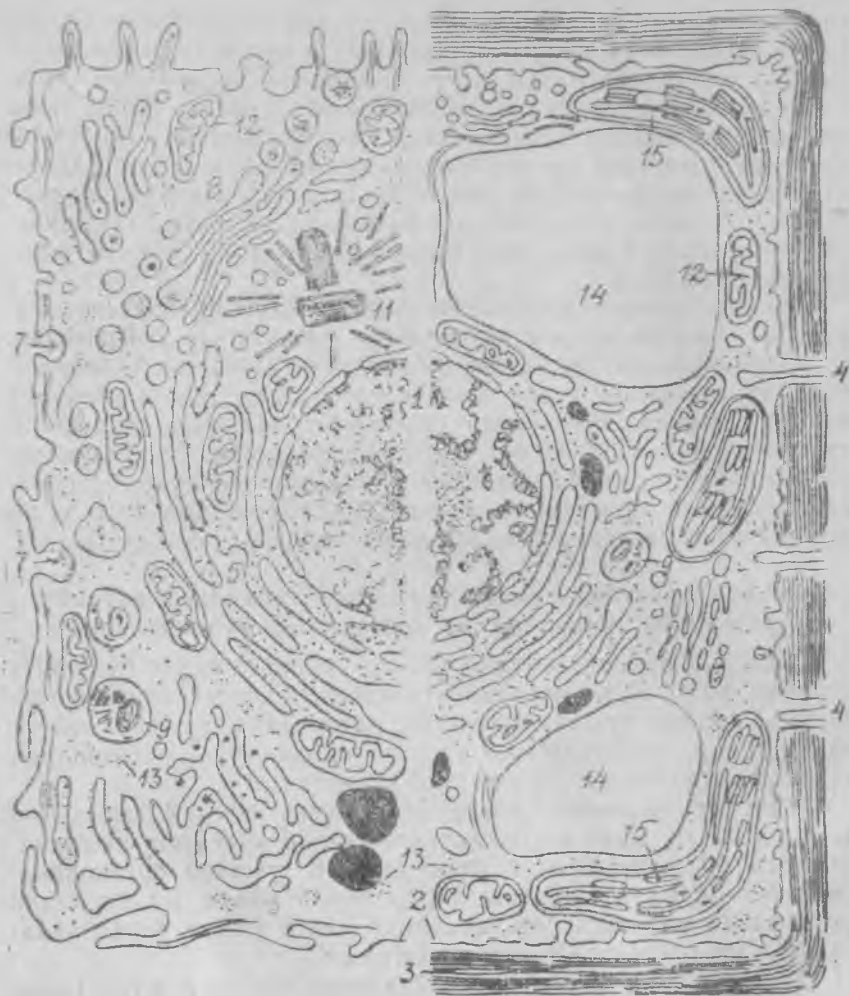
Электрон микроскоп кашф этилгандан кейин буюмни бир неча ўн ва юз минг марта катталаштириб кўрсатиш имкониятига эга бўлинди. Бунинг учун дастлаб ҳужайра органоидларини бир-бирдан ажратиш зарур бўлиб қолди. Бу масалани ҳал этишда минутига бир неча минг марта тезлик билан айланидиган ультрацентрифугалар яратилди.

Электрон микроскопда кузатиладиган буюмдан жуда нозик ва миллимикрон<sup>1</sup> ўлчамдаги органоид кесиклар тайёрлайдиган ультрамикротомлар кашф этилди.

Электрон микроскоп, ультрацентрифуга ва ультрамикротомлар ишлатила бошлагандан кейин ҳужайра таркибида эндоплазматик тўр ретикулум, рибосома, диктиосома — Гольжи аппарати, лизосома, сферосома ва бошқа майда таначаларнинг борлиги, уларнинг таъқи ва ички тузилишлари, функциялари аниқланди (1-расм).

**Ҳужайра пўсти.** Ҳужайра пўсти целлюлоза, гемицеллюлоза ва пектин моддаларидан ташкил топган. У бу билан ҳайвон ҳужайра пўстидан кескин фарқ қилади. Целлюлоза ўсимлик танасини тик ҳолда мустаҳкам сақлаб туради.

<sup>1</sup> Миллимикрон — нонометр деб қабул қилиниб им деб ёзилади.



1- расм.

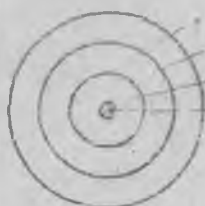
А — ҳайвон ва б — ўсимлик ҳужайраларининг схематик тузилиши;  
 1 — мағизча ва хроматин иллари жойлашган мағиз; 2 — плазматик мембрана; 3 — ҳужайра  
 пусти; 4 — плазмодесмалар; 5 — гранулали ва б — грануласиз эндоплазматик; түр мембра-  
 валари; 7 — пиноцитоз вакуолалари; 8 — Гольжи аппарати — диктосомалар; 9 — лизосома;  
 10 — грануласиз эндоплазматик түр ичидаги мой томчилари; 11 — центриол ва центросфера  
 микронайчалари; 12 — митохондрийлар; 13 — цитоплазма — гиалоплазмадаги полирибосомалар;  
 14 — марказий вакуола; 15 — хлоропластлар.

Целлюлоза —  $(C_6H_{10}O_5)_n$  молекуласи бир неча минг  $\beta$ -глюкоза қолдиқларидан иборат — полисахарид. Пахта толаси 10 800, зиғир толаси 30000 ва ёғоч ҳужайралардаги целлюлоза молекуласи 2500—3200 дона глюкоза молекулаларидан иборат.

Целлюлоза молекулалари ҳисобига ҳужайра пусти ҳосил бўлишидан аввал целлюлоза молекулаларини 100 таси бирлашишидан мицелла деб аталган тўпламлар ҳосил бўлади.



2-расм. Хужайра пўстида целлюлоза микрофибриллаларининг урнашиши. (Электрон микроскопта 25000 марта катталаштирилган).



10нн  
10  
7,5  
5  
7,5  
10  
10  
60-

3-расм. Плазмодесманинг кундланг кўриниши (А. Фрей-Вислингча):

1 — плазмалемма; 2 — цитоплазма;  
3 — эндоплазматик тур; 4 — найча (тирқиш).

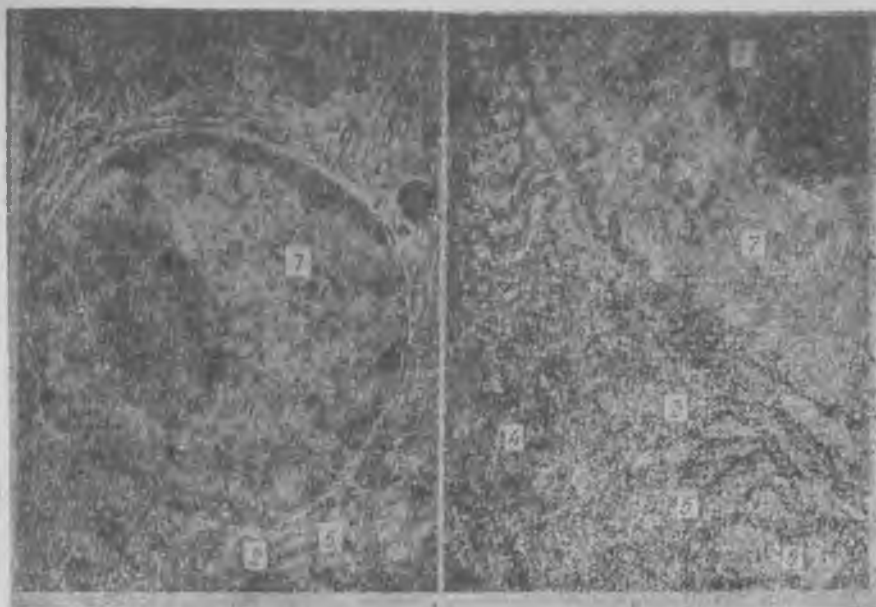
Уларнинг бирлашишидан йирикроқ микрофибриллалар, 250 дона микрофибриллаларни тўпланишидан 0,4—0,5 мкм йўғонликдаги макрофибриллалар юзага келади. Шу йирик булакчалар микро- ва макрофибриллалар ҳисобига хужайра пўсти тикланади (2-расм).

Хужайра пўсти рангсиз бўлиб, ёруғлик нурини узидан осонлик билан ўтказиши. Хужайра пўсти унга шакл бериш билан бирга цитоплазmani, айниқса, плазмалемма қаватини химоя қилади. Макрофибриллалар оралиқларидаги тирқишлар орқали хужайрага моддалар қабул қилинади ва ташландиқ моддалар ташқарига чиқарилади.

Целлюлоза — кислотали ва ишқорли хусусиятга эга бўлган индиферент бирикма. У юқори температурага чидамли ва кучсиз ишқорий ёки кислотали эритмада қайнатилганда ҳам осонликча эримайди.

Хужайра пўсти унинг ҳаёт фаолияти давомида чуқур ўзгаришларга учрайди. Цитоплазма лигнин моддаси ишлаб чиқарса, хужайра пўсти ёғочланади. Цитоплазма суберин моддасини ишлаб чиқарса, хужайра пўсти пуқакланади, кутин моддасини ишлаб чиқарса, барг пластинкаси, мева усти ва ёш новдаларда кутукула пардаси ҳосил бўлади. Целлюлоза лигнин, суберин ва кутин бирикмалари тўқималарнинг мустақамлигини таъминлайди, микроорганизмлар ва ҳашаротлар таъсиридан сақлайди.

Кўп хужайрали ўсимликларда хужайрааро алоқа йўллари борлигини И. Н. Горожанкин (1848—1904) кузатиб, уларга плазмодесма деб ном берган. Плазмодесмалар фақат ўсимлик хужайраларига хосдир. Уларнинг сони бир неча юз



4- расм. Мағизнинг электрон микроскопда катталаштирилган ҳолда кўриниши.  
 1 — мағизча; 2 — мағиз пўстининг оралиқлари; 3 — рибосомалар; 4 — эндоплазматик тўр;  
 5 — Гольжи аппарати; 6 — митохондрий; 7 — мағиз.

донача бўлади. Плазмодесмалар плазмолемма мембранаси ҳисобига ҳосил бўлганлиги электрон микроскопда кузатиладган (3-расм).

**Мағиз.** Ҳужайра таркибидаги муҳим органоидлардан бири ядро эканлигини 1833 йилда инглиз олими Броун аниқлаган. Бироқ мембранага ўралган ва тўла тикланган ядро ҳамма ўсимлик вакилларида учрамайди. Шунга кўра барча ўсимлик вакиллари прокарйот ва эукарйот деб аталган гуруҳларга бўлинади. Бактерия ва кўк-яшил сувўтларида тўла ривожланиб, шаклланган ядро бўлмаганлиги сабабли, уларга прокарйотлар дейилади. Пўстга ўралган ва тўла ривожланган ядроли ўсимликлар эукарйот гуруҳига киради.

Ўсимлик ҳужайрасидаги энг йирик органоидлардан бири ядронинг ҳажми 10—25 мкм оралиғида. Ядро электрон микроскоп орқали кузатиладганда пўсти 2 қаватли мембранадан иборат эканлиги кўринади. Мембраналар оралиғидаги бўшлиққа перенуклеар бўшлиқ деб айтилади. Перенуклеар бўшлиғи энхилема деб аталган суюқлик билан тўлган бўлади. Ядро пўстининг айрим жойларида мураккаб тузилишга эга бўлган тирқишлар жойлашган. Шу тирқишлар воситасида ядро билан цитоплазма ўртасида зич муносабат боғланади. Жумладан, ядродан цитоплазмага информацион РНК молекулаларни, рибосомаларнинг синтезланиши учун зарур бўлган РНК бўлаклари, цитоплазмада эса ядрога оқсиллар ва бошқа ядро ҳаёти учун зарур бирикмалар ўтиб туради.

Ядро пусти ичидаги ширага кариоплазма ёхуд кариолимфа дейлади (4-расм). Кариолимфада махсус бўёқлар билан бўяладиган хроматин иплари ва ядроча жойлашган. Хроматин иплари ҳисобига хромасомалар тикланади. Хромасомалар хроматида деб аталган булақларга бўлинган. Ҳар қайси хроматида таркибида, ингичка ип шаклида, хромонема жойлашади. Хромонема ўз таркибида ДНК молекулаларини сақлайди. Хромонема ва ДНК молекулалари бирлашиб спирал шаклида буралган ҳолатда бўлади. Хужайрадаги жами ДНК молекулаларининг 95—99% и ядрода жойлашган. ДНК молекулалари асосий характерга эга бўлган ва оддий оқсиллар гуруҳига кирган гистонлар билан бирга мураккаб оқсил — нуклеопротеидни ҳосил қилади. Кариолимфа, юқорида кўрсатиб ўтилганлардан ташқари, проламин ва гистон гуруҳларидаги оқсиллар, глюкопротеидлар, рибосома, н-РНҚ, РНК молекулалари ҳамда нафас олиш жараёнининг анаэроб фазасида қатнашадиган ферментлар ҳам мавжуд.

Ядро таркибида бир ёки бир нечта ядроча бўлиб, уларнинг асосий функцияси рибосома РНК молекулаларини синтезлашдир. Унда ҳосил бўлган РНК ёки унинг бўлақлари тирқишлар орқали цитоплазмага ўтиб, рибосомани тиклашда қатнашади. Тикланган рибосомада оқсилларнинг синтезланиши таъминланади.

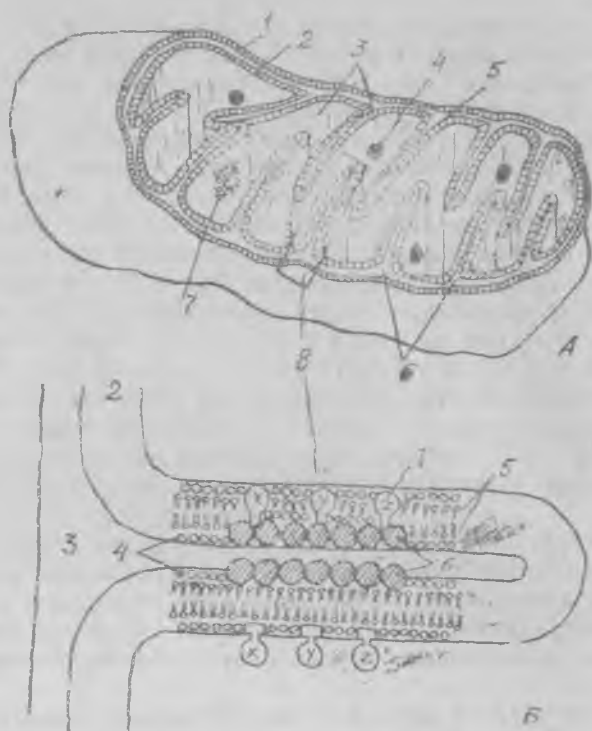
Ядро (мағиз)нинг асосий функцияси ирсий белгиларни наслдан-наслга етказиб беришдир.

Цитоплазма ядросиз, ядро цитоплазмасиз яшай олмайди. Хужайра нормал ҳаёт кечирган тақдирдагина ҳар бир ўсимлик тури ўзига хос ирсий белгиларни бир авлоддан иккинчи авлодга ўтказиши.

Ирсий белгиларнинг ўзгаришида ташқи факторлар, физиологик актив моддалар, химиявий бирикмалар, радиация нурлари ва турли физикавий ҳодисаларнинг аҳамияти катта.

Химиявий таркиби жиҳатдан ядро мураккаб органоиддир. Ядро ичидаги кариоплазмада рибонуклеин (РНҚ), дезоксирибонуклеин (ДНК) кислоталари, турли-туман ферментлар мавжуд. Шунинг учун ҳар қайси ўсимлик турида махсус оқсиллар синтез қилинади. Хромосомаларда ДНК молекулалари жойлашиб, ирсий белгиларни ўтказишда, оқсил ферментларини, цитоплазма оқсилларини ва ўзига хос информация РНК бирикмаларнинг синтез қилинишини идора қилади.

**Митохондрий** — хондриосомалар. Митохондрий ёки хондриосома деб аталувчи мазкур хужайра органоидларининг ҳажми 0,5—0,7 мкм оралигида бўлиб, улар ипсимон, донсимон ва таёқча шаклида эканлигини 1874 йилда И. Д. Чистяков кузатган. Улар устида иш олиб борган Ф. Мевес (1904), хужайранинг бу органоидига ип-дон маъносида митохондрий деб ном берган.



5- расм. Митохондрийнинг схематик кўриниши:

А — умумий кўриниши: 1 — ташқи мембрана; 2 — ички мембрана; 3 — митохондрийни тўлдириб турган суюқлик — матрикс; 4 — матрикс ичида Са ва Mg элементларини сақлаган гранулалар; 5 — кристаллар; 6 — ташқи ва ички мембраналар оралиги; 7 —  $F_1$  бўлақчалари; 8 — кристинг бир бўлаги.

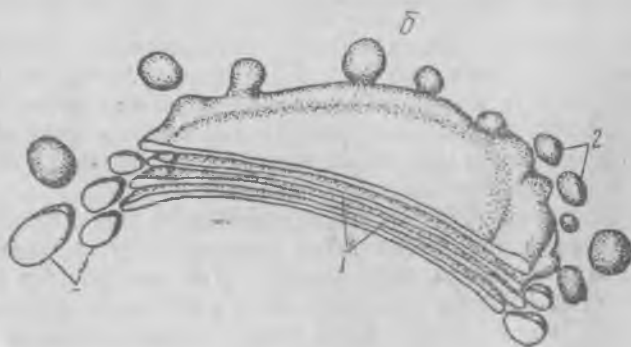
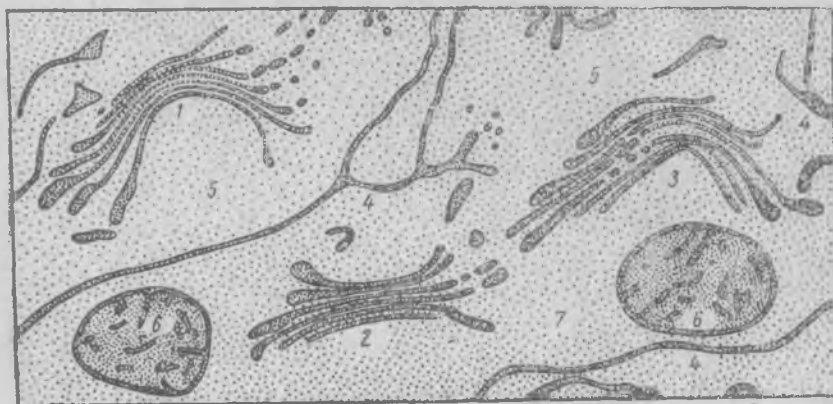
Б. Кристинг молекуляр тузилиши: 1 — ташқи мембрана; 2 — ички мембрана; 3 — мембрана орасидаги бўшлиқ; 4 — оқсил молекулалари; 5 — липоид қавати; 6 — Krebs циклида қатнашадиган ферментлар занжири; 7 —  $F_1$  бўлақчалари (АТФ молекулалари синтезланиши таъминловчи таначалар); 8 — кристинг бир бўлаги.

Митохондрий пусти электрон микроскопда кузатилганда ташқи ва ички деворлардан ташкил топганлиги аниқланди. Унинг ташқи девори цитоплазма билан яқин муносабатда бўлиб, моддаларнинг ичкарига ва ташқарига ҳаракатлантириб туришни таъминлайди. Ички девори ҳисобига митохондрийни ичида кундаланг тушган пардалар мавжуд. Шу кундаланг тушган пардаларга кристаллар дейилади. Кристал пардалари мураккаб тузилишга эга бўлиб, 3 қават мембраналардан ташкил топган. Кристаллар орасидаги бўшлиқ — матрикс суюқлиги билан тўлган (5-расм). Матрикс таркибида липопротеид, фосфолипид, РНК, ДНК молекулалари, шунингдек, А, В, К ва Е витаминлари ҳамда нафас олиш жараёнининг аэроб фазасида (Кrebs циклида) қатнашадиган ферментлар маълум изчилликда жойлашган. Митохондрийларнинг асосий вазифаси нафас олиш



**Рибосомалар.** Хужайра ичидаги 10—30 нм катталикидаги донатор жисм (гранула)лар рибосомалар дейлади (Д. Паллада, 1955). Улар цитоплазма, ядро ва эндоплазматик тўр мембраналарида якка ёки бир-бирига уланган ҳолда жойлашади. Бир-бири билан уланиб занжирсимон жойлашади, полисома дейлади. Ядро ва, айниқса, эндоплазматик тўр мембраналарида жойлашган рибосомалар оқсил молекулаларини ҳосил қилишда актив қатнашади. Рибосома таркибида 50% оқсил ва 50% РНК молекулалари мавжуд.

Рибосомаларнинг ҳар қайсиси битта юқори молекулали РНК ва бир неча оқсил молекулаларидан ташкил топган икки қисмдан иборат (6-расм). Улар  $Mn$ ,  $Ca$ ,  $Co$ ,  $Mg$  элементлар воситасида бир-бири билан боғланган. Бу элементлар етишмаса, рибосома субединиц (50 S ва 30 S) деб аталган булакларга ажралиб, ўз функциясини бажара олмайди. Полипептид занжирлари рибосомаларда синтез қилинади.



7-расм. Гольжи аппаратининг тузилиши:

А. Илдиз гилофи хужайра бўлагининг электрон микроскопда кўриниши (Молленхауер, 1961); 1, 2, 3 — диктисомалар; 4 — эндоплазматик тўр; 5 — цитоплазма — гиалоплазма; 6 — митохондрий; 7 — нуқтасимон рибосомалар.  
Б. Диктисоманинг катталаштирилган ҳолда кўриниши; 1 — цистерна (бўшлик)лар; 2 — пуфакчалар.



**Диктиосома (Гольжи аппарати)** мавжудлигини Гольжи (1898) аниқлаган. Бу органонид К. Гольжи аппарати деб ҳам юритилади.

Улар усимлик ҳужайраларда юмалоқ, уроқ ва таёқча шаклида бўлиб, диктиосома деб аталади. Электрон микроскопта диктиосомалар 5—8 тадан ётган қопчиқчалар, найчалар ва катта-кичик пуфакчалар шаклида кўринади (7-расм).

Моддалар алмашинувида ҳосил бўлган баъзи бирикмалар ва четдан кирган заҳарли моддалар диктиосомада тупланганлиги аниқланди. Диктиосома мембраналарида полисахарид ва липоид моддалар синтез қилинади. Улар лизосома ва ҳужайра пўстини ҳосил қилишда қатнашади.

**Лизосомалар.** Гидролиз жараёнларида қатнашадиган ферментларни ўзида сақловчи таначалар лизосомалар деб аталади (Де-Дюву, 1955). Улар 1 мкм катталиқда бўлиб, шакли думалоқ. Лизосомалар ҳужайранинг озиқ ҳазм қилиш системаси деб қаралади. Чунки ташқи муҳитдан фагоцитоз ва пиноцитоз йўли билан қабул қилинган озиқ моддалар лизосомадаги ферментлар таъсирида парчаланиб, ўзлаштирилади. Лизосомалар четдан қабул қилинган ва заҳарли моддаларни жамдаб (локализация қилиб) олади, деган фикрлар ҳам бор.

**Сферосомалар — микросомалар.** 0,55—0,9 мкм катталиқдаги доначалардир. Сферосомаларда эстераза, гидролаза, липаза, фосфатаза, дезоксирибонуклеаза ферментлари борлиги аниқланган. Бироқ улар ҳали етарли даражада текширилмаган.

**Эндоплазматик тўр ёки эндоплазматик ретикулум.** Ҳужайра цитоплазмасини электрон микроскоп ёрдамида текширилганда тўр шаклида жойлашган мембраналар мавжудлиги аниқланиб, улар эндоплазматик ретикулум деб аталади. Улар найча, қопчиқча (цистерна), вакуолалар шаклида бўлиб уч қаватдан иборат. Баъзиларининг устида кўп миқдорда рибосомалар жойлашган бўлиб, донадор эндоплазматик тўр деб юритилади (8-расм).

Эндоплазматик тўр оқсил ва липид бирикмаларидан иборат. Унинг таркибида АТФ-аза, оқсил ва липидларни синтезловчи ферментлар ҳам мавжуд. Эндоплазматик тўр бушлиқлари орқали моддалар ҳаракатланади. Моддалар алмашинувида ҳосил бўлган бирикмалар, аралашиб қолмаслигини таъминлаш мақсадида тўр компортемент деб аталган хоначаларга бўлинган.

**Пероксисома.** Ҳайвон ҳужайра-



8-расм. Эндоплазматик тўр — ретикулумнинг схематик кўриниши:

- 1 — ҳужайра пўсти;
- 2 — плазмалемма қавати;
- 3 — эндоплазматик тўр мембраналари;
- 4 — цистерна шаклида жойлашган эндоплазматик тўр;
- 5 — плазмодесма;
- 6 — цитоплазма (гиалоплазма);
- 7 — вакуола.

ларида бўлиб, шарсимон шаклда, ҳажми 0,5—1 мкм катталикидаги таначалар, уларга пероксисома дейилади (Де-Дюву, 1965). Усимлик ҳужайраларида кузатилган шундай таначаларга глиоксисома деб дейилади (Толберт, 1968). Пероксисома ёки глиоксисома деб аталган таначалар ёруғликда гликол кислотанинг оксидланишида, фотонафас жараёнида қатнашади. Улар эндоплазматик тўр билан зич муносабатдадир.

**Вакуола ва ҳужайра шираси.** Вакуола эндоплазматик тўр ҳисобига ҳосил бўлади. Эндоплазматик бўшлиқ («цистерна») ларда оқсиллар, углеводлар, пектин ва бошқа органик моддалар тўпланади. Кейинчалик «цистерна»лар ҳажми кенгайиб ва бир нечаси қўшилишидан умумий вакуола юзага келади.

Вакуолада сув ва аорганик моддалар тўпланиб, ҳужайра ширасини ташкил этади. Вакуоладаги бирикмаларнинг бир хилларини ўсимлик ўзлаштира, бошқалари ташландиқ ёки заҳира озиқ модда бўлиб хизмат қилади.

Ҳужайра шираси таркибида оддий ва мураккаб углеводлар, глюкозидлар, ошловчи моддалар, алколоидлар, кислоталар, пектин моддалари, оқсиллар, минерал тузлар, каучук ва гуттаперча, смола, фитонцидлар, витаминлар ва ферментлар бўлади. Булардан ташқари, антоциан, антохлор ва антофен деган туқмага ранг берувчи пигментлар ҳам бор.

**Пластидалар** — махсус функцияни бажарувчи таначалардир. Улар фақат ўсимлик ҳужайраларида учрайди. Катталиги 3—10 мкм бўлиб, эллипссимон, юмалоқ ёки бошқа шаклда бўлади.

Пластидаларнинг негизи строма деб аталади. Строма оқсил ва липоидлардан ташкил топган.

Лейкопластлар хромо- ва хлоропластларга айланиб туради. Ўз навбатида хромoplast ва хлоропластлар ҳам рангсизланиб лейкопластларга айланади. Масалан, ёш сабзи ҳужайра пластидаларида каротиноидларнинг тўпланишидан у қизил ёки сариқ рангли бўлади. Агар сабзининг илдиз бўғзи ёруғликда қолдирилса, унда яшил рангли хлоропластлар ҳосил бўлади. Наъматак етилганда эса унга яшил ранг бераётган хлорофилл пигменти тарқалиб, ўрнига каротиноидлар тўпланади. Натижада хлоропласт хромoplastга айланади.

**Хлоропластлар** яшил хлорофилл пигмент сақлаган пластидалардир.

Ўсимликнинг яшаш шароитига қараб хлоропластларнинг шакли ва ҳажми ҳам турлича бўлади (9-расм).

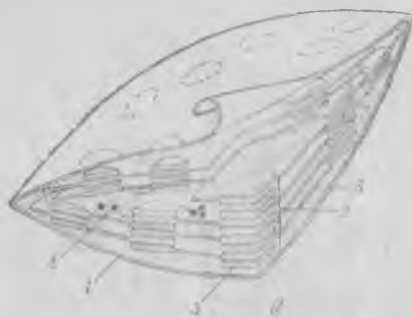
Сувўтларидаги пластидалар хроматофорлар дейилади. Улар йирик, ҳар хил шаклда: лентасимон, пластинкасимон бўлади (10-расм).

Хлоропластлар баргларда, яшил пояларда, меваларда ва дарахт пўстлоқларида кўп бўлади. Улар ёруғлик қувватига биноан ҳужайранинг турли қисмларига қараб актив ҳаракат қилади.

Хлоропласт таркибидаги хлорофилл миқдори ўсимлик қуруқ массасига нисбатан 0,8% ни ташкил этади.

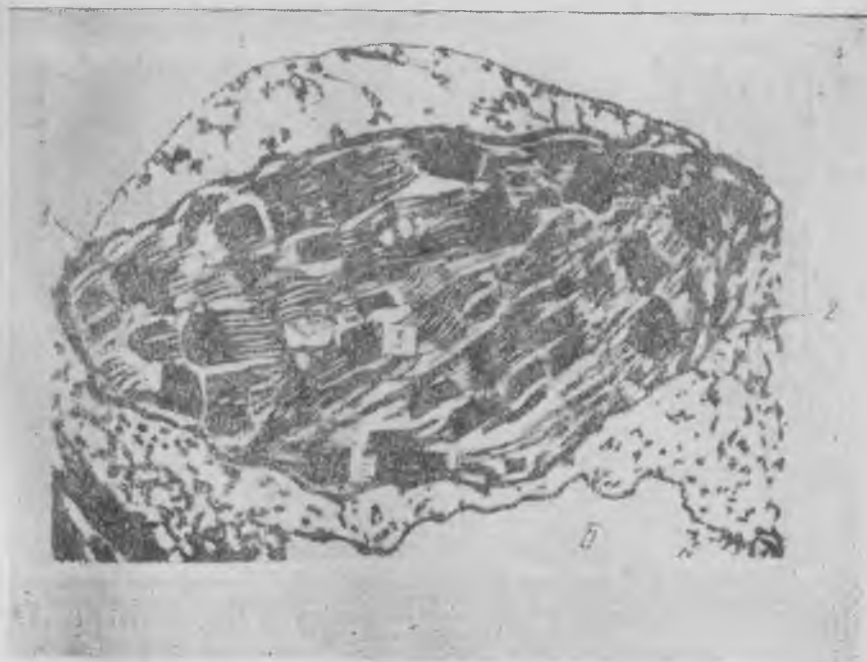
Хлоропластларда ДНК, РНК, А, Д, Е ва К витаминлар, ҳар хил ферментлар, хлорофилл молекулалари «а» ва «б», «с» ва «d» мавжуд.

**Хромопластлар.** Таркибида каротин ва ксантофилл пигментлари булган сариқ, сариқ-зарғалдоқ ва қизғиш рангли пластидаларга хромопластлар дейилади. Хромопластлар наъматак, тарвуз, қизил гармдори, помидор меваларида, лола, сариқ хризантема гулбаргларида ва сабзи илдизмеvasида учрайди (11-расм).



9-расм. Исмалоқ хлоропластининг схематик тузилиши:

1, 1 — хлоропласт мембранаси; 2 — гранула;  
3 — тилакоид; 4 — строма; 5 — ёр томчилари;  
6 — ламеллалар.



6. Маккажухори хлоропластининг электрон микроскопда кўриниши:

1 — хлоропластларнинг ташқи мембранаси; 2 — гранулар; 3 — грануларни бирлаштурувчи пластинкалар — ламеллалар.

Хромопластларнинг ҳужайрада тутган ўрни тўла аниқланмаган, бироқ улар хлорофилл молекулаларини оксидланишдан ҳимоя қилиб, органик моддаларнинг синтезланишида бевосита



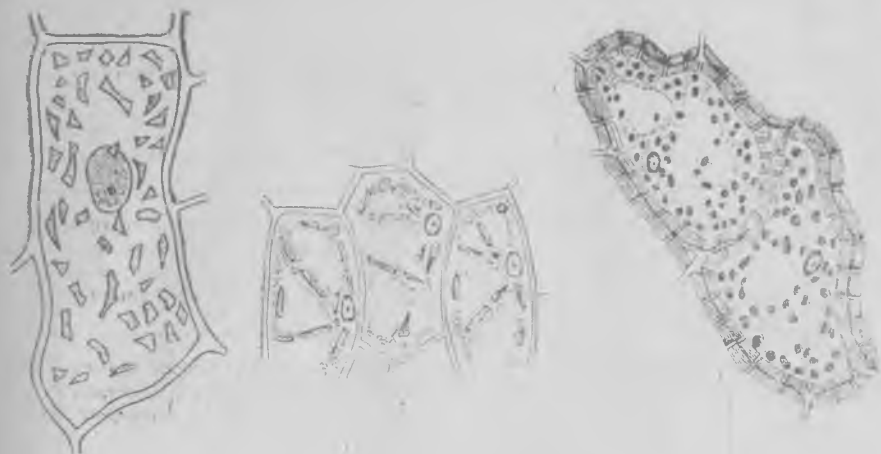
10-расм. Турли сувўтларида учрайдиган хлоропластлар (хроматофорлар):

1 — зигепада (юлдузсимон); 2 — жигар мохиди (соёвонсимон); 3 — спирогирада (тасмасимон); 4 — Родохортонда (товонсимон); 5 — Эндогониумда (панжарасимон); 6 — Хламидомонадада (косачасимон); 7 — Ҳалқаланган товонсимон дробарнальдия; 8 — Клостридумда (пластинкасимон) кўринишларида учрайди.

қатнашади, деган фикрлар ҳам бор. Гулбаргларининг ранг-баранг бўлиши каротиноидлар (рангли пигментлар гуруҳи)нинг биологик аҳамиятга эга эканлигини тасдиқлайди.

**Лейкопластлар** — рангсиз пластидалар. Ҳажми ва шакли хромопластларга яқин бўлиб, ўсимлик органларининг ҳамма қисмида учрайди.

Таркибида оқсил молекулалари кўп тўпланган лейкопластлар — протеопласт, ёғ молекулалари кўп тўпланса, олео-



11- расм. Хромопластлар:

1 — настурция тожибаргида; 2 — сабзи илдиэмевасида; 3 — гармдори мева пўсти (перикарпий)да.



12- расм. Лейкопластларнинг жойлашиши (чапдан ўнгга):

традесканция эпидермисида; бойчечак баргнинг устки эпидермисида; маккажўхори эндоспермисида (уруғда озик моддаларни тўпловчи махсус тўқимада):

г л а с т, крахмал молекулалари куп тўпланса а м и л о п л а с т л а р дейилади.

Цитоплазмада лейкопластларнинг, кўпинча, ядро атрофида тўпланиши, уларда моддалар алмашилиш жараёни билан боғланиш борлигини эслатади (12- расм).

Усимликлар ҳужайрасида учрайдиган ва уни ташкил этган компонентлар,  
уларнинг асосий функциялари

	Ҳужайра компонентлари	Компонентларнинг асосий вазифалари
ПРОТОПЛАСТ Протоплазма — цитоплазма	Ҳужайра пусти	Ҳужайрага шакл ва мустақкамлик бериш, ташқи муҳит омилларидан ҳимоя қилиш, моддаларнинг ўтишини таъминлаш
	Вакуола	Осмотик жараёнларни тартибга солиш, захира моддаларни тушлаш ва озиқ моддаларни ҳазм қилиш
	Ядро	Генетик информацияларни сақлаш ва ирсият белгиларини наслдан-наслга ўтказишни таъминлаш
	Ядроча	РНҚ молекулаларини синтезлаш ва тақсимлашда катнашиш
	Митохондрийлар	Нафас олиш жараёнига асосан аэроб фазадаги Кребс циклига масъул АТФ ни синтезлайдиган органонд
	Хлоропластлар	Фотосинтез жараёнига ва фотофорланиш реакцияси ўтишига масъул
	Голжи аппарати—диктисома	Углеводларни тушлаш, уларни ажратиб чиқариш ва ҳужайра цитининг тикланишини таъминлаш
	Эндоплазматик тўр	Моддаларнинг ҳаракатланишини тартибга солиш ва моддалар алмашишни марказларини белгилашни таъминлаш
	Лизосома	Озиқ ҳазм қилиш органи
	Сферосома	Ёғлар тулланиши ва сақланишини таъминлаш

Хужайра компонентлари		Компонентларнинг асосий вазифалари	
ПРОТОПЛАСТ	Протоплазма-цитоплазма	Рибосомалар	Оқсилларнинг синтезланишига масъул
		Микро таначалар, пироксисома, глиоксисомалар	Глиоксалат цикли ва фотонафас олишда иштирок этиш
		Микровайлар	Целлюлоза микрофибриллаларини маълум тартибда ўрнашини таъминлаш
		Асосий цитоплазма	Нафас олишда субстрат вазифасини бажариш ва гликолиз жараёнининг утишида иштирок этиш
		Плазмалемма	Моддаларнинг ташқаридан ва ичкаридан ҳаракатланишини тартибга солиш ва ҳимоячилик вазифасини уташ

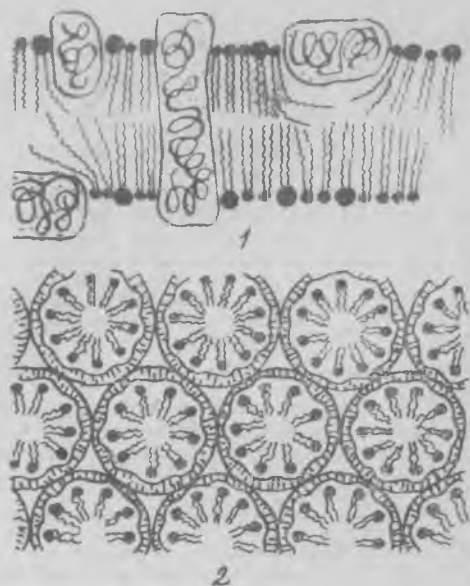
### Цитоплазманинг тузилиши ва химиявий таркиби

Тирик мавжудотларнинг ҳаёт жараёнлари цитоплазмада ўтиши барча органоидларни ўзида сақлаганлигини назарда тутиб, цитоплазма умумий муҳит — с у б с т р а т деб танилади.

Цитоплазмадан ажралган ҳар қайси органоид алоҳида ва мустақия ҳаёт кечира олмайди. Органоидлардан ажратиб олинган цитоплазмада ҳам мустақил моддаларнинг алмашиниш жараёнлари кузатилмайди. Ҳаётий жараёнларнинг ўз вақтида узлуксиз давом этиши учун цитоплазма ва ундаги органоидлар эволюцияда жорий этилган қонун ва қоидалар асосида ўз функцияларини тўхтовсиз бажариши зарур. Шунинг учун ҳужайрани махсус жуда мураккаб тузилган тирик организмнинг асосий булакчаси деб қараш керак.

Субмикроскопик тузилиши жиҳатдан цитоплазма уч қаватдан иборат. Биринчи қавати ҳужайра пўстига тегиб туради. Бу қават оқсил ва ёғсимон липоидлардан иборат бўлиб, п л а з м а л е м м а дейилади.

Плазмалемма уч қатор кетма-кет жойлашган мембраналардан иборат. Уртада жойлашган мембрана (13-расм) 2 қатор ёғсимон — липонд молекулалардан ташкил топган. Липонд молекулалари эса оқсил табиатли мембрана оралиғида жойлашган. Бу қават цитоплазмани ҳимоя қилади ва ҳужайрага ташқи муҳитдан моддаларнинг утишини таъминлайди.



13- расм. Биологик мембраналарнинг ҳар хил тузилиши:

1 — оқсил молекулаларини ёрсимон модда— фосфолипид қавати орқали ўтиб туриши ва унинг жойлашиши; 2 — фосфолипид молекулаларининг оқсилдан ташкил топган қурралар ичида жойлашиши.

таркибида оқсиллар, ёғлар, липоидлар, углеводлар, РНК, сув, минерал элементлар ва бошқа бирикмалар бор.

2-жадвал

#### Карам барги цитоплазмасининг таркиби

Барг тўқимасидаги моддалар	Куруқ модда, % ҳисобида
Оқсиллар	63,11
Ёғлар, липоидлар ва эфирда эрувчан бирикмалар	20,75
Кул	6,45
Аниқланмаган моддалар	9,5

Хужайра таркибида сув миқдорининг кўп ёки оз бўлиши ўсимлик тўқимасининг ҳолатига боғлиқ. Масалан, куруқ уруғларарида, донларда сув миқдори 10—15% дан ошмаса, майса ва усиб турган ўсимлик тўқимасида 75—90% га етади.

Хужайра таркибидаги моддаларнинг кўпчилиги гидрофилл ва гидрофоб коллоидлардан иборат. Шунинг учун хужайрада моддалар алмашилиш жараёнларининг ўтиши ана шу колло-



идлар ҳолатига боғлиқ. Жумладан, коллоидлар қаттиқ (гель) ҳолатда бўлганда моддалар алмашилиш жараёни, яъни биохимиявий ва физиологик жараёнлар секинлик билан давом этади. Коллоидлар суюқ (золь) ҳолатга ўтганда эса моддалар алмашилиш жараёни тезлашади.

Ўсимликларда ўсиш, ҳаракатланиш, кўпайиш, наслий белгиларни бир авлоддан иккинчи авлодга ўтишини таъминлаш ва ташқи омилларга мослашиш хусусиятларининг давом этиши, уларнинг ўтиш жараёни ҳужайра таркибидаги коллоидлар ҳолатига боғлиқ. Шуларни назарда тутиб коллоидларнинг хусусиятлари, яъни дисперс система, дағал, коллоид ва чин эритмалар ҳақида тушунча ҳосил этиш зарур.

### Дисперс системалар

Бирор модда ичида бошқа модда заррачалари бир текис тақсимланишига дисперс система дейилади. Одатда, тарқалган модда дисперс фаза, уни ўраб олган модда дисперс муҳит деб аталади.

Дисперс муҳит суюқ, унинг ичида тарқалган дисперс фаза суюқ, қаттиқ ёки газ ҳолатидаги модда бўлиши мумкин. Дисперс фаза заррачаларининг ўлчамига кўра система дағал, коллоид ва чин эритма деб юритилади. Заррачаларнинг катта-кичиклигига қараб дисперс эритмалар ва моддалар жадвалда келтирилганидек, уч гуруҳга бўлинади:

3-жадвал

Дисперс эритма турлари	Дисперс фаза заррачалари ўлчами
Дағал эритма	0,1 мкм дан йирик
Коллоид эритма	0,001—0,1 мкм гача
Чин эритма	0,001 мкм дан кичик

Дисперс системада модда заррачаларининг ҳажми эритувчининг турига қараб ўзгаради. Натижада эритма тури ҳам ўзгариб кетади. Масалан, ош тузи кристаллари сувда эритилса NaCl ион ва молекулалар ҳолида тарқалиб чин эритма, бензолда эритилганда эса коллоид эритма ҳосил қилади.

Икки компонентли эритмалардан ташқари, ўзида бир нечта ҳар хил моддаларни сақлаган мураккаб эритмалар ҳам табиатда кенг тарқалган. Мураккаб эритма таркибида бир вақтнинг ўзида дағал, коллоид ва чин эритмалар бўлиши мумкин. Масалан, ўсимлик ҳужайра цитоплазмасида турли субмикроскопик органоидлар ва ёғ томчилари каби киритмалар дағал эритма, оқсил ва бошқа органик бирикмалар коллоид эритма ҳосил қилади. Ҳужайра ширасидаги сув муҳитида анорганик моддалардан тузлар, кислоталар, органик моддалар

дан глюкоза, органик кислота ва аминокислоталарнинг мавжудлиги чин эритмаларни эслатади.

*Дағал дисперс системаларга* суспензия, кўпиклар, кукунлар аэрозоллар, эмульсия мисол бўлади. Суюқ дисперс муҳит ичида тарқалган дисперс фаза заррачалари қаттиқ модда бўлса, бундай аралашма суспензия дейилади. Дисперс муҳит ҳам, унинг ичида аралашган дисперс фаза заррачалари ҳам суюқ ҳолатда бўлса, бошқача айтганда, бир-бирида эримайдиган суюқ моддалар аралашмаси эмульсия деб аталади. Масалан, сувга мой аралаштириб чайқатилганда эмульсия ҳосил бўлади. Сут ва маргарин ҳам шунга мисол бўла олади. Чанг-тузон, кофе, какао ва цементнинг сувдаги эритмаси суспензияга мисол бўлади.

Дағал дисперс эритмаларда дисперс фаза заррачалари дисперс муҳитдан ажралиб туради. Заррачалар ё муҳит устида тупланadi ёки муҳит тубига чўкади. Бу ҳодиса дисперс муҳит ва дисперс фаза моддаларининг солиштирма массасига боғлиқ. Масалан, дисперс муҳит солиштирма массасидан дисперс фаза заррачаларининг солиштирма массаси оғир бўлса, улар чўкмага ўтади, енгил бўлса муҳит устида тупланadi.

*Кўпиклар* суюқ ва қаттиқ ҳолатда учрайди. Қаттиқ кўпикларга нон, пемза, пенопласт, зефир ва бошқалар мисол бўлса, суюқ кўпикларга совуннинг сувдаги аралашмаси (кўпиги) ва ёнғинларни ўчиришда ишлатилadиган  $\text{CO}_2$  гази билан бойитилган моддаларни айтиш мумкин. Кўпиклар таркибида дисперс фаза газ ҳолатидаги моддалар бўлганлигидан кўпикнинг 90% ини ташкил этади. Дисперс муҳит кўпикни ташкил қилишда қатнашган моддалар молекуласи ҳисобига ҳосил бўлган парда, бушлиқ — фуфакчалардир. Масалан, сувга совун аралаштирилганда совун асосини ташкил этган ёғ кислота тузларининг бирлашишидан ҳосил қилинган пардалар муҳит ҳисобланади.

Кукун(порошок)ларга мисол қилиб цемент, алибастр, оҳак уни, минерал ўғитлар, қуруқ крахмал, какао ва бошқаларни кўрсатиш мумкин. Кукунларда ҳаво дисперс муҳит бўлиб, юқорида кўрсатилган моддаларнинг тақсимланиши дисперс фазани ташкил этади.

Газ ҳолатидаги дисперс муҳит ичида бирорта суюқ ёки қаттиқ модда тақсимланса аэрозоль дейилади. Газ ичида суюқ моддалар тарқалганларига булут, туман; қаттиқ моддалар тарқалганлигига тутун, чанг мисол бўлади.

*Молекуляр ва ионли дисперс системани* ташкил этган дисперс фаза заррачаларининг ўлчами 1 нм дан кичик. Сувда осонлик билан эрийдиган шакар, аминокислота ва спирт каби органик бирикмалар молекуляр дисперс системага мисол бўлса, аорганик моддалардан тузлар, кислоталар ва ишқорларнинг эритмалари ионли дисперс системани ташкил этади.

Чин эритмаларда дисперс муҳит ва дисперс фаза заррачалар ўртасида чуқур муносабат мавжуд бўлса, яъни реакцияга киришса аралашма қизийди ( $\text{K} + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ) ёки со-

вийди ( $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ). Баъзан аралашманинг ҳажми ўзгаради (спирт +  $\text{H}_2\text{O}$ ). Д. И. Менделеев таъбирича, чин эритмалар моддаларнинг оддий аралашмаси бўлмасдан, улар ўзининг табиати билан химиявий боғланган бирикмаларга яқин туради. Молекуляр-ионли эритмалар бир фазали гомоген аралашмалардир.

Чин эритмада дисперс фаза заррачалари ёруғлик нурини ютмайди, узидан утказидади. Шунинг учун уларни ультрамикроскопда кузатиб бўлмайди. Эритма оптик жиҳатдан тиниқ бўлади. Дисперс фаза заррачалари кичик бўлган чин эритмаларда Р. Броун ҳаракати ва Д. Тиндаль конуси кузатилмайди. Чин эритманинг асосий хусусиятларидан бири — ярим ўтказувчи пардалар орқали осонлик билан ўтишидир. Уларнинг бу хусусиятидан фойдаланиб, коллоид эритмаларда тарқалган чин эритма заррачалари ажратиб олинади. Бунинг учун турли шаклдаги диализаторлар қўлланилади. Чин эритма заррачаларини ажратиб олиш усули диализ дейилади.

**Коллоид дисперс система.** Табиатда химиявий моддалар икки катта гуруҳга бўлинади (Х. Грем, 1861). Кристаллоидлар, яъни кристалланиш қобилияти бўлган моддалар, масалан, ош тузи, шакар кабилар; коллоидлар, яъни кристалланиш қобилияти бўлмаган елим, оқсил каби бирикмалар.

Коллоид юнонча «коло» — елим маъносини билдиради. Ўз даврининг йирик олимлари (И. Г. Боршчов, 1869 ва П. П. Веймарн, 1904) коллоид эритмалар Х. Грем айтганидай, махсус ва ўзгармайдиган аралашма бўлмасдан, дисперс муҳитнинг табиатига боғлиқ экан. Жумладан, совун сувда эриганда коллоид эритма, спиртда эриганда эса чин эритма ҳосил қилади.

Хулоса қилиб айтганда, дағал, коллоид ва чин эритмалар дисперс муҳит ва дисперс фаза заррачаларининг табиатига кўра, бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб турар экан.

Коллоид эритма заррачалари эритувчи (сув)га бўлган муносабатига кўра лиофил (гидрофилл) ва лиофоб (гидрофоб) гуруҳларга бўлинади. Гидрофил коллоид заррачалар эритувчи билан муносабатга киришиб, дисперсион муҳит молекулаларини ўз атрофига кўпроқ тўплайди. Гидрофоб коллоид заррачаларда бундай хусусият деярли кузатилмайди.

Коллоид заррачалар 0,001 мкм дан катта бўлганлигидан, улар ярим ўтказувчи парда орқали ўта олмайди. Ультрамикроскоп ёки «қора майдон» конденсори орқали оддий микроскопда кузатилганда коллоид заррачалар ялтироқ доначалар шаклида кўринади ва Тиндаль конусини ҳосил қилади. Уларда Броун ҳаракати кузатилади. Коллоид заррача адсорбциялаш хусусиятига эга, яъни адсорбент сифатида бошқа заррача ва молекулаларни ўзига боғлаб олади.

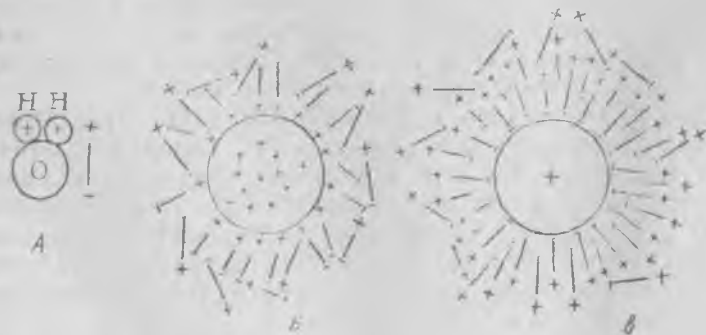
Гидрофоб ва гидрофилл коллоид заррачалар мусбат ёки манфий зарядли бўлади. Физика қонунига асосан бир хил зарядлилар бир-биридан қочади. Бу коллоид заррачаларнинг дисперсимон муҳитда чўкмаслигини таъминлайди. Дисперсион муҳит заряди коллоид заррача зарядига қарама-қарши бўл-

ганда муҳит заррачалари коллоид заррачага адсорбцияланади, яъни бир-бири билан боғланади. Натжидада зарядлар йнриклашиб мицелла ҳосил қилади. Мицеллаларнинг ҳажми катта бўлишига қарамай, коллоид эритма ташқи кўриниши жиҳатдан чин эритмага яқин туради. Коллоид заррачаларни ўраган муҳит қавати сольват, ҳодисаси эса сольватланиш дейилади. Дисперсион муҳит сифатида сув молекулалари иштирок этса, гидратланиш ҳодисаси деб аталади.

Сув молекулалари манфий ва мусбат зарядларни сақлаганлигидан улар диполь, яъни икки зарядли ҳисобланади. Коллоид эритма табиатига кўра ундаги заррачалар манфий ёки мусбат бўлади. Сув молекулалари билан коллоидлар ўзаро муносабатга киришганда сув молекулалари манфий ёки мусбатлик хусусиятини юзага чиқаради. Коллоид заррачаси мусбат бўлса, сув молекулалари ўзининг манфий белгили томони, аксинча, коллоид заррачаси манфий бўлса, мусбат белги томони билан бирлашади (14- расм).

Коллоид эритмага электролит ионлари қўшилса, уларнинг заррачалари коллоид заррача марказига жойлашиб, уларни нейтраллайди. Коллоид заррача изоэлектрик нуқта (ИЭН) ҳолатига ўтади. Изоэлектрик нуқтада гидрофоб коллоидлар қайтадан эримайдиган чўкма ҳосил қилади. Бу ҳодиса коагулланиш дейилади. Масалан, аччиқ чой эритмасига лимон қислота таъсир эттирсак, танин ўз атрофидаги боғланган сув молекулаларини йўқотиб чўкмага ўтади. Бунда ошловчи мода — танин коагулланади.

Гидрофил коллоидлар ҳам коагулланади. Масалан, гидрофил коллоид оқсил эритмасига юқори температура ёки кучли кислота таъсир эттирилса коагулланиш ҳодисаси кузатилади. Коагулланган коллоид эритма ҳолатига қайтмайди. Уларда бу хусусият йўқолади. Аммо гидрофил коллоидларда ўзига хос



14- расм. Гидрофилл коллоид заррачаларининг сув молекулалари билан боғланиш схемаси:

А. Сув молекуласи (дипол)нинг тузилиши; Б. Изоэлектрик нуқтада ва В. Маълум зарядга -га бўлган коллоид заррача.



15- расм. Гидрозол коллоидларда коацерватнинг ҳосил бўлиш схемаси:

1—сув молекулалари билан ўраб олинган коллоид заррачалар;  
2 — сув молекулаларининг қисман йўқолишидан сув пардасининг юқалашиб қолиши; 3 — сув қатлами йўқолиб сув пардаси ҳосил қилиши туфайли пайдо бўлган коацерват.

коагулланиш-шўрланиш, коацерватланиш, желатинланиш, золь ҳолатидан гел ҳолатига ўтиш ва бўкиш хусусиятлари мавжуд.

Бирор гидрофил коллоид эритма (оқсил)га туз кристаллари ёки концентрик туз эритмаси қўшилса, туз кристаллари сув молекулаларини дарҳол шимиб олади. Коллоид (оқсил) эса чўкмага ўтади. Бу ҳодиса шўрланиш деб аталади. Шўрланган оқсилга сув қўшиб концентрацияси камайтирилса, у қайтадан сув молекулаларини ўзига боғлаб тиниқ эритма ҳолатига ўтади. Бундай хусусият гидрофоб коллоидларга хос эмас.

Гидрофил коллоид эритманинг эскириб қолиши натижасида диффузион сув молекулалари камайдигидан коллоид заррачалар бирлашиб умумий гидрат қаватига ўралади (15- расм). Коллоид эритма икки қаватга: устки коллоид заррачалардан ҳолис сув, пастки зич коллоидларга бой эритмага ажралади. Бу ҳодиса коацерватланиш, заррачалар коацерватлар деб аталади. Баъзи коацерватлар ҳар хил зарядли ва бир неча турли коллоид заррачалардан ташкил топган. Улар мураккаб (комплекс) коацерватлар дейилади. Ҳар хил зарядли бўлганлиги учун мураккаб коацерват заррачалари бир-бирига интилади. Уларнинг атрофида маҳкам боғланган сув молекулалари заррачаларнинг бир-бирига қушилишига ва чўкмага ўтишига йўл қўймайди, яъни коагулланмайди. Мураккаб коацерватлар ўз хусусиятини тез ўзгарта олади. Масалан, электролит қўшилганда, заррачалар заряди камаяди, натижада бир-бирига интилиш кучи ҳам камайиб, мураккаб коацерват золь — эритма ҳолатига ўтади. Температура кўтарилганда, аксинча, заррачалар зичлашади, коагулланади. — золь гелга айланади.

Комплекс коацерватларда вакуола ҳосил бўлиши, муҳитда тез тарқалиб кетмасдан ўз шаклини сақлаб қолиши, ҳажмининг катталаниши, ўзига моддаларни адсорбциялаши ва улар билан муносабатга киришиши ҳамда қовушоқлик хусусиятлари билан цитоплазмага ўхшайди. Академик А. И. Опарин коацер-

ватларнинг ана шу хусусиятларини назарда тутиб, ер юзида тирик мавжудотларнинг келиб чиқиш назариясини яратди. Унинг айтишича, ерда ҳаётнинг пайдо бўлишида комплекс коацерватлар дастлабки босқич ҳисобланади.

Гидрофил коллоидлар желатинланиш хусусиятига ҳам эга. Желатинланиш дирилдоқ (холодец) эритмасининг паст температурада қотиб қолишида кузатилади. Золь эритма ҳолатидаги полимер ва бошқа коллоидларнинг қотиб қуйқа (гель) ҳолатга ўтиши жел а т и л а н и ш деб аталади. Бу ҳодиса коагулланиш ва коацерватланиш ҳодисаларидан фарқ қилади. Бу жараёнларда коллоид заррачалари эритувчи молекулаларини йўқотиб, бир-бирига қушилиб, чўкмага ўтади.

Желатинланишда коллоид заррачалар бир-бири билан бирлашиб занжир, кейинчалик тўр ҳосил қилиб, тўр катакча бўшлиқлари 90% гача сув билан тўлади. Шу пайтда коллоид эритма (желатина) золь ҳолатдан гель ҳолатга ўтади. Агар температура кутарилса ёки дисперсион муҳит миқдори кўпайтирилса, гель ҳолатдаги коллоид заррачалар бир-биридан узоқлашиб, қайтадан золь ҳолатга ўтади. Уларнинг таркибидаги сув йўқотилса, яна желатинланиш ҳодисаси кузатилади. Желатинланиш учун сарф бўлган вақтга етилиш даври дейилади. Етилиш даври модданинг табиатига ва таъсир этувчи моддага боғлиқ. Масалан, 5% ли желатина 15°C да 50 минутдан кейин қуйқага айланса, эритмага  $K_2SO_4$  қўшилганда желатинланиш 25 минут давом этади, яъни вақт 2 марта қисқаради.

Желатинланган ва гель ҳолатдаги коллоидларда букиш (сув шимиш) кучи катта бўлади. Масалан, қуруқ уруғларда шимиш кучи 1000 атмосфера босим кучига тенг бўлади. Уларнинг шимиш кучи дастлаб кучли бўлиб, сўнгра пасаяди ва кейинчалик бутунлай тўхтайтиди. Баъзи коллоидлар сув билан тўла тўйингандан кейин букиш тўхтайтиди. Бундай коллоидлар чекли бўкувчи коллоидлар деб аталади. Масалан, клетчатка, крахмал, желатина, цитоплазма ва бошқалар. Агар коллоид заррачалар тўла эриб, муҳитда бир текис тарқалса, чексиз бўкувчи коллоидлар дейилади. Чексиз бўкувчиларга гумми-арабик (дарахт елими), кўпчилик оқсил бирикмалари, нитроцеллюлозанинг ацетондаги ва каучукнинг бензиндаги эритмалари мисол бўлади. Чекли ва чексиз бўкувчи коллоидлар ўртасида қатъий чегара бўлмаслиги ҳам мумкин. Масалан, паст температурада желатина ва крахмал чекли бўкувчи коллоидларга кирса, юқори температурада чексиз бўкувчи коллоидларга ўтади, сувда тиниқ эритма ҳосил қилади.

Мутлақо бўкмайдиган коллоидлар ҳам бор, масалан, кремний гели.

Коллоид моддаларнинг букишида жуда катта куч ҳосил бўлади. Қадим замонларда тошларни бўлаклаш мақсадида ана шу кучдан фойдаланганлар. Бунинг учун ўсимликнинг қуруқ новдалари тош ёриқларига жойлаштирилиб, сув билан нам-

лангириб турилган. Усимлик тўқимаси коллоидларининг букиши натжасида тошлар бўлакланган.

**Адсорбция** коллоидларга хос бўлиб, табиатда кенг тарқалган. У тирик организмлардаги физик-химиявий жараёнларнинг утишида катта аҳамиятга эга.

Қаттиқ ёки суюқ модда юзасига эритма ёки буғ шаклидаги моддаларнинг ютилиб зичлашишига адсорбция дейилади. Бошқа модда заррачаларини ютган моддага адсорбент, ютилганига адсорбтив деб аталади. Агар адсорбент томонидан ютилган модда адсорбент ичига ўтса абсорбция, химиявий боғланса хемосорбция дейилади ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  газларини  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NaOH}$  аралашмаси томонидан ютилиши). Адсорбент юзасида мавжуд куч майдони ҳисобига бошқа моддалар ютилиши адсорбция ҳодисасини юзага келтиради.

Адсорбент куч майдони ва ташқи омилларнинг таъсиридан адсорбциланадиган модда заррачалари атрофида бир, икки ва кўп қаватли парда ҳосил этади. Бир қаватли мицелла мономер молекуляр, икки қаватлиси бимолекуляр ва кўп қаватлиси полимолекуляр деб аталади.

4-жадвал

Кўриб ўтган дисперс системалар ўртасидаги мавжуд айирмалар тубандаги жадвалда келтирилган

Дағал дисперс система	Коллоид дисперс система (коллоид эритмалар)	Молекуляр ион дисперс система (чин эритмалар)
Ҳажми 0,1 мкм дан катта	мкм дан кичик, нм дан катта	нм дан кичик
Шаффоф эмас, лойқа	Шаффоф-тиниқ (аммо сал хирароқ эритма)	Шаффоф-тиниқ
Қоғоз фильтр орқали ўтмайди	Қоғоз фильтр орқали ўтади	Яхши филтрланади
Пергамент қоғоз орқали, ҳайвон ва ўсимлик мембранасидан ўта олмайди		Пергамент, ҳайвон ва ўсимлик мембранасидан оссонлик билан ўтади
	Гетероген (ҳар хил жинсли)	Гомоген (бир хил жинсли)
Ёруғликни тарқатади	Тиндаль конуси ҳосил бўлади	Ёруғлик турини тўсмасдан ўткази
Турғун эмас (чукади ёки юқорида тупланди)	Дағал эритмаларга нисбатан турғун	Турғун эритма (чуқмайди)
	Вақт ўтиши билан эскиради	Эскирмайди

Барча тирик организмлар, шу жумладан, ўсимлик туқималарида ва айрим ҳужайраларда физик-химиявий жараёнларнинг ўтишида адсорбция ҳодисаси катта роль ўйнайди. Масалан, тупроқдаги минерал элементлар ҳужайралар ичига ўтганда, аввало, цитоплазманинг плазмалемма мембранасига адсорбциланади.

Ўсимлик ҳужайрасидаги цитоплазмада коагулланиш, коацерватланиш, желатинланиш ва адсорбцилаш, букиш ҳодисаларнинг кузатилиши, цитоплазманинг коллоид бирикмалардан ташкил топганлигини тасдиқлайди.

### Цитоплазманинг коллоид ва физик хоссалари

Цитоплазмадаги моддаларнинг баъзилари заҳира модда ҳолида тупланса, липопроteid, глюкопротеид, фосфопроteid, нуклеопроteid, целлюлоза кабилар ҳужайранинг конституцион бирикмалари ҳисобланади. Бироқ бу бирикмалар доимо ўзгариб, янгиланиб туради. Ҳужайрадаги моддаларнинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб, ўзгариб туриши ўсимликнинг ташқи омилларга мослашишига ёрдам беради. Масалан, амфотерм хусусиятга эга бўлган оқсил ва аминокислоталар муҳитнинг рН қимматига кўра мусбат ёки манфий зарядли табиатни юзага чиқаради.

Цитоплазма таркибида юқорида айтиб ўтилган моддаларнинг бўлиши унинг қовушоқлик даражасини белгилайди. Эритмадаги ион, молекула ва йирик агрегат ҳолатдаги заррачаларнинг бир жойдан иккинчи жойга ҳаракатланиши (силжиши) да ишқаланиш кучи пайдо бўлади. Ишқаланиш кучи эритманинг қовушоқлик даражасини белгилайди. Эритмаларнинг қовушоқлик даражаси моддалар табиатига, эритма концентрациясига тўғри ва температурага тесқари пропорционалдир. Масалан, паст температурада асал секинлик билан оқса, температура кўтарилганда асал молекулалари ўртасидаги боғланиш кучи камайганлигидан, асалнинг оқиши тезлашиши қовушоқлик даражаси пасайганлигини кўрсатади.

Қовушоқлик даражаси пауз деб аталган бирлик билан белгиланади. Масалан, сувнинг қовушоқлик даражаси 0,01 паузга тенг, мойники 0,98 га, глицеринники 10,53 пауз бирликка бориб қолади. Ўсимликнинг ривожланиш фазасига қараб цитоплазманинг қовушоқлик даражаси ўзгариб туради. У моддалар алмашиниш жадаллиги ва иссиқликка бардошлилигини белгилайди. Ривожланишнинг биринчи босқичида цитоплазманинг қовушоқлиги паст бўлади. У мева органлари ҳосил бўлгунча кўпая боради, гуллаш даврида эса яна пасаяди. Цитоплазманинг қовушоқлик даражаси ташқи омилларга қараб ҳам ўзгариб туради. Температура ошиши билан цитоплазманинг қовушоқлиги пасаяди ва аксинча температура пасайиши билан қовушоқлик даражаси ортади. Жумладан, калий элементи кальцийга нисбатан кўпроқ бўлса, қовушоқлик даражаси кама-



яди, кальций элементи кўп бўлса, цитоплазманинг қовушоқлик даражаси ҳам кўпаяди.

Цитоплазманинг қовушоқлик даражаси кўп бўлса, ўсимлик иссиқликка чидамли бўлади. Уларда моддалар алмашиниш жараёни секин ўтганлиги учун ўсиш жараёни ҳам секин давом этади. Ҳақиқатда ҳам иссиқ мамлакатларда ўсадиган кактус, алоэ, агава каби ўсимликлар цитоплазманинг қовушоқлик даражаси кучли бўлиб, моддалар алмашиниш жараёни секин борганлигидан улар жуда секин ўсади. Лекин иссиқликка бардошли бўлади. Бунга гидрофил коллоидларга ва осмотик фаол бирикмаларга маҳкам боғланган сувнинг кўп бўлиши сабаб бўлади, бу эса коллоидларни коагулланишдан сақлайди. Иссиқсевар ўсимликлар, жумладан, ғўза, бодринг, қовун, тарвуз ва бошқа ўсимликларда паст температура таъсирида цитоплазманинг қовушоқлик даражаси ортанлигидан, улар бир неча кундан кейин нобуд бўлади. Масалан, эрта баҳор кунларида температура  $+3$ — $+4^{\circ}\text{C}$  оралиғида бир неча кун давом этса, юқорида кўрсатилган ўсимликлар моддалар алмашиниш жараёнлари сустлашганлигидан нобуд бўлади.

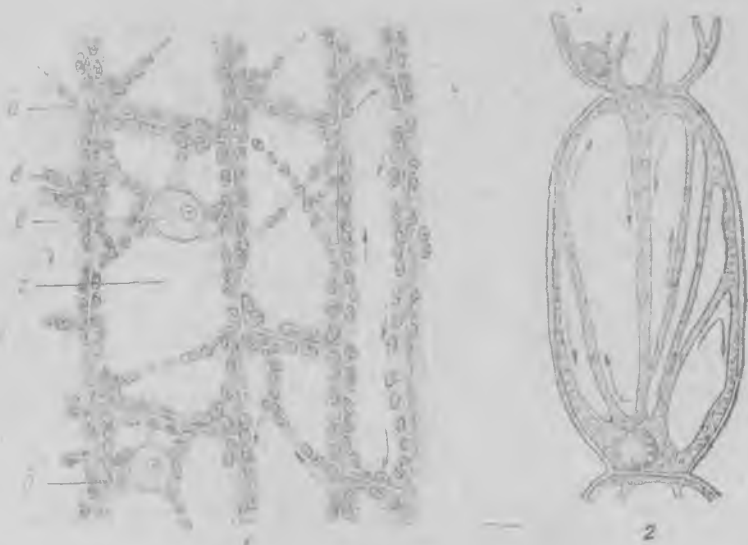
Ўсимликларнинг иссиққа чидамлилигини, яъни цитоплазманинг қовушоқлик даражасини аниқлашда тубандаги усуллардан фойдаланиш мумкин.

1. Центрифугада хлоропластларни чўктириш учун сарф бўлган вақтни аниқлаш. Бу усулда цитоплазманинг қовушоқлик даражасини белгилаб олиш учун барг туқимасидан кичик кесиклар олиниб, центрифугада айлантирилса, хлоропластлар ҳужайранинг бир томонига ўтганлиги микроскопда кузатилади. Цитоплазманинг қовушоқлиги қанча кучли бўлса, уларни чўктириш учун сарф бўлган вақт ҳам шунча кўп талаб этилади.

2. Плазмолитик усулда қовушоқлик даражасини аниқлаш учун, дастлаб, ўсимлик ҳужайрасининг изотоник концентрацияси аниқланади. Кейинчалик эса ҳужайра ширасининг концентрациясига нисбатан  $0,1$ — $0,2$  нормал, бир-биридан ортиқ бўлган шакар эритмалари тайёрланади. Сўнгра ўсимлик туқимасидан олинган юпқа кесиклар шакар эритмасига жойлаштирилиб, бир қанча вақтдан кейин кесиклар олинади ва микроскопда ҳужайраларнинг ботиқ плазмолит ҳолатига келганлиги кузатилади. Шу ондаёқ вақтни белгилаб, ботиқ плазмолитнинг қавариқ плазмолит ҳолатига ўтганлиги ҳам кузатилади. Ботиқ плазмолитдан қавариқ плазмолитга келиш учун сарфланган вақт ҳисобга олинади.

Цитоплазманинг қовушоқлиги қанча кучли бўлса, ботиқ плазмолитдан қавариқ плазмолитга ўтиш учун шунча кўп вақт ўтади.

Цитоплазманинг (қайишқоқлик) даражаси ўсимликнинг қурғоқчиликка чидамлилиги хусусиятини белгилайди. Қайишқоқлик кучи қанча кўп бўлса, ўсимлик шунча қурғоқчиликка бардошли бўлади. Масалан, ксерофит ўсимликлардан — шувоқ,



6-расм

1 — цитоплазманинг элдега баргида айланма ҳаракатланиши; 2 — традесканция тукида цитоплазманинг турли томонга оқиб ҳаракатланиши:

a — цитоплазма; б — хлоропластлар; в — мағиз ва манизча; г — вакуола; д — ҳужайра пўсти.

итбинафша каби ўсимликлар. Бундан ташқари, бу ўсимликларнинг барглари сертук, илдизлари кенг тарқалган бўлади.

Цитоплазманинг қайишқоқлик даражаси ташқи омилларга, ўсимликнинг физиологик ҳолатига боғлиқ. Масалан, кўпчилик ўсимликларда қайишқоқлик даражаси гуллаш фазасида камайса, ксерофитларда аксинча, бу даврда кўпаяди.

Цитоплазманинг қайишқоқлик даражасини аниқлашдан олдин текшириладиган ўсимлик ҳужайрасининг изотоник концентрацияси топилади. Сўнгра изотоник эритмага нисбатан 0,1 н ортиқ келадиган шаккар эритмаси тайёрланади. Шу эритмага ўсимлик тўқимасидан олинган юпқа кесикларни солиб, минутага 1000 марта тезликда центрифугада айлантирилади. Кўрсаткич қилиб ҳужайра пўстидан цитоплазмани ажратиш олиш учун ўтган вақт ҳисобга олинади.

Цитоплазма бир ерда қотиб қолган ҳужайра органиди бўлмасдан, у доимо бир жойдан иккинчи жойга ҳаракатланиб туради. Цитоплазманинг ҳаракати ротацион ва циркуляцион (айланма) шаклларда бўлади (16-расм).

### Цитоплазманинг ўтказувчанлиги ҳақидаги назариялар

Ўсимлик ҳужайраларида бутун бир организм ҳаёт жараёнларининг бетўхтсв давом этишида цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусияти муҳим аҳамиятга эга. Ҳар бир тирик ҳужайра

ҳаёт жараёни учун зарур бирикмаларни қабул қилиши, уларнинг бир ҳужайрадан иккинчи ҳужайрага ўтиши ва ташқи муҳитга чиқарилиши цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусияти билан чамбарчас боғлиқ. Ҳужайра коллоидлари бирор ташқи ёки ички омиллар таъсирида коагулланса, цитоплазманинг табиий ҳолати ва структураси чуқур ўзгаришларга учрайди. Натижада унинг ўтказувчанлик хусусияти йўқолади ва ҳужайрадаги моддалар ўз-ўзидан ташқи муҳитга чиқади. Цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусиятига паст ва юқори температура, ҳар хил заҳарли бирикмалар, турли физик омиллар кучли таъсир қилади. Масалан, картошка тугунаги паст температурада қолдирилса, ундан ширанинг ўз-ўзидан оқиб чиқиши цитоплазманинг ўтказувчанлигига паст температура таъсир этишини тасдиқлайди, қизилчани сувга солиб қайнатилганда, қизил антоциан пигментининг ажралиб чиқиши юқори температура таъсирини кўрсатади.

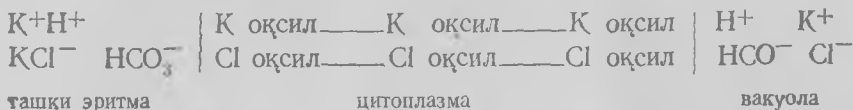
Ҳужайра ичига моддаларнинг қабул қилинишини биринчи бўлиб Г. Дютроше (1837) текширган. Унинг фикрича, сув ва сувда эриган бирикмалар цитоплазма тешикчалари орқали диффузия ҳодисасига биноан қабул қилинади. Моддаларнинг қабул қилиниши ташқи муҳитдаги моддаларнинг концентрацияси билан ҳужайрага қабул қилинган бирикмалар концентрацияси тенг бўлгунга қадар давом этади. Концентрациялар тенг бўлгач, ортиқча моддани ҳужайра қабул қилмайди. Бу назария ташқи муҳит концентрациясига нисбатан ҳужайрада баъзи бирикмаларнинг кўпроқ тўпланишини ёритиб бера олмайди.

Э. Овертоннинг (1899—1904) липоид назариясига асосан, плазмалемма мембранаси — липоид (оқсил ва ёғсимон модда) лардан ташкил топган. Мембрана орқали фақат липоидларда эрийдиган бирикмаларгина ҳужайра ичига ўта олади. Аммо, мембрана орқали липоидларда эрмайдиган моддаларнинг ҳам ўтиб кетганлиги аниқланган. Унинг бу ўтказувчанлик хусусиятига жуда мураккаб физиологик ҳодиса деб қаралади. Бу масала ҳозиргача тўла ечилмаган.

Кейинчалик сувда эриган моддаларни ва сувни ўтишини тушунтиришда «мозаик» назария ишлаб чиқилди. Бу назарияга асосан цитоплазма мембранаси кетма-кет жойлашган липоид ва оқсил участкаларидан иборат бўлиб, липоид участкалардан ёғларда эрувчан, оқсил участкалардан сув ва сувда эриган моддалар ҳужайрага ўтади.

Элементларни ҳужайрага қабул қилинишида нафас олиш жараёни муҳим аҳамиятга эга эканлиги ҳам тажрибалар асосида аниқланган. Масалан, картошка тугунакларини КВг эритмасига солиб, шу эритма орқали кислород ўтказилганда, нафас олиш нормал ўтганлигидан, К ва Вг элементлари миқдори нисбатан азот газини ўтказилганда К ва Вг элементлари кам тўпланганлиги кузатилади (Д. Хогланд ва Броер, 1936). Кўпчилик олимлар С. Брукса, Д. А. Сабининнинг (1940)

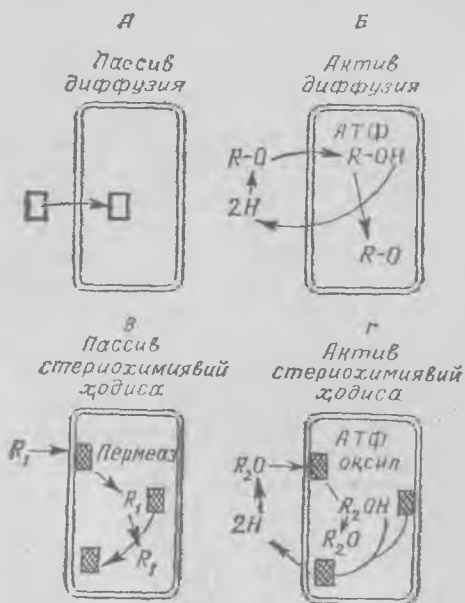
ионларнинг фаол ютилиш назариясини қувватлаб, улар ташқи муҳитдаги ион дастлаб ҳужайранинг плазмалемма қаватига адсорбциланиб, сўнгра ўрин алмашилиш реакциясига биноан ион ва молекуляр мезоплазма қаватига ўтади.



Схемада кўрсатилганидек, адсорбциланган катион ёки анион, ҳужайра ичидаги катион ёки анион билан ўрин алмашилиб, у ердаги оқсиллар билан қўшилади. Алмашилиш реакциясига асосланиб, элементларнинг қабул қилиниши нафас олиш жараёни билан боғлиқ.

Бошқа маълумотларда ўсимлик ва микроорганизм ҳужайраларига озик моддаларнинг ўтиши икки типда: диффузион ва ўзига хос стереохимиявий ўтиш асосида боради.

1. Пассив диффузион ўтиш, бунда фақат ҳужайра мембранасида эрувчан моддаларгина ўта олади (17-расм, а). Бунинг учун энергия талаб қилинмайди. Пассив диффузия ҳодисасида концентрацияси кучли бўлган жойдаги модда, концентрацияси кам бўлган жойга томон ҳаракатланади, яъни моддаларнинг химиявий потенциалига боғлиқ бўлади.



17-расм. Микроорганизм ва ўсимлик ҳужайраларига моддаларнинг ўтиши:

а — пассив диффузия; б — актив диффузия; в — моддаларнинг ўзига хос пассив стереохимиявий ва г — ўзига хос актив стереохимиявий ўтиши.

2. Ҳужайра мембранасида эримайдиган моддалар актив диффузион ўтиш тилига асосан ўтади. 17-расм б да кўрсатилганидек,  $RO$  бирикмасини мембрана орқали ўтиши учун  $RO$  моддасига водород иони қўшилиб  $R-OH$  гача қайтарилади. Бунда  $ATP$  таркибидаги энергия сарфланади. Ҳужайрага ўтган модда ( $R-OH$ ) таркибидан бўшаган водород қайтадан ташқи муҳитга чиқарилиб, оксид ҳолатдаги ( $R-O$ ) модда билан бирикди ва унинг ҳужайра ичига ўтишини таъминлайди.

3. Ҳужайра мембранасига моддаларнинг ўзига хос пассив стереохимиявий ҳодисага кўра ўтиши учун энергия талаб қилинмайди. Лекин бу вақтда ҳужайра-

га ўтадиган модда мембранада ўрнашган махсус оқсил — пермеаза билан комплекс бирикма ҳосил қилади. Сўнгра ташқи муҳитдаги модда ҳужайрага қабул қилинади (17-расм, в). Ҳужайрага модда қабул қилингандан кейин пермеаза (моддаларни ташувчи оқсил) бўшайди ва ташқаридан қабул қилиниши керак бўлган бирикманинг иккинчи молекуласини ўзига боғлаб олади.

4. Ҳужайра мембранасига моддаларнинг ўзига хос фаол стереохимиявий ҳодисасига кўра ўтиши бирмунча мураккаброқ бўлиб, у фаол диффузияни эслатади. Бунда ҳам энергия, ҳам актив водород талаб этилади (17-расм, г). Актив диффузион ўтишдан фарқ қиладиган томони шундаки, бунда ташқи муҳитдаги моддалар фаол оқсил бирикмалар ёрдамида қабул қилинади.

Махсус пассив ва фаол стереохимиявий ҳодисасига асосан ўтишда ҳужайра ичига қабул қилинадиган моддалар ундаги махсус оқсил молекуласига бирикиб комплекс модда ҳосил қилиниши керак. Бунинг учун қабул қилинадиган модданинг стереохимиявий тузилиши боғлаб оладиган (оқсил) модданинг стереохимиявий тузилишига ўхшаш бўлиши зарур. Шундагина ташқаридан қабул қилинадиган модда ташувчи оқсил (пермеаза ферменти) билан бирикиб комплекс модда ҳосил қилади. Комплекс моддадан ажралиб чиққан махсус модда ташувчи оқсил янги молекуланинг ҳужайрага ўтишини таъминлаб туради.

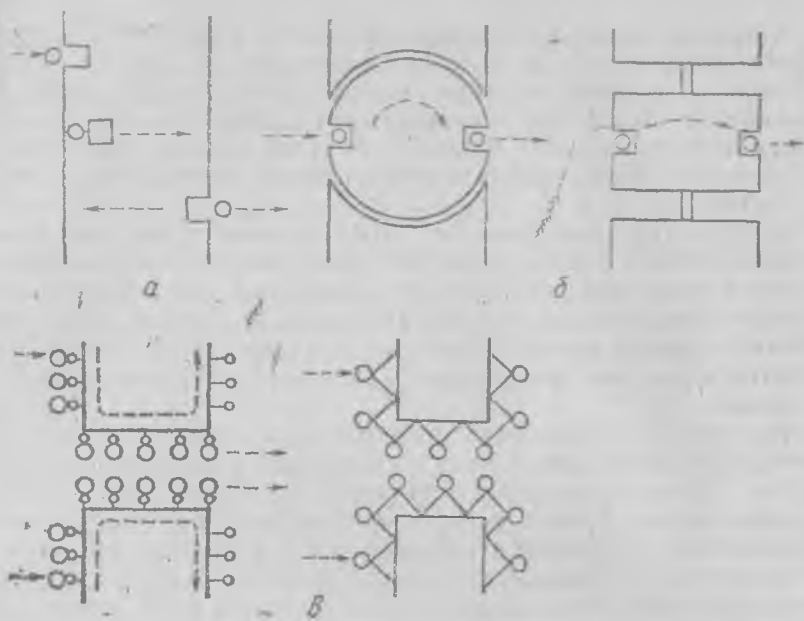
Пермеаза ферментлари цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусиятини кўпайтиради. Ҳозиргача пермеаза ферментининг фақат микроорганизмларда мавжудлиги аниқланган. Юксак ўсимликларда ҳам шунга ўхшаш фаол моддалар бўлиши керак.

Ҳужайра пўсти пектин, целлюлоза, гемицеллюлоза, оқсил ва бошқа моддалардан иборат. Шу ердаги оқсил молекулалари манфий ва мусбат зарядга эга бўлганлигидан муҳитдаги катион ва анионлар билан муносабатга киришиб, катионни ёки анионни ўзига боғлаб олади.

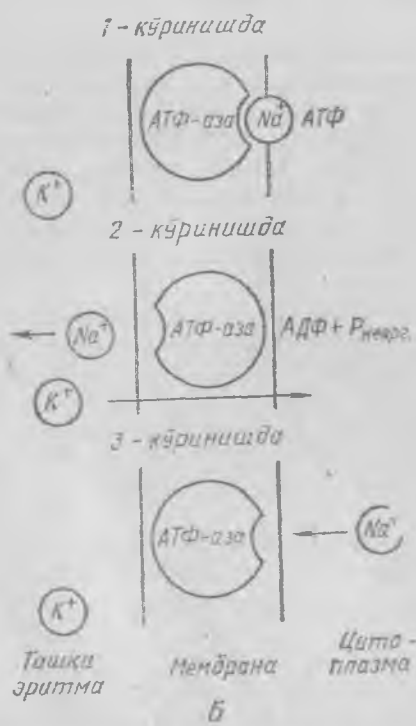
Бундан ташқари, ҳужайра пўстида тўпланган моддаларни ҳужайра ичига ўтишида плазмалемма мембранасида ионофор деб аталган бирикмалар ҳам мавжуд. Ионофорлар таъсирида плазмалемма мембранасида ҳосил бўлган тирқишлар орқали моддалар ҳужайра ичига ўтади ёки ионофорлар ҳужайрага ўтадиган модда билан комплекс бирикма ҳосил қилади. Ҳосил қилинган шундай комплекс бирикма ҳам ҳужайра ичига қабул қилинади.

Оқсил молекулалари ва ионофорларга боғланган моддалар диффузия асосида, айланма ҳаракат воситасида ва силжиш ҳодисасига биноан ҳужайрага қабул қилиниши 18-расм, А да келтирилган.

Шу йўсинда моддаларнинг ўтиши химиявий ёки электр градиенти (оз-кўплиги)га боғлиқ. Бошқача айтганда, химиявий йўл воситасида моддалар концентрик эритмадан бўш эритмага



A



Б

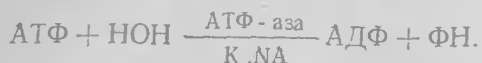
18-расм. А. а — диффузия; б — айланма; в — силжиш воситасида ҳужайрага моддаларнинг утиши:

утса, электрик градиентига биноан электр зарядлари кўп жойдан кам жойга томон силжийди. Бу типдаги моддаларнинг ҳаракатланиши учун энергия талаб қилинмайди.

Элементларнинг таълаб ютилиши, яъни кам ердан концентрацияси ёки электр заряди кўп бўлган жойга утиши учун нафас олиш жараёнида ҳосил қилинган АТФ таркибидаги энергия сарфланади. АТФ таркибидаги энергия, АТФ-аза ферменти фаоллигида пар-

Б. Цитоплазма мембранасида жойлашган АТФ-аза насоси (Вахмистров-ча).

чаланишидан ажраллади. АТФ нинг парчаланиши (гидролизланиши) калий ва натрий элементлар иштирокида фаоллашади:



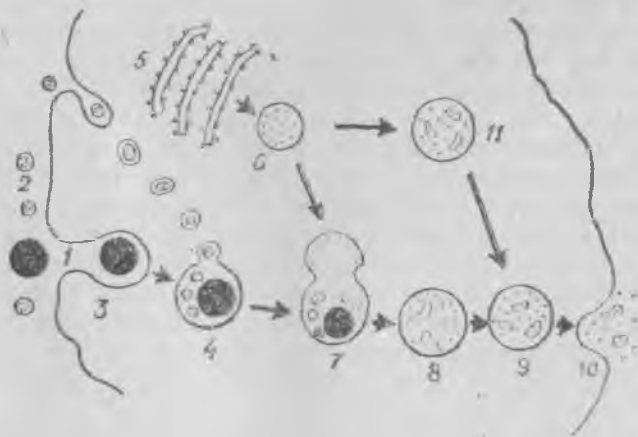
1 моль миқдордаги тузни хужайрага қабул қилиниши учун 4600 Ж энергия талаб қилинса, АТФнинг парчаланиши натижасида ҳосил булган 30 660 Ж/моль энергия ҳисобига, тахминан 7 моль модда хужайрага қабул қилинади.

Моддаларнинг градиентга қарама-қарши меъёрда фаол равишда хужайрага қабул қилиниши тубандаги схемада келтирилади.

Схемада кўрсатилганидек (18-расм, Б) хужайра ичида урнашган АТФ-аза, АТФ молекуласидан бўшаб чиққан энергия ҳисобига АТФ-аза молекуласининг шакли ўзгариб,  $\text{Na}^+$  ионини боғлагач, ташқарига чиқарилади ва унинг қайтиб ўзгаришида  $\text{K}^+$  иони хужайрага ўтишини таъминлайди. Бошқача айтганда, АТФ-аза молекуласи шу моддаларнинг ташқарига ёки ичкарига ўтишида асосий вазифани бажаради.

Моддаларнинг хужайрага қабул қилиниши пиноцитоз ҳодисасига асосан қуйидагича содир бўлади.

Льюис (1931) плазмалемма мембранаси сув ва унда эриган ташқи муҳит моддаларини ютганлигини кузатиб, бу жараённи пиноцитоз деб атаган. Пино — ичмоқ маъносини билдиради.



19-расм. Моддаларнинг хужайрага қабул қилиниши:

1, 2 — ташқи муҳитдаги катта-кичик моддалар; 3, 4 — моддаларнинг хужайра мембранасида ҳосил бўлган бўшлиқларга тупланishi; 5, 6 — турли ферментли лизосомаларнинг ҳосил бўлиши; 7 — лизосомадаги ферментларнинг пиноцитоз вакуолаларга қуйилиши; 8, 9 — вакуолада моддаларнинг ферментлар таъсирида парчаланиши; 10 — парчаланган моддалар (ҳазм бўлмаган ва ташландик қисмлар) нинг ташқарига чиқарилиши; 11 — цитоплазма қолдиқларининг парчаланиб ташқи муҳитга чиқарилиши.

Пиноцитоз жараёни барча тирик организмларга мансуб. Пиноцитооз жараёнида плазмалемма ҳужайра ичига ботган (инвагинация) қопчиқчалар шаклида кўринади. Қопчиқларнинг ҳосил бўлиш механизми 2 фазадан ташкил топган. Биринчи фазада қабул қилинадиган модда плазмалеммага адсорбциланади, иккинчи фазада ботиқ чуқурча ҳосил бўлиб адсорбциланган бирикма чуқур ичига ўраб олинади (19-расм).

Пиноцитоз жараёнида митохондрийларнинг кўп тўпланиши метаболитик энергия зарурлигини исботлайди. Нафас олиш жараёнини тўсадиган моддалар билан таъсир этганда пиноцитоз ҳодисаси кузатилмайд.

### **Ҳужайрага сув ва сувда эриган моддаларнинг қабул қилинишида осмотик босим ва шимиш кучларининг аҳамияти**

Ҳужайрага моддаларнинг ва сувнинг ўтишида диффузия ва осмос жараёнлари муҳим аҳамиятга эга.

Ярим ўтказувчи пардаси бўлмаган идишга ҳар хил концентрацияли икки ёки бир неча хил моддаларни сақлаган эритмаларни бир-бирига қўшганда, уларнинг ион ва молекулалари ҳаракатланиб аралашшига диффузия дейилади. Масалан, мис сульфатнинг концентрланган эритмасига ёки кристаллари устига эҳтиётлик билан сув қўшилса, мис сульфат ион ва молекулалари юқори концентрацияли муҳитдан паст концентрацияли муҳитга қараб ҳаракатланади. Натижада тиниқ сув мис сульфат иони ва молекулалари ҳисобига оч ёки тўқ яшил тусга киради, яъни диффузия ҳодисаси содир бўлади. Сув молекулалари ҳам ўз навбатида сув кам бўлган муҳитга, мис сульфат эритмасига қараб ҳаракатланиб, улар билан аралашади.

Диффузия ҳодисаси эритмаларнинг концентрацияси тенглашгунга қадар давом этади. Диффузия жадаллиги моддалар зичлигига боғлиқ. Газлар орасидаги диффузия эритмалари орасидаги диффузияга нисбатан жадал ўтиб, газлар бир-бири билан тезда аралашади. Масалан, эфир ёки атир тўкилса, шу моддалар молекулалари муҳитга зудлик билан тарқалганлигини тезда пайқаб олиш мумкин.

Ҳар хил концентрацияли эритмаларни бир-биридан чала ва ярим ўтказувчи парда орқали ажратилганда ҳам диффузия ҳодисаси кузатилади. Моддаларнинг чала ўтказувчи пардалар орқали диффузияланишига осмос ҳодисаси дейилади. Осмос ҳодисаси чала ўтказувчи пардаларнинг табиатига боғлиқ.

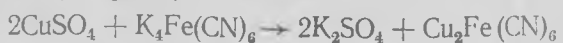
Осмос ҳодисасини кузатиш учун идиш чала ўтказувчи парда орқали иккига бўлинади. Шу идишнинг бир томонига концентрланган шакар, иккинчи томонига тоза сув қуйилади. Шакар молекулаларига нисбатан сув (эритувчи) молекулалари кичик ва ҳаракатчан бўлганлиги учун улар ярим ўтказувчи парда орқали эритмага тез ўтади. Эритма ҳажми маълум даражага етгач, у сувнинг ўтишига тўсқинлик қилади. Эритма ичига



эритувчининг ўтишига тўсқинлик кўрсатган куч осмотик босим кучи деб аталади.

Осмотик босим кучини аниқлайдиган асбоб осмометр дейилади. Г. Дютроше (1837) турли концентрацияли эритмаларнинг осмотик босим кучини аниқлашда ҳайвон пуфагини ярим ўтказувчи парда сифатида қўлланган.

М. Траубе (1867—1874) тажриба далилларига асосланиб В. П. Пфэффер (1887) анорганик моддалардан ярим ўтказувчи парда ҳосил қилиш учун 1 н ли  $\text{CuSO}_4$  эритмасини сопол идиш ичига солиб, шу идишни 1 н ли  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  эритмасига ботирган. Сопол идиш тешикчаларига кирган  $\text{CuSO}_4$  молекулалари билан  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  қуйидагича реакцияга киришиб  $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$  пардаси ҳосил қилган (20- расм):

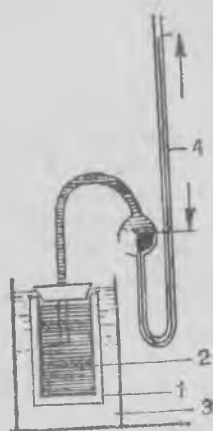


Сопол идиш тешикчаларида чала ўтказувчи парда ҳосил бўлган.

Шу идиш ичига кучли шакар эритмасини солиб, идиш оғзи манометр ўрнатилган каучук тиқин (пробка) билан маҳкам беркитилади ва идиш сувга ботирилади. Маълум вақт ўтгач, манометрдаги симоб устуни аста-секин юқорига кўтарилиб, бир нуқтада тўхтаб қолади. Бу нуқта осмотик босим кучини кўрсатади.

Осмотик босим кучи эритма концентрациясига, эригад модда заррачалари миқдорига ва муҳит температурасига тўғри пропорционал. Бошқача айтганда, эритма концентрациясининг ортиб бориши, температуранинг кўтарилиши ва моддалар заррачаси кўпайиши билан осмотик босим кучи ҳам ортади. Эритмада шакар каби электролитик бўлмаган, яъни ионларга тарқалмайдиган моддалар 1 моляр эритмасининг  $0^\circ\text{C}$  даги осмотик босим кучи 22,4 атмосферага тенг. Ионларга тарқаладиган моддалар 1 моляр эритмасининг  $0^\circ\text{C}$  даги осмотик босим кучи электролит бўлмаган эритмаларга нисбатан урта ҳисобда 1,5 марта ортиқ бўлади. Шу айирмани кўрсатадиган сон изотоник (Вант-Гофф) коэффициентини деб аталади. Бу кўрсаткич  $i$  ҳарфи билан белгиланади. Изотоник коэффициент эритманинг нормаллигига боғлиқ. Масалан, эритманинг концентрацияси 0,01 молга тенг бўлса, изотоник коэффициент 1,93; 0,8 молярда 1,64 га тенг бўлади.

Эритмаларнинг осмотик босим кучини ҳисоблашда Вант-Гофф қуйида келтирилган Моделлер



20- расм. Пфэффер осмометрининг схематик тuzилиши:

1 — сопол идиш; 2 — осмотик босим кучи аниқландиган эритма; 3 — сув солинган идиш; 4 — манометр.

тавсия этди. У тенгламага изотоник коэффициентни ҳам киритди:

$$P = RT C_i$$

Тенгламада:  $P$  — аниқланадиган осмотик босим кучи;  $R$  — газлар константи (0,08207);  $T$  — абсолют температура;  $C$  — изотоник эритма концентрацияси ва  $i$  — изотоник коэффициентни ифодалайди.

Ўсимлик ҳужайраларидаги ёки тирик организмлардаги осмотик босим кучини плазмолиз усулида, курсатиб ўтилган тенглама асосида аниқланади. Ўсимлик ҳужайрасини бирор кучли эритмага ботирганда вакуоладаги сув чиқиб кетганидан цитоплазма ҳужайра ичига тортилади, яъни ҳужайра пўстдан ажралади.

Ҳужайра пўстидан цитоплазма қаватининг ажралиши плазмолиз деб аталади (21-расм). Осмотик босим кучи ҳужайрадаги коллоид, эриган моддалар миқдори ва шу моддаларнинг заррачалар сонига боғлиқ.

Плазмолиз ҳолатидаги ҳужайранинг осмотик босим кучи кам бўлган эритма ёки сувга ботирилганда эритмадаги сув молекулалари ҳужайра ичига ўтиб, ҳужайра пўстидан ажралган цитоплазма қайтадан ўз ўрнига, яъни ҳужайра пўстига бориб тақалади. Бу ҳодиса деплазмолиз дейилади.

Ташқи муҳит эритмасининг осмотик босим кучи ҳужайра осмотик босим кучидан кўп бўлса гипертоник, кам бўлса гипотоник, ҳужайра ва эритмаларнинг осмотик босим кучлари бири-бирига тенг келса, изотоник эритма дейилади.

Осмотик потенциали кучли бўлган ўсимлик ҳужайрасини сувга солганда ташқаридан сув ҳужайрага ўтиб, ҳужайра таранглашиб, тургор ҳолатга келади. Ҳужайрани тургор ҳолатга келтирган куч тургор босим кучи дейилиб,  $T$  ҳарфи билан ифодаланади. Тургор босим кучи таъсирида ҳужайра пўсти кенгайди ёки чўзилади. Бироқ, ҳужайра пўсти ҳам маълум даражага кенгайиб, тургор босимига тенг булган куч билан қаршилик кўрсатади. Бу куч  $W$  ҳарфи билан белгиланади. Ҳужайра сувга тўйинганда осмотик босим кучи, тургор босим кучи ва унга қарши кучлар ўзаро тенглашади:

$$P = T = W$$

Ўсимлик ҳаётида ҳужайранинг осмотик босим кучи муҳим аҳамиятга эга. У ҳаёт жараёнларининг ўз вақтида ва изчиллик билан



21-расм. Ҳужайрада плазмолиз ҳодисаси:

1 — ботиқ; 2 — қавариқ плазмолиз.

ўтишини таъминлайди. Осмотик босим кучи ҳужайрага сув ва сувда эриган моддалар қабул қилинишида, ўсимлик танасини тетик сақлашда хизмат қилади.

Ўсимликнинг осмотик босим кучи унинг тури ва яшаш шароитига кўра ҳар хил бўлади. Масалан, чучук сувда ҳаёт кечирувчи ўсимликларда осмотик босим кучи 1,5—2 атмосферага, дашт ва чўл ўсимликларида 15—20 ва шўр тупроқларда ўсадиган ўсимликларда 50—80 атмосфера босимига тенглашиб қолади. Шўр тупроқларда ўсадиган ўсимликларнинг осмотик босим кучи ҳужайра қабул қилган анорганик ва осмотик актив бирикмалар ҳисобига кўпаяди. Шу айтганларни қуйидаги жадвал рақамларидан ҳам кўриш мумкин.

5-жадвал

Ўсимликнинг яшаш муҳити	Осмотик потенциали (атмосфера босими ҳисобида)
Чучук сувлардаги ўсимликларда	1,5—2,0
Нам, зах ва жуда соя ўрмон ўсимликларида	5,8
Дашт ва чўл ўсимликларида	15—20
Шўр сувли кул ва денгиз ўсимликларида	25—30
Шўрхок тупроқларда ўсган ўсимликларда	50—80 ва ундан ҳам ортиқ

Ўсимликнинг турли органларида осмотик босим кучи ҳам турлича бўлади. Масалан, поянинг ўсиш нуқтаси (конуси)даги ҳужайраларнинг осмотик босим кучи 22,1 атм га тенг бўлса, сув етарли бўлганда илдиз ҳужайраларининг осмотик босим кучи 5,9 атм дан ортмайди.

6-жадвал

Тупроқдаги сув миқдори, %	Осмотик босим кучи	
	ер усти қисмида, % (учки ўсиш конусида)	ўсимликнинг илдизида, %
11	26,5	12,0
16	24,4	7,8
23	23,1	7,2
31	22,1	5,9

Бироқ ташқи омилларнинг ўзгариши, ҳужайрада анорганик моддаларнинг кўп ёки оз тўпланиши, осмотик фаол моддаларнинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб туриши ҳужайра осмотик босим кучини белгилайди.

Ўсимликларнинг ўсиши, ҳаракатланиши, сувни ўзлаштириши, танаси бўйлаб ҳаракатланиши, туқималарнинг тетик ҳолда сақланиши, моддалар алмашилиш жараёнлари, уларнинг актив ёки пасив давом этиши ўсимлик осмотик босим кучига

боғлиқ бўлади. Жумладан, картошка, помидор каби ўсимликларда ҳаёт жараёнлари ўз вақтида фаол ўтиши учун осмотик босим кучи 8—12 атм бўлиши керак. Ундан кам ёки кўп бўлса, ўсимликларда моддалар алмашилиши жараёнлари суст боради ва уларнинг ўсиши ҳамда ривожланиши секинлашади.

Ҳужайрада сувни қабул қилишда осмотик босим кучидан ташқари шимиш кучи ҳам мавжуд. Уршпрунг ва Блюм (1918) ҳужайра шимиш кучини экспериментлар асосида аниқлаб, уни  $S$  ҳарфи билан ифодалашни тавсия этдилар. Шимиш кучи осмотик босим кучидан тургор босим кучининг айирмасига тенг бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$S = P - T$$

Осмотик босим кучидан тургор босим кучи қанча кўп фарқ қилса, шимиш кучи ҳам шунча кўп бўлади. Агар ўсимлик тўқимаси сўлиб қолган бўлса, шимиш кучи осмотик потенциал кучга тенглашади, яъни  $T=0$  бўлса,  $S=P$  га тенг бўлади.

Шимиш кучи билан осмотик ва тургор босим кучлари ўртасидаги муносабатни қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин:

7- жадвал

Хина ўсимлиги ҳужайрасининг физиологик ҳолати	Хина ўсимлиги ҳужайрасида осмотик кўрсаткичлар, атм ҳисобида		
	осмотик босим кучи	тургор босим кучи	шимиш кучи
Сувга туйинган ҳужайрада	9,3	9,3	0,0
Плазмоллиз ҳолатидаги ҳужайрада	10,5	0,0	10,5

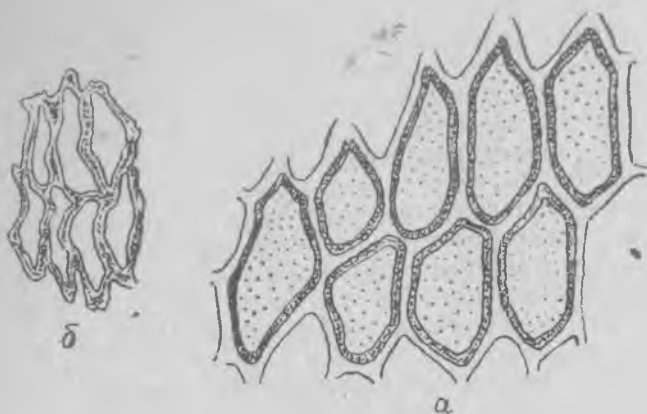
Жадвал рақамларига эътибор билан қарасак, ҳужайранинг плазмоллиз ҳолатида тургор босим кучи камайиб, шимиш кучининг кескин ошганлигини кўрамиз.

Академик Н. А. Максимов (1925) шимиш кучи айрим шариоитда осмотик босим кучига нисбатан анча кўп бўлганлигини кузатган. Бундай ҳодиса, айниқса ўсимлик тўқималари сулиб қолганда кузатилади.

Ўсимликнинг ёш ҳужайралари очиқ ҳавода қолдирилганда уларда плазмоллиз ҳодисаси содир бўлмайди. Сувни буғланган ҳужайра цитоплазмаси ичкарига тортилиб, ҳужайра пўстини ҳам ўзи билан тортади. Натижада ҳужайра пўсти циторриз ҳодисасига учрайди, яъни рижимланган шаклни эгаллайди (22- расм).

Циторриз ҳодисасида цитоплазма плазмоллиздагидек ҳужайра пўстидан ажралмайди. Натижада тургор босим кучи қуйидаги тенгламага асосан манфий ишорали бўлиб, шимиш кучи  $S=P-T$  бўлмасдан,  $S=P-(-T)$  ёки  $S=P+T$  бўлади.

Ўсимлик тўқималаридаги шимиш кучи (Лилиенштерн бӯ-



22- расм.

*a* — тургор ҳолатдаги *б* — сувини йўқотган, циторриз ҳодисасига учраган ҳужайра.

йича) шу тўқималар ҳажмига, В. С. Шардаков бўйича эса тўқима солинган эритма концентрациясининг ўзгаришига боғлиқ.

Ўсимлик тўқимасининг шимиш кучи эритманинг шимиш кучига тўғри келганлигини, яъни изотоник эритмани белгилаб олгандан кейин, қуйидаги тенглама асосида ўсимлик тўқимасининг шимиш кучи топилади:

$$S = RTC_i$$

Ўсимлик тўқимасининг шимиш кучини белгилаш билан уларнинг сувга эҳтиёжи аниқланади.

### Тирик организмлар ва табиатнинг жонсиз жисмлари ўргасидаги фарқлар

Осмотик ҳодисалар, цитоплазманинг қайишқоқлиги, ёпишқоқлик ва ўтказувчанлик хусусиятлари, уларнинг ташқи ва ички омиллар таъсирида ўзгариб туриши тирик организмларни табиатнинг жонсиз жисмларидан фарқини тасдиқлайди.

Бу фарқларнинг энг асосийси цитоплазманинг таъсирга жавоб қайтаришидир. Бошқача айтганда, тирик организмлар ташқи ва ички омиллар таъсирида қитиқланиш-қўзғалувчанлик хусусиятига эга.

Тирик организмлардаги қўзғалувчанлик хусусияти ташқи омиллар таъсирида жавоб қайтариш билан бирга, тўқималарда ҳам чуқур сифат ўзгаришларини келтириб чиқаради. Масалан, ёруғлик ёки бирор бошқа омил таъсирида цитоплазма ва ундаги органоидларнинг ҳаракатланиш тезлиги ўзгариши ёки юксак ўсимликларда кузатиладиган тропизм, настик ҳаракатлар таъсир қилувчи омилларга қараб интилиш ёки қочишни куза-

тибгина қолмай, балки ҳужайра ва тирик туқималарда биохимиявий ўзгаришларни ҳам юзага келтиради.

Цитоплазма оқсил бирикмаларининг амфотермлик хусусияти муҳит шароитига жавоб қайтаришда муҳим аҳамиятга эга. Муҳит ишқорий бўлганда шу муҳитни нейтраллашда оқсил молекуласи узининг кислоталик хусусиятини, кислотали муҳитда ишқорийлик хусусиятини юзага чиқаради.

Жонсиз табиат жисмларидан тупроқ ва унинг физик-химиявий хусусиятлари (иссиқлик, ёруғлик, намлик, шамол) иқлим шароитига кура ўзгаради. Масалан, иссиқ ва совуқ таъсирида жисмларнинг кенгайиши ёки торайиши, намлик таъсирида шу жисмларнинг эриб кетиши, тупроқ таркибидаги эртмалар ўртасидаги муносабатлар натижасида ҳар хил бирикмаларнинг ҳосил бўлиши каби физик-химиявий ўзгаришлар кузатилади. Аммо бу ўзгаришларда жонли мавжудотларда содир буладиган белгилар кузатилмайди.

Ер шарида табиати ташкил этишда қатнашган жонсиз жисмларнинг турлари жуда кўп. Жумладан, нефть, углерод, водород, кислород ва азот элементларининг турли нисбатда қушилишидан ташкил топган. Шунга қарамадан бу жисмлар тирик организм ҳисобланмайди.

Ҳамма тирик организм маълум шакл ва ҳажмга эга, улар тухтовсиз ва изчиллик билан моддалар алмашилиш жараёнини давом эттиради. Тирик организмлар ташқи омилларга мослашиш қобилиятига эга. Ҳаёт жараёнларининг бир-бири билан чамбарчас боғланган ҳолда ва изчиллик билан утиб туриши, тирик организмни жонсиз табиат жисмларидан фарқ қилишини тасдиқлайди.

Жонсиз жисмларда бир вақтнинг ўзида шу белгиларнинг фақат биттасигина кузатилади.

Тубан усимликларда актив ҳаракатланиш жараёнлари махсус орган (хивчин)лар воситасида, баъзиларида танасини тебратиш билан содир бўлади. Юксак усимликларда ҳаракатланиш турли-туман тропизм ва ҳужайра органларининг ҳаракатланишида кузатилади. Бундай ҳаракатлар доимо тирик организм нобуд бўлгунча давом этади.

Ҳаракатланиш жараёни, барча тирик организмларга хос бўлиб, айрим жонсиз жисмларда ҳам бу ҳодиса кузатилади. Жумладан, натрий метални сувга ташланса, у реакцияга киришиб, сув юзасида зудлик билан ҳаракатланади. Аммо унинг ҳаракати натрий эриб бўлгунча давом этади. Тирик организмларга хос белгилар бу реакцияда кузатилмайди.

Жонли организм ҳар хил вазифани бажарадиган турли ҳужайралардан тузилган. Ҳужайраларнинг ўзи ҳам турли органоидлардан ташкил топган гетероген системадир. Органоидлар эса фақат тирик организмга хос бўлган бирикмалардан тузилган. Жумладан, митохондрийнинг ҳажми кичик бўлишига қарамай, унинг таркибида бир неча турли юқори молекулали оқсил-ферментлар, оқсил ва ёғсимон липоидлар бўлиб, энергияга

бой АТФ бирикмаларини ҳосил қилишда қатнашади. Хужайра таркибидаги рибосомалар эса шу тирик организм учун хос булган оқсил бирикмаларини ҳосил қилишда иштирок этади.

Табиатда соф олтин, олмос каби бир жинсли элементлар (гомогенлар) ва айрим бирикмалар ҳолида учрайди. Тупроқ жонсиз, бироқ мураккаб жисм бўлиб, у турли-туман бирикмалар йиғиндисидан иборат гетероген система ҳисобланиб, жонли жисмлар қаторига қўшила олмайди. Тупроқдаги моддалар механикавий аралашиб, ўзаро химиявий усулда боғланади. Тупроқ, сув ва ҳаво таркибидаги химиявий моддалар тупроқдагидек ўзаро муносабатда бўлса ҳам, ўзининг мустақиллигини сақлайди. Бундай муҳитларда ҳам тириклик белгилари кузатилмайди.

Тирик организмларда ўсиш жараёни хужайра сонининг кўпайиши ва катталашиши ҳисобига содир бўлади. Бир хужайрали ва кўп хужайрали тирик организмларда ўсиш белгилари тана ҳажмининг катталашиши билан белгиланибгина қолман, балки ҳар бир хужайрада, туқима ва бутун бир органларда жуда мураккаб сифат ўзгаришлари юзага келиши билан белгиланади. Бу сифат ўзгаришлари ўсимликнинг ривожланишида унинг бир фазадан иккинчи фазага ўтишини таъминловчи асосий омилдир.

