

Т. Д. МУСТАҚИМОВ

28.570

М 967

ЎСИМЛИКЛАР ФИЗИОЛОГИЯСИ ВА МИКРОБИОЛОГИЯ АСОСЛАРИ

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

Қайта ишланган ва тўлдирилган иккинчи нашри

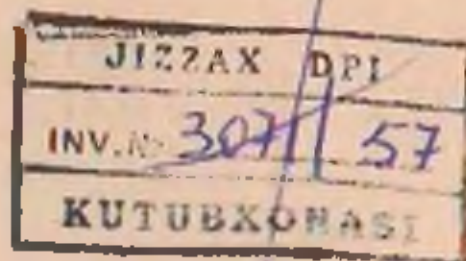
ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1995

JIZZAX DPI
INV №
AXBOCTOY MAS WARKAZI

Ушбу уқув қўлланмада ўсимликлар ҳужайрасининг физиологияси, ўсим-
ликларнинг сув режими, карбонат ангидридди ва минерал моддаларни узолаш-
тириши, моддалар алмашинуви, ўсимликларнинг ўсиш ва ривожланиш маса-
лалари кўриб чиқилади. Шунингдек, микроорганизмларнинг морфологияси ва
физиологиясига оид материаллар ҳам келтирилган. Қитобдан фойдаланишни
осонлаштириш мақсадида китоб охирида баъзи атамалар рўйхати берилди.

Қўлланма педагогика институтларининг талабалари ва урта умумий таъ-
лим мактабларининг биология ўқитувчилари учун мўлжалланган.

Тақризчи: Ўзбекистон Республикаси Фанлари академиясининг акаде-
миги
М. В. Муҳаммаджонов.



ИККИНЧИ НАШРГА СЎЗ БОШИ

Ўсимлик ва микробларнинг ички ҳаётий ҳодисаларини ҳар томонлама ва чуқур ўрганиш ўсимликлар физиологияси ва микробиология фанлари елидига кўйилган вазифадир, улар билан танишиш ва уларни ўзлаштириш биология фани асосларини тўла ўрганишга кўшимча ҳисобланади.

Шуларни назарда тутиб, муаллиф «Ўсимликлар физиологияси ва микробиология асослари» ўқув қўлланмаси иккинчи нашрнинг тайёрлашда баъзи масалалар юзасидан кўшимча маълумотлар киритиш билан бир қаторда, айрим бўлимлари қайтадан ишланди. Чунончи, кириш, ҳужайра физиологиясидан мағиз, митохондрий, кўпиклар, суя режим, 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, хашаротхўр ўсимликлар, денитрификация, органик моддалардан ферментлар, мойлар, витаминлар, органик моддаларнинг ҳаракатланиши йўллари изоҳлаб берилган. Нафас олиш ҳодисаларидан гликолиз схемаси, пентозофосфат ва глиоксилат цикллари янгида киритилди. Микробиология бобида фаннинг ривожланиш йўллари, бактерия ҳужайрасининг ички ва ташқи тузилиши, актиномицет ва микроорганизмларга ташқи муҳит омилларининг таъсири устида тўхталиб ўтилган. Ўсим ва ривожланиш бобида фитогормонлар, аллелопатия ва бир ҳужайрадан ўсимлик танасини тиклаш ҳақида сўз юритилган.

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

Муаллиф.

КИРИШ

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

Сайёрамиздаги ўсимликларнинг хилма-хил бўлиши, маълум жойларда ҳаёт кечирishi ва ташқи муҳит омилларига мослашishi ҳар қайси ўсимликнинг тарихий ривожланишида — эволюциясида вужудга келган.

Демак, ҳар қандай ўсимлик 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 урганилмоқда. Иқлимнинг ўзгариб туриши тирик табиат шакллариининг ривожланишига ўз таъсирини кўрсатиб келганлигидан, ўзгарган шароитга мослаша олган флора ва фауна вакиллари тез ривожланган бўлса, мослаша олмаган турлари ёхуд уларнинг айрим вакиллари шароитнинг саябий таъсиридан побуд 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 ўсимликлар, Қайназой эрасининг Неоген даврида ҳозирги замон ёпиқ уруғли дарахтлар, буталар ва ўт ўсимликлари ер юзасини эгаллаб олган. Олдинги даврлардан сақланиб қолган ва ўзгарган шароитга мослашган ўсимлик турлари камдан-кам учрайди.

Ер юзидаги тирик мавжудотларининг ривожланишида ўсимликларнинг роли жуда муҳимдир. Ҳозирги вақтда озик-овқат ва халқ хўжалиги учун зарур бўлган маҳсулотларни олиш мақсадида парвариш этиладиган ўсимликларнинг тури икки мингга бориб қолади. Шу жумладан, галла, полиз ва мевали ўсимликлардан озик сифатида фойдаланилса, гўза, зигир, каноп ва бошқа ўсимликлардан олиingan маҳсулотлардан тўқимачиликда, техникада ва қурилиш материаллари сифатида халқ хўжалигининг турли соҳаларида кенг фойдаланилади.

Ўсимликлар дунёси турли-туман вакиллardan ташкил топган бўлиб, уларнинг ҳаёт фаолияти ботаника фанининг турли соҳаларида ҳар тарафлама урганилмоқда.

Сайёрамизда тарқалган ўсимлик турларини маълум тартибда урганиш ва уларни чаккиб келишларини чуқур текшириб, фенотенетик схемасини тузиш

валифасини систематиклар бажарса, усимликларнинг ташқи тузилишини морфологлар, ички тузилишини эса анатомлар ўрганади.

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

Демак, усимликлар физиологияси фанни ўсимликлар организмда утадиган ҳаётий жараёнларни текширади. Ўсимликларда содир бўладиган ўсиш, ҳаракатланиш, моддалар алмашиш, ривожланиш ва кулайиш ҳодисалари қандай қонуи ва қоидалар асосида йўналишини чуқур ўрганиш ўсимликлар физиологияси фанининг асосий вазифасидир.

1800 йилда швейцариялик олим Жан Сенсбье (1742—1809) ўсимликлар физиологияси терминини гавгия этди ва шу андан бошлаб усимликлар физиологияси мустақил фанлар қаторидан урин олди.

Бироқ ўсимликлар физиологияси фанига доир экспериментал тажриба ишлари XVI аср бошларида утказила бошлаган. 1625 йилда голландиялик олим Ван-Гельмонт (1577—1644) ўсимликлар массаси нима ҳисобига ва қандай ҳосил бўлади деган саволни ҳал қилишни ўз олдига мақсад қилиб қуяди. Бу масалани ечиш учун 80 кг қуритилган тупроқ билан тулғазилган идишга 2 кг массадаги терак новдасини утқазади. Терак новдасини 5 йил давомида дистилланган сув билан суғориб туради. Олиб борилган тажриба давомида ўсган ўсимлик ва қуруқ тупроқнинг массаси қайтадан ўлчаб кўрилганда новда 75 кг га ортганлигини, тупроқ эса 56 г га камайганлигини 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 «тарози усули» дан ҳозирги кунда ҳам кенг фойдаланилмоқда.

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

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

Тажриба утказиш мақсадига новда пўстлоқини ёғоч қисмигача ҳалқа қилиб кесиб олади. Ҳалқаланган 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 қалта 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 усимлик танасида шираларнинг ҳаракатланиш тезлигини, илдиз босим кучи ва баргларда шимшиш 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 ўйлаштирилишини 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

подушных от электрических сил происходящих») таърифлаб берган. Унинг фикрича шимоллий туманларда усадиган қарағай усимлиги нинабаргларидан куйи куримайдиган жуда майда найчалар орқали ҳаводаги «ёғли намлик» ни қабул қилиб озиқланади. Ушуниси кумли тунроқда ўсадиган ўсимликлар ҳаводаги «ёғли намлик» ҳисобига усиб, ривожланиши туфайли ўзида смоласимон модда тўплайди. Шу билан бирга М. В. Ломоносов «ёғли намлик» қандай йўллар билан ҳавода тўпланганини ҳам тушунтиради. Унинг айтишича, «ёғли намлик» ўрмонларнинг ёнишдан, вулканилар отилишдан, смоласимон (органик) моддаларнинг чиршишдан, одамлар ва ҳайвонларнинг нафас олишидан ҳавода тўпланади. Ҳаво таркибида карбонат ангидрид борлиги ва бу газ юқорида айтиб ўтилган ҳодисалар жараёнида ҳосил бўлиши М. В. Ломоносовнинг фикрини тўла тасдиқлади. Шуларни ҳисобга олганда, табиатда фотосинтез жараёни мавжудлигини биринчи бўлиб М. В. Ломоносов кузатган, десак хато бўлмайди. Ўсимликларнинг ҳаво билан озиқланишини ўрганган масалаларнинг ривожлантиришда швейцариялик олимлардан Жан Сенебье (1742—1809) ва Теодор Соссюр (1767—1845) олиб борган илмий-тадқиқот ишлари диққатга сазовор. Жумладан Жан Сенебье «Ўсимликлар физиологияси» номли 5 томлик асарини чоп этди. Бу олим «Сенебье кўнгироги» деб аталган, шундан ясалган махсус қўнғироқ воситасида ёруғлик спектрида куринган нурларнинг усимликларга таъсирини ўрганган.

Теодор Соссюр ўсимликларнинг нафас олиш жараёнига асос солди. Унинг айтишича, усимликлар ҳам одам ва ҳайвонларга ухшаб, нафас олишда кислород қабул қилиб, карбонат ангидрид ва суя ажратади. Ютилган кислород миқдори ажратилган карбонат ангидридга тенг келганини унинг тажрибалари билан исботлади. Ўсимликлар карбонат ангидрид билан бир вақтда сувни ўзлаштиришнинг ҳам айтиб утди.

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

Ўсимликларнинг ҳаво билан озиқланиш масалаларини ривожлантиришда рус олимларининг қўшган ҳиссалари катта.

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

Жаҳонга танилган К. А. Тимирязев (1843—1920) ушунинг иш фаолиятида фотосинтез жараёни учта қолуният асосида лавом этганини 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% инга ўсимликлар томонидан ўзлаштирилади. К. А. Тимирязев фотосинтез жараёнининг химиявий томонларини мукаммал ишлаб чиқди. Хлорофилл қизил ва кўк-бинафша нурларни ютганини ва фотосинтез шу нурлар энергияси ҳисобига содир бўлишини кузатди.

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

XIX асрнинг охириларида хлорофиллсиз бактериялар ҳам ҳаво билан озиқланганини аниқланди. Шу хилдаги бактериялар оксидланиш реакцияларида бўшаб чыққан энергия ҳисобига карбонат ангидрид ва сувни ўзлаштириб, органик моддаларни синтезлайди. Табиатда бу жараён мавжудлигини рус олими С. Н. Виноградский (1856—1953) рангсиз олтигугурт, темир ва нитрификация жараёнини қўзғовчи бактерияларда кузатган. Бу жараёнда оксидланиш реакциясида ажралган энергия ҳисобига содир бўлганини ҳисобга олиб, *хемосинтез* жараёни деб атаган.

Ўсимликлардаги нафас олиш жараёнини чуқур текшириб, ўрганган рус олимлари А. Н. Бах (1857—1946) ва В. И. Палладия (1859—1922) нафас олиш жараёнига асос солганлар. Академик С. П. Костичев (1877—1931) аэроб

ни яна яраб нафас олиш жараёналари ўртасида узвий боғланиш борлигини аниқлади.

Ўсимликлар учун азот elementi қанчалик аҳамиятли эканлигини батафсил текширган Д. Н. Прянишников (1865—1948) оксиднинг биринчи синтезида ва унинг парчаланishiда аммиак бошланғич ва охириги маҳсулот эканлигини тасдиқлади. Оксиднинг синтезланишида аспарагин ва глутамин аминокислоталарининг аҳамиятини кўрсатиб берди.

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

Умуман олганда, ҳозирги пайтда фани ривожлантирилишида илмий-тадқиқот ишлари қийин боришида академиклардан А. А. Курсанов, М. Х. Чайлахян, А. А. Инчипорович, И. И. Туманов, В. П. Строгонов ва бошқалар самарали хизмат қилмоқдалар.

Туз эритмасида иштиб эканган чигитдан устирилган гўзанинг шўрлоқка 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 туپроқларга экиладиган ғалла ўсимликларидан юқори ва сифатли ҳосил етиштиришида микроэлементлардан — мис элементини қўлланиш зарурлигини академик Я. В. Пейве ва бошқа олимлар текширганлар.

Профессор Н. Н. Назиров радиация нури таъсирида серҳосил, тезпишар, вилт касалига чидамли ва кузда баргини узи тўқадиган радиомутант АН-402 гўза ианини яратди. Аммоний нитратнинг 0,25% ли эритмасида ивтилган 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 жараёналари 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 жараёналарини текширишда микробиологияда ишлатиладиган асбоб-ускуналардан фойдаланилади ва ҳоказо. Масалан, ўсимлик хужайраси таркибидagi органондларни бир-биридан ажратиб олишда ультрацентрифугалар, жуда нозик кескиларни тайёрлаш учун ультрамикротомлар ишлаб чиқилган.

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

1 б о б. ЎСИМЛИК ҲУЖАЙРАЛАРИДА КУЗАТИЛАДИГАН ҲОДИСАЛАР

Ўсимлик ҳужайраларининг шакли, ҳажми ва хусусиятлари

Ўсимлик вакиллари сайёраимизнинг ҳамма жойида кенг тарқалган. Улар ўзларининг тузилишларига кўра бир ҳужайрали ва кўп ҳужайрали организмлардир. Бир ҳужайрали ўсимликларда ҳаёт жараёнлари шу ҳужайрани ташкил этган органонидларнинг фаолиятига боғлиқ. Юксак ўсимликлар эса маълум функцияни бажарадиган ҳужайралардан тузилган махсус тўқималардан иборат ва бир-бири билан зич муносабатда бўлаётган органларининг бўлиши билан бир ҳужайрали ўсимликлардан фарқ қилади. Ҳар бир ҳужайрада организмнинг ҳаёт жараёнлари давом этади. Ҳужайраларнинг шакли, ҳажми, хусусиятлари ва бошқа кўрсаткичлари ҳам ҳар хил бўлади.

Юксак ва тубан ўсимликларнинг тўқималари катта, кичик ҳамда ҳар хил шаклдаги ҳужайралардан таркиб топган. Улар думалоқ, кўп қиррали, тўртбурчак, тухумсимон, цилиндрсимон, дисксимон бўлиб, катталиги 10—15 мкм¹.

Думалоқ, тўртбурчак, кўп қиррали, тухумсимон ҳужайралар — *паренхим*, цилиндрсимон ва чўзинчоқ шаклдагилари *прозенхим* ҳужайралар дейилади.

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

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

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

Ҳужайра ирсий хусусиятларни ўзида сақлайди. Тирик ҳужайрада ҳаёт жараёнлари ички ва ташқи омиллар таъсиридан узғариб туради. Масалан, фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган моддалар (углевод, оксил, ёғ ва бошқалар)нинг бир

¹ Микрон — ҳозирги вақтда микрометр ўлчов бирлиги қабул қилиниб мкм деб ёзилади.

қисми ўсимлик танасини тузишда, захира озиқ тўплашда қатнашса, иккинчи қисми эса нафас олиш жараёнида сарфланади. Демак, ҳужайрадаги моддалар алмашиш 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 сўзи 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 тўпланади.

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

Ҳужайра органондларининг тузилиши, химиявий таркиби, физикавий хоссалари ва физиологик функциялари

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

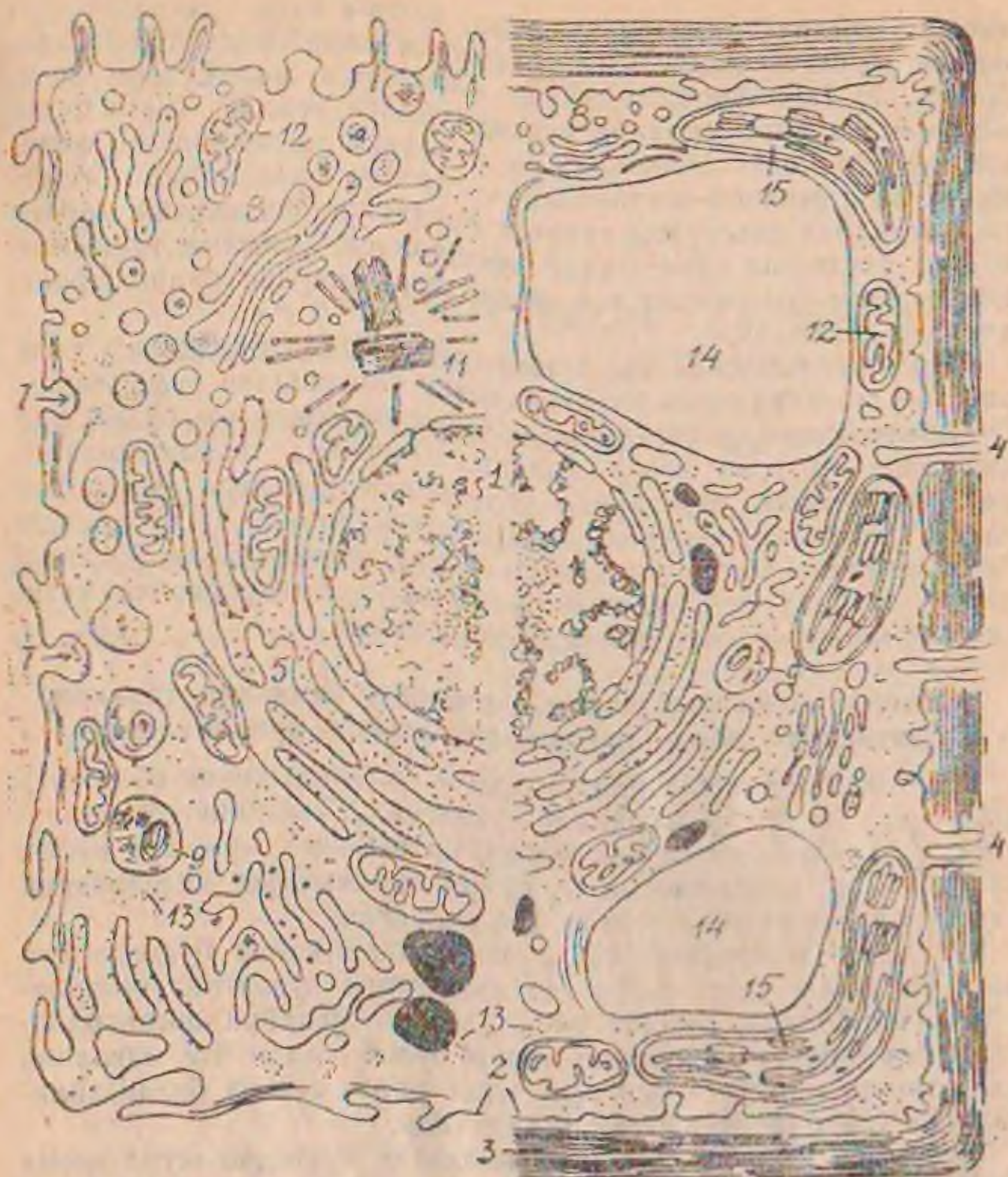
Электрон микроскоп кашф этилгандан кейин буюмни бир неча ўн ва юз минг марта катталаштириб кўрсатиш имкониятига эга бўлинди. Бунинг учун дастлаб ҳужайра органондларини бир-биридан ажратиш зарур бўлиб қолди. Бу масалани ҳал этишда минутига бир неча минг марта тезлик билан айланидиган ультрацентрифугалар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

Электрон микроскопда кузатиладиган буюмдан жуда нозик ва миллимикрон¹ ўлчамдаги органонд кесиклар тайёрлайдиган ультрамикротомлар кашф этилди.

Электрон микроскоп, ультрацентрифуга ва ультрамикротомлар ишлатила бошлагандан кейин ҳужайра таркибида эндоплазматик тур ретикулум, рибосома, диктиосома — Гольжи аппарати, лизосома, сферосома ва бошқа майда таначаларнинг борлиги, уларнинг ташқи 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.

¹ Миллимикрон — вонометр деб қабул қилиниб нм деб ёзилади.



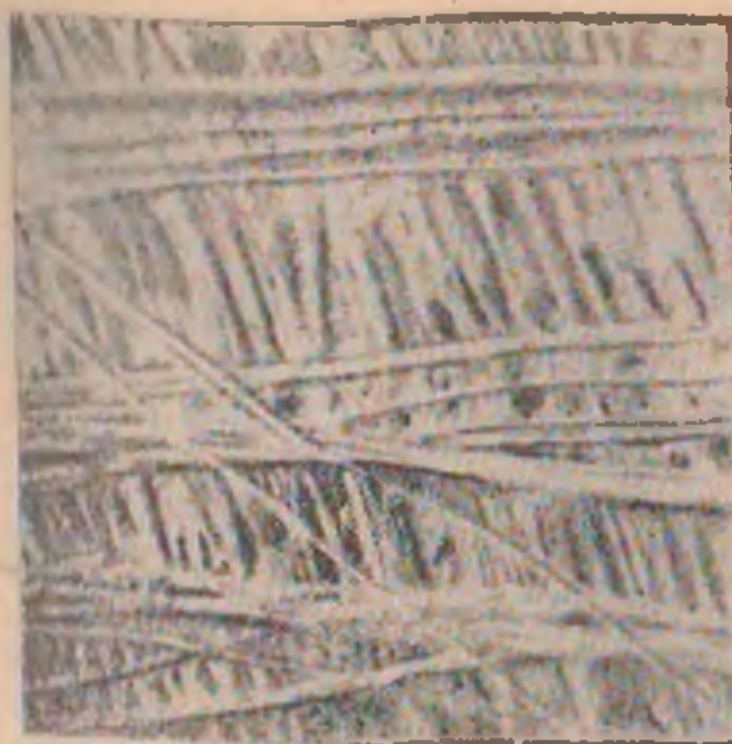
1-раем.

А — хайвон ва Б — ўсимлик хужайраларининг схематик тўзиши И:

1 — митоз ва хроматин иллари жойлашган мариз; 2 — плазматик мембрана; 3 — хужайра пўсти; 4 — плазмодесмалар; 5 — гранула ва 6 — грануласиз эндоплазматик тўр мембраналари; 7 — пиноцитоз вакуолялари; 8 — Гольжи ашарати — диктисомалар; 9 — лизосом; 10 — грануласиз эндоплазматик тўр ичидати мей томчилари; 11 — центриол ва центрофери микровилчалари; 12 — митохондрийлар; 13 — цитоплазма — гиалоплазмадаги полирибосомлар; 14 — марказий вакуола; 15 — хлоропластлар.

Целлюлоза — $(C_6H_{10}O_5)_n$ молекуласи бир неча минг β -глюкоза қолдиқларидан иборат — полисахарид. Пахта толаси 10 800, зигир толаси 30000 ва ёғоч хужайралардаги целлюлоза молекуласи 2500—3200 донга глюкоза молекулаларидан иборат.

Целлюлоза молекулалари ҳисобига хужайра пўсти ҳосил бўлишидан аввал целлюлоза молекулаларининг 100 таси бирлашишидан мицелла деб аталган тўпламлар ҳосил бўлади.



2-расм. Хужайра пўстида целлюлоза микрофибриллаларининг ўрниниши. (Электрон микроскопда 25000 марта катталаштирилган).



10нм
10
7,5
5
2,5
10
10
60нм

3-расм. Плазмодесманинг қўнда-
ланг қўрилиши (А. Фрей-Вислинг-
ча):

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

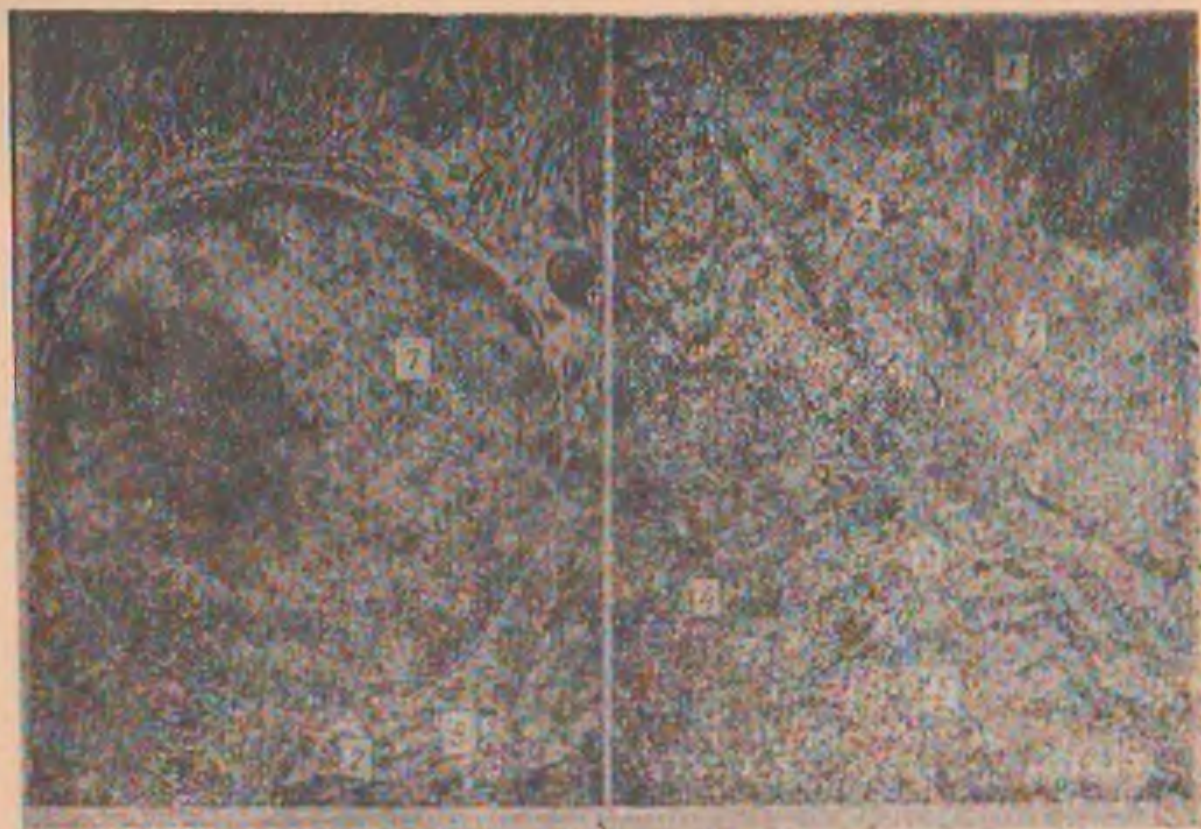
Уларнинг бирланишидан йирикроқ микрофибриллалар, 250 донга микрофибриллаларни тупланишидан 0,4—0,5 мкм йўгон-
ликдаги макрофибриллалар юзага келади. Шу йирик бўлак-
чалар микро- ва макрофибриллалар ҳисобига хужайра пўсти
тикланади (2-расм).

Хужайра пўсти рангсиз бўлиб, ёруғлик нурини ўзидан осон-
лик билан ўтказиши. Хужайра пўсти унга шакл бериш билан
бирга цитоплазmani, айлиқса, плазмалемма қаватини химоя
қилади. Макрофибриллалар оралиқларидаги тирқишлар орқали
хужайрага моддалар қабул қилинади ва ташландиқ моддалар
ташқарига чиқариллади.

Целлюлоза — кислотали ва ишқорли хусусиятга эга бўл-
маган индиферент бирикма. У юқори температурага чи-
дамли ва кучсиз ишқорий ёки кислотали эритмада қайнатил-
ганда ҳам осонликча эримайди.

Хужайра пўсти унинг ҳаёт фаолияти давомида чуқур ўзга-
ришларга учрайди. Цитоплазма лигнин моддаси ишлаб
чиқарса, хужайра пўсти ёғочланади. Цитоплазма суберин
моддасини ишлаб чиқарса, хужайра пўсти пўкавланади, ку-
тин моддасини ишлаб чиқарса, барг пластинкаси, мева усти
ва ёш повдаларда кутикула пардаси ҳосил бўлади. Целлюлоза
лигнин, суберин ва кутин бирикмалари тўқималарининг мўс-
тақкамлигини 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 пўстияяғ оралиқлари; 3 — рибосомалар; 4 — эндоплазматик тўр;
5 — Гольжи аппарати; 6 — митохондрий; 7 — мағиз.

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

Мағиз. Хужайра 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 прокариот ва эукариот деб аталган гуруҳларга бўлинади. Бактерия ва кўк-яшил сувўтларида тўла ривожланиб, шаклланган ядро бўлмаганлиги сабабли, уларга прокариотлар дейилади. Пўстга ўралган ва тўла ривожланган ядроли ўсимликлар эукариот гуруҳига киради.

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

Ядро пўсти ичидаги ширага кариоплазма схуд кариолимфа дейилади (4-расм). Кариолимфада махсус бўёқлар билан бўяладиган хроматин иплари ва ядроча жойлашган. Хроматин иплари ҳисобига хромасомалар тикланади. Хромасомалар хроматида деб аталган бўлакларга 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 ядрога 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, и-РНК, 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 бўлаклари тирқишлар орқали цитоплазмага ўтиб, рибосомани тиклашда қатнашади. Тикланган рибосомада оқсилларнинг синтезланиши таъминланади.

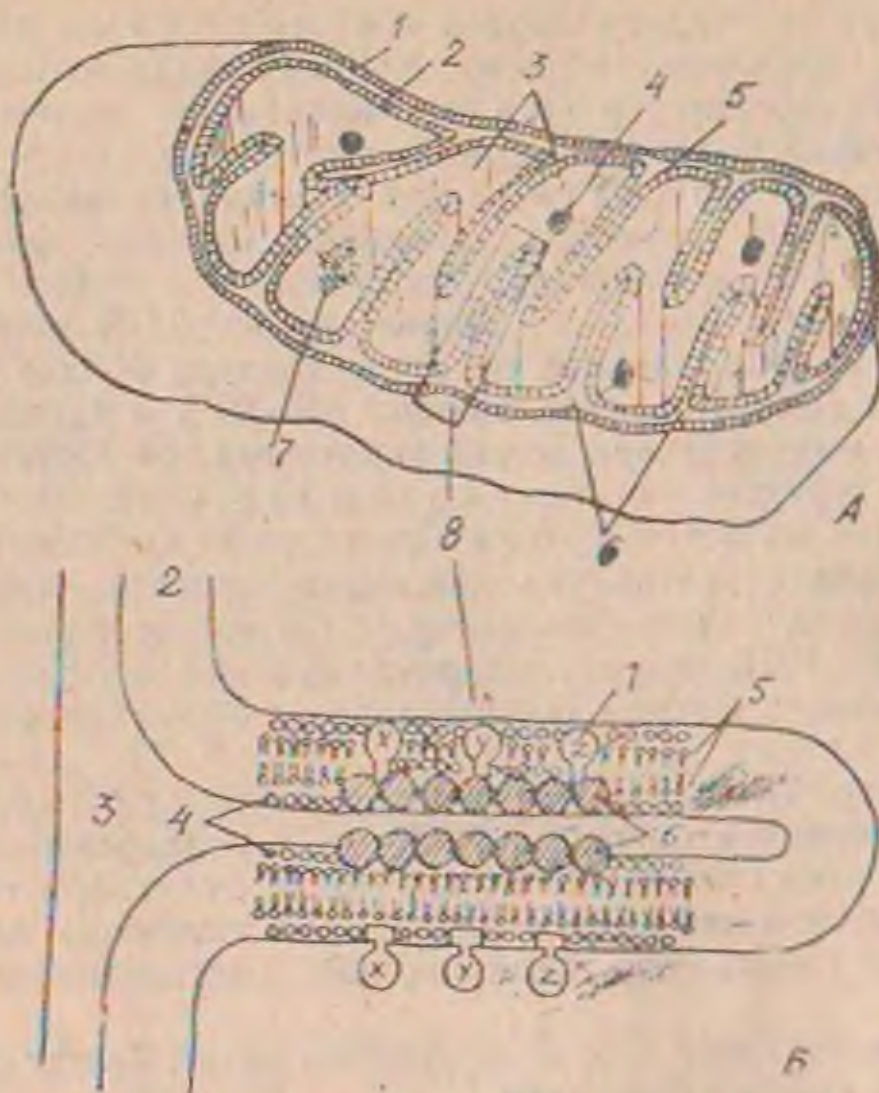
Ядро (мағиз)нинг асосий функцияси ирсий белгиларни наслдан-наслга етказиб беришдир.

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

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 (РНК), 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 информацион РНК бирикмаларнинг синтез қилинишини идора қилади.

Митохондрий — хондриосомалар. Митохондрий ёки хондриосома деб аталувчи мазкур хужайра органоидларининг ҳажми 0,5—0,7 мкм ораллиғида 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.

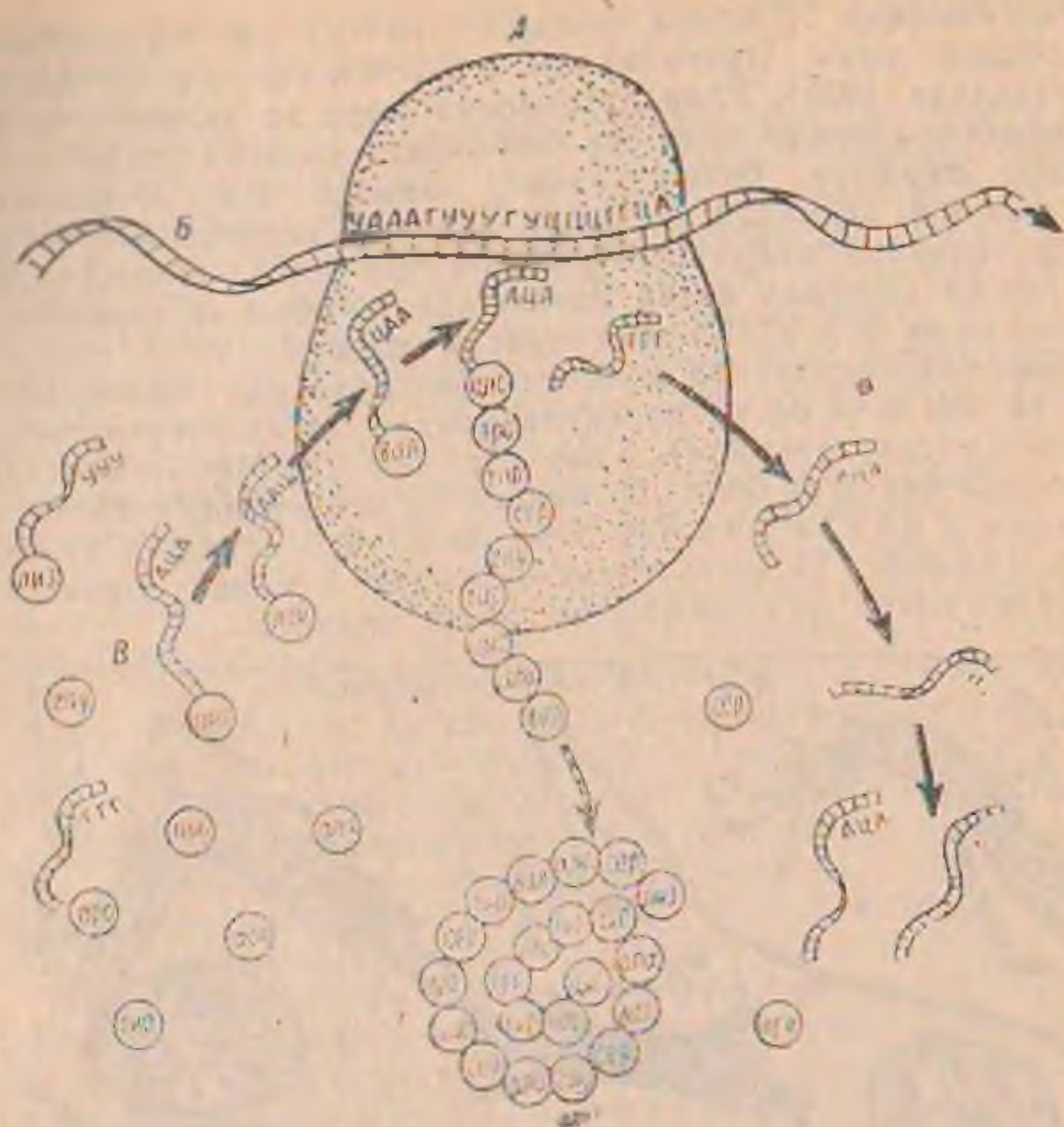


5- расм. Митохондрийнинг схематик кўриниши:

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 — кристининг бир бўлаги.

Б. Кристининг молекуляр тuzилиши: 1 — ташқи мембрана; 2 — ички мембрана; 3 — мембрана орасидаги бўшлиқ; 4 — оксил молекулалари; 5 — липид қавати; 6 — Кребс циклида қатнашадиган ферментлар занжири; 7 — F_1 бўлақчалари (ATP молекулалари синтезланишини таъминловчи таъинлар); 8 — кристининг бир бўлаги.

Митохондрий пўсти 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 кўндаланг тушган пардалар мавжуд. Шу кўндаланг тушган пардаларга кристаллар дейилади. Крист 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 (Кребс циклида) қатнашадиган ферментлар маълум изчилликда жойлашган. Митохондрийларнинг асосий вазифаси нафас олиш



6- рasm. Рибосоманинг:

A — тапқы мүрриниш; *B* — информация РНК; *B* — ташуачи (транспорт) РНК молекулалари; *Г* — синтезланган оксид молекуласи.

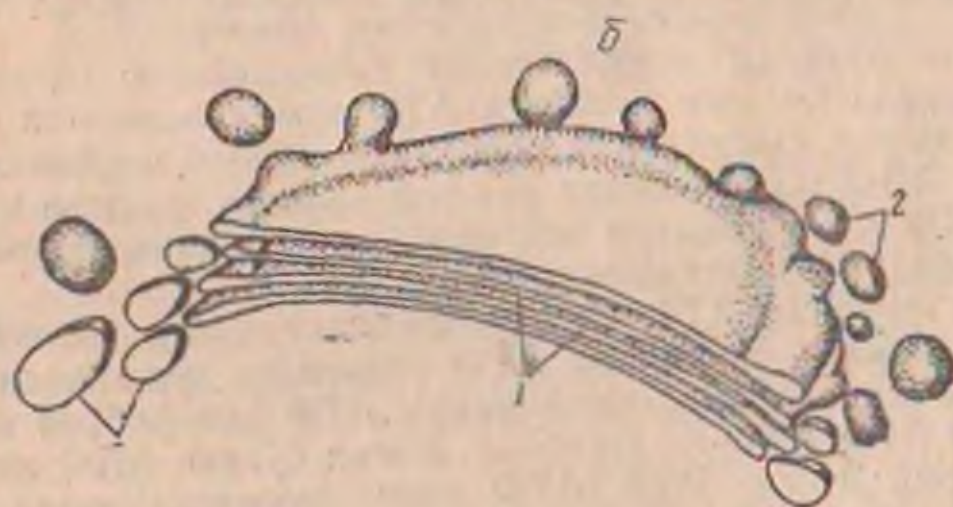
жараёнида органик моддаларнинг оксидланиши патижасида бўшаб чиққан энергия ҳисобига АТФ молекулаларини синтезлашдан иборат. Оксидланиш жараёнида бўшаб чиққан энергия ҳисобига АДФ молекуласига фосфор кислота қолдиги қушилишдан АТФ молекулалари синтезланади. Бу ҳодисага оксидланиш ҳисобидан *фосфорланиш* деб аталади.

Ҳосил қилинган АТФ митохондрийнинг ташқи девори орқали цитоплазмага чиқади ва АТФ энергияси ҳужайрада содир бўладиган жараёнларда сарфланади. АТФ дан фосфор кислота ажралгач АТФ АДФ га ўзгаради. Ҳосил бўлган АДФ қайтадан митохондрий ичига ўтиб, АТФ янги молекуласининг синтез бўлишида қатнашади.

Митохондрийлар оддий бўлиниш ва куртакланиш йўли билан кўпаяди. Бошқа баъзи олимларнинг айтишича, улар ядро нўстидан ажралган ва *инициал* деб аталган бўлакчалар ҳисобига кўпаяди. Уларнинг фаолияти 5—10 кун давом этади.

Рибосомалар. Хужайра ичидаги 10—30 нм катталиктидаги донатор жисм (гранула)лар рибосомалар дейилади (Д. Паллада, 1955). Улар цитоплазма, ядро ва эндоплазматик тўр мембраналарида якка ёки бир-бирига уланган ҳолда жойлашади. Бир-бири билан уланиб занжирсимон жойлашса, полисома дейилади. 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 бўлакларга 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 — диктиосомалар; 4 — эндоплазматик тўр; 5 — цитоплазма — гмалоплазма; 6 — митохондрий; 7 — нуқтасимон рибосомалар.
Б. Диктиосоманинг катталаштирилган ҳолда кўриниши: 1 — цистерна (бушлиқ)лар; 2 — пуфакчалар.

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

Улар усимлик хужайраларда юмалоқ, ўроқ ва таёқча шаклида бўлиб, диктиосома деб аталади. Электрон микроскопда 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 тўпланганлиги аниқланди. Диктиосома мембраналарида полисахарид ва липонид моддалар синтез қилинади. Улар лизосома ва хужайра 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 хужайранинг озиқ ҳазм қилиш системаси деб қаралади. Чунки ташқи муҳитдан фагоцитоз ва пиноцитоз йўли билан қабул қилинган озиқ моддалар лизосомадаги ферментлар таъсирида ларчаланиб, ўзлаштирилади. Лизосомалар четдан қабул қилинган ва заҳарли моддаларни жамлаб (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. Хужайра 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 бўшлиқлари орқали моддалар ҳаракатланади. Моддалар алмашинувида ҳосил бўлган бирикмалар аралашиб қолмаслигини таъминлаш мақсадида тўр компортемент деб аталган хоначаларга бўлинган.

Пероксисома. Ҳайвон хужайра-



8-расм. Эндоплазматик тўр — ретикулумнинг схематик кўриниши:

1 — хужайра пўсти; 2 — плазмалемма қавати; 3 — эндоплазматик тўр мембраналари; 4 — цистерна; 5 — вакуола; 6 — митохондрия; 7 — лизосома.

INV. №

8071757

ларида бўлиб, шарсимон шаклда, ҳажми 0,5—1 мкм катталикидаги таначалар, уларга пероксисома дейилади (Де-Дюву, 1965). Ўсимлик ҳужайраларида кузатилган шундай таначаларга глиоксисома 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 анорганик моддалар тўпланиб, ҳужайра ширасини ташкил этади. Вакуоладаги бирикмаларнинг бир хилларини ўсимлик ўзлаштиради, 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 тўқимага ранг берувчи пигментлар ҳам бор.

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

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

Лейкопластлар хромо- ва хлоропластларга айланиб туради. Ўз навбатида хромопласт 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 хромопластга айланади.

Хлоропластлар яшил хлорофилл пигмент сақлаган пластидалардир.

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

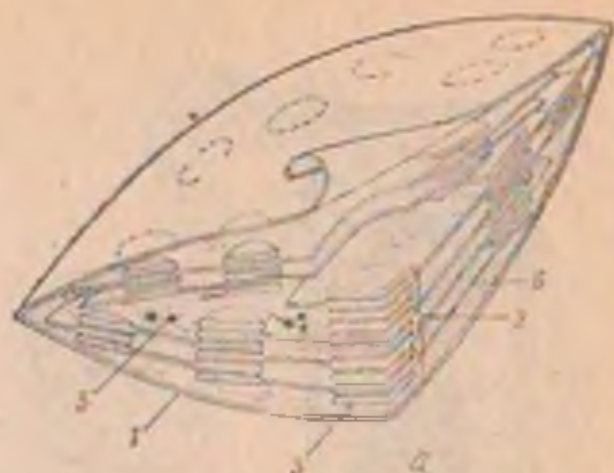
Сувўтларидаги пластидалар хроматофорлар дейилади. Улар йирик, ҳар хил шаклда: лептасимон, пластинкасимон бўлади (10-расм).

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 медаларида, лола, сариқ хризантема гулбаргларида ва сабзи илдиэмеваеида учрайди (11-расм).



9-расм. Исмилоқ хлоропластининг схематик тузилиши:

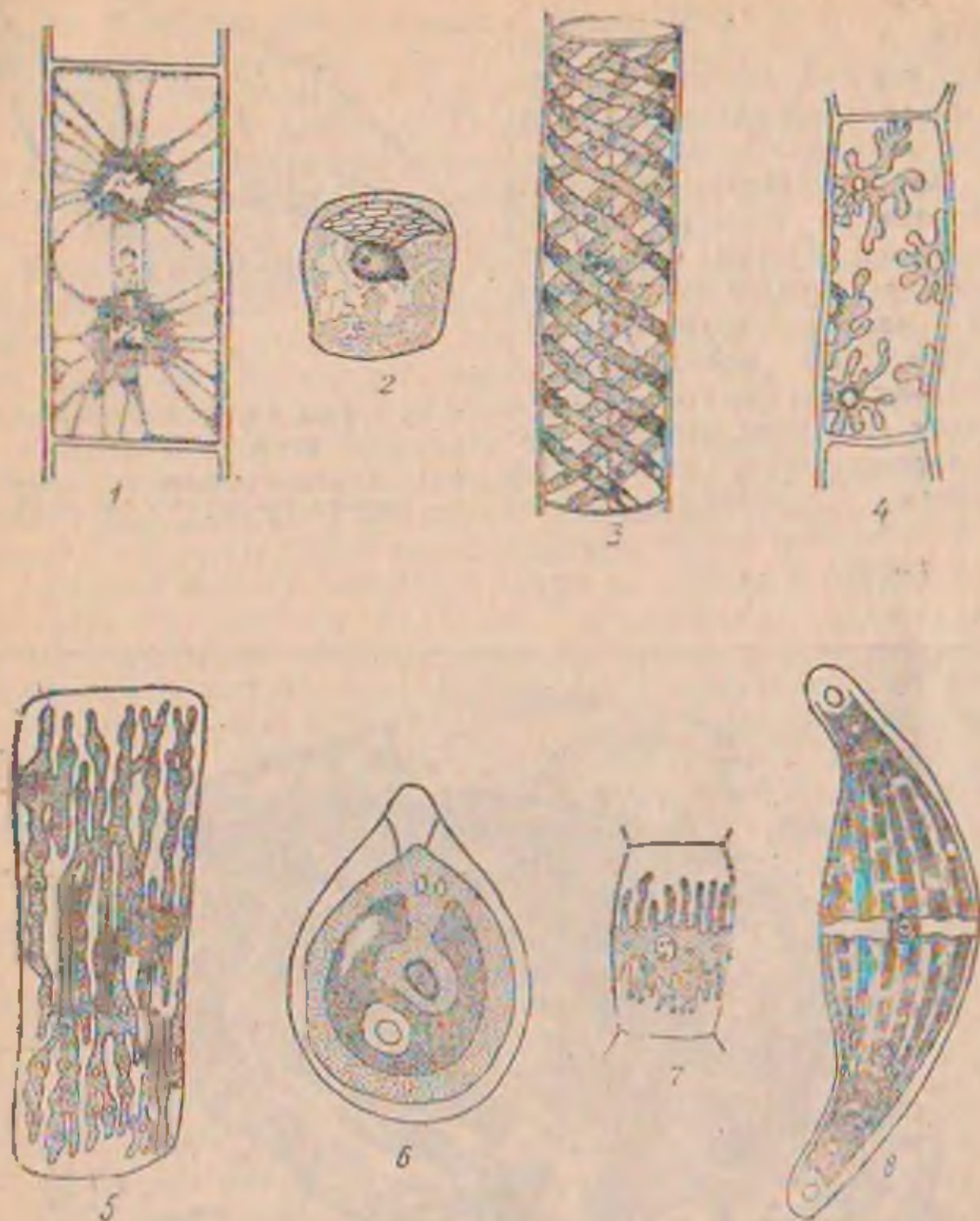
1,1 — хлоропласт мембранаси; 2 — гранула;
3 — тилаксид; 4 — строма; 5 — ер томчилари;
6 — ламеллалар.



6. Манкажӯхори хлоропластининг электрон микроскопда кўриниши:

1 — хлоропластларнинг ташқи мембранаси; 2 — гранулалар; 3 — гранулаларни бирлаштирувчи пластинкалар — ламеллалар.

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



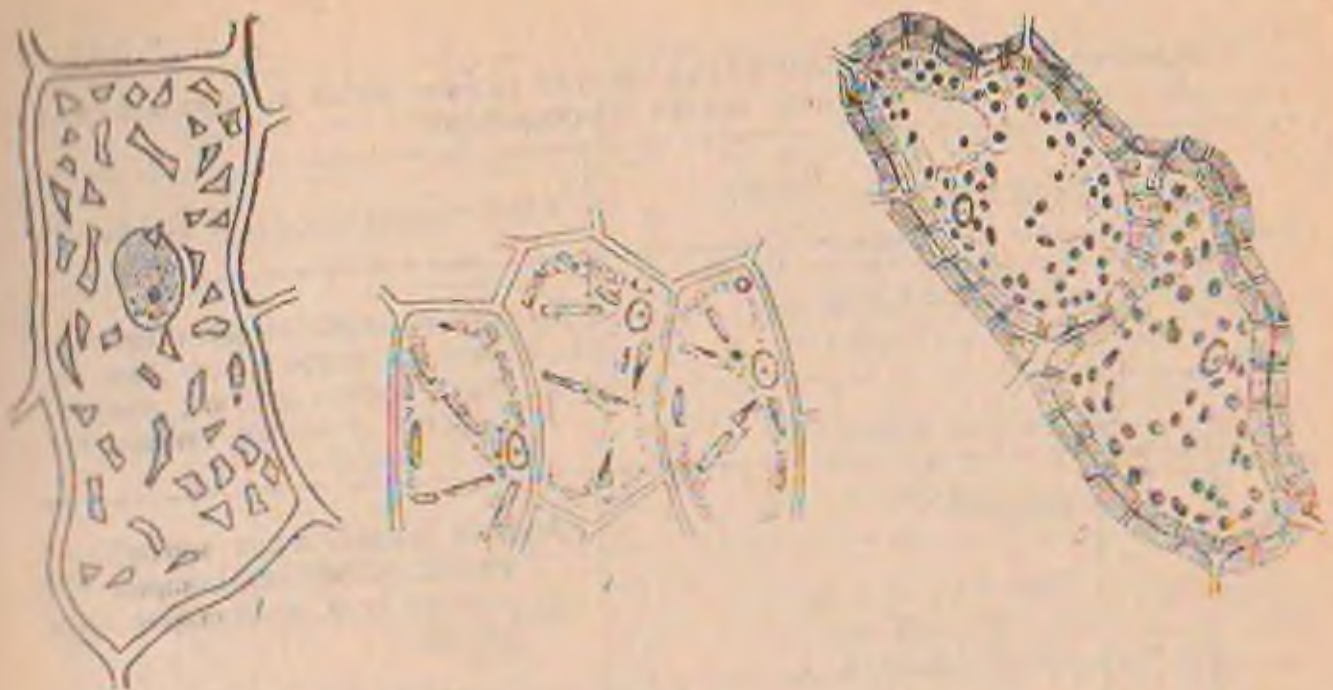
10- расм. Турли сувўтларида учрайдиган хлоропластлар (хроматофорлар):

1 — Зягисмада (юлдузсимон); 2 — жигар мохиди (соялисимон); 3 — спирогиреда (тасмасимон); 4 — Родохертонда (товоксимон); 5 — Эндогопийумда (пайжарасимон); 6 — Хламидомонадада (красчасимон); 7 — Ҳалқалавган товоксимон дироарнальдия; 8 — Клостридиумда (пластинкасимон) куринишларида учрайди.

қатнашади, деган фикрлар ҳам бор. Гулбарглариининг 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 — настурича тожибаргида; 2 — сабан кидизмевасида; 3 — гармдори мева пўсти (перикарпия)да.



12- расм. Лейкопластларнинг жойлашиши (чалдан ўнгга):

традеския эпидермисида; бойчечак баргининг устки эпидермисида; маккажўхори эндоспермисида (уруғда озиқ моддаларни тўпловчи махсус тўқимада):

пласт, крахмал молекулалари кўп тўпланса амилопластлар дейилади.

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

Ўсимликлар хужайрасида учрайдиган ва уни ташкил этган компонентлар,
уларнинг асосий функциялари

Хужайра компонентлари		Компонентларнинг асосий аъзафалари
ПРОТОПЛАСТ	Хужайра пусти	Хужайрага шакл ва мустаҳкамлик бериш, ташқи муҳит омилларидан ҳимоя қилиш, моддаларнинг ўтишини таъминлаш
	Вакуола	Осмотик жараёнларни тартибга солиш, захира моддаларни тушлаш ва озик моддаларни ҳазм қилиш
	Ядро	Генетик информацияларни сақлаш ва ирсият белгиларини наслдан-наслага ўтказишни таъминлаш
	Ядроча	РНҚ молекулаларини синтезлаш ва тақсимлашда катнашиш
	Митохондрийлар	Нафас олин жараёнига асосан аэроб фазадаги Кребс циклига масъул АТФ ни синтезлайдиган органонд
	Хлоропластлар	Фотосинтез жараёнига ва фотофосфорланиш реакцияси ўтишига масъул
	Голжи аппарати—диктиосома	Углеводларни тушлаш, уларни ажратиб чиқариш ва хужайра пустининг тикланишини таъминлаш
	Эндоплазматик тўр	Моддаларнинг ҳаракатланишини тартибга солиш ва моддалар алмашишни марказларини белгилашни таъминлаш
	Лизосома	Озик ҳазм қилиш органи
	Сферосома	Ёғлар тулланиши ва сақланишини таъминлаш

Ҳужайра компонентлари		Компонентларнинг асосий вазифалари
ПРОТОПЛАСТ	Рибосомалар	Оқсилларнинг синтезланишига мисъул
	Микро талачалар, пироксисома, глиоксисомалар	Глиоксيلات цикли ва фотонафас олинда иштирок этиш
	Микровайлар	Целлюлоза микрофибриллаларини маълум тартибда урналишини таъминлаш
	Асосий цитоплазма	Нафас олинда субстрат вазифасини бажариш ва гликолиз жараёнининг утишида иштирок этиш
	Плазмалемма	Моддаларнинг ташқаридан ва ичкиридан ҳаракатланишини тартибга солиш ва лимоячилик вазифасини уташ

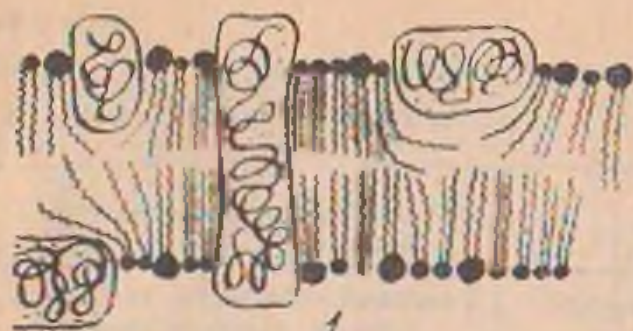
Цитоплазманинг тузилиши ва химиявий таркиби

Тирик мавжудотларнинг ҳаёт жараёйлари цитоплазмада ўтиш барча органондларни ўзида сақлаганлигини назарда тутиб, цитоплазма умумий муҳит — с у б с т р а т деб таънилади.

Цитоплазмадан ажралган ҳар қанси органонд алоҳида ва мустақил ҳаёт кечира олмайди. Органондлардан ажратиб олинган цитоплазмада ҳам мустақил моддаларнинг алмашилиши жараёйлари кузатилмайди. Ҳаётини жараёнларнинг ўз вақтида узлуксиз давом этиши учун цитоплазма ва ундаги органондлар эволюцияда жорий этилган қошун ва қондалар 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 پوستига тегиб туради. Бу қават оқсил ва ёғсимон липондлардан иборат бўлиб, п л а з м а л е м м а дейилади.

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



13- расм. Биологик мембраналарнинг ҳар хил тузиллиши:

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

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

Цитоплазманинг учинчи қавати тонопласт дейилади. У оқсил ва липоид молекулалардан ташкил топган бўлиб, ҳужайра ширасини ўзида сақлаган бўшлиқни — вакуола ни ўраб олади.

Тонопласт мембранаси ҳам плазмалемма сингари тузилган. Бироқ липоид мембранасини ташкил этган липоид молекулалари бир неча қатор жойлашган. Тонопласт қавати вакуолага сув ва бошқа моддаларнинг ўтишида назорат қилиш вазифасини бажаради.

Плазмалемма ва тонопласт ўртасида жойлашган қават мезоплазма дейилади. Мезоплазмада ҳужайранинг ҳамма органонидлари жойлашган бўлиб, у ярим суюқ, ярим қуюқ коллоид моддадан иборат. Унинг

2-жадвал

Карам барги цитоплазмасининг таркиби

Барг тўқимасидаги моддалар	Қуруқ модда, % ҳисобида
Оқсиллар	63,11
Ёғлар, липоидлар ва эфирда эрувчан бирикмалар	20,75
Қул	6,45
Аниқлашмаган моддалар	9,5

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

Ҳужайра таркибидаги моддаларнинг кўпчилиги гидрофилл ва гидрофоб коллоидлардан иборат. Шунинг учун ҳужайрада моддалар алмашилиши жараёнларининг ўтиши ана шу колло-

идлар ҳолатига боғлиқ. Жумладан, коллоидлар қаттиқ (гель) ҳолатда бўлганда моддалар алмашиниш жараёни, яъни биохимиявий ва физиологик жараёнлар секинлик билан давом этади. Коллоидлар суюқ (золь) ҳолатга ўтганда эса моддалар алмашиниш 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 ураб 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 нақтнинг ўзида дағал, коллоид ва чин эритмалар бўлиши мумкин. Масалан, ўсимлик ҳужайра цитоплазмасида турли субмикроскопик органондлар 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 була олади. Чалг-тузоп, кофе, какао ва цементнинг сувдаги эритмаси суспензияга мисол бўлади.

Дағал дисперс эритмаларда дисперс фаза заррачалари дисперс муҳитдан ажралиб туради. Заррачалар ё муҳит устида тўпланади 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 чуқмага ўтади, енгил бўлса муҳит устида тўпланади.

Кўпиклар суюқ ва қаттиқ ҳолатда учрайди. Қаттиқ кўпикларга нон, пемза, пенопласт, зефир ва бошқалар мисол бўлса, суюқ кўпикларга совуннинг сувдаги аралашмаси (кўпиги) ва ёнгинларни учиринида ишлатиладиган 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, бўшлиқ — пуфакчалардир. Масалан, сувга совун аралаштирганда совун асосини ташкил этган ёғ кислота тузларининг бирлашишидан ҳосил қилинган пардалар муҳит ҳисобланади.

Кукун(порошок)ларга мисол қилиб цемент, алибастр, оҳак уни, минерал ўғитлар, куруқ 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 нонли 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, анорганик моддалардан тузлар, кислоталар ва ишқорларнинг эритмалари нонли 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-

нийди ($\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$). Баъзан аралашманинг ҳажми ўзгаради (спирт + H_2O). 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 шугмайди, ўзидан ўтказишмайди. 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 анализаторлар қўлланилади. Чин эритма заррачаларини ажратиб олиш усули д и а л и з дейилади.

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

Коллоид юнвча «коло» — елим маъносини билдиради. Ўз даврининг йирик олимлари (И. Г. Боричов, 1869 ва П. П. Веймарн, 1904) коллоид эритмалар Х. Грем айтганидай, махсус ва ўзгармайдиган аралашма бўлмасдан, дисперс муҳитнинг табиатига боғлиқ экан. Жумладан, сувун 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.

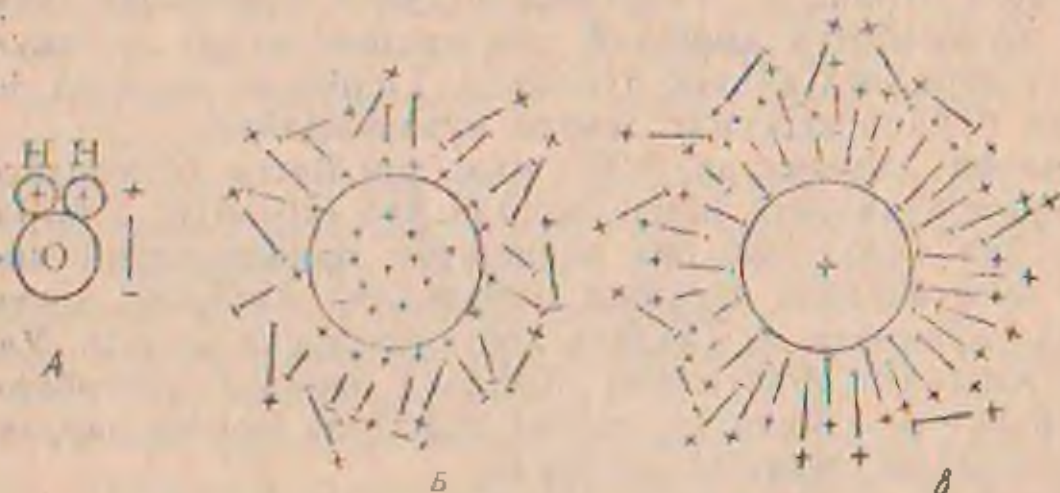
Гидрофоб ва гидрофилл коллоид заррачалар мусбат ёки манфий зарядли бўлади. Физика қонунига асосан бир хил зарядлилар бир-биридан қочади. Бу коллоид заррачаларнинг дисперсион муҳитда чўкмаслигини таъминлайди. Дисперсион муҳит заряди коллоид заррача зарядига қарама-қарши бўл-

ганда муҳит заррачалари коллоид заррачага адсорбцияланади, яъни бир-бири билан боғланади. Натижада зарядлар йириклашиб 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 белгилли томони, аксинча, коллоид заррачаси манфий бўлса, мусбат белги томони билан бирлашади (14-расм).

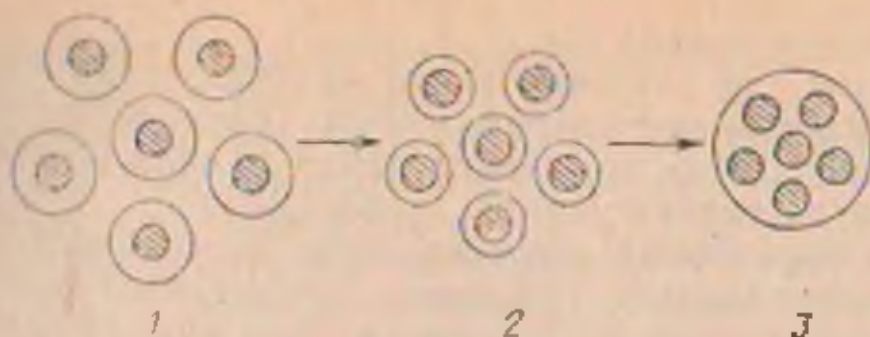
Коллоид эритмага электролит ионлари қўшилса, уларнинг заррачалари коллоид заррача марказига жойлашиб, уларни нейтраллайди. Коллоид заррача изоэлектрик нуқта (ИЭН) ҳолатига ўтади. Изоэлектрик нуқтада гидрофоб коллоидлар қайтадан эримайдиган чўкма ҳосил қилади. Бу ҳодиса коагулланиш дейилади. Масалан, аччиқ чой эритмасига лимон кислота таъсир эттирсак, таннин ўз атрофидаги боғланган сув молекулаларини йўқотиб чўкмага ўтади. Бунда ошловчи модда — таннин 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. Гидрофил коллоид заррачаларининг сув молекулалари билан боғланиш схемаси;

А. Сув молекуласи (дипол)нинг тузилиши; Б. Изоэлектрик нуқтада ва Б'. Маълум зарядга эга 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 юққолашиб қолиши; 3 — сув қатламин йўқолиб сув пардаси ҳосил қилиш 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 камайганлигидан коллоид заррачалар бирлашиб умумий гидрат қаватига ўралади (15- расм). Коллоид эритма икки қаватга: устки коллоид заррачалардан ҳолис сув, пастки эки 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 қўшилишига ва чўкмага ўтишига йўл қўймайди, яъни коагуллашмайди. 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 адсорбцилаши 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 наст температурада қотиб қолишида кузатилади. Золь эритма ҳолатидаги полимер ва бошқа коллоидларнинг қотиб қуйқа (гель) ҳолатга ўтиши желатинланиш деб аталади. Бу ҳодиса коагулланиш ва коацерватланиш ҳодисаларидан фарқ қилади. Бу жараёнларда коллоид заррачалари эритувчи молекулаларни йўқотиб, бир-бирига қўшилиб, чўкмага ўтади.

Желатинланишда коллоид заррачалар бир-бири билан биришиб 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 кўтарилса 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 бўкиш (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 тўхтайдди. Баъзи коллоидлар сув билан тўла тўйингандан кейин бўкиш тўхтайдди. 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, наст 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 моддаларининг бўкишида жуда катта куч ҳосил бўлади. Қадим замонларда тошларни бўлаклаш мақсадида ана шу кучдан фойдаланганлар. Бунинг учун ўсимлиكنинг қуруқ новдалари тош ёриқларига жойлаштирилиб, сув билан нам-

адсорбция турилган. Усимлик тўқимаси коллоидларининг бўкиши натижасида тошлар бўлакланган.

Адсорбция коллоидларга хос бўлиб, табиатда кенг тарқалган. У тирик организмлардаги физик-химиявий жараёнларнинг ўсишида 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 (CO_2 , SO_2 газларини $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NaOH}$ аралашмаси томонидан ютилиши). Адсорбент юзида мавжуд куч майдони ҳисобига бошқа моддалар ютилиши адсорбция ҳодисасини юзага келтиради.

Адсорбент куч майдони ва ташқи омилларнинг таъсиридан адсорбцияланадиган 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 йил дисперс система (чик эритмалар)
Ҳажми 0,1 мкм дан катта	мкм дан кичик, нм дан катта	нм дан кичик
Шаффоф эмас, лойқа	Шаффоф-тиник (аммо сал кич-рароқ эритма)	Шаффоф-тиник
Қоғоз фильтр орқали ўтмай-ди	Қоғоз фильтр орқали ўтади	Яхши филтр-ланади
Пергамент қоғоз орқали, ҳанвой ва ўсимлик мембранасидан ўта олмайди		Пергамент, ҳай-вой ва ўсимлик мембранасидан осонлик билан ўтади
Гетероген (ҳар хил жинсли)		Гомоген (бир хил жинсли)
Ёруғлигини таркатади	Тиндаль куйуси ҳосил булади	Ёруғлик тур-ни тўсмасдан ўткатади
Турғун эмас (чукади ёки юқорида тупланади)	Дағал эритмаларга нисбатан турғун	Турғун эритма (чуқмайди)
Вақт ўтиши билан эскиради		Эскирмайди

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

Ўсимлик ҳужайрасидаги цитоплазмада коагулланиш, коацерватланиш, желатинланиш ва адсорбциялаш, бўқин ҳодисаларининг кузатилиши, цитоплазманинг коллоид бирикмалардан ташкил топганлигини тасдиқлайди.

Цитоплазманинг коллоид ва физик хоссалари

Цитоплазмадаги моддаларнинг баъзилари заҳира модда ҳолида тўпланса, липопротенд, глюкопротенд, фосфопротенд, нуклеопротенд, 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 ердам беради. Масалан, амфотерм хусусиятга эга бўлган оксил ва аминокислоталар муҳитнинг pH қимматига кўра мусбат ёки манфий зарядли табиатли 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 тескари пропорционалдир. Масалан, паст температурада асал секинлик билан оқса, температура кутарилганда асал молекулалари ўртасидаги боғланиш кучи камайганлигидан, асалнинг оқиши тезлашгани 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 алмашилиш 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 ва кальцийга нисбатан кўпроқ бўлса, қовушоқлик даражаси кама-

ли, каптолий элементи куп бўлса, цитоплазманинг қовушоқлик даражаси ҳам кўнаяди.

Цитоплазманинг қовушоқлик даражаси кўп бўлса, ўсимлик иссиқликка чидамли бўлади. Уларда моддалар алмашилиш жараёни секин ўтганлиги учун ўсиш жараёни ҳам секин давом этади. Ҳақиқатда ҳам иссиқ мамлакатларда ўсадиган кактус, анис, атана каби ўсимликлар цитоплазманинг қовушоқлик даражаси кучли бўлиб, моддалар алмашилиш жараёни секин ботирилигидан 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. Ўсиқсевар ўсимликлар, жумладан, ғўза, бодринг, қовун, тархунни бошқа ўсимликларда паст температура таъсирида цитоплазманинг қовушоқлик даражаси ортганлигидан, улар бир неча кундан кейин побуд бўлади. Масалан, эрта баҳор кунларида температура $+3—+4^{\circ}\text{C}$ оралиғида бир неча кун давом этса, юқорида кўрсатилган ўсимликлар моддалар алмашилиш жараёнилари сустлашганлигидан побуд бўлади.

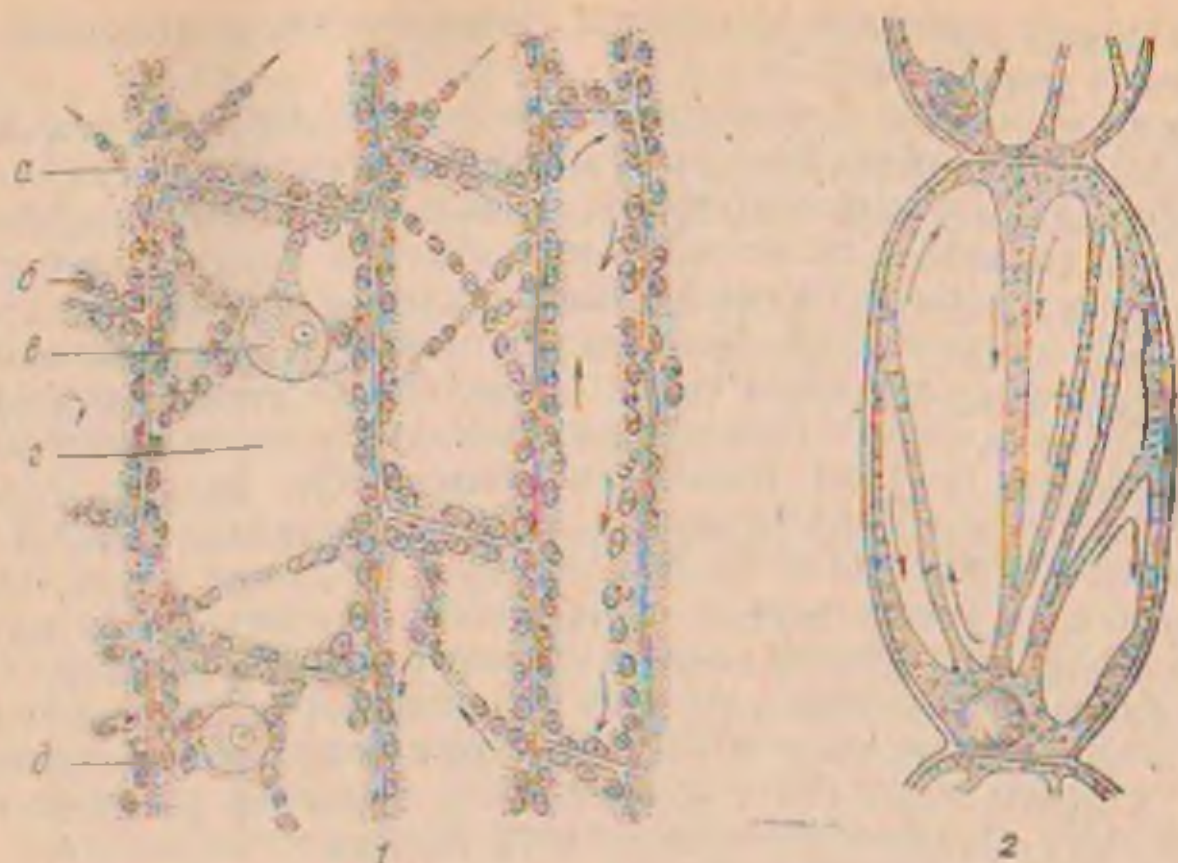
Ўсимликларнинг иссиққа чидамлилигини, яъни цитоплазманинг қовушоқлик даражасини аниқлашда тубандаги усуллардан фойдаланиш мумкин.

1. Центрифугада хлоропластларни чўктириш учун сарф бўлган вақтни аниқлаш. Бу усулда цитоплазманинг қовушоқлик даражасини белгилаб олиш учун барг тўқимасидан кичик кесиклар олиниб, центрифугада айлантирилса, хлоропластлар хужайрасининг 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 хужайрасининг изотоник концентрацияси аниқланади. Кейинчалик эса хужайра ширасининг концентрациясига нисбатан 0,1—0,2 нормал, бир-биридан ортиқ бўлган шакар эритмалари тайёрланади. Сўнгра ўсимлик тўқимасидан олинган юпқа кесиклар шакар эритмасига жойлаштирилиб, бир қанча вақтдан кейин кесиклар олинадилар ва микроскопда хужайраларнинг 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 ўсимлиكنинг қургўқчийликка чидамлилиги хусусиятини белгилайди. Қайишқоқлик кучи қанча кўп бўлса, ўсимлик шунча қургўқчийликка бардошли бўлади. Масалан, ксерофит ўсимликлардан — шувок,



6-расм.

1 — цитоплазманинг алодея баргада айланма ҳаракатланиши; 2 — толдескани-
ция тукида цитоплазманинг турли томонга оқиб ҳаракатланиши;
а — цитоплазма; б — хлоропластлар; в — митохондриялар; г — вакуола; д —
хужайра пўсти.

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

Цитоплазманинг қайишқоқлик даражаси ташқи омилларга,
ўсимликнинг физиологик ҳолатига боғлиқ. Масала, кўпчилик
ўсимликларда қайишқоқлик даражаси гуллаш фазасида ка-
майса, ксерофитларда аксинча, бу даврда кўпаяди.

Цитоплазманинг қайишқоқлик даражасини аниқлашдан
олдин текшириладиган ўсимлик хужайрасининг изотоник кон-
центрацияси топилади. Сунгра изотоник эритмага нисбатан 0,1 н
ортиқ келадиган шакер эритмаси тайёрланади. Шу эритмага
ўсимлик туқимасидан олинган юпқа кесикларни солиб, мину-
тига 1000 марта тезликда центрифугада айланттирилади. Кўр-
саткич қилиб хужайра пўстидан цитоплазмани ажратиб олиш
учун ўтган вақт ҳисобга олинади.

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

Цитоплазманинг ўтказувчанлиги ҳақидаги назариялар

Ўсимлик хужайраларида бутун бир организм ҳаёт жараён-
ларининг бетўхтаси давом этишида цитоплазманинг ўтказувчан-
лик хусусияти муҳим аҳамиятга эга. Ҳар бир тирик хужайра

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 қилинишининг 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, ортқича моддани ҳужайра қабул қилмайди. Бу назария ташқи муҳит концентрациясига нисбатан ҳужайрада баъзи бирикмаларнинг кўпроқ тўпланишини ёритиб бера олмайди.

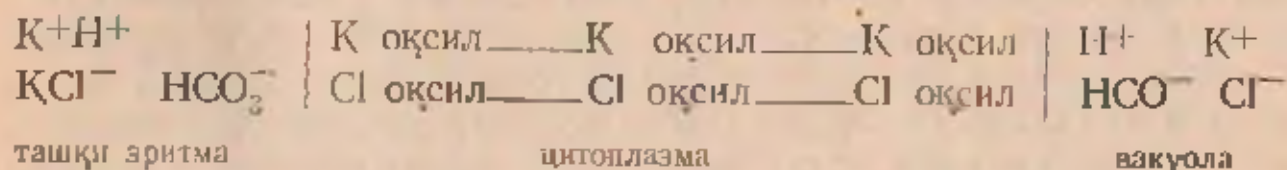
Э. Овертоннинг (1899—1904) липонд назариясига асосан, плазмалемма мембранаси — липонд (оқсил ва ёғсимон модда) лардан ташкил топган. Мембрана орқали фақат липондларда эрийдиган бирикмаларгина ҳужайра ичига ўта олади. Аммо, мембрана орқали липондларда эримайдиган моддаларнинг ҳам ўтиб кетганлиги аниқланган.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

Қейинчалик сувда эриган моддаларни ва сувни ўтишини тушунтиришда «мозаик» назария ишлаб чиқилди. Бу назарияга асосан цитоплазма мембранаси кетма-кет жойлашган липонд ва оқсил участкаларидан иборат бўлиб, липонд 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 тугунакларининг 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 Бросер, 1936).

Қўлчилик олимлар С. Брукса, Д. А. Сабниинининг (1940)

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



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

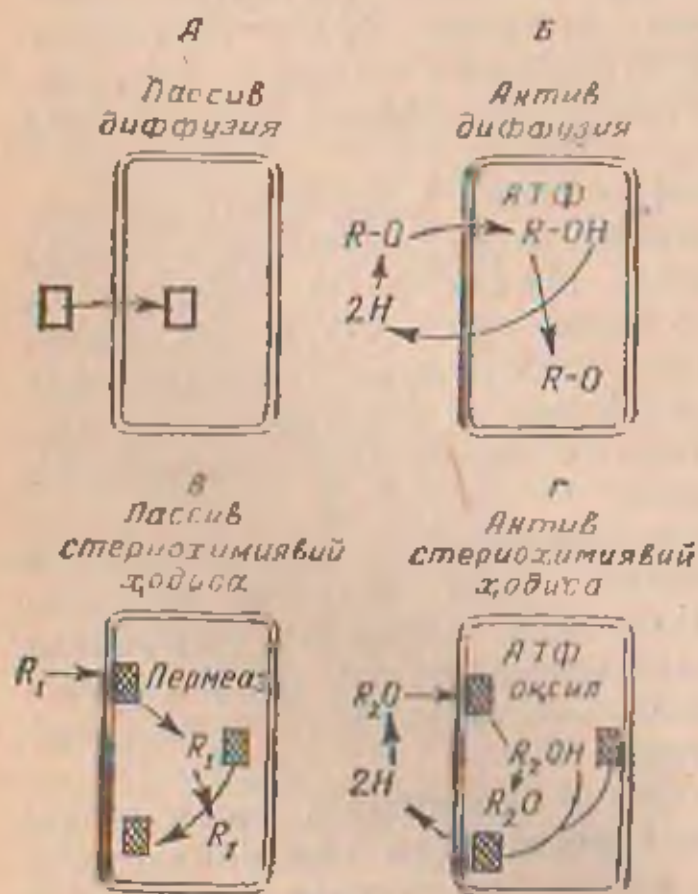
Бошқа маълумотларда ўсимлик ва микроорганизм ҳужайраларига озиқ моддаларнинг ўтиши икки типда: диффузион ва ўзига хос стереохимиявий ўтиш асосида боради.

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 мод-

даларнинг химиявий потенциалига боғлиқ бўлади.

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

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



17-расм. Микроорганизм ва ўсимлик ҳужайраларига моддаларнинг ўтиши:

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

га ўтадиган модда мембранада ўриланган махсус оқсил — пермеаза билан комплекс бирикма ҳосил қилади. Сунгра ташқи муҳитдаги модда ҳужайрага қабул қилинади (17-расм, а). Ҳужайрага модда қабул қилингандан кейин пермеаза (моддаларни ташувчи оқсил) бўлайди 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, б). Актив диффузияни 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.

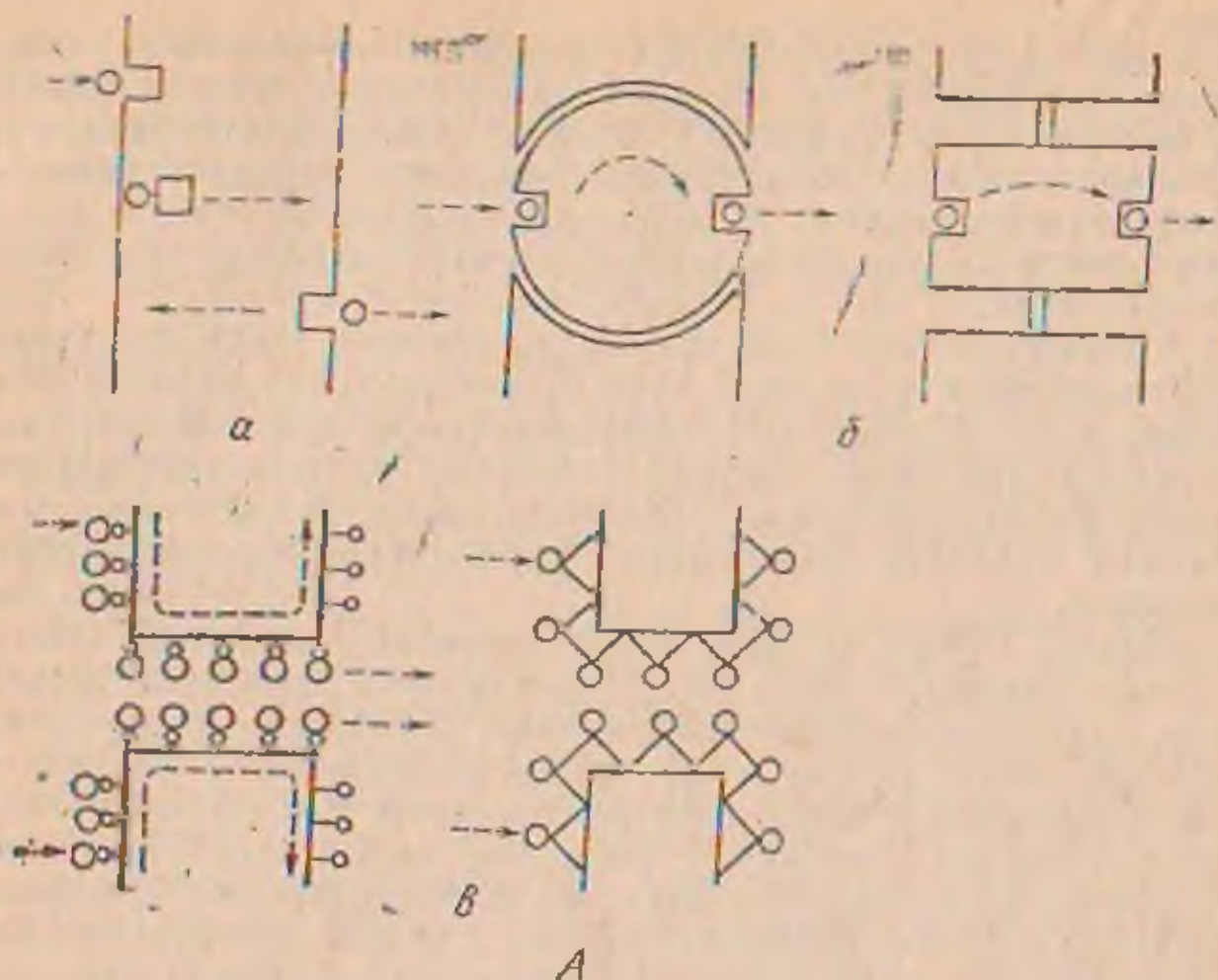
Пермеаза ферментлари цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусиятини кўпайтиради. Ҳозиргача пермеаза ферментининг фақат микроорганизмларда мавжудлиги аниқланган. Юксак осимликларда ҳам шунга ўхшаш фаол моддалар бўлиши керак.

Ҳужайра пусти 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.

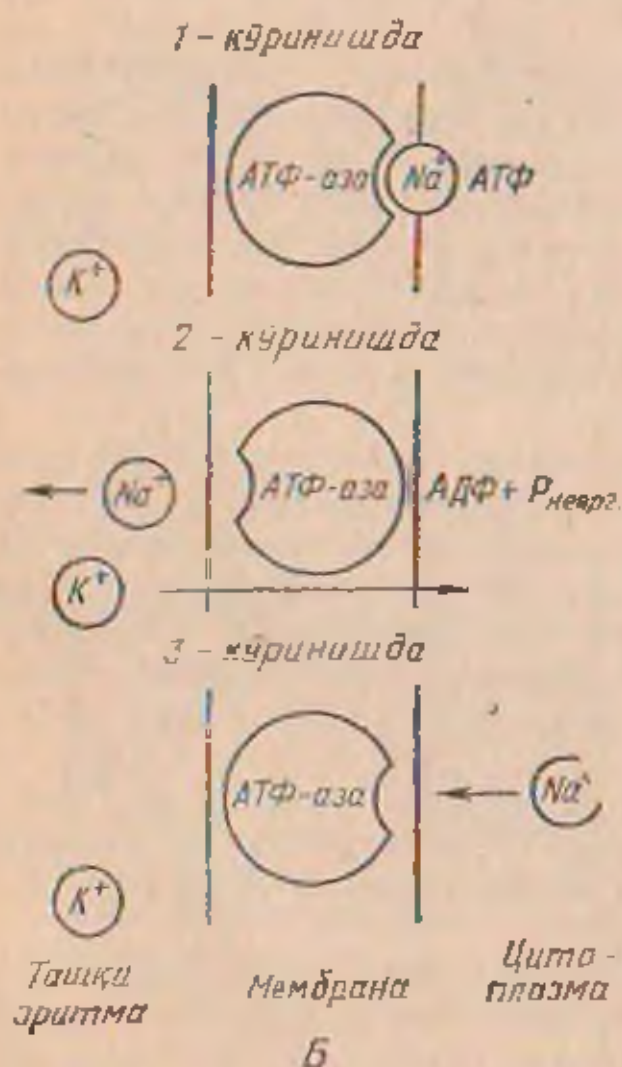
Бундан ташқари, ҳужайра пустида тўпланган моддаларни ҳужайра ичига ўтишида плазмалемма мембранасида ионофор деб аталган бирикмалар ҳам мавжуд. Ионофорлар таъсирида плазмалемма мембранасида ҳосил бўлган тирқишлар орқали моддалар ҳужайра ичига ўтади ёки ионофорлар ҳужайрага ўтадиган модда билан комплекс 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 силжигиш 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 буш эритмага



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

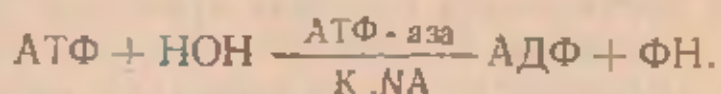


ўтса, электрик градиентига биноан электр зарядлари кўп жойдан кам жойга томон силжийди. Бу типдаги моддаларнинг ҳаракатланиши учун энергия талаб қилинмайди.

Элементларнинг танлаб ютилини, яъни кам ердан концентрацияси ёки электр заряди кўп бўлган жойга ўтиши учун нафас олиш жараёнида ҳосил қилинган АТФ таркибдаги энергия сарфланади. АТФ таркибдаги энергия, АТФ-аза ферменти фаоллигида пар-

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

чилинишидан ажралади. АТФ нинг парчаланиши (гидролизланиши) калий ва натрий элементлар иштирокида фаоллашади:



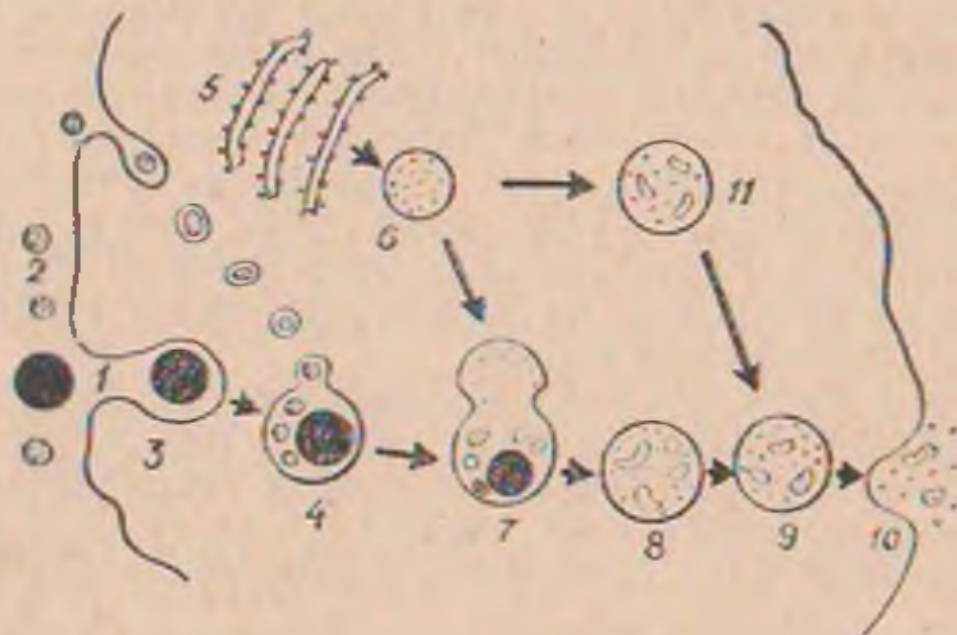
1 моль миқдордаги тузни хужайрага қабул қилиниши учун 4000 Ж энергия талаб қилинса, АТФнинг парчаланиши натижаанда ҳосил бўлган 30660 Ж/моль энергия ҳисобига, тахминан 7 моль модда хужайрага қабул қилинади.

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

Схемада кўрсатилганидек (18-расм, Б) хужайра ичида ўрилган АТФ-аза, АТФ молекуласидан бушаб чиққан энергия ҳисобига АТФ-аза молекуласининг шакли ўзгариб, Na^+ ионини боғлагач, ташқарига чиқарилади ва унинг қайтиб ўзгаришида K^+ иони хужайрага утишини таъминлайди. Бошқача айтганда, АТФ-аза молекуласи шу моддаларнинг ташқарига ёки ичкарига утишида асосий вазифани бажаради.

Моддаларнинг хужайрага қабул қилиниши пиноцитоз ҳолисасига асосан қуйидагича содир бўлади.

Льюис (1931) плазмалемма мембранаси сув ва унда эриган ташқи муҳит моддаларини ютганлигини кузатиб, бу жараёни 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 туپланиши; 5, 6 — турли ферментли лизосомаларнинг ҳосил бўлиши; 7 — лизосомадаги ферментларнинг пиноцитотик вакуолаларга қуйилиши; 8, 9 — вакуолада моддаларнинг ферментлар таъсирида парчаланиши; 10 — парчаланган моддалар (ҳазм бўлмаган ва ташландиқ қисмлар) нинг ташқарига чиқарилиши; 11 — цитоплазма қолдиқларининг парчalanиб ташқи муҳитга чиқарилиши.

• Пиноцитоз жараёни барча тирик организмларга мансуб. Пиноцитооз жараёнида плазмалемма хужайра ичига ботган (инвагинация) қопчиқчалар шаклида кўринади. Қопчиқчаларнинг ҳосил бўлиш механизми 2 фазадан ташкил топган. Биринчи фазада қабул қилинадиган модда плазмалеммага адсорбцияланади, иккинчи фазада ботик чуқурча ҳосил бўлиб адсорбцияланган бирикма чуқур ичига ўраб олинади (19-расм).

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

Хужайрага сув ва сувда эриган моддаларнинг қабул қилинишида осмотик босим ва шимшиш кучларининг аҳамияти

Хужайрага 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 араланишига 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 концентратсияси тенглашишгача қадар давом этади. Диффузия жадаллиги моддалар эришлигига 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.

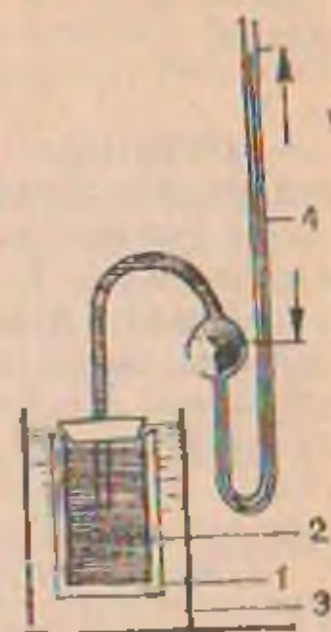
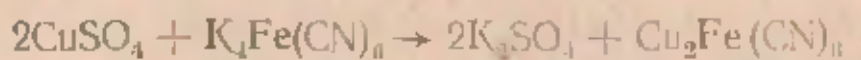
Ҳар хил концентратсияли эритмаларни бир-биридан чала ва ярим ўтказувчи парда орқали ажратилганда ҳам диффузия ҳодисаси кузатилади. Моддаларнинг чала ўтказувчи пардалар орқали диффузияланишига осмос ҳодисаси дейилади. Осмос ҳодисаси чала ўтказувчи пардаларнинг табиатига боғлиқ.

Осмос ҳодисасини кузатиш учун идиш чала ўтказувчи парда орқали иккига бўлинади. Шу идишнинг бир томонига концентратланган шакар, иккинчи томонига тоза сув куйилади. 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

притупчининг ўтишига тўққилик кўрсатган куч осмотик босим кучи деб аталади.

Осмотик босим кучини аниқлайдиган исбоб 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. Пфеффер (1887) анорганик моддалардан ярим ўтказувчи парда ҳосил қилиш учун 1 нли CuSO_4 эритмасини сопол идиш ичига солиб, шу идишни 1 нли $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ эритмасига ботирган. Сопол идиш тешикчаларига кирган 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):



20-расм. Пфеффер осмометрининг схематик тузилиши:

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

Сопол идиш тешикчаларида чала ўтказувчи парда ҳосил бўлган.

Шу идиш ичига кучли шакар эритмасини солиб, идиш оғзи манометр ўриштирилган каучук тикчи (пробка) билан маҳкам беркитилади ва идиш сувга ботирилади. Маълум вақт ўтгач, манометрдаги сымоб устуни аста-секин юқорига кўтарилиб, бир нуктада тўхтаб қолади. Бу нукта осмотик босим кучини кўрсатади.

Осмотик босим кучи эритма концентрациясига, эриган 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°C даги осмотик босим кучи 22,4 атмосферага тенг. Ионларга тарқаладиган моддалар 1 моляр эритмасининг 0°C даги осмотик босим кучи электролит бўлмаган эритмаларга нисбатан ўрта ҳисобда 1,5 марта ортиқ бўлади. Шу айирмани кўрсатадиган сон протоник (Вант-Гофф) коэффициенти 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 Менделеев-Клайперон тенгламасини

тавсия этди. У тенгламага изотоник коэффициентни ҳам киритди:

$$P = RT Ci$$

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, кўрсатиб ўтилган тенглама асосида аниқланади. Ўсимлик ҳужайрасини бирор кучли эритмага ботирганда вакуоладаги сув чиқиб кетганлигидан цитоплазма ҳужайра ичига тортилади, яъни ҳужайра пўстидан ажралади.

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

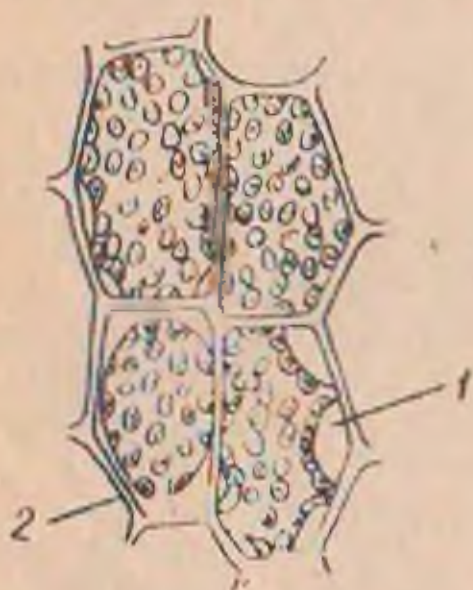
Плазмолиз ҳолатидаги ҳужайранинг осмотик босим кучи кам бўлган эритма ёки сувга ботирилганда эритмадаги сув молекулалари ҳужайра ичига ўтиб, ҳужайра пўстидан ажралган цитоплазма қайтадан ўз ўрнига, яъни ҳужайра пўстига бориб тақалади. Бу ҳодиса деплазмолиз дейилади.

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 тараंगлашиб, тургор ҳолатга келади. Ҳужайрани тургор ҳолатга келтирган куч тургор босим кучи дейилиб, T ҳарфи билан ифодаланади. Тургор босим кучи таъсирида ҳужайра пўсти кенгаяди ёки чўзилади. Бироқ, ҳужайра пўсти ҳам маълум даражагача кенгайиб, тургор босимига тенг бўлган 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 — ботид; 2 — қавариқ плазмолиз.

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

Ўсимлиkning 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

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

Ўсимлиkning 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 егарли бўлганда илдиш ҳужайраларининг осмотик босим кучи 5,9 атм дан ортмайди.

6-жадвал

Тупроқдаги сув миқдори, %	Осмотик босим кучи	
	ер усти қис- мида, % (учки ўсиш конусида)	ўсимлиkning илдишида, %
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 тўлланиши, осмотик фаол моддаларнинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб туриши ҳужайра осмотик босим кучини белгилайди.

Ўсимликларнинг ўсиши, ҳаракатланиши, сувни ўзлашти-
риши, танаси бўйлаб ҳаракатланиши, тўқималарнинг тетик ҳолда сақланиши, моддалар алмашилиш жараёнлари, уларнинг актив ёки пассив 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 алмашилиш жараёнлари сўст 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 ўрта-сидаги муносабатни қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин:

7-жадвал

Хиёа ўсимлиги ҳужайрасининг физиологик ҳолати	Хиёа ўсимлиги ҳужайрасида осмотик кўрсаткичлар, атм ҳисобида		
	осмотик босим кучи	тургор босим кучи	шимиш кучи
Сувга тўйинган ҳужайрада	9,3	9,3	0,0
Плазмолиз ҳолатидаги ҳужайрада	10,5	0,0	10,5

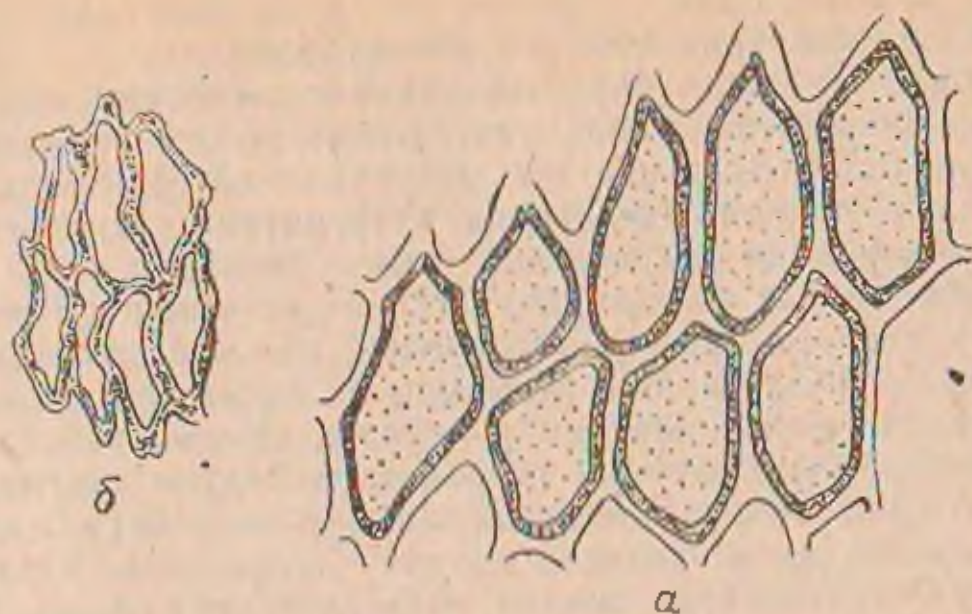
Жадвал рақамларига эътибор билан қарасак, ҳужайранинг плазмолиз ҳолатида тургор босим кучи камайиб, шимиш кучининг кескин ошганлигини кўрамыз.

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

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

Циторриз ҳодисасида цитоплазма плазмолиздагидек 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 бў-



22- расм.

a — тургор ҳолатдаги; *b* — сувни йўқотган, циторриз ҳолисасига 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 ўртасидаги 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 хужайра 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 ўзининг кислоталик хусусиятини, кислотали муҳитда ишқорийлик хусусиятини юзага чиқаради.

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

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

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

Жонсиз жисмларда бир вақтнинг ўзида шу белгиларнинг фақат биттасигина кузатилади.

Тубан ўсимликларда актив ҳаракатланиш жараёнлари махсус орган (хивчин)лар воситасида, баъзиларида тапасини тебратиш билан содир бўлади. Юксак ўсимликларда ҳаракатланиш турли-туман тропизм ва хужайра 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 металини 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 хужайралардан тузилган. Хужайраларнинг ўзи ҳам турли органондлардан ташкил топган гетероген системадир. Органондлар 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 ёқсимон липондлар бўлиб, энергияга

бай АТФ бирикмаларини ҳосил қилишда қатнашади. Хужайра таркибидаги рибосомалар эса шу тирик организм учун хос бўлган 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 кўнайиши ва катталаниши ҳисобига содир бўлади. Бир хужайрали ва кўп хужайрали тирик организмларда ўсиш белгилари таъна ҳажмининг катталаниши билан белгиланибгина қолмай, балки ҳар бир хужайрада, тўқима 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 катталаниши 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 қуёш нуридан тўлиқ фойдалана олмаганлиги туфайли, уларнинг хлоропласт (хроматофора)лари йирик-йирик бўлиб, япалоқ шаклда тузилган. Катта ҳажмли япалоқ хроматофоралар спирогира, зигнема, эдогониум ва бошқаларда учрайди. Ер устида ўсадиган ўсимлик хлоропластлари анча кичик бўлиб, тухумсимон ва юмалоқ шаклда тузилган.

Ўсимликларнинг ташқи муҳит омилларига мослаша олишнинг галофит ўсимликлар мисолида ҳам кўриш мумкин. Масалан, шўр ерларда ўсадиган *Salicornia herbacea* ўсимлиги-

нинг уруғи шўр сувдагига нисбатан чучук сувда тезроқ униб чиқади (В. А. Келлер). Лекин эволюция жараёнида табиий танлаш натижасида бу ўсимлиkning 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 буглантирилса, 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 отқилидан, 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 кўпайишни 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 қоллишига қарамай, ҳеч қандай тирик мавжудот ҳосил бўлмаган.

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

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

Жонсиз табиатда бундай мураккаб ўрчиш ҳодисалари мутлақо кузатилмайди. Тоғ жинсларининг механик равишда парчаланиши, темир-терсакларнинг 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, унда ташқарида жонсиз табиат жисмлари қаторига киради. Кўп олимлар уларнинг фақат нуклеин кислоталардан ташкил топ-

гаиллигини 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. ЎСИМЛИКЛАРДА 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 меъёрида сақланиб туриши ҳам Ер шаридаги сув ҳавзаларининг фаолиятига боғлиқ. Чунки баҳор ва ёз ойларида қуёшдан ерга етиб келадиган электромагнит — ёруғлик энергияси океан, денгиз, кўл, 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 ташқирин 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 CO_2 гази қўллаб 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 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 ³) ҳисобда
Ер шаридоги океан ва денгизларда	1.370.000.000
Континентал қуруқликларда, жумладан, ер ости сувларида	90.009.000
музликларда	60.000.000
кўллорда	29.000.009
туپроқдаги намликда	750.000
атмосферада (туман, буг, булут, қор, ёғир томчилари)	75.000
тирик организмларда	13.000
дарёларда	6.000
	1.200

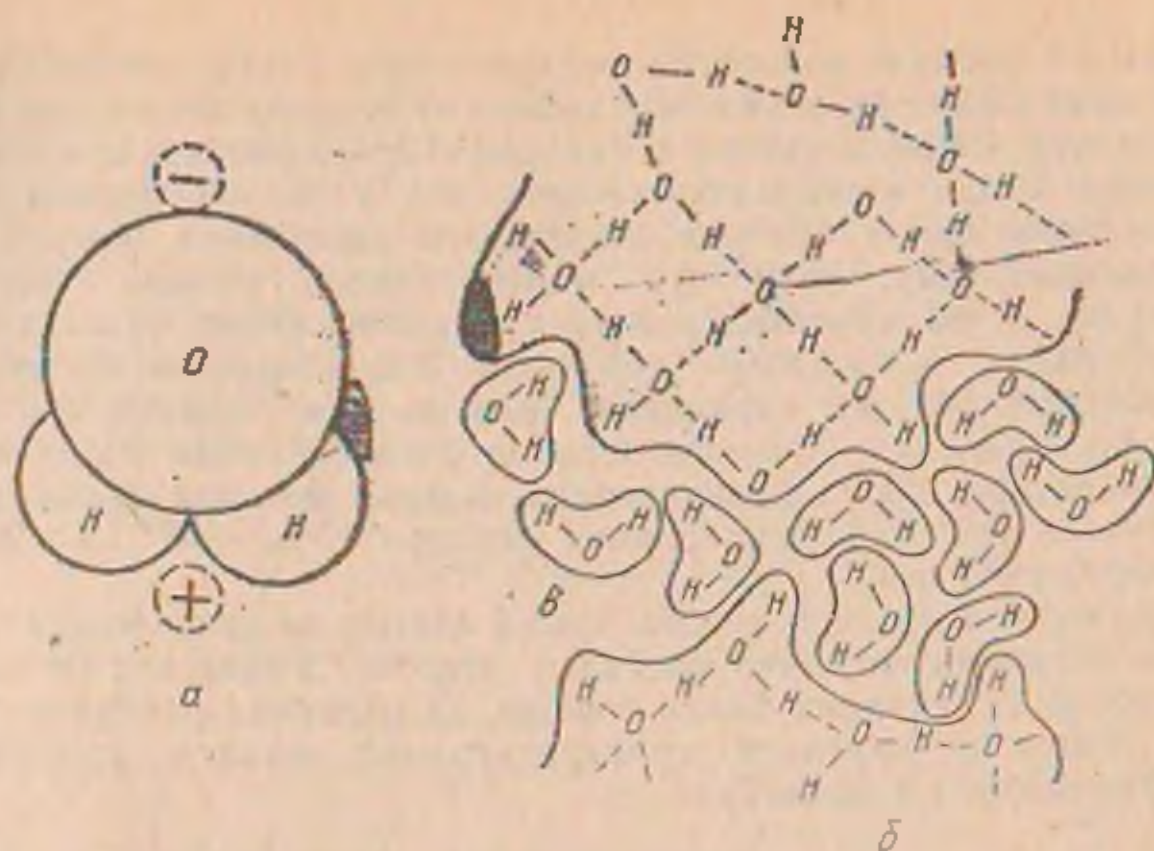
Сув ўсимликларининг озиқланиши учун зарур, чунки ўсимликлар моддаларни сувда эриган ҳолатда ўзлаштиради. Фотосинтез жараёнида сув таркибидаги водород ҳисобига углеводлар синтезланади. Сувдан ажралиб чиққан кислород эса аэроб шароитда ҳаёт кечирадиган тирик организмларнинг нафас олиш жараёнида сарфланади.

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

Сув водороднинг енгил атоми протий (^1H) билан кислороднинг турли массадаги атомларининг (изотопларнинг) қўшилишидан ҳосил бўлган. Унинг молекуласи H_2^{16}O ; H_2^{17}O ва H_2^{18}O шаклида ифодаланади. Дейтерий водород деб аталган ^2H ёки D водороднинг масса атоми турли атом массасидаги кислород изотоплари билан қўшилиб, оғир (масса) сув молекулаларини — D_2^{16}O ; D_2^{17}O ва D_2^{18}O ҳосил қилади. Оғир сув $101,43^\circ\text{C}$ да қайнайди, $3,82^\circ\text{C}$ да зичлашади. Солиштирма массаси 1,104 г. 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 зийанлидир.

Булардан ташқари табиатда тритий (T) деб аталган водород ҳам учрайди. Унинг мағзи 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 ичда жуда камдан-кам, яъни 10^{17} молекула оддий



23- расм.

а — сув молекуласида кислород ва водород ионларининг боғланиш тартиби; б — суяқ сув таркибида водород боғламлари ҳисобига ҳосил бўлган кластерлар; и — эркин сув молекулаларининг жойлашishi (Френк-Винча)

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

Химиявий жиҳатдан сув оксидланган водород бўлиб, у жуда турғун бирикмадир. Сув 1500°C дан юқори температурада (термодиссация), ультрабинафша нур (фотодиссация), электр токи (электролиз) ва радиоактив нурлар (радиализ) таъсиридагина водород ва кислородга парчаланади. Сув иштирокида кўпгина бирикмаларнинг гидролизланиши, бошқа бирикмалар билан тезда қўшилиши унинг энг муҳим ва характерли химиявий хусусиятидир.

Физик хоссаларига кура сув таъмсиз, ҳидсиз, рангсиз, суяқ ва шаффоф модда, қалин қаватли сув ҳаворанг бўлади. Цельсий термометрида суви 100°C (Реомюр термометрида 80°) да қайнаб, 0°C да музлайди.

Турли эритмалар юқори температурада кенгайиб, паст температурада зичлашади. Сув ўзинга 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 см^3 сувнинг температурасини 0° 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 электрик 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 исishi 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 буғланиб 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 фаллашганлигини кўрсатади.

Сув танқислигида цитоплазманинг ёпишқоқлик даражаси кўтарилиб, моддалар алмашилиши сустлашади ва гидролиз жараёнларда ҳосил бўлган захарли моддалар (NH_3 , H_2S , CO_2), ва $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) тўпланишидан ўсимлик нобуд бўлади.

Ўсимлик тўқимасида гидрофил коллоид ва осмотик фаол моддаларга маҳкам боғланган ва боғланмаган диффузион сув бўлади. Заррачаларга маҳкам боғланган сув коллоидларни коагулланишидан сақлашда қатнашади. Диффузион сувнинг бир қисми моддалар алмашилиши жараёнларида сарфланса, кўпчилик қисми транспирация жараёнида буғлактирилади. Ўсимлик тўқималарида сувларнинг бундай бўлиниши қатъий эмас, чунки маҳкам боғланган сув молекулалари диффузион ҳолатга ва диффузион сув молекулалари маҳкам боғланган шаклга ўзгариб туради.

Ўсимлик турли ва яшаш шароитига қараб тўқимадаги сув миқдори ҳам ҳар хил бўлади

(Б. А. Рубин маълумоти)

10-жадвал

Ўсимликлар номи	Сув миқдори % ҳисобиде
Сувутлар	96—98
Пийёз, салат барглари, помидор ва бодринг мевасида	94—95
Оқ қарам барги, редиска илдизи ва тарвуз этида	92—93
Сябан ва пийёз мевасида	87—91
Ўт ўсимлик барглари, олма ва nok меваларида	83—86
Дарахт ва бута баргларида	79—82
Картошка тугунагида	74—80
Дарахтлар танасида	40—55
Қуруқ қалла допида	12—14
Мох ва лишайникларда	5—7

Ўсимлик тўқимасининг сув қабул қилиши.

Илдиз босим кучи. Ўсимликларда «йиғлаш» ва гуттация ҳодисалари

Сувутлар сувни бутун танаси билан қабул қилса, қуруқликда яшовчи ўсимликлар эса илдиз системаси орқали қабул қилади. Ёш майсалар сувни илдизининг ҳамма қисмлари билан шимиса, илдиш қариган **ўсимликлар** эса фақат илдиз тукчалари билан шимади.

Қуюқ туман тушган ва ёмғир ёққан кунлари ўсимликлар сув (нам)ни барг тўқималари орқали ҳам қабул қилади. Ўсимликнинг илдизлари ўсимликка сув ва минерал моддаларни етказиб берибгина қолмай, балки олдинги маълумотларга биноан илдиз системасида ундан ортиқ турли аминокислота, коксағиз ўсимлигида, каучук, тамаки ўсимлиги илдизида алкалоидлар ҳам синтезланади.

Илдиз тукчалари қабул қилган сув пўстлоқ паренхимаси, эндодерма, перицикл ва ўзак паренхима хужайраларидан ўтиб, илдизининг ўтказувчи найларига етиб келади. Илдиз тукчалари шимган сувнинг бир хужайрадан иккинчи хужайрага қараб бир томонлама ҳаракатланиши, хужайраларнинг шимши кучига боғлиқ (24-расм).



24- расм. Илдиз тўқимасининг тузилиши ва сувнинг ҳаракатланиш йўллари:

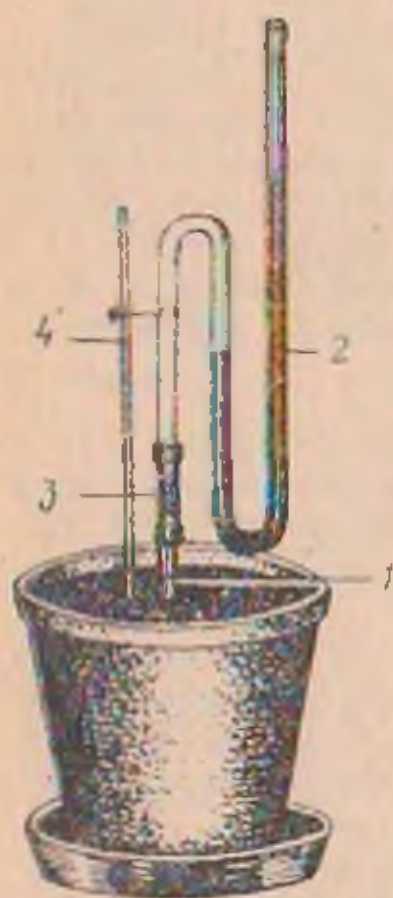
1 — илдиз тўқимаси; 2 — пўстлоқ паренхимаси; 3 — эндодерма; 4 — перицикл; 5 — узақ паренхима хужайралари; 6 — ўтказувчи найлар.

Қабул қилинган сувнинг поядаги ўтказувчи найларга ўтиши шу найлардаги эритма концентрациясига боғлиқ. Ўтказувчи найлардаги эритманинг концентрацияси қанча кучли бўлса, қабул қилинган сув шунча тез шимилади. Маълум куч воситасида сувнинг найлар орқали юқорига қараб ҳаракатланиши илдиз босим кучи дейилади. Илдиз босим кучи ўсимлиқнинг яшаш шароити ва турига қараб ўзгариб туради.

Илдиз босим кучини ўлчаш учун ўсимлик пояси ер устига яқин қисмидан кесилади, қолган қисмига каучук найча уланган манометр бирлаштирилади (25- расм). Илдиз хужайралари сувни жадал равишда сиқиб туфайли, найча ичидagi сув кўтарила бошлайди. Ўт ўсимликларида илдиз босим кучи 1—3 атм босим кучига тенг бўлса, дарахт ўсимликларида 10 атмосферага бориб қолади.

Ўсимлик хужайраси орқали сувнинг бир томонлама ҳаракатланиш схемасини Д. А. Сабинин тавсия этган.

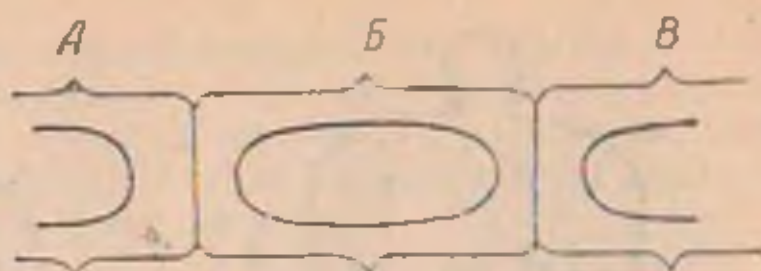
Схемага биноан, ўсимлик хужайраларининг турли қисмларида моддалар алмашилиш жараёни ҳам турлича бўлганлиги учун шимиш кучи ҳам ҳар хил бўлади. Д. А. Сабинин фикрича, «А» хужайрасининг «Б» хужайрасига тегиб турган қисмида моддалар алмашилиш суст ўтиб, «Б» хужайрасида жадал ўтганлигидан, унинг шимиш кучи «А» хужайрасининг шимиш кучидан кучли-



25- расм. Илдиз босим кучини аниқлайдиган асбоб:

1 — туپаидаги ўсимликдан кесилган пўстлоқ тўқимаси; 2 — манометр; 3 — туپкача билан манометрни бирлаштирадиган каучук най; 4 — манометр маҳкамлаб қўйиладиган тиргович.

роқ бўлади. Шунинг учун сув «А» хужайрасидан «Б» хужайрасига қараб ҳаракатланади (26-расм). Худди шундай нисбат «Б» хужайраси билан «В» хужайраси ўртасида ҳам кузатилади. Бунда «Б» хужайрасидан «В» хужайрасига сув осонликча ўтиб кетади.



26-расм. Ўсимлик хужайралари орқали сувнинг бир томонлама ҳаракатланиши.

Шиқастланган ва кесилган поя ёки бошқа органлардан сув (шира) нинг оқиб чиқиш ҳодисаси ўсимликларнинг «йиғлаши» деб аталади. «Йиғлаш» жараёнида ажралиб чиққан ўсимлик ширасининг химиявий таркиби йил фасллари ва ўсимлик турига қараб ҳар хил бўлади. Масалан, баҳор ойларида оқ қайин дарахтидан 50 л гача таркибида ҳар хил моддалар бўлган шира, қовоқ ўсимлигидан 4 л гача шира олиш мумкин. Унинг химиявий таркиби қуйидаги жадвалда келтирилган (Л. С. Литвинов маълумоти).

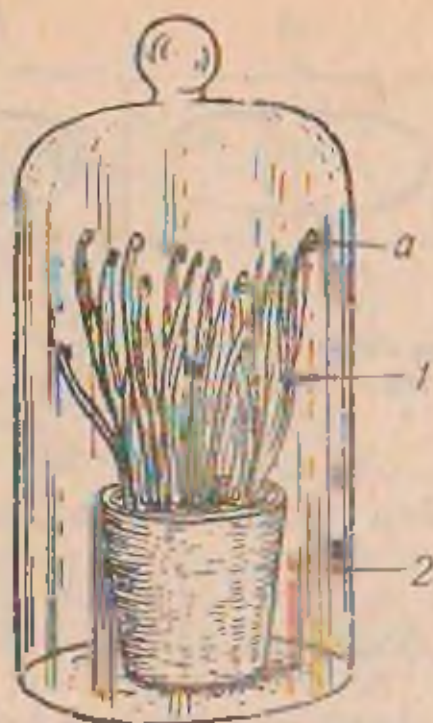
11-жадвал

Моддалар	Шира таркибидати моддалар миқдори, г/л
Қуруқ модда	2,6
Қул	1,1
Олма кислота	0,46
Вино кислота	0,19
Шавел кислота	0,11
Лимон кислота	Жуда аз
Оқсил	0,035
Аминокислота (аланин ҳисобида)	0,08
Нитрит ва нитратлар (NO_2 ҳисобида)	0,074
NH_4	0,019

Баъзи ўсимликлардан, жумладан, Америка зарангидан ажралиб чиққан шира таркибида шакарлар миқдори 8% чани ташкил этади.

Бразилия ва Венесуэла ўрмонларида коллофора номли дарахт пўстлоғи шиқастланганида сугир сутига ўхшаш оқ шира (2—4 л) оқиб чиқади. Уни сугир дарахти деб юритилади. Венесуэладаги галактодиндрон дарахтидан оқиб чиққан оқ сут жуда ширин таъмли бўлиб, унинг таркибида шакар, оқсил, мой, крахмал ва минерал тузлар борлиги аниқланган.

Шиқастланган ва кесилган поя ёки бошқа органлардан сув сиқиб чиқарилади. Бу ҳодиса гуттация деб аталади (27-расм). Гуттация ҳодисаси ҳам, йиғлаш ҳодисаси ҳам ўсимликларда илдиз босим кучи борлигини тасдиқлайди. Баъзи ўсимлик барг учларидаги г и д а т о д деб аталган махсус оғизча-



27- расм. Гуттация ҳодисаси:

1 — буғдой ёки арпа майсалари; 2 — шиша қалпоқ; а — ажралган сув томчилари.



28- расм. Примула баргининг тузилиши:

1 — эпидатод — суви оқичаси; 2 — эпитема ҳужайралари; 3 — ҳужайра — ораликлар; 4 — хлоропластли ҳужайралар; 5 — эфидермис; 6 — сув найлар (трахеидлар).

лар орқали, сув сиқиб чиқарилади. Гидатодда ҳаво бўшлиғи бир неча қатор ҳужайралар йиғиндисидан иборат бўлган парда билан қопланиб, унга эпитема дейилади. Эпитема пардаси шира таркибидаги озик моддалар ва минерал элементларнинг ташқарига чиқишига бул қўймайди (28- расм).

Йиғлаш ва гуттация ҳодисаларида ажралиб чиққан шира таркибида учрайдиган элементлар миқдори ҳар хил даражада бўлиши эпитема орқали ўсимлик учун керакли элементлар камроқ ажратилганлиги тубандаги жадвалдан кўринади.

12- жадвал

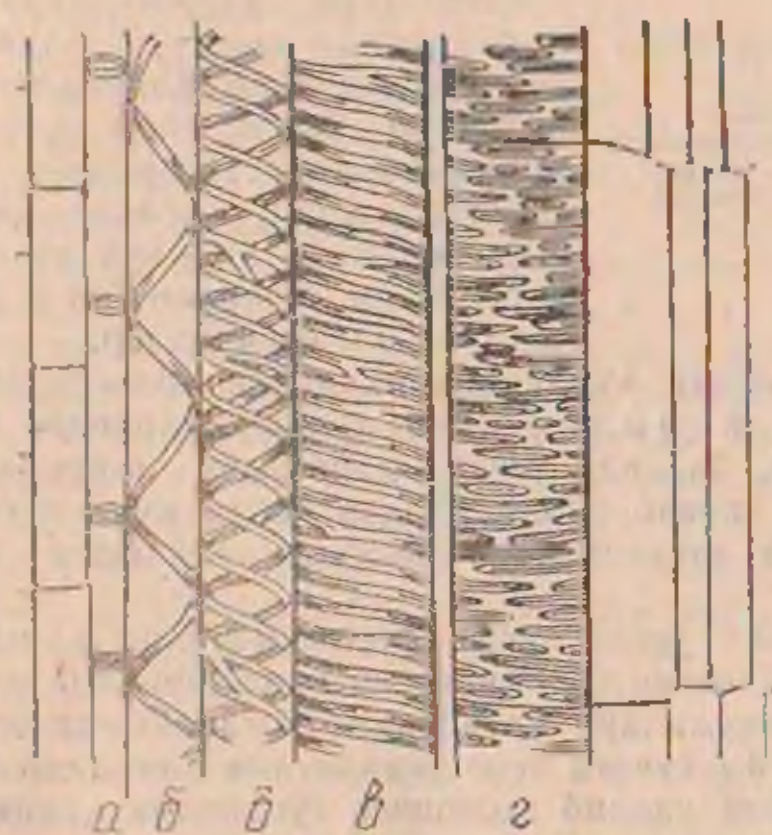
Ўсимлик номи	1 литр шира таркибидagi элементлар, мг. даражасида		
	кальций	калий	фосфор
Қўқнор ўсимлиги шикастланганда гуттация вақтида	332	253	265
Карам ўсимлиги йиғлашида гуттация вақтида	148	17	17
	901	113	285
	125	13	18

Гуттация ҳодисаси муҳим физиологик аҳамиятга эга. Ў ўсимлик танасида сув мувозанатини сақлашда хизмат қилади. Масалан, кундузи транспирация суст утса, кечаси гуттация ҳодисаси кучли ўтади. Одатда, ҳаво ва тупроқ намлиги кўпайганда примула, картошка, буғдой, қулуннай ва тол каби ўсим-

ликларда гуттация ҳодисаси кузатилади. Нам тропик иқлимда ўсувчи ёмғир сезальпинияси ўсимлигидан гуттация ҳодисасида ажралиб чиққан шира кучли ёмғир — жалага ўхшайди. Колоккия 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 ўтказувчи найлари орқали юқорига қараб ҳаракат қилади. Бунга юқорига йўналган оқим дейилади. Фотосинтез жараёнида баргларда ҳосил бўлган органик моддаларнинг юқоридан пастга томон қилган ҳаракатни назарда тутиб, юқоридан пастга йўналган оқим дейилади. Бироқ, баргларда ҳосил бўлган органик бирикмалар пастда жойлашган органларга томон йуналибгина қолмай, балки ўсимликнинг юқорида жойлашган ўсиш конусларига ҳам оқиб



29- расм. Қсилема ва флоэма утказувчи найлари:

1. а — қалқасимон; б — спиралсимон; в — нар-
вансимон; г — тарсимон қсилема найлари.
2. д — элаксимон флоэма найи; е — йўлдош ху-
жайра.