Жонсиз жисмларда ҳам ўсиш, яъни ҳажмининг катталашиши хоссалари мавжуд. Масалан, тўйинган эритманинг мувозанати бузилса, яъни ортиқча миқдорда эритилган моддалар молекулалари бир-бирига қўшилиб кетма-кет жойлашади ва ҳар қайсиси ўзига хос кристаллга айланади. Кристалл ҳажми маълум бир даражагача катталаша боради. Бунга шакар эритмасидан новвот ёки қанднинг ҳосил бўлиши мисол бўлади. Бу шакар молекулаларининг зичлашиши ҳисобига бўлиб, у ўзининг химиявий табиатини ўзгартмайди.

Тирик организмларда ташқи омилларга мослашиш (адаптация) ҳодисаси мавжуд. Ҳар қандай тирик организм ташқи шароит ўзгаришига жавобан ўз табиатини ўзгартиришга ва шу шароит омилларини ўзига сингдириб, келажак авлодга ўтказишда аста-секинлик билан, йиллар давомида мослаша бошлайди.

Мослашиш ҳодисасини аниқроқ тушуниш учун ўсимлик хужайрасидаги хлоропластлар шаклига ва ҳажмига эътибор берайлик. Сув остида ўсадиган ўсимликлар куёш нуридан тўлиқ фойдалана олмаганлиги туфайли, уларнинг хлоропласт (хроматофор)лари йирик-йирик бўлиб, япалоқ шаклда тузилган. Катта ҳажмли япалоқ хроматофорлар спирогира, зигнема, эдогониум ва бошқаларда учрайди. Ер устида ўсадиган ўсимлик хлоропластлари анча кичик бўлиб, тухумсимон ва юмалоқ шаклда тузилган.

Ўсимликларнинг ташқи муҳит омилларига мослаша олишини галофит ўсимликлар мисолида ҳам куриш мумкин. Масалан, шўр ерларда ўсадиган *Salicornia herbasia* ўсимлиги-

нинг уруғи шўр сувдагига нисбатан чучук сувда тезроқ униб чиқади (В. А. Келлер). Лекин эволюция жараёнида табиий танлаш натижасида бу ўсимликнинг ўзи шўрхок ерларда яшашга мослашган.

Хулоса қилиб айтганда, ҳар бир тирик организм яшаш учун курашиб ёруғликка, намликка, иссиқликка, озиқ моддалар турига, паразитлик ва бошқа ташқи омилларга бардош бериб яшашга мослашган.

Табиатнинг жонсиз жисмларида шароитга мослашиш мутлақо кузатилмайди. Аммо ош тузи сувда эритилса у эрийди, эритма буғлантирилса, у яна ўзининг кристалл ҳолатига келади.

Кўпайиш жараёни фақат тирик организмларга хос бўлиб, жонсиз жисмларда бундай жараён мутлақо сезилмайди. Ҳар бир тирик организм ўзига хос ирсий белгиларга эга бўлиб, шу ирсий белгиларни наслдан-наслга ўтказиб беришга мослашган. Ҳеч қачон шафтоли уруғидан олма, ўрикдан узум ва ёнғоқдан эман ўсиб чиқмайди. Бундан бир неча ўн ва юз йиллар аввал яшаган баъзи «олимлар» чувалчанглар ифлос сувларда ётган от қилидан, пашша чириган гўштдан, курбақа Нил дарёси суви остидаги лой (ил)дан пайдо бўлган, деган фикрларни қувватлаганлар.

Фан асосларини чуқур ўрганиб, тажриба далилларига таянган олимлар тирик организмлар фақат бўлиниш орқали ёки тухум ҳужайралари ёрдамида кўпайишини тасдиқладилар. Масалан, италиялик Франческо Реди 1680 йилда пашшанинг пайдо бўлишини текшириб, учта идишнинг ҳар бирига бир хил массада гўшт солиб, бирининг оғзини бир қават доқа, иккинчисини пергамент қоғоз билан маҳкам беркитиб, учинчи идиш оғзини очиқ қолдиради. Оғзи очиқ идишдаги гўшт устида қуртлар пайдо бўлган. Оғзи берк идишларда гўшт чириб қолишига қарамай, ҳеч қандай тирик мавжудот ҳосил бўлмаган.

Бу тажриба оғзи очиқ идишдаги гўштга пашша тухум қўйганлигидан, унда пашшалар ривожланган. Усти ёпиқ идишдаги гўштларда тириклик аломатлари кузатилмаган.

Содда организмлар ҳужайраларининг бўлиниши билан кўпайса, юксак ўсимликлар эса махсус жинсий ҳужайраларда ишлаб чиқарилган уруғларнинг қўшилиб уруғланиши натижасида купаяди.

Жонсиз табиатда бундай мураккаб урчиш ҳодисалари мутлақо кузатилмайди. Тоғ жинсларининг механик равишда парчаланиши, темир-терсақларнинг майдаланиши, заррачалар сонининг кўпайишига олиб келса-да, бу ҳодисаларни кўпайиш деб тушуниб бўлмайди.

Баъзи бир организмлар, жумладан, вируслар, жонли мавжудотлар билан жонсиз жисмлар чегарасида туриб, тирик организм ҳужайраларида жонли мавжудот ҳисобланса, ундан ташқарида жонсиз табиат жисмлари қаторига киради. Кўп олимлар уларнинг фақат нуклеин кислоталардан ташкил топ-



ганлигини аниқладилар. Демак, вирус ва шунга ўхшаш бизга маълум бўлмаган бир хил бирикмаларга жонли табиат билан жонсиз табиатни ўзаро боғлаб турувчи омиллар деб қаралади.

## II б о б. ҲСИМЛИҚЛАРДА СУВ АЛМАШИНИШ ҲОДИСАЛАРИ

Табиатда сувнинг тарқалиши, физик ва химиявий хоссалари

Ер юзидаги барча тирик мавжудотлар ҳаёт жараёнлари сув билан ҳамбарчас боғлиқ бўлиб, сув етарли бўлгандагина тирик организмда кузатиладиган физиологик ва биохимиявий реакциялар ўз вақтида ва маълум изчилликда давом этади. Дарҳақиқат, тирик мавжудотлар таркибидаги сув миқдори 70—80% ни ташкил этиши, унинг муҳим аҳамиятга эга эканлигини тасдиқлайди. Сайёрамизнинг температураси, деярли бир меъёردа сақланиб туриши ҳам Ер шаридаги сув ҳавзаларининг фаолиятига боғлиқ. Чунки баҳор ва ёз ойларида қуёшдан ерга етиб келадиган электромагнит — ёруғлик энергияси океан, денгиз, қўл, тупроқ ва дарё сув ҳавзалари томонидан ютилиши туфайли атмосфера температурасининг пасайишига олиб келади. Куз ва қиш фаслларида ҳам, баҳор ва ёзда ҳам сув ҳавзаларида тўпланган ёруғлик, иссиқлик энергияси аста-секинлик билан ажралиб турганлигидан атмосфера ҳавоси ҳаддан ташқари совиб кетмайди. Хулоса қилиб айтганда, Ер юзидаги сув ҳавзалари атмосферадаги температуранинг бир хил сақланишини таъминлайди. Айтганлардан ташқари сув ҳавзалари завод-фабрикалардан, ўрмонларнинг ёнишдан, вулканлар отилишидан ва барча тирик организмларнинг нафас олишидан ажралиб чиққан карбонат ангидридни ютиши билан атмосферанинг тозаланишида иштирок этади. Бу ҳол  $\text{CO}_2$  гази кўплаб тўпланишидан ҳосил бўладиган ҳодисанинг пасайишига олиб келади.

Шу билан бирга сув таъсирида тоғ жинсларининг нураши ва емирилиши натижасида ер юзасининг манзараси чуқур ўзгаришларга учрайди. В. И. Вернадскийнинг айтишича, сайёрамиздаги энг муҳим геологик жараёнларнинг келиб чиқишида сув билан тенглашадиган омилни учратмаймиз.

Ер шарида сувнинг умумий миқдори 1,5 млрд  $\text{км}^3$  чамасида бўлиб; тубандаги жадвал рақамларига кўра сайёрамизнинг турли қисмларида тарқалганлиги кузатилади.

Сув табиатда буғ, суюқлик ва муз шаклларида учрайди. Сув тирик организмларнинг ҳаёт фаолиятида муҳим ўринни эгаллайди. Тирик организмлар тана температураси, сув туфайлигина деярли бир хил даражада сақланади. Сув эритувчи сифатида тирик организмларда содир бўладиган физиологик ва биохимиявий жараёнларнинг нормал ўтишини таъминлайди.

Гидросфера қисмлари	Сув миқдори, куб километр (км <sup>3</sup> ) ҳисобида
Ер шарига океан ва денгизларда	1.370.000.000
Континентал қуруқликларда, жумладан, ер ости сувларида	90.009.000
музликларда	60.000.000
кулларда	29.000.009
тупроқдаги намликда	750.000
атмосферада (туман, буғ, булут, қор, ёмғир томчилари)	75.000
тирик организмларда	13.000
дарёларда	6.000
	1.200

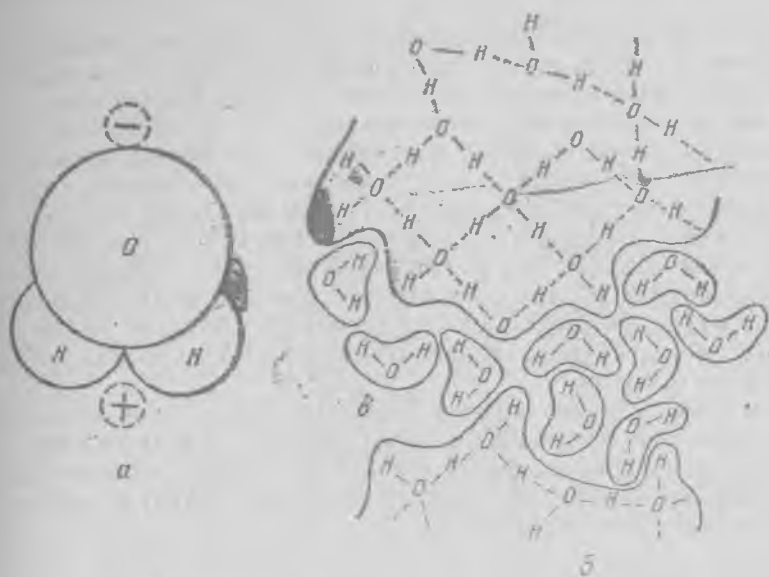
Сув ўсимликларнинг озикланиши учун зарур, чунки ўсимликлар моддаларни сувда эриган ҳолатда узлаштиради. Фотосинтез жараёнида сув таркибидаги водород ҳисобига углеводлар синтезланади. Сувдан ажралиб чиққан кислород эса эроб шароитда ҳаёт кечирадиган тирик организмларнинг нафас олиш жараёнида сарфланади.

Сув рангсиз, шаффоф булганлиги учун қуёш нурининг барг тўқималаридаги хлоропластларга етиб боришига тўсқинлик қилмайди. Унинг бу хусусияти, айниқса, сув остида ўсадиган ўсимликлар учун жуда муҳимдир.

Сув водороднинг енгил атоми протий (<sup>1</sup>H) билан кислороднинг турли массадаги атомларининг (изотопларнинг) қўшилишидан ҳосил бўлган. Унинг молекуласи Н<sup>16</sup> О; Н<sup>17</sup> О ва Н<sup>18</sup> О шаклида ифодланади. Дейтерий водород деб аталган <sup>2</sup>H ёки D водороднинг масса атоми турли атом массасидаги кислород изотоплари билан қўшилиб, оғир (масса) сув молекулаларини — D<sub>2</sub><sup>16</sup> О; D<sub>2</sub><sup>17</sup> О ва D<sub>2</sub><sup>18</sup> ҳосил қилади. Оғир сув 101, 43°С да қайнайди, 3,82°С да зичлашади. Солиштирма массаси 1,104г. Оғир сув тирик организмларга салбий таъсир этади.

Протий деб аталган енгил водород битта протондан ташкил топган. Дейтерий деб аталган водород ўз таркибида битта протонни ва битта нейтронни сақлаганлигидан, протий водородга нисбатан унинг массаси икки марта оғир. Дейтерий билан кислород қўшилишидан ҳосил бўлган сув «оғир сув» деб юритилади. Оғир сув илмий-тадқиқот ишларида «нишонланган атом» сифатида ва атом энергетикасида кенг қўлланилади. Бироқ оғир сув тирик мавжудотлар учун зиёнлидир.

Булардан ташқари табиатда тритий (Т) деб аталган водород ҳам учрайди. Унинг маъзи таркибида битта протон ва иккита нейтрон борлигидан оддий сувга нисбатан 3 марта оғир. Тритийнинг кислород билан қўшилишидан «ҳаддан ташқари оғир сув» молекулалари ҳосил бўлади. Бундай сув молекулалари унинг ичида жуда камдан-кам, яъни 10<sup>17</sup> молекула оддий



23- расм.

а — сув молекуласида кислород ва водород ионларининг боғланиш тартиби; б — суяк сув таркибида водород боғламлари ҳисобига ҳосил бўлган кластерлар; в — эркин сув молекулаларининг жойлашиши (Френк-Винча).

сувда, фақат бир молекула ҳаддан ташқари оғир сувга туғри келади. Бундай сув атом энергетикасида ишлатилади.

Химиявий жиҳатдан сув оксидланган водород булиб, у жуда турғун бирикмадир. Сув  $1500^{\circ}\text{C}$  дан юқори температурада (термодиссация), ультрабинафша нур (фотодиссация), электр токи (электролиз) ва радиоактив нурлар (радиализ) таъсиридагина водород ва кислородга ларчаланadi. Сув иштирокида кўпгина бирикмаларнинг гидролизланиши, бошқа бирикмалар билан тезда қўшилиши унинг энг муҳим ва характерли химиявий хусусиятидир.

Физик хоссаларига кўра сув таъмсиз, ҳидсиз, рангсиз, суяқ ва шаффоф модда, қалин қаватли сув ҳаворанг бўлади. Цельсий термометрида сув  $100^{\circ}\text{C}$  (Реомюр термометрида  $80^{\circ}$ ) да қайнаб,  $0^{\circ}\text{C}$  да музлайди.

Турли эритмалар юқори температурада кенгайиб, паст температурада зичлашади. Сув ўзига хос хусусияти билан бундай эритмалардан кескин фарқ қилади. Сув  $+4^{\circ}\text{C}$  да (аниқроғи  $+3,98^{\circ}\text{C}$ ) зичлашиб, шу нуқтадан паст ёки юқори температурада унинг зичлиги камайиб, ҳажми ортади. Масалан,  $+4^{\circ}\text{C}$  даги  $100\text{ см}^3$  сувнинг температурасини  $0^{\circ}$  га туширилса, у музлаб ҳажми  $108,7\text{ см}^3$  бўлади, яъни  $8,7\text{ см}^3$  бўлади, яъни  $8,7\text{ см}^3$  га ортади.

Сув молекуласи (23- расм, а) нинг структураси тенг томонли учбурчак ҳосил қилиб, унинг ён бурчакларида иккита мус-

бат (+) зарядли водород атомлари, учиди битта манфий (—) зарядли кислород атоми жойлашган. Кислород билан водород атомлари ўзаро ковалент боғланган. Шунга биноан сув молекуласи кучли электик хусусиятга эга. У ўз атрофидаги молекулалар билан водород боғламлари воситасида боғланади. Натижада бир неча сув молекуласидан ташкил топган. 23-расм, б да кўрсатилганидек тўпламлар ҳосил бўлганлигидан уларга кластир дейилади. Улар орасида молекула шаклидаги сув ҳам тарқалган. Қор ва муз таркибидаги сув молекулаларининг ҳаммаси водород боғлари билан боғланган. Температура 0°C га кўтарилганда водород боғлари билан боғланмаган сув молекулаларининг миқдори 15%, +25°C да 20% атрофида бўлади.

Сувнинг иссиқлик сиғими бошқа қаттиқ ва суюқ моддаларнинг иссиқлик сиғимига нисбатан юқори. Унинг куз ва қиш фаслларида секинлик билан совиши, ёз ойларида секинлик билан иссиши ер шаридаги температуранинг маълум тартибда сақланишини таъминлайди.

### Ўсимликлар учун сувнинг аҳамияти

Ўсимлик ва бошқа организмлар учун сувнинг қанчалик муҳим аҳамиятга эга эканлигини транспирация жараёнидан ҳам билиш мумкин. Ўсимлик иссиқлик энергиясини кўп миқдорда сарфлаши туфайли унинг тана температураси пасаяди, яъни сув бўлганиб тана температурасини тартибга солиб туради.

Сувнинг ўсимлик танасида кўп ёки оз бўлиши биохимиявий жараёнларнинг йўналиши ва уларнинг жадаллигига таъсир этишини қуйидаги жадвал (Б. А. Рубин маълумоти) дан кўриш мумкин:

9- жадвал

Тўқима таркибидаги сув миқдори, % ҳисобида	Нафас олиш жадаллиги, % ҳисобида
100,0	100,0
87,6	121,3
78,4	188,7
72,4	204,2

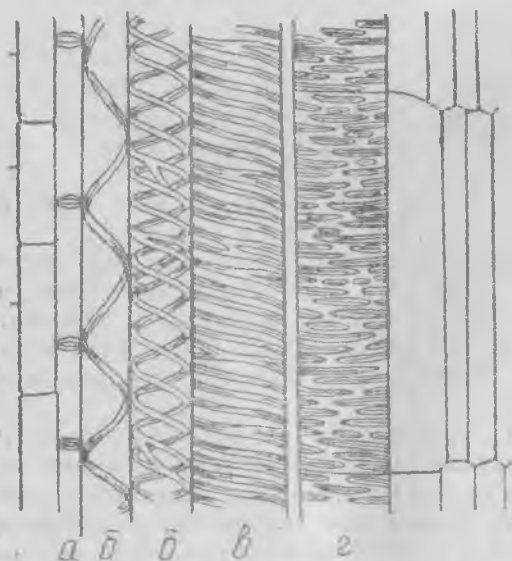
Сув миқдорини камайиши билан нафас олиш жадаллиги кескин ошганлигини жадвал рақамларидан кўриш мумкин. Бу эса тўқимада синтез жараёни секинлашиб, гидролиз жараёни фаоллашганлигини кўрсатади.

Сув танқислигида цитоплазманинг ёпишқоқлик даражаси кўтарилиб, моддалар алмашилиши сустлашади ва гидролиз жараёнларда ҳосил бўлган заҳарли моддалар ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ), ва  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) тўпланишидан ўсимлик нобуд бўлади.

ликларда гуттация ҳодисаси кузатилади. Нам тропик иқлимда ўсувчи ёмғир сезальпинияси ўсимлигидан гуттация ҳодисасида ажралиб чиққан шира кучли ёмғир — жалага ўхшайди. Колоказия эскулента ўсимлигида гуттация ҳодисаси жуда кучли бўлиб, минутига 200 томчи шира ажратади.

### Ўсимлик танасида сув ва эритмаларнинг ҳаракатланиши, уларни ҳаракатлантирувчи кучлар

Илдиз системаси қабул қилган сув ва унда эриган моддалар ўсимликнинг утказувчи найлари орқали юқорига қараб ҳаракат қилади. Бунга юқорига йўналган оқим дейилади. Фотосинтез жараёнида барглarda ҳосил бўлган органик моддаларнинг юқоридан пастга томон қилган ҳаракатни назарда тутиб, юқоридан пастга йўналган оқим дейилади. Бироқ, барглarda ҳосил бўлган органик бирикмалар пастда жойлашган органларга томон йўналибгина қолмай, балки ўсимликнинг юқорида жойлашган ўсиш конусларига ҳам оқиб



29- расм. Қсилема ва флоэма утказувчи найлари:

1. а — қилқисмон; б — спиралқисмон; в — нарвонқисмон; г — турқисмон қсилема найлари.
2. д — элакқисмон флоэма найи; е — йулдош хужайра.



30-расм. Баргнинг шимиш кучини кузатиш:

1 — симоб солинган идиш; 2 — симоб; 3 — қалин деворли шиша най (қайнатилган совуқ сув билан тўлдирилган); 4 — каучук тирқиш (пробка) 5 — каучук тирқишга ўрнатилган новда.

боради. Бу органик модаларнинг ҳаракатланиш оқими деб аталади.

Ўсимликларда ўтказувчи найлар борлигини биринчи бўлиб М. Мальпигий (1679) ва С. Гельз (1727) кузатган.

Оқим ўлик ҳужайралар орқали пастдан юқорига йуналган бўлиб, бунда катнашган найчалар қсилема элементлари, уларнинг йиғиндиси эса қсилема деб аталади. Юқоридан пастга йуналган оқимда тирик ҳужайралар иштирок этиб, уни ташкил қилган ҳужайралар туплами флоэма деб аталади (29-расм).

Флоэма ва қсилеманинг ўтказувчи найлари ҳамма юксак ўсимликлар учун хос бўлиб, уларни аниқлашда дарахт новдасидан фойдаланиш мумкин.

Илдизлари орқали сув ва унда эриган минерал тузлар ҳамда илдиз туқималарида пайдо бўлган баъзи бир органик бирикмаларнинг юқоридаги органларга қараб ҳаракат қилишида бир неча хил кучлар иштирок этади. Улардан бири илдиз босим кучидир.

Ана шундай энг муҳим кучлардан иккинчиси барг ҳужайраларининг шимиш кучидир. Барг ҳужайраларининг шимиш кучи воситасида, баланд ўсган дарахтлар тупроқдаги сувни осонлик билан шимиб олади. Илдиз босим кучи пастда жойлашган куч бўлса, шимиш кучи юқорида жойлашган куч дейилади (30-расм).

Сув молекулалари ўртасидаги илашиш-боғланиш учинчи кучдир. Немис олими О. Реннер ва швейцариялик олим А. Уршпрунг сув молекулалари ўртасидаги боғланиш-илашиш кучи 300—350 атм босим кучига тенг эканлигини аниқладилар. Бу куч сув йўллариининг узилиб қолишига тўсқинлик қилади.

Ўтказувчи капилляр найларнинг (юзаки) тортиш кучи тўртинчи кучдир. Ингичка капилляр найларнинг тортиш кучи, сув тасмасининг узилиб кетишига тўсқинлик кўрсатади. Ўсимликларнинг ўтказувчи найларидаги ҳаракатланиш тезлиги жуда секин бўлса-да, бир соатда бир неча метр масофани ўта олади.

## Илдиз системасининг аҳамияти ва унинг фаол ишлаши учун ташқи омилларнинг таъсири

Юксак ўсимликларнинг жадал ўсиши ва ривожланиши учун илдизлари яхши ривожланган бўлиши керак. Ўсимликларнинг илдизлари уларнинг тури, яшаш шароитига кўра тупроққа юза ёки чуқур жойлашганлиги жадвал рақамларидан кўринади.

13-жадвал

Ўсимлик тури	Илдиз жойлашган чуқурлик, м	Ўсимлик тури	Илдиз жойлашган чуқурлик, м
Ғалладошлар	1,5—2	Шувоқ	3,5
Қарам	1,5	Бўзтикан	6,0
Пиёз	1,0	Янтоқ	15—18

Ўсимликнинг ер устки қисмлари қанчалик яхши ривожланган бўлса, илдизлари ҳам шунчалик ва ундан ҳам кучли ривожланган бўлади. Масалан, бир туп сулининг илдизларини бири-бирига уланганда, унинг умумий узунлиги 87,4 км га боради. Бир туп бугдой илдизларининг умумий узунлиги 71,1 км га боради. Хулоса қилиб айтганда, ўсимлик илдизлари қанчалик яхши ривожланган бўлса, у керакли озиқ ва сув билан шунчалик яхши таъминланади.

Илдизларнинг фаол ишлаши учун тупроқ таркибидаги ҳаво етарли бўлиши талаб этилади. Ҳаво етишмаса, илдиз ҳужайраларида анаэроб нафас олиш жараёни бошланиб, ўсимлик учун заҳарли ҳисобланган  $\text{CO}_2$  гази, этил спирт тўпланади, натижада ўсимлик нобуд бўлади. Тупроқдаги ҳаво бушликларини сақлаб қолиш учун экинлар бостириб суғориюлмаслиги керак.

Тупроқ эритмасининг концентрацияси кучли бўлиши илдизларнинг нормал ишлашига тўсқинлик қилади, яъни унинг осмотик босим потенциали ҳам кучли бўлади. Натижада илдиз тукчалари концентрик эритма таркибидаги сувни шимиб ола олмайди. Аксинча, бундай пайтда тупроқ эритмаси илдиз тукчаларидаги сувни шимиб олиб, илдизларни сувсизлантириб қўяди. Тупроқдаги концентрик эритма таркибда сувнинг кўп бўлишига қарамай, бу сувдан ўсимлик фойдалана олмайди. Бундай тупроқлар физиологик қуруқ тупроқлар дейилади.

Илдизларнинг нормал ривожланиши учун оптимал температура ва ўсимлик учун зарур озиқ моддалар бўлиши керак.

### Тупроқдаги сув турлари

Айтиб ўтилганлардан ташқари, тупроқда сувни боғлаб турувчи бир неча кучлар ҳам мавжуд. Булар сувнинг ўз масса кучи, тупроқ заррачаларининг адсорбциялаш кучи, капилляр

найларнинг юз тортиш кучи ва, ниҳоят, тупроқ таркибидаги минерал ва органик моддаларнинг сув молекулалари билан бўладиган муносабатлари натижасида юзага келадиган осмотик кучлардир. Шу кучлар туфайли, тупроқда гравитацион, капилляр, адсорбциланган (парда) гигроскопик ва имбибицион сувлар мавжуд.

Гравитацион, капилляр ва қисман парда сувлар ўсимлик учун фойдали, гигроскопик, адсорбциланган ва имбибицион сувлар ўсимлик учун фойдасиздир. Демак, ўсимлик тупроқдаги сувнинг ҳамма турини қабул қила олмайди, унда қандайдир, миқдорда фойдаланмаган сув қолиб кетади. Бу қолдиқ сувга сўлиш коэффициенти ёки улик заҳира сув дейилади.

Сўлиш коэффициентини тупроқнинг механик таркибини аниқлаш йўли билан белгилаш осон. Бунинг учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$Q = \text{қум } \% \times 0,01 + \text{чанг } \% \times 0,12 + \text{лой } \% \times 57.$$

Тупроқнинг турига қараб сўлиш коэффициенти ҳам ҳар хил бўлганлиги қуйидаги жадвалдан кўринади.

14- жадвал

Тупроқ тури	Тўла сув снгими, %	Сўлиш коэффициенти, %
Қумоқ тупроқ	23,4	0,9
Қумлоқ тупроқ	28,0	2,6
Елгил бўз тупроқ	33,4	4,8
Оғир бўз тупроқ	47,2	9,7
Лой тупроқ	64,6	16,2

### Транспирация жараёни ва унинг ўсимлик учун аҳамияти. Барг оғизчаларининг тузилиши

Ер юзидан ва сув сиртидан сувнинг буғланиб туришини ҳамма кузатган бўлса, ўсимлик танасидан сувнинг буғланишини кузатиб бўлмайди. Сувнинг буғ ҳолига келиши физик жараён бўлиб, унинг ўсимлик танасидан буғланиши эса организм учун хос физиологик жараён ҳисобланади. Бунга транспирация жараёни дейилади. Улар қуйидаги хусусиятлари билан фарқ қиладилар.

Ер юзидан ва сув сиртидан сув бир текис ва узлуксиз буғланиб туради, буғланиш миқдори эса температурага боғлиқ. Температура кўтарилиши билан буғланадиган сув миқдори ҳам тўхтовсиз орта боради.

Ўсимлик танасидан сув узлуксиз ва бир текис буғланмайди, аввало кўпроқ буғланади, кейинчалик температура кўтарилиши билан баргдаги оғизчалар (хужайралар сувсизланиб) ёпилиб қолиши туфайли буғланиш секинлашади.



Ҳаво қуруқ келганда ер юзидан ва сув сиртидан сув тез ва кўп бугланади.

Сув буғлари билан тўйинган муҳитда буғланиш сезилмайди. Усимлик тўқимасидан эса оз бўлса ҳам сув буғланиб туради ёки сиқилиб чиқарилади. Буғланиш, нафас олиш жараёнида ажратилган иссиқлик энергияси ҳисобига содир бўлади.

Транспирация жараёнининг аҳамияти қуйидагилардан иборат:

а) сув ва сувда эриган моддаларни ўсимликнинг юқорида жойлашган органларига етказиб беради;

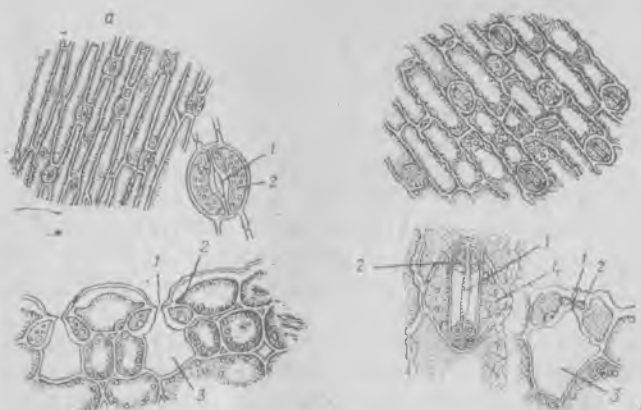
б) фотосинтез жараёнининг тўхтовсиз давом этишини таъминлайди. Чунки ҳаводаги карбонат ангидрид барг оғизчалари орқали ўтиши керак. Агар барг оғизчалари ёпиқ бўлса,  $\text{CO}_2$  барг тўқимасига ўта олмайди ва фотосинтез жараёни кескин секинлашади. Транспирация жараёни туфайли барг оғизчалари очиқ бўлиб, унинг тўқимасига  $\text{CO}_2$  гази ўтишига имкон яратилади;

в) ташқи муҳитга нисбатан ўсимлик тана температурасининг анча паст бўлиши туфайли, унинг кучли қуёш нури таъсирига бўлган бардошлиги ортади;

г) ферментларнинг жадал ишлаши, моддаларнинг ҳаракатланиб туриши, нафас олишнинг нормал ўтиши, ўсимлик тўқимасида сувнинг етарли бўлиши транспирация жараёнининг жадаллигига боғлиқ.

Усимлик танасидан буғланган сувнинг кўп қисми баргда жойлашган оғизчалар орқали ташқи муҳитга чиқади.

Оғизча ловиясимон ҳужайралардан ташкил топган. Бироқ



31-расм. Барг паллаларида оғизчаларнинг жойлашиши (чапдан ўнгга):

гулсапсар ва маккажўхори барг эпидермисининг тузилиши.

$a_1 a_1$  — эпидермисларнинг умумий кўриниши:

1 — оғизча тирқиши; 2 — қамровчи ҳужайралар; 3 — ҳаво бўшлиғи; 4 — қўшимча ҳужайралар.

галладошлар оиласига кирувчи усимликларда оғизча ҳужайралари узига хос тузилишга эга (31-расм).

Усимликнинг яшаш шароитига ва турига қараб оғизчалар баргининг устки ва пастки (орқа) томонида жойлашган бўлади, 1 мм<sup>2</sup> барг сатҳидаги оғизчалар сони ҳам ҳар хил бўлади. Урта ҳисобда 1 мм<sup>2</sup> барг сатҳида 50—500 донагача барг оғизчаси жойлашади. Уларни қуйидаги жадвал рақамларидан ҳам куриш мумкин.

15-жадвал

Усимликлар тури	1 мм <sup>2</sup> барг сатҳидаги оғизчалар сони	
	баргининг устки томонида	баргининг остки томонида
Сули	25	23
Бугдой	60	41
Маккажухори	52	68
Кунгабоқар	58	156
Помидор	12	130
Ловия	40	281
Олма	—	400
Олхури	—	253
Нилуфар	406	—
Ғуза	119	246

1 мм<sup>2</sup> барг юзасидаги оғизчалар куп булишига қарамай, улар барг юзасининг 1—2% ини эгаллайди.

Барг оғизчаларининг очилиб-ёпилиши бир қанча омилларга боғлиқ. М. Стольфельд оғизчаларнинг учта реакция асосида очилиб-ёпилишини тавсия этган.

Фотоактив реакция. Бу реакция оғизчаларнинг очилиши ва ёпилиши мезофил ва оғизчани қамраб турувчи ҳужайраларда юз берадиган биохимиявий ўзгаришларга боғлиқ. Жумладан, қоронғиликдан ёруғликка ўтганда, тўқиманинг мезофил ҳужайраларида фотосинтез жараёни бошланиши билан шакар крахмалга айланади. Қамраб турувчи ҳужайраларда эса, тупланган ва ҳосил бўлган крахмал шакаргача парчаланadi. Натижада бу ҳужайраларнинг осмотик босим кучи ортади. Осмотик потенциали ортган қамраб турувчи ҳужайралар мезофил ва эпидермис ҳужайраларидаги сувни шимиб олиб бўқади ва оғизча очилади.

Ёруғликдан қоронғиликка ўтган вақтда эса, аксинча, барг оғизчасини қамраб турувчи ҳужайралардаги шакар молекулалари крахмалга айланади, мезофил ҳужайраларда ёруғликда ҳосил булган крахмал оддий шакарга парчаланadi. Натижада мезофил ҳужайралардаги осмотик босим кучи барг оғизчасини қамраб турувчи ҳужайралардаги осмотик босим кучидан ортиб кетади. Натижада мезофил ҳужайралар оғизчани қамраб турувчи ҳужайралардаги сувни шимиб олади. Таркибидаги сувни йўқотган барг оғизчаси ёпилади.

Гидроактив реакция. Барг туқималаридаги сувнинг тез буғланиб кетиши натижасида (кун урталарида) барг оғизчасини қамраб турувчи хужайралар сувсизланиб қолишидан оғизчалар ёпилади. Транспирация жадаллиги секинлашгач, фогоактив реакция гидроактив реакциядан устун бўлиб қолишидан барг оғизчалари қайтадан очилади.

Гидропассив реакция. Ёмғир ёғиши ва ҳаво намлигининг куп булиши туфайли, барг туқимаси сувни куп шимиб олишидан эпидермис хужайралари букиб қолади. Натижада барг оғизчасини қамраб турувчи хужайралар сиқилиб, оғизча пассив ҳолда ёпилади. Вақт ўтиши билан эпидермис хужайраларидаги сув буғланиб, барг оғизчаси (пассив ҳолда) очилади.

Стольфельд реакцияларидан ташқари, барг оғизчасини қамраб турувчи хужайралар таркибида калий ва натрийнинг купайиб кетишидан оғизчаларнинг очиқ ҳолда қолганлиги ҳам аниқланган. Бундай барг оғизчасини қамраб турувчи хужайралардаги шакар молекулалари крахмалга айланмайди. Натижада қамраб турувчи хужайраларнинг осмотик босим кучи ва шимиш кучи ортади. Бу хужайралар сувни куп шимиб олиб, доимо таранг ҳолатда бўлади, оғизчалар эса ёпилмай қолади.

С. А. Кибрик (1973) фикрича, оғизчаларнинг очилиб-ёпилиши АТФ молекулаларининг синтезланишига боғлиқ. Хужайралар таркибида АТФ куп бўлса, унинг энергияси ҳисобига осмотик актив бирикмалар хужайрага ўтади. Натижада хужайрада осмотик актив моддалар миқдори ортиб, оғизча очилади. Қамраб турувчи хужайралардан осмотик актив бирикма АТФ энергияси ҳисобига чиқарилса, хужайранинг осмотик потенциали камаяди ва оғизча ёпилади.

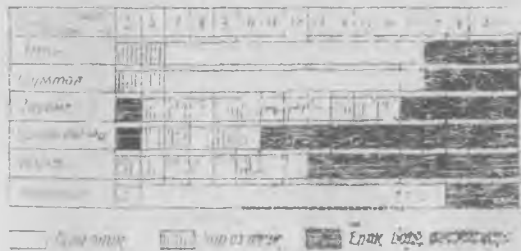
Барг оғизчаларида сувга эҳтиёж ҳаддан ташқари купайса, абсиз кислота тупланиб, мембраналарнинг ўтказувчанлиги ортади. Натижада калий элементи камайиши туфайли қамраб турувчи хужайраларнинг осмотик потенциали камаяди, оқибатда оғизчалар ёпилади.

Барг оғизчаларининг очилиш даражасини қуйидаги усуллардан фойдаланиб аниқлаш мумкин.

Ф. Ллойд усули. Бу усулда усиб турган усимликнинг барг эпидермиси шилиб олиниб, абсолют спиртга солиб қуйилади.

Г. Х. Молотковский усули. Барг юзасини ва барг оғизчаларини фотоплёнкага расмга олиш.

Молиш усули. Молишнинг инфльтрация усули бўйича барг оғизчалари ор-



32- расм. Турли усимликларда барг оғизчаларининг кун давомидаги ҳолати.

қали спирт, бензин ва ксилол молекулаларининг ўтиб кетиш даражаси ҳисобга олинади.

Френсис Дарвин усули. Бу усулда Ф. Дарвин ишлаб чиққан парометр асбоби қўлланилади.

Техширишларга асосланиб, булутсиз, ўрта даражада қуруқ ва иссиқ кунларда барг оғизчалари соат 9—12 гача тўла очиқ, 13—15 соатга бориб ёпила бошлайди, қуёш ботишидан олдин тўлиқ ёпилади. Оғизчаларнинг кеча-кундуз очиқ туриши ёки қисқа муддатга очилиши ўсимлик турига қараб, ҳар хил бўлиши мумкин (32-расм).

#### **Оғизчалар ва кутикула орқали бўладиган транспирация.**

**Транспирация жадаллигини аниқлашда қўлланиладиган усуллар. Транспирация кўрсаткичлари.**

Ўсимлик қабул қилган сувнинг фақат 0,2 фоизини ўзлаштириб, 99,8 фоизини буғлантиради. Ўзлаштирилган сувнинг 20 фоизи органик моддалар ҳосил қилиш учун сарфланса, 80 фоизи цитоплазма коллоидлари ва осмотик жадал моддаларга боғланади.

Сув ўсимликнинг барг эпидермис ҳужайралари ва баргда жойлашган оғизчалар орқали ташқи муҳитга чиқарилса, яъни буғлантирилса, оғизчалар орқали бўладиган транспирация дейилади. Агар сув барг эпидермис ҳужайраларининг кутикула қавати орқали буғлантирилса, кутикуляр транспирация дейилади. Ёш ўсимликларда кутикуляр транспирация кучли бўлади, сўнгра барг эпидермис кутикула қавати қалинлашгач, оғизчалар орқали бўладиган транспирация кучаяди. Масалан, ўрик дарахтининг ёш барглари баҳор ойларида транспирация жараёнида ялли буғланган сув миқдорининг 73,4% ни кутикула қавати орқали буғлантирган, қузда эса атиги 15,4% ни буғланган.

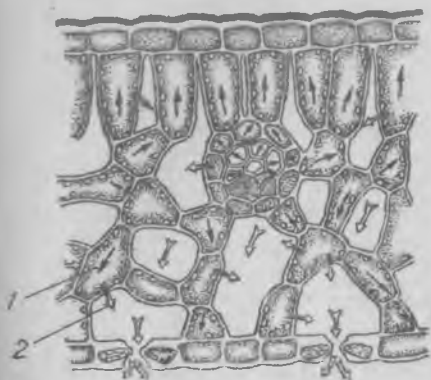
Кутикуляр транспирацияни аниқлаш учун дарахт баргининг остки, оғизчалар жойлашган томонига вазелин суркаб қўйилади.

Оғизчалар орқали бўладиган транспирация жараёни икки фазадан иборат. Биринчи фазада мезофил ҳужайралардаги сув буғга айланиб, ҳужайра оралиқ бўшлиқларида тўпланади (33-расм). Иккинчи фазада эса шу буғ ҳолидаги сув оғизчалар орқали диффузияланиб ташқи муҳитга чиқарилади.

Транспирация жараёнининг ўтиш жадаллигини тарозида тортиш (34-расм), ҳавони сўриб олиш ва кобальт-хлор усулларида аниқлаш мумкин.

Ўсимликларнинг сувни кўп ёки кам буғлантириши унинг тури ва яшаш шароитига боғлиқ. Шунга кўра транспирация кўрсаткичлари ҳам ҳар хил бўлади.

Маълум барг юзасидан (1 соатда тегишли вақт (1 м<sup>2</sup>) давомида буғлантирилган сув миқдорига транспирация жадаллиги (интенсивлиги) дейилади. Бу кўрсаткич ўсимликларнинг турига ва яшаш шароитига қараб кундузи 15—250 г оралиғида



33-расм. Транспирация жараёнида сув буғланишининг икки фазаси:

1 — қора стрелкалар — сув (эритма) шаклини; 2 — оқ стрелкалар — сувнинг буғ ҳолатига ўтишини тасвирлайди.



34-расм. Транспирация жадаллигини белгилайдиган тарози.

булса, кечаси 1—20 г дан ортмайди. Масалан, бир кун давомида бир туп кунгабоқар ўсимлиги 4 стакан, карам ва маккажўхори 5 стакан, буғдой ва сули 0,5 стакан сувни, эман дарахти 5 ва оқ қайин дарахти 6 челақ сувни буғлантиради.

Веgetация давомида эса бир туп буғдой 85, арпа 89, маккажўхори 200 кг сувни буғлантирса, 100 йиллик эман дарахти 12 000 кг, 1 гектар ердаги ғўза ўсимлиги 6 400 м<sup>3</sup> сувни буғлантиради.

Транспирация жадаллиги цитоплазманинг ўтказувчанлигига, қопловчи тўқималарнинг тузилишига, оғизчани қамраб турувчи хужайраларнинг жадаллигига ва коллоидлар томонидан сув молекулаларини боғлаб турадиган кучга боғлиқ.

Қурғоқчилик шароитида ўсимликлар сувни кам буғлантиради, деб келинган фикрни академик Н. А. Максимов рад этди. У ксерофитлар мезофитларга нисбатан сувни кўп буғлантиришини текширди. Буни қўнидаги жадвал маълумотлари тула тасдиқлайди.

1 г қуруқ модда ҳосил қилиш учун сарфланган сув миқдори транспирация коэффиценти деб аталади. Кўпчилик ўсимликларда 1 г қуруқ модда ҳосил қилиш учун 300 г сув сарфланса, бошқа тур ўсимликларда сарфланган сув миқдори 1000 г га етиб қолади. Сувнинг оз ёки кўп сарфланиши ҳам ўсимликнинг тури ва яшаш шароитига боғлиқ. Масалан, ғўза ўсимлиги 1 г қуруқ модда ҳосил қилиш учун паст агротехникада 1000—1200 г сув сарфлаган булса, юқори агротехника тадбирлари қўлланилганда 1 г қуруқ модда ҳосил қилиш учун 500—600 г сув сарфланган.

Ўсимлик номи	Транспирация жадаллиги. 1 соатда 1 см <sup>2</sup> барг сатҳи- дан буғланган сув миқдори, мг ҳисобида
<i>Verbascum ovalifolium</i>	8,8
<i>Salvia verticillata</i>	9,9
<i>Falcaria Rivini</i>	13,7
Мезофитлар	
<i>Viola odorata</i>	4,0
<i>Campanula rapunculoides</i>	8,3
<i>Erodium ciconium</i>	9,2

1 кг сарфланган сув ҳисобидан ҳосил булган қуруқ модда миқдори транспирация маҳсулоти деб аталади. Бу кўрсаткич 1—8 г оралиғида булади.

Маълум барг сатҳидан буғлантирилган сув миқдорининг худди шундай сув сатҳидан буғлантирилган сув миқдорига бўлган нисбати нисбий транспирация дейилади. У қуйидагича ифодаланади:

Барг сатҳидан буғлантирилган сув миқдори

Сув сатҳидан буғлантирилган сув миқдори

Одатда бу нисбат 0,1—0,5 оралиғида булади, баъзан 1 га тенглашади. Транспирация жадаллиги кескин пасайганда нисбий транспирация қиммати 0,01 ва ундан ҳам кам булади.

Маълум вақт ичида сарфланган сув миқдорини ўсимлик танасидаги умумий сув миқдорига бўлган нисбати сув сарфлаш тезлиги дейилади. У қуйидагича ифодаланади:

Маълум вақт ичида сарфланган сув миқдори

Ўсимлик танасидаги умумий сув миқдори

Бу кўрсаткич 10—80% атрофида булади. У ўсимлик танасидаги сувнинг неча фоизи ҳар соатда янгилашиб туришини кўрсатади. Н. А. Максимовнинг фикрича, баъзи ўсимликлар 1 соат ичида ўз таркибидаги сувнинг 100% ини янгилаб туради.

Транспирация жараёнига ташқи муҳит омилларининг

таъсири. Ўсимликларда сув баланси ва сўлиш

Транспирация жараёнининг кучли ёки суст бўлиши ҳаво намлигига боғлиқ, яъни ҳаво намлиги кўп бўлса, транспирация жадаллиги секинлашади. Намлик камайганда транспирация жадаллиги кескин бўлади, яъни у Дальтон қондасига маълум

даражада бўйсунди. Дальтон тенгламаси қуйидагича ифодаланди:

бунда:

$$V = K(F - f) \frac{760}{P} S$$

$V$  — маълум сув сатхидан буғланган сув миқдори;  $K$  — диффузия коэффициенти ( $0,23 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/сек),  $F$  — маълум температурада ҳаводаги буғ босими (жадвалдан топилади);  $f$  — тажриба температурасида ҳаводаги буғ босими;  $P$  — атмосфера босими;  $S$  — буғлантирувчи юза сатхи.

Ҳаводаги максимал буғ босимининг температурага тўғри муносиблиги қуйидаги сонлардан кўринади:

Температура	-30	-20	-10	-0	+10	+20	+30
Максимал буғ босими	0,4	0,9	2,2	4,6	9,2	17,5	31,8

Маълум температурада ҳавони буғ билан тўйинтириш учун керак бўлган буғ босими ( $F$ ) дан, тажриба вақтидаги буғ босими ( $f$ ) нинг айирмаси ҳавода етишмаган намлик миқдори ( $d$ ) қуйидаги тенглама асосида топилади:

$$d = F - f.$$

Транспирация жадаллигига ёруғликнинг таъсири катта. Масалан, ўсимлик қоронғиликдан ёруғликка олиб чиқилса, унинг транспирация жадаллиги 30—40% тезлашади. Қуёш нури бевосита ўсимликка туширилса, транспирация жараёни янада кучлироқ ўтади. Бунда хлорофилл доначалари ютган қизил ва кўк-бинафша нурлар ҳамда барг тўқимасидаги сув молекулалари ютган инфрақизил нурлар энергияси ҳисобига барг тўқимаси исиб, транспирация жараёни тезлашади. Масалан, маккажўхорининг ҳар бир дециметр барг юзасидан қоронғиликда 95 мг сув буғлантирилган бўлса, қуёшда эса ўсимлик баргидан 785 мг/dm<sup>2</sup> сув буғлантирилган (Визнер далиллари). Кучли шамол таъсирида ҳам транспирация жадаллиги кучаяди.

Ўсимликнинг тупроқдан сув қабул қилиши, унинг илдиз, поя ва барг орқали ер устки органларига етказиб, буғлантириб туриши ўсимликнинг сув балансини ташкил этади.

Ўсимлик тўқимасидан буғлантирилган сув миқдори қабул қилинган сув миқдоридан кўп бўлса, сув танқислиги пайдо бўлади. Сувнинг ўсимлик танаси орқали тўхтовсиз ҳаракатланиб туриши учун сув танқислиги 5—10% дан ортмаслиги керак. Агар тупроқдаги намлик камайиб кетса, сув танқислиги 25% гача кўтарилади. Натижада ўсимлик сўлийтиди, унинг ўсиши ва ривожланиши секинлашади. Бироқ сўлиш ўсимликларни бутунлай сувсизланиб қуриб қолишдан сақлайди. Сўлиган ўсимликларда барг оғизчалари беркилиб транспирация жадаллиги 5—10 марта камаёди. Баъзи ўсимликлар (жука, ўрмон ёнғоғи) баргларини тўкади.

Ўсимликларда сув танқислиги икки хил кўринишда бўлади:

1. Вақтинчалик сўлиш. Бунда ўсимликларнинг баргларигина сўлийти, поялари эса тургор ҳолатини сақлаб қолади. Бундай ўсимликларда кундузи ҳосил бўлган сув танқислиги эрталабгача қопланади. Вақтинчалик сўлиш кўпчилик ўсимликларга зарар келтирмайди. Бироқ лавлаги, кунгабоқар ва қовоқ каби ўсимликларда фотосинтез жадаллиги пасайиб, ўсиш жараёнининг секинлашиши ва ҳосилнинг камайиши кузатилади.

2. Узоқ давомли сўлиш ҳодисаси. Бунда транспирация жараёнида сарфланган сув миқдори кўп бўлади, илдизлари сувни етказиб улгурмайди. Оқибатда, барг туқималаригина эмас, балки ўсимлик поялари ҳам сўлиб қолади. Бундай сўлиш ҳодисасига учраган ўсимлик (шалфей)да қурғоқчиликка чидамли бўлишига қарамасдан, фотосинтез жадаллиги 70% гача пасаяди.

Узоқ давомли сўлишда ўсимликлар сув танқислигини эрталабгача йўқота олмайди ва уларда қолдиқ сув танқислиги юзага келади. Бу кундан-кун кўпайиб бориб, натижада ўсимлик қуриб қолади.

Ўсимликлар сув танқислигига учраганда уларда моддалар алмашилиши жараёни ўзгаради. Жумладан, синтез жараёнига нисбатан гидролиз жараёни тезлашади.

### Ўсимликларни сувга бўлган талабига кўра гуруҳларга ажратиш

Ер шарининг турли жўгрофик районларида шароит турлича бўлиб, йил давомида тушадиган ёғин-сочин миқдори ҳам ҳар хилдир. Масалан, йиллик ёғин миқдори Москвада 500 мм, Киевда 300 мм, Тошкентда 300 мм бўлса, Ҳиндистоннинг Ассом вилоятида 12 666 мм, баъзан 22 987 мм га етиб қолади. Сидд вилоятида эса ер юзасига бир томчи ҳам сув тушмайди.

Шунга мувофиқ, ўсимликлар ҳам сувда ва қуруқликда яшашга мослашиб, сувга талабчанлигига кўра бир неча экологик гуруҳларга бўлинади:

1. **Гидрофитлар.** Бу гуруҳга кирган ўсимликларнинг ҳаёт жараёнилари сув ичида давом этади. Гидрофитлар сув юзасида, сув ичида осилган ҳолда, сув остида буюмларга ёпишиб, илдиз ва ризоидлар ёрдамида сув остига ўрнашиб ҳаёт кечиради. Бу ўсимликлар сувни осмотик ҳодисасига биноан бутун танаши билан қабул қилади. Сув устида сузиб юрадиганларга — фитоплейсонларга тубан ўсимликлардан қўнғир сувўт — саргазумни (Канаданинг Атлантика океани қирғоқларида шу ўсимликлар тўпланган қисмини саргазум денгизи деб аталади) ва юксак ўсимликлардан ряскани вакил қилиб олиш мумкин. Сув ичида осилиб турган фитопланктонларга актив ёки пассив ҳаракатчан бактерияларни, хламидомонада, зигнема, хроококкум ва бошқаларни вакил қилиб олиш мумкин.



Сув остидаги буюмларга ёпишиб ўсанлари фитобеньтосларга илсимон олтингугурт ва темир бактериялари, хара, нителла, элодея ва бошқалар мисол була олади.

2. Гигрофитларга сув босган далаларда, ботқоқ ерларда, дарё ва кўл қирғоқларида ҳаёт кечирадиган ўсимликлар киради. Масалан, қамиш, шакарқамиш ва маданий ўсимликлардан шолини қўрсатиш мумкин.



35- расм. Ўсимликларнинг сувга бўлган муносабати:

сув юзасида ва ичида (1 — саргассум, 2 — нилфия) сўрсув жойларда



3. Мезофитларга сув билан етарли даражада таъминланган маданий усимликлардан гуза, карам, картошка ва бошқаларни кўрсатиш мумкин.



4. Ксерофитлар қурғоқчиликка чидам-ли бўлиб, улар чўл ва қуруқ даштларда ҳаёт кечиришга мослашган. П. А. Генкель классификациясига биноан, ксерофитлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

а) суккулентлар қалин баргли ва йў-фон пояли усимликлар. Уларнинг баъзи бир турлари (*Cereus giganteus*) да сувни захира қилувчи туқималар бўлиб, уларда 1—3 т гача сув тўпланади. Кактус, алоэ, агавалар шундай табиатли усимликларга киради. Уларнинг хужайра цитоплазмасининг ёпишқоқлиги юқори бўлиб, биокол-лоидлари сувни кўп боғлаб олади. Бундай усимликларда транспирация ва фотосин-тез жараёнлари секин ўти-ши туфайли усиш ва ри-вожланиш жараёнлари ҳам анча суст боради.



б) эвксерофитлар (ҳа-қиқий ксерофитлар)га се-дана ва шувоқ мисол бў-лади. Бу усимликлар ху-жайра цитоплазмасининг қайишқоқлик ва ёпишқоқ-лик хусусияти кучли. Барг шапалоғи зич тукланган-лигидан транспирация жа-раёни суст ўтади. Илдиз-лари юза (50—80 см) жойлашган бўлса ҳам жу-да яхши ривожланган.

в) гемиксерофитлар — ярим ксерофитлар цито-плазмасининг ёпишқоқлиги ва қайишқоқлиги паст. Бу усимликлар қурғоқчиликка бардошсиз. Аммо, улар-

нинг илдизи жуда яхши ривожланган бўлиб, чуқур жойлашган сизот сувларигача етиб боради. Масалан, янтоқ илдизи 10 м, беда илдизи 18 м чуқурликкача ўсади.

г) пойкилоксерофитларга лншайниклар, Македония тоғла-рида ўсадиган (*Romadia Nathaliae* Heberlea rhodopensis) усимлик-лар киради, улар сув етишмай қолганда бутунлай қуриб қола-ди. Ёғинлардан кейин яна қайтадан ўзини тиклаб олади. Бу-

35-разм.

(3 — қамиш, 4 шоли); ва қурғоқчилик май- довларида;



5



6



7



8



9

35-расм.

5 — маврак, 6 — оқ шувоқ, 7 — момасирка,  
8 — агава, 9 — кактус) ҳаёт кечирадиган  
Фсимликлар

ларга вельвичия (Welwitschia) ўсимлигини мисол қилиш мумкин. У Намибия чўлларида Атлантика океани қирғоқларидан 80—100 км узоқликда ҳаёт кечиради. Унинг пояси тунгакка ўхшаш бўлиб, ундан доимий (100 йил давомида) сақланадиган 2—3 м узунликдаги тасмасимон барглар ўсиб чиқади. Вельвичия ҳаводаги туман томчилари воситасида ўзининг сувга бўлган эҳтиёжини қондирганлигидан ксерофит ўсимликлар қаторига киради.

д) **эфемер ва эфемероидлар** ҳам ксерофитларга киради. Масалан, лола, гладиолус ва бошқалар. Юқорида қайд этилган ўсимликларнинг баъзи вакиллари 35-расмда келтирилган.

### Суғориладиган ўсимликлар физиологияси

Юқори ҳосил олиш учун ўсимлик тўқималаридаги сув алмашилиш жараёнларини чуқур ўрганиб, унга катта эътибор бериш лозим. Сув танқислигининг олдини олиш мақсадида, ирригация-суғориш тармоқлари барпо қилиш ишлари юксак даражага кўтарилиши керак. Экинлар суғориб парвариш қилинганда, улардан мўл ҳосил олинади.

Экин тури, ер майдонларининг рельефи, районнинг иқлим шароити ва ҳужаликнинг имкониятига кўра экинлар 3 хил усулда суғорилади: ёмғирлатиб суғориш, эгатлар орқали суғориш ва ёппасига бостириб суғориш.

Ёмғирлатиб ва эгатлар бўйлаб суғориш сувни кам сарфлаш билан бир қаторда, экинлардан юқори ва сифатли мўл ҳосил олиш имкони беради. Масалан, сувни туман (аэрозоль) шаклида берилганда, сув 10 мартагача кам сарфланади.

Ёмғирлатиб суғорилганда чой ўсимлигидан олинган ҳосил, контрол вариантларга нисбатан анча кўп бўлганлиги жадвал рақамларидан кўринади.

17-жадвал

Вариантлар	Чой плантацияларидан олинган ҳосил, га/кг
Суғорилмаганда	1981
Ҳар 10 кунда ёмғирлатиб суғорилганда	4934
Ҳар кун ёмғирлатиб суғорилганда	7794

Экинларнинг сувга эҳтиёжига қараб суғориш вақтини белгилаб олиш ҳам муҳим агротехник тадбирлардан ҳисобланади. Одатда, тажрибали деҳқонлар ва қишлоқ ҳужалик ходимлари суғориш вақтини белгилашда, ўсимликнинг ташқи кўринишига эътибор берганлар. Масалан, гўза баргининг ранги тўқ яшил тусга кирганда, бошқа экинларда эса сулиш аломатлари кузатиладиганда суғорилган. Бундай кўрсаткичлар ўсимликнинг сувга маълум даражада эҳтиёжини кўрсатади. Бироқ текширишлар-

дан аниқландики, сув ўсимликка айтиб ўтилган белгилар пайдо бўлишидан олдинроқ берилиши зарур экан. Ташқи белгиларига қараб суғориш ўсимликда сув танқислиги кўпайган пайтга тўғри келади.

Суғоришни кечиктириб юбормаслик мақсадида, ўсимликнинг физиологик ҳолатини эътиборга олиш зарур эканлигини академик Н. А. Максимов, Ф. Д. Сказкин, Н. С. Петинев ва бошқа олимлар кўрсатиб ўтдилар.

Ўсимликнинг сувга бўлган эҳтиёжини бир неча усуллар билан аниқланади. Масалан, Ф. Н. Сказкин, Н. А. Максимов ва бошқалар барг оғизчасининг очилиш даражасига қараб сув беришни тавсия этдилар.

Барг ҳужайраларининг шимиш кучини эътиборга олиш кераклигини В. С. Шардаков тавсия этган. Бу усулга Н. С. Петинев ўзгартишлар киритиб, ўсимлик барг тўқимасининг шимиш кучини аниқлаш билан бир қаторда унинг ривожланиш фазаларини ҳам эътиборга олиб суғорилганда, олинадиган ҳосил юқори бўлганлигини тасдиқлаган.

Экинларнинг сувга бўлган талабини аниқлашда баргнинг шимиш кучи аниқланади. Ғўза ва уруғлик беданинг сувга бўлган талабини белгилаш учун тубанда келтирилган ривожланиш фазаларида анализ ишлари ўтказилади. Шимиш кучи кўрсатилган сонлардан юқори бўлганда сув бериш зарурлигини тубандаги рақамлардан кузатилади.

Ғўза

Уруғлик беда

Гуллашгача 12 атм

Майсаларида 3—5 атм

Гуллаш пайтида 14 атм

Шоналашда 8—11 атм

Кўсақлар етилганда 16 атм

Гуллаш фазасида 14—18 атм

Баргнинг шимиш кучини эътиборга олиб суғорилганда, олинадиган ҳосил ҳам юқори бўлганлигини қуйидаги жадвал маълумотлари тасдиқлайди.

18-жадвал

Вариантлар	1 га майдондан олинган ҳосил, ц ҳисобида			
	ғўза	лавлаги	макжўхори сўталарининг сут-мум пишқлигида	баҳори бугдой
Сув берилмаганда	8,0	172	46	11,2
Тупроқ намлиги ва ўсиш фазаларига қараб суғорилганда	44,0	207	136	29,4
Шимиш кучига биноан сув берилганда	48,9	465	194	35,0

Физиология ва биохимия институтларида суғориш вақтини (зарурлигини) аниқлаш мақсадида барг тўқималарининг электр қаршилиги аниқланади. Тажриба далилларига кўра олма ва бошқа мева дарахтларининг электр қаршилиқ кучи 500—

900 ом бўлганда (сувга тўйинган ҳолат деб қаралиб), агар электр қаршилиқ кучи 1000—1500 ом га етганда сув бериш зарур деб топилган.

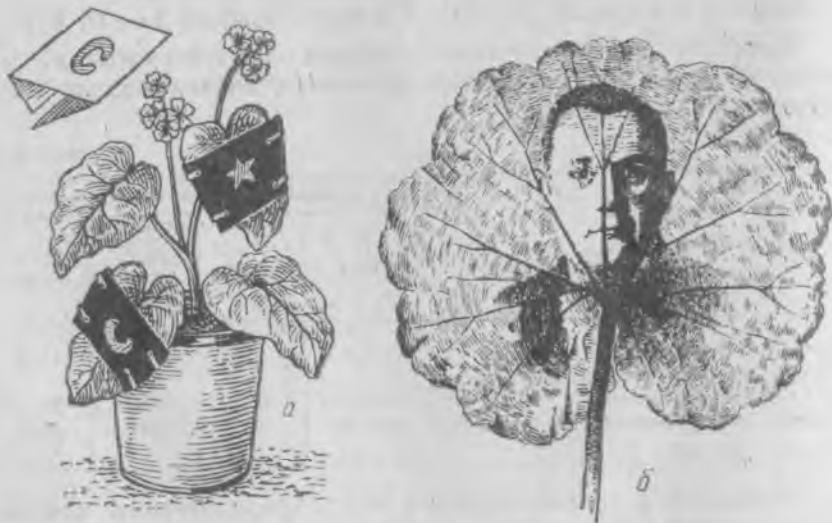
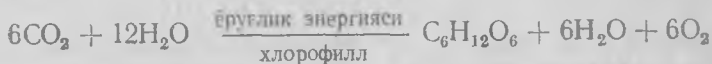
Транспирация жадаллигини пасайтириш мақсадида турли антитранспирантлар тавсия этилади. Масалан, абсциз кислота билан тамаки, маккажўхори ва қарағай дарахтига таъсир этилганда, уларнинг барг оғизчалари 2 ҳафтагача ёпиқ ҳолатда сақланар экан.

### III б о б. ЎСИМЛИКЛАРНИНГ ҲАВО БИЛАН ОЗИҚЛАНИШИ (углероднинг ўзлаштирилиши)

Табиатда ўзига хос ажойиб ҳодисалар тури сон-саноқсиздир. Шулар жумласига қуёш ва ой тутилиши, сувнинг суюқ, буғ, қор ва муз ҳолатида ўзгариб туриши, уруғ ва донлардан бутун бир ўсимликни ўсиб, ривожланиб етилиши, вулканлар отилиши ва ҳоказо ҳодисалар қузатилади.

Шу айтганлар қаторида ер юзидаги бутун тирик мавжудотлар учун глобал аҳамиятга эга булган фотосинтез ҳодисасига тенглашадиган жараён йўқ десак хато қилмаймиз.

Дарҳақиқат, биосинтез жараёни барча автотроф-литотроф ўсимликларда қуйидаги реакция асосида содир бўлади:



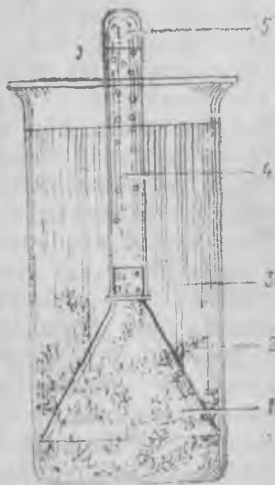
36- расм. Ёруғлиқда крахмал ҳосил бўлишини аниқлаш:

а — шаклли қоғоз билан беркитилган барг; б — баргга туширилган фотоснегативдаги расм.

Формулага биноан, фотосинтез жараёни содир бўлиши учун анорганик моддалардан карбонат ангидрид ва сув, ёруғлик энергияси ва усимлик туқималарида яшил рангли хлорофилл молекуласи бўлиши зарур.

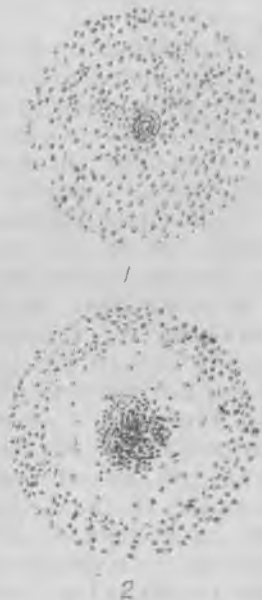
Фотосинтез жараёнида синтезланган оддий углеводлар ҳисобига мураккаб углеводлар (целлюлоза, крахмал), ёғлар ва бошқа турли элементлар иштирокида турли хил оқсиллар, витаминлар, органик кислоталар ва бошқа ҳаёт учун зарур бирикмалар тўпланади. Булардан бўлак, сайёрамиздаги аэроб шароитда ҳаёт кечирадиган мавжудотларнинг нафас олиши учун зарур бўлган кислород мисли кўрилмаган миқдорда барпо этилади. Бу жараён ёруғлик энергияси ҳисобига содир бўлганлигини назарда тутиб фотосинтез терминини В. Пфеффер (1897) тавсия этган.

Хлорофиллнинг қанчалик муҳим ва ер юзидаги тириклик учун зарур эканлигини К. А. Тимирязев фикрича, ҳамма органик моддалар турли-туман бўлишига қарамасдан, усимлик, ҳайвон ёки инсон организмларида учраса-да барг томонидан ишлаб чиқарилган моддалардир. Баргдан, аниқроқ айтганда,



37- расм. Ян. Ингенхоуз тажрибасида кислороднинг ажралишини кузатиш:

1 — воронка; 2 — сув ўсимлиги; 3 — сувли идиш; 4 — ажралаётган пуфакчалар; 5 — воронка учига тўнтариб қўйилган пробирка.



38- расм. Энгельман усулида фотосинтез жараёнида кислород ажралишини аниқлаш:

1 — қоронғиликда аэроб бактерияларнинг спирогира атрофида барабар тарқалиши; 2 — ёруғликда спирогира ажратган кислородга қараб хроматофорда тўпланиши.

хлорофилл донасидан ташқари органик моддалар ҳосил бўладиган лаборатория ҳали бўлмаган. Бошқа организмларда улар турли ўзгаришларга учраса-да фақат шу ерда (хлорофилл донасида) қайтадан анорганик моддалар ҳисобига ҳосил бўлади.

Қуёш энергияси туфайли баргда крахмал ҳосил бўлишини немис олими Ю. Сакс (1862) кузатган. Бунинг учун қора ёки зар қоғоздан бирорта шакл ясалиб (36-расм) ва у билан барг юзасини қоплаб, ўсимликни ёруғ жойга қўйиб қўйилади. Орадан 2—3 кун ўтгач, ўсимликдан баргни узиб олиб, қопланган қоғозни баргдан ажратиб олинади ва баргни қайнаб турган сувга ботирилади, сўнгра спирт эритмасида рангсизлантирилади. Рангсизлантирилган баргни спиртдан олиб ликопчага ёйилади ва йод эритмаси таъсир эттирилади. Ёруғлик таъсир этган шакл ўрнининг кўк ранга бўялиши, ёруғликда крахмал ҳосил бўлганлигидан далолат беради.

Фотосинтез жараёнида кислород ажралиб чиқишини Ян-Йингенхоуз тажрибасидан аниқлаш мумкин (37-расм).

Фотосинтез жараёнида аэроб бактериялар иштирокида кислород ажралиб чиқишини Энгельман тажрибаларида кузатилади (38-расм).

Ер шаридаги барча тирик организмлар учун зарур бўлган органик моддалар мисли кўрилмаган миқдорда ана шу фотосинтез жараёни туфайлигина вужудга келади. Жумладан, сувда ва қуруқликда ҳаёт кечирувчи яшил ўсимликлар йил давомида 174 млрд. т карбонат ангидрид ўзлаштириб, 450 млрд. т органик модда ҳосил қилади. Ўзлаштирилган,  $\text{CO}_2$  ўрнига 500 млрд. т кислород ажратади. Кислороднинг кўп қисми инсон, ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизмларнинг нафас олиш жараёнида, қолган қисми эса табиатда органик моддаларнинг ёниши ва металлларнинг оксидланишида сарфланади.

Янги маълумотларга асосан, Ер шарида тарқалган ҳамма ўсимликлар бир йилда 100 млрд. т органик модда тўпласа, шулардан 50 млрд. т ни сувўтлар ва сувда ҳаёт кечирувчи гулли ўсимликлар тўплайди. Сайёрамининг турли қисмларида тарқалган ўсимликлар ҳосил қилган бирламчи маҳсулот ва ўзлаштирилган ёруғлик энергия миқдори 39-расмда кўрсатилган.

Хулоса қилиб айтганда, ўсимликлар табиатда асосий ва муҳим объект ҳисобланади. У қўйдаги жараёнларда бевосита иштирок этиши ўсимликларнинг космик роли шунчалик юқори эканлигини тасдиқлайди. Умумлаштириб айтганда, ўсимликларнинг космик роли тубандагилардан иборат:

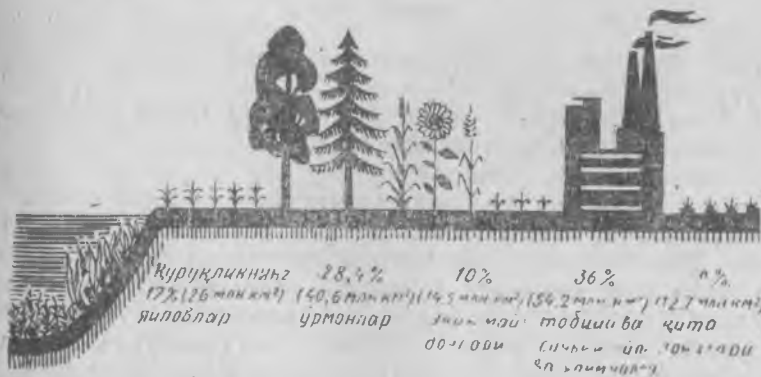
1. Ўсимликлар космосдан етиб келган ёруғлик (қуёш) энергияси ҳисобига сув ва карбонат ангидрид ўзлаштириши туфайли химиявий энергияга бой бўлган турли-туман органик моддаларни синтезлайди. Бошқача айтганда, инсон, ҳайвон ва бошқа гетеротроф (органотроф) ҳамда автотроф (литотроф) организмлар учун зарур бўлган озиқ моддаларни етказиб беради.



Ер юзининг 71%  
(363 млн. км<sup>2</sup>) океан  
ва денгизлардан  
иборат.



Ер юзининг 29%  
148 млн. км<sup>2</sup>  
куруқликдан  
иборат.



куруқликнинг 28,4% 10% 36% 0%  
17,126 млн км<sup>2</sup> 140,6 млн км<sup>2</sup> 14,5 млн км<sup>2</sup> 134,2 млн км<sup>2</sup> 112,7 млн км<sup>2</sup>  
яилоблар урмонлар экин ва тобиий ва қито  
00-100и 100% ил 100% ил 100% ил

**Бир йиллик маҳсулот**

Млрд тонна				
Хисобидда.	10,4	28,4	8,7	3,4
Узлаштирилган				
ёруғлик энергияси.	$17,6 \cdot 10^{12}$	$47,1 \cdot 10^{12}$	$14,6 \cdot 10^{12}$	$9,7 \cdot 10^{12}$
Джачъ хисобидда.				
Иглокалория				
Хисобидда.	$4,2 \cdot 10^{16}$	$11,4 \cdot 10^{16}$	$3,5 \cdot 10^{16}$	$2,2 \cdot 10^{16}$

Деярли 50 млрд. тонна органик модда ер шаридаги сув ёртинга ва сувда ҳаёт кечирувчи гулли ўсимликлар туманидан иборат.

39- расм. Куруқликда ўсадиган ўсимликлар тўплаган органик моддалар ва узлаштирилган ёруғлик энергиясини ифодалайдиган схема.

2. Аэроб шароитда ҳаёт кечирадиган гетеротроф ва авто-троф организмларнинг нафас олиши учун зарур бўлган кисло-род билан таъминлайди.

3. Атмосферадаги карбонат ангидрид миқдорининг бир меъ-ёрида сақланишини таъминлайди.

Геологик даврларда ўсимликлар ҳаёт фаолиятида тўплан-ган кўмир, нефть ва бошқа ёқилғилар ҳисобига хоналар исити-лади, кийим-кечакларнинг, озиқ моддаларнинг ҳаммаси ёруғ-лик ҳисобига ва хлорофилл ёрдамида юзага келтириладиган моддалардир.

Карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиши, кислороднинг аж-ратилиши ва кўп миқдорда органик моддаларнинг ҳосил були-ши қуёш энергияси ҳисобига юзага келади. Бироқ қуёш энер-гиясини ўсимликлар жуда оз миқдорда химиявий потенциал энергияга айлантиради.

Масалан, 1 га ерга 4,5 млрд, ккал қуёш энергияси тушадиган бўлса, унинг 2,2 миллиарди фотосинтетик актив радиация (ФАР)га тўғри келади. Кўпчилик ўсимликлар шу энергиянинг фақат 40 млн. к-калориясини (ФАР нинг 2—3% ини) ўзлашти-ради. Хлорелла каби бир хужайрали ўсимликлар ФАР нинг 20—30% ини ўзлаштиради.

### Карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиш эволюцияси

Карбонат ангидридни ўзлаштирадиган организмлар қуйида-ги гуруҳларга бўлинади:

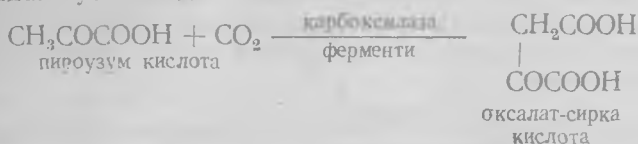
1. Ўзида хлорофилл сақлаган тубан ва юксак ўсимликлар.
2. Фотосинтетик бактериялар.
3. Хемосинтетик бактериялар.

Химия фанининг маълумотларига асосан карбонат ангид-ридни инсонлар ҳам, ҳайвонлар ҳам ўзлаштирганлиги аниқ-ланди. Инсонлар ва ҳайвонлар ўзлаштирган карбонат ангид-рид жуда кам миқдорда булишига қарамай, ер юзида тирик организмларнинг пайдо булиш эволюциясини тушунтиришда муҳимдир. Эволюциянинг дастлабки босқичларида кислород-сиз — анаэроб шароитда яшаган гетеротрофлар карбонат ангид-ридни қуйидаги химиявий реакциялар асосида ўзлаштирган (А. И. Опарин маълумоти).

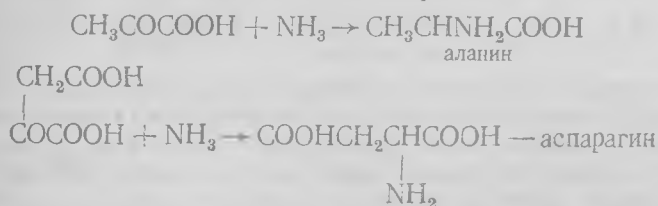


Формулага биноан, тирик организмдаги қандайдир угле-водород (RH) бирикмаси дастлаб карбонат ангидридни ўзига бириктириб органик кислота ҳосил қилади. Ҳосил бўлган орга-ник кислота оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида ажралиб чиққан энергия ҳисобига оксид ҳолатидан яна қайтарилган ҳолатга ўтади.

Реакцияларнинг утишида тирик организмларда мавжуд актив бирикмалар — ферментлар иштирок этганлиги қуйидаги формуладан кузатилади.



Формуладаги пироузум кислотага карбоксилаза ферменти таъсирида карбонат ангидрид бирикади. Натижада оксалат-сирка кислота ҳосил бўлади. Оксалат-сирка кислота ўз навбатида бошқа органик бирикмалар билан реакцияга киришиб умумий моддалар алмашилиш жараёнида қатнашади. Масалан, пироузум ёки оксалат-сирка кислотага қабул қилинган аммиак ( $\text{NH}_3$ ) ни қўшилишидан аланин ёки аспарагин деб аталган аминокислоталар ҳосил бўлади. Келгусида бу кислоталар оқсилнинг синтезланишида иштирок этади:



Эволюциянинг кейинги босқичларида гетеротроф организмлар билан бир қаторда автотроф организмлар ҳам пайдо бўла бошлайди. Шу даврда автотроф организмлар таналарининг тузилишида ва озиқланишида зарур бўлган органик бирикмаларни ҳосил қилиш учун сув, карбонат ангидрид ҳамда қуёш энергиясидан фойдаланадилар.

Автотроф озиқланиш содда тузилган бактерияларда кузатилиб, бунга бактериал фотосинтез ёки фоторедукция деб юритилади. Бактериал фотосинтезнинг эмпирик формуласи қуйидагича:

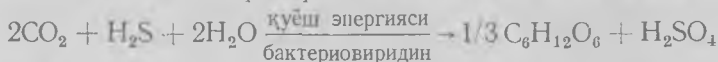
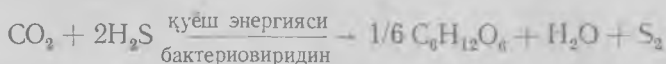


Бактериал фотосинтез яшил ўсимликлардаги фотосинтездан қуйидаги белгилари билан фарқ қилади:

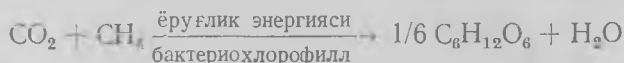
1. Фотосинтез жараёни яшил ўсимликларда фақат аэроб шароитдагина содир бўлиб, ташқи муҳитда кислород ажратилади. Бактерияларда эса бу жараён анаэроб шароитда ўтиб, ташқи муҳитда оксидланган анорганик моддалар тўплади.

2. Яшил ўсимликлар қабул қилган карбонат ангидридни органик моддаларгача қайтаришда сув таркибидаги водород қатнашади. Бактериал фотосинтезда ўзлаштириладиган карбонат ангидрид водород сульфид  $\text{H}_2\text{S}$  ва ҳар хил углеводородлар таркибидаги водород ҳисобига қайтарилади. Яшил гугурт бакте-

рияларда карбонат ангидрид яшил рангли бактериовиридин пигменти иштирокида ўзлаштирилади. Карбонат ангидридни органик бирикмагача қайтаришда водород сульфид  $H_2S$  таркибидаги водород қатнашади. Фотосинтез маҳсулоти сифатида соф олтингугурт ёки сульфат кислотанинг ҳосил бўлиши қуйидагича ифодаланлади:

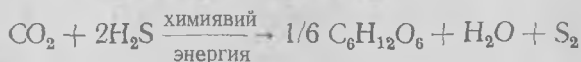


Пурпур (тўқ қизил) ва қизил гугурт бактерияларда бактериохлорофилл пигменти билан бирга каротиноидларга яқин тўқ қизил бактериопурпурин пигменти мавжуд. Уларнинг кўпчилиги карбонат ангидрид оксидини органик моддаларгача қайтаришда метан, спирт, органик кислота ва, ҳатто ҳаводаги эркин водороддан фойдаланганлиги тенгламадан кўринади:



Эволюциянинг кейинги босқичида сувда яшил рангли тубан ўсимликлар юзага келганлигидан ҳаво таркибида кислотод тўпланганлиги туфайли аэроб организмлар пайдо бўлган. Айни шу даврда химиявий бирикмаларнинг оксидланиш жараёнида ажралиб чиққан энергия ҳисобига карбонат ангидридни ўзлаштирувчи — хемосинтетик бактериялар тез ривожланган.

Хемосинтез жараёни фотосинтез жараёни каби бактериялар учун ўзига хос озикланиш тури эканлигини рус олими С. Н. Виноградский илмий ишларида баён этган. Хемосинтез жараёни водород-сульфид  $H_2S$  ли илиқ сувларда ҳаёт кечирадиган пигментсиз олтингугурт бактерияларига хос. Бу бактериялар оксидланиш жараёнида ҳосил бўлган энергия ҳисобига  $CO_2$  ни ўзлаштириб, органик бирикмалар ҳосил қилади. Бунинг тенгламалари қуйидагича:



Реакцияга мувофиқ оксид ҳолатида қабул қилинган  $CO_2$  водород-сульфид таркибидаги водород ҳисобига органик моддаларгача қайтарилди. Бу жараён Беггиота мирабилис (*Beggiota mirabilis*) бактерияси иштирокида боради.

Таркибида 5% дан ортиқ фосфор ва олтингугурт сақлаган тупроқларда тиобациллус тиоксиданс (*Thiobacillus thiooxidans*) бактерияси соф олтингугурт  $S_2$  ва водород-сульфид  $H_2S$  ни сульфат кислотасигача оксидлайди. Оксидланиш реакцияси туфайли ҳосил бўлган энергиянинг бир қисми  $CO_2$  ни ўзлаштириш учун сарфланади. Қолган энергия ўзида фосфат кислота сақлаган АДФ, АТФ типидagi маҳсус органик бирик-

44- расм. М.С. Цвет хроматограммасининг схематик куриниши:

1 — шакар кукуни тўлдирилган шиша вай; 2 — колба; 3 — насосга уланадиган тумшукча; 4 — «а» шакар кукувида адсорбциланган «а», «в» хлорофиллар ва ксантофилл; 5 — адсорбциланмаган каротин пигментининг колбада тўплангани.

ри билан танишиш учун пигментларни барг туқимасидан ажратиб олиш зарур. Бунинг учун эритувчи сифатида спирт, бензин, ацетондан фойдаланилади.

Бу соҳада К. А. Тимирязев, Г. Краус ва М. С. Цветнинг ишлари диққатга сазовордир.

Рус олими М. С. Цвет (1901) «Хлорофилл доначаларининг физик-химиявий тузилиши» деган илмий ишида, барг пигментларини бир-биридан ажратиш учун хроматографик усулни кашф этди. М. С. Цветнинг хроматографик усули айни вақтда ҳам кенг қўлланилмоқда. Бунинг учун оқ бўр ёки шакар кукунидан 44-расмда кўрсатилганидек устун тайёрланади. Шу устун орқали пигментли спирт эритмаси аста-секин ўтказилади, моддаларнинг адсорбциланиш даражасига кўра пигментлар биринкетин бир-биридан ажралади. Оқ бўр ёки шакарга тез адсорбциланган модда устуннинг юқори қисмида, камроқ адсорбцилангани эса бир оз пастроқда, адсорбциланмайдигани туғридан-туғри устундан ўтади.

М. С. Цвет ана шу усулдан фойдаланиб, рангли спирт эритмасида «а» ва «в» хлорофилл, каротин ва ксантофилл пигментларининг молекулалари борлигини кўрсатиб берди.

Тажрибага асосан «а» хлорофилл — кўк-яшил, «в» хлорофилл — сарғиш-яшил, ксантофилл — сариқ ва каротин зарғалдоқ рангда бўлишини ва «а» хлорофилл молекулаларининг «в» хлорофилл молекулаларига нисбатан 3 марта кўп эканлигини аниқлади. Яшил пигментларнинг умумий миқдорига нисбатан каротиноидлар 3—4,5 марта кам бўлиши тажриба далилларига кўра тасдиқланди.

Расмда кўрсатилганидек, устуннинг юқори қисмида «в», пастроқда «а» хлорофилл, устун остига яқин қисмида ксантофилл молекулалари тўпланган. Каротин молекулалари адсорбциланмаганлиги учун устундан ўтиб колбада тўпланган.



Ўсимлик туқималаридаги хлорофиллнинг оз-кўп бўлиши ўсимликнинг турига қараб ҳар хил бўлади.

19-жадвал

Ўсимликларнинг ҳўл баргларидаги хлорофилл миқдори, % ҳисобида

Соясевар	Ўруғсевар
Сассиқ дарахт — 0,460	Эман — 0,250
Маржон дарахт — 0,227	Қорақарағай — 0,250
Заранг — 0,400—0,493	Қарағай — 0,109—0,178
Кунгабоқар — 0,165	Қовоқ — 0,175
Шоколад дарахт — 0,790	Ўза — 0,19

Ўруғсевар ўсимликларга нисбатан соясевар ўсимлик баргларида хлорофилл миқдори кўпроқ эканлигини жадвал рақамларидан кузатиш мумкин.

Ўр ўсимликнинг ўзида баргларнинг сояда ёки ёруғда жойлашишига қараб ҳам хлорофилл миқдори ҳар хил бўлади. Масалан, ёруғда жойлашган чинор дарахтининг ҳўл баргида хлорофилл миқдори 0,68% ни, соядаги баргида эса 1,12% ни ташкил этади. Ўрта ҳисобда ўсимлик қуруқ моддасининг 1% и хлорофиллга тўғри келади.

Хлорофилл «а» ва «в» кўринишдан ташқари, диатом ва кўнғир сувўтларида «с», қизил сувўтларида «d» формалари ҳам учрайди. Бундан ташқари, кўк-яшил сувўтларида фикоциан, қизил сувўтларида фикоэритрин, диатом ва кўнғир сувўтларида фикоксантин пигментлари фотосинтез жараёнида иштирок этади.

Сувўтларида қўшимча пигментларнинг бўлиши чуқур сув остида ҳаёт кечирувчи ўсимликларнинг эволюциясида углеродни ўзлаштиришга мослашганлигини, яъни хроматик адаптация ҳодисасини тасдиқлайди.

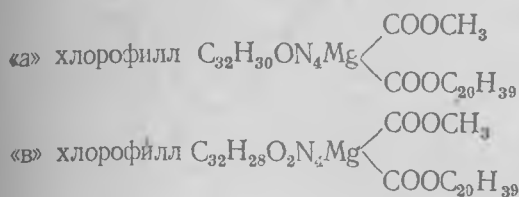
Дарҳақиқат, чуқур сув остидаги ўсимликларга қуёш спектридаги нурларнинг ҳаммаси етиб бормади. Масалан, 10 м қалинликдаги сув орқали кўк-бинафша нурнинг 45% и, қизил нурнинг 1—2% и ўтади, холос. Сувнинг қалинлиги 100 м бўлганда кўк-бинафша нурнинг 0,5% и, қизил нур эса бутунлай ўтмайди. Бундай жойлардаги ўсимликларда фотосинтез жараёни кўк ва яшил нурлар ҳисобига содир бўлади.

А. А. Рихтер (1914) тажриба далилларига кўра, қизил сувўтлари — яшил нур, яшил сувўтлари эса қизил нур таъсирида фотосинтез жадал борганлигини кузатган. Унинг маълумотлари қуйидагича.

Хлорофиллнинг химиявий таркибини немис олимларидан Р. Вельштеттер ва А. Штоль (1913) аниқлаб, эмпирик формулаларини ишлаб чиққанлар.

Унинг структура формуласини 1930—1940 йилларда немис биохимиги Г. Фишер ишлаб чиққан. 1960 йилда америкалик олим Р. Б. Вудворд ва германиялик И. Штрель сунъий хлорофилл молекуласини синтез қилган.

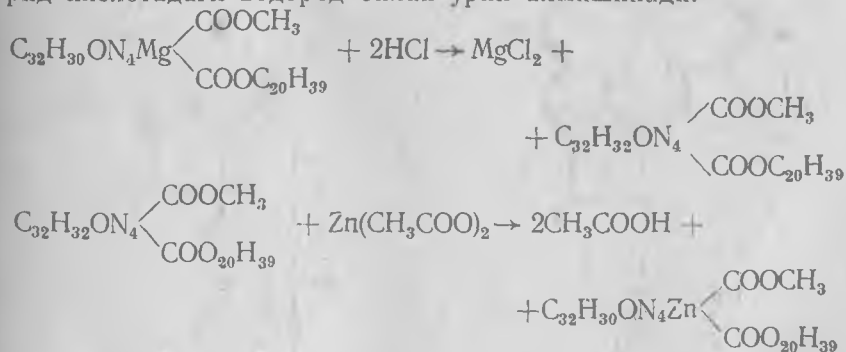
Усимлик тури	Қизил нур	Яшил нур
Яшил сувути	35	23
Қизил сувути	7	27 пуфакчалар
Қизил сувути	11	45 сони



лиги қуриниб турибди. Хлорофилнинг, а, b, d ва бактерияхлорофилл структура формулалари қуйида келтирилади. Тўртта пиррол ҳалқалардаги азот атомлари молекула марказида жойлашган магний метали билан боғланган.

Тўртинчи пиррол ҳалқасига фитол спирт қолдиғи, бешинчи (қушимча) ҳалқага метил спирт қолдиғи қўшилишидан хлорофиллин дикабон кислотанинг мураккаб эфири ҳосил бўлган. «а» хлорофилл молекуласида II пиррол ҳалқасидаги учинчи углерод атомига метил ( $CH_3$ ), «в» хлорофилл молекуласида эса альдегид ( $CHO$ ) гурппа бирикканлиги билан ҳам улар бир-биридан фарқ қилади.

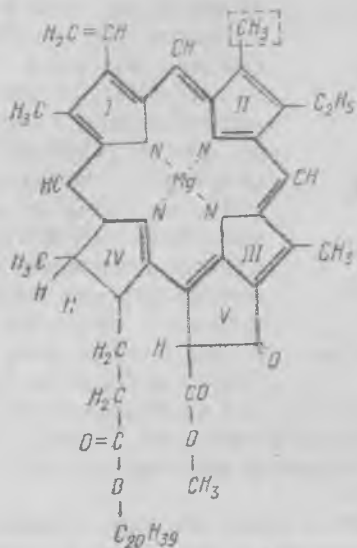
Хлорофилл молекуласи яшил рангли металл-органик бирикма қаторига кирганлиги ва таркибида магний элементи борлигини аниқлаш учун хлорофилл эритмасига  $HCl$  кислота таъсир эттирилади. Бунда хлорофилл таркибидаги магний метали хлорид кислотатадаги водород билан ўрин алмашинади:



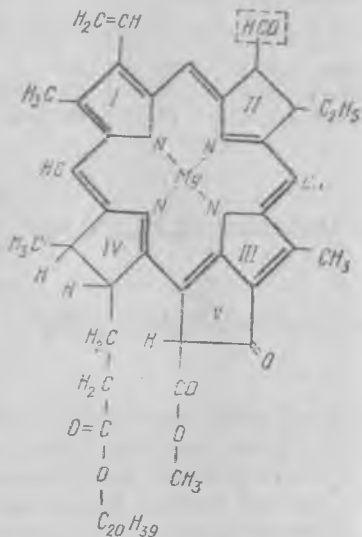
Ҳосил бўлган қўнғир рангли эритма ф е о ф и т и н дейилади. Хлорофилл металл-органик бирикма эканлигини исботлаш учун феофитиннинг қўнғир рангли эритмасига  $Zn(CH_3COO)_2$  ёки  $Cu(CH_3COO)_2$  туз кристаллари қўшиб қиздирилса, эритма

Хлорофилл, хлорофиллин дикабон кислотанинг мураккаб эфири бўлиб, унда кислотатадаги бир карбоксилнинг водороди метил ( $C_3OH$ ), иккинчи карбоксилнинг водороди фитол ( $C_{20}H_{39}OH$ ) спиртлар қолдиғига ( $CH_3$  ва  $CO_{20}H_{39}$ ) алмашинган. Формуладан «в» хлорофилл молекуласида «а» хлорофиллга nisbatan 2 атом водород кам ва бир атом кислород кўп

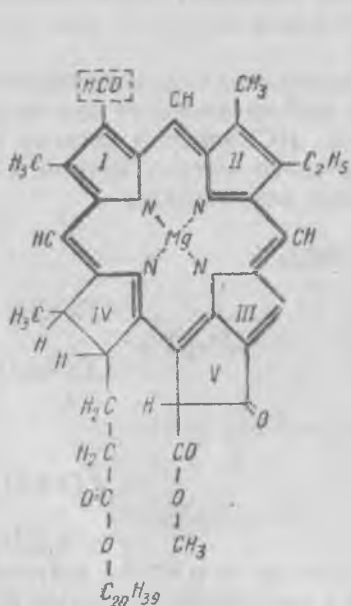
яна яшил рангга киради. Реакция юкоридаги формула асосида боради:



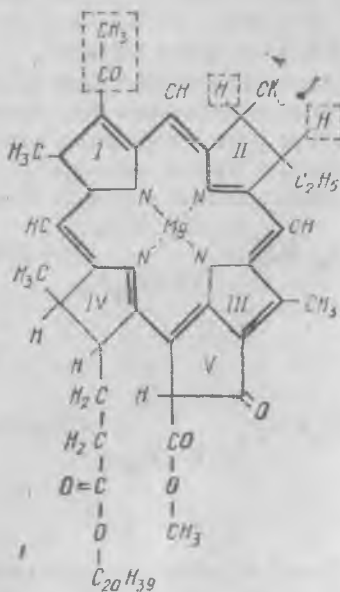
хлорофилл „а“



хлорофилл „б“



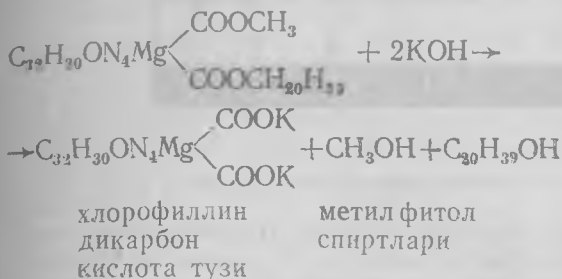
хлорофилл „в“



бактериохлорофилл „г“



Хлорофилл молекуласи мураккаб эфирлар гуруҳига киришини аниқлаш мақсадида хлорофилл эритмасига ишқор қушиб қайнатилади. Хлорофилл ишқор таъсирида парчаланганда хлорофиллин дикарбон кислота тузлари, метил (CH<sub>3</sub>OH) ва фитол (C<sub>20</sub>H<sub>39</sub>OH) спиртларига ажралади. Бу реакция қуйидагича ифодаланади:

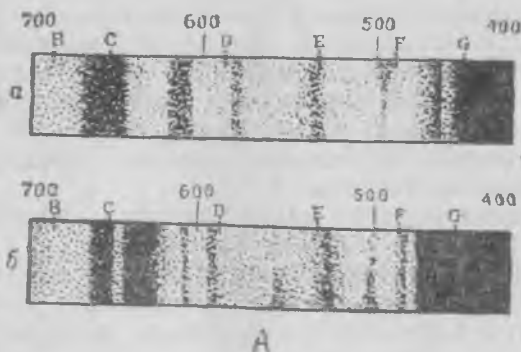


Хлорофилл ва бошқа пигментларнинг физик хоссаларидан бири, спектрда кўринган нурларнинг танлаб ютиши жадвалда келтирилган.

21-жадвал

Спектрда кўринган нурлар ранги	Хлорофилл «а» C <sub>55</sub> H <sub>72</sub> O <sub>4</sub> N <sub>4</sub> Mg	Хлорофилл «в» C <sub>55</sub> H <sub>70</sub> O <sub>4</sub> N <sub>4</sub> Mg	Қсантофилл C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O <sub>2</sub>	Қаротин C <sub>40</sub> H <sub>56</sub>
	Пигментлар томонидан ютиладиган нурлар узунлиги, мм			
Қизил	660—720	650—685	—	—
Кўк-бинафша	450—400	500—400	481—450	482—452

Қуёшдан келган оқ ёруғликни спектроскоп орқали ўтказилганда 7 хил — қизил, зарғалдоқ, сариқ, яшил, ҳаво ранг, кўк ва бинафша рангли нурлардан ташкил топганлиги кўринади (45-расм). Оқ ёруғлик таркибида булардан ташқари, спектрда кўринмайдиган инфрақизил ва ультрабинафша нурлар ҳам бўлади.



45-расм. Хлорофилл ва каротиноидларнинг спектр нурларини ютиши:

А. «а» ва «б» хлорофиллари томонидан ютилган нурлар;



1 — каротин; 2 — ксантофилл томонидан ютилган нурлар.

Баргга етиб келган ёруғлик нурлари хлорофиллнинг порфирин ҳалқасидаги қўш боғли углерод (С), азот ва кислород электронлари томонидан ютилади. Ютилган ёруғлик энергияси ҳисобига хлорофилл молекулалари энергияга бой фаол ҳолатни эгаллайди. Хлорофилл ютган энергиянинг бир қисми иссиқлик, иккинчи қисми эса бошқа узунликдаги ёруғлик нури шаклида муҳитга тарқалади. Бу ҳодиса флюоресценция деб аталади.

Флюоресценция ҳодисасида хлорофилл томонидан ютилган нур бошқа узунликдаги нур шаклида ташқи муҳитга чиқарилади. Шу вақтда қайтарилган нур ҳисобига хлорофилл жигар рангли бўлиб кўринади. Флюоресценция ҳодисаси хлорофиллнинг фотохимик актив бирикма эканлигини тасдиқлайди. Табиӣ ҳолатдаги баргларда бундай ҳодиса кузатилмайди.

К. А. Тимирязев таълимотига кўра фотосинтез жараёни хлорофилл ютган қизил ва кўк-бинафша нурлар энергияси ҳисобига содир бўлиб, бунда ёруғлик энергияси химиявий энергияга айланади, яъни хлорофилл ёруғлик энергиясини химиявий энергияга айлантирадиган такомиллашган оптик сенсibiliзатордир. Унинг айтишича, хлорофилл томонидан ютилган ёруғлик нури энергияси фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган органик моддалар таркибидаги химиявий энергияга ўзгаради. Бошқача айтганда, ёруғлик энергияси ҳисобига энергияга бой турли-туман химиявий бирикмалар (оқсиллар, углеводлар, ёғлар ва бошқа моддалар) синтезланади.

К. А. Тимирязев фотосинтез жараёни қуйидаги қонуниятларга бўйсунганини аниқлади:

1. Фотосинтез жараёни фақат хлорофилл молекулалари ютган ёруғлик энергияси ҳисобига содир бўлади.
2. Фотосинтез миқдори ютилган нурлар миқдорига тўғри пропорционал. Бошқача айтганда, ютилган нур қанча кўп бўлса, фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган маҳсулот ҳам шунча кўп бўлади.
3. Фотосинтез жараёнида ютилган нурнинг 1—3% инигина ўсимликлар ўзлаштиради.

## Хлорофилл ва бошқа пигментларнинг биосинтези

Моддалар алмашиши ҳодисаларида барча мураккаб оқсил, ёғ ва мураккаб углеводлар, витаминлар ва бошқа бирикмалар фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган содда углеводларнинг чуқур ўзгариши туфайли синтезланади. Шу билан бирга фотосинтез жараёнининг жорий этилиши учун зарур бўлган пигментлар ҳам синтезланади. Пигментлардан хлорофилл молекуласининг ҳосил бўлиши икки фазадан иборат бўлиб, бири каталитик фаза дейилиб, қоронғиликда ёруғлик талаб этилмайди. Бу фаза ўзи бир неча босқичлардан ташкил топган. Биринчи босқичда содда углевод (глюкоза) ҳисобига карбон кислоталари схемада (46-расмда) кўрсатилгандай ацетат ва аминокислота (гликокол)лар синтезланади. Иккинчи босқичда шу бирикма (ацетат — гликокол)лар ўртасида содир бўладиган муносабат натижасида порфобилиноген, учинчи босқичда порфобилиноген эса хлорофилл молекуласини асосий бирикмаларидан пиррол ҳалқаларини ҳосил қилишда манба ҳисобланади. Тўртинчи босқичда порфобилиноген ҳисобига ҳосил қилинган тўртта пиррол ҳалқалари ўзаро муносабатга киришади. Уларнинг тўрттаси қўшилишидан тетрапиррол деган бирикма протопорфирин синтезланади. Бу бирикма Mg метали ва III пиррол ҳалқасига метил спирт қолдиғи қўшилишидан протохлорофиллидга ўзгаради.

Рангсиз протохлорофиллид ёруғлик нури иштирокида водород ионларини боғлаб олиши билан яшил рангли хлорофиллидга ўзгаради ва ёруғлик фазасини ташкил этади. Ёруғлик берилмаса, протохлорофиллид яшил рангли хлорофиллидга ўтмаганлигидан ўсимликлар оқшариқ рангда қолиб, уларга этиолирланган, яъни рангсиз ўсимликлар дейилади.

Кейинчалик хлорофиллиддан «а» молекуласининг тикланиши учун ёруғлик нури талаб қилинмай, балки биохимиявий жараёнлар давом этади.

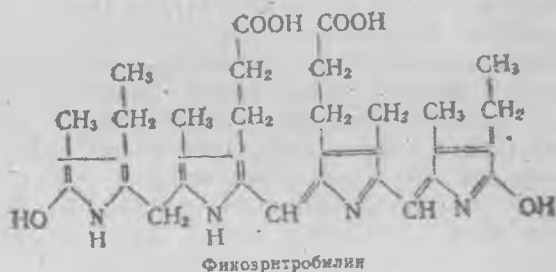
Протохлорофиллиддан ҳосил бўлган хлорофиллид молекуласига хлорофиллаза ферменти жадаллигида IV пиррол ҳалқасига фитол спирт қолдиғи қўшилишидан хлорофилл «а» тўла тикланади. Келажакда ёш «а» хлорофилл молекулалари ҳисобига «в» хлорофилл молекулалари ҳосил бўлади.



46-расм. Хлорофиллнинг ҳосил бўлиши схемаси

Юқорида кўрсатиб ўтилган биохимиявий ўзгаришларда ёруғликдан ташқари кислород, темир элементи ва температура 1—2°С оралиғида бўлиши зарур. Темир элементи хлорофиллнинг ҳосил бўлишида катализаторлик вазифасини бажаради. Бу элемент етишмаса, ўсимликлар рангсиз бўлиб хлороз касалига дучор бўлади.

Сувўтларида хлорофиллдан ташқари узига хос рангли пигментлар фикобиллинлар гуруҳига киради. Жумладан, кўк-яшил сувўтларида кўк-ҳаво рангли мураккаб оқсил фикоцианобилин (фикоцианин —  $C_{34}H_{42}N_4O_9$ ), қизил сувўтларида қизил рангли мураккаб оқсил фикоэритробилин (фикоэритрин —  $C_{34}H_{47}N_4O_8$ ) пигментлари мавжуд. Бу оқсилларнинг актив гуруҳи тубандаги формулада келтирилган:



Бу пигментлар ҳам тўртта пиррол ҳалқалардан ташкил топган бўлсада, уларнинг пиррол ҳалқалари бир қатор кетма-кет жойлашиши билан хлорофилл молекуласиникидан кескин фарқ қилади.

Бу пигментлар спектрда кўринган кўк, яшил ва сариқ рангли нурларни ютиш қобилиятига эга. Хлорофиллнинг йўлдош пигментларидан каротин ва ксантофилл ҳақида олдинги мавзуда тўхтаб ўтилди.

### Фотосинтез жараёнида пигментларнинг туган ўрни

Фотохимия фани таълимотига кўра, қуёшдан келадиган ёруғлик квант ёки фотон деб аталган булакчалар шаклида тарқалади. Ёруғликини призма орқали ўтказилганда оқ ёруғлик бир неча турли нурлардан ташкил топганлиги кузатилади. Жумладан, спектрда инфрақизил, қизил, зарғалдоқ, сариқ, яшил, бинафша ва ультрабинафша нурлар кўриниб, ҳар қайси нур маълум тўлқин узунлигига ва энергияга эга эканлиги жадвал рақамларидан кўринади.

Фотосинтез жараёни юқорида кўрсатиб ўтилган содда тенглама билангина белгиланиб қолмай, балки тирик организм учун бу муҳим ва жуда мураккаб ҳодиса бўлиб, бирин-кетин изчиллик билан борадиган реакциялардан таркиб топган.

Фотосинтез жараёнида кузатиладиган реакцияларнинг бир

Ёруғлик нурлари	Спектрда кўринган нур узунлиги, м	Энергия		
		1 квантга ЭВ ҳисобида	1 «моль» квантга, ккалди ҳисобида	1 «моль» квант, кЖ ҳисобида
Ультрабинафша	400 дан паст	4,88	112,5	470
Бинафша	400—424	3,02	69,7	292
Зангори	424—491	2,70	62,2	260
Яшил	491—550	2,39	55,0	230
Сариқ	550—585	2,14	49,3	206
Зарғалдоқ	585—647	2,0	46,2	193
Қизил	647—740	1,82	42,1	176,4
Инфракизил	740 дан ортиқ	0,88	20,4	85

хиллари фақат ёруғлик нури таъсирида вужудга келса, бошқа хил реакцияларнинг ўтиши учун ёруғлик бўлиши шарт эмас. Чунки бу реакциялар махсус ферментлар иштирокида давом этади. Ана шу ёруғлик реакцияларда синтезланган АТФ ва НАДФ Н<sub>2</sub> молекулаларидаги энергия ҳисобига сув ва карбонат ангидриддан дастлабки углеводлар ҳосил қилинади.

Фотосинтез жадаллиги, маълум бир муддатгача, ёруғлик қувватига кўра пропорционал ортиб борганлигини ва кейинчалик сустлашганлигини кузатган К. А. Тимирязев (1871) фотосинтез жараёни фотофизикавий ҳодисалардан ташқари, фотохимиявий, яъни химиявий реакцияларга боғлиқ бўлиши лозим эканлигини фараз қилди.

1905 йилда инглиз олими Ф. Ф. Блэкман фотосинтез жараёни, ҳақиқатан ҳам К. А. Тимирязев тахмин қилганидек икки фазадан иборат эканлигини тасдиқлади. Унинг айтишича, фотосинтезнинг «ёруғлик» фазасида ёруғлик энергияси сарфланса, «қоронғилик» фазасида, яъни энзиматик-ферментатив реакциялар ўтиши учун ёруғлик энергияси бевосита иштирок этмас экан. Шу айтганларга биноан, фотосинтез жараёни «ёруғлик» ва «қоронғилик» фазаларидан иборат бўлганлиги аниқланди.

«Қоронғилик» фазаси, баъзан «Блекман реакциялари» деб ҳам юритилади.

Шу масалани ойдинлаштиришда О. Варбург (1919—1924) ва Р. Эмерсон (1932) далилларига кўра, ёруғлик энергияси ҳисобига йўналдиган реакциялар тез фурсатда — 0,00001 секунд давомида ўтиб улгурса, «қоронғилик» фазасидаги ферментатив реакциялар ўтиши учун 0,04 секунд давомида вақт талаб этилади.

Фотосинтезнинг «ёруғлик» фазаси икки босқичдан иборат. Уларнинг бири фотофизикавий босқич дейилиб, унда хлорофилл ва бошқа пигментлар томонидан ёруғлик энергиясининг ютилиши билан характерланади. Шу вақтда ёруғлик энергиясини ютган хлорофилл молекулалари қўзғалган, яъни энергияга бой ҳолатга ўтиб, шу энергияни ёруғлик фазасининг иккинчи

босқичидаги *фотохимиявий* жараёнларнинг ўтишини таъминлаш учун жўнатади.

Фотохимиявий босқичда ёруғлик энергияси сувни парчалаш, АТФ ва НАДФ·Н молекулаларини синтезлаш учун сарфланади.

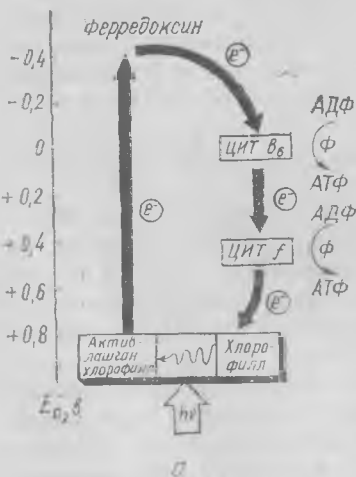
Илмий-тадқиқот ишларига асосан, фотосинтез жараёнининг ёруғлик фазасида икки хил фотосистема қатнашганлиги ҳам аниқланган.

Биринчи фотосистема (ФС-1)да 675 дан 695 нм узунликдаги қизил нурларни ютувчи 200 га яқин «а» ва «в» хлорофилл молекулалари ҳамда 700 нм узунликдаги нурни ютувчи ва реакция маркази бўлиб ҳисобланган П-700 «а» хлорофилл молекуласи мавжуд. ФС-1 таркибидаги хлорофилл молекулалари томонидан ютилган нур энергиясини П-700 га етказиб берилади.

Иккинчи фотосистема (ФС-II) да реакция марказида «а» хлорофиллнинг П-680 нм узунликдаги нурларни ютувчи молекуласидан ташқари, 670—683 нм узунликдаги нурларни ютувчи «а» ва «в» хлорофилл молекулалари ўрин олган.

Айтиб ўтганлардан ташқари ФС-I ва ФС-II фотосистемаларда ёруғлик нурини ютувчи каротиноидлар, энергияга бой электрон ( $e^-$ ) ва протон ( $H^+$ ) ларни ҳаракатланишида қатнашадиган ферредоксин, пластоцианин, пластохинон, цитохром «b<sub>6</sub>», цитохром «f» ва марганец (Mn) қатнашади.

Фотосистемалардаги хлорофилл молекулалари томонидан ютилган ёруғлик энергияси ҳисобига, энергияга бой АТФ молекулалари ҳосил бўлганлигини назарда тутиб, АДФ га фосфор кислота қолдиғининг қўшилиши фотосинтетик фосфорланиш ёки фотофосфорланиш деб аталади.

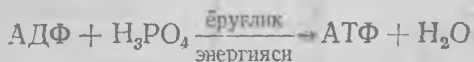


47-расм. Циклик фотофосфорланиш схемаси.

Фотофосфорланиш икки хил кўринишда бўлганлиги Д. И. Арнон томонидан аниқланган. Унинг бирига «циклик», иккинчисига «ноциклик» фотосинтетик фосфорланиш деб юритилади.

«Циклик» фотофосфорланиш биринчи фотосистема (ФС-1) даги пигментлар комплекси фаолиятида содир бўлади. 47-расмда кўрсатилганидек, ФС-1 даги пигментлар комплекси томонидан ютилган ёруғлик энергияси реакция марказидаги П-700 молекуласида тупланиш натижасида П-700 «а» актив (қўзғалган) ҳолатга ўтади. П-700 «а» молекуласидаги энергияга бой электрон оксидланиш-қайтарилиш потенциали паст ( $-0,43$  эВ

га тенг) бўлган ферредоксинга йўналтиради. Оксидланиш-қайтарилиш потенциали юқори бўлган (+0,18 эв га тенг) цитохром «в<sub>6</sub>» ферредоксиндан қабул қилиб олган электронни оксидланиш потенциали яна ҳам кучлироқ (+0,36 эв га тенг келган) «f» цитохром қабул қилиб олади. Шу вақтнинг ўзида, тенгламада кўрсатилганидек, ёруғлик энергияси ҳисобига химиявий энергияга бой АТФ молекуласи ҳосил бўлади:



Кейинчалик «f» цитохромдан электронни оксидланиш потенциали +0,40 эв га эга бўлган П-700 а хлорофилл молекуласига етиб келиши билан П-700 «а» актив ҳолатни эгаллайди. Электронни қабул қилиш биланоқ П-700 «а» хлорофилл молекуласи ёруғлик энергиясини қабул қилиб, қайтадан актив (қўзғалган) ҳолатга ўтиб, юқоридаги ҳодисалар такрорланиб туради, яъни АТФ молекулаларининг синтезланиши давом этади.

«Ноциклик» фотофосфорланишда ФС-I ва ФС-II фотосистемаларни ташкил этган хлорофиллар комплекси иштирокида содир бўлади.