ани боғлаб ту-
вининг ўз масса
кучи, капилляр



30-расм. Баргнинг шимиш кучини кузатиш:

1 — симоёб солинган идиш; 2 — симоёб; 3 — қалин деворли шиша идиш (ҳайнатилган со-
нуқ сув билан тўлдирилган); 4 — каучук
тирқиш (пробка); 5 — каучук тирқишга
ўриштирилган исода.

боради. Бу органик мод-
даларнинг ҳаракатла-
ниш оқими деб аталади.

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

Оқим ўлик хужайралар ор-
қали пастдан юқорига йуналган
булиб, буида қатнашган пайча-
лар ксилема элементлари, улар-
нинг йиғиндиси эса ксилема
деб аталади. Юқоридан пастга
йуналган оқимда тирик хужай-
ралар иштирок этиб, уни таш-
кил қилган хужайралар тўпла-
ми флоэма деб аталади (29-
расм).

Флоэма ва ксилеманинг ўт-
казувчи найлари ҳамма юксак
ўсимликлар учун хос бўлиб,
уларни аниқлашда дарахт нов-
дасидан фойдаланиш мумкин.

Илдизлари орқали сув ва
унда эриган минерал тузлар
ҳамда илдиз тўқималарида пай-
до бўлган баъзи бир органик
бирикмаларнинг юқоридаги ор-
ганларга қараб ҳаракат қили-
шида бир неча хил кучлар иш-
тирок этади. Улардан бири ил-
диз босим кучидир.

Ана шундай энг муҳим кучлардан иккинчиси барг хужай-
раларининг шимиш кучидир. Барг хужайраларининг ши-
миш 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 (юзак) тортиш
кучи тўртинчи кучдир. Интичка 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
Гилладошлар	1,5—2	Шувоқ	3,5
Қарам	1,5	Бузтикан	6,0
Пир	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 буғдой 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 CO_2 гази, этил спирт тўпланади, натижада ўсимлик нобуд бўлади. Тупроқдаги ҳаво бўшлиқларини сақлаб қолиш учун экилар бостириб сугорилмаеллиги керак.

Тупроқ эритмасининг концентрацияси кучли бўлиши илдизларнинг нормал ишлашига тўсқинлик қилади, яъни унинг осмотик босим потенциалли ҳам кучли бўлади. Натижада илдиз тукчалари концентрик эритма таркибидаги сувни шимиб ола олмайди. Аксинча, бундай пайтда тупроқ эритмаси илдиз тукчаларидаги сувни шимиб олиб, илдизларни сувсизлаштириб қўяди. Тупроқдаги концентрик эритма таркибида 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

пайланишиг юз тортинш 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, адсорбцияланган (парда) гигроскопик ва имбибицион сувлар мавжуд.

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

Сўлиш коэффициентини тупроқнинг механик таркибини аниқлаш пўли билан белгиланг 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 сийими, %	Сўлиш коэффициенти, %
Қумоқ тупроқ	23,4	0,9
Қумлок тупроқ	28,0	2,6
Енгил 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 (ҳужайралар сувсизланиб) ёнилиб қолиши туфайли буғланиш секинлашади.

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

Сув буғлари билан тўйинган муҳитда буғланиш сезилмайди. Ўсимлик 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 ўсимлиكنинг юқорида жойлашган органларига етказиб беради;

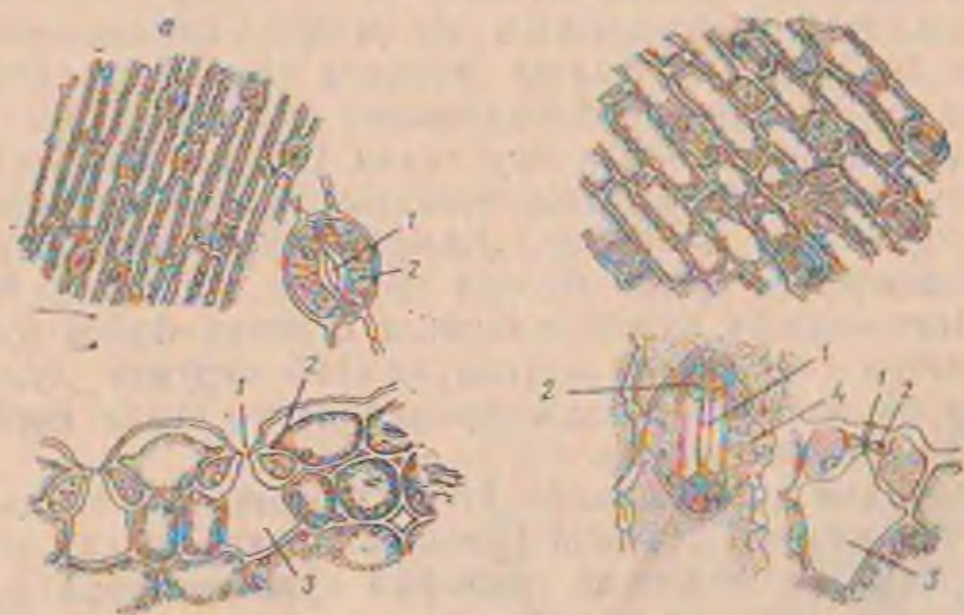
б) фотосинтез жараёнининг тўхтовсиз давом этишини таъминлайди. Чунки ҳаводаги карбонат ангидрид барг оғизчалари орқали ўтиши керак. Агар барг оғизчалари ёпиқ бўлса, CO_2 барг тўқимасига ўта олмайди ва фотосинтез жараёни кескин секинлашади. Транспирация жараёни туфайли барг оғизчалари очик бўлиб, унинг тўқимасига 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 олишининг нормал ўтиши, ўсимлик тўқимасида сувнинг етарли бўлиши транспирация жараёнининг жадаллигига боғлиқ.

Ўсимлик 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 маккажухори барг эпидермисининг тузилиши.

a_1, a_2 — эпидермисларнинг умумий кўриниши:

1 — оғизча тирқини; 2 — қамровчи ҳужайралар; 3 — ҳаво бўлиги; 4 — қўшимча ҳужайралар.

галладошлар оиласига кирувчи ўсимликларда оғизча хужайралари ўзига хос тузилишга эга (31-расм).

Ўсимлиkning яшаш шароитига ва турига қараб оғизчалар баргнинг устки ва пастки (орқа) томонида жойлашган бўлади. 1 мм² барг сатҳидаги оғизчалар сони ҳам ҳар хил бўлади. Ўрта ҳисобда 1 мм² барг сатҳида 50—500 донгача барг оғизчаси жойлашади. Уларни қуйидаги жадвал рақамларидан ҳам куриш мумкин.

15-жадвал

Ўсимликлар тури	1 мм ² барг сатҳидаги оғизчалар сони	
	баргнинг устки томонида	баргнинг остки томонида
Сули	25	23
Бугдой	60	41
Маккажўхори	52	68
Кунгабоқар	58	156
Помидор	12	130
Ловия	40	281
Олма	—	400
Олхўри	—	253
Нилуфар	406	—
Гўза	119	246

1 мм² барг юзасидаги оғизчалар кўп бўлишига 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 хужайраларда юз берадиган биохимиявий ўзгаришларга боғлиқ. Жумладан, қоронғиликдан ёруғликка ўтганда, тўқиманинг мезофил хужайраларида фотосинтез жараёни бошланиши билан шакар крахмалга айланади. Қамраб турувчи хужайраларда эса, тўпланган ва ҳосил бўлган крахмал шакаргача парчаланadi. Натижада бу хужайраларнинг осмотик босим кучи ортади. Осмотик потенциални ортган қамраб турувчи хужайралар мезофил ва эпидермис хужайраларидаги сувни шимиб олиб бўкади ва оғизча очилади.

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

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

Гидропассив реакция. Ёмғир ёғиши ва ҳаво намлигининг кўп бўлиши туфайли, барг тўқимаси сувни кўп шимиб олишидан эпидермис хужайралари бўкиб 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 кўпайиб 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 кўп 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 кўп 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 кўпайса, абсциз кислота тўпланиб, мембраналарнинг ўтказувчанлиги ортади. Натижада калий элементни 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 ўсиб турган ўсимликнинг барг эпидермиси шилиб олиниб, абсолют спиртга солиб қўйилади.

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

Молиш усули. Молишнинг инфильтрация усули бўйича барг оғизчалари ор-



32-расм. Турли ўсимликларда барг оғизчаларининг кўп 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.

Текширишларга 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 очилиш 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 ўсимлигининг 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, кузда эса атиги 15,4% ни буғланган.

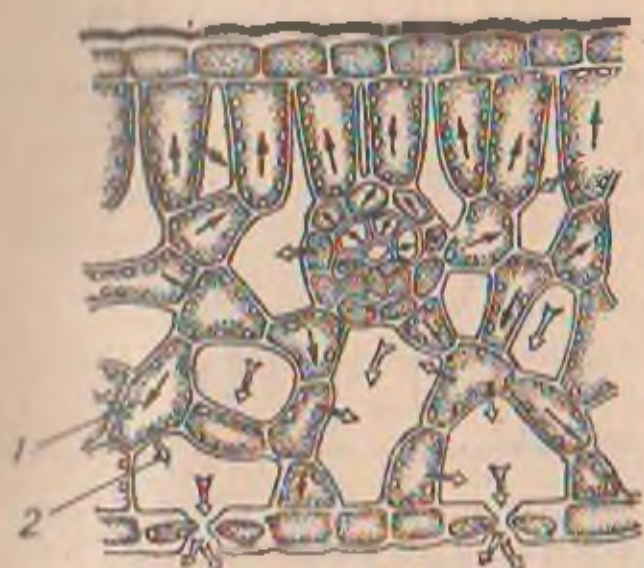
Кутикуляр транспирацияни аниқлаш учун дарахт баргининг остки, оғизчалар жойлашган томонига вазелин суркаб қўйилади.

Оғизчалар орқали бўладиган транспирация жараёни икки фазадан иборат. Биринчи фазада мезофил ҳужайралардаги сув буғга айланиб, ҳужайра оралиқ бўшлиқларида тупланади (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 жобальт-хлор усулларида аниқлаш мумкин.

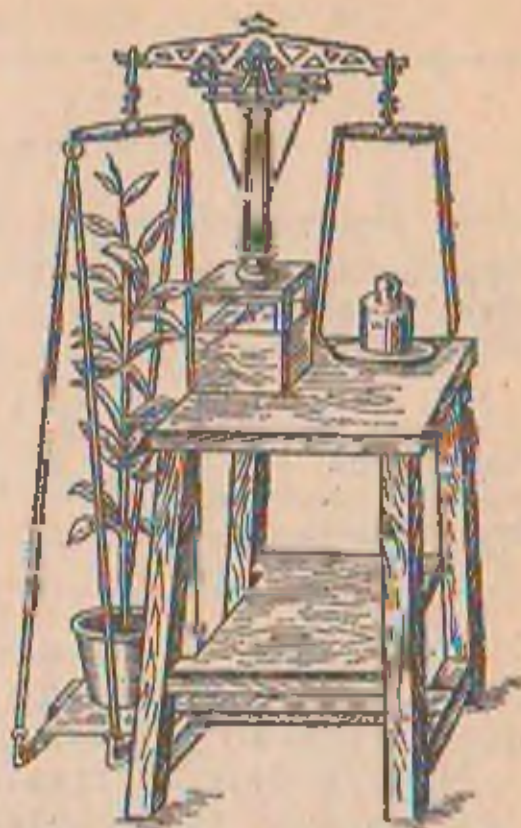
Ўсимликларнинг сувни кўп ёки кам буғлантириши унинг тури ва яшаш шароитига боғлиқ. Шунга кўра транспирация кўрсаткичлари ҳам ҳар хил бўлади.

Маълум барг юзасидан (1 соатда тегишли вақт (1 м^2) 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 фазиси:

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



31- расм. Транспирация жадаллигини белгилыйдиган тарози.

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

Вегетация 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 м³ 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 қуйидаги жадвал маълумотлари тўла 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 ўсимлиkning тури ва яшаш шароитига боғлиқ. Масалан, ғўза ўсимлиги 1 г қуруқ модда ҳосил қилиш учун паст агротехникада 1000—1200 г сув сарфлаган бўлса, юқори агротехника тадбирлари қўлланилганда 1 г қуруқ модда ҳосил қилиш учун 500—600 г сув сарфланган.

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

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

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 бўлади, баъзан 1 га тенглашади. Транспирация жадаллиги кескин пасайганда нисбий транспирация қиммати 0,01 ва ундан ҳам кам бўлади.

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 бўлади. У ўсимлик танасидаги сувнинг неча фоизи ҳар соатда янгиланиб 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 ошади, яъни у Далагон қондасига маълум

парожада бўйсунади. Дальтон тенгламаси қуйидагича ифода-
ланади:

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

V — маълум сув сатхидан буғланган сув миқдори; K — диффузия коэффициент (0,23 10^{-4} м²/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/дм² сув буғлантирилган (Виэпер далиллари). Кучли шамол таъсирида ҳам транспирация жадаллиги кучаяди.

Ўсимликнинг тупроқдан сув қабул қилиши, унинг илдиэ, 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 сўлийти, унинг ўсиши ва ривожланиши секинлашади. Бироқ сўлиш ўсимликларни бутунлай сувсизланиб қуриб қолишдан сақлайди. Сўлиган ўсимликларда барг оғизчалари беркилиб транспирация жадаллиги 5—10 марта камайд. Баъзи ўсимликлар (жўжа, урмон ёнбоғи) барглари тўкади.

Ўсимликларда сув танқислиги икки хил кўринишда бўлади:

1. В а қ т и н ч а л и к сўлиш. Бунда ўсимликларнинг баргларигина сўлийди, поялари эса тургор ҳолатини сақлаб қолади. Бундай ўсимликларда кундузи ҳосил бўлган сув танқислиги эрталабгача қопланади. Вақтинчалик сўлиш кўнчилик ўсимликларга зарар келтирмайди. Бироқ лавлагини, кунгабоқар ва қовоқ каби ўсимликларда фотосинтез жадаллиги пасайиб, ўсиш жараёнларининг секинлашиши ва ҳосилнинг камайиши кузатилади.

2. У з о қ д а в о м л и сўлиш ҳодисаси. Бунда транспирация жараёнида сарфланган сув миқдори кўп бўлади, илдиэлари сувни етказиб улгурмайди. Оқибатда, барг туқималаригина эмас, балки ўсимлик поялари ҳам сўлиб қолади. Бундай сўлиш ҳодисасига учраган ўсимлик (шалфей)да қурқоччиликка 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 алмашилиш жараёни ўзгаради. Жумладан, синтез жараёнига нисбатан гидролиз жараёни тезлашади.

Ўсимликларни сувга бўлган талабига кўра гуруҳларга ажратилиш

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. Синд 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 жараёнлари сув ичида давом этади. Гидрофитлар сув юзасида, сув ичида осилган ҳолда, сув остида буюмларга ёпишиб, илдиэ ва ризоидлар ёрдамида сув остига ўрнашиб ҳаёт кечиради. Бу ўсимликлар сувни осмотик ҳодисасига биноан бутун танаси билан қабул қилади. Сув устида сузиб юрадиганларга — фитоплейсонларга тубан ўсимликлардан қўнғир суввўт — 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, эгнема, хроококкум ва бошқаларни вакил қилиб олиш мумкин.

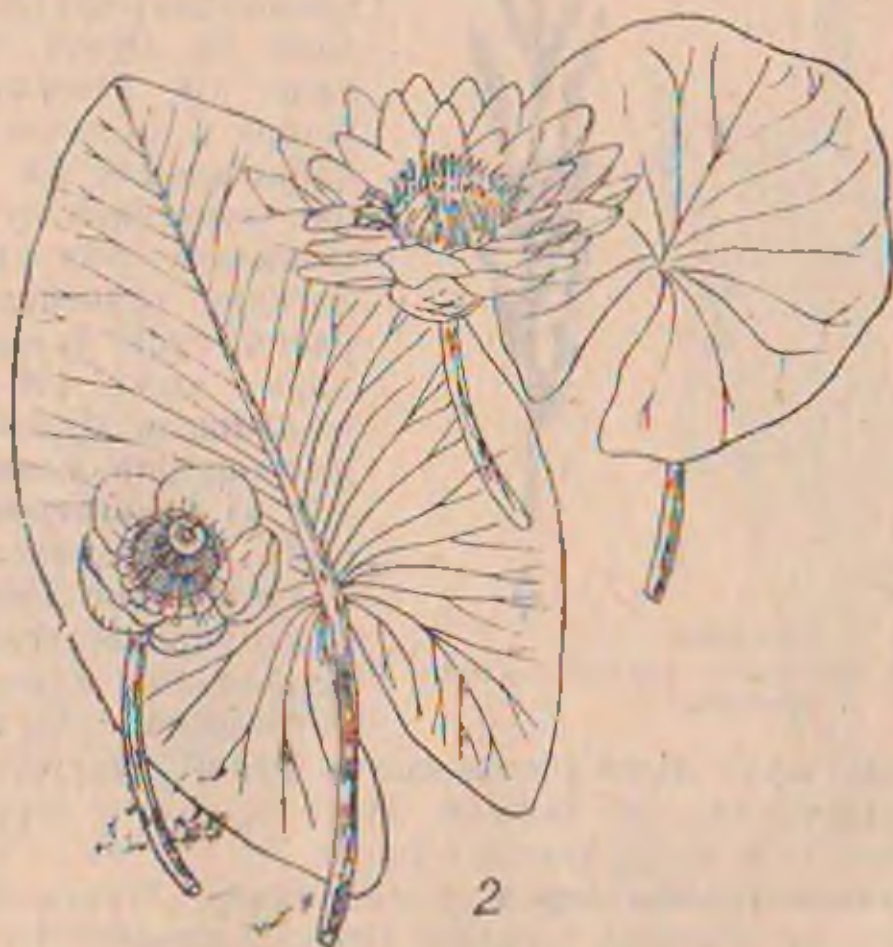
Сув остидаги буюмларга ёпишиб ўсганлари фитобентосларга илсимон олтиқтуғурт ва темир бактериялари, хара, нителла, элодея ва бошқалар мисол бўла олади.

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



35-расм. Ўсимликларнинг сувга булган муносабати:

сув юзасида ва янда (1 — саргассум, 2 — нилфия) сарсув жойларда



3. Мезофитларга сув билан етарли даражада таъминланган маданий ўсимликлардан ғўза, 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 йўғон пояли ўсимликлар. Уларнинг баъзи бир турлари (*Cereus giganteus*) да сувни захира қилувчи тўқималар бўлиб, уларда 1—3 т тача сув тўпланади. Кактус, алоэ, агавалар шундай табииатли ўсимликларга киради. Уларнинг ҳужайра цитоплазмасининг ёпишқоқлиги юқори бўлиб, биоколлоидлари сувни кўп боғлаб олади. Бундай ўсимликларда транспирация ва фотосинтез жараёнлари секин ўти-ши туфайли ўсиш ва ри-вожланиш жараёнлари ҳам анча суст боради.



б) эвксерофитлар (ҳақиқий ксерофитлар)га се-дана ва шувоқ мисол бў-лади. Бу ўсимликлар ҳу-жайра цитоплазмасининг қайишқоқлик ва ёпишқоқ-лик хусусияти кучли. Барг-шаналогини энч 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 ўсимликлар 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 липайликлар, Македония тогла-рида ўсадиган (*Romadia Nathaliae* Heberlea rhodopensis) ўсимлик-лар киради, улар сув етишмай қолганда бутунлай қуриб қола-ди. Ёгинлардан кейин яна қайтадан ўзини тиклаб олади. Бу-

35-расм.
(3 — қаманг, 4 — шилп); ва қурғоқчилик май-донларида;



5



6



7



8



9

35-рasm.
5 — маѣрак, 6 — сѣ шуок, 7 — момасирка,
8 — зтава, 9 — кентус) хѣт кочирадиган
усимликлар.

ларга вельвичия (Welwitschia) ўсимлигини мисол қилиш мумкин. У Намибия чўлларида Атлантика океани қирғоқларидан 80—100 км узоқликда ҳаёт кечиради. Унинг пояси тўнғакка 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 хўжаликнинг 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 имконини 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, тг/кг
Суғорилмаганда	1981
Ҳар 10 кунда ёмғирлатиб суғорилганда	4934
Ҳар куни ёмғирлатиб суғорилганда	7794

Экинларнинг сувга эҳтиёжига қараб суғориш вақтини белгилаб олиш ҳам муҳим агротехник тадбирлардан ҳисобланади. Одатда, тажрибали деҳқонлар ва қишлоқ хўжалик ходимлари суғориш вақтини белгилашда, ўсимликнинг ташқи кўринишига эътибор берганлар. Масалан, ғўза баргининг ранги тўқ яшил тусга кирганда, бошқа экинларда эса сўлиш аломатлари кузатилганда 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. Петин 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. Петин узгартишлар 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

Гуллашгача 12 атм

Гуллаш пайтида 14 атм

Кўсаклар етилганда 16 атм

Уруғлик беда

Майсаларида 3—5 атм

Шоналашда 8—11 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	лавлага	макжўхори сўталарининг сут-муми аниқлигида	баҳори бугдой
Сув берилмаганда	8,0	172	46	11,2
Тупрок 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 ҳаралиб), агар электр қаршилик кучи 1000—1500 ом га етганда сув бериш зарур деб топилган.

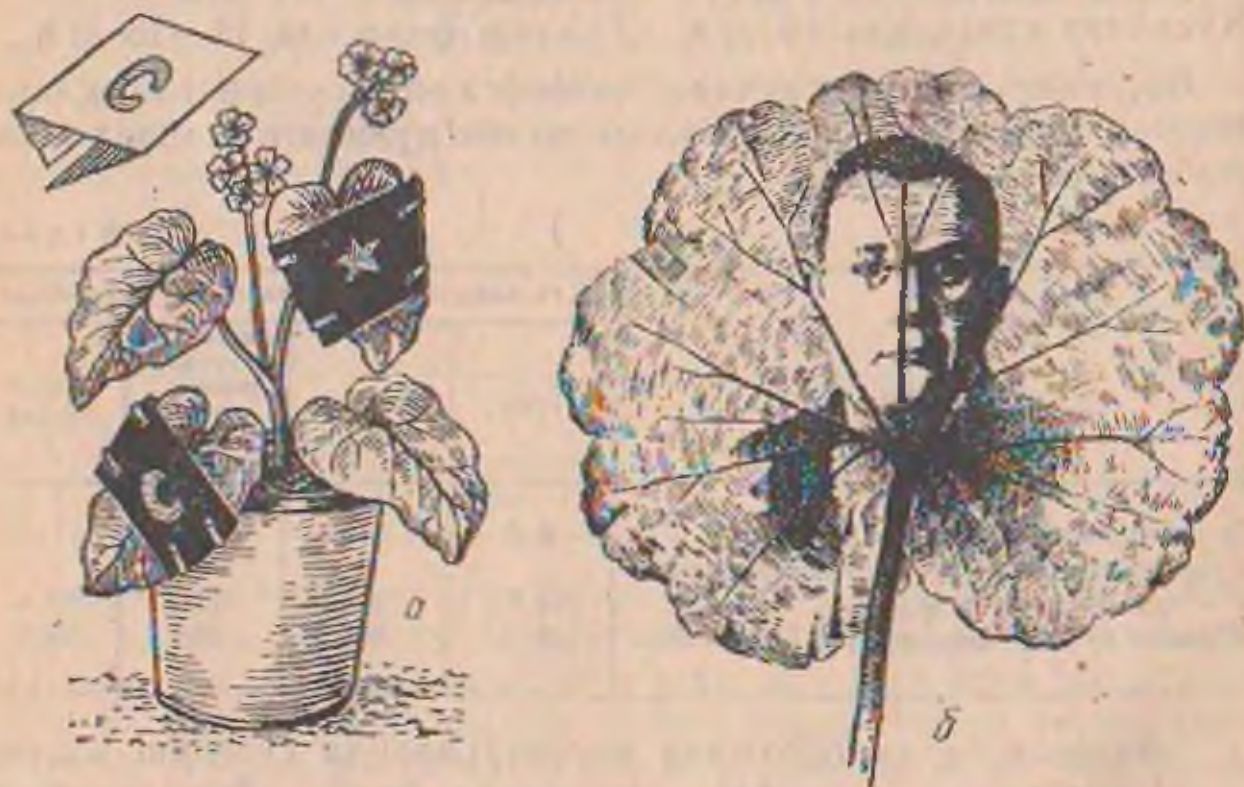
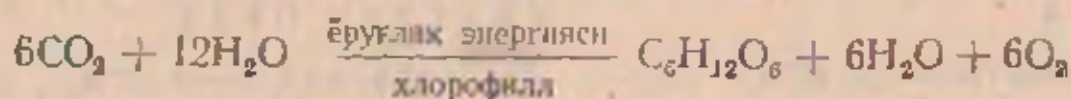
Транспирация жадаллигини насайтириш мақсадида турли антитранспирантлар тавсия этилади. Масалан, абсцис кислота билан тамаки, маккажўхори ва қарағай дарахтига таъсир этилганда, уларнинг барг оғизчалари 2 ҳафтагача ёпиқ ҳолатда сақланар экан.

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

Табиатда ўзига хос ажойиб ҳодисалар тури соя-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 кузатилади.

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

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



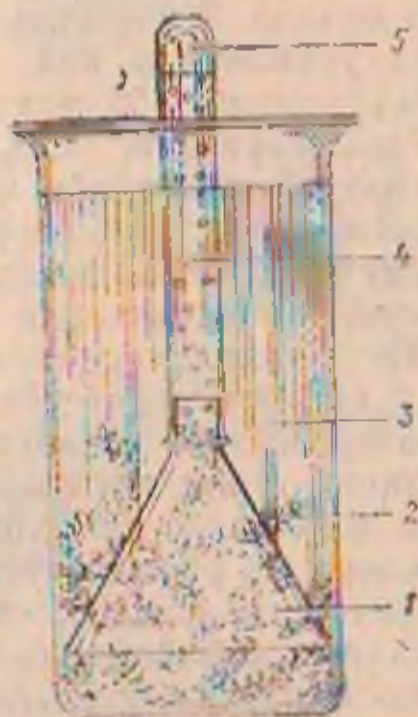
36-расм. Ёруғликда крахмал ҳосил бўлишини аниқлаш:

а — шаклли қоғоз билан берантилган (сарт) б — баргга тушirilган фотосинтезнинг расми.

Формулага бинаои, фотосинтез жараёни содир бўлиши учун аниорганик моддалардан карбонат ангидрид ва сув, ёруғлик энергияси ва ўсимлик тўқималарида 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 шартда 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, ўсимлик, ҳайвон ёки инсон организмларида учраса-да барг томонидан ишлаб чиқарилган моддалардир. Баргдан, аниқроқ айтганда,



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

1 — воронка; 2 — сув ўсимлиги—алодся; 3—сув.ин идийи;
4 — ажралаётган пуфакчалар;
5 — воронка учига ҳўитариб қўйилган пробирка.



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

1 — қоронғиликда аэроб бактерияларнинг спирегира втрофида баранар 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 ясашиб (36-расм) ва у билан барг юзасини қоплаб, ўсимликни ёруғ жойга қўйиб қўйилади. Орадан 2—3 кун ўтгач, ўсимликдан баргни олиб, қопланган қоғозни баргдан ажратиб олинади ва баргни қайнаб турган сувга ботирилади, сўнгра спирт эритмасида рангсизлантирилади. Рангсизлантирилган баргни спирtdан олиб ликопчага ёйилади ва йод эритмаси таъсир эттирилади. Ёруғлик таъсир этган шакл урнининг кўк рангга бўялиши, ёруғликда крахмал ҳосил бўлганлигидан далолат беради.

Фотосинтез жараёнида кислород ажралиб чиқишини Янг-Йенгенхоуз 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, 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. Сайёрамизнинг 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 қуйидаги 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. км²) океан
ва денгизлардан
ибора т.

Ер юзининг 29%
148 млн. км²
куруқликдан
ибора т.



Бир йиллик маҳсулот

Млрд тонна
хисобидда.

Уюштирилган
ернинг энергияси.

Джвчъ хисобидда.

Нилонатория
хисобидда.

Деярли 50 млрд. тонна органик модда ер шаридаги сувда ҳаёт кечирувчи гулли ўсимликлар томонидан ифода қилинади.

2. Аэроб шароитда ҳаёт кечирадиган гетеротроф ва автотроф организмларнинг нафас олиши учун зарур бўлган кислород билан таъминлайди.

3. Атмосферадаги карбонат ангидрид миқдорининг бир меъёрга сақланишини таъминлайди.

Геологик даврларда ўсимликлар ҳаёт фаолиятида тўпланган кўмир, нефть ва бошқа ёқилғилар ҳисобига хоналар иситилади, кийим-кечакларнинг, озиқ моддаларнинг ҳаммаси ёруғлик ҳисобига ва хлорофилл ёрдамида юзага келтириладиган моддалардир.

Карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиши, кислороднинг ажратилиши ва кўп миқдорда органик моддаларнинг ҳосил бўлиши қуёш энергияси ҳисобига юзага келади. Бироқ қуёш энергиясини 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) ўзлаштиради. Хлорелла каби бир ҳужайрали ўсимликлар ФАР нинг 20—30% ини ўзлаштиради.

Карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиш эволюцияси

Карбонат ангидридни ўзлаштирадиган организмлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

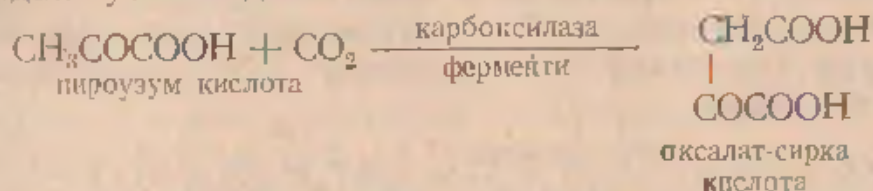
1. Ўзида хлорофилл сақлаган тубан ва юксак ўсимликлар.
2. Фотосинтетик бактериялар.
3. Хемосинтетик бактериялар.

Химия фанининг маълумотларига асосан карбонат ангидридни инсонлар ҳам, ҳайвонлар ҳам ўзлаштирганлиги аниқланди. Инсонлар ва ҳайвонлар ўзлаштирган карбонат ангидрид жуда кам миқдорда бўлишига қарамай, ер юзидеги тирик организмларнинг пайдо бўлиш эволюциясини тушунтиришда муҳимдир. Эволюциянинг дастлабки босқичларида кислородсиз — анаэроб шароитда яшаган гетеротрофлар карбонат ангидридни қуйидаги химиявий реакциялар асосида ўзлаштирган (А. И. Опарин маълумоти).

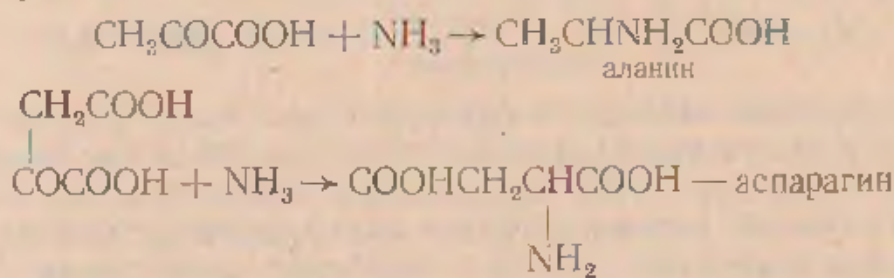


Формулага биноан, тирик организмдаги қандайдир углеводород (RH) бирикмаси дастлаб карбонат ангидридни ўзига бириктириб органик кислота ҳосил қилади. Ҳосил бўлган органик кислота оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида ажралиб чиққан энергия ҳисобига оксид ҳолатидан яна қайтарилган ҳолатга ўтади.

Реакцияларнинг ўтишида тирик организмларда мавжуд актин бирикмалар — ферментлар иштирок этганлиги қуйидаги формуладан кузатилади.

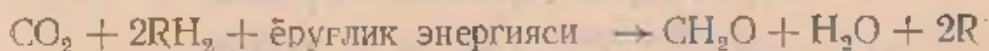


Формуладаги пироузум кислотага карбоксилаза ферменти таъсирида карбонат ангидрид бирикади. Натижада оксалат-сирка кислота ҳосил бўлади. Оксалат-сирка кислота ўз навбатида бошқа органик бирикмалар билан реакцияга киришиб умумий моддалар алмашилиш жараёнида қатнашади. Масалан, пироузум ёки оксалат-сирка кислотага қабул қилинган аммиак (NH_3) ни қўшилишидан алацин 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:

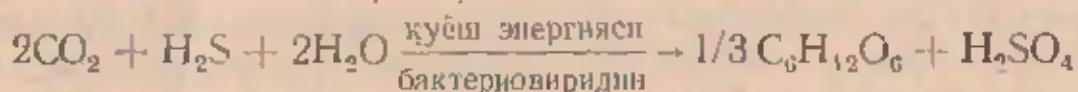
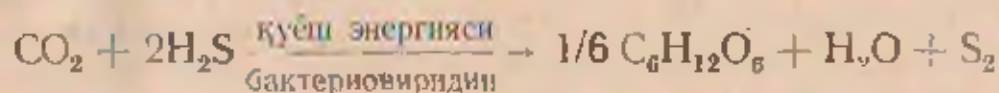


Бактериал фотосинтез яшил ўсимликлардаги фотосинтездан қуйидаги белгилари билан фарқ қилади:

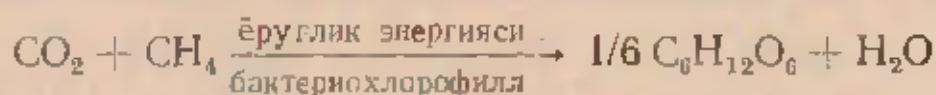
1. Фотосинтез жараёни яшил ўсимликларда фақат аэроб шароитдагина содир бўлиб, ташқи муҳитда кислород ажратилади. Бактерияларда эса бу жараён анаэроб шароитда ўтиб, ташқи муҳитда оксидланган анорганик моддалар тўпланади.

2. Яшил ўсимликлар қабул қилган карбонат ангидридни органик моддаларгача қайтаришда сув таркибидаги водород қатнашади. Бактериал фотосинтезда ўзлаштириладиган карбонат ангидрид водород сульфид H_2S ва ҳар хил углеводородлар таркибидаги водород ҳисобига қайтарилади. Яшил гугурт бакте-

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

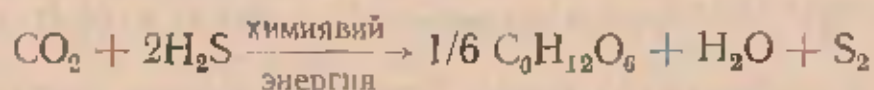
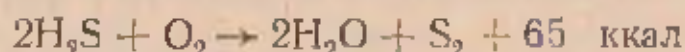


Пурпур (тўқ қизил) ва қизил гугурт бактерияларда бактериохлорофилл пигменти билан бирга каротиноидларга яқин тўқ қизил бактериопурпурий пигменти мавжуд. Уларнинг купчилиги карбонат ангидрид оксидини органик моддаларгача қайтаришда метан, спирт, органик кислота ва, ҳатто ҳаводаги эркин водороддан фойдаланганлиги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



Эволюциянинг кейинги босқичида сувда яшил рангли тубан ўсимликлар юзага келганлигидан ҳаво таркибда кислород 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 озиқланиш 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:

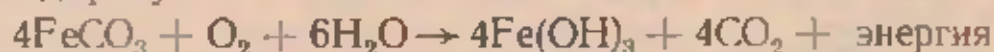


Реакцияга мувофиқ оксид ҳолатида қабул қилинган CO_2 водород-сульфид таркибдаги водород ҳисобига органик моддаларгача қайтарилади. Бу жараён Беггюта мирабилис (*Beggiola mirabilis*) бактерияси иштирокида боради.

Таркибда 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-

ми сифатида тўпланади. Муҳитда олтингурут ва водород-сульфид бирикмалари камайиб қолса, мавжуд АТФ энергия карбонат ангидридни ўзлаштириш учун сарфланади. Бунда қўшимча миқсулот сифатида фосфат кислота муҳитга ажралиб чиқади. Оксидланиш вақтида ҳосил бўлган ва тўпланган захира энергия ҳисобига CO_2 нинг тиинмсиз ўзлаштирилиши бактериялар учун ўзига хос хусусиятдир.

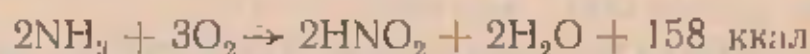
Хемосинтетик жараён темир бактерияларида ҳам кузатилади. Лептотрикс охрацеае (*Leptotrix ochraceae*) ва Спирофиллум феррегенуум (*Spirophyllum ferrigenum*) бактериялари чучук қўл ва денгиз сувларида ҳаёт кечиради. Темир бактериялари темир тузларининг оксидланишида қатнашиб, қуйидагича реакция содир бўлади:



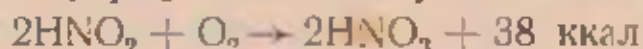
Оксидланиш жараёнида ажралиб чиққан карбонат ангидрид шу реакцияда ҳосил бўлган химиявий энергия билан бирга органик моддаларнинг синтезланишида сарфланади. Темир гидроксид эса сув остига тўпланишидан ботқоқ-темир рудалари пайдо бўлган.

Хемоавтотроф организмлардан нитрификация жараёнини қўзғовчи бактериялар органик модда миқдори 0,025% дан кўп бўлган муҳитда яшай олмайди. Шу хусусиятлари билан бошқа хемоавтотроф организмлардан фарқ қилади. Уларнинг электив културасини тайёрлашда минерал туз эритмаларини қўллаш зарурлигини С. Н. Виноградский ишлаб чиқди.

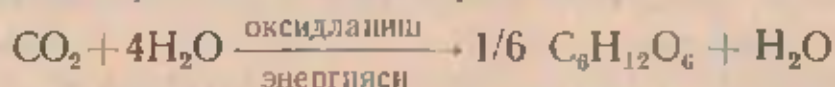
Нитрификация жараёни 2 фазадан иборат бўлиб, 2 хил микроорганизмлар иштирокида содир бўлади. Биринчи фазада Нитрозомонас (*Nitrosomonas*) ёки нитрококкус (*Nitrococcus*) бактериялари иштирокида аммиак қуйидаги реакцияга асосан нитрит кислотагача оксидланади:



Иккинчи фазада нитробактер (*Nitrobacter*) қатнашиб, нитрит кислота ва унинг тузлари нитрат кислотагача оксидланади. Реакция қуйидаги формула асосида ўтади:

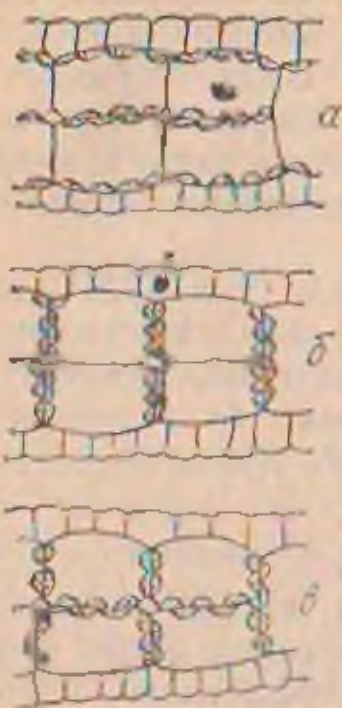


Оксидланиш реакциясида ажралиб чиққан энергия нитрификаторларнинг карбонат ангидридни ўзлаштириб, тубандаги реакцияга биноан, органик моддаларни синтезлашида сарфланади.



Метан ва бошқа углеводородларни оксидловчи бактериялар ҳам хемоавтотроф организмлар қаторига киради.

Эволюциянинг юқори босқичларида ерда, сувда ҳам қуруқликда яшовчи тубан ўсимликлар билан бир қаторда, ўзида яшил пигмент (хлорофилл) сақлаган, сувда ҳам қуруқликда яшашга мослашган юксак ўсимликлар актив ривожлана бошлайди. Юксак ўсимликлар яшил пигмент сақлаган пластида-



40-расм. Хлоропластларнинг ёруғлик қуваатига нисбатан ҳаракатланиши.

а — тарқоқ ёруғликда; б — қоронғиликда; в — кучли ёруғликда.

ларнинг катта ёки кичик бўлиши яшаш шароитига кўра, шу ўсимликнинг муҳитга мослашганлигини кўрсатади.

Ҳақиқатан ҳам, сувда яшовчи сувўтларида қуёш нурининг таъсири кучли бўлмаганлиги туфайли пластидалари катта бўлиб, ўсимликнинг турига қараб улар лептасимон, юлдузсимон, панжарасимон, соябонсимон ва япалоқ шаклда ҳужайрада жойлашади. Улар *хроматофорлар* деб аталади.

Сувда ҳам қуруқликда яшайдиган юксак ўсимликларда яшил, сариқ ва зарғалдоқ рангли пигментлар дуксимон ёки юмалоқ шакллардаги хлоропластларда урин олади. Хлоропластлар хроматофорларга нисбатан ҳажм жиҳатдан кичикдир. Бироқ, ўсимликнинг яшаш шароитига, баргларнинг ёруғликка нисбатан жойлашишига кўра хлоропластлар ҳажми бир хил бўлмайди. Жумладан, соясевар ёки ёруғсевар ўсимликларнинг шимол томонида жойлашган барг ҳужайраларидаги хлоропластларнинг ҳажми, ёруғсевар ва сояга чидамли ўсимликларнинг жануб томонида жойлашган баргларнинг хлоропластлари ҳажмига нисбатан анча йирик бўлади.

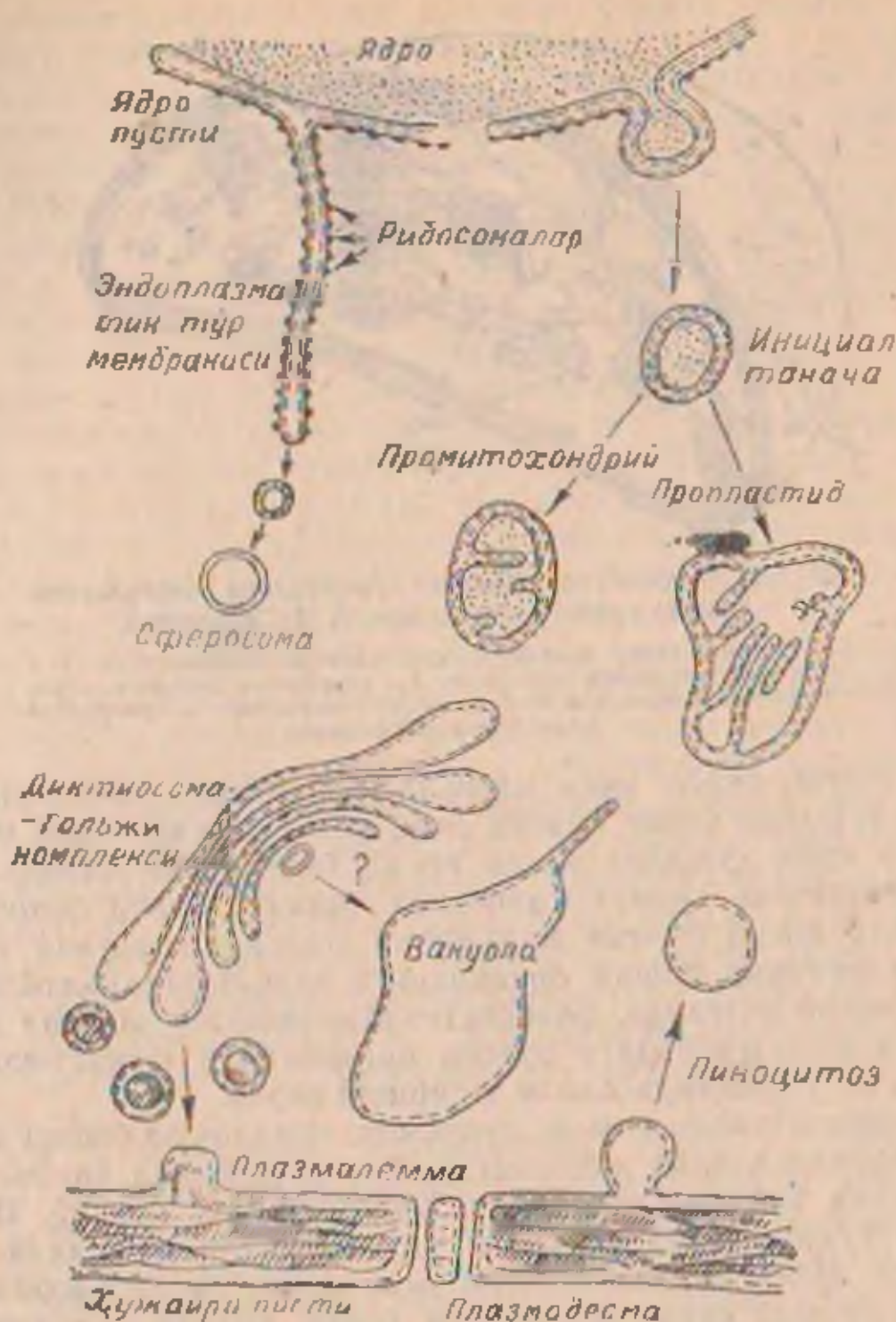
Ҳужайра пластидалари цитоплазма билан бирга пассив ҳаракатланишдан ташқари, қуёш нури таъсирига жавобан актив ҳаракатланиш хусусиятига ҳам эга.

Қуёш нурининг кучли ёки кучсиз бўлишига қараб ҳужайра пластидаларининг жойлашиш тартиби кўрсатилган. Тарқоқ ёруғликда хлоропластлар ҳужайранинг ҳамма қисмларига баравар тақсимланади. Қуёш нури тик тушиб, кучли ёруғлик таъсирида хлоропластлар ҳужайранинг бир томонига ўтиб, қуёш нурига нисбатан вертикал ўрнашади. Қоронғиликда хлоропластларнинг ҳужайрада жойлашиши ўзига хос эканлиги 40-расмда яққол кўринади.

Қуёш нурига нисбатан хлоропластларнинг ҳаракатланиш формалари ўсимликнинг яшаш шароитига қараб мослашиш чуқур реакцияларга пақадар боглиқ эканлигининг ёрқин далилидир.

Хлоропластнинг тузилиши, пигментлар, уларнинг химиявий таркиби ва физикавий хусусиятлари

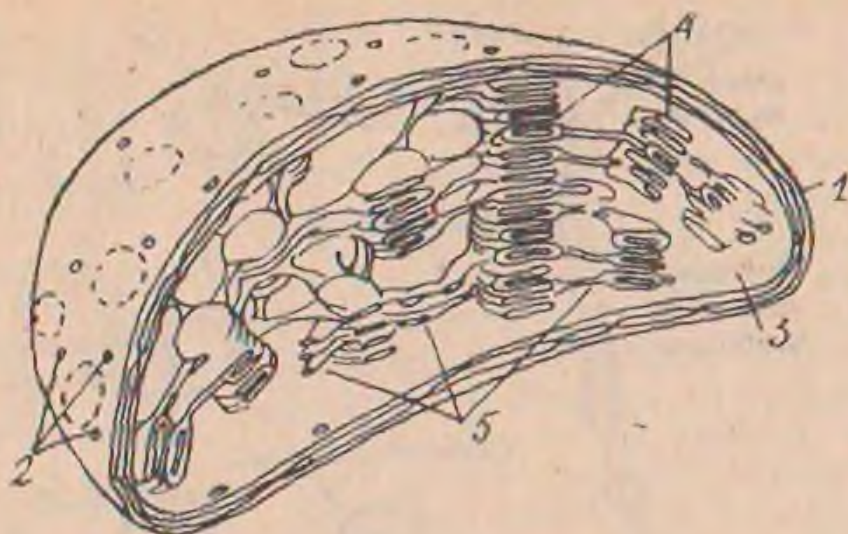
Фотосинтез жараёни фақат хлорофилл молекуласини сақлаган барг тўқималаридагина содир бўлишини олимлар исботладилар. Хлорофилл пишиб етилмаган меваларда, кўк поялар-



41-рسم. Хужайра мембраналари ва улар уртасидagi онтогенетик мувосабат (схема).

ца, ўсимликнинг ички туқималарида ва баъзи ўсимлик уруғларида учрайди.

Фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган органик бирикмаларнинг умумий моддалар алмашиши жараёнига қўшилишида хужайрадаги бошқа органондларнинг аҳамияти катта. Масалан, фотосинтез жараёнида хужайра мағзининг аҳамиятини кўрсатишда рус олими И. И. Герасимовнинг илмий ишлари диққатга сазовордир. У воёга стиб, бўлиниш олдида турган спирогира хужайрасига паст температура билан таъсир этилганда, ҳосил бўлган қиз хужайраларнинг бири икки мағизли, иккинчиси мағизсиз қолган. Мағизсиз хужайрада фотосинтез жараёни тезда



42- расм. Маккажўхори мезофил хужайралари хлоропластларининг схематик тузилиши (А.М. Силаевача):

1 — хлоропластнинг иккитадан кўш қаватли мембраналари; 2 — хлоропласт пўстидаги тўқималар; 3 — хлоропласт суюқлиги — строма; 4 — тилакоидлардан тўқималар топган гранулалар; 5 — гранулалар оралигидаги тилакоидлар.

тўхтаб қолган бўлса, икки магизли хужайрада эса жадаллашганлиги туфайли унинг ҳажми анча катталашган. Янги маълумотларга кўра хужайра мағзи ирсий белгиларни авлоддан-авлодга ўтказишда хизмат қилибгина қолмай, балки фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган крахмални оддий шакаргача парчалаб, ўсимликнинг бошқа органларига тарқатишда қатнашади. Хулоса қилиб айтганда, фотосинтез жараёнининг нормал давом этиши учун хужайрадаги ҳамма органоидлар функцияларини узлуксиз ва ўз вақтида давом эттириши керак.

Хлорофилл эллипсимон, дуксимон, думалоқ ва бошқа шаклдаги хлоропластларда жойлашган. Бир хужайрада ўртача 20—50 донгача хлоропласт бўлади. Ҳажми 3—10 мкмдир. Шунга қарамай тўқималарда уларнинг умумий сатҳи анча сезиларли даражада. Масалан, вояга етган эман дарахтидаги хлоропластларнинг умумий сатҳи 2 гектарга бориб қолади. Хлоропластларнинг кўпайиши ҳақида олимларнинг фикрлари турлича. Масалан, Г. А. Ливитская ва А. Табенский хлоропластлар бўлиниб кўпаяди, дейди. А. Гверман фикрича, хлоропластларнинг сони митохондрийлар ҳисобига кўпаяди.

К. Мюлеталер ва Фрей-Висслинг (1959) фикрича, хлоропластлар ва митохондрийлар мағиз пўстидан ажралиб чиққан инициал танача бўлакларидан ҳосил булишини юқоридаги схема асосида кўрсатди (41- расм).

Хлоропластнинг ҳосил бўлиши бир неча босқичдан иборат. Биринчи босқичда, схемада келтирилгандек, ўзида оксиллипид моддаларни сақлаган инициал танача катталашади. Инициал таначанинг ички мембранаси ҳисобига танача марказига томон бўртмалар пайдо бўлади. Иккинчи босқичда бошланғич, яъни пропластид вужудга келади. Буида инициал танача йириклашиб, юмалоқ ёки эллипсимон шаклни эгаллайди.

Пропластид ичидаги бўртмалардан ламелла мембраналари ҳосил бўлиб, уларнинг сони кўпаяди. Учинчи босқичда, рангсиз пропластидларда тикланган тилакоидлар ҳисобига гранулалар ҳосил бўлади. Тўртинчи босқичда, ёруғлик таъсирида ўзида яшил рангли хлорофилл молекулаларини сақлагани хлоропластлар тўла тикланади. Рангсиз пропластларнинг ҳосил бўлишида ёруғлик талаб қилинмайди. Лекин қоронғиликда ҳосил бўлган пропластид ўзининг тузилиши жиҳатидан, ёруғликда ҳосил қилинган пропластидлардан фарқ қилса-да, натижада ёруғлик таъсирида улар ҳам яшил рангдаги ва нормал тузилган хлоропластларга ўзгаради.

Хлоропластлар жуда кичик бўлишига қарамай, жуда мураккаб тузилган. Схемага биноан, хлоропласт пўсти икки қават мембранадан ташкил топган (42-расм). Хлоропласт пўстида жуда майда тирқишлар бўлиб, шу тирқишлар воситасида хлоропласт ва цитоплазма ўртасида узвий боғланиш таъминланади. Хлоропластнинг бўшлиқ қисмида оқсил-липид табиатли модда мавжуд бўлиб, строма деб аталади.

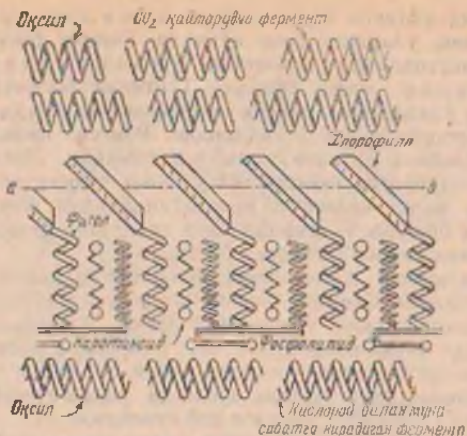
Хлоропластни тўлдириб турган оқсил-липид табиатли стромада ламелла деб аталувчи уч қаватли мембраналар маълум тартибда жойлашган. Хлоропласт ламеллалари ҳисобига, қопчиқча маъносида, тилакоид деб аталувчи таначалар ҳосил бўлади. Улар тахланган тангачалар сингари зич жойланади. Тилакоидлар тўпламига гранулалар дейилади.

Тилакоидлар 10 нм ҳажмдаги, ниҳоятда майда квантосома деб аталган таначалардан ташкил топган. Ҳар бир квантосомада 160 та «а» ва 70 «в» хлорофилл молекулалари, 48 молекуда сариқ-зарғалдоқ рангли пигментлар ва бошқа органик бирикмалар, темир, марганец, мис элементлари, шунингдек оксидланиш-қайтарилиш жараёнларида қатнашадиган ферментлар мавжуд.

Баъзи (шакарқамиш, маккажўхори, тарик, оқжўхори каби тропик) ўсимлик баргларининг ўтказувчи найлари атрофидаги ёпишиб турган хужайра хлоропластларида тилакоидлар тикланмайди. Уларда фақат строма ламеллаларигина ҳосил бўлади. Хлоропластлардаги пигментлар кўпинча, гранулаларда жойлашган бўлади. Гранулалар морфологик жиҳатдан мураккаб тузилган бўлиб, оқсил-липид бирикмалардан иборат. Оқсил-липид мембраналар орасида пигмент молекулалари, фосфолипид, оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида иштирок этадиган ферментлар ва бошқа органик моддалар жойлашган.

Фрей-Висслинг схемасига кўра, ламелла ва гранула бўлачлари уч қаватдан иборат. Биринчи ва учинчи қаватлар оқсил, иккинчи қават эса липид бирикмалардан ташкил топган.

Хлорофиллнинг порфирин ҳалқаси, фосфолипид молекулаларининг гидрофил гуруҳлари ламелланинг оқсил қаватида, хлорофиллнинг фитол спирт қолдиги, фосфолипиднинг гидрофоб қисми ва каротиноидлар липид қаватида жойлашганлиги, сувни парчалашда карбонат ангидрид (CO_2) ни углеводларгача



43-расм. Ламеллаларнинг тахминий молекуляр тузилиш схемаси (Кальвин, 1962).

қайтаришда қатнашадиган ферментлар ламелланинг оқсил қаватидан ўрин олганлиги М. Кальвин схемасида келтирилган (43-расм).

Хлоропластнинг $\frac{3}{4}$ қисми сув, $\frac{1}{4}$ қисми қуруқ моддадан иборат. Қуруқ моддани 100% деб олганда, унинг 30—45% и оқсил, 20—40% и липоид, 10—20% и турли заҳира углеводлар ва 6,5—10% и кул таркибидаги элементларга тўғри келади.

Хлоропласт таркибида юқоридагилардан ташқари ДНК, РНК, А, Д, Е ва К витаминлари ҳамда бошқа органик бирикмалар учрайди.

Хлоропластлар, умуман ўсимликларнинг яшиллиги хлорофилл пигменти туфайлидир. Урта ҳисобда ўсимликдаги қуруқ модда миқдорининг 1% и хлорофиллга тўғри келади. Хлоропластларда хлорофиллдан ташқари, сариқ рангли ксантофилл ва зарғалдоқ-сариқ рангли каротин пигментлари ҳам мавжуд. Каротиноидларга нисбатан хлорофилл миқдори 3—4,5 марта кўн бўлганлиги учун барглар яшил тусда кўринади. Рус олимларидан В. И. Любименко ва Н. А. Монтевердлар (1912) сариқ ва яшил пигментлар уртасида миқдор жиҳатдан ўзгармас нисбат борлигини аниқлаб бердилар. Кузда ташқи омилар таъсирида хлорофилл тарқалиб ксантофилл ва каротин пигментлари иштирокида барглар сариқ ва қизғиш рангга киради.

А. А. Табенцкий фикрича, ёш ҳужайраларда хлоропластлар майда гранулалардан ташкил топган бўлса, қари ҳужайраларда йириклашиб пусти эриб хлорофилл молекулалари ўз табиий ҳолатини йўқотади.

Хлорофилл ва бошқа пигментларнинг турли-туман хоссала-

44-расм. М. С. Цвет хроматограммасынинг схематик кўриниши:

1 — қууни кукуни тўлдирилган шийа пай; 2 — колба; 3 — пинцет уланган тумшукча; 4 — «а» шакар моддасида адсорбцияланган «а», «в» хлорофиллар ва каротин; 5 — адсорбцияланмаган 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 қукунидан 44-расмда кўрсатилганидек устун тайёрланади. Шу устун орқали пигментли спирт эритмаси аста-секин ўтказилади, моддаларнинг адсорбцияланиш даражасига кўра пигментлар бирин-кетини бир-биридан ажралади. Оқ бўр ёки шакарга тез адсорбцияланган модда устуннинг юқори қисмида, камроқ адсорбцияланган эса бир оз пастроқда, адсорбцияланмайдигани тўғридан-тўғри 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 — қуқ-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 адсорбцияланмаганлиги учун устундан ўтиб колбада тўпланган.



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

19-жадвал

Ўсимликларнинг ҳўл баргларидаги хлорофилл миқдори, % ҳисобида

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

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

Бир 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 қўнғир сувўтларида «с», қизил сувўтларида «d» формалари ҳам учрайди. Бундан ташқари, кўк-яшил сувўтларида фикоциан, қизил сувўтларида фикоэритрин, диатом ва қўнғир 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.

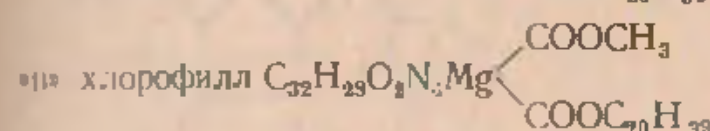
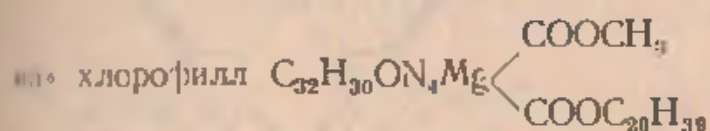
Дарҳақиқат, чуқур сув остидаги ўсимликларга қуёш спекторидаги нурларнинг ҳаммаси етиб бормайди. Масалан, 10 м қалинликдаги сув орқали кўк-бинафша нурнинг 45% и, қизил нурнинг 1—2% и ўтади, холос. Сувнинг қалинлиги 100 м бўлганда кўк-бинафша нурнинг 0,5% и, қизил нур эса бутунлай ўтмайди. Бундай жойлардаги 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 биохимики Г. Фишер ишлаб чиққан. 1960 йилда америкалик олим Р. Б. Вудворд ва германиялик И. Штрель суний хлорофилл молекуласини синтез қилган.