Ёруғлик энергияси ҳисобига юзага келган энергияга бой электроннинг ҳаракатланиш занжири ва шу реакцияда кўрсатилган маҳсулотлар юзага келиши 47-расмда келтирилган.

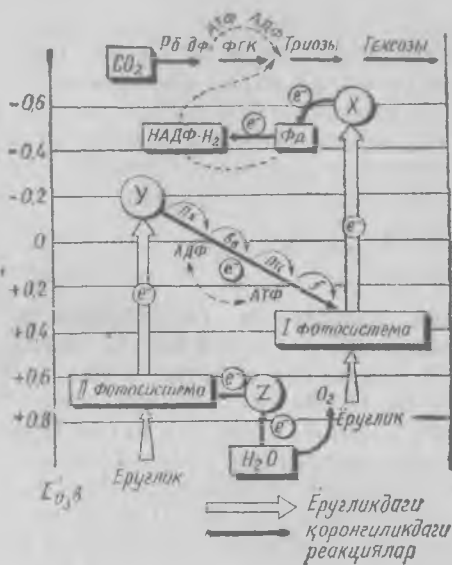
«Ноциклик» фотофосфорланишда ҳам электронларни ҳаракатланиш занжирида электронларни ташувчи бирикмалар бўлиб, улар оксидланиш-қайтарилиш потенциали қувватига биноан маълум тартибда жойлашган.

Электронларни ҳаракатлантирувчилардан пластохинон электронларни ва протонларнинг (2 e<sup>-</sup> + 2 H<sup>+</sup>) йўналишини таъминлайди. Қолган бирикмалар фақат электронларни ҳаракатланишида иштирок этади.

П. Хинкля ва Р. Мак-Картти (1978) назариясига кўра, ноциклик фотофосфорланишда электронлар ҳаракатланиши ФС-II фотосистемасидаги П-680 «а» хлорофиллнинг актив ҳолатга келишидан бошланади.

Ёруғлик энергиясини қабул қилиб активлашган (қўзғалган) ҳолатга ўтган П-680 «а» ўзидаги электронни (2 e<sup>-</sup>) пластохинонга йўналтиради. Электронларни қабул этган пластохинон тилакоиднинг ташқи томонида жойлашган протон (2 H<sup>+</sup>) ни боғлаб, қайтарилган ҳолатга ўтади. Электрон ва протонларни боғлаб олган пластохинон тилакоиднинг ёғсимон (липид) бирикмалари жойлашган қаватга ўтиб, ўзидаги электронларни (2 e<sup>-</sup>) «f» цитохромга, протонларни (2 H<sup>+</sup>) тилакоиднинг ички бўшлиғига йўналтиради. Пластохинон эса аввалги, яъни оксидланган ҳолатга ўтиб, тилакоид мембранасининг ташқи томонига йўналади. Бу ҳодисалар такрорланиб туради.

«f» цитохром ўзига қабул қилган электрон (2 e<sup>-</sup>) дярни оксидлаш қуввати кучлироқ (-0,37) бўлган, пластоцианинга

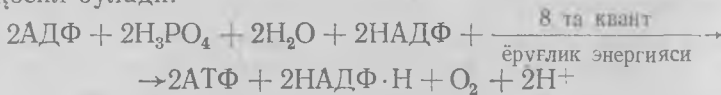


48- расм. Ноциклик фотофосфорланишда электронларнинг I ва II фотосистемаларда ҳаракатланиш схемаси;  $Pq$  — пластахинон;  $Pc$  — пластацианин;  $e_6$  — ва  $f$  цитохромлар; АДФ АТФ, НАДФ  $H_2$ ; Фд = ферредоксин; Рб — дф — рибулезадифосфат; ФГК — фосфоглицерин кислотаси.

48-расмда кўрсатилгандай, латинча «ёз» ҳарфи (z)ни эслатади. Бу ҳолатни эгри-бугри шаклдаги кўринишига кўра зет (z) схемаси деб ҳам юритилади.

Зет (z) схемасида энергияга бой электронларнинг ҳаракатланиб туриши П-680 хлорофилл молекуласига ёруғлик кванти (энергияси) нинг келиб туришига боғлиқ.

Ноциклик фотофосфорланиш жараёни тубанда кўрсатилган тенглама асосида АТФ, НАДФ·Н, кислород ва протон ( $H^+$ ) лар ҳосил бўлади:



Бу тенгламада АДФ ва фосфор кислота ўртасида содир бўладиган муносабат натижасида АТФ молекуласи синтезланади. Шу билан бирга сувнинг парчаланиши натижасида ундан ажралган водород атомлари ҳисобига оксид ҳолатидаги НАДФ<sup>+</sup>, қайтарилган НАДФ·Н ҳолатни эгаллайди. Сувдан бўшаб чиққан кислород ташқи муҳитга чиқарилади.

Ёруғлик фазасида хлорофилл ва бошқа пигмент молекулари томонидан ютилган ёруғлик энергияси сув молекулаларини парчалаганлигини ҳам кўриб ўтиш зарур.

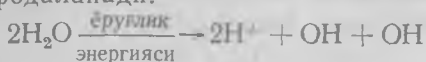
Ёруғлик энергияси иштирокида сувнинг парчаланишига

йўналтиради. Пластоцианин эса «I» цитохромидан қабул қилган электронларни ФС-I системадаги П-700 га етказиб беради. Натҳжада актив (қўзғалган) ҳолатдаги П-700 энергиянинг бир қисмини циклик фотофосфорланиш жараёнида АТФ молекуласи ҳосил бўлишида сарфланса, иккинчи қисми эса ноциклик фотофосфорланишда қатнашувчи бирикмалар воситасида оксид ҳолатдаги НАДФ<sup>+</sup> ни қайтарилган НАДФ·Н<sub>2</sub> ҳолатга ва АТФ нинг иккинчи молекуласи синтезланишида сарфланади.

Хулоса қилиб айтганда, ноциклик фотофосфорланишда энергияга бой электрон йўналиши ўзининг кўриниши билан

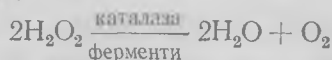


фотooksидация ёки фотоллиз деб аталади. Бу реакция тубандагича ифодаланади:



Сувнинг парчаланишида — фотоллиз жараёнида ҳосил бўлган  $\text{OH}^-$  группаларини ўзаро муносабатига киришишидан водород пероксид ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) синтезланади:  $\text{OH}^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$ .

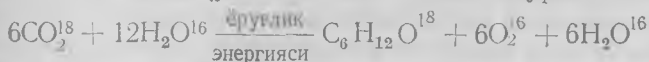
Заҳарли водород пероксид ўз навбатидан каталаза ферменти иштирокида сув ва эркин кислородга парчланади. Бушаб чиққан кислород тубандаги реакцияга мувофиқ ташқи муҳит (атмосфера) га чиқарилади;



XX аснинг 40-йилларигача фотосинтезда ажралиб чиққан кислород карбонат ангидрид таркибидаги кислород деб келинган. 1941 йилда рус олимлари А. П. Виноградов ва Р. В. Тейс, Америка олимлари С. Рубен ва М. Камен тажрибаларида ҳавога ажратилган кислород сув таркибидаги кислород эканлиги тасдиқланди.

Бу масалани ҳал этишда табиатда тарқалган кислород 3 хил изотоп, яъни  $\text{O}^{16}$ ,  $\text{O}^{17}$ , ва  $\text{O}^{18}$  шаклларда учраганлиги назарда тутилиб, сув ва карбонат ангидрид таркибидаги кислороднинг изотоплари аниқланган. Тажриба далилларига асосан, сув таркибидаги изотоп  $\text{O}^{16}$ , карбонат ангидрид таркибидаги изотоп  $\text{O}^{18}$  эканлиги ҳам тасдиқланди.

Шуларни назарда тутиб, А. П. Виноградов ва Р. В. Тейс фотосинтез жараёнида ажралиб чиққан кислородни сув таркибидаги  $\text{O}^{16}$  изотопи, органик модда (глюкоза) таркибидаги  $\text{O}^{16}$  изотопи эканлиги қуйидаги тенгламадан кўринади:



Фотосинтезда вужудга келган сув молекулаларига метаболитик сув дейилади.

Фотосинтез жараёнининг «қоронғилик» фазасида содир бўладиган биохимиявий реакциялар, юқорида кўрсатиб ўтилган ёруғлик фазасида синтезланган АТФ ва НАДФ·Н энергиялари воситасида содир бўлади.

### Фотосинтез табиатига доир назариялар

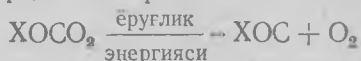
Фотосинтез жараёнида биринчи маҳсулот формальдегид ( $\text{СНОН}$ ) ҳосил бўлиб, уларнинг бир-бири билан полимерланиши ҳисобига углеводлар ҳосил қилиниши муқаррар деган фикрни немис олими А. Байер 1870 йилда баён этган эди. Бироқ бу назария — формальдегид назарияси асоссиз деб топилди.

Бу масалани ёритишда К. А. Тимирязев ҳам ўз ҳиссасини қўшди. К. А. Тимирязев (1871) фотосинтез жараёнида хлорофилл бевосита иштирок этиши зарурлигини кўрсатди. Унинг фикрича, ўсимлик тўқимасидаги хлорофилл «маҳсуе» кислород

билан оксидланишидан актив молекула ҳолатига ўтиб, биринчи босқичда оксидланган хлорофиллнинг актив молекуласи карбонат ангидрид билан боғланади:



Иккинчи босқичда  $\text{ХОСО}_2$  деб фараз қилинган модда ёруғлик энергияси таъсирида кислород ва  $\text{ХОС}$  моддасига парчаланади:



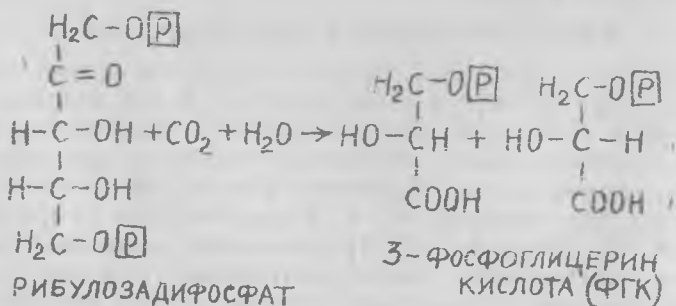
Учинчи босқичда  $\text{ХОС}$  бирикмаси сув билан бирга номаълум углеводнинг ҳосил бўлишини таъминлайди. Хлорофилл эса бўшаб чиқади:



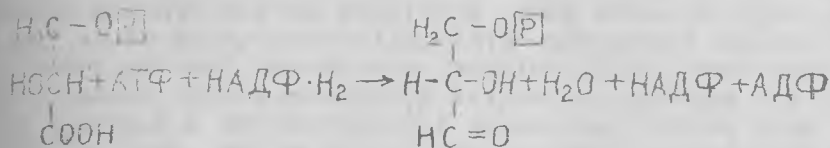
Тўртинчи босқичда ўз активлигини йўқотган хлорофилл кислород билан бирга актив ҳолатга ўтиб, ҳаводан қабул қилинган навбатдаги карбонат ангидрид молекуласини боғлаб олади ва юқорида кўриб ўтилган реакциялар қайтадан такрорланади. Шуларга асосланган К. А. Тимирязев фотосинтез жараёни циклик ҳодиса бўлиши керак, деган хулосага келади. Айни вақтда хлорофиллнинг бу жараёнда бевосита қатнашганлиги ва фотосинтез циклик давом этганлиги тўла тасдиқланди. Бироқ, мазкур жараёнда  $\text{СО}_2$  газининг хлорофилл молекуласига бевосита боғланганлиги тасдиқланмади.

Сўнгги маълумотларга кўра фотосинтез жараёнининг қоронғилик фазасида ҳаводан қабул қилинган  $\text{СО}_2$  ўсимлик тўқимасидаги актив бирикмалар билан реакцияга киришиб боғланади. Бу актив моддалар акцепторлар дейилади. Баъзи олимларнинг фикрича, карбонат ангидридни боғлаб олувчи акцепторлар органик кислоталар, аминокислоталар ва бошқа бирикмалар бўлиши керак. Америкалик олим М. Кальвин ва унинг шогирдлари рибулёзадифосфатни акцептор деб белгиледи ва шу асосда карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиш схемасини тавсия этди. Ҳозир бу схема олимлар томонидан қабул қилинган:

а) схемага мувофиқ, ҳаводан қабул қилинган карбонат ангидрид карбоксидисмутаза ферменти иштирокида рибулёза-1, 5-дифосфатга бирикишидан олти углеродли органик кислота ҳосил бўлади. Бу кислота тез фурсатда 2 молекула 3-фосфоглицерин кислота (ФГК) гача парчаланади:



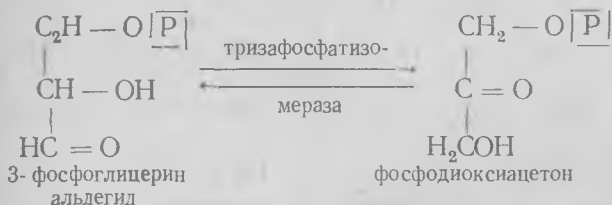
б) ҳосил булган 3- фосфоглицерин кислота АТФ иштирокида никотин-амидадениндинуклеотидфосфат — НАДФ·Н<sub>2</sub> водороди ҳисобига 3- фосфоглицерин альдегидигача (ФГА) қайтарилади:



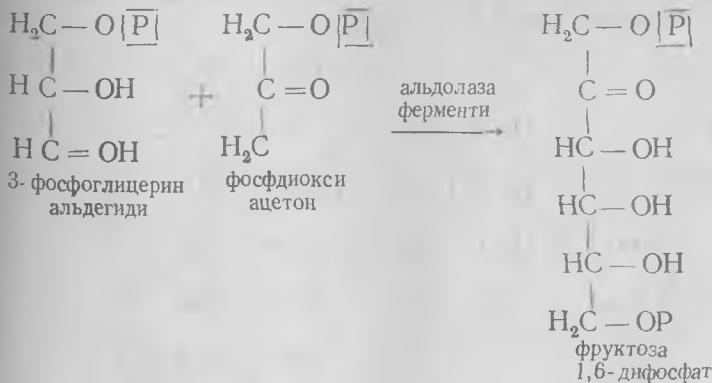
3- фосфоглицерин кислота (ФГК)

3- фосфоглицерин альдегид (ФГА)

в) бу альдегид молекулаларининг бир қисми триозофосфат изомераза ферменти жадаллигида фосфодиоксиацетон-диоксиацетонфосфат молекуласига айланади, яъни фосфоглицерин альдегид изомери пайдо бўлади:

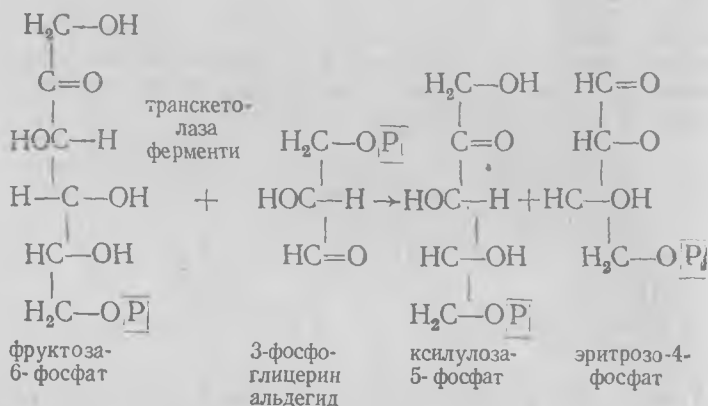


г) ФГА ва фосфодиоксиацетон молекулалари альдолаза ферменти жадаллигида реакцияга киришиб, фруктоза-1,6- дифосфат ҳосил қилади:

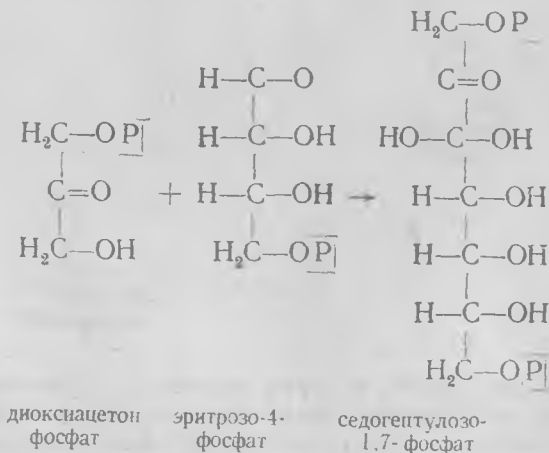


д) кейинчалик фосфоглицерин альдегиди ҳисобига ҳосил булган фруктоза-1,6- фосфат молекулалари узаро бирикишидан сахароза, крахмал ва бошқа полисахаридлар синтезланади.

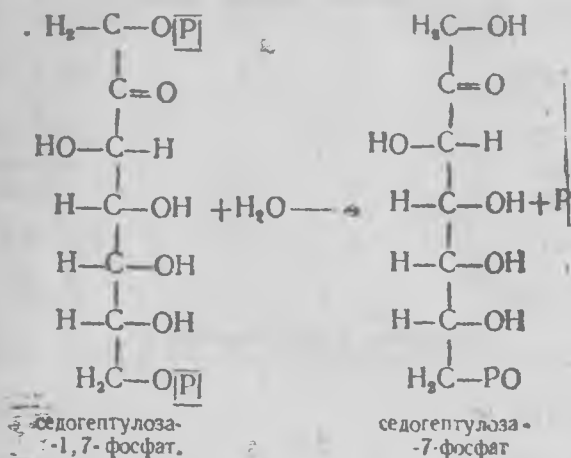
Шакар ва полисахаридларнинг синтезланишида қатнашмаган фруктоза-1,6 фосфат молекулаларининг бир қисмидан фосфатаза ферменти иштирокида фруктоза-6- фосфат ҳосил бўлади. 3- фосфоглицерин альдегид молекулалари ферментлар иштирокида чуқур ўзгаришларга учрайди. Жумладан, 3- фосфоглицерин альдегид билан фруктоза-6 фосфат ўртасида содир бўладиган реакциялар натижасида молекуласида 4,5 ва 7 углерод атоми бўлган моддалар ҳосил бўлади. Масалан, транскеталаза ферменти воситасида фруктоза-6- фосфат таркибидаги 5- ва 6- углерод группалари 3- фосфоглицерин альдегидга қўшилишидан 5- углеродли ксилулоза 5-фосфат ҳосил бўлади. Фруктоза-6- фосфатнинг қолган қисмидан 4- углеродли эритроза-4-фосфат пайдо бўлади:



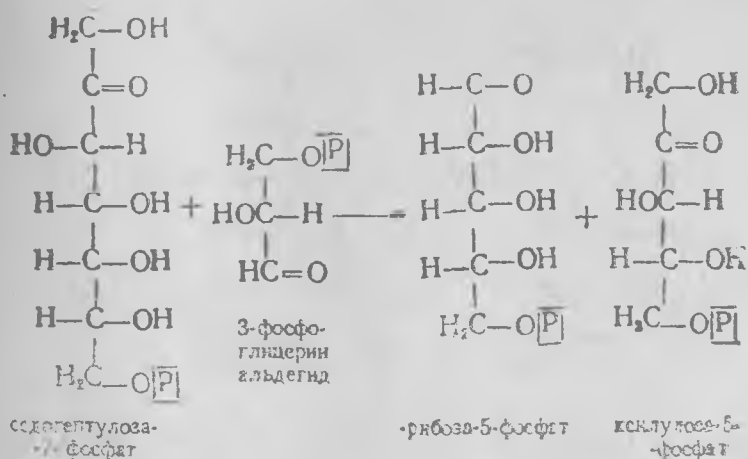
е) диоксиацетон фосфат билан эритроза 4- фосфат альдолаза ферменти иштирокида ўзаро бирикиб, 7- углеродли седогептулоза-1, 7- дифосфат ҳосил қилади:



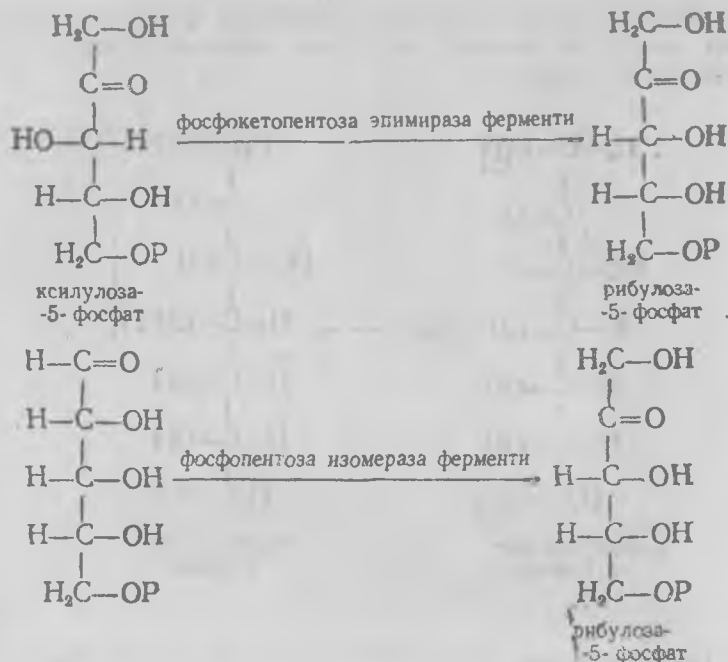
ж) седогептулозо-1,7 фосфат фосфатаза ферменти таъсирида бир молекула фосфат кислотани йуқотиб, седогептулоза-7-фосфатга айланади:



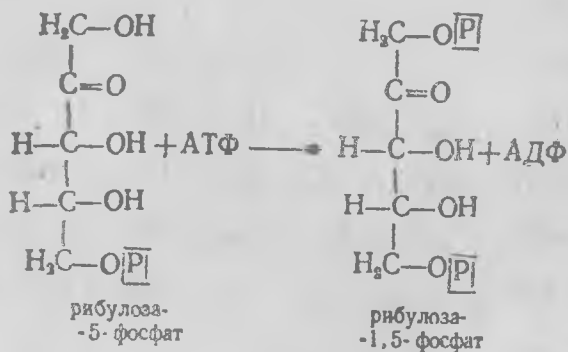
з) транс-кеталаза ферменти седогептулоза-7-фосфат таркибидан икки углеродли гуруҳларни ажратиб, 3-фосфоглицерин альдегидга бирикиши натижасида бешта углеродли пентозалар, рибоза-5-фосфат ҳосил бўлади:



и) ксилулоза-5-фосфат фосфокетопентоза эпимераза ферменти, рибоза-5-фосфат эса фосфопентоза изомераза ферменти жадаллигида рибулоза-5-фосфатнинг ҳосил бўлишида қатнашади:

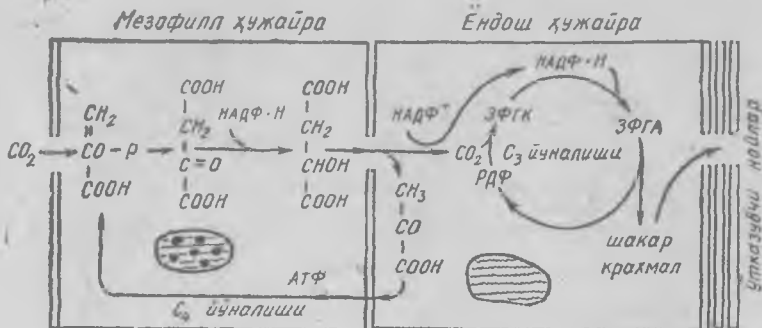


к) навбатдаги реакцияда рибулоза-5-фосфатга АТФ молекуласидаги фосфат кислота қўшилишидан рибулоза-1,5-фосфат тикланади:



Рибулоза-1,5-фосфат ҳаводан қабул қилинган янги  $\text{CO}_2$  билан реакцияга киришади ва юқорида кўриб ўтилган реакциялар изчиллик билан такрорланади. Бир молекула карбонат ангидриднинг ўзлаштирилишида ёруғлик фазасида синтезланган уч молекула АТФ энергияси ва икки молекула НАДФ· $\text{H}_2$  сарфланади (49- расм).





50- расм. Фотосинтез жараёнининг  $C_4$  йўналиш схемаси / Хетч-Слэк - Карпилов, 1966/:

Ташқи муҳитда қабул қилинган  $CO_2$  (1) фосфоенолпируозум кислота (2) га қўшилишидан оксалат сирка кислота (3) гача ўзгаради: НАДФ  $H_2$  (4) таркибдаги водородни қабул қилган оксалат сирка кислота олма кислота (5) гача қайтариллади. Ёйдош ҳужайрага ўтган олма кислота  $CO_2$  (6) ва пируозум кислота (7) га парчаланлади. Олма кислота (5) дан ажралган  $CO_2$  (6) Кребс циклидаги рибулозади-фосфат (8) га қўшилишидан 2 молекула 3-фосфоглицерин кислота (9) га ўзгаради. Шу пайтда оксид ҳолатидаги НАДФ — (10) олма кислота (5) парчаланishiда ажратилган водородни қабул қилиб, қайтарилган НАДФ.  $H_2$  (11) ҳолатга ўтади. Оксид ҳолатдаги 3-фосфоглицерин кислота НАДФ.  $H_2$  (11) таркибдаги водород қўшилишидан 3-фосфоглицерин альдегид (12) гача қайтариллади. Бир қанча реакциялардан кейин шаккар ва крахмал (13) молекулалари синтезланади. Ҳосил бўлган шаккар (13) ёйдош ҳужайралар ёнидаги ўтказувчи найлар (14) воситасида ўсимлик танасига тарқалади. Олма кислота (5) ни парчаланishiдан ҳосил бўлган пируозум кислота (7) фосфор билан муносабатга киришишидан (15) фосфоенолпируозум кислота (2) нинг янги молекуласи ҳосил қилиниб, кўриб ўтилган реакциялар такрорланиб туради.

масалани чуқур текширган Австрия олимлари Хетч ва Слэк (1966), рус олимларининг илмий-тадқиқот ишларини тасдиқлаб, фотосинтез жараёнида  $C_4$  йўналишдаги йўл мавжуд эканлигини аниқладилар.  $C_4$  йўналишдаги йўл Хетч-Слэк-Қорпилов схемаси деб аталади.

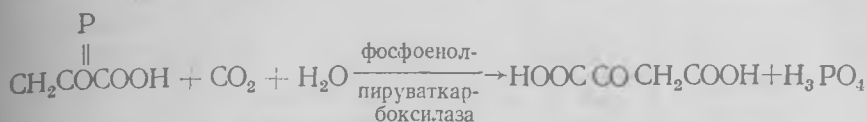
$C_4$  йўналишдаги йўл схемасида ҳар хил тузилишга эга бўлган барг ҳужайраларининг узвий боғланишидан иборат комплекс деса ҳам бўлади. Жумладан мезофил ҳужайралардаги хлоропластлар ҳажм жиҳатдан кичик булишига қарамай, балки ҳар тарафлама тикланган органоиддир. Ўтказувчи найларга тақалган ҳужайраларнинг хлоропластлари йирик бўлсада, хлоропластлар ичида тилакоидлар ва улар ҳисобига ҳосил бўладиган гранулалар кузатилмайди. Шу типдаги ҳужайраларнинг узвий боғланиб, фотосинтез жараёнини ўтаганлигини назарда тутиб, Қорпилов (1970) кооперативга (ҳамкорликка) асосланган схема деб юритишни тавсия этади.

Хетч-Слэк-Қорпилов схемаси асосида содир бўладиган карбонат ангидридни ўзлаштириш маккажўхори, шаккарқамиш ва бошқа тропик, субтропик ўсимликлар учун хос бўлиб, тубандаги реакциялардан таркиб топган (50-расм).

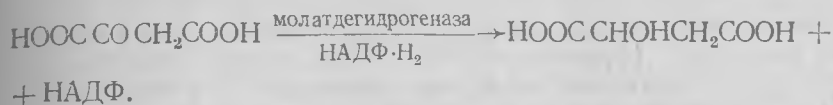
Биринчидан, ўсимликларга қабул қилинган  $CO_2$  гази мезофил ҳужайраларида, ҳужайралардаги фосфоенолпируваткар-боксилаза ферменти активлигида фосфоенолпируозум кислота-



га қўшилишидан, ўзида 4 углерод сақлаган оксалат-сирка кислота ҳосил бўлади.



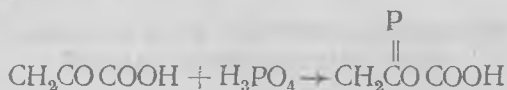
Шу вақтнинг ўзида оксалат-сирка кислота НАДФ·Н<sub>2</sub> таркибидаги водород ҳисобига олма кислотагача қайтарилади.



Кейинчалик олма кислота плазмодесмалар воситасида ўтказувчи найлар ёнидаги (ёндош) ҳужайралар ичига ўтиши билан СО<sub>2</sub> ва пирозум кислотага парчланади.

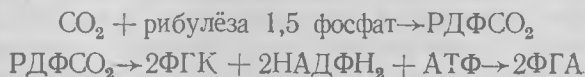


Ҳосил бўлган пирозум кислота фосфор кислота билан муносабатга киришидан фосфоенолпирозум кислотанинг янги молекуласи ҳосил бўлишини таъминлайди.



Бу бирикма мезофил ҳужайраларига ўтиб, СО<sub>2</sub> газни боғлаб олиб, юқорида кўрсатилган реакцияларда қатнашади.

Олма кислотадан ажралган СО<sub>2</sub> гази Қальвин циклига қўшилиб, моносахарид ва полисахаридларни синтезлашда сарфланганлиги тубандаги тенглама ва схемада кузатилади:



Хетч-Слэк-Корпилов схемаси

Бу схема суккулентларда содир бўладиган фотосинтез жараёнининг ўзига хос ва нозик томонларини ечиб беришда ёрдам беради. Суккулентлар ва шу схемага биноан фотосинтез жараёнини ўтказадиган ўсимликлар СО<sub>2</sub> газини органик кислоталарга боғлаб олиш хусусиятига эга бўлганлигидан, уларда заҳира тўпланган СО<sub>2</sub> ҳисобига, барг оғизчаларининг ёпиқ бўлишига қарамай, углеводларнинг синтезланиши давом этади. Бу ўсимликларда ёруғликда нафас олиш содир бўлмаганлиги сабабли улар фотосинтезни С<sub>3</sub> йўналишида ўтадиган ўсимликларга нисбатан анча ҳосилдор бўладилар.

В. В. Сапожников фикрича (1896) фотосинтез жараёнида углеводлар билан бир қаторда оқсиллар ҳам синтезланади.

А. А. Ничипорович далилларига биноан, кўк-бинафша нурлар таъсирида оқсил ва органик кислоталар кўп синтезланса,

қизил нур таъсирида углеводлар ва ёғлар ҳосил бўлганлиги жадвалда келтирилган:

23-жадвал

Ўсимлик тури	Углеводлар, мг		Оқсил, мг		Органик кислота, мг	
	қизил	зангори	қизил	зангори	қизил	зангори
Кунгабоқар	25,57	12,86	22,0	36,8	1,98	3,79
Маккажўхори	25,25	18,38	1,39	10,0	0,98	0,80

Фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган углеводлардан сахароза, рафиноза (фруктоза + глюкоза + галактоза) ва стахиоза (фруктоза + галактоза + галактоза + глюкоза) молекулалари флоэма найлари орқали бошқа органларга томон ҳаракатланади. Флоэма ҳужайраларида митохондрий кам бўлганлигидан бу моддалар нафас олишда кам сарфланади. Булардан ташқари, ўтказувчи найларда сахарозани парчаловчи ферментлар учрамайди. Углеводлардан ташқари, ўтказувчи найлар орқали аминокислоталар ва бошқа органик бирикмалар ҳаракатланиб туради.

### Фотосинтез жараёнига ички ва ташқи муҳит омилларининг таъсири

Фотосинтез жараёнининг интенсив давом этишида ташқи муҳит омилларининг таъсири жуда сезиларли даражада бўлади. Шулардан ёруғлик энг муҳим ва ҳал қилувчи омил ҳисобланади.

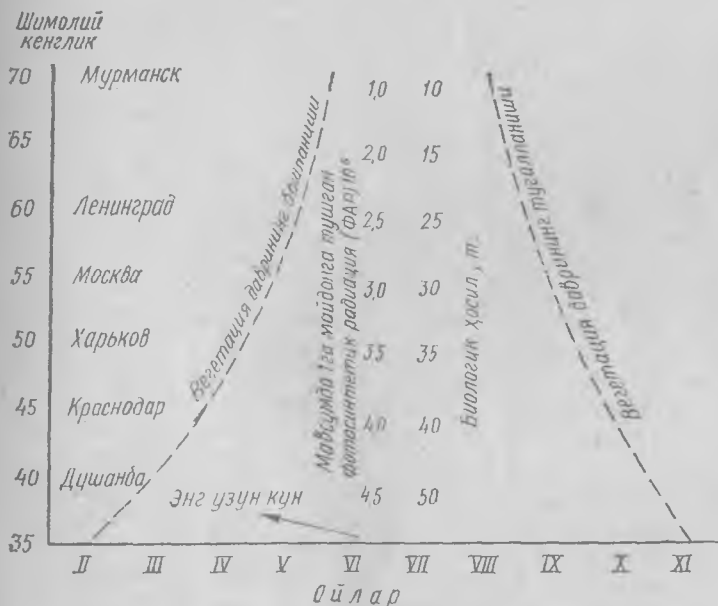
Қуёшдан келган электромагнит нурларининг умумий қиммати  $386 \cdot 10^{20}$  ваттга тенг. Электромагнит нур таркибидаги қисқа тўлқин узунликдаги ультрабинафша нурлар Ер атмосфераси томонидан (озон экрани) узун тўлқинли инфрақизил нурларнинг кўпчилик қисми атмосферадаги сув томчилари томонидан ютилади. Ер юзасига эса спектрда кўринган 380—740 нм тўлқиндаги нурлар етиб келади. Уларнинг энергияси  $2 \cdot 10^{17}$  ваттдан ортмайди. Космосдан келган қуёш ёруғлик энергияси ҳисобига яшил ўсимликлар анорганик моддалар (сув-карбонат ангидрид) дан органик моддалар синтез қилади.

Ер юзасига етиб келган электромагнит нурлар энергиясини 100% деб олинса, шулардан 30% и қайтарилади, 70% и атмосфера, сув ҳавзалари ва ер юзаси томонидан ютилади. 0,05% и фотосинтез маҳсулотларини ҳосил қилишда қатнашади. 0,0005% и озик моддаларни ҳосил қилишда ва 1% дан кам миқдори техникада, яъни қуёш электростанцияларида фойдаланилади.

Бироқ вегетация даврида 1 гектар ерга тушган энергияни 4,5 млрд ккалга тенг деб олинса, шундан 2,2 млрд ни фотосинтетик актив радиация (ФАР) ташкил этади. Ўсимликлар фақат



51-расм. Бағрга тушган кўёш энергиясининг сарфланиши (А.М. ва Д.М. Гродзинский, 1973).



52-расм. Россиянинг турли зоналарида сув ва минерал элементлар билан тула таъминланган ва фотосинтетик радиация (ФАР) нинг 5% ини ўзлаштирган юқори сифатли усимлик навлари томонидан тупланадиган биологик ҳосилни кўрсатадиган А. Ничипорович схе-маси.

40 млн ккал ни ўзлаштиради, яъни бу сон 0,5—3% чамасида бўлади (51-расм).

Россиянинг турли зоналарида 1 га майдонга тушадиган ёруғ-

лик энергияси ва вегетация даврининг давомийлиги ҳам турлича бўлади. Буни 52-расмда келтирилган А. А. Ничипорович маълумотидан яққол кўриш мумкин. Масалан, Мурманск вилоятида бир мавсумда, яъни 2,5—3 ойлик вегетация даврида 1 га майдонга тушган ФАР 1 млрд ккал бўлса, Москвада 3 млрд ккал, вегетация даври 9 ойга чўзилган. Тошкент ва Душанбада 4,5 млрд, ккал бўлган. Турли зоналарда устирилган ўсимликларнинг биологик ҳосилини бир-бирига таққосланганда ҳам кўзга кўринарли фарқ борлиги сезилади. Масалан, Санкт-Петербург вилоятида бир гектар майдондан олинган биологик ҳосил 25 га/т бўлса, Душанбада икки марта кўп, яъни 50 т бўлган.

Эслатма: 1 га даги ўсимлик массасининг умумий қуруқ массаси биологик ҳосил деб аталади.

Қуёш нурининг Ер шарида ёруғлик таъсири бир текис тарқалмаслиги ва ўсимликларнинг зоналар бўйлаб ҳаёт кечиришини ҳисобга олиб, ўсимликлар ёруғсевар ва сояпарвар гуруҳларга бўлинади.

Ёруғсевар (гелиофит) ўсимликлар чулларда, даштларда, қирларда ҳаёт кечиришга мослашган. Гелиофитларда фотосинтез жараёни тулиқ утиши учун ёруғлик кучи тула, яъни 100 ёки 50% бўлиши зарурлигини К. А. Тимирязев тажрибалар билан тасдиқлаган.

Баъзи ўсимликлар, жумладан, Судан саванналарида тарқалган оқ акация (*Acacia albida*) булутли кунларда, яъни ёруғлик нури камайганда ва ёмғир ёққан пайтларда баргларини тўқади. Қуёш чиқиши билан янги барглар чиқариб, ҳаётини жараёнларини тиклаб ўса бошлайди. Бундай ҳодиса ўсимликларнинг ёруғсевар гуруҳига мансуб эканлигини кўрсатади.

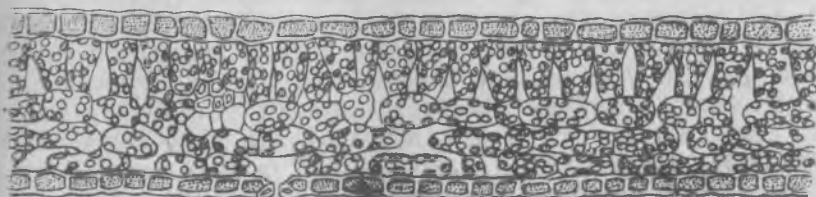
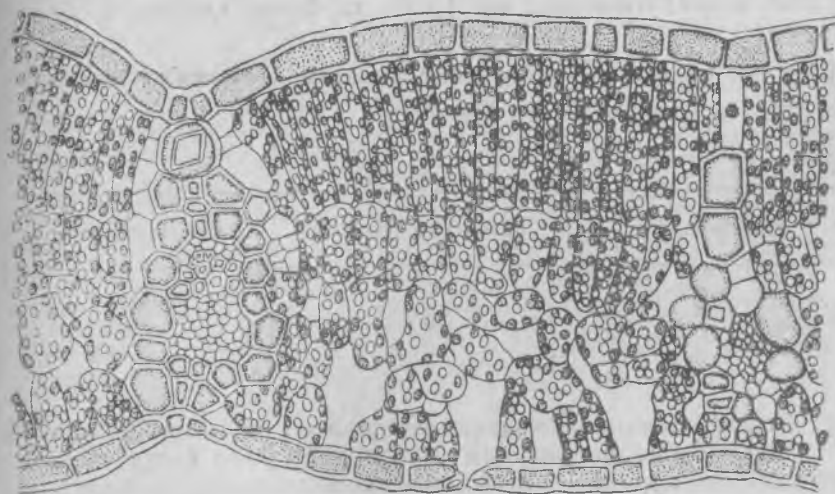
Гелиофит ўсимликлар баргларининг тузилиши билан ҳам ёруғликка мослашган бўлади. Уларнинг барглари сертомир, усти туклар билан зич қопланган бўлади. Барг огизчалари кўп бўлиб, зич жойлашган. Устунсимон ва мезофилл ҳужайралари бир-бирига яқин бўлиб, зич жойлашган ва бир неча қаватдан иборат. Ҳужайрада хлоропластлар кўп бўлиб, уларнинг ҳажми кичик бўлади. Хлорофилл миқдори эса сояга чидамли ўсимликларга нисбатан кам. Масалан, сояга чидамли аспидистра ўсимлиги баргида хлорофилл миқдори 0,4% ни ташкил этса, ёруғсевар қарағайда 0,11% дан ортмайди.

Сояга бардошли (сциофит) лар гуруҳига ўрмонларда ўсадиган ўтлар, буталар, папоротниклар ва мох каби ўсимликлар қиради. Сциофитларга кислица обикновенная (*Oxalis acetosella*), майник (*Majantemum bifolium*), хина (*impatiens noli tangere*), қарга кўз (*Paris quadrifolia*) ни вакил қилиб кўрсатиш мумкин. Сциофитларга ёруғликнинг 1/55, ҳатто 1/100 қисми берилганда ҳам фотосинтез жараёни давом этади. Сциофит ўсимликлар баргида устунсимон ва мезофил ҳужайралар сийрак бўлиб, бир қаватдан жойлашган, баъзиларининг баргида устунсимон ҳужайралари бўлмайди. Хлоропласт-

1 кг хўл барг таркибидаги хлорофилл миқдори, г ҳисобида

24-жа двал

Нина баргли ўсимликларда		Кенг баргли ўсимликларда	
сояга бардошли	ёруғсевар	сояга бардошли	ёруғсевар
Тисс — 2,44	Тилоғоч — 1,18	Какао дарахти — 7,9	Семизак — 1,06
Арпа — 1,92	Қарағай — 1,13	Липа — 4,9	Кокос палмаси — 1,14
Оқ қарағай — 1,75	Араукария — 0,97	Аспидистра — 4,0	Қумқийёқ — 1,95



53-расм. А — ёруғликда, Б — сояда жойлашган қорақайин баргининг анатомик тузилиши:

1 — эпидермис; 2 — оризчалар; 3 — устунсимон паренхима; 4 — булутсимон паренхима; 5 — ўтказувчи найлар.

лари йирик, сони кам бўлишига қарамай, хлорофилл миқдори гелиофит ўсимликларга нисбатан анча кўп эканлиги қуйидаги жадвалдан кўринади.

Бир ўсимликнинг ўзида баргнинг сояда ёки ёруғликда жойлашишига қараб анатомик тузилиши ҳар хил бўлади (53-расм).

Шу билан бирга баргида хлоропластлар ҳажми ва хлорофилл миқдори турлича бўлади. Жумладан, жанубий томонда жойлашган баргларнинг анатомик тузилиши, ёруғсевар ўсимликларнинг барг тузилишини такрорлайди. Шимолий томонда, яъни ёруғлик нури кам тушадиган жойда ўсган барглар сояга бардошли ўсимликлар барг тузилишини эслатади.

Хлорофилл миқдорига нисбатан ҳам сояда жойлашган барг билан ёруғликда жойлашган барглар бир-биридан фарқ қилади. Масалан, чинорнинг жануб томонда жойлашган барг тўқимаси таркибидаги хлорофилл миқдори 0,68% ни ташкил этса, шимол томондагисиники эса 1,12% га бориб қолади.

#### Ёруғлик ва соя томондаги барглардаги хлорофилл миқдори (1 кг ҳўл моддада, г ҳисобида)

25-жадвал

Ўсимлик номи	Ёруғликдаги баргларда	Соядаги баргларда
Жўка	2,58	3,11
Заранг	2,66	2,91
Қорақайин	2,73	3,74

Ўсимлик танасининг шаклланишида ва баргларнинг маълум тартибда жойлашишида ҳам ёруғликнинг роли катта эканлиги 54-расмдан кўринади. Жумладан, қоронғиликда парвариш қилинган ўсимлик барглари оқиш-сарик рангда бўлади. Уларга этиолирланган ўсимлик дейилади. Қоронғиликда ўсимлик баргларининг ранги ўзгарибгина қолмай, балки пояси ёруғликда ўсган ўсимликка нисбатан ҳаддан ташқари чўзилиб ўсади. Бундай ўсимликнинг барглари ва механик тўқималари нормал ривожланмайди. Оқибатда шундай ўсимликлар тезда ерга ётиб қолганлиги сабабли, нобуд бўлади. Ёруғликда ўсган ўсимликлар яшил рангли бўлиб, нормал ривожланади.

Гелиофит ва сциофит ўсимликлардан ташқари, ёруғликда ва сояда нормал ҳаёт кечирувчи ўсимликлар ҳам бор.

Ўсимликнинг қайси гуруҳга мансуб бўлишидан қатъи назар, ёруғлик ҳаддан ташқари кўп бўлганда барг тўқимасининг температураси кўтарилиб, транспирация жараёни жадаллашади, ҳужайралар сувсизланиб, хлорофиллнинг активлиги сустлаша-

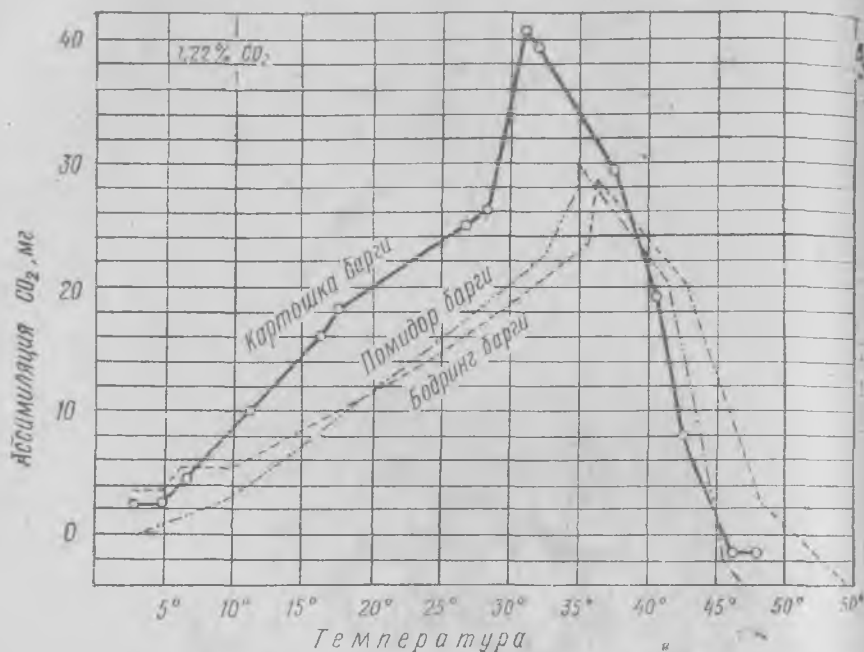


54-расм. Барглarning ёруғликка нисбатан мозанк жойлашиши:

*a* — ёронгул; *b* — тошёрар; *c* — қўнғироқгул; *d* — заранг.

ди. Натижада фотосинтез маҳсулотининг камайишига сабаб бўлади.

**Температура.** Фотосинтез жараёнининг ўтишида иссиқлик ҳам муҳим аҳамиятга эга. Ўсимликларнинг яшаш шароити ва турига кўра фотосинтез маълум жадалликда давом этиши учун талаб этиладиган оптимал температура турлича бўлади (55-расм).



55-расм. Фотосинтез жадаллигининг турли ўсимликларда ҳар хил бўлиши (график).

Қуёшдан келган ёруғлик энергиясининг кўп бўлишига қарамай, шу ёруғликнинг 2—5%, баъзан 10% нигина ўсимликлар ўзлаштирадilar. Масалан, картошка ёруғлик энергиясининг 2—4+ ини, зиғир 3,6% ини, сабзи 0,85% ини ўзлаштиради.

Академик А. С. Фоминин (1866) фотосинтез жараёни табиий ёруғликдан ташқари сунъий ёруғликда ҳам органик моддаларнинг синтезланишини кузатган. У керосин лампа ёруғлигида спирогира сувўтини парвариш қилган. Электр нурида фотосинтез содир бўлганлигини Р. Гарвей (1923) кузатган. Академик Н. А. Максимов ўсимликларнинг ёруғлик культурасини ривожлантириш йўлларини кўрсатиб берди. Ҳозирги вақтда электр лампалари воситасида иссиқхоналарда экинлар парвариш қилиниб, улардан мўл ҳосил олинмоқда. Бу усул, айниқса, Шимолий районларда сабзавот экинлари етиштиришда қўлланилиб, шаҳар аҳолисига турли сабзавотлар етказиб берилмоқда. Люминесцент ва, айниқса, ксенон лампалар нури таъсирида бодринг, помидор каби ёруғсевар ўсимликлар яхши ривожланади.

Кўпчилик ўсимликларда фотосинтез жараёнининг жадал



ўтиши учун оптимал температура 20—28°C оралиғида бўлиши керак. Шимолий денгизда ўсувчи қўнғир ва тўқ қизил сувўтлари учун оптимал температура 7—8°C ҳисобланади. Температура оптимал нуқтадан кўпаядиган бўлса, фотосинтез жараёни сустлашиб, ўрнига нафас олиш жараёни жадаллашади.

Фотосинтезнинг нафас олишга бўлган нисбатан компенсацион нуқта дейилиб, у қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{\text{фотосинтез}}{\text{нафас олиш}} = \text{компенсацион нуқта}$$

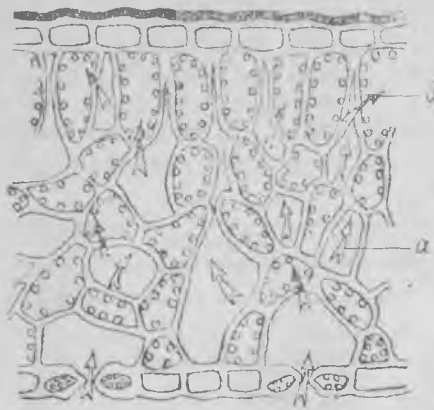
Компенсацион нуқтанинг кўп ёки оз бўлиши фотосинтез жараёнида тўпланган маҳсулот миқдорини белгилайди. Компенсацион нуқтанинг бирдан катта бўлиши, фотосинтез жараёнида органик моддаларнинг кўп тўпланганлигини кўрсатади. Синтезланган моддаларнинг кўп қисми нафас олиш жараёнида сарфланса, компенсацион нуқта бирдан кам бўлади. Бу ҳодиса узоқ давом этса, ўсимлик нобуд бўлади.

Тажриба далилларига кўра, температуранинг ҳар 10°C кўтарилиши билан фотосинтез жадаллиги ҳам 1—2 марта тезлашади. Бу, температура коэффициенти дейилиб,  $Q_{10} = 1—2$  сонлари билан ифодаланади.

Фотосинтез жараёни учун температура коэффициенти 20—35°C оралиғида мусбат бўлади. Температура кўтарилиб нафас олиш жадаллашганда температура коэффициенти кескин камайиб, манфий сонга айланади. Бу, фотосинтез маҳсулотининг камайишига олиб келади. Ҳулоса қилиб айтганда, 30—45°C гача фотосинтез жадаллиги Вант Гофф қондасига буйсунади.

Ҳаво таркибида  $\text{CO}_2$  миқдори 0,02—0,03% ни ташкил этади. Бу, ўсимликлар учун оптимал миқдор ҳисобланади (56-расм).

Агар  $\text{CO}_2$  миқдори 0,04—0,05% бўлса, кўпчилик ўсимликларда фотосинтез жараёни жадаллашади.  $\text{CO}_2$  миқдорини кўпайтириш мақсадида экинзорларга маҳаллий ва минерал ўғитлар солинади. Бу, тупроқ структурасини яхшилабгина қолмай, балки микроорганизмлар фаолияти натижасида карбонат ангидрид миқдорини ҳам кўпайтиради. Тупроқда органик моддалар миқдори қанча кўп бўлса,



56-расм.  $\text{CO}_2$  нинг барг туқимасига ўтиш йули:

а — оқ стрелкалар газ ҳолатидаги  $\text{CO}_2$  ни;  
б — қора стрелкалар сувда эриган  $\text{CO}_2$  ни кўрсатади.

карбонат ангидрид ҳам шунча кўп ажратилади. Масалан, чириндиси кам бўлган 1 га майдондаги тупроқдан бир соатда 2 кг  $\text{CO}_2$  ажралса, чириндига бой тупроқдан ажралган карбонат ангидрид миқдори 10—25 кг га етади.

Ўсимлик қолдиқларининг парчаланиши натижасида ажралган  $\text{CO}_2$  миқдори  
(Н. И. Базилевич ва Л. Е. Родин, 1971).  
Тахминий ўртача далиллар

26- жадвал

Зоналарни тупроқ турлари	1 соатда 1 га ердан ажралган $\text{CO}_2$	1 кеча-кундузда 1 га ердан ажралган $\text{CO}_2$ , кг	Йил давомида га/т
Тундра	1,5	36	0,4
Ўрмон	3,3	79	2,0—2,5
Ўрмон-дашт	4,5	108	4,0
Дашт	2,0	48	2,5
Чўл	0,4	17	11—12
Нам ўрмон (субтропик)	9,0	216	11—12

Экинларга карбонат ангидридни сув билан бериш мумкинлигини Константинов тавсия этган. Масалан, лавлагини карбонат ангидридга бой сув билан суғорилганда, 1 га дан олинган ҳосил 68,5 ц га ортган. Лавлаги таркибидаги шакар миқдори 1,03% га кўпайган.

Фотосинтез жараёнининг жадаллигига минерал элементларнинг таъсирини Л. А. Иванов ва И. Л. Коссовичлар текшириб, минерал элементлар билан тўлиқ таъминланган эман дарахти баргларида контролдагига нисбатан фотосинтез жадаллиги 2,5 марта кўп бўлган.

Фотосинтез жараёнида оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ўз вақтида ва изчиллик билан давом этиши учун барг тўқимаси, айниқса, мезофилл ҳужайралар сув билан етарли таъминланган бўлиши зарур. Мезофилл ҳужайраларда сув етишмай қолса, гидролиз жараёни кучаяди. Натижада органик моддалар кам тўпланади.

27- жадвал

Барг ҳужайраларининг ҳолати	100 см <sup>2</sup> барг юзасидан 1 соатда ҳосил бўлган қуруқ модда миқдори, мг
Тургор ҳолати	16,1
Тургор ҳолатини бир оз йўқотган	12,5
Бир оз сулиган	8,5
Кучли сулиган	5,3
Сулиб, осилиб қолган	1,6

Барг тўқимасининг сувга тўйинган ёки тўйинмаган бўлиши ҳам ўсимликни  $\text{CO}_2$  билан таъминланишини ва шу билан бирга фотосинтез жадаллигини белгилайди. Жумладан, барг тўқима-

си ҳаддан ташқари сувга тўйинса, барг оғизчалари гидропассив реакцияга биноан ёпилади. Транспирация кўпайганда эса барг оғизчалари гидроактив реакцияга мувофиқ ёпилади. Кўрсатиб ўтилган мисоллар  $\text{CO}_2$  нинг ҳужайрага ўтишига тўсқинлик қилганлигидан фотосинтез сустлашиб, тўхтаб қолиши ҳам мумкин.

Фотосинтез жадаллигига таъсир этадиган ички омилларнинг бири — баргнинг ёши, сўнгра барг оғизчаларининг очиқ ёки ёпиқ бўлиши, хлорофилл миқдори ва ассимилятларнинг ҳаракатланиб ва ўзгариб туриши ҳам муҳим ўринни эгаллайди.

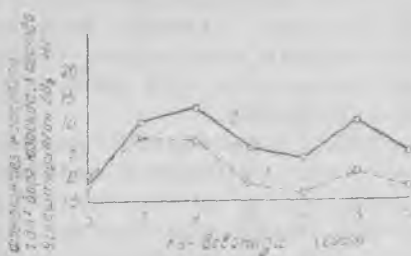
Барг ўсиши билан фотосинтез жадаллиги маълум бир давргача ортиб боради. Барг қариши туфайли фотосинтез жадаллиги камая бошлайди. Масалан, кўпчилик бир йиллик ўсимликларда фотосинтез жадаллиги шоналаш ва гуллаш даврларигача ортиб борса, гуллашдан кейин сустлашади.

Фотосинтез ва моддалар алмашилиш жараёнларида ҳосил бўлган маҳсулотлар ассимилятлар дейилади. Синтезланган оддий углеводларнинг бир қисми нафас олишда сарфланади, қолган қисми эса бирламчи крахмал ва бошқа бирикмалар ҳосил қилиб, фотосинтезнинг давом этишини таъминлайди. Синтезланган органик моддалар бир шаклдан иккинчи шаклга ўзгариб, ўсимлик органлари бўйлаб ҳаракатланади. Натижада фотосинтез жадаллиги кескин ортади. Аксинча, синтезланган органик моддалар ўзгармаса, ўсимлик органлари бўйлаб ҳаракатланмаса, фотосинтез жадаллиги кескин пасаяди.

Фотосинтезга таъсир кўрсатган бу ички фактор ҳақида акад. А. Л. Курсановнинг ишлари диққатга сазовордир. Масалан, олма ва нўхатнинг етилмаган яшил меваларида озик моддалар баргдан келиб тўпланганлиги туфайли мева тўқималарида фотосинтез жадаллиги жуда паст даражада бўлган (57-расм).

Озик моддаларнинг меваларга етиб келиши (мева банд пўстини ҳалқа шаклида кесиб) тўхтатиб қўйилганда, уларда фотосинтез жадаллиги барглардагига нисбатан кучайиб кетган.

Баргдаги хлорофилл миқдорининг ортиши билан фотосинтез жадаллиги кучайганлиги кузатилади. Бироқ, ўзлаштирилган  $\text{CO}_2$  миқдорини, хлорофилл миқдорига бўлган нисбати (ассимиляцион сон) тескари пропорционал эканлигини В. И. Любименко, Р. Вильштеттер ва А. Штоль ўз тажрибаларида кузатганлар.



57-расм. Олма баргида синтезланган маҳсулот оқиб туришининг фотосинтез жадаллигига таъсири:

1 — новдадаги баргдан фотосинтез маҳсулотининг бошқа ерга оқиб туриши олдини олиш учун барг жойлашган новда пўсти унинг юқоригидан ва барг банди остидан ҳалқа қилиб кесиб олинганда; 2 — ҳалқа қилиб кесилмаган новдада қолдирилган баргдаги фотосинтез жадаллиги (А.Л. Курсанов).

Бошқача айтганда, хлорофилл миқдори кўп бўлган ўсимлик баргларида  $\text{CO}_2$  камроқ ўзлаштирилса, хлорофилл миқдори кам бўлганларида  $\text{CO}_2$  кўпроқ ўзлаштирилади. Яъни:

$$\frac{\text{ўзлаштирилган } \text{CO}_2 \text{ миқдори}}{\text{хлорофилл миқдори}} = \text{ассимиляция сон}$$

Буларни қуйида келтирилган жадвал далилларида ҳам кўриш мумкин.

**Хлорофилл миқдори ҳисобига фотосинтез жадаллиги**  
(В. Н. Любименко тажрибасидан)

28- жадвал

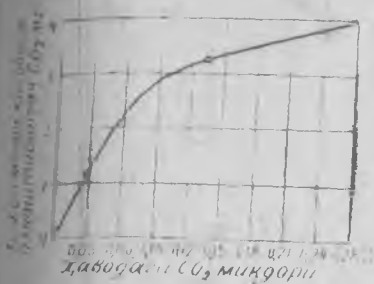
Ўсимлик номи	Баргининг ёши	Ҳул масса ҳисобига хлорофилл миқдори	100 г хлорофилл ҳисобига ўзлаштирилган $\text{CO}_2$ , мг	Ассимиляция сон
Пихта	жуда ёш барглари	8,0	27,3	3,4
	2 йиллик барглари	33,3	17,1	0,5
Арча (ель)	ёш барглари	11,9	43,6	3,6
	2 йиллик барглари	32,5	22,4	0,68

Фотосинтез жараёни доимо ўзгарувчан ташқи омилларнинг мураккаб бирлиги таъсирида ўтганлиги туфайли, бу омиллардан бирортаси етишмаса, фотосинтез жадаллиги максимумга ета олмайди. Шунга асосланиб Ф. Ф. Блекман «чегараловчи омиллар» қонунини тавсия қилди. Унинг фикрича, ташқи омиллардан бирортаси етишмаси, ўсимликда фотосинтез жараёни тўхтайдди. Фотосинтезни «чегараловчи омил» ўрнига қолган омиллардан бирортаси ( $\text{CO}_2$ , ёруғлик ёки сув) кўп берилганда ҳам фотосинтез жадаллиги сустлашганлигича қола беради.

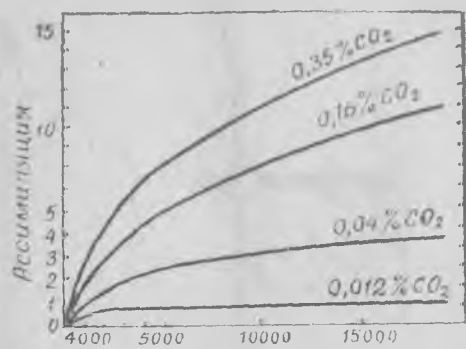
Бошқа олимларнинг фикрларига асосан, минимум ҳолатдаги омил фотосинтез жараёнини бутунлай бўғиб қўймасдан, балки бир оз сустлаштиради. Агар минимум ҳолатдаги омил ўрнига бошқа омилларнинг таъсири кучайтирилса, у ҳолда фотосинтез жадаллиги активлашади. Масалан, ёруғлик омилли билан  $\text{CO}_2$  миқдори ўртасидаги муносабатни олиб кўрайлик (58-расм).

Карбонат ангидрид миқдорини ўзгартирмай, ёруғлик кучи кўпайтирилса, фотосинтез жараёни бир текис ўтади. Муҳитда карбонат ангидрид миқдори кўпайтирилса, фотосинтез жадаллиги ошади (графикка қаранг, 59-расм).

Кўриб ўтилган минимум ҳолатдаги омил бу жараённи сиқиб қўймаганлигини тасдиқлаяпти. Ўсимликнинг яшаш ша-



58-расм. Қарағай баргидаги фотосинтез жадаллигининг  $CO_2$  миқдорига боғлиқлиги.



59-расм. Карбонат ангидрид миқдори билан ёруғлик кучи нисбатига кўра фотосинтез жадаллигининг ўзгариши.

роитига қараб Шимолий вилоятларда температура, дашт ва чўлларда сув, ўрмон зоналарида ёки зич жойлашган экинларда ёруғлик минимум даражада бўлса ҳам фотосинтез жараёни давом этади.

Немис агрономи Вольнинг тажриба далилларига кўра, бир омилни кучайтириш билан, чегараловчи омил таъсирини қандайдир даражада камайтириб, фотосинтез жадаллигини кучайтириш мумкинлиги жадвалда келтирилган.

29-жадвал

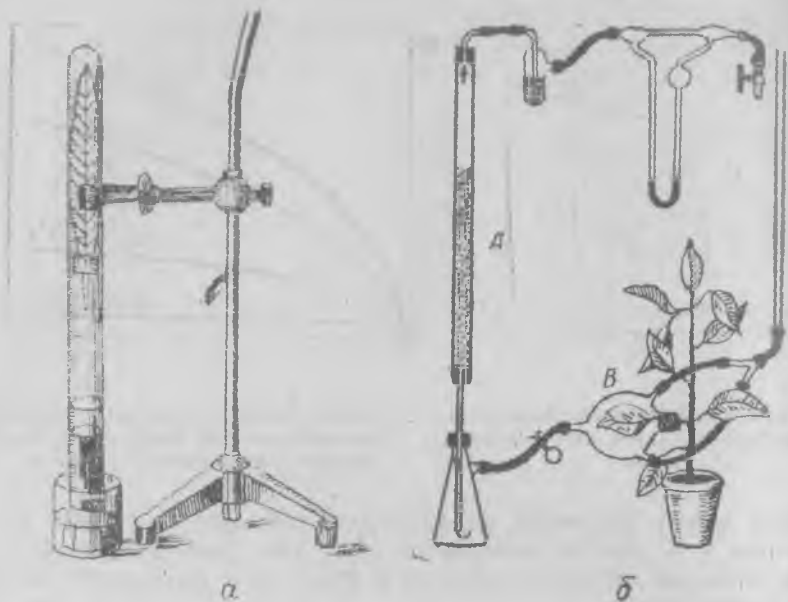
Ёруғлик вурининг қуввати	Ўғитланмаган тупроқда, намлик даражаси. % ҳисоб ида			Ўғитланган тупроқда, намлик даражаси, 60%
	20	40	60	
Қам	100	218	236	257
Ўртача	108	291	311	397
Қучли	125	319	458	663

Эслатма: жадвалда жавдарда тулданган яшил массани назорат тариқасида, физ ҳисобида олинган.

### Фотосинтез жараёнини текшириш усуллари

Фотосинтезнинг қанчалик жадал борганлигини аниқлашда ёки бу жараёнда бўшаб чиққан кислород миқдори ёки органик моддаларни ҳосил қилишда ўзлаштирилган карбонат ангидриднинг миқдори ҳисобга олинади.

Бундан ташқари, фотосинтезда ўзлаштирилган карбонат ангидрид ҳисобига синтезланган органик модда миқдорини аниқлаш йўли билан ҳам фотосинтез жадаллиги қандай даражада ўтганлиги аниқланади.



60- расм. Фотосинтез жадаллигини аниқлашда ишлатиладиган асбоблар:  
*a* — эвдиометр; *b* — ҳавони сўрадиган.

Энг осони ва мактаб шароитида қўллашга қулай усуллардан бири, ярим барглар ёхуд муаллиф томонидан ўзгартирилган доиралар методидан фойдаланиш анча яхши натижалар беради. Кўрсатилган методлардан доиралар усули амаллий машғулотлар қўлланмасида батафсил баён этилган.

Фотосинтез жадаллиги эвдиометр асбобида аниқланади (60- расм, *a*). Бу усулни К. А. Тимирязев кенг қўллаган.

Фотосинтез жараёнида ўзлаштирилган  $\text{CO}_2$  миқдори ҳавони сўриш усули билан аниқланади (60- расм, *b*).

Бушаб чиққан кислородни сув ўсимликларида аниқлаш учун Г. Дютрошенинг пуфакчаларни санаш тажрибасидан фойдаланиш мумкин.

Ҳосил бўлган қуруқ моддани аниқлашда тубанда келтирилган формуладан фойдаланилади:

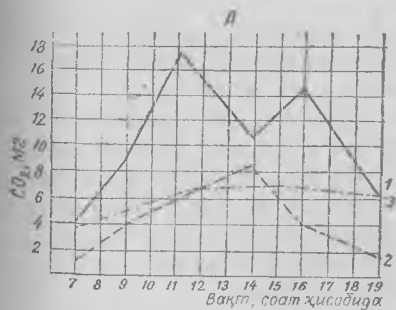
$$M = \frac{m_1 - m_0}{1/2(P + P_1)} \cdot T = (\text{г/м}^2 \text{ кеча-кундуз});$$

Бунда:  $M$  — фотосинтез маҳсулдорлиги;  $m_0$  — тажриба бошидаги ўсимлик барг тўқимасининг қуруқ модда массаси;  $m_1$  — тажриба охиридаги ўсимлик барг тўқимасининг қуруқ модда массаси;  $P$  — тажриба бошида ва  $P_1$  — тажриба охирида олинган барг юзаси;  $T$  — тажриба давомийлигини ифодалайди (кеча-кундуз ҳисобида).

Фотосинтез жараёни мавсум ва кеча-кундуз давомида ўзгариб туради. Ташқи омиллар оптимал даражада бўлганда фотосинтез жараёни қуёш чиқиши билан бошланиб, қуёш ботганда тўхтайди. Ёруғлик билан тўлиқ таъминланган ўсимликларда фотосинтез жараёни тинмасдан 24 соат давом этиши мумкин. Шунинг назарда тутиб, кўп ҳолларда ўсимликларни сунъий ёруғликда парвариш қилиб, улардан мўл ва сифатли ҳосил олинмоқда. Бу усул ёруғлик культураси деб аталади.

Фотосинтез жадаллиги эрталаб қуёш чиқиши билан бўлиб, тушда секинлашади ва қуёш ботганда, бутунлай тўхтайди.

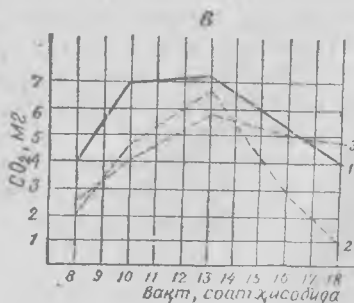
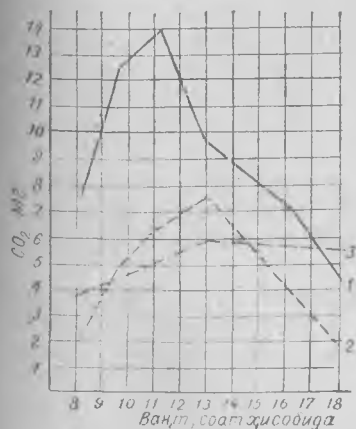
Иссиқ иқлимли шароитда фотосинтез кун чиқиши билан бошланиб, соат 9—11 ларда максимум нуқтага етади, сўнгра секинлашади, қуёш ботишидан олдин яна кучаяди. Ғўзада фотосинтез жадаллигининг кун давомида ва ривожланиш фазаларида ўзгаришини жадвал маълумотларидан ва графиклардан кўриш мумкин (61-расм, А, Б, В), (Ю. С. Носиров, 1956).



61-расм. Ғўзанинг кун давомидаги ва айрим ривожланиш фазаларидаги фотосинтез жадаллиги:

А — гуллаш фазасида; Б — кўсак туғиш фазасида; В — кўсак етилиш олдиндан;

1 — фотосинтез жадаллиги; 2 — ёруғлик кучи (1-10000 люкс ҳисобида) 3 — температура (1—5° С га тенг деб олинган).



Ойлар	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Температура	24 — 29	29 — 33	29 — 32	30	28 — 29
Фотосинтез жадаллиги, мг CO <sub>2</sub> , дм <sup>2</sup> соат	17 — 25	14 — 18	11 — 12	11 — 12	5 — 7

### Фотосинтез ва ҳосил

Фотосинтез жараёнининг кучли ёки кучсиз бўлиши олин-диган ҳосил миқдорини ва сифатини белгилайди. Экинлардан мўл ва сифатли ҳосил олиш мақсадида ерга тушган ёруғлик-дан тўлиқ фойдаланиш йўлларини топиш керак. Бунинг учун экин қаторлари шимолдан жанубга қараб йўналган бўлиши ёки квадрат усулда экилиши керак.

Қарбонат ангидрид миқдорини кўпайтириш фотосинтез жадаллигини ва экинларнинг ҳосилдорлигини оширишда катта аҳамиятга эга. Бунинг учун экин майдонларига минерал ва маҳаллий ўғитлар солиш зарур.

Кўрсатилган агротехника тадбирларининг йиғиндиси ўсимликнинг нормал ривожланишини таъминлаб, ассимиляцияловчи органлар сатҳининг кўпайишига олиб келади.

А. А. Ничипорович маълумотларига кўра, буғдойдан нормал ҳосил олиш учун 1 га майдондаги умумий барг сатҳи 20—30 000 м<sup>2</sup> га, бошқа экинларники эса 30—40 000 м<sup>2</sup> га тўғри келиши керак. Юқори ҳосил олиш учун 1 м<sup>2</sup> барг сатҳи кун давомида 8—10 г қуруқ модда тўплаши керак. Шундагина 1 га ердан ўртача 40—50 ц буғдой, 70—80 ц маккажўхори ҳамда 450—1000 ц кўк масса ҳосили олиш мумкин.

Бир ҳужайрали диатом ва кўк-яшил сувўтлар юксак ўсимликларга нисбатан қуёш нуридан тўлароқ фойдаланиш қобилиятига эга. Жумладан, хлорелла қуёшдан тушган энергиянинг 24% ини фотосинтез учун фойдаланганлиги туфайли, тўпланган органик модда миқдори анча сезиларли бўлади. Хлорелла кун бўйи 1 м<sup>2</sup> барг сатҳи ҳисобида 70 г қуруқ модда тўплайди. Бошқача айтганда, кун давомида 1 га сув юзасидаги хлорелла 700 кг қуруқ модда тўплайди.

Тўпланган қуруқ модда оқсил, аскарбин кислота, ёғ ва бошқа органик бирикмалардан иборат. Айни вақтда, хлорелла ҳайвон ва паррандаларни озиклантиришда қишлоқ ҳўжалигида кенг қўлланилмоқда.

Фотосинтез жадаллиги билан тўпланган қуруқ модда ўртасида зич муносабатни текширган Л. А. Иванов биологик ҳосилни аниқлаш учун тубандаги тенгламани тавсия этади:

$$M = AST - BS, T_1, \text{ бунда:}$$



$M$  — усимликларда тўпланган қуруқ модда миқдори;  $A$  — фотосинтез жадаллиги;  $S$  — барглар сатҳи;  $T$  — кунлар сони;  $B$  — нафас олиш жадаллиги;  $S_1$  — барглар сатҳи ва  $T_1$  — кунлар сонини ифодалайди. Бошқача айтганда,  $AST$  кўпайтмалари фотосинтез жараёнида тўпланган қуруқ модда миқдори ва  $BS_1T_1$  кўпайтмалари нафас олишда сарфланган қуруқ модда миқдорини белгилайди. Шу сонларнинг айирмаси фотосинтезда ҳосил бўлган фойдали маҳсулотни кўрсатади.

Қуруқ модданинг кўплаб тўпланиши учун компенсацион нуқта, яъни  $\frac{AST}{BS_1T_1}$  га бўлган нисбати бир неча марта (10) зиёд бўлиши зарур.

Тубанда келтирилган А. А. Ничипорович тенгламаси асосида 1 кеча-кундузда тўпланган қуруқ модда миқдори қуйидагича аниқланади:

$$C = \frac{\Phi_{CO_2} K_{эф} T}{1000} \text{ га/кг, бунда:}$$

$C$  — 1 кеча-кундузда тўпланган биологик ҳосил;  $\Phi_{CO_2}$  — 1 кеча-кундузда  $1m^2$  барг ҳисобига ўзлаштирилган  $CO_2$  миқдори (г ҳисобида);  $K_{эф}$  — ўзлаштирилган  $CO_2$  миқдорини қуруқ модда ҳисобига айлантириш коэффициентини ифодалайди.

Тажриба далилларига кўра 1 кг ўзлаштирилган  $CO_2$  ҳисобига 0,64 г қуруқ модда (глюкоза)га тўғри келади. Бироқ тўпланган органик модданинг бир қисми нафас олиш жараёнида (5—10%), иккинчи қисми усимликдан тўкилган барг, гул (10% чамасида), учинчиси илдизлари томонидан қабул қилинган моддалар (5—6%) ва тўртинчиси усимлик тўқималаридан оқиб чиқан эрувчи моддалар ҳисобига ажратилса,  $K_{эф}$  0,64 га тенг бўлмасдан, тахминан унинг қиймати 0,5 гача камаяди.

Қўриб ўтилганларни ҳисобга олганда, хўжалик учун тўпланган қуруқ модда миқдори усимлик турига кўра ҳар хил бўлади. Жумладан, лавлагидан олинадиган хўжалик маҳсулоти 50% ни ташкил этса, ғўзадан олинадиган хўжалик маҳсулоти (тола ҳисобида) 1% дан ошмайди.

Тенгламадаги  $L$ —1 га даги усимликлар баргининг умумий сатҳини ифодалайди. 1 га ердан олинган грамм ҳисобидаги маҳсулотни килограммга айлантириш мақсадида, олинган рақамлар тенгламадагидай 1000 га бўлинади.

Қишлоқ хўжалик ходимларининг иш жараёнидаги фойдали маҳсулот миқдорини аниқлаш қуйидаги тенглама асосида бажарилади:

$$X_{хос} = B_{хос} - Y, \text{ бунда:}$$

$X_{хос}$  — хўжалик ҳосилини;  $B_{хос}$  — биологик ҳосилни ва  $Y$  — вегетация давомида йўқотилган қуруқ модда миқдорини ифодалайди.

## IV б о б. ҮСИМЛИКЛАРНИНГ ТУПРОҚДАН ОЗИҚЛАНИШИ

(минерал элементларнинг ушлаштирилиши)

### Үсимликлар учун минерал элементларнинг аҳамияти

Үсимликлардан сифатли ва мул ҳосил олиш учун уларга маҳаллий ва минерал (элементларни) ўғитларни ўз вақтида солиб туриш муҳим агротехник табдирлардан бири ҳисобланади.

Үсимликларни озиқлантириш қадим замонлардан қўлланиб келинган. Масалан, Американинг маҳаллий аҳолиси — абори-генлар маккажўхори донларини балиқ қолдиқлари билан қўшиб экканлар. Ҳақ даврда Европа ва Осиё аҳолиси ҳам экин майдонларининг унумдорлигини ошириш мақсадида гўнг, тўйилган суяк, ўчоқдан чиққан кул ва бошқа хўжаликдаги ташландиқ моддалардан фойдаланганлар. Қадимги римликлар эса экинларни алмашлаб экишга эътибор берганлар. Улар ўғит сифатида Везувий вулқонидан чиққан кулни, тупроқ муҳитини нейтраллаш мақсадида тупроқнинг турига қараб оҳак, гипс ва бошқа моддаларни ишлатганлар.

Ҳақ даврларда фан ва техниканинг, айниқса, химия фанининг тубан босқичда бўлганлиги туфайли, ўғитлаш усулларининг илмий асослари ишлаб чиқилмаган эди. Ҳаттоки, ҳақ даврнинг атоқли файласуфларидан Аристотель ўсимликлар тупроқдаги ўшлаштириш мумкин бўлган моддалар билан озиқланади, деган фикрда бўлган.

Б. Палиси (1563) ўсимликларга ўсимлик кули таркибидаги моддаларни қайтадан етказиб бериш зарурлигини айтади. Үсимликлар минерал элементлар билан таъминланганда, уларнинг нормал ривожланишини Т. Соссюр ўз тажрибаларида кузатган. Үсимликларни маҳаллий ва минерал ўғитлар билан озиқлантириш зарурлиги рус олимлари А. Т. Болотов (1770) ва И. И. Комов (1788) асарларида баён этилган.

Бироқ, немис агрономи А. Тэйер (1800) ўсимликларни фақат чириндилар билан озиқлантириш керак, деган «гумус» назариясини қувватлаб чиққан. Унинг фикрича, минерал элементлар гумус — чиринди ҳосил бўлишини фаоллаштиради.

Немис олими Ю. Либих (1840) Тэйернинг гумус назариясини танқид қилиб, Б. Палисининг айтган фикрларини қувватлайди. Бошқача айтганда, у ўсимликларни минерал моддалар билангина озиқлантириш керак, деган фикрда келади. Шу билан Ю. Либих, «қайтариш» қонунини, яъни ўсимлик қолдиқларини ёндириб, уларни экин майдонларига солишни тавсия этади. Унинг фикрича, гўнг тоғ жинсларининг емирилишида ва ер юзасига карбонат ангидрид чиқариб туришдагина иштиради. Үсимликлар учун ҳаво таркибидаги азотли мод-



62-расм. Элементлар билан тула таъминланган ва айрим элементлар қўшилмаган эритмаларда парвариш қилинган тамаки ўсимлиги:

1 — азотсиз; 2 — фосфорсиз; 3 — калийсиз; 4 — кальцийсиз; 5 — магнийсиз; 7 — борсиз; 8 — олтунгуртсиз; 9 — марганецсиз; 10 — темирсиз ва 6 — зарур элементлар билан тула таъминланганда.

далардан  $\text{NH}_3$  етарли деб ҳисоблайди. Бироқ, ўсимликлар ўзлаштира оладиган азотли бирикмалар ҳаво таркибида жуда кам эканлиги аниқланди. Сўнгра ўсимликларни минерал элементлар билан озиқлантириш борасида илмий изланишлар олиб бориш давом эттирилди.

Ю. Либих суяк унини сульфат кислота билан ишлаб, фосфорли ўғит тайёрлашни тавсия этгач, суперфосфат саноатига асос солинди. Кейинчалик, табиий фосфоритлар ҳисобига суперфосфат тайёрлаш усулини инглиз олими Лооз (1843) ишлаб чиққан. Бу даврда минерал элементларнинг ўсимлик ҳаётида муҳим аҳамиятга эга эканлиги аниқланган бўлса-да, аммо ўсимликлар учун зарур бўлган элементлар тури белгиланмаган эди.

Шу масалани ҳал этишда немис олимлари И. А. Кноп ва Ю. Сакс (1859) ўсимликларни маълум нисбатда минерал элементлари бўлган эритмада парвариш қилдилар. Тажрибага кўра, ўсимликларнинг нормал ўсиши ва ривожланишини таъминлаш учун К, Са, Mg, Fe, S, P ва N элементлари зарур эканлиги аниқланди (62-расм). Бундан ташқари, ўсимликлар учун Cu, Zn, Mn, Mo, Co микроэлементлари жуда оз миқдорда зарур эканлиги яқин йилларда аниқланди ва ҳоказо.

### Ўсимликлар кулининг химиявий таркиби

Агар қуритилган бирор ўсимлик куйдирилса, унинг тузилишида иштирок этган углерод, кислород, водород ва азот элементлари ҳавога ажралиб чиқади. Қуруқ модда таркибидаги

элементларнинг ҳаммасини 100% деб олсак, шунинг 80—95% органиген деб аталган С, О, Н ва N элементларига, қолган 20—5% и кулга туғри келади.

Ўсимликларнинг турига, усган ернига қараб, таркибиди кул миқдори ҳам ҳар хил бўлади. Масалан, картошка ба таркибида 5,2—12,9% ни, сабзи баргида 8,4—17,8% ни ва лаги баргида 14,1—21,0% ни ташкил этади.

Битта ўсимликнинг узиди ҳам, унинг турли органлари ҳам кул миқдори ҳам хил бўлишини тубандаги жадвалдан риш мумкин.

### Куруқ модда таркибидаги кул элементлари

30-жадвал

Ўт ўсимликлар		Дарахлар	
органлари	кул, %	органлари	кул, %
Уруғи	3	Ёғочланган қисми	1
Пояси	4	Пояси	3
Илдизи	5	Пустлоғи	7
Барглари	15	Барглари	11

Кул таркибида табиатда учрайдиган элементларнинг барчаси бўлиши мумкин. Масалан, ғуза кулида асосий элементлардан ташқари, қалай барий, мис ва ҳатто, рубидий элементлари ҳам борлиги тубандаги жадвалдан маълум (С. А. Кудрин маълумоти).

31-жадвал

Элементлар	% ҳисобида	Элементлар	% ҳисобида
Кислород	45,00	Олтингугурт	0,200
Углерод	43,00	Хлор	0,050
Водород	6,30	Темир	0,030
Азот	1,40	Марганец	0,005
Калий	1,50	Қалай	0,004
Кальций	1,00	Бор	0,003
Кремний	0,50	Рух	0,003
Алюминий	0,35	Титан	0,001
Магний	0,30	Барий	0,003
Фосфор	0,30	Мис	0,001
Натрий	0,20	Рубидий	0,0005

Баъзи ўсимликлар айрим элементларни тўплаш хусусиятига эга. Масалан, астрагаллар турига кирадиган ўсимликларнинг кўпчилиги, селен, гунафши, оққалдирмоқ ўсимликлари рух элементини тўплаш хусусиятига эга эканлиги аниқланган.

Ўсимликлар ва тупроқдаги минерал тузлар таркибидаги фосфор,  $PO_4$

Ўсимликларда фосфор-органик бирикмалар синтезланиши

$Ca_3(PO_4)_2$ -нитрификатор олтингугурт ва дошқа бактериялар фаолиятида ҳосил бўлган  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $CO_2$  таъсирида сувда эришчан  $CaHPO_4$ ,  $Ca(H_2PO_4)$  ҳосил бўлиши

Ҳайвонлар, паразит ва гетеротроф озиқланувчи дошқа мавжудотлар фосфорли бирикмаларни узлаштириши

$H_3PO_4$  тупроқдаги Ca, Mg, Fe элементлари билан реакцияга киришганда сувда эрмайдиган  $Ca_3(PO_4)_2$  ҳосил бўлади

Нобуд бўлган ўсимлик, ҳайвонлар қолдиғи ва улардан ажралган фосфорли бирикмалар

Чиритувчи ва дошқа организмлар фаолияти таъсирида фосфор

63-расм. Фосфорнинг табиатда айланиш схемаси (Г. Д. Мустақимов, 1978).

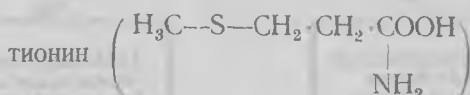
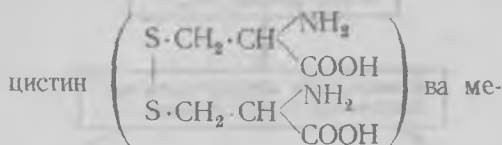
Фосфат кислота тузлари ( $Na_2HPO_4$ ,  $K_2HPO_4$ ,  $KH_2PO_4$  ва бошқалар) ҳужайра шираси таркибидаги водород ионлари концентрациясини тартибга солишда буферлик вазифасини бажаради. Фосфорнинг Ca ва Mg ли тузлари 6 атомли спиртнозит билан бирикиб, фитин номли фосфор-органик бирикмага айланади. Бу бирикма захира модда сифатида зиғир, соя, кунгабоқар ва ғуза каби ўсимликлар уруғида тўпланади. Фитин одам ва ҳайвонлар учун асосий фосфор манбаи ҳисобланади.

Фосфор етишмаса, маккажўхори барглари четиди қора-қизил, тамаки барглари юзасида қўнғир доғлар ҳосил бўлади. Ўсимликларнинг пояси ва барглари ўсишдан тўхтайти, уруғи қўла етилмай қолади.

Олтингугурт (S) сульфат кислота қолдиғи сифатида, ўсимликлар калий, магний ва кальций тузлари таркибидан қабул қилинади.

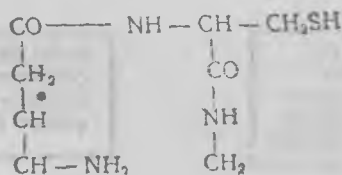
Ўсимликлар  $SO_4$  аниони шаклида қабул қилган олтингугурт барглари ҳужайрасида мураккаб ўзгаришларга учраб, сульфидрил (SH) ва дисульфид (S—S) гуруҳларгача қай-

тарилади. Бу гуруҳлар фотосинтез жараёнида углеводлар ва аммиак билан реакцияга киришиб, цистеин ( $\text{HSCH}_2\text{CNSH}_2\text{COOH}$ ),



молекуларини ҳосил қилишда иштирок этади.

Ўзида SH гуруҳи сақлаган трипептид-глутатион



нафас олиш жараёнида оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида қатнашади.

Ўсимликлар организмдаги оқсиллар парчаланганда таркибидаги сульфгидрил ва дисульфид гуруҳлар  $\text{SO}_4$  гача оксидланади. Ҳосил бўлган  $\text{SO}_4$  аниони флоэма найлари бўйлаб ҳаракатланиб, қайтадан янги аминокислота ва кейинчалик оқсилнинг синтезланишида иштирок этади.

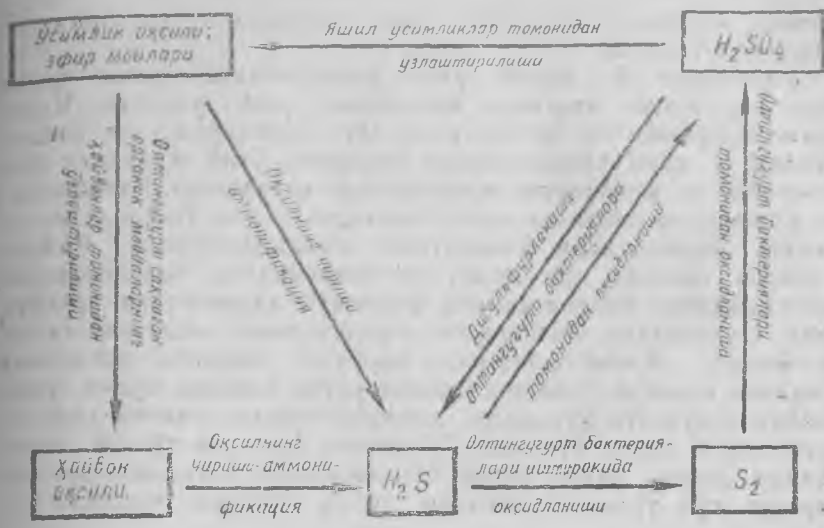
Ўсимликлар ҳужайрасидаги  $\text{SO}_4$  аниони гипс ( $\text{CaSO}_4$ ) друзлари ҳосил бўлишида иштирок этади. Органик моддалар таркибида олтингугурт элементи анион ( $\text{SO}_4$ ) шаклидагига нисбатан кўп бўлиши қуйидаги жадвалдан кўриниб турибди (Петерсон маълумоти).

33-жадвал

Ўсимликлар	1 кг қуруқ модда таркибидаги олтингугурт	
	жами	сульфатлар таркибида
Қарам	8,18	1,95
Беда (пичани)	3,61	1,79
Рапе	4,22	0,51

Ўсимликларнинг ёш тўқимасида олтингугуртнинг кўп қисми асосан оқсил бирикмалар таркибида, қари тўқималарда эса сульфат тузлари таркибида бўлишини Мотес аниқлаган.

Нобуд бўлган ўсимликлар тўқимасидаги оқсиллар парчаланганда муҳитда заҳарли модда — водород сульфид ( $\text{H}_2\text{S}$ )



64- расм. Олтингувуртнинг табиатда айланиш схемаси.

тўпланади. Тупроқда яшовчи олтингувурт бактериялари уни сульфат кислотагача оксидлаб, зарарсизлантиради. Сульфат кислота тупроқдаги катсионларни бириктириб олиб, сульфат тузларигача ўзгаради. Сульфат кислота қолдиғини ўсимликлар қайтадан ўзлаштириб, оқсил ҳосил бўлишида иштирок этади. Табиатда олтингувуртнинг айланиши схема шаклида кўрсатилган (64- расм).

Олтингувурт оқсил молекулаларидан ташқари, хантал, саримсоқ, пиёз мойлари ва В<sub>1</sub> витамини таркибида ҳам учрайди. Олтингувурт етишмаса, ўсимликлар ўсишдан тўхтаб, барглари оқара бошлайди.

Кўп ўсимликлар ўсиши ва ривожланиши учун хлор (Cl) талаб қилинмаса-да, микроэлементлар қаторида уни ишлатиш мумкин. Масалан, қанд лавлагига ва гречиха каби ўсимликлар хлор бўлган ерларда яхшироқ ривожланади.

Хлор ионлари NaCl тузи шаклида галофитларда кўп тўпланиб, улар илдиз ҳужайраларининг осмотик босимини орттиради.

Иод ва бром (J ва Br) ҳам микроэлементлар қаторига киради, улар баъзи денгиз сувўтлари таркибида кўп миқдорда тўпланади.

Ғалла ўсимликлари, қирқбўғим ва диатом сувўтлари қалқонида кремний (Si) кўп тўпланиши уларнинг ўзига хос хусусиятига боғлиқ.

Ўсимликларнинг нормал ривожланиши учун қуйидаги элементлар ҳам зарур ҳисобланади:

К а л и й — KCl, KHCO<sub>3</sub> ва K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> тузлари шаклида ўсимликлар тўқимасида сақланади. Калий қанд лавлагининг ил-

дизиди, картошка тугунагида, яъни крахмалли уруғларда кўп миқдорда учрайди.

Калийнинг кўп қисми эркин ҳаракатланса, қолган қисми оқсиллар билан вақтинча боғланган ҳолда учрайди. Калий ўсимликларнинг ёш органларида кўп, қариларида эса камроқ бўлади. У қари тўқималардан ёшларига ўтиб, қайтадан биохимиявий ва физиологик жараёнларда қатнашади. Калий оқсил ва углеводлар синтезланишида иштирок этади. Амилаза ва сахараза ферментлари фаолиятини жадаллаштиради. Рибосомаларда оқсилни синтезлаш ва гидролизлаш жараёнларида қатнашадиган пируваткиназа ферменти активлигини кучайтиради. Цитоплазма ёпишқоқлик даражасининг пасайиши калийга боғлиқ. Калий етишмаса, барглар оқаради, фотосинтез жараёни сусаяди, ўсимликларнинг уруғи нимжон бўлиб, унучанлик хусусияти йўқолади, хлоропластларда тилакоидлар ва гранулалар ҳосил бўлмайди. Ўсимлик ўсишдан тўхтаб, нобуд бўлади. Бироқ, калий билан таъминланган ўсимликларда шакрлар кўп тўпланганлигидан, улар совуққа чидамли бўлади.

Кальций (Ca) ўсимликлар нафас олишида тўпланган органик кислоталарни нейтраллайди. Кальций таъсирида цитоплазма қуюқлашади, унинг ўтказувчанлик хусусияти пасаяди. Натижада моддалар алмашинуви жараёни сустлашади, Кальций қари тўқималарда ва органларда кўп миқдорда тўпланади. Бу элемент пектин билан бирикиб, кальций пектат бирикмаси шаклида ҳужайраларни бир-бирига ёпиштирадиган пардани ташкил этади.

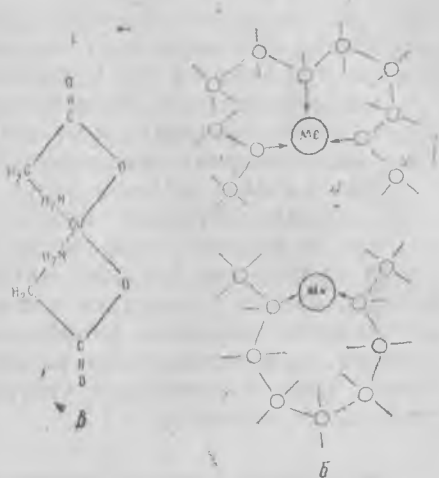
Кальций етишмаса, ўсимликларнинг илдизлари заиф ривожланади, баргларда жигар ранг доғлар пайдо бўлади, углеводлардан ўсимлик тўла фойдалана олмайди, заҳира оқсиллар ўз вақтида парчаланмайди.

Таркибида кальций бўлмаган тупроқларда K, Na, Mg таъсирида ўсимликлар ривожланишдан тўхтабди. Ён илдизлари заиф ривожланади, илдиз тукчалари шишади ва пўсти ёрилиб кетади. Агар ерга кальцийли ўғитлар солинса, катионлар ўртасида физиологик мувозанат тикланиб, илдизлари нормал ривожланади. Катионлар ўртасида ўзаро антагонистик муносабат мавжуд.  $\text{NH}_4$ , Fe ва Al катионлари учун Ca антогонист элемент ҳисобланади. Антогонистик муносабатни ҳисобга олганда, ўсимликларга ўғит сифатида аммоний нитрат ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) солинганда Ca ни ҳам етказиб бериш зарур.

Магний (Mg) хлорофилл молекуласининг порфирин ҳалқаси марказида жойлашган. У мойлар ва углеводлар синтези ҳамда гидролиз жараёнларини жадаллаштиради. Кейинги маълумотларга асосан кальций ва айниқса, магний рибосомаларнинг структура тузилишини сақлайди. Бу элементлар етишмаса, рибосомалар майда бўлакларга ажралишидан оқсилнинг синтезланиш жараёни тўхтабди. Н. С. Сисакян маълумотларига кўра, магний оқсил молекулаларининг синтезланишида

аминокислоталарнинг бир-бирига боғланишини жадаллаштиради. Агар магний етишмаса, мойлар ва углеводлар алмашишуви жараёни бузилиб, баргларда оқиш доғлар пайдо бўлади.

Темир (Fe) хлорофилл молекуласи таркибига кирма-са-да, унинг ҳосил бўлишида катализаторлик вазифасини бажаради. Бу элемент оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида иштирок этадиган каталаза, пероксидаза, цитохромоксидаза ферментлари таркибига киради. Агар темир етишмаса, ўсимликларнинг барги сарғайиб, хлороз касаллигига учрайди. Айни вақтда хлорозга қарши курашишда темир қўшилган органик моддалар — хелатлар ишлатилади.



65- расм. Хелатларнинг схематик тузилиши:

а — 3 чўққили; б — 2 чўққили қандайдир металл қўшилган хелатлар (металл органик модда); в — мис гликолят (мисга 2 молекула глицин аминокислота қўшилишидан ҳосил бўлган ҳолат).

Нуклеин, органик (амино) кислоталарга, витамин, антибиотик ва ауксин каби органик моддаларга микро ва ультрамикроэлементлар қўшилишидан ҳосил бўлган мураккаб комплекс бирикмаларга хелатлар дейилади. Органик моддаларга қўшилган металллар хелатлар молекуласини циклик тузилишини таъминлайди (65- расм).

Хлорофилл, ферментлар ва бошқа турли ўзиде металл сақлаган органик моддалар хелатлар хусусиятига эга. Хелатлар ўсимлик тўқимасида металлларнинг ҳаракатланишини таъминлаш билан бирга, бир актив оқсил бирикмасидан иккинчи актив оқсил бирикмасига электронларни етказиб бериш функциясини бажаради. Умуман айтганда, хелатлар моддалар алмашиш жараёнида актив қатнашади.

Шафтоли, олча ва олма каби ўсимликларда темир элементини етишмай қолса, касалланади. Бу ҳодиса, асосан, кальций кўп ва рН даражаси ишқорий хусусиятга эга бўлган тупроқларда кузатилади. Шундай шароитда ўсадиган ўсимликларнинг ҳосили камайиб, меваларининг ранги ҳам нормал ҳолатда бўлмайди.

**Микроэлементлар.** Юқорида айтиб ўтилган 7 та асосий элементдан ташқари, оз миқдор бўлсада, бошқа элементлар ҳам ўсимликлар учун зарурлиги аниқланган. Булар жуда кам бўлишига қарамай, ўсимликларнинг ўсиб ривожланишини таъминлайди. Бундай элементлар микроэлементлар деб аталади. Микроэлементларнинг айримлари ферментларга қўши-



либ, аорганик катализаторларга нисбатан модда алмашиш жараёини бир неча минг ва миллион марта активлаштирганлигини рус олими Г. Г. Густавсон (1870) кўрсатиб ўтган.

Микроэлементлар ферментларни активлаштириши билан бирга, тирик организмларда содир бўладиган ўсиш, ривожланиш жараёнларини жадаллаштиради экан. Бироқ уларни маълум бир меъёрга қўллаш зарур. Чунки уларнинг миқдори ҳаддан ташқари кўпайиб кетса, тирик организмларга салбий таъсир этганлигини ҳам эсдан чиқармаслик зарур. Ўсимлик талаб қилган миқдордаги микроэлементларни экинларга беришдан олдин, туپроқдаги мавжуд микроэлементлар миқдорини аниқлаш мақсадга мувофиқдир. Агар жадвалда кўрсатилганидек, микроэлементлар миқдори ўртача ёки кўп миқдорда бўлса, улар таркибидаги ўғитларни қўшимча тариқасида бериш талаб этилмайди.

### Тупроқдаги микроэлементларнинг миқдорига биноан уларнинг қимматини баҳолаш (Г. Я. Ренькис маълумоти)

34-жадвал

Тупроқ қиммати	1 кг тупроқдаги микроэлементлар миқдори, мг					
	В (сувга чиқарилган эритмада)	Си 1 н HCl	Мп 0,1 н H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Мо оксид эритмасида	Зп 1 н KCl	Со 1 н HNO <sub>3</sub>
Элементлари жуда кам	0,1 дан кам	0,3 дан кам	0,1—кам	0,05—кам	0,2 кам	0,2—кам
Элементлари кам	0,1—0,2	0,3—1,5	1—10	0,05—0,15	0,2—1,0	0,2—1,0
Элементлари урта даражада	0,3—0,5	2—3	20—50	0,20—0,25	2—3	1,5—3,0
Элементларга бой	0,5—1,0	4—7	60—100	0,3—0,5	4—5	4—5
Элементларга жуда бой	1 дан кўп	7 дан кўп	100—дан кўп	0,5—дан кўп	5—дан кўп	5—дан кўп

Микроэлементларнинг ўсимликка ижобий таъсир этганлигини назарда тутиб, ўзида бор, марганец, молибден элементларини сақлаган ўғитлар химия саноатида ишлаб чиқарилмоқда.

Бор (В) ўсимликлар учун зарур элемент эканлигини Е. В. Бобко ва М. Н. Белоусов (1931) лавлаги ўсимлигида аниқлаганлар. Бор иштирокида углеводлар, АТФ молекулалари синтезланишида ва ўсимликлар кальций ўзлаштиришида борнинг аҳамияти катта. Кальций билан бор маълум нисбатда бўлгандагина ўсимликлар нормал ривожланади. Масалан, лавлагида бу нисбат 100 га, тамакида 200 га, сояда 500 га тенг бўлиши керак. К. Т. Старовойтов маълумотларига кўра, ҳар гектар ерга 1,2 кг бор солинганда себарга ҳосили контролдагига нисбатан 5,2 га/ц, бор, марганец сульфат солинганда 15,7 га/ц ортган. Бор баргларидаги шакларнинг шоналарга-



66- расм. Бор элементининг физиологик аҳамияти:

А — бор етишмаслигидая рангли карам пояси марказий қисмининг бузилиши; Б — лавлагида илдиз чириш касаллиги туфайли барглрининг қорайиб қолиши.

ча етиб боришида иштирок этганлигидан ғуза, беда, соя ва мева дарахтларининг ғунчаси камдан-кам тўкилади. Агар бор етишмаса, усимликларнинг ўсиш нуқтаси нобуд бўлади, яъни қуриб қолади, илдизи ривожланмайди, камбий тўқимасининг хужайралари тула шаклланмайди, қандавлагининг ўзаги чириб кетади ва ҳоказо (66- расм).

Марганец ( $Mn$ ) оксилларнинг парчаланишини, фотосинтез жараёнини ва кўп ферментларнинг фаолиятини жадаллаштиради. У оксидловчи ферментлар таркибида бўлади. Марганец етишмай қолса, усимликлар таркибидаги хлорофилл миқдори камаяди, ҳосилнинг сифати пасаяди, ҳосил камаяди, нитратлар таркибидаги азот ўзлаштирилмайди. Масалан, ғузага 0,25% ли  $MnSO_4$  эритмаси пуркалса, ҳосилдорлик контролдагига нисбатан ортганлиги аниқланган (Г. А. Алиев маълумоти, 1956).

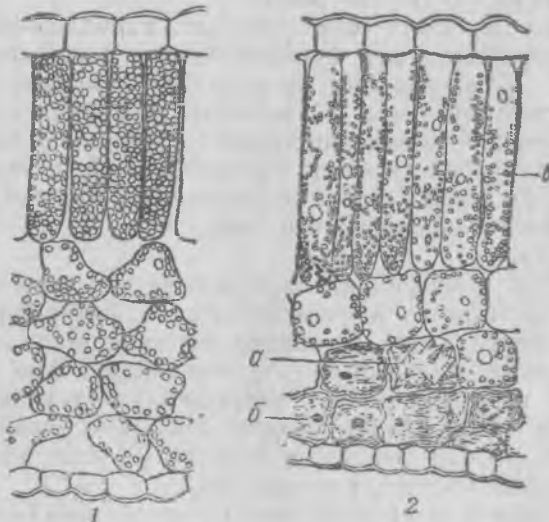
Мис ( $Cu$ ) хлорофиллни тарқалиб кетишидан сақлаши билан бирга фотосинтез жараёнини жадаллаштиради. У пероксидаза ферменти ҳосил бўлишида иштирок этади ва кўпгина ферментларнинг жадаллигини таъминлайди. Мис таъсирида цитоплазма коллоидларининг гидрофиллик хусусияти ортиши ҳисобига сув молекулалари маҳкам боғланади. Агар мис етишмаса, олма дарахти новдаларининг учиди барг ҳосил бўлмаганлигидан учки қисми қуриб қолади.

Ботқоқ тупроқли ерларга мис солинса, экинлар ҳосилдорлигига таъсир этиши мумкинлигини Я. В. Пейве, О. К. Кедрова-Зихман ўз ишларида тасдиқладилар. Масалан, бундай ерларга таркибида мис сақлаган пирит оғаркаси солинганда ғалла экинлари ҳосилининг ортганлиги тубандаги жадвалдан кўринади.

Тажриба вариантлари	Арпа (Вятский 1163) га/ц	Сули (Писарев), га/ц	Бугдой (Яровая но- винка), га/ц	Жандар (кузг), га/ц
$P_2O_5$ (60 га/кг, $K_2O$ 90 га/кг)	0,0	0,0	0,0	12,5
Ҳар гектар ерга 1 т дан пирит огарка- си солинган	15,4	10,3	6,2	18,7

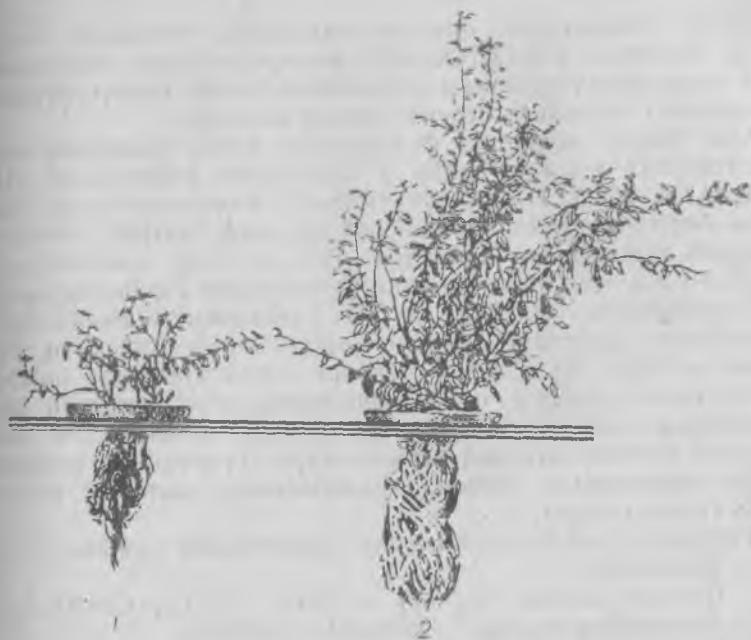
Э с л а т м а: сульфат кислота ва қоғоз ишлаб чиқариш са-  
ноатида ташландиқ моддага пирит огар-  
каси дейилади. Бу модда таркибида мис  
элементининг миқдори 0,5% га бориб қолади.

Р у х (Zn) ўсимликлар танасида ауксин ҳосил бўлишини ва  
уларнинг иссиқликка бардошлилигини таъминлайди. Танасида  
рух бўлганлигидан ғўза вилтга, картошка фитоптора касалли-  
гига чидамли бўлади. Рух ферментлар фаолиятини жадаллаш-  
тиради. У  $H_2CO_3$  ни  $CO_2$  ва сувга парчаловчи карбогидраза  
ферменти таркибига киради. Бу элемент фосфатаза, энлаза ва  
ва полипептидларни парчаловчи ферментлар таркибида бўли-  
ши ҳам аниқланган. Калий, кремний, марганец ва молибден  
элементларини ўсимлик қабул қилишида рухнинг аҳамияти  
катта. Агар рух етишмаса, ўрикнинг барглари майдалашиб  
кетеди, ток барглари хлорозга учрайди. Рух элементи етиш-  
маслигидан помидор баргларининг ҳужайраларидаги хлоро-



67- расм. Рух етишмаслигидан помидор баргида  
кузатиладиган ўзгаришлар:

1 — контрол; 2 а — рух етишмаганда барглардаги ок-  
салат кристаллари; б — нобуд бўлган ҳужайралар; а —  
хлоропластларнинг тарқалиб кетиши.



68-расм. Олхўри ниҳолларининг ўсишига молибденнинг таъсири:

1 — контрол; 2 — 0,01 мг/л молибден берилган ўсимлик.

пластлар тарқалиб кетиши туфайли, барглар хлороз билан касалланади. Барг тўқималари барвақт қариб қолганлигидан уларнинг анатомик тузилиши ҳам тубдан ўзгарганлиги 67-расмда келтирилган.

Молибден (Mo) дуккакли ўсимликларнинг ва, бинобарин, тугунак бактерияларининг ривожланишини жадаллаштириш билан бирга ўсимликлар ҳосилининг ортишига ҳам сабаб бўлади. Молибден нитрогеназа ферменти таркибида учрайди, у молекуляр азотнинг ўзлаштирилишини жадаллаштиради. Молибден сақлаган нитратредуктаза ферменти иштирокида оксид ҳолидаги азот ( $\text{NO}_3$ ) бирикмаси қайтарилган ҳолга ( $\text{NH}_3$  га) ўтади. Агар молибден етишмаса, лимон баргларида сариқ доғлар пайдо бўлади. Олхўри ниҳолларининг ўсишига молибденнинг таъсири 68-расмда келтирилган.

Кейинги йилларда ўсимликлар тугунагида ва тупроқда эркин яшовчи азотофиксаторлар ванадий (ҳар гектарга 50—100 г дан) таъсирида азотни актив ўзлаштириши аниқланган. Натижада дуккакли экинлар ҳосили ҳам анча ортади.

#### Ўсимликларнинг азот ўзлаштириши

Табиатда азот ҳаво таркибининг 78% ини ташкил этишига қарамай, ўсимликлар қуруқ моддаси таркибидаги миқдори 1—3% дан ошмайди. Молекуляр азотни юксак ўсимликлар

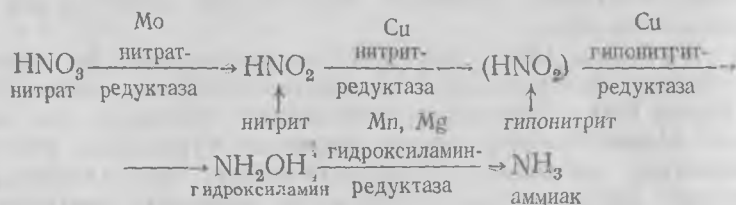
бевосита ўзлаштира олмаганликларини Франция олими Ж. Б. Буссенго илмий-тадқиқот ишларида тула тасдиқлаган. Азот тириклик хусусиятини сақлаган оқсил ва бошқа мураккаб бирикмалар таркибида асосий ўринни эгаллайди.

Азот фақат оқсиллар, ферментлар ҳосил бўлишида иштирок этибгина қолмай, балки у хлорофилл молекуласи, ДНК, РНК, АТФ, НАД, НАДФ, витаминлар, алкалондлар ва бошқа турли бирикмалар таркибида ҳам учрайди. Нитрит, нитрат ва аммоний тузлари таркибидаги  $\text{NO}_2$  ва  $\text{NO}_3$  анионлари ва  $\text{NH}_3$  катиони шаклидаги азотни ўсимликлар ўзлаштиради. Ҳа-во таркибидаги  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$  ва  $\text{NH}_3$  газларини ўсимликлар ўзлаштиради, уларнинг миқдори кам (0,0001%) лигидан, ўсимликни азотга бўлган эҳтиёжини тула қондира олмайди. Айтганларни назарга олиб, экинларни азот элементи билан таъминлаш мақсадида, ер майдонларига маҳаллий ва азотли минерал ўғитлар етказиб бериш зарур. Тупроқнинг таркибида азотли бирикмалар тонналаб ҳисобланади, уларнинг тури ҳам жуда хилма-хилдир.