Ҳисоблик тури	Қизил нур	Яшил нур
Яшил суғути	35	23
Қизил суғути	7	27 пуфакчалар
Қизил суғути	11	45 сони

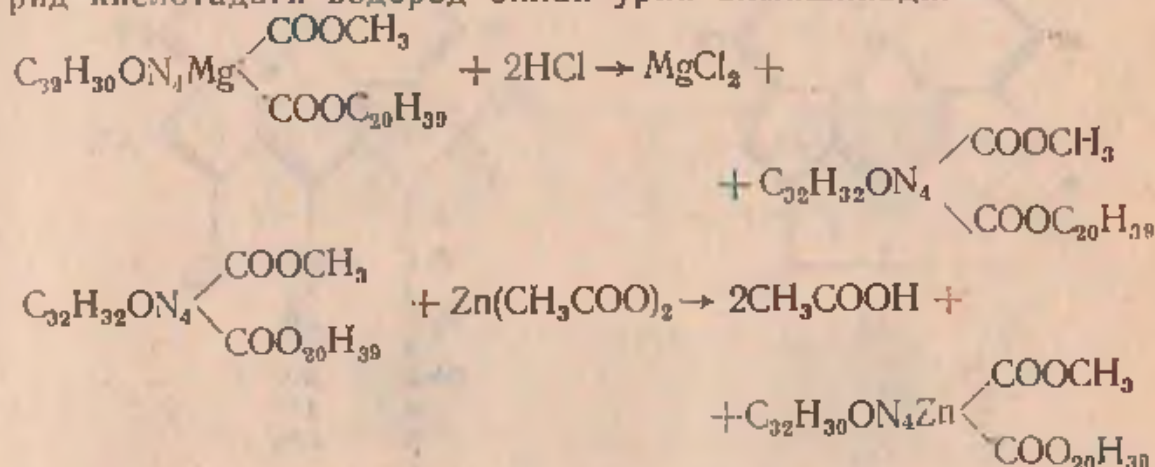


Хлорофилл, хлорофиллин дикарбон кислотанинг мураккаб эфири бўлиб, унда кислотадаги бир карбоксилнинг водороди метил (C_3OH), иккинчи карбоксилнинг водороди фитол ($C_{20}H_{39}OH$) спиртлар қолдигига (CH_3 ва $CO_{20}H_{39}$) алмашинган. Формуладан «в» хлорофилл молекуласида «а» хлорофиллга нисбатан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

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

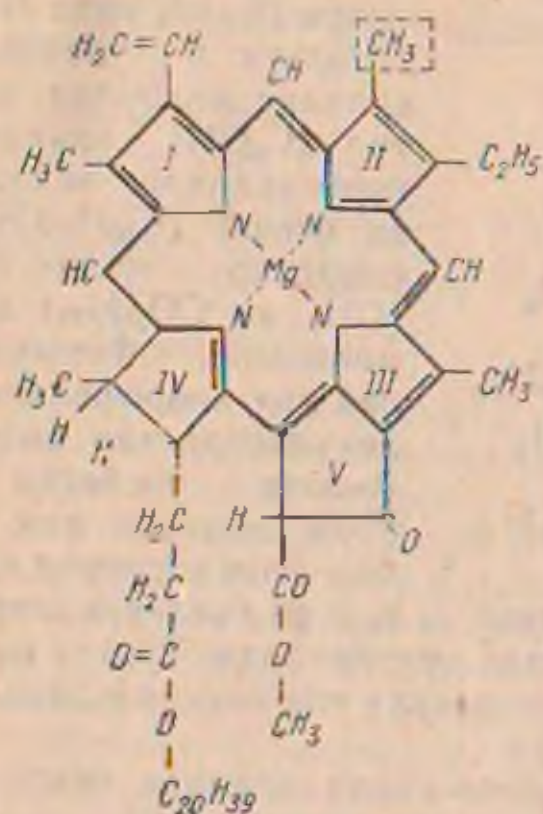
Тўртинчи пиррол ҳалқасига фитол спирт қолдиги, бешинчи (қўшимча) ҳалқага метил спирт қолдиги қўшилишидан хлорофиллин дикарбон кислотанинг мураккаб эфири ҳосил бўлган. «а» хлорофилл молекуласида II пиррол ҳалқасидаги учинчи углерод атомига метил (CH), «в» хлорофилл молекуласида эса альдегид (CHO) группа 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 кислотадаги водород билан ўрин алмашинади:

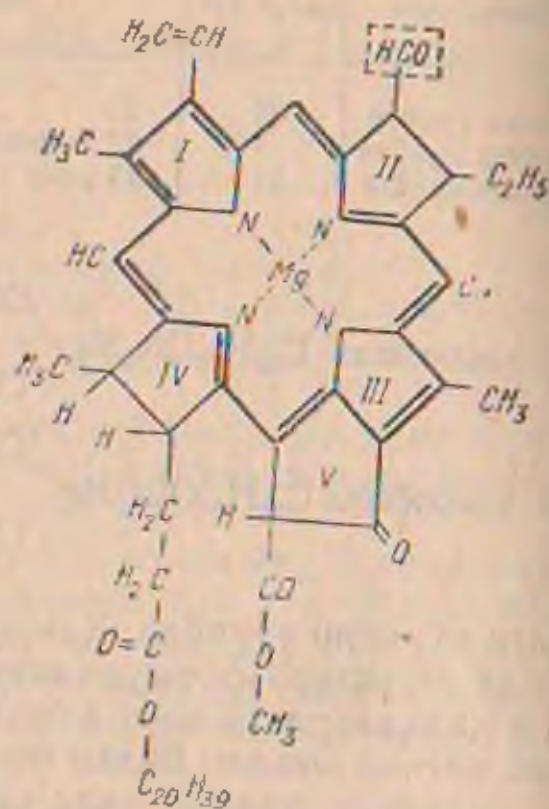


Ҳосил бўлган қўнғир рангли эритма феофитин дейилади. Хлорофилл металл-органик бирикма эканлигини исботлаш учун феофитиннинг қўнғир рангли эритмасига $Zn(CH_3COO)_2$ ёки $Ca(CH_3COO)_2$ туз кристаллари қўшиб қиздирилса, эритма

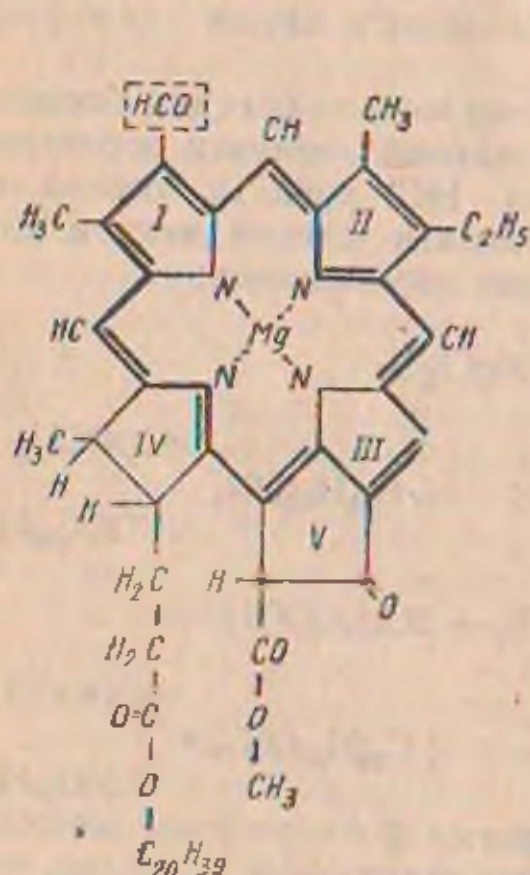
яна яшил рангга ииради. Реакция юкоридаги формула асосида боради:



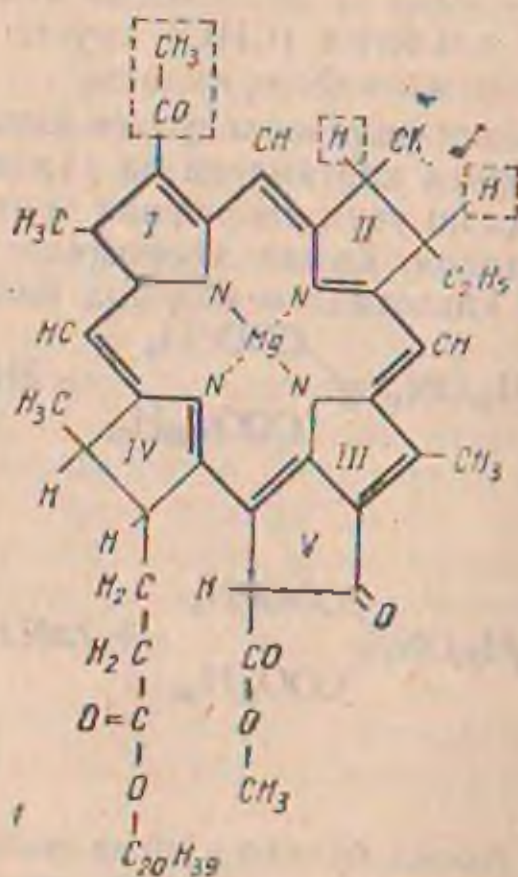
хлорофилл „а“



хлорофилл „б“

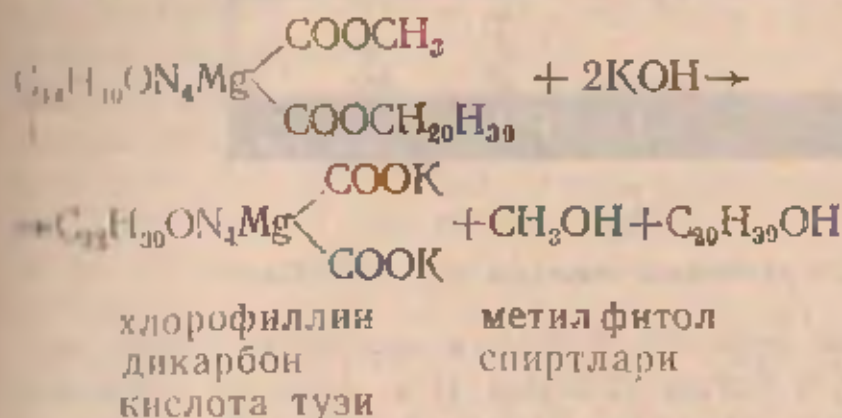


хлорофилл „в“



бактериохлорофилл „г“

Хлорофилл молекуласи мураккаб эфирлар гуруҳига киришни аниқлаш мақсадида хлорофилл эритмасига ишқор қўшиб қўйилади. Хлорофилл ишқор таъсирида парчаланганда хлорофиллнинг дикарбон кислота тузлари, метил (CH_3OH) ва фитол ($\text{C}_{30}\text{H}_{59}\text{OH}$) спиртларига ажралади. Бу реакция қуйидагича шифоқланади:

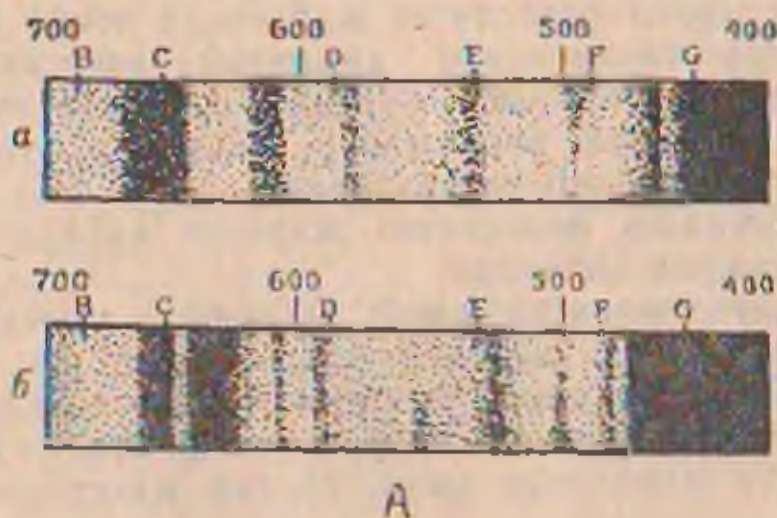


Хлорофилл ва бошқа пигментларнинг физик хоссаларидан бири, спектрда кўринган нурларнинг таялаб ютиши жадвалда келтирилган.

21-жадвал

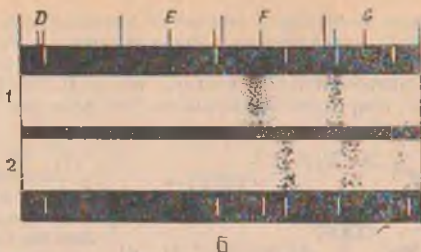
Спектрда кўринган нурлар ранги	Хлорофилл «а» $\text{C}_{55}\text{H}_{100}\text{ON}_4\text{Mg}$	Хлорофилл «в» $\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_2\text{N}_4\text{Mg}$	Ксантофилл $\text{C}_{40}\text{H}_{54}\text{O}_2$	Каротин $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$
	Пигментлар томонидан ютиладиган нурлар узунлиги, мм			
Қизил	660—720	650—685	—	—
Кўк-ёнафша	450—400	500—400	481—450	482—452

Қуёшдан келган оқ ёруғликни спектроскоп орқали ўтказилганда 7 хил — қизил, зарғалдоқ, сарық, яшил, ҳаво ранг, кўк ва ёнафша рангли нурлардан ташкил топганлиги кўринади (45-расм). Оқ ёруғлик таркибида булардан ташқари, спектрда кўрилмайдиган инфракизил ва ультраёнафша нурлар ҳам бўлади.



45-расм. Хлорофилл ва каротиноидларнинг спектр нурларини ютиши:

А. «а» ва «б» хлорофилллари 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 ф л ю о р е с ц е н ц и я деб аталади.

Флюоресценсия ҳодисасида хлорофилл томонидан ютилган нур бошқа узунликдаги нур шаклида ташқи муҳитга чиқарилади. Шу вақтда қайтарилган нур ҳисобига хлорофилл жигар рангли бўлиб кўринади. Флюоресценсия ҳодисаси хлорофиллнинг фотохимик актив бирикма эканлигини тасдиқлайди. Табиий ҳолатдаги барглarda 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 булган 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 узлаштиради.

Хлорофилл ва бошқа пигментларнинг биосинтези

Моддалар алмашиши ҳодисаларида барча мураккаб оқсил, ёки 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 дейлиб, 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 амминокислота (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 мауба 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 қолдиги 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 оқшарик рангда қолиб, уларга этиолирланган, яъни рангсиз ўсимликлар дейилади.

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

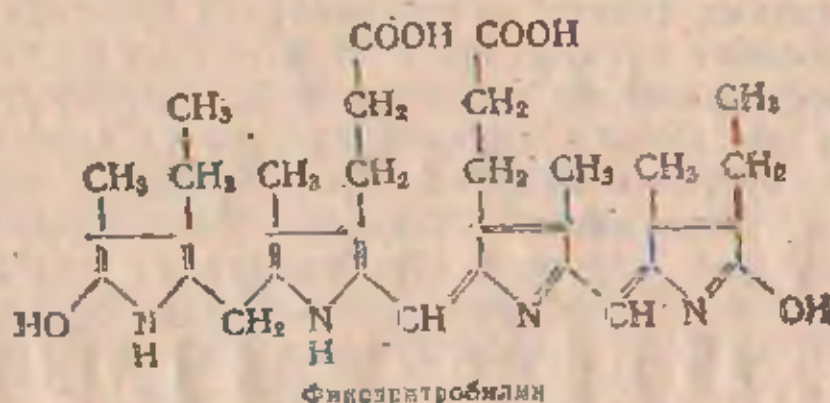
Протохлорофиллиддан ҳосил бўлган хлорофиллид молекуласига хлорофиллаза ферменти жадаллигида IV пиррол ҳалқасига фитол спирт қолдиги қўшилишидан хлорофилл «а» тула тикланади. Келажакда ёш «а» хлорофилл молекулалари ҳисобига «в» хлорофилл молекулалари ҳосил бўлади.



46-расм. Хлорофиллнинг ҳосил бўлиш схемаси.

Юқорида кўрсатиб ўтилган биохимиявий ўзгаришларда ёруғликдан ташқари кислород, темир элементи ва температура $1-2^{\circ}\text{C}$ оралиғида бўлиши зарур. Темир элементи хлорофиллнинг ҳосил бўлишида катализаторлик вазифасини бажаради. Бу элемент етишмаса, ўсимликлар рангсиз бўлиб хлороз касалига дучор бўлади.

Сувўтларида хлорофиллдан ташқари ўзига хос рангли пигментлар фикобилинлар гуруҳига киради. Жумладан, кўк-яшил сувўтларида кўк-ҳаво рангли мураккаб оқсил фикоцианобилин (фикоцианин — $\text{C}_{34}\text{H}_{42}\text{N}_4\text{O}_9$), қизил сувўтларида қизил рангли мураккаб оқсил фикоэритробилин (фикоэритрин — $\text{C}_{34}\text{H}_{47}\text{N}_4\text{O}_8$) 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 жойлашини билан хлорофилл молекуласиникидан кескин фарқ қилади.

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

Фотосинтез жараёнида пигментларнинг тутган ўрни

Фотохимия фани таълимотига кўра, қуёшдан келадиган ёруғлик квант ёки фотон деб аталган бўлакчалар шаклида тарқалади. Ёруғлиқни 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 ходиса бўлиб, бирин-кетин изчиллик билан борадиган реакциялардан таркиб топган.

Фотосинтез жараёнида кузатиладиган реакцияларнинг бир

Груҳиқ нуурлари	Спектрда қўриққан нуур узунлиғи, мм	Энергия		
		1 квантга ЭВ ҳисобида	1 «моль» квантга, ккалл ҳисобида	1 «моль» квант, кЖ ҳисобида
Ультрабинафша	400 дан паст	4,88	112,5	470
Бинафша	400—424	3,02	69,7	292
Эвирон	424—491	2,70	62,2	260
Яшил	491—550	2,39	55,0	230
Сарғ	550—585	2,14	49,3	206
Сарғилдоқ	585—647	2,0	46,2	193
Қизил	647—740	1,82	42,1	176,4
Инфраниқ	740 дан ортқ	0,88	20,4	85

аниллари фақат ёруғлик нури таъсирида вужудга келса, бошқа ани реакцияларнинг ўтиши учун ёруғлик бўлиши шарт эмас. Чунки бу реакциялар махсус ферментлар иштирокида давом этади. Ана шу ёруғлик реакцияларда синтезланган АТФ ва НАДФ H_2 молекулаларидаги энергия ҳисобига сув ва карбонат ангидриддан дастлабки углеводлар ҳосил қилинади.

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

1905 йилда инглиз олими Ф. Ф. Блэкман фотосинтез жараёни, ҳақиқатан ҳам К. А. Тимирязев тахмин қилганидек икки фазадан иборат эканлиғини 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 булганлиғи 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 йўналаётган реакциялар тез фурсатда — 0,00001 секунд даъомида ўтиб ўлгурса, «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.

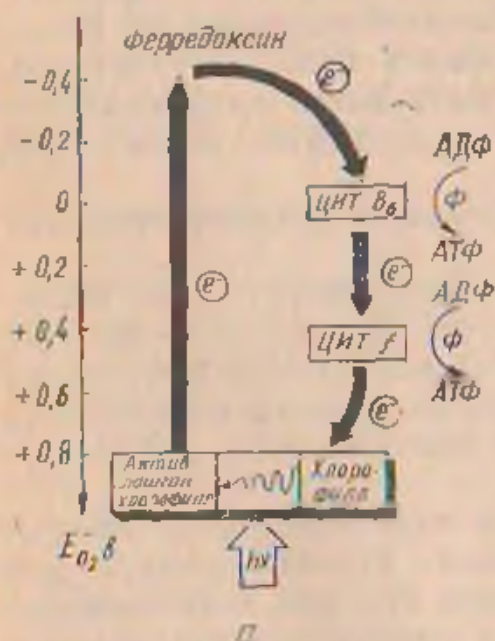
Илмий-тадқиқот ишларига асосан, фотосинтез жараёнининг ёруғлик фазасида икки хил фотосистема қатнашганлиги ҳам аниқланган.

Биринчи фотосистема (ФС-I) 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» хлорофил молекуласи мавжуд. ФС-I 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 «b₆», 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 қолдиғилининг қўшилиши фотосинтетик фосфорланиш ёки фотофосфорланиш деб аталади.

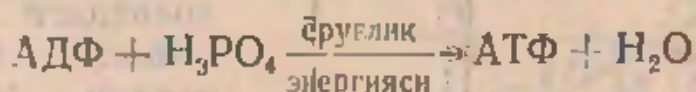


47-расм. Циклик фотофосфорланиш схемаси.

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

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

га тенг) бўлган ферредоксинга йўналтиради. Оксидланиш-қайтарилиш потенциали юқори бўлган (+0,18 эв га тенг) цитохром «*b_L*» ферредоксиндан қабул қилиб олган электронни оксидланиш потенциали яна ҳам кучлироқ (+0,36 эв га тенг келган) «*f*» цитохром қабул қилиб олади. Шу вақтнинг ўзида, тизламада кўрсатилганидек, ёруғлик энергияси ҳисобига химий 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 «*a*» актив ҳолатни эгаллайди. Электронни қабул қилиш биланоқ П-700 «*a*» 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 курсатилган маҳсулотлар юзага келиши 47-расмда келтирилган.

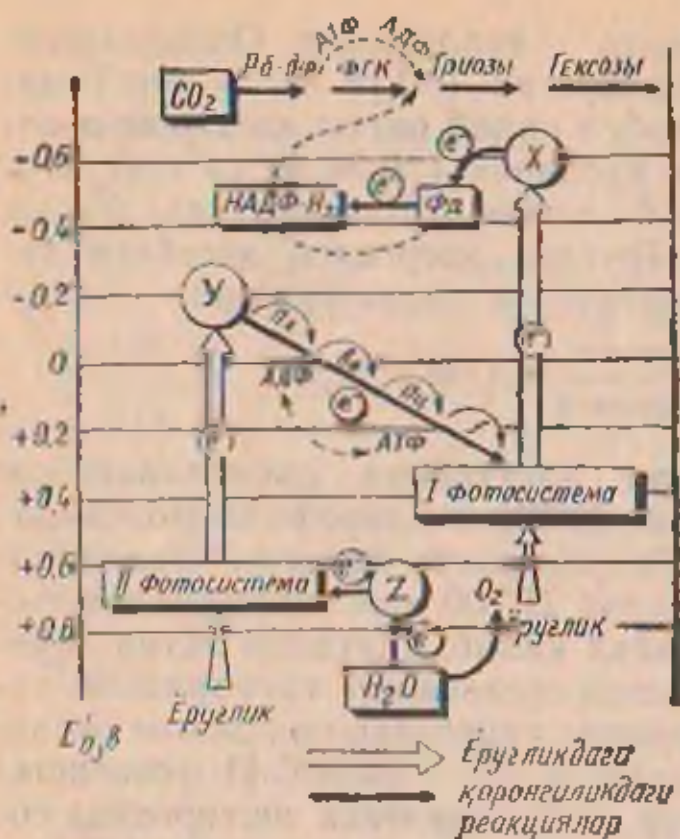
«Ноциклик» фотофосфорланишда ҳам электронларни ҳаракатланиш занжирида электронларни ташувчи бирикмалар бўлиб, улар оксидланиш-қайтарилиш потенциали қувватига биноан маълум тартибда жойлашган.

Электронларни ҳаракатлантирувчилардан пластохинон электронларни ва протонларнинг ($2e + 2H^+$) йўналишини таъминлайди. Қолган бирикмалар фақат электронларни ҳаракатланишида иштирок этади.

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

Ёруғлик энергиясини қабул қилиб активлашган (қўзғалган) ҳолатга ўтган П-680 «*a*» ўзидаги электронни ($2e$) пластохинонга йўналтиради. Электронларни қабул этган пластохинон тилакоиднинг ташқи томонида жойлашган протон ($2H^+$) ни боғлаб, қайтарилган ҳолатга утади. Электрон ва протонларни боғлаб олган пластохинон тилакоиднинг ёғсимон (липид) бирикмалари жойлашган қаватга ўтиб, ўзидаги электронларни ($2e$) «*f*» цитохромга, протонларни ($2H^+$) 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 ($2e$) ларни оксидлаш қуввати кучлироқ ($-0,37$) бўлган пластоцианинга

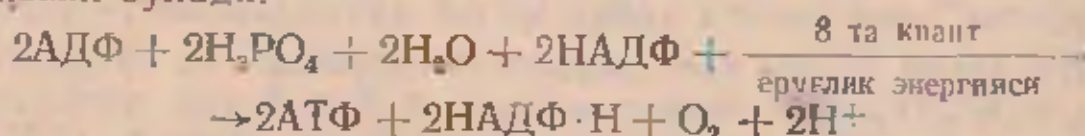


48-расм. Ноциклик фотофосфорланишда электронларнинг I ва II фотосистемаларда ҳаракатланиш схемаси; Пх — пластахион; Пц — пластахионин; b_6 — b_6 цитохромлар; АДФ АТФ, НАДФ H_2 ; Фд = ферредоксин; Рб — δ ф — рибулездеифосфат; ФГК — фосфоглицерин кислота.

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 ёруглик 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⁺, қайтарилган НАДФ·Н ҳолатни эгаллайди. Сувдан бушаб чиққан кислород ташқи муҳитга чиқарилади.

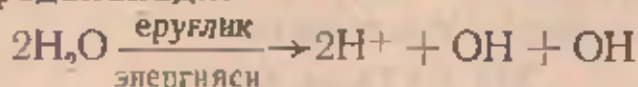
Ёруглик фазасида хлорофилл ва бошқа пигмент молекулалари томонидан ютилган ёруглик энергияси сув молекулаларини парчалаганлигини ҳам кўриб ўтиш зарур.

Ёруглик энергияси иштирокида сувнинг парчаланишига

йўналтиради. Пластоцианин эса «f» цитохромидан қабул қилган электронларни ФС-I системадаги П-700 га етказиб беради. Натижада актив (қўзғалган) ҳолатдаги П-700 энергиянинг бир қисmini циклик фотофосфорланиш жараёнида АТФ молекуласи ҳосил бўлишида сарфланса, иккинчи қисми эса ноциклик фотофосфорланишда қатнашувчи бирикмалар воситасида оксид ҳолатдаги НАДФ⁺ни қайтарилган НАДФ·Н₂ ҳолатига АТФ нинг иккинчи молекуласи синтезланишида сарфланади.

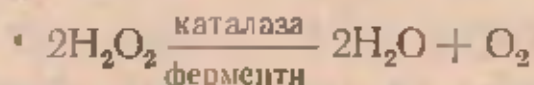
Хулоса қилиб айтганда, ноциклик фотофосфорланишда энергияга бой электрон йўналиши ўзининг кўриниши билан

фотooksидация ёки фотоллиз деб аталади. Бу реакция тубандагича ифодаланади:



Сувнинг парчаланишида — фотоллиз жараёнида ҳосил бўлган OH^- группаларини ўзаро муносабатига киришишидан водород пероксид (H_2O_2) синтезланади: $\text{OH}^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$.

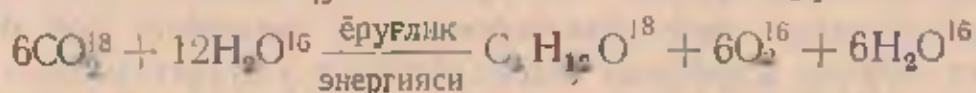
Заҳарли водород пероксид ўз навбатидан каталаза ферментини иштирокида сув ва эркин кислородга парчаланadi. Бушаб чиққан кислород тубандаги реакцияга мувофиқ ташқи муҳит (атмосфера) га чиқарилади;



XX асрнинг 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 ҳақиқат ажратилган кислород сув таркибидаги кислород эканлиги тасдиқланди.

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

Шуларни назарда тутиб, А. П. Виноградов ва Р. В. Тейс фотосинтез жараёнида ажралиб чиққан кислородни сув таркибидаги O^{16} изотопи, органик модда (глюкоза) таркибидаги O^{18} изотопи эканлиги қуйидаги тенгламадан куринади:



Фотосинтезда вужудга келган сув молекулаларига метаболитик сув дейилади.

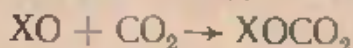
Фотосинтез жараёнининг «қоронғилик» фазасида содир бўладиган биохимиявий реакциялар, юқорида кўрсатиб ўтилган ёруғлик фазасида синтезланган АТФ ва НАДФ·Н энергиялари воситасида содир бўлади.

Фотосинтез табиатига доир назариялар

Фотосинтез жараёнида биринчи маҳсулот формальдегид (CH_2OH) ҳосил бўлиб, уларнинг бир-бири билан полимерланиши ҳисобига углеводлар ҳосил қилиниши муқаррар деган фикрини 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 кўшди. К. А. Тимирязев (1871) фотосинтез жараёнида хлорофилл бевосита иштирок этиши зарурлигини кўрсатди. Унинг фикрича, ўсимлик тўқимасидаги хлорофилл «махсус» кислород

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



Иккинчи босқичда $XOCO_2$ деб фараз қилинган модда ёруғлик энергияси таъсирида кислород ва XOC моддасига парчаланади:



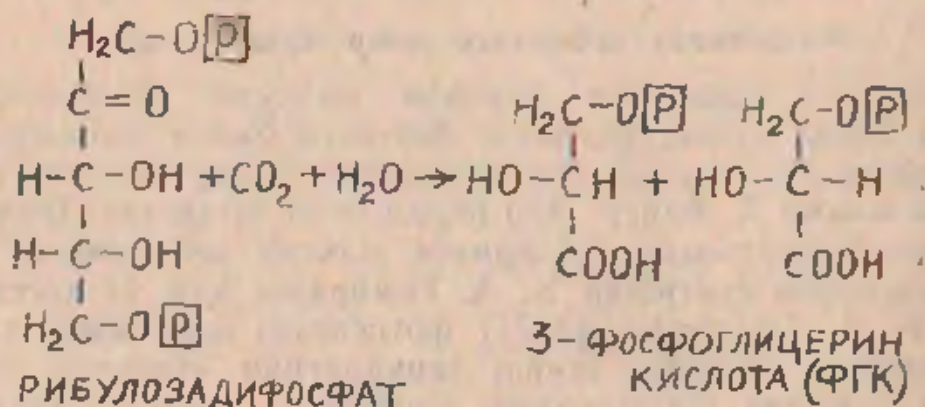
Учинчи босқичда XOC бирикмаси сув билан бирга номаълум углеводнинг ҳосил бўлишини таъминлайди. Хлорофилл эса бўшаб чиқади:



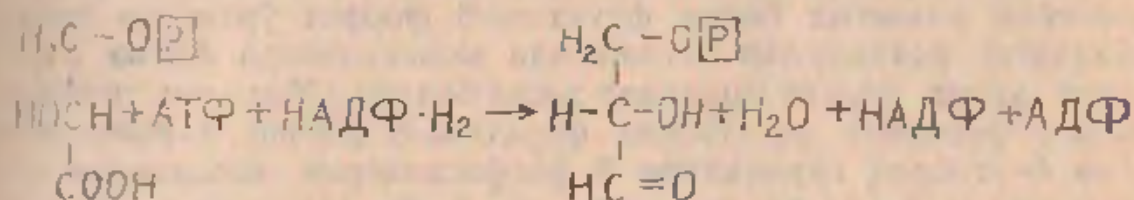
Тўртинчи босқичда ўз активлигини йўқотган хлорофилл кислород билан бирга актив ҳолатга ўтиб, ҳаводан қабул қилинган навбатдаги карбонат ангидрид молекуласини боғлаб олади ва юқорида кўриб ўтилган реакциялар қайтадан такрорланади. Шуларга асосланган К. А. Тимирязев фотосинтез жараёни циклик ҳодиса бўлиши керак, деган хулосага келади. Айни вақтда хлорофиллнинг бу жараёнда бевосита қатнашганлиги ва фотосинтез циклик давом этганлиги тўла тасдиқланди. Бироқ, мазкур жараёнда CO_2 газининг хлорофилл молекуласига бевосита боғланганлиги тасдиқланмади.

Сўнгги маълумотларга кўра фотосинтез жараёнининг қоронғилик фазасида ҳаводан қабул қилинган CO_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 белгиласи 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:



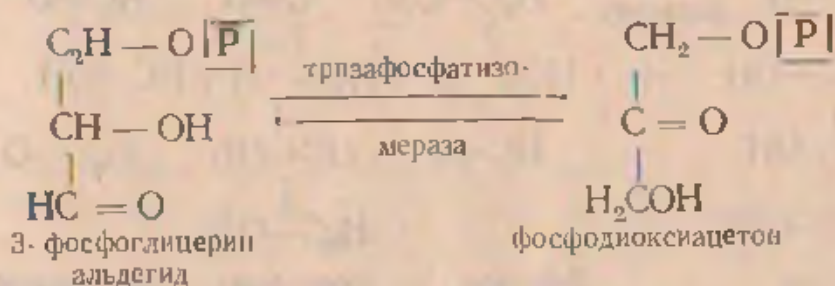
б) ҳосил бўлган 3- фосфоглицерин кислота АТФ иштирокида никотин-амидадениндинуклеотидфосфат — НАДФ·Н₂ водородли ҳисобига 3- фосфоглицерин альдегидига (ФГА) қайтарилди:



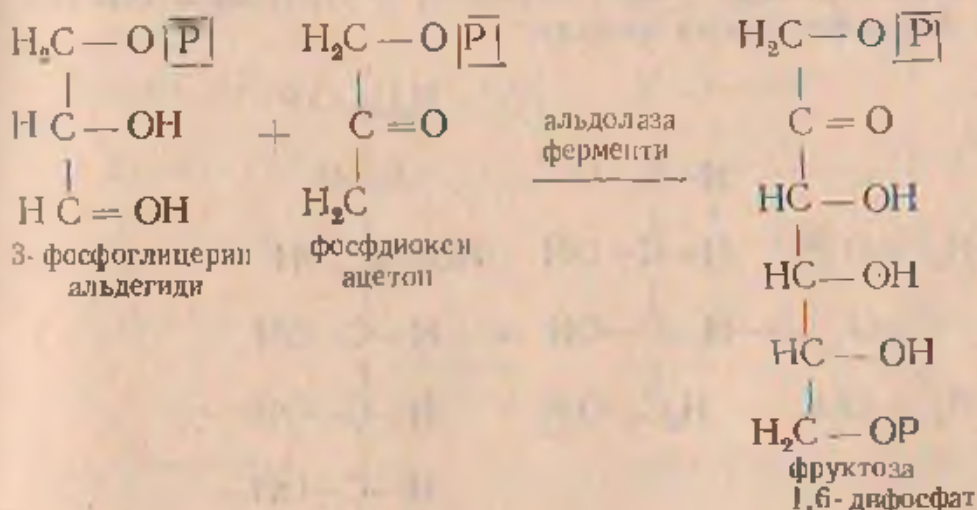
3- фосфоглицерин
кислота (ФГК)

3- фосфоглицерин альдегид (ФГА)

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

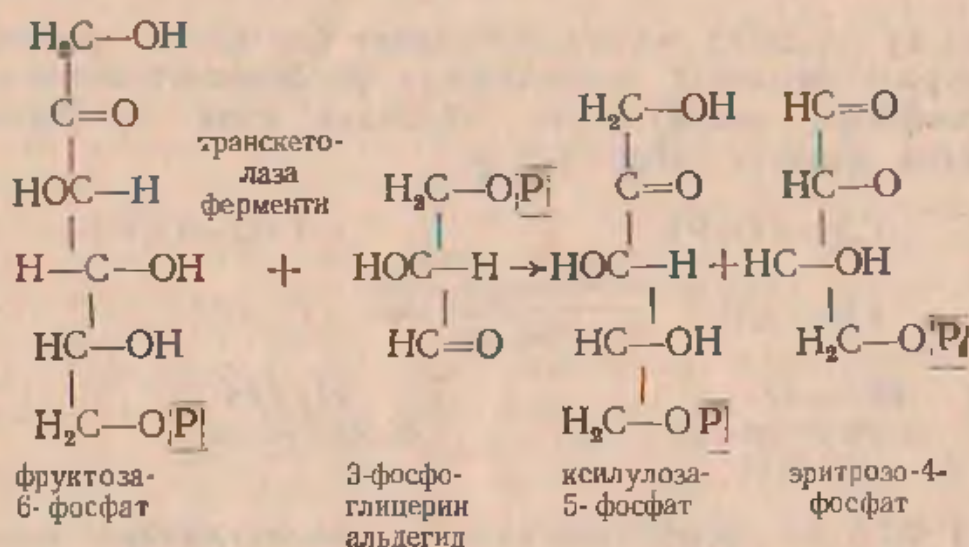


г) ФГА ва фосфодиоксиацетон молекулалари альдолаза ферменти жадаллигида реакцияга киришиб, фруктоза-1,6- дифосфат ҳосил қилади:

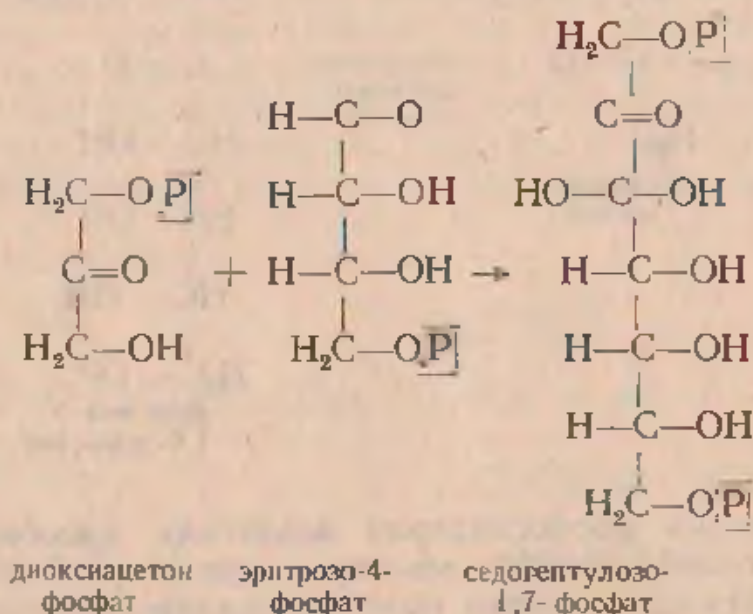


д) кейинчалик фосфоглицерин альдегиди ҳисобига ҳосил бўлган фруктоза-1,6- фосфат молекулалари ўзаро бирикишидан сахароза, крахмал ва бошқа полисахаридлар синтезланади.

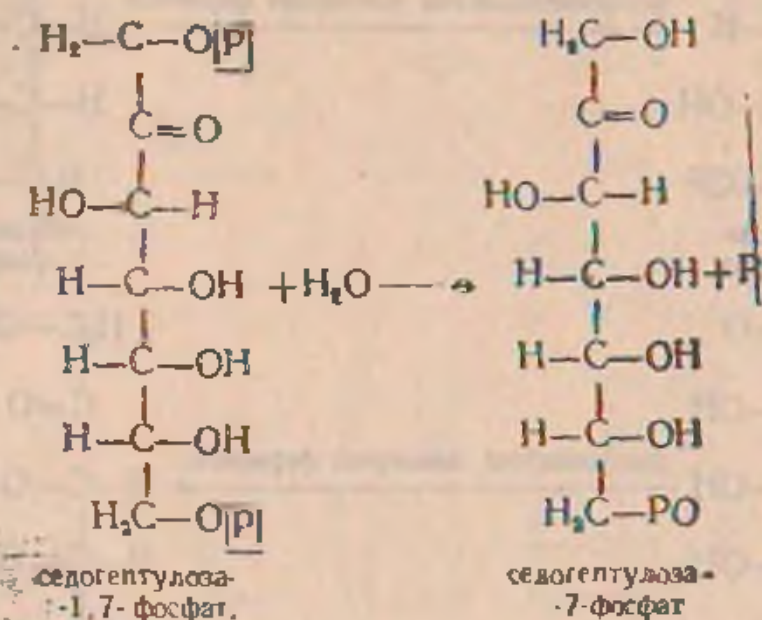
Шакар ва полисахаридларнинг синтезланишида қатнашмаган фруктоза-1,6 фосфат молекулаларининг бир қисмидан фосфатаза ферменти иштирокида фруктоза-6-фосфат ҳосил бўлади. 3-фосфоглицерин альдегид молекулалари ферментлар иштирокида чуқур ўзгаришларга учрайди. Жумладан, 3-фосфоглицерин альдегид билан фруктоза-6 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:



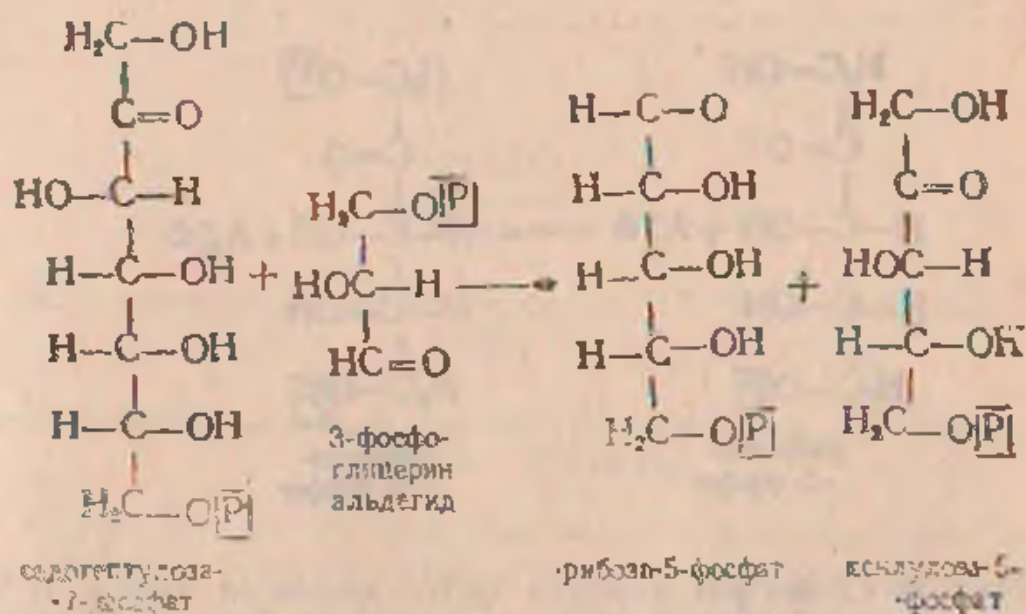
е) диоксиацетон фосфат билан эритроза 4-фосфат альдолаза ферменти иштирокида ўзаро бирикиб, 7-углеродли седогептулоза-1, 7-дифосфат ҳосил қилади:



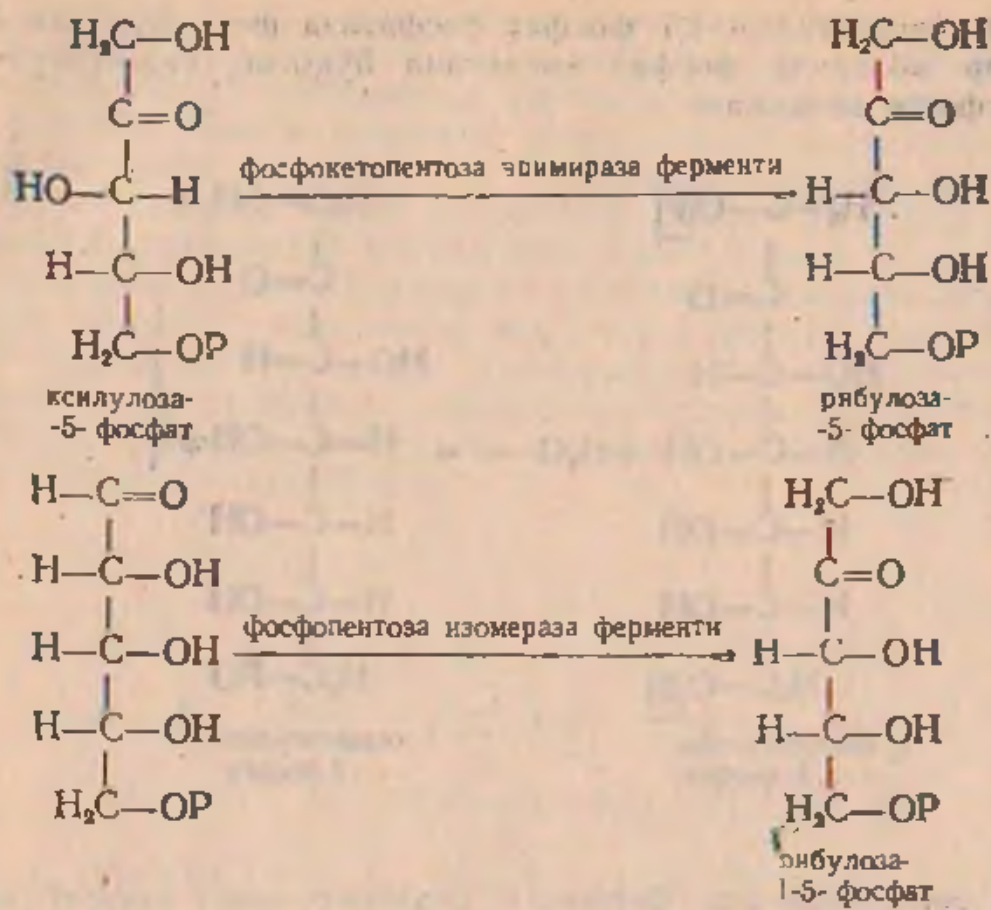
ж) седогептулозо-1,7 фосфат фосфатаза ферменти таъсири-
да бир молекула фосфат кислотани йўқотиб, седогептулоза-
7-фосфатга айланади:



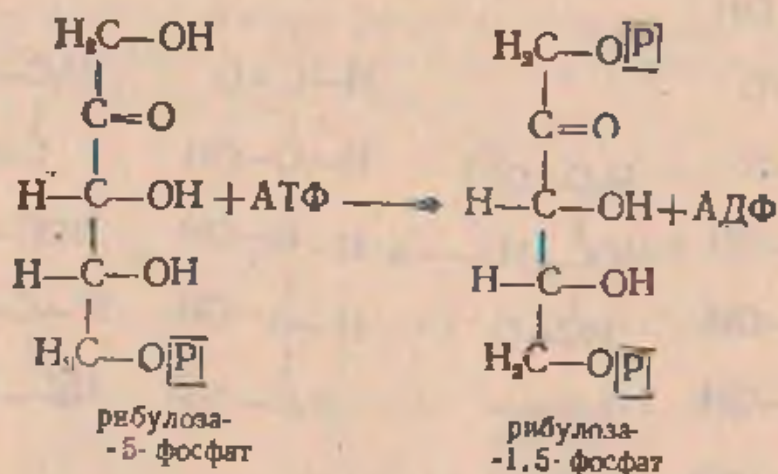
з) транс-кеталаза ферменти седогептулоза-7-фосфат тарки-
бидан икки углеродли гуруҳларни ажратиб, 3-фосфоглицерин
альдегидга бирикиши натижасида бешта углеродли пентоза-
лар, рибоза-5-фосфат ҳосил бўлади:



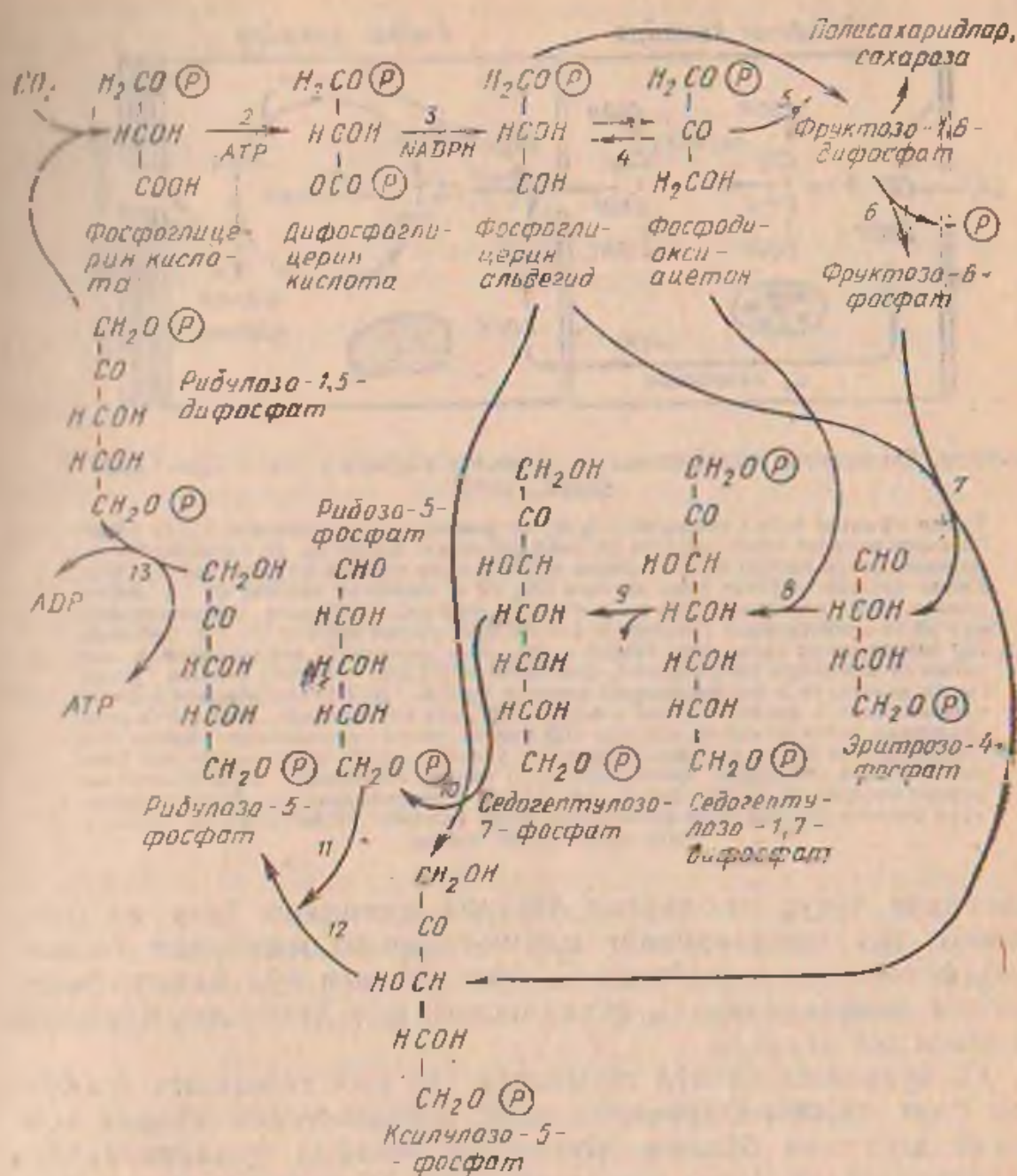
и) ксилулоза-5-фосфат фосфокетопентоза элимираза фермен-
ти, рибоза-5-фосфат эса фосфопентоза изомераза ферменти жа-
даллигида рибулоза-5-фосфатнинг ҳосил бўлишида қатнашади:



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



Рибулоза-1,5-фосфат ҳаводан қабул қилинган янги 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· H_2 сарфланади (49-расм).

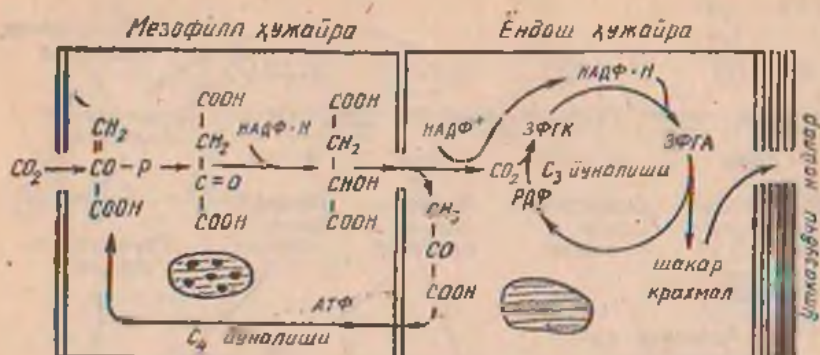


19- расм. Кальвин схемаси бўйича фотосинтезда углероднинг биохимиявий ўзгариши.

Маккажўхори ва баъзи троник ўсимликларда фотосинтезнинг ўзига хос йўналиши

Кўриб ўтилган М. Кальвин схемасига биноан, фотосинтезнинг биринчи маҳсулоти сифатида ўзида 3 атом углерод сақлаган фосфоглицерин кислота ҳосил бўлганлигини назарда тутиб, бу типдаги фотосинтез C_3 йўналишидаги йўл деб юритилди.

Рус олимлари И. А. Торчевский ва Ю. С. Карпилов (1960), фотосинтез жараёнида биринчи маҳсулот бўлиб, у ўзида 4 углерод сақлаган бирикма ҳосил бўлганлигини кузатганлар. Шу



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

Ташқи муҳитда қабул қилинган CO_2 (1) фосфоенолпирувуз кислотаси (2) га қўшилишидан оксалат сирка кислотаси (3) гача ўзгаради: НАДФ·Н. (4) таркибидан водородни қабул қилган оксалат сирка кислотаси олма кислотаси (5) гача қайтарилади. Эндощ ҳужайрага ўтган олма кислотаси CO_2 (6) ва пирувуз кислотаси (7) га парчланилади. Олма кислотаси (5) дан ажралган CO_2 (6) Кребс циклидаги рибүлозадифосфат (8) га қўшилишидан 2 молекула 3-фосфоглицерин кислотаси (9) га ўзгаради. Шу пайтда оксид ҳолатидаги НАДФ— (10) олма кислотаси (5) парчланишида ажратилган водородни қабул қилиб, қайтарилган НАДФ·Н₂ (11) ҳолатга ўтади. Оксид ҳолатдаги 3-фосфоглицерин кислотаси НАДФ·Н₂ (11) таркибидан водород қўшилишидан 3-фосфоглицерин альдегид (12) гача қайтарилади. Бир қанча реакциялардан кейин шаккар ва крахмал (13) молекулалари синтезланади. Ҳосил бўлган шаккар (13) эндощ ҳужайралар ёнидаги утказувчи найлар (14) воситасида ўсимлик тўласига тарқалади. Олма кислотаси (5) ни парчланишидан ҳосил бўлган пирувуз кислотаси (7) фосфор билан муносабатга киришишидан (15) фосфоенолпирувуз кислотаси (2) шиг янги молекуласи ҳосил қилиниб, қуриб ўтилган реакциялар таврларини тўради.

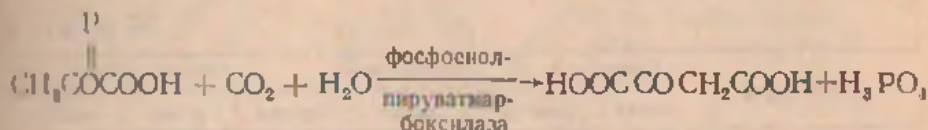
масалани чуқур текширган Австрия олимлари Хетч ва Слэк (1966), рус олимларининг илмий-тадқиқот ишларини тасдиқлаб, фотосинтез жараёнида C_4 йўналишдаги йўл мавжуд эканлигини аниқладилар. C_4 йўналишдаги йўл Хетч-Слэк-Карпилов схемаси деб аталади.

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 бўлишига қарамай, балки ҳар тарафлама тикланган органондир. Утказувчи 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, Корпилов (1970) кооперативга (ҳамкорликка) асосланган схема деб юритишни тавсия этади.

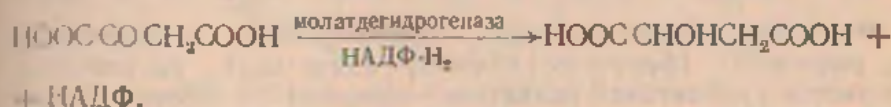
Хетч-Слэк-Карпилов схемаси асосида содир бўладиган карбонат ангидридни ўзлаштириш маккажўхори, шаккарқамиш ва бошқа тропик, субтропик ўсимликлар учун хос бўлиб, тубандаги реакциялардан таркиб топган (50- расм).

Биринчидан, ўсимликларга қабул қилинган CO_2 газни мезофил ҳужайраларида, ҳужайралардаги фосфоенолпируваткарбоксилаза ферменти активлигида фосфоенолпирувуз кислотаси

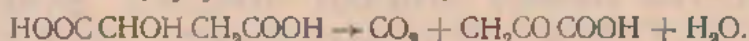
та қилинишидан, ўзида 4 углерод сақлаган оксалат-сирка кислотга ҳосил бўлади.



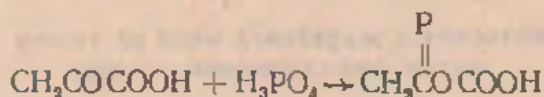
Шу вақтнинг ўзида оксалат-сирка кислота НАДФ-Н₂ таркибидagi водород ҳисобига олма кислотагача қайтарилади.



Кейинчалик олма кислота плазмодесмалар воситасида ўтказувчи найлар ёнидаги (ёндош) ҳужайралар ичига ўтиши билан CO₂ ва пирозум кислотга парчаланadi.

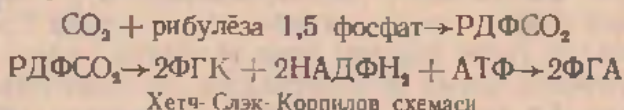


Ҳосил бўлган пирозум кислота фосфор кислота билан муносабатга киришидан фосфоснолпирозум кислотанинг янги молекуласи ҳосил бўлишини таъминлайди.



Бу бирикма мезофил ҳужайраларига ўтиб, CO₂ газини боғлаб олиб, юқорида кўрсатилган реакцияларда қатнашади.

Олма кислотадan ажралган CO₂ газини Қальвин циклига қўшилиб, моносакхарид ва полисахаридларни синтезлашда сарфланганлиги тубандаги тенглама ва схемада кузатилади:



Хетч-Слэк-Корпидов 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 CO₂ газини органик кислоталарга боғлаб олиш хусусиятига эга бўлганлигидан, уларда захира тўпланган CO₂ ҳисобига, барг оғизчаларининг ёпиқ бўлишига қарамай, углеводларнинг синтезланиши давом этади. Бу ўсимликларда ёруғликда нафас олиш содир бўлмаганлиги сабабли улар фотосинтезни C₃ 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 куп синтезланса,

қизил нур таъсирида углеводлар ва ёғлар ҳосил бўлганлиги жадвалда келтирилган:

23-жадвал

Ўсимлик турли	Углеводлар, мг		Оқсил, мг		Органик кислота, мг	
	қизил	завгори	қизил	завгори	қизил	завгори
Қунгабоқар	25,57	12,86	22,0	36,8	1,98	3,79
Маккажухори	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 булганлигидан 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.

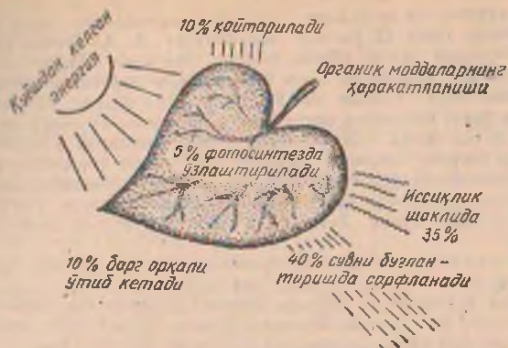
Фотосинтез жараёнига ички ва ташқи муҳит омилларининг таъсири

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

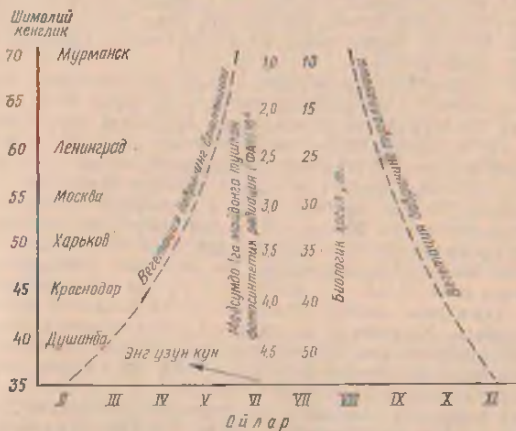
Куёшдан келган электромагнит нурларининг умумий қиммати $386 \cdot 10^{20}$ ваттга тенг. Электромагнит нур таркибидаги қисқа тўлқин узунлиқдаги ультрабинафша нурлар Ер атмосфераси томонидан (озон экрани) узун тўлқинли инфрақизил нурларнинг кўпчилик қисми атмосферадаги сув томчилари томонидан ютилади. 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 энергиянинг 4,5 млрд ккалга тенг деб олинса, шундан 2,2 млрд ии фотосинтетик актив радиация (ФАР) ташкил этади. Ўсимликлар фақат



51- расм. Баргга тушган қўш 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 ўсимлик навлари томонидан тулланадиган биологик ҳосилни кўрсатадиган А. Ничипорович схемаси.

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 ўстирилган 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.

Э с л а т м а: 1 га даги ўсимлик массасининг умумий куруқ 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 чўлларда, даштларда, қирларда ҳаёт кечиришга мослашган. Гелиофитларда фотосинтез жараёни тўлиқ ўтиши учун ёруғлик кучи тўла, 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 тўкади. Қуёш чиқиши билан янги барглар чиқариб, ҳаётини жараёнларини тиклаб ўса бошлайди. Бундай ҳодиса ўсимликларнинг ёруғсевар гуруҳига мансуб эканлигини кўрсатади.