Тупроқда учрайдиган азотли бирикмалар қуйидаги 3 гуруҳга бўлинади:

1. Нитрит кислота тузлари —  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ ;
2. Аммонийли тузлар —  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;
3. Органик моддалар таркибидаги азот.

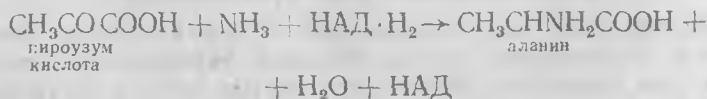
Нитратлар таркибидаги азотни ўсимликлар  $\text{NO}_3$  аниони шаклида қабул қилади, сўнгра у барг тўқималарида  $\text{NH}_3$  гача қайтарилади. А. Н. Бах, Д. Н. Прянишников ва Михлин маълумотларига кўра,  $\text{NO}_3$  ва  $\text{NO}_2$  анионларининг аммиаккача қайтарилиш реакцияси қуйидагича боради:

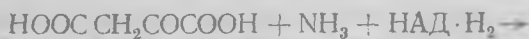


Реакцияда иштирок этган нитратредуктаза ферменти молибден воситасида жадаллашса, нитритредуктаза ва гипонитритредуктаза мис, гидроксиламинредуктаза эса марганец ва магний иштирокида жадаллашади.

Нитратлар қайтарилиши учун зарур водород ва электронларни НАД·Н<sub>2</sub> ва НАДФ·Н<sub>2</sub> бирикмалари етказиб беради.

Ҳосил бўлган аммиак молекулалари кетокислоталар билан реакцияга киришиб, турли-туман аминокислоталар ҳосил бўлишида иштирок этади. Масалан:





оксалат-сирка кислота



аспарагин кислота



$\alpha$ -кетоглутар  
кислота



глутамин  
кислота

Усимликлар ўзлаштирган  $\text{NH}_3$  илдиэларнинг ўзидаёқ кето-кислоталар билан реакцияга киришиб, ҳосил бўлган аминокислоталар ҳам оқсил молекулалари пайдо бўлишида иштирок этади. Аммиак углеводларга бой ўсимликларга сезиларли зарар етказмасада, оқсилга бой ўсимликларга салбий таъсир этади. Тажрибада органик кислоталар кўп бўлган ўсимликлар аммиакдан тула фойдалана олишини А. В. Владимиров ўз ишларида тасдиқлаган. Шуларни ҳисобга олиб, оқсилга бой ўсимликлар ўсадиған ерларни нитратли бирикмалар билан ўғитлаш зарур. Аммонийли тузлардан  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  солинганда тупроқни оҳаклаш керак.

Усимлик туқималарида аммиак кўпайганда, заҳарли аммиак ўсимлик туқимасида мавжуд аспарагин ва глутамин деб аталган аминокислоталар ёрдамида зарарсизланади. Бу бирикмалар ортиқча аммиак гуруҳларини ўзига бириктириб, амид шаклигача ўзгарганлиги қуйидаги тенгламаларда келтирилган:



аспарагин кис-та

аспарагин

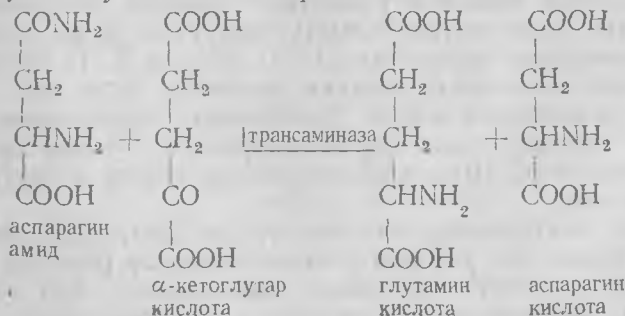


глутамин кис-та



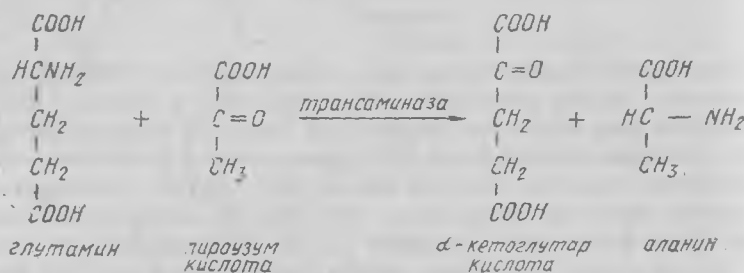
глутамин

Аммиак етишмаганда аспарагин ва глутамин амидлари ўзи бириктириб олған  $\text{NH}_2$  гуруҳини бошқа оксикислоталарга ўтказганлиги учун янги аминокислоталар, тубандаги тенгламага асосан, ҳосил бўлишида иштирок этади.



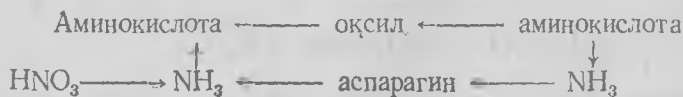
Шунга асосланиб, аспарагин ва глутамин амидлари  $\text{NH}_2$  гуруҳини етказиб берувчи донаторлар бўлиб ҳисобланади.

Ҳар қандай аминокислота ўзидаги  $\text{NH}_2$  гуруҳини бошқа кетокислотага ўтказиши натижасида янги аминокислота ва янги кетокислота ҳосил бўлишини А. Г. Брунштейн, М. Г. Крицман (1937) аниқлаб, унга қайта аминланиш деб атаганлар. Куйида қайта аминланиш реакцияси ифодаланган:



Қайта аминланиш реакциясида трансаминаза ёки аминотрансфераза ферменти иштирок этади.

Оқсил бирикмалари доим янгиланиб, ўзгариб туради. Улар парчаланганда аминокислоталаргача тарқалади. Аминокислоталарнинг ўзи ҳам парчаланиб, аммиак ва кетокислоталар ҳосил қилади. Ажралиб чиққан  $\text{NH}_3$  гуруҳи бошқа оксикислоталар билан бирикиб, янги аминокислоталар ҳосил бўлишида иштирок этади. Шуларни эътиборга олиб, академик Д. Н. Прянишников азот ўзлаштирилиши ва бирламчи оқсил ҳосил бўлиши схемасини (дастлабки синтезланиши) тубандагича ифодалаган:



Тупроқдаги азотли анорганик бирикмалар таркибидаги азотни ўсимликлар ўзлаштира, оқсил молекулалари таркибидаги азотни бевосита ўзлаштира олмайди. Ўсимликлар оқсил таркибидаги азотни ўзлаштириши учун оқсил парчаланиб минераллашиши зарур. Аммо И. С. Шулов, Г. Г. Петров тажрибаларида аспарагин, аргинин, мочевина каби азот сақлаган органик моддаларни юксак ўсимликлар ўзлаштириши тасдиқланган. Органик азот бирикмаларининг ўзлаштирилишини аниқлашда И. С. Шулов ишлаб чиққан стерил культура усули қўлланилади.

Баъзи бактериялар ва замбуруғлар нитратли, аммонийли тузлар билан бир қаторда органик моддалар (пептон) таркибидаги азот ҳисобига ҳам яхши ривожланади. Сут кислотали бижғиш жараёнини қўзғатувчи термобактериум сереале

(*Thermobacterium cereale*) эса муҳитда альбумоза оқсилли бўлгандагина ривожланади.

### **Аммонификация, нитрификация ва денитрификация жараёнлари. Молекуляр азотни ўзлаштирувчи микроорганизмлар. Ҳашаротхўр ўсимликлар**

Ўзида азот сақлаган ва айниқса оқсилли бирикмалар тупроқда яшовчи чиритувчи бактериялар ва бошқа турли микроорганизмлар таъсирида кучли ўзгаришларга учраб минераллашади. Бу жараёнларда кўп миқдорда аммиак ажралиб чиққанлиги учун аммонификация жараёни деб аталади. Куз ва қиш фаслларида ерда тўпланган органик моддалар чириши ҳисобига эрта баҳоргача аммиак ва нитрат тузларнинг миқдори анча кўпаяди. Аэроб шароитда нитрат, анаэроб шароитда аммонийли тузлар кўп тўпланади.

Аммонификация жараёнида бациллус субтилис, бациллус мезантерикус, бациллус микоидес, бактериум коли, бактериум вулгарес, актиномицетлар ва моғор замбуруғлари иштирок этиб, оқсиллар пептон, полипептид ва аминокислоталаргача парчаланаяди. Мураккаб оқсиллардан нуклеопротеидлар парчаланганда муҳитда рибоза, дезоксирибоза шакллари, фосфат кислота, урацил, аденин, тимин, цитозин ва гуанин номли азот асослари тўпланади. Ҳосил бўлган бирикмалар муҳитда тўпланиб қолмай, балки уларнинг ўзгариши ҳам давом этади. Аминокислоталарнинг навбатдаги парчаланишида аммиак, водород сульфид газлари, чумоли, сирка, пропион, мой ва бошқа органик кислоталар; пропил, бутил, амил ва бошқа турли спиртлар; фенол, крезол, скатол, индол, метил меркаптан ( $\text{CH}_3\text{SN}$ ) каби ёқимсиз ҳидли бирикмалар ажралиб чиқади.

Оқсил парчаланиши натижасида ҳосил бўлган водород сульфид ва фосфорли бирикмаларнинг қанчалик чуқур ўзгарганлигини олтингургуртнинг ва фосфорнинг табиатда айланиши схемаларида кўриш мумкин.

Оқсил ва бошқа азотли органик моддаларнинг парчаланиши натижасида ҳосил бўлган аммиакнинг бир қисми ўсимликлар томонидан бевосита қабул қилинса, бир қисми нитрификация жараёни қўзғатувчи бактериялар томонидан нитрит ва нитрат кислоталаргача оксидланади.

Нитрификация жараёни. Табиатда нитрификация жараёни содир бўлганлиги (Т. Шлётинг ва А. Мюнц, 1877) кўрсатиб ўтилган бўлса-да, шу жараённи қўзғовчи тирик организмларни, биринчи бўлиб рус олими С. Н. Виноградский 1890 йилда ўзи ишлаб чиққан озиқ муҳити воситасида тупроқдан ажратиб олган. С. Н. Виноградский ўзининг илмий-тадқиқот ишларида нитрификация жараёни икки фазадан ташкил топганлигини кўрсатиб берди.

Биринчи фазада нитрозомонас гуруҳига кирган турли мавжудотлар ҳаёт жараёнида аммиак ҳаводаги кислород ҳисоби-



га оксидланишидан, тубандаги тенгламага биноан нитрит кислота ҳосил бўлади:



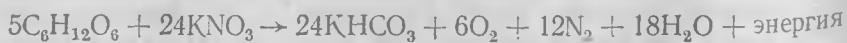
Иккинчи фазада нитробактер иштирокида биринчи фазада ҳосил бўлган нитрит кислотанинг оксидланиши натижасида нитрат кислота вужудга келганлиги тенгламада келтирилган:



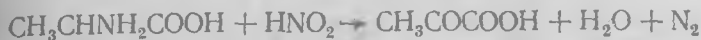
Нитрификаторларга органик моддали шароит салбий таъсир этади. Аммо улар ўз таналарини ташкил этишда оксидланиш реакцияларида ажралиб чиққан энергия ҳисобига органик ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) моддалардан органик моддаларни синтезлайди. Фотосинтез жараёнида органик моддалардан органик моддаларнинг синтезланиши ёруғлик энергияси ҳисобига ҳосил бўлса, нитрификаторларда, рангсиз олтингугурт ва темир бактерияларининг оксидланиш реакцияларида ажралиб чиққан энергия ҳисобига содир бўлганлигини назарда тутиб, хемосинтез деб аталади.

Денитрификация жараёни. Нитрификация жараёнида вужудга келган нитрит ва нитрат бирикмалари таркибидаги  $\text{No}_2^-$  ва  $\text{No}_3^-$  анионлари ўсимликлар томонидан қабул қилинади, қандайдир қисми эса сув билан грунт сувларига ювилиб кетади. Булардан ташқари, тупроқда нитрит ва нитрат бирикмалари таркибидаги оксид ҳолидаги азот баъзи бир микроорганизмларнинг ҳаёт фаолиятида молекула шаклидаги азот ( $\text{N}_2$ ) гача қайтарилади. Бу жараён денитрификация деб аталади. Денитрификация жараёнини қўзғовчи микроорганизмларда микрококкус денитрификанс ва бактерия студзериларни кўрсатиш мумкин.

Денитрификаторлар кислородли ва кислородсиз шароитда ҳаёт кечирувчи факультатив анаэроб бактериялар қаторига киради. Улар аэроб шароитда озиқланиш учун сарфланадиган органик модда ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) ни ташқи муҳитдан қабул қилинган кислород воситасида оксидлаб, энергия яратади. Анаэроб шароитда эса озиқланиш учун сарфланадиган органик моддани оксидлашда нитрат ва нитрит тузлари таркибидаги кислороддан фойдаланади. Натижада тенгламада кўрсатилганидек, экинлар учун зарур бўлган азот тузлари таркибидаги азот молекуляр ҳолга ўтиб, ҳавога чиқарилади:



Бундан ташқари, тупроқ таркибидаги нитрит ва нитрат тузлари билан амид, аминокислота ва аммоний бирикмалари уртасида содир бўладиган реакцияларда ҳам азот молекуляр ( $\text{N}_2$ ) шаклда ажралиб чиққанлиги тенгламалардан кузатилади.



Шу айтганларни ҳисобга олганда денитрификатор бактериялари иштирокида вужудга келган жараёнга бевосита, химиявий реакцияларда содир бўлган жараёнга билвосита денитрификация дейилади.

Тугунак бактериялари. Тугунак бактериялари табиатда кенг тарқалган бўлиб, уларнинг кўпчилиги турли-туман дуккакли, баъзилари дуккаксиз ўсимликларнинг илдиз хужайраларида тугунаклар ҳосил бўлишида иштирок этади. Дуккакли экинларга азотли ўғитлар берилмаганда ҳам, шу ўсимлик тўқималарида бошқа ўсимликларга нисбатан азот кўп тўпланганлигини назарда тутган (Ж. Б. Буссенго, 1838), дуккакли ўсимликлар молекуляр ( $\text{N}_2$ ) азотни ўзлаштирадilar, деган хулосага келади. Бироқ бу фикрни тасдиқлаш кейинги тажрибаларда кузатилмади.

1866 йилда М. С. Воронин дуккаксиз қандағоч дарахти илдизларидаги тугунакларда бактериялар мавжудлигини аниқлади.

Дуккакли тугунак бактериялар томонидан молекуляр азот ўзлаштирилишини Г. Гельригель ва Г. Вильфорт (1866) тажрибаларида батафсил текшириб, қуйидаги хулосага келган:

а) дуккакли ўсимликлар тупроқ муҳитида азот бирикмалари етишмай қолганда молекуляр азотни ўзлаштириб, шу элементга бўлган эҳтиёжни қондиради;

б) дуккакли ўсимликларнинг молекуляр азотни ўзлаштириши тугунак бактерияларнинг иштирокида содир бўлади. Тугунак бактериялар бўлмаса, дуккакли ўсимликлар молекуляр азотни ўзлаштира олмайди.

Тоза ҳолда тугунак бактерияларни ажратиб олган М. Бейеринк (1888), дастлаб уларга бациллус радицикало, кейинчалик эса бактериум радицикало деб ном беради. Ҳозирги вақтда улар ризобиум авлодига киритилди. Улар ўзига хос бўлганлигидан, айрим дуккакли ўсимлик илдизидагина тугунак ҳосил қилганлигини назарда тутиб, шу дуккакли ўсимлик номи билан аталади. Масалан, себаргада ризобиум трифолин, сояда ризобиум японика, ловияда ризобиум фасоли дейилади. Баъзилари эса бир нечта, масалан, ризобиум легуминозарум, нуҳат, вика, чина ва нут каби дуккакли ўсимликларда тугунак ҳосил қилишга мослашган.

Айрим дуккакли ўсимлик илдизлари ва илдиз тўқимасида ҳосил бўлган тугунаклар ҳар хил шаклда бўлади (69-расм).

Тугунак бактериялар дуккакли ўсимликлар билан симбиоз ҳаёт кечириш жараёнида дуккакли ўсимликлар тугунак бактерияларга шакарлар, органик кислоталар, витаминлар, ўстирувчи моддалар етказиб берса, тугунак бактериялар молеку-



69- расм. Дуккакли ўсимликлар илдизидаги тугунаклар:  
 1 — нухат; 2 — себарга; 3 — сераделла; 4 — люпин; 5 — донник ўсимлиги.

ляр азотни ўзлаштириб, ўсимликка аммиак, аминокислота каби азотли бирикмаларни етказиб беради.

Молекуляр азотнинг ўзлаштирилишида дуккакли ўсимликлар тўқимасида қизил рангли пигмент леггемоглобин бўлса, бактерияларнинг фаолияти активлашади.

Тугунак бактериялар моно- ва перитрихиял хивчинланган бўлиб, аэроб шароитда ҳаёт кечиради. Қариб қолган тугунак бактериялари тармоқланган шаклни эгаллайди, уларга бактероидлар дейилади.

Тугунак бактерияларнинг актив (нав) штамmlаридан тайёрланган «нитроген» препарати дуккакли ўсимликлар донига қўшилиб, бактерияларнинг ўзини сифатида қишлоқ ҳўжалигида ишлатилади.

### Тупроқдаги молекуляр азотни эркин ҳолда ўзлаштирадиган мавжудотлар

1. С. Н. Виноградский (1893) махсус электив культура усулини қўллаб, аэроб шароитда ҳаёт кечирадиган мавжудотни тупроқдан ажратиб, Клостридиум пастеурианум деган ном беради. Спора ҳосил қилувчи дук (урчуқ) Клостридиум деб аталган бацилла кислородли шароитда яшай олмайди. Тупроқ таркибидаги кислороддан ўзини сақлаб қолиш мақсадида бу бацилла кластероидес деб аталган бацилла билан симбиоз ҳаёт кечиради. Клостридиум пастеурианум азот

бирикмалари етказиб турса, кластерондес унга витаминлар етказиб бериш билан бирга, кислородсиз шароит туғдириб турди (И. Л. Роботнов, 1958, В. Т. Емцов, 1959). Клостридиум пастреурианум перетрихнал хивчинланган. У шакарларни тубандаги тенглама асосида парчалаб, мой кислотали бижғиш жараёнини қўзғайди:



Кейинчалик Голландиялик микробиолог М. Б. Бейеринк (1901) молекуляр азотни ўзлаштирадиган бактерияни ажратиб, унга азотобактер хроококкум номини беради. Азотобактер хроококкум аэроб шароитда ҳаёт кечирадиган мавжудот. Хужайраси йирик, нейтрал (рН) ва рН 7,2 да яхши ривожланиб, нордонлиги рН—5,6 бўлган тупроқларда учрамайди. Бактерияларни сунъий равишда кўпайтириб, турли экинлар учун «азотобактерин» ёки «азотоген» деб аталган бактериал ўғитлар, экинларни парвариш қилишда уруғлар билан бирга араштириб сепилади.

Азотобактериннинг қандлавлари ва ғўза ўсимликларига ижобий таъсир кўрсатганлиги жадвал рақамларидан кўринади (А. Генкель (1974) китобидан олинган жадвал муаллиф томонидан бироз қисқартириб берилди).

36-жадвал

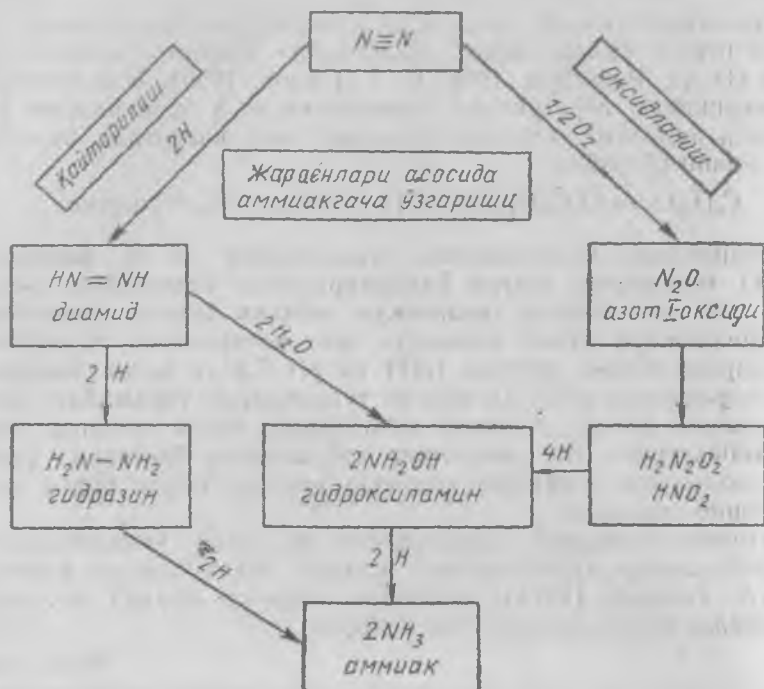
Тажриба вариантлари	Қирғизистон Давлат селекция станциясида қандлавларидан олинган ҳосил, га/ц	Озарбайжон Қишлоқ хўжалик илмий-тадқиқот институтида ўтказилган тажрибада ғўзадан олинган ҳосил, га/ц
Контрол (субда ивигилган уруғ ва чигит)	490,8	22,8
«Азотобактерин» эритмасида ивигилган уруғ ва чигит	491,5	25,3
«Азотобактерин» да ивигилган уруғ ва чигитга суперфосфат қўшилган	536,3	27,4

Жадвал далилларига эътибор берганда «Азотобактерин» ўғити қўшиб берилганда қандлавлари ва ғўза ўсимликларидан олинган ҳосил анча кўп бўлганлиги кузатилади.

Юқорида кўрсатиб ўтилган мавжудотлардан ташқари молекуляр азотни ўзлаштиришда баъзи замбуруғлар, актиномицетлар, кўк-яшил сувўтлари, микробактериялар ва ўзда азотобактер ёки бактерия бейеринк турларини сақлаган лишайниклар ҳам қатнашади.

Молекуляр азотнинг аммиаккача ўзгаришида оксидланиш ва қайтарилиш жараёнлари асосида содир бўлганлиги тубандаги схемада келтирилган (70-расм).

Бу жараёнлар мураккаб структурали нитрогеназа фермент-



70-расм. В. Л. Кретович схемаси бўйича микроорганизмлар томонидан молекуляр азотнинг ўзлаштирилиши.

ларининг активлигида содир бўлиб, реакциялар натижасида ҳосил бўлган аммиак оксикислоталар билан муносабатга киришишидан аминокислоталар ва улар ҳисобига турли оқсиллар синтезланади.

**Ҳашаротхўр ўсимликлар.** Юксак ўсимликларнинг айрим турлари — ҳашаротхўр ўсимликлар ҳайвонлар оқсили таркибидаги азотни ўзлаштиришга мослашган. Буларнинг 500 га яқин тури бўлиб, кўпчилиги ботқоқликларда, баъзилари кум-тупроқли ерларда ва тошлар орасида яшайди.

Кўпчилик ҳашаротхўр ўсимликлар баргининг ўзи ҳашаротларни қамраб олишга мослашган. Баъзи ўсимликларнинг барг пластинкаси ва банди карнайча, пуфакча ёки кўзачага айланган. Баъзиларининг барги ўз шаклини ўзгартирмаган. Шимолий Америкада ўсадиган ҳашаротхўр сарраценция баргининг банди карнайчага ўхшайди. Карнайчанинги ўрта қисми юқори ва пастки қисмига нисбатан анча кенг. Усти қизил рангли чиғаноққа ўхшаш барги билан ёпилиб туради. Ички девори жуда силлиқ бўлгани туфайли унинг ичидаги суюқликка тушган ҳашарот қайтиб чиқолмасдан нобуд бўлади. Сарраценция ўсимлиги ҳашарот оқсилларининг парчаланишидан ҳосил бўлган ами-

нокислоталар ва бошқа моддалар ҳисобига озиқланади (71-расм).

Россиянинг Шимолий районларидаги сфанга ботқоқликларида росянка ва жирянка деб аталган ҳашаротхўр ўсимликлар ўсади. Бундай ўсимликларда ҳам хлорофилл пигменти бўлиб, уларда фотосинтез жараёни нормал ўтади (С. П. Костичев).

Кўп йиллик росянканинг барглари йўсунлар устида ёйилган бўлади. Барглар юзасида шарсимон бошли (25 тагача) тукчалар бўлиб, улар ялтироқ ва ёпишқоқ шилимшиқ модда ажратади. Ҳашаротлар ана шу шилимшиққа ёпишгандан кейин баргларнинг четидаги тукчалар барг марказига қараб юмилиб, ҳашаротни қамраб, шунингдек барг ҳам букилиб ҳашаротни ўраб олади. Бу жараён 2—3 соат давом этади. Гушт ёки оқсилли бошқа моддалар билан ҳам росянка баргининг юмилишини кузатиш мумкин. Оқсил ўрнига шакар, қум каби жисмлар ишлатилса, барг тукчаларида жавоб реакцияси кузатилмайди, яъни ҳаракатланмайди (72-расм).

Ўсимликлар барг тукчаларидан ажралган шира — пепсинга яқин ферментлар таъсирида оқсиллар парчаланшидан ҳосил бўлган оддий азот бирикмаларини ўзлаштиради. Тукчалардан антисептик цумоли кислота ҳам ажралади. Ҳашарот тўқимасидаги азот бирикмалари ўзлаштирилгандан кейин барг қайтадан ёзилади. Оқсилни парчалаш ва ҳазм қилиш муддати бир неча кун давом этади.

Жирянка номли ҳашаротхўр ўсимлик ҳам торфли ботқоқликларда яшайди. Баргларининг юзаси шилимшиқ модда билан қопланганлигидан улар ёғли бўлиб кўринади. Барг тўқимасининг 1 см<sup>2</sup> юзасидаги безлар сони 25 000 тага етади. Ҳашарот таъсирида қитиқланган безлар фермент ва кислота ажратиб чиқаради. Сўнгра барг ҳашаротга яқин жойда букилиб, ҳашаротни ўраб олади. Бир кеча-кундуздан кейин барг қайтадан ёзилади. Халқ хўжалигида фойдаланиш мақсадида Кольск ярим оролидаги аҳоли махсус пишлоқ тайёрлаш мақсадида янги соғиб олинган сутга жирянка баргини солишади.

Ботқоқликлардаги кичик ҳавзаларда пузирчатка деб аталган илдизсиз ҳашаротхўр ўсимлик яшайди, у сувдаги майда ҳашаротлар ва балиқчалар билан озиқланади. Пузирчатка (73-расм) баргларининг қирқилган шакллилиари сув юзасида жойлашиб, ўсимлик поясининг мувозанатини сақлайди. Сув юзасидан чиққан поя учларида сариқ рангли анча йирик гул очилади. Пуфакча шаклига кирган барглар сув остида жойлашиб, ҳашаротларни тутишда хизмат қилади. Бундай баргларнинг «оғиз» тешикчаси атрофи сезгир тукчалар билан қоп-



71-расм. Барги карнайчага айланган сарпенция.



72- расм. Росянка:

1 — умумий кўриниши; 2 — баргнинг ҳашарот (пашша)ни қамраб олган пайти.

ланган бўлади. Пуфакча оғизчасида ичкарига очиладиган қопқоқча бор. Пуфакча ичи ўлжали сув билан тўлгач, босим таъсирида қопқоқча ёпилади. Пуфакча деворида зич жойлашган безлар ёрдамида 15—20 минутдан кейин ҳашарот таркибидаги моддалар ўзлаштирилади.

Шимолий Американинг торфли ботқоқликларида ўсадиган венера пашшахўри (74-расм) деган ўсимликнинг барги икки қисмдан иборат. Пояга яқин қисмида фотосинтез жараёни содир бўлади. Баргнинг иккинчи қисми икки палладан иборат. Палланинг четлари қиррали бўлиб, сирти қизил рангли безлар билан қопланган. Безлар озиқ ҳазм қилиш шираси ажралишида хизмат қилади. Паллалар марказида учтадан сезгир тукча жойлашган. Сезгир тукчаларга ҳашарот тегиши билан барг паллалари тезда ёпилади. Паллалар четидаги қирралар ҳам



73-расм. Баъзи барглари пуфакчага айланган пузирчатка:

1 — умумий кўриниши; 2 — ўлжали пуфакчанинг катталаштирилгани.

бир-бири орасига кириши туфайли улар маҳкам жипслашади. Палла безларидан ажралган шира таъсирида ҳашарот тана-сидаги оқсил бирикмалари парчаланиб ўзлаштирилади. Бир неча соат ўтгач, барг паллалари яна очилади.

Мадагаскар ва Зонд оролларида ўсадиган эпифит ҳашарот-хўр непентес (75-расм) ўсимлигининг барг банди кўзача-га ўхшайди. Непентесларнинг 30 га яқин тури бўлиб, кўзачала-рининг узунлиги 2,5—3,5 см га етади. Агар непентес кўзачала-рига кичик қушлар тушиб қолса, улар ҳазм бўлиб кетади. Эво-люция жараёнида непентес баргларининг банди кенгайиб, барг-чага айланган. Баргнинг учидан ўсган узун жингалаклар да-рахтлар шохига ўралиб қолади. Жингалаклар учидан кейин кўзача ҳосил бўлади. Кўзачанинг сирти ранг-баранг барглар билан қопланган. Ички девори жуда силлиқ. Кўзачалар дево-рида, уларнинг марказига қия тушган ўткир тукчалар бўлиши ҳашаротнинг ташқарига чиқиб кетишига йўл қўймайди. Кўза-чалар деворидаги безлар озиқ ҳазм қилиш шираси ишлаб чиқа-ради.

Ўзбекистонда Амударё ва Сирдарё сувларида альдров-анда деб аталган ҳашаротхўр ўсимлик ўсади (76-расм).





a



b



75-расм. Барги кўзачага айланган пепенчес.

74-расм. Венера пашшахўри:

a — гуллаган ўсимлик; б — ўлжани қамраб олувчи барглари.



76-расм. Сирдарё ва Амударёда учрайдиган, барглари пуфакчага айланадиган альдрованда усимлиги.

#### Табиатда азотнинг айланиши

Ҳаво таркибидаги молекула шаклидаги азот ( $N_2$ ) нинг миқдори 75—80% ни ташкил этади. Бироқ бу элемент, юқорида қайд этилгандек, кўпчилик усимлик турлари томонидан бевоси-

ти ўзлаштирилмайди. Шуларни назарда тутиб, ўсимликлар учун зарур бўлган ва улар осонлик билан қабул қиладиган азотли бирикмаларнинг тупроқда тулланишини куриб ўтиш керак.

Биринчидан, ҳаводаги молекула шаклидаги азот чақмоқлар вақтида ҳосил бўлган кучли электр зарядлари ҳисобига  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$  ва  $\text{NO}_3^-$  каби бирикмалар ҳаво ва тупроқ муҳитида тулланади. Тупроқдаги сув билан муносабатга киришган  $\text{NH}_3^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  анионларни ўсимликлар қабул қилиб, ўзлаштиради.

Иккинчидан, тупроқда эркин ҳаёт кечириб молекуляр шаклдаги азот микроорганизмларга мансуб кластридиум, азотобактер, кўк-яшил сувўтлар, актиномицетлар, лишайниклар ва бошқалар томонидан ўзлаштирилади. Бу организмлар ўзлаштирилган азот элементи ҳисобига ўзига зарур бўлган оқсил ва бошқа азотли бирикмаларни синтезлайди. Шу организмлар нобуд бўлгандан кейин уларнинг таналари таркибидаги оқсил ва азотли бирикмалар чиритувчи бактериялар активлигида азотли содда моддаларга айлангандан кейин ўсимликлар ўзлаштиради.

Учинчидан, дуккакли ўсимликлар тугунагидаги ризобиум турига мансуб ва баъзи дуккаксиз жирғаноқ, оққайин, жийда, қандағоч каби ўсимликлар илдизларидаги тугунакларда симбиоз ҳаёт кечирувчи микроорганизмлар воситасида молекуляр азот ўзлаштирилиб, тупроқни азотли моддалар билан бойиштирда қатнашади.

Туртинчидан, экинлардан юқори ҳосил олиш учун химия сааноатида турли-туман азотли ўғитлар ишлаб чиқарилмоқда.

Бешинчидан, нобуд бўлган ўсимликлар, ҳайвонлар ва микроорганизмлар таркибидаги мураккаб органик моддаларнинг чириши натижасида таркибида азот элементини сақлаган содда бирикмалар ҳам тупроқ муҳитида тулланади.

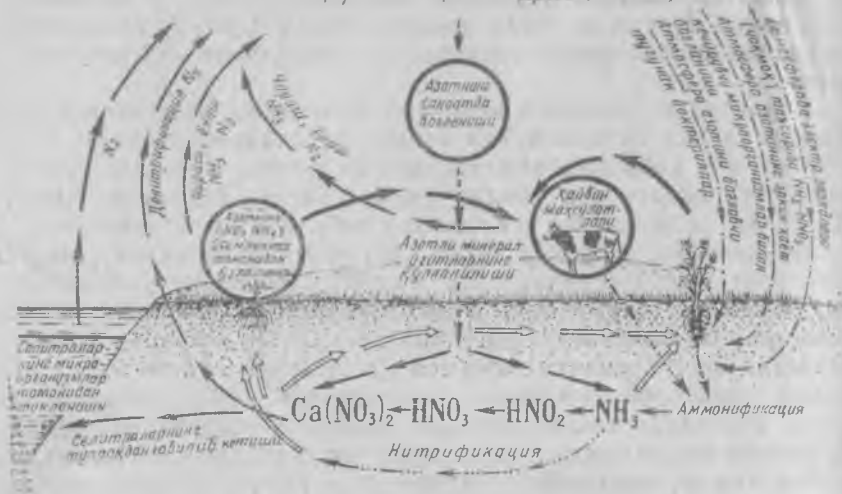
Азот элементи ҳам углерод, фосфор, олтингургурт ва бошқа элементлар каби бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб туради. Юқорида ҳаво ва тупроқ муҳитида молекуляр азотнинг боғланган ҳолатга ўтганлиги айтилган бўлса, қуйидаги сатрларда молекуляр азотнинг қайтадан ҳаво таркибига қўшилиб, унинг аввалги миқдорини тиклашда қатнашадиган ҳодисалар куриб ўтилади.

Биринчидан, ўсимликлар, ҳайвонлар ва микроорганизмларнинг ёниш, чириш жараёнларида органик моддалар таркибидаги азот ҳавога қайтиб чиқади.

Иккинчидан, тупроқ ва сувда нитрит, нитрат тузлари билан аммоний ва бошқа моддалар химиявий жараёнларда оксид ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) ҳолатдаги азот молекуляр шаклдаги азотга ўзгариб, ҳавода тулланади.

Учинчидан, тупроқда ҳаёт кечирадиган денитрификатор бактериялар ҳам нитрит ва нитрат тузлари таркибидаги кислородни истеъмол қилиш туфайли ҳаво молекуляр ( $\text{N}_2$ ) шаклдаги азот билан бойиб боради.

Атмосфера азоти (1 га га ҳар 70 минг т.)



77- расм. Азотнинг табиатда айланиши (схема).

Хулоса қилиб айтганда, ҳаводаги молекула шаклидаги азот ҳаво, сув ва тупроқ муҳитида бирикма шаклида тупланса, кейинчалик бирикма таркибидаги азотнинг ҳавога қайтадан қайтиб чиқиши унинг табиатда айланиб туришидан далолат беради (77- расм). Бу жараён глобал аҳамиятга эга.

**Мувозанатли эритмалар.** Сув, қум ва тупроқ культураларини тайёрлаш усуллари. Физиологик ишқорий ва нордон тузлар

Ўсимликлар қабул қилган катионларнинг кўп-оз бўлишига қараб, улар органларида ва айрим тўқималарида содир бўладиган физиологик ҳамда биохимиявий жараёнлар актив ёки пассив равишда давом этади. Хулоса қилиб айтганда, қабул қилинган катионлар ва бошқа элементлар ўсимликларнинг моддалар алмашинуви жараёнига таъсир қилиб, шу жараёнларни тартибга солишда хизмат қилади. Ҳар қайси элемент моддалар алмашинуви жараёнига ўзига хос таъсир кўрсатганлигидан бир элементнинг функциясини иккинчи элемент бажара олмайди. Жумладан, кальцийнинг функциясини калий, калийнинг функциясини темир бажара олмайди ва ҳоказо.

Бир валентли элементлар цитоплазманинг ёпишқоқлигини камайтирса, икки валентлиси, аксинча, уни оширади. Бу элементлар ўргасидаги қарама-қаршилик — антогонистик ҳодиса цитоплазманинг ёпишқоқлик даражасини ўзгартириш билан чегараланмай, балки унинг ўсиши ва моддалар алмашинуви жараёнларининг жадаллигини ҳам белгилайди. Масалан, ўсимлик майсаларининг илдизи  $\text{CaCl}_2$  тузи эритмасида парварил қилинганда илдизлари яхши ривожланмайди. Худди шундай

лат  $\text{NaCl}$  тузи эритмасида ҳам сезилади. Агар ўсимлик натрий ва кальций булган эритмада парварил қилинса, илдизлари анча яхши ривожланади. Эритмага калий қўшилса, илдизлари тез ўсиб, яхши ривожланади. В. Остергаут маълумотларига кўра, 40 кунлик буғдой майсаси илдизининг узунлиги 0,12 мм,  $\text{NaCl}$  эритмасида 39 мм,  $\text{KCl}$  да 68 мм,  $\text{MgCl}_2$  да 7 мм ва  $\text{CaCl}_2$  эритмасида 70 мм чамасида ўсган. 1000 ҳисса  $\text{NaCl}$  эритмасига 10 ҳисса  $\text{CaCl}_2$  ва 22 ҳисса  $\text{KCl}$  эритмалари қўшилса, буғдой майсалари илдизининг узунлиги 324 мм га етган.

Демак, ўсимликлар нормал ўсиши ва ривожланиши учун эритмадаги катионларнинг миқдори маълум нисбатда бўлиши зарурлигини юқоридаги далиллар тасдиқлайди. Маълум нисбатда бўлган ионлар ҳисобига тайёрланган аралашма мувозанатли эритма дейилади ва улар тажриба асосида ҳосил қилинади.

И. А. Кноп, Г. Гельригель, Кроне ва Д. Н. Прянишниковлар усулида тайёрланган мувозанатли эритмаларни ҳосил қилишда тузлар тубандаги жадвалда кўрсатилган миқдорда олинади.

37- жадвал

Прянишников	Кноп	Гельригель	Кроне
эритмалари			
$\text{NH}_4\text{NO}_3$ 0,240	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1,000	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,492	$\text{KNO}_3$ 1,000
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,172	$\text{K}_2\text{HPO}_4$ 0,250	$\text{K}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ 0,136	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 0,250
$\text{MgSO}_4$ 0,060	$\text{MgSO}_4$ 0,250	$\text{MgSO}_4$ 0,060	$\text{MgSO}_4$ 0,500
$\text{KCl}$ 0,160	$\text{KCl}$ 0,125	$\text{KCl}$ 0,075	$\text{CaSO}_4$ 0,500
$\text{FeCl}_3$ 0,025	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,0125	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,0125	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ 0,250
$\text{CaSO}_4$ 0,344			

Эслатма: жадвалда кўрсатилган туз кристаллари 1 л сувда ёки 1 кг тупроққа ёхуд 1 кг қумга қўшиб аралаштирилади.

Агар жадвал рақамларига эътибор берилса, унинг таркибида  $\text{K}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{N}$  ва  $\text{P}$  элементлари борлиги кўзга ташланади. Мувозанатли эритмалар тайёрлашда айни вақтда таркибида бор, мис, рух, марганец ва бошқа элементларни сақлаган туз кристаллари ишлатилади. В. А. Чесноков ва Е. Н. Базирина ишлаб чиққан мувозанатли эритма таркиби қуйидаги тузлардан иборат:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,500 г	$\text{FeCl}_3$ 0,006 г
$\text{NH}_4\text{NO}_3$ 0,160 г	$\text{H}_3\text{BO}_3$ 0,0007 г
$\text{KNO}_3$ 0,400 г	$\text{MnSO}_4$ 0,0005 г
$\text{MgSO}_4$ 0,280 г	$\text{ZnSO}_4$ 0,00001 г
$\text{KH}_2\text{PO}_4$ 0,140 г	$\text{CuSO}_4$ 0,00002 г

Минерал элементлардан тайёрланган эритмада ўсимлик ўстириш усули сув культураси деб аталади. Сув культурани немис олимларидан И. А. Кноп ва Ю. Сакс (1858—1859)

ишлаб чиққанлар. Ўсимликларни ўстиришда субстрат (муҳит) сифатида қум ишлатилса қум культураси, тупроқ ишлатилса тупроқ культураси деб аталади.

Ўсимликлар сув ёки бошқа субстратда ўстирилганда баъзи элементларни кўпроқ, бошқаларини эса камроқ ўзлаштирганлигидан муҳитнинг рН даражаси ўзгаради.  $\text{NO}_3^-$  ёки  $\text{OH}^-$  ионларининг кўп тулланишидан муҳитнинг ишқорий ёки кислотали хусусияти ортади. Шуларни эътиборга олиб, ўсимликларга бериладиган минерал тузлар химиявий жиҳатдан нейтрал бўлишига қарамай, физиологик ишқорий ёки физиологик нордон туз деб аталади. Масалан, аммоний сульфат ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> химиявий жиҳатдан нейтрал туз бўлиб, муҳит (эритма) да  $\text{NH}_4^+$  ва  $\text{SO}_4^-$  ионларигача парчаланadi. Ўсимликлар олтингургутга нисбатан азотга талабчан бўлганлигидан  $\text{NH}_4^+$  катионини ўзига кўпроқ қабул қилади.  $\text{SO}_4^-$  аниони эса муҳитда тулланади. Субстратда тулланган кислота қолдиғи — муҳитнинг кислоталилик хусусиятини намоён қилади. Аммоний сульфат тузи физиологик жиҳатдан кислотали тузлар қаторига киради.

Кислотали муҳитни нейтраллаш мақсадида субстратга мергель, оҳак ёки бўр қўшиш зарур. Сув культурасида рН даражасини ўзгартирган эритма янги тайёрланган эритма билан алмаштирилади.

$\text{NaNO}_3$  ва  $\text{KNO}_3$  физиологик ишқорий тузлар қаторига киради, улар сувда эритилганда  $\text{Na}^+$  катионига ва  $\text{NO}_3^-$  анионига ажралади. Бу тузлар таркибидаги анионлар ўсимликка кўпроқ сингийди, натрий ёки калий муҳитда кўп тулланиш натижасида субстрат ишқорий хусусиятга эга бўлади. Ишқорий муҳитни нейтраллаш мақсадида субстратга гипс ( $\text{CaSO}_4$ ) қўшилади.

Ўсимликларнинг турига ва яшаш шароитига кўра муҳитнинг доим бир хил нейтрал бўлиши талаб қилинмайди. Баъзи ўсимликлар, масалан, люпин кислотали муҳитда, яъни рН даражаси 4—5 оралиғида яхши ривожланса, бошқалари (масалан, беда) нормал ривожланиши учун рН 7—8 оралиғида бўлиши талаб қилинади.

Д. Н. Прянишников маълумотида биноан рН қимматига кўра ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишига кўрсатган таъсири қуйидаги жадвалда келтирилган.

38- жадвал

Ўсимликлар номи	Кўрсатилган рН оралиғида ўсади	Ўсиш учун энг қулай рН даражаси
Люпин	4 — 6	4 — 5
Зигир	4 — 7	5 — 6
Картошка	4 — 8	5
Бугдой	5 — 8	6 — 7
Беда	6 — 8	7 — 8

Муҳитнинг, жумладан, тупроқ эритмасида водород ёки гидроксил ионларини оз ёки кўп бўлиши, ўсимликларнинг ҳаётий жараёнларига ижобий ёки салбий таъсир этганлиги қуйидаги жадвалда келтирилган.

33- жадвал

рН қийматлари						
7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5 дан кам
Люпин, картошка, чой ўсимликлари салбий, ғуза, беда, ўсимликларига ижобий таъсир этади.	Ғалла, дуккакли, полиз ва техник ўсимликларнинг ўсишига жуда қулай (оптимал) шариоит ҳисобланади.	Жавдар, сули ва картошка учун ижобий бўлса, қанд лавлагига салбий таъсир этади.	Жавдар, сули ва картошка учун ижобий бўлса, қанд лавлагига салбий таъсир этади.	Жавдар, сули ва картошка учун ижобий бўлса, қанд лавлагига салбий таъсир этади.	Жавдар, сули ва картошка учун ижобий бўлса, қанд лавлагига салбий таъсир этади.	Себарга, карам, маккажухори ўсимликларининг ўсишига салбий таъсир этганлигидан тупроқни оҳаклаш зарур. рН 4 дан кичик бўлганда алюминийга чиниққан чой ва люпин яхши усади.
Молибдендан ташқари ҳамма элементларнинг қабул қилиниши сустрлашади.	Ҳамма элементларнинг қабул қилиниши активлашади.	Молибдендан ташқари К, Са, Mg ва микроэлементлар тупроқдан ювилади. Тупроқ заррачаларига фосфор фиксацияланади (ютилади).	Молибдендан ташқари К, Са, Mg ва микроэлементлар тупроқдан ювилади. Тупроқ заррачаларига фосфор фиксацияланади (ютилади).	Молибдендан ташқари К, Са, Mg ва микроэлементлар тупроқдан ювилади. Тупроқ заррачаларига фосфор фиксацияланади (ютилади).	Молибдендан ташқари К, Са, Mg ва микроэлементлар тупроқдан ювилади. Тупроқ заррачаларига фосфор фиксацияланади (ютилади).	Нитрификация жараёни сустрлашади. рН 4 дан кичик бўлганда етарли қабул қилинмайди. Тупроқ ва ўғитлар таркибидаги фосфорнинг қабул қилиниши сустрлашади.

А. В. Петербургский, 1971 китобидан олиниб бироз ўзгартирилди.

### Тупроқ таркибидаги минерал моддаларнинг шакли. Элементларнинг тупроқ заррачаларига ютилиши

Турли жўрофия зоналари тупроғи таркибида минерал моддалар эритма, кристалл шаклида тупроқ заррачаларига ва тупроқ коллоидларига адсорбициланган ҳолда учрайди.

Эритмалар таркибидаги элементларни ўсимликлар осон ўзлаштиришда, миқдор жиҳатдан улар тупроқда жуда оз бўлади. Кўпчилик элементлар тупроқ заррачаларига ва тупроқ коллоидларига ютилган ҳолда учрайди.

Озиқ моддали эритма тупроқ қавати орқали ўтказилганда, элементларнинг тупроқ заррачаларига адсорбициланиши тупроқнинг ютиш қобилияти деб аталади. Тупроқнинг ютиш қобилиятини, тупроқдаги коллоидларнинг аҳамиятини текширган К. К. Гедройц моддаларнинг адсорбициланиш (ютилиши)ни тубандаги гуруҳларга бўлади:

1. Механик ютилиш. Бирор эритма тупроқ қавати орқали ўтказилганда тупроқ заррачалари оралиғидаги майда капиллярларда эритманинг майда заррачалари — суспензия қисми механик равишда ютилиб қолади. Масалан, лойқаланган ифлос сув тупроқ орқали ўтказилса, шу лойқа заррачалари

тупроқдан ўтиб кетмай, балки капилляр бушлиқларида механик равишда тупланади — адсорбциланади.

2. **Физик ютилиш.** Тупроқ заррачалари сатҳида юртиш кучи бўлганлигидан, эритма ва газлар таркибидаги моддаларнинг молекулалари тупроқ заррачаларига ютилади.

Масалан, тупроқ орқали рангли эритма ўтказилганда тиниқ — рангсиз сув томчилари сизиб чиқиши физик ютилиш ҳодисаси борлигини тасдиқлайди. Баъзи ионлар, жумладан  $\text{NO}_3^-$  аниони тупроқ заррачалари томонидан физик адсорбциланмаганлигидан тупроқ орқали филтрланиб, ерости сувларига қўшилиб кетади. Шуни ҳисобга олиб, нитратли ўғитлар ерга кузда эмас, балки эрта баҳорда ёки экинларни озиклантириш даврида солинади.

3. **Химиявий ютилиш.** Тупроқдаги бирикмалар орасида химиявий муносабат бўлиши сувда эриган моддаларнинг эримайдиган шаклга ўтиши тупроққа химиявий ютилиш қобилиятини ифодалайди. Масалан, калий ёки натрий гидрофосфат ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) тузлари тупроқдаги кальций билан реакцияга киришганлигидан қийин эрийдиган тузларга —  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  га айланиб, фосфор элементи химиявий ютилади.

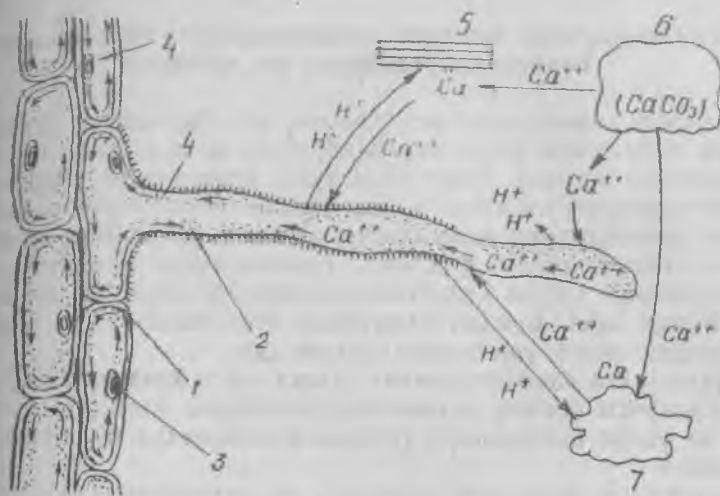
4. **Биологик ютилиш** тупроқдаги микроорганизмларнинг кўп-озлигига боғлиқ. Микроорганизмлар ҳаёт фаолиятида органик бирикмалардан ташқари, минерал элементларга ҳам эҳтиёж сезади. Шунинг учун ерга солинган минерал ўғитларнинг бир қисмини микроорганизмлар ўзлаштириши биологик ютилишни ифодалайди. Биологик ютилиш даражаси микроорганизмлар миқдорига боғлиқ.

Микроорганизмлар нобуд бўлиб, улар таркибидаги органик моддалар минераллашгандан кейин, минерал элементларни маданий ўсимликлар ўзлаштиради.

5. **Физик-химиявий ютилиш** тупроқдаги органик (гумус) ва анорганик (лойқа, кремний кислота, темир ва алюминий гидратлари) бирикмалардан ташкил топган коллоидларга боғлиқ. Ҳар қайси коллоид заррача (мицелла) ўзида электр зарядини сақлайди. Тупроқ таркибида нисбий зарядли мицеллалар кўп бўлганлигидан тупроқ нисбий (—) зарядли ҳисобланади. Шунга кўра, тупроқ коллоидлари нисбий зарядли анионларга нисбатан мусбат (+) зарядли катионларни ўзига кўпроқ ютади.

Ишқорий тупроқ заррачаларида кальций ва магний катионлари кўпроқ, аммоний ва калий катионлари камроқ адсорбциланади. Кислотали тупроқларда водород, шўрхок тупроқларда натрий ионлари кўп ютилади.

Анорганик ва органик коллоидларга Са ва Mg ионлари қўшилишидан нейтралланган коллоид зарядлар коагулланиб чуқмага ўтиши тупроқнинг структурасини яхшилайди. Калий, алюминий ва айниқса натрий ионлари тупроқ структурасини бузади. Бу элементлар таъсирида тупроқдаги коллоидлар золь (эритма) ҳолатга ўтади.



78- расм. Тупроқдаги элементларнинг ўрин алмашиш реакциясига кўра ўсимликларга ўтиши; илдиз тўқимасининг тупроқдаги лой (5), гумус (7) ва оҳак (6) заррачаларига муносабатини ифодаловчи схема:

1 — хужайралараро парда; 2 — пектинцеллюлоза қаватли хужайра пўсти; 3 — мағиз; 4 — цитоплазма ва унинг айланма ҳаракати. Схемада илдиз тукчаларидан ажралган катион ( $H^+$ ) лар ўрнига тупроқ заррачаларидаги катионлар ( $Ca^{++}$ ) алиминиши кўрсатилган.

Коллоид заррачаларга ютилган катионлар, ўғит таркибидаги элементлар ва ўсимликлар илдизидан субстратга (тупроққа) ажралган ионлар ўртасида алмашинув реакцияси содир бўлади. Бошқача айтганда, тупроқ заррачаларидаги элементлар ўсимликлардан ажралиб чиққан катионлар билан ўрин алмашади (78- расм).

Тупроқ заррачалари неча грамм катион ютиб олса, деярли шунча катион ажратиб чиқаради. Тупроқдаги ўсимликларга ёки эритмага ўтган катионлар миқдори ўсимликлардан ёки эритмадан ажралган катионлар миқдорига деярли эквивалент бўлади. Масалан,  $NH_4Cl$  эритмаси тупроқ орқали ўтказилса, унинг заррачаларига 0,369 г  $NH_4^+$  иони ютилиб, унинг ўрнига 0,343 г  $Ca^{++}$  ва 0,044 г  $Mg^{++}$  элементлари эритмага ажралиб чиқади.

Тупроқдаги физик-химиявий ютилишнинг хусусияти ўсимликлар учун зарур элементларнинг алмашинувида муҳим омиллардан бири ҳисобланади. Тупроқнинг ютиш қобилияти суғориш суви ва ёгин-сочин суви таъсирида ўғитлар таркибидаги элементларнинг ювилиб кетмаслигини таъминлайди.

Тупроқ заррачалари элементларни боғлаб олиб, тупроқ эритмаси концентрациясининг пасайишига сабаб бўлади. Паст концентрацияли тупроқ эритмаси таркибидаги сувдан ўсимликлар тўла фойдаланади.

**Ўсимликларнинг минерал элементларни қабул қилиши.  
Бактериал резосфера ва микориза**

Минерал элементларнинг ўсимликлар тўқимасига ўтиши ва у ерда тулланиши жуда мураккаб, ҳозирча тула ҳал этилмаган физиологик жараён. Яқин вақтгача, ўсимликлар тўқимасига элементларнинг ўтиши ва у ерда тулланиши осмотик ҳодисалар билан транспирация жадаллигига боғлиқ деб тахмин қилиб келинди. Олимларнинг фикрича, транспирация жараёни қанча жадал борса, қабул қилинган элементлар миқдори ҳам шунча кўп бўлар экан. Бундай тушунчага 1892 йилда К. А. Тимирязев қарши чиқиб, уни танқид қилган эди.

Ҳужайрага элементларнинг ўтиши адсорбция ва алмашинув ҳодисаларига боғлиқ эканлигини эътиборга олиб, Д. А. Сабинин ва унинг шогирдлари тубандаги босқичлар бўлишини кўрсатдилар.

Биринчи босқичда ионлар ва катионлар ҳужайра пўс-тига адсорбцияланиб, катион ўрнига катион, анион ўрнига анион алмашинади. Масалан, Д. А. Сабинин ва И. И. Қолосов тажрибаларида қўرғошин  $Pb(NO_3)_2$  билан тўйинтирилган ўсимликлар 0,25 нормал  $CaCl_2$  эритмасига туширилганда, ўсимликлар тўқимасидаги  $Pb$  нинг 80% и эритмага ўтиб,  $Ca$  билан ўрин алмашган. Бу жараён аста-секинлик билан давом этганлиги қуйидаги жадал рақамларидан кўринади.

**Бугдой илдизлари томонидан ютилган  $Pb$  нинг  $Ca$  элементи таъсирида сиқиб чиқарилиши  
(Д. А. Сабинин, И. И. Қолосов.)**

40-жадвал

Ютилган қўрғошин	0,25 н $CaCl_2$ эритмасига ботирилган илдизлардан бўшаб чиққан қўрғошин ( $Pb$ ), % ҳисобида			
	биринчи	иккинчи	учинчи	жами
( $Pb$ ), мг	марта $CaCl_2$ эритмасига бостирилганда			
98,15±2,83	56,12±1,75	13,03±0,25	11,0±0,1	80,15

Иккинчи босқичда ҳужайрага қабул қилинган ионлар цитоплазма оқсиллари билан реакцияга киришади.

Учинчи босқичда илдизнинг эндодерма ва перицикл ҳужайралари орқали ўтган анион ва катионлар ўтказувчи найчаларга томон ҳаракатланади.

Тўртинчи босқичда ўтказувчи найчаларга етиб келган ионлар сув оқими билан ўсимликлар тўқимасига тарқалиб узлаштирилади.

Ўсимликлар ҳужайрасининг элементларни қабул қилишида нафас олиш жадаллиги муҳим ўрнини эгаллайди. Д. Хоглэнд



на Бройер (1936) тажрибаларида сув культурасида ўстирилган  
3-мартта К ва Вг элементлари қабул қилинганлиги ўрганилган.  
Эритма орқали ҳаво ўтказилганда илдиз ҳужайралари томо-  
нидан Вг ва К кўп, азот ўтказилганда жуда кам ютилганлиги  
аниқланган. Ўсимликлар илдизларининг нафас олиш жадал-  
лиги ҳам 2 марта камайган.

Нафас олиш жараёнида ажралиб чиққан водород билан  
тупроқдаги катионлар реакцияга киришиши натижасида водо-  
род ташқи муҳитга, тупроқдаги металллар эса ҳужайрага ўт-  
ганлигини 36-бетдаги расмдан кўриш мумкин.

Ўсимликлар илдиз ҳужайрасидан  $H^+$  ва  $HCO_3^+$  ионларидан  
ташқари, органик ва аорганик кислоталар ҳам ажралиб, сув-  
да эримайдиган моддаларга таъсир этади ва улар таркибида-  
ги элементларни ўсимликлар ўзлаштиришини таъминлайди.  
Масалан, силлиқ мрамартош ўсимлик илдизи ёнида қолдирил-  
са, ўсимликдан ажралган кислоталар таъсирида унинг сиртида  
чизиқлар пайдо бўлади. Силлиқ тошлар устида лишайниклар  
ривожланишини ҳам бунга мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Ўсимликлар минерал элементларни ўзлаштиришида тупроқ-  
даги микроорганизмлар ажратадиган баъзи органик (сирка ва  
мой) ва аорганик ( $HN_3$ ,  $H_2SO_4$ ) кислоталар ҳам маълум да-  
ражада ижобий роль ўйнайди. Улар ажратган моддалар таъ-  
сирида сувда эримайдиган бирикмалар эриб, таркибидаги  
минерал элементларни ўсимликлар осон ўзлаштиради. Ўсимлик-  
лар ҳам, ўз навбатида, микроорганизмлар учун керакли орга-  
ник моддаларни етказиб туради. Ўсимликлар билан микроор-  
ганизмлар ўртасида симбиотик муносабат бўлиши туфайли  
илдиз атрофида микроорганизмлар тўпланади. Бу микроор-  
ганизмлар тўплами бактериал ризосфера деб ата-  
лади.

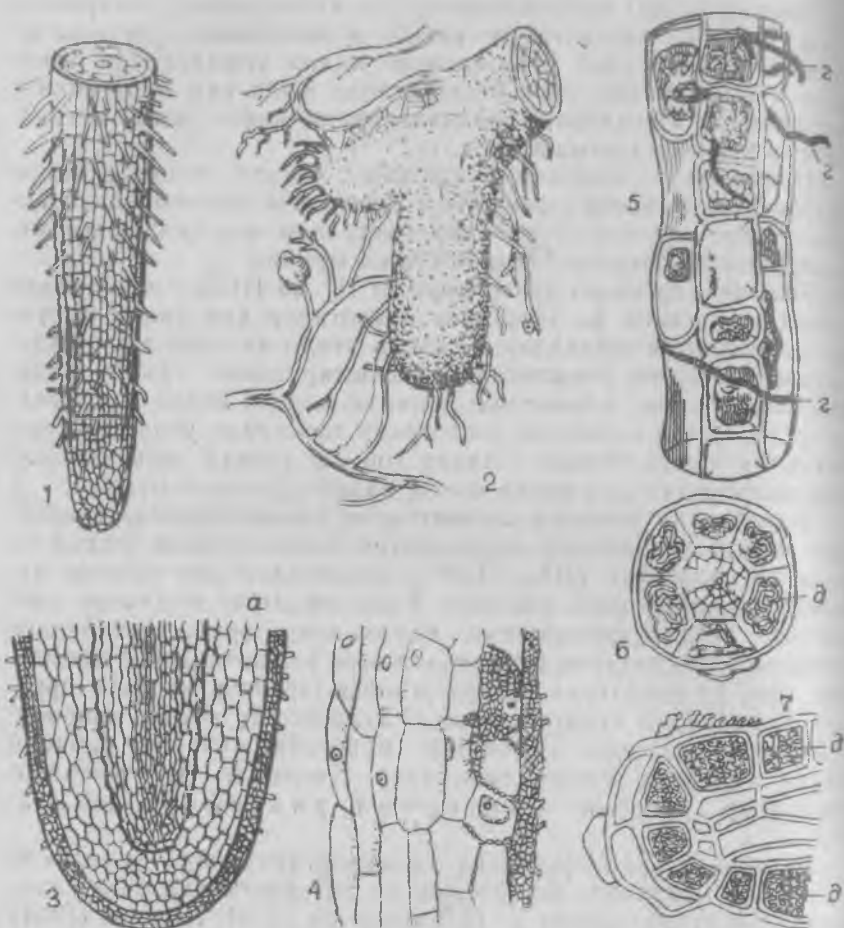
Бактериал ризосферадаги микроорганизмлар ўсимликни  
ўстирувчи моддалар, витаминлар ва антибиотиклар билан таъ-  
минланиб турганлигини Е. И. Ратнер ва И. И. Колосов (1954)  
аниқлаганлар.

Ўсимликларнинг илдизлари билан тупроқ замбуруғлари ўр-  
тасида қатъий муносабат борлигини Ф. М. Каменский (1881)  
аниқлаган. Ўсимликлар билан замбуруғлар ўртасидаги симбио-  
тик муносабат микориза (замбуруғ-илдиз) деб аталади.  
Микориза бир неча хил бўлади.

1. Ички ёки эндотроф микоризада замбуруғлар  
илдиз ҳужайралари ичида тўпланиб, зич тугунак ҳосил қилади  
(79-расм). Бу хилдаги микоризада илдиз тукчаси ўз вазифа-  
сини тўла бажаради.

2. Ташқи ёки эктотроф микоризада замбуруғ  
гифлари (иплари) илдиз учларини ўраб олади ва келажакда  
илдиз тукчаси вазифасини бажаради. Илдизнинг ўсиши билан  
замбуруғлардан ҳосил бўлган қин ҳам ўсади.

3. Баъзан эктотроф микоризада замбуруғ гифлари  
илдиз ҳужайраларида тугунак шаклида тўпланиб, эндотроф



79- расм. Микоризалар:

1 — микоризасиз илдиз бўлаг; 2 — қорақайин илдиздаги микориза; 3, 4 — граб илдизи кундаланг кесгидаги микориза; а — замбуруғ хисобига хосил бўлган қий; 5 — андромеда илдиздаги эндотроф микориза; б — замбуруғ гифларининг илдиз ичяда жойлашши; 6 — андромеда илдизининг кундаланг кесиги ва 7 — узун кесиги; д — ичи замбуруғ гифлари билан тўлган ҳужайралар.

микоризага ўхшайди. Бу типдаги микориза экто-эндотроф микориза деб аталади.

4. Перитроф микоризада замбуруғлар илдиз тўқимасидан узоқ масофада бўлсада, тупроқдаги рН даражасини тартибга солиш, яъни буферлик вазифасини бажаради.

Микоризани ташкил этган замбуруғлар ўсимликларга кўрсатадиган ижобий таъсир қуйидагилардан иборат:

а) замбуруғ гифларидан ажралган кислоталар воситасида сувда эримайдиган бирикмалар эриб, ўсимликлар осон ўзлаштирадиган шаклга айланади.

б) замбуруғ гифларидан ажралган ферментлар таъсирида мураккаб органик моддалар парчаланеди.

в) эктотроф ва эктоэндотроф микоризали ўсимликларда микоризалар ҳисобига иллизнинг сатҳи катталашади.

Баъзи ўсимликлар ўз ферментлари воситасида эндотроф ва экзоэндотроф микориза гифларини ҳам эритиб юбориб, таркибидаги моддаларни ўзлаштиради. Ўсимликлар ҳам, ўз навбатида, замбуруғларнинг озикланиши учун зарур углеводлар, устирувчи моддалар, витаминлар ва бошқа физиологик актив бирикмаларни етказиб беради.

### Эман ниҳоли ўсишига микоризанинг таъсири (П. Б. Раскатов дарслигидан олинди)

41-жадвал

	Микоризали ниҳоллар	Микоризасиз ниҳоллар
Ер устки қисмининг узунлиги, см	35,5	17,5
Ер устки қисмининг массаси, г	17,0	3,1
Барглр сони	42,0	12,0
Барглрнинг умумий юзаси, см <sup>2</sup>	591,0	98,0
Иллизнинг массаси, г	11,0	4,5

Замбуруғлар ва эман ниҳоли ўртасида вужудга келган симбиотик ҳаёт фаолиятида ўсимликнинг ривожланишига кўрсатилган таъсир жадвал далиллари асосида тасдиқланади.

### Ўсимликларни ўстиришда ишлатиладиган минерал ўғитлар

Ўсимликларнинг нормал ўсиши ва ривожланиб, ҳосилга киришини таъминлаш мақсадида ишлатиладиган маҳаллий ўғит—гўнг таркибида турли-туман элементлар бўлади. Шунга қарамай, химия саноати таркибида азот, фосфор ва калий бўлган минерал ўғитлар ишлаб чиқармоқда. Саноат корхоналарида ҳар йили қишлоқ хужалигига 155 т ўғит етказиб бериш кўзда тутилади.

Фосфорли ўғитлар сифатида саноатда ишлаб чиқариладиган суперфосфат —  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ва Киров, Орлов, Воронеж вилоятларидаги, Қоратўғ тоғларидаги қазилма бойликлардан фторapatит —  $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{F}$ , хлорapatит —  $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{Cl}$  ва апатит —  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$  каби табиий фосфоритлар кўп ишлатилади.

Табиий фосфоритлар таркибидаги фосфордан кўп ўсимликлар фойдалана олмайди. Улардан фақат иллизлари орқали узидан органик кислоталар ажратаётган люпин, гречиха каби ўсимликлар фойдаланиши мумкин. Бошқа экинларга фосфорли ўғит сифатида фосфорит солинганда қўшимча равишда физиологик нордон тузлар ишлатиш керак. Баъзи олимларнинг

фикрига кўра, картошкага фосфорит билан бирга аммоний сульфат —  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  қўшиб солинганда ундан олинadиган ҳосил гектарига 18 ц га ортган. Нитрификация жараёнида ҳосил бўлган нитрит ва нитрат кислоталар таъсирида фосфорит таркибидаги фосфор сувда эрувчан бирикмага айланиб, ўсимликларга етиб боради.

Фосфор ўсимликлар ўзлаштира оладиган ҳолатга келишида тупроқда яшовчи фосфор бактерияларининг аҳамияти катта. Улар фосфор-органик бирикмаларнинг парчаланишида иштирок этиб, экинларни фосфор билан таъминлайди. Шуни ҳисобга олиб, актив фосфор бактерияларидан «фосфобактерин» деган бактериал ўғит тайёрланади. Уруғ ва дон экишдан олдин «фосфобактерин» ўғити билан дориланади.

Н. С. Авдонин (1942) бир ҳисса суперфосфатга 5 ҳисса тарик қипиғи қўшиб майда донлар (гранулалар) шаклида тайёрланган фосфорли ўғитни полиз экинлари қатор ораларига солишни тавсия этган. Дондор суперфосфат солинган майдонлардан анча юқори ҳосил олинганлигини қуйидаги маълумотлардан кўриш мумкин.

42-жадвал

Ўсимликлар тури	Тажриба ўтказилган жой	Дондор суперфосфат солинганда, контролга нисбатан ортқча олинган ҳосил, га/ц
Карам	Москва	119,1
Помидор	Крим	32,7
Қизилча	Воронеж	55,4
Редиска	Москва	37,4
Шолғом	Москва	38,1

Эслатма: жадвал анча қисқартириб бўлинди.

Дондор суперфосфат таркибидаги фосфор сувда эрувчанлик хусусиятини сақлаб қолади, шунинг учун ўсимликлар ундан тўла фойдаланади. Натижада ўсимликлар ёш майсаларининг илдизи яхши ривожланиб, қурғоқчиликка чидамлилиги ортади.

Юқорида айтилганлардан ташқари, суперфосфат дондор шаклда солинган, таркибидаги фосфорнинг кўп қисмини ўсимликлар яхши ўзлаштиради. Масалан, ерга дондор суперфосфат солинса, таркибидаги фосфорнинг 70% ини ўсимликлар ўзлаштираган бўлса, кукун ҳолидаги суперфосфат солинганда шолғом унинг фақат 6,3% ини ўзлаштираган, холос.

Бир гектар экин майдонига етадиган дондор суперфосфат тайёрлаш учун 7—10 кг ( $\text{P}_2\text{O}_5$  ҳисобида) суперфосфат сарф бўлса, оддий усулда солишда 120 кг сарфланади. Шуларни ҳисобга олганда дондор фосфорли ўғит анча афзалликка эга эканлиги кўзга ташланади. Бироқ дондор ўғит ҳамма экинлар учун ҳам бир хилда фойдали бўлавермайди. Масалан, рангўт, хонтал ва ловия каби экинларнинг ҳосилига таъсир этмайди. Фосфорли ўғитлар таъсирида шакар, крахмал ва оқсил миқдори кўпаяди. Қаноп, гўза ва зигир толаларининг узунлиги

ортади, сифати яхшиланади. Қандлавлaги таркибидаги шaкaр миқдoри 2,2% гa кyпaяди, сoвyққa чидaмлиги oртaди.

Ўсимликларгa азoт, нитрaт кислoтa ёки aммoнийли тyзлар шaклидa солинaди. Ўзидa азoт сaқлaгaн вa ўғит сифaтидa ишлaтилaдигaн бирикмaлар тyри жyдa хилмa-хил бўлиб, ўсимликлар тyригa қaрaб, улaрнинг тaъсири ҳaм ҳар хил бyлгaнлигини кўйидaги жaдвaлдaн кўриш мyмкин.

43- ж aд в a л

Ўсимликлар тyри	Азoтсиз	NaNO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ca(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Ca(CN) <sub>2</sub>	Ca(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> Cl
Ѓyзa	19,5	24,0	23,0	22,7	22,8	22,6	—	—
Ѓyзи бyғдoй	16,7	21,8	20,4	20,2	20,3	19,8	21,0	19,6
Қaндлaвлaги	184	240	221	222	223	217	227	216
Қaртoшкa	167	203	204	212	204	208	200	180
Зигир тoлaси	4,8	7,0	6,4	6,2	6,4	6,4	6,5	5,9

Эслaтмa: жaдвaлдa кeлтирилгaн сонлар гa/ц ҳисoбидa oлингaн.

Ерни азoтгa бoйитишдa минерaл ўғитлардaн тaшқaри, азoтo бaктeрин ёки азoтo гeн дeб aтaлaдигaн бaктeриaл ўғитлар ҳaм кўп ишлaтилaди. Бaктeриaл ўғитлар yрyғ вa дoнгa қўшиб aрaлaштирилaди.

Бaктeриyлар нoбyд бўлгaндaн кейин ўзлaштирилгaн мoлeкyляр азoт ҳисoбигa улaр тaнaсидa синтeзлaнгaн азoтли oргaник мoддaлар минерaллaшaди вa кейин улaрни экинлар ўзлaштирaди.

Азoтo бaктeрин ишлaтилгaндa экинлар ҳoсили oртгaнлиги кўйидaги жaдвaлдa кўрсaтилгaн.

44- ж aд в a л

Ўсимликлар тyри	Тажрибa сoни	Кoнтрoл	Азoтo бaктeрин солингaн	Қўшимчa ҳoсил, % ҳисoбидa
		ўсимликлардaн oлингaн ҳoсил, гa/ц		
Қaрaм	19	230	307	33
Пoмидoр	9	168	215	28

Кaлий 40% ли кaлийли тyзлар—KCl (52—56%), K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (45—50%) ёки тaбиaтдa yчрaйдигaн сильвинит KClNaCl (12—15%) вa кoрнaллит KCl·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O (15—17%) минерaллaри сифaтидa eргa солинaди. Ўсимликлар тyригa қaрaб, кaлий ҳар хил миқдoрдa ишлaтилaди. Мaсaлaн, ғaллa, зигир вa сeбaргaгa кaмрoқ (25—90 гa/кг), кaртoшкa, қaнд лaвлaги вa ғўзaгa кўпрoқ (90—300 гa/кг) кaлий солинaди.

Химия сaнoaтидa минерaл-oргaник ўғитлар дoнaдoр шaклдa ишлaб чикaрилaди. Дoнaдoр ўғит минерaл ўғитларни гyнг,

## Турли хилдаги калийли ўғитнинг ғўза ҳосилига таъсири

45-жадвал

Тажриба вариантлари	1 га майдондан олинган пахта ҳосили, га/ц	К элементи ҳисобига қушилган ҳосил, га/ц
Қалий билан таъминланмаганда	32,3	—
KCl тузи таъсирида	34,8	2,5
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> тузи таъсирида	36,2	3,9

торф ва турли бошқа органик моддалар билан аралаштириб тайёрланади.

Ўғитлар таркибидаги минерал элементларни ўсимликлар бир вақтнинг ўзида ва бирданига қабул қилмасдан, вегетациянинг айрим даврларига кўра, оз ёки кўп қабул қилиши қуйидаги жадвалдан кўзатилади.

46-жадвал

Ўзанинг ривожланиш фазалари	Талаб этилган азот, %	фосфор, %
Чигит унишдан шоналашгача	7	5
Шоналашдан гуллашгача	46	35
Гуллашдан қўсақ тугилгунча	44	50
Ҳосил етилишигача	3	10

## Ривожланиш фазаларига кўра ғўзанинг азот ва фосфор ўзлаштириши (Б. П. Мачигин маълумоти)

47-жадвал

Ўзанинг ривожланиш фазалари	Анализлар кучи	Фазаларга кўра				Бир кеча-кундузда 1 га майдонда ўзлаштирилган	
		азотнинг		фосфорнинг		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
		ўзлаштирилиши					
		га/кг	%	га/кг	%	элементлари, кг	
2—3 ҳақиқий баргли фазаси	22 V	0,5	0,3	0,06	0,1	0,017	0,002
Шоналаш	30 VI	19,5	10,2	6,4	8,6	0,48	0,16
Ёппасига гуллаш	26 VII	55,8	29,2	9,4	12,9	2,14	0,36
Пахта етилиши бошида	16 IX	91,7	48,9	43,6	59,6	1,76	0,84
Вегетация охирида	8 X	21,8	11,4	13,8	18,8	0,99	0,63
Жами	—	189,3	100	73,2	100	—	—

Э с л а т м а: кўрсатилган сонлар гектар бошига 35—40 центнер ҳосил олишда сарфланган.

Ғузанинг униб чиқишидан шоналашгача азот ва фосфор элементларидан 3—5%, калийдан 2—3%, шоналашдан гуллашгача азотдан 25—30%, фосфор ва калийдан 15—20%, гуллашдан қўсақлар етилгунча азотдан 65—70%, фосфор ва калийдан 75—80% ўзлаштиради.

I т пахта ҳосили олиш учун азотдан 46, фосфорда 16 ва калийдан 48 кг солиниши керак.

### Сули ўсимлигига К ва Са элементлари маълум миқдорда, даврларга мос ҳолда қабул қилинади

48-жадвал

Даврлар	I	II	III	IV	V	Жами
Калий	39%	31%	31%	9%	—	100%
Кальций	24%	18%	16%	26%	16%	100%

### Ўғит сифатида ишлатиладиган минерал элементларнинг физиологик аҳамияти

Ўсимликлар тупроқдан ўзлаштирган N, P ва S элементлари оксил, витамин, углеводлар, ёғ ва бошқа органик моддалар ҳосил бўлишида иштирок этади. Бошқа катионлар эса ўсимликлар ҳаёт фаолиятида юз берадиган жараёнларнинг нормал боришини таъминлаб, физиологик ва биохимиявий жараёнларни жадаллаштиради. Шу билан бир қаторда минерал ўғитлар таъсирида ўсимликлардаги умумий моддалар алмашинуви жараёнлари ўзгариб, бир модда ўрнига иккинчи модда кўпроқ тупланади. Масалан, тамаки экилган далага нитратли тузлар солинганда, ўсимликлар тўқимасида 3,97% гача лимон кислота тупланса, аммонийли тузлар солинганда лимон кислота миқдори 0,79% дан ортмаган.

Л. А. Владимиров маълумотига кўра, тамаки ўсимлиги нитратли тузлар билан ўғитланганда таркибидаги шакар миқдори 1,6% ни ташкил этган бўлса, аммонийли тузлар солинганда эса 3,92% гача ортган.

Кўксағиз ўсимлиги нитрат кислота ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ) тузлари билан ўғитланганда таркибидаги каучук миқдори 2,23% ни ташкил қилган,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  солинганда 4,63% гача кўпайган. Булардан ташқари, минерал элементлар таъсирида ўсимликларнинг шакли ҳамда жинс белгилари ўзгарганлигини Е. Г. Минин ва Н. А. Саттаров аниқлаганлар. Маълумотларга қараганда, маккажўхори ва бодринг ўсимликларида азот етишмаса, урғочи гуллар, калий етишмаса, эркак гуллар камроқ ҳосил бўлади.

## V б о б. УСИМЛИКЛАР ТЎҚИМАСИДА УЧРАЙДИГАН ОРГАНИК БИРИКМАЛАР, УЛАРНИНГ ЎЗГАРИШИ ВА ҲАРАКАТЛАНИШИ

### Усимликлар тўқимасида учрайдиган органик бирикмалар

Ҳар қандай тирик организм, шу жумладан, тубан ва юксак усимликлар ҳам турли-туман органик бирикмалардан ташкил топган. Бу бирикмалар бир-бирига бевосита боғлиқ бўлганлигидан тирик организмнинг ҳаётий жараёнлари нормал давом этади. Акс ҳолда, яъни бундай ўзаро муносабат бирлиги йуқолса, тирик организм нобуд бўлади.

Усимликларда учрайдиган органик моддалар миқдори экинларнинг парвариш қилиниш жойига кўра турлича бўлади. Дарҳақиқат, химиявий анализ далилларига қараганда, бугдой донидаги оқсил миқдори шимолдан жанубга томон ортиб боради. Масалан, Санкт-Петербург вилоятида ўстирилган бугдой дони таркибидаги оқсил миқдори 14,3% ни ташкил этган бўлса, Украинанинг Полтава вилоятида парвариш қилинган бугдой донида 18,95% га бориб қолган. Фарбдан шарққа томон йуналганда ҳам оқсил миқдори ортганлиги кузатилади. Масалан, Белоруссиядаги дон таркибида оқсил миқдори 13,32% ни ташкил этса, Иркутск областида унинг миқдори 19,95%, яъни 6,63% га кўпроқ бўлганлиги аниқланган.

Грузия республикасида парвариш қилинган кунгабоқар пистасидаги ёғ миқдори 43,8%ни, Новгород вилоятида эса 51,9% ни ташкил этган. Бу далиллар шимолий районларда парвариш қилинган усимликларда ёғнинг кўпроқ тўпланганлигидан далолат беради.

Тупроқдаги сув миқдорининг кўп-оз бўлиши ҳам ёғнинг кўп ёки оз тўпланишига кучли таъсир этади. Жумладан, тупроқ таркибидаги сув миқдори, тўла сув сигимининг 40% и бўлганда кунгабоқар пистасида 52,3%, сув миқдори 60% га тенг келганда 58,3% ва тупроқдаги сув, тўла сув сигимининг 80% га кўпайтирилганда ёғ миқдори 62,8% га бориб қолар экан.

Ер шаридаги усимликларнинг уруғи ва донида тўпланган моддаларнинг миқдорига кўра, улар ёғли, оқсилли ва крахмалли усимликлар деб юритилади. Шунингдек усимликларнинг қарийб 90% и ёғли усимликлар гуруҳига киради.

Ёғли усимликларга кунгабоқар (50%), ғўза (23—25%), канакунжут (50—70%), оқсилли усимликларга соя (30%), ловия (23%), люпин (39%), ясиқ (30%), крахмалли усимликларга бугдой (65%), маккажўхори (70%), шоли (70%) ва сули (50%) усимликларини мисол қилиш мумкин.

Органик моддаларнинг ҳар қайсиси ҳужайрада мавжуд бўлган айрим участкаларда — кампортментларда синтезланади. Кампортментлар — ҳужайрадаги эркин бўшлиқлардан цитоплазма ва вакуолини кўрсатиш мумкин. Шу бўшлиқларда ҳосил бўлган ва тўпланган шакар, глюкоза, фруктоза каби мод-



далар ташқи муҳитга чиқариладиган бирикмалардир. Уларнинг ҳаракатланишини хужайра мембраналари томонидан назорат қилинмайди.

Марказий вакуолда органик кислоталар, ошловчи моддалар, алколоидлар ва бошқа бирикмалар тупланади. Цитоплазмада эса махсус мембраналар билан ўралган органоидлар ўзига хос органик моддаларни ҳосил қилишда реакцион кампортментлар бўлиб ҳисобланади. Жумладан, сферосомаларда ёғлар, транс-лосомаларда турли фенол бирикмалари, рибосомаларда оқсиллар синтезланади. Синтезланган юқори молекулали моддаларнинг ҳар қайсиси ўзига хос вазифани ўтайди. Масалан, ДНК ирсият белгиларини наслдан-наслга ўтишини ва турли-туман оқсилларни, шу жумладан оқсил ферментлари ҳосил бўлишини бошқаради.

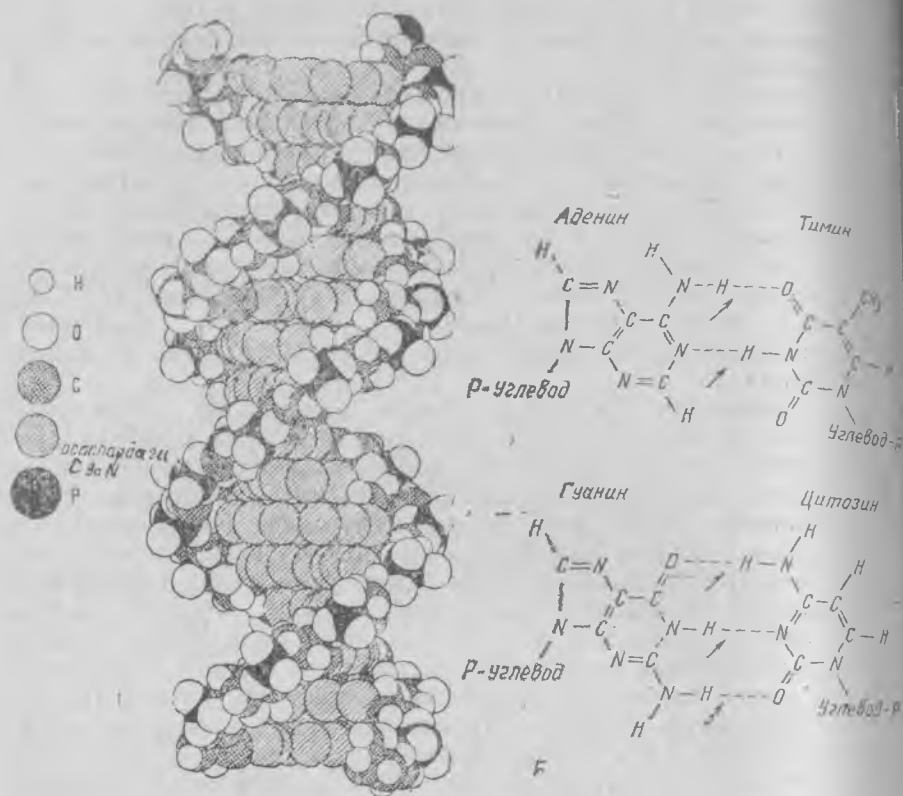
Ўсимликлар танасидаги органик бирикмалар турли-туман бўлиши билан бирга уларнинг функцияси ҳам хилма-хилдир. Уларнинг баъзилари конституцион модда бўлиб, ўсимликлар танасини ва хужайра органларини тузилишида иштирок этади. Бошқалари заҳира озиқ модда сифатида ва физиологик актив бирикма шаклида ўсимликларнинг ҳаёт жараёнидаги моддалар алмашинувида иштирок этади. Аммо ўсимликлар таркибидаги моддалар ўз шаклини ўзгартириб туради. Масалан, заҳира ҳолдаги крахмал, ферментлар таъсирида парчланиб, нафас олиш жараёнида сарфланиши мумкин ёки заҳира ҳолдаги оқсилларнинг парчланишидаги аминокислоталар цитоплазма ҳосил бўлишида иштирок этадиган оқсил бирикмаларига қўшилиб конституцион модда сифатида ўзгаради. Конституцион ҳисобланган моддалар ҳам ферментлар иштирокида парчланиб, озиқ моддалар қаторида сарфланади.

Хулоса қилиб айтганда, органик моддаларнинг бир турдан иккинчи турга айланиши, яъни ўзгариб туриши тирик организмлар учун хос ҳодисадир. Масалан, оқсил молекулалари ҳам ҳар 10—15 кунда янгиланиб туради. Тирик организмлар таркибидаги мураккаб моддалар оқсил табиатли махсус бирикмалар, ферментлар иштирокида ўзгариб туради.

### Ферментлар

Ферментлар, яъни энзимлар деб аталган мураккаб органик катализаторлар турли-туман моддалар алмашинувидан содир бўладиган биохимиявий жараёнларни жадаллаштиради. Тирик организмлар таркибида ферментлар борлигини биринчи бўлиб рус олими Г. Н. Кирхгоф (1814) аниқлаган. У арпа майсасидан ажратиб олинган модда таъсирида крахмал парчаланганлигини кузатиб, уни а м и л а з а деб атаган.

Пейен ҳам (1833) арпа майсасидан крахмални шакаргача парчалайдиган модда ажратиб олиб, уни емирилиш маъносида д и а с т а з а деб атаган. Шван (1836) ошқозон ширасидан ажратиб олинган ферментга п е п с и н, А. Я. Данилевский (1862)



80-расм. А — Крик ва Уотсон (1953) тасвирлаган ДНК қўш занжирининг схемаси. Таркибида С ва N элементларини сақлаган асосларни ифодалайди; Б — бир занжирли ДНК азот асосларининг иккинчи занжирдаги азот асослари билан водород воситасида комплементар боғланиши.

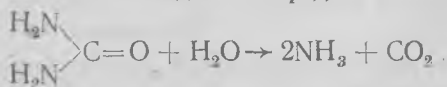
ошқозон ости безидан ажратилган суюқликка трипсин деном берган.

И. П. Павлов (1877) ферментлар оқсил табиатли бирикмалардир деган эди. Унинг айтишича, «... улар химиявий жараянларни идора қилиши натижасида ҳаёт пайдо бўлади, яъни улар тула маънода ҳаётни қўзғатувчилар ҳисобланади». Тирик мавжудотлар ҳаётида ферментлар нақадар муҳим функция бажарганлигини И. П. Павлов сузлари тўлиқ тасдиқлайди. Ферментлар махсус бирикмалар эканлигини Р. Вилштеттер (1928) тасдиқлаган. Ферментлар оқсил табиатли бирикмалар эканлигини Д. Самнер (1926) соя ўсимлиги донидан мочевинани парчалайдиган, кристалл шаклидаги уреза ферментини ажратиб олган. Айни вақтда юздан ортиқ фермент кристалл шаклида эканлиги аниқланди (80-расм).

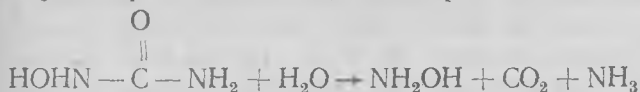
Ферментлар, яъни органик катализаторлар, майдаланган темир, платина, никель, палладий каби аноорганик катализаторлардан тубандаги белгилари билан фарқ қилади:

1. Ҳар бир фермент ўзига хос хусусиятга эга бўлиб, маълум бир моддага таъсир этади ва унинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўтишини жадаллаштиради. Масалан, уреаза фақат мочевианинг парчаланишида иштирок этади.

Уреаза ферменти мочевина  $\begin{matrix} \text{H}_2\text{N} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H}_2\text{N} \end{matrix}$  ни сув иштирокида  $\text{CO}_2$  ва  $\text{NH}_3$  га парчаланишини жадаллаштиради:



Бироқ, уреаза абсолют ўзига хос ферментлар гуруҳига кирса ҳам, оксимочевина  $\text{HOHN}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$  ни ҳам гидроксилламин ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ),  $\text{CO}_2$  ва  $\text{NH}_3$  га парчаланишини жадаллаштиради:



Сахараза, мальтаза ва лактаза ферментлари ҳам абсолют ўзига хос ферментлар ҳисобланади. Липаза ферменти эса фақат эфир боғларини узишда иштирок этади. Баъзи ферментлар жумладан, пероксидаза бир неча хил пероксидларнинг, шу жумладан, водород пероксиднинг парчаланишини ҳам жадаллаштиради.

2. Ферментлар аорганик катализаторларга нисбатан жуда актив бўлиши билан бирга уларнинг ишлаши учун юқори температура талаб қилинмайди. Кўпчилик ферментлар актив ишлаши учун температура  $35-38^\circ\text{C}$  оралиғида бўлиши керак.

3. Ферментларнинг миқдори кам бўлишига қарамай, улар иштирокида парчаланадиган моддаларнинг миқдори анча кўп бўлади. Масалан, 1 г сахараза ферменти 48 соатда 1 т шакарни фруктоза ва глюкозага парчалайди. Ўзида 1 атом темир сақлаган каталаза ферменти 1 минутда 5 000 000 молекула водород пероксидни сув ва кислородга парчалайди.

Ошқозонда ишлаб чиқариладиган пепсин ферментининг 2 грами 2 соат давомида 100 кг пиширилган тухум оқсилни парчаласа, ошқозон ости беши иштирокида ишлаб чиқарилган 1,6 г амилаза ферменти 1 кеча-кундузда 175 кг крахмални парчалайди.

4. Ҳужайра ичидаги ферментлар миқдори ва тури жуда кўп. Шунга қарамай, улар бир-бири билан қатъий муносабатда бўлиб, ҳар қайси фермент ўзига хос функция бажариши билан бирга бир фермент иккинчи фермент учун зарур субстрат — маҳсулот тайёрлаб беради. Масалан, амилаза ферменти крахмални мальтозага парчалаб, мальтаза ферменти учун зарур бўлган мальтоза дисахаридни етказиб туради. Мальтаза ферменти мальтозани икки молекула глюкозага парчалайди.

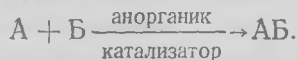
Ферментлар	Парчаланувчи модда	1 минутда парчаланган модда молекулалари
От жигаридаги каталаза	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5 000 000
Қартошка фосфорилазаси	Крахмал	10 000
Соя донидан олинган уреаса	Мочевина	46 000
Арпа майсасидаги амилаза	Крахмал	19 000
Молекуладаги сут кислота дегидрогеназаси	Сут кислота	31 000

Глюкозани пироузум кислотагача ўзгариб боришида 11 хил фермент иштирок этади.

Юқорида айтганлардан маълумки, ҳужайра ичидаги биохимиявий жараёнлар изчиллик билан давом этар экан.

5. Ферментлар аорганик катализаторларга нисбатан жуда мураккаб тузилган. Масалан, оқсил полипептидларни парчловчи хемотрипсин 246 дон аминокислота молекулаларидан ташкил топган (81-расм). Аорганик катализаторлар катализланувчи (парчаланувчи) моддага тез ва бир вақтда таъсир этиб, уни оддий моддаларга айлантирса, ферментлар органик моддаларга маълум бир тартибда ва изчиллик билан таъсир этиб, уларнинг парчаланishiни жадаллаштиради. (81-расмдаги б схемага қаранг).

Оддий химиявий реакцияни тезлаштиришда температура, босим ва аорганик катализаторлар қўлланилади. Бундай реакцияларда А моддаси Б моддасига тўғридан-тўғри қўшилиб, реакция қўидагича бўлади:



Тирик организмларда содир бўладиган биохимиявий жараёнлар махсус биологик катализаторлар — ферментлар активлигида юзага келади. Ферментлар иштирокида биологик жараёнлар маълум изчилликда ва бир неча босқичлардан ташкил топганлиги билан оддий химиявий реакциялардан кескин ажралиб турганлиги тубандагилардан иборат:

Ферментатив реакцияларнинг биринчи босқичида фермент реакцияга кирувчи моддага қўшилиб, уни активлаштиргач, яъни бириккач, комплекс бирикма ҳосил қилинади:  $A + Ф \rightarrow АФ$ .

Иккинчи босқичда фермент иштирокида активлашган модда иккинчи моддага бориб қўшилади:  $АФ + Б \rightarrow АФБ$ .

Учинчи босқичда ҳосил бўлган комплекс бирикмадан фермент ажралиб, мустақиллигини тиклайди ва янги реакцияларнинг ўтишини активлаштиради:

81-расм. А — хемотрипсин ферменти тузилишидаги полипептид занжирларнинг жойлашиши:

Б — фермент (1) билан парчаланувчи модда (2) нинг боғланишидан комплекс модда (3) нинг ҳосил бўлиши. Ҳосил бўлган актив комплекс бирикма (4) дан фермент (5) нинг ажралиши ва гидролиз маҳсулотлари (6) нинг юзага келиши.





Ҳар қандай биохимиявий ёки химиявий реакцияларнинг ўтишида реакцияга киришувчи моддаларнинг ўз энергияси бўлади. Лекин шундай энергия етарли даражада бўлмаганлигидан у ёки бу ҳужайрада реакциялар содир бўла олмайди. Демак, реакция содир бўлиши учун қўшимча энергия талаб этилади. Шу қўшимча энергияга активлаштирувчи куч дейилиб, у Е ҳарфи билан ифодаланadi.

Ферментлар ёрдамида содир бўладиган реакцияларнинг ўтиши учун сарф бўладиган активлаштирувчи куч (энергия) катализаторсиз ёки аорганик катализаторлар билан ўтганлигига нисбатан кам талаб қилинганлиги жадвалдан кузатилади.

Катализаторсиз, катализаторли ва ферментатив реакцияларни ўтиши учун сарф бўлган активлаштириш (Е) кучи қийматлари

50-жадвал

Реакциялар	Катализаторлар	Е қиймати, Ж/моль
$2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	Катализаторсиз	75,4
	Коллоид платина	49,0
	Каталаза ферменти	23,0
Сахароза → → глюкоза → фруктоза	Водород ионлари иштирокида	108,6
	Хамиртурушдан олинган сахароза ферменти	48,2
Козеин оқсилнинг парчаланиши	Водород ионлари иштирокида	86,2
	Трипсин ферменти иштирокида	17,6

6. Ферментларнинг актив бўлишига муҳитнинг температура-си ва рН (кислотали ёки ишқорли) қиймати кучли таъсир этганини жадвал рақамларидан кузатилади.

Ферментлар фаолиятига температура ва муҳит нордонлик (рН) қийматининг таъсири

51-жадвал

Ферментлар номи	Температура	рН қиймати
Канакунжут	35	5,0
Баргдаги сахароза	55	4,5—5,6
Майсадаги амилаза	45	4,9—5,2
Бодомдаги эмульсин	48	6,0
Каталаза	0	7,0
Турушдаги мальтаза	40	6,1—6,8
Целлобиаза	46	5,1
Аспарагиназа	—	8,0

Жадвал рақамларига кўра, баъзи ферментлар паст температурада ва нейтрал шароитда жадаллашса (каталаза), бошқа ферментлар учун юқори температура ва кислотали шароитда (буғдой сахараси) жадаллашганлиги кўрилади.

7. Ферментларнинг фаолияти  $\text{SH}$  гуруҳи ва  $\text{Mn}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Co}$  каби элементлар таъсирида жадаллашади. Булар активаторлар деб аталади. Бироқ оқсилларни коагуллайдиган бирикмалар таъсирида ферментлар инактивлашади. Бундай бирикмалар ингибиторлар дейилади. Ингибиторларга қалай, симоб ва бошқа оғир металл тузлари ва таннин мисол бўлади. Узида темир ва мис тутувчи ферментлар учун цианид кислота ( $\text{HCN}$ ) ингибитор ҳисобланса,  $\text{Mg}$  тутувчи ферментлар фтор иони таъсирида инактивлашади.

Ферментларнинг жадаллашиши ташқи муҳит омиллари, активаторлар ва ингибиторлар таъсиридан ташқари, ҳужайра цитоплазмаси коллоидларининг ҳолатига ҳам боғлиқ. Академик А. И. Опарин маълумотига кўра ферментлар цитоплазма коллоидларига адсорбциланган ҳолда бўлса, ҳужайрада синтез, цитоплазма коллоидларидан бўшаган ҳолда бўлса, гидролиз жараёнлари жадаллашиб, мураккаб моддалар парчалади.

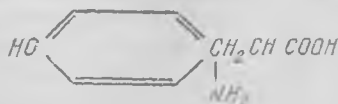
Одатда, ферментлар жадаллиги янчилган тўқималарда текширилади. Бундай ҳолатда ҳужайралар шикастланишидан моддалар алмашинуви жараёнларининг изчиллиги ва тартиби бузилади. Ферментларнинг активлиги ҳам ўзгариб қолганлигидан тула ва етарли маълумотлар олиш қийинлашади. Усимликлар тўқимаси янчилганда шу тўқимада фақат гидролиз жараёнларини аниқлаш мумкин, синтез жараёнларини эса ўрганиб бўлмайди.

Шуларни ҳисобга олиб, А. И. Опарин, А. Л. Курсанов ва бошқалар ферментлар жадаллигини ўрганишда ҳужайранинг табиий ҳолатини таъминлаш зарурлигини айтиб ўтдилар. Бу соҳада академик А. Л. Курсанов ишлаб чиққан вакуум инфльтрация усули кенг қўлланилмоқда.

Вакуум инфльтрация усулидан фойдаланган Б. А. Рубин пиёз, қарам ва сабзи тўқималаридаги ферментлар жадаллиги билан ўсимликларнинг тез ёки кеч етилиши орасида қатъий — коррелятив муносабат борлигини аниқлаган. Б. А. Рубин ва шогирдларининг маълумотларига кўра, эртапишар навларда гидролиз, кечпишарларда синтез жараёни устун турар экан.

Тирик организмлардаги ферментлар иккита катта гуруҳга бўлинади:

1. Бир компонентли ферментлар. Бу гуруҳга кирган ферментлар соф оқсил молекулаларидан иборат. Улар-







дегидраза ферментининг актив гуруҳида никотин кислота, яъни РР витамин ўрин олган.

Икки компонентли ферментлар нормал ишлаши учун апофермент билан кофермент қисмлари узвий боғланган бўлиши керак. Ферментлар митохондрий, рибосома, пластидларда ва ҳужайранинг бошқа органоидларида жойлашган бўлсада бошқа хиллари цитоплазмада тарқалган.

### Ферментлар классификацияси

Кейинги маълумотларга кўра, тирик организмлар таркибида мавжуд бўлган ферментлар сони 2 мингдан ортиқ эканлиги аниқланган. Ферментларни номлашда субстрат, кофермент ва фермент қайси гуруҳга кирганлиги ҳисобга олиниб, охирига «аза» қўшимчаси қўшилади. Масалан, этил спиртли бижғишда иштирок этадиган дегидрогеназа ферменти алкоголь дегидрогеназа деб аталади.

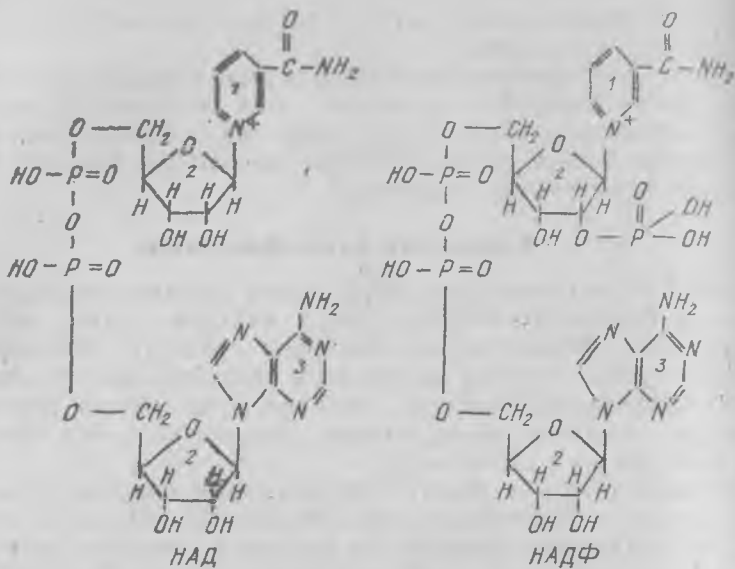
Бундан ташқари, фақат субстрат номи охирида «аза» қўшимчаси кўп ферментлар учун ишлатилади. Масалан, целлюлозани парчаловчи фермент 1,4-глюкон-4-глюконгидролаза дейилмасдан, соддароқ қилиб, целлюлаза деб аталади. 1962 йилдаги Халқаро ферментлар конгресси якунларига асосланиб, ферментлар олти катта гуруҳга бўлинади.

#### 1. Оксидоредуктозалар

Бу гуруҳга кирган ферментлар нафас олиш ва бижғиш жараёнларида содир бўладиган биологик оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини жадаллаштиради. Бу ферментлар гуруҳига анаэроб шароитда органик бирикмалар таркибидан водород ва электронни ажратиб олувчи дегидрогеназалар, водород ва электронларни бир бирикмадан иккинчи бирикмага ўтказувчи флавин, цитохром, цитохромоксидаза ва пероксидаза ферментлари киради.

а) дегидрогеназаларнинг актив гуруҳини никотинамидадениндинуклеотид (НАД) ёки никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ) ташкил этади. Ферментларнинг никотинамидадениндинуклеотид (НАД) актив гуруҳи икки қисмдан иборат: биринчи қисм фосфат кислота қолдиғи билан қўшилган никотин кислота амиди (РР витамини), иккинчи қисм аденил кислотади. Никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ) юқорида айтиб ўтилган бирикмалардан ташқари, аденил кислота таркибига бир молекула фосфат кислота қолдиғи қўшилиши билан фарқ қилиши қуйидаги формуладан кўринади:

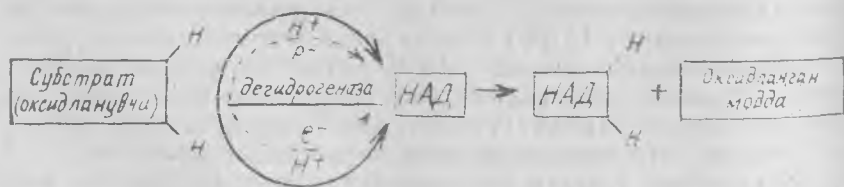
Дегидрогенезалар 200 га яқин бўлиб, уларнинг актив гуруҳи НАД ёки НАДФ дан ташкил топган бўлсада, шу актив гуруҳларни ўзига боғлаган оқсил табиати хилма-хиллиги билан бир-биридан кескин фарқ қилади. Ўзида актив гуруҳ сақлаган оқсилларнинг молекуласи турли-туман бўлганлигидан ҳар қайси фермент маълум бир бирикмага ўз таъсирини кўр-



Э с л а т м а : 1-никотинамид; 2-рибоза шакари; 3-азот асо-  
си аденин.

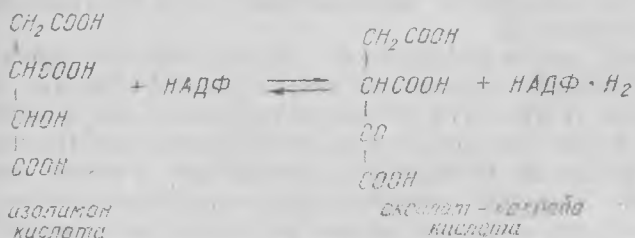
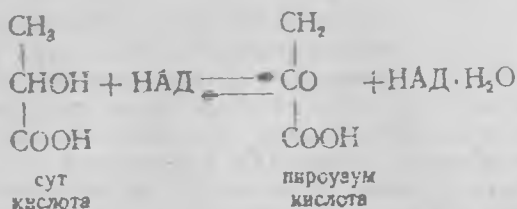
сатади. Масалан, сут кислотага — лактатдегидрогеназа, олма кислотага — малатдегидрогеназа, изолимон кислотага — изоцитратдегидрогеназа, глутамин кислотага — глутаминдегидрогеназа, глицерин-фосфатга — глицерофосфатдегидрогеназа, глюкозага глюкозо-6- фосфат дегидрогеназа, турли альдегидларга — альдегиддегидрогеназалар дейилади ва ҳоказо.

Дегидрогеназалар барча ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизмлар ҳужайрасида учраб, оксидланувчи органик моддалар таркибидаги водород ва электронларни ажратиб олиб, ўзига боғлайди. Бу реакция схема тарзида қуйидагича ифодаланади:



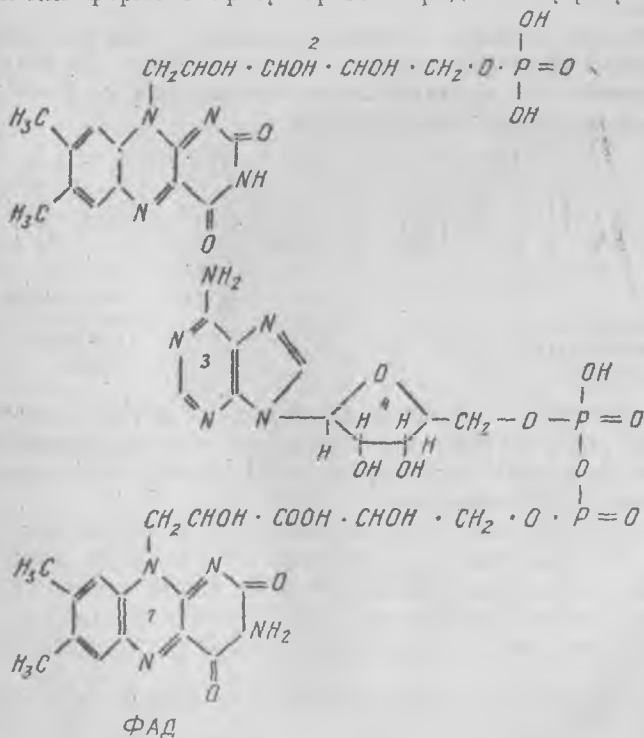
Лактатдегидрогеназа ферментининг актив гуруҳи НАД бўлиб, у сут кислотадаги 2 Н ни ўзига боғлаб олиб, сут кислотага ни пироузум кислотагача оксидлаганлигини қуйидаги тенгламадан кўриш мумкин:

Изоцитратдегидрогеназа ферментининг актив гуруҳи НАДФ. Бу фермент изолимон кислотани оксалат-каҳрабо кислотагача оксидлайди. Тенглама қуйидагича ифодаланади:



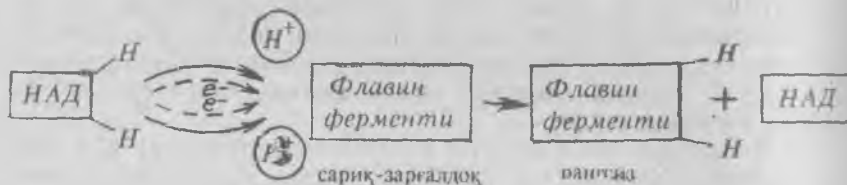
Дегидрогеназа ферментлари томонидан боғланган водород ва электронлар ҳаводан қабул қилинган кислородга бевосита етказиб берилмайди. Бу ферментлар водород ва электронларни флавиинлар деб аталган оралиқ ферментларга ўтказиб беришда иштирок этади.

б. флавиин ферментлар (флавопротеидлар) ҳам икки компонентли ферментлар қаторига киради ва ҳар қайси фер-

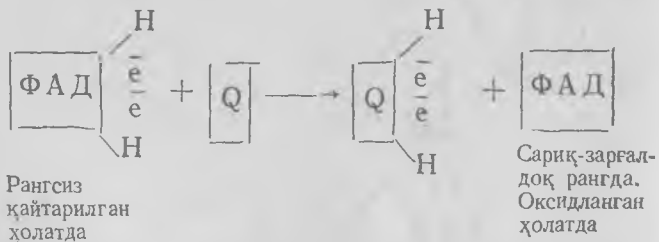


мент махсус оқсил ва актив гуруҳдан ( $V_2$  витаминдан) ташкил топган. Флавин ферментларининг баъзилари флавиномононуклеотид (ФМН), бошқалари флавинадениндинуклеотид (ФАД) деб аталган актив гуруҳни ўзида сақлайди. Улар химиявий тузилишига кўра бир-биридан анча фарқ қилади. Масалан, флавиномононуклеотид таркибида рибофлавин —  $V_2$  витамин фосфат кислота қолдиғи билан бириккан. Флавинадениндинуклеотид (ФАД) деб аталган рибофлавиннинг фосфорли эфири унинг аденил кислота билан бириктиридан ҳосил бўлганлиги формулада келтирилган.

Сариқ рангли рибофлавин —  $V_2$  витаминнинг қўшилишидан флавин ферментлари сариқ-зарғалдоқ тусда бўлади. Уларнинг кўпчилиги НАД ва НАДФ ферментларидан қабул қилган водородни бевосита кислородга етказиб бермай, балки цитохром системага ўтказди. Флавин ферментларининг умумий сони 30 тага яқин. Уларнинг дегидрогеназа ферментларидаги водород ва электронларни ажратиб олиши қўидаги схемада кўрсатилган:



Флавинпротеидлар томонидан қабул этилган водород ва электронлар убухйон оқсили — Q ферментига ўтказди. Флавин ферменти эса қайтадан оксидланган ҳолатга ўтиб, ўзининг сариқ-зарғалдоқ рангини тиклайди:

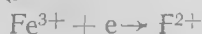


Ҳаводан қабул қилинган кислородни актив ҳолатга олиб келишда зарур бўлган электронларни етказиб беришда цитохром деб аталган бирикмалар борлигини Англиялик олим Д. Кейлин (1933) аниқлади.

Цитохромлар бир неча хил бўлсада, ҳозирча «в», «с», «а» ва цитохромоксидаза ферменти анча чуқур ўрганилган. Ҳар қайси цитохром махсус оқсил ва ўзида темир элементини сақлаган (темир порфирини) актив гуруҳдан ташкил топганлигидан, улар ҳам икки компонентли ферментлар гуруҳига мансуб.

Цитохромлар ва цитохромоксидаза ферменти таркибидаги

темир элементи электрон қабул қилса қайтарилган, йўқотса оксидланган ҳолатга ўтади. Жумладан, 3 валентли темир ( $Fe^{+++}$ ) иони электронни қабул қилса, 2 валентли темир иони ( $Fe^{++}$ ) гача қайтарилади.



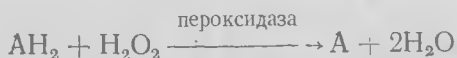
Агар 2 валентли темир  $Fe^{++}$  иони ўзидаги электронни йўқотса, 3 валентли темир  $Fe^{+++}$  ионигача оксидланади.

Юқорида кўрсатиб ўтилган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тирик организмда содир бўлиб туриши моддалар алмашинуви жараёнларининг изчиллик билан боришини ва маълум бир тартибга бўйсунганлигини тасдиқлайди.

Темирпорфирин ферментлар қаторига каталаза ва пероксидаза ферментларини ҳам киритиш керак. Каталаза ферменти моддалар алмашинуви вақтида ҳосил бўладиган водород пероксидни парчалайди:



Пероксидаза ферменти турли-туман органик бирикмаларнинг водород пероксид иштирокида қуйидаги формулага мувофиқ оксидланишини жадаллаштиради:



Булардан ташқари, оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида ферредоксин каби ферментлар иштирок этади. Улар Са, Mg, Fe, Cu, Co, Mn ва Zn элементларидан бирини сақлаган мегаллорганик бирикмалардир.

г) оксидазалар ва оксигенезалар. Оксидазалар ўзига қабул қилиб олган водородни бевосита кислородга етказиб бериш хусусиятига эга. Уларга ўсимлик ва замбуруғларда кенг тарқалган полифенолоксидазани мисол қилиб келтириш мумкин. Бу ферментлар феноллар (гидрохинон, пирокатехин, пирогаллол) таркибидаги электрон ва протонларни ажратиб олиб, кислородга етказиб беради.

Полифенол бирикмаларининг оксидланиши натижасида хинон ва қорамтир рангли бошқа бирикмалар ҳам ҳосил бўлади. Олма, картошкани кесганда маълум вақтдан кейин шу жойнинг қорамтир рангга кириши полифенолоксидазанинг фаолиятига боғлиқ.

Тирозиназа ферменти таъсирида оксидланган тирозин аминокислотаси меланин деган қорамтир моддага айланади. Органик моддаларга кислородни бевосита боғловчи баъзи ферментлар оксигенезалар деб аталади.

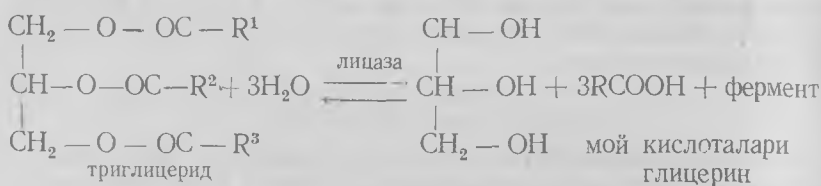
## II. Гидролазалар

Гидролазалар деярли ҳаммаси бир компонентли ферментлар бўлиб, оддий оқсиллар — протеинлар гуруҳига киради. Бу ферментларнинг простетик актив гуруҳи вазифасини оқсил мо-

лекуласининг ён занжиридаги OH, SH, CHO ва бошқа боғлар бажаради. Гидролазалар мураккаб углевод, дисахарид, ёғ ва оқсилларнинг парчаланishiни жадаллаштиради. Гидролиз жараёнлари сув иштирокида содир бўлади. Гидролаза ферментлари бир неча гуруҳга бўлинади:

1. Мураккаб эфирларнинг гидролиз реакцияларини тезлаштирадиган эстеразалар парчаланувчи моддалар табиатига кўра 3 гуруҳга бўлинади:

а) карбоэстераза ферментларидан липаза тубандаги реакцияга мувофиқ мойларни глицерин ва мой кислоталарга парчалайди:



б) фосфоэстераза, яъни фосфотазалар фосфорли эфирлар таркибидаги фосфат кислота қолдиғининг ажралишини жадаллаштиради. Бу гуруҳга дезоксирибонуклеаза (ДНК-аза) ва рибонуклеаза (РНК-аза) ферментлари киради.

в) сульфэстеразалар, яъни сульфатазалар олтингургуртли эфир бирикмаларидан сульфат кислота қолдиғини ажратувчилардир.

2. Глюкозидазалар, яъни карбогидролазалар углеводларнинг гидролизланишида иштирок этади:

а) целлюлаза — цитаза ферменти целлюлозани целлобиоза дисахаридгача парчалайди. Ҳосил бўлган дисахарид целлобиоза ферменти иштирокида 2 молекула глюкозагача парчаланнади.

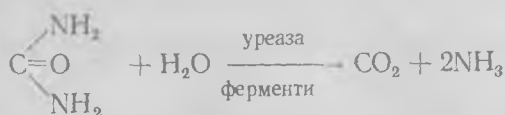
б) амилаза — диастаза ферменти крахмални мальтозагача, мальтоза эса мальтаза иштирокида глюкозагача парчаланнади.

в) сахараза ферменти шакарқамиш ва қандлавлaғи шакарининг глюкоза ва фруктозага парчаланishiни жадаллаштиради.

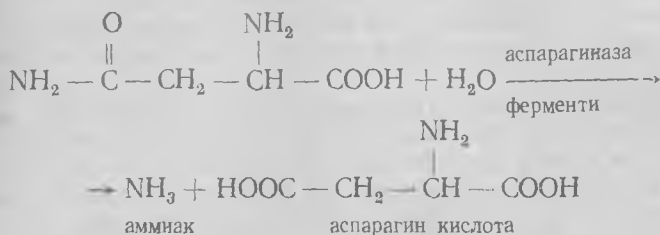
г) пектиназа — пектинэстераза ферментлари пектин бирикмаларининг парчаланishiни тезлаштиради. Аммо мевалар етилишида эримайдиган пектин бирикмаларининг эрувчан пектинга айланишида ферментлар иштирок этганлиги ҳалигача маълум эмас.

3. Амидазалар амидларнинг сув, аммиак ва аминокислоталарга парчаланishiни таъминловчи ферментлардир:

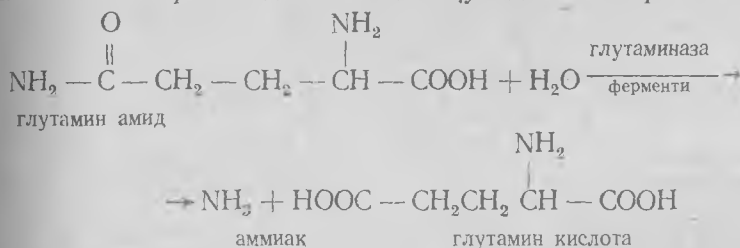
а) уреаза мочевинани карбонат ангидрид ва аммиакка парчалайди:



б) аспарагиназа аспарагин амидни аммиак ва аспарагин кислотага парчалайди:



в) глутаминаза глутамин амидни аммиак ва глутамин кислотага парчалайди. Реакция қуйидагича боради:

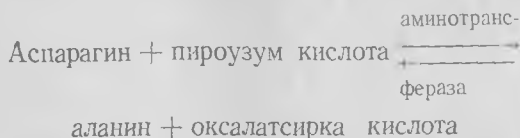


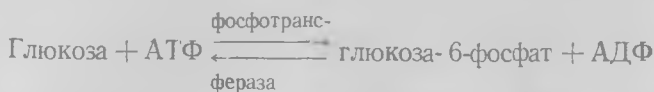
4. Пептидазалар оқсил ва полипептид молекулаларидаги пептид боғларнинг ажралишини жадаллаштирувчи ферментлардир. Оқсил молекулалари марказида жойлашган пептид боғларнинг узилишида иштирок этган пепсин, трипсин, химотрипсин ва палпайотин каби ферментлар эндопептидлар деб аталади.

Карбоксипептидаза, аминопептидаза, дипептидаза ва баъзи катепсинлар оқсил молекулалари занжирининг охирида жойлашган пептид боғларгагина таъсир этадиганлар экзопептидазалар деб аталади.

### III. Трансферазалар

Трансферазалар бир органик бирикма таркибидаги айрим радикалларни, маълум боғларни, молекула бўлакларини ажратиш ёки бутун бир молекулани иккинчи органик моддага ўтказиш ва қушиш вазифасини бажаради. Масалан, метилтрансфераза метил (CH<sub>3</sub>)гуруҳларини бир бирикмадан иккинчи бирикмага олиб бориб боғлайди:





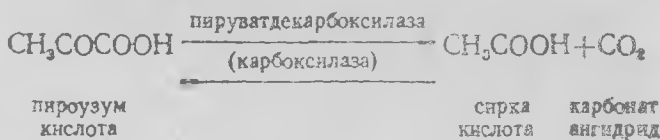
Тенгламада аминотрансфераза ферменти пирозум кислотага амин гуруҳини, фосфотрансфераза ферменти глюкозага фосфор кислота қолдиғини боғлаганлиги кўрсатилган.

Бу синфга пептозилтрансфераза, аминотрансфераза, фосфотрансфераза, ацетилтрансфераза ва бошқа ферментлар мисол бўлади.

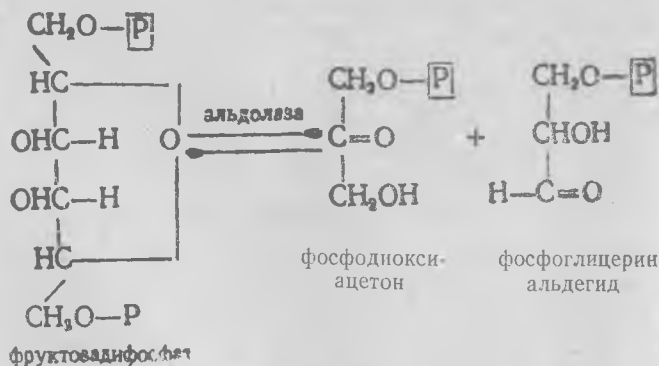
#### IV. Лиазалар (ажратувчи-парчаловчи ферментлар).

Лиазалар органик бирикмалар таркибидаги айрим гуруҳларнинг ажралиш жараёнини жадаллаштиради. Улар 2 боғли бирикмаларга бошқа турли модда молекулаларининг айрим радикалларини ёки гуруҳларини боғлашда иштирок этади. Бу реакцияларда сув ва фосфат кислота иштирок этмаслиги қуйидаги тенгламалардан маълум:

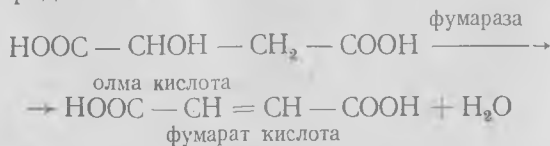
а) карбон-карбонлиаза бирикмалардаги  $\text{CO}_2$  гуруҳни ажратиб олишда ёки қўшишда иштирок этади.



б) альдолаза нафас олиш ва бижгиш жараёнларида муҳим ўрин эгаллайди. Бу фермент фруктозадифосфатни қуйидаги реакцияга мувофиқ фосфодиоксиацетонга ва фосфоглицерин альдегидига парчалайди ёхуд уларни қўшади:



а) фумаратгидратаза (фумараза) олма кислотадан сув молекулаларини ажратиб олиб, фумарат кислота ҳосил бўлишини жадаллаштиради:

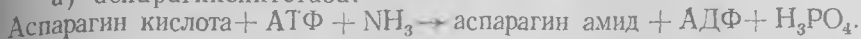




## V. Лигазалар (синтеазалар)

Лигаза ёки синтеза деб аталган ферментлар оддий органик бирикмалар ҳисобига мураккаб органик бирикмаларнинг синтезланишини тезлаштиради. Синтез жараёнлари АТФ молекулалари таркибидаги энергия ҳисобига содир бўлади.

а) аспарагинсинтеза:



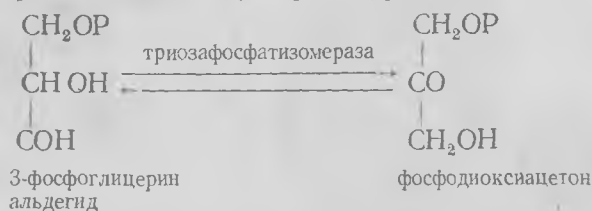
б) пируваткарбоксилаза:



## VI. Изомеразалар

Изомеразалар органик моддаларнинг турли-туман изомерлари ҳосил бўлишини жадаллаштиради.

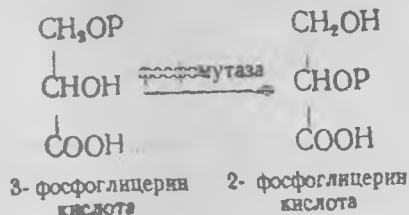
а) триоафосфатизомераза иштирокида 3- фосфоглицерин альдегид фосфодиоксиацетонга ва, аксинча, фосфодиоксиацетон 3- фосфоглицерин альдегидга ўзгариб туради:



б) глюкозафосфатизомераза глюкоза-6 фосфатнинг фруктоза-6- фосфатга айланишида иштирок этади:

глюкоза-6-фосфат глюкозафосфатизомераза фруктоза-6-фосфат

в) фосфоглицерат-фосфомутаза анаэроб шароитда 3- фосфоглицерин кислотанинг 2- фосфоглицерин кислотагача ўзгаришини таъминлайди:



## Углеводлар

Ўсимликлар танасидаги углеводларнинг умумий миқдори қуруқ массасининг 50% ини ташкил этади ва озиқ модда бўлиши билан бирга ўсимликлар ҳужайрасининг тузилишида иштирок этади. Углеводлар углерод, кислород ва водороддан ташкил топган бўлиб, уч гуруҳга бўлинади:



83-расм. Крахмал доначаларининг шакли.

*a* — мураккаб донача—сулида; *b* — картошкада; *1* — содда; *2* — ярим мураккаб; *3* — мураккаб крахмал доначалари; *e* — сутламада; *г* — ёронгул барг бандида; *д* — ловияда; *e* — маккажўхорида.

1. Оддий углеводлар — моносахаридлар.
2. Олигосахаридлар — биринчи даражали полисахаридлар.
3. Полисахаридлар — мураккаб углеводлар.

Оддий углеводларга 3 углеродли триозалардан глицерин альдегид ва диоксиацетонни, 5 углеродли пентозалардан ксилоза, арабиноза, рибоза ва дезоксирибозани; 6 углеродли, яъни гексозалардан глюкоза, фруктоза, галактоза, сарбоза, маннозаларни мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Моносахаридлар таркибида  $\text{СНОН}$ ,  $\text{СН}_3\text{ОН}$  гуруҳлар борлигидан улар сувда эриш ва кристалланиш хусусиятига эга.

Олигосахаридлар, яъни биринчи даражали мураккаб углеводлар гуруҳига сахароза, мальтоза, целлобиоза лактоза шакллари киради, уларнинг умумий формуласи  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ .

Сахароза глюкоза ва фруктоза молекулаларидан ташкил топган бўлса, лактоза таркибида галактоза ва глюкоза моносахаридлари бўлади. Мальтоза ва целлобиоза дисахаридлари икки молекула глюкозанинг қўшилишидан ҳосил бўлади.

Сахароза ўсимликлар тўқимасида кўп учрайди. Қандлавлар ва шакарқамиш таркибида сахароза миқдори 20—25% га етади.

Крахмалнинг парчаланишидан мальтоза ҳосил бўлади. Целлобиоза клетчаткани ҳосил қилишда иштирок этади. Лактоза сўт таркибида кўп бўлади.

Олигосахаридларга чигит ва эвкалипт дарахти таркибида учрайдиган трисахарид — рафиноза киради. Рафиноза фруктоза, глюкоза ва галактоза моносахаридларининг қўшилишидан ҳосил бўлади. Глюкоза, галактоза ва икки молекула фруктоза қўшилишидан стахиоза тетрасахарид ҳосил бўлади. Стахиоза соя, ясиқ каби ўсимликлар таркибида учрайди.

Полисахаридлар — мураккаб углеводларга крахмал, целлюлоза, гемицеллюлоза, агар-агар ва пектин моддалар мисол бўлади. Ўсимликлар тўқимасидаги крахмал захира модда бўлиб, у ҳар хил доначалар шаклида учрайди (83-расм). Крахмал йод таъсирида кукаради.

Крахмал амилоза ва амилопектин деб аталадиган мод-



84-расм. Крахмал молекуласи таркибидаги моддалар:

1 — амилоза 2 — амилопектин бирикмаларининг схематик кўриниши.

далардан ташкил топган. Амилоза иссиқ сувда эрийди ва йод таъсирида кўкаради. Амилопектин эса иссиқ сувда эримайди, йод таъсирида қизил-бинафша рангга киради, глюкоза молекулалари 84-расмдагидек тармоқланиб кетган.

Крахмал таркибидаги амилопектин миқдори 80—90% га етади, қолган 10—20% и амилозага тўғри келади. Крахмал амилаза ферменти таъсирида мальтозагача парчаланadi.

Целлюлоза таркибидаги глюкоза молекулаларининг сони 10 000—12 000 донагача етади. Пахта толасининг 90% и ва ёғоч поясининг 50—70% и целлюлоза молекуласидан ташкил топган. Целлюлоза инсон организмида ҳазм бўлмайди. Лекин кавш қайтарувчи ҳайвонларнинг ошқозонида яшовчи бактериялар ишлаб чиқарадиган цитаза ферменти таъсирида парчаланadi. Гидролиз жараёнида ҳосил бўлган ди-ва моносахаридларни ҳайвонлар ўзлаштиради.

Инулин ҳам полисахаридлар қаторига киради, у картошкагул (12%), сачратқи илдизиди (10%), топинамбур ва кўксағиз каби ўсимликлар таркибида учрайди. Инулин фруктоза молекулаларидан ташкил топган. Лишайникларда глюкоза молекулаларидан ташкил топган лихенин полисахариди учрайди.

Гемичеселлюлоза пальма, хурмо, кофе уруғида учрайди. У манноза, арабиноза, ксилоза ва галактоза моносахаридларидан ташкил топган.

Мураккаб углеводларга кирган агар-агар галактоза молекулалари қолдиган иборат, унинг таркибида сульфат кислота ҳам учрайди. Бу модда сув ўсимликларидан олинадиди ва кондитер саноатида, микробиологияда кўп ишлатилади.

Пектин ўсимликлар мевасида, поясида, тугунакларидида учрайди. Пектин ҳужайраларни бир-бирига ёпиштириб туришга хизмат қилади. У кондитер саноатида мармелад ва пастиладиди тайёрлашда ишлатилади.

Елим ва шилимшиқлар. Олча ва олхўри каби ўсимликлар танаси шикастланганда галактоза, манноза, арабиноза, ксилоза ва глюкон кислоталардан ташкил топган елим ажралади. Зигир ва жавдар донини ивитганда шилимшиқ модда ажралиб чиқади, унинг таркибида 90% гача пентоза, яъни ўзида беш атом углерод сақлаган моносахаридлар бўлади.

Фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган моносахаридлардан келажакда дисахаридлар, полисахаридлар, органик кислоталар, аминокислоталар, ёғлар, оқсиллар, витаминлар, гормонлар алколонидлар, ошловчи моддалар каби бирикмалар синтезланади.

### Ёғлар ва ёғсимон бирикмалар, яъни липоидлар

Сувда эримайдиган ёғлар ва ёғсимон органик моддалар липоидлар деган умумий ном билан аталади. Липоидлар органик эритувчиларда — эфир, бензин, бензол ва ацетонда

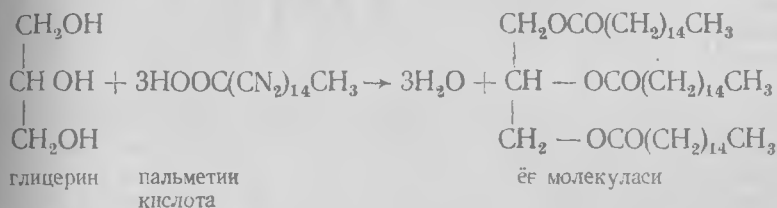
асонлик билан эрийди. Улар химиявий тузилишига ва табиати-  
га кўра бир неча гуруҳга бўлинади.

1. Мойлар. Усимликлар турига қараб, таркибидаги мой миқ-  
дори ҳар хил эканлигини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин.

52-жадвал

Усимликлар тури	Ег миқдори, %	Усимликлар тури	Ег миқдори, %
Буғдой мағзида	7—8	Зиғир	37—47
Маккажўхори (донда)	40—50	Ерёнғоқ	35—55
Ғуза (чигитида)	17—26	Канакунжут	45—60
Кунгабоқар	33—57	Кунжут	48—62
Кокос ёнғоғи	65—72	Кўкнор	45—55

Ёғ молекуласи 3 атомли спирт-глицерин билан (тенглама-  
дагидек) ёғ кислоталарининг қўшилишидан ҳосил бўлади:



Тўйинган ва тўйинмаган ёғ кислоталарининг баъзи вакил-  
лари тубандаги жадвалда келтирилган.

53-жадвал

Кислота номи	Химиявий формуласи	Эриш температура- си, °С
--------------	--------------------	-----------------------------

Тўйинган ёғ кислоталари

Мой	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	— 5,3
Капрон	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	— 4,0
Каприл	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	+16,0
Каприн	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	+31,3
Лаурин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	+43,5
Миристин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	+54,4
Пальмитин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	+62,9
Стеарин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	+69,6

Тўйинмаган ёғ кислоталари

Олеин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	+13,4
Линол	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)\text{COOH}$	— 5,0
Линолен	$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	—11,0
Арахидон	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CH}\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	—49,5

Линол ва линолен ёғ кислоталари инсон ва ҳайвонлар организмда синтезланмаганлигидан улар витамин қаторига қўшилади.

Глицеринга қўшилган ёғ кислоталарининг турига кўра турли-туман ёғлар синтезланади. Масалан, канакунжут мойи таркибида 80% рицинол, хонтал ва рапс мойида эрук мой кислотасининг миқдори 55%га бориб қолади.

Тубандаги жадвалда ўсимликлар таркибидаги мой кислоталар миқдори келтирилади.

54-жадвал

Мой кислоталари	Пахта	Соя	Кунга-боқар	Макка-жухори	Зир	Зайтун	Корамол	Қўя
	мойларида, %						ёғида, %	
Пальмитин	20	6	—	15	12	9	34	27
Стеарин	2	4	9	15	12	2	27	31
Олеин	31	22	39	24	19	82	43	36
Линол	40	49	46	61	16	4	2	3
Линолен	—	10	—	—	52	—	0,6	—

Суюқ мойлар таркибида тўйинган мой кислоталарга нисбатан тўйинмаган ёғ кислоталари устун туради ва, аксинча, қаттиқ ёғларда тўйинган ёғ кислоталари, тўйинмаган ёғ кислоталаридан бир неча фоизга ортиқ эканлиги жадвал рақамларидан кўринади.

Мой таркибида 1—2% чамасида эркин мой кислоталари, 1—2% фосфотидлар, 0,3—0,5% стеринлар ва витаминлар учрайди. Мойларнинг сарғиш рангда бўлиши каротиноидларга, наша мойининг яшил рангда бўлиши хлорофилл молекулаларига боғлиқ. Мойлар ўсимлик ва ҳайвонот оламининг ҳаёт жараёнида энергетик модда сифатида сарфланади. Бошқа органик моддаларга нисбатан мойлар энергияга бой бўлганлигидан, кўпчилик (90%) ўсимликлар уруғида асосий заҳира бирикма сифатида тўпланади. Дарҳақиқат, 1 г мой оксидланганда 9,3 ккал энергия ҳосил бўлса, 1 г шакар ёки оқсил оксидланганда ажралиб чиққан энергия 4,1 ккал дан ортмайди.

Тўйинмаган ёғ кислоталаридаги қўш боғламларнинг кислород билан оксидланиши натижасида альдегид ва ёғ кислоталари тўпланиши туфайли ёғлар эскириб ёқимсиз ҳидли бўлиб қолади.

Ёғлар таркибида  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}$  гуруҳлари кўплигидан улар сувда эримайди, сувда аралаштирилганда эмульсия ҳосил қилади. Ёғларга ишқор ёки кислота таъсир эттирилганда совунланиш реакцияси туфайли сув иштирокида глицерин ва ёғ кислоталарига ёки унинг тузларига гидролизланади.

1 г мой таркибидаги эркин ёки глицерин билан боғланган

мой кислоталарини нейтраллаш учун сарф бўлган КОН миқдори (мг ҳисобида) совунланиш сони деб аталади.

1 г мой таркибидаги эркин мой кислоталарини нейтраллаш учун сарфланган КОН миқдори мойнинг кислоталик сони дейилади.

100 г мой томонидан боғланган йод миқдорига (г ҳисобида) йод сони дейилади. Бу кўрсаткич воситасида ёғ таркибидаги қўш боғларнинг кўп-озлиги аниқланади. Таркибида қўш боғли тўйинмаган ёғ кислоталарини сақлаган ёғлар лак, бўёқ ва алифмой ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади.

Ўсимликларнинг яшаш шароитига кўра тўйинмаган ёғ кислоталаридаги қўш боғлар сони кўп-озлигига қараб йод сони ҳар хил бўлади. Масалан, Тошкентда ўсган зиғир мойининг йод сони 154 бўлса, Архангельскда ўсган зиғир мойининг йод сони 195 бўлган.

2. Фосфатидлар ҳосил бўлишида ёғ кислоталар билан бирга глицериннинг битта водороди фосфат кислота қолдиғи билан урин алмаштиради. Фосфатидлар синтезланишида глюкоза, галактоза ва пентоза ҳам иштирок этади. Фосфатидлар оддий оқсиллар билан қўшилиб, липопротеид деб аталадиган мураккаб оқсиллар ҳосил қилади. Липопротеидлар мағиз, пластада, митохондрий ва рибосомалар таркибида асосий ўринни эгаллайди.

Фосфатидларнинг оз ёки кўп бўлиши ўсимликнинг турига боғлиқ эканлиги қуйидаги жадвал маълумотларидан кўринади.

55-жадвал

Ўсимлик	Қуруқ модда ҳисоби-га фосфатидлар миқдори. %	Ўсимлик	Қуруқ модда ҳисоби-га фосфатидлар миқдори. %
Соя уруғида	1,6—2,2	Бугдой донида	0,4—0,5
Нухат уруғида	1,0—1,1	Маккажўхори донида	0,2—0,3
Чигитда	1,7—1,8	Қунгабоқар пистасида	0,7—0,8

Таркибида лецитин ёки кефалин сақлаган фосфолипидлар оқсиллар билан бирикиб липопротеидларнинг синтезланишини таъминлайди. Ҳосил бўлган липопротеидлар цитоплазма ва мембраналарнинг тикланишида маъсул бирикмалардир.

Фосфолипидлар таркибида лецитин ва кефалиндан ташқари соя уруғида мио-инозит, маккажўхори донида церебран деган моддалар борлиги аниқланган.

3. Ёғларда эрийдиган каротиноидлар. Бу гуруҳга кирган бирикмалар фақат органик эритувчи (спирт, бензин, бензол) ларда эрийди. Масалан, хлорофилл хлорофиллиндикарбон кислотага фитол ва метил спирт қўшилишидан ҳосил бўлади. Бу

пигмент мураккаб эфирлар гуруҳига киради. Хлорофиллдан ташқари, бу гуруҳга ксантофилл, каротин ва помидорга ранг берувчи ликопин пигментлари ҳам киради.

4. Стероид ва стероллар юқори молекулали циклик спиртлар билан ёғ кислоталарининг бирикишидан ҳосил бўлади. Стероидлар оқсиллар билан бирикиб, цитоплазма таркибида учрайдиган комплекс моддаларни ҳосил қилади. Масалан, эргостерол бирикмаси ультрабинафша нур таъсирида D<sub>2</sub> витамин ҳосил қилишда иштирок этади.

Стероидлар маккажўхори, бугдой ва шоли донининг муртагида ва турушлар таркибида кўп учрайди. Бу бирикмалар совунланиш реакциясига киришмаганлиги сабабли, уларни бошқа липоид бирикмалардан ажратиш олишда совунланиш реакциясидан фойдаланилади.

Ёғлар ҳосил бўлишида оддий углеводлар муҳим аҳамиятга эга эканлиги устида С. Л. Иванов тадқиқот иши олиб борган. Унинг маълумотига кўра, уруғ ривожланишининг дастлабки босқичида таркибида эрувчан шакарлар ва азотсиз моддалар кўп бўлиб, уруғ етилиш даврида уларнинг миқдори кескин камайиб, унинг ҳисобига ёғлар ҳосил бўлади. Бундай ҳолатни етилаётган канакунжут уруғи мисолида кўриш мумкин.

56-жадвал

Кунлар	Шакарлар, % ҳисобида	Ёғлар, % ҳисобида
7 июлда	11,45	7,35
18 июлда	11,20	9,30
8 августда	9,49	15,21
18 августда	1,68	45,75

Шакар ҳисобига ёғнинг синтезланиши ўрмон ёнғогининг етилиш жараёнида содир бўлганлиги қуйидаги жадвал далиллари билан кўринади.

57-жадвал

Анализ кунлари	Ўрмон ёнғоги маъзиянинг таркиби, % ҳисобида			
	мой	глюкоза	сахароза	крахмал ва декстринлар
6 VII	6	7,6	0	21,8
1 VIII	16	2,4	0,5	14,5
15 VIII	42	0,0	0,6	3,2
1 IX	59	0,0	0,8	2,6
4 X	62	0,0	1,6	2,6

Канакунжут уруғини текшириб олинган маълумотлар ёғ ҳосил бўлишидаги асосий маҳсулот шакар эканлигини яққол исботлайди. Яқин йилларда таркибида нишонланган углерод (C<sup>14</sup>) атомлари сақлаган шакарлар ишлатилган вақтда ҳам





ларнинг униш вақтида тажриба ўтказилади. Унаётган уруғ таркибидаги ёғ миқдорининг камайиб боришини муаллиф чигит устида, Мюнц кўкнор устида тажриба ўтказганлар. Муаллиф далилларига кўра, унган чигит мағзи таркибидаги ёғ миқдори қуруқ массасининг 20% ини ташкил этган бўлса, 3 кун ўтгач мағиз таркибида қолган ёғ миқдори 17,1% ва 5 кундан кейин 6,4% ни ташкил этган. Бу ёғнинг аста-секин парчаланиб борганлигини кўрсатади. 191-бетда ёғнинг парчаланиш схемаси келтирилган (85-расм).

Схемага диққат билан қаралса, глицерин ва ёғ кислоталар бевосита моддалар алмашинуви вақтида сув ва карбонат ангидридга парчаланиб кетмай, балки бир қанча оралиқ бирикмалар ҳосил бўлиши кузатилади ва бу жараёнда бир неча хил фермент иштирок этганлиги кўзга яққол ташланади.

Ўсимликлар тўқимасидаги липидларнинг парчаланиши эстераза гуруҳига кирган ферментлар воситасида рўёбга чиқади. Жумладан, ёғлар липаза (рН—3,6), хлорофилл хлорофиллаза (рН—5,9), фосфатидлар фосфатаза (рН—5—6) ферменти иштирокида парчаланadi. Айтиб ўтилган ферментлар актив ишлаши учун муҳитнинг рН даражаси 3—6 ва баъзилари учун 8 га (картошкадаги фосфатаза учун) тенг бўлиши керак.

### Оқсиллар

Тирик мавжудотлар таркибидаги органик бирикмаларнинг химиявий жиҳатдан энг мураккаби ва биологик энг муҳими оқсиллардир, улар ҳайвонлар ва ўсимликлар тўқимасида минглаб ва миллионлаб бўлиб, оқсил: С, Н, О, N, P, S элементларидан ташкил топган.

Тирик мавжудотлар таркибидаги аминокислоталар сони 100 дан ортиқ бўлиб, оқсил ҳосил бўлишида шулардан 20 хил кислота иштирок этади. Хужайранинг цитоплазмаси ва бошқа органонидлари таркибида оқсил асосий ўринни эгаллайди. Г. И. Мульдер (1838) оқсилларга протеинлар деган ном бериб, уларнинг муҳим аҳамиятга эга эканлигини таъкидлаган эди.

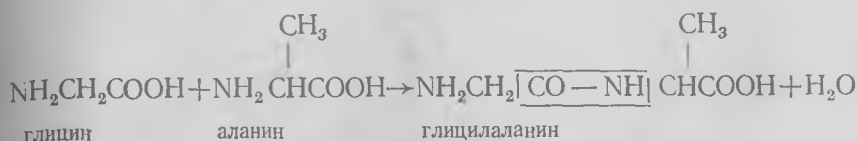
Ўсимликлар турига қараб, оқсил бирикмаларининг миқдори ҳар хил бўлишини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин:

58-жадвал

Ўсимликлар тури	Қуруқ модда ҳисобига оқсил миқдори, %
Ловия уруғи	25
Нўхат уруғи	25
Кунгабоқар уруғи	25
Буғдой дони	15
Маккажўхори дони	10
Себарганинг вегетатив органлари	15
Картошка туғунаги	2
Қизилча	1
Карам	1,5
Бодринг	0,7

Э с л а т м а: картошка, қизилча, карам ва бодрингни анализ маълумотлари шу ўсимликлар туқимасининг ҳул массаси ҳисобига олинган.

Оқсил молекуласи турли-туман аминокислоталар комбинациясидан ташкил топган бўлиб, бир аминокислотанинг  $\text{COOH}$  гуруҳи иккинчи аминокислотанинг  $\text{NH}_2$  гуруҳи билан реакцияга кириши туфайли тубандаги реакция асосида пептид ( $\text{CO—NH}$ ) боғлар ҳосил бўлади:



Иккита аминокислотанинг бирикишидан ҳосил бўлган бирикма — дипептид глицилаланин деб аталади.

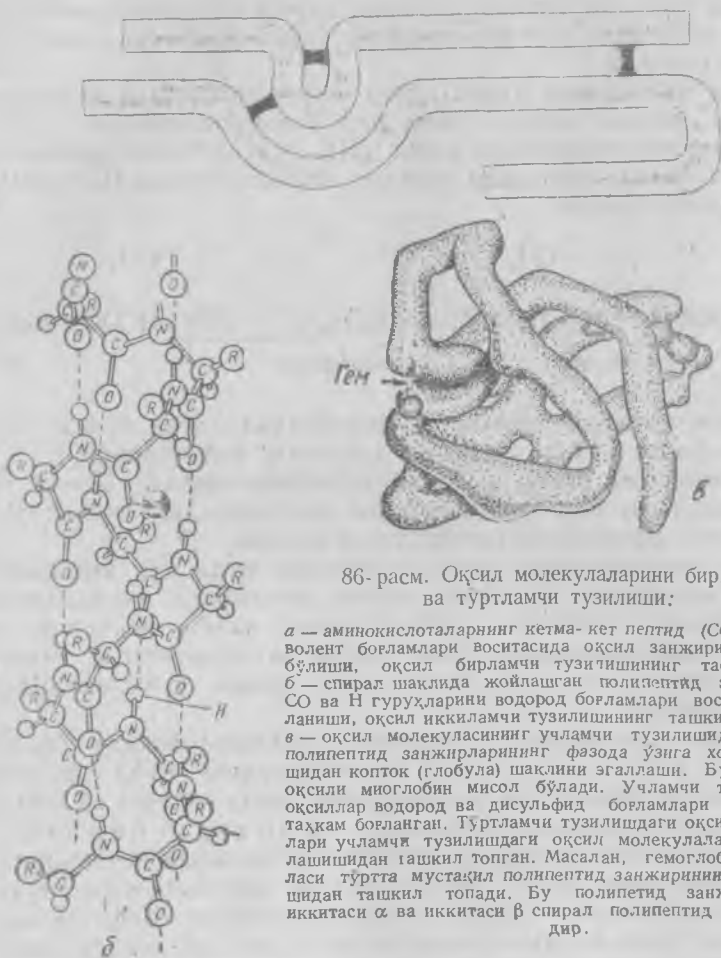
Э. Фишер ва унинг шогирди Е. Абдергальден 18—19 та аминокислотани бир-бирига қўшиш натижасида оқсилларга яқин бўлган полипептид-пептон ҳосил қилган.

Оқсил молекулалари ҳосил бўлишида жуда кўп аминокислоталар қатнашади. Улардан лейцин, изолейцин, лизин, метионин, тирозин, триптофан, фенилаланин, валин, норвалин ва аргинин каби аминокислоталар инсон ва ҳайвонларда синтез қилинмаганлиги сабабли улар тайёр ҳолда ўсимликлардан қабул қилинади.

Аминокислоталарнинг химиявий тузилиши диққат билан кузатилса, уларда кислота ( $\text{COOH}$ ) ва ишқорий ( $\text{NH}_2$ ) гуруҳлар борлиги кўзга ташланади. Бир вақтнинг ўзида кислота ва ишқор хусусиятларини сақлаган моддалар амфотерм бирикмалар деб аталади. Амфотерм хусусиятли аминокислоталарнинг комбинациясидан ҳосил бўлган оқсиллар ҳам амфотерм бирикмалар ҳисобланади. Оқсил бирикмаларининг амфотермлик хусусияти жуда муҳим аҳамиятга эга бўлиб, кислотали шароитда улар ўзининг ишқорий хусусиятини юзага чиқарса, ишқорий шароитда кислоталик хусусиятини юзага чиқариб, муҳитни нейтраллашда иштирок этади.

Оқсиллар физик-химиявий хусусиятига кўра, ипсимон (фибрилла) ва юмалоқ (глобула) шаклларда учраб, улар бирламчи, иккиламчи, учламчи ва тўртламчи тузилишга эга. Соч, ҳайвонлар шохи ва туёғи таркибидаги керотин, ипак фибриони ва мускуллар миозинини фибрилла шаклидаги оқсилларга мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Глобула шаклидаги оқсиллар ўсимликлар ва ҳайвонлар органларида кўп тарқалган, уларнинг шакли шарсимон, дуксимон ва баъзан нинасимон бўлади.

Аминокислоталарнинг ҳар хил тартибда ва изчилликда бирикиши натижасида ўзига хос оқсил молекулалари синтезланади. Алфавит ҳарфларининг маълум тартибда ва изчилликда



86-расм. Оқсил молекулаларини бир, [икки, уч ва тўртламчи тузилиши:

*a* — аминокислоталарнинг кетма-кет пептид ( $\text{CO} - \text{NH}$ ) ковалент боғламлари воситасида оқсил занжирининг ҳосил бўлиши, оқсил бирламчи тузилишининг тасвирланиши; *b* — спирал шаклида жойлашган полипептид занжиридagi CO ва H гуруҳларини водород боғламлари воситасида боғланиши, оқсил иккиламчи тузилишининг ташкил этилиши; *в* — оқсил молекуласининг учламчи тузилишида бир неча полипептид занжирларининг фазода ўзига хос бирлашишидан копток (глобула) шаклини эгаллаши. Бунга мушак оқсили миоглобин мисол бўлади. Учламчи тузилишдаги оқсиллар водород ва дисульфид боғламлари билан мустақам боғланган. Тўртламчи тузилишдаги оқсил молекулари учламчи тузилишдаги оқсил молекулаларининг бирлашишидан ташкил топган. Масалан, гемоглобин молекуласи тўртта мустақил полипептид занжирининг бирлашишидан ташкил топади. Бу полипептид занжирларининг иккитаси  $\alpha$  ва иккитаси  $\beta$  спирал полипептид занжирларидир.

жойлашиши натижасида, маълум сўзлар тузилганидек, аминокислоталар қўшилишидан ҳам пептид боғлар воситасида маълум бир функцияни бажарадиган оқсил бирикмалари ва ферментлар ҳосил бўлади.

Аминокислоталар қолдиғининг маълум изчилликда бириктириши натижасида ҳосил бўлган полипептид занжири бирламчи тузилишдаги оқсил ёки фермент деб аталади.

Бирламчи структурали оқсил молекуласи пептид ( $\text{CO} - \text{NH}$ ) боғларидан ташкил топган бўлиб, молекуланинг бир томонида амин ( $\text{NH}_2$ ), иккинчи томонида карбоксил ( $\text{COOH}$ ) гуруҳи жойлашган. Бирламчи структурали оқсил молекуласи тўғри ип шаклида, унинг ён тармоқлари бўлмайди. Бирламчи оқсилнинг ташкил этишда ковалент боғлар ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) ва дисульфид ( $\text{S}-\text{S}$ ) боғлар ҳам учрайди. Бирламчи структу-

рали оқсил молекуласи асосида, иккиламчи, учламчи ва тўртламчи структурали оқсил молекулалари ташкил топади (86-расм).

### Оддий ва мураккаб оқсиллар.

#### Оқсил молекулаларининг синтезланиши

Оқсиллар химиявий тузилишига кўра, оддий ва мураккаб оқсилларга бўлинади. Оддий оқсиллар-протеинлар, мураккаб оқсиллар — протеидлар деб аталади.

#### Оддий оқсиллар — протеинлар

Булар ўсимликлар уруғида заҳира модда сифатида тўпланади. Протеинлар турли эритувчиларда эриш хусусиятига қараб, ўз навбатида бир неча гуруҳни ташкил этади:

а) альбуминлар сувда эрийдиган оқсиллардир. Улар буғдой донида, ўсимликларнинг яшил тўқималарида кам учрайди. Тухум оқсили таркибида альбумин гуруҳига кирган оқсиллар жуда кўп бўлади;

б) глобулинлар 10% ли  $\text{NaCl}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  тузлар эритмасида осон эрийди. Улар ўсимликлар тўқимасида кўп учрайди. Нухат донида легумин, ловияда фазелин глобулинлари учрайди;

в) проламинлар 70% ли спиртда эрийдиган оқсиллардир. Буғдой донида глиадин, арпада гордеин, маккажўхорида зеин оқсиллари бўлади;

г) глютелинлар 0,2—2% ли ишқор эритмасида эрийдиган оқсиллардир, улар уруғ қуруқ массасининг 1—3% ини ташкил этади;

д) протаминлар ва гистонлар хужайралар мағзида учрайди ва ДНК молекулалари билан боғланган бўлади.

#### Мураккаб оқсиллар — протеидлар

Оқсил табиатига эга бўлмаган ва протетик гуруҳ деб аталган моддаларнинг оддий оқсиллар билан бирикишидан мураккаб оқсиллар ҳосил бўлади. Мураккаб оқсил унинг молекуласига қўшилган модданинг номи билан аталади ва бир неча гуруҳга бўлинади:

а) липопротеидлар оддий оқсилларга ёғ, лецитин, холистерин, кефалин ва бошқа турдаги липондлар қўшилишидан ҳосил бўлади. Липопротеидлар цитоплазманинг муҳим компоненти сифатида қатнашади, ўсимликлар тўқимасидаги липопротеидлар ҳозиргача тула текширилмаган;

б) оддий оқсил молекулаларига глюкоза, манноза, галактоза, гексозамин, глюкурон кислота ва бошқа углеводлар қўшилишидан ҳосил бўлган мураккаб оқсиллар глюкопротеидлар деб аталади. Глюкопротеид (мукоид) ларга тупук таркибидаги муцин, тоғай ва суюқ таркибидаги мукоидлар киради;

в) оқсил молекуласига рангли моддалар қўшилишидан хромопротеидлар ҳосил бўлади. Хромопротеидларга хлорофилл ва гемоглобин мисол бўлади. Бу гуруҳга ўзида металл сақлаган каталаза, пероксидаза ферментлари ва цитохромлар қўшилади;

г) оқсил молекуласига фосфат кислота қўшилишидан фосфопротеидлар ҳосил бўлади. Фосфопротеидларга сут таркибидаги казеин оқсили мисол бўлади. Фосфорпротеидлар кам ўрганилган;

д) оқсилларга нуклеин кислоталар қўшилишидан нуклеопротеидлар ҳосил бўлади. Нуклеопротеидлар ҳаёт жараёнида муҳим ўрин эгаллайди. Тирик организмлар таркибидаги мураккаб органик моддани Ф. Мишер (1868) балиқ спермасидан ажратиб олиб, уни нуклеин деб атаган.

Ҳар қандай тирик мавжудот ҳужайраларида гетероциклик азотли асослар бўлиб, уларнинг баъзилари пурин, бошқалари пиримидин деб аталган бирикмалар ҳисобига ҳосил бўлади. Пуриннинг химиявий ўзгаришидан аденин ва гуанин, пиримидиндан цитозин, урацил ва 5-метилцитозин асослари ҳосил бўлади. Усимликлар ҳужайрасида ўзида 5 атом углерод сақлаган рибоза ва дезоксирибоза шакллари ҳам бор.

Пиримидин ёки пурин асослари рибоза ёки дезоксирибоза шакллари билан қўшилишидан ҳосил бўлган аденозин, гуанозин, уридин, цитидин, тимидин ва 5-метилцитидиндан нуклеозитлари ҳосил бўлади.

Пурин ва пиримидин асослари дезоксирибоза шакли билан қўшилишидан ҳосил бўлган нуклеозитлар дезоксиаденозин, дезоксигуанозин, дезоксицитидин, 5-метилдезоксицитидин ва тимидин деб аталади.

Нуклеозитлар таркибига фосфат кислота қолдиғи қўшилишидан нуклеотидлар ҳосил бўлади. Бу кислоталар ҳам асос номи билан, яъни аденил кислота, гуанил кислота, цитидил кислота, уридил кислота ва тимидил кислота деб аталади.

Нуклеотидлар нуклеин кислоталар синтезланишида иштирок этадиган мономерлардир. Мономерлар қўшилишидан нуклеин кислоталардан рибонуклеин (РНК) ва дезоксирибонуклеин (ДНК) молекулалари ҳосил бўлади. Улар ўртасидаги муҳим фарқлар қуйидаги жадвалда келтирилган.

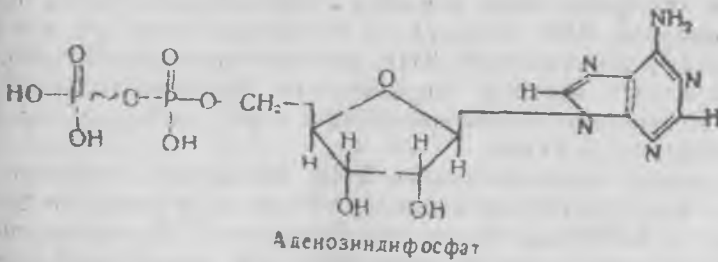
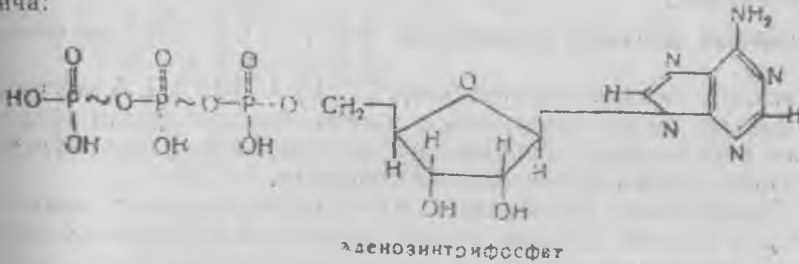
59- жадвал

Нуклеотидлар ҳосил бўлишида иштирок этадиган азотли асослар	РНК	ДНК	Нуклеотидларнинг ҳарфлар билан ифодаланиши
	таркибидаги нуклеотидлар		
Аденин	аденил кислота	дезоксиаденил кислота	А
Гуанин	гуанил кислота	дезоксигуанил кислота	Г
Цитозин	цитидил кислота	дезоксицитидил кислота	Ц

Нуклеотидлар ҳосил бўлиши- да иштирок этадиган азотли асослар	РНК	ДНК	Нуклеотидларнинг ҳарфлар билан ифодаланиши
	таркибидаги нуклеотидлар		
Урацил	уридил кислота	—	У
Тимин		тимидил кислота	Т
5-метилцитозин		5-метилдезоксиси- тидил кислота	МЦ

Ҳужайрадаги нуклеотидлар фақат РНК ва ДНК молекулалари ҳосил бўлиши учун сарфланмай, балки уларга фосфат кислоталар қолдиғи қўшилиши натижасида ўзида 2-фосфат кислота қолдиғи сақлаган АДФ ва 3-фосфат кислота қолдиғи қўшилган АТФ молекулалари ҳам ҳосил бўлади. Нуклеотидга бир молекула фосфат кислота қолдиғи қўшилиши натижасида АДФ молекуласида макроэргик боғ ҳосил бўлади. Бу макроэргик боғ энергияга бой бўлиб, АДФ молекуласидан фосфат кислота қолдиғи ажралганда 8—10 минг калория энергия бўшаб чиқади.

АДФ молекуласида битта, АТФ молекуласида иккита макроэргик боғ бўлади. Уларнинг химиявий структураси қуйидагича:



Шу тарзда макроэргик боғли 2 ва 3-фосфат кислота қолдиғи сақлаган бирикмаларда гуанозин, цитидин ва уридиннинг икки ва уч фосфатлари молекулалари бўлиб, улар ГДФ, ГТФ, ЦДФ, ЦТФ ва УДФ, УТФ ҳарфлар билан ифодаланadi.

Макроэргик боғ фақат АДФ ва АТФ молекулаларида бўлмай, балки фосфоенолпируозум кислотада







нисбатда жойлашган учта азот асосининг бош ҳарфлари билан ифодаланганлигини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин.

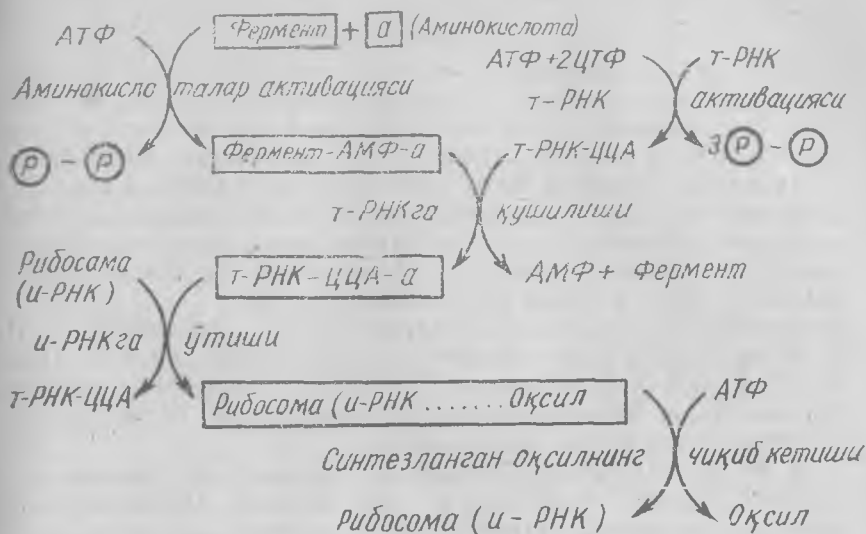
60-жадвал

Аминокислоталарнинг		Аминокислоталар кодини ифодалайдиган азот асосларининг жойлашиш тартиби					
тўлиқ номи	қисқартirilган номи						
Аргинин	Арг	АГГ	АГА	ЦГУ	ЦГЦ	ЦГА	ЦГГ
Аспарагин	Аспн	ААУ	ААЦ				
Аспарагин к-та	Асп	ГАУ	ГАЦ				
Аланин	Ала	ГЦУ	УЦЦ	ГЦА	ГЦГ		
Глутамин	Глуи	ЦАА	ЦАГ				
Глутамин к-та	Глю	ГАА	ГАГ				
Глицин	Гли	ГГУ	ГГЦ	ГГА	ГГГ		
Цистеин	Цис	УГУ	УГГ				
Гистидин	Гис	ЦАУ	ЦАЦ				
Изолейцин	Изе	АУУ	АУГ	АУА	АУГ		
Лейцин	Лей	ЦУЦ	ЦУА	ЦУГ	УУА	УУГ	
Метионин	Мет	АУГ					
Валин	Вал	ГУУ	ГУЦ	ГАУ	ГУГ		
Лизин	Лиз	ААА	ААГ				
Фенилаланин	Фе	УУУ	УУЦ				
Серин	Сер	УЦУ	УЦЦ	УЦА	УГГ		
Пролин	Про	ЦЦУ	ЦЦЦ	ЦЦА	ЦЦГ		
Треонин	Тре	АЦУ	АЦЦ	АЦА	АЦГ		
Триптофан	Три	УГА	УГГ				
Тирозин	Тир	УАУ	УАЦ	УАА	УАГ		

Жадвалга эътибор берилса, аргинин 6, лейцин 5, аланин, глицин, изолейцин, валин, серин, пролин, треонин ва тирозин 4, метионин эса 1, қолган аминокислоталар 2 хил белги билан ифодаланганлиги кўзга ташланади. Аминокислоталарнинг баъзилари бир неча хил белги билан ифодаланиш сабаблари ҳали аниқланмаган.

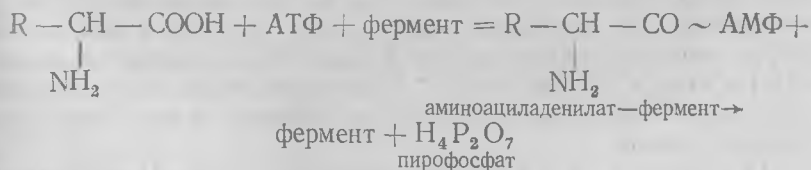
и-РНҚ тасмасида ҳам аминокислоталар қандай тартибда ва изчилликда, жойлашганлигини аниқлашда 3 та азот асоси бош ҳарфларидан иборат белгилар кўрсатилиши айтиб ўтилди. Бу белгилар т-РНҚ даги белгиларга қарама-қарши бўлганлигидан т-РНҚ белгиси антикод ёки антикодон деб аталади. Масалан, и-РНҚ молекуласи тасмасида УУУ ҳарфли кодга ААА антикодли т-РНҚ, ГАУ ҳарфли кодга ЦУА антикодли т-РНҚ ўз аминокислотасини бириктира олади. Бошқа турдаги антикодга эга бўлган т-РНҚ нинг аминокислотасини и-РНҚ ўзига боғламайди. Бирор кучли омил таъсирида боғланиб қолганда эса ўсимлик ирсий белгиларининг ўзгаришига сабаб бўлади.

и-РНҚ тасмасидаги аминокислоталар ўзига хос жойлашиб, ўзаре боғлангандан кейин рибосомаларда ёки полисомаларда ҳосил бўлган полипептид (оқсил) молекулалари бўшаб чиқиши билан умумий моддалар алмашинуви жараёнларида фаол қатнашади. Қуйида оқсил синтезининг схемаси келтирилган (88-расм).

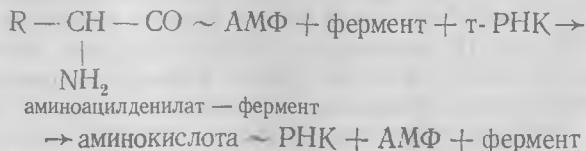


88- расм. Оқсилнинг синтезланиш схемаси.

Схемага кўра, аминокислота ва т-РНК молекулалари и-РНК тасмасига бориб жойлашишидан олдин фаол ҳолга келади. Бунда дастлаб АТФ даги макроэргик боғлар энергияси ҳисобига ва махсус аминоксил т-РНК синтетаза ферменти воситасида аминокислота активлашади, яъни пептид боғлари ҳосил қилиш учун зарур энергияга эга бўлади. Реакция қуйидагича боради:



Кейинчалик аминокислота жадаллашгандан кейин т-РНК аминоксилденулат ферменти билан реакцияга киришади. Фаол аминокислота билан т-РНК уртасидаги ўзаро муносабат қуйидаги тенгламада келтирилган:



Кейин АМФ молекуласидаги АДФ ва АТФ молекулалари тикланса, бўшаб чиққан аминоксил т-РНК синтетаза ёки бошқача айтганда рН-5 ферменти аминокислоталарнинг янги молекуласини жадаллаштиришда қатнашади.

## Витаминлар

Ўсимликлар тўқимасида оқсил, углеводлар ва ёғлардан ташқари, жуда оз миқдорда витаминлар борлигини ва улар одамлар, ҳайвонлар, ўсимликлар ҳаётида муҳим урн эгаллашини рус олими Н. И. Луин (1880) аниқлаган. Кейинчалик поляк олими Казимир Функ (1912) цинга, рахит ва пеллагра касалликлари айрим моддалар етишмаслиги натижасида келиб чиқишини кузатган ва уларни «ҳаёт» деган маънода *vita* деб атаган. Витаминлар етишмаслигидан келиб чиқадиган касалликлар а в и т а м и н о з деб аталади.

Витаминлар мураккаб тузилган бўлиб, таркибида С, Н, О, N элементларидан ташқари, Cl, Со' ва бошқалар ҳам учрайди. Кўпчилик ферментларнинг фаол гуруҳи таркибини витамин ташкил этади. Витаминларнинг 30 га яқин тури бўлиб, шулардан 20 таси энг муҳим ҳисобланади.

А ва Д витаминлар ўсимликлар тўқимасида бўлмаганлиги сабабли провитаминлар деб аталади. Провитаминлар инсон ва ҳайвонлар органига қабул қилингандан кейин витаминга айланади.

Витаминлар ва провитаминлар ўсимликларнинг яшил баргларида, меваларида ва бошқа органларида кўп тўпланади. Витаминлар ёғларда ва сувда эрувчанлигига кўра икки гуруҳга бўлинади.

Ёғларда эрувчан витаминларга А (ретинол), Д (эргокальциферол), Е (токоферол) ва К (филлохинон) витаминлар киради. Инсон ва ҳайвонларнинг ингичка ичагидаги махсус фермент воситасида ўсимликлардан қабул қилинган каротиннинг парчаланишидан ретинол ( $C_{20}H_{29}OH$ ) деб аталган А витамин ҳосил бўлади. Қовоқ, сабзи, беда ва зарғалдоқ рангли бошқа меваларда каротин кўп бўлади, балиқ мойи ва моллар жигари ҳам ретинолга бойдир. А витамин етишмаса шапкўрлик касаллиги пайдо бўлади. Инсон ва ҳайвонларнинг ўсиш жараёнлари сусаяди.

Э р г о к а л ь ц и ф е р о л (Д витамин —  $C_{28}H_{44}O$ ) провитамин ҳисобланади. Ўсимликлар таркибидаги эргостеринни инсон ва ҳайвонлар қабул қилгандан кейин ультрабинафша нурлар таъсирида Д витаминга айланади. Д витамин етишмаса, кальций ва фосфор элементлари ўзлаштирилмаганлигидан суяк тўқималари юмшаб, болаларда рахит касали пайдо бўлади.

Т о к о ф е р о л (Е витамин —  $C_{29}H_{50}O_2$ ) гўшт, тухум, сут, нўхат, ловия донида, зиғир ва пахта мойлари таркибида кўп бўлади. Е витамини етишмаса эркакларда спермий етилиши сустлашади, аёлларда эмбрионни ташлаш ҳодисалари кузатилади.

Ф и л л о х и н о н ( $K_1$  витамин —  $C_{11}H_7O_2 \cdot C_{20}H_{39}OH$  ва  $K_2$  витамин  $C_{11}H_{12}OH \cdot C_{36}H_{42}OH$ ). Узида фитол ( $C_{20}H_{39}OH$ ) сақлагани  $K_1$  ферролизил ( $C_{36}H_{42}OH$ ) сақлагани  $K_2$  витамини дейилади. Филлохинон беда, қичитқитикан, исмалоқ ва бошқа ўсимликлар тўқимасида учрайди. Филлохинонлар қон ивишини

таъминловчи протромбин оксилнинг ишланиб чиқишига таъсир этади.

Сувда эрувчи витаминларга аскорбин кислота (С), тиамин ( $B_1$ ), рибофлавин ( $B_2$ ), никотинамид кислота (PP) ва бошқалар киради.

Аскорбин кислота (С витамин —  $C_6H_8O_6$ ) наъматак мевасида, етилган ёнгоқ мағзида, гармдорида, укроп, пиёз ва бошқалар таркибида кўп бўлади. Аскорбин кислота сорбит шаклидан синтезланади. Агар бу кислота етишмаса, милклар яллиғланади, тишлар тушади, қон капиллярлари ва майда томирлар девори мўртлашиб, ёрилишидан тана бўшлиқларига қон оқиб чиқиши кузатилади. Аскорбин кислота нафас олиш жараёнидаги оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида фаол қатнашади. У одам, маймунлар ва денгиз чўчкаларидан ташқари, ҳамма ҳайвонлар танасида синтезланади.

Мева ва сабзавотларнинг камлигидан куз ва қиш фаслларида, узоқ вақт давомида витаминли озиқларни қабул қила олмаганликларидан Шимолий районларда цинга касаллиги келиб чиқишига сабаб бўлади. Жан Картье (1535) саёҳатчиларидан 100 та матрос цинга билан касалланиб, уларнинг 25 таси ҳалок бўлган. Қолган ўлим ҳолидаги беморлар қарағайнинг барг сувини ичиши натижасида улар соғайган. Саёҳатчи Лаптев (1736) Шимолий денгиздан йўл солишга йўналганда цинга касаллигининг олдини олиш мақсадида қарағай барг ширасини ишлатган. Саёҳатчи Кузенштерн (1803) цингадан сақланиш учун Камчатка аҳолисига ёввойи саримсоқ, шумурт ва сельдерейни истеъмол қилиш зарурлигини айтган. Россияда 1490 йилда 260 минг 444 аҳоли цинга билан касалланган. Шулардан 70 минг киши ҳалок бўлган.

Тиамин ( $B_1$  витамин —  $C_{12}H_{17}N_4SO \cdot HCl$ ) қуруқ турушларда, соя, ловия донида, шоли, буғдой, арпанинг сиртқи қобиғида кўп бўлади. Тиамин карбоксилаза ферментининг фаол гуруҳини ташкил этади. Агар тиамин етишмаса, бери-бери касаллиги пайдо бўлади. Бу касалликда марказий ва периферик нерв системаси тўқималари ишдан чиқади. Бери-бери касаллиги кўпинча Хитой, Япония, Бирмада ва Шарқдаги бошқа мамлакатларда кенг тарқалган.

Ява ва Модур оролларида 1896 йилда қамоқхонада ётган 279 623 маҳбусдан бери-бери (марказий ва периферик нерв системаси) билан касалланган 8400 киши ўлган. Англиянинг Гонконг колониясида 1941 йилда 350 000 аҳолидан 10 000 таси бери-бери билан касалланиб, шулардан 1000 таси ҳалок бўлган. Японияда (1920—1929) 200 000, Америкада (1917) 160 000, 1930 йилда 250 000 киши бери-бери билан касалланиб, уларнинг кўпчилиги ҳалок бўлган.

Рибофлавин ( $B_2$  витамин —  $C_{17}H_{20}NO_6$ ) жигар, мускулларда, буйракда, мияда, тухум, сут ва чигит кунжараси таркибида кўп бўлади. Рибофлавин фосфат кислота билан қушилган ҳолда (фосфат кислота шаклида АТФ молекуласи

билан қушилиб) сариқ рангли флавин моноклеотид ва флавин адениндинуклеотид (ФАМ ва ФАД) ферментларининг фаол гуруҳини ташкил этади.

Рибофлавин етишмаса, паррандаларнинг тухум қуйиши сустлашади ва улар фалажланиб нобуд бўлади.

**Никотинамид кислота.** (РР витамин—  $C_6H_5O_2N$ ) гуруч, картошка, сабзи, гўшт таркибида кўп учрайди. Никотин кислотанинг амид шакли дегидрогеназа ферментининг фаол гуруҳини ташкил этади. РР витамин етишмаса, оғиз бушлиғи, тил ва тери яллиғланади. Нерв фаолияти сусаяди, одамнинг ақли пасаяди.

Юқорида баён этилганлардан ташқари, пиридоксин ( $B_6$ ), биотин (Н), пантотен кислота, фолий кислота ( $B_c$ ), цитрин, флавои (Р) ва таркибида **CN** ҳамда Со элементи сақлаган анти-анемик ( $B_{12}$ ) витаминлар ҳам ҳаёт учун зарур эканлиги аниқланган.

Инсон ва ҳайвонларга витаминлар ниҳоятда зарур бўлиб, ўсимликларнинг ўсиши, ривожланиши ва моддалар алмашинуви жараёнлари давом этиши учун муҳим органик бирикмалар бўлиб ҳисобланади. Кўпгина витаминлар (аскорбин кислота) оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида қатнашиб, фотосинтез жараёнини, углеводларнинг ўзгаришини, ассимилятлар ҳаракатланишини ва гулнинг уруғланиш жараёнини фаоллаштиради. Аминокислоталар, оқсил, органик кислоталар, оқсил синтетизланишида ҳамда илдизлар ривожланишини жадаллаштиришда тиамин ва никотин кислота муҳим аҳамиятга эга эканлиги аниқланди. Тиаминда ивигитланган чигитнинг униши тезлашганлигини Л. А. Полянская, А. К. Носов ва И. С. Овчаров (1963), ғўзанинг шўрхокка чидамлилиги ортганлигини Б. П. Строганов (1949) аниқлаган.

### **Моддалар алмашинувида ҳосил бўлган иккинчи даражали органик бирикмалар**

Ўсимликлар тўқимасида ҳосил бўладиган органик моддалар иккинчи даражали ҳисоблансада, лекин ҳаммаси ҳаёт жараёнларининг нормал боришида катта аҳамиятга эга. Уларнинг баъзилари айрим ўсимликларда кўп миқдорда тўпланса, бошқаларида эса кам миқдорда тўпланади.

Иккинчи даражали органик бирикмаларга органик кислоталар, глюкозидлар, ошловчи моддалар, алколоидлар, эфир мойлари, смолалар, ўстирувчи гормонлар, антибиотиклар, фитонцидлар, каучук, ранг берувчи ва бошқа турли бирикмалар киради.

Органик кислоталардан чумоли кислота ( $HCOOH$ ) малина, олма меваларида учрайди, у ўткир ҳидли бўлади.

Сирка кислота ( $CH_3COOH$ ) сирка кислотали бижғишни қўзғатувчи, мой кислота ( $CH_3 CH_2 CH_2 COOH$ ) мой кислотали бижғишни қўзғатувчи ва сут кислота сут кислотали бижғишни қўзғатувчи бактериялар томонидан кўп миқдорда ишлаб чиқарилади. Улар бошқа ўсимликлар тўқима-

сида оз учрасада, лекин уларнинг ҳаёти учун жуда зарур бирик-малар қаторига киради.

Пи роу зу м ( $\text{CH}_3\text{COCOON}$ ), окс а л а т ( $\text{HOOC COOH}$ ), ка ҳ ра б о ( $\text{HOOC CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ) в и н о в а л и м о н ( $\text{HOOC CH}_2\text{HOOC SOH CH}_2\text{COOH}$ ) кислоталари ҳамма ўсимликларда учрайди ва нафас олиш, бижғиш жараёнларида оралиқ модда сифатида ҳосил бўлади. Шулардан оксалат кислота ровоч ва шўракларда; вино кислота узум, тут, помидор ва ананасда; лимон ва қаҳрабо кислоталар лимон, қорақат, ғўза баргларида, шафтоли ва қулупнай меваларида кўп тўпланади. Булардан ташқари, баъзи ўсимликлар тўқимасида хинин, салицил, кумар ва кофеин кислоталар кўп тўпланади.

Моносахаридлар билан спирт, альдегид, фенол каби моддаларнинг бирикишидан ҳосил бўлган бирикмалар г л ю к о з и д л а р деб аталади. Амигдалин глюкозиди аччиқ бодом, шафтоли, ўрик данаклари ва олча, олма уруғлари таркибида учрайди, у глюкоза, бензой альдегид ва цианид кислоталарнинг бирикишидан ҳосил бўлган.

Глюкованил ванил мевасида, солонин картошка тугунагида, кварцетин пиёзнинг рангли ташқи пўстида, қизилмия ва етмак илдизида сапонин глюкозидлари бор. Ёввойи картошка ўсимлигида демиссин глюкозиди учрайди. У колорадо қўнғизи личинкаларини йўқотишда ишлатилади. Марваридгул гулидан, ангишвонагул баргидан ва адонис ўсимлигидан юрак мускулларини даволайдиган глюкозидлар олинади. Глюкозидлар озик-овқат саноатида, тиббиётда, техникада ва бошқа соҳаларда кўп ишлатилади.

Ўсимликлардаги моддалар алмашинувида ўзига хос таҳир ва кислотали хусусиятга эга бирикмалар ҳосил бўлиб, улар хом терини пишитишда ишлатилади ва ошловчи моддалар деб аталади. Ошловчи моддаларнинг кўп-оз бўлиши ўсимликлар турига боғлиқ. Масалан, эман дарахти пўстлоғида 8—12% татун, скумпия баргларида 16—32% ва торон илдизида 13—27% бўлади. Ошловчи моддалар баъзи бактерияларга салбий таъсир этади, ўсимликларнинг ўсиш жараёнларини жадаллаштиради ва иммунитет ҳосил бўлишида қатнашади.

Ишқор табиатли органик моддалар алк о л о и д л а р деб аталади. Алколоидлар олма, сут, вино ва лимон кислоталар билан қўшилиб, тузлар шаклида ўсимликлар тўқимасида тўпланади. Дуккакдошлар, кўкнордошлар ва томатдошлар оилаларига кирган ўсимликлар таркибида алколоидлар кўп бўлади.

Никотин, анабазин, атронин, кокаин, хинин, кофеин, кодеин ва теобромин каби бирикмалар алколоидларга мисол бўлади. Алколоидларнинг кўпчилиги одам ва ҳайвонларни даволашда ишлатилади. Анабазин, никотин кабилар қишлоқ хўжалигида зараркунандаларга қарши курашда қўлланилади.

Айни вақтда алколоидларнинг мингдан ортиқ тури бўлиб, шулардан 100 дан ортиғи Ўзбекистонда ўсадиган ўсимликлар-

дан ажратиб олинган, уларнинг химиявий тузилиши аниқланган бўлиб, дори-дармон сифатида ишлатилмоқда. Шулардан дельфиниум ўсимлигидан ажратиб олинган алколоид тирик организмларга кучли таъсир этади.

Алколоидларнинг ўсимликлар ҳаётида тугган ўрни тўла аниқланмаган. Баъзи олимлар алколоидлар ташландиқ модда деб ҳисобласалар, бошқалари улар заҳира озиқ модда сифатида тупланади деган фикрни илгари суради. Бир гуруҳ олимларнинг фикрича, улар ўсимликларни ҳимоя қилиш вазифасини бажарар экан.

Ўсимликлар барги, пояси, гули, уруғи ва илдизидаги фақат органик эригувчиларда эрийдиган, ҳидли моддалар эфир мойлар дейилади. Улар температура паст бўлишига қарамай тез буғланади. Воронеж, Курск, Тамбов, Самара вилоятларидаги, Украина, Тожикистон, Арманистон ва Грузиядаги жамоа ва давлат хўжаликларида атиргул, чиннигул, ёронгул, ялпиз ва кориандр каби эфир мойли ўсимликлар экиб ўстирилади. Эфир мойлар тиббиётда, озиқ-овқат саноатида, косметикада ва бошқа соҳаларда кўп ишлатилади.

Микроорганизмлар ажратган ўзига хос баъзи бирикмалар касаллик туғдирувчи организмларга салбий таъсир этиб, уларни нобуд қилади. Бундай моддалар антибиотиклар деб аталади.

Ҳозир 500 га яқин антибиотик текширилиб, тиббиёт ва ветеринарияда ишлатилмоқда. Шулардан пенициллин, стрептомицин, тетрациклин, биомицин, грамицидин, бициллин ва бошқалар дори-дармон сифатида кўп ишлатилади.

Совет олими Б. П. Токин (1928) микроорганизмларни нобуд қиладиган бирикмалар юксак ўсимликлардан ҳам ажралишини аниқлаб, уларни фитонцидлар деб атаган.

Баъзи эфир мойлар, алколоидлар, органик кислоталар ва аминокислоталар фитонцидлик хусусиятига эга. Фаол фитонцидлардан хонтал таркибидаги аллил мойи микроорганизмларга кучли таъсир этиб, уларни нобуд қилади. Пиёз, саримсоқ, қорақат, қарағай ва бошқа ўткир ҳидли фитонцид моддаларини шу ўсимликлар ишлаб чиқаради. Сабзида изокумарин, нўхатда пизантин, себаргада трифолизин, ловияда фазеолин ва картошкада решитин фитонцидлари учрайди.

Ўсимликлар гулининг ранг-баранг бўлиши гултожибаргларидаги ранг берувчи моддаларга — антоциан пигментига боғлиқ. Хужайра шираси рН қимматининг ўзгариши натижасида ранг ҳам ўзгаради. Масалан, кислотали шароитда (рН 3—2) антоциан қизил, рН 8,5 га тенглашса, бинафша кучли ишқорий шароитда (рН 11) тўқ бинафша рангга ўзгаради. Қорақат мевасининг тимқора бўлиши антоциан билан хлорофиллнинг комбинациясига боғлиқ.

Цитрус мевалар пўстининг сариқ рангга бўлиши ҳам таркибидаги антоциан пигменти, қора ва қўнғир ранглар ҳосил бўлиши антофен пигментига боғлиқ. Хужайра ичида ҳаво



булиши натижасида гултожибаргларнинг туси оқ бўлади. Булардан ташқари, баъзи ўсимликлар ўстирувчи гормонлар (ауксин, гиббереллин, цитокинин), каучук, смола, елим, ка-нифоль, каҳрабо ва бошқа бирикмалар ишлаб чиқаради.

### Ўсимликлар танасида моддаларнинг ҳаракатланиши

Ўсимликлар органлари ўртасида мавжуд физиологик жараёнларнинг ўзаро бирлигини таъминлашда ва тўқималарда ҳосил бўладиган бирикмаларнинг бир жойдан иккинчи жойга кўчиши (ҳаракатланиши) муҳим омиллардан бири ҳисобланади.

Ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиши узлуксиз ва ўз вақтида давом этиши учун бир органда ҳосил бўлган органик моддалар иккинчи органга силжиб ўтиши керак. Акс ҳолда ўсиш ва ривожланиш жараёнлари бузилиб, ўсимликлар нобуд бўлади.

Фотосинтез жараёнини таъминлаш учун илдизлари барг тўқималарига сув ва минерал элементлар етказиб берса, баргларда ҳосил бўлган органик бирикмалар ҳисобига илдиз ҳужайралари озиқланади. Ўсимликлар қабул қилган ва синтез жараёнида ҳосил бўлган моддаларнинг ҳаракатланишини М. Мальпигий (1679) ва айниқса, С. Гэльс (1727) ҳар томонлама пухта текшириб, ўсимликлар танасида юқоридан пастга ва пастдан юқорига йўналадиган оқимлар борлигини аниқлаган. Оқимларнинг бири пўстлоқ томонда, иккинчиси эса поянинг ёғочланган қисмида жойлашганлигини дарахт новда-сида яққол кўриш мумкин.

Ўсимликлар танасидаги ксилема найлари бўйлаб сув ва унда эриган минерал элементлар пастдан юқорига қараб ҳаракатланса, флоэма найлари бўйлаб органик моддалар пастга ва юқорига йўналади. Баргларнинг ассимиляцияловчи ҳужайраларида тўпланган моносахаридлар унинг флоэма элементларига ўтгандан кейин сахарозага айланиб, поя бўйлаб ўсимликнинг бошқа органларига томон ҳаракатланади. Азотли органик бирикмалар аминокислота ва амид (аспарагин, глютамин) шаклдагина концентрацияси кўп жойдан концентрацияси кам жойга қараб ҳаракатланади. Органик моддалар билан бирга фосфор, калий ва оз миқдорда кальций ҳам ёш органларга қараб ҳаракатланади ва қайтадан моддалар алма-шинувида иштирок этади.

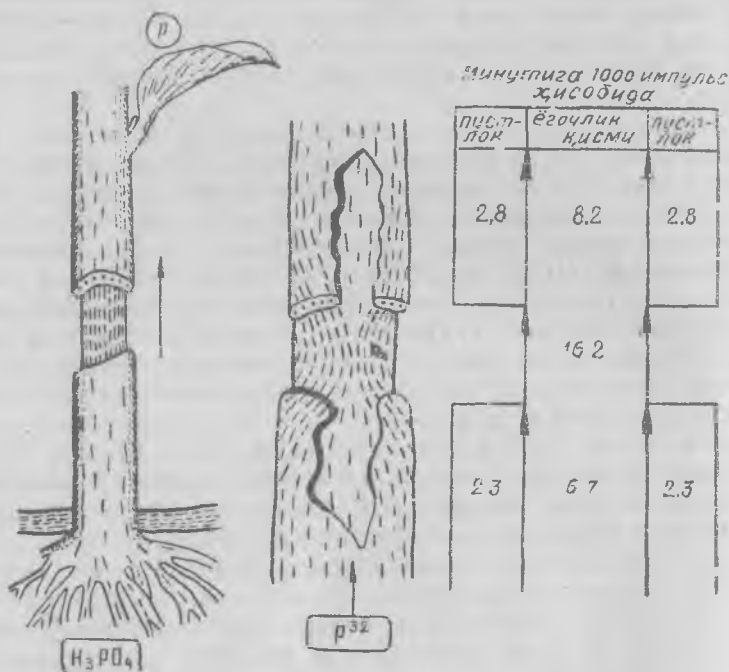
Пиёз ва бошқа сахарофилл ўсимликларда органик моддалар кечаю кундуз деярли барабар ҳаракатланса, крахмалли ўсимликларда шакарлар кечаси ҳаракатланиб, заҳира тўловчи органларга йиғилади. Баҳорда органик моддалар ксилема найлари бўйлаб ўсиш нуқталарига томон ҳаракатланади.

А. Л. Курсанов ишларидан олинган схема билан танишсак, нишонланган фосфорни илдиз қабул қилгандан кейин у ксилема ва флоэма найларига тенг тарқалган ҳолда ҳаракатланганлигини кўрамиз. Агар новданинг пўсти схемада кўрсатил-

гандек, ҳалқа шаклида ёғоч қисмигача арчиб олинса, илди-дан қабул қилинган фосфор ксилема найлари орқали ўтиб, ҳалқа устида қайтадан флоэма ва ксилема элементлари бўйлаб ҳаракатланганлиги кўринади (89-расм).

Моддаларнинг ҳаракатланишини таъминловчи ва тартибга солувчи омиллар ҳали тўла аниқланмаган.

Моддаларнинг ҳаракатланиш жараёнлари акад. А. Л. Курсанов лабораториясида пухта текширилмоқда. Тажриба маълумотларига кўра моддаларнинг ҳаракатланиши цитоплазманинг фаоллигига, адсорбцилаш хусусиятига ва нафас олиш жадаллигига боғлиқ экан.



89-расм. А. Л. Курсанов схемасига кўра, нишонланган фосфорнинг ҳаракатланиш оқими.

Флоэма ва ксилема найларидаги ҳужайралар қанча жадал нафас олса, моддаларнинг ҳаракатланиши ҳам шунча тезлашади. Аксинча ўтказувчи найлар ҳужайраларига нафас олиш жараёнини бўғувчи ( $HCN$ ,  $KCN$ ,  $NaF$ ) моддалар билан таъсир этилганда, моддалар ҳаракатланишдан бутунлай тўхтайтиди. Усимликлар туқимаси бўйлаб моддалар бир хил тезликда ҳаракатланмайди. Масалан, аминокислоталар бир соатда 90 см, шакарлар 70—80 см масофага силжийди. Анорганик моддаларнинг ҳаракатланиш тезлиги 20—40 см дан ошмайди.

Моддаларнинг ҳаракатланиш тезлиги ташқи муҳит омилларига ва усимликларнинг физиологик ҳолатига ҳам боғлиқ.

Е. Мюнх (1930) таълимотида кўра, элаксимон ҳужайралар

орқали органик моддаларнинг бир хужайрадан иккинчисига қараб ҳаракатланиши тургор босим кучига боғлиқ. Бошқача айтганда, барг хужайраларида органик моддаларнинг концентрацияси билан тургор босим кучи, элаксимон хужайралардагига нисбатан кучли бўлганлигидан барг хужайраларидаги органик моддалар элаксимон хужайраларга томон силжийди.

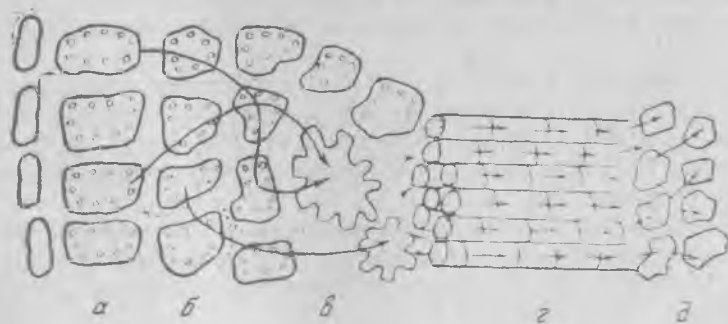
Д. Фенс (1972) фикрича, ассимилятларнинг ҳаракатланиши босим таъсиридан ташқари, хужайрадаги оқсил молекулаларининг перитальтик қисқаришига ҳам боғлиқ.

Бу масалани акад. А. Л. Курсанов бошчилигида академиянинг Тимирязев номидаги ўсимликлар физиологияси институтида чуқур текширилмоқда.

А. Л. Курсановнинг ўз ходимлари билан олиб борган илмий тадқиқоти маълумотларига кўра, органик моддаларнинг ҳаракатланиши бир неча босқичдан ташкил топганлиги аниқланди.

Биринчи босқичда хлорофилл доначалари тўпланган крахмал глюкозагача парчаланadi. Глюкозага фосфор кислота қўшилишидан фруктоза дифосфат синтезланади. Бу бирикма ҳисобига ҳосил бўлган фосфоглицерин альдегиди ва фосфодиоксиацетон хлоропласт мембранаси орқали цитоплазмага ўтади. Крахмалнинг содда бирикмаларгача ўзгариб, хлоропластдан цитоплазмага ўтиши хужайра ичидаги йўл деб аталади. Хлоропластларда синтезланган аминокислоталар ҳам шу йўл билан цитоплазмага йўналади.

Иккинчи босқичда цитоплазмага ўтган триозалар ҳисобига, қайтадан фруктозодифосфат тикланиб, унинг бир қисми нафас олишда ва бошқа моддаларнинг ҳосил бўлишида сарфланади. Кўпчилик қисми сахароза ҳолатигача ўзгариб қўшни хужайра-



90-расм. Органик модда (шакар, аминокислота ва бошқа)ларнинг ҳаракатланиш йўллари:

Хужайра ичида (А), баргнинг мезофил хужайралари (Б) орқали йўналадиган симпласт (1) ва апопласт (2) йўллари воситасида оқиб келган моддалар оралиқ хужайралар (В) дан ўтказувчи найлар—флоэма (Г) га ўтиб, озиқ сарфланадиган ва тўпланадиган хужайра (Д) ларга етиб бориши.

ларга йўналтирилади. Уларнинг бир қисми ҳужайрадаги плазмодесмалар воситасида, яъни симпласт оқими билан ҳаракатланса, бошқа қисми ҳужайра пўстидан ҳужайра оралиқлари, яъни апопласт оқими билан оралиқ ҳужайраларга етиб боради.

Мезофил ҳужайралари билан элаксимон ҳужайралар уртасида оралиқ ҳужайралар жойлашган.

Учинчи босқичда органик моддаларни қабул қилиб, уларни флоэма элементларига йўналтирадиган оралиқ ҳужайралар насос функциясини ўтайди. Бу ҳодисада АТФ молекуласининг энергияси сарфланади.

Туртинчи босқичда флоэма элементларига етиб келган органик моддалар узоқ масофали транспорт воситасида, органик моддаларни сарфловчи орган ва хазина (заҳира тупловчи) ҳужайраларга йўналтирилиши схемадан кузатилади (90-расм).

Органик моддаларнинг ҳаракатланишида озми-кўпми энергия сарфланади. Моддаларнинг ҳаракатланиш тезлиги, нафас олиш ва фотосинтез жараёнларида ҳосил бўлган энергия қимматига боғлиқ. Жумладан кислород етишмаса ёки заҳарли моддалар таъсирида нафас олиш сустлашса, органик моддаларнинг ҳаракатланиши ҳам сустлашади.

Баргда тўпланган органик моддалар ўсимликнинг бошқа органларига тақсимланиши маълум қонуниятга боғлиқ эканлигини ҳам А. Л. Курсанов (1976) ўз ходимлари билан аниқлаган.

Шулардан:

1. Озиқлантириш қонунига биноан тўла етилган барглар ёш баргларни керакли органик бирикмалар билан таъминлайди.

2. Ноқулай шароит, яъни ёруғлик етишмаганда қари барглар шиддатли қонунга асосан нобуд бўлади. Бошқача айтганда, шиддатли қонуниятда ўсимликлар кераксиз баргларни тўкиб юборади.

3. Генератив (мева ва гул) органларининг тикланиш даврида пояннинг ўрта ва паст қисмидаги барглар ўзидаги органик моддаларни илдиэларига йўналтиради. Юқорида жойлашган барглар, гул ва меваларни ассимилят (органик модда)лар билан таъминлайди.

Меваларга аввал мевага яқин турган барглардан органик моддалар оқиб келса, кейинчалик узоқда жойлашган барглар ҳам меваларни озиқ моддалар билан таъминлашда қатнашади (И. Ф. Беликов, 1955, 1973).

Ўсимлик органлари (мевалар) ўртасида рақобатлик муносабати ҳам мавжуд. Дарҳақиқат, физиологик фаол (ўстирувчи) моддалари кўп бўлган мевалар озиқ моддалари билан етарли даражада таъминланиши туфайли улар яхши ривожланади. Озиқ моддалар бошқа гул ва меваларда етишмай қолса, улар тўкилиб кетади.

## VI боб. ТИРИК МАВЖУДОТЛАРДА НАФАС ОЛИШ ВА БИЖГИШ ҲОДИСАЛАРИ

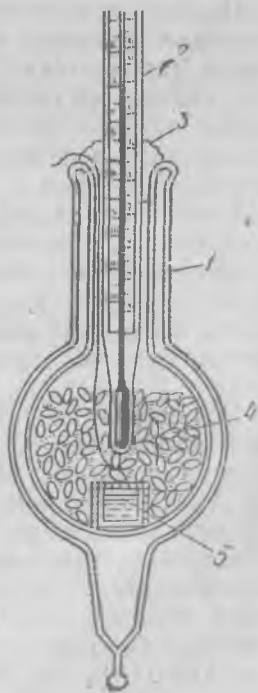
Усимликларнинг нафас олиш жараёнида ажраладиган энергия

Ер юзидаги барча тирик мавжудотларнинг ҳаёт фаолияти нафас олиш билан чамбарчас боғлиқ бўлганлигидан, бу жараён тинимсиз (кечаю кундуз) давом этиб туради. Нафас олиш жараёни бир дақиқа тухтаб қолса, тирик организмда содир буладиган ҳаётий жараёнларнинг тартиби бузилиб, у ўз ҳаётини тугатади, яъни нобуд бўлади.

Нобуд бўлган организмда ўсиш, ривожланиш ва ҳаракатланиш каби фақат тирик организмларга хос бўлган белгилар кузатилмайди. Демак, тубан ва юксак организмлар хужайрасида тириклик аломатлари рўёбга чиқиши учун озми-кўми энергия талаб этилади.

Нафас олиш жараёнида, яъни органик моддаларнинг оксидланишида ажралиб чиққан энергиянинг бир қисми иссиқлик ва ёруғлик шаклида сарфланади. Тахминан 40—50% энергия АТФ молекуларида тупланadi. АТФ молекуларидаги энергия тирик мавжудотларнинг ҳаёт жараёнларида ишлатилади. Бошқача айтганда, ўсиш, ҳаракатланиш, ривожланиш ва умумий моддалар алмашиши жараёнларининг ўтишида муҳим энергия АТФ, ГТФ, УТФ, ТТФ ва ЦТФ молекуларида тупланadi. Шу бирикмалар таркибида тупланган энергия аста-секинлик ва маълум изчилликда истеъмол этилганлигини ҳисобга олиб, бу энергия фойдали ёки маҳсулли энергия деб аталади.

Нафас олиш жараёнида ажралиб чиққан иссиқлик энергияси Дьюар идишларида ёки термос колбасида аниқланади. Бунинг учун унган уруғ ёки усимликнинг бошқа органлари термос колбасининг 1/3 қисмигача тўлдирилади. Нафас олишда ажралиб чиққан карбонат ангидрид газини ютиш учун КОН ёки NaOH солинган кичик пробирка колба ичидаги буюм орасига жойлаштирилади. Колба оғзи момиқ билан ўралган термометр воситасида маҳкам



91-расм. Нафас олишда ажралиб чиққан иссиқлик энергиясини аниқлаш:

1 — икки деворли шиша идиш ёки термос колбаси; 2 — термометр; 3 — момиқ; 4 — унган уруғлар; 5 — NaOH ёки КОН эритмаси солинган идиш.

беркитилади. 30—60 минут утгач, нафас олишда ажралган иссиқлик ҳисобига термометр симоби шкала бўйлаб аста-секин кутарилганлиги кузатилади (91-расм).

Тажриба маълумотларига кўра, 1 т олма ёки нок меваси 1 кеча-кундузда 247—401 ккал иссиқлик ажратар экан. Бугдой майсаларидан ажралиб чиққан иссиқлик энергияси тубандаги жадвалда келтирилган (Дьюар, 1915).

61-жадвал

Майсаларнинг ёши	1 кг майсадан (25°C) иссиқлик шаклида ажралиб чиққан энергия, кЖ.
2 кунлик	363
3 кунлик	540
4 кунлик	2938
5 кунлик	3216
6 кунлик	4341

Унаётган уруғларнинг нафас олишида ажралиб чиққан иссиқлик энергияси ҳисобига муҳитнинг температураси 30—50°C гача кутарилиши туфайли ёнгин ҳодисалари юз бериши мумкин. Бундай кунгилсиз ҳодиса пахта бунтларида, нам ҳолда қолдирилган дон, уруғ ва чигит уюмларида содир бўлишига йўл қўймайдиган чора-тадбирларни қўллаш талаб этилади.

Нафас олиш ва бижғиш жараёнлари тубан ва юксак ўсимликларда, ҳайвонот вакилларида ва микроорганизмларда бир тарзда давом этсада, баъзи бир фарқлар кузатилади. Жумладан, ҳайвон организмда махсус нафас олиш органи (ўпка, жабра, трахея) бўлиб, ҳаводан қабул қилинган кислород қон элементлари воситасида шу мавжудотларнинг ҳамма ҳужайраларига етказилади.

Ўсимликларда эса махсус орган бўлмаганлигидан кислороднинг қабул қилинишида ҳужайра пўстининг ўтказувчанлик хусусияти билан бир қаторда, барг оғизчаси (устьица) ва ясимқчалар асосий вазифани ўтайди. Булардан ташқари, фотосинтез жараёнида ажралган ва илдиздан қабул қилинган сувда эриган кислород ҳам нафас олиш жараёнида иштирок этса керак.

Сув ичида яшашга мослашган ўсимликларда ҳаво омборлари яхши ривожланганлигидан шу бўшлиқларда тўпланган кислород ҳисобига нафас олиш жараёни тинмасдан давом этади. Айрим бактерияларда ҳавони сақлайдиган аэросома мавжудлиги аниқланган.

Денгиз қирғоқларида илдилари сувга ботган мангразор ўсимликларида махсус пневматофор деган илдизсимон ўсимталар бўлади. Денгиз океан сувлари тўлқинлар натижасида қирғоқни босганда пневматофорлар сув остида қолиб кетади. Сув қайтганда эса пневматофорлар бўшлиғи ҳавога тўлиб

қолади. Шу ҳаво ҳисобига ўсимликларнинг нафас олиш жараёни таъминланади.

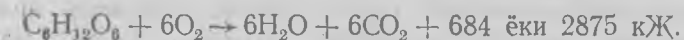
Кўрсатиб ўтилган ташқи ва ички айирмаларга қарамай нафас олиш ва бўғиш жараёнларининг асл моҳияти ҳар бир тирик (ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизмлар) ҳужайраларида энергияга бой АТФ молекулаларини синтезланишидир.

Нафас олиш жараёнида ўсимликлар тўқимасидан ёруғлик энергияси ҳам ажралишини А. Г. Гурвич аниқлаган. У илдизнинг ўсиш конуси (нуқтаси)ни ташкил этган ҳужайралар ультрабинафша нурларга яқин ёруғлик ажратишини аниқлаб, бу ёруғликни «метогинетик нурлар» деб атаган. А. Г. Гурвич фикрича, «метогинетик нур» ёш ҳужайранинг бўлиниш жараёнини тезлаштиришда қатнашади. Баъзи замбуруғлар ва бактериялар ҳам нафас олиш вақтида ёруғлик ажратишини кўп олимлар кузатган.

### Нафас олиш жараёнида сарфланадиган органик моддалар. Нафас олиш коэффициенти

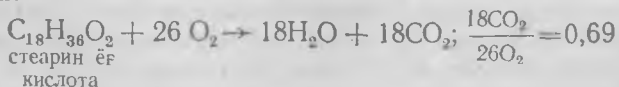
Турли-туман ферментлар жадаллигида содир бўладиган нафас олиш жараёнининг биринчи босқичида (қолганлари кейинчалик кўриб чиқилади) мураккаб органик моддалар, содда бирикмаларгача, жумладан, оқсиллар аминокислоталаргача, ёғлар глицерин ва ёғ кислоталаргача, поли-ва-олигосахаридлар моносахаридларгача парчаланadi.

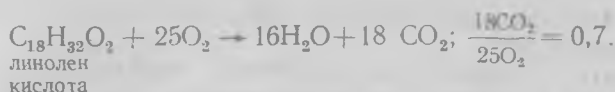
Гидролиз жараёнида ҳосил бўлган содда бирикмалар иккинчи босқичда оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан кейин карбонат ангидрид ва сувгача оксидланиши натижасида энергия ажралганлиги тенгламада келтирилган:



Нафас олишда углевод оксидланганда ажралиб чиққан карбонат ангидрид миқдори шу жараёнда истеъмол этилган кислород миқдорига тенг келганлигини кўрсатади. Одатда нафас олишда ажралиб чиққан карбонат ангидридни кислородга бўлган нисбати  $CO_2/O_2$  га нафас олиш коэффициенти деб аталади. Бу кўрсаткич сарфланадиган модданинг табиатига, ташқи муҳит таркибидаги газлар миқдори билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, бирдан катта ва бирдан кичик бўлишини қуйидаги тенгламалар тасдиқлайди: Углеводлар учун нафас олиш коэффициенти, яъни  $6CO_2/6O_2$  га бўлган нисбати 1 га тенг эканлиги кўриб ўтилади.

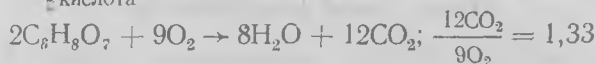
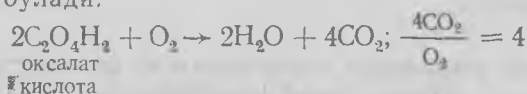
Агар нафас олиш жараёнида ёғ кислоталари сарфланадиган бўлса, бу нисбат 1 дан кичик эканлиги тенгламада келтирилган:





Оқсиллар сарфланганда ҳам нафас олиш коэффициенти 1 дан кичик бўлади. Акад. С. П. Костичев маълумотларига кўра, шакар ва ёғлар етишмаганда нафас олиш жараёнида оқсиллар сарфланганлигини қузатиб, «оқсилли нафас олиш» деб ном берган. Оқсилли нафас олиш жараёнида сув, CO<sub>2</sub> лардан ташқари, аммиак ва водород сульфид ҳосил қилинганлигидан, усимликларга салбий таъсир этади (Н. А. Максимов, 1958).

Нафас олиш жараёнида органик кислоталар истеъмол қилинса, нафас олиш коэффициенти, тенгламада кўрсатилгандай, 1 дан катта бўлади:



лимон кислота

Тенгламаларга эътибор берилса, нафас олиш коэффициенти сарфланадиган моддалар таркибидаги кислород ва водород миқдори бир-бирига боғлиқ эканлиги кўзга яққол ташланади. Жумладан, углеводларга бой майсаларда нафас олиш коэффициенти 1 га тенг келсада, ёғларга бой (зиғир, чигит), бирдан кичик, лимон ва бошқа органик кислоталарга бой меваларнинг юшоқ туқималаридаги нафас олиш коэффициенти 1 дан катта бўлади.

Моғор замбуруғларини турли органик моддалар аралашмаси сақлаган муҳитда парвариш этганда, нафас олишда биринчи навбатда углеводлар, кейинчалик ёғлар ва сўнгра органик кислоталар сарфланганлиги нафас олиш коэффициентини топиш усули воситасида аниқланган (Б. А. Рубин, 1976).

Анаэроб шароитда оралиқ моддалар сифатида этил спирт, оксалат, вино кислоталар, аммиак ва бошқа бирикмалар ҳосил бўлиб, аэроб шароитда яшайдиган усимликларга салбий таъсир этади, ҳатто уларнинг нобуд бўлишига сабаб бўлади. Шуларни эътиборга олиб, экинларни бостириб сугормаслик, экин майдонларини яхшилаб юмшатиш керак.

Усимликларнинг илдизлари ёки уруғи сув остида қолганда анаэроб нафас олиш жараёни бошланади. Органик моддалар сув ва CO<sub>2</sub> газигача оксидланмасдан, оралиқ маҳсулотлар ҳосил бўлганлиги туфайли нафас олиш коэффициенти кескин ортади. Масалан, ташқи муҳитдаги кислород миқдори 5% дан 1% га тушганда, сабзи илдизи туқималарининг нафас олиш коэффициенти 0,85 дан 3,5 гача, уна бошлаган арпа уруғлариники эса 0,99 дан 6 ва 7,5 гача ортганлигини Б. А. Рубин қузатган.



Кислородсиз нафас олишда ўсимликлар тўқимасида спирт ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, академик С. П. Костичев бу жараёни анаэроб нафас олиш жараёни деб атаган. Юксак ўсимликлар ҳаётини сақлаб қолишда анаэроб нафас олиш маълум вақт давомида ёрдам берсада, жараён узоқ вақт давом этганда спирт таъсирида ўсимликлар нобуд бўлади.

### Ўсимликларнинг нафас олиш жадаллиги (интенсивлиги)га ташқи ва ички омилларни таъсири

Маълум вақт, масалан 1 ёки 24 соат давомида текшириш учун олинган 1 ёки 100 г қуруқ ёки ҳўл модда массаси ҳисобига ажралган  $\text{CO}_2$  ёки ютилган  $\text{O}_2$  миқдори нафас олиш жадаллиги деб аталади. Бу кўрсаткичнинг қиммати ўсимликнинг турига, яшаш шароитига, ҳолатига, ички ва ташқи муҳит омилларига боғлиқ.

Ўсимлик турига кўра нафас олиш жадаллиги турлича бўлганлиги қуйидаги 62-жадвалда келтирилган (Б. А. Рубин, 1976).

62-жадвал

Ўсимликлар тури	15—20° да 1 кеча-кундузда 1 г қуруқ модда ҳисобига ажралган $\text{CO}_2$ миқдори, мг
Бугдой барги	138,7
Жўка барги	92,4
Бугдойнинг ёш илдизи	53,4
Сулнинг ёш илдизи	31,0
Тиним ҳолатидаги сирен куртаклари	11,6
Ховтал майсалари	58,3
Кунгабоқар майсалари	43,7
Қизилча илдизи	6,7

Нафас олиш жараёнида ўсимликлар танасидаги органик моддалар кундан-кунга камайиб борганлигидан барглар ҳосил бўлгунга қадар унинг массаси камайиб борганлиги 63-жадвал рақамларидан кўринади.

63-жадвал

Ўсимликлар тури	Доннинг қуруқ массаси, г	Майсаларнинг қуруқ массаси, г	Сарфланган органик модда миқдори, %
46 дона бугдой дони	1,665	0,712	57
1 дона маккажўхори дони	0,529	0,290	45
40 дона нўхат дони	2,237	1,076	52

Жадвал маълумотлари қуруқ модданинг 45—57% нафас олиш жараёнида сарфланганлигини кўрсатади. Бошқача айтганда, тажриба учун олинган маккажўхорининг 1 та донининг массаси 0,529 г га тенг бўлса, тажриба охирида унинг массаси 0,290 г гача камайган, яъни қуруқ модданинг 45% нафас олиш жараёнида сарфланган. Бугдой ва нўхат донида нафас олиш учун сарфланган қуруқ модда миқдори 57% ва 52% ни ташкил этади.

Нафас олиш жараёни сушт ёки жадал утиши ўсимликларнинг ёшига боғлиқлигини қуйидаги 64-жадвал (А. Б. Рубин маълумоти) рақамлари тасдиқлайди.

64-жадвал

Ўсимликлар тури	Ёш, кеча-кундуз ҳисобида	Нафас олиш жараёнида 1 соатда 1 кг ҳўл модда ҳисобига ажралиб чиққан $\text{CO}_2$ миқдори, кг
Амагер нав оқбош карам барглари	3	314
	8	155
	31	67
	48	52
Кунгабоқар барглари	22	300
	36	81
	50	46
	64	59
Эпрон нав картошканинг ёш барглари	99	25
	30	735
	45	811
	62	688
Могор замбуруғ мицеллийсининг	77	673
	2	3432
	3	1337
	4	541

Жадвалда келтирилгандек, 1 соатда 1 кг ҳўл модда ҳисобига карамнинг ёш баргларида  $\text{CO}_2$  314 мг ажралган бўлса, 48 кунлик баргдан ажралган  $\text{CO}_2$  миқдори 52 мг дан ортмаган. Бошқача айтганда, карамнинг 3 кунлик баргида нафас олиш жадаллиги 48 кунлик баргидагига нисбатан тахминан 6 марта кучли бўлганлиги кўринади. Шундай ҳодиса, яъни ёш барг билан қари барг ўртасида бўлган фарқ кунгабоқар ва картошка баргларида ҳам сақланади.

Қулупнай, қовоқ, маккажўхори ва бошқа ўсимликларнинг ёш баргларида нафас олиш жадаллиги қари баргларидагига нисбатан 2—10 марта юқори бўлишини В. А. Чесноков ва бошқа олимлар кузатган. Демак, ёш организмда ҳаёт жараёнларининг жадал бориши натижасида энергия ҳам кўп талаб қилинади. Шу сабабли уларда нафас олиш жараёни ҳам кучли ўтади. Қари ўсимликлар органларида эса нафас олиш секинлашади ва ҳаётининг охирида бу жараён бутунлай тўхтайд.

Одамнинг нафас олишига нисбатан ўсимликларнинг ёш тўқималари анча кучли нафас олади. Масалан, унган уруғ ва могор замбуруғлари 24 соат давомида ўз массасига нисбатан 6—10%  $\text{CO}_2$  ажратиб чиқарса, одам нафас олиши вақтида ажралган  $\text{CO}_2$  миқдори танаси массасининг 1,2% ни ташкил этади.

Нафас олиш жадаллиги (интенсивлиги) га температура, заҳарли моддалар, муҳитдаги кислород ва  $\text{CO}_2$  миқдори кучли таъсир кўрсатганлигини кўп олимлар текширганлар. Температуранинг баланд-паст бўлиши барча химиявий реакцияларнинг

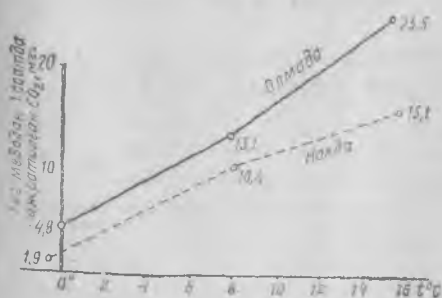
ўтиш тезлигини ифодалайдиган бўлса, биологик жараёнда ҳам температура зарурий омил ҳисобланади. Вант-Гофф қондасига асосан, температура ҳар  $10^{\circ}\text{C}$  га кўтарилиши билан химиявий реакцияларнинг жадаллиги 2 марта тезлашади, унга температура коэффициентини дейилади ва  $Q_{10}=2$  белгиси билан ифодаланади. Тирик организмларда, шу жумладан, ўсимликларда ҳам нафас олишнинг температура коэффициентини  $Q_{10}=1,9-3,3$  оралиғида бўлади. Масалан, 1 кг нок  $0^{\circ}\text{C}$  да 1 соат давомида нафас олишда 2,8 мг  $\text{CO}_2$  ажратган бўлса,  $8,1^{\circ}\text{C}$  да 10,4 мг;  $15,5^{\circ}$  да 15,5 мг карбонат ангидрид ажратган. Бошқача айтганда, температура  $0^{\circ}$  дан  $8,1^{\circ}$  гача кўтарилиши билан нафас олиш жадаллиги ёки температура коэффициентини 3,7 га;  $8,1^{\circ}$  дан  $15,5^{\circ}$  гача кўтарилганда 1,9 га тенг бўлганлиги кузатирилган.

Тирик организмда нафас олиш жадаллиги  $45-50^{\circ}\text{C}$  гача, Вант-Гофф қондасига бўйсунмайди. Температура  $50^{\circ}$  дан юқори кўтарилганда цитоплазмани ташкил этган оқсил молекулаларининг табиий ҳолати ўзгариши — коагулланиши натижасида нафас олиш жараёни бутунлай тўхтаб қолган.

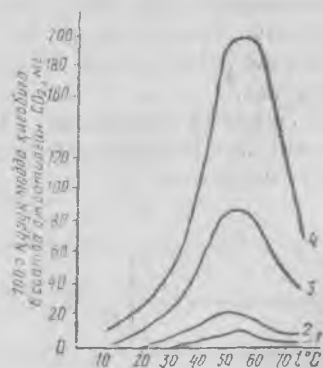
Паст температурада нафас олиш жадаллиги сустлашади. Жумладан, температура  $10^{\circ}\text{C}$  га пасайганда кўпчилик ўсимликларнинг нафас олиши сезилмайди. Қишлоғчи куртақлар ва ниҳабаргли дарахтларнинг нафас олиши эса  $20$  ва  $-25^{\circ}\text{C}$  да ҳам давом этади.

Нафас олиш жараёнининг нормал боришида ўсимликлар туқимаси ва айрим ҳужайралари сув билан таъминланган бўлиши зарурлигини қуйида келтирилган жадвал далиллари тўла тасдиқлайди.

Температура ва намлик даражаси ҳар хил бўлганда нафас олиш жадаллиги турлича бўлиши В. Л. Кретович эгри чизиқларидан ҳам яққол кўринади (92 ва 93-расмлар).



92-расм. Олма ва нок меваларининг нафас олиш жадаллигига температуранинг таъсири.



93-расм. Температура ва намликка кўра [буғдой донининг намлик даражасига кўра (14%, 16%, 18 ва 22%)] нафас олиш жадаллигининг ўзгариши.

Б. А. Рубин маълумотларига кура, 1 кг қуруқ уруғ нафас олганда 1 соат давомида 1,5 мг  $\text{CO}_2$  ажратган бўлса, уруғнинг намлиги 14—15% гача ортганда ажралиб чиққан карбонат ангидрид миқдори 4—5 марта кўпайган. Уруғлар таркибидagi намлик миқдори 30—35% га етганда нафас олиш жадаллиги қуруқ уруғларникига нисбатан бир неча минг марта тезлашган.

Кучли нафас олишда кўп миқдорда иссиқлик ажралишидан элеваторларда сақланадиган уруғлар қизиби, ёниб кетмаслиги учун уларнинг намлиги 10—12% дан ошмаслиги зарур.

Нафас олиш жадаллигига муҳитдаги карбонат ангидрид миқдори кучли таъсир этганлигини Ф. Кидд оқ хонтал уруғида текширган. Унинг маълумотлари қуйидаги 65-жадвалда келтирилган.

65-жадвал

Нафас олишда	Атмосферадаги $\text{CO}_2$ миқдори, %					
	0	10	20	30	40	50
Сарфланган $\text{O}_2$ миқдори, мл	197	185	122	104	97	90
Ажралиб чиққан $\text{CH}_4$ миқдори, мл	173	158	96	75	61	41
Нафас олиш коэффициенти, $\text{CO}_2/\text{O}_2$	0,87	0,85	0,79	0,72	0,63	0,45

Муҳитда  $\text{CO}_2$  газининг миқдори кўпайиши билан нафас олишда ажралиб чиқадиган карбонат ангидрид миқдори камайиб борганлиги жадвалдаги рақамлардан кўриниб турибди.

Қалин пўстли уруғларнинг сусти униши ёки бутунлай унамдан қолиши ҳам уруғ пўсти ичида тупланган карбонат ангидридга боғлиқ. Агар уруғларнинг пўсти шикастланса, унинг остидаги  $\text{CO}_2$  гази ташқарига чиқиши ва уруғ тўқимаси сув ҳамда кислород билан таъминланиши натижасида уруғлар уна бошлайди.

Рентген, ультрабинафша нурлар, ультратовуш ва бошқа физикавий омиллар ўсимликларнинг нафас олиш жадаллигига турлича таъсир этади. Кучли физикавий омиллар нафас олишга салбий таъсир этса, кучсизлари таъсирида нафас олиш жадаллашади.

Заҳарли моддалар таъсир этганда ўсимликларнинг нафас олиш жадаллиги ҳар хил бўлишини тубандаги 66-жадвалдан кўриш мумкин.

66-жадвал

Этилолланган барг	Заҳарли моддаларнинг номи	Заҳарли моддалар таъсир этгунча ажралиб чиққан $\text{CO}_2$ миқдори, мг	Заҳарли моддалар таъсир этганда ажралиб чиққан $\text{CO}_2$ миқдори, мг
Вика барги	паральдегид	160,4	196,3
»	пиридин	189,9	229,5
»	кокаин	82,5	178,2
»	морфин	49,3	89,3

Ўза майсасининг нафас олиш жадаллигига гексахлорциклогексаннинг таъсирини муаллиф текширган. Экиладиган чигит гексахлоран билан аралаштирилса, унинг миқдорига қараб, ўза майсаларининг нафас олиш жадаллиги турлича бўлган. Уни қуйидаги жадвалдан куриш мумкин.

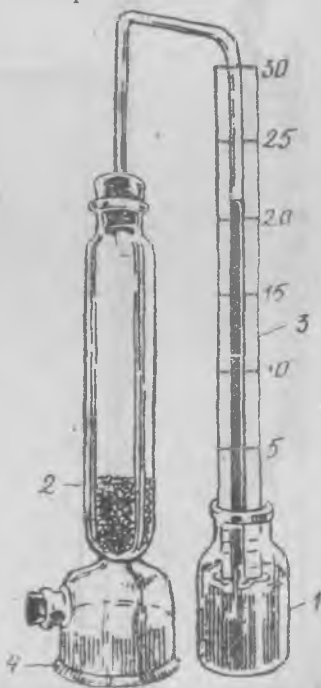
67- ж а д в а л

Тажриба вариантлари	100 г қуруқ модда ҳисобига 1 соатда ўза майсаларидан ажралган CO <sub>2</sub> миқдори, мг			
	1 кеча-кундузда	3 кеча-кундузда	5 кеча-кундузда	7 кеча-кундузда
Контрол	81	197	424	362
ГХЦГ—40 кг/т	72	178	342	323
ГХЦГ—80 кг/т	66	154	—	215

Ўсимликлар тўқимаси шикастланган вақтда ҳам уша жойдаги тўқималар кучли нафас олади. Болгар олими К. Попов маълумотига кўра, яраланган картошка тугунагининг нафас олиш жадаллиги яраланмаган картошка тугунагиникига нисбатан 5—6 марта тезлашган.