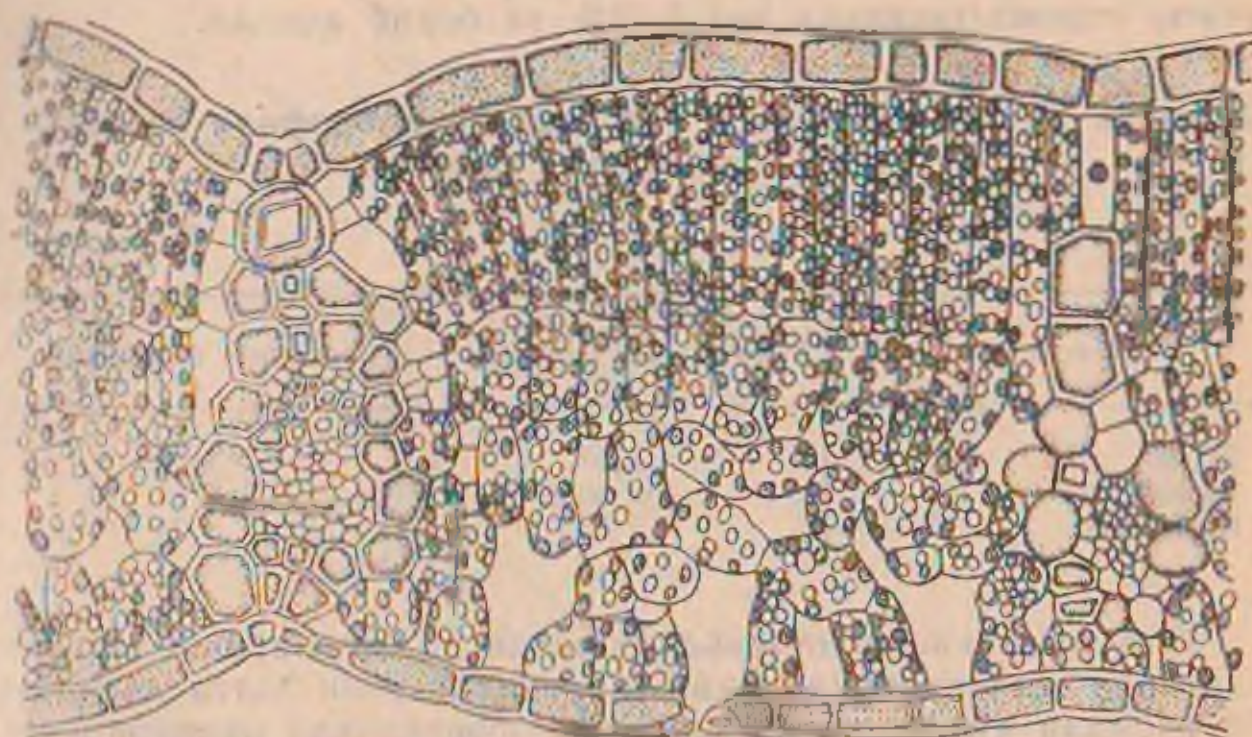
Гелиофит ўсимликлар баргларининг тузилиши билан ҳам ёруғликка мослашган бўлади. Уларнинг барглари сертомир, усти туклар билан зич қопланган бўлади. Барг оғизчалари кўп бўлиб, зич жойлашган. Устунсимон ва мезофилл ҳужайралари бир-бирига яқин бўлиб, зич жойлашган ва бир неча қаватдан иборат. Ҳужайрада 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 ўсаядиган ўтлар, буталар, папоротниклар ва мох каби ўсимликлар киради. Сциофитларга кислица обикновенная (*Oxalis acetosella*), майник (*Majanthemum bifolium*), хина (*impatiens noli tangere*), қарға 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 ҳул барг таркибидаги хлорофилл миқдори, г ҳисобида

24-жадвал

Иппа баргли ўсимликларда		Кеяг баргли ўсимликларда	
сояга бардошли	еруғсевар	сояга бардошли	еруғсевар
Тисс — 2,44	Тилоғоч — 1,18	Какао дарахти — 7,9	Семизак — 1,06
Арпа — 1,92	Қарагай — 1,13	Ляпа — 4,9	Кокос пальмаси — 1,14
Оқ қарагай — 1,75	Араукария — 0,97	Аспидистра — 4,0	Қумқиеқ — 1,95



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

1 — эпидермис; 2 — оғизчалар; 3 — устувсимон 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 баргининг 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 усган ўсимликка нисбатан ҳаддан ташқари чўзилиб ўсади. Бундай ўсимликнинг барглари ва механик тўқималари нормал ривожланмайди. Оқибатда шундай ўсимликлар тезда ерға 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-

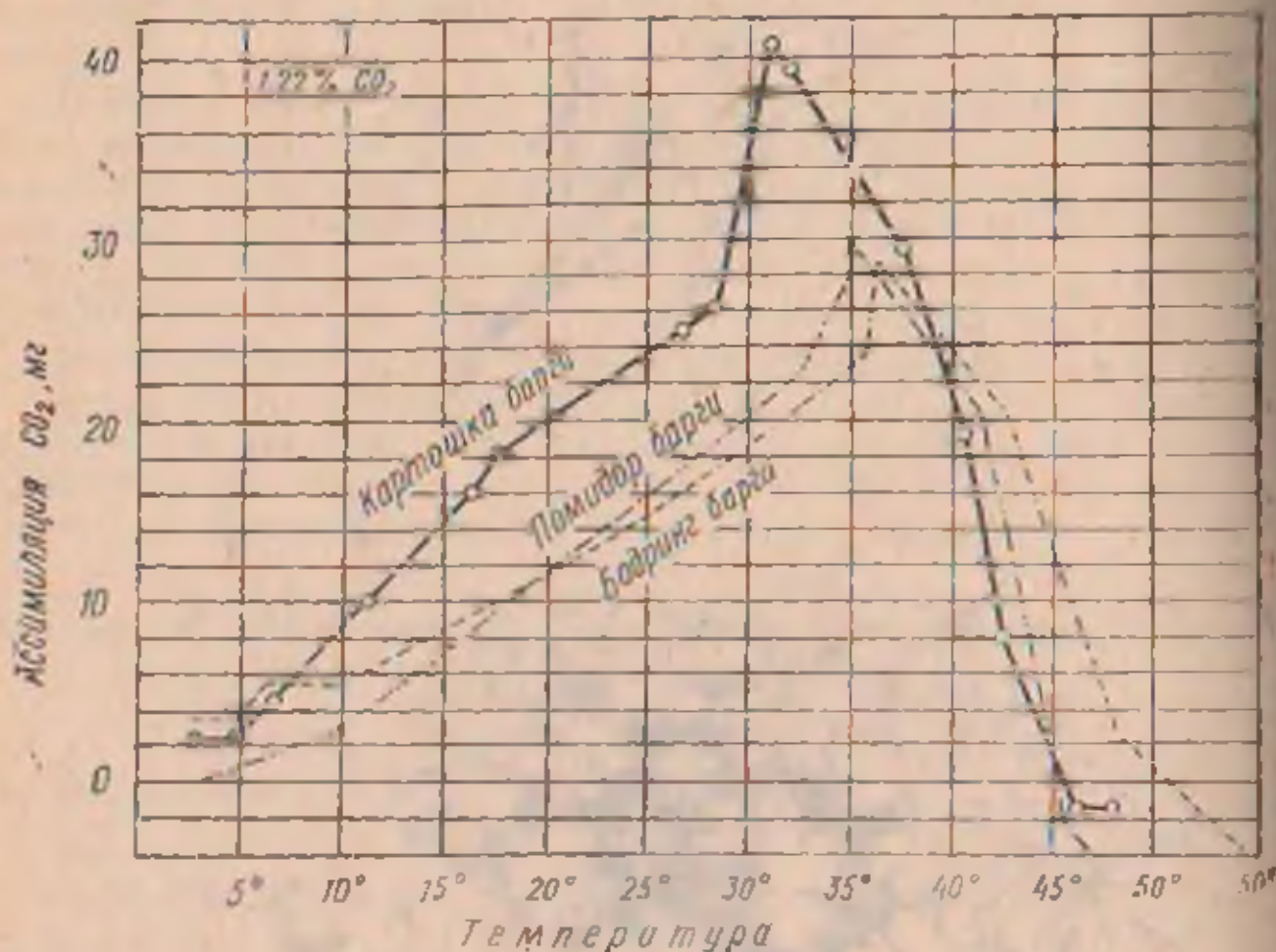


54- расм. Барглarning ёруғлиқка нисбатан мозаик жойлашиши:

а — ёронгул; б — тошёрар; в — қўшироқгул; г — 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, эгир 3,6% ини, сабзи 0,85% ини ўзлаштиради.

Академик А. С. Фоминци (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 култура-сини 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

ётиши учун оптимал температура $20-28^{\circ}\text{C}$ оралиғида бўлиши керак. Шимоллий денгизда ўсувчи кўнғир ва тўқ қизил сунутлар учун оптимал температура $7-8^{\circ}\text{C}$ ҳисобланади. Температура оптимал нуқтадан кўпаядиган бўлса, фотосинтез жараёни сустлашиб, ўрнига нафас олиш жараёни жадаллашади.

Фотосинтезнинг нафас олишга бўлган нисбатан компенсацион нуқта дейлиб, 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 сўрфланса, компенсацион нуқта бирдан кам бўлади. Бу ҳодиса уюқ давом этса, ўсимлик нобуд бўлади.

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

Фотосинтез жараёни учун температура коэффициенти $20-30^{\circ}\text{C}$ оралиғида мусбат бўлади. Температура кўтарилиб нафас олиш жадаллашганда температура коэффициенти кескин камайиб, манфий сонга айланади. Бу, фотосинтез маҳсулотининг камайишига олиб келади. Хулоса қилиб айтганда, $30-45^{\circ}\text{C}$ га чил фотосинтез жадаллиги Вант Гофф қондасига бўйсунди.

Ҳаво таркибида CO_2 миқдори $0,02-0,03\%$ ни ташкил этади. Бу, ўсимликлар учун оптимал миқдор ҳисобланади (56-расм). Агар CO_2 миқдори $0,04-0,05\%$ бўлса, кўпчилик ўсимликларда фотосинтез жараёни жадаллашади. 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. CO_2 нинг барг тўқимасига ўтиш йўли:

а — оқ стрелкалар газ ҳолатидаги CO_2 ни;
б — қора стрелкалар сувада эриган CO_2 ни кўрсатади.

карбонат ангидрид ҳам шунча кўп ажратилади. Масалан, чириндиси кам бўлган 1 га майдондаги тупроқдан бир соатда 2 кг CO_2 ажралса, чириндига бой тупроқдан ажралган карбонат ангидрид миқдори 10—25 кг га етади.

Ўсимлик қолдиқларининг парчаланиши натижасида ажралган CO_2 миқдори
(Н. И. Базилевич ва Л. Е. Родин, 1971).
Тахминий ўртача далиллар

26-жадвал

Эколарин тупроқ турлари	1 соатда 1 га ердан ажралган CO_2	1 кеча-кундузда 1 га ердан ажралган CO_2 , кг	Яил 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
Чул	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 старли таъминланган бўлиши зарур. Мезофилл ҳужайраларда сув етишмай қолса, гидролиз жараёни кучаяди. Натижада органик моддалар кам тўпланади.

27-жадвал

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

Барг тўқимасининг сувга тўйинган ёки тўйинмаган бўлиши ҳам ўсимлиكنи CO_2 билан таъминланишини ва шу билан бирга фотосинтез жадаллигини белгилайди. Жумладан, барг тўқима-

он ҳалдан ташқари сувга тўйинса, барг оғизчалари гидропассив реакцияга биноан ёпилади. Транспирация кўпайганда эса барг оғизчалари гидроактив реакцияга мувофиқ ёпилади. Кўрсатиб ўтилган мисоллар CO_2 нинг ҳужайрага ўтишига тўсқинлик қилганидан фотосинтез сустлашиб, тўхтаб қолиши ҳам мумкин.

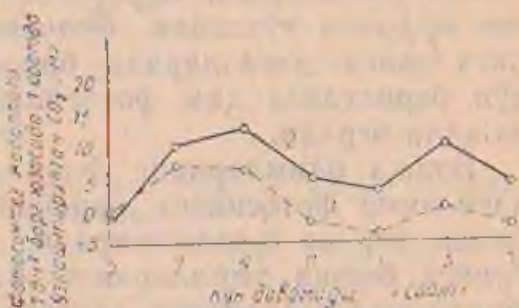
Фотосинтез жадаллигига таъсир этадиган ички омилларнинг бири — баргнинг ёши, сўнгра барг оғизчаларининг ёшиқ ёки ёпиқ бўлиши, хлорофилл миқдори ва ассимилятларнинг ҳаракатланиб ва ўзгариб туриши ҳам муҳим ўринни эгаллайди.

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 давриларигача ортиб борса, гуллашдан кейин сустлашади.

Фотосинтез ва моддалар алмашининг 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. Натижадан 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 озиқ моддалар баргдан келиб тўпланганлиги туфайли мева тўқималарида фотосинтез жадаллиги жуда паст даражада бўлган (57-расм). Озиқ моддаларнинг меваларга етиб келиши (мева банд бўлини ҳалқа шаклида кесиб) тўхтатиб қўйилганда, уларда фотосинтез жадаллиги барглардагига нисбатан кучайиб кетган.

Баргдаги хлорофилл миқдорининг ортиши билан фотосинтез жадаллиги кучайганлиги кузатилади. Бироқ, ўзлаштирилган 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 бўсти унинг юқоригидан ва барг банди остидан ҳалқа қилиб кесиб олинганда; 2 — ҳалқа қилиб кесилмаган новдада қолдирилган баргданги фотосинтез жадаллиги (А.Л. Курсанов).

Бошқача айтганда, хлорофилл миқдори кўп бўлган ўсимлик баргларида CO_2 камроқ ўзлаштирилса, хлорофилл миқдори кам бўлганларида CO_2 кўпроқ ўзлаштирилади. Яъни:

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

Буларни қуйида келтирилган жадвал далилларида ҳам кўриш мумкин.

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

28-жадвал

Ўсимлик nomi	Баргининг ёши	Хўл масса ҳисобига хлорофилл миқдори	100 г хлорофилл ҳисобига ўзлаштирилган CO_2 , мг	Ассимиляцион 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 тўхтайди. Фотосинтезни «чегараловчи омил» ўрнига қолган омиллардан бирортаси (CO_2 , ёруғлик ёки сув), кўп берилганда ҳам фотосинтез жадаллиги сустлашганлигича қола беради.

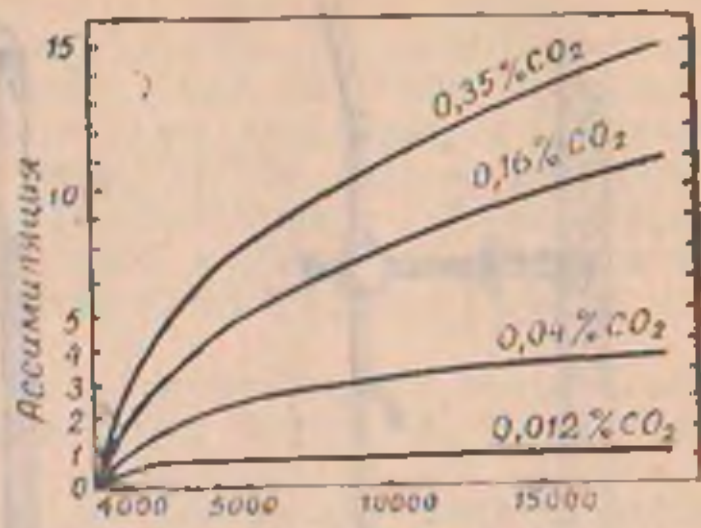
Бошқа омилларнинг фикрларига асосан, минимум ҳолатдаги омил фотосинтез жараёнини бутунлай бўғиб қўймасдан, балки бир оз сустлаштиради. Агар минимум ҳолатдаги омил ўрнига бошқа омилларнинг таъсири кучайтирилса, у ҳолда фотосинтез жадаллиги активлашади. Масалан, ёруғлик омили билан CO_2 миқдори ўртасидаги муносабатни олиб кўрайлик (58-расм).

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

Куриб ўтилган минимум ҳолатдаги омил бу жараённи сиқиб қўймаганлигини тасдиқлаяпти. Ўсимлиكنинг яшаш ша-



58-расм. Қарағай борғидаги фотосинтез жараёнига таъсир этувчи CO_2 миқдори



59-расм. Карбонат ангидрид миқдори билан ёруғлик кучи нисбатига кўра фотосинтез жараёнига таъсир этувчи

58-расм. Қарағай борғидаги фотосинтез жараёнига таъсир этувчи CO_2 миқдори

раёнига қараб Шимолий вилоятларда температура, дашт ва чўлларда сув, ўрмон зоналарида ёки энч жойлашган экин-ларда ёруғлик минимум даражада бўлса ҳам фотосинтез жа-раёни давом этади.

Немис агрономи Вольнинг тажриба далиллариға кўра, бир омилиға кучайтириш билан, чегараловчи омиғ таъсирини қан-дайдир даражада камайтириб, фотосинтез жадаллиғини ку-чайтириш мумкинлиғи жадвалда келтирилган.

29-жадвал

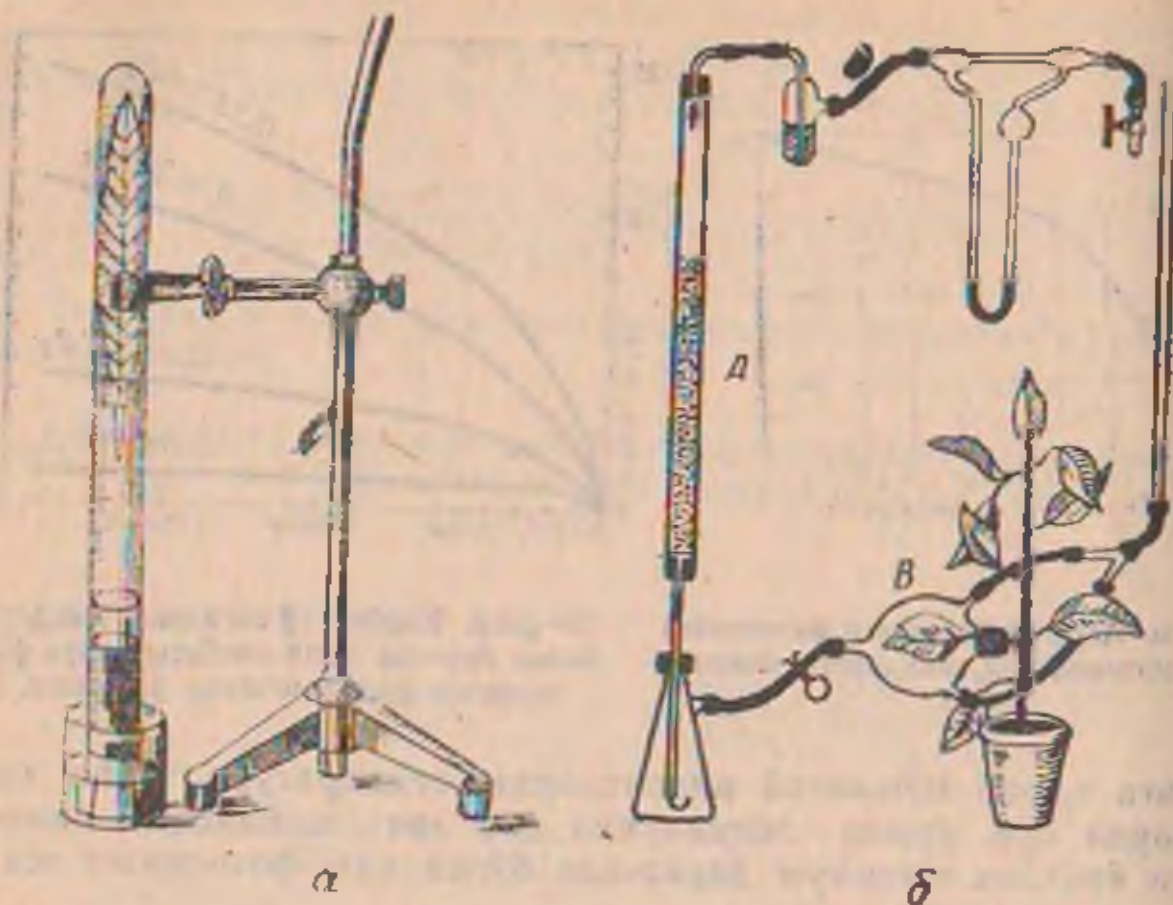
Ёруғлик вури-ниги ҳуввати	Ўзгартланмаган тупроқда, намлик даражаси, % ҳисобиди			Ўзгартланган тупроқда, намлик даражаси, 60%
	20	40	60	
Кем	100	218	236	257
Уртача	108	291	311	397
Кучли	125	319	458	663

Эслатма: жадвалда жавдорда тўпланган яшил массани назорат тарҳаси-да, фоиз ҳисобида олинган.

Фотосинтез жараёнини текшириш усуллари

Фотосинтезнинг қанчалик жадал борганлиғини аниқлашда ёки бу жараёнда бўшаб чиққан кислород миқдори ёки органик моддаларни ҳосил қилишда ўзлаштирилган карбонат ангидрид-нинг миқдори ҳисобга олинади.

Бундан ташқари, фотосинтезда ўзлаштирилган карбонат ангидрид ҳисобига синтезланган органик модда миқдорини аниқлаш йўли билан ҳам фотосинтез жадаллиғи қандай дара-жада ўтганлиғи аниқланади.



60- расм. Фотосинтез жадаллигини аниқлашда ишлатиладиган асбоблар:

а — эвдиометр; б — 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, а). Бу усулни К. А. Тимирязев кенг қўллаган.

Фотосинтез жараёнида ўзлаштирилган CO_2 миқдори ҳавони сўриш усули билан аниқланади (60- расм, б).

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

Ҳосил бўлган қуруқ моддани аниқлашда тубанда келтирилган формуладан фойдаланилади:

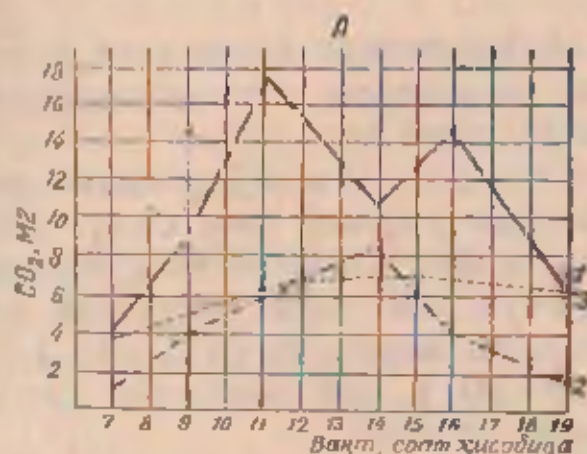
$$M = \frac{m_1 - m_0}{1/2 (P + P_1)} \cdot T = (\text{г/м}^2 \text{ кеча-кундуз});$$

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. Шуни назарда тутиб, кўп ерларда ўсимликларни сўнгги ёруғликда парвариш қилиб, улардан мўл ва сифатли ҳосил олимоқда. Бу усул ёруғлик культураси деб аталади.

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

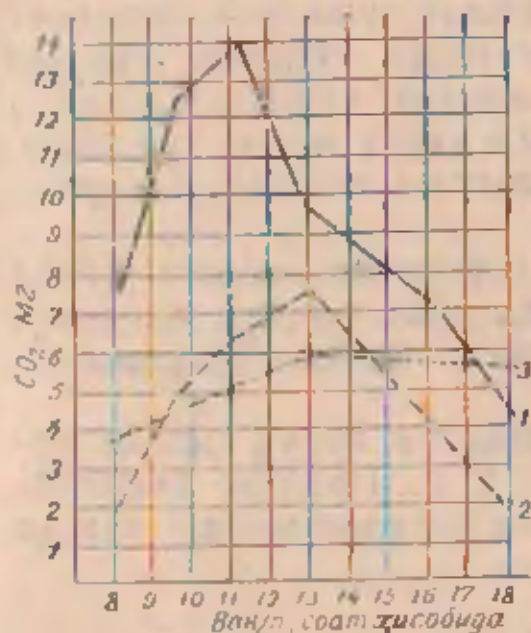
Несиж иқлимли шароитда фотосинтез кун чиқиши билан бошланиб, соат 9—11 ларда максимум нуқтага етади, сўнг секинлашади, қуёш ботишидан олдин яна кучаяди. Ғузада фотосинтез жадаллигининг кун давомида ва ривожланиш фаазларида ўзгаришини жадал маълумотларидан ва графиклардан кўриш мумкин (61-расм, А, Б, В), (Ю. С. Носиров, 1966).



61-расм. Ғузанинг кун давомидаги ва айрим ривожланиш фаазларидаги фотосинтез жадаллиги:

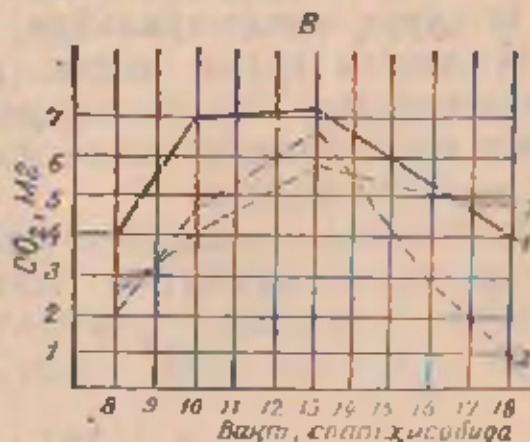
А — гуллаш фаазсида: Б — кўсак туғиш фаазсида: В — кўсак етилиш олдида:

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



Б

В



Ойлар	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Температура	24 — 29	29 — 33	29 — 32	30	28 — 29
Фотосинтез жадаллиги, мг CO_2 , дм ² 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 йўллариини топиш керак. Бунинг учун
экин қаторлари шимолдан жанубга қараб йўналган бўлиши
ёки квадрат усулда экилиши керак.

Карбонат ангидрид миқдорини кўпайтириш фотосинтез жа-
даллигини ва экинларнинг ҳосилдорлигини оширишда катта
аҳамиятга эга. Бунинг учун экин майдонларига минерал ва
маҳаллий ўғитлар солиш зарур.

Кўрсатилган агротехника тадбирларининг йиғиндиси ўсим-
ликнинг нормал ривожланишини таъминлаб, ассимиляциялов-
чи органлар сатҳининг кўпайишига олиб келади.

А. А. Ничипорович маълумотларига кўра, буғдойдан нор-
мал ҳосил олиш учун 1 га майдондаги умумий барг сатҳи 20—
30 000 м² га, бошқа экинларииники эса 30—40 000 м² га тўғри ке-
лиши керак. Юқори ҳосил олиш учун 1 м² барг сатҳи кун да-
вомида 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 ўсим-
ликларга нисбатан қуёш нуридан тўлароқ фойдаланиш қоби-
лиятига эга. Жумладан, хлорелла қуёшдан тушган энергиянинг
24% ини фотосинтез учун фойдаланганлиги туфайли, тўплан-
ган органик модда миқдори анча сезиларли бўлади. Хлорелла
кун бўйи 1 м² 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
хайвон ва паррандаларни озиқлантиришда қишлоқ хўжалигида
кенг қўлланилмоқда.

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

$$M = AST - BS, T_1, \text{ бунда:}$$

M — ўсимликларда тўпланган қуруқ модда миқдори; A — фотосинтез жадаллиги; S — барглار 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 мумкин.

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

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

C — 1 кеча-кундузда тўпланган биологик ҳосил; Φ_{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 ўсимликдан тўкилган барг, гул (10% чамасида), учинчиси илдизлари томонидан қабул қилинган моддалар (5—6%) ва тўртинчиси ўсимлик тўқималаридан оқиб чиқан эрувчи моддалар ҳисобига ажратилса, $K_{эф}$ 0,64 га тенг бўлмасдан, тахминан унинг қиймати 0,5 гача камаяди.

Кўриб ўтилганларни ҳисобга олганда, хўжалик учун тўпланган қуруқ модда миқдори ўсимлик 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 ўсимликлар 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:

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

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

IV б о б. ЎСИМЛИКЛАРНИНГ ТУПРОҚДАН ОЗИҚЛАНИШИ

(минерал элементларнинг ўзлаштирилиши)

Ўсимликлар учун минерал элементларнинг аҳамияти

Ўсимликлардан сифатли ва мўл ҳосил олиш учун уларга маҳаллий ва минерал (элементларни) ўғитларни ўз вақтида солиб туриш муҳим агротехник тадбирлардан бири ҳисобланади.

Ўсимликларни озиқлантириш қадим замонлардан қўлланиб келинган. Масалан, Американинг маҳаллий аҳолиси — аборигенлар маккажўхори донларини балиқ қолдиқлари билан қўшиб экканлар. Ўша 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 вулканидан чиққан кулни, тупроқ муҳитини нейтраллаш мақсадида тупроқнинг турига қараб оҳак, гипс ва бошқа моддаларни ишлатганлар.

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

Б. Палиси (1563) ўсимликларга ўсимлик кули таркибидаги моддаларни қайтадан етказиб бериш зарурлигини айтади. Ўсимликлар минерал элементлар билан таъминланганда, уларнинг нормал ривожланишини Т. Соссюр ўз тажрибаларида кузатган. Ўсимликларни 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 фикрга 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. Ўсимликлар учун ҳаво таркибидаги азотли мод-



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

1 — нитрогенсиз; 2 — фосфорсиз; 3 — калийсиз; 4 — кальцийсиз; 5 — магнийсиз; 7 — борсиз; 8 — ол. оқ. сульфурсиз; 9 — марганецсиз; 10 — темирсиз; 6 — зарур элементлар билан тўла таъминланганда.

далирдан 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 инсбатда минерал элементлари бўлган эритмада парвариш қилдилар. Тажрибага кўра, ўсимликларнинг нормал ўсиши ва ривожланишини таъминлаш учун K, Ca, 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% и органоген деб аталган С, О, Н ва N элементларига, қолган 20—5% и кулга тўғри келади.

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

Битта ўсимлиkning ўзида ҳам, унинг турли органларида ҳам кул миқдори ҳар хил бўлишини тубандаги жадвалдан куриш мумкин.

Куруқ модда таркибидаги кул элементлари

30-жадвал

Ўт ўсимликлар		Дарахтлар	
органлари	кул. %	органлари	кул. %
Уруғи	3	Ёнқаланган қисми	1
Пояси	4	Пояси	3
Илдизи	5	Пўстағи	7
Барглари	15	Барглари	11

Кул таркибида табиатда учрайдиган элементларнинг барчаси бўлиши мумкин. Масалан, ғўза 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, гунафин, оққалдирмоқ ўсимликларни рух элементини тўплаш хусусиятига эга эканлиги аниқланган.

Бунда таркибида учрайдиган элементларнинг ҳаммаси ҳам ўсимликлар учун зарур эмас. Олтин, селен, литий каби элементлар пассив равишда қабул қилиниб тўпланиши мумкин. Магний, миккажўхори, қирқбугин ўсимликлари олтин, оқ қанни кумуш, галладошлар строций, қўзиқорин селен, даур-дан листовенница литий, гуинафша ва оққалдирмоқ рух элементини тўплаш хусусиятига эга.

Ўсимликлар учун зарур бўлган элементларни аниқлашда, тўқ, қум ва тупроқ культураси ишлатилади.

Макро- ва микроэлементлар. Уларнинг аҳамияти

Ўсимликлар илдизлари орқали қабул қилинган элементлар фақат пассив тўпланиб қолмай, балки ҳар қайси ўсимликка ўзига хос таъсир этиб, умумий моддалар алмашинуви жараёналарини тубдан ўзгартириши мумкин. Тирик мавжудотларнинг ҳаёт жараёни давомида ҳар қайси элемент ўзига хос функцияни бажаради.

Ўсимликларнинг нормал ўсиши ва ривожланиши учун қуйида таърифланадиган бир нечта макро- ва микроэлементлар бўлиши зарур. Шу элементларнинг бирортаси етишмаса, ўсимликлар нормал ривожланмайди.

Ўсимликлар ва бошқа тирик мавжудотлар туқималарида учрайдиган элементларнинг кўп-озлигига қараб А. П. Виноградов (1932) уларни учта гуруҳга бўлганлиги тубандаги жадвалда фоз ҳисобида келтирилган.

32-жадвал

Гуруҳлар	Миқдори	Элементлар
Макроэлементлар	10^1 $10^0—10^{-1}$ $10^{-1}—10^0$ $10^{-2}—10^{-1}$	O, H C, N, Ca S, P, K, Si Mg, Fe, Na, Cl, Al
Микроэлементлар	$10^{-3}—10^{-2}$ $10^{-4}—10^{-3}$ $10^{-6}—10^{-4}$	Zn, Br, Mn, Cu, Mo I, As, B, Fe, Rh, Ti Cr, Ni, Si, Ag, Co, Ba, Th
Ультраэлементлар	$10^{-8}—10^{-5}$ $10^{-11}—10^{-8}$ $10^{-12}—10^{-11}$	Au, Rb Hg Ra, Em

Макроэлементлар. Фосфор (P) жадал оксидланувчи бўлганлиги туфайли табиатда эркин ҳолда учрамайди. Табиий фосфоритлар таркибидаги фосфор миқдори 5—35% гача етади. Фосфоритлар Қозғистон, Санкт-Петербург, Москва ва Калуга вилоятларида, Американинг Флорида штатида, Жазоир, Тунисда ва бошқа мамлакатларда кўп тарқалган.

Фторапатит $2 \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, хлорапатит $2 \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ деб аталадиган фосфоритлар фосфорли ўғит ишлаб чиқаришда асосий хомашё ҳисобланади. Илдизидан органик кислота ажратувчи ўсимликлар (гречиха, люпин) фосфорит таркибидаги фосфорни ўзлаштирганлиги Д. И. Прянишников ва П. С. Косович тажрибаларида тасдиқланган. Е. И. Ратнер ва О. Я. Сомойлова (1958), Менгдел ва Вейсфольг (1953) тажрибаларидан маълум бўлишича, глицерофосфат ва глюкозафосфат каби органик бирикмалар ўсимликлар илдизидан ажралиб чиқади-ган фосфатаза ферменти таъсирида парчаланади. Бунда ажралган фосфорни ўсимликлар яхши ўзлаштиради.

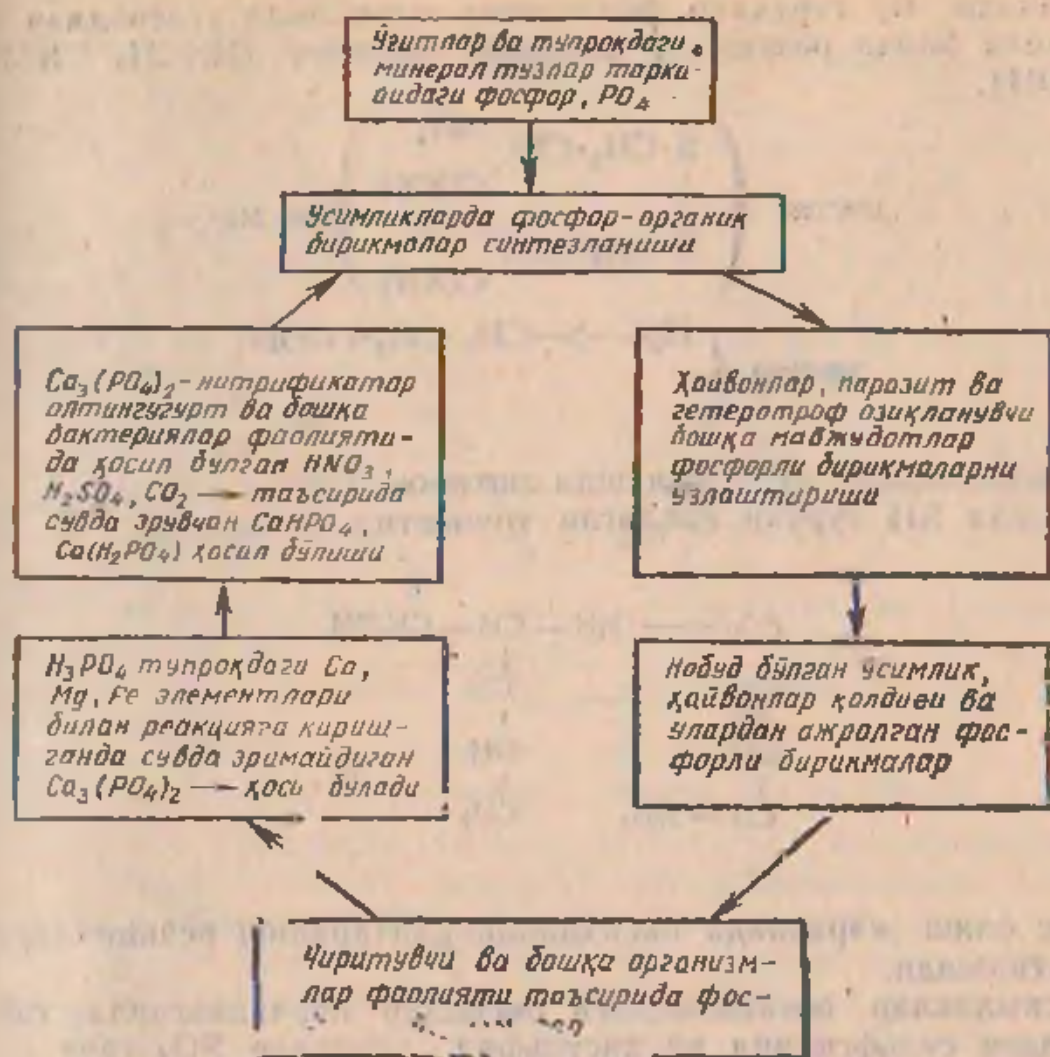
Ортофосфат кислота (H_3PO_4)нинг ўсимликлар қабул қилган қолдиғи — PO_4 аниони ўз шаклини ўзгартирмай, фосфорли органик ва анорганик бирикмалар ҳосил бўлишида иштирок этади. Органик моддага фосфат кислота қолдиғи қўшилиши фосфорланиш деб аталади. Фосфорланган органик бирикма ўзидаги фосфат кислота қолдиғини фосфор сақламаган органик бирикмага ўтказганда, яъни фосфор-органик бирикма ҳосил бўлади. Фосфор-органик бирикмаларнинг узлуксиз равишда янгидан ҳосил бўлиб туриши моддалар алмашинуви жараёнларининг актив давом этишини таъминлайди.

Айрим фосфор-органик бирикмаларга бир ёки икки молекула фосфат кислота қолдиғи қўшилишидан макроэргик ($\sim$) боғли бирикмалар ҳосил бўлади. Масалан, аденозиндифосфат (АДФ) молекуласи иккита, аденозинтрифосфат (АТФ) молекуласи учта фосфат кислота қолдиғи қўшилишидан ҳосил бўлган. АДФ да битта, АТФ да иккита макроэргик боғ бўлади. АДФ ва АТФ молекулалари моддалар алмашинуви жараёнида муҳим ўрин эгаллайди, яъни энергияни тўплаш ва бўшатиш функциясини бажаради.

Тирик организмларда PO_4 аниони, адеинин асоси билангина боғланмасдан, цитозин (Ц), тимин (Т), гуанин (Г) ва урацил (У) асослари билан бирикканлигидан, бу асослар ҳам энергияга бой ди- ва трифосфат формаларида синтезланади. Шулардан ГТФ энергияси оқсилларни, ЦТФ энергияси ёғсимон липидларни ва УТФ углеводларнинг синтезланишида сарфланади. Юқорида кўрсатиб ўтилган энергияга бой бирикмалар АТФ энергияси ҳисобига синтезланади.

Булардан ташқари, фосфор elementi нафас олиш ва фотосинтез жараёнларида оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини жадаллаштирадиган ферментлар ($\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$ ва ДНК, РНК каби нуклеин кислоталар таркибида бўлиши унақадар муҳим физиологик аҳамиятга эга эканлигини кўрсатади. Цитоплазма таркибидаги лецитин мураккаб оқсиллар гуруҳига кириб, у таркибида фосфор элементини сақлаган муҳим бирикмадир.

Органик бирикмалар фосфат кислота қолдиғи билан қўшилгандагина актив ҳолатга ўтиб, биохимиявий реакцияларни иштирок этади (63- расм).



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

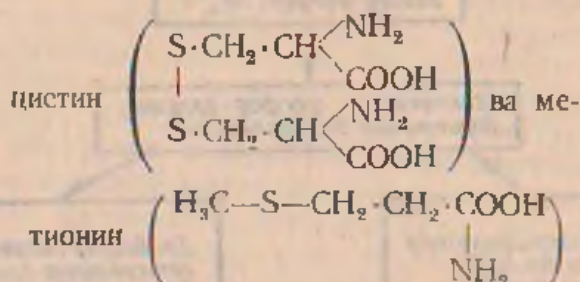
Фосфат кислота тузлари (Na_2HPO_4 , K_2HPO_4 , KH_2PO_4 ва бошқалар) ҳужайра шираси таркибидagi водород ионлари концентрациясини тартибга солишда буферлик ваъзифасини бажаради. Фосфорнинг Са ва Mg ли тузлари 6 атомли спирт-инозит билан бирикиб, фитин номи фосфор-органик бирикмага айланади. Бу бирикма захира модда сифатида зигир, соя, кунгабоқар ва ғўза каби ўсимликлар уруғида тўпланади. Фитин одам ва ҳайвонлар учун асосий фосфор манбаи ҳисобланади.

Фосфор етишмаса, маккажўхори барглари четида қора-қизил, тамаки барглари юзасида қўнғир доғлар ҳосил бўлади. Ўсимликларнинг пояси ва барглари ўсишдан тўхтайдди, уруғи тўла етилмай қолади.

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

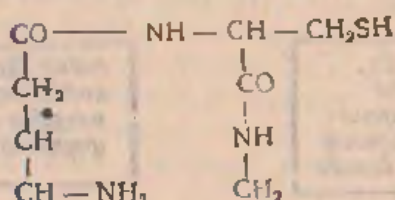
Ўсимликлар SO_4 аниони шаклида қабул қилган олтингугурт барглари ҳужайрасида мураккаб ўзгаришларга учраб, сульфгидрил (SH) ва дисульфид (S—S) гуруҳларгача қай-

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



молекулаларини ҳосил қилишда иштирок этади.

Унда SH гуруҳи сақлаган трипептид-глутатион



нафас олиш жараёнида оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида катнашади.

Ўсимликлар организмидаги оқсиллар парчаланганда таркибидаги сульфгидрил ва дисульфид гуруҳлар SO_4 гача оксидланади. Ҳосил бўлган SO_4 аниони флоэма найлари бўйлаб ҳаракатланиб, қайтадан янги аминокислота ва кейинчалик оқсилнинг синтезланишида иштирок этади.

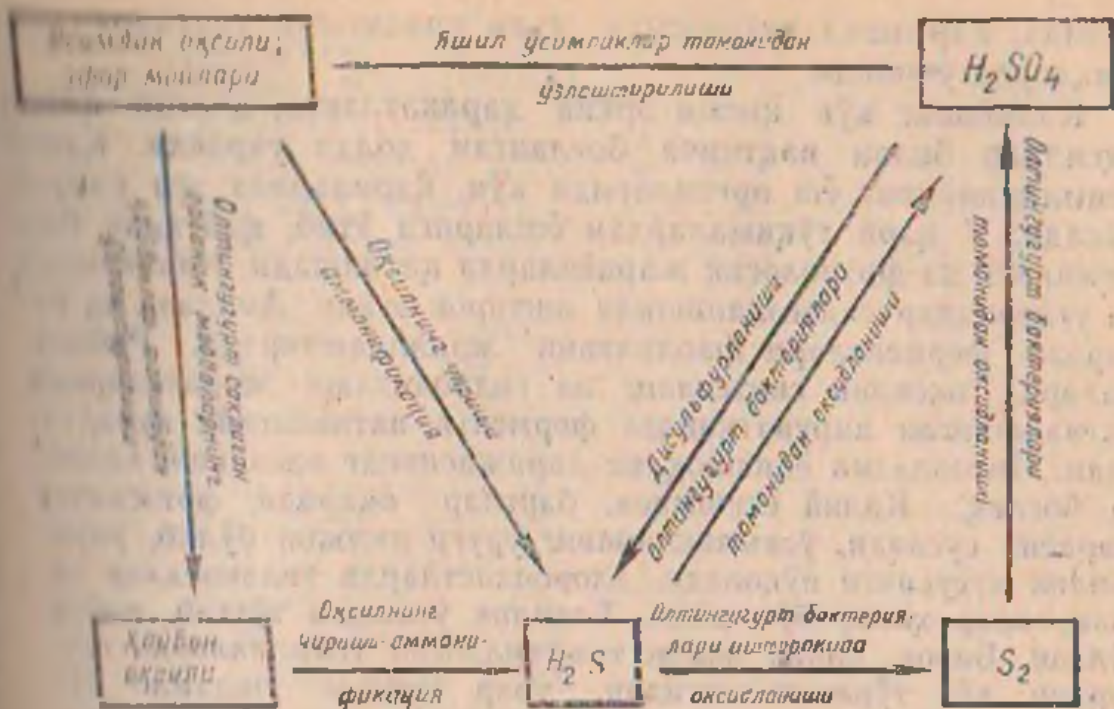
Ўсимликлар ҳужайрасидаги SO_4 аниони гипс (CaSO_4) друзлари ҳосил бўлишида иштирок этади. Органик моддалар таркибида олтингугурт элементи анион (SO_4) шаклидагига нисбатан кўп бўлиши қуйидаги жадвалдан кўриниб турибди (Петерсон маълумоти).

33-жадвал

Ўсимликлар	1 кг куруқ модда таркибидаги олтингугурт	
	жами	сульфатлар таркибида
Қарам	8,18	1,95
Беда (пичани)	3,61	1,79
Рапс	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 (H_2S)



64-расм. Олтингувуртнинг табиатда айланиш схемаси.

Филлиади. Тупроқда яшовчи олтингувурт бактериялари уни сульфат кислотасига оксидлаб, зарарсизлантиради. Сульфат кислота тупроқдаги катионларни бириктириб олиб, сульфат тузларига ўзгаради. Сульфат кислота қолдигини ўсимликлар қайтадан ўзлаштириб, оқсил ҳосил бўлишида иштирок этади. Табиатда олтингувуртнинг айланиши схема шаклида кўрсатилган (64-расм).

Олтингувурт оқсил молекулаларидан ташқари, хантал, саримсоқ, пийёз мойлари ва В₁ 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 лавлаги ва гречиха каби ўсимликлар хлор бўлган ерларда яхшироқ ривожланади.

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

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

Галла 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, KHCO₃ ва K₂HPO₄ тузлари шаклида ўсимликлар тўқимасида сақланади. Калий қанд лавлагининг ил-

дизида, 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 сахароза 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, унвчашлик хусусияти йўқолади, хлоропластларда тилакоидлар ва гранулалар ҳосил бўлмайди. Ўсимлик ўсишдан тўхтаб, побуд бўлади. Бироқ, калий билан таъминланган ўсимликларда шакрлар кўп тўпланганлигидан, улар совуққа чидамли бўлади.

К а л ь ц и й (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.

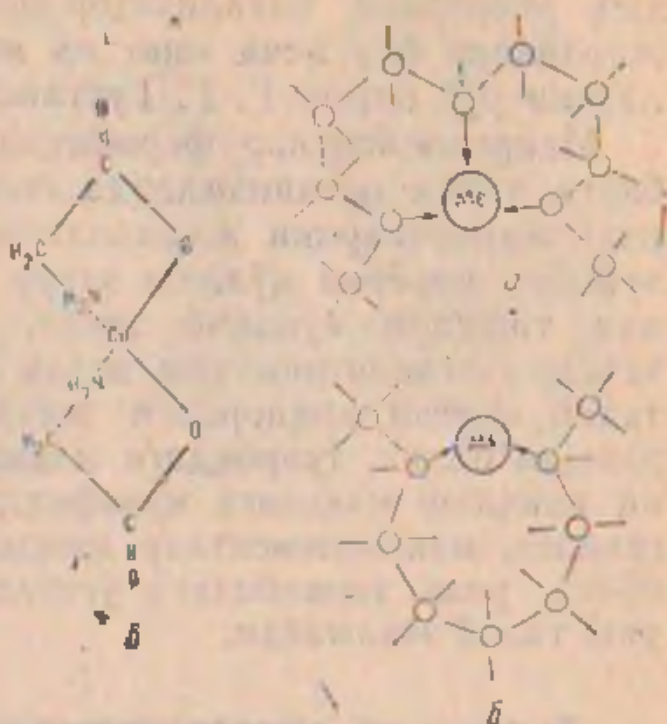
Кальций етишмаса, ўсимликларнинг илдизлари заиф ривожланади, баргларда жигар ранг доғлар пайдо бўлади, углеводлардан ўсимлик тўла фойдалана олмайди, заҳира оқсиллар ўз вақтида парчаланмайди.

Таркибида кальций бўлмаган тупроқларда K, Na, Mg таъсирида ўсимликлар ривожланишдан тўхтайди. Ёш 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. NH_4 , Fe ва Al катионлари учун Ca антогонист элемент ҳисобланади. Антогонистик муносабатни ҳисобга олганда, ўсимликларга ўғит сифатида аммоний нитрат (NH_4NO_3) солинганда Ca ни ҳам етказиб бериш зарур.

М а г н и й (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 тўхтайди. Н. С. Сисакян маълумотларига кўра, магний оқсил молекулаларининг синтезланишида

аминокислоталарнинг бир-бирига боғлиқлигини жадаллаштиради. Агар магний етишмасе, минер ва углеводлар ал-ламинини жараёни бузилиб, баридирда окиси доғлар пайдо бўлади.

Темир (Fe) хлорофилл молекуласи таркибига кирма-гани, унинг ҳосил бўлишида катализаторлик вазифасини бажаради. Бу элемент оксид-ланиш қайтарилиш реакция-ларида иштирок этадиган ка-тализи, пероксидаза, цито-хромоксидаза ферментлари таркибига киради. Агар темир етишмаса, ўсимликларнинг барги сарғайиб, хлороз ка-саллигига учрайди. Айни вақтда хлорозга қарши кура-шишда темир қўшилган орга-ник моддалар — хелатлар иш-латилади.



65- расм. Хелатларнинг схематик тузи-лиши:

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

Нуклеин, органик (амино) кислоталарга, витамин, антибио-тик ва ауксин каби органик моддаларга микро ва ультрамик-роэлементлар қўшилишидан ҳосил бўлган мураккаб комплекс бирикмаларга хелатлар дейилади. Органик моддаларга қўшилган металллар хелатлар молекуласини циклик тузили-шини таъминлайди (65- расм).

Хлорофилл, ферментлар ва бошқа турли ўзида металл сақ-ланган органик моддалар хелатлар хусусиятига эга. Хелатлар ўсимлик тўқимасида металлларнинг ҳаракатланишини таъмин-лаш билан бирга, бир актив оқсил бирикмасидан иккинчи актив оқсил бирикмасига электронларни етказиб бериш функ-циясини бажаради. Умуман айтганда, хелатлар моддалар ал-ламинини жараёнида актив қатнашади.

Шафтоли, олча ва олма каби ўсимликларда темир элемен-ти етишмай қолса, касалланади. Бу ҳодиса, асосан, кальций кўп ва рН даражаси ишқорий хусусиятга эга бўлган тупроқ-ларда кузатилади. Шундай шароитда ўсадиган ўсимликлар-нинг 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 таъ-минлайди. Бундай элементлар микроэлементлар деб ата-лади. Микроэлементларнинг айримлари ферментларга қўши-

либ, анорганик катализаторларга нисбатан модда алмашиш жараёнини 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 жадаллаштирар экан. Бироқ уларни маълум бир меъёردа 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, тупроқдаги мавжуд микроэлементлар миқдорини аниқлаш мақсадга мувофиқдир. Агар жадвалда кўрсатилганидек, микроэлементлар миқдори ўртача ёки кўп миқдорда бўлса, улар таркибидаги ўғитларни қўшимча тариқасида бериш талаб этилмайди.

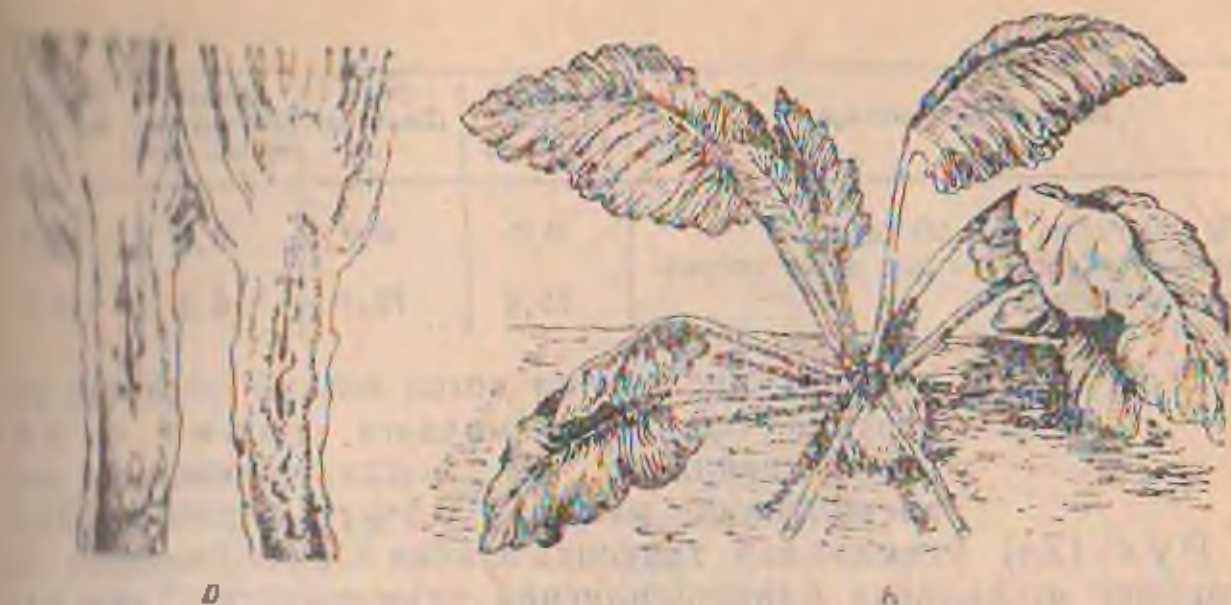
Тупроқдаги микроэлементларнинг миқдорига биноан уларнинг қиммати баҳолаш (Г. Я. Ренькис маълумоти)

34-жадвал

Тупроқ қиммати	1 кг тупроқдаги микроэлементлар миқдори, мг					
	В (сулга чиқарилган эритмада)	Сu 1 н HCl	Mn 0,1 н H ₂ SO ₄	Mo оксалат эритмасида	Zn 1 н KCl	Co 1 н HNO ₃
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 ўрта 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 ўрнатиришида 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 барглардаги шакарларнинг шоналарга-



66- расм. Бор элементининг физиологик аҳамияти:

А — бор етишмаслигидан рангли карам пояси марказий қисмининг бузилиши; Б — лавлагада илдиэ чириш ҳасаллиги туфайл баргларининг қорайиб қолиши.

чи етиб боришида иштирок этганлигидан гўза, беда, соя ва мана дарахтларининг гунчаси камдан-кам тўкилади. Агар бор етишмаса, ўсимликларнинг ўсиш нуқтаси нобуд бўлади, яъни қуриб қолади, илдиэи ривожланмайди, камбий тўқимасининг ҳужайралари тўла шаклланмайди, қандавлагининг ўзаги қуриб кетади ва ҳоказо (66- расм).

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

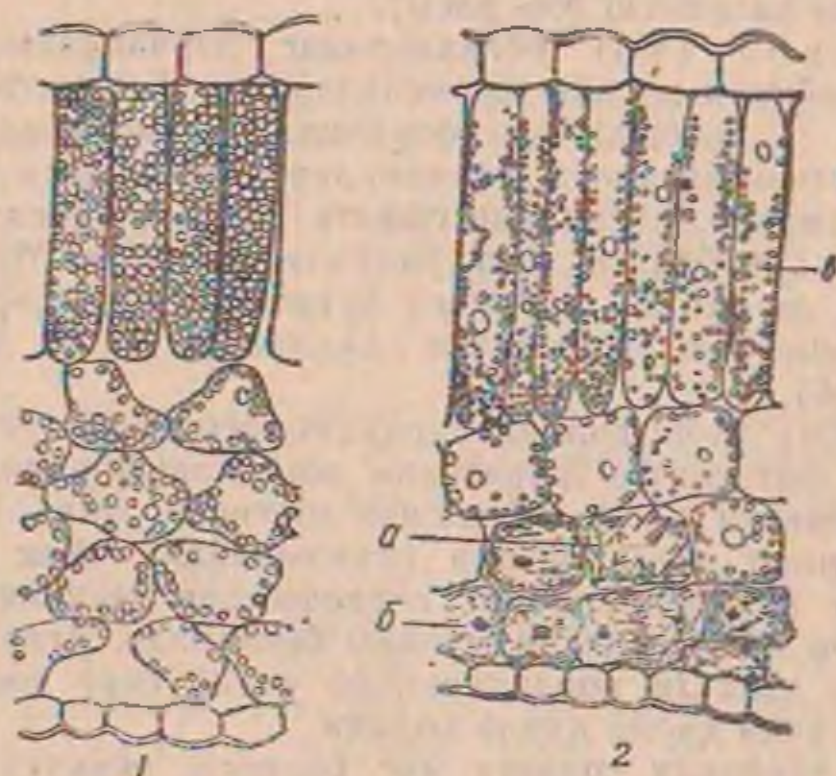
Мис (Cu) хлорофиллни тарқалиб кетишидан сақлашни билан бирга фотосинтез жараёнини жадаллаштиради. У пероксидаза ферменти ҳосил булишида иштирок этади ва кўпгина ферментларнинг жадаллигини таъминлайди. Мис таъсирида цитоплазма коллоидларининг гидрофиллик хусусияти ортиши ҳисобига сув молекулалари маҳкам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

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

Тажриба вариантлари	Арпа (Вятский 1103) га/ц	Сули (Писарев), (Ярская ко- вница), га/ц	Бурдой (Ярская ко- вница), га/ц	Жаандар (кузги), 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 оғарка- 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 оғар-
каси дейилади. Бу модда таркибида мис
элементининг миқдори 0,5% га бориб қолади.

Рух (Zn) ўсимликлар танасида ауксин ҳосил бўлишини ва
уларнинг иссиқликка бардошлилигини таъминлайди. Танасида
рух бўлганлигидан гўза вилтга, картошка фитифтора касалли-
гига чидамли бўлади. Рух ферментлар фаолиятини жадалланти-
тиради. У H_2CO_3 ни CO_2 ва сувга парчаловчи карбогидраза
ферменти таркибига киради. Бу элемент фосфатаза, эналаза 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
кетади, ток барглари хлорозга учрайди. Рух elementi етиш-
маслигидан помидор баргларининг хужайраларидаги хлоро-



67- расм. Рух етишмаслигидан помидор баргида
кузатиладиган ўзгаришлар:

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



68-расм. Олхўри ниҳолларининг ўсишига молибденнинг таъсири:

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

иллавлар тарқалиб кетиши туфайли, барглار 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 жадаллаштириши 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 (NO_3) бирикмаси қайтарилган ҳолга (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

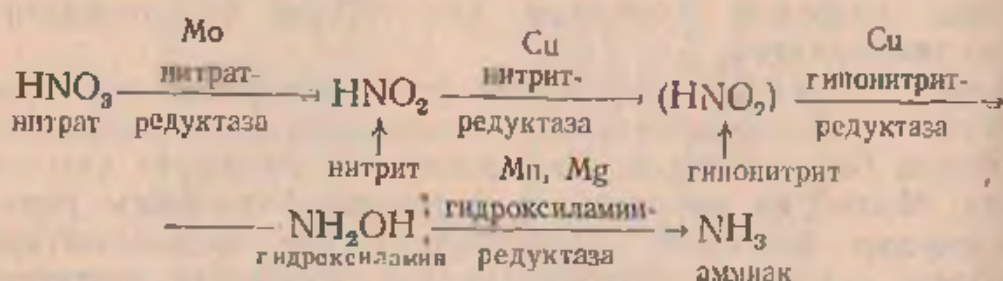
бевосита ўзлаштира олмаганликларини Франция олимми Ж. Б. Буссенго илмий-тадқиқот ишларида тўла тасдиқлаган. Азот тириклик хусусиятини сақлаган оқсил ва бошқа мураккаб бирикмалар таркибида асосий ўринни эгаллайди.

Азот фақат оқсиллар, ферментлар ҳосил бўлишида иштирок этибгина қолмай, балки у хлорофилл молекуласи, ДНК, РНК, АТФ, НАД, НАДФ, витаминлар, алкалоидлар ва бошқа турли бирикмалар таркибида ҳам учрайди. Нитрит, нитрат ва аммоний тузлари таркибидаги NO_2 ва NO_3 анионлари ва NH_3 катиони шаклидаги азотни ўсимликлар ўзлаштиради. Ҳа-во таркибидаги NO_2 , NO_3 ва NH_3 газларини ўсимликлар ўзлаштирада, уларнинг миқдори кам ($0,0001\%$) лигидан, ўсимликни азотга бўлган эҳтиёжини тўла қондира олмайди. Айтганларни назарга олиб, экинларни азот elementi билан таъминлаш мақсадида, ер майдонларига маҳаллий ва азотли минерал уғитлар 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 — KNO_3 , NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$;
2. Аммонийли тузлар — $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 ;
3. Органик моддалар таркибидаги азот.

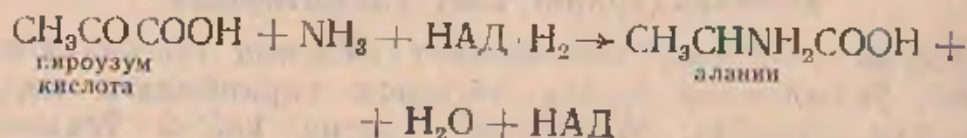
Нитратлар таркибидаги азотни ўсимликлар NO_3 аниони шаклида қабул қилади, сўнгра у барг тўқималарида NH_3 гача қайтарилади. А. Н. Бах, Д. Н. Прянишников ва Михлин мате-лумотларига кўра, NO_3 ва NO_2 анионларининг аммиаккача қайтарилиш реакцияси қуйидагича боради:

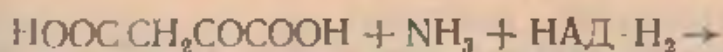


Реакцияда иштирок этган нитратредуктаза ферменти мо-либден воситасида жадаллашса, нитритредуктаза ва гипонит-ритредуктаза мис, гидроксиламинредуктаза эса марганец ва магний иштирокида жадаллашади.

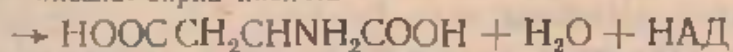
Нитратлар қайтарилиши учун зарур водород ва электрон-ларни НАД· H_2 ва НАДФ· H_2 бирикмалари етказиб беради.

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

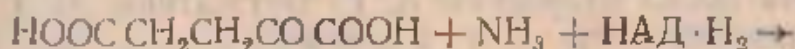




оксалат-сирка кислота



аспарагин кислота



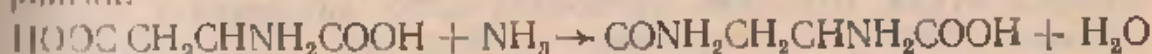
α -кетоглутар
кислота



глутамин
кислота

Ўсимликлар ўзлаштирган NH_3 илдишларнинг ўзидаёқ кетокислоталар билан реакцияга киришиб, ҳосил бўлган аминокислоталар ҳам оқсил молекулалари пайдо бўлишида иштирок этган. Аммиак углеводларга бой ўсимликларга сезиларли зарар etkazмасада, оқсилга бой ўсимликларга салбий таъсир этади. Ёвжрибада органик кислоталар кўп бўлган ўсимликлар аммиакнинг тўла фойдалана олишини А. В. Владимиров ўз ишларида тасдиқлаган. Шуларни ҳисобга олиб, оқсилга бой ўсимликлар ўсадиган ерларни нитратли бирикмалар билан ўғитлаш зарур. Аммонийли тузлардан $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ солинганда тупроқни оҳаклаш керак.

Ўсимлик тўқималарида аммиак кўпайганда, заҳарли аммиак ўсимлик тўқимасида 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

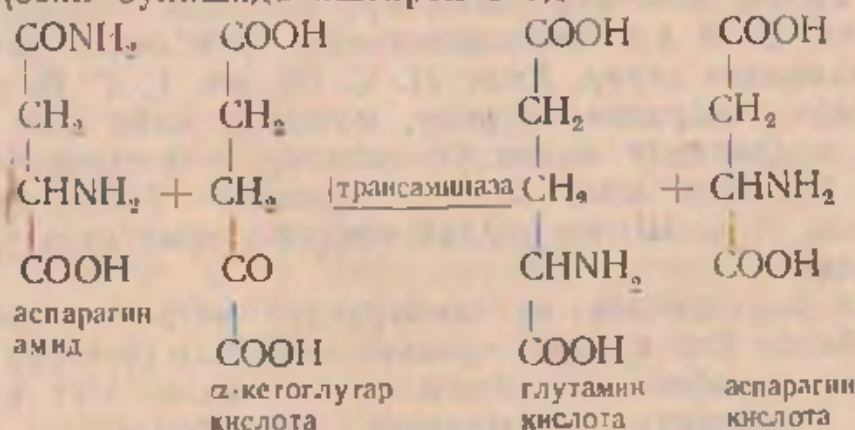


глутамин кис-та



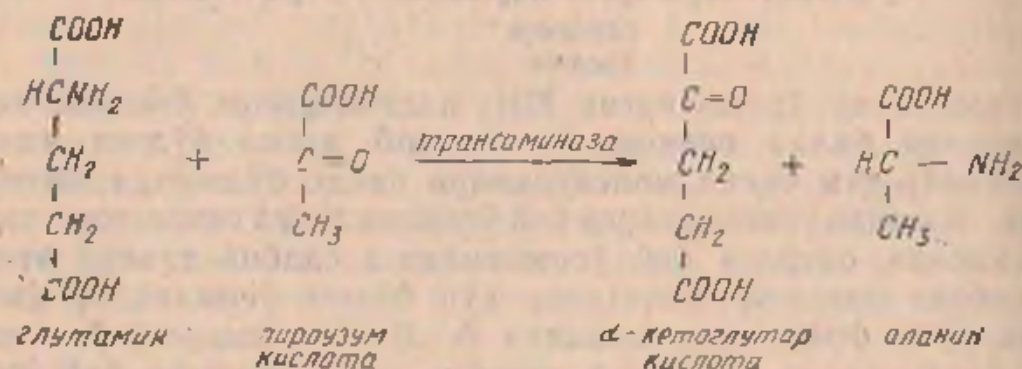
глутамин

Аммиак етишмаганда аспарагин ва глутамин амидлари ўзи бириктириб олган NH_2 гуруҳини бошқа оксикислоталарга ўтказганлиги учун янги аминокислоталар, тубандаги тенгламага асосан, ҳосил бўлишида иштирок этади.



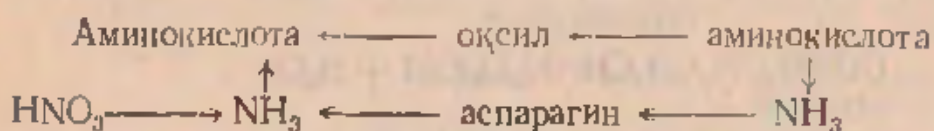
Шунга асосланиб, аспарагин ва глутамин амидлари NH₂ гуруҳини етказиб берувчи донаторлар бўлиб ҳисобланади.

Ҳар қандай аминокислота ўзидаги NH₂ 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 NH₃ 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, мочевино каби азот сақлаган органик моддаларни юксак ўсимликлар ўзлаштираши 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 бижмиш жараёнини қўзғатувчи термобактериум сереале

Glomus *infectum* cereale) эса муҳитда альбумоза оқсилли бўлган органик моддаларнинг ривожланади.

Аммонификация, нитрификация ва денитрификация жараёнлари. Молекуляр азотни ўзлаштирувчи микроорганизмлар. Ҳашаротхўр ўсимликлар

Ушбу азот сақлаган ва айниқса оқсилли бирикмалар тупроқда яшовчи чиритувчи бактериялар ва бошқа турли микроорганизмлар таъсирида кучли ўзгаришларга учраб минералланади. Бу жараёнларда кўп миқдорда аммиак ажралиб чиққанини учун аммонификация жараёни деб аталади. Кўп ва қиш фаслларида ерда тўпланган органик моддаларнинг ҳисобига эрта баҳоргача аммиак ва нитрат тузларнинг миқдори анча кўпаяди. Аэроб шароитда нитрат, анаэроб шароитда аммонийли тузлар кўп тўпланади.

Аммонификация жараёнида бациллус субтилис, бациллус пастеризус, бациллус микродес, бактериум коли, бактериум пастерус, актиномицетлар ва моҳор замбуруғлари иштирок этиб, оқсиллар пептон, полипептид ва аминокислоталаргача парчаланади. Мураккаб оқсиллардан нуклеопротейдлар парчаланишида муҳитда рибоза, дезоксирибоза шакарлари, 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 (CH_3SH) каби ёқимсиз ҳидли бирикмалар ажралиб чиқади.

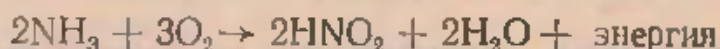
Оқсил парчаланиши натижасида ҳосил бўлган водород сульфид ва фосфорли бирикмаларнинг қанчалик чуқур ўзгаришининг олтингуғуртнинг ва фосфорнинг табиатда айланиши схемаларида кўрини мумкин.

Оқсил ва бошқа азотли органик моддаларнинг парчаланиши натижасида ҳосил бўлган аммиакнинг бир қисми ўсимликлар томонидан бевосита қабул қилинса, бир қисми нитрификация жараёнини қўзғатувчи бактериялар томонидан нитрит ва нитрат кислоталаргача оксидланади.

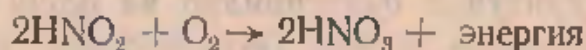
Нитрификация жараёни. Табиатда нитрификация жараёни содир бўлганлиги (Т. Шлётинг ва А. Мюнц, 1877) кўрсатиб ўтилган бўлса-да, шу жараёнини қўзғовчи тирик организмларни, биринчи бўлиб рус олими С. Н. Виноградский 1890 йилда ўзи ишлаб чиққан озиқ муҳити воситасида тупроқдан ажратиб олган. С. Н. Виноградский 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 булади:



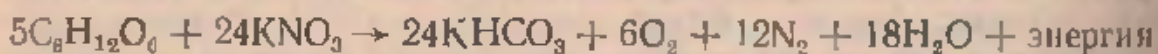
Иккинчи фазада нитробактер иштирокида биринчи фазани ҳосил бўлган нитрит кислотанинг оксидланиши натижасида нитрат кислота вужудга келганлиги тенгламада келтирилган:



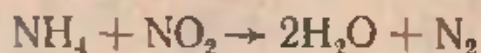
Нитрификаторларга органик моддали шаронт салбий таъсир этади. Аммо улар ўз таналарини ташкил этишда оксидланиш реакцияларида ажралиб чиққан энергия ҳисобига аниорганик ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) моддалардан органик моддаларни синтезлайди. Фотосинтез жараёнида аниорганик моддалардан органик моддаларнинг синтезланиши ёруғлик энергияси ҳисобига ҳосил бўлса, нитрификаторларда, рағбисиз олтингурут 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 NO_2^- ва 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 (N_2) гача қайтарилади. Бу жараён денитрификация деб аталади. Денитрификация жараёнини қўзғовчи микроорганизмларда микрококкус денитрификанс ва бактерия студзериларни кўрсатиш мумкин.

Денитрификаторлар кислородли ва кислородсиз шаронгда ҳаёт кечирувчи факультатив анаэроб бактериялар қаторига киради. Улар аэроб шаронгда 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 шаронгда 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 ўртасида содир бўладиган реакцияларда ҳам азот молекуляр (N_2) шаклда ажралиб чиққанлиги тенгламалардан кўзатилади.



Шу айтганларни ҳисобга олганда денитрификатор бактерияларни иштирокида вужудга келган жараёнга бевосита, органик реакцияларда содир бўлган жараёнга бевосита денитрификация дейилади.

Тугунак бактериялари. Тугунак бактериялари табиатда кенг тарқалган бўлиб, уларнинг кўпчилиги турли-туман дуккакли, баъзилари дуккаксиз ўсимликларнинг илдиз ҳурурларида тугунаклар ҳосил бўлшида 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 (N_2) азотни ўзлаштирадilar, деган хулосага келади. Бироқ бу фикрни тасдиқлаш кейинги таҷрибаларда кузатилмайди.

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) таҷрибаларида батафсил текшириб, қуйидаги хулосага келган:

а) дуккакли ўсимликлар тупроқ муҳитида азот бирикмаларини егишмай 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 номин билан аталади. Масалан, себаргада ризобиум трифолин, сояда ризобиум японика, ловияда ризобиум фасоли дейилади. Баъзилари эса бир нечта, масалан, ризобиум легуминозарум, иўхат, 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 пиднадаги тугунаклар:
1 — нухат; 2 — себарга; 3 — сераделла; 4 — люти; 5 — долвик ўсимлиги.

ляр азотни ўзлаштириб, ўсимликка аммиак, аминокислоти каби азотли бирикмаларни етказиб беради.

Молекуляр азотнинг ўзлаштирилишида дуккакли ўсимликлар тўқимасида қизил рангли пигмент леггемоглобин бўлса, бактерияларнинг фаолияти активлашади.

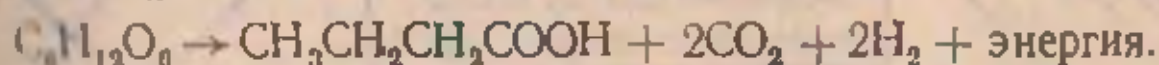
Тугунак бактериялар моно- ва перитрихиал хивчинланган бўлиб, аэроб шароитда ҳаёт кечиради. Қариб қолган тугунак бактериялари тармоқланган шаклни эгаллайди, уларга бактероидлар дейилади.

Тугунак бактерияларнинг актив (нав) штаммларидан тайёрланган «нитроген» препарати дуккакли ўсимликлар доити қўшилиб, бактериал ўғит сифатида қишлоқ хўжалигида 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 кластерондес деб аталган бацилла билан симбиоз ҳаёт кечиради. Клостридиум пастеурианум азот

применили етказиб турса, кластерондес унга витаминлар етказиб берили билан бирга, кислородсиз шароит туғдириб турган (Н. Л. Роботнов, 1958, В. Т. Емцов, 1959). Клостридиум пастерурианиум перетрихиал хивчинланган. У шакарларни тубанлати тенглама асосида парчалаб, мой кислотали бижгиш шароитини қўзғайди:



Қейинчалик Голландиялик микробиолог М. Б. Бейеринк (1901) молекуляр азотни ўзлаштирадиган бактерияни ажратиб, унга азотобактер хроококкум номини беради. Азотобактер хроококкум аэроб шароитда ҳаёт кечирадиган мавжудот. Хушбоясиди йирик, нейтрал (рН) ва рН 7,2 да яхши ривожланиб, нордонлиги рН—5,6 бўлган тупроқларда учрамайди. Бактерияларни суғий равишда купайтириб, турли экинлар учун «азотобактерин» ёки «азотоген» деб аталган бактериал ўғитлар, экинларни парварини қилишда уруғлар билан бирга араштириб сепилади.

Азотобактериннинг қандлавлари ва ўза ўсимликларига таъсир кўрсатганлиги жадвал рақамларидан кўринади (А. Генкель (1974) китобидан олинган жадвал муаллиф томонидан бироз қисқартириб берилди).

36- ж а д в а л

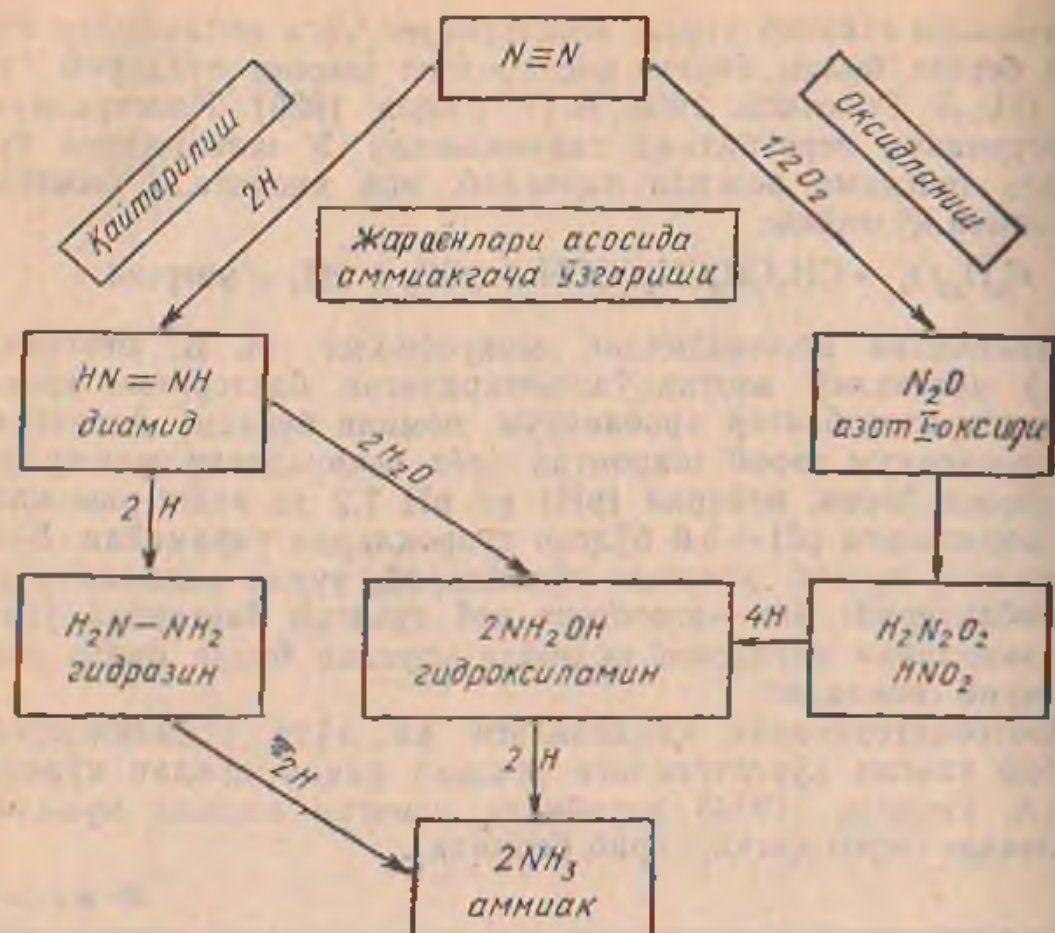
Тажриба вариантлари	Қирғизистон Давлат селекция станциясида қандлавларидан олинган ҳосил, га/ц	Озарбайжон Қишлоқ ҳўжалик илмий-тадқиқот институтида ўтказилган тажрибада ўзадан олинган ҳосил, га/ц
Қишлоқ (сувда ивтилган уруғ ва чигит)	490,8	22,8
«Азотобактерин» эритмасида ивтилган уруғ ва чигит	491,5	25,3
«Азотобактерин» да ивтилган уруғ ва чигитга суперфосфат қўшилган	536,3	27,4

Жадвал далилларига эътибор берганда «Азотобактерин» ўғити қўшиб берилганда қандлавлари ва ўза ўсимликларидан олинган ҳосил анча кўп бўлганлиги кузатилади.

Юқорида кўрсатиб ўтилган мавжудотлардан ташқари молекуляр азотни ўзлаштиришда баъзи замбуруғлар, актиномицетлар, кўк-яшил сувўтларни, микробактериялар ва ўзида азотобактер ёки бактерия бейеринк турларини сақлаган лифийниклар ҳам қатнашади.

Молекуляр азотнинг аммиаккача ўзгаришида оксидланиш ва қайтарилиш жараёнлари асосида содир бўлганлиги тубандаги схемада келтирилган (70- расм).

Бу жараёнлар мураккаб структуралли 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 таркибидagi азотни ўзлаштиришга мослашган. Буларнинг 500 га яқин тури бўлиб, кўпчилиги ботқоқликларда, баъзилари қум-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. Карнайчанинг ўрта қисми юқори ва пастки қисмига нисбатан анча кенг. Усти қизил рангли чиганокқа ўхшаш барги билан ёпилиб туради. Ички девори жудасиллиқ бўлгани туфайли унинг ичидаги суюқликка тушган ҳашарот қайтиб чиқолмасдан нобуд бўлади. Сарраценция ўсимлиги ҳашарот оқсилларининг парчаланишидан ҳосил бўлган аммиак

модделар ва бошқа моддалар ҳисобига озиқланади (71-расм).

Россиянинг Шимолий районларидаги ферма ботқоқликларида росянка ва жирянка деб аталган ҳашаротхўр ўсимликлар ўсади. Бундай ўсимликларда ҳам каротиноид пигменти бўлиб, уларда фотосинтез жараёни нормал ўтади (С. П. Косилов).

Кўп йиллик росянканинг барглари йўқлиги устида ёйилган бўлади. Барглари 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. Гўшт ёки оқсилли бошқа моддалар билан ҳам росянка баргининг юмилишини кузатиш мумкин. Оқсил ўрнига шакар, қум каби моддалар ишлатилса, барг тукчаларида жавоб реакцияси кузатилмайдиган, яъни ҳаракатланмайдиган бўлади (72-расм).



71-расм. Барги карнайчага айланган сарпенция.

Ўсимликлар барг тукчаларидан ажралган шира — пепсинга иккинчи ферментлар таъсирида оқсиллар парчаланишидан ҳосил бўлган оддий азот бирикмаларини ўзлаштиради. Тукчалардан антибиотик чумоли 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 см² юзасидаги безлар сони 25 000 тага етади. Ҳашарот юзасида қитиқланган безлар фермент ва кислота ажратиш қилади. Сўнгги барг ҳашаротга яқин жойда букилиб, ҳашаротни ўраб олади. Бир кеча-кундуздан кейин барг қайтадан ёзилади. Халқ хўжалигида фойдаланиш мақсадида Кольск ирим оролидаги аҳоли махсус пишлоқ тайёрлаш мақсадида инги 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 шакллари сув юзасида жойлашиб, ўсимлик поясининг мувозанатини сақлайди. Сув юзасидан чиққан поя учларида сариқ рангли анча йирик гул очилади. Пуфакча шаклига кирган барглари сув остида жойлашиб, ҳашаротларни тутипда хизмат қилади. Бундай баргларнинг «оғиз» тешикчаси атрофи сезгир тукчалар билан қоп-

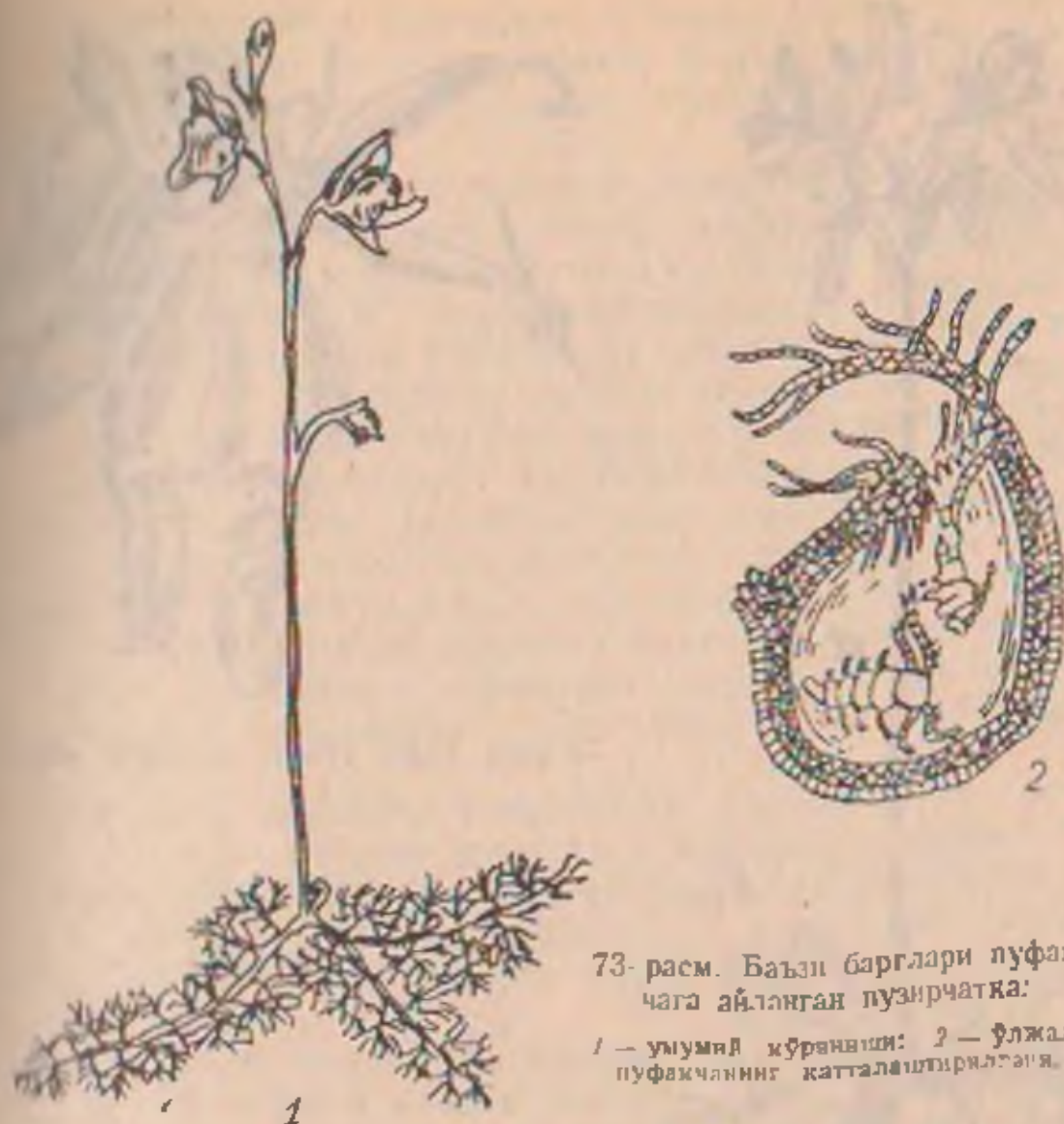


72-расм. Росаянка:

1 — умумий кўриниши; 2 — баргнинг ҳашарот (пашша)ни қамраб олган пайти.

ланган бўлади. Пуфакча оғизчасида ичкарига очиладиган қопқоқча бор. Пуфакча ичи ўлжали суя 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 пашша хўри (74-расм) деган ўсимлиkning 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 озик ҳазм қилиш шираси ажратишида 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 айлانган пузирчатка:

1 — умумий кўрinishи; 2 — ўлжалл пуфакчалнинг катталаштирилганя.

бир-бири орасига кириши туфайли улар маҳкам жипслашади. Пилла безларидан ажралган шира таъсирида ҳашарот тана-сидаги оқсил бирикмалари парчаланиб ўзлаштирилади. Бир неча соат ўтгач, барг лаллалари яна очилади.

Мадагаскар ва Зонд оролларида ўсадиган эпифит ҳашарот-лур иелентес (75- расм) ўсимлигининг барг банди кўзача-ри 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 учиде 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 альдро-на и да дсб аталган ҳашаротхўр ўсимлик ўсади (76- расм).



75- расм. Барги кўзачага айланган пепсида

74- расм. Венера пашшахўри:
а — туллаган ўсимлик; б — ўлжани қам-
раб олувчи барглари.



76- расм. Сирдарё ва Амударёда учрайдиган, барглари пуфакчага ай-
ланадиган альдрованда ўсимлиги.

Табиатда азотнинг айланиши

Ҳаво таркибидаги молекула шаклидаги азот (N_2) нинг миқ-
дори 75—80% ни ташкил этади. Бироқ бу элемент, юқорида
қайд этилгандек, кўпчилик ўсимлик турлари томонидан бевоси-

қилинмишмайди. Шуларни назарда тутиб, ўсимликлар
ишлаган бўлган ва улар оқсил билан қабул қиладиган
азотли бирикмаларнинг тупроқда тўпланишини кўриб ўтиш
керак.

Биринчидан, ҳаводаги молекула шаклидаги азот чақмоқлар
қилини ҳосил бўлган кучли электр зарядлари ҳисобиға NH_3 ,
 NO_2 ва NO_3 каби бирикмалар ҳаво ва тупроқ муҳитида тўпла-
нади. Тупроқдаги сув билан муносабатга киришган NH_3^+ ,
 NO_2^- , NO_3^- анионларни ўсимликлар қабул қилиб, ўзлаштиради.

Иккинчидан, тупроқда эркин ҳаёт кечириб молекуляр шакл-
даги азот микроорганизмларга мансуб клостридиум, азотобак-
терия, кўк-яшил сувўтлар, актиномицетлар, лишайниклар ва
башқалар томонидан ўзлаштирилади. Бу организмлар ўзлаш-
тиришган азот элементи ҳисобиға ўзига зарур бўлган оқсил ва
бошқа азотли бирикмаларни синтезлайди. Шу организмлар
қабул бўлгандан кейин уларнинг таналари таркибидаги оқсил
ва азотли бирикмалар чиритувчи бактериялар активлигида
азотли содда моддаларга айлангандан кейин ўсимликлар ўз-
лаштиради.

Учинчидан, дуккакли ўсимликлар тугунагидаги ризобиум
турига мансуб ва баъзи дуккаксиз жирганоқ, оққайин, жийда,
қанбағоч каби ўсимликлар илдизларидаги тугуналарда симби-
оз ҳаёт кечирувчи микроорганизмлар воситасида молекуляр
азот ўзлаштирилиб, тупроқни азотли моддалар билан бойи-
тилади қатнашади.

Тўртинчидан, экинлардан юқори ҳосил олиш учун химия са-
ботида турли-туман азотли ўғитлар ишлаб чиқарилмоқда.

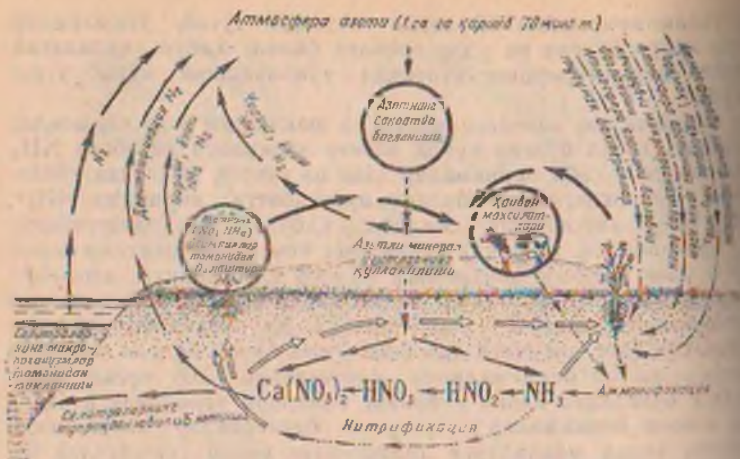
Бешинчидан, нобуд бўлган ўсимликлар, ҳайвонлар ва мик-
роорганизмлар таркибидаги мураккаб органик моддаларнинг
чириши натижасида таркибида азот элементини сақлаган сод-
да бирикмалар ҳам тупроқ муҳитида тўпланади.

Азот элементи ҳам углерод, фосфор, олтингугурт ва бошқа
элементлар каби бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб туради.
Юқорида ҳаво ва тупроқ муҳитида молекуляр азотнинг боғлан-
ган ҳолатга ўтганлиги айтилган бўлса, қуйидаги сатрларда мо-
лекуляр азотнинг қайтадан ҳаво таркибига қўшилиб, унинг
оқсилли миқдорини тиклашда қатнашадиган ҳодисалар кўриб
ўтилади.

Биринчидан, ўсимликлар, ҳайвонлар ва микроорганизмлар-
нинг ёниш, чириш жараёнларида органик моддалар таркиби-
даги азот ҳавога қайтиб чиқади.

Иккинчидан, тупроқ ва сувда нитрит, нитрат тузлари билан
аммоний ва бошқа моддалар химиявий жараёнларда оксид
(NO_2^- , NO_3^-) ҳолатдаги азот молекуляр шаклдаги азот
(N_2) га ўзгариб, ҳавода тўпланади.

Учинчидан, тупроқда ҳаёт кечирадиган денитрификатор
бактериялар ҳам нитрит ва нитрат тузлари таркибидаги кис-
лородни истеъмол қилиш туфайли ҳаво молекуляр (N_2) шакл-
даги азот билан бойиб боради.



Хулоса қилиб айтганда, ҳаводаги молекула шаклидаги азот ҳаво, сув ва тупроқ муҳитида бирикма шаклида туллианса, кейинчалик бирикма таркибидаги азотнинг ҳавога қайтадан қайтиб чиқиши унинг табиятда айланиб туришидан далил 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 ўртасидаги қарама-қаршилик — антогонистик ҳодиса цитоплазманинг ёпишқоқлик даражасини ўзгартириш билан чегараланмай, балки унинг ўсиши ва моддалар алмашинуви жараёнларининг жадаллигини ҳам белгилайди. Масала, ўсимлик майсаларининг илдизи CaCl_2 тузи эритмасида парварини қилинганда илдизлари яхши ривожланмайди. Худди шундай ҳо-

NaCl тузи эритмасида ҳам сезилади. Агар ўсимлик натрий ва калий бўлган эритмада парвариш қилинса, илдиэлари тезроқ ва яхши ривожланади. Эритмага калий қўшилса, илдиэлари тезроқ ва яхши ривожланади. В. Остергаут маълумотларига кўра, 10 кунлик буғдой майсаси илдиэининг узунлиги 0,12 мм, NaCl эритмасида 39 мм, KCl да 68 мм, $MgCl_2$ да 7 мм ва $CaCl_2$ эритмасида 70 мм чамасида ўсган. 1000 ҳисса NaCl эритмасига 10 ҳисса $CaCl_2$ ва 22 ҳисса KCl эритмалари қўшилса, буғдой эритмалари илдиэининг узунлиги 324 мм га етган.

Чемак, 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.

Н. А. Кноп, Г. Гельригель, Кроне ва Д. Н. Прянишниковлар мувоzanатли тайёрланадиган мувозанатли эритмаларни ҳосил қилишда тузлар тубандаги жадвалда кўрсатилган миқдорда оли-
нади.

37-жадвал

Прянишников	Кноп	Гельригель	Кроне
эритмалари			
$Ca(NO_3)_2$ 0,240	$Ca(NO_3)_2$ 1,000	$Ca(NO_3)_2$ 0,492	KNO_3 1,000
$CaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ 0,172	K_2HPO_4 0,250	$K_2H_2PO_4$ 0,136	$Ca_3(PO_4)_2$ 0,250
K_2SO_4 0,060	$MgSO_4$ 0,250	$MgSO_4$ 0,060	$MgSO_4$ 0,500
$MgCl_2$ 0,160	KCl 0,125	KCl 0,075	$CaSO_4$ 0,500
$FeCl_3$ 0,025	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 0,0125	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 0,0125	$Fe_3(PO_4)_2$ 0,250
$NaNO_3$ 0,344			

Табелада: жадвалда кўрсатилган туз кристаллари 1 л сувага ёки 1 кг туфроққа ёхуд 1 кг қумга қўшиб аралаштирилади.

Агар жадвал рақамларига эътибор берилса, унинг таркибида K, Ca, Mg, Fe, S, N ва P элементлари борлиги кўзга ташланади. Мувоzanатли эритмалар тайёрлашда айнаи вақтда таркибида бор, мис, рух, марганец ва бошқа элементларни сақлаш туз кристаллари ишлатилади. В. А. Чесноков ва Е. Н. Гилерина ишлаб чиққан мувоzanатли эритма таркиби қуйидаги тузалардан иборат:

$Ca(NO_3)_2$	0,500 г	$FeCl_3$	0,006 г
NH_4NO_3	0,160 г	H_3BO_3	0,0007 г
KNO_3	0,400 г	$MnSO_4$	0,0005 г
$MgSO_4$	0,280 г	$ZnSO_4$	0,00001 г
KH_2PO_4	0,140 г	$CuSO_4$	0,00002 г

Минерал элементлардан тайёрланган эритмада ўсимлик ўсириш усули сув култураси деб аталади. Сув култура-сини немис олимларидан Н. 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 биологик элементларини кўпроқ, бошқаларини эса камроқ узлаштиришдан лигидан муҳитнинг рН даражаси ўзгаради. HON^- ёки OH^- ионларининг кўп тўпланишидан 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 (NH_4SO_4) химиявий жиҳатдан нейтрал туз бўлиб, муҳит (эритма) да NH_4^+ ва SO_4^{--} ионларигача парчаланади. Ўсимликлар олтинчигуртга нисбатан азотга талабчан бўлганлигидан NH_4^+ катионини ўзига кўпроқ қабул қилади. SO_4^{--} аниони эса муҳитда тўпланади. Субстратда тўпланган 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.

NaNO_3 ва KNO_3 физиологик ишқорий тузлар қаторига киради, улар сувда эритилганда Na^+ катионига ва NO_3^- анионига ажралади. Бу тузлар таркибидаги анионлар ўсимликка кўпроқ сингийди, натрий ёки калий муҳитда кўп тўпланиш пайида субстрат ишқорий хусусиятга эга бўлади. Ишқорий муҳитни нейтраллаш мақсадида субстратга гипс (CaSO_4) қўшилади.

Ўсимликларнинг турига ва яшаш шароитига кўра муҳитнинг донм 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 маълумотиغا биноан рН қиммати 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
Қартошка	4 — 8	5
Буғдой	5 — 8	6 — 7
Беда	6 — 8	7 — 8

Муддининг, жумладан, тупроқ эритмасида водород ёки гидроксид ионларининг оз ёки кўп бўлиши, ўсимликларнинг ҳаётини зарарловчига ижобий ёки салбий таъсир этганлиги қуйидаги жадвалдан келтирилган.

33-жадвал

pH қийматлари					
7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5 дан кам
Азотнинг, фосфорнинг, калийнинг, калийнинг, калийнинг ижобий таъсир этади.	Галла, дуккакли, полдиз ва техник ўсимликларнинг ўсишига жуда қулай (оптималь) шароит ҳисобланади.	Жавдар, сули ва картошка учун ижобий бўлса, қанд лавлагига салбий таъсир этади.	Себарга, карам, маккажўхори ўсимликларининг ўсишига салбий таъсир этганлигидан тупроқни оҳашлаш зарур. pH 4 дан кичик бўлганда алюминийга чиниккан чой ва люпин яхши усади.		
Молибдендан ташқари К, Са, Mg ва микроэлементларнинг қабул қилиниши сустлашади.	Дамма элементларининг қабул қилиниши активлашади.	Молибдендан ташқари К, Са, Mg ва микроэлементлар тупроқдан ювилади. Тупроқ заррачаларига фосфор фиксацияланади (ютилади).	Нитрификация жараёни сустлашади. pH 4 дан кичик бўлганда етарли қабул қилинмайди. Тупроқ ва ўғитлар таркибидаги фосфорнинг қабул қилиниши сустлашади.		

А. И. Петербургский, 1971 китобидан олиниб бироз ўзгартирилди.

Тупроқ таркибидаги минерал моддаларнинг шакли. Элементларнинг тупроқ заррачаларига ютилиши

Турли жўғрофия зоналари тупроғи таркибида минерал моддалар эритма, кристалл шаклида тупроқ заррачаларига ва тупроқ коллоидларига адсорбцияланган ҳолда учрайди.

Эритмалар таркибидаги элементларни ўсимликлар осон ўзлаштиришда, миқдор жиҳатдан улар тупроқда жуда оз бўлади. Қўшқилув элементлар тупроқ заррачаларига ва тупроқ коллоидларига ютилган ҳолда учрайди.

Озиқ моддали эритма тупроқ қавати орқали ўтказилганда, элементларнинг тупроқ заррачаларига адсорбцияланиши тупроқнинг ютиш қобилияти деб аталади. Тупроқнинг ютиш қобилиятини, тупроқдаги коллоидларнинг аҳамиятини текширган К. К. Гедройц моддаларнинг адсорбцияланиши (ютилиши)ни тубандаги гуруҳларга бўлади:

1. Механик ютилиш. Бирор эритма тупроқ қавати орқали ўтказилганда тупроқ заррачалари оралигидаги майда қаниқларларда эритманинг майда заррачалари — суспензия қисми механик равишда ютилиб қолади. Масалан, лойқаланган ифлос сув тупроқ орқали ўтказилса, шу лойқа заррачалари

тупроқдан ўтиб кетмай, балки капилляр бўшлиқларида механик равишда тўпланади — адсорбцияланади.

2. **Физик ютилиш.** Тупроқ заррачалари сатҳидан илгиритиш кучи бўлганлигидан, эритма ва газлар таркибидagi моддаларнинг молекулалари тупроқ заррачаларига ютилиши

Масалан, тупроқ орқали рангли эритма ўтказилганда тегишли — рангсиз сув томчилари сизиб чиқиши физик ютилиш ҳодисаси борлигини тасдиқлайди. Баъзи ионлар, жумлидан NO_3^- анионни тупроқ заррачалари томонидан физик адсорбцияланмаганлигидан тупроқ орқали филтрланиб, ерости сувларига қўшилиб кетади. Шунинг ҳисобига олиб, нитратли ўғитлар ерда 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 (K_2HPO_4 , Na_2HPO_4) тузлари тупроқдаги кальций билан реакцияга киришганлигидан қийин эрийдиган тузларга — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ га айланиб, фосфор элементи химиявий ютилади.

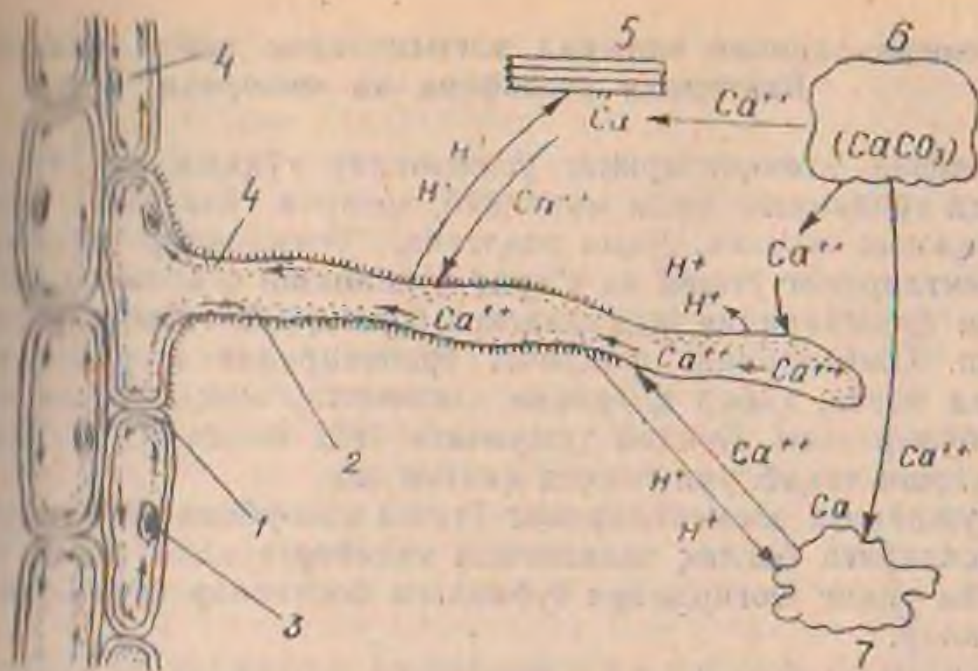
4. **Биологик ютилиш** тупроқдаги микроорганизмларнинг кўп-озлигига боғлиқ. Микроорганизмлар ҳаёт фаолиятида органик бирикмалардан ташқари, минерал элементларга ҳам эҳтиёж сезади. Шунинг учун ерда солинган минерал ўғитларнинг бир қисmini микроорганизмлар ўзлаштириши биологик ютилишни ифодалайди. Биологик 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 аорганик (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 адсорбцияланади. Кислотали тупроқларда водород, шўрхок тупроқларда натрий ионлари кўп ютилади.

Аорганик ва органик коллоидларга Ca ва Mg ионлари қўшилишидан нейтралланган коллоид зарядлар коагулланиб чўкмага ўтиши тупроқнинг структурасини яхшилайдиган. Калий, алюминий ва айниқса натрий ионлари тупроқ структурасини бузади. Бу элементлар таъсирида тупроқдаги коллоидлар золь (эритма) ҳолатга ўтади.



78-расм. Тупроқдаги элементларнинг ўрни алмашиш реакциясига кура ўсимликларга ўтиши; илдиэ туқимасининг тупроқдаги лой (5), гумус (7) ва оҳак (6) заррачаларига муносабатини ифодаловчи схема:

1 — ҳужайраларaro парда; 2 — пектицеллюлоза қаватли ҳужайра оёсти; 3 — митохондрия; 4 — цитоплазма ва унинг айлаки ҳаракати. Схемادا илдиэ туқчаларидаги ажралган катион (H^+) лар ўрнига тупроқ заррачаларидаги катионлар (Ca^{++}) алмашишни кўрсатилган.

Қоллонд заррачаларга ютилган катионлар, ўғит таркибидаги элементлар ва ўсимликлар илдиэидан субстратга (тупроққа) ажралган ионлар ўртасида алмашинув реакцияси содир бўлади. Ўшқача айтганда, тупроқ заррачаларидаги элементлар ўсимликлардан ажралиб чиққан катионлар билан ўрни алмашиш (78-расм).

Тупроқ заррачалари неча грамм катион ютиб олса, деярли шунча катион ажратиб чиқаради. Тупроқдаги ўсимликларга эритмага ўтган катионлар миқдори ўсимликлардан ёки эритмадан ажралган катионлар миқдorigа деярли эквивалент бўлади. Масалан, NH_4Cl эритмаси тупроқ орқали ўтказилса, тупроқ заррачаларига 0,369 г NH_4^+ иони ютилиб, унинг ўрнига 0,111 г Ca^{++} ва 0,044 г Mg^{++} элементлари эритмага ажралиб чиқди.

Тупроқдаги физик-химиявий ютилишнинг хусусияти ўсимликлар учун зарур элементларнинг алмашинувида муҳим омиллардан бири ҳисобланади. Тупроқнинг ютиш қobiliяти суғориш суви ва ёғин-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 тўпланиши жуда мураккаб, ҳозирча тўла ҳал этилмаган физиологик жараён. Яқин вақтгача, ўсимликлар тўқимасига элементларнинг ўтиши ва у ерда тўпланиши 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.

Хужайрага 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 хужайра юзига адсорбцияланиб, катион ўрнига катион, анион ўрнига анион алмашинади. Масалан, Д. А. Сабинин ва И. И. Колосов тажрибаларида қўرғошин $Pb(NO_3)_2$ билан тўйштирилган 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 жадвал рақамларидан кўрилади.

Бугдой илдизлари томонидан ютилган Pb нинг Ca элементига таъсирида сиқиб чиқарилиши

(Д. А. Сабинин, И. И. Колосов.)

40-жадвал

Ютилган қўрғошин	0,25 н $CaCl_2$ эритмасига ботирилган илдизлардан бушаб чиққан қўрғошин (Pb), % ҳисобида			
	биринчи	иккинчи	учинчи	жамми
(Pb), мг	март $CaCl_2$ эритмасига ботирилганда			
$98,15 \pm 2,83$	$56,12 \pm 1,75$	$13,03 \pm 0,25$	$11,0 \pm 0,1$	80,15

Иккинчи босқичда хужайрага қабул қилинган ионлар цитоплазма оқсиллари билан реакцияга киришади.

Учинчи босқичда илдизнинг эндодерма ва перицикл хужайралари орқали ўтган анион ва катионлар ўтказувчи найчаларга томон ҳаракатланади.

Тўртинчи босқичда ўтказувчи найчаларга етиб келган ионлар сув оқими билан ўсимликлар тўқимасига тарқалиб ўзлаштирилади.

Ўсимликлар хужайрасининг элементларни қабул қилишида нафас олиш жадаллиги муҳим ўринини эгаллайди. Д. Хогланд

В. Бродер (1936) тажрибаларида сув культурасида ўстирилган Ca ва B элементлари қабул қилинганлиги ўрганилган. Тупроқда орқали ҳаво ўтказилганда илдиз хужайралари томонидан B ва K 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 водород ташқи муҳитга, тупроқдаги металллар эса хужайрага ўтказилиши 36-бетдаги расмдан кўриш мумкин.

Ўсимликлар илдиз хужайрасидан H^+ ва HCO_3^+ ионларидан ташқари, органик ва аорганик кислоталар ҳам ажралиб, сувда эримайдиган моддаларга таъсир этади ва улар таркибидаги элементларни ўсимликлар ўзлаштиришини таъминлайди. Масалан, силлиқ мармартош ўсимлик илдизи ёнида қолдирилган ўсимликдан ажралган кислоталар таъсирида унинг сиртида илдишлар пайдо бўлади. Силлиқ тошлар устида лишайниклар ризосферасининг ҳам бунга мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Ўсимликлар минерал элементларни ўзлаштиришида тупроқдаги микроорганизмлар ажратадиган баъзи органик (сирка ва май) ва аорганик (HN_3 , H_2SO_4) кислоталар ҳам маълум даражада ижобий роль ўйнайди. Улар ажратган моддалар таъсирида сувда эримайдиган бирикмалар эриб, таркибидаги минерал элементларни ўсимликлар осон ўзлаштиради. Ўсимликлар ҳам, ўз навбатида, микроорганизмлар учун керакли органик моддаларни етказиб туради. Ўсимликлар билан микроорганизмлар ўртасида симбиотик муносабат бўлиши туфайли илдиз атрофида микроорганизмлар тўпланади. Бу микроорганизмлар тўплани б а к т е р и я л р и з о с ф е р а деб аталади.

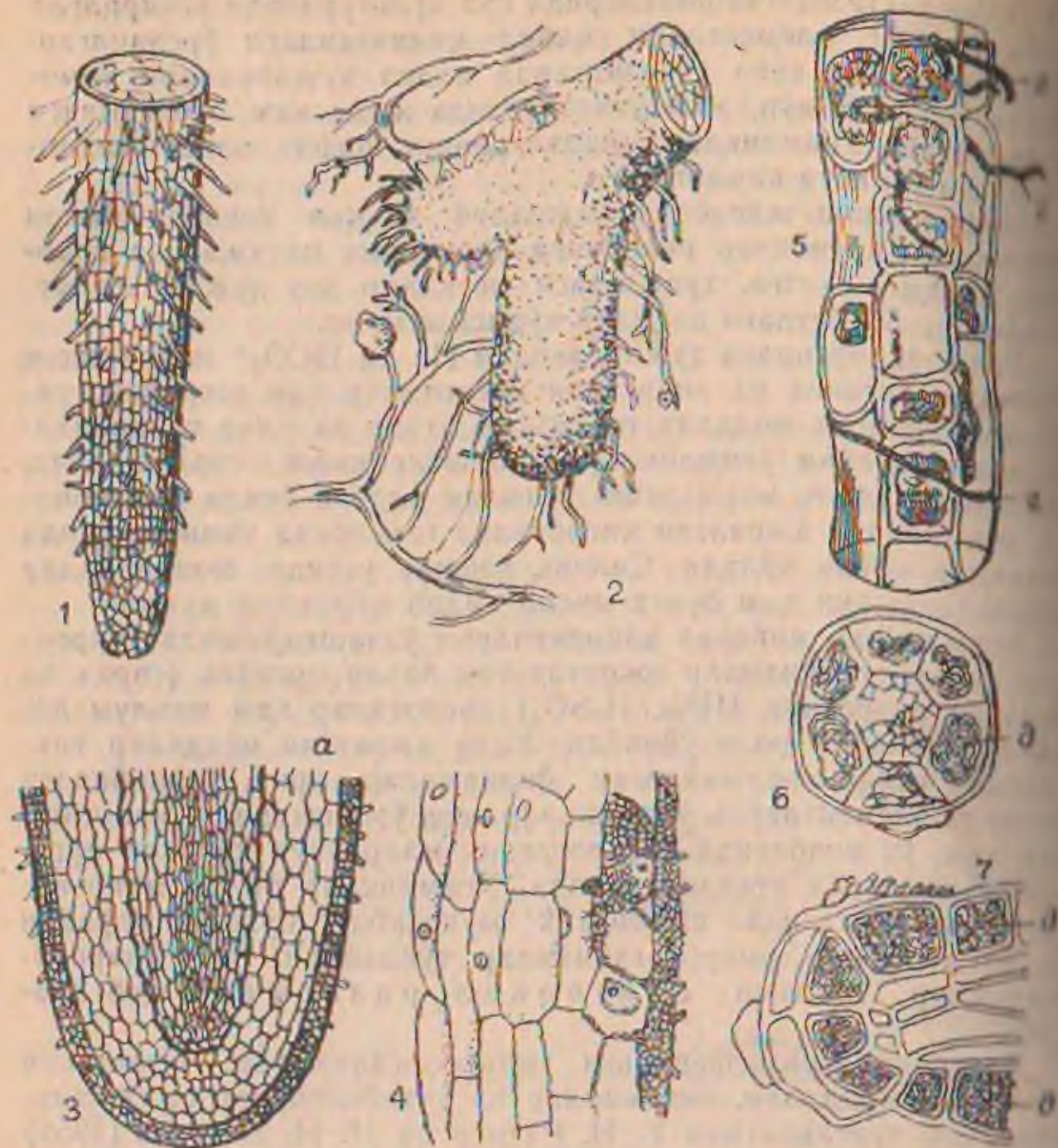
Бактериал ризосферадаги микроорганизмлар ўсимликни ўстирувчи моддалар, витаминлар ва антибиотиклар билан таъминланиб турганлигини Е. И. Ратнер ва И. И. Колосов (1954) аниқлаганлар.

Ўсимликларнинг илдизлари билан тупроқ замбуруғлари ўртасида қатъий муносабат борлигини Ф. М. Каменский (1881) аниқлаган. Ўсимликлар билан замбуруғлар ўртасидаги симбиотик муносабат м и к о р и з а (замбуруғ-илдиз) деб аталади. Микориза бир неча хил бўлади.

1. Ички ёки эндотроф микоризада замбуруғлар илдиз хужайралари ичида тўпланиб, энч тугунак ҳосил қилади (79-расм). Бу хилдаги микоризада илдиз тукчаси ўз вазифасини 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 хужайраларида тугунак шаклида тўпланиб, эндотроф



79-рәсм. Микоризалар:

1 — микоризасыз ядиз бۆлаги; 2 — қарақайың ядизындагы микориза; 3, 4 — граб ядизы иңи далаңг кесигидагы микориза; 5 — амбромеда ядизындагы эндотроф микориза; 6 — амбромеда ядизының күндәләңг кесиги ва 7 — узун кесиги; 8 — иңи амбромеда ядизының күндәләңг кесигидагы микориза.

микоризага ўхшайди. Бу типдагы микориза экто-эндотроф микориза деб аталади.

4. Перитроф микоризада замбуруғлар ядиз тўқимасидан узоқ масофада бўлсада, тупроқдагы рН даражасини тартибга солиш, яъни буферлик вазифасини бажаради.

Микоризани ташкил этган замбуруғлар ўсимликларга кўрсатадиган ижобий таъсир қуйидагилардан иборат:

а) замбуруғ гифларидан ажралган кислоталар носитасиди сувда эримайдиган бирикмалар эриб, ўсимликлар осон ўзлаштирадиган шаклга айланади.

ни лимбуруғ гифларидан ажралган ферментлар таъсирида ғужаллаб органик моддалар парчаланadi.

в) энтотроф ва энтотроф микоризали ўсимликларда микоризалар ҳисобига илдизнинг сатҳи катталашади.

Бошқа ўсимликлар ўз ферментлари воситасида эндотроф ва энтотроф микориза гифларини ҳам эритиб юбориб, таркибидagi моддаларни ўзлаштиради. Ўсимликлар ҳам, ўз навбатида, лимбуруғларнинг озиқланиши учун зарур углеводлар, витаминлар, витаминлар ва бошқа физиологик актив бирикмаларни етказиб беради.

Эман ниҳоли ўсишига микоризанинг таъсири (П. Б. Раскатов дарслигидан олинди)

41-жадвал

	Микоризали ниҳоллар	Микоризасиз ниҳоллар
Ўсимлик қисмининг узунлиги, см	35,5	17,5
Ўсимлик қисмининг массаси, г	17,0	3,1
Ўсимлик сони	42,0	12,0
Ўсимликнинг умумий юзаси, см ²	591,0	98,0
Ўсимликнинг массаси, г	11,0	4,5

Лимбуруғлар ва эман ниҳоли ўртасида вужудга келган симбиотик ҳаёт фаолиятида ўсимлиكنинг ривожланишига кўрсаткич таъсир жадвал далиллари асосида тасдиқланади.

Ўсимликларни ўстиришда ишлатиладиган минерал ўғитлар

Ўсимликларнинг нормал ўсиши ва ривожланиб, ҳосилга киришини таъминлаш мақсадида ишлатиладиган маҳаллий ўғит—кўп 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 бўли тугилади.

Фосфорли ўғитлар сифатида саноатда ишлаб чиқариладиган сульфат—фосфат — $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, Na_2HPO_4 , KH_2PO_4 ва Киров, Орлов, Воронеж вилоятларидаги, Қоратог тоғларидаги қазилма бойликлардан фторфосфатит — $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{F}$, хлорапатит — $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{Cl}$ ва апатит — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$ каби табиий фосфоритлар кўп ишлатилади.

Табиий фосфоритлар таркибидаги фосфордан кўп ўсимликлар фойдалана олмайди. Улардан фақат илдизлари орқали ўзлаштириш органик кислоталар ажратаётган люпин, гречиха каби ўсимликлар фойдаланиши мумкин. Бошқа экинларга фосфорли ўғит сифатида фосфорит солинганда қушимча равишда физиологик моддони тузлар ишлатиш керак. Баъзи олимларнинг

дикирига 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 келишда тупроқда яшовчи фосфор бактерияларининг аҳамияти катта. Улар фосфор-органик бирикмаларнинг парчаланишида иштирок этиб, экинларни фосфор билан таъминлайди. Шунинг учун ҳосилга олиб, актив фосфор бактерияларидан «фосфобактерин» деган бактериялар ўғит тайёрланади. Уруғ ва дон экинидан олдин «фосфобактерин» ўғити билан дориланади.

Н. С. Авдонин (1942) бир ҳисса суперфосфатга 5 ҳисса таркиқ қипири қўшиб майда доналар (гранулалар) шаклида тайёрланган фосфорли ўғитни полиз экинлари қатор ораларида солишни тавсия этган. Донадор суперфосфат солинган майдонлардан анча юқори ҳосил олинганлигини қуйидаги маълумотлардан кўриш мумкин.

42-жадвал

Ўсимликлар тури	Тажриба ўтказилган жой	Донадор суперфосфат солинганда, контролга нисбатан ортқча олинган ҳосил, ц/га
Қарам	Москва	119,1
Помидор	Крим	32,7
Кизилча	Воронеж	55,4
Редиска	Москва	37,4
Шолғом	Москва	38,1

Эслатма: жадвал анча қисқартириб бўлинди.

Донадор 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 донадор шаклда солинган, таркибидаги фосфорнинг кўп қисmini ўсимликлар яхши ўзлаштиради. Масалан, ерга донадор суперфосфат солинса, таркибидаги фосфорнинг 70% ини ўсимликлар ўзлаштирган бўлса, кукун ҳолидаги суперфосфат солишганда шолғом унинг фақат 6,3% ини ўзлаштирган, холос.

Бир гектар экин майдонига етадиган донадор суперфосфат тайёрлаш учун 7—10 кг (P_2O_5 ҳисобида) суперфосфат сарф бўлса, оддий усулда солишда 120 кг сарфланади. Шуларни ҳисобга олганда донадор фосфорли ўғит анча афзалликка эга эканлиги кўзга ташланади. Бироқ донадор ўғит ҳамма экинлар учун ҳам бир хилда фойдали бўлавермайди. Масалан, рангўт, хоптал ва ловия каби экинларнинг ҳосилига таъсир этмайди. Фосфорли ўғитлар таъсирида шакар, крахмал ва оқсил миқдори кўпаяди. Каноп, ғўза ва зигир толаларининг узунлиги

сифити яхшиланади. Қандлавлагги таркибидаги шакар қандлари 2,2% га кўнаяди, совуққа чидамлилиги ортади.

Усимиқларга азот, нитрат кислота ёки аммонийли тузлар қўшилганлиги сўлиниади. Ўзанда азот сақлаган ва ўғит сифатида иш-латилганлиги бирикмалар тури жуда хилма-хил бўлиб, ўсимлик-лар турига қараб, уларнинг таъсири ҳам ҳар хил бўлганлигини кўрсатган жадвалдан кўриш мумкин.

43- ж а д в а л

Усимиқлар тури	Азотсиз	NaNO ₃	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	Ca(NO ₃) ₂	Ca(CN) ₂	Ca(NO ₃) ₂	NH ₄ Cl
Биринчи	19,5	24,0	23,0	22,7	22,8	22,6	—	—
Иккинчи	16,7	21,8	20,4	20,2	20,3	19,8	21,0	19,6
Учинчи	184	240	221	222	223	217	227	216
Тоқтинчи	167	203	204	212	204	208	200	180
Тоқсонинчи	4,8	7,0	6,4	6,2	6,4	6,4	6,5	5,9

Телитма: жадвалда келтирилган сонлар га/ц ҳисобида кўрсатилган.

Бирин азотга бойишида минерал ўғитлардан ташқари, азотобактерин ёки азотоген деб аталадиган бактери-ал ўғитлар ҳам кўп ишлатилади. Бактериал ўғитлар уруғ ва донга қўшиб аралаштирилади.

Бактериялар побуд бўлгандан кейин ўзлаштирилган молеку-лар азот ҳисобига улар танасида синтезланган азотли органик моддалар минераллашадн ва кейин уларни экинлар ўзлашти-рилади.

Азотобактерин ишлатилганда экинлар ҳосили ортганлиги кўрсатилган жадвалда кўрсатилган.

44- ж а д в а л

У.симликлар тури	Тажриба соли	Контрол	Азотобактерин солинган	Қўшимча ҳо- сил, % ҳисо- бида
		усимликлардан олинган ҳосил, га/ц		
Бирин	19	230	307	33
Тоқсондир	9	168	215	28

Калий 40% ли калийли тузлар—KCl (52—56%), K₂SO₄ (46—50%) ёки табиатда учрайдиган сильвинит KClNaCl (12—15%) ва корналлит KCl·MgCl₂·6H₂O (15—17%) минераллари сифитида ерга солинади. Ўсимликлар турига қараб, калий ҳар хил миқдорда ишлатилади. Масалан, балла, зиғир ва себаргага кимроқ (25—90 га/кг), картошка, қанд лавлагги ва гўзага кўп-роқ (90—300 га/кг) калий солинади.

Химия саноатида минерал-органик ўғитлар донадор шаклда ишлаб чиқарилади. Донадор ўғит минерал ўғитларни гўнг,

Турли хилдаги калийли ўғитнинг гўза ҳосилига таъсири

45-жадвал

Тажриба вариантлари	1 га майдондан олинган пахта ҳосили, га/ц	K элементи ҳосил қилинган ҳолид, г/га
Калий билан таъминланмаганда	32,3	—
KCl тузи таъсирида	34,8	2,5
K ₂ SO ₄ тузи таъсирида	36,2	3,9

торф ва турли бошқа органик моддалар билан аралаштириб тайёрланади.

Ўғитлар таркибидаги минерал элементларни усимликлар бир вақтнинг ўзида ва бирданига қабул қилмасдан, вегетациянинг айрим давларига кўра, оз ёки кўп қабул қилиши қуйидаги жадвалдан кузатилади.

46-жадвал

Гўзанинг ривожланиш фазалари	Талаб этилган азот, %	Фосфор, %
Чигит унисида шоналашгача	7	5
Шоналашдан гуллашгача	46	35
Гуллашдан кўсак тугилгунча	44	50
Ҳосил етилишигача	3	10

Ривожланиш фазаларига кўра гўзанинг азот ва фосфор ўзлаштириши (Б. П. Мачигин маълумоти)

47-жадвал

Гўзанинг ривожланиш фазалари	Анализлар куня	Фазаларга кўра				Бир кеча-кундузда 1 га майдонда ўзлаштирилиши	
		азотнинг		фосфорнинг		N	P, %
		Ўзлаштирилиши					
		га/кг	%	га/кг	%	элементлари, мг	
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.