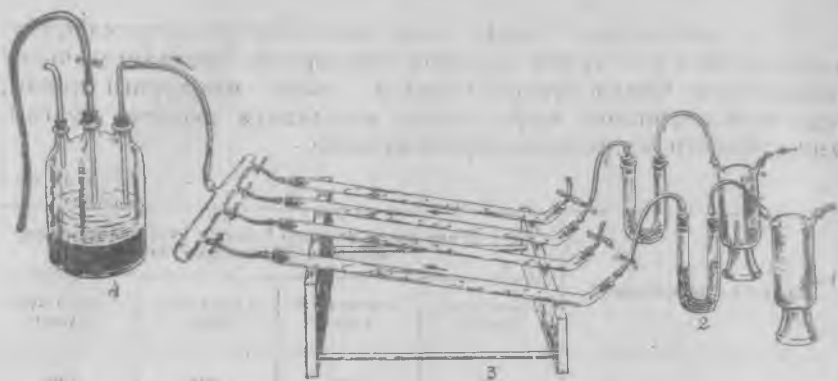
### Нафас олиш жараёнини текшириш усуллари

Ўсимликларнинг нафас олиш жадаллигини аниқлашда турли асбоб-ускуналар ишлатилади. Уларнинг баъзилари 94 ва 95-расмларда кўрсатилган. Нафас олиш жадаллиги нафас олишда ажралиб чиққан карбонат ангидридни ёки кислород истеъмол этилишини ҳисобга олиш йўли билан аниқланади. Ҳозирги вақтда илмий тадқиқот муассасаларида ва олий ўқув юртларида Варбург respirometri ишлатилади. У 96-расмда кўрсатилгандек, а, б, в, г, д ва е қисмлардан иборат. а — рангли эритма солинадиган резервуар; б — шиша найлардан тайёрланган манометр; в — манометр ичидаги рангли эритмани маълум нуқтагача кўтаришда ишлатиладиган бурама; г — текшириладиган буюм солинадиган шиша



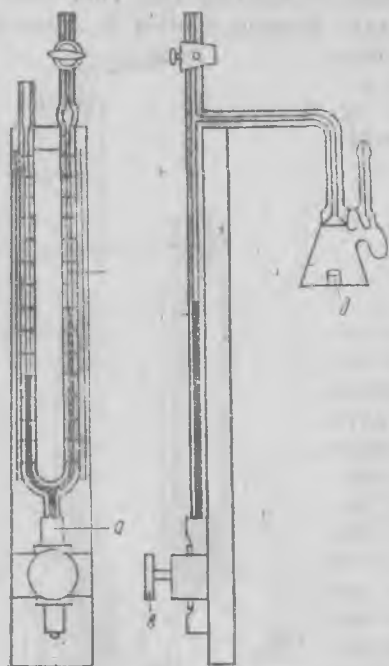
94- расм. Унаётган уруғлар томонидан кислороднинг ютилишини аниқлайдиган асбоб.

1 — рангли эритма; 2 — унган уруғ солинган идиш; 3 — рангли эритмага ботирилган шиша най; 4 — NaOH эритмаси.



95-расм. Нафас олиш жадаллигини аниқлашда ишлатиладиган Петтен коффер асбоби:

1 — NaOH эритмаси солинган идиш; 2 — уруғлар солинган идиш; 3 — маълум концентрацияли (титри маълум)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  эритмаси; 4 — ҳавони сўрадиган идиш — аспиратор.



96-расм. Варгбург респирометри:

а — рангли эритма солинган резервуар;  
 б — манометр (шиша найдан тайёрланган);  
 в — манометр ичидаги рангли эритмани маълум нуқтага ча кутаришда ишлатиладиган винт; г — текшириладиган буюм солинадиган шиша идиш; д — HCl; е — HCl эрки NaOH солинган эритма.

идиш. Бу идишнинг д бўлаги-га HCl ва е қисмига KOH ёки NaOH эритмаси солинади.

Нафас олишда усимликлар туқимасига ютилган кслород ва шу жараёнда ажралиб чиқадиган карбонат ангидриднинг NaOH билан боғланиши ҳисобига буюм солинган идиш ичидаги ҳаво сийрақлашади. Бунинг эвазига манометрдаги рангли эритма буюм солинган идиш томонга қараб кутарилади. Энди идиш ичидаги NaOH билан HCl эритмалари аралаштирилса, NaOH ютган  $\text{CO}_2$  гази ажралишидан идиш ичидаги ҳаво кенгайди. Шу вақтнинг узида манометр буйлаб кутарилган рангли эритма ҳаракати пасайиб тухтаган нуқта ажралиб чиққан карбонат ангидрид миқдорини ифодалайди.

### Нафас олиш жараёни ҳақида олимларнинг мулоҳазалари

Тирик организмларда нафас олиш жараёни қандай қоида

ва қонунлар асосида содир бўлганлигини ва унинг ўзига хос физик сирларини ўрганиш бундан 200 йил аввал бошланган. Шунга қарамай, бу масала ҳали ҳам тула ўрганилмаган.

А. М. Лавуазье ва П. С. Лаплас (1777) нинг таъкидлашича тирик организмларда содир бўладиган нафас олиш жараёнида қандайдиган жараёнига ўхшаш, кислород ютилиб, теңгламада кўрсатилгандек, карбонат ангидрид ажратилади. Бироқ тирик организмларда бу жараён аста-секин давом этади  $C + O_2 \rightarrow CO_2$ .

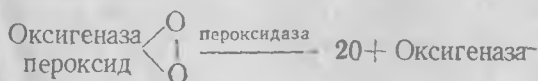
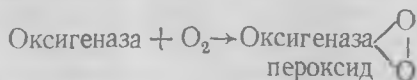
Эндигина ҳалок бўлган ҳайвон тўқималарида кислород ютилиши ва карбонат ангидрид ажралишини италиялик Ладуро Спаланцани ҳам кузатган. Унинг фикрича, нафас олиш жараёни, Лавуазье айтганидек, ўпка тўқималаридагина содир бўлмай, балки танани ташкил этган ҳамма ҳужайраларга ҳам содир ҳодисадир.

Швецариялик Т. Соссюр (1797) ўсимликлар ҳам ҳайвонлар каби нафас олиш жараёнида кислородни истеъмол этиб, карбонат ангидрид ажратганлигини тажрибалар воситасида диққлаган.

Нафас олиш жараёни барча тирик организмларга хос бўлса эканлигини кўрсатиб берди.

Химия фани ривожланиши туфайли нафас олиш жараёнини ойдагидек ойдинлаштирилмай қолган сирларини ўрганишга имкон топилди. Бу соҳада рус ва чет эл олимларининг илмий-тадқиқотлари алоҳида ўрин тутди. Жумлаан А. Н. Бах (1897) та-секинлик билан оксидланишнинг пероксид назарияси»ни таъминлади. А. Н. Бах фикрича, ҳаводан қабул қилинган кислород бирдан-тўғри ва бевосита органик моддаларни оксидлай олмайди. Чунки молекула шаклидаги  $O=O$  кислород «инерт» ҳисобланади. Кислород фаол атом ҳолатига ўтказилгандагина органик моддаларни оксидлаши мумкин.

А. Н. Бах фикрича, кислородни фаол ҳолатга олиб келишда тирик организмдаги оксигеназа деб аталган моддалар қатнашади. Шу моддалар кислород билан муносабатга киришгандадан пероксидлар ҳосил бўлади:

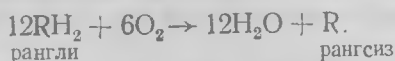


Ҳосил бўлган пероксиддан, пероксидаза ферменти фаоллиги билан атом ҳолидаги фаол кислород ажралади. Бу фаол кислород органик модданинг оксидланишини таъминлайди. Реакциянинг эркин чиққан оксигеназа ҳаводан қабул қилинган кислороднинг янги молекуласини боғлаб олади.

Нафас олиш жараёнини чуқур ва ҳар тарафлама текширган И. В. Палладин (1859—1922) 1911 йилда органик моддаларнинг анаэроб шароитда оксидланиш назариясини ишла чиқди. И. В. Палладин фикрича, тирик организмларда сув ва органик моддалар таркибидаги водородни ажратиб олувчи бирикмалар бўлиши керак. Ўзига водород бириктириб олувчи моддаларни И. В. Палладин «нафас олиш пигментлари» дей атади. Бу модда тенгламада R ҳарфи билан ифодаланган:

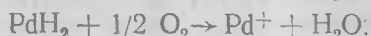
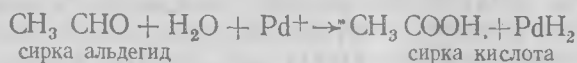


Келажакда нафас олиш пигменти томонидан боғланган водород ҳаводан қабул қилинган ва фаоллаштирилган кислородга етказиб бериледи. Водород билан муносабатга киришган кислород водородни оксидлаб, нафас олишда ажратиб чиқарилган сув ҳосил бўлишини таъминлайди:



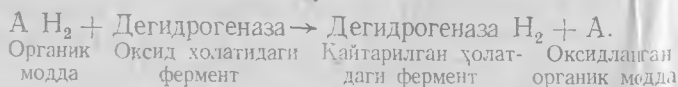
Эркин ҳолда ажралган нафас олиш пигменти (R) бош органик модда ва сув молекулалари таркибидаги водородни ўзига боғлаб олади. И. В. Палладин таърифига биноан нафас олиш жараёни белгили курра, яъни узилмас занжир асосида дам этганлигини А. Н. Бах назариясида ҳам кузатилади.

Шу масалада иш олиб бorgan немис олими Т. Виланд (1911) И. В. Палладин назариясини қувватлайдиган тажрибаларни ўтказди. Жумладан, Т. Виланд химиявий реакциядаги водородни ажратиб олиш мақсадида нафас олиш пигменти ўрнига катализатор сифатида палладий /Pd металлани қўллайди. Реакция қуйидагича давом этади:



Тенгламада кўрсатилганидек, палладий (Pd) метали таркибидаги водородни қабул қилиб қайтарилса, сирка альдегид эса сирка кислотасигача оксидланади. Палладий (Pd) боғлаб олган водородни кислородга етказиб беради. Водородни йўқотгач палладий палладий металигача оксидланади.

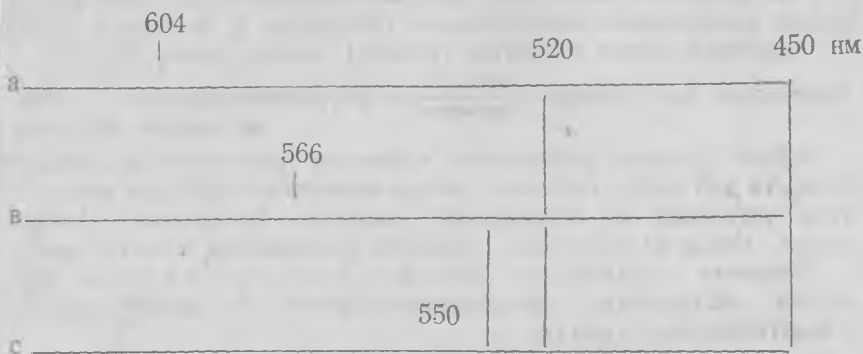
Швед. олими Т. Тунберг (1920) тирик мавжудотларда органик моддалар таркибидаги водородни ажратиб олишда, бошқача айтганда, органик моддани оксидлашда махсус ферментлар борлигини аниқлаб, улар учун дегидрогеназа термини тавсия этган. Дегидрогеназа водородни органик моддалар ажратиб олувчи бирикмадир. Уларнинг химиявий таркиби бобда айтиб ўтилди. Реакция қуйидагича давом этади:





О. Варгбург (1924) фикрича органик моддалардан ажратиб олинган электрон ( $e^-$ ) бир бирикмадан иккинчи бирикмага йуналтиришда ўзида темир элементини сақлаган гемин-фермент деб аталган бирикмалар бўлиши керак. Шу типдаги бирикмаларнинг мавжудлиги кейинчалик Д. Кейлен (1925) томонидан аниқланди. Бу бирикмалар цитохромлар деб аталади. Цитохромлар оқсил ва темир элементини сақлаган, темирпорфирин деб аталган фаол гуруҳдан таркиб топган.

Ўз навбатида цитохромлар бир неча гуруҳга бўлинади. Маълум узунликдаги ёруғлик нурини ютиши билан улар бир-биридан фарқ қилганлиги тубандаги схемада берилган.



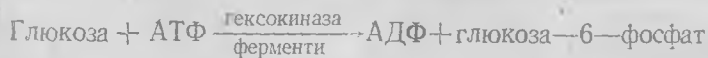
Д. Кейлен схемасида «а» цитохроми 604, «в» цитохроми 566, «с» цитохроми 550, узунликдаги нурларни ютганлиги билан бир-биридан фарқ қилади. 520 ва 450 нм узунликдаги нурлар ҳамма цитохромлар томонидан бир хилда ютилганлиги ҳам схемада берилган.

### Нафас олиш ҳодисасининг биохимиявий томонлари

Нафас олиш ҳодисаси икки фазадан иборат бўлиб, биринчи фаза ўтиши учун кислород талаб қилинмаганлигини назарда тутиб, у анаэроб фаза ҳисобланади. Шу фазада нафас олишда сарфланадиган модда (глюкоза) парчаланиш ҳодисасига учраганлигини ҳисобга олиб гликолиз фазаси деб аталади. Гликолиз фазасидаги реакциялар цитоплазмада содир бўлади.

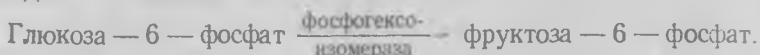
Мураккаб органик моддаларнинг нафас олишда сарфланиши учун уларнинг ҳар қайсиси глюкозагача узгаради. Ана шу глюкоза фаол ҳолатга ўтиб, нафас олишда қатнашиши учун фосфор кислота қолдиғи билан муносабатга киришгач, глюкоза —6— фосфатга ўзгариши зарур.

Гликолиз фазасининг биринчи реакцияси тубандаги тенгламада келтирилган. Реакцияни тезлаштириш гексокиназа ферменти иштирокида ва АТФ энергияси ҳисобига содир бўлади.

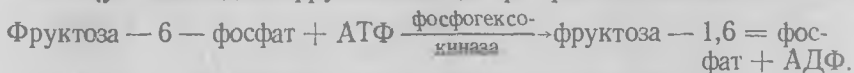


Иккинчи реакция глюкоза —6— фосфат фосфорогексо-

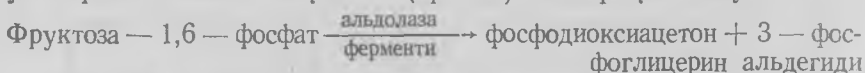
изомераза ферменти фаоллигида фруктоза — 6— фосфатга ўзгаради:



Учинчи реакцияда фосфогексокиназа иштирокида фруктоза — 6- фосфатга АТФ ҳисобига фосфор кислота қолдиги қўшилишидан фруктоза — 1,6 фосфат тикланади:

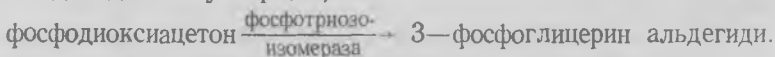


Тўртинчи тенгламага биноан фруктоза — 1,6-фосфат алдoлаза ферменти таъсирида фосфодиоксиацетон ва 3- фосфоглицерин альдегидига парчаланadi. Натижада 2 молекула ўзида уч карбонат атоми сақлаган (триоза) шакар ҳосил бўлади:

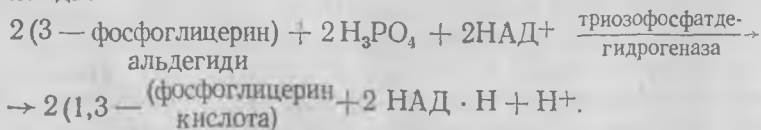


Кўриб ўтилган реакциялар гликолиз ҳодисасининг биринчи босқичи деб қабул қилинса, триоза шакарини пироузум кислотагача ўзгариши шу ҳодисанинг иккинчи босқичини ташкил этади. Иккинчи босқичда қуйидаги реакциялар кузатилади:

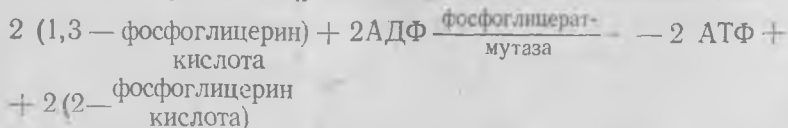
Биринчи реакцияда фосфотриозоизомераза ферменти иштирокида фосфодиоксиацетон 3— фосфоглицерин альдегидигача ўзгаради;



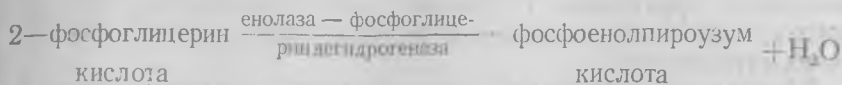
Иккинчи реакцияда 3- фосфоглицерин альдегид триозофосфатдегидрогеназа ферменти иштирокида 1,3- фосфоглицерин кислотагача оксидланади. Шу билан бирга оксидланиш-қайтарилш ҳодисаларида оксид ҳолатдаги дегидрогеназа ферментининг фаол гуруҳини ташкил этган никотинамидадениндинуклеотид (НАД<sup>+</sup>) водородни ўзига қабул қилиб, энергияга бой-2-молекула қайтарилган (НАД·Н) ҳолатни эгаллайди:



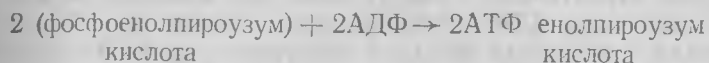
Учинчи реакцияда 1,3- фосфоглицерин кислота фосфорглицераткиназа иштирокида 3— фосфоглицерин кислота ва сўнгра фосфоглицерат мутаза ферменти иштирокида 2-фосфоглицерин кислотага ўзгаради. 1,3-фосфоглицерин кислота таркибидаги фосфор кислота қолдиги ажралиб чиқиши билан АДФ молекуласига қўшилишидан АТФ синтезланади:



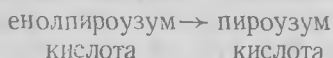
Туртинчи реакцияда 2-фосфоглицерин кислота енолаза (фосфоглицерадегидрогеназа) ферменти таъсирида, бир молекула сув ажралиши натижасида, энергияга бой фосфоенолпироузум кислотата ўзгаради:



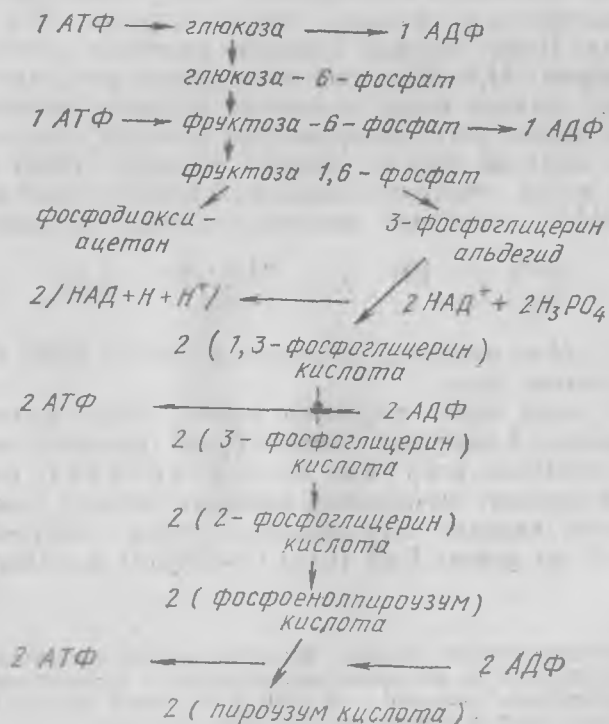
Бешинчи реакцияда пируваткиназа ферменти иштирокида фосфоенолпироузум кислота таркибидаги юқори энергияга эга фосфор кислота қолдиғи ажралиб АДФ молекуласига қўшилишидан АТФ ҳосил бўлади. Фосфоенолпироузум кислота енолпироузум кислотатага ўзгаради:



Гликолиз ҳодисасининг охириги реакциясида енолпироузум кислота ўз-ўзидан пироузум кислотатага оксидланади:

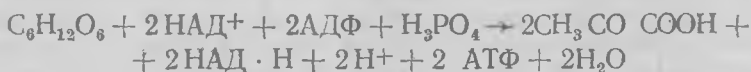


Юқориди изохлаб ўтилган реакцияларни умумлаштирганда қуйидаги схемани кузатиш мумкин:



Кўриб ўтилган реакцияларга ва умумлаштирилган схемага эътибор берилса, гликолиз ҳодисасида энергияга бой 4 молекула АТФ ва 2 молекула НАД·Н ҳосил бўлганлиги кўзга ташланади. АТФ молекулаларининг бири глюкоза—6- фосфатни иккинчиси фруктоза—1,6- фосфат синтезланишида, қолган иккитаси фойдали маҳсулот сифатида бошқа ҳаётий жараёнларда сарфланади.

Юқоридаги реакциялар умумлаштириб ёзилганда тенгламада 2 АТФ, 2 НАД·Н ҳосил бўлганлиги кузатилади:



Тенгламада кўрсатилган НАД·Н нинг ҳар қайсиси оксидланганда 3 молекула АТФ синтезланади. Демак, 2 НАД·Н оксидланишида 6 молекула фойдали энергияга эга АТФ ҳосил бўлади. Демак, тенгламага асосан гликолиз жараёнида ҳосил бўлган АТФ молекулаларининг миқдори 8 га тенг бўлади. Шу 8 та АТФ молекулаларидаги фойдали энергияни топиш зарур. Чунончи, бир АТФ молекуласидаги бир фосфор кислота қолдигини ажралишида 30,6 кЖ га тенг бўлган энергия бўшаб чиққанлиги инобатга олиниб, 30,6 ни 8 га бўлган кўпайтмаси:  $30,6 \times 8 = 244,8$  кЖ ни ташкил этади.

Тажриба далилларига асосланиб, 1 моль глюкозани калориметрда ёндирилганда фойдали энергия миқдори 2875 кЖ га тенг келади. Нафас олишда гликолиз фазасида ҳосил бўлган фойдали энергия 244,8 кЖ га тенглиги юқорида аниқланди.

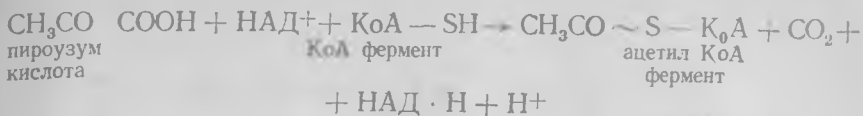
Энди шу фазада нафас олишнинг фойдали коэффициенти (НФК) ни топиш учун, колориметрда 1 моляр глюкоза ёндирилганда ажралиб чиққан энергия миқдори (2875 кЖ) ни 100% деб олсак, гликолиз ҳодисасида ҳосил бўлган фойдали энергия (НФК) тубандаги тенглама асосида топилади:

$$\frac{2875}{244,8} = \frac{100}{x} \quad X = \frac{244,8 \cdot 100}{2875} = 8,25$$

Демак, нафас олишнинг гликолиз фазасида НФК қиммати 8,25% дан ошмас экан.

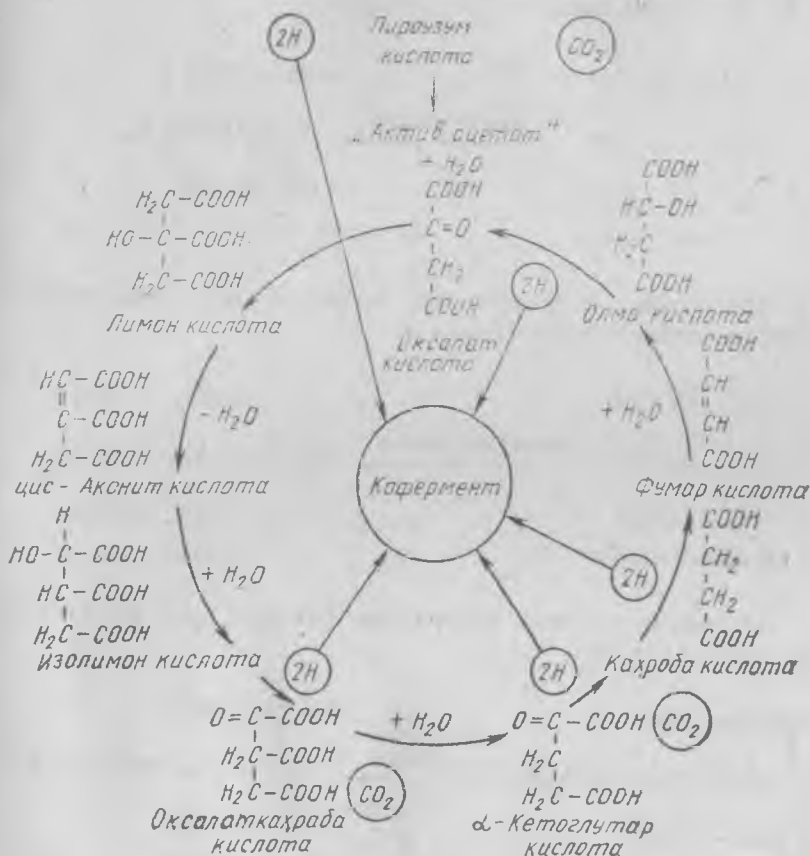
Ҳаволи, яъни аэроб шароитда нафас олиш жараёнининг иккинчи фазаси 3 босқичдан иборат бўлиб, биринчи босқичида мураккаб тузилган пируват дегидрогеназа<sup>1</sup> деб аталган мульти фермент иштирокида пирузум кислота таркибидан CO<sub>2</sub> ажралиб чиқади. Шу вақтнинг ўзига энергияга бой НАД·Н + Н<sup>+</sup> ва ацетил КоА (CH<sub>3</sub>CO ~ S·КоА) ферменти ҳосил бўлади.

<sup>1</sup> Пируватдегидрогеназа мульти ферменти дигидролипилтрансфераза, пируватдекарбоксилаза ва дигидролипилдегидрогеназа ферментларидан ташқари тиаминпирофосфат, коэнзим — А (SH—КоА), липой кислота, НАД<sup>+</sup> ва ФАД<sup>+</sup> коферментларидан ташкил топган комплекс бирикма.



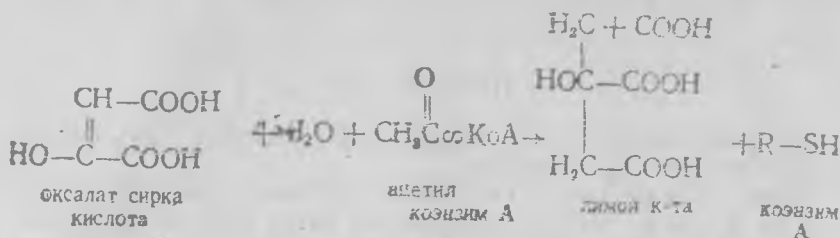
Шу реакциялар билан нафас олиш иккинчи фазасининг биринчи босқичи тугалланади.

Аэроб нафас олиш иккинчи фазасининг иккинчи босқичи 2 ва 3 асосли органик кислоталар ҳосил бўлиши билан характерланади. Бу босқич Кребс цикли деб аталади (97-расм).

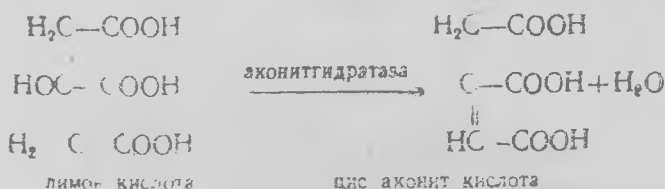


97-расм. Кребс цикли.

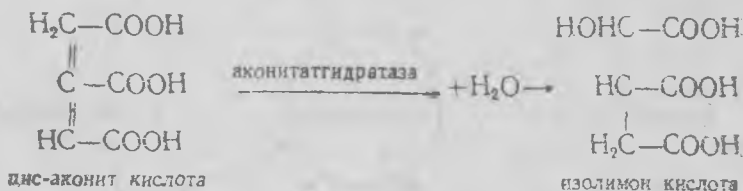
1. Бу фазанинг биринчи босқичида ҳосил бўлган ацетил КоА фермент оксалатсирка кислота билан муносабатга киришишидан Кребс циклининг биринчи реакциясида лимон кислота юзага келади:



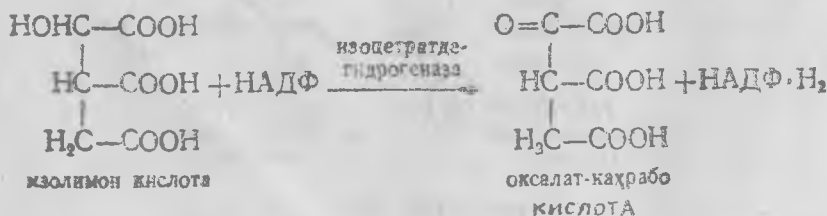
2. Лимон кислота таркибидан бир молекула сув ажралишидан цис-аконит кислота ҳосил бўлади:



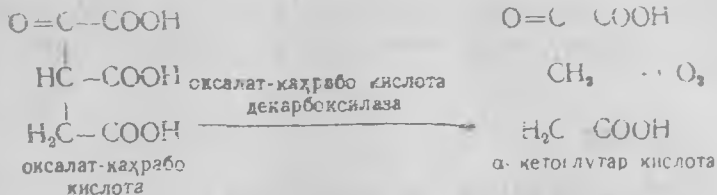
3. Цис-аконит кислотага бир молекула сув бирикишидан изолимон кислота ҳосил бўлади:



4. Изолимон кислота водородини йўқотиб, оксалаат-каҳрабо кислотага айланади:

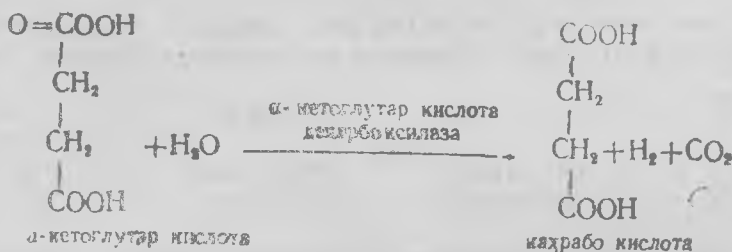


Реакция вақтида сув ва органик моддалардан ажралган водород ва электронлар ( $\text{H}^+$  ва  $2\text{e}^-$ ) ҳаводан қабул қилинган ва фаоллашган кислород билан бирикиб, сув ҳосил қилишда иштирок этади.



5. Оксалаат-каҳрабо кислотадан карбонат ангидрид ажралиши натижасида  $\alpha$ -кетоглутар кислота ҳосил булади:

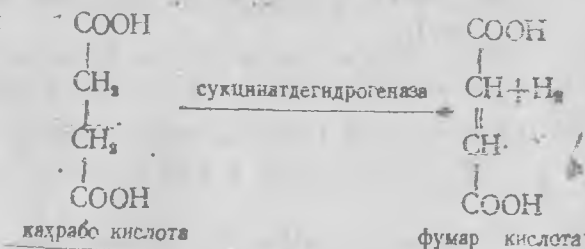
6.  $\alpha$ -кетоглутар кислота бир молекула сув қушиб олиб, узидан бир молекула водород ва бир молекула карбонат ангидрид ажратиши билан характерланади. Реакция охирида  $\alpha$ -кетоглутар кислота каҳрабо кислотагача оксидланади:



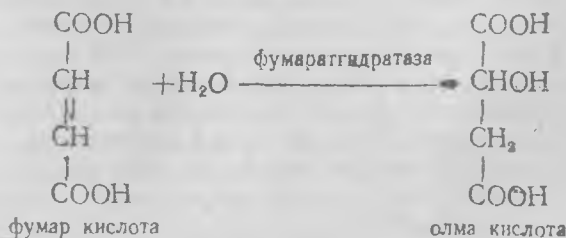
Бу реакцияда ажралиб чиққан водород атомлари ҳаводан қабул қилинган кислород билан бирикиб, сув ҳосил қилади.

7. Бир молекула водородини йўқотган каҳрабо кислота фумар кислотагача оксидланади:

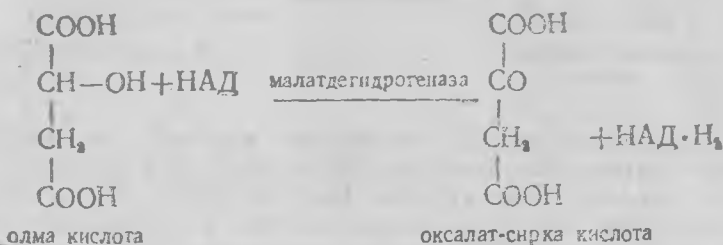
Ажралиб чиққан водород атомлари цитохром система ва цитохромоксидаза ферменти иштирокида кислород билан бирикиб, сув ҳосил қилади.



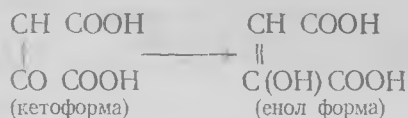
8. Фумар кислотага сув бирикишидан олма кислота ҳосил булади:



9. Кребс циклининг охириги босқичида олма кислотадан бир молекула водород ажралишидан оксалат-сирка кислота ҳосил бўлади:

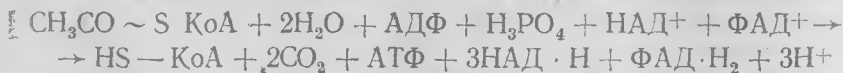


Кетон шаклидаги оксалат-сирка кислота ўз-ўзидан енол шаклига ўтиб, Кребс циклидаги реакцияларда иштирок этади:



Нафас олишда фотосинтез жараёнида фақат тупланган органик моддалар сарфланибгина қолмай, балки бу жараёнда ҳосил бўлган сирка кислотанинг кофермент — А билан реакцияга киришишидан ёғ кислоталари синтез бўлишига замин тайёрланади. Нафас олиш жараёнида пируозум, оксалат-сирка, α — кетоглутар ва фумар кислоталарга аммиак бирикиши натижасида аланин, аспарагин ва глутамин аминокислоталар ҳам ҳосил бўлади.

Кребс циклида содир бўлган реакцияларни умумлаштириб қуйидаги тенглама ҳолида ифодалаш мумкин:



Тенгламага мувофиқ Кребс циклида бир молекула АТФ, бир молекулада ФАД·Н<sub>2</sub> ва 3 молекула НАД·Н синтезланар экан. Энди 3 молекула НАД·Н оксидланганда туққизта, бир молекула ФАД оксидланганда 2 молекула АТФ ҳосил бўлса, Кребс циклида ҳосил бўлган АТФ сони 1+9+2, яъни 12 ни ташкил этар экан. Нафас олиш жараёни иккинчи фазасининг биринчи босқичида ҳам бир молекула НАД·Н ҳосил бўлганлиги кўриб утилди. Унинг оксидланишида ҳосил бўладиган 3 молекула АТФ ни ҳам Кребс циклида ҳосил бўлган АТФ сонларига қўшилса, нафас олиш жараёнининг иккинчи фазасида синтезланган АТФ миқдори 12+3=15 ни ташкил этади.



Гликолиз жараёнида глюкоза молекуласининг биохимиявий ўзгариши натижасида 2 молекула пирозум кислота ҳосил бўлганлиги юқоридаги тенгламадан куринади. Аэроб нафас олиш фазасини биринчи ва иккинчи босқичларида бир молекула пирозум кислотанинг оксидланишида 15 АТФ ҳосил бўлган бўлса, пирозум кислотани икки молекуласи оксидланганда 30 молекула АТФ синтезланганлиги тасдиқланади.

Шу АТФ молекулаларининг фойдали энергияси 30,6 кЖ ни 30 молекула АТФ кўпайтмасига тенг келади.

Нафас олишнинг аэроб фазасида ҳосил бўлган фойдали энергия шу фазада ҳосил бўлган АТФ (30) сонини АТФ ва АДФ гача ўзгаргандаги энергия (30,6 кЖ) қимматини кўпайтмасига тенгдир, яъни  $30 \times 30,6 = 918$  кЖ.

Нафас олиш жараёнини биринчи фазасида 8 та АТФ молекулаларида тўпланган фойдали энергия 244,8 кЖ ни ташкил қилган деб олинса, иккинчи фазада 30 та АТФ молекулаларида тўпланган фойдали энергия 918 кЖ га тенг эканлиги ҳам аниқланган эди. Шу сонларнинг йиғиндиси нафас олишда сарфланган глюкозанинг оксидланишида 38 та АТФ молекуласида тўпланган энергия миқдорини кўрсатади, яъни уларнинг йиғиндиси:  $244,8 + 918 = 1162,8$  кЖ га тенгдир.

Тажриба далилларига кўра бир молекула глюкозани колориметрда ёндирганда фойдали энергия миқдори 2875 кЖ га тенг эканлиги аниқланган. Нафас олишнинг фойдали энергия қиммати (коэффициенти) (НФЭК) ёки (НФК) неча фоизни ташкил этганлигини аниқлаш мақсадида 2875 кЖ ни 100%, нафас олишда ҳосил бўлган 1162,8 кЖ неча фоизга тенглиги тенгламада келтирилган:

$$\frac{2875}{1162,8} \frac{100}{x} X = \frac{1162,8 \cdot 100}{2875} = 40,18\%$$

Демак, глюкозани нафас олиш жараёнида сув ва  $\text{CO}_2$  гача оксидланишида ҳосил бўлган ёхуд АТФ молекулаларида тўпланган фойдали энергия 40,18% дан ошмас экан.

Шунга қарамай, бу қиммат электр станциялардан олинган 35—40% (КПД) фойдали энергия қимматига тенглашар экан.

Фотосинтез жараёнида баргга тушган ёруғлик энергиясини фақат 6—8% и фойдали энергияга ўзгаради.

Хулоса қилиб айтганда, аэроб нафас олишда органик моддалар оксидланиши натижасида  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  га парчаланиб, батамом йўқолиб кетмай, балки моддалар алмашиши ҳодисаларининг нормал ўтиши учун янги бирикмалар ҳосил қилинишида иштирок этар экан.

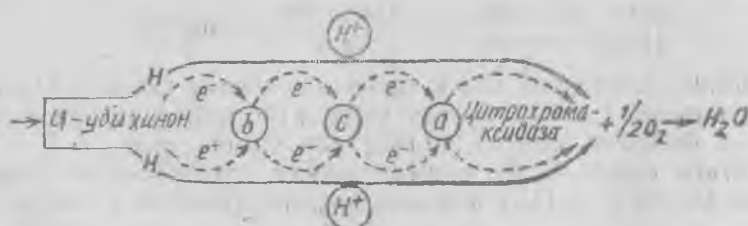
Аэроб нафас олишнинг иккинчи фазасидаги учинчи босқичда оксидланувчи (сарфланувчи) органик моддалар таркибидаги электрон ва протон ( $\text{H}^+$ ) ларнинг, ҳаводан қабул қилинган кислородга томон электрон (протон)ларнинг ҳаракатланиш занжири (ЭҲЗ) муҳим ўринни эгаллайди.

Органик моддалар оксидланишида электрон (протон)ларни йўқотилиши ва бошқа оксидловчи бирикмалар томонидан қабул қилиниши оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига мансуб ҳодисалардан биридир. Бу ҳодиса, яъни электрон (протон)ларнинг ҳаракатланиш занжири (ЭХЗ) да жойлашган бирикмаларнинг оксидланиш-қайтарилиш кучи (потенциали  $E_0$ ) га боғлиқ.

Электрон ҳаракатланиш занжири (ЭХЗ) да бошқача айтганда, оксидланувчи (субстрат) моддадан кислородгача электронлар йўналиши маълум тартибда ва изчилликда оксидланиш-қайтарилиш кучи (потенциали) га биноан жойлашганлиги қуйидаги схемада келтирилган:

	— $E_0$ , В
Глюкоза — глюкон кислота	— 0,44
НАДФ	— 0,324
НАД	— 0,320
ФАД	— 0,063
$K_0A$	— 0,0
Цитохром «в»	+ 0,050
—«— «с»	+ 0,260
—«— «а»	+ 0,290
Цитохромоксидаза ( $a_3$ )	+ 0,550
Кислород $1/2 O_2$	+ 0,816

Электрон (протон) ларнинг ҳаракатланиш занжиридаги ферментларнинг жойлашиш тартиби қуйидаги схемада кўрсатилган:



Схемада кўрсатилганидек, органик модда таркибидаги водород ва электрон дегидрогеназа ферменти томонидан ажратиб олинади. Дегидрогеназалар органик моддадан ажратиб олинган водород ва электронни бевосита ҳаводан қабул қилинган кислородга етказиб бера олмайди. Шуни ҳисобга олиб, уларни анаэроб ферментлар деб ҳам юритилади. НАД таркибидан водород ва электрон унинг оксидланиш-қайтарилиш кучидан кучлироқ бўлган ФАД ёки ФМН деган ферментга ўтади. Ундан Q энзим (убихинон), ажратиб олиши билан цитохром схемасидаги цитохромларга етказиб беради.

Убихинондан электрон «в» цитохромга ўтказилганда протон электронни қабул қилиб, ион ( $H^+$ ) ҳолатга ўтади. Электрон эса «в» цитохромдан «с» цитохромга, ундан «а» цитохромга, кейинчалик «а<sub>3</sub>» ёки цитохромоксидазага ўтиб, ҳаводан қабул қилинган кислородга етказиб бериши билан актив — ион ҳолатга ўзгарган кислородга водород қўшилиши натижасида сув молекуласи юзага келади.

Оксидланиш-қайтарилиш потенциали қуввати ( $E_0$ ) ни потенциалометр асбобида аниқлаб, кЖ ёки вольт қимматида ифодаланлади. Электрон ҳаракатланиш занжиридаги электронлар манфий сондан мусбат сонга томон йўналади, яъни оксидлаш кучига кўра ҳаракатланади.

### Нафас олиш жараёнининг пентозофосфат цикли

Юқорида кўриб ўтилган дихотомик, яъни гликолиз Г. Кребс циклидан ташқари, аптомик ёки пентозофосфат деб аталган нафас олиш цикли ҳам мавжудлигини О. Варбург, Ф. Дикенс (1935), В. А. Энгельгарт (1938) аниқлаган.

1. Дихотомик ва пентозофосфат (аптомик) йўлида нафас олиш циклининг дастлабки реакциясида глюкоза фосфор кислота билан муносабатга киришишидан фаол глюкоза—6—фосфат бирикмаси ҳосил бўлади:  $глюкоза + H_3PO_4 \rightarrow глюкоза - 6 - фосфат$ .

2. Иккинчи реакцияда НАДФ гуруҳини сақлаган дегидрогеназа ферменти фаоллигида глюкоза—6—фосфат таркибидаги водородни ажралиши натижасида 6-фосфоглюкон кислота юзага келади:

$глюкоза - 6 - фосфат + НАДФ^+ - H_2O \rightarrow 6 - фосфоглюкон кислота + НАДФ \cdot H_2$ .

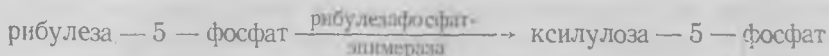
Учинчи реакцияда 6—фосфоглюкон кислотадан бир молекула  $CO_2$  ва бир молекула  $H_2$  ажралишидан, рибулеза—5—фосфат ҳосил бўлади. Бу реакцияда 5 та углерод атомли углевод ҳосил бўлганлиги ҳисобга олиниб, пентозофосфат цикли деб юритилади.

Кўриб ўтилган реакция ўзида НАДФ<sup>+</sup> сақлаган фосфоглюконат дегидрогеназа ферменти активлигида боради.

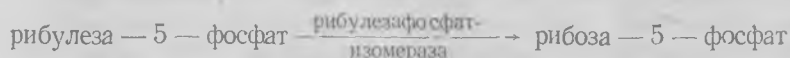
3.  $6 - фосфоглюкон кислота + НАДФ^+ \xrightarrow[\text{дегидрогеназа}]{\text{фосфоглюконат}} CO_2 + НАДФ \cdot H_2 - \text{рибулеза} - 5 - \text{фосфат}$ .

Иккинчи ва учинчи реакциялар 6 марта такрорланиши натижасида 12 молекула НАДФ $\cdot$ H<sub>2</sub> синтезланади. Жумладан, ёғ, ёғ кислоталари, нитрат ва сульфатларни қайтариш реакцияларини ўтказиш учун ҳосил бўлган НАДФ $\cdot$ H водороди муҳим ўринни эгаллайди. Шу жараёнда ҳосил бўлган рибоза шакари АТФ, ГТФ, НАД, НАДФ ва ФАД, коэнзим А таркибига қўшилади.

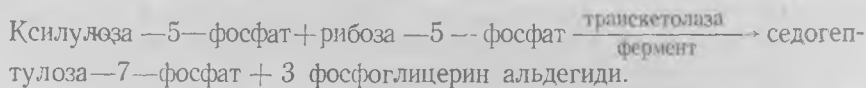
4. Рибулеза —5— фосфатэпимераза ферменти фаоллигида рибулеза —5— фосфатнинг бир қисми ксилулоза —5 фосфатга ўзгаради:



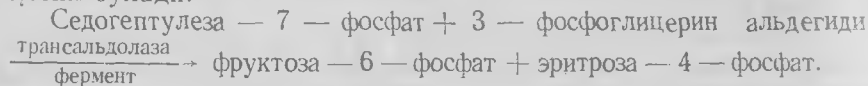
5. Рибулеза —5— фосфатнинг иккинчи қисмидан рибулезо-фосфатизомераза иштирокида рибоза —5— фосфат юзага келади:



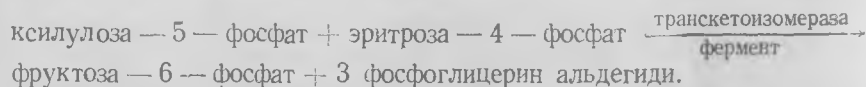
6. Тўртинчи реакцияда ҳосил бўлган ксилулоза —5— фосфат ва рибоза —5— фосфат молекулалари ўртасида содир бўлган реакция натижасида седогептулеза —7— фосфат ва 3- фосфоглицерин альдегид ҳосил бўлади. Бу реакцияда транскетолаза ферменти фаол иштирок этади:



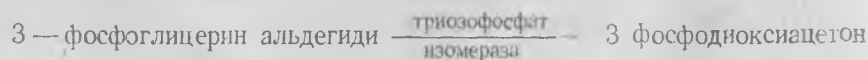
7. Седогептулеза —7— фосфат трансальдолаза ферменти фаоллигида 3 фосфоглицерин альдегиди билан муносабатга киришишидан фруктоза —6— фосфат ва эритроза —4— фосфат ҳосил бўлади:



8. Ксилулоза —5— фосфат молекуласи билан эритроза —4— фосфат транскетонизомераза ферменти реакцияси натижасида фруктоза —6— фосфат ва 3 фосфоглицерин альдегиди ҳосил бўлади:



9. Тризофосфатизомераза ферменти активлигида 3 фосфоглицерин альдегидини бир қисми ҳисобига 3- фосфодиоксиацетон синтезланади:

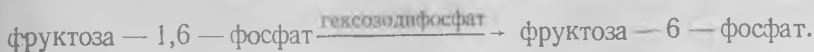


5, 6, 7, 8- ва 9- реакцияларнинг ҳар қайси 2 марта такрорланади.

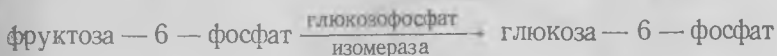
10. 3- фосфодиоксиацетон 3- фосфоглицерин альдегиди билан муносабатга киришишидан фруктоза —1, 6- фосфат ҳосил бўлади. Бу реакцияни активлаштиришда альдолаза ферменти қатнашади:



II. Фруктоза — 1,6 — фосфат таркибидаги биринчи углерод боғламидаги фосфор кислота қолдигини ажралиб чиқиши натижасида фруктоза — 6 — фосфатга ўзгаради. Бу реакция гексозодифосфатаза ферменти активлигида ўтади:

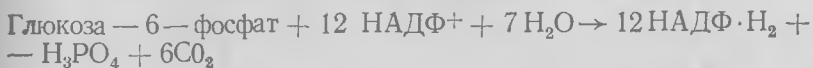


12. Аптомик, яъни пентозофосфат циклининг охириги реакциясида глюкозофосфатизомераза ферменти фаоллигида фруктоза — 6 — фосфатглюкоза — 6 — фосфатга ўзгаради:



10- ва 11-реакциялар бир мартадан, 12-реакция эса 5 марта такрорланади.

Кўриб ўтилган реакцияларни пентозофосфат циклини тубандаги тенглама билан умумлаштириб ифодалаш мумкин:



Глюкоза — 6 — фосфатнинг бир молекуласини тўла оксидланиши натижасида 12 молекула НАДФ·Н<sub>2</sub> ҳосил бўлади. Бир НАДФ·Н молекуласини оксидланишида 3 молекула АТФ ҳосил бўлса, унинг 12 молекуласи ҳисобига 36 молекула АТФ ҳосил бўлади.

Пентозофосфат циклида ҳосил бўлган фойдали энергияни аниқлаш учун Г. Кребс циклида кўрсатилган тенгламадан қуйидагича фойдаланилади:

$$\frac{2875}{1106,6} \frac{100}{X} \quad X = \frac{1106,6 \times 100}{2875} = 37,9\%.$$

Демак, пентозофосфат циклида ҳосил бўлган фойдали энергия (37,9%), гликолиз ва Г. Кребс циклида тулланадиган фойдали энергия миқдори (40,1%) га деярли тенглашар экан.

Пентозофосфат цикли энергия ҳосил қилиши билан чегараланмайди. Бу циклда ҳосил бўлган НАДФ·Н, ацетил КоА ферменти ёғ кислота, ёғларнинг синтезланишида, нитрат ва сульфатларни қайтариш реакциялари учун водородни етказиб беради. НАД, НАДФ, ФАД ва бошқа нуклеотид кислоталар учун керакли рибоза ва дезоксирибоза шакарлари билан таъминлайди. Булардан ташқари, пентозофосфат циклида ҳар хил сонли углерод сақлаган (С<sub>3</sub>—С<sub>7</sub>) углеводлар синтезланади. Пентозофосфат циклида ҳосил бўлган рибулеза — 1,5 — фосфат фотосинтез жараёнида асосий бирикма сифатида қатнашади.

### Глиоксилат цикли

Глиоксилат цикл ҳодисаси баъзи бактериялар (бактериум коли) да, моғор замбуруғларида ва ёғли ўсимлик уруғларининг унишида учрайди. Бу ҳодиса ҳужайрада жойлашган ва г л и о к

сисома деб аталган махсус органидларда содир булади. Глиоксисомада ёғ кислоталари ўзига хос ферментлар активлигида шакарларгача парчаланadi.

Глиоксилат ҳодисаси қуйидаги схема асосида содир булиши, унинг Г. Кребс циклига яқин эканлигини тасдиқлайди.



Глиоксилат циклининг схемаси

Схемага диққат билан назар ташланса, биринчи галда пирозум кислота ҳисобига ҳосил бўлган ацетил кофермент ( $\text{CH}_3\text{CO} \sim \text{SK}_o\text{A}$ ) оксалат сирка кислота билан муносабатга киришишидан лимон кислота синтезланади. Лимон кислотадан бир молекула сув ажралиши натижасида цисоконит кислотатага ўзгаради. Цисоконит кислотатага сув қўшилишидан изолимон кислота ҳосил бўлади. Изолимон кислота изоцитратлиаза ферменти активлигида каҳрабо ва глиоксил кислоталарга парчаланadi. Ҳосил бўлган глиоксил кислота ацетил  $\text{K}_o\text{A}$  ферменти билан муносабатга киришишидан сув иштирокида малатсинтетаза ферменти активлигида олма кислотатага айланади. Охириги реакцияда олма кислота ўз таркибидаги водородни йўқотишидан оксалат сирка кислотатага оксидланади. Ҳосил бўлган оксалат сирка кислота ацетил  $\text{K}_o\text{A}$  билан муносабатга киришишидан юқорида кўрсатилган реакциялар шу тартибда давом этади.

Бу ҳодисанинг моҳияти тубандагилардан иборат:

1. Глиоксил кислота глицин аминокислотанинг синтезла- нишида асосий маҳсулот бўлиб ҳисобланади;

2. Глиоксил кислота ўзидан  $\text{CO}_2$ ни йўқотиши билан моддалар алмашилишида муҳим ўринни тутган чумоли альдегид чумоли кислотагача ўзгаради;

3. Глиоксилат ҳодисасида ҳосил бўлган каҳрабо кислота ёғ кислоталарини содда углеводларгача ўзгаришини таъминлаганлиги (274-бетдаги) ёғ кислоталарининг триозаларгача парчаланганлигини схемада кўрсатилган эди;

4. Бу ҳодиса ёғлар, углеводлар, органик кислота, аминокислота ва бошқа бирикмалар билан узвий боғлиқ эканлигини тасдиқлайди;

5. Глиоксилат ҳодисасида икки молекула ацетил  $\text{K}_0\text{A}$  ҳосил бўлганлиги билан ҳам Г. Кребс циклидан фарқ қилади.

### Анаэроб нафас олиш билан аэроб нафас олиш ҳодисаларининг узвий (генетик) боғлилиши

Юқорида танишилганидек, аэроб нафас олиш жараёни гликолитик ва 3 карбон кислота (Г. Кребс цикли) фазаларидан иборат эканлиги ва бу жараёнда бир неча хил фермент иштирок этиши кўзга ташланади.

Ҳавосиз шароитда аэроб организмларда анаэроб нафас олиш жараёни боради. Бундай пайтларда нафас олишда сарфланадиган органик бирикмалар тула оксидланмай, балки оралиқ маҳсулотлар ҳосил қилиб тугалланади. Анаэроб нафас олишда этил спирт ва карбонат ангидрид ажралиб чиқиши қуйидаги тенгламада ифодаланган:



Демак, анаэроб нафас олишда энергия кам ажралар экан. Жумладан, аэроб шароитда глюкоза оксидланиши натижасида 686 ёки 2875 кЖ энергия ажралса, анаэроб нафас олишда фақат 48 ккал ажралар экан. Демак, анаэроб шароитда етарли даражада энергия ҳосил бўлиши учун сарфланган органик модда миқдори аэроб нафас олишдагига нисбатан 12—14 мартадан ортиқ бўлиши зарурлиги кўриниб туради.

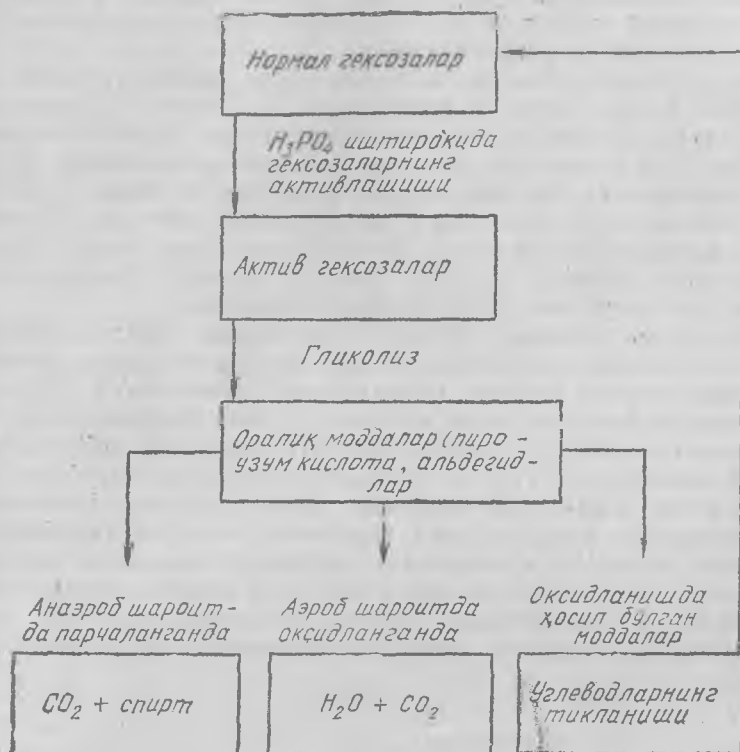
Аэроб нафас оладиган ўсимликларда содир бўладиган анаэроб нафас олиш жараёни узоқ вақт давом этса, бу ўсимликлар нобуд бўлади. Шунга қарамасдан, анаэроб нафас олиш жараёни баъзи микроорганизмлар учун хосдир. Шуларни ҳисобга олиб, микроорганизмларда содир бўладиган анаэроб нафас олиш жараёни б и ж ғ и ш деб аталади.

Анаэроб нафас олиш ва бижғиш жараёнларида ҳам нафас олишда сарфланадиган органик моддалар жуда мураккаб биохимиявий ўзгаришларга учраганликларини аэроб нафас олиш ҳодисасини биринчи фазасидаги биохимиявий реакциялар ва энг сўнггида пирозум кислота ҳосил бўлиши билан тугаллан-





тичев ўзи ишлаб чиққан схемада яққол кўрсатиб ўтади. Бижғиш ва нафас олиш жараёнлари ўртасидаги узвий боғлинишни ифодалайдиган схема.



### Бижғиш жараёнлари

Бижғиш жараёнлари хилма-хил микроорганизмлар иштирокида содир бўлади ва турли-туман маҳсулотлар синтезлашини таъминлайди. Шунга кўра, бижғиш жараёнининг номи ҳосил бўлган маҳсулот ёки бижғиш жараёнида сарфланадиган модданинг номи билан аталади.

Этил спиртли бижғиш вино, пиво тайёрлашда ва хамир оширишда уларга ўзига хос таъм бериш учун қадимдан фойдаланиб келинган бўлсада, унинг биологик жараён эканлигини Франциялик олим Луи Пастер (1858) аниқлаган.

Анаэроб шароитда яшаган туруш замбуруғларининг нафас олишида сарфланадиган углеводлар ҳисобига этил спирт ҳосил бўлади. Бу жараён этил спиртли бижғиш деб аталади ва у қуйидаги умумлаштирилган тенглама билан ифодаланади:

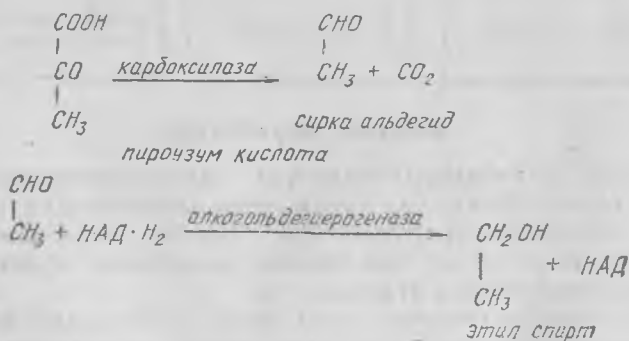


Этил спиртли ва бошқа турли бижғиш жараёнлари жуда мураккаб биохимиявий жараён бўлиб, бунда глюкоза катта ўзгаришларга учрайди. Бижғиш жараёнларида охирги маҳсулотлар — турли-туман бирикмалар ҳосил бўлади. Жумладан, бу бижғишда охирги маҳсулот — этил спирт тупланани ва карбонат ангидрид ажралиб чиқади.

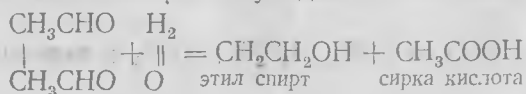
Этил спиртли бижғиш жараёни туруш замбуруғларига хос бўлсада, баъзи могор замбуруғлари ва айрим бактерияларнинг ҳаёт фаолиятида ҳам этил спирт ҳосил бўлганлиги аниқланган. Турушлар факультатив анаэроб организмлар бўлиб, сахаромицетлар оиласига киради. Улар куртакланиш йўли билан, айрим вақтларда спора ҳосил қилиб кўпаяди. Уларнинг ҳаёт фаолиятида муҳитда 10—15% гача этил спирт туланади. Агар муҳитга  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  тузлари қўшилса, этил спирт ўрнига кўп миқдорда глицерин йиғилади.

Турушлар глюкоза, фруктоза ва бошқа моносакхаридларнинг бижғишида қатнашади. Улар учун азот манбаи пептом, аминокислота ва аммиак бирикмалари ҳисобланади. Муҳитда аминокислоталар миқдори кўпайганда улар дезаминланиш реакциясига учраб, ўз таркибидаги  $\text{NH}_2$  гуруҳини йўқотишидан сивуш мойлари — амил ва изоамил спиртлар ҳосил бўлади.

Бижғиш жараёнида юқорида айтиб ўтилган гликолитик реакцияларда ҳосил бўлган пирозум кислота таркибидаги карбонат ангидрид карбоксилаза ферменти ёрдамида ажралиб чиқишидан ҳосил бўлган сирка альдегид алкогольдегидрогеназа ферменти иштирокида, водород қўшилгандан кейин этил спиртгача ўзгарганлиги қуйидаги тенгламада ифодаланган:



С. П. Костичев фикрига кўра, пирозум кислота таркибидан карбонат ангидрид ажралгач ҳосил бўлган сирка альдегид фаол водород ҳисобига этил спиртгача қайтарилади ёки сув иштирокида икки молекула сирка альдегид ўртасида мавжуд муносабат натижасида, Канницаро реакциясига мувофиқ, этил спирт ва сирка кислота ҳосил бўлади:



Реакцияга мувофиқ, сирка альдегиднинг бир молекуласи водород иштирокида этил спиртгача қайтарилса, иккинчи молекуласи кислород билан сирка кислотагача оксидланади. Бошқача айтганда, Канницаро реакцияси оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига асосланган.

Айрим бактериялар этил спирт ҳисобиға яшаши натижасида этил спирт аэроб шароитда сирка кислотагача оксидланади. Бу жараён аэроб шароитда бўлсада, этил спирт сув ва карбонат ангидридгача парчаланмасдан, оралиқ модда сифатида сирка кислота ҳосил бўлганлигини ҳисобга олиб, сирка кислотали бижғиш деб аталади. Бу жараёни қўзғатдиган бактериялар этил спиртни қуйидаги тенгламага мувофиқ оксидлаб, сирка кислота ҳосил қилиши билан характерланади:



этил спирт

сирка кислота

Сирка кислотали бижғиш биологик жараён эканлигини Луи Пастер (1862) аниқлаб, бу жараёни қўзғатувчи бактерияларни соф ҳолда ажратиб олиш усулларини ишлаб чиққан. Сирка кислотали бижғиш жараёнини қўзғовчи бактериялар муҳит сиртида ўзига хос парда ҳосил қилиши билан бир-бирдан фарқ қилади. Буларнинг баъзилари сирка кислота ишлаб чиқариш саноатида қўлланилади.

1. Ацетобактер ацети (*Acetobacter acetii*) бир-бирига уланиб занжир ҳосил қилувчи, спорасиз кичик таёқчалардир. Муҳитда спирт миқдори кўп (11%) бўлишига қарамай, бу бактериялар яшай беради. Ацетобактер ацети 30—34°C да пиво юзасида актив ривожланиб, 6% гача сирка кислота ҳосил қилади, температура 40°C гача кўтарилганда бактериялар ҳужайраси узунчоқ ёки ноксимон шаклда йириклашади. Улар инволюцион форма деб аталади.

Бу бактериялар муҳит юзасида йод таъсирида сариқ ранга бўяладиган, колба деворига ўрмаламайдиган силлиқ ва шимшиқ парда ҳосил қилади.

2. Ацетобактер пастеурианум (*Acetobacter pasteurianum*) муҳит юзасида ҳосил қилган ғадир-будур қуруқ парда йод таъсирида кўкаради.

Сирка кислотали бижғиш жараёнини қўзғатувчилар ичида пиво ва вино саноатига зарар етказадиган микодерма вини (*Mycoderma vini*) шу маҳсулотлар таркибидаги спиртни сув ва карбонат ангидридгача парчалайди. Вино ва пиво юзасида ҳосил бўлган парда ғижимланган ва оқиш ранга бўлиб кўрилади.

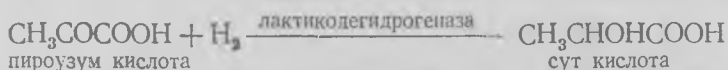
Шакарларни оксидлаб, лимон, олма, каҳрабо ва бошқа кислоталар ҳосил қилишда микроорганизмларнинг салмоқли ҳиссаси бор.

## Сут кислотали бижғиш

Бу жараён қадимдан қўлланилиб келинган бўлсада, тирик организмлар асосида боришини Луи Пастер (1860) аниқлаган. Сут кислотали бижғиш муҳитда сут кислота ҳосил бўлиши билан характерланади ва реакция қуйидагича боради:

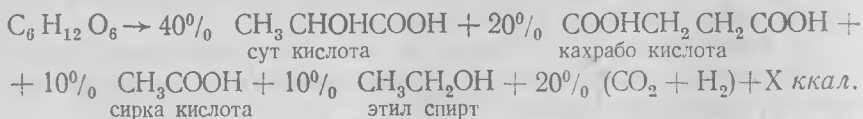


Бу бактериялар гликолитик реакция давомида ҳосил булган пироузум кислотадан  $CO_2$  газини ажратадиган карбогидраза ферментидан холи бўлади. Шунинг учун оксидланиш вақтида органик моддалардан ажралган водород ҳисобига пироузум кислота сут кислотагача қайтарилади. Бу жараён сут кислотали бижғишни қўзғатувчи бактерияларда мавжуд лактикодегидрогеназа ферменти иштирокида боради. У қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Сут кислотали бижғишни қўзғатишда факультатив анаэроб бактериялардан стрептококкус лактис, лактобактериум булгарикум, лактобактериум делбрюки, бактериум брассика ва бактериум куккумерис ферментати ва бошқалар иштирок этади. Бу бактерияларнинг ҳаёт фаолиятида фақат сут кислота ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, улар иштирокида борадиган бижғиш гомоферментатив бижғиш деб аталади.

Бактериум коли ҳаёт фаолиятида сут кислотадан ташқи муҳитда қахрабо ва сирка кислоталар, этил спирт ва  $CO_2$ ,  $H_2$  газлари ҳам тўпланади. Шунинг учун бундай сут кислотали бижғиш гетероферментатив бижғиш дейилади ва реакция қуйидаги тенгламага мувофиқ боради:



Сут кислотали бижғиш жараёни кефир, қимиз тайёрлашда, қатиқ ивитишда, сабзавотларни тузлашда ва силос бостиришда кенг қўлланилади.

Қимиз ва кефир тайёрлашда сут кислотали бижғишни қўзғатувчи бактериялардан ташқари, туруш замбуруғлари ҳам қўшилади. Шу сабабли маҳсулот таркибида сут кислотадан ташқари, этил спирт ҳам тўпланади.

## Мой кислотали бижғиш

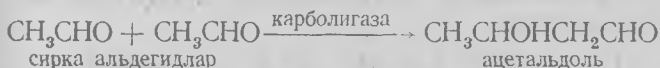
Мой кислотали бижғиш жараёни мой кислота ҳосил бўлиши билан характерланади. Бу жараённи облигат (ҳақиқий) анаэроб шароитда яшовчи, спора ҳосил қиладиган ва вегета-

тив хужайралари дуксимон, ноғора таёқчасига ўхшаш ривожланадиган бактериялар қўзғатади. Улар табиатда кенг тарқалган бўлиб, сут, пишлоқ, консерваларни бузиб, картошка ва сабзавотларни чиритиб, халқ хўжалигига катта зарар етказди. Баъзилари, масалан, кластридиум пастеурианум (*Clostridium pasteurianum*) молекуляр азотни ўзлаштириб, тупроқни азотга бойитганлигидан экинларга фойда келтиради. Булардан ташқари, бу бактериялар ҳаёт фаолиятида ҳосил бўлган ёқимсиз ҳидли ва рангсиз мой кислота турли ёқимли ҳидли эссенциялар тайёрлашда ишлатилади. Масалан, мой кислота билан метил спирт бирикишидан ҳосил бўлган метил эфиридан — олма, этил эфиридан — нок, амил эфиридан — ананас ҳиди келади. Эссенциялар қандолатчиликда ва атир-упа саноатида кўп ишлатилади. Мой кислотали бижғиш ҳам биологик жараён эканлигини Луи Пастер (1861) аниқлаган. Бу жараён қуйидаги реакцияга мувофиқ боради ва натижада мой кислота ҳосил бўлади:

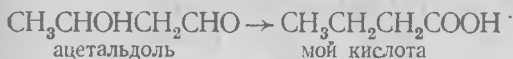


Мой кислотали бижғиш жуда мураккаб биохимиявий жараён бўлиб, бунда пироузум кислотадан сирка альдегид ҳосил бўлади.

Сирка альдегидлар карболигаза ферменти воситасида ўзаро бирикиб, ацетальдоль ҳосил қилади, бу реакция қуйидагича боради:



Ацетальдоль молекуласидаги атомларнинг ўрин алмашиниши натижасида улар мой кислотагача ўзгаради:



Бу бактериялар ўзидан кучли ферментлар ажратиб, целлюлозани ҳам гидролизлайди.

### Целлюлозанинг парчаланishi (бижғиш)

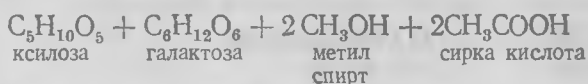
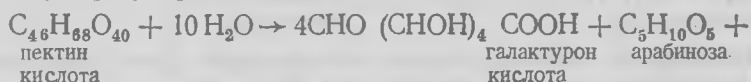
Ер устида ва ер остида кўп миқдорда ўсимликлар қолдиғи тўпланади. Қолдиқларнинг кўпи целлюлозага тўғри келади. Аэроб ва анаэроб бактериялар, замбуруғлар ва бошқа тирик мавжудотларнинг ҳаёт фаолиятида целлюлоза глюкозагача парчаланadi. Микроорганизмлар танасидаги целлюлаза ферменти таъсирида целлюлоза целлобиозагача, целлобиоза эса целлобиоаза ферменти иштирокида глюкозагача парчаланadi. Ҳосил бўлган глюкоза бижғиш жараёнида мой ва сирка кислоталаргача ўзгаради. Бу жараёнда карбонат ангидрид, водород ва метан газлари ажралиб чиқади.

Целлюлозанинг бижғишида икки хил бактерия иштирок этади. Бу жараёнда ҳосил бўлган метан ва водород миқдорига асосланиб, водородли ва метанли бижғиш жараёнлари содир бўлади. Шунга кўра, бактериялар ҳам бациллус целлюлоза гидрогеникум (*Bac. cellulosaе hydrogenicum*) ва бациллус целлюлоза метаникус (*Bac. cellulosaе methanicus*) деб аталган. Бу бактериялар узун, ингичка таёқчалар шаклида бўлиб, спора ҳосил қилганда вегетатив ҳужайралари ноғора таёқчасига ўхшайди.

Аэроб микроорганизмлардан бактерия целлфацикула, кўпгина актиномицетлар ва бошқа микроорганизмлар целлюлозани  $CO_2$  ва сувгача парчалайди.

### Пектиннинг парчаланиши

Ўсимликлар туқимасида пектин моддалар ҳам кўп бўлади ва улар муҳим роль ўйнайди. Пектин ўсимликлар ҳужайрасини бир-бирига ёпиштириб туради. Пектин қуйқа (студень) деган маънони билдиради. Пектин барглар, мевалар, сабзавотларда ва бошқа ўсимликлар туқимасида кўп учрайди. Пектин жуда мураккаб бирикма бўлиб, совуқ сувда эримайди. Кислотали муҳитда пектин моддалар пектин кислота ва углеводларга (асосан, арабинозага) парчаланаяди. Пектин кислота баъзи бактериялар, моғор замбуруғлари, актиномицетлар ва бошқа микроорганизмлар ишлаб чиқарган пропектиназа, пектиназа ва пектаза ферментлари иштирокида қуйидаги тенгламага мувофиқ парчаланаяди:



Ҳосил бўлган углеводларни бактериялар бижғитиши натижасида улар  $CO_2$ ,  $H_2$  ва мой кислотага парчаланаяди:



Пектинли бижғиш жараёнлари зиғир, каноп ва бошқа ўсимликлар толасини ажратиб олишда кенг қўлланилади. Тола олинадиган ўсимликлар сувда, яъни анаэроб шароитда ивтилса, бижғиш жараёни гранулобактер пектиноворум (*Granulobacter pectinovorum*) ва бактериум фельзинеум (*Bacterium felsineum*) бактериялари иштирок этади. Шудрингда аэроб шароитда яшайдиган бактериялар, моғор замбуруғлари ва

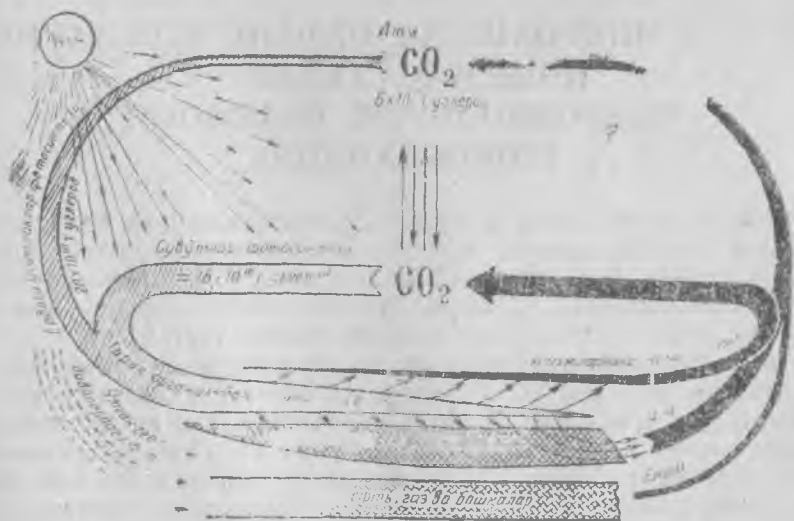
актиномицетлар фаол қатнашади. Целлюлоза ва пектин моддаларнинг парчаланиши натижасида тупроқ гумус (чиринди)-га бойийди.

**Нафас олишда ажралган энергиянинг сарфланиши.**

**Нафас олиш билан фотосинтез жараёнлари ўртасидаги муносабат**

Нафас олиш жараёнида ажралиб чиққан энергиянинг кўп қисми (50—80%) моддалар алмашинуви, ўсиш, ҳаракатланиш жараёнларида сарфланса, қолган 20—50% и иссиқлик энергияси шаклида ташқи муҳитга ажралиб чиқади. Ўсиш жараёнларини тугатган қари ўсимликларда нафас олишда ажралган энергиянинг кўп қисми (90% и) иссиқлик шаклида ажратилиб, қолган (10%) и ички жараёнларга сарфланади.

Табиатда яшил ўсимликларнинг ҳаёт фаолияти синчиклаб текширилса, уларда бир-бирига қарама-қарши икки муҳим жараён бориши ҳамда улар бир-бирига узвий муносабатда боғлиқ бўлиши кўзга ташланади. Жараёнларнинг бири фотосинтез дейилиб, бунда аорганик моддалардан турли-туман бирикмалар ҳосил бўлади. Иккинчиси нафас олиш жараёни бўлиб, бунда фотосинтез жараёнида синтез қилинган органик бирикмалар оксидланиб, улар ўсимликлар таркибида камайиб боради. Бироқ бу жараёнда фақат юқорида айтиб ўтилган органик бирикмалар сарф бўлиб қолмай, балки зарурий аминокислоталардан аланин, аспарагин, глутамин, лимон, олма, вино, каҳрабо каби органик кислоталар ва шакарлар ҳосил бўлади. Шу билан бирга нафас олиш жараёнида ажралиб



98-расм. Углероднинг табиатда айланиш схемаси.

чиққан энергия фотосинтез жараёнида сарфланишини эсдан чиқармаслик керак. Бу иккала жараённи бир-бирига таққослагандаги фарқни 68-жадвалдан кўриш мумкин.

Табиатда углерод, биринчидан, органик моддалар ҳосил бўлишида сарфланса, иккинчидан, органик бирикмаларнинг нафас олиши ва чириш жараёнларида оксидланиб, ташқи муҳитга карбонат ангидрид шаклида ажралиб чиқади. Углероднинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб туриши унинг табиатда айланишини ифодалайди (98-расм).

68-жадвал

Жараённинг айрим белгилари	Фотосинтез	Нафас олиш
Жараён ўсимликнинг қайси тўқимасида бо- ради	Фақат ўсимликнинг хло- рофилл сақлаган ҳу- жайраларида	Тирик организмнинг барча ҳужайраларида
Жараён бориши учун қан- дай маҳсулотлар зарур	Сув ва карбонат ангидрид	Органик бирикмалар ва кислород
Жараён қандай шароитда давом этади	Фақат ёруғликда	Тинимсиз, кеча-кундуз
Энергия	Тупланади	Ажратилади
Жараённинг натижаси	Ўсимликларнинг массаси ортади	Ўсимликлар ва ҳайвонлар- нинг массаси камаيда
Жараён давомида қандай маҳсулотлар ҳосил бў- лади	Органик моддалар ва кис- лород	Карбонат ангидрид ва сув

## VII б о б. МИКРОБИОЛОГИЯ ФАНИ АСОСЛАРИГА ДОИР МАСАЛАЛАР. МИКРОБИОЛОГИЯ ФАНИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ

Кўз билан кузатиб бўлмайдиган кичик ва тирик мавжудотларнинг шакли, ҳажми, ўсиш ва ривожланиш жараёнларини текширадиган фан микробиология деб аталади. Бу термин юнон тилидан олинган бўлиб, *микрос* — кичик, *биос* — ҳаёт ва *логос* — фан деган сўзлардан ташкил топган.

Табиатда микроорганизмлар мавжудлигини биринчи марта голландиялик олим Л. Левенгук (1632—1723) кузатиб, уларнинг ташқи тузилиши ва ҳаракатланишини, ўзи ишлаб чиққан содда микроскоп ёрдамида аниқлаган. Л. Левенгук ўзининг 140—300 марта катта қилиб кўрсатиш имкониятига эга бўлган микроскоп орқали тиш кирида, ўсимлик ва ҳайвон қолдиқларида, чириган сувда ва бошқа буюмларда микроорга-  
низмлар борлигини текшириб, тирик организмларнинг ташқи



шаклини расмга олган. Л. Левенгук микробиология фанининг морфология бўлимига асос солган.

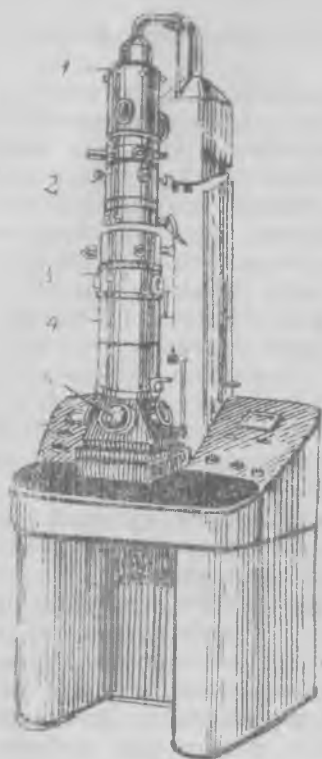
XVIII аср охирларига бориб, микроскопнинг мукаммаллашган нусхалари ишлаб чиқилиши билан, майда мавжудотларнинг ҳаёт жараёнлари чуқур ва ҳар тарафлама ўрганила бошланди. Шу даврларда яшаган рус олими М. А. Тереховский (1775) микроорганизмларга паст ва юқори температуранинг ва органик, аорганик моддалар таъсирини ўрганиш жараёнида бу организмлар ўз-ўзидан вужудга келмаганлигини тажрибалар воситасида исботлаб берган. Шунга қарамай, ўша даврнинг фан арбобларидан инглиз олими Д. Нидхэм (1745)нинг «Микроорганизмлар моддаларнинг чириши натижасида вужудга келади», деган фикрни қувватлаб келганлар. Кейинчалик 1857 йилда франциялик олим Луи Пастер оригинал тажрибалар асосида «Тирик мавжудотлар ўз-ўзидан вужудга келмаганлигини» ва М. А. Тереховский фикрларини қувватлайдиган далиллар келтирган.

Бу ишлардан ташқари Луи Пастер, куйдирги, қутуриш касалликларини қўзғовчи ва пиво, вино саноатига, пиллачиликка зиён келтирадиган микроорганизмларни текшириб, улар билан курашиш чораларини ишлаб чиққан. Бу олим сут кислотали, мой кислотали ва этил спиртли бижғиш жараёнларини тирик мавжудотларнинг ҳаёт фаолиятига боғлиқ эканлигини кўрсатиб ўтди. Қўпгина илмий тадқиқот ишлари билан жаҳонга танилган машҳур олим Луи Пастер микробиология фанининг физиология ва биохимия бўлимига асос солган фан арбоби-дир.

Микробиология фанининг ривожланишига ўз ҳиссасини қўшган немис олими Роберт Кох (1843—1910) вабо ва сил касалликларини қўзғовчи микробларни текшириб, улар билан курашиш чоралари устида ишлаган. Бу олим микробларни бир-биридан ажратиб олиш мақсадида микробиологияда қаттиқ озиқ муҳити ҳисобланган картошка ва желатинани қўллаш усулларини ишлаб чиққан. Озиқ муҳитлари ва ишда қўлланиладиган буюмларни микроорганизмлардан холи қилиш мақсадида стериллаш (наслсизлантириш) учун «Кох қайнатгичи»ни тавсия этган.

Микробиология фанининг ривожланишида рус олимларининг қўшган ҳиссалари салмоқлидир. Жумладан, Д. С. Самойлович (1744—1805), Ибн Сино ва бошқа ўрта аср олимлари айтганидек, ўлат — тоун (чума) ва бошқа касалликлар кўзга кўринмайдиган тирик организмлар воситасида тарқалади, деган фикрни қувватлади. П. С. Ценковский (1822—1887), Пастердан мустасно ҳолда, куйдирги касаллигига қарши эмлаш усулини ишлаб чиққан. Микробларнинг ривожланиш тарихини яратган, шу туфайли морфология бўлимига асос солган фан арбобларидан бири ҳисобланади.

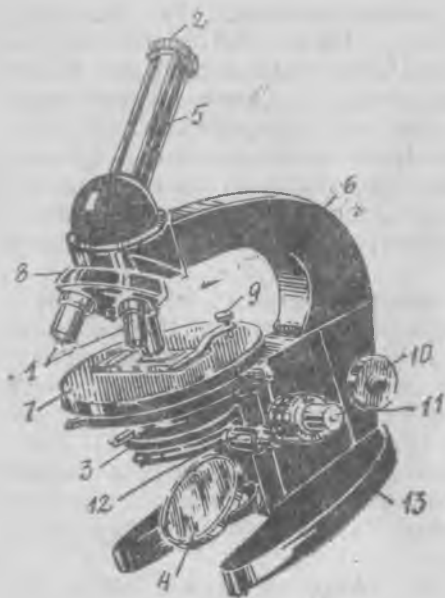
И. И. Мечников (1845—1916) инсон ва ҳайвон организмларида махсус органларда айрим (лейкоцит, боғловчи тўқима,



99- расм. Микроскопларнинг тузилиши.

А. УЭМВ-100 А электрон микроскопнинг курилиши:

1 — электрон замбарак (пушқа); 2 — конденсор ойнаси; 3 — объектив ойнаси; 4 — проекцион ойна; 5 — текширадиган буюмни камера ичидаги экрандан кузатиш ойнаси; 6 — текширадиган ускуналар ўрнатилган стол (пульт).



Б. МБИ-1 биологик микроскопининг тузилиши:

1 — объективлар; 2 — окуляр; 3 — конденсор; 4 — кузгу; 5 — тубус; 6 — тубус туткичи; 7 — буюм столчаси; 8 — револьвер; 9 — кичикчлар; 10 — макровинт; 11 — микровинт; 12 — конденсорни ҳаракатлантирадиган бурама; 13 — микроскоп товони.

талоқ ва жигар ҳужайралари) таначалар бўлганлигини аниқлаб, улар зарарли микробларга қарши курашаётганлигини, уларни ҳазм қилиш хусусияти мавжудлигини аниқлаб, шундай таначаларни фагоцитлар деб атади. Унинг фагоцитлар назарияси юксак баҳоланиб, кейинчалик И. И. Мечников Нобель мукофоти олди. Микробиология соҳасида у кенг қўламда илмий тадқиқот ишларини давом эттирганлиги туфайли, и м м у н и т е т масаласини ҳам ёритиб берди.

Франциялик олим Де-Эрелл (1917), рус олими Н. Ф. Гамалея (1888) илмий далилларга асосланиб, табиатда гоят майда мавжудотлар борлигини аниқлаб, уларни бактерियोфаглар деб атади.

Д. И. Ивановский (1892—1920) табиатда учрайдиган, лекин биологик микроскоп ёрдамида кўриб бўлмайдиган ва турли-туман касалликларни қўзғовчи мавжудотларни аниқлаб вирусология фанига асос солди.

Микробиология фанининг ривожланишида С. Н. Виноградский, В. С. Воронин, С. П. Костичев, В. Л. Омелянский, М. В. Федоров, А. М. Музаффаров, М. А. Қаримов, Н. Г. Запорометов ва бошқа олимларнинг қўшган ҳиссалари салмоқлидир.

Микробиология фанининг ривожлантирилиши жараёнида кичик мавжудотларнинг ташқи ва ички тузилишини ва ҳаёт фаолиятини кўзда тутган ҳолда уларнинг табиатдаги ўрнини чуқур ўрганиб, улардан фойдаланиш усулларини ишлаб чиқиш давом эттирилмоқда.

Шу қўйилган масалаларни ҳал этиш мақсадида замонавий люминисцент, фазоконтраст ва электрон микроскоплар қўлланилганлигидан, илмий тадқиқот ишларида янги йўналишлар ва усуллар ишлаб чиқилмоқда. Дарҳақиқат, инсонлар ва ҳайвонлар соғлиғини сақлаш борасида кўпгина касалликларни келтириб чиқарувчи микробларга қарши курашиш чоралари амалда қўлланилмоқда. Баъзи микробларнинг ҳаёт фаолиятини назарда тутиб, оқсил, ёғ ва бошқа маҳсулот тайёрлаш жараёнида фойдаланилади. Металлургияда ҳосил бўладиган ташландиқлар таркибидаги қимматбаҳо элементларни ажратиш олиш мақсадида айрим микроблардан самарали фойдаланилмоқда. Масалан, Онтарио (Қанада)да уран оксидларини, Американинг Невада вилоятида марганец, рух, темир ва хром элементларини ҳамда металлургиянинг бошқа ташландиқ ҳисобланган маҳсулотларидан ажратиш олишда маълум микроблардан фойдаланилади.

Сайёрамиздаги нефт ва газларнинг тупланиши, тупроқнинг унумдорлиги ва табиатдаги айрим элементлар (углерод, азот, фосфор, олтингургурт)нинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб туриши ҳам микроорганизмлар ҳаёт фаолиятига боғлиқ эканлигини эсдан чиқармаслик керак.

## Микробиология фанида ўрганиладиган мавжудотлар

Микроскоп ёрдамида кузатиладиган ва уларнинг ҳаёт фаолияти текшириладиган мавжудотларга: бактериялар, актиномицетлар, микобактериялар, спирохеталар, бактериофаглар, вируслар, риккетсиялар, миксомицетлар, замбуруғлар, лишайниклар, бир ва кўп ҳужайрали сув ўтлари ва протозоо — содда ҳайвонлар ўрганилади.

1. Бактериялар. Бактериялар ташқи кўринишидан шар ёки цилиндр шаклида бўлиб, сайёрамизнинг турли жойларида кенг тарқалган. Уларни баланд тоғлар чўққисиди, чуқур океан сувлари остида, ҳавонинг юқори қатламларида ва тупроқ таркибида учратиш мумкин.

Бактериялардан энг соддаси шарсимонлар бўлиб, уларнинг ўзини бир неча гуруҳга бўлиб ўрганиш мақсадга мувофиқдир.

а — микрококklar (*Micrococcus*) сапрофит организмлар. Сувда ва ҳавода кенг тарқалган. Микрококklar муҳитда биттадан тарқалган бўлади.

б — диплококklar (*Diplococcus*) кўпайиш жараёнида ҳужайраси иккига бўлинсада, тарқалиб кетмасдан жуфт ҳолатда тўп бўлиб туради.

в — стрептококklar (*Streptococcus*) шарсимон ҳужайралар бир-бирига занжирга ўхшаш туташган ҳолатда бўлади.

г — тетракокklar (*Tetracoccus*) ҳужайранинг бўлиниши туфайли тўртта шарсимон бўлакча ҳосил қилади. Улар бир-бирига туташиб, тўртта шарнинг йиғиндисидан таркиб топади. Шу туфайли улар тетракокklar деб аталади.

д — сарциналар (*Sarcina*) шарсимон ҳужайраларнинг 8,16, 32 ёки 64 та бўлакчага бўлиниб, бир-бири билан куб (пахта тойи) га ўхшаб бирлашган шаклда бўлади.

е — стафилакокklar (*Staphylococcus*) шарсимон ҳужайраларнинг бўлиниши жараёнида ҳосил қилинган ҳужайралар бир-бирига тартибсиз равишда боғланганлигидан, унинг кўриниши узум шингилига ўхшайди.

Вибрион, спирилла, бактерия, бацилла ва кластридум деб аталган мавжудотлар таёқча (цилиндр) симон шаклдагилари ҳам бўлиб, улар айрим хусусиятлари билан бир-биридан ажралиб туради.

Жумладан, вибрионларнинг танаси бироз букилган бўлиб, вергулга ўхшаб туради. Спирохеталар танаси бир неча марта букилган шаклда кўринади.

Ҳаёт жараёнларида спора ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлмаган таёқчасимонларга бактериялар дейилади. Спора ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлганлари бациллалар деб аталади.

Бацилла ва кластридийлар деб аталган мавжудотларнинг ривожланиш босқичини маълум бир даврда, айниқса, ноқулай шароитда вегетатив ҳужайра ичидаги цитоплазманинг ҳаммаси

ёки унинг бир қисмини қуюқлашиши натижасида ҳосил бўлган шар ёки эллипсимон шаклдаги туспора деб аталади.

Бациллаларнинг вегетатив ҳужайраси ичида ҳосил бўлган споранинг ўрнига ва унинг вегетатив ҳужайра диаметрига нисбатан катта бўлиб, вегетатив ҳужайра марказида жойлашса, ҳужайра шакли дук (урчуқ) ка ўхшаб қолади. Шу маънода улар латинча дук маъносида клостридий деб аталади. Агар спора вегетатив ҳужайранинг бир қутбида жойлашса, улар *ногора* таёқчалари деб аталади. Кўпчилик бациллаларда вегетатив ҳужайранинг шакли ривожланиш жараёнида мутлақо ўзгармайди. Бу кўрсаткич бациллаларнинг турини, яъни систематикасини тузишда муҳим аҳамиятга эга.

Масалан, пектин бижғиш жараёнида қатнашадиган гранулобактер пектиноворум (*Granulobacter pectinovorum*) ҳужайраси ногора таёқчасига ўхшаса, молекуляр азотни ўзлаштирувчи клостридиум пастеурианум ҳужайраси дукни эслатади ва чириш жараёнларида иштирок этадиган пичан бацилласида спора ҳосил бўлишидан унинг вегетатив ҳужайраси шакли ўзгармасдан ўз ҳолатини сақлаб қолади.

Бацилла ва клостридийларнинг вегетатив ҳужайра пўсти спора ҳосил қилишда қатнашмаса ҳам, бациллаларнинг ҳаракатчан хивчинлари маълум вақтгача ўз вазифасини ўтайди. Спора 18—20 соат давомида ҳосил қилиниб, яъни тайёргарлик, спора ва спора пўсти ҳосил бўлиши босқичларидан иборат. Спора мураккаб тузилишга эга.

Споранинг ташқи пўсти экзина дейилиб, цитоплазмани ташқи омил таъсиридан сақлайди. Ичкарисида жойлашган қавати и н т и н а дейилиб, у спорадан вегетатив ҳужайранинг ўсиб чиқишига ёрдам беради. Бир вегетатив ҳужайрада биттагина спора ҳосил қилинганлигини назарда тутиб, бу ҳодисани кўпайиш жараёни деб тушунилмасдан, ривожланиш циклининг фақат бир босқичи деб қараш зарур. Етарли даражада оптимал шароит вужудга келганда спорадан 4—5 соатдан кейин интина қаватига ўралган янги вегетатив ҳужайра ўсиб чиқади.

Бактериялар катталиги мкм билан ўлчанади. Беггиота мирабилис (*Biggeotoa myrabilis*) бактериясининг узунлиги 1 см бў-

69- ж а д в а л

Бактерия номи	Узунлиги, см	Қўндаланг кесими, мкм
Микрококк	0,8	0,8
Стрептококкус лактес	0,8—1,2	0,5—0,8
Ацедофил таёқчаси	1,5—6,0	0,6—0,9
Ғишлоқ таёқчаси	2,5—6,0	0,7—0,9
Пичан таёқчаси	1,2—3,0	0,8—1,2
Қартошка таёқчаси	3,0—10,0	0,75—1,0
Сил касали таёқчаси	1,5—3,5	0,3—0,5
Куйдирги таёқчаси	4,8	1,0—1,5
Вруцеллёз касалини қўзғовчи таёқча	0,5—1,5	0,4—0,6

либ, унинг кўндаланг кесими 50 мкм га бориб қолади. Баъзи бактериялар ҳажми 69-жадвалда келтирилган.

Табиатда махсус филтрлар орқали ўтиб кетадиган ультра-бактериялар ҳам мавжуд.

### Бактериал ҳужайранинг тузилиши

Бактериялар жуда кичик мавжудотлар бўлишига қарамай, юксак ўсимлик ҳужайраси каби мураккаб тузилган.

Ер юзидаги тирик организмлар шаклланган ёки шаклланмаган ядронинг бўлиши ёки бўлмаслиги билан прокариот ва эукариот гуруҳларга бўлинади. Ирсият белгилари ўзига хос махсус мембрана пўстига ўралган ҳолда ҳужайрада мустақил ўринни эгаллаган, ҳужайра органониди тикланган мағиз (ядро) деб юритилади. Тикланган мағиз эукариот гуруҳига кирган мавжудотларга хос. Махсус мембранаси бўлмай, ирсият белгилари ҳужайра ичида тўплам ёки тарқоқ ўрнашган мавжудотлар прокариот гуруҳига киради.

Прокариотларга бактерияларни, кўк-яшил сув ўтларини, актиномицетларни ва бошқаларни мисол қилиш мумкин.

Бактериялар кўзга кўринмайдиган прокариот гуруҳига мансуб кичик организмлар бўлишига қарамай, бошқа юксак мавжудотларнинг ҳужайраси сингари мураккаб тузилишга эга эканлиги кўринади (100-рasm).

Бактериянинг ҳужайра пўсти рангсиз, углевод, пектин, липид ва ўзида азот элементини сақлаган — хитин деб аталган бирикмалардан ташкил топган. Ҳужайра пўсти микроорганизмга шакл бериш билан бирга уни ноқулай шароит таъсиридан сақлаш вазифасини ҳам ўтайди.

Баъзи бактериялар оқсил кам, углеводи кўп шароитда қолганда шилимшиқ ишлаб чиқариб, шилимшиқ қин (капсула) га ўралади. Қин оқсил билан декстрин ёки глюкоза молекулаларидан ташкил топади. Сувда ҳаёт кечирувчи ипсимон бактериялар ажратиб чиқарган шилимшиқлари ёрдамида сув остидаги буюмларга ёпишиб ҳаёт кечиришга замин яратади. Шилимшиқ ҳисобига ҳосил қилинган қин ичида олтингугурт бактерияларида олтингугурт, темир бактерияларида темир гидратлари тўпланади.

Ҳужайрадан ҳужайра пўсти орқали муҳитга цитоплазматик ўсимталар чиқади. Бу ўсимталарга хивчинлар дейилади. Хивчинлар ҳужайрадаги блефоропласт (базал танача) билан узвий боғланган.

Ҳужайра пўсти устида ипсимон ингичка ва узунлиги 0,3—0,4 мм келадиган фимбрий ёки пили деб аталган ўсимталар цитоплазма мембраналарида жойлашади. Фимбрийлар муҳитдаги буюмларга ва бошқа ҳужайраларга ёпишиш вазифасини бажарибгина қолмай, балки ҳаётини давом эттириш мақсадида F—пили шаклдагиси жинсий орган ролини бажаришда иштирок этади. Чунки конъюгация вақтида F—пили ирсият ДНК

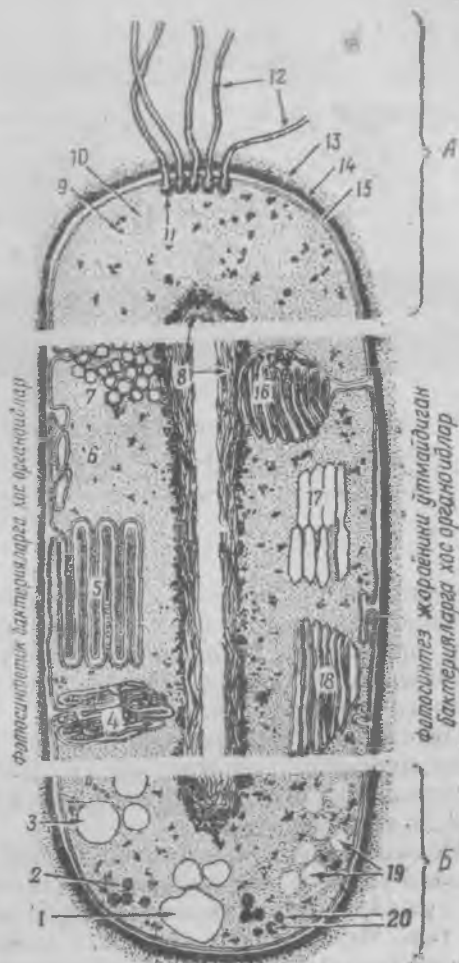
молекуласини донордан реципиент ҳужайрасига ўтишини таъминлайди.

Ҳужайра пусти, схемада кўрсатилганидек, мураккаб тузилган бўлиб, бу ерда моддаларни ичкарига ва ташқарига ўтишини таъминлайдиган каналча (найча) лар мураккаб моддаларни парчалайдиган ва ташқи муҳитга чиқариладиган экзоферментлар ва ички жараёнларни активлаштирадиган эндоферментлар урин олган. Ташқи муҳитга турли заҳарли моддалар ҳам ажратилади.

Ичак таёқчаси (*Escherichia coli*) ҳужайра пустининг схематик тузилиши 101-расмда келтирилган.

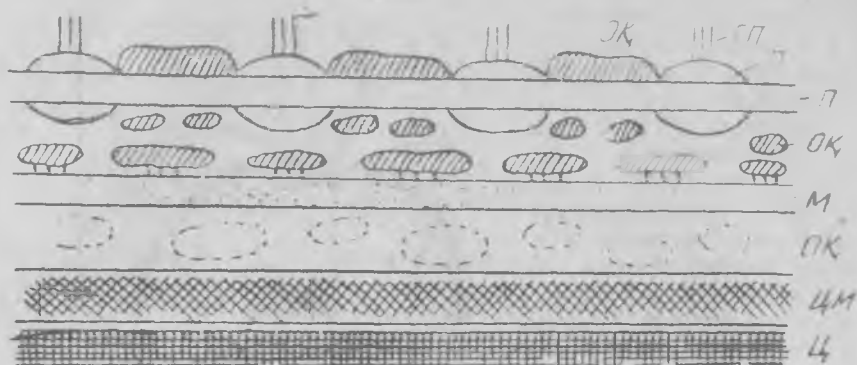
Расмдаги гликопептид деб аталган, яъни углевод ва оқсил бирикмаларидан ташкил топган мурейн қавати (каркас) деб аталади. Шу муреин қаватининг Кристан Грам (1884) усулида бўялиш ёки бўялмаслигига биноан бактериялар икки гуруҳга бўлинади. Грам усулида бўяладиганлари грам мусбат, бўялмайдиغانлари грам манфий деб аталади. Бу кўрсаткич бактерияларнинг турини аниқлашда амалда кенг қўлланилади.

Бактерияларнинг цитоплазматик мембранаси таркибида, бошқа юксак мавжудотлардаги плазмалемма қаватидаги каби, оқсил, ёғсимон липоид ва бошқа моддалардан ташкил топганлиги билан танишиб ўтилди. Цитоплазматик мембрана осмотик тўсиқ вазифасини бажариб, ҳужайрага моддаларнинг қабул



100-расм. Бактерия ҳужайрасининг ички тузилиши:

1 — поли- $\beta$ -окси мой кислота гранулалари; 2 — мой томчилари; 3 — олтингургут киритмалари; 4 — найсимон ва 5 — пластинкасимон тилакоидлар; 6 — пуфакчалар; 7 — хроматофорлар; 8 — нуклоид (мағиз); 9 — рибосомалар; 10 — цитоплазма; 11 — хивчинлар жойлашган базал тава; 12 — хивчинлар; 13 — ҳужайрани ўраб олган шилимшиқ капсула; 14 — ҳужайра пусти; 15 — цитоплазматик мембрана; 16 — мезосома; 17 — ҳаво бўшлиқлари; 18 — ламеллалар; 19 — полисахарид ва 20 — полифосфат гранулалари.



101-расм. Ичак бактерияси (*Escherichia coli*) хужайра ичтининг схемаси:

Оқ — оксил; ГП — турли бирикмалардан ташкил топган гетерополисахарид; Л — липидлар — ёғсимон моддалар; М — хужайра پوستига мустаҳкамлик берувчи ва турли хил моддаларни ўзида сақловчи муруви қалқони (карқаси)нинг белбони; ЦМ — цитоплазматик мембрана; Ц — цитоплазма.

қилинишини ва чиқариб турилишини таъминлайди. Мембрана таркибида махсус пермиаза деб аталган ферментлар бўлиб, улар органик ва анорганик моддаларнинг, электронларнинг хужайра ичига ҳамда хужайрадан ташқарига утказилишини тартибга солиб туради.

Цитоплазматик мембрана фаол ривожланганда хужайра ичида мураккаб тузилган мезосомалар ва шакли жиҳатдан соддароқ, пуфакчасимон везикулаларни ҳосил қилинишида иштирок этади.

Мезосомалар нуклеотидлар билан зич муносабатда бўлиши туфайли ДНК молекулаларини бўлинишида ва хромосомаларни қиз хужайраларга тақсимланишида қатнашади деган фикрлар ҳам бор. Мезосомалар ҳисобига хужайра ичида айрим бўлма (компортмент) лар ҳосил қилинса керак.

Фотосинтетик бактерия хужайрасида хромофорлар мавжуд бўлиб, уларнинг таркибида бактериохлорофилл, каротиноид ва электронлар ҳаракатини таъминловчи убининон ва цитохром ферментлари ва АТФ молекулаларини синтезланишида қатнашадиган система ҳам борлиги кузатилади.

Хромофорлар пуфакча, ламеллалар ва бошқа шаклларда учраб, улар тилакоид дейилиб, цитоплазма мембранаси билан тилакоидлар уртасидаги муносабат сақланади.

Бир хужайрадаги рибосомалар сони 10 000 дан ортиқ бўлиб, оксил бирикмалари бир неча рибосоманинг бирлашишидан ҳосил бўлган полисомаларда синтезланади.

Аэросома (газ вакуол) лар фақат прокариот мавжудотларга хос бўлиб, бактерия хужайра массасини камайтиришда хизмат қилади. Шу туфайли бактерияларнинг сув ичида осилган (муаллақ) ҳолда турилишини таъминлайди.



Карбоксисома деб аталган пуфакчалар ичидаги фермент фотова хемосинтез жараёнларида карбонат ангидриднинг ўзлаштирилишини активлаштирадиган ферментлар қаторига киради.

Ҳужайрада учрайдиган киритмалар таркибида фосфор сақлаган полифосфатлар, углевод сақлаган полисахаридлар, олтин-гугурт, мой томчилари ва бошқа бирикмалар ҳам тупланadi.

Заҳира озиқ ва энергетик моддалар сифатида валютин, яъни полифосфат, гликоген — полисахарид ва крахмалсимон гранулеза, ёғ кислоталари ва бошқа бирикмалар оқсил молекулаларидан ташкил топган мембрана билан ўралган ҳолда бўлади.

Цитоплазмада тарқалган ирсият белгиларини ўзида сақлаган ДНК молекулаларининг йиғиндиси нуклеотидлар деб аталади. Бактериялардаги ДНК молекуласи иккита бир-бирига спирал ҳолда ўралган ипсимон доирадан иборат. ДНК аденин — А, тимин — Т, гуанин — Г ва цитозин — Ц нуклеотидларидан ташкил топган бўлиб,

$\frac{A+T}{G+C}$  нисбати ҳар бир [бактерия ҳаётида доимий бўлганлигидан, бу

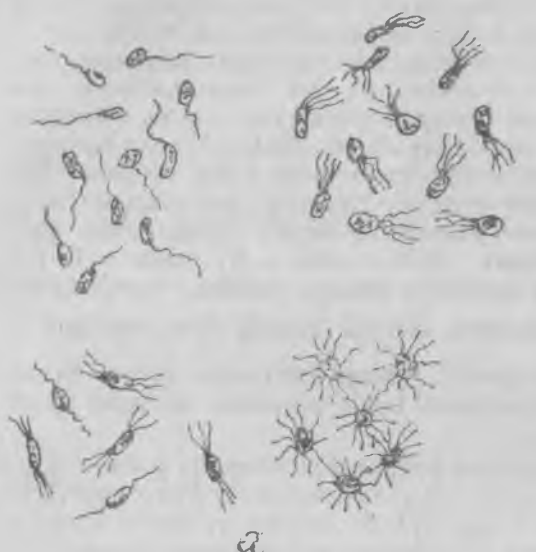
кўрсаткич микроорганизмларнинг турини аниқлашга ёрдам беради. ДНК молекуласи генетик ахборот (информация)ни сақловчи хромосома бўлиб ҳисобланади.

Хромасомалардан ташқари ирсият белгиларини ўзида сақлаган айрим жисм плазмидлар ҳам мавжуд. Улар ҳам ДНК молекулалари ҳисобига пайдо бўлиб, жинсий кўпайиш жараёнларини, дори-дармонларга чидамли хусусиятларини таъминлашда иштирок этади.

Цитоплазма майда донали, рангсиз, ярим суюқ модда. Унинг 80% и сув, 20% и органик ва аорганик моддаларга тўғри келади. Ёш ҳужайраларда цитоплазма бир хил табиатли бўлиб кўринади. Ҳужайра қариши билан цитоплазмада вакуоллар ҳосил бўлиб, ҳужайра ичи катаксимон шаклни эгаллайди. Цитоплазма мураккаб оқсил — липонд бирикмалардан иборат коллоид модда. Унинг сирт таранглик кучи жуда катта бўлганлигидан суюқ муҳитда ўзининг шарсимон шаклини йўқотмайди. Цитоплазма тирик ҳужайраларни зарур моддалар билан таъминлайди. Бактерия ҳужайрасининг ташқи муҳит таъсирига қарши туриши ва шу муҳит хусусиятини ўзгарта олиши ҳам цитоплазмага боғлиқ. Муҳитнинг хусусиятини ўзгартишда оқсил табиатли ферментларнинг роли катта. Тирик организм (бактерия) ларнинг цитоплазмаси доимо ўзгариб, янгиланиб туради. Цитоплазмадан ташқари ҳужайра ичида мағиз (ядро) ёки уни ташкил этган моддалар тарқалган.

Баъзи бактерияларда мағиз моддалари цитоплазмада диффузион тарқалган бўлса, иккинчи хил бактерияларда эса у эллипс ёки ипсимон хроматик доначалар шаклида кўринади. Учинчи тур бактерияларда хроматик доначалар ҳужайранинг маълум қисмидагина тулланиб, мағизга асос солади, яъни дифференцияланган мағиз борлиги кузатилади (А. А. Имшенецкий). Масалан, миксококкус (*Mycococcus*) ларда мағиз моддалари диффузион тарқалган, полиангум (*Polyangum*) вакиллари-

да дифференцияланган мағиз морфологик жиҳатдан турғун эмас, яъни ривожланиш босқичига кура ўзгариб туради. Дифференцияланган мағизни сорангиум (Sorangium) вакилларида кузатиш мумкин. Мағиз моддаси мураккаб нуклеопротеид комплексида, яъни махсус оқсил ва нуклеин кислоталардан ташкил топган.



а



б

102-расм. Хивчинланиш типлари:

А. а — монотрихи; б — лофотрихи; в — амфотрихи; г — перетрихи; Б. перитрихи хивчинланган бактериум протейуснинг электрон микроскопда (17 900 марта) катталаштириб кўрсатилгани.

### Бактерияларнинг ҳаракатланиши

Баъзи бактериялар актив ҳаракатланиш хусусиятига эга. Улар бир жойдан иккинчи жойга силжиб туради. Хужайра танасидан ўсиб чиққан цитоплазматик ипча — хивчин орқали ҳаракат қилади. Хивчиннинг узун ёки қисқа бўлиши бактерия турига боғлиқ бўлиб, одатда бактерия танаси узунлигидан 20 марта қисқа бўлади. Баъзи бир турларида, масалан, нитрозомонас яванензисда хивчин танага нисбатан 50 марта узундир.

Бактериянинг ҳаракатланиш тезлиги ҳам турига қараб ҳар хил бўлади. Бактерияларнинг купчилиги бир секундда ўз танаси узунлигига тенг бўлган масофани босиб ўтади, бошқа турлари, жумладан хроматиум окенин (*Chromatium Okenii*) секундига 46 мкм, Тиоспириллум янензе (*Thiospirillum jenense*) 87

мкм масофани босиб ўтса, Вибрио комма (*Vibrio comma*) нинг босиб ўтган масофаси 200 мкм ни ташкил этади.

Бактериялар туғри чизиқ бўйлаб ва думалаб ҳаракатланади. Уларнинг ҳаракати танаси устидаги хивчинларининг ўрнашишига боғлиқ. Хивчинларининг ўрнашишига қараб улар 4 типга бўлинади:

1. Танасининг бир қутбида биттагина хивчини бўлган бактериялар монотрих хивчинланган бактериялар дейилади.

2. Танасининг бир қутбида тармоқланган бир ёки бир неча хивчини бўлган бактериялар лофотрих хивчинланган бактериялар дейилади. Монотрих ва лофотрих хивчинланган бактериялар туғри чизиқ бўйлаб ҳаракатланади.

3. Хивчинлари икки қутбида жойлашганлари амфитрих хивчинланган бактериялар дейилади.

4. Бактерия ҳужайрасининг ҳамма томони хивчин билан ўраб олинган бўлса, перитрих хивчинланган бактериялар дейилади. Перитрих хивчинланган бактериялар думалаб ҳаракатланади (102- расм).

Айрим микроорганизмлар, жумладан, спирохета ва спирилларнинг ҳаракатланиш органи (хивчини) бўлмаганлиги сабабли, улар бир жойдан иккинчи жойга илонга ўхшаб силжиб, сирғалиб ҳаракатланади.

Бактерияларнинг ҳаракатланиш тезлиги температура, ҳаёт жараёнларида ҳосил бўлган бирикмалар ва муҳитдаги захарли моддаларга боғлиқ.

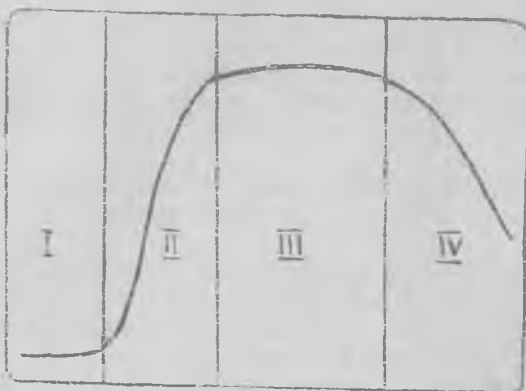
Хамиртуруш замбуруғлари бир жойдан иккинчи жойга силжимасдан, бир ернинг ўзида ҳаракатланиб туради.

### Бактерияларнинг кўпайиши

Бактериялар оддий бўлиниш йўли билан кўпаяди. Бўлиниш даврида ҳужайранинг ўртасида ҳалқасимон парда вужудга келади, ҳужайра бўлинишидан иккита янги ҳужайра ҳосил бўлади. Бактериялар систематикаси тузишда ҳужайранинг бўлиниш типини эътиборга олинади. Масалан, шарсимон бир сатҳда бўлинганда кокклар, диплококклар, стрептококклар ва стафилококклар юзага келади. Агар бўлувчи иккита парда бир-бирига перпендикуляр тушиб қолса, тетракокклар, агар учта парда ҳосил бўлиб, улар бир-бирига перпендикуляр келиб қолса, сарциналар ҳосил бўлади. Цилиндрсимон бактериялар кўндалангига бўлинса, спириллар узунасига бўлинади. Бактерия ҳужайраси тенг иккига бўлинса, изоморф бўлиниш, қиз ҳужайраларининг бири кичик, иккинчиси каттароқ бўлиб қолса, гетероморф бўлиниш деб аталади. Гетероморф бўлиниш ҳодисаси камдан-кам учрайди.

Гетероморф бўлинишда бўлувчи парда вегетатив ҳужайранинг учига яқин жойлашса, кокксимонлар ҳосил бўлади, кейинчалик улар узайиб она ҳужайра шаклини эгаллайди.

Бактерияларнинг кўпайиш тезлиги уларнинг яшаш шароитига боғлиқ. Оптимал температурада озиқ моддалар етарли миқ-



103-расм. Бактерияларнинг кўпайиши.

I — мослашиш (лаг); II — зудлик билан кўпайиш (лог); III — турғунлик (стацонар); IV — қариш (улиш) давлари.

дорда бўлганда ҳар 20—30 минутда ҳужайра бўлиниб туради. Кўрсатилган шу тезликда бактериялар кўпаядиган бўлса, 5 кечакундуз ичида битта ҳужайрадан ҳосил бўлган бактериялар колонияси денгиз ва океанни тўлдириб қўйиш қудратига эга. 1—2 мкм катталиқдаги бактерия ҳужайрасининг кўпайиши натижасида қўйидаги рақамларни куриш мумкин: битта бактериядан 15 соатдан сўнг 1 068 616 704 дона, 20 соат ўтгач массаси 1,5 гга тенглашади. 30 соатдан кейин бактериянинг массаси 1,645 кг, 40 соатдан кейин 173 546 т га бориб қолади (Г. Л. Селибер, 1953). Аммо шароитнинг ўзгариб туриши, микроорганизмлар ўртасида бўладиган ўзаро муносабат ва бошқа ноқулай омиллар таъсирида уларнинг кўпчилиги нобуд бўлади. Шунинг учун тез кўпайиш ҳодисалари табиатда кузатилмайди.

Бактерияларнинг кўпайиш фазалари тубандаги эгри чизиқ (103-расм) да келтирилган. I лаг фазасида кўпайиш жараёни кузатилмайди. Бу фазада бактериялар шу янги муҳит шароитига мослашади. II лаг фазасида ҳужайраларнинг бўлиниши фаоллашиб, кўпайиш жараёни чўққисига етади. III стационар фазада кўпайиш жадаллиги секинлашади, ҳосил бўлган янги ҳужайралар сони билан нобуд бўлган ҳужайралар сони деярли бир-бирига тенглашади. IV охириги фазада ҳосил бўлган янги ҳужайраларга нисбатан нобуд бўлган бактериялар сони кундан-кунга кўпайиб, уларнинг кўпайиш жараёни тўхтайтиди.

Баъзи олимлар бактерияларнинг жинсий йўл билан кўпайишини исбот қилдилар. Бунда иккита етилган ҳужайра бир-бирига яқинлашиб қўшилади. Бу жараён конъюгация ёки конъюкция деб аталади. Ҳужайралар ичида ҳосил бўлган конидиялардан бўшаб чиққан бактериянинг янги ҳужайралари етилади.

### Бактерияларнинг ривожланиш цикллари

Бактериялар ривожланиш даврида бир нечта босқични ўтади. Шу босқичларнинг йиғиндиси ривожланиш цикли деб аталади. Мисол тариқасида пичан бацилла (*Bacillus subtilis*) сининг ривожланиш цикли устида тўхтаб ўтамиз.

Пичан бацилласининг ёш ҳужайралари перитрихиал хивчин-

ланган ва фаол ҳаракатчан бўлади. Ривожланиш циклининг дастлабки даврларида ҳужайра хивчинларини тукиб, ҳаракатдан тўхтайти ва тезда булина бошлайди. Ҳосил бўлган ҳужайралар бир-бирига тутшиб, узун занжир шаклини эгаллайди. Етилган ҳужайралар қайтадан хивчин пайдо қилиб, бир неча вақт ҳаракат қилгандан кейин, кўпайиш жараёни яна давом эттирилади. Бу босқич бир неча марта такрорланади. Шу давр давомида ҳужайралардан ажратилган шилимшиқ ҳисобига муҳит устида зооглея деб аталган шилимшиқ парда ичида бацилларар ғуж бўлиб тўпланади. Ривожланишнинг навбатдаги босқичида ҳужайрадаги цитоплазма қуоқлашиб спора пайдо қилади. Спора ҳосил қилган вегетатив ҳужайра ҳаракат қилмай, бир жойда тўхтаб қолади. Вегетатив ҳужайра пусти шилимшиқланиб эрийди ва спора ташқи муҳитга чиқади. Қулай шароит яратилса, спорадан янги ҳаракатчан пичан бацилласи униб чиқади. У юқорида кўрсатилган ривожланиш босқичларини қайтадан такрорлайди ва спора ҳосил қилиб, ривожланиш даврини тугатади.

Ипсимон бактериялар сув остидаги буюмларга ёпишиб ҳаёт кечирилади. У шилимшиқ қин ичида жойлашган бўлиб, вояга етган ҳужайранинг бир учидан хивчинлар тўплами пайдо бўлади. Улар бир қанча вақтгача ҳаракатланиб юргандан кейин сув ости буюмларига ёпишиб олгач, хивчинларини йўқотади. Хивчинсиз ҳужайра тезда кўпайиб, шилимшиқ қинга ўралади. Унда ҳужайралар вояга етиб, хивчинлар пайдо қилиб, мустақил ҳаракатлана бошлайди, яъни янги ҳужайрада ривожланишнинг биринчи босқичи бошланади.

2. А к т и н о м и ц е т л а р — нурли замбуруғлар бўлиб, табиатда кенг тарқалган организмлар. Тупроқдаги микроорганизмларнинг 20—30% и актиноциметларга тўғри келади (М. Ф. Федоров, 1963).

Актиномицетлар бир ҳужайрали, шохланувчи мицеллийлардан ташкил толган таёқчасимон шаклдадир. Мицеллийларнинг бир гуруҳи муҳит (субстрат) га жойлашган, иккинчи хили ҳавога кўтарилган ҳолатда бўлади. Ҳавога кўтарилган гифалар учидан кўпайиш учун хизмат қиладиган конидиялар урин олган (104-расм). Келажакда конидиялардаги споралардан янги актиномицетлар тикланади.

Мицеллийларнинг ташкил топиши ва спора ёрдамида кўпа-



104-расм. Актиномицетлар:

1 — мицеллийларнинг тузилиши; 2 — споралар орқали споралар пайдо бўлиши.

йишига кўра актиномицетлар замбуруғларни эслатади. Хужайра пусти ва цитоплазмасининг химиявий таркиби ва ҳақиқий мағиз (ядро) нинг бўлмаслиги билан улар таёқчасимон бактерияларга яқин туради.

Муҳитда тўпланган актиномицетларнинг ранг-баранг (қизил, яшил, кўнгир, қора ва пушти рангда) бўлиши, ишлаб чиқарилган пигментларга боғлиқдир. Актиномицетлар, деярли ҳаммаси ўзидан антибиотик ишлаб чиқаради. Жумладан, стрептомицин, тетраамицин, неомицин ва бошқалар тиббиётда дори-дармон тайёрлашда ишлатилади. Фитобактериомицин, трихотецин эса ўсимликларнинг ўсишини жадаллаштиришда ва касалликлар билан курашишда, шунингдек биовит-40, ауоркорм-2, ауофак-2А ва витаминли каби моддалар ёш молларнинг ўсишини жадаллаштирганлигидан чорвачиликда қўлланилади.

Актиномицетларнинг ҳаёт фаолиятида оқсил, целлюлоза каби мураккаб органик моддаларнинг бир қисми содда бирикмаларга парчаланса ёки минераллашса, қолган қисми ҳисобига чириydi, яъни  $гумус$  — юқори молекулали мураккаб моддалар ҳам яратилади. Тупроқдаги органик моддаларнинг 90% и гумусга туғри келади. Гумус таркибида 3—5% азот ва 0,2—1,45% фосфор элементлари учрайди. Гумус турғун бўлишига қарамай, у ҳам аста-секин минераллашиши туфайли ўсимликларни зарур элементлар билан таъминлашда иштирок этади.

3. **Микобактериялар** гуруҳига кирган микроорганизмлар танаси қисқа ва баъзан тармоқланган шаклдаги мицеллийлардан иборат. Уларнинг аксарияти спора ҳосил қилмайди. Айримлари ноқулай шароитга бардош бера олмайдиган спора ҳосил қилиш хусусиятига эга. Кўпайиш вақтида микобактерия хужайраси катакчаларга бўлиниб, коккилар шаклида тарқалади. Баъзи бирлари куртакланиб кўпаяди.

Субстратдаги колониялари хамирдек майин бўлади. Улар сапрофит микроорганизмлар қаторига киритилиб, тупроқдаги органик моддаларни парчалашда иштирок этади. Микобактериялар 5—10% ли кислота, спирт ва ишқорли шароитда ҳам ўз ҳаёт фаолиятини сақлаб қолади.

Бу организмлардан Микобактериум туберкулеза (*Mycobacterium tuberculosis*) сил касалини, баъзилари мохов касалини қўзғатади.

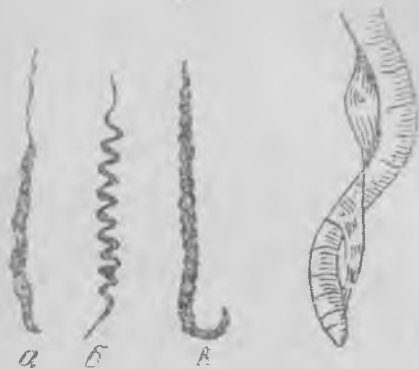
Юқорида айтилганлардан ташқари, проактиномицет авлодига кирган микроблар типик актиномицетлардан анча фарқ қилади. Ривожланишнинг дастлабки даврларида проактиномицетлар мицеллийсининг ҳамма қисмида ёки айримларида кўндаланг пардалар ҳосил бўлиб, улар таёқчасимон қисмларга бўлинади. Сўнгра бу таёқчасимон бўлаклардан ўз навбатида коккисимон споралар ҳосил бўлади.

4. **Риккетсиялар** жуда майда таёқча бўлиб, ип ва шарсимон шаклларда учрайди, бактериал филтр орқали ўта олмаслиги ва микробиологияда ишлатиладиган бўёқлар билан бўялишига кўра бактерияларга яқин туради. Бироқ, фақат тирик

организмларда яшаб кўпайганлиги билан вирусларни эслатади. Буларни биринчи бўлиб 1909 йилда америкалик олим Г. Т. Риккетсия кузатган. 1913 йилда чех олими С. Провачек риккетсиялар устида кўп илмий ишлар олиб борган. Шу билан бирга Г. Т. Риккетсия ва С. Провачек микроблар таъсирини ўз организмларида текшириш ишларини олиб борганликларидан улар тепкили терлама касалига йўлиқиб ҳалок бўлганлар. Бразилия олими Х. Роха Лима тавсиясига кўра бу микроорганизмлар Риккетсий-Провачек деб юритилади.

Риккетсийлар бурга, бит ва кана таналарида яшаб, тепкили терлама, Қу-безгак ва бошқа юқумли касалликларни кўзғайдилар.

5. Спирохеталар бурама (штопор) шаклидаги узун (500 мкм) ва ингичка (0,3—1,5 мкм) ипсимон мавжудотлардир. Асосий танаси (скелети) эластик ипдан иборат. Ҳужайраси пўтсиз, цитоплазмаси шу спирал скелетга тасмасимон уралган. Ирсият белгилари цитоплазмада бир текис тарқалган. Сапрофит спирохеталар сув ҳавзаларида, ботқоқликларда, инсон ва ҳайвон нчакларида учрайди. Баъзи турлари сўзак, сариқ ва бошқа касалликларни кўзғайди. Тиш кирида тиш спирохетаси учрайди (105-расм).



105-расм. Спирохеталарнинг тузилиши:

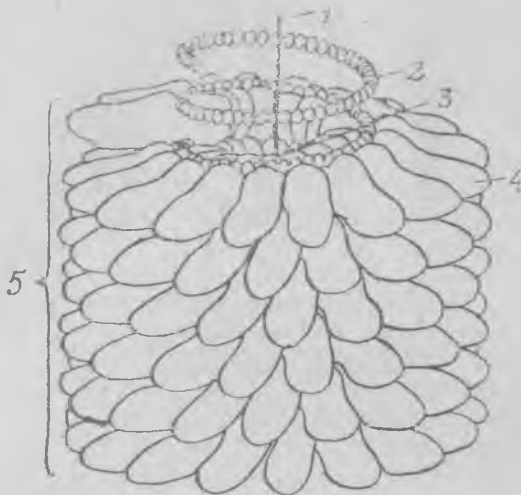
а — бореллия (қайталанадиган тиф); б — сўзак (тропанема) ва в — сариқ қасаллиги (лептоспора) ни кўзғовчилар.



106-расм. Грипп вирусининг схематик тузилиши:

1 — рибонуклеопротени; 2 — мембранасимон қават; 3 — ёғсимон липидлар; 4 — геммаглютинин; 5 — энзим — ферментлар.

6. Вируслар — гоят майда организмлар бўлиб, уларнинг ҳажми нм (нонометр) билан ўлчанади. Масалан, полиомиелит касалини қўзғовчи вируснинг ҳажми 10—25 нм, гриппники 100—120 нм, чечак ва трахома (кўз касали) вирусларининг катталиги эса 200 нм га етиб қолади (106-расм).



107-расм. Тамаки ўсимлиги баргида мозаика касаллигини қўзғовчи (ВРМ) Т-2 вирусининг схемаси (Френкель-Конрат, 1972):

1 — спирал ўқи; 2 — РНК молекуласи; 3 — най; 4 — капсидни ташкил этган айрим бўлақчалар — комсомерлар; 5 — капсиднинг умумий кўриниши.

Табиатда вируслар борлигини рус олими Д. И. Ивановский аниқлаб, вирусология фанига асос солган.

Вируслар махсус бактериал, яъни жуда майда тирқишли филтрлар орқали ҳам осонлик билан утиб кетади. Шунинг ҳисобга олиб, уларни филтрланувчи организмлар деб юритилади. Уларнинг таначалари таёқча, куб, шар ва ипсимон шаклларда бўлади. Улар риккетсиялардек фақат тирик организмларда яшаб, ривожланади. Уларнинг

300 га яқин тури инсон ва ҳайвонларда, 200 га яқин тури ўсимликларда ривожланиб, турли касалликларни қўзғайди.

Вирус бўлақчаси вибрион дейилиб, унинг таркибида махсус оқсил ва ДНК ёки РНК молекулалари ўрин олган. Жумладан, чечак, герпес ва аденовирус ДНК, грипп, қутуриш, қизамиқ вирусларида РНК молекулалари мавжуд.

ВТМ вирусининг нуклеин кислоталари 107-расмда кўрсатилганидек, махсус оқсил молекулаларидан ташкил топган қобиқ билан ўралган. Оқсил қобиғи капсид деб аталади. Капсиднинг ўзи айрим капсомерлар деб аталган қисмлардан иборат. Капсомер бир ёки бир неча юз оқсил молекулаларидан ташкил топган. Жумладан, тамаки баргида доғланиш (мозаика) касалини қўзғовчи вирус (ВТМ) нинг капсид қавати 2250 та капсомерлардан ташкил топган бўлиб, ҳар қайси капсомернинг ўзи 158 та аминокислотадан таркиб топган. Бу вирус кристалл шаклидаги оқсилдан ташкил топганлиги аниқланган.

7. Бактериофаглар ҳам вируслар каби жуда кичик мавжудот бўлиб, ҳажми нонометр билан ўлчанади. Улар юқори (65 °С) ва паст (—185 °С) температурага, ёруғлик нурига, юқори босим (6 000 атм.) га, захарли модда (сулема, фенол) ларга



чидамли. Бактериофаглар ўзига хос хусусиятга эга бўлиб, ҳар қайсиси муайян бактерия танасида ҳаёт кечириб, ривожланади ва уларни эритиб (лизис), ҳалок бўлишга олиб келади. Шакл жиҳатдан бактериофаглар сперматозоидларга ўхшайди (108-расм). Бактериофагнинг бош қисмида ДНК молекуласи ўрин олган.

Бактериофаглар ўз танаси асосида жойлашган ўсимталар билан бактерияга ёпишиб, бош қисмида жойлашган ДНК молекуласини бактерияга ўтказишади. Шу бактерияга ўтказилган ДНК молекулалари синтезланиб, бактерия ҳужайраси ичидagi маҳсулот ҳисобига ёш бактериофаглар таналари тикланади. Кейинчалик бактерия пўстини ёрилишга олиб келади, натижада ёш бактериофаглар ташқарига чиқиб, янги бактерияларга ёпишиб ривожлана бошлайди.

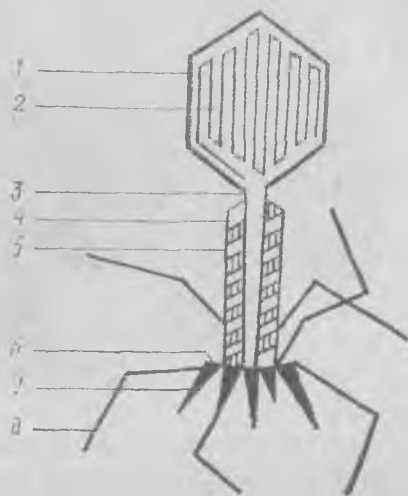
#### 8. Миксомицетлар

(Mycetozoa) шилимшиқлар. Булар чириётган барг, дарахт пояларида учрайди. Ҳужайралари кўп магизли бўлиб, ёлғон оёқ (псевдоподобий) лари ёрдамида ҳаракатланади. Ривожланиш цикли мураккаб бўлиб, спора орқали ёки оддий бўлиниш йўли билан кўпаяди. Нам муҳитга тушиб қолса, таналари бўкиб ёрилади, ичидан чиққан цитоплазмаси амёба шаклидаги ҳужайраларга бўлинади. Қулай шароитда спорадан бир ёки бир неча зооспора ўсиб чиқади (109-расм.). Зооспоралар бўлиниб кўпаяди. Сўнгра хивчинларини ташлаб, амёба шаклига киради.

Миксомицетлардан альпидиум брассика (*Plasmodiophora brassicae*) қарамда «қора оёқ» ва картошка туғунагида ўсма касалини кўзгайди.

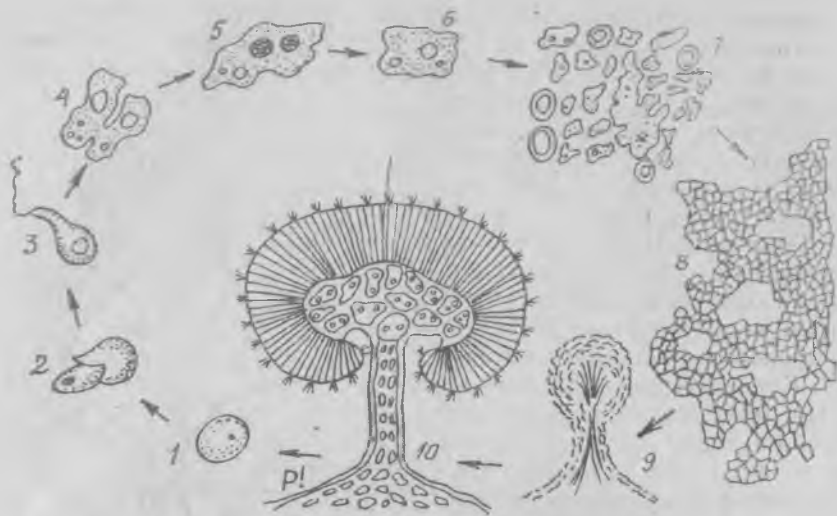
9. Замбуруғлар (Fungi). Тўқимасида хлорофилл моддасини сакламайдиган тубан ўсимликлардир. Уларда магиз дифференциалланган бўлиб, спора ёрдамида кўпаяди. Замбуруғлар морфологияси хилма-хил бўлиши билан бир-биридан фарқ қилади.

Замбуруғлар орасида сапрофит, паразит ва факультатив паразитлар мавжуд бўлиб, улар ўсимлик, инсон ва ҳайвонларда турли касалликларни кўзгайди. Замбуруғлар бир неча синфга бўлинади.



108-расм. Бактериофагнинг схематик тузилиши:

1 — бактериофагнинг бош қисми; 2 — нуклеин кислота; 3 — дум пўсти; 4 — нуклеин кислотани ҳаракатлантирувчи най; 5 — найни ўраб олган пўстлок; 6 — найнинг базал пластинкаси; 7 — тиқсимон ўсимталар; 8 — илсимон ўсимталар.



109- расм. Миксомицет шилимишиқларининг ривожланиш даврлари:

1 — циста ҳолатида; 2 — цистадан ўсиб чиқаётган зооспоранинг хивчинга айланиши; 4, 5 — хивчинини йўқотиб миксоамёбаларнинг жуфтлашиши; 6 — мицеллари қушилган диплоид зигота ҳосил бўлиши; 7, 8 — диплоид миксоамёбалар (зиготалар) қўшилишидан плазмодий ҳосил бўлиши; 9, 10 — миксомицетес мева таъясининг тикланиши.

Фикомицетлар (*Phycomycetes*) бир ҳужайрали бўлиб, ҳужайраси пардалар билан бўлинмаган. Замбуруғларнинг гифалари тармоқланган ингичка ипга ўхшаб, жингалак шаклда тўпланиб, мицеллийни ташкил этади. Улар узун ёки қисқа бўлиб, спора ҳосил қилади. Бундай гифлар спорангиялар дейилади. Спорангиялар учда шарсимон шаклдаги эндоспоралар билан тўлган споралар бор.

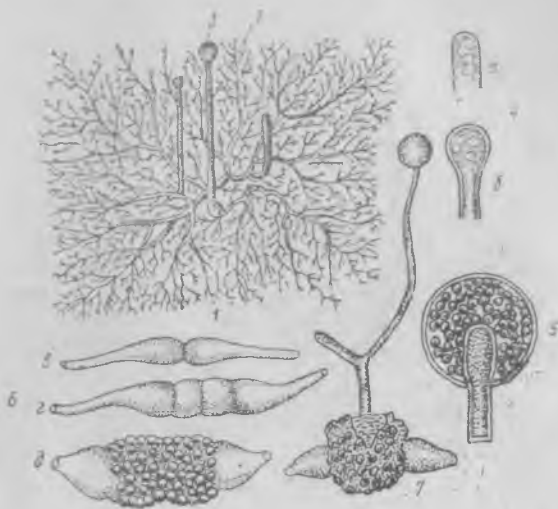
Фикомицет замбуруғларининг баъзилари одамда ўпка ва ўрта қулоқ касалликларини қўзғайди. Фикомицетлар табиатда нон, сабзавот, гўнг ва бошқа нам ерларда учрайди. Вакили моғор замбуруғи (110- расм.).

Аскомицетлар (*Ascomycetes*) халтали замбуруғлар бўлиб, мицеллийлари кўп ҳужайрали. Жинсий кўпайганда махсус халтача (аско) лардаги аскопоралар орқали, жинсиз кўпайганда эса конидиялар ёрдамида кўпаяди. Аскомицетлардан аспергил (*Aspergillus*) мицеллийси пардалар билан бўлинган. Ўзида конидия сақловчи гифлар бир ҳужайрадан ташкил топган. Бир-бирига уланган конидиялар сув томчиларига ўхшаб тарқалган нурқуринишида гиф устида жойлашган (111- расм).

Пеницилл (*Penicillium*) замбуруғининг гифи асосий қисм ва бир неча бўғимдан иборат. Улар тармоқланиб кетишидан гиф (конидия сақловчи) нинг умумий кўриниши дастага ўхшайди. Даста учларида шарсимон, бир-бирига уланган конидиялар бор. Конидиялар яшил тусда бўлганлигидан улар яшил моғор деб юритилади.

110-расм. Фикомицетлар,  
могор (Phycomycetes) нинг  
тузилиши:

1 — мукорнинг мицеллиси;  
2 — спораггия банди; 3 — спо-  
рангияси; 4 — спораггиянинг  
ривожланиши (а, б); 5 — етил-  
ган спораггия; 6 — жинсий  
кўпайиши (е, з, д), зиготалар-  
нинг қўшилиши ва ривожла-  
ниши; 7 — етилган зигота ва  
унинг ўсиб чиқиши.

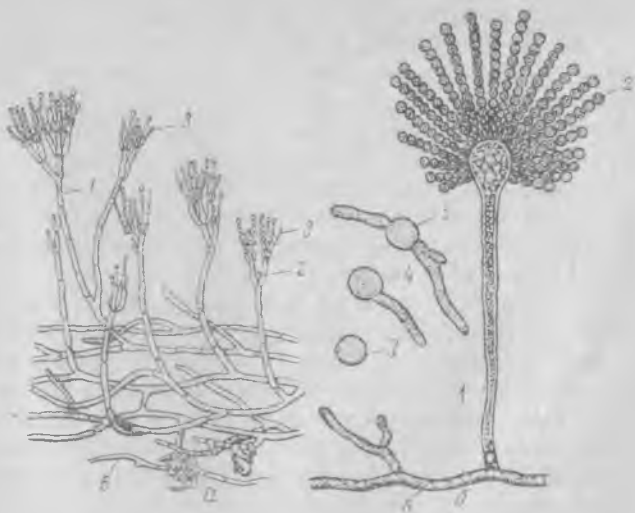


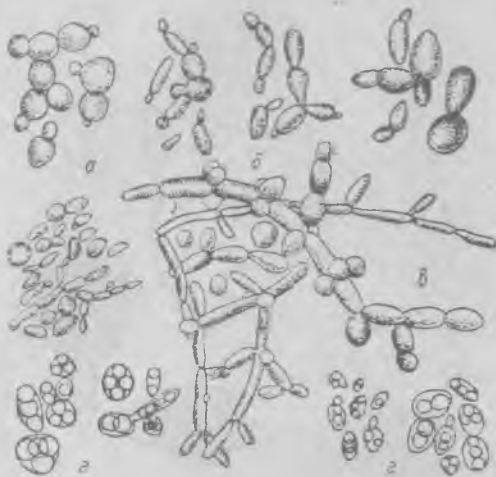
Махсус пишлоқ тайёрлашда (*P. roqueforti*, *P. camberti*) пени-  
цилл замбуруғлари ишлатилади.

Аскомицетларга мансуб бўлган (*Saccharomycetes*) сахаро-  
мицетеслар йирик хужайрали турушлар, овал, шар ва таёқчаси-  
мон шаклларда учрайди. Туруш хужайраларида цитоплазма май-  
да донали ёки тиниқ. Унда вакуола, дифференциалланган мағиз,

111-расм. Аскоми-  
цетлар:

а. пеницилл; 1—кони-  
дия банди; 2—стериг-  
ма; 3—конидиялар; б.  
аспергилл; 2—кони-  
диялар; 3—конидия-  
нинг алоҳида кўрини-  
ши; 4 ва 5 конидия-  
нинг ўсиши; 6—мицел-  
лий гифлари.





112- расм. Турушлар:

а) нонвойчиликда ишлатиладиган туруш (*Saccharomyces cerevisiae*); б) вино туруши; в) куртакла-  
ниш жараёнида ҳосил бўлган колониялар; г) ту-  
рушларда споралар ҳосил бўлиши.

гликоген, волютин, ёғ том-  
чилари ва ипсиммон хон-  
дриосомалар мавжуд. Ту-  
рушлар асосан куртакла-  
ниб ва спора ҳосил қи-  
либ кўпаяди. Турушлар  
пиво, вино, қимиз тайёр-  
лашда, нон заводларида  
кенг қўлланилади (112-  
расм.).

Аскомицетлардан баъ-  
зи бирлари ғалла ўсим-  
ликларига катта зиён кел-  
тиради.

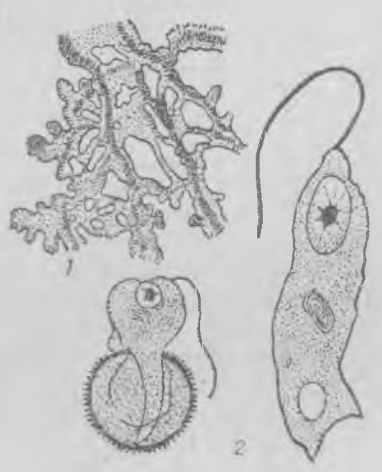
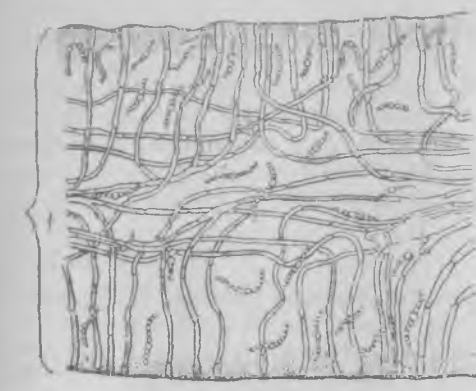
Базидиомицетлар (*Basidiomycetes*) кўп ҳужай-  
рали мицеллийлардан  
ташқил топган бўлиб, ба-  
зидиоспоралар ёрдамида  
жинсий йўл билан кўпая-  
ди. Кўпчилиги тупроқдаги  
чириган органик модда-  
лар ҳисобига, баъзилари

ўсимликларда паразитлик қилиб ҳаёт кечиради. Буларга одам-  
лар истеъмол қиладиган қўзиқоринлар ҳам киради.

Мукаммаллашмаган замбуруғлар (*Fungi imperfecti*) фақат  
конидиялар ҳосил қилиб жинсиз кўпаяди. Бу замбуруғларнинг  
кўпчилиги одамлар, ҳайвонлар ва ўсимликлар орасида ҳар хил  
касалликларни тарқатади. Масалан, ғузада вилт касаллигини  
виртициллиум замбуруғлари тарқатади.

10. Лишайниклар (*Zichenes*) яшил ёки кўк-яшил сувўт-  
лари, аско ва базидиомицет замбуруғлари ўртасида симбиоз  
ҳаёт кечирувчи организмлардир. Лишайникларда азот ўзлашти-  
рувчи азотобактерлар ҳам учрайди. Лишайниклар тошларда,  
дарахт таналарида ва қарағайзор ўрмонларда ҳамда тундрада  
кўп учрайди. Улар соредий деб аталган бўлакчалар ёрдамида  
кўпаяди. Соредий сувўти, бактерия ва замбуруғ гифаларидан  
ташқил топган, чанг шаклида бўлиб, шамол ёрдамида тарқала-  
ди (113- расм).

11. Содда ҳайвонлар (*Protozoa*) бир ҳужайрали орга-  
низмлар бўлиб, тупроқда турли-туман биохимиявий жараёнлар-  
нинг ўтишида қатнашади (114- расм). Ҳайвон ичакларида турли  
касаллик туғдирувчилар кўп. Протозоалар зич цитоплазмали  
бир ёки бир неча мағизли ҳужайралардан иборат. Баъзи-  
лари тиним босқичида цистага ўралган бўлади. Циста кальций,  
стронций ва силиций тузларидан ташқил топган қалин пўстга  
ўралган.



114-расм. Содда ҳайвонлар:  
 1 — сохта оёқлилар — амёбалар;  
 2 — хивчинлилар; 3 — киприклилар.

113-расм. Лишайникларнинг тузилиши:

1 — гомемер ва 2 — гетеромер лишайниклар; а — гетеромер лишайникнинг устки ва пастки қобиқчалари; б — сувўтлар жойлашган қатлам; в — замбуруғ гифалари; 3 — лишайникларнинг айрим кўпайиш булақчалари — соридиянинг тузилиши; а — спорра; б — сувўти; в — замбуруғ гифалари.

## Микроорганизмларнинг химиявий таркиби ва озиқланиши

Махсус озиқланиш органи бўлмаганлиги сабабли микроорганизмлар эритма ҳолидаги озиқ моддаларни диффузия ва адсорбция ҳодисасига биноан қабул қилади. Ҳар қайси микроорганизм ҳаёт фаолияти учун зарур бўлган элементлар миқдори ҳар хил. Бу қуйидаги жадвалда кўрсатилган.

70- жадвал

Микроорганизм ҳужайраси таркибидаги элементлар миқдори, % ҳисобида

Элементлар	Бактерияларда	Турушларда	Моғор замбуруғларда
C (углерод)	50,4	49,8	47,9
N (азот)	12,3	12,4	5,24
H (водород)	6,78	6,7	6,7
K (калий)	2,41	2,34	2,81
P (фосфор)	4,95	3,54	4,85
S (олтингугурт)	0,29	0,04	0,11
Na (натрий)	0,07	—	1,12
Mg (магний)	0,82	0,42	0,38
Ca (кальций)	0,89	0,38	0,19
Fe (темир)	0,08	0,035	0,16
Si (кремний)	0,03	0,09	0,04

Булардан ташқари, микроорганизмлар ҳужайрасида жуда оз миқдорда бор, марганец, мис, бром, йод, молибден ва бошқа микроэлементлар учрайди.

Қабул қилинган элементлар ҳисобига ҳар бир микроорганизм ўзига хос — махсус оқсил углевод, ёғ ва бошқа турли органик моддаларни синтез қилиш қобилиятига эга.

Микроорганизмлар синтез қилган органик бирикмаларнинг нисбати уларнинг турига кўра ҳар хил. Баъзи микроорганизмларда оқсил моддаси устунлик қилса, бошқаларда ёғ ёки углеводлар кўп тулланади. Буни қуйидаги жадвал маълумотларидан кўриш мумкин.

71- жадвал

Микроорганизмлар	Оқсил	Углевод	Ёғ	Қул
	% ҳисобида			
Чиритувчи бактерия	80	4	5—7	10
Сид таёқчаси	56	—	40—50	2—4
Туруш	40—60	25	4	7—10
Моғор замбуруғи	20—40	20	8—40	7
Қўзиқорин	25—30	25—60	5	5—10

Органик моддалар таркибида углевод ва азот миқдори бошқа элементларга нисбатан кўп. Бу элементларни баъзи микроорганизмлар аноганик, бошқалари эса органик моддалар тарки-

бидан ўзлаштириб олади. Микроорганизмларнинг систематика-сини тузишда уларнинг углерод, кислород ва азот манбаига булган муносабати ҳисобга олинади.

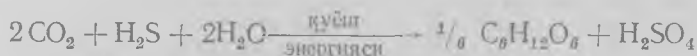
### Углероднинг ўзлаштирилиши

Углеродни ўзлаштириш жиҳатидан микроорганизмлар икки катта гуруҳга булинади.

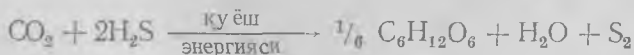
1. Прототроф ёки автотрофлар. Бу гуруҳга кирган микроорганизмлар  $\text{CO}_2$  таркибидаги углеродни ўзлаштириш қобилиятига эга. Бунда ёруғлик ёки химиявий реакциялар вақтида ажралиб чиққан энергия сарфланади. Қуёш энергияси ҳисобига углеродни ўзлаштирган микроорганизмлар фотосинтетик, химиявий реакция вақтида ажралган энергия ҳисобига углеродни ўзлаштирган микроорганизмлар хемосинтетик организмлар деб аталади.

Фотосинтез жараёни яшил ва пурпур (қизил ва тўқ қизил) пигментли олтингургурт бактерияларида содир бўлади. Пурпур бактерияларида бактериопурпурин пигменти бўлиб, химиявий таркиби жиҳатидан каротиноидларга (ликопин гуруҳига) яқин туради. Бундан ташқари, уларда бактериохлорин деган пигмент ҳам мавжуд. Бактериохлорин ҳавода оксидланиб, хлорофиллга яқин турган моддага айланади.

Пурпур бактерияларда фотосинтез жараёни қуйидаги формула асосида водород сульфид сульфат кислотагача оксидланади:



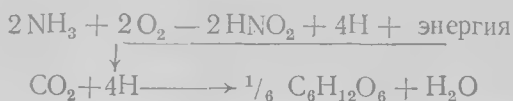
Яшил гургурт бактериялари хлорофилл типидagi бактериовидин пигменти ёрдамида углеродни қуйидаги формула асосида ўзлаштиради:



Водород сульфид ( $\text{H}_2\text{S}$ ) олтингургуртгача оксидланади.

Юксак ўсимликларда оксид шаклидаги карбонат ангидрид сув молекуласидаги водород иштирокида қайтарилади. Яшил ва пурпур бактерияларда эса  $\text{CO}_2$  гази водород сульфид ( $\text{H}_2\text{S}$ ) таркибидаги водород ҳисобига органик бирикмаларгача қайтарилади. Бактериал фотосинтез жараёнида кислород ажралиб чиқмайди. Шунинг учун бактериал фотосинтез фоторедукция деб аталади.

Пигментсиз бактериялар карбонат ангидридни химиявий реакциялар вақтида ажралиб чиққан энергия ҳисобига ўзлаштириши хемосинтез деб айтилади. Бу ҳодиса рангсиз олтингургурт, темир ва нитрификация жараёнини қўзғовчи бактерияларда содир бўлиб, уни рус олими Виноградский (1888) аниқлаган. Нитрификаторларда хемосинтез жараёни қуйидаги реакция асосида ўтади:

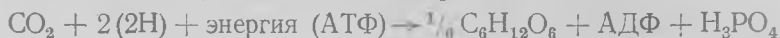


Бошқа хемоавтотроф бактерияларда ҳам хемосинтез жараёни шу йўсинда боради. Лекин олтингургурт бактерияларида водород сульфид ( $\text{H}_2\text{S}$ ) сульфат кислотагача ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), темир бактерияларида темирнинг икки валентли тузлари ( $\text{FeSO}_4$ ) темир уч валентли тузларига  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  оксидланишидан ҳосил бўлган энергия ҳисобига карбонат ангидрид қайтарилиб, органик бирикмалар ҳосил бўлади.

Оксидланиш реакцияларида ҳосил бўлган энергия АТФ молекулаларининг барпо қилинишида сарфланади, яъни ҳужайрада потенциал энергия ҳосил бўлади, деган фикрлар бор. Реакция қуйидагича боради:



Синтез қилинган АТФ молекуласидан фосфор кислота қолдиги ажралади. Шу энергия ҳисобига карбонат ангидрид қуйидаги формула асосида углеводгача қайтарилади:



2. Гетеротроф ёки метатрофлар. Бу гуруҳга жуда кўп турдаги микроорганизмлар кириб, улар органик бирикмалар таркибидаги углеродни ўзлаштиради. Гетеротроф организмлар ичида сапрофит ва паразит ҳаёт кечирувчи формалари ҳам учрайди.

Сапрофитлар муҳитдаги ўлик органик моддалар таркибидаги углеродни ўзлаштиради, паразитлар тирик организмдаги органик моддалар таркибидаги углерод ҳисобига озиқланади.

Ўсимлик тўқима (ҳужайра) сига ўтиб, уни нобуд қилади, сўнгра тўқима таркибидаги моддалар ҳисобига яшайдиган микроорганизмларга декструктив, тирик тўқима (ҳужайра) даги моддалар ҳисобига яшайдиган микроорганизмлар ба л а н с л а н г а н п а р а з и т л а р деб аталади. Балансланган паразитларнинг баъзилари ўсимлик нобуд бўлиши билан ҳалок бўлади (қорақуя ва занг замбуруғлари), бошқа турлари тирик ёки ўлик ўсимлик қолдиқларида ҳаёт кечирадиганлари ф а к у л ь т а т и в п а р а з и т л а р деб аталади.

Ҳар қайси микроорганизм маълум органик моддалардаги углеродни ўзлаштириб олишга мослашган. Уларнинг баъзилари тўла қайтарилган (парафин ёки алкан) ва қўш боғсиз бирикмалар таркибидаги углеродни ўзлаштиради. Кўпчилик микроорганизмлар оксидланган углеводлар, кетонлар, альдегидлар, органик кислоталар ва қўш боғли бирикмалар таркибидаги углеродни осонлик билан ўзлаштиради.

Гетеротроф организмлар ҳам карбонат ангидрид таркибидаги углеродни ўзлаштириш қобилиятига эга. Бу ҳодисани рус олими А. Ф. Лебедев (1941) аниқлаган.

Юқорида қайд этилганлардан ташқари, микроорганизмларнинг баъзи турлари гудрон, капрон, резина, гербицид, захарли



<i>Penicillium glaucum</i>	—5 дан —1,5 гача	25—27	31—36
<i>Aspergillus niger</i>	7—10	33—37	40—43
Ёғочни нобуд қилувчи замбуруғлар	3	18—30	44
Турушларнинг кўп тури	0,5—5	25—30	40—45

Жадвалда минимал температурада микроорганизмнинг жуда секин, оптимал температурада кучли ривожланганлиги, максимал температурада ривожланиши сустлашганлиги ёки бутунлай тўхтаб қолганлиги кузатилади.

Ер юзидаги барча микроорганизмлар тури температура муносабатига кўра учта экологик гуруҳга бўлинади.

**Психрофил** (совуқсевар) **микроорганизмлар**. Бу гуруҳдаги микроорганизмларнинг нормал ривожланиши учун минимал нуқта  $-10-0^{\circ}\text{C}$  оралиғида, оптимал нуқта  $+10^{\circ}\text{C}$  ва максимал нуқта  $+30^{\circ}\text{C}$  га тенг бўлиши талаб этилади. Улар Шимолий Муз океани ва денгизларда, шунингдек, совуқ тупроқларда кўп тарқалган.

**Термофил** (иссиқсевар) **микроорганизмлар** табиатда кам учрайди. Улар учун минимал температура  $30^{\circ}\text{C}$ , оптимал температура  $50-60^{\circ}\text{C}$  ва максимал температура  $70-80^{\circ}\text{C}$  оралиғида бўлиши керак. Улар иссиқ булоқларда, ўз-ўзидан исиб, баъзан ёниб кетадиган (дон, пахта, пичан, гўнг ва бошқа) буюмлар тўпланган жойда бўлади.

**Мезофил** **микроорганизмлар** гуруҳига кирган микроорганизмлар юқорида айтиб ўтилган гуруҳлар оралиғидан ўрин олиб, улар учун минимум  $0+10^{\circ}\text{C}$ , оптимум  $25-30^{\circ}\text{C}$  ва максимум нуқта  $40-45^{\circ}\text{C}$  оралиғида бўлади. Улар ер шарида кўп тарқалган.

Паст температурада микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти секинлашиб, ўсиш ва кўпайиш жараёнлари тўхтайдди, бошқача айтганда, улар анабиоз — яширин ҳолатга ўтади. Температура кўтарилиши билан ҳаёт жараёнлари қайта фаоллашади.

Паст температура кўпчилик микробларга, айниқса чиритувчи бактериялар ривожланишига салбий таъсир этади. Шундан фойдаланиб озиқ маҳсулотлари турли типда ясалган музхоналарда сақланади.

Микроблар юқори температура таъсирида тезда ҳалок бўлади. Масалан, спора ҳосил қилмайдиган кўпчилик бактерия ва микроблар  $60-70^{\circ}\text{C}$  иссиқликда 10—30 минутда,  $80-100^{\circ}\text{C}$  иссиқликда 1—3 минутда ҳалок бўлади. Бациллаларнинг спораларини ўлдириш учун бир неча соат давомида уларни  $100^{\circ}\text{C}$  иссиқликда қайнатиш талаб этилади. Бу қуйидаги жадвал рақамларидан кўринади.

75- жадвал

Бациллалар тури	100 °C иссиқликда спорасини ўлдириш учун талаб этилган вақт, минут билан
<i>Bacillus simplex</i>	3—4
» <i>mycoides</i>	3—10
» <i>anthracis</i>	5—10

Бациллалар тури	100 °С иссиқликда спорасини ўлдириш учун талаб этилган вақт. минут билан
» megatherium	15—16
» robur	34—55
» subtilis	120—180
» botulinus	300—350
» culindricus	1140—1200

Юқори температурадан фойдаланиб консервалаш саноатида ишлаб чиқариладиган озиқ маҳсулотлари ва бошқа буюмларни микроорганизмлардан турли типда зарарсизлантирилади, яъни стерилланади. Бунинг учун Қоҳ қайнатгичи ва турли шаклдаги автоклавлар ишлатилади. Сутни 70 °С иссиқликда 30 минут давомида иситиш пастериллаш деб аталади. Микробиология машғулотида ишлатиладиган шиша идишлар қоғозга уралиб, қуритгич шкафларда 180°С иссиқликда қиздирилади. Булардан ташқари, эритмаларни микроблардан холи қилиш учун махсус бактериал фильтрлардан фойдаланилади.

#### Микроорганизмларга концентрик эритмаларнинг таъсири

Ҳар қандай организм табиий шароитда маълум концентрацияли эритмаларда ҳаёт кечиради. Бинобарин, эриган моддалар миқдорига кўра эритма маълум даражадаги осмотик босим кучига ҳам эга. Шунга биноан, муҳитда яшовчи микроорганизм ҳужайрасининг босим кучи ҳам оз ёки кўп бўлади. Масалан, чучук сувнинг осмотик босим кучи жуда оз бўлганлиги туфайли шу муҳитда ҳаёт кечирувчи микроорганизм ҳужайрасининг осмотик босим кучи кам бўлади. Денгиз суви ва шўр тупроқда эриган моддалар кўп бўлганлигидан осмотик босим кучи 10 ва 100 атм га тенглашиб қолади. Шундай кучли концентрацияли эритмаларда муҳитнинг босим кучидан кучлироқ осмотик босимга эга бўлган микроорганизмларгина ҳаёт кечира олади.

Ҳақиқатан ҳам шўр тупроқларда ва денгиз сувларида ҳаёт кечирувчи микроорганизмлар ҳужайраларида осмотик босим кучи 50—80 атм га, баъзи моғор замбуруғларида 200 атм га тенг.

Муҳит концентрациясининг кучли бўлиши кўпчилик микроорганизмларга салбий таъсир этади. Шунинг учун озиқ маҳсулотларини ош тузи ёки шакарнинг кучли эритмаларида сақланади. Жумладан, балиқларни кучли ош тузи эритмасида, меваларни эса кучли шакар эритмасида сақланади.

Турли концентрацияли ош тузи эритмасининг микроорганизмлар ривожланишига таъсири қуйидаги жадвалда келтирилган.

ва формалин бактерия танасидаги оқсилларни коагуллайди (ивитади).  $\text{HNO}_3$ , хлор,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  каби кучли оксидловчилар микроорганизми таркибидаги мавжуд органик бирикмаларнинг парчаланишини активлаштиради.

Кўрсатилган химиявий бирикмаларнинг концентрацияси жуда паст бўлса, микроорганизмларнинг ривожланиши ва ўсиши тезлашади. Масалан,  $\text{CoCl}_2$  нинг кучсиз эритмаси билан азотобактерга таъсир этилганда, молекуляр азотни ўзлаштириш жараёни жадаллашади. Натижада тупроқда боғланган азот миқдори кўпайиб, тупроқ унумдорлиги ҳам ошади.

Айтиб ўтилган физик ва химиявий омиллардан ташқари микроорганизмнинг ўсиши ва ривожланишига биологик омиллар ҳам кучли таъсир этади.

Табий шароитда ҳамма тирик организмлар инсон, ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизмлар ўзаро яқин муносабатда бўлиб, бир-бирларига ижобий ёки салбий таъсир этиб ҳаёт кечиради.

Тупроқда ва сувда яшовчи микроорганизмлар ўзаро таъсирга асосланиб бир неча гуруҳга бўлинади.

**Симбиоз муносабат.** Бунда микроорганизмлар бир-бири билан ўзаро ҳамкорликда ҳаёт кечириб, иккала микроорганизм ҳам нормал ривожланади. Масалан, сут кислотали бижғиш жараёнини қўзғовчи бактериялар сут кислота ишлаб чиқариш билан, туруш замбуруғлар учун муҳитнинг рН ини пасайтирадиган бўлса, туруш замбуруғлари эса уларга керакли витаминларни етказиб беради. Клостридиум пастеурианум ҳақиқий анаэроб бўлганлигидан, аэроб бактериялар билан бирга ҳаёт жараёнларини ўтказиши мумкин. Бу бактериялар томонидан синтезланган азотли бирикмаларнинг бир қисми аэроб бактерияларга етказиб берилса, аэроб бактериялар муҳит таркибидаги кислородни жадалроқ ўзлаштириб, клостридимумга анаэроб шароит яратади.

Шунингдек, юксак ўсимлик билан бактерия ҳам симбиоз ҳаёт кечириши мумкин. Бунга мисол қилиб дуккакли ўсимликлар тугунагида ҳаёт кечирувчи тугунак бактерияларни, сувўтлари билан замбуруғлар муносабатидан пайдо бўладиган лишайникларни кўрсатиш мумкин.

Микроорганизмлар билан ҳайвонлар ўртасида симбиоз ҳаёт кечириш формалари ҳам бор. Масалан, қурт-қумурсқалар озиқланганда, тук, соч, ёғоч каби органик бирикмаларни бевосита ўзлаштира олмайди. Уларнинг ҳазм қилиш органларида яшайдиган бактериялар уларни содда бирикмаларгача парчалаб ҳашаротларга етказиб беради.

Қорамоллар ошқозони ва ичакларида яшовчи баъзи бактериялар ўзидан кучли фермент ажратиб, клетчаткани парчалайди. Натижада ҳайвонлар ҳосил бўлган улғеводларни ўзлаштиради.

Асал муми билан озиқланадиган меоведда номли қушнинг озиқ ҳазм қилиш йўлида мумни парчалайдиган микроблар

яшаб, мураккаб ҳисобланган мум содда бирикмаларга парчаланани ва қуш томонидан ўзлаштирилади.

**Метабиоз** ҳаёт кечириш формаси ҳам симбиознинг бир шакли бўлиб, ундан бир оз фарқ қилади. Метабиозда бир микроорганизм иккинчи микроорганизм ҳаёт фаолияти учун зарур маҳсулотни тайёрлаб беради. Масалан, кўпгина чиритувчи бактериялар мураккаб оқсилларни оддий бирикмаларга парчалайди. Оқсилнинг парчаланишидан ҳосил бўлган оддий бирикмалар ҳисобига кўпгина микроорганизмлар ўз ҳаёт фаолиятини давом эттиради. Масалан, нитрификация жараёнини қўзғовчи бактерияларни олайлик. Нитрификация жараёнининг биринчи фазасида нитрозомонас (*Nitrosomonas*) бактерияси қатнашиб, аммиакни нитрит кислотагача оксидлайди, нитрификациянинг иккинчи фазасида нитробактер (*Nitrobacter*) иштирок этиб, нитрит кислота ҳисобига нитрат кислота ҳосил қилади.

Антибиоз микроорганизмлар бир-бирига салбий таъсир этиб, улар ўртасида антогонистик муносабат юзага келади. Антибиозда бир микроорганизм иккинчи микроорганизмнинг ҳаёт фаолиятини бўғиб қўяди. Масалан, сут кислотали бижғиш жараёнини қўзғовчи бактериялар кўпчилик чиритувчи бактериялар учун заҳарли бўлган сут кислота ишлаб чиқаради.

Бациллус бревис (*Bacillus brevis*) бациллуси грамм мусбат бактерияларни нобуд қиладиган бирикмалар ишлаб чиқаради. 1942 йилда рус олимлари Г. Ф. Гаузе ва М. Г. Бразниковалар стафилакокк, пневмококкларга кучли таъсир этадиган бирикмаларни ишлаб чиқиб, унга грамицидин С деб ном бердилар.

Кўпгина замбуруғлар микроорганизмларга салбий таъсир этадиган ва уларни нобуд қиладиган моддалар ишлаб чиқаради. Пенициллин, стрептомицин, ауреомицин, хлоромицин, тетрациклин ва тетрациклин кабилар антибиотикларга мисол бўлади.

В. А. Монасеен ва А. Г. Полотебнов (1871) яшил моғор пенициллум (*Penicillium*) нинг дори-дармонлик хусусиятига эга эканлигини кузатганлар. Унинг таркибидаги пенициллин моддаси шифобахш таъсир этганлигини А. Флеминг (1939, 1941) аниқлагач, уни ажратиб олиб, дори-дармон сифатида ишлатган. Яшил замбуруғларнинг бошқа бир туридан ажратиб олинган пенициллинни дори-дармон сифатида ишлатиш зарурлигини академик З. В. Ермольева (1941) тавсия этган.

Ҳозирги вақтда 1300 дан ортиқ антибиотик ажратиб олинган бўлсада, уларнинг 30—50 туригина дори-дармон сифатида ишлатилади. Стрептомицинни (*Actinomyces globisporus streptomycini*), Ауреомицинни *Актиномицесс ауреофацисус* (*Actinomyces aureofacilus*), тетрациклинни — окситетрациклинни, *Актиномицесс ремозус* (*Actinomyces remosus*) томонидан ишлаб чиқарилади.

Пиёз, саримсоқ каби ўсимликлардан микроорганизмларга қарши заҳарли модда — фитонцидлар ажралади. Улар таъсирида купгина микроблар ҳалок бўлади. Бундай моддалар ҳайвонларда ҳам учрайди. Масалан, товуқ тухуми оқсили таркибидаги лизоцим моддаси таъсиридан микроорганизмлар ҳалок бўлганлигини П. А. Лешченков (1909) аниқлаган.

Бундан ташқари, кўз ёшида, тулукда ва бошқа шилимшиқлар таркибида бактерияларни эритиб юборадиган бирикмалар бор. Тиф, дизентерия ва грипп вирусларини балиқлардан ажратиш олинадиган экмолин моддаси ҳалок қилади (З. В. Ермольева, 1941, 1945).

Бирор тирик организм қайси гуруҳга киришидан қатъи назар ишлаб чиққан бирикма бошқа организмга салбий таъсир кўрсатса, бундай бирикмалар антибиотиклар дейилади.

Агар антибиотиклар бактерияларга таъсир қилиб, уларнинг ривожланишини тўхтатса бактериостатик, нобуд қилса бактерицид, замбуруғларга таъсир қилиб, уларнинг ривожланишини тўхтатса фунгистатик, нобуд қилса фунгицид деб юритилади.

### Микроорганизмларнинг табиатда тарқалиши

Ер шарининг турли географик зоналарида иқлим шароити ҳар хил бўлишига қарамай, микроорганизмлардан холи бўлган районни топиб бўлмайди. Шимолий Муз океанида ва Африка саҳросида, баланд тоғлар чўққисиди ва чуқур сув остида, инсон ва ҳайвон танасида, ўсимлик органларида сон-саноксиз микроблар тарқалгандир. Микроорганизмларда ҳаёт жараёнларини сақлаш хусусияти кучли бўлганлигидан улар бир неча юз, ҳаттоки бир неча минг йиллардан кейин ҳам қулай шароитда тириклик хусусиятларини намойиш қилган. 1911 йилда муз тагидан топилган мамонт устида микроорганизмлар борлиги ва улар яшашга қодир эканликларини Омелеяский кузатган. Америкалик Мейер Антарктидада (Жанубий қутбда) 30 м қалинликдаги муз ораларидаги микробларни ажратиш олиб, қулай шароитда парвариш қилиб, уларда ҳаёт жараёнларини уйғотган. Бу микроблар 3000 йил давомида муз ичида анабиоз ҳаёт кечирганлигидан далолат беради.

Фойдали микроблардан ташқари, инсон, ҳайвон ва ўсимликларда турли хил касалликларни туғдирувчилари ҳам учрайди. Зарарли микроблар ишлаб чиқарадиган заҳарли моддалар токсинлар деб аталади. Ташқи муҳитга чиқарилган заҳарли моддалар экзотоксин, ҳужайра ичида сақланганларига эндотоксин дейилади. Бундай микроблардан сақланиш учун ҳар бир шахс гигиена қоидаларига риоя қилиши зарур. Тоза ва соғлом тери кўп микроорганизмларни ҳалок қилиш қобилиятига эга. Шунга қарамай, одамлар баданида уларнинг сони миллион ва миллиардлар билан ҳисобланади.

Инсонларнинг оғиз, бурун бушлиқларида, айниқса касалланган тишларида турли хил зарарли ва зарарсиз микроорганизмлар учрайди. Упканинг альвеолаларигина микроблардан холи бўлади. Трахея ва бронхларда ҳаво таркибидаги барча микроблар учрайди.

Қизилўнғач ва ошқозонда микроблар сони кам бўлса, ичкка ичак, айниқса, йўгон ичакда микроблар сон-саноксиздир. Масалан, бир г ахлат таркибидаги микроблар сони миллиардлар билан саналади.

Баъзи ҳайвонлар ахлатининг 1/3 қисми микроблардан иборат экан. Ахлат таркибида кокклар ва таёқчасимонлар, вибрионлар ва спирохеталар, вируслар ва актиномицетлар, турушлар, замбуруғлар ҳамда содда ҳайвонлар вакиллари учрайди. Шулар ичида вабо, полиомиелит, дизентерия, сариқ ва бошқа касалликларни туғдирувчилар ҳам бўлиши мумкин. Бола туғилиб, 2,5 соат ўтгач, унинг танасида микроблар тўплана бошлайди. Микроблар турининг ўзгариб туриши ҳар бир шахснинг ёши, озиқланиши ва гигиена қоидаларига роя қилишига боғлиқ.

Инсонлар, ҳайвонлар ва ўсимлик органларида микробларнинг хилма-хил бўлиши ҳаво таркибидаги микрофлорага боғлиқ.

**Ҳаво микрофлораси.** Ҳаво қуруқ бўлса, тупроқдан кутарилган чанг-тўзон ҳисобига ҳаво микроблар билан ифлосланиб туради. 1 г чанг таркибида бир миллионгача микроблар борлиги аниқланган. Йил фасллари ўзгариши билан ҳаводаги микроблар сони ҳам ўзгаришини парижлик Микелея текширган. Буни қуйидаги жадвал рақамларидан куриш мумкин.

78-жадвал

Йил фасллари	1 м <sup>3</sup> ҳаводаги бактериялар сони	1 м <sup>3</sup> ҳаводаги могор замбуруғлари сони
Кишда	4305	1345
Баҳорда	8080	2275
Езда	9845	2500
Кўзда	5665	2185

Ер юзига яқин ҳаво таркибида микроблар сони жуда кўп бўлиб, юқорига кутарилган сари камая боради (Е. Н. Мишустин).

Москва шаҳар ҳавоси таркибидаги микроблар сони

79-жадвал

1 м <sup>3</sup> даги микроблар сони	Текшириш учун олинган ҳавонинг ер юзидаги баландлиги
5000	5—10 м
3000	500 м
1700	1000 м
600	2000 м

Янги маълумотларга асосланиб, ердан 20 км баландликда ҳам спора ҳосил қилувчи ва моғор замбуруғлари бўлиши аниқланган.

Океанларда, денгизларда ва баланд тоғлар ҳавосида микроблар сони кам бўлса, аҳоли зич жойлашган марказларда уларнинг сони кўп бўлади.

### Турли жойлардан олинган ҳаво таркибидаги микроблар сони (Войткеевич маълумоти)

80-жадвал

Турли жойлар	1 м <sup>3</sup> ҳаводаги микроблар сони
Молхоналарда	1—2000000
Аҳоли яшайдиган хоналарда	20000
Шаҳар кучаларида	5000
Шаҳар боғларида	200
Денгиз устидаги ҳавода	1—2

Олимларнинг далилларига кўра, шамоллатилмаган хонадаги 1 м<sup>3</sup> ҳаво таркибида микроблар сони 200—300 минг донага бориб қолар экан. Жумладан, дарс бошлашдан олдин 1 м<sup>3</sup> синф ҳавоси таркибида 300 дона микроб борлиги аниқланган. Дардан кейин эса микроблар сони 4 минг гача кўпайган. Бу ҳодиса танаффус вақтида деразаларни очиб, хонани шамоллатиш зарурлигини кўрсатади.

Микроблар кичик бўлганлиги туфайли биз уларни кўра олмаймиз. Аммо уларни кўз билан кўриш қобилиятига эга бўлганимизда эди, уларнинг кучли жалага ўхшаб турганлигини кузатган булар эдик.

Ҳавонинг қуруқ бўлиши, қуёш нури, озиқ моддаларнинг йўқлиги уларнинг кўпайишига ва ривожланишига йўл қўймайди. Натижада ҳаво таркибидаги зарарли микроорганизмлар ҳам камдан-кам учрайди.

**Сув микрофлораси** ҳам ўзига хос бўлиб, унинг таркибида бошқа тирик мавжудотлар учун зарарли ва зарарсиз микроб турлари мавжуд. Зарарли микробларнинг кўпчилиги сув тозаланганда ҳалок бўлади. Терлама тиф таёқчаси 4—6 ҳафта, паратиф ва дизентерия таёқчалари 2—6 кундан бир неча ҳафтагача, сариқ касаллигини кўзғовчи микроблар узоқ вақт давомида ўз ҳаёт фаолиятини сақлаб қолади. Мухитда микробларнинг кўп ёки оз бўлиши сувда эриган органик ва аорганик моддалар миқдорига боғлиқ. Органик моддаларнинг тезда минераллашиши сувдаги микроорганизмлар ҳаётига таъсир этиб, уларни ҳалок қилади. Ультрабинафша нурлар ҳам микробларга салбий таъсир қилади.

Шаҳар ва қишлоқлардаги оқиб чиққан ташландиқ сувлар ҳисобига дарё, кўл ва денгизларда микроблар сони кўпаяди. Лекин шаҳар ва қишлоқлардан узоқлашган сари микроблар сони камая боради. А. С. Разумов маълумоти буйича қишлоққа кириш олдидан 1 мл сувда 197 минггача микроб бўлса,

қишлоқдан чиққан сувда уларнинг сони 400 минг донага етган. Москва шаҳрига кириб келаётган Москва дарёсининг 1 мл суви таркибидаги микроблар сони 2 000 тани ташкил этган бўлса, шаҳардан ташқарига чиққач, микробларнинг сони 100 000 донагача етганлиги аниқланган. Бу ҳодиса Москва дарёсини аҳоли ва турли корхоналар чиқиндилари ҳисобига ифлослантирилганлигидан далolat беради. Сув ости қатламида микроорганизмлар жуда кўп бўлади. Денгиз ва океанларнинг чуқур (5—9 км) сув қатламларида ҳам микроорганизмларнинг ўзига хос шаклдагилари ҳаёт кечирганлигини А. Е. Крисс (1959, 1964) аниқлаган. 1 г денгиз туби тупроғида микроблар сони  $367,14 \cdot 10^6$  гача бўлиб, уларнинг массаси 0,3 г ни ташкил этади (В. С. Буткевич, 1932). Бу тупроқда сульфатларни қайтарувчи нитрификация, денитрификация жараёнларини қўзғовчи ва целлюлозани парчаловчи аэроб ва анаэроб бактериялар ҳам учрайди (Б. Л. Исаченко, 1951).

Истеъмол қилинадиган сувлар турли (тиндириш, коагуллаш ва филтрлаш) усулларда тозаланади.

Тиндириш ва коагуллаш усулларини қўллаганда ҳавзалардаги сувга  $Al_2(SO_4)_3$  ёки  $Fe_2(SO_4)_3$  тузлари солинади. Сув таркибидаги муаллақ жисмлар билан бирга микроорганизмлар ҳам сув остига чўктирилади. Филтрлаш усули кенг қўлланилади, бунда ҳавзаларда тиндирилган сув турли филтрлардан утказилади. Филтрлардан утган сувда микроблар сони 1—10% гача камаяди. Қолганларини ҳам йўқотиш мақсадида филтрланган сувга  $CaCl_2O$  кристаллари қўшилади, бунда унинг сув билан реакцияга киришишидан атом ҳолидаги кислотод ажралиб чиқиб, микробларни ҳалок қилади. Реакция қуйидаги тенглама асосида ўтади:



гипохлорид к-та



Одатда, 1 мл сув таркибидаги микроблар сонига кура сувлар тоза (100—500), ўрта (500—1000) ва ифлос (1000 дан ортиқ) сувга ажратилади.

**Тупроқ микрофлораси.** Тупроқ таркибида озиқ моддалар, намлик ва ҳаво етарли даражада бўлса, микроорганизмларнинг ривожланиши учун энг қулай муҳит (субстрат) ҳисобланади. Ўрта ҳисоб билан 1 г тупроқда 2,5—5 миллиардгача микроорганизмлар бўлади. 30 см ли 1 гектар ҳайдаладиган тупроқ таркибидаги микроблар массаси 3—5 т га етиб қолади.

Тупроққа тушган усимлик ва ҳайвон қолдиқлари ҳисобига микроорганизмлар ўз ҳаёт фаолиятини давом эттириб, мисли



қурилмаган даражада кўпайиб, тупроқ заррачалари орасида тупланади.

Тупроқдаги микроорганизмлар сони тупроқ турига, унинг физик-химиявий хоссаларига ва иқлим шароитига кура хилма-хил бўлганлиги қуйидаги жадвалда келтирилган.

81-жадвал

Тупроқ тури	1 г тупроқ таркибидаги бактериялар сони
Торfli-ботқоқ тупроқ	707 000 000
Сув босган ўтлоқ тупроқ	549 000 000
Лойли подзол тупроқ	852 000 000
Ўрмон-подзол тупроқ	2 246 000 000
Экин экиб келинаётган бўз тупроқ	1 622 000 000
Сугориладиган бўз тупроқ	1 830 000 000
Қора тупроқ	1 930 000 000
Жанубий қора тупроқ	3 500 000 000
Томорқа тупроқлари	5 286 000 000

Тупроқ заррачалари томонидан микробларнинг ютилиб қолганлиги сабабли тупроқнинг юза қисмида микроблар кўп бўлиб, пастга тушган сари уларнинг сони камаё боради.

Тупроқнинг генетик зоналари бўйича бактериялар миқдори (1 г тупроқда, миллион ҳисобида, С. Разумов ва Н. Ремизов маълумоти).

82-жадвал

Тупроқ зоналари	Тупроқ олинган чуқурлик, см	Экин экил-майдаган ўртача подзол тупроқ	Тупроқ олинган чуқурлик, см	Экин экиладиган ўртача подзол тупроқ	Тупроқ олинган чуқурлик, см	Ўрмон подзол тупроқ
A <sub>1</sub>	1—4,5	955,8	2—5	1086,0	0—2,5	2693,0
»	4,5—7,5	852,9	10—15	982,4	2,5—5	2246,6
«	7,5—11	565,9	—	—	5,8	1781,5
A <sub>1</sub> —A <sub>2</sub>	11—15	402,6	—	—	9—12	782,6
A <sub>2</sub>	15—19	87,1	16—18	618,2	12—15	517,0
»	18—23	71,0	20—22	382,5	16—20	355,9
A <sub>2</sub> —B	23—28	50,8	—	—	21—25	265,6

Фасллар ўзгариши билан тупроқдаги микроорганизмлар сони ҳам ўзгариб туради. Буни қуйидаги жадвал рақамларидан куриш мумкин.

## Иил фасллари ўзгариши билан тупроқдаги микроблар сони (1 г тупроқда, миллион ҳисобида)

83- ж а д в а л

Жами сони		Азотобактерлар		Кокклар		Бациллалар		Турушлар		Протозоолар	
18.V	8.VII	18.V	8.VII	8.V	8.VII	18.V	8.VII	18.V	8.VII	18.V	8.VII
281,9	499,3	38,2	49,9	137,0	269,6	103,5	175,5	2,2	3,6	0,7	0,7
285,8	466,3	36,9	47,0	160,0	254,3	80,4	152,1	2,2	2,2	—	0,7

Ўсимликлар илдиздан ажратган органик кислоталар, витаминлар ва анорганик моддалар тупроқдаги микроорганизмлар ҳаёт фаолиятига кучли таъсир қилади. Баъзи микробларга бу моддалар ижобий таъсир қилганлигидан, улар илдиз атрофига тўпланиб, симбиоз ҳаёт кечира бошлайди. Бактериялардан ҳосил бўлган тўплам ризосфера деб аталади.

Илдизлар билан замбуруғлар ўртасидаги муносабатни 1881 йилда Ф. М. Каменский аниқлаб, микориза деб атади.

Тупроқ структурасини яхшилашда, ўсимлик ва ҳайвон қолдиқларини чиритишда, гумус ҳосил қилишда ва ўсимликлар учун зарурий озик моддаларни етказиб беришда тупроқдаги микроорганизмларнинг хизмати жуда катта.

Тупроқдаги микроорганизмлар хилма-хил бўлиши туфайли улар бир-бири билан симбиоз ёки антогонистик ҳаёт кечиради. Тупроқда ҳам инсонлар, ҳайвонлар ва ўсимликлар учун зарарли микроблар жуда кўп. Паразит микроблар тирик организм тўқималарига ўтиб, ўсимлик ҳужайраларидаги бирикмалар ҳисобига яшайди.

Уларнинг кўпчилиги барг оғизчалари, ясмиқчалар ва зарарланган ўсимлик тўқималари орқали, баъзилари ўзидан кучли ферментлар ажратиб, ҳужайра پوستини эритиб, ўсимлик тўқималарига ўтади ва ўсимликни зарарлантиради.

Бундай ўсимликда цитоплазманинг ўтказувчанлиги кучаяди, барг оғизчалари юмилиш хусусиятини йўқотади. Транспирация жараёни жадаллашади, илдизлари ишдан чиқади, ўтказувчи найлар орқали моддаларнинг ҳаракатланиши секинлашади, фотосинтез жараёни сустлашади. Хулоса қилиб айтганда, моддалар алмашиниш жараёни бузилиб, ўсимлик нобуд бўлади.

Тупроқдаги микроорганизмлар ҳаёт фаолияти шу ерда ўсадиган ўсимлик турига ҳам боғлиқ. Масалан, кузги буғдой, қора буғдой (гречиха), вика, пиёз ва саримсоқ каби ўсимликлар ажратган моддалар касаллик қўзғовчи бактерияларни ҳалок қилса, картошка, хрен ўсимликлари эса зарарли бактериялар ривожланишини жадаллаштиради.

## VIII б о б. ҶСИМЛИКЛАРДА ҶСИШ, ҲАРАКАТЛАНИШ ВА РИВОЖЛАНИШ ЖАРАЁНЛАРИ

### Ҷсимликларнинг Ҷсиши. Меристема ҳужайраларининг Ҷсиш фазалари

Моддалар алмашилиши жараёнининг тўхтовсиз давом этиши натижасида Ҷсимлик танасининг ҳажми ва массаси кундан-кунга ортиб боради.

Ҷсимлик танасида ҳужайраларнинг цитоплазма ва ҳужайра органоидларининг, вегетатив ва генератив органларнинг, тўпланган қуруқ моддалар миқдорининг кўпайиши каби барча белгиларнинг йиғиндиси Ҷсиш ни ифодалайди. Шу белгилар алоҳида-алоҳида олинганда Ҷсиш жараёнини ифодалай олмайди. Тор маънода, Ҷсимлик массасининг ортиши ва ҳажмининг катталашиви Ҷсиш деб аталади.

Ҷсимликнинг танаси Ҷсиш нуқта (конус)сидаги ҳужайраларнинг бўлиниб кўпайиши ҳисобига Ҷсади, катталашади ва йўғонлашади. Ҷсиш конусини ташкил этган тўқима меристема

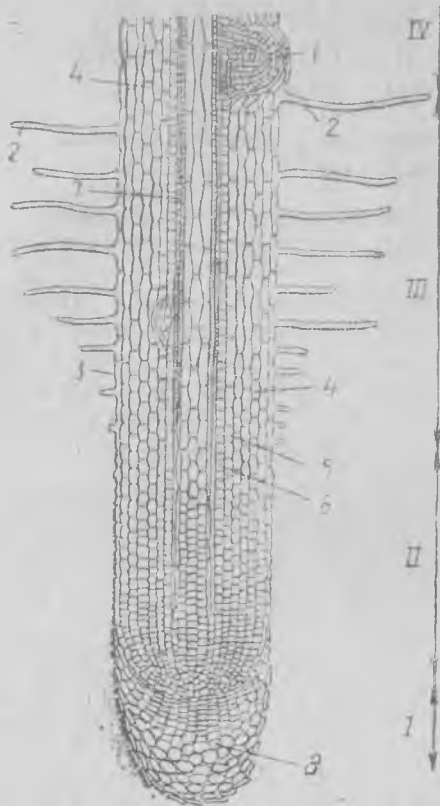


115-расм. Ҷзунасига кесилган поянинг учки Ҷсиш нуқтаси — апикал меристема:

1 — Ҷсиш нуқтаси; 2 — бошланғич барглар; 3 — қўлтиқ куртаклар; 4 — барглар.

тема дейилиб, жойлашилиши ва функциясига биноан бир неча кўринишда бўлади:

а) учки Ҷсиш ёки бирламчи меристема тўқимаси поя, новда, ўқ ва ён илдиз учларида жойлашган. Бирламчи



116- расм. Узунасига кесилган илдиз-нинг ўсиш нуқтаси:

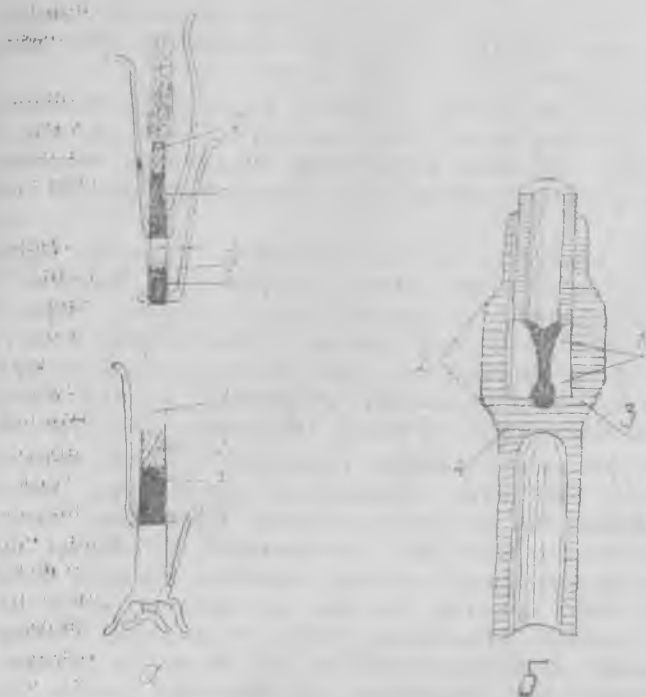
1 — ҳужайранинг бўлиниш зонаси; II — ўсиш зонаси; III — илдиз тукчалари жойлашган ёки дифференцияланиш зонаси; IV — қоплагич (эпидермис) тўқималарни сақлаган ён илдизчалар зонаси; 1 — ён илдиз тармоғи; 2 — илдиз тукчалари; 3 — эпидермис қавати; 4 — эктодерма; 5 — илдиз пўстлоғи; 6 — энтодерма; 7 — қсиле-ма ва флоэма найлари; 8 — илдиз гилофи.

меристема ҳужайралари кўндалангига бўлиниши туфайли улар узунасига ўсади. Учқи ўсиш апикал ўсиш дейилади (115, 116- расмлар).

Энига ўсиш камбий ёки иккиламчи меристема дейилиб, уни ташкил этган ҳужайралар узунасига бўлиниб кўпаяди, натижада поя, новда, илдиз ва уларнинг шохлари йўғонлашади. Бундай ўсиш тангентал ўсиш дейилади.

Интеркалар (киритма-қистирма маъносиди) меристема ғалладошларга мансуб ўсимликларнинг поя бўғим ораларида жойлашган бўлиб, барг қўлтиғи билан ўраб олинган. Интеркаляр меристема тўқимаси ўсимликнинг ердан кўтарилиб тик ўсишини таъминлайди (117- расм). Бу типдаги ўсиш интеркаляр ўсиш деб аталади.

Базал меристема ғалладошлар ва бошқа бир паллали ўсимликлар барг негизда жойлашган бўлади. Барг негизини ташкил этган ҳужайралар кўпайиши ҳисобига барг ўсади. Бу базал ўсиш типидейилади.



117-расм: Қиритма меристема тўқимасининг жавдар поясида жойлашиши (а) ва бугдойнинг узунасига кесилган (б) схемаси:

1 — ҳужайраларнинг бўлиниш зонаси; 2 — ҳужайраларнинг дифференцияланиш зонаси; 3 — тўла тикланган тўқима; 4 — бугим негизи; 5 — бугим оралиғи; 6 — поя бўшлиғи; 7 — барг қўлтиғи.

Гул ўқи ҳам базал меристема ҳисобига ўсади. Меристема ҳужайраларининг бўлиниши туфайли ўсимлик танаси энига ва узунасига ўсади, унинг ҳажми ва массаси кўпаяди.

Меристема ҳужайраларининг ўсишини текширган Ю. Сакс уни учта: эмбрионал, чўзилиш ва дифференцияланиш фазаларига бўлади.

Эмбрионал фаза даври унаётган уруғ, дон, кўп йиллик ўсимликларнинг қишлоғчи куртак ва пиёзча тўқималарида ўрин олган ҳужайраларга мансуб. Бу тўқима ҳужайраларида физиологик ва биохимиявий жараёнларни жадал ўтиши учун қўлай шароитлардан температура, намлик ва ҳаво етарли бўлиши зарур.

Ўсинг нуқтаси (конуси)даги ҳужайралар карнокинез — митоз йули билан бўлиниб, уларнинг ҳисобига бўйига ўсади. Бу фазада ҳужайраларнинг жадал бўлиниши мезоинозит, тиамин ва биотин витаминларидан ташкил топган ўстирувчи гормон «биос» қатнашади. Ҳужайра ҳажми кичик бўлганлигидан мағиз йирик бўлиб кўринади. Ёруғлик микроскопиди

кузатилмайдиган ҳужайра органоидлари электрон микроскоп ёрдамида текширилганда, улар жуда кичик ва тўла ривожланмаган нусхалари борлиги аниқланган.

Меристемада фотосинтез жараёни содир бўлмаганлигидан, бу тўқима ҳужайраларига озиқ моддалар (аминокислоталар, ёғ кислоталари, органик кислоталар, шакарлар, витаминлар ва бошқа органик бирикмалар) барглардан етказиб, турилади.

Бирламчи меристема ҳужайраларининг тўхтовсиз бўлиниб туришига қарамай, унинг ҳажми ўзгармайди. Масалан, зич тупроқ қатламларида ўсадиган илдиз учидagi меристема узунлиги 10 мм бўлса, очиқ ҳавода ўсувчи поянинг учки ўсиш нуқтаси 2—30 см дан ортади. Учки ўсиш нуқтасининг муайян ҳажми сақлаб қолиш сабаби, эмбрионал фазада вужудга келган ҳужайраларнинг чўзилиш фазасига ўтиб туришидир.

Чўзилиш фазасида ҳужайра узунасига чўзилиб, кўндалангига (эннга) кенгайди. Ҳужайрада цитоплазма миқдори кўпаяди, ёпишқоқлик хусусияти пасаяди. ДНК нинг синтезланиши жадаллашади, пластид, митохондрий ва бошқа органоидлар тикланади, вакуолачалар марказга тўплана бошлайди. Ҳужайранинг осмотик босими ва шимиш кучи пайдо бўлишидан сувнинг ҳужайрага ўтиши тезлашади. Натижада ҳужайра ҳажми олдингига нисбатан 20—50 марта ортади. Бу фазада ҳужайранинг чўзилиши, кенгайишини ауксин деган ўстирувчи модда таъминлайди.

Ҳужайра пўстининг ўсишида эластик ва пластик чўзилиш ҳодисалари кузатилади. Осмотик босим таъсирида бир-бирдан узоқлашган целлюлоза молекулалари босим кучи камайиши билан олдинги ҳолатига қайтиб келса, эластик чўзилиш деб аталади. Целлюлоза молекулалари тараנגланиш чегарасигача бир-бирдан узоқлашиб, осмотик босим кучи пасайишига қарамай, олдинги ҳолатига қайтиб кела олмаса, пластик чўзилиш деб аталади. Молекулалар орасига целлюлозанинг янги молекулалари ўрнаша бошласа, ҳужайра пўсти йўғонлашади.

Чўзилиш фазасини тугатган ҳужайралар дифференцияланиш фазасига ўтади. Бу фазада шира билан тўлган вакуола тўла тикланиб, ҳужайра марказини эгаллайди. Цитоплазма эса ҳужайра пўстига бориб тақалади.

Дифференцияланиш ва чўзилиш фазаларини ўтган ҳужайралар пўстига пектин, гемицеллюлоза, елим — камед, шилимшиқ, лигнин ва суберин бирикмалари қўшилади. Натижада ҳужайра пўсти ёғочланади ёки пўкакланади.

Шакл ва ҳажм жиҳатдан бир хил бўлган ҳужайралар тўпламидан махсус функцияни бажарувчи тўқималар пайдо бўлади. Масалан, илдиз, поя ва баргнинг ксилема, флоэма, ўтказувчи пайлари ва ассимиляцияловчи тўқима ҳужайралар йиғиндисидан ташкил топган.

Хужайра қайси фазада бўлишдан қатъи назар, ўсимлик танасининг ўсишини таъминлайди. Жумладан, эмбрионал фазада ўсимлик танаси фақат бўлиниш йўли билан ҳосил булган хужайралар ҳисобига катталашади. Бунда ўсиш секин ўтади. Иккинчи фазада хужайра пўстининг тезда чўзилиши ва кенгайиши ҳисобига ўсимликда ўсиш жараёни ҳам тезлашади. Дифференцияланиш фазасида эса ўсиш жуда секин ўтиб, охирида бутунлай тўхтаб қолади. Бу ҳодисани Ю. Сакс «S» шаклидаги эгри чизиқ асосида борганлигини кўрсатиб «ўсишнинг катта даври» деб атаган.

### Ўсимликнинг ўсиш жадаллигини аниқлаш

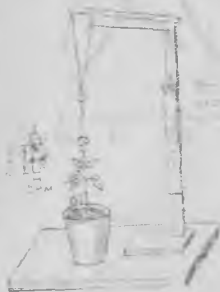
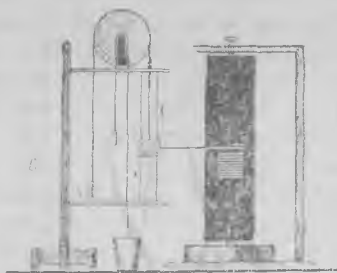
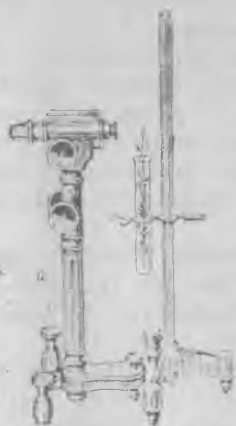
1. Ўсимликни ёки унинг айрим органларининг маълум вақт ичида қанчалик тез ўсганлиги миллиметрларга бўлинган чизгич ёрдамида ўлчанади.

2. Ўсимликнинг учки ўсиш нуқтаси (конуси) горизонтал ўрнатилган микроскопда аниқланади (118- расм, а). Бунинг учун ўсиш нуқтасига бир хил ораликда тушъ билан белгилар қўйиб чиқилади.

3. Ўсишни аниқлашда ауксанограф ёки ауксанометрлар ишлатилади (118- расм, б; в).

4. Ўсимликнинг ўсишини белгилашда фотография усули ҳам кенг қўлланилади. Бунда ўсимлик ёнига миллиметрли қорғоз ёки чизгич қўйилади.

5. Маълум вақт ичида ўсимликда тўпланган қуруқ модда миқдори Блекман формуласига асосан топилади:



118- расм. Ўсимликнинг ўсиш жадаллигини аниқлашда қўлланиладиган асбоблар:

- а — горизонтал микроскоп;
- б — Визнер ауксанографи;
- в — Муस्ताқимов ауксанометри.

$$r = \frac{\lg \frac{w_0}{w_1} 2,3026}{t}$$

бунда:  $w_0$  — олдинги масса,  $w_1$  — тажриба охиридаги масса;  $t$  — ўтган вақт.

6. Дарахт пояларининг йўғонлигига кўра ўсиш тезлигини белгилашда дендрограф асбоби қўлланилади.

### Ўсимликнинг ўсишига ташқи омилларнинг таъсири

Ўсимликнинг ўсиши ҳужайранинг физиологик ва биохимиявий жараёнларигагина эмас, балки ташқи муҳит омилларига ҳам чамбарчас боғлиқдир. Ташқи омиллар ўсимлик учун қанча қулай бўлса, ўсиш жараёнлари ҳам шунча жадал ўтади ва, аинича, шароит ноқулай келса, ўсимликнинг ўсиши сустлашади.

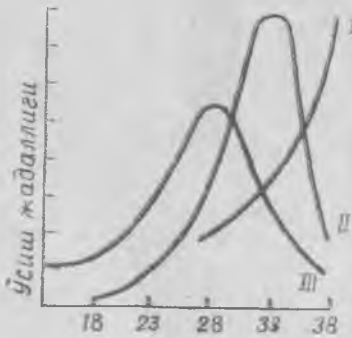
Ўсимликнинг турига ва яшаш шароитига қараб температуранинг минимум ва максимум нуқталари ҳар хил бўлади. Масалан, шимолий раёнларда ўсувчи ўсимликлар паст, жанубдагилари эса юқори температура билан таъминланганда, ўсиш жараёнлари ўз вақтида давом этади (119-расм).

Жадвал маълумотларига кўра маккажўхори, гўза ва, айниқса, бодринг каби иссиқсевар ўсимлик уруғларининг юқори температурада; буғдой, сули ва арпа донларининг пастроқ температурада униб чиқиши, эволюция даврида мослашганлигини исботлайди.

Ўсимлик оптогенезининг турли фазаларида иссиқликка бўлган талаб бир хилда бўлмайди. Ўсув даври бошида ва охирида пастроқ температура талаб этилса, шоналаш ва гуллашда температура юқори даражада бўлиши зарур.

Ўсимликнинг ер устки ва ер остки органларида ҳам температурага бўлган талаб турлича бўлади. Жумладан, илдиз ва тугунакларнинг ўсиши учун паст, ер устки органлари учун эса юқори температура талаб этилади.

Кўпчилик ўсимлик уруғлари, тугунаклари ва пиезчаларининг униб чиқишида ёруғлик талаб этилмайди. Ҳаттоки кўкнор ўсимлигининг уруғлари ёруғлик таъсирида ўзининг унувчанлик хусусиятини йўқотади. Автотроф яшил ўсимлик тўқималарида фотосинтез жараёни ўз вақтида давом этиши учун ёруғлик зарурий омил бўлиб ҳисобланади, чунки бунда ўсиш жараёнлари учун зарур бўлган озик



119-расм. Ўсимликларнинг ўсишига температуранинг таъсири:

I — бодринг; II — маккажўхори; III — люпин.



моддалар синтез қилинади. Агар ўсимлик етарли даражада озик моддалар билан таъминланган бўлса, ўсиш жараёнлари қоронғиликда тезлашади. Буни қуйидаги жадвал рақамларидан кузатилади.

**Уруғларнинг униб чиқишини таъминлаш учун  
температуранинг координал нуқталари қуйидаги  
жадвалда берилган**  
(Н. А. Максимов ва бошқалар маълумоти)

84- ж а д в а л

Ўсимликлар тури	Температура, °С		
	минимум	оптимум	максимум
Арпа, сули, бугдой	0—5	25—31	31—37
Кунгабоқар	5—10	31—37	37—44
Маккажўхори	5—10	37—44	44—50
Қовоқ, гуза, шолӣ	10—15	37—44	44—50
Қовун, бодринг	15—18	31—37	44—50

85- ж а д в а л

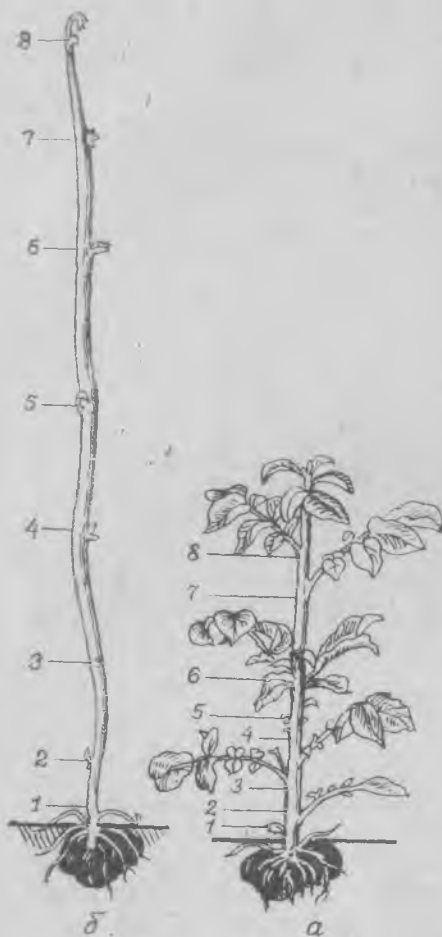
15 минут давомида кунгабоқар ўсимлигининг ўсиш жадаллиги, (мкм ҳисобида)

қоронғида	ёруғда
125	60
120	54
116	71

Қоронғиликда ўсимлик ҳужайраларида чўзилиш фазаси узоқ давом этади. Дифференцияланиш фазаси кечикканлигидан ҳужайралар ортиқча чўзилади. Бироқ қоронғиликда ўсган ўсимликнинг механикавий тўқималари яхши ривожланмайди, ўсимлик танаси ерга ётиб қолади. Бундай ҳодиса қалин экинган экинзорларда кузатилади. Табиий ёруғликда қисқа нурлар таъсирида ҳужайранинг чўзилиш фазаси уз муддатда тўхтаб, дифференцияланиш фазаси бошланади. Табиий ёруғликда ўсимликларнинг механик тўқималари ва бошқа органлари нормал ривожланиб, табиий шакли тўла тикланади (120-расм).

Г. Қлебснинг айтишича, эмбрионал фазадаги ҳужайраларнинг бўлиниши ультрабинафша нурлар таъсирида тезлашади. Қизил нурда ҳужайраларнинг чўзилиш фазаси узоқ давом этади, натижада ўсимлик буйига ўсади.

Альп тоғларида ўсадиган ўсимликларнинг паст бўйли бўлиши ультрабинафша нурларнинг куплигидандир. Бундан ташқари, тоғ шароитида ўсадиган ўсимликларнинг ўсишига паст температура ҳам салбий таъсир этади. Япониянинг шимолий тоғларида ўсувчи Бонсай номли дарахтлар тоғ жинслари ораларига ўрнашиб, паст температура, кучли шамол



120-расм.

а — ёруғликда; б — қоронғиликда ўсган картошка ўсимлиги. Поя бўғимлари (1—8) соялар билан ифодаланган.

ва ультрабинафша нурларнинг кўп бўлишидан улар яхши ўсмай, паст бўйли бўлиб қолган (121-расм).

Яшил ўсимликлар азроби организмлар бўлганлиги учун муҳитдаги кислород ҳисобига нафас олади.

Ёр устки органлар учун ҳаво таркибидаги кислород миқдори етарли (21%). Ўсимликларга кислороднинг нақадар зарур эканлигини илдизларининг ривожланишидан кўриш мумкин (122-расм). Кислороднинг кўп ёки оз талаб қилиниши ўсимлик турига ҳам боғлиқ. Буни қуйидаги жадвал маълумотларидан кўриш мумкин.

Уруғларнинг униши ва қуртакларнинг ўсишида сувнинг аҳамияти жуда катта. Вегетация даврида сув етишмаса, ўсиш жараёнлари суस्ताшиб, бутунлай тўхтаб қолади. Ҳужайраларда чўзилиш фазаси қисқариб, дифференцияланиш фазаси тез бошланганлигидан ўсимликнинг бўйи паст бўлиб қолади.

Ўсимликнинг нормал ўсиши ва тўқималарда физиологик ва биохимиявий жараёнларнинг ўз вақтида давом этиши учун тупроқ намлиги тўла нам сифмининг 60—70% ини ташкил этиши зарурлиги қуйидаги жадвалда келтирилган.

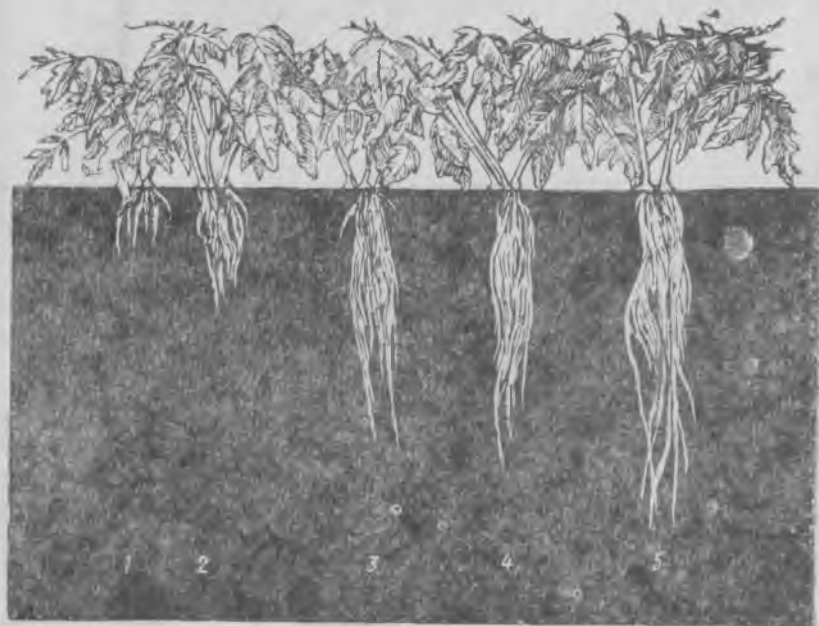
86-жадвал

Ўсимликлар тури	Илдизнинг фаол ўсиши учун талаб қилинадиган кислород, %	Эслатма
Соя	6	Илдизларнинг нормал ўсишини таъминлайдиган кислород миқдори, ўрта ҳисобда 10—16% бўлиши керак
Арпа	8	
Помидор	16	



121- расм. Японияда «Бонсай» деб аталган пакана «митти» дарахтлар:

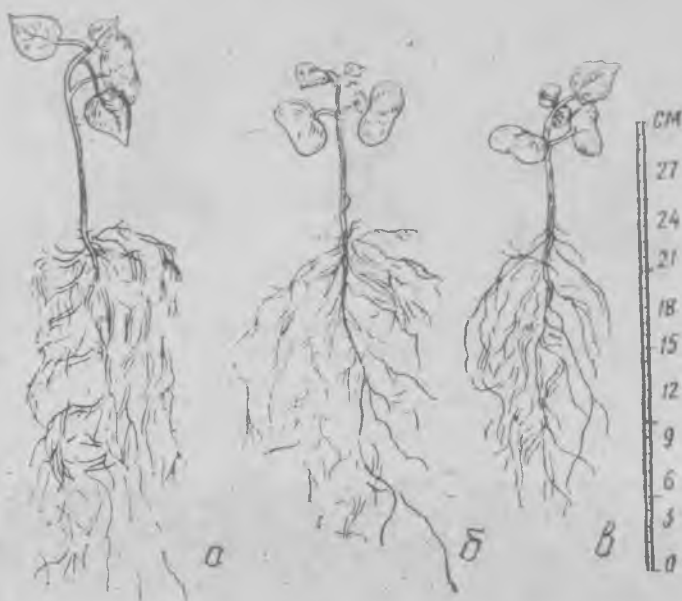
1 — 400 ёшли, баландлиги 55 см ли Глен арчаси; 2 — 300 ёшли, баландлиги 75 см ли гуллаб турган Япония ўриги; 3 — 400 ёшли, баландлиги 92 см ли оқ қарагай дарахти.



122- расм. Помидор илдининг ўсиш жадаллигига кислороднинг таъсири.

87- жадвал

Тупроқ намлиги, %	Асосий новданинг узунлиги			
	эманнинг		қарагайнинг	
	см	%	см	%
30	3,6	47	3,9	34
60	7,7	100	11,5	100
90	5,7	74	6,4	55



123-расм. Гексахлоранинг ғўза майсаларига таъсири:

А — контрол; Б — ГХЦГ — 40 кг/т; В — ГХЦГ — 80 кг/т.

Айтиб ўтилган омиллардан ташқари тупроқ эритмаси концентрацияси, рН миқдори, заҳарли моддалар ва бошқалар ўсимликнинг ўсиш жараёнига таъсир кўрсатади. Қишлоқ хўжалик зараркунандаларига қарши курашишда қўлланиладиган препаратлар ҳам шулар жумласига киради. Масалан, ғўза ўсимлигининг ўсишига ГХЦГ препаратининг таъсирини муаллиф (1956) текширган. Тажриба далиллари ғўза майсаларини контрол майсаларга нисбатан секин ўсанлигини кўрсатди (123-расм).

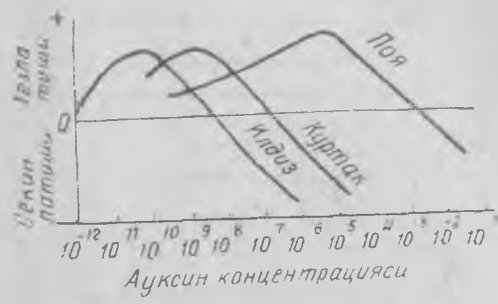
#### Ўсимликнинг ўсишини жадаллаштирувчи фитогормонлар

Ўстирувчи гормонлар, витамин ва ферментлар сингари ўзига хос бирикма бўлиб, ўсиш жараёнларини жадаллаштиради. Ўсимликнинг ўсишига таъсир этадиган бундай моддаларнинг мавжудлигини Ч. Дарвин (1880) таъкидлаб ўтган эди. Дарвиндан кейин бундай моддаларни излаш авж олди.

Ўсимликнинг поя, илдиз учларидан ўсишини тартибга солидиган (корреляциялайдиган), «ички секрет» деб аталган моддалар ажралиб чиқишини Эррер (1906) айтган.

А. А. Набоких (1908) кунгабоқар гипокотилидан ўсимликларга таъсир этиб, уларнинг ўсишини ўн барабар тезлаштирадиган бирикма ажратиш олган.

Усимликларда ўсиш жараёнини жадаллаштиришда ауксинлар қатнашини Н. Г. Холодный (1927) ва голландиялик олим Ф. М. Вент (1928) тўла тасдиқладилар. Голландиялик биохимик Ф. Кегель (1933) сийдик таркибидан ажратиб олинган бирикмага ауксин «а» ( $C_{18}H_{35}O_5$ ), маккажўхори майсасидан олинганига эса ауксин «б» ( $C_{18}H_{30}O_4$ ) деб ном берди. Ризонус (Rhizopus) замбуруғидан ажратиб олинган  $\beta$ -индолил-сирка кислотаси ( $C_{10}H_9O_2N$ ) гетероауксин деб юритилади.



124-расм. Турли концентрациядаги ауксиннинг ўсимлик органларининг ўсиш жадаллигига таъсири.

Гетероауксин тубан ўсимликлардан ташқари, барча юксак ўсимликлар туқимасида мавжуд бўлиб, ауксинларга нисбатан бир неча марта кучлидир. Гетероауксин моддалар алмашилиши жараёнида триптофан аминокислотаси ҳисобига синтезланади. Триптофандан дастлаб шиким кислота, ундан эса гетероауксин ҳосил бўлади. Шуниси қизиқарлики, гетероауксин стимулятор бўлиб, ўсиш жараёнларини жадаллаштирса, шиким кислота, аксинча, ўсиш жараёнларига салбий таъсир этадиган ингибиторлар қаторига киради.

Ўсимликларнинг ўсишида ва, айниқса, ҳужайраларнинг бўлинишида ўстирувчи гормон «биос» катта аҳамиятга эга. Биохимиявий анализлардан аниқландики, «биос» тиамин ( $B_1$ ) мезоинозит ва биотин витаминларидан ташкил топган эканлиги айтиб утилди.

Ауксинлар меристема туқималарида синтезланиб, ўсимликнинг бошқа органларига юқоридан пастга йўналади. Ўсимлик органларининг ауксинга бўлган сезгирлиги ҳам ҳар хил эканлигини Н. А. Максимов (1948) аниқлаган. Унинг фикрича, поя учун ауксиннинг  $10^{-4}$  —  $10^{-5}$  (0,0001—0,00001) ораллиғида моляр концентрацияси оптимал бўлса, куртақлар учун  $10^{-8}$  —  $10^{-9}$  (0,0000001 — 0,00000001), илдизлар учун  $10^{-9}$  —  $10^{-11}$  (0,000000001 — 0,0000000001) моляр концентрация ораллиғидан ошмаслиги лозим (124-расм.).

Ауксиннинг моляр концентрацияси юқорида кўрсатилганларда иқп бўлса, ўсиш жараёнларига салбий таъсир этади. Ўсиш нуқтасидан (метистемадан) узоқлашган сари ўсимлик органларида ауксин миқдори камая боради. Вика ўсимлиги устида олиб борилган тажриба далиллари 88-жадвалда келтирилган.

Ауксин ва гетероауксин гормонлари таъсирида ферментлар

Ўсимлик органлари	Ауксин миқдори (нисбий бирлик ҳисобида)
Бош куртакларда	12
Ривожланувчи баргларда	2,2
Поя учида жойлашган иккинчи баргларда	1,5
Учинчи баргларда	0,5
Туртинчи баргларда	0,4

фаолияти ва нафас олиши жадаллашади, ҳужайрага сувнинг қабул қилиниши ва оқсилларнинг синтези тезлашади.

Гибберелла фуоқурои (*Gibberella fujikuroi*) замбуруғидан ажратиб олинган бирикма таъсирида Е. Куросава (1926) шоли ва маккажўхорининг ўсиши тезлашганилигини кузатган.



125- расм. Зиғир ва тамаки ўсимликларининг ўсишига гиббереллиннинг таъсири: 1 — 5 марта гиббереллин пуркалган ўсимликларнинг бўйи 5 м га етган; 2 — контрол (сув пуркалган) ўсимликларнинг бўйи 2,5 м дан ошмаган; 3 — 6 марта гиббереллин пуркалган ўсимликларнинг бўйи 3,5 м га етган; 4 — 6 марта гиббереллин пуркалган ўсимликнинг бўйи 1 м бўлган.

Кейинчалик бу бирикма тоза ҳолда ажратилиб, химиявий таркиби аниқлангач, унга гибберелла деб ном берилган (Т. Ябута ва Сумики).

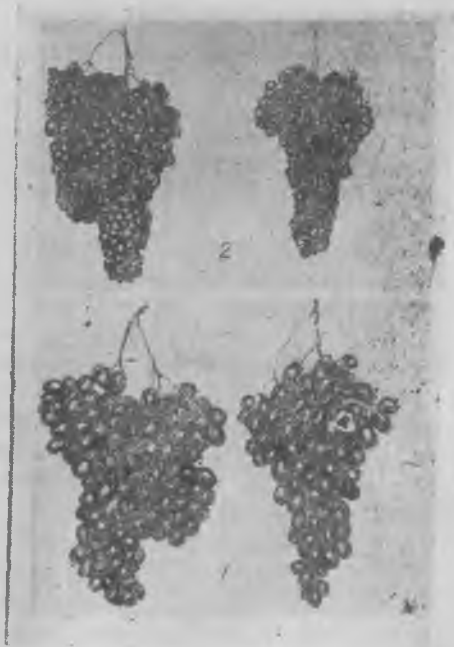
Яқин йилларда гибберелла ва гибберелласимон моддаларга катта аҳамият берилиб, унинг ўсимликларга таъсири чуқур ва ҳар тарафлама ўрганилмоқда.

Юксак ўсимликлар тўқимасида гибберелла ва гибберелласимон моддаларнинг борлигини М. Кэдди ва Ц. Веста (1956) аниқлаган. Айни вақтда 60 дан ортиқ бундай моддалар ҳар хил ўсимлик тўқималаридан ажратиб олинмоқда. Гиббереллинлар поя, илдиз, ёш барглarda синтезланиб, юқоридан пастга, пастдан юқорига ҳаракатланиши ва кучли концентрацияда заҳарсиз бўлиши билан ауксинлардан фарқ қилади. Гиббереллинлар таъсирида уруғ, куртак ва картошка тугунаклари тиним ҳолатидан уйғонади. Каноп, зиғир, тамаки ва бошқа паст бўйли ўсимликларнинг ўсиши жадаллашади (125, 126-расмлар).

Гиббереллинлар таъсирида узун кун ўсимликларининг қисқа кунда гуллаши ҳам тезлашади. Гиббереллин ноциклик фотосинтезлашиш қилиниги ўтишини тезлаштиради. Бу модда мевалон кислотани ўзгариши натижасида ҳосил бўлади.

Абсиз кислота (АБК) деб аталган ингибиторнинг синтезланишида мевалон кислота асосий маҳсулот эканлигини ҳам айтиб ўтиш керак. Бу ҳодиса тирик организмларда моддалар алмашиши жараёни қанчалик узвий боғланганлигини кўрсатиши билан бир қаторда, бир модда ҳисобига бир-бирига зид бирикмалар синтезланиши имконияти мавжудлигини ҳам кўрсатади.

ДНК молекулаларининг тарқалишида ажралган адеинин асоси ҳисобига, цитокинин деган актив бирикма ҳосил бўлиб, у ўсимлик хужайраларининг бўлинишига ва ўсишига ижобий таъсир этганлиги аниқланган (Скуг, 1956). Цитокинин таъсирида сарғайиб қолган барглар яшил тусга киради, уларнинг қурғоқчиликка ва иссиқликка чидамлилиги ортади, оқсил парчаланишидан ҳосил бўл-



126- расм.

1 — гуллаш олдидан, гуллаш охирида ва мева туккандан сўнг, гиббереллин пуркалган қора кишмиш узуми; 2 — контрол узум шянгиллари

ган маҳсулотлар ёш баргларга қараб ҳаракатланади.

Зеатин деган цитокинин маккажўхори донидан ажратиб олинган (Д. С. Летам, 1964). У илдишларда ҳосил бўлиб, барг ва пояларга қараб ҳаракатланади. Цитокинин иштирокида меристема ҳужайраларида дифференцияланиш фазасининг ўтиши тезлашади. Унинг таъсирида каллус (органик моддалар тўплами)дан бутун бир ўсимлик тикланади.

Цитокинин ёки бошқача айтганда, кининлар таъсирида уруғларнинг униши ва тиним ҳолатидаги куртакларнинг ўсиши тезлашади, моддалар алмашиши жараёнида ҳосил бўлган маҳсулотларнинг тақсимланиши маълум тартибда сақланади. Ўсимликларнинг қурғоқчиликка ва иссиқликка чидамлилиги ортади.

Цитокинин, ауксин ва этилен билан бир жинсли гулли ўсимликларга таъсир этилганда урғочи гуллар, гиббереллин билан таъсир этилганда эркак гуллар ҳосил бўлади.

Ўсимлик ҳужайраларининг бўйига ўсишига салбий таъсир қиладиган моддалар ретардантлар деб аталади. Ретардантлар таъсирида пояларнинг ўсиши сустлашади. Ретардантлар гиббереллинларга нисбатан акс таъсир кўрсатади.

Хлорхалинхлорид (ССС ёки Тур деб аталган) ретардант ўсимликлар ўсишига салбий таъсир қилишига қарамай, уларнинг иссиқликка, қурғоқчиликка, баъзи касалликларга ҳамда паст температурага чидамлилигини оширади.

Хлорхалинхлорид эритмаси пуркалган ғалла экинларида поясининг қисқариши ва йўғонлашишида ерга ётиб қолиш ҳодисалари кузатилмайди. Республикамизда синтезланган этирель (2-хлор этил фосфат кислота) деб аталган ретордант ғалла экинларида қўлланилади. Унинг таъсирида поя йўғонлашади, ўсимликнинг бўйи эса 2—5 см га қисқароқ бўлиб ўсади.

Боғдорчиликда олма навларининг ўсишини тўхтатадиган Алар ретордантини ишлатганда ўсимликнинг мева ҳосил қилиш даври қисқаради.

Шундай бирикмаларга ингибиторлар ҳам кириди. Улар ўзларининг химиявий структурасига кўра ўстирувчи гормонларга ўхшаса ҳам, ўсимликларнинг ўсишига салбий таъсир этади. Ўсимликнинг тиним даврида сақланиши ингибиторларга боғлиқ. Ўсимликнинг ўсиш жараёнларини тезлаштириш мақсадида сунъий тайёрланган химиявий стимуляторлар ишлатилади. Стимуляторлардан фенилгетероауксин, β — индолил — γ — мой кислотанинг гетероауксинга нисбатан бир неча марта актив эканлиги аниқланди.