Ўзанинг улиб чиқишидан шоналашгача азот ва фосфор элементларидан 3—5%, калийдан 2—3%, шоналашдан гуллашгача азотдан 25—30%, фосфор ва калийдан 15—20%, гуллашдан катонлар етилгунча азотдан 65—70%, фосфор ва калийдан 15—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%
Калиций	24%	18%	16%	26%	16%	100%

Ўғит сифатида ишлатиладиган минерал элементларнинг физиологик аҳамияти

Ўсимликлар тулроқдан ўзлаштирган N, P ва S элементлари оқсил, 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 тўпланади. Масалан, тамаки экилган далага нитратли тузлар солинганда, ўсимликлар тўқимасида 3,97% гача лимон кислота тўпланса, 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.

Кўксагиз ўсимлиги нитрат кислота (NaNO_3 , 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. ЎСИМЛИКЛАР ТЎҚИМАСИДА УЧРАЙДИГАН ОРГАНИК БИРИКМАЛАР, УЛАРНИНГ ЎЗГАРИШИ ВА ҲАРАКАТЛАНИШИ

Ўсимликлар тўқимасида учрайдиган органик бирикмалар

Ҳар қандай тирик организм, шу жумладан, тубан ва юқори ўсимликлар ҳам турли-туман органик бирикмалардан таниниш топган. Бу бирикмалар бир-бирига бевосита боғлиқ бўлганлигидан тирик организмнинг ҳаётий жараёнлари нормал даражада эади. Акс ҳолда, яъни бундай ўзаро муносабат бирлиги йўқолса, тирик организм нобуд бўлади.

Ўсимликларда учрайдиган органик моддалар миқдори эканларнинг парвариш қилиниш жойига кўра турлича бўлади. Дарҳақиқат, химиявий анализ далилларига қараганда, буғдой донидаги оқсил миқдори шимолдан жанубга томон ортиб боради. Масалан, Санкт-Петербург вилоятида ўстирилган буғдой дон таркибидаги оқсил миқдори 14,3% ни ташкил этган бўлган. Украинанинг Полтава вилоятида парвариш қилинган буғдой донида 18,95% га бориб қолган. Ғарбдан шарққа томон йўналганда ҳам оқсил миқдори ортаганлиги кузатилади. Масалан, Беларуссиядаги 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 51,9% ни ташкил этган. Бу далиллар шимолий районларда парвариш қилинган ўсимликларда 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 ситимининг 40% ни бўлганда кунгабоқар пистасида 52,3%, сув миқдори 60% га келганда 58,3% ва тупроқдаги сув, тўла сув ситимининг 80% га кўпайтирилганда ёғ миқдори 62,8% га бориб қолар экан.

Ер шаридаги ўсимликларнинг уруғи ва донида тўпланган моддаларнинг миқдорига кўра, улар ёғли, оқсилли ва крахмалли ўсимликлар деб юритилади. Шунингдек ўсимликларнинг қирийб 90% ни ёғли ўсимликлар гуруҳига киради.

Ёғли ўсимликларга кунгабоқар (50%), гўза (23—25%), кинакунжут (50—70%), оқсилли ўсимликларга соя (30%), ловин (23%), люпин (39%), ясмиқ (30%), крахмалли ўсимликларга буғдой (65%), маккажўхори (70%), шўла (70%) ва сули (50%) ўсимликларини мисол қилиш мумкин.

Органик моддаларнинг ҳар қайси хужайрада мавжуд бўлган айрим участкаларда — кампортментларда сингитланади. Кампортментлар — хужайрадаги эркин бўшлиқлардан цитоплазма ва вакуолини кўрсатиш мумкин. Шу бўшлиқларда ҳосил бўлган ва тўпланган шакар, глюкоза, фруктоза каби мод

ҳаётнинг муҳитга чиқариладиган бирикмалардир. Уларнинг ҳаётнинг ҳужайра мембраналари томонидан назорат қилиниши мумкин.

Ҳаётнинг вакуолда органик кислоталар, ошловчи моддалар, витаминлар ва бошқа бирикмалар тўпланади. Цитоплазмада ҳам маълум мембраналар билан ўралган органоидлар ўзига хос органик моддаларни ҳосил қилишда реакцион кампортментлар қатъий ҳисобланади. Жумладан, сферосомаларда ёғлар, трансформацияларда турли фенол бирикмалари, рибосомаларда оқсиллар синтезланади. Синтезланган юқори молекулали моддаларнинг ҳар қайсиен ўзига хос вазифани ўтайди. Масалан, ДНК организм белгиларини наслдан-наслга утишини ва турли-туман организмнинг, шу жумладан оқсил ферментларни ҳосил бўлишини таъминлайди.

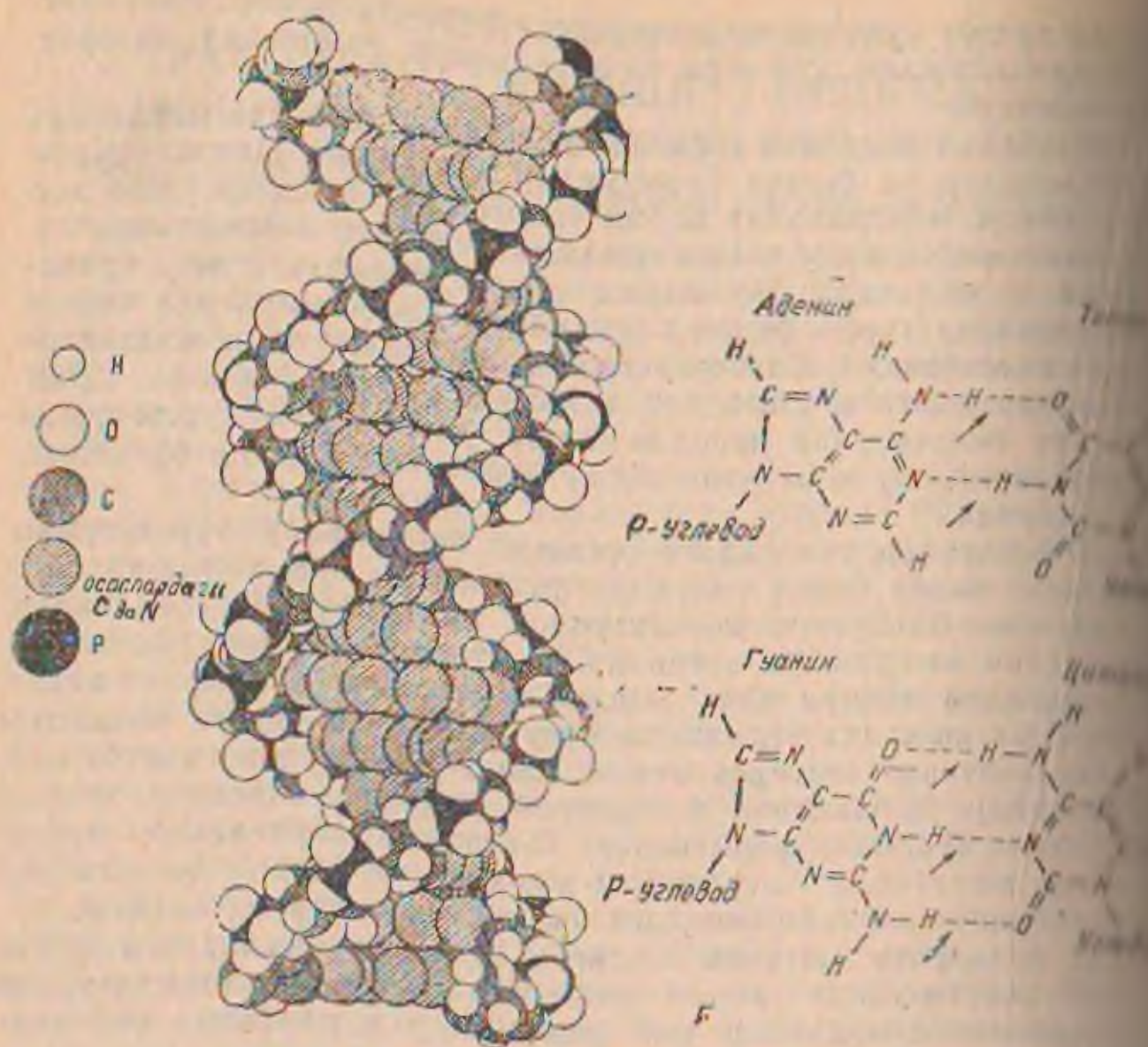
Ўсимликлар танасидаги органик бирикмалар турли-туман функция билан бирга уларнинг функцияси ҳам хилма-хилдир. Уларнинг баъзилари конституцион модда бўлиб, ўсимликлар танасини ва ҳужайра органларини тузилишида иштирок этади. Баъзиларини захира озиқ модда сифатида ва физиологик актив организм шаклида ўсимликларнинг ҳаёт жараёнидаги моддалар алмашинувида иштирок этади. Аммо ўсимликлар таркибидаги моддалар ўз шаклини ўзгартириб туради. Масалан, захира ҳолатдаги крахмал, ферментлар таъсирида парчаланиб, нафас оlish жараёнида сарфланиши мумкин ёки захира ҳолдаги оқсилларнинг парчаланishiдаги аминокислоталар цитоплазма ҳолати бўлишида иштирок этадиган оқсил бирикмаларига қўшилиб конституцион модда сифатида ўзгаради. Конституцион моддалар ҳам ферментлар иштирокида парчalanib, янги моддалар қаторида сарфланади.

Хулоса қилиб айтганда, органик моддаларнинг бир турли-хиллиги турта 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 алмашинувида иштирок бўладиган биохимиявий жараёнларни жадаллаштиради. Тирик организмлар таркибида ферментлар борлигини биринчи бўлиб рус олими Г. Н. Кирхгоф (1814) аниқлаган. У арпа қабеганидан ажратиб олинган модда таъсирида крахмал парчаланганлигини кузатиб, уни амилаза деб атаган.

Пейен ҳам (1833) арпа майсасидан крахмални шакаргача парчалайдиган модда ажратиб олиб, уни емирилиш маъносида амилаза деб атаган. Шван (1836) ошқозон ширасидан ажратиб олинган ферментга пепсин, А. Я. Данилевский (1862)



80-расм. А — Крик ва Уотсон (1953) тасвирлаган ДНК қуш заижириининг сирмаси. Таркибида С ва N элементларини сақлаган асосларни ифодалайди; Б — Ош заижири ДНК азот асосларининг иккинчи заижиридаги азот асослари билан доруд воситасида комплементар боғланиши.

ошқозон ости безидан ажратилган суюқликка трипсином ном берган.

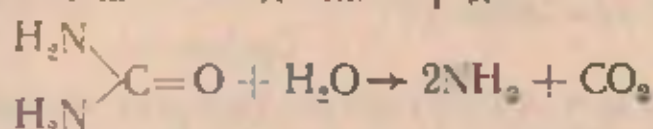
И. П. Павлов (1877) ферментлар оқсил табиатли бирикмалардир деган эди. Унинг айтишича, «... улар химиявий жарайёнларни идора қилиши натижасида ҳаёт пайдо булади, яъни улар тўла маънода ҳаётни қузғатувчилар ҳисобланади». Тиринмавжудотлар ҳаётида ферментлар нақадар муҳим функция бажарганлигини И. П. Павлов сўзлари тўлиқ тасдиқлайди. Ферментлар махсус бирикмалар эканлигини Р. Виллстеттер (1928) тасдиқлаган. Ферментлар оқсил табиатли бирикмалар эканлигини Д. Самнер (1926) соя ўсимлиги донидан моченини парчалайдиган, кристалл шаклидаги уреза ферментини аниқратиб олган. Айни вақтда юздан ортиқ фермент кристалл шаклида эканлиги аниқланди (80-расм).

Ферментлар, яъни органик катализаторлар, майдаланган темир, платина, никель, палладий каби анорганик катализаторлардан тубандаги белгилари билан фарқ қилади:

1. Ҳар бир фермент ўзига хос хусусиятга эга бўлиб, маълум моддани таъсир этади ва унинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўзинини жадаллаштиради. Масалан, уреаза фақат мочевиани парчаланишида иштирок этади.

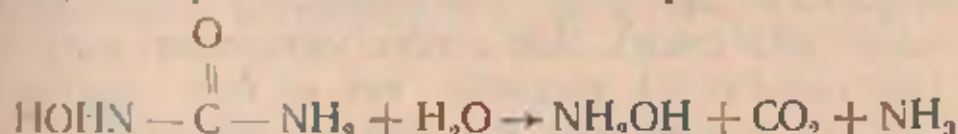
Уреаза ферменти мочевиани $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\ \diagup \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagdown \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$ ни сув иштирокида CO_2

га парчаланишини жадаллаштиради:



Бироқ, уреаза абсолют ўзига хос ферментлар гуруҳига кирса

ди, то имочевина $\text{HOHN} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{NH}_2$ ни ҳам гидроксиланин (NH_2OH), CO_2 ва NH_3 га парчаланишини жадаллаштиради:



Сахараза, мальтаза ва лактаза ферментлари ҳам абсолют ўзига хос ферментлар ҳисобланади. Липаза ферменти эса фақат эфир боғларини ўзида иштирок этади. Баъзи ферментлар, жумладан, пероксидаза бир неча хил пероксидларнинг, шу жумладан, водород пероксиднинг парчаланишини ҳам жадаллаштиради.

2. Ферментлар анорганик катализаторларга нисбатан жуда осон 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 оқсатган каталаза ферменти 1 минутда 5 000 000 молекула водород пероксидни сув ва кислородга парчалайди.

Ошқозонда ишлаб чиқариладиган пепсин ферментининг 2 грамм 2 соат давомида 100 кг пиширилган тухум оқсилни парчаласа, ошқозон ости беzi иштирокида ишлаб чиқарилган 1,4 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 мальтозагача парчалаб, мальтаза ферменти учун зарур бўлган мальтоза дисахаридни етказиб туради. Мальтаза ферменти мальтозани икки молекула глюкозага парчалайди.

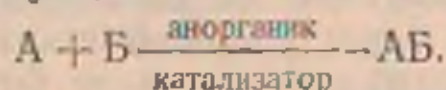
ферментлар	Парчаланувчи модда	1 минутда парчаланган модда моддаси ларин
От жигаридаги каталаза	H_2O_2	5 000 (XX)
Қартошка фосфорилазаси	Крахмал	10 000
Соя довидаи олигган уреаз	Мочевина	46 000
Арпа майсасидаги амилаза	Крахмал	19 000
Молекуладаги сут кислота дегидрогеназаси	Сут кислота	31 000

Глюкозани пироузум кислотагача ўзгариб боришида 11 минута 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 парчалаувчи хемотрипсин 246 дон аминвокислота 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 парчаланушини жадаллаштиради. (81-расмдаги б-схемага қаранг).

Оддий химиявий реакцияни тезлаштиришда температура босим ва аорганик катализаторлар қўлланилади. Бундан 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 топгайлиги билан оддий химиявий реакциялардан кескин ажралиб турганлиги тубандагилардан иборат:

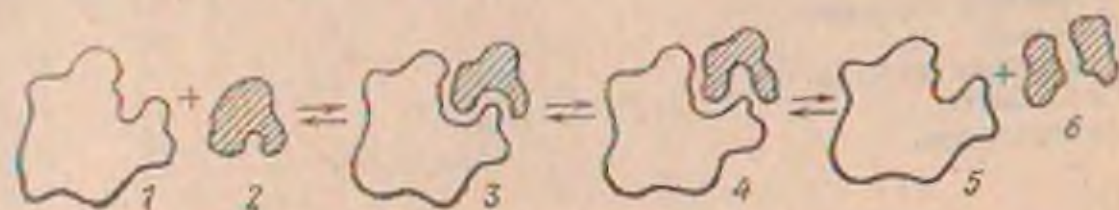
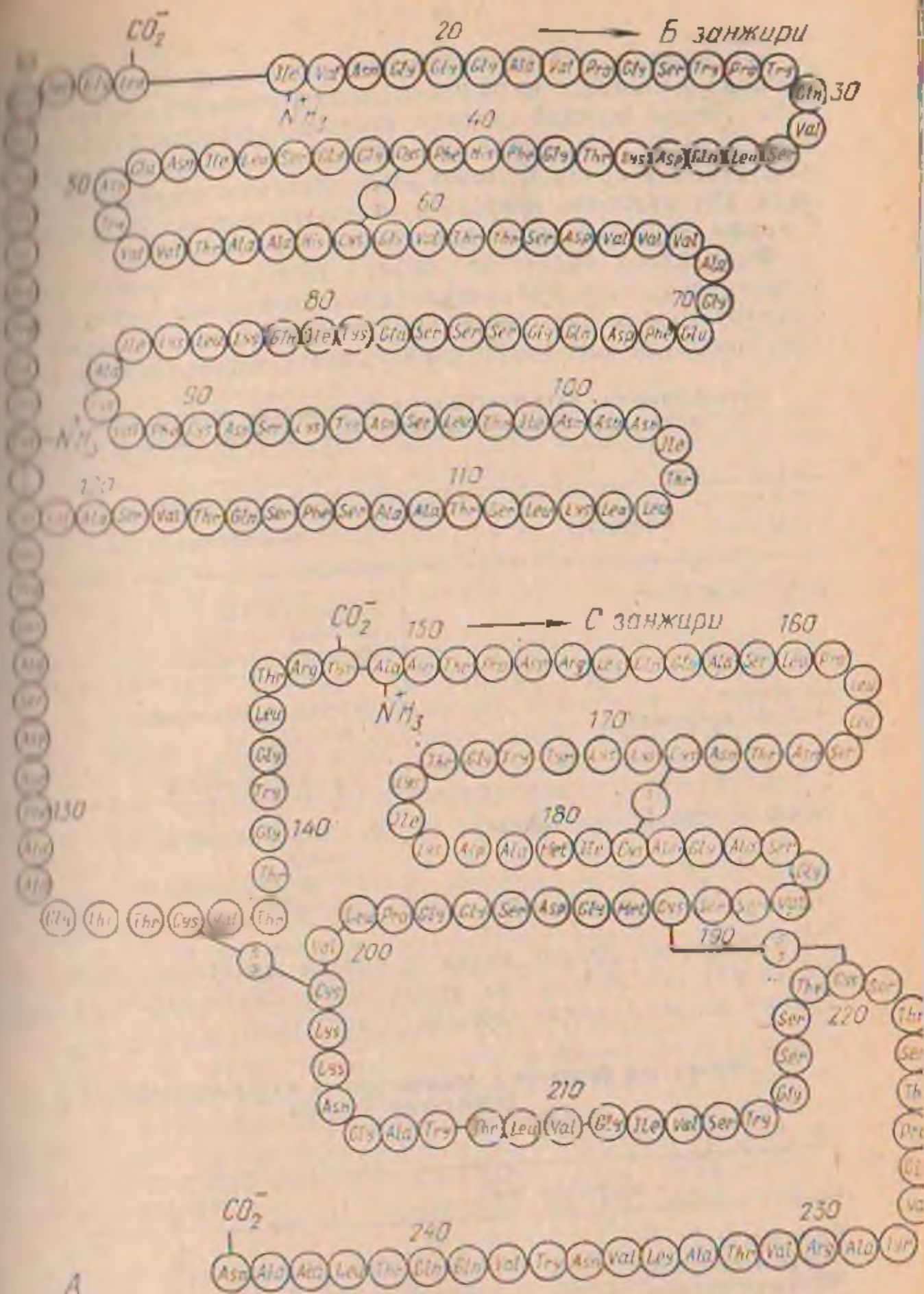
Ферментатив реакцияларнинг биринчи босқичида фермент реакцияга кирувчи моддага қўшилиб, уни активлаштиргач, яъни бириккач, комплекс бирикма ҳосил қилинади: $A + F \rightarrow AF$.

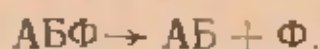
Иккинчи босқичда фермент иштирокида активланган модда иккинчи моддага бориб қўшилади: $AF + B \rightarrow AFB$.

Учинчи босқичда ҳосил бўлган комплекс бирикмадан фермент ажралиб, мустақиллигини тиклайди ва янги реакцияларнинг ўтишини активлаштиради:

81-расм. А — хемотрипсин ферменти тузилишидаги полипептид занжирларининг жойлашуви:

Б — фермент (1) билан парчаланувчи модда (2) янги босқичидан комплекс модда (3) нини 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, E ҳарфи билан ифодаланади.

Ферментлар ёрдамида содир бўладиган реакцияларнинг ўтиши учун сарф бўладиган активлаштирувчи куч (энергия) катализаторсиз ёки анорганик катализаторлар билан ўтганлигига нисбатан ҳам талаб қилинганлиги жадвалдан кузатилади.

Катализаторсиз, катализаторли ва ферментатив реакцияларни ўтиши учун сарф бўлган активлаштириш (E) кучи қийматлари

50-жадвал

Реакциялар	Катализаторлар	E 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 $\rightarrow$ $\rightarrow$ глюкоза $\rightarrow$ фруктоза	Водород ионлари ишти- рокида	108,0
	Хамиртурушдан олинган сахараза ферменти	48,2
Қозеги оксигенининг парчаланиши	Водород ионлари ишти- рокида	86,2
	Трипсин ферменти иш- тирокида	17,0

6. Ферментларнинг актив бўлишига муҳитнинг температураси ва pH (кислотали ёки ишқорли) қиймати кучли таъсир этганини жадвал рақамларидан кузатилади.

Ферментлар фаолиятига температура ва муҳит кислоталик (pH) қийматининг таъсири

51-жадвал

Ферментлар номи	Температура	pH қиймати
Канакунжут	35	5,0
Баргдаги сахараза	55	4,5—5,0
Майсадаги амилаза	45	4,0—5,0
Бодомдаги эмульсин	48	6,0
Каталаза	0	7,0
Турушдаги мальтаза	40	6,1—6,8
Целлобиаза	46	5,1
Аспарагиназа	—	8,0

Жадал рақамларига кўра, баъзи ферментлар паст температурада ва нейтрал шароитда жадаллашса (каталаза), бошқа ферментлар учун юқори температура ва кислотали шароитда (буғдой сахаразаси) жадаллашганлиги кўрилади.

Ферментларнинг фаолияти SH гуруҳи ва Mn , Mo , Co элементлар таъсирида жадаллашади. Булар активаторлар деб аталади. Бироқ оксилларни коагуллайдиган биомоддалар таъсирида ферментлар инактивлашади. Бундай биомоддалар ингибиторлар дейилади. Ингибиторларга қалай, темир ва мис тутувчи ферментлар учун цианид кислота (HCN) ингибитор ҳисобланса, Mg тутувчи ферментлар фтор таъсирида инактивлашади.

Ферментларнинг жадаллашиши ташқи муҳит омиллари, активаторлар ва ингибиторлар таъсиридан ташқари, хужайра мембранаси коллоидларининг ҳолатига ҳам боғлиқ. Академик А. И. Опарин маълумотига кўра ферментлар цитоплазма коллоидларига адсорбцияланган ҳолда бўлса, хужайрада бўлса, цитоплазма коллоидларидан бўшаган ҳолда бўлса, гидролиз жараёнлари жадаллашиб, мураккаб моддалар парчалашади.

Одатда, ферментлар жадаллиги янчилган тўқималарда текширилади. Бундай ҳолатда хужайралар шикастланишидан моддалар алмашинуви жараёнларининг изчиллиги ва тартиби кўрилади. Ферментларнинг активлиги ҳам ўзгариб қолганлигини кўла ва етарли маълумотлар олиш қийинлашади. Ўсимликлар тўқимаси янчилганда шу тўқимада фақат гидролиз жараёнларини аниқлаш мумкин, синтез жараёнларини эса ўрганиб бўлмайди.

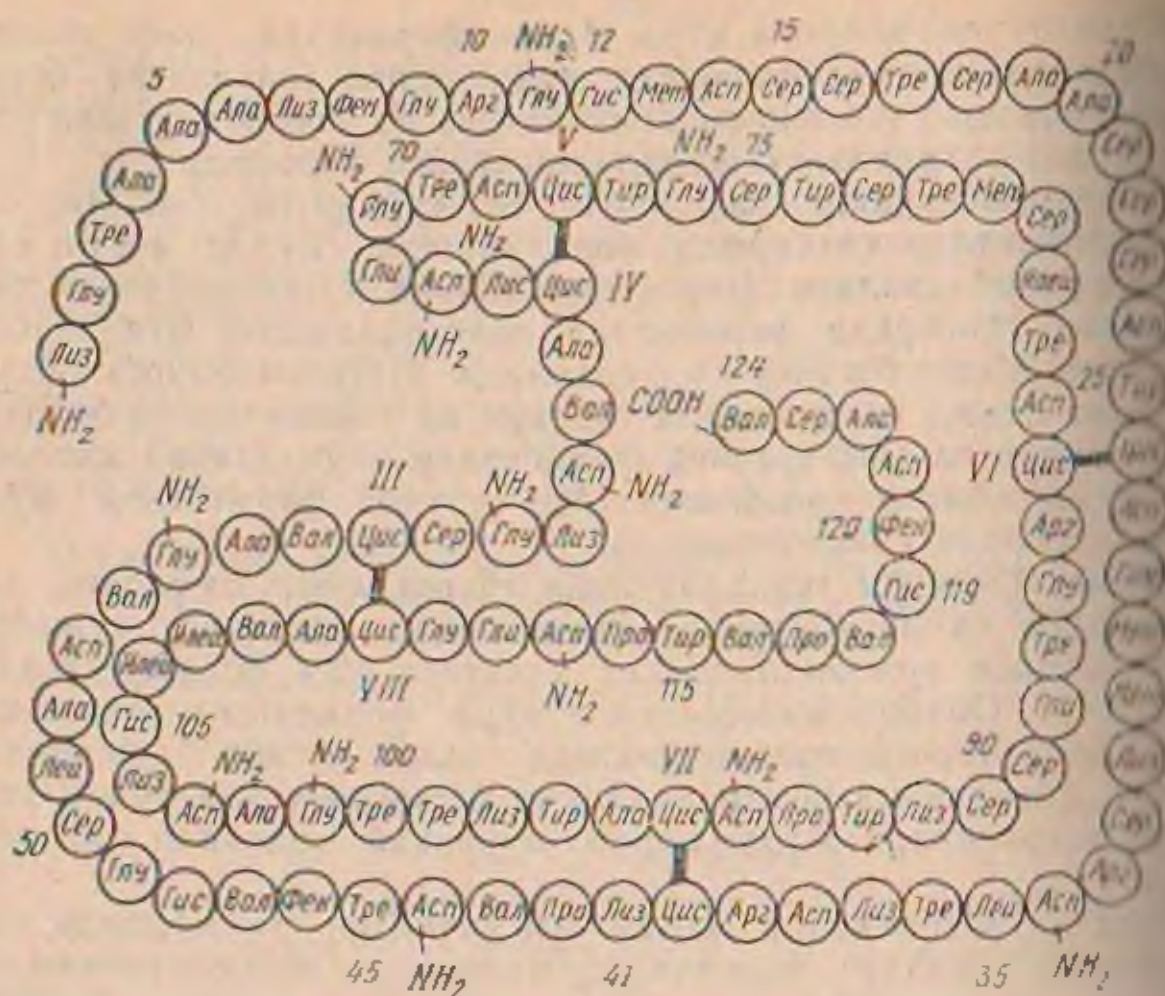
Шуларни ҳисобга олиб, А. И. Опарин, А. Л. Курсанов ва бошқалар ферментлар жадаллигини ўрганишда хужайранинг табиий ҳолатини таъминлаш зарурлигини айтиб ўтдилар. Бунда академик А. Л. Курсанов ишлаб чиққан вакуум инфильтрация усули кенг қўлланилмоқда.

Вакуум инфильтрация усулидан фойдаланган Б. А. Рубиннинг, карам ва сабзи тўқималаридаги ферментлар жадаллиги билан ўсимликларнинг тез ёки кеч етилиши орасида катъий — коррелятив муносабат борлигини аниқлаган. Б. А. Рубин ва шогирдларининг маълумотларига кўра, эртапишар навларда гидролиз, кечпишарларда синтез жараёни устуи турар экан.

Тирик организмлардаги ферментлар иккита катта гуруҳга бўлинади:

1. Бир компонентли ферментлар. Бу гуруҳга кирган ферментлар соф оксил молекулаларидан иборат. Улар





82- расм. Рибонуклеаза ферментя таркибидаги аминокислоталар. Юмалоқ қора доиралар ферментнинг актив гуруҳини ташкил этган аминокислоталарни кўрсатади.

нинг актив гуруҳи вазифасини оқсил молекуласининг айрим боғлари бажаради. Масалан, пепсин ферментининг актив гуруҳи тирозин аминокислотаси таркибидаги фенол қисмидир.

α —химотрипсин ферментининг актив гуруҳи функциясини молекуланинг 195- ўриндаги серин, 57- ўриндаги гистидин, 16- ўриндаги изолейцин, 102- ва 194- ўринлардаги аспарагин аминокислоталари бажаради (81-бетдаги расмга қараи).

РНҚ молекуласининг парчаланишини жадаллаштиришда қатнашадиган рибонуклеаза ферментда актив гуруҳ вазифасини 7- ва 41- ўринлардаги лизин, 39- ўриндаги аргинин, 12- ва 119- ўринлардаги гистидин аминокислоталари бажароли (82- расм).

II. Икки компонентли ферментлар икки хил бирикмадан тузилган. Уларнинг бири апофермент (ферон ёки апоэизим) дейилиб, у ферментнинг актив гуруҳини ўзида соқлайдиган ўзига хос оқсил молекуласидир. Иккинчи қисми эи кофермент (агон ёки коэнзим) дейилиб, у ферментнинг актив гуруҳини ташкил этади. Икки компонентли ферментларнинг актив гуруҳида витаминлар қатнашади. Масалан, карбоксидлаи ферментининг актив гуруҳида В₁ витамин бўлиб, махсус оқсил қисми билан боғланган. Нафас олиш жараёнида қатнашадигани

ферментининг актив гуруҳида никотин кислота, яъни витамини урин олган.

Шунинг билан кофермент қисмлари узвий боғланган бўлиши ке-
ч. ферментлар митохондрий, рибосома, пластидларда ва ху-
досининг бошқа органоидларида жойлашган бўлсада бошқа
ларини цитоплазмада тарқалган.

Ферментлар классификацияси

Шунинг маълумотларга кўра, тирик организмлар таркибида
маълум бўлган ферментлар сони 2 мингдан ортиқ эканлиги
маълум. Ферментларни номлашда субстрат, кофермент ва
фермент қайси гуруҳга кирганлиги ҳисобга олиниб, охирига
«аза» қўшимчаси қўшилади. Масалан, этил спиртли бижгишда
соддароқ этакдиган дегидрогеназа ферменти алкоголь де-
гидрогеназа деб аталади.

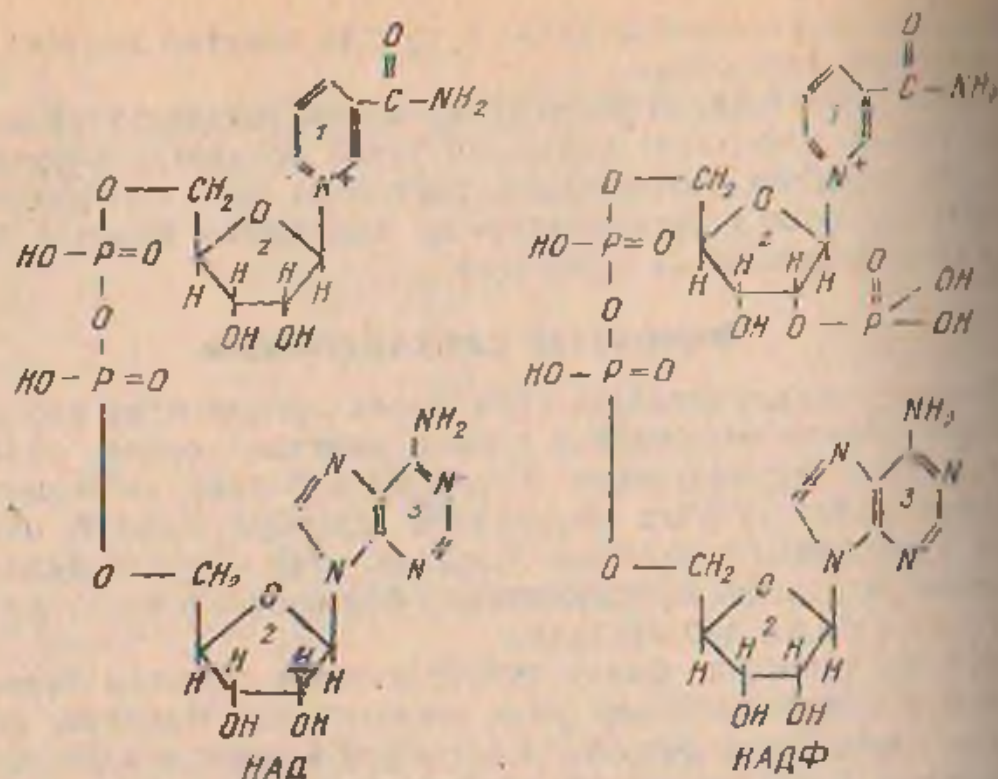
Шундан ташқари, фақат субстрат номи охирида «аза» қў-
шимчаси қўй ферментлар учун ишлатилади. Масалан, целлю-
лозани парчаловчи фермент 1,4-глюкон-4 глюконгидролаза де-
б аталади, соддароқ қилиб, целлюлаза деб аталади. 1962 йил-
дан Халқаро ферментлар конгресси якунларига асосланиб,
ферментлар олти катта гуруҳга бўлинади.

1. Оксидоредуктозалар

Бу гуруҳга кирган ферментлар нафас олиш ва бижгиш жара-
яларида содир бўладиган биологик оксидланиш-қайтарилиш
реакцияларини жадаллаштиради. Бу ферментлар гуруҳига ана-
роб шароитда органик бирикмалар таркибидан водород ва
электронни ажратиб олувчи дегидрогеназалар, водород ва
электронларни бир бирикмадан иккинчи бирикмага ўтказувчи
флавин, цитохром, цитохромоксидаза ва пероксидаза фермент-
лари кирилади.

а) дегидрогеназаларнинг актив гуруҳини никоти-
намидадениндинуклеотид (НАД) ёки никотинамидаденинди-
нуклеотидфосфат (НАДФ) ташкил этади. Ферментларнинг никоти-
намидадениндинуклеотид (НАД) актив гуруҳи икки қисмдан
ибрат: биринчи қисм фосфат кислота қолдиғи билан қўшилган
никотин кислота амиди (РР витамини), иккинчи қисм аденил
кислотадир. Никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ)
иқорида айтиб ўтилган бирикмалардан ташқари, аденил кис-
лота таркибига бир молекула фосфат кислота қолдиғи қўшили-
ши билан фарқ қилиши қуйидаги формуладан кўринади:

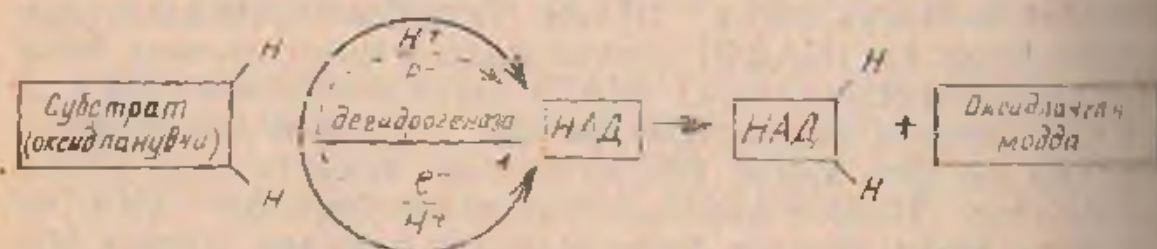
Дегидрогеназалар 200 га яқин бўлиб, уларнинг актив
гуруҳи НАД ёки НАДФ дан ташкил топган бўлсада, шу
актив гуруҳларни ўзига боғлаган оксил табииати хилма-хиллиги
билан бир-биридан кескин фарқ қилади. Ўзида актив гуруҳ
сақлаган оксилларнинг молекуласи турли-туман бўлганлигидан
ҳар қайси фермент маълум бир бирикмага ўз таъсирини кўр-



Эслатма: 1-никотинамид; 2-рибоза шакари; 3-азотини си аденин.

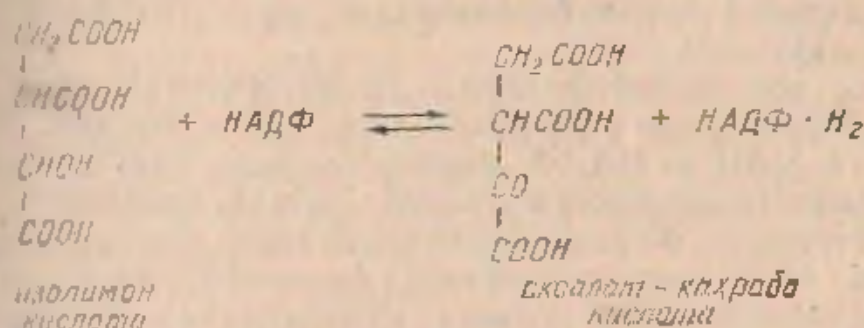
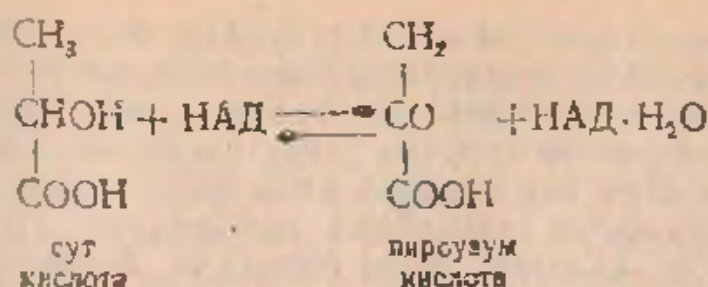
сатади. Масалан, сут кислотага — лактатдегидрогеназа, олми кислотага — малатдегидрогеназа, изолимон кислотага — исоцитратдегидрогеназа, глутамин кислотага — глутаминдегидрогеназа, глицерин-фосфатга — глицерофосфатдегидрогеназа, глюкозага глюкозо-6-фосфат дегидрогеназа, турли альдегидларга — альдегиддегидрогеназалар дейилади ва ҳоказо.

Дегидрогеназалар барча ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизмлар ҳужайрасида учраб, оксидланувчи органик моддалар таркибидаги водород ва электронларни ажратиб олиб, ўзинга боғлайди. Бу реакция схема тарзида қуйидагича ифодаланади:



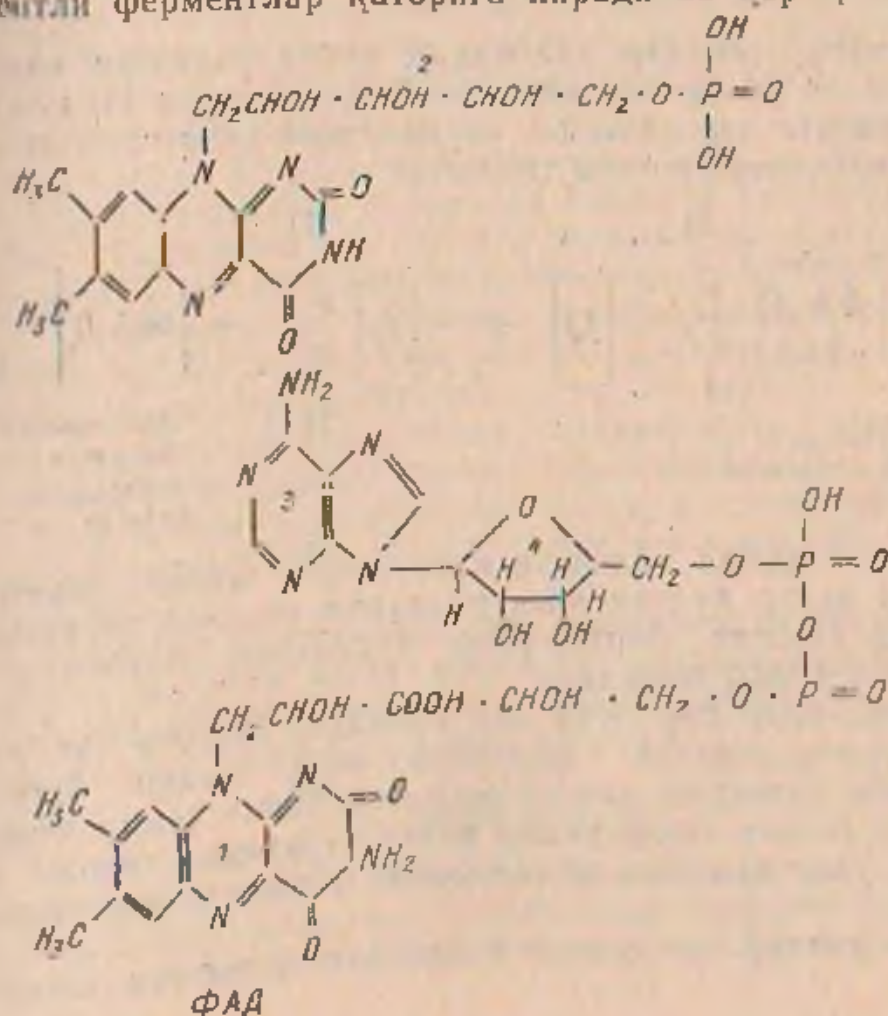
Лактатдегидрогеназа ферментининг актив гуруҳи НАД бўлиб, у сут кислотадаги 2 Н ни ўзинга боғлаб олиб, сут кислотани пирозум кислотагача оксидлаганлигини қуйидаги тенгламадан куриш мумкин:

Изоцитратдегидрогеназа ферментининг актив гуруҳи НАДФ. Бу фермент изолимон кислотани оксалат-каҳрабо кислотасигача оксидлайди. Тенглама қуйидагича ифодаланади:



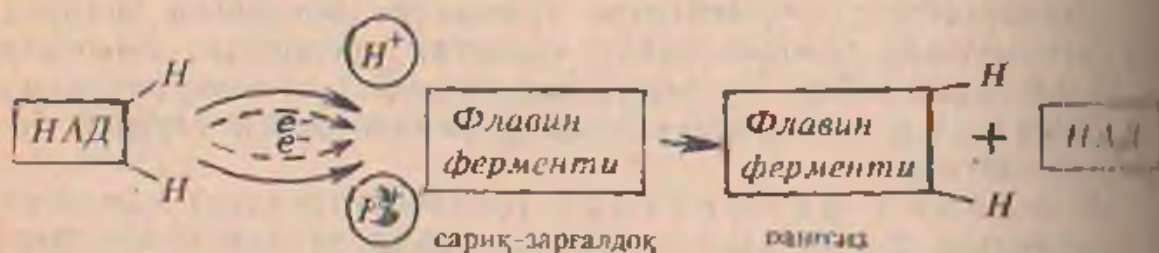
Истихроженеза ферментлари томонидан боғланган водород ва электронлар хаводан қабул қилинган кислородга бевосита ўтказиб берилмайди. Бу ферментлар водород ва электронларни флавиниллар деб аталган оралиқ ферментларга ўтказиб беришни иштирок этади.

А флавин ферментлар (флавопротеинлар) ҳам икки ферментли ферментлар қаторига киради ва ҳар қайси фер-

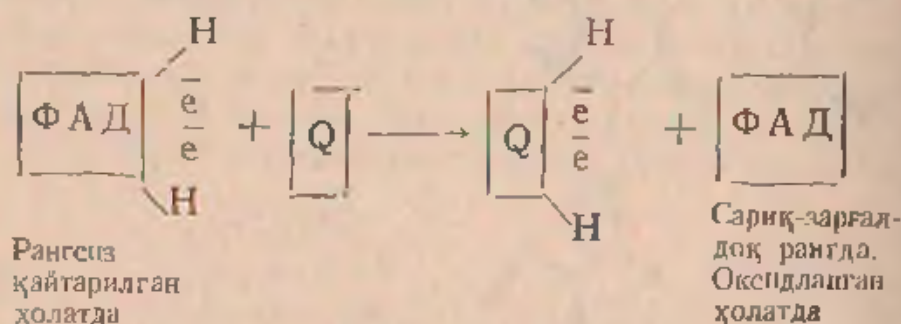


мент махсус оксил ва актив гуруҳдан (V_2 витаминдан) ташкил топган. Флавин ферментларининг баъзилари флавиномононуклеотид (ФМН), бошқалари флавинадениндинуклеотид (ФАД) деб аталган актив гуруҳни ўзида сақлайди. Улар химиявий қўшилишига кўра бир-биридан анча фарқ қилади. Масалан, флавиномононуклеотид таркибида рибофлавин — V_2 витамин фосфат кислота қолдиғи билан бириккан. Флавинадениндинуклеотид (ФАД) деб аталган рибофлавиннинг фосфорли эфири унинг аденил кислота билан бирикишидан ҳосил булганлиги фарқида келтирилган.

Сариқ рангли рибофлавин — V_2 витаминнинг қўшилишидан флавиин ферментлари сариқ-зарғалдоқ тусда бўлади. Уларнинг кўпчилиги НАД ва НАДФ ферментларида қабул қилган шундай родни бевосита кислородга етказиб бермай, балки цитохром системага ўтказди. Флавин ферментларининг умумий сон 30 га яқин. Уларнинг дегидрогеназа ферментларидаги водород ва электронларни ажратиб олиши қуйидаги схемада кўрсатилган.



Флавиинпротеидлар томонидан қабул этилган водород ва электронлар убихинон оксили — Q ферментига ўтказди. Флавин ферменти эса қайтадан оксидланган ҳолатга ўтиб, ўзининг сариқ-зарғалдоқ рангини тиклайди:

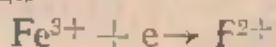


Ҳаводан қабул қилинган кислородни актив ҳолатга олиб келишда зарур бўлган электронларни етказиб беришда цитохром деб аталган бирикмалар борлигини Англиялик олим Д. Кейлин (1933) аниқлади.

Цитохромлар бир неча хил бўлсада, ҳозирча «в», «с», «с₁» ва цитохромоксидаза ферменти анча чуқур ўрганилган. Ҳар қайси цитохром махсус оксил ва ўзида темир элементини сақлаган (темир порфириин) актив гуруҳдан ташкил топганлигидан, улар ҳам икки компонентли ферментлар гуруҳига мансуб.

Цитохромлар ва цитохромоксидаза ферменти таркибидини

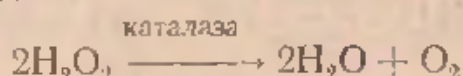
3 валентли темир Fe^{3+} иони электрон қабул қилса қайтарилган, йўқотса қайта 3 валентли темир Fe^{3+} иони электронни қабул қилса, 2 валентли темир иони Fe^{2+} га қайтарилади.



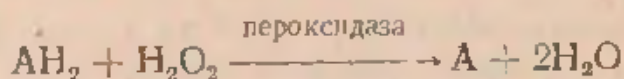
Агар 2 валентли темир Fe^{2+} иони ўзидаги электронни йўқотса, 3 валентли темир Fe^{3+} ионигача оксидланади.

Ушбу реакцияда кўрсатиб ўтилган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тирик организмда содир бўлиб туриши моддалар алмашинуви жараёнларининг изчиллик билан боришини ва маълум бир тартибга бўйсунганлигини тасдиқлайди.

Темирпурфирин ферментлар қаторига каталаза ва пероксидаза ферментларини ҳам киритиш керак. Каталаза ферменти шунингча алмашинуви вақтида ҳосил бўладиган водород пероксидазани 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 Ca, Mg, Fe, Cu, Co, Mn ва Zn элементларидан бирини сақлаган метал-лирик бирикмалардир.

1) оксидазалар ва оксигенезалар. Оксидазалар ўзига қабул қилиб олган водородни бевосита кислородга етказиб бериш хусусиятига эга. Уларга ўсимлик ва замбуруғларда кен тарқалган полифенолоксидазани мисол қилиб келтириш мумкин. Бу ферментлар феноллар (гидрохинон, пирокатехин, нафтогаллол) 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 рангнинг 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.

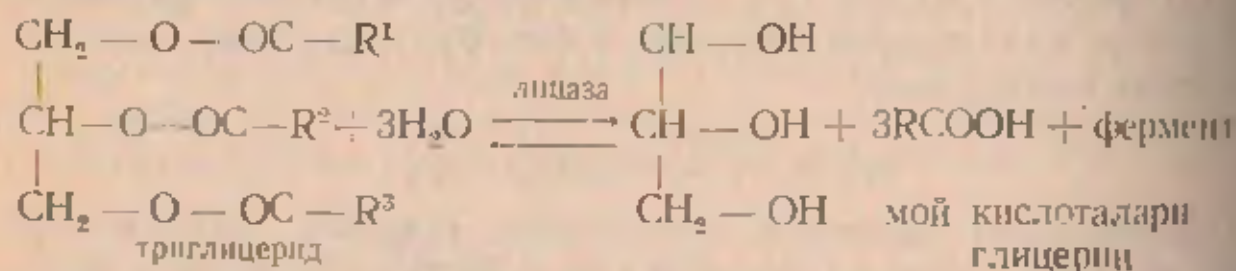
II. Гидролазалар

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 бундай бажаради. Гидролазалар мураккаб углевод, дисахарид, ён оксилларнинг парчаланишини жадаллаштиради. Гидролиз реакциялари сув иштирокида содир бўлади. Гидролаза ферментлари бир неча гуруҳга бўлинади:

1. Мураккаб эфирларнинг гидролиз реакцияларини тезлаштирадиган эстеразалар парчаланувчи моддалар табиати га кўра 3 гуруҳга бўлинади:

а) карбоэстераза ферментларидан липаза тубандар реакцияга мувофиқ мойларни глицерин ва мой кислоталарни парчалайди:



б) фосфоэстераза, яъни фосфатазалар фосфорли эфирлар таркибидаги фосфат кислота қолдиғининг ажраланишини жадаллаштиради. Бу гуруҳга дезоксирибонуклеаза (ДНК-аза) ва рибонуклеаза (РНК-аза) ферментлари киради.

в) сульфэстеразалар, яъни сульфатазалар олтингугуртли эфир бирикмаларидан сульфат кислота қолдиғини ажратувчилардир.

2. Глюкозидазалар, яъни карбогидролазалар углеводларнинг гидролизлашишида иштирок этади:

а) целлюлаза — циттаза ферменти целлюлозани целлобиоза дисахаридгача парчалайди. Ҳосил бўлган дисахариди целлобиоза ферменти иштирокида 2 молекула глюкозача парчаланади.

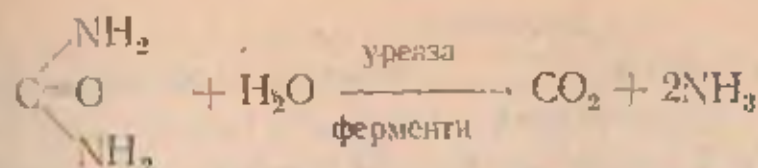
б) амилаза — диастаза ферменти крахмални мальтозагача, мальтоза эса мальтаза иштирокида глюкозача парчаланади.

в) сахараза ферменти шакарқамиш ва қандланган шакарининг глюкоза ва фруктозага парчаланишини жадаллаштиради.

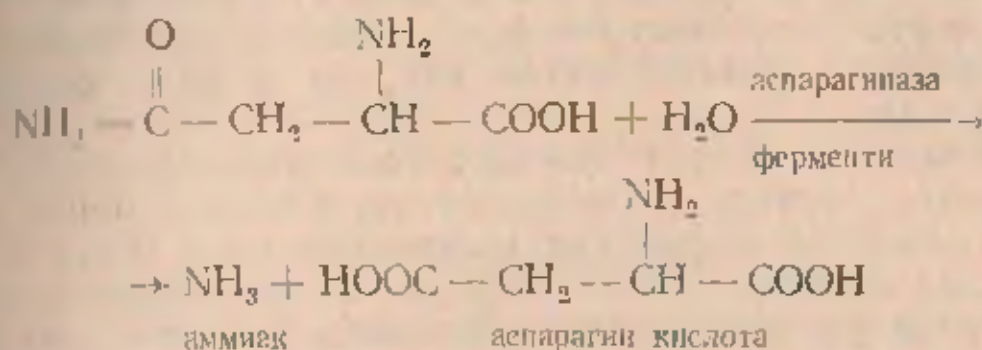
г) пектиназа — пектинэстераза ферментлари пектин бирикмаларининг парчаланишини тезлаштиради. Аммо мевалар етилишида эримайдиган пектин бирикмаларининг эрунчан пектинга айланишида ферментлар иштирок этганлиги ҳалигача маълум эмас.

3. Амидазалар амидларнинг сув, аммиак ва аминокислоталарга парчаланишини таъминловчи ферментлардир.

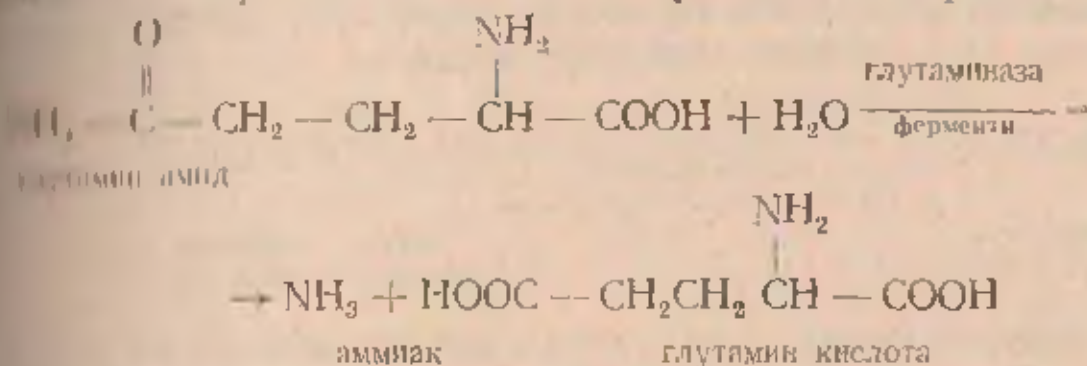
а) уреаза мочевиани карбонат ангидрид ва аммиакка парчалайди:



II) аспарагиназа аспарагин амидни аммиак ва аспарагин кислотасига парчалайди:



III) глутаминаза глутамин амидни аммиак ва глутамин кислотасига парчалайди. Реакция куйидагича боради:

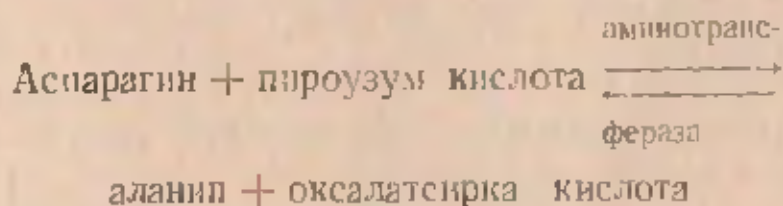


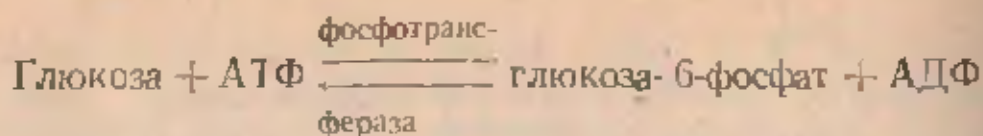
IV) Пептидазалар оксил ва полипептид молекулалари амин пептид боғларининг ажралишини жадаллаштирувчи ферментлардир. Оксил молекулалари марказида жойлашган пептид боғларининг узилишида иштирок этган пепсин, трипсин, эндопепсин ва панапотия каби ферментлар эндопептидаза деб аталади.

Карбоксипептидаза, аминопептидаза, дипептидаза ва баъзи катепсинлар оксил молекулалари занжирининг охирида жойлашган пептид боғларгагина таъсир этадиганлар экзопептидазалар деб аталади.

III. Трансферазалар

Трансферазалар бир органик бирикма таркибидаги айрим радикаллари, маълум боғларни, молекула бўлакларини ажратиб ёки бутун бир молекулани иккинчи органик моддага ўтказиб ва қўшиб вазифасини бажаради. Масалан, метил-трансфераза метил (CH₃)гуруҳларини бир бирикмадан иккинчи бирикмага олиб бориб боғлайди:





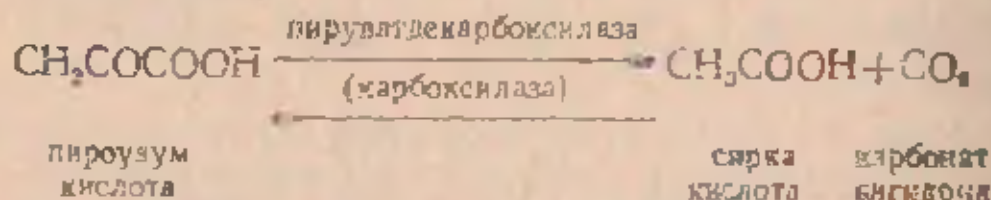
Тенгламада аминотрансфераза ферменти пирозум кислотига амин гуруҳини, фосфотрансфераза ферменти глюкозани фосфор кислота қолдиғини боғлаганлиги кўрсатилган.

Бу синфга пептозилтрансфераза, аминотрансфераза, фосфотрансфераза, ацетилтрансфераза ва бошқа ферментлар мисол бўлади.

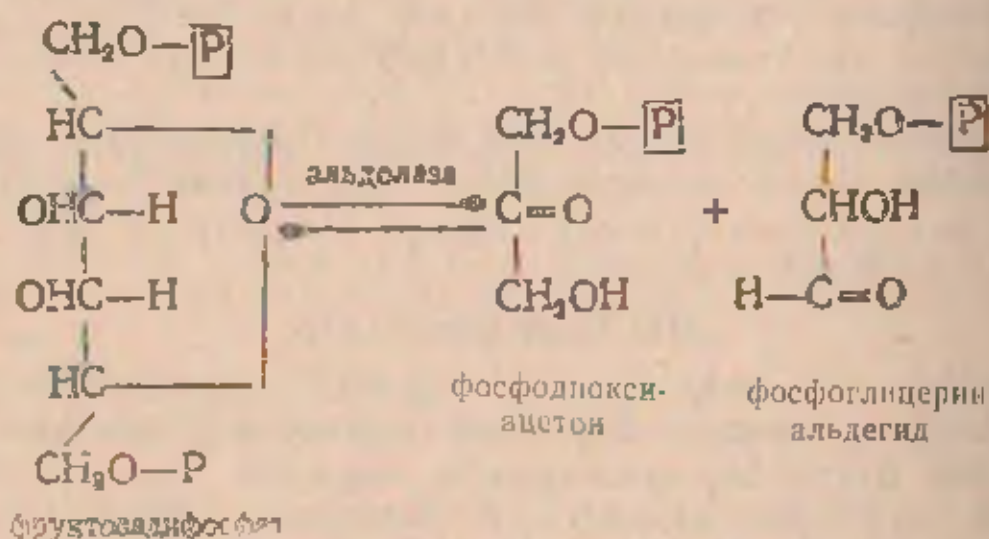
IV. Лиазалар (ажратувчи-парчаловчи ферментлар).

Лиазалар органик бирикмалар таркибидаги айрим гуруҳларнинг ажралиш жараёнини жадаллаштиради. Улар 2 билан бирикмаларга бошқа турли модда молекулаларининг айрим радикаллари ёки гуруҳларини боғлашда иштирок этади. Бу реакцияларда сув ва фосфат кислота иштирок этмаслиги қўнидаги тенгламалардан маълум:

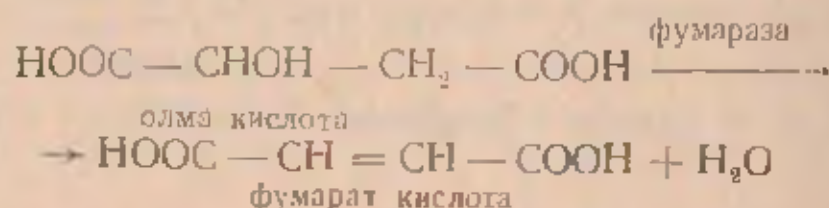
а) карбон-карбонлиаза бирикмалардаги CO_2 гуруҳини ажратиб олишда ёки қўшишда иштирок этади.



б) альдолаза нафас олиш ва бижгиш жараёнларида муҳим урин эгаллайди. Бу фермент фруктозадифосфатни қуйидаги реакцияга мувофиқ фосфодиоксиацетонга ва фосфоглицерин альдегидига парчалайди ёхуд уларни қўшади:



а) фумаратгидратаза (фумараза) олма кислотада суи молекулаларини ажратиб олиб, фумарат кислота ҳосил бўлишини жадаллаштиради:



V. Лигазалар (синтетазалар)

Синтаза ёки синтетаза деб аталган ферментлар оддий органик бирикмалар ҳисобига мураккаб органик бирикмаларнинг синтезини тезлаштиради. Синтез жараёnlари АТФ молекулалари таркибидаги энергия ҳисобига содир бўлади.

а) аспарагинсинтетаза:

аспарагин кислота + АТФ + $\text{NH}_3 \rightarrow$ аспарагин амид + АДФ + H_3PO_4 .

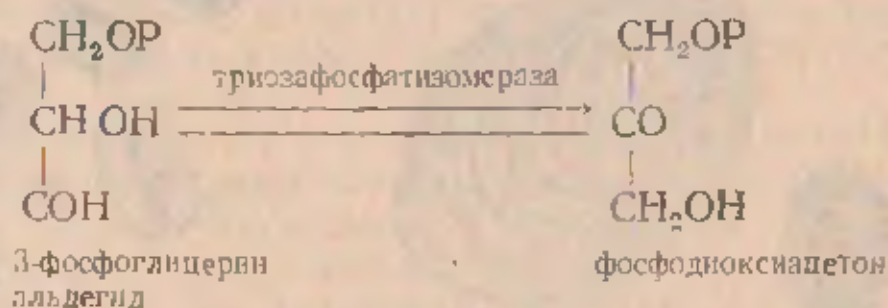
б) оксипруваткарбоксилаза:

Пироваум кислота + АТФ + $\text{CO}_2 \rightarrow$ оксалат сирка кислота + АДФ + H_3PO_4 .

VI. Изомеразалар

Изомеразалар органик моддаларнинг турли-туман изомерлари ҳисли бўлишини жадаллаштиради.

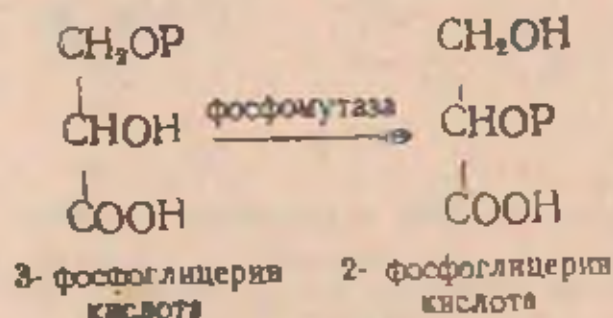
а) триозафосфатизомераза иштирокида 3- фосфоглицерин ацетид (фосфодиоксиацетонга ва, аксинча, фосфодиоксиацетон фосфоглицерия альдегидга ўзгариб туради:



б) глюкозафосфатизомераза глюкоза-6 фосфатнинг фруктоза-6 фосфатга айланишида иштирок этади:

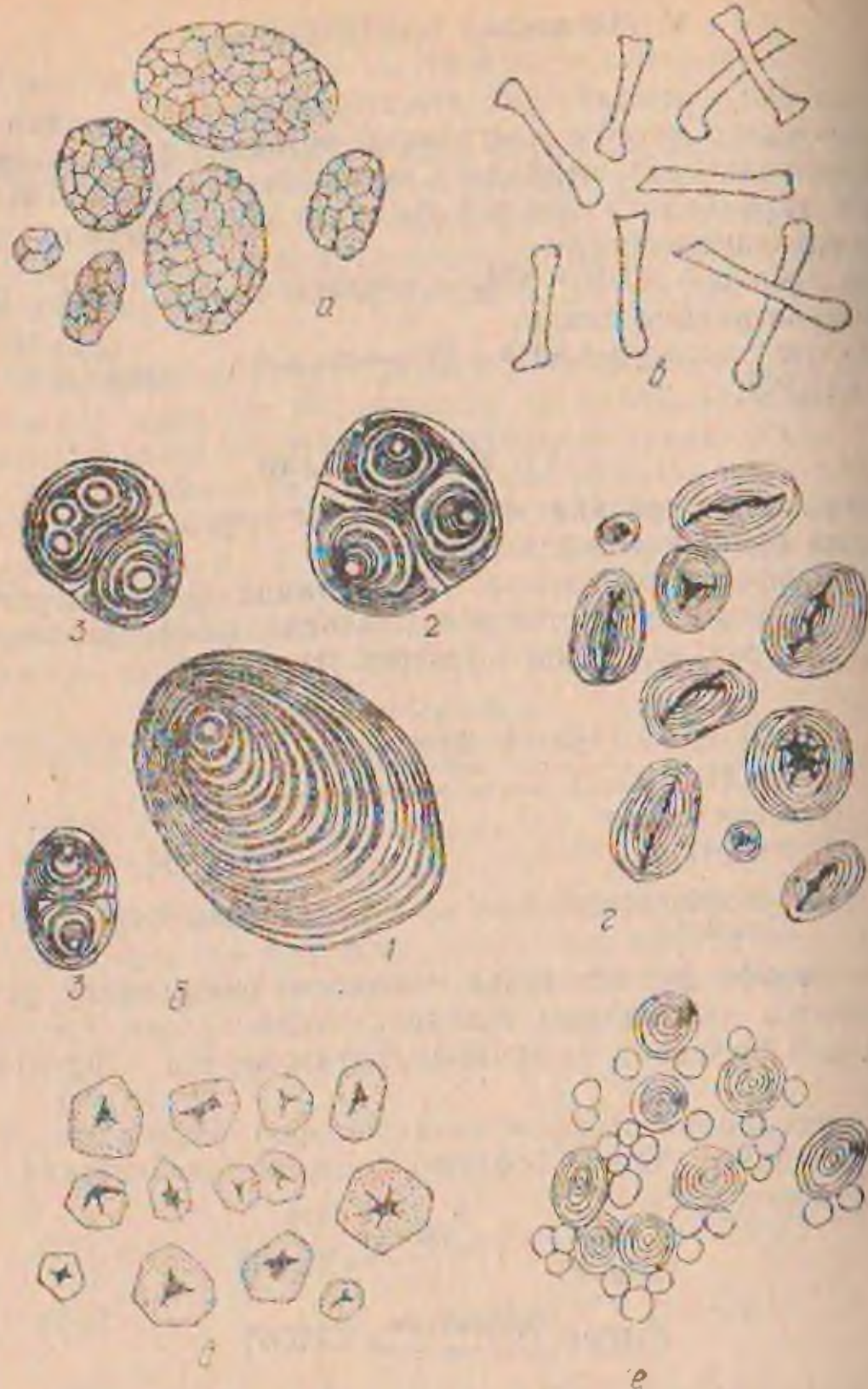
глюкоза-6-фосфат $\xrightarrow{\text{глюкозафосфатизомераза}}$ фруктоза-6-фосфат

в) фосфоглицерат-фосфомутаза анаэроб шаронда 3- фосфоглицерин кислотанинг 2- фосфоглицерин кислотагача ўзгаришини таъминлайди:



Углеводлар

Ўсимликлар танасидаги углеводларнинг умумий миқдори кўп ҳолда массасининг 50% ини ташкил этади ва озик модда бўлиши билан бирга ўсимликлар ҳужайрасининг тузилишида иштирок этади. Углеводлар углерод, кислород ва водороддан ташкил топган бўлиб, уч гуруҳга бўлинади:



83-расм. Крахмал дончаларнинг шакли.

а — мураккаб донча—сулида; б — картошкада; 1 — содда; 2 — ярим мураккаб донча; 3 — мураккаб крахмал дончалари; д — сутямада; е — ёронгул барг бандида; ф — лопияда; г — маккажўҳарида.

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 CHOH , CH_2OH гуруҳлар борлиги улар сувда эриш ва кристалланиш хусусиятига эга.

Дисахаридлар, яъни биринчи даражали углеводлар гуруҳига сахароза, мальтоза, лактоза шаклидаги дисахаридлар кирadi, 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 молекулаларидан ташкил топган бўлади. Мальтоза ва целлобиоза дисахаридлари молекула глюкозанинг қўшилишидан ҳосил бўлади.

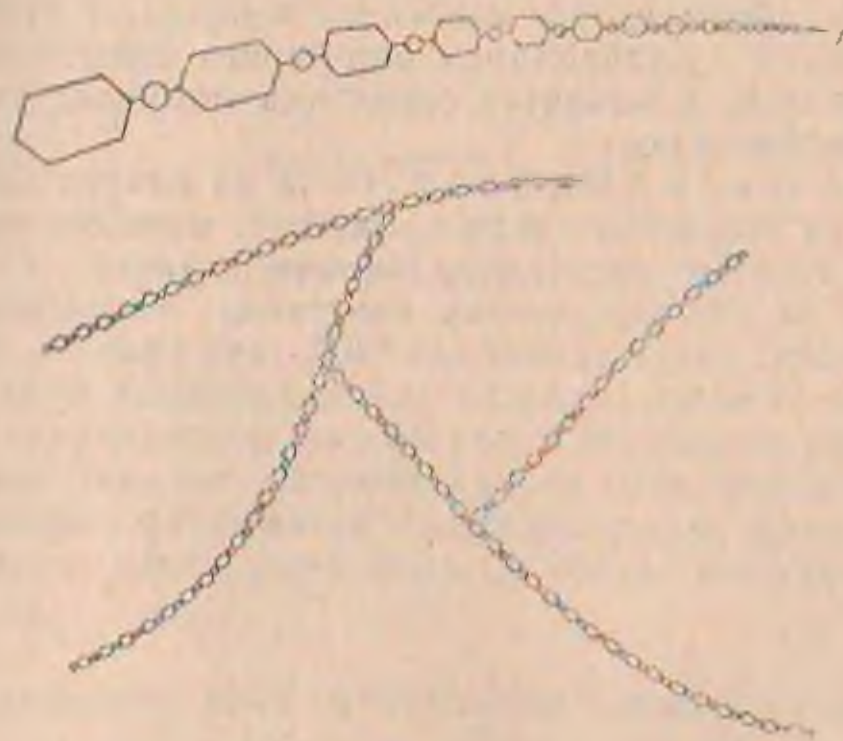
Сахароза ўсимликлар тўқимасида кўп учрайди. Қандлағлар ва мева-қўғиш таркибида сахароза миқдори 20—25% га етади.

Крахмалнинг парчаланишидан мальтоза ҳосил бўлади. Целлобиоза клетчаткани ҳосил қилишда иштирок этади. Лактоза сўрт таркибида кўп бўлади.

Дисахаридларга чигит ва эвкалипт дарахти таркибида учрайдиган трисахарид — рафиноза кирadi. Рафиноза фруктоза, глюкоза ва галактоза моносахаридларининг қўшилишидан ҳосил бўлади. Глюкоза, галактоза ва икки молекула фруктоза аминлишидан стахиоза тетрасахарид ҳосил бўлади. Стахиоза сўрт, яъни қанба ўсимликлар таркибида учрайди.

Полисахаридлар — мураккаб углеводларга крахмал, целлюлоза, гемицеллюлоза, агар-агар ва пектин моддалар мисол бўлади. Ўсимликлар тўқимасидаги крахмал заҳир модда бўлиб, у ҳар хил доначалар шаклида учрайди (қўғиш). Крахмал йод таъсирида кўкаради.

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-биннафша 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 парчаланади.

Целлюлоза таркибидаги глюкоза молекулаларининг со-ни 10 000—12 000 донгача етади. Пахта толасининг 90% и ва ёғоч поясининг 50—70% и целлюлоза молекуласидан ташкил топган. Целлюлоза инсон организмиде ҳазм бўлмайди. Лекин кавш қайтарувчи ҳайвонларнинг ошқозониде яшовчи бактериялар ишлаб чиқарадиган цитаза ферменти таъсириде парчала-нади. Гидролиз жараёниде ҳосил бўлган ди-ва моносахарид-ларни ҳайвонлар ўзлаштиради.

Инулин ҳам полисахаридлар қаторига киради, у картош-кагул (12%), сачратқи илдизиде (10%), топинамбур ва кўк-сағна каби ўсимликлар таркибиде учрайди. Инулин фруктоза молекулаларидан ташкил топган. Лишайникларде глюкоза молекулаларидан ташкил топган лихенин полисахариди уч-райди.

Гемилеллюлоза пальма, хурмо, кофе уруғиде учрай-ди. У манноза, арабиноза, ксилоза ва галактоза моносахарид-ларидан ташкил топган.

Мураккаб углеводларга кирган агар-агар галактоза молеку-лалари қолдигидан иборат, унинг таркибиде сульфат кислота ҳам учрайди. Бу модде сув ўсимликларидан олинади ва кон-дитер саноатиде, микробиологияде кўп ишлатилади.

Пектин ўсимликлар мевасиде, поясиде, тугунаклариде учрайди. Пектин хужайраларни бир-бирига ёпиштириб тур-иш-га хизмат қилади. У кондитер саноатиде мармелад ва пастила тайёрлашде ишлатилади.

Елим ва шилимшиқлар. Олча ва олхўрн каби ўсим-ликлар танаси шикастланганда галактоза, манноза, арабиноза, ксилоза ва глюкон кислоталардан ташкил топган елим ажра-лади. Зигир ва жавдар донини ивиганда шилимшиқ модде ажралиб чиқади, унинг таркибиде 90% гача пентоза, яъни ўзи-де беш атом углерод сақлаган моносахаридлар бўлади.

Фотосинтез жараёниде ҳосил бўлган моносахаридлардан ке-лажакде дисахаридлар, полисахаридлар, органик кислоталар, аминокислоталар, ёғлар, оқсиллар, витаминлар, гормонлар ал-колоидлар, ошловчи моддалар каби бирикмалар синтезланади.

Ёғлар ва ёғсимон бирикмалар, яъни липоидлар

Сувде эримайдиган ёғлар ва ёғсимон органик моддалар липоидлар деган умумий ном билан аталади. Липоидлар органик эритувчиларде — эфир, бензин, бензол ва ацетонде

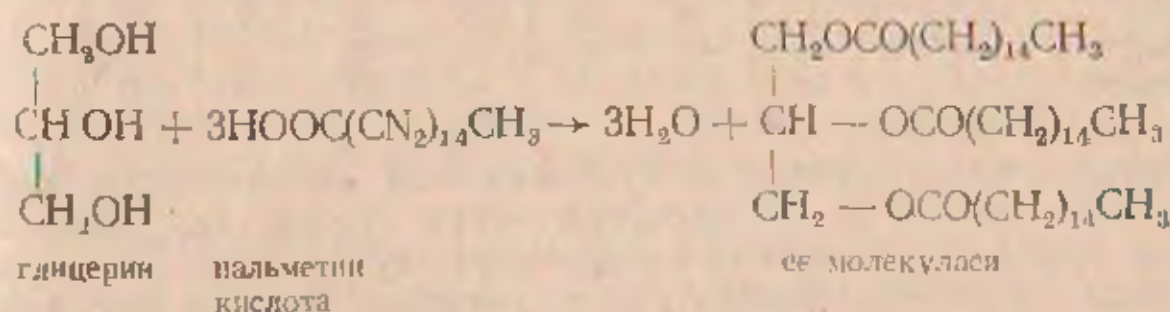
осондик билан эрийди. Улар химиявий тузилишига ва табиати-
га кўра бир неча гуруҳга бўлинади.

1. Мойлар. Ўсимликлар турига қараб, таркибидаги мой миқ-
дори ҳар хил эканлигини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин.

52-жадвал

Ўсимликлар тури	Ёғ миқдори, %	Ўсимликлар тури	Ёғ миқдори, %
Бугдой мағзида	7—8	Зиғир	37—47
Мақкажўхори (донида)	40—50	Ерёноқ	35—55
Ўзи (чагитида)	17—26	Канақунжут	45—60
Кулғабўқар	33—57	Қунжут	48—62
Кокос ёғи	65—72	Қуқнор	45—55

Ёғ молекуласи 3 атомли спирт-глицерин билан (тенглама-
дагидек) ёғ кислоталарининг қўшилишидан ҳосил бўлади:



Тўйинган ва тўйинмаган ёғ кислоталарининг баъзи вақил-
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
Капроин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	— 4,0
Капрал	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	+16,0
Каприл	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	+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	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	— 5,0
Линолен	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	— 11,0
Арахидон	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	— 49,5

Линол ва линолен ёғ кислоталари инсон ва ҳайвонлар организида синтезланмаганлигидан улар витамин қаторига қўшилади.

Глицеринга қўшилган ёғ кислоталарининг турига кўра турли-туман ёғлар синтезланади. Масалан, канакунжут мойи таркибда 80% рицинол, хоптал ва раис 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-жужори	Зигир	Зайтун	Қора-мол	Қўй
	мойларнда, %						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, асосанча, 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, наشا мойининг яшил рангда бўлиши хлорофилл молекулаларига боғлиқ. Мойлар усимлик ва ҳайвонот оламининг ҳаёт жараёнида энергетик модда сифатида сарфланади. Бошқа органик моддаларга нисбатан мойлар энергияга бой бўлганлигидан, кўпчилик (90%) ўсимликлар уруғида асосий захира бирикма сифатида тўпланади. Дарҳақиқат, 1 г мой оксидланганда 9,3 ккал энергия ҳосил бўлса, 1 г шакар ёки оксил 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 булган КОН миқдори (мг ҳисобида) совуиланиш 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, буюёк ва алифмой ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади.

Ўсимликларнинг янаш шаронтига кўра тўйинмаган ёғ кислоталаридаги қўш боғлар сони кўп-озлигига қараб йод сони ҳар хил бўлади. Масалан, Тошкентда ўсган зигир мойининг йод сони 154 бўлса, Архангельскда ўсган зигир мойининг йод сони 195 бўлган.

2. Фосфатидлар ҳосил бўлишида ёғ кислоталар билан бирга глицериннинг битта водороди фосфат кислота қолдиғи билан ўрин алмаштиради. Фосфатидлар синтезланишида глюкоза, галактоза ва пентоза ҳам иштирок этади. Фосфатидлар оддий оксиллар билан кўшилиб, липопротейд деб аталадиган мураккаб оксиллар ҳосил қилади. Липопротейдлар мағиз, пластада, митохондрий ва рибосомалар таркибида асосий уринни эгаллайди.

Фосфатидларнинг оз ёки кўп бўлиши ўсимлиكنинг турига боғлиқ эканлиги қуйидаги жадвал маълумотларидан кўринади.

55-жадвал

Ўсимлик	Куруқ модда ҳисоби-га фосфатидлар миқдори, %	Ўсимлик	Куруқ 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	Кунгабоқар писта-сида	0,7—0,8

Таркибида лецитин ёки кефалин сақлаган фосфолипидлар оксиллар билан бирикиб липопротейдларнинг синтезланишини таъминлайди. Ҳосил бўлган липопротейдлар 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. Стеронд ва стероллар юқори молекулали циклик спиртлар билан ёғ кислоталарининг бирикшидан ҳосил бўлади. Стероллар оқсиллар билан бирикиб, цитоплазма таркибида учрайдиган комплекс моддаларни ҳосил қилади. Масалан, эргостерол бирикмаси ультрабинафша нур таъсирида D₂ витамин ҳосил қилишда иштирок этади.

Стероллар маккажўхори, бугдой ва шоли донининг муртагида ва турушлар таркибида кўп учрайди. Бу бирикмалар совунланиш реакциясига киришмаганлиги сабабл, уларни бошқа липоид бирикмалардан ажратиб 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. Бундан ҳолатни етилаётган канақунжут 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 ёнғоғининг етилиш жараёнида содир бўлганлиги қуйидаги жадвал далилларида кўрилади.

57-жадвал

Анализ кунлари	Ўрмон ёнғоғи маъмуний таркиби. % ҳисобида			
	моя	глюкоза	сахароза	хитин 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

Канақунжут уруғини текшириб олинган маълумотлар ёғ ҳосил бўлишидаги асосий маҳсулот шакар эканлигини яққол исботлайди. Яқин йилларда таркибида нишонланган углерод (C¹⁴) атомлари сақлаган шакарлар ишлатилган вақтда ҳам

улар ҳисобига ёғ ҳосил бўлиши тўла тасдиқланади. Шакарлар мураккаб ферментлар иштирокида кетма-кет ва изчиллик билан ўзгариши натижасида ёғ кислоталар ва глицерин синтезланади. Ёғ кислоталар билан реакцияга киришган глицерин ҳисобига қуйидаги оддий схема асосида ёғлар ҳосил бўлади:

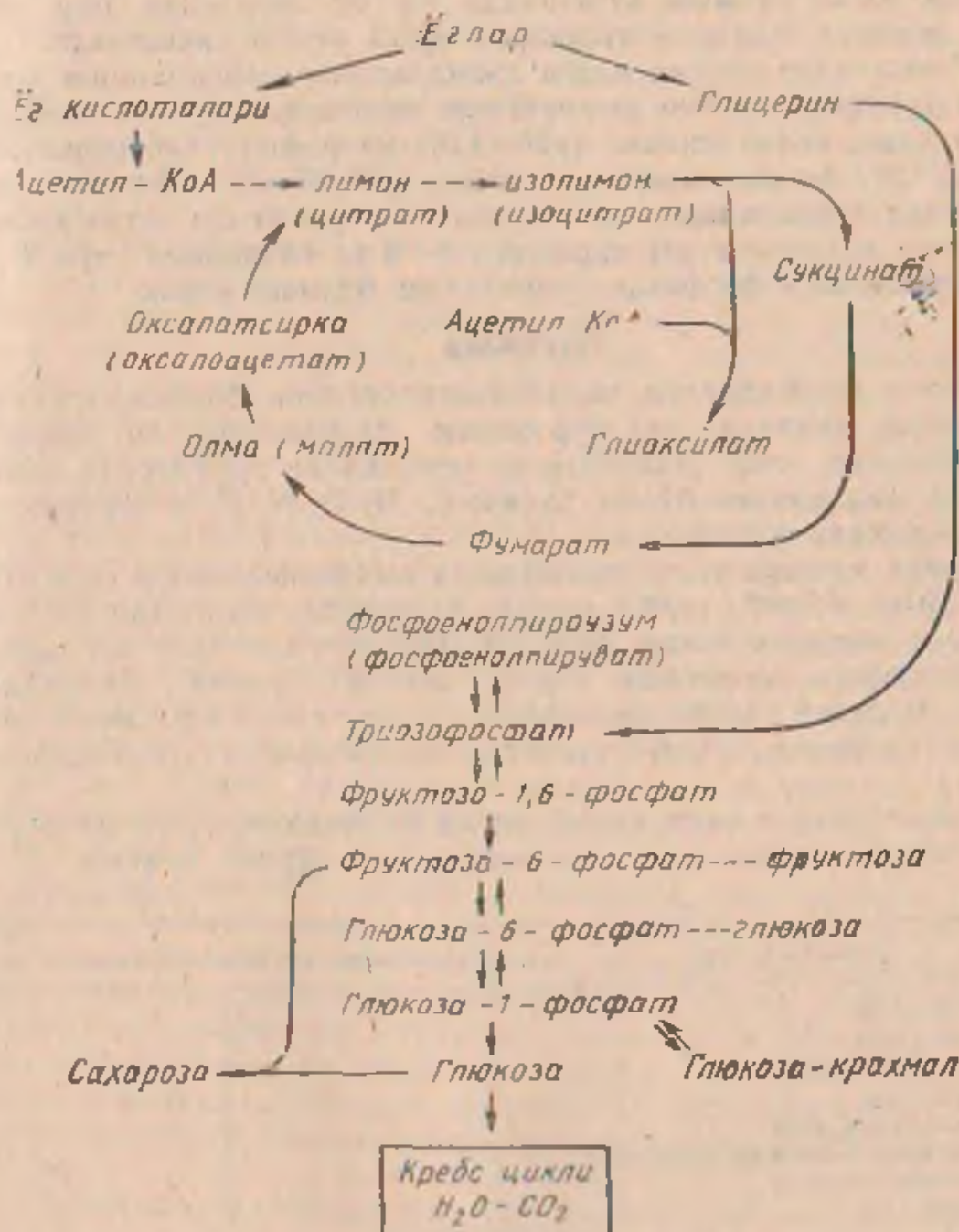
глицерин 3-фосфат

Углеводлар ↗

ёғлар —————

ацетил-кофермент—А — ең кислоталар

Моддалар алмашинуви жараёнларида ўсимликлар тўқима-
сидаги мойларнинг парчаланишини аниқлашда мойли уруф-



85-рәсм. Ёғиниң парчаланыш схемасы.

ларининг унинг вақтида тажриба ўтказилади. Унаётган уруғ таркибидаги ёғ миқдорининг камайиб боришини муаллиф чигит устида, Мюнц кукнор устида тажриба ўтказганлар. Муаллиф далиллариға кура, унган чигит мағзи таркибидати 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).

Схемаға диққат билан қаралса, глицерин ва ёғ кислоталар бевосита моддалар алмашинувни 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 (pH—3,6), хлорофилл хлорофиллаза (pH—5,9), фосфатидлар фосфатаза (pH—5—6) ферменти иштирокида парчаланади. Айтиб ўтилган ферментлар актив ишлаши учун муҳитнинг pH 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: C, H, O, 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 органондлари таркибида оқсил асосий ўринни эгаллайди. Г. Н. Мюльдер (1838) оқсилларга протеинлар деган ном бериб, уларнинг муҳим аҳамиятга эга эканлигини таъкидлаган эди.

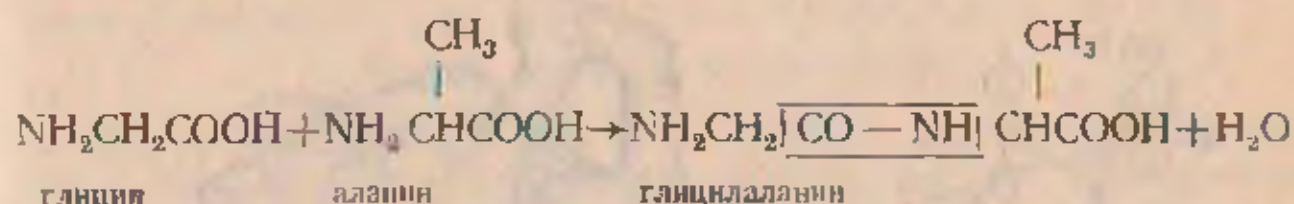
Ўсимликлар туриға қараб, оқсил бирикмаларининг миқдори ҳар хил бўлишини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин:

58- жадвал

Ўсимликлар тури	Қуруқ модда ҳисобига оқсил миқдори, %
Ловия уруғи	25
Нухат уруғи	25
Қунабоқар уруғи	25
Бугдой дони	15
Маккажухори дони	10
Себарганинг вегетатив органлари	15
Қартошка тугунаги	2
Қизилча	1
Карам	1,5
Бодринг	0,7

Э с л а т м а: картошка, қизилча, карам ва бодрийни анализ маълумотлари шу ўсимликлар тұқимасининг ҳул массаси ҳисобига олинган.

Оқсил молекуласи турли-туман аминокислоталар комбинациясидан ташкил топган бўлиб, бир аминокислотанинг COOH гуруҳи иккинчи аминокислотанинг NH_2 гуруҳи билан реакцияга кириши туфайли тубандаги реакция асосида пептид (CO—NH) боғлар ҳосил бўлади:



Иккита аминокислотанинг бирикшидан ҳосил бўлган бирикма — дипептид глицилаланин деб аталади.

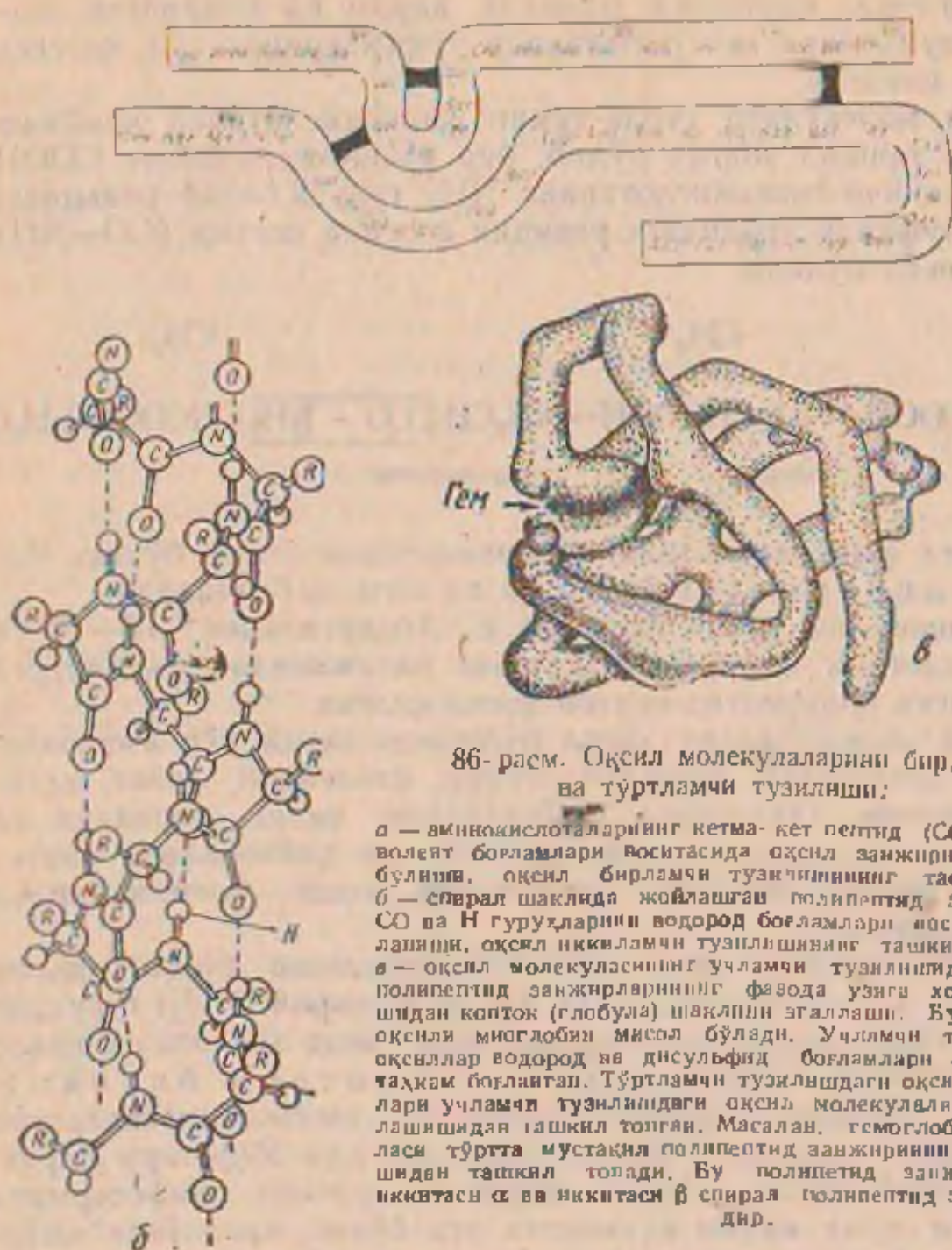
Э. Фишер ва унинг шогирди Г. Абдергальден 18—19 та аминокислотани бир-бирига қўшини натижасида оқсилларга яқин бўлган полипептид-пептон ҳосил қилган.

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 (COOH) ва ишқорий (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 кура, инсимон (фибрилла) ва юмалоқ (глобула) шаклларда учраб, улар бирламчи, иккиламчи, учламчи ва тўртламчи тузилишга эга. Соч, ҳайвонлар шохи ва туёғи таркибидagi кератин, ипак фиброни ва мускуллар миозинини фибрилла шаклидаги оқсилларга мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Глобула шаклдаги оқсиллар ўсимликлар ва ҳайвонлар органларида кўп тарқалган, уларнинг шакли шарсимон, дуксимон ва баъзан инасимон бўлади.

Аминокислоталарнинг ҳар хил тартибда ва изчилликда бирикшиши натижасида ўзига хос оқсил молекулалари синтезланади. Алфавит ҳарфларининг маълум тартибда ва изчилликда



86-расм. Оқсил молекулаларининг бир, (икки, уч ва тўртламчи тузилиши:

а — аминокислоталарнинг кетма-кет пептид ($\text{CO} - \text{NH}$) ковалент боғламлари воситасида оқсил занжирининг ҳосил бўлиши, оқсил бирламчи тузилишининг тасвири; б — спирал шаклида жойлашган полипептид занжиридаги CO ва H гуруҳларининг водород боғламлари воситасида боғланиши, оқсил иккиламчи тузилишининг ташкил этилиши; в — оқсил молекуласининг учламчи тузилишида бир неча полипептид занжирларининг фазода узиғи хос бирлашишидан кўпқатмарли (глобула) шаклини эгаллаши. Бунга мушак оқсил миоглобин мисол бўлади. Учламчи тузилишдаги оқсиллар водород ва дисульфид боғламлари билан мустақил бўлган. 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 α ва иккитаси β 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 қолдигининг 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 (NH_2), иккинчи томонида карбоксил (COOH) гуруҳи жойлашган. Бирламчи структурали оқсил молекуласи тўғри ип шаклида, унинг ён тармоқлари бўлмайди. Бирламчи оқсилни ташкил этишда ковалент боғлар ($-\text{CO}-\text{NH}-$) ва дисульфид ($\text{S} - \text{S}$) боғлар ҳам учрайди. Бирламчи структу-

рили 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 захира 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 NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ тузлар эритмасида осон эрийди. Улар ўсимликлар тўқимасида кўп учрайди. Нўхат донида легумин, ловияда фазелин глобулинлари учрайди;

в) проламинлар 70% ли спиртта эрийдиган оқсиллардир. Буғдой донида глиадин, арпада гордеин, маккажўхорида пенин 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 простетик 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 липоидлар қўшилишидан ҳосил бўлади. Липопротсидлар цитоплазманинг муҳим компоненти сифатида қатнашади, ўсимликлар тўқимасидаги липопротеидлар ҳозиргача тўла текширилмаган;

б) оддий оқсил молекулаларига глюкоза, манноза, галактоза, гексозамин, глюкурои кислота ва бошқа углеводлар қўшилишидан ҳосил бўлган мураккаб оқсиллар глюкопротеидлар деб аталади. Глюкопротеид (мукоид) ларга тупук таркибидаги муцин, тоғай ва суяк таркибидаги мукоидлар киради;

в) оқсил молекуласига рангли моддалар қўшилишидан хромопротеидлар ҳосил бўлади. Хромопротеидларга хлорофилл ва гемоглобин мисол бўлади. Бу гуруҳга ўзида металл сақлаган каталаза, цероксидаза 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. Ўсимликлар ҳужайрасида ўзида 5 атом углерод сақлаган рибоза ва дезоксирибоза шакарлари ҳам бор.

Пиримидин ёки пурин асослари рибоза ёки дезоксирибоза шакарлари билан қўшилишидан ҳосил бўлган аденозин, гуанозин, уридин, цитидин, тимидин ва 5-метилцитидин нуклеозитлари ҳосил бўлади.

Пурин ва пиримидин асослари дезоксирибоза шакари билан қўшилишидан ҳосил бўлган нуклеозитлар дезоксиаденозин, дезоксигуанозин, дезоксицитидин, 5-метилдезоксицитидин ва тимидин деб аталади.

Нуклеозитлар таркибига фосфат кислота қолдиги 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.

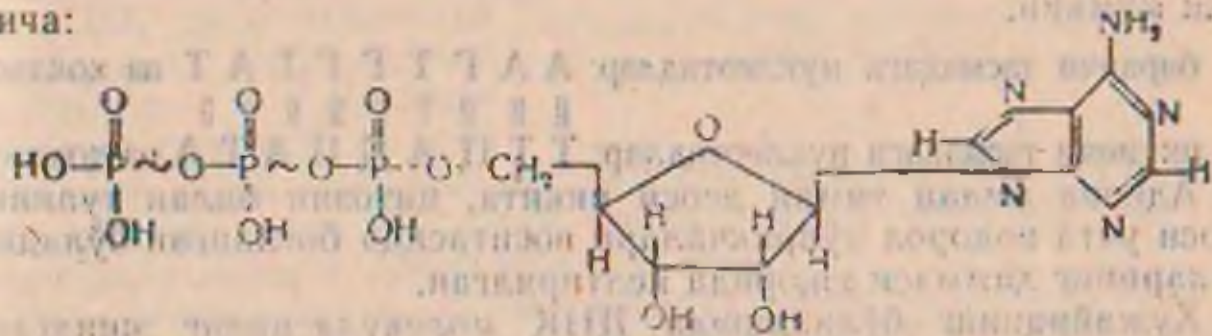
59- ж а д в а л

Нуклеотидлар ҳосил бўлишида иштирок этадиган азотли асослар	РНК	ДНК	Нуклеотидларнинг ҳарфлар билан боғдаланиши
	таркибидаги нуклеотидлар		
Аденин	аденил кислота	дезоксияденил кислота	А
Гуанин	гуанил кислота	дезоксигуанил кислота	
Цитозин	цитидил кислота	дезоксцитидил кислота	Г
			Ц

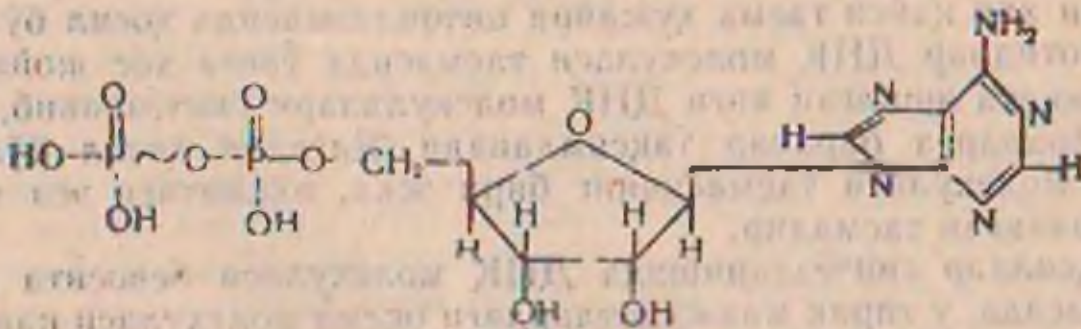
Нуклеотондлар ҳосил бўлиши- да иштирок этадиган азотли асослар	РНК	ДНК	Нуклеотондларнинг харфлар билан ифодаланиши
	таркибидаги нуклеотондлар		
Урацил	уридил кислота	—	У
Тимин	—	тимидил кислота	Т
5- метилцитозин	—	5- метилдезоксиси- тидил кислота	МЦ

Хужайрадаги нуклеотидлар фақат РНК ва ДНК молекулалари ҳосил бўлиши учун сарфланмай, балки уларга фосфат кислоталар қолдиги қўшилиши натижасида ўзида 2- фосфат кислота қолдиги сақлаган АДФ ва 3- фосфат кислота қолдиги қўшилган АТФ молекулалари ҳам ҳосил бўлади. Нуклеотидга бир молекула фосфат кислота қолдиги қўшилиши натижасида АДФ молекуласида макроэргик боғ ҳосил бўлади. Бу макроэргик боғ энергияга бой бўлиб, АДФ молекуласидан фосфат кислота қолдиги ажралганда 8—10 минг калория энергия бўшаб қўлади.

АДФ молекуласида битта, АТФ молекуласида иккита макроэргик боғ бўлади. Уларнинг химиявий структураси қуйидагича:



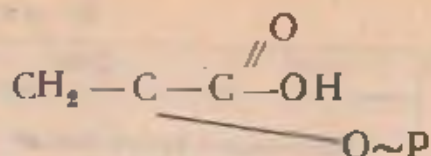
Аденозинтрифосфат



Аденозиндифосфат

Шу тарзда макроэргик боғли 2 ва 3-фосфат кислота қолдиги сақлаган бирикмаларда гуанозин, цитидин ва уридиннинг икки ва уч фосфатлари молекулалари бўлиб, улар ГДФ, ГТФ, ЦДФ, ЦТФ ва УДФ, УТФ харфлар билан ифодаланади.

Макроэргик боғ фақат АДФ ва АТФ молекулаларида бўлмай, балки фосфоенолпироузум кислотада



ва ацетилфосфат $\text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \text{--- O~P} \end{array}$ таркибда ҳам учрайди.

ДНК молекулалари ҳосил бўлишида иштирок этган нуклеотидлар сони кўп бўлганлигидан, уларнинг молекула массаси бир неча юз мингдан бир неча миллион бирликгача етади. Масалан, бактерия Коли ДНК молекуласининг узунлиги 1,1 мм бўлиб, массаси $2,8 \cdot 10^9$ га тенг келганлигини Керне аниқлаган.

ДНК молекуласи эшилган иккита тасмага ўхшаш бўлиб, биринчи тасмадаги аденин (А) асоси иккинчи тасмадаги тимин (Т) асосига цитозин (Ц) асоси гуанин (Г) асосига рўпара туриши — комплементлар бўлиши ДНК молекуласининг муҳим омил ҳисобланади. Уларни схема тарзида қуйидагича ифода-лаш мумкин:

биринчи тасмадаги нуклеотидлар: А А Г Т Г Г Т А Т ва ҳоказо.

|| || || || || || || ||
иккинчи тасмадаги нуклеотидлар: Т Т Ц А Ц Ц А Т А ва ҳоказо.

Аденин билан тимин асоси иккита, цитозин билан гуанин асоси учта водород кўприкчалари воситасида боғланган бўлади. Буларнинг ҳаммаси юқорида келтирилган.

Ҳужайранинг бўлинишида ДНК молекуласининг эшилган тасмаси иккита тасмани қўшиб турган водород кўприкчалари ДНК полимераза ферменти таъсирида ажралгандан кейин уларнинг ҳар қайсиси ўз мустақиллигини эгаллайди. Мустақил қолган ҳар қайси тасма ҳужайра цитоплазмасида ҳосил бўлган нуклеотидлар ДНК молекуласи тасмасида ўзига хос жойлашган иккита эшилган янги ДНК молекулалари синтезланиб, қиз ҳужайраларга барабар тақсимланади. Янгидан ҳосил бўлган ДНК молекуласи тасмасининг бири эски, иккинчиси эса янги синтезланган тасмадир.

Оқсиллар синтезланишида ДНК молекуласи бевосита қатнашмасида, у тирик мавжудотлардаги оқсил молекуласи қандай ва қайси аминокислоталар ҳисобига ҳосил бўлишини ифода-лайди. Оқсиллар турини аниқлашда ДНК молекуласи асосида махсус хабарловчи — информация РНК (и-РНК) ҳосил бўлади. ДНК тасмасидаги нуклеотидлар қандай жойлашган бўлса, унинг нусхаси тўлиқ ва ўзгармасдан и-РНК молекуласига кўчирилади. Шунга қарамай, ДНК молекуласидаги тимин асо-си ўрнини и-РНК да урацил асоси эгаллаши билан ДНК дан бир оз фарқ қилади. Ҳар қайси оқсил учун махсус и-РНК ҳосил

булади. Бошқача айтганда, и-РНК сони тирик мавжудотларда синтезланадиган оқсиллар турининг сонига мос келади. Оқсилнинг турига қараб, и-РНК бир неча юзта на ҳатто, мингта нуклеотиддан ташкил топган бўлиб, унинг молекуляр массаси миллион бирликкача етади.

и-РНК молекуласи тасмасидаги оқсилнинг синтезланиши учун зарур бўлган аминокислоталар турини ва уларнинг жойлашиш тартибини ифодалашда 3 та асоснинг бош ҳарфлари олинади. Булар код ёки кодон дейилади.

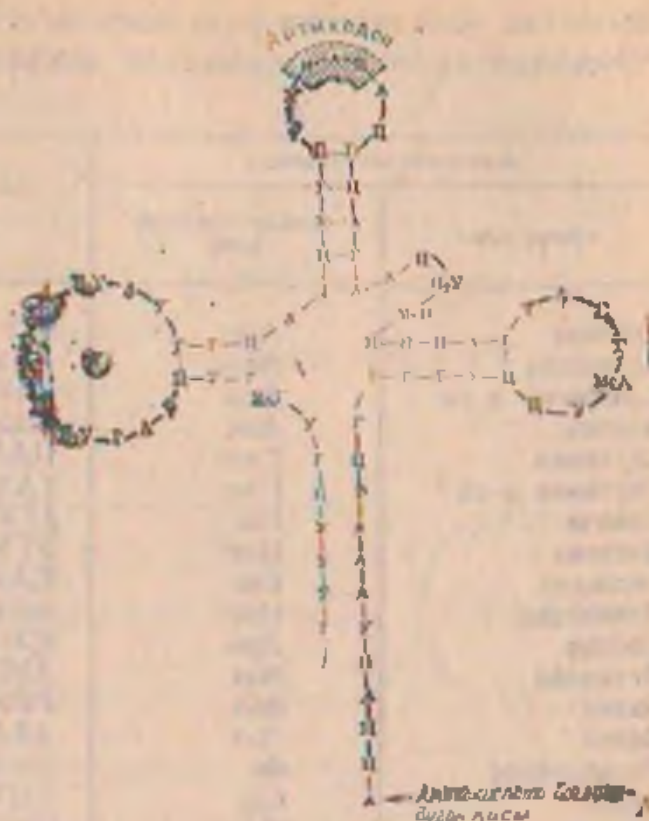
ДНК даги нуклеотид жойлашиш тартибининг и-РНК га терилиши транскрипция деб

аталади. ДНК тасмасидаги нуклеотидлар асосида ҳосил бўлган и-РНК магиз пўстидаги ораллиқлардан чиқиб цитоплазмадаги рибосомаларга бориб жойлашади.

Рибосомалардаги нуклеин кислота рибосома и-РНК дейилиб, қисқача р-РНК шаклда ифодаланади. р-РНК 4—6 000 нуклеотиддан ташкил топган бўлиб, унинг молекуляр массаси 1,5—2 миллионга тенг. Рибосомалар таркибида 60% РНК ва 40% махсус оқсил бўлиб, улар оқсиллар синтезланишини идора қилишда маъсулдир.

Рибосомаларда жойлашган и-РНК тасмасидаги муайян аминокислоталарни етказиб туришда ҳужайрада ўзига хос ташувчи — транспорт РНК молекулалари ҳам мавжуд. Бундай РНК молекулалари т-РНК шаклида ёйилади. т-РНК молекуласининг массаси 25—35 минг бирликдан ошмайди. Унинг таркибидаги нуклеотидлар сони 60—90 донга ораллигида, т-РНК сони оқсиллар синтезланишида иштирок этадиган аминокислоталар сонига тенг. Шунга кўра, ҳар қайси аминокислотанинг ўзига хос т-РНК си бўлади (87-расм).

т-РНК нинг ҳар бир аминокислотани ўзига боғлаб олиш хусусиятини аниқлашда 3 та ҳарфдан иборат белги ишлатилади. Белгиларни аденин, гуанин, урацил ва цитозин азот асосларининг бош ҳарфлари билан кўрсатиш қабул қилинган. Ҳар қайси т-РНК қандай аминокислотани боғлаб олиши ҳар хил



87-расм. т-РНК молекуласи тузилишининг схемаси.

нисбатда жойлашган учта азот асосининг бош ҳарфлари билан ифодаланганлигини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин.

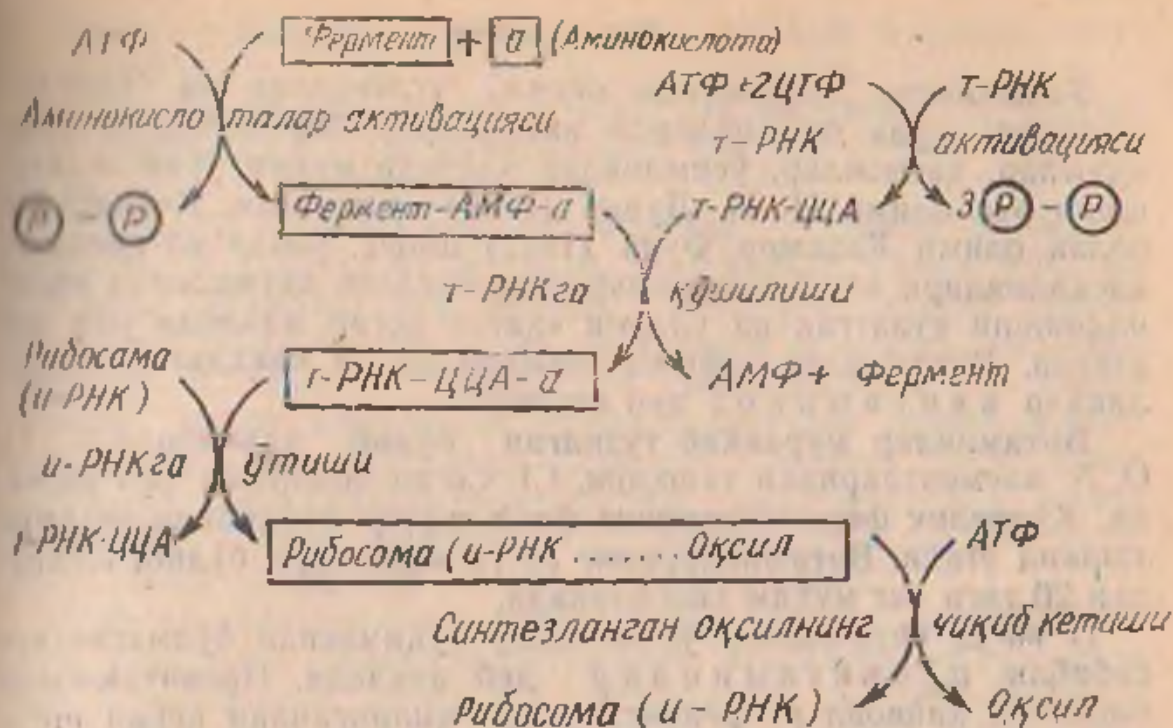
60-жадвал

Аминокислоталарнинг		Аминокислоталар кодни ифодалайдиган азот асосларнинг жойлашish тартиби					
тўлиқ номи	қисқартирилган номи						
Аргинин	Арг	АГГ	АГА	ЦГУ	ЦГЦ	ЦГА	ЦГГ
Аспарагин	Асп	ААУ	ААЦ				
Аспарагин к-та	Асп	ГАУ	ГАЦ				
Алаин	Ала	ГЦУ	УЦЦ	ГЦА	ГЦГ		
Глутамин	Глу	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, алаин, 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.

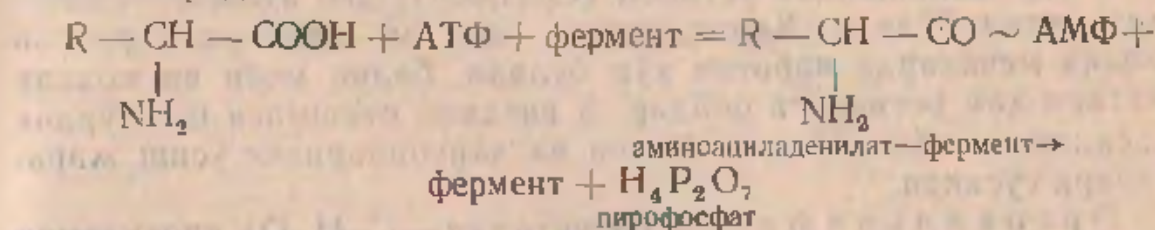
и-РНК тасмасида ҳам аминокислоталар қандай тартибда ва изчилликда, жойлашганлигини аниқлашда 3 та азот асоси бош ҳарфларидан иборат белгилар кўрсатилиши айтиб ўтилди. Бу белгилар т-РНК даги белгиларга қарама-қарши бўлганлигидан т-РНК белгиси антикод ёки антикодон деб аталади. Масала, и-РНК молекуласи тасмасида УУУ ҳарфли кодга ААА антикодли т-РНК, ГАУ ҳарфли кодга ЦУА антикодли т-РНК ўз аминокислотасини бириктира олади. Бошқа турдаги антикодга эга бўлган т-РНК нинг аминокислотасини и-РНК ўзига боғламайди. Бирор кучли омил таъсирида боғланиб қолганда эса ўсимлик ирсий белгиларининг ўзгаришига сабаб бўлади.

и-РНК тасмасидаги аминокислоталар ўзига хос жойлашиб, ўзаро 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).

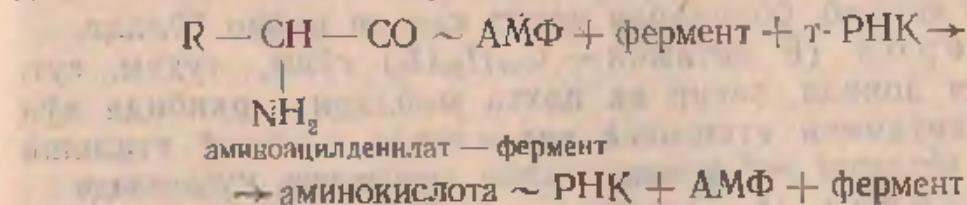


88-расм. Оқсилнинг синтезланиш схемаси.

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 аминоацил 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 аминоацилденитлат ферменти билан реакцияга киришади. Фаол аминокислота билан т-РНК ўртасидаги ўзаро муносабат қуйидаги тенгламада келтирилган:



Кейин АМФ молекуласидаги АДФ ва АТФ молекулалари тикланса, бўшаб чиққан аминоацил т-РНК синтетаза ёки бошқача айтганда рН-5 ферменти аминокислоталарнинг янги молекуласини жадаллаштиришда қатнашади.

Витаминлар

Ўсимликлар тўқимасида оксил, углеводлар ва ёғлардан ташқари, жуда оз миқдорда витаминлар бөрлигини ва улар одамлар, ҳайвонлар, ўсимликлар ҳаётида муҳим ўрин эгаллашини рус олими Н. И. Лунин (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 *vitae* деб атаган. Витаминлар етишмаслигидан келиб чиқадиган касалликлар авитаминоз 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 шалкўрлик касаллиги пайдо бўлади. Инсон ва ҳайвонларнинг ўсиш жараёнлари сусаяди.

Эргокальциферол (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.

Токоферол (Е витамин — $C_{29}H_{50}O_2$) гўшт, тухум, сўт, нўхат, ловия донида, зигир ва пахта мойлари таркибида кўп бўлади. Е витамини етишмаса эркекларда спермий етилиши сустлашади, аёлларда эмбрионни ташлаш ҳодисалари кузатилади.

Филлохинон (K_1 витамин — $C_{11}H_7O_2 \cdot C_{20}H_{39}OH$ ва K_2 витамин $C_{11}H_{12}OH \cdot C_{36}H_{42}OH$). Ўзида фитол ($C_{20}H_{39}OH$) сақлагани K_1 дефорнизил ($C_{36}H_{42}OH$) сақлагани K_2 витамини дейилади. Филлохинон беда, қичитқиткан, немалоқ ва бошқа ўсимликлар тўқимасида учрайди. Филлохинонлар қон ивишини

тљмниловчи протромбин оксилнининг ишланиб чиқишига таъ-
ғир этади.

Сувада эрувчи витаминларга аскорбин кислота (C), тиамин (B_1), рибофлавин (B_2), никотинамид кислота (PP) ва бошқа-
лар кирадн.

Аскорбин кислота (C витамин — $C_6H_8O_6$) паъматак
мевасида, етилган ёнгоқ мағзида, гармдорида, укроп, пйёз ва
бошқалар таркибида кўп булади. Аскорбин кислота сорбит
шакаридан синтезланади. Агар бу кислота етишмаса, милклар
иллиғланади, 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, маймуллар ва денгиз чўчқаларидан таш-
қари, ҳамма ҳайвонлар танасида синтезланади.

Мева ва сабзавотларнинг камлигидан куз ва қиш фаслла-
рида, узоқ вақт давомида витаминли озиқларни қабул қила
олмаганликларидан Шимолий районларда цинга касаллиги
келиб чиқишига сабаб бўлади. Жан Картье (1535) саёҳатчила-
ридан 100 та матрос цинга билан касалланиб, уларнинг 25 таси
ҳалок бўлган. Қолган ўлим ҳолидаги беморлар қарағайнинг
барг сувини ичиши патижасида улар соғайган. Саёҳатчи
Лаштев (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.

Т и а м и н (B_1 витамин — $C_{12}H_{17}N_4SO \cdot HCl$) қуруқ туруш-
ларда, соя, ловия донида, шоли, бугдой, арпанинг сиртқи қоби-
ғида кўп булади. 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 касал-
лиги кўпинча Хитой, Япония, Бирмада ва Шарқдаги бошқа
мамлакатларда кенг тарқалган.

Ява па 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, улар-
нинг кўпчилиги ҳалок бўлган.

Р и б о ф л а в и н (B_2 витамин — $C_{17}H_{20}NO_6$) жигар, мус-
кулларда, буйракда, мияда, тухум, сўт ва чигит кунжараси
таркибида кўп булади. Рибофлавин фосфат кислота билан
қўшилган ҳолда (фосфат кислота шаклида АТФ молекуласи

билан қўшилиб) еарик рангли флавин мононуклеотид ва флавин адениндинуклеотид (ФАМ ва ФАД) ферментларининг фаол гуруҳини ташкил этади.

Рибофлавин етишмаса, паррандаларнинг тухум қўйиши сустлашади ва улар фалажланиб нобуд бўлади.

Никотинамид кислота (РР витамин — $C_6H_5O_2N$) гуруч, картошка, еабзи, гушт даркибида кўп учрайди. Никотин кислотанинг амид шакли дегидрогеназа ферментининг фаол гуруҳини ташкил этади. РР витамин етишмаса, оғиз бўшлиғи, тил ва тери яллиғланади. Нерв фаолияти сусаяди, одамнинг ақли пасаяди.

Юқорида баён этилганлардан ташқари, пиридоксин (B_6), биотин (Н), пантотен кислота, фолий кислота (B_9), 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-қайтарилш реакцияларида қатнашиб, фотосинтез жараёнини, углеводларнинг ўзгаришини, ассимилятлар ҳаракатланишини ва гулнинг уруғланиш жараёнини фаоллашти-ради. Аминокислоталар, оксил, органик кислоталар, оксил син-тезланишида ҳамда илдизлар ривожланишини жадаллашти-ришда тиамин ва никотин кислота муҳим аҳамиятга эга экан-лиги аниқланди. Тиаминда ивитилган чигитнинг униши тез-лашганлигини Л. А. Полянская, А. Қ. Носов ва И. С. Овчаров (1963), гўзанинг 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 жара-ёнларининг нормал боришида катта аҳамиятга эга. Уларнинг баъзилари айрим ўсимликларда кўп миқдорда тўпланса, ош-қаларида эса кам миқдорда тўпланади.

Иккинчи даражали органик бирикмаларга органик кислота-лар, глюкозидлар, ошловчи моддалар, алколоидлар, эфир мой-лари, смолалар, устирувчи гормонлар, антибиотиклар, фитонцид-лар, 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 бижғиш-ни қўзғатувчи, мой кислота ($CH_3CH_2CH_2COOH$) мой кислотали бижғишни қўзғатувчи ва сўт кислота сўт кис-лотали бижғишни қўзғатувчи бактериялар томонидан кўп миқдорда ишлаб чиқарилади. Улар бошқа ўсимликлар тўқима-

тиги оғ упрасада, лекин уларнинг ҳаёти учун жуда зарур бирикмалар қаторига киради.

Пироузум (CH_3COCOON), оксалат (HOOC COON), қаҳрабо ($\text{HOOC CH}_2\text{CH}_2\text{COON}$) виновә лимон ($\text{HOOC CH}_2\text{HOOC CON CH}_2\text{COON}$) кислоталари ҳамма ўсимликларда учрайди ва нафас олиш, бижгиш жараёнларида оралиқ модда рифътида ҳосил бўлади. Шулардан оксалат кислота ровоч ва шўракларда; вино кислота узум, тўт, помидор ва ананасда; лимон ва қаҳрабо кислоталар лимон, қорақат, ғўза баргларида, нафтоли ва қулупнай меваларида кўп тўпланади. Булардан гишқари, баъзи ўсимликлар тўқимасида хинин, салицил, кумарин ва кофеин кислоталар кўп тўпланади.

Моносахаридлар билан спирт, альдегид, фенол каби моддаларнинг бирикишидан ҳосил бўлган бирикмалар — глюкозидлар деб аталади. Амигдалин глюкозиди аччиқ бодом, нафтоли, 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 сапониин 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 озиқ-овқат саноатида, тиббиётда, техникада ва бошқа соҳаларда кўп ишлатилади.

Ўсимликлардаги моддалар алмашинувида ўзига хос тахир ва кислотали хусусиятга эга бирикмалар ҳосил бўлиб, улар ҳам терини пишитишда ишлатилади ва ошловчи моддалар деб аталади. Ошловчи моддаларнинг кўп-оғ 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 алколоидлар деб аталади. Алколоидлар олма, сут, вино ва лимон кислоталар билан қўшилиб, тузлар шаклида ўсимликлар тўқимасида тўпланади. Дуккакдошлар, кўкиордошлар ва томатдошлар оилаларига кирган ўсимликлар таркибида алколоидлар кўп бўлади.

Никотин, анабазин, атропин, кокаин, хинин, кофеин, кодеин ва теобромин каби бирикмалар алколоидларга мисол бўлади. Алколоидларнинг купчилиги 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 тутган ўрни тўли аниқланмаган. Баъзи олимлар алколоидлар ташландиқ модда деб ҳисобласалар, бошқалари улар заҳира озиқ модда сифатида туланади деган фикрни илгари суради. Бир гуруҳ олимларнинг фикрича, улар ўсимликларни ҳимоя қилиш вазифасини бажарар экан.

Ўсимликлар барги, пояси, гули, уруғи ва илдизидagi факат органик эритувчиларда 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, еронгул, ялпиз ва кориандр каби эфир мойли ўсимликлар экиб устирилади. Эфир мойлар тиббиётда, озиқ-овқат саноатида, косметикада ва бошқа соҳаларда кўп ишлатилади.

Микроорганизмлар ажратган узига хос баъзи бирикмалар касаллик туғдирувчи организмларга салбий таъсир этиб, уларни nobуд қилади. Бундай моддалар антибиотиклар деб аталади.

Ҳозир 500 га яқин антибиотик текширилиб, тиббиёт ва ветеринарияда ишлатилмоқда. Шулардан пенициллин, стрептомицин, тетрациклин, биомидин, грамицидин, бициллин ва бошқалар дори-дармон сифатида кўп ишлатилади.

Совет олими Б. П. Токин (1928) микроорганизмларни nobуд 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 nobуд қилади. Пиёз, саримсоқ, қорақат, қарагай 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 гултожибарларидаги ранг берувчи моддаларга — антоциан пигментиға 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 рангға ўзгаради. Қорақат мевасининг тимқора бўлиши антоциан билан хлорофиллнинг комбинациясига боғлиқ.

Цитрус мевалар лўстининг сариқ рангда бўлиши ҳам таркибидаги антоциан пигменти, қора ва қўнғир ранглар ҳосил бўлиши антофен пигментиға боғлиқ. Хужайра ичида ҳаво

булиши натижасида гултожибаргларнинг туси оқ бўлади. Булардан