#### Аллелопатия ҳодисаси

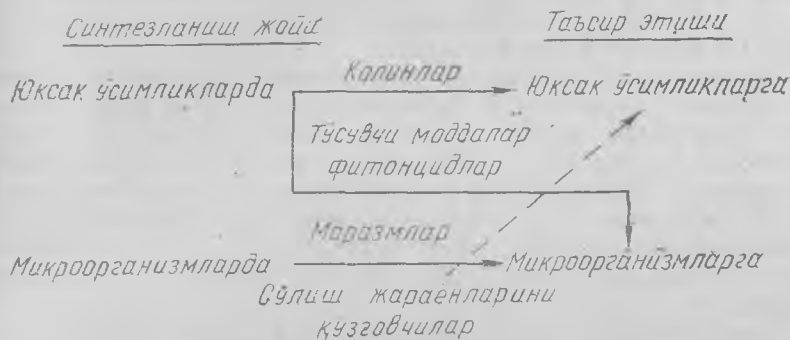
Фитоценоз ва экосистемадаги ўсимликлар бир-бирига таъсир кўрсатиб ривожланишига аллелопатия дейилади. Аллелопатия грекча «аллелос» — ўзаро ва «патес» (pates) таъсир



курсатиш сўзларидан иборат терминни Г. Молиш (1937) тавсия этди.

Бу соҳада С. П. Костичев, Н. Г. Холодный, Б. П. Токин, Г. Грюммер ва бошқа олимларнинг илмий-тадқиқот ишлари диққатга сазовордир. Бу ҳодиса табиатда кенг тарқалган. Ҳар қандай юксак, тубан ўсимликлар ва бошқа тирик организмлар ўзларининг ҳаёт жараёнларида турли-туман физиологик актив моддалар ишлаб чиқаради. Бир организмдан ажралиб чиққан модда бошқа организмга салбий ёки ижобий таъсир этиши мумкин. Масалан, саримсоқда ҳосил бўладиган аллицин актив моддалар қаторига кирмайди, аммо аллиназа ферменти активлигида аллицин ( $C_6H_{10}S_2$ ) деган физиологик актив бирикмага, яъни фитонцидга ўзгаради.

Физиологик актив моддалар тубандагиларга бўлинади.



Г. Грюммер схемаси. (1955).

Аллелопатия ҳодисаси 4 хил кўринишда учраганлиги схемада кўрсатилган.

1. Юксак ўсимликлар томонидан ишлаб чиқарилган ва фитонцид теб аталган моддалар — колинлар тубан ўсимликларга ва микроорганизмларга салбий таъсир этиши.

2. Юксак ўсимликлар орасидаги ижобий ёки салбий муносабат.

3. Микроорганизмлар томонидан ишлаб чиқарилган ва маразмларнинг — антибиотикларнинг микроорганизмларга таъсири.

4. Маразмларнинг юксак ўсимликларга салбий ёки ижобий таъсири.

Кўрсатиб ўтилган (колин — фитонцид) ва маразм (антибиотик) ларнинг тупроқда тўпланиши натижасида ўсимликларнинг ва бошқа организмларнинг ўсиши ҳамда ривожланишини активлаштириши ёки тўсиши мумкин.

Бундай моддаларга этилен, эфир мойлари, CN гуруҳини сақлаган глюкозидлар (амигдалин) ва бошқа моддалар мисол бўлади. Улар ёмғир сувлари билан барг, поя ва бошқа орган-

лардан оқиб, тупроқда тўпланади ва юксак ўсимликларнинг ил-  
дизларига таъсир кўрсатади.

Ўсимликлар ургасида содир буладиган муносабатни тўла  
ва ҳар тарафлама урганиш натижасида экинлардан юқори ва  
сифатли ҳосил олишда амалий ишларга имконият яратилади.  
Жумладан, алмашлаб экиш масалаларини тўғри ҳал этишда  
ва бир вақтнинг ўзида қандай ўсимликларни бирга экиш мум-  
кинлигини аниқлашга ҳам ёрдам беради.

### Ўсимликларда тиним даври

Ўстирувчи фитогормонлардан ташқари, ўсимликларга сал-  
бий таъсир этувчи ингибитор деб аталган моддалар ҳам  
кенг тарқалган. Табиий ингибиторлардан кумарин, скополетин,  
абсциз кислота, эскулатин, шиким кислота ва бошқалар таъ-  
сирида ўсимликлар тиним даврига ўтади. Тиним ҳодисаси куз  
ва қиш фаслларига тўғри келади.

Куз ва қиш ойларида кун узунлигининг қисқариши ва тем-  
пературанинг пасайиши ўсимликнинг ўсишига салбий таъсир  
этиб, улар тиним даврига ўтади. Бу вақтда ўсимликлар ҳажми  
ва массаси ортмасада, нафас олиш, моддалар алмашилиши  
жараёнлари, биохимиявий ўзгаришлар жуда секинлик билан  
ўтади. Академик Н. А. Максимов фикрича, ўсимликларнинг  
тиним давридаги нафас олиш жадаллиги 200 марта секинла-  
шади. Ўсимликларда ёзги қисқа ва узоқ давомли тиним ҳолати  
булади.

Урта Осиё ва Саҳара чўлларида ўсадиган ўсимликларда  
куз ва қишдан ташқари ёз ойларида ҳам тиним ҳолатига ўт-  
ганликлари кузатишган, шунингдек чўлларда ҳаёт кечиришга  
мослашган ўсимликлар иқлимнинг иссиқ ва ҳавонинг қуруқ  
булишидан баргларини ва, ҳатто, новдаларини тўкиб, ёзги тиним  
давrigа ўтадилар. Қулай шароит туғилганда бундай ўсимлик-  
ларда ўсиш жараёни қайтадан давом этади.

Куз бошидан баҳор ойларигача чўзиладиган тиним даври  
узоқ давомли тиним даври деб аталади. Ўсимликнинг  
тиним даврида моддалар алмашилиши бутунлай тўхтаб қол-  
майди. Узоқ давомли тиним даври органик (чуқур) ва  
мажбурий тиним давларидан иборат:

а) органик тиним даврида ўсимлик ҳужайраларида жуда  
мураккаб биохимиявий ўзгаришлар содир бўлиб, ўсиш жара-  
ёнларига салбий таъсир этадиган ҳар хил бирикмалар, инги-  
биторлар (абсциз кислота) ҳосил булади. РНК ва аминокис-  
лоталар миқдори камаяди (В. Г. Конорев, Н. А. Сатарова).  
Органик тиним даври картошка ва дарахт куртақларида ку-  
затилади. Эндигина баргларини тўккан дарахт куртақларида  
ёки даладан йиғиб олинган картошка тугунагига ўсиш учун  
қулай шароит яратилса ҳам уларда ўсиш белгилари кузатил-  
майди. Маълум муддат ўтгандан кейин шароит ноқулай бўли-  
шига қарамай, куртақ ва тугунақларда ўсиш жараёнлари бош-



127-расм. Үсимликларни тиним давридан уйғотиш усуллари:

а — эфир таъсирида (марваридгулнинг гуллаши); б — илик (35° С) сув таъсирида (сирень) ва в — ўрмон ёнғонининг гуллаши.

ланганлиги кузатилади. Органик тиним даврида ўсимликда ўсиш жараёнларини давом эттириш учун замин тайёрланади. Үсимликларни органик тиним ҳолатдан уйғотиш учун теомочевина, гиббереллин (0,01%) ва 2—3% ли роданит тузлари ишлатилмоқда.

Чуқур тиним даври органик тиним давридан кейин ёки у билан бир вақтда давом этади. П. А. Генкель ва Е. З. Окнина (1948) фикрича, чуқур тиним даврида цитоплазманинг физик-химиявий хусусияти ўзгариб, липоид қавати қалинлашади, натижада цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусияти пасаяди, ошловчи моддалар миқдори кўпаяди ва плазмадесма ипчалари

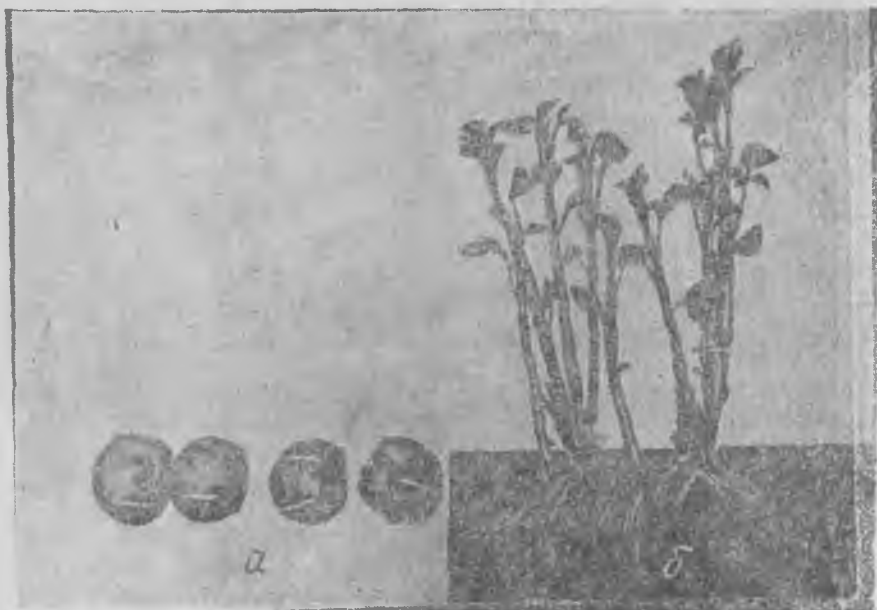
ҳужайра ичига тортилади. Оқибатда ҳужайралараро алоқа узилади. Ҳар қайси ҳужайра уз мустақиллигини эгаллайди.

Чуқур тиним давридан «уйғотиш» мақсадида бир қанча усуллар ишлаб чиқилган ва улардан зарур пайтларда кенг фойдаланилади.

**Эфирлаш усули.** Сирень, ландиш ёки бошқа бирор ўсимликдан кесилган новдаларни эфир аралаштирилган (ҳар 10 л ҳаво учун 5 мл эфир) ҳавода 48 соат 17—19°C да сақланади, сунгра уларни газ аралашмасидан олиб, сувли идишга солиб қўйилади. Бир неча ҳафта ўтгач новдаларнинг ривожланганлиги эфир таъсирида ўсиш жараёнлари бошланганлигини кўрсатади (127-расм).

**«Иссиқ ванна»лар усули.** Бунда кесилган дарахт новдалари 30—35°C ли сувда 10—12 соат сақланади. Нормал шароитда 2—3 ҳафта ўтгач новда куртакларида барг ва гуллар пайдо бўлади.

Органик ва аноорганик моддалар таъсирида ўсимликларни чуқур тиним давридан «уйғотиш» мумкин. Масалан, жука (*Tilla parviflora*) ва сохта каштан (*Aesculus hippocastanum*) дарахти куртакларига концентрик  $H_2SO_4$  эритмасини 20 секунд давомида таъсир эттирилганда, уларда ўсиш жараёнлари бошланади. Картошка тугунагини чуқур тиним давридан этиленхлоргидрин ( $C_2H_4-CH_2OH$ ) бирикмаси таъсир этиб, «уйғотиш» мумкин (128-расм).



128-расм. Этилхлоргидрин таъсирида картошка тугунақларини тиним давридан «уйғотиш»:

а — контрол; б — этиленхлоргидрин таъсир этилган картошка.

Айрим ўсимлик уруғи тўла етилиши учун паст температура ёки ёруғлик таъсир этириб, стратификациялаб етилмаган уруғларнинг тўла етилишини таъминлаш мумкин. Бу усул қишлоқ хўжалигида кенг қўлланилади. Асосан олма, нок, ўрик, шафтоли каби мевали дарахтларнинг данаклари ва уруғлари стратификацияланади. Бунда уруғ ва данаклар +5°C нам қум ичида баҳоргача сақланади. Стратификацияланган уруғларнинг деярли ҳаммаси униб чиқиш қобилиятига эга бўлиб, ўсимликларнинг гуллаши ва ҳосилга кириши тезлашади (129-расм).

Етилган уруғлар қулай шароит яратилгунга қадар кўп йиллар давомида тиним даврини сақлаб туради. Бундай тиним даври мажбурий тиним даври деб аталади. Мажбурий тиним давридаги уруғларга намлик, оптимал температура ва аэроб шароит яратилса, уларда ўсиш жараёнлари бошланади.

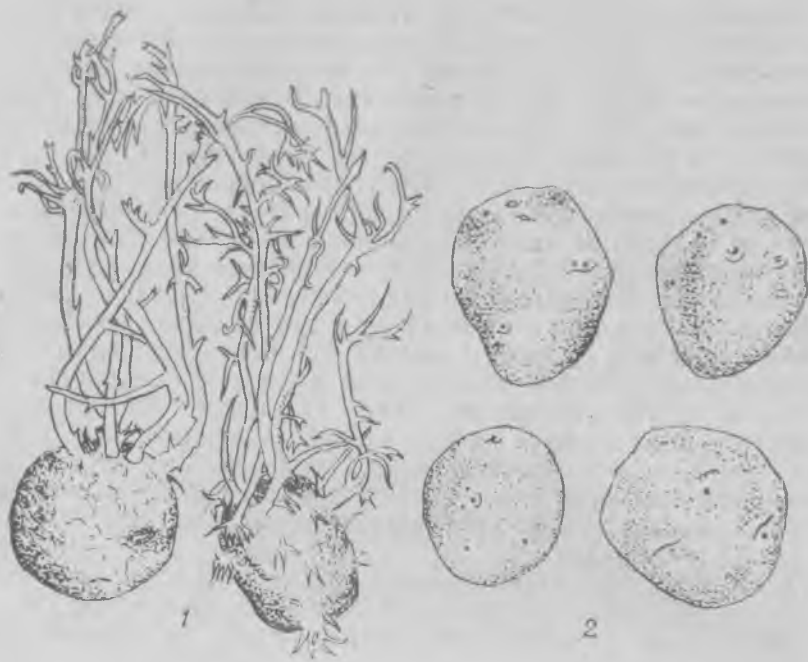
Қалин пўстли уруғларнинг униб чиқишини тезлаштириш мақсадида скарификациялаш усули қўлланилади. Бунда қаттиқ ва қалин пўстли уруғлар қумланади. Уруғ пўсти қум билан ишқаланганда унинг пўсти шикастланади. Натижада уруғ тўқимасига сув ва ҳаво кириши яхшиланиб, уруғ бўкади ва униши тезлашади.

Ўсимликларнинг тиним даврини узоққа чўзиш ҳам мумкин. Масалан, картошка тугунагининг тиним даврини чўзиш учун  $\alpha$ -нафтилсирка кислотанинг метил эфири ва радиоактив



129-расм. Стратификация қилинган ва стратификация қилинмаган уруғлардан ўси чиққан мева ниҳолларининг ривожланиши:

1, 2, 3 — олма; 4 — нок ниҳоллари; а — стратификация қилинмаган, б — стратификация қилинган уруғлардан ўсиб чиққан ниҳоллар.



130-расм. М-1- $\alpha$  — нафтилсирка кислотаснинг метил эфири таъсирида картошкани тиним даврида сақлаш:

1 — контрол; 2 — М-1 препарати билан ишланган картошка тугунаги.

кобальт нури ишлатилади. Бундай картошка тугунагининг сифати бузилмайди ва ёз ойларигача деярли тўла сақланади (130-расм).

#### Мева ва уруғлар етилишидаги биохимиявий ўзгаришлар. Уларни сунъий этилтириш усуллари

Ўсимликлар гули чангланиб, тухум ҳужайраси уруғлангандан кейин унинг туқималарида бўлажак илдиз, биринчи барг ва ўсиш нуқтаси (конуси) шаклланади. Уруғлар туқимасида булардан ташқари, катта биохимиявий ўзгаришлар содир бўлади.

В. В. Ракитин маълумотиغا қура, уруғ ва меваларнинг этилиши икки босқичда боради.

Биринчи босқичда перикарпда ва уруғ ҳужайраларида синтез жараёнлари жадаллашади, цитоплазма миқдори орта боради. Баргларда ҳосил бўлган оддий органик моддалар (шакарлар, аминокислоталар ва бошқалар) ҳисобига уруғ ва перикарп ҳужайраларида крахмал, органик кислоталар, ёғ ва оқсиллар тупланadi. Бу босқич мева пўстида ва уруғларда бир хил кечади.

Иккинчи босқичда уруғ туқимасининг ҳужайралари сувсизланади, яъни уруғ етила бориши билан таркибидаги сув миқдори камаё боради. Буни қуйидаги жадвалдан куриш мумкин (Новацкий, 1870).

89-жадвал

Бугдой донининг етилиш фазалари	100 донасининг			
	умумий массаси	таркиби- даги қуруқ модда миқдори	сувнинг массаси	%
Сут пишиқликнинг бошланишида	5,89	2,86	3,03	51
Сут пишиқликнинг охирида	7,23	3,58	3,65	50
Мум пишиқлик даврида	5,65	4,19	1,46	25
Тулиқ етилиш даврида	4,59	4,22	0,37	8,06

Уруғлар туқимасидаги сув миқдори камаё бориши билан бирга оддий органик моддалардан крахмал, ёғ ва заҳира оқсиллар синтезланади. Крахмалли уруғларда моносахаридлар ҳисобига крахмал, ёғли уруғларда ёғлар тўпланади.

Углеводлар ҳисобига ёғлар синтезланишини Ленкери-дю-Саблон жадвалидан куриш мумкин.

90-жадвал

Текшириш вақти	Ўрмон ёнгоғи мағзининг таркиби, % ҳисобида			
	ёғ	глюкоза	сахароза	крахмал ва декстринлар
6 июлда	3	7,6	0	21,8
1 августда	16	2,4	0,5	14,5
15 августда	42	0	0,6	3,2
1 сентябрда	59	0	0,8	2,6
4 октябрда	62	0	1,6	2,6

Углеводлар ўзгаришидан глицерин ва тўйинган ёғ кислоталар ҳосил бўлишини, кейинчалик тўйинган ёғ кислоталар тўйинмаган ёғ кислоталаргача ўзгаришини С. Л. Иванов аниқлаган. Тўйинган ва тўйинмаган ёғ кислоталар глицерин билан бирикиб, ёғ синтезланиши аниқланган.

Уруғ ва мевалар таркибида органик моддалардан ташқари, К, Са, Mg, P ва бошқа элементлар ҳам бор. Мевалар этининг етилишида борадиган турли биохимиявий реакциялар натижа-сида органик моддалар катта ўзгаришларга учрайди. Пектин, оқсиллар, крахмал ва бошқа мураккаб органик моддаларнинг парчаланишидан шакарлар, аминокислоталар, органик кислота-лар, витаминлар, эфир мойлари ҳосил бўлади. Меваларнинг аччиқ, нордон ва тахир таъми (мазаси) йўқолади. Пектин бирикмаларининг парчаланишидан мева эти юмшоқ ҳолга келиб, ёқимли таъми эгаллайди. Хлорофилл парчаланишидан меваларга ранг берувчи пигментлар синтезланади.

Шафтоли меваси етилиш даврида шакар, кислота ҳамда шакарнинг кислотага бўлган нисбатининг ўзгаришига оид В. Абрамович далиллари.

91-жадвал

Анализ кунлари	Шакар, %	Кислота, %	Шакарнинг кислотага нисбати (коэффициенти)
II.VI	5,57	0,61	9,1
24.VII	7,54	0,58	13,0
10.VIII	8,43	0,51	16,3

Мевалар етилишида таркибидаги шакар миқдорининг ортиб боришини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин

92-жадвал

Мевалар	Меванинг ҳуқ масъасига нисбатан шакар миқдори, %				
	ёш меваларда	етилаётган меваларда			етилган меваларда
Олма	3,70	5,42	7,02	8,10	9,24
Шафтоли	3,80	4,52	7,58	11,0	15,81
Ўрик	1,70	3,15	3,03	6,15	7,95
Ўзум	0,91	2,10	12,90	14,56	21,40
Қовун	3,70	3,70	5,53	9,84	10,26

Мевалар етилгач, мева бандида ажратувчи қатлам ҳосил қилиниб, мева ўсимлик танасидан ўз массасига кўра ажралиб, ерга тушади. Йирик мевалар ҳосил қилиш мақсадида баъзи боғбонлар мева белбоғи деган усулни қўлланадилар.

Мевалар турлича етилади. Масалан, ёзги олма узилмасдан тупида етилса, қишки олма узиб олингандан кейин бир қанча вақт ўтгач етилади.

Р. Гарвей таклифига кўра (1918) етилмаган меваларни сунъий этилтириш учун бир ҳисса этилен, 1000 ҳисса (1:1000) ҳаво билан аралаштирилади. Герметик камерадаги намлик даражаси 70—85%, температура 18—21°C бўлганда, мевалар 2—3 кунда етилади. Этилен гази таъсир эттирилиб лимон, хурмо, помидор ва бошқа меваларнинг етилишини тезлаштириш мумкин. Бу усулнинг моҳияти шундаки, этилен гази таъсирида цитоплазманинг ўтказувчанлиги ортади, хужайраларга кислород кириши тезлашади, ферментлар фаолияти кучаяди. Оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари тезлашади ва натижада органик кислоталарнинг, ошловчи, пектин каби мураккаб моддаларнинг тез парчаланишидан меваларнинг етилиши ҳам жадаллашади.

Ҳўл мевалар таркибида сув кўп бўлишига қарамай, уруф ўз-ўзидан унмай, тиним даврида бўлади. Бунинг сабаблари





131- расм.

*а* — тиним даврини ўтказмасдан тарвуз ичидаги уруғларнинг униши; *б* — пияз уруғининг униши (Г.Д. Мустақимов, 1953, 1972).

ҳозиргача тула аниқланмаган. Олимларнинг фикрига кўра, баъзи уруғлар ҳужайраси таркибида бўладиган айрим бирикмалар, ингибиторлар уруғнинг униб чиқишига тўсқинлик қилади. Шунга қарамай, айрим вақтларда унишга тўсқинлик қиладиган моддалар етишмаслигидан ёки бошқа сабабларга кўра мева ичидаги уруғнинг кўпи униб чиқиши кузатилган (131-расм).

Кўпгина ўсимликларнинг гули уруғланмасдан ривожланганда меваси ичида уруғ ҳосил бўлмайди, ҳосил бўлса ҳам, уруғи пуч булиб, муртаксиз (эмбрионсиз) қолади. Бундай мевалар партенокарпик мевалар деб аталади. Масалан, кишмиш нав узум, ток, қовоқ, мандарин, бодринг, банан ва ананас каби ўсимликларда партенокарп мевалар ҳосил бўлиши кузатилади.

Партенокарп меваларни сунъий ҳосил қилиш ҳам мумкин (Ю. В. Ракитин, А. В. Крилов, 1947). Бунинг учун 1 л сувда 25—50 мг, 2, 4,5-трихлорфеноксисирка кислотани ёки 5—20 мг, 2,4-дихлорфеноксисирка кислота эритмаси ўсимликлар гулига пуркалади. Натижада мевалар уруғ ҳосил қилмасдан, контролга нисбатан 8—18 кун эрта пишади. Бундан ташқари, ҳо-

сили 25—50% ортиб, таркибидаги С витамини миқдори 40—50% га етади.

## Гербицидлар, дефолиантлар ва десикантлар

### Уларнинг қишлоқ хўжалигида ишлатилиши

Маданий ўсимликлар орасида ўсадиган бегона ўтларни ҳамда автомобиль ва темир йўлларида, канал ва қурилиш майдонларида ўсадиган ўсимликларни йўқотиш мақсадида ишлатиладиган фаол бирикмалар гербицидлар деб аталади. Ўстирувчи модда — ауксинларнинг кучли эритмаси ҳам ўсимликларга салбий таъсир этганлигини, яъни гербицидлар қаторига кирганлигини Н. Г. Холодный (1924) аниқлаган. Гербицидлар химиявий тузилиши ҳар хил бўлиши билан ўсимликнинг ўсиш

конуси (нуқтаси) га ёки тўқималарига таъсир этиб, нобуд қилиш хусусияти бир хил.

Ўсимликларга таъсир этиш табиатига кўра гербицидлар 2 гуруҳга бўлинади.

1. Барча ўсимликларга ялли таъсир этувчи гербицидлар.

2. Танлаб таъсир этувчи (селектив) гербицидлар. Бундай гербицидлар айрим ўсимликларга кучли таъсир этиб, уларни ҳалок қилса, бошқа тур ўсимликларнинг ўсишини тезлаштиради.

Агар гербицидларнинг концентрацияси кучли бўлса, уларнинг ҳаммаси ҳам ялли таъсир этувчи гербицидлар қаторига киради. Масалан, монурон ва диурон (1,2—1,6 га/кг) ғуза даласидаги фақат бир паллани ўтларга таъсир этиб, уларни нобуд қилса, кўпроқ берилганда даладаги ҳамма ўсимликларни, шу жумладан, ғузани ҳам нобуд қилади.

Ўсимликларга таъсир



132-расм.

б — контрол; а — 2, 4 — дихлорфенолсирка кислота (гербициди) таъсирида уч кундан сўнг икки паллани ўсимликларнинг нобуд бўлиши: 1 — олабўта; 2 — бугдой; 3 — бўзтикан; 4 — хартол.

этиш формасига кўра контакт ва системли гербицидларга бўлинади. Усимлик туқималарига бевосита ёпишган ҳолда таъсир қилса, контакт гербицидлар дейилади. Масалан, ДНОК пентахлорфенолятнатрий кабилар.

Усимликнинг ўтказувчи найлари орқали ҳаракатланиб, таъсир қиладиганлари системали гербицидлар деб аталади. Улар таъсир этса, барг ва поя табиий ҳолатини йўқотиб, муртлашади. Усимликнинг ўсиши сустлашади, барглари сарғаяди, ўсимлик уруғ ҳосил қилиш хусусиятини йўқотади (132-расм).

Гербицидлар ўсимликка барг ёки илдиз орқали етказиб берилади.

Гербицидлар эритма, порошок ва паста шаклида ишлатилади. Улар билан ишлаганда унинг концентрациясига, иқлим шароитига, экин турига ва агротехника тадбирларига амал қилиш зарур.

Таъсирига кўра гербицидлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

а) оксидловчи-қайтарувчи ферментларга таъсир этувчи гербицидлар;



133- расм.

а — магний хлорат билан пуркалган ғўза;  
б — пуркалмаган ғўза.

б) хлорофилл жадаллигини сустлаштирувчи гербицидлар;  
в) оқсил ва углеводларни синтезлашда қатнашадиган ферментлар жадаллигини сустлаштирувчи гербицидлар.

Дефолиантлар ва десинкантлар олма, олча, нок, ўрик, ток ва бошқа ўсимлик баргларини туқишда ишлатилса, бизнинг шароитда ғўза баргини туқиш учун қўлланилади.

Дефолиантлар таъсирида ўсимлик баргида хлорофилл миқдори камаяди, фотосинтез жараёни сустлашади, ўсимлик туқи-

маларида сув камаяди, оқсил ва бошқа турли мураккаб бирик-маларнинг парчаланишидан ҳосил бўлган моддалар ҳисобига барг бандида ажратувчи қават пайдо бўлиб, барг тукилади (133-расм).

Дефолиантлар барг туқимасига ўтгандан кейин, баргнинг тукилишини, кўсақларнинг етилишини тезлаштиради. Ғўзада 1—3 та кўсақ очилгандан кейин дефолиантларни қўллаш тавсия қилинади.

Картошка ҳосилини йиғиб олишдан олдин, унинг ер устки қисмлари десикантлар ёрдамида қуритилади. Десикант сифатида 1 га ерга 12—15 кг магний хлорат сарфланади. Десикантлар таъсирида барг, поя ва новдалар қуриб, ғўза кўсақлари тез очилади. Кўсақлар 60—70% очилгандан кейингина ғўзаларга десикант препаратлар пуркалади.

### Ўсимликларда учрайдиган коррелятив ҳодисалар

Ўсимликнинг ўсиш жараёнлари ичида коррелятив ҳодисалар диққатга сазовордир. Ўсимлик муайян шаклини эгаллаб ўсиши ва ривожланиши, организмни ташкил этган органларнинг зич муносабатда бўлиши коррелятив ҳодисанинг фаолиятига боғлиқ. Ўсимликнинг ҳар қайси органи мустақил равишда функциясини ўз вақтида бажаргандагина ҳаёт жараёнлари нормал ўтади.

Агар бирорта орган ўз функциясини тула ва ўз вақтида ижро этмаса ёки бирор сабабга кўра ишдан чиқиб қолса, қолган органлар иши ҳам бузилади. Бирламчи меристема туқимаси шикастланганда ўсимлик танаси ўзининг муайян шаклини йўқотади. Масалан, кунгабоқар ўсимлиги вегетация охирида биттагина катта саватча етиштириб ҳосилга киради. Гул-лашдан олдин кунгабоқарнинг поя учи кесиб олинса, барг қўлтиқларида жойлашган куртаклардан шохчалар чиқиб, ҳар қайси шохчада кичик саватчалар ҳосил бўлади (134-расм).

Бирламчи меристема шикастланганда ўсимликда шохланишнинг сабаблари ҳали тула аниқланмаган.



134-раом. Корреляция ҳодисасининг кунгабоқарда кузатилиши:

А—учки ўсиш меристемаси шикастланмаган;  
Б—учки ўсиш меристемаси кесиб олинган  
ўсимликнинг тармоқланиб ўсиши.

Айрим олимлар фикрича, бирламчи меристемада ҳосил бўлган ауксин пастроқ жойлашган куртакларда кўпроқ тўпланиб, уларнинг ўсишига имкон бермайди. Поя учи кесилганда тиним давридаги куртаклар таркибида ауксин концентрацияси камайиб, уларда ўсиш жараёнлари бошланади. Бошқа олимларнинг айтишича, учки ўсиш нуқтаси шикастланмаганда кўпчилик озиқ моддалар новда учкидаги куртакка оқиб бориши туфайли кунгабоқар новдасида биттагина саватча етилади. Тиним давридаги куртакларда озиқ моддалар етарли бўлмаганлигидан, уларда чуқур тиним даври сақланади.

Помидор, қалампир кўчатларининг илдиз учлари қирқилади. Бу усулга пикировка дейилади. Мевали ва манзарали дарахтларнинг шохланишини тезлатиш ва уларга истаганча шакл бериш мақсадида ҳам поя учлари қирқиб турилади.

Ўсимликнинг морфологик тузилиши билан физиологик, биохимиявий ва биологик хусусиятлари ўртасидаги муносабатлар ҳам коррелятив ҳодисалар қаторига киради. Жумладан, М. Н. Чайлахян далилларига асосан, рангли ва секин қурийдиган семиз косача баргли наъматак С витаминига бой бўлса, косачабарги пастга қараган ва тез қурийдиган наъматак турида С витамини кам бўлади. Кечпишар гўза нави ҳужайраларидаги органоидлар ҳажми тезпишар навларникига нисбатан йирик бўлади. Бироқ, тезпишар навларда органоидлар сони кечпишар навлардагига нисбатан кўпдир.

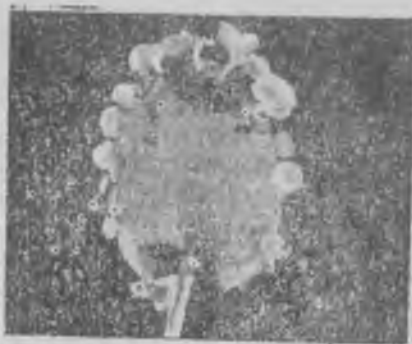
Вегетация бошида тезпишар гўза нави 1306—ДВ тўқимасидан СН гуруҳи, заҳира оқсил, фосфолипид ва аскорбин кислота миқдори кечпишар С-1622 навига нисбатан анча кўп бўлади.

Яхши навларни яратишда И. В. Мичурин ҳам коррелятив ҳодисалардан кенг фойдаланган. Унинг айтишича, ўсимликнинг морфологик белгилари билан сифат белгилари зич муносабатда бўлади. Жумладан, дурагайлардан яхшилари ажратиб олишда баргнинг рангига ва ҳажмига эътибор бериш зарур. Палла баргнинг ранги булажак меванинг рангини белгилайди. Поянинг қорамтир бўлиши навнинг кечпишарлигини кўрсатади. Тез шохланадиган ва бугим оралиқлари қисқа бўлган олманҳоллари шу навнинг тезпишарлигини кўрсатади (Н. П. Кренке).

### **Ўсимликларни вегетатив органларидан кўпайтириш. Қаламчалардаги кўтблилик. Пайвандлаш усуллари**

Ўсимлик қандай орган бўлакчасидан тикланишидан қатъи назар, ундан бир бутун ўсимлик ўсиб, тўла ривожланиш ҳодисаси регенерация (реституция) деб аталади.

Баъзи ўсимликлар барг тўқимаси ҳужайраларидан (бегония, тошёрар), бошқалари эса поя ва илдиз бўлакчаларидан, бугимли кактус ва зарпечак кабилар танадан ажратилган жуда кичик бўлакчадан, лишайниклар бир парча тўқимадан



135- расм. Тириқтуғар бриофиллум баргида ёш ниҳолларнинг ўсиб, тикланиши:

а — фото ва б — қўлда чизилган расм.

ёки соредий деб аталган махсус булакчалардан ҳам кўпайиб, янги ўсимлик танасини тиклаб олади.

Жигар мохлари махсус «ўсувчи куртак» (таллидия)лар воcитасида вегетатив кўпаяди. Қўлай шароитга тушган «ўсувчи куртак»дан янги ўсимлик (жигар мохи) тула тикланади. Бриофиллум ва бошқа тириқтуғар ўсимликларнинг барг четларида етиладиган куртакчалардан кўпаяди. Барглардан ажралиб тушган ўсимлик майсаси мустақил ҳаёт кечира бошлайди (135- расм).

Ўсимликларнинг регенерация хусусиятидан фойдаланиб, юқори сифатли хусусиятларини сақлаб қолиш мақсадида, вегетатив кўпайтириш усуллари қишлоқ хўжалигида кенг қўлланилади.

Ўсимликларни вегетатив органлардан кўпайтириш учун ўсимликдан кесиб олинган булакчага қаламча дейилади. Қаламча сифатида поя, илдиз ёки барг булакчалари ишлатилади.

Қаламча узун-қисқа бўлишидан қатъи назар, унинг учки ва пастки томонлари бўлиб, учки томонидан поя, шох ва барглар, пастки томонидан эса илдизлар ривожланади. Қаламчаларнинг қутблилигини аниқлаш учун узунлиги ва йўғонлиги бир хил бўлган иккита новда кесиб олинади (февраль — мартда). Новдаларнинг бирини морфологик паст томонини пастга, учки томонини юқорига қаратиб, иккинчисини тескари, яъни пастки томонини юқорига қаратиб қўйилади. Новдалар нам ерда 5—6 ҳафта сақланади. Тажриба, новдаларнинг тўғри ва тескари осиб қолдирилишидан қатъи назар, учки томонида барг ва новдалар, пастки томонида илдиз ҳосил бўлганлиги кузатилади (136- расм).

Шуни эътиборга олиб, ерга ўтқазиладиган қаламчаларни ҳамма вақт пастки томонини тупроққа жойлаштириб, учки томонини ер устида қолдириш зарур.

Вегетатив органлар орқали кўпайтиришда 20—60 см узунликдаги бир-икки йиллик баргли ва баргсиз қаламчалардан фойдаланилади. Ёзги яшил қаламчалар кесиб олиниши биланоқ қумга, торф ёки гўнг аралаштирилган юмшоқ тупроққа қия қилиб ўрнатиб кўкартирилади. Кузда кесиб олинган қаламчалар эса нам қумда сақланиб, эрта баҳорда ерга ўтқазилади. Олхўри, олча, дўлана ва бошқа ўсимликларнинг ёш илдизлари, ток, тол ва атиргул каби кўпгина ўсимликларнинг пояларидан қаламча сифатида фойдаланилади.

Баъзи ўсимликларнинг (тол, терак) қаламчалари ерга ўтқазиш билан тезда илдиз отиб, кўкариб кетади. Айниқса нинабаргли ўсимликлар қаламчасининг илдиз отиши учун кўп вақт талаб қилинади. Шунинг учун бундай қаламчаларнинг илдиз отишини тезлатиш мақсадида турли-туман ўстирувчи моддалар — стимуляторлар ( $\alpha$



136-расм. Ўсимлик қаламчалари қутб-лигини кўрсатиш:

1 — қаламчанинг учки томони юқорига қаратиб қўйилган; 2 — қаламчанинг учки томони пастга қаратиб қўйилган.



137-расм. Шивил (учқат) *Ionicega tatarica* ниҳолларининг илдиз ҳосил қилишида гетероауксиннинг таъсири:

1 — 2 — гетероауксин эритмасида; 3, 4 — сувда сақланган (контролда).



138- расм.

а — контрол; б — 50 мг/л концентрацияли гетероауксин эритмасида 8 соат сақланган чинчиғул қаламчалари.

нафтилсирка кислота, β-индолил, γ-мой кислоталари, 2—4-дихлорфенолсирка кислота) қўлланилади. Масалан, 100 мг/л β-индолил мой кислота эритмасида 3—6 соат сақланган қаламчалар ерга ўтқазилганда тез илдиз отади (137, 138-расмлар).

Кўчатларни бир ердан иккинчи ерга кўчириб ўтқазилганда илдизига 0,001% ли 2,4 ДУ ёки гетероауксиннинг калийли тузи эритмаси пуркалади. Катта дарахтларни бир ердан иккинчи ерга кўчириб ўтқазилганда шикастланган илдизларга лой ва торфга аралаштирилган стимуляторлар суркалади. Ерга қумилган ўсимликлар стимуляторлар қўшилган сув билан суғорилади.

Ўсимликларни вегетатив кўпайтиришда пархиш усули кенг қўлланилади. Бунинг учун ўсимликнинг бирор узунроқ новдасини она ўсимликдан ажратмасдан, илдиз отгунча ерга қумиб қўйилади. Қумилган новда илдиз отгандан кейин она ўсимликдан ажратилади ва у новда мустақил равишда ривожлана бошлайди.

Ўсимликларни пайвандлаш усулида кўпайтириш қадимдан қўлланиб келинмоқда. Пайвандлаш деб, ўсимликдан кесиб олинган қаламча ёки куртакни иккинчи ўсимлик танасига улаб кўпайтириш усулига пайвандлаш ёки трансплантация дейилади. Пайвандланадиган ўсимлик — пайвандтаг, пайванд учун ишлатиладигани пайвандуст дейилади. Кўпинча, пайвандлашнинг қуйидаги усуллари кенг қўлланилади:

а) куртак пайванд (окулировка). Бунда пайвандтаг пўсти



«Т» ҳарфи шаклида кесилиб, ёғоч қисмигача бир оз очилади ва пайвандланадиган ўсимликнинг юпқа қилиб кесиб олинган куртаги жойлаштирилади;

б) искана пайванд. Бунда пайвандтаг танаси бутунлай кесилади, тункаси ўртасидан ёрилади. Учи ўткир қилиб кесилган пайвандуст қаламчалари пайвандтаг ёриғига ўтказилади;

в) яқинлаштириш (облактировка) усулида пайвандлаш. Бунда бир-бирига яқин ўстирилган ўсимлик пояларининг бир томонидан пўстлари олингандан кейин, улар бир-бирига ёндаштириб боғланади. Шикастлантирилган қисмлари битиб бўлгач, кераксиз ўсимлик илдизи кесилади;

г) қаламча пайванд (копулировка). Бунда пайвандуст ва пайвандтаг новдаларининг йўғонлиги тенг бўлиши керак. Пайвандуст қаламчаси ва пайвандтаг новдаси бир хилда қия кесилиб, бир-бирига қўшиб боғланади. Қаламча пайвандлашда пайвандустнинг ўтказувчи найлари (ксилема ва фолоэма элементлари) пайвандтаг ўтказувчи найларига тўғри келиши зарур.

Умуман пайванд қилинган жой чипта билан ўраб боғлаб қўйилади.

### **Пайвандтаг ва пайвандуст ўртасидаги муносабат.**

#### **И. В. Мичуриннинг ментор усули ва унинг аҳамияти**

Пайвандтаг илдиз орқали пайвандуст учун зарур бўлган минерал моддаларни, сув ва бошқа бирикмаларни етказиб беради. Пайвандуст эса ўз навбатида баргларда ҳосил бўлган органик бирикмалар билан бирга пайвандтаг ва унинг илдизларини таъминлайди. Демак, пайвандуст билан пайвандтаг ўзаро анатомик жиҳатдан боғланибгина қолмай, балки моддалар алмашилиши жараёни ҳам икки турли ўсимлик тўқимасида ўзаро боғлиқ ҳолда утади.

Пайвандлаш усули қадимдан қўлланиб келинган бўлишига қарамай, пайвандуст билан пайвандтаг ўртасидаги муносабат ҳали тўла аниқланмаган. Пайвандтаг таъсирида ўзининг ирсий белгиларини сақлаб қолган пайвандустнинг мустақил ривожланганлигини қўйидаги мисоллардан аниқлаш мумкин.

Қўпгина боғбонлар бир дарахтга бир неча навни пайванд қилиб, ҳар хил сифатли меваларни парвариш қилмоқдалар. Масалан, Молдавия республикаси «Родина» колхозининг боғбони И. И. Маня битта олма дарахтига 42 хил навни, шафтоли, нок ва олхўри дарахтларининг ҳар қайсисига 10—12 хил навлардан пайванд қилиб, сифати ўзгармаган мевалар олишга эришган.

Топинамбур поясига кунгабоқар қаламчаси пайвандланганда, топинамбур тугунагида шу ўсимликка хос инулин, пайвандуст — кунгабоқарда крахмал тўпланган.

Йирик биолог олимлар фикрича, пайвандтаг билан пайвандуст зич муносабатда булиб, улар бир-бирига кучли таъсир кўрсатади. Жумладан, тамаки ўсимлигига картошка қаламчаси

пайвандланса, тамаки ўсимлигининг илдизида ҳосил бўлган баъзи бир алкалоидлар картошка қаламчаси тўқимасида тулланади.

Пайвандланадиган ўсимликлар уртасидаги мавжуд муносабат сабабларини И. В. Мичурин қуйидагича тушунтиради.

а) пайвандланадиган ўсимликларнинг ирсий белгилари тўла тикланган бўлса, уларнинг бир-бирига кўрсатган таъсири сезиларли даражада кузатилмайди;

б) пайвандланадиган ўсимликлардан бири ёш (дурагай) бўлиб, иккинчиси қари, яъни ирсий белгилари тикланган бўлса, ирсияти тикланган ўсимлик ёш ўсимликка, яъни ирсий белгилари тикланмаган компонентга кучли таъсир этиб, келажакда унинг ирсий хусусиятларини белгилайди.

Дарҳақиқат, икки тур ўсимлик чапиштирилганда ҳосил бўлган ёш ўсимлик дурагайга «ота» ва «она» белгилари деярли барабар тақсимланганлигидан, унинг ирсий белгилари тўла тикланиб улгурмайди, ҳар хил ирсий белгиларни сақлаган ёш ўсимликка ирсий белгилари тўла тикланган организм билан таъсир этилганда ёш ўсимлик шу организмнинг ирсий белгиларини сингдириб олади. Шундай хусусият борлигини И. В. Мичурин ясиққа иқлимли шароитда ўсадиган Қандиль синап билан совуққа чидамли Қитайка навини чапиштириб, Қандиль-Қитайка олма навини яратди. Бир неча йилдан кейин Қандиль-Қитайканинг совуққа чидамлилиги пасайди. Унинг совуққа чидамлилигини ошириш мақсадида Қандиль-Қитайка куртагини Қитайкага пайвандлагандан кейин унинг совуққа чидамлилик хусусияти тикланган. Совуққа чидамли Қандиль-Қитайка навини яратишда дурагайни тарбиялашда қатнашган Қитайкани ментор деб атайтиди.

П. Н. Яковлев Уссурияда ўсадиган нок билан жанубдаги Рояль нок навини чапиштириб, Бере зимняя Мичурина дурагайини яратган. Шу Бере зимняя Мичурина номли нок дурагайига бир йиллик лимон қаламчасини ментор сифатида пайвандлаб, баргларини тўкмайдиган нок навини яратган. Тажриба пайвандланадиган ўсимликлар бир-бирига чуқур таъсир этганлиги ва систематика жиҳатидан бир-биридан узоқ жойлашган ўсимликларни пайвандлаш мумкинлигини тасдиқлайди. Пайвандлашда қатнашадиган ўсимликларнинг бири иккинчисига кўрсатган таъсири кучайтириш мақсадида пайвандуст ёки пайвандтаг барглари камайтиради.

Кўриб ўтилган ишларга назар ташланса, Қандиль-Қитайка олма навини совуққа чидамли қилишда тарбияловчи (ментор) вазифасини пайвандтаг, Бере зимняя Мичурина навини етиштиришда пайвандуст лимон — менторлик вазифасини ўтаганлиги аниқланади.

Яковлевнинг ишлари, ўсимликлар қандай оилга мансуб бўлишига қарамай, пайвандлаш имкониятига эга эканлигини кўрсатди.

Систематика жиҳатидан бир-биридан узоқда турган ўсимликларни чатиштириб, дурагай ҳосил қилиш учун аралаш чанг ёки вегетатив яқинлаштириш усулларини ҳам И. В. Мичурин ишлаб чиққан.

### Бир ҳужайрадан ёки каллусдан ўсимликларнинг тикланиши

Ҳар қандай ҳужайра таркибида шу организмга хос ирсий белгилар сақланади. Бошқача айтганда, тенг даражада ўзининг потенциал имкониятига (тотипотентлик) хусусиятига кўра ягона ҳужайрадан бутун бир организм тикланиши мумкинлиги аниқланди. Лекин шундай хусусият ҳамма ҳужайраларда ҳам учравермайди. Чунки баъзи бир ҳужайраларда айтилган имкониятга зарба берадиган (репрессив) генлар сақланганлигидан улар ҳужайранинг ривожланишига салбий таъсир этади. Шуларни ҳисобга олиб, организмдаги ҳужайралар потенциал (тотипотент) фаол ёки пассив бўлиши мумкин.

Потенциал фаол моддаларга қулай шароит ва зарур бўлган ўстирувчи модда (фитогормон) лар маълум даражада бўлишини таъминлаш зарур. Шундай шароитдагина битта ҳужайрадан ёки каллус (органик моддалар тўплами) дан ажратиб олинган бўлакчадан бутун бир ўсимлик нусхасини тиклаб олиш мумкин. Бу усулга ажратилган тўқима, яъни бутун ўсимликни тиклаш культураси дейилади.

Бу масала устида Ф. Уайтсон билан Р. Гётренинг (1932, 1934) ишлари диққатга сазовордир. Тажриба ўтказиш учун улар сахароза, РР, В, биотин, мезоинозит витаминлари ва микро-макроэлементлар аралашмаси ҳисобига сунъий озиқ муҳитидан фойдаланганлар. Шу аралашмага маълум миқдорда желатина қўшиб, пробиркалардаги қаттиқ ҳолатга келтирилган озиқ муҳитига бир бўлак помидор илдизидан жойлаштирилганлар. Озиқ муҳитига жойлаштирилган илдиз бўлагининг бир кеча-кундуз давомида 0,8 см га ўсганлиги кузатишган.

К. А. Тимирязев номидаги Ўсимликлар физиологияси институтининг ходими Р. А. Бутенко (1957) шу масалани ўрганиш мақсадида илмий тадқиқот объекти сифатида сабзи флоэма



139-расм.

1 — ҳужайралар пустидан чиқарилган цитоплазма; 2 — цитоплазмаларнинг қушилишидан ҳосил бўлган дурагай; 3 — дурагайнинг ривожланиши ҳисобига ҳосил бўлган (каллус) органик моддалар тўплами.

туқималаридан олинган бир бўлакчадан гуллаб, уруғ туккан бутун бир ўсимликни яратган.

Ҳозирги вақтда шу усул ёрдамида селекционерлар янги тур дурагайлари яратишда кенг фойдаланмоқдалар. Бунинг учун бир-бирига чагиштириб қўйиладиган ҳужайралардан, 139-расмдагидек, цитоплазма чиқазиб олинади. Сунгра цитоплазмалар бир-бири билан муносабатга киришгач, дурагай пайдо бўлади. Қулай шароитда қолдирилган дурагай массаси кундан-кунга ортиб бориши ҳисобига каллус (органик моддалар тулами) ҳосил этилади.

Ҳосил бўлган каллус бўлакчасидан поянинг ёхуд илдизнинг ўсиш нуқтаси (конуси) ни ривожлантириш мақсадида ауксин ва цитокинин фитогормонлари маълум нисбатда бўлиши зарурлиги тубандаги жадвал рақамларидан кўринади.

93-жадвал

Индолил сирка кислота (ауксин)	$3 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-8}$
Кинитин	$3 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Тикланадиган ўсиш нуқтаси (конуси)	каллус	илдиз	поянинг
	ривожланиши учун		

Жадвал далилларига кура каллус ва илдизнинг ривожланишини таъминлаш учун ауксиндан кўпроқ ( $3 \cdot 10^{-6}$ ), кинитиндан камроқ ( $3 \cdot 10^{-6}$ ), поянинг ҳосил бўлиши учун ауксиндан камроқ ( $3 \cdot 10^{-8}$ ), кинитиндан кўпроқ ( $1 \cdot 10^{-6}$ ) миқдорда физиологик актив моддалар бўлиши зарурлиги аниқланган.

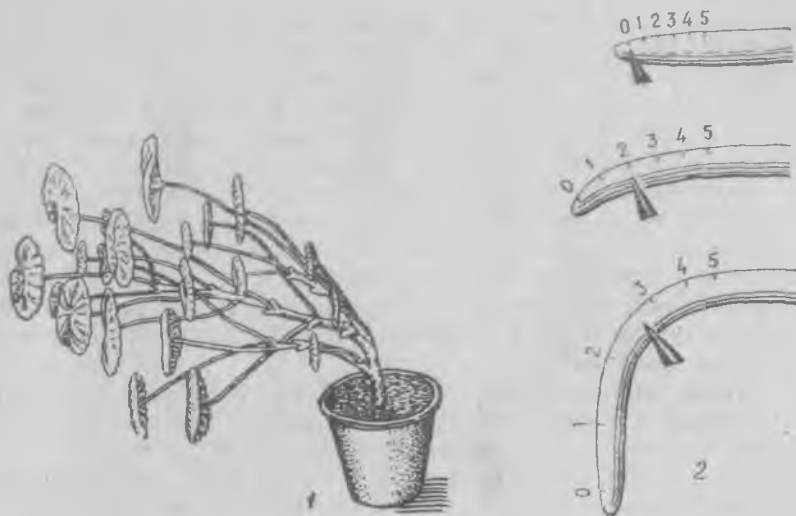
### Ўсимликларда ҳаракатланиш жараёнлари

Ўсимликлар махсус орган (хивчин)лар ёрдамида ҳужайра (туқима) ларнинг ўсиши ҳисобига ва тургор ҳодисасига асосан ҳаракатланади. Хивчинлар ёрдамида бактериялар, бир ҳужайрали сувўтлар ва ўсимлик зооспоралари жадал ҳаракатланади. Тургор ҳодисаси ва цитоплазманинг ўтказувчанлигига асосан уятчан мимоза ва ҳашаротхўр ўсимликлар ҳаракатланади. Гулларнинг очилиши, юмилиши ёки ўсимлик органларининг бир томонга қараб интилиши ёки ундан қочиши ҳужайраларнинг ўсиш тезлигига боғлиқ.

Ўсимликларда ҳаракатланиш жараёни уч хил кўринишда учрайди:

**1. Тропизмлар.** Ўсимлик органининг таъсир қилган омил томон интилиши ёки қочишига тропизм дейилади. Қўзғатувчига қараб интилса — мусбат тропизм, шу фактор таъсиридан қочса — манфий тропизм ҳодисаси дейилади. Ташқи омиллар турлича бўлганлиги учун тропизмлар шу омил номи билан юритилади (140-расм).

а) Ўсимликнинг ёруғлик тушган томонга қараб эгилишига фототропизм дейилади. Ер устки органларига мусбат, илдизларида манфий фототропизм ҳодисаси юз беради. Бошқача айтганда, ўсимлик илдизи ёруғлик таъсиридан қочса, ер



140-расм. Ташқи җомиллар таъсирида ўсимликларнинг ҳаракатланиши:  
1 — фототропизм; 2—геотропизм ҳодисалари.

устки қисмлари, аксинча, ёруғликка интилади. Лекин ёруғлик нури нормадан ошиб кетса, ўсимликнинг ер устки қисмларида ҳам манфий фототропизм ҳодисаси кузатилади.

Ўсимлик барглари-нинг ёруғликни тусмайдиған қилиб мозаик жойлашиши фототропик ҳодисасига асосланган (141-расм).

Буғдой, арпа ва бошқа ўсимлик майсаларига бир томондан ёруғлик тушириб, фототропизм ҳодисасини аниқ кузатиш мумкин.

Ўсимликларда фототропик эгилиш сабабларини Чарльз Дар-



141-расм.

1 — печакгул (плющ) ва 2 — қайрағоч ўсимликлари барглари-нинг ёруғликка нисбатан мозаик ўрнақиши.

вин ва унинг ўгли Френсис Дарвин экспериментал тажрибалар ўтказиб, натижаларини 1880 йилда «Усимликларнинг ҳаракатланиш қобилияги ҳақида» деган китобларида нашр этдилар.

Тажриба учун ғалладошлардан — *phalaris canariensis* Z. (канареечная трава) усимлиги майсаларини олиб, икки гуруҳга бўлинади. Биринчи гуруҳдаги майсаларнинг ўсиш нуқтаси қора қоғоздан ясалган қалпоқча билан беркитилиб, иккинчи гуруҳдаги майсаларнинг ўсиш нуқтаси очиқ қолдирилади, поялари қора қоғоз билан ураб қўйилади. Уларга бир вақтнинг ўзида бир томондан ёруғлик бериб таъсир этилади. Тажриба охирида ўсиш нуқталари беркитилган майсалар тик ўсиб, пояси беркитилмаган майсаларнинг ўсиш нуқтаси ёруғликка қараб эгилгани кузатилади.

Бундан аниқланадиги, ёруғлик ўсиш нуқтасига таъсир қилиб, чўзилиш фазасидаги ҳужайраларнинг ўсишини жадаллаштириб, фототропик эгилишни вужудга келтирар экан.

А. Г. Генкель (1904) фикрича, усимлик туқималарининг бир томонлама ҳаракати цитоплазманинг тақсимланишидан вужудга келади. Бошқача айтганда ёруғлик тушган ҳужайралардаги цитоплазма соя томондаги ҳужайраларга ўтиб, уларнинг ўсишини жадаллаштиради, натижада усимлик эгилади.

Н. Г. Холодныйнинг (1926) ва Ф. В. Вент (1927) назарияларига асосан, фототропик эгилиш ўсиш нуқтасидаги устирувчи гормон — ауксин миқдорига боғлиқ. Ёруғлик таъсирида усимликнинг ёруғлик томонидаги ҳужайраларда жойлашган ауксин соядаги ҳужайраларга ўтади. Натижада ауксин концентрацияси кўпайиб, соядаги ҳужайраларнинг ўсиши жадаллашади, ёруғлик томондаги ҳужайраларда, аксинча, ауксин миқдори камайганлигидан ўсиш сустлашади. Натижада усимлик ёруғликка қараб эгилади ёки ундан қочади.

Фототропик эгилишнинг тез муддатда ёки бир қанча вақт ўтгандан кейин рўёбга чиқиши ёруғлик кучига боғлиқ. Фототропик эгилишнинг содир бўлиши учун сарф бўлган муддат презентация вақти дейилади.

Ёруғлик кучига қараб презентация вақти ҳар хил бўлади. Бу қўйидаги жадвалда келтирилган.

Ёруғлик кучи ўзгара бориши билан презентация вақти ҳам тезлашади. Фототропик эгилишни вужудга келтириш учун та-

94- жадвал

Ёруғлик кучи (1 м масофадан тушган 1 шам ёруғлигига нисбатан)	Презентация вақти
0,00017	43 соат
0,00064	10 соат
0,00477	1 соат
0,0898	4 минут
5,456	4 секунд
511,0	0,04 секунд
26520,0	0,01 секунд

лаб этилган ёруғлик миқдори 1 секундда тушган ёруғлик кучи билан улчанади. Бу ўртача 18,8—26,3 оралиғида бўлади. Ёруғлик миқдори ёруғлик кучини презентация вақтига кўпайтириб аниқланади.

Диафототропизм ҳодисасида компас ўсимлик латукнинг (*Lactuca serriola*) барг паллалари шарқдан ғарбга томон жойлашади. Бунда баргнинг бир томонига эрталабки, иккинчи томонига кечки ёруғлик тушади.

**б. Геотропизм.** Ернинг тортиш кучига нисбатан ўсимлик органларининг ҳаракатланиши геотропизм дейилади. Ўсимликнинг ўқилдизи ернинг тортиш кучи таъсирида пастга эгилиб ўсиши *μ* с б а т, поянинг ер юзидан юқорига интилиб ўсиши э с а м а н ф и й геотропизм дейилади.

Кўпчилик олимлар фикрига кўра, геотропизм ҳодисаси фототропизм сингари ўсимлик тўқимасидаги ауксин миқдорига боғлиқ. Бошқача айтганда ўсимликнинг баъзи органларида ўсиш жараёнлари жадал ўтиши учун ауксин миқдори кам талаб этилса, бошқа органлари учун ауксин концентрацияси кўпроқ бўлиши зарур. Бу 297-бетдаги графикда яққол кўринади.

Геотропик эгилишда илдиз қини (ғилофи) ҳужайраларида *с т а т о л и т* деб аталган оғир крахмал заррачалари бор. Улар қаторига йирик крахмал заррачаларидан булак оқсил кристаллоидлари ва органоидлар массасига биноан илдиз пастга қараб энгашади (Г. Габердандт, 1930).

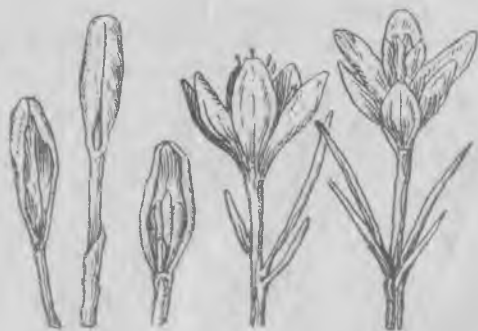
**в. Хемотропизм.** Ўсиш жараёнида ўсимлик органларининг органик ёки аорганик бирикмаларга қараб эгилиши хемотропизм дейилади. Бу тубан ўсимликларда яққол кўриниб, хемотаксис деб ҳам юритилади. Илдиз тўқималарида хемотропизм ҳодисаси (Ф. М. Породко) электролит моддалар таъсирида вужудга келади.

**г. Аэротропизмда** илдиз кислородли муҳитга қараб эгилади.

**д. Гидротропизмда** илдиз сувга, намликка томон эгилиб ўсади.

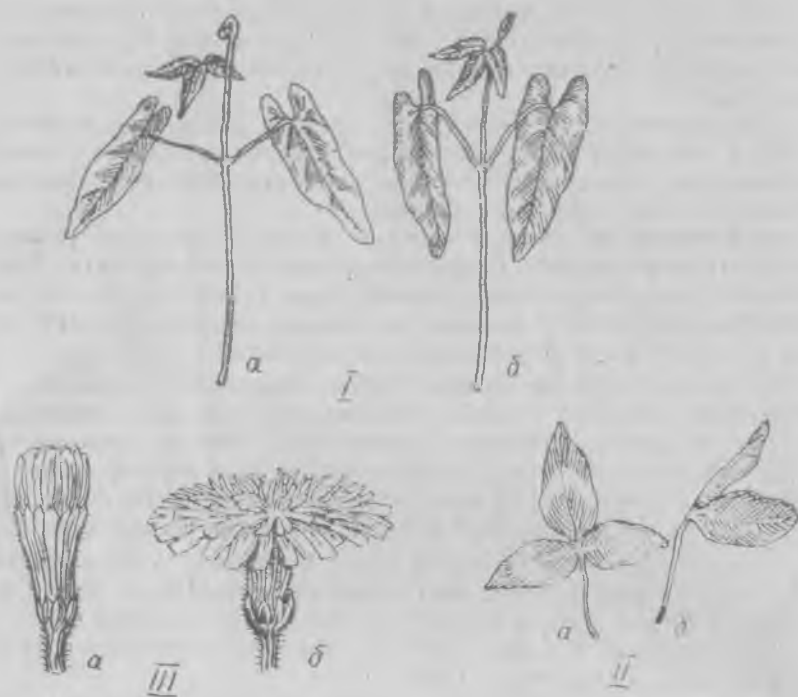
**е. Термотропизмда** ўсимлик органларида иссиқликка ёки совуқликка қараб интилиш пайдо бўлади. Кўрсатиб ўтилган тропизмлар хемотропизмнинг бир кўринишидир.

**ж. Травмотропизмда** илдиз учи (ўсиш нуқтаси) биронта қаттиқ жисмга тегиб қолиши билан шу жисмдан четга ўтиб, ўзининг ўсиш жараёнларини давом эттиради.



142-расм. Термонастик ҳодиса:

Заъфарон — бойчечак гулининг иссиқлик таъсирида очилиши.



143-расм. I — фотонастик ҳодиса;

I — ловия; II — себарга баргларнинг; III — қоқи гулнинг; а — кундузи ёзилиши; б — қоронғиликда юмилиши.

**2. Настик ҳаракатлар.** Усимликлар ташқи омилларнинг баравар диффузион таъсирига жавобан ҳаракатланишига *настик ҳаракатланиш* дейилади. Настик ҳаракатланиш симметрияли тузилган органларда кузатилиб, таъсир этувчи омил номи билан юритилади.

**а. Термонастик.** Температуранинг узгариши билан ўсимликларда содир бўладиган ҳаракатлар, масалан, лола гули паст температурада юмилса, юқори температурада очилади (142-расм).

**б. Фотонастик** ҳаракатланиш ёруғликка боғлиқ. Масалан, кўпчилик ўсимликларнинг гули эрта тонгда очилиб, кечаси юмилади. Баъзи ўсимлик гули кечаси очилиб, кундузи юмилади (143-расм).

Термонастик ва фотонастик ҳаракатланишлар фақат ўсимлик гулларидагина эмас, балки баргларга ҳам хос бўлиб, ҳужайраларнинг ўсиш жадаллиги билан чамбарчас боғлиқ. Жумладан, ўсимлик қоронғиликдан ёруғликка ёки паст температурадан юқори температурага ўтказилса, гултожибарглари ички томонидаги ҳужайраларнинг тез ўсиши туфайли гултожибарг очилади. Аксинча, ёруғликдан қоронғиликка ўтказилса ёки тем-



пература пасайтирилса, гултожибаргнинг ташқи томонидаги хужайралар ички томонидаги хужайраларга нисбатан тезроқ ўсади, натижада гул юмилади.

Қўзғатувчи таъсирида гулни очилиши эпинастик, юмилиши гипонастик ҳаракат дейилади. Айрим ўсимлик гулларининг очилиб-юмилиш вақтига асосланиб К. Линней «Флора соати»ни ишлаб чиққан. Бунинг учун у қуйидаги ўсимликлардан фойдаланган (324-бетга қаранг).

Соатнинг марказида кунгабоқар ўсимлигини утқзади.

**в. Сейсмонастик ҳаракатланиш** тургор ҳодисасига асосланган. Бу уятчан мимоза ўсимлигида яққол кўринади (144-расм). Мимоза лудика (*Mimosa pudica*) мураккаб баргли ўсимлик бўлиб, унинг барглари япроқчалардан ташкил топган. Баргга чертилса, барг япроқчалари 0,1 секунддан кейин, механик таъсирга жавобан кетма-кет бўшашиб, барг япроғи пастга энгашади. Баргнинг пастга энгашиши хужайра таркибидаги сувнинг хужайра оралиғига ўтиб қолишидандир (С. А. Рачинский, 1858; П. Пфедфер). Н. Ф. Леваковский фикрича, сейсмонастик ҳаракат оқсил бирикмаларининг фаол қисқаришиндан юзага келади.

Ҳашаротхўр ҳамда ҳашаротлар ёрдамида чангланадиган ўсимликларда ҳам сейсмонастик ҳаракатланиш кузатилади. Рос-янка (*Drosera rotundifolia*) ва Венера пашшахури (*Dipaea muscipula*) деган ҳашаротхўр ўсимликларда актив ҳаракатланиш кузатилади. Ҳашаротлар ёрдамида чангланадиган ўсимликлардан Зирк (*Berberis*) гулбарги асосида махсус нектарли дўмбоқчалар жойлашган. Ҳашарот дўмбоқчага тегиши билан



144-расм. Сейсмонастик ҳодиса. Уятчан мимозага механик таъсир этиш билан унинг барглари йиғилиб қолиши;

а — таъсир этгунча; б — таъсир этгандан сўнг.

Ўсимликлар номи	Гулларнинг	
	бошқарилиши	кундузи
	вақти	
Наъматак	эрта тонгда 4	кечаси 7
Саҳратқи	— 5	кундузи 3
Лолақизгалдоқ	— 6	кундузи 2
Қоқи ут	эрта тонгда 6	кундузи 3
Эчкимия	эрталаб 9	кечаси 9
Тирноқгул	эрталаб 9	кундузи 4
Дастаргул	эрта тонгда 5	кечаси 8
Чиннигул	эрталаб 8	кундузи 1
Тамачигул	кечаси 8	
Оксалис	эрталаб 10	кечаси 11

чангчи эгилиб, оналик тумшукчасини чанглайди. Бўтакўз (*Sentaurea depressa*) ўсимлиги чангчи илига ҳашарот тегиши билан чангчи или қисқариб ҳашарот устига чанг тукилади. Ҳашарот устидаги чанг бошқа гулни чанглантиришда хизмат қилади.

### Ўсимликларнинг ривожланишига доир масалалар

Табиатда турли хил ўсимликлар тарқалган бўлиб; уларнинг баъзилари жуда қисқа (дақиқа, соат, ҳафта) умр кўрса, бошқалари бир неча ун ва юз йиллар давомида ҳаёт кечиради. Ҳажм жиҳатдан ҳам ўсимликлар бир-биридан анча фарқ қилади. Улар орасида кўзга кўринмайдиган майда ўсимликлар ҳамда бўйи 150—160 м га етадиган улкан дарахтлар ҳам учрайди.

Ўсимликлар орасида бир неча ой ёки кўп йиллар ҳаёт кечириб, ўз онтогенезида бир марта ҳосил бериб нобуд бўлса, бошқа турлари вояга етгандан кейин бир неча йил давомида гуллаб ҳосил беради. Шуларни назарда тутиб, Ер шаридаги ўсимликлар 2 гуруҳга бўлинади:

1. **Монокарп** ўсимликлар онтогенезида бир марта ҳосил бериб, ҳаёт фаолиятини тугатади. Монокарп ўсимликлар онтогенезининг давомийлигига кўра қуйидагиларга бўлинади:

а) чўл, яримчўл, дашт, қир ва тоғ бағирларида ҳаёт кечирадиган эфемер ва эфемероидлар. Уларнинг вегетация даври ҳаво ва тупроқ намлигига боғлиқ. Типик эфемерлар эрта баҳорда униб, кичкунлари тупроқда тўпланган намлик ҳисобига ўсиб ривожланади ва ҳосил бериб нобуд бўлади. Уруғларида кўзда унадиган эфемероидларнинг майсалари қор остида қолиб, эрта баҳорда гуллаб, ҳосилга киргандан кейин нобуд бўлади. Уларнинг умри 45—75 кундан ортмайди. Ўзбекистонда итгунафша, момосирка, ялтирбош, арпагон ва читир каби эфемерлар кўп тарқалган.

Эфемероидлар кўп йиллик ўсимликлар бўлиб, уруғ, пиёзча, илдиэоя ва илдиз тугунаклари ёрдамида кўпаяди. Лолақизгалдоқ, эшакқулоқ, бойчечак ва қўнғирбош кабилар эфемероидларга мисол бўлади.

Урта Осиё яйловларида тарқалган эфемер ва эфемероидлар

нинг кўпчилиги чорвачиликни ривожлантиришда ем-хашак сифатида катта аҳамиятга эга.

б) бир йиллик монокарп ўсимликларнинг уруғлари қулай шароитга тушиб қолса ривожланиб, вегетация даврининг охирида ўсиш жараёни секинлашиб, генератив органлар тикланади. Бундай ўсимликлар онтогенезида бир марта ҳосил бериб, нобуд бўлади.

Маданий ўсимликлардан ғўза, буғдой, шולי, тарвуз. қовун ва бошқалар бир йиллик ўсимликлар қаторига киради.

в) икки йиллик ўсимликлар онтогенезининг биринчи йилида вегетатив массаси ортади, яъни заҳира озиқ моддалар тўплайди. Иккинчи йили тўпланган озиқ моддалар ҳисобига генератив органлар пайдо қилиб, ҳосилга киради. Бундай ўсимликларга лавлаги, пнёз, карам, сабзи ва бошқалар мисол бўлади.

г) кўп йиллик монокарп ўсимликларнинг вегетатив органлари узоқ йиллар давомида ўсиб ривожланади. Онтогенез охирида генератив органлар пайдо қилиб, гуллаб ҳосил бергандан кейин, улар нобуд бўлади. Кўп йиллик монокарп ўсимликлар, агава табиий шароитда 8—10 йил, оранжерея шароитида 20—50 йил давомида вегетатив массаси ортиб, ҳосил бергандан кейин нобуд бўлади. Урта Осиёдаги каврак ўсимлиги 8—10 йилда бир марта ҳосил бериб, нобуд бўлади. Бамбук 20—30 йилда бир марта ҳосил бериб, нобуд бўлади.

2. П о л и к а р п ўсимликлар бир неча йиллар давомида ҳосил бериш қобилиятига эга. Уларнинг баъзилари биринчи йилдан бошлаб ҳосилга кирса, бошқалари бир неча йилдан кейин ҳосилга киради. Масалан, себарга биринчи йили ҳосилга кирса, секвоя дарахти 150 йилдан кейин ҳосил бера бошлайди.

Ташқи омиллар таъсирида ва инсоннинг жадал фаолияти натижасида ўсимликлар ҳаёт жараёнларининг ўзгарувчанлигини назарда тутиб, моно-ва поликарп гуруҳларга бўлишнинг қатъий чегараси йўқ. Масалан, тропик мамлакатларда ўсадиган канақунжут ва ғўза кўп йиллик поликарп ўсимликлар бўлиб, бир неча йиллар давомида гуллаб ҳосилга киради. Ғўза ва канақунжутнинг маданийлаштирилгани т и п и к м о н о к а р п ўсимликдир. Бизнинг шароитда ўсадиган поликарп себарга Шимолий Американинг Шарқи-жанубий районларида монокарп ўсимлик ҳисобланади.

Поликарп ўсимликлар монокарп ўсимликлардан танасининг катталиги ва кўп йиллар давомида ҳаёт кечириши билан ҳам фарқ қилганликлари губандаги 95-жадвал рақамларидан кузатилади.

Япониянинг Якусима оролида айланаси 16 м ли кедр дарахтининг ёши 7200 йил эканлиги электрон асбоблар ёрдамида аниқланган. Диаметри 11 м ли секвоя дарахти тўнкасида пианино ва тўртта музикачи жойлашиб, 16 жуфт киши рақс тушиши учун жой қолган. Шундай бир туп секвоя дарахтидан 5 хонали 40 та уй қуриш мумкин экан.

Ўсимликлар тури	Буйи, м	Танасининг йўғонлиги, м	Ўсимликнинг ҳаётчанлиги. Ўил ҳисобида
Ратанг пальмаси (лиана)	300	0,05	
Эвкалипт	152	11	
Секвоя	140	11—15	3000—6000
Қашган, кипарис	35	20	2000—3000
Қарағай	50	1—2,5	570
Арча	60	2,5	1600
Чяпор			600—800
Ток, олма			200
Нок			300
Оқ терак			600
Беда			10—50

### Ўсимликларда ривожланиш босқичлари

#### Репродуктив фазага ўтиш шароити

Ўсимликларнинг ўртасида шунчалик фарқ бўлишига қарамай, уларнинг ривожланиш босқичлари деярли бир хилдир. Ҳар қандай тубан ва юксак ўсимликлар онтогенезида икки босқичий ўтади.

Биринчи босқичда ўсиш жараёни ҳисобига ўсимликларнинг массаси ортади. Иккинчи босқичда, ўсиш билан бир қаторда, тубан ўсимликлар ривожланиб, бўлиниб кўпайса, юксакларида генератив органлар пайдо бўлади. Бошқача айтганда, ўсимлик қайси гуруҳга киришидан қатъи назар, унинг онтогенезида ўсиш ва ривожланиш жараёнлари мавжуд. Ўсиш янгидан ҳосил бўлган ҳужайра ҳисобига бўлса, ривожланиш ўсимлик организмида турли сифат ўзгаришлари ҳисобига юз беради. Бу ўзгаришлар эмбрионал уруғ ҳосил бўлишидан бошланиб, ўсимликда кўпайиш органларининг пайдо бўлиши ва ҳосилга кириши билан тугалланади.

Ўсиш ва ривожланиш жараёнлари бир-биридан фарқ қилишига қарамай, узаро чамбарчас боғлиқ. Ташқи омиллар таъсирида ўсимлик тўқималарида юз берадиган сифат ўзгаришлари туфайли ўсиш ва ривожланиш жараёнлари ўртасидаги муносабат ҳам ўзгариб туради. Жумладан, қулай шароитда ўсимлик тез ўсиб ва ривожланиб, ҳосилга киради. Ўсимликка ташқи омиллар салбий таъсир этса, ўсимлик секин ўсиб, тез ривожланади.

Ўсиш жараёнини тезлаштирувчи омиллар билан таъсир этилганда ўсимлик тез ўсиб, суст ривожланади. Шароит бутунлай ноқулай келса, ўсимлик секин ўсади ва секин ривожланади (145-расм).

Ҳар қандай ўсимлик уруғдан униб чиқишидан ҳосилга киргунга қадар бир неча фазаларни ўтади. И. В. Мичурни дарахтларнинг ўсиш ва ривожланиш фазаларини қуйидагиларга бўлади:



145- расм. Ҳар хил шароитдаги ғўза ўсимлигининг ўсиш ва ривожланиш жадаллиги:

1 — тез ўсган, ammo секин ривожланган; 2 — тез ўсган ва тез ривожланган; 3 — секин ўсган, лекин тез ривожланган ғўза (бўйига секин ўсиб, тезда ҳосилга кирган).

1. Уруғлик фазаси. Бунга уруғнинг униши ёки куртакнинг ўса бошлаши киради.

2. Ёшлик фазаси. Бу ўсимлик биринчи марта гуллаб, ҳосилга кирган вақтни ташкил этади.

3. Етилиш фазаси. Бунда чуқур биохимиявий ва физиологик узгаришлар юз бериб, ўсимликнинг ирсий белгилари тикланади, ўсимлик морфологик жиҳатдан шаклланади. Бу фаза 3—5 йил давомида мева бергандан кейин бошланади.

4. Тўла етилиш фазасида ўсимликнинг вегетатив органлари йилдан-йилга ортиб, узлуксиз ҳосил бера бошлайди.

5. Ўсимликнинг айрим вегетатив органларининг нобуд бўлиши ва ҳаёт фаолиятининг сустлашиши қариш фазасидан далолат беради.

Ҳалла ўсимликларида ҳам ривожланиш беш фазадан ташкил топган (Л. И. Руденко):

1. Уруғ униб чиқиш фазаси.

2. Тупланиш ва шохланиш фазаси.

3. Шоналаш фазаси.
4. Уруғланиш ва мева тугиш фазаси.
5. Уруғ ҳосил қилиш фазаси.

Ўзанинг ривожланиши қуйидаги фазалардан иборат:

1. Чигитнинг униб, палла баргларининг ёзилиш фазаси.
2. Ҳақиқий барг ҳосил қилиш фазаси.
3. Шоналаш фазаси.
4. Уруғланиш ва гуллаш фазаси.
5. Қўсақлар ва уруғларнинг етилиш фазаси.

Ўсимликлар тўқимасида ташқи ва ички омиллар таъсирида чуқур сифат ўзгаришлари содир бўлиб, генератив органлар тикланади, натижада ўсимлик ҳосилга киради.

Ўсимлик ҳаётини ўрганишда тўқималарда моддалар алмашинуви жараёнида содир бўладиган чуқур ўзгаришларни ва ташқи омиллар таъсирини бир-биридан ажратмасдан олиб борилгандагина ўсимликнинг вегетатив ўсиш фазасидаги генератив органлар тикланиб, ҳосилга кириш сабабларини тушунтириш мумкин.

### Ўсимликларнинг ривожланиш босқичлари

Илмий-тадқиқот ишларига асосан ўсимликлар онтогенезда бир неча ривожланиш босқичларини ўтади. Шулардан яровизация ва ёруғлик босқичлари чуқур текширилган.

Яровизация босқичини ўтиш учун уруғ ва майсалар етарли даражада температура, намлик ва ҳаво билан таъминланган бўлиши лозим. Шулардан температура ҳал қилувчи омил ҳисобланади.

Яровизация босқичини ўтиш учун сарфланган вақт, температура ва сув миқдори ўсимлик турига кўра ҳар хил талаб қилинганлиги қуйидаги 96- жадвалда келтирилган.

96- ж а д в а л

Ўсимликлар номи	Яровизация учун		100 г уруғни тўйинтириш учун сарфланган сув миқдори, мл
	сарфланган кун	Температура °С	
Баҳори буғдой	5—7	10—12	31
Қузги арпа	25—35	0—2	37
Баҳори арпа ва сули	10—14	2—5	35
Тариқ	7—10	18—20	26
Маккажўхори	10—15	20—25	30
Ўза майсалари (палла барглар ҳосил бўлгунча)	5—6	20—25	60—80

Ўртача иқлимли ва шимолий районларда ўсадиган ўсимликлар яровизация босқичини ўтиши учун паст температура, жанубий районларда ўсадиган ўсимликлар юқори температура талаб қилганлиги жадвал рақамларидан кўринади.

Яровизация босқичининг ҳар хил даврга туғри келиши ўсимлик турига боғлиқ. Кузги ва баҳори буғдой, вика, ясиқ, нўхат, ғўза ва бошқалар яровизация босқичини унган уруғ ҳолатида, лавлаги, сабзи, шолғом, карам кабилар майсалигида, тамаки ўсимлиги 9—10 та ҳақиқий барг ҳосил қилгандан кейин яровизация босқичини ўтайди.

Яровизация босқичи ўсиш нуқтасидаги ҳужайраларда ўтади. Бунда каталаза ва пероксидаза ферментлари жадаллашади. Гидролиз жараёнлари синтез жараёнларидан устун келади, оқсил липоид бирикмаларнинг изоэлектрик нуқтаси (ИЭН) кислотали томонга сурилади (А. А. Рихтер). Яровизацияланган ўсимлик тўқималарида амилаза, каталаза ва протеолитик ферментлар жадаллашади (В. И. Демовский, 1932).

Текширишлардан маълумки, яровизация босқичининг боришида цитохромоксидаза, ундан кейин (20 кун ўтгач) аскорбиноксидаза ферментларининг жадаллиги ортади. Яровизация босқичини ўтган ўсимлик тўқималарида С витамини кундан-кунга ортиб борган (В. М. Образцов, 1940 ва И. И. Проскураков, И. В. Строевская, 1954).

Яровизация босқичини ўтмаган ўсимлик тўқималарида физиологик-биохимик ўзгаришлар кузатилмайди. Яровизация босқичини ўтмаган ўсимлик тўқималари ривожланиш жиҳатдан яровизация босқичини ўтган тўқималарга нисбатан ёш ҳисобланади.

Уруғнинг яровизация босқичини ўтган-ўтмаганлигини аниқлашда М. Н. Бассарская усули қўлланилади. Бунинг учун ўсимликнинг ўсиш нуқтасини кесиб, унга  $K_4[Fe(CN)_6]_3$  сариқ қон тузи ва  $FeCl_3$  (темир уч хлорид) эритмалари билан таъсир этилганда кўк-бинафша ранг (берлин лазури) ҳосил бўлади. Бу уруғнинг яровизация босқичини ўтганлигидан далолат беради.

Яровизацияланган кузги буғдойни баҳорда экиш мумкинлиги ва ҳосилнинг бирмунча (1—1,5 га ц) ортанлиги аниқланди.

Бундан ташқари, сабзи, лавлаги каби икки йиллик ўсимлик майсаларига паст температура таъсир этилса (яровизацияланса), улар биринчи йилиёқ гуллаб, ҳосилга киради. Буни У. Гаснер, Н. А. Максимов ва бошқа олимлар кузатган.

Ўсимликларда яровизация босқичидан кейин ёруғлик босқичи бошланади. Ривожланишнинг бу босқичида ташқи омиллардан энг муҳими ва ҳал қилувчиси ёруғлик—кун узунлигидир. Ўсимликларнинг гуллаб, ҳосилга кириши кун ва тун узунлигига боғлиқ (У. Гаснер, Г. А. Аллард, 1920). Ёруғлик ва қоронғиликнинг давомийлигига кўра ўсимликларнинг ҳар хил муддатда гуллаб, ҳосилга кириш ҳодисасига фотопериодизм дейилади.

Ер юзининг турли зоналарида тарқалган ўсимликлар келиб чиқишига кўра бир-биридан кескин фарқ қилади, уларнинг баъзилари узун, иккинчилари эса қисқа кунда ўсиб, ривожланишга мослашган. Шунга кўра, уларни узун кун ва қисқа кун ўсимлик-

лари деб юритилади. Узун кун ёки қисқа кунга бетараф бўлган ўсимликларга нейтрал ўсимликлар дейилади.

Узун кун ўсимликлар қисқа кунда қолдирилса, уларнинг фақат вегетатив массаси ортиб, ҳосилга кириш учун ривожланиш даври анча чўзилади. Шимолий районларда тарқалган ўсимликлар узун кунда ривожланиб, гуллаб, ҳосилга кириши мослашган. Масалан, баҳори бугдой узун кун ўсимлиги Санкт-Петербург вилоятида 35—37 кунда гуллаб, ҳосилга кирса, Қрим шароитида унинг ҳосилга кириши учун 48—50 кун талаб этилади.

Тариқ, маккажўхори, тамаки ва соя, помидор каби қисқа кун ўсимликлари асосан жанубий районлардан келиб чиқиб, вегетация даври қисқа муддатда тугайди.

Масалан, тариқ Қрим шароитида 35—37 кунда гуллаб, ҳосилга кирса, Санкт-Петербург районида бу ўсимлик учун 65—70 кун талаб этилади. Бу ўсимликларда чуқур биохимиявий ўзгаришлар қоронғиликда содир бўлар экан.

Ёруғликнинг давомийлигига бетараф бўлган кунгабоқар, нўхат каби ўсимликлар узун ва қисқа кунда ҳам деярли бир вақтда гуллаб, ҳосилга киради.

Қисқа кун ўсимликларига гуллаш олдидан маълум вақт ичида қисқа кун берилиб, вегетациянинг қолган кунлари узун кун билан таъминланса ҳам, улар ўз вақтида гуллаб, ҳосилга киради. Масалан, тариқ майсасини 10—15 кун қисқа кунда қолдириб, кейин вегетация охиригача узун кун берилишига қарамай, у гуллаб, ҳосилга кирган.

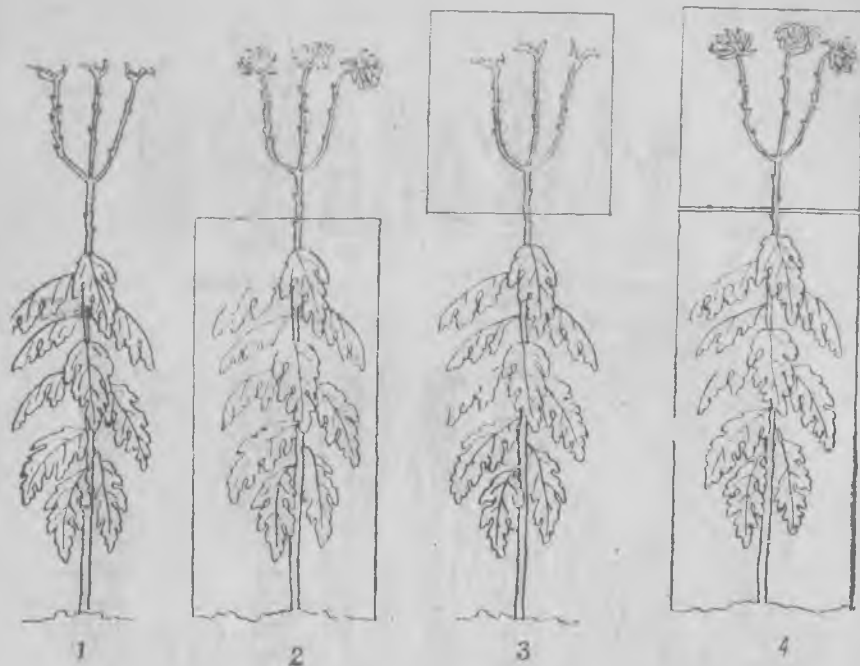
Шундай ҳолатни узун кун ўсимликларида ҳам кузатиш мумкин. Жумладан, швидга 3—4, сули ва бугдойга 20—30 кун давомида узун кун берилиб, вегетациянинг қолган кунлари қисқа бўлишига қарамай, улар гуллаб, ҳосилга кирган. Бу ҳодиса фотопериодик индукция деб аталади (С. А. Эгиз, 1928; В. И. Разумов, 1931).

Фотопериодик индукциянинг тез ёки секин пайдо бўлиши температурага боғлиқ. Масалан, соя ўсимлигида фотопериодик индукциянинг содир бўлиши учун 21—26 °С талаб қилинади. Муҳит температураси 38 °С га кўтарилса ёки 13 °С гача пасайса, фотопериодик индукция бўлиши учун вақт 2 марта кўп талаб этилади.

Ўсимликларнинг нормал ривожланиши учун ёруғликнинг сифати катта аҳамиятга эга. Жумладан, спектрда кўринган қизил нурни ўсимлик кун қаторида қабул қилиб, кўк-бинафша нурларини тун сифатида қабул қилади. Демак, қисқа кун ўсимликларида ривожланиш жараёнларининг ўсиши учун қоронғилик талаб қилинса, узун кун ўсимликлари ёруғликни талаб қилади.

Фотопериодик таъсири қабул қилишда барглари асосий ва ҳал қилувчи органлардир (М. Х. Чайлахян, В. С. Мошков, 1937). М. Х. Чайлахян тажрибаларида қисқа кун ўсимлиги хризантеманинг бири қисқа кунда нормал ривожланиб гуллаган. Иккинчи-





146-расм. Кун узунлигининг хризантема ўсимлиги гуллашига таъсири:

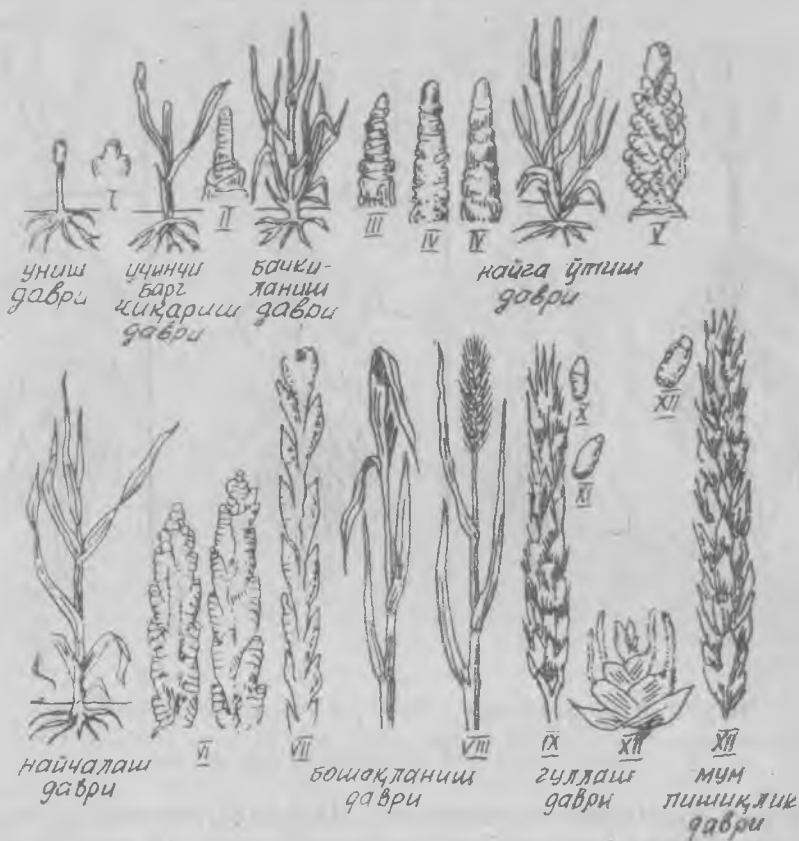
1 — кун узун кунда; 2 — барглари қисқа, ўшиш конуси узун кунда; 3 — барглари узун, ўшиш конуси қисқа кунда қолдирилган; 4 — қисқа кунда.

си узун кун билан таъминланган. Натижада хризантема гулламаган. Учинчи ўсимлик барглари қисқа кунда, ўшиш нуқтаси эса узун кунда қолдирилганда ўсимлик гул ҳосил қилган. Тўртинчи ўсимликнинг ўшиш нуқтаси қисқа кунда, барглари узун кун шароитида қолдирилганда гулламадан қолганлиги 146-расмдан кўринади. Ўсимликнинг ўшиш нуқтаси фотопериодик таъсири қабул қилмаган.

Ёруғлик босқичини ўтиб олиш учун шимолий районларда ўсувчи ўсимликлар температуранинг пастроқ бўлишини, жанубий районларда ўсувчи ўсимликлар эса температура юқори бўлишини талаб қилади. Масалан, Иркутск шароитида парвариш қилинадиган тарихи ўсимлиги ёруғлик босқичини ўтиш учун  $11^{\circ}\text{C}$  температура талаб қилса, Италияда шу ўсимлик учун  $30^{\circ}\text{C}$  дан кам бўлмаслиги керак.

Ўсимликларда чуқур ўрганилган шу икки босқичдан ташқари, учинчи, тўртинчи босқичлар ҳам мавжуд.

В. А. Новиков (1953) далилларига асосан, учинчи босқич ёруғлик босқичидан бошланиб, жинсий ҳужайралар ҳосил бўлишигача давом этади. Бу босқичнинг ўтиши учун ёруғлик айрим спектр нурларидан ташкил топган бўлиши зарур. Тўртинчи босқич жинсий ҳужайраларнинг уруғланишигача давом этади. Бун-



147-расм. Бугдойнинг ривожланиши ва органларининг (органогенез) фаза (давр)лари:

I — дифференцияланмаган хужайралардан ташкил топган ўсиш нуқтаси (конуси) ни ўсиши; II — бошланғич поянинг бўғим ва бўғим оралиқларигача дифференцияланиши (поянинг бошланғич барглари тиклана бошлаши); III — бошланғич ўрама (қоплама) барглари ва ўсиш нуқтасини юқори қисмида бўғимланиши; IV — бошоқча бўртмаларининг тиклана бошлаши; V — бошоқларда гулларнинг тикланиши; VI — чангдон (микроспорангея) нинг ва уруғчи (мелогоспорангея) нинг тикланиши; VII — жинсий хужайралар (гаметогенез) нинг тикланиши; бошоқ ўқи бўғимларининг узунлигига ўсиши, бошоқ ва гулларни қопловчи туқиманиннг тикланиши; VIII — бошоқланиши; IX — гуллаши; оталаниши — уруғланиши, зигота (зиготагенез) ҳосил бўлиши; X — доннинг тикланиши; XI — сутлама етилиши (озик моддаларининг тўпланиши); XII — мум етилиши (озик моддаларининг жамланиши) ва уруғнинг тўла етилиши.

да ҳал қилувчи омил ёруғлик қувватидир. Бешинчи босқич уруғ ва мевалар етилиши бўлиб, бунда ўсимлик минерал элементлар ва, айниқса, микроэлементларга талабчан бўлади.

Ўсимлик морфогенези (органлар ҳосил бўлиши) ни текширган Ф. М. Куперман (1959, 1963) ўсимликларнинг ривожланиши ни 12 босқичга бўлган (147-расм.).

- Ошловчи модда 205  
 Осмофил 277  
 Оқсил молекулаларининг тузи-  
 лиши 194  
 Оқсиллар 192  
 Оғизча (устъица) лар 64  
 Пайвандтаг 316  
 Пайвандлаш 316  
 Пайвандуст 316  
 Паренхима 8  
 Парда сув 60  
 Партонокарпик мева 309  
 Пастга йўналиш оқими 57  
 Пастерлаш 275  
 Пашшахур 148  
 Пектининг парчаланиши 251  
 Пентозофосфат цикли 233  
 Пепсин 168  
 Пептид боғлами 193  
 Перенуклеар бушлиқ  
 Перетроф 160  
 Перетрихи 256, 257  
 Пермиаз 37, 254  
 Пероксидаза 179  
 Пероксисома 17  
 Перуватдегидрогеназа 226  
 Пигментлар 82  
 Пикировка 313  
 Пили 252  
 Пиноцитоз 17  
 Плазмид 255  
 Плазмодесма 11  
 Плазмолиз 33  
 Плазмолемма 23  
 Пластидалар 18  
 Пластик чўзилиш 290  
 Пластохинон 96  
 Пластоцианин 96  
 Пойкилоксерофит 70  
 Пнематофор 212  
 Поликарп ўсимлик 327  
 Полисахарид 185  
 Полисома 16  
 Презентация вақти 322  
 Прозенхим 8  
 Прокариот 12  
 Протеопласт 20  
 Против 50  
 Протозоолар 266  
 Прототроф 269  
 Протохлорофиллид 93  
 Профобилиноген 93  
 Прянишников схемаси 140  
 Психрофилл 375  
 Пуаз 32  
 Пузирчатка 147  
 Ретордант 300  
 Реципиент 253  
 Рибосома 13  
 Рибосома рибонуклеин кислота  
 (р-РНК) 199  
 Рибофлавин 204  
 Ризосфера 286  
 Риккетсиялар 260  
 Рибонуклеин кислота (РНК) 13  
 Росьянка 147  
 Рух 136  
 Рухацетат 90, 91  
 Сальвинит 163  
 Серин 200  
 Соррачения 147  
 Сарцина 250  
 Сейсмонастик ҳаракат 325  
 Симбиоз 279  
 Сирка кислотали бижғиш 241  
 Скарификация 305  
 Совуланниш сони 189  
 Стафилакокк 250  
 Стерид-стероид 190  
 Стратификация 305  
 Стрептококки 250  
 Строма 18  
 Суберин 11  
 Сувда эрийдиган оқсиллар 195  
 Сув культураси 127  
 Сув молекулаларининг илашиш кучи 58  
 Сувни сарфлаш тезлиги 66  
 Сульфидрил 129  
 Суккулентлар 70  
 Сўлиш коэффиценти 60  
 Сўлиш ҳодисаси 66  
 Суспензия 26  
 Сут кислотали бижғиш 242  
 Сферосома 17  
 Циофитлар 110  
 Спектроскоп 91  
 Спирохета 261  
 Спора 251  
 Тангентал ўсиш 286  
 Температура коэффиценти 217  
 Темир 133  
 Термонастик 324  
 Термотропизм 323  
 Термофил 345  
 Тетракокклар 250  
 Тетрапиррол 93  
 Тиамин 297  
 Тилакоид 19, 85  
 Тимин 128  
 Тиндаль конуси 27  
 Тиним даври 299  
 Трипксин 281  
 Тонопласт 24  
 Тотипотент 319  
 Транскрипция 199  
 Транспирация 60  
 Транспирация жадаллиги 64  
 Транспирация коэффиценти 65  
 Транспирация маҳсулоти 66  
 Транспортив рибонуклеин кислота  
 (т-РНК) 199

- Трансфераза 181  
 Трипсин 168  
 Тропизмлар 320  
 Тритий 50  
 Тугунак бактериялар 143  
 Тупроқ культураси 154  
 Тупроқнинг ютиш қобилия-  
 ти 155  
 Тур (ССС) 300  
 Турогор босим кучи 42  
 Углеводлар 183  
 Узоқ давомли сулиш 68  
 Узоқ давомли тиним 302  
 Узун кун уснмликлари 332  
 Уреаза 181  
 Урацил 128  
 Факультатив анаэроб 273  
 Ферментлар 79  
 Феофитин 89  
 Ферродоксин 96  
 Физик ютилиш 156  
 Физик-химик ютилиш 156  
 Физиологик нордон туз 154  
 Физиологик қуруқ тупроқ 59  
 Физиологик ишкорий туз 154  
 Фикобилин 94  
 Фикоксантин 88  
 Фикоцианобилин 94  
 Фикоцианин 88  
 Фикоэритробилин 94  
 Фикоэритрин 88  
 Фимбрий 252  
 Фитонцид 18  
 Фитол спирти 89  
 Фитобентос 69  
 Фитопланктон 68  
 Фитоплейсон 68  
 Флавицадениндинуклеотид  
 (ФАД) 176  
 Флавин фермент 177  
 Флоэма 58  
 Флюоресценция 92  
 Фотоактив 62  
 Фотонастик 324  
 Фотопериодик индукция 332  
 Фотопериодизм 331  
 Фототропизм 321  
 Фототропик ҳодиса 321  
 Фоторедукция 79  
 Фотоллиз 99  
 Фотооксидация 99  
 Фотосинтез 74  
 Фотосинтетик 78  
 Фотосинтезнинг қоронғилик фа-  
 заси (С<sub>3</sub> йўналиши) 105  
 Фотосинтезнинг С<sub>4</sub> йўналиши 106  
 Фосфор 127  
 Фосфоритлар 127  
 Фосфорланиш 128  
 Фосфотидлар 127 129  
 Фотофосфорланиш 196  
 Фторпатит 161  
 Фуксин 277  
 Фунгестатик 281  
 Фунгицид 281  
 Хемосинтетик 78  
 Хемосинтез 142  
 Хемотропизм 323  
 Хемотрипсин 171  
 Хемотаксис 323  
 Хетч-Слэк-Қарпилов цикли 106  
 Хивчин 252  
 Хилат 133  
 Химиявий ютилиш 156  
 Хлор 131  
 Хлорапатит 161  
 Хлоропласт 18  
 Хлороз 94  
 Хлор-Холин-Хлорид 300  
 Хлорофилл 75  
 Хлорофиллид 93  
 Хлорофиллаза 93  
 Хроматофор 18  
 Хроматид 13  
 Хроматин 13  
 Хромонема 13  
 Хроматик адаптация 88  
 Хромопласт 18  
 Хромосома 13  
 Целлюлоза 10  
 Целлюлозани парчаланиши 244  
 Циклик фотофосфорланиш 96  
 Цистеин 130  
 Цистин 130  
 Цитозин 195  
 Цитокинин 299  
 Цитоплазма қовушқоқлиги 33  
 Цитоплазма ўтказувчанлиги 286  
 Цитоплазма эластиклиги 33  
 Цитохром в<sub>6</sub> 96, 97  
 Цитохром 96  
 Цитохромлар 179  
 Цитториз 44  
 Чўзилиш фазаси 290  
 Шмиш кучи 45, 73  
 Шўрланиш ҳодисаси 29  
 Эвгалофит 340  
 Эвксерофит 70  
 Экзина 251  
 Экзотоксин 281  
 Экотроф 159  
 Эластик чўзилиш 290  
 Электрон микроскоп 248  
 Электрон ҳаракатланиш занжири  
 (ЭХЗ) 231, 232  
 Эмбрионал фаза 289  
 Эмульсия 26  
 Эндоплазматик тўр 10, 17  
 Эндотоксин 281

Эндотроф 159  
 Эпхилема 12  
 Эпинастик 325  
 Эпитема 56  
 Эстераза 80  
 Этилен 300  
 Этиленхлоргидрин 304  
 Этил спиртли бижғиш 239  
 Этрель 300  
 Эфимер 72  
 Эфимеронд 326  
 Эфирлаш 304  
 Эфир мойн 206  
 Эукариот 12

Юқорига йўналادиган оқим 57

Яровизация босқичи 330

Қайта аминланиш 140  
 Қисқа кун ўсимлиги 332  
 Коронғилик фазаси 95  
 Кум культураси 154  
 Қаламча пайванд 314  
 Қаламчалардаги қутблилик 314

Ҳашаротхўр 146  
 Ҳужайра пўсти 9

## М У Н Д А Р И Ж А

Иккинчи нашрга сўз боши . . . . .	3
Қириш . . . . .	4
<b>I б о б. Ўсимлик ҳужайраларида кузатиладиган ҳодисалар . . . . .</b>	<b>8</b>
Ўсимлик ҳужайраларининг шакли, ҳажми ва хусусиятлари . . . . .	8
Ҳужайра органолларининг тузилиши, химиявий таркиби, физикавий хоссалари ва физиологик функциялари . . . . .	9
Цитоплазманинг тузилиши ва химиявий таркиби . . . . .	23
Дисперс системалар . . . . .	25
Цитоплазманинг коллоид ва физик хоссалари . . . . .	32
Цитоплазманинг ўтказувчанлиги ҳақидаги назариялар . . . . .	34
Ҳужайрага сув ва сувда эриган моддаларнинг қабул қилинишида осмотик босим ва шимиш кучларининг аҳамияти . . . . .	40
Тирик организмлар ва табиатнинг жонсиз жисмлари ўртасидаги фарқлар . . . . .	45
<b>II б о б. Ўсимликларда сув алмашиниш ҳодисалари . . . . .</b>	<b>49</b>
Табиатда сувнинг тарқалиши, физик ва химиявий хоссалари . . . . .	49
Ўсимликлар учун сувнинг аҳамияти . . . . .	50
Ўсимлик туқимасининг сув қабул қилиши. Илдиз босим кучи. Ўсимликларда «йиғлаш» ва гуттация ҳодисалари . . . . .	52
Ўсимлик танасида сув ва эритмаларнинг ҳаракатланиши, уларни ҳаракатлантирувчи кучлар . . . . .	57
Илдиз системасининг аҳамияти ва унинг фаол ишлаши учун ташқи омилларнинг таъсири . . . . .	59
Тупроқдаги сув турлари . . . . .	59
Транспирация жараёни ва унинг ўсимлик учун аҳамияти. Барг оғизчаларининг тузилиши . . . . .	60
Оғизчалар ва кутикула орқали буладиган транспирация. Транспирация курсаткичлари . . . . .	64
Транспирация жараёнига ташқи муҳит омилларининг таъсири. Ўсимликларда сув баланси ва сўлиш . . . . .	66
Ўсимликларни сувга булган талабига қўра гуруҳларга ажратиш . . . . .	68
Сугориладиган ўсимликлар физиологияси . . . . .	72
<b>III б о б. Ўсимликларнинг ҳаво билан озикланиши углеродларнинг узлаштирилиши . . . . .</b>	<b>74</b>
Қарбонат ангидриднинг узлаштирилиш эволюцияси . . . . .	78
Хлоропластнинг тузилиши, пигментлар, уларнинг химиявий таркиби ва физикавий хусусиятлари . . . . .	82
Хлорофилл ва бошқа пигментларнинг биосинтези . . . . .	93
Фотосинтез жараёнида пигментларнинг тутган йули . . . . .	94
Фотосинтез табиатига доир назариялар . . . . .	99

Маккажӯхори ва баъзи тропик ўсимликларда фотосинтезнинг узига хос йўналиши . . . . .	105
Фотосинтез жараёнига ички ва ташқи муҳит омилларининг таъсири . . . . .	108
Фтосинтез жараёнини текшириш усуллари . . . . .	119
Фотосинтез ва ҳосил . . . . .	122
<b>IV боб. Ўсимликларнинг туپроқдан озикланиши (минерал элементларнинг ўзлаштирилиши) . . . . .</b>	<b>124</b>
Ўсимликлар учун минерал элементларнинг аҳамияти . . . . .	124
Ўсимликлар кулининг химиявий таркиби . . . . .	125
Макро ва микроэлементлар. Уларнинг аҳамияти . . . . .	127
Ўсимликларнинг азот ўзлаштириши . . . . .	137
Аммонификация, нитрификация ва денитрификация жараёнлари. Молекуляр азотни ўзлаштирувчи микроорганизмлар. Ҳашаротхўр ўсимликлар . . . . .	141
Туپроқда эркин ҳолда молекуляр азотни ўзлаштирадиган мавжудлар . . . . .	144
Табиатда азотнинг айланиши . . . . .	150
Мувозанатли эритмалар. Сув, қум ва туپроқ культураларини тайёрлаш усуллари. Физиологик ишқорий ва нордон тузлар . . . . .	152
Туپроқ таркибидаги минерал моддаларнинг шакли. Элементларнинг туپроқ заррачаларига ютилиши . . . . .	155
Ўсимликларнинг минерал элементларни қабул қилиши. Бактериал резосфера ва микориза . . . . .	158
Ўсимликларни устиришда ишлатиладиган минерал уғитлар . . . . .	161
Уғит сифатида ишлатиладиган минерал элементларнинг физиологик аҳамияти . . . . .	165
<b>V боб. Ўсимликлар туқимасида учрайдиган органик бирикмалар, уларнинг ўзгариши ва ҳаракатланиши . . . . .</b>	<b>166</b>
Ўсимликлар туқимасида учрайдиган органик бирикмалар . . . . .	166
Ферментлар . . . . .	167
Ферментлар классификацияси . . . . .	175
II. Гидролазалар . . . . .	180
III. Трансферазалар . . . . .	181
IV. Лиазалар (ажратувчи-парчаловчи ферментлар) . . . . .	182
V. Лигазалар (синтетазалар) . . . . .	183
VI. Изомеразалар . . . . .	183
Углеводлар . . . . .	186
Ёғлар ва ёғсимон бирикмалар, яъни липоидлар . . . . .	186
Оқсиллар . . . . .	192
Оддий ва мураккаб оқсиллар. Оқсил молекулаларининг синтезланиши . . . . .	195
Оддий оқсиллар—протеинлар . . . . .	195
Мураккаб оқсиллар—протеидлар . . . . .	195
Витаминлар . . . . .	202
Моддалар алмашинувида ҳосил булган иккинчи даражали органик бирикмалар . . . . .	204
Ўсимликлар танасида моддаларнинг ҳаракатланиши . . . . .	207
<b>VI боб. Тирик мавжудотларда нафас олиш ва бижғитиш ҳодисалари . . . . .</b>	<b>211</b>
Ўсимликларнинг нафас олиши. Нафас олиш жараёнида ажраладиган энергия . . . . .	211
Нафас олиш жараёнида сарфланадиган органик моддалар. Нафас олиш коэффициенти . . . . .	213
Ўсимликларнинг нафас олиш жадаллиги интенсивлигига ташқи ва ички факторларни таъсири . . . . .	215
Нафас олиш жараёнини текшириш усуллари . . . . .	219
Нафас олиш жараёни ҳақида олимларнинг мулоҳазалари . . . . .	220
Нафас олиш ҳодисасининг биохимиявий томонлари . . . . .	220
Нафас олиш жараёнининг пентозофосфат цикли . . . . .	233
Глиоксилат цикли . . . . .	235

Анаэроб нафас олиш билан аэроб нафас олиш ҳодисаларининг узвий (генетик) боғланиши . . . . .	237
Бижғиш жараёнлари . . . . .	239
Сут кислотали бижғиш . . . . .	242
Мой кислотали бижғиш . . . . .	242
Целлюлозанинг парчаланishi . . . . .	243
Пектиннинг парчаланishi . . . . .	244
Нафас олишда ажралган энергиянинг сарфланиши. Нафас олиш билан фотосинтез жараёнлари ўртасидаги муносабат . . . . .	244
<b>VII боб. Микробиология фан асосларига доир масалалар . . . . .</b>	<b>246</b>
Микробиология фанининг ривожланиши . . . . .	246
Микробиология фанида урганиладиган мавжудотлар	250
Бактериал ҳужайранинг тузилиши . . . . .	252
Бактерияларнинг ҳаракатланиши . . . . .	256
Бактерияларнинг купайishi . . . . .	257
Бактерияларнинг ривожланиш цикллари . . . . .	258
Микроорганизмларнинг химиявий таркиби ва озикланиши . . . . .	268
Углероднинг ўзлаштирилиши . . . . .	269
Азотнинг ўзлаштирилиши . . . . .	271
Микроорганизмларнинг кислородга бўлган талаби . . . . .	272
Микроорганизмларга ташқи омилларнинг таъсири . . . . .	273
Микроорганизмларга концентрик эритмаларнинг таъсири . . . . .	276
Микроорганизмларга физик ва химик омилларнинг таъсири . . . . .	277
Микроорганизмларнинг табиатда тарқалиши . . . . .	281
Ҳаво микрофлораси . . . . .	282
<b>VIII боб. Ўсимликларда ўсиш, ҳаракатланиш ва ривожланиш жараёнлари . . . . .</b>	<b>287</b>
Ўсимликларнинг ўсиши. Меристема ҳужайраларининг ўсиш фазалари . . . . .	287
Ўсимликларнинг ўсиш жадаллигини аниқлаш . . . . .	291
Ўсимликларнинг ўсишига ташқи омилларнинг таъсири . . . . .	292
Ўсимликларнинг ўсишини жадаллаштирувчи фитогормонлар . . . . .	296
Ўсимликларда тиним даври . . . . .	302
Мева ва уруғлар етилишидаги биохимиявий ўзгаришлар. Уларни сунъий етиштириш усуллари . . . . .	306
Гербицидлар, дефолиантлар ва десикантлар. Уларнинг қишлоқ ҳужалигида ишлатилиши . . . . .	310
Ўсимликларда учрайдиган коррелятив ҳодисалар . . . . .	312
Ўсимликларни вегетатив органларидан купайтириш. Қаламчалардаги қутблилик. Пайвандлаш усуллари . . . . .	313
Пайвандтаг ва пайвандуст ўртасидаги муносабат. И. В. Мичурицнинг ментор усули ва унинг аҳамияти . . . . .	317
Бир ҳужайрадан ёки каллусдан ўсимликларни тикланиши . . . . .	319
Ўсимликларда ҳаракатланиш жараёнлари . . . . .	320
Ўсимликларнинг ривожланишига доир масалалар . . . . .	326
Ўсимликларда ривожланиш босқичлари. Репродуктив фазага ўтиш шаронти . . . . .	328
<b>IX боб. Ўсимликларнинг ташқи муҳит омилларига мослашиши ва чидамлиги. Мусбат ва манфий температуранинг ўсимликларга таъсири ва уларнинг ташқи шаронтга мослашиши . . . . .</b>	<b>335</b>
Ўсимликларнинг совуққа чидамлиги . . . . .	336
Ўсимликларнинг шўр тупроққа чидамлиги . . . . .	339
Ўсимликларнинг шўр тупроққа мослашиши . . . . .	341
Ўсимликларнинг шўрга чидамлигини ошириш . . . . .	344
Ўсимликларнинг иссиққа чидамлиги . . . . .	346
Ўсимликларнинг қуроқчиликка чидамлиги . . . . .	347
Адабиёт . . . . .	350
Атамалар рўйхати . . . . .	352
Мундарижа . . . . .	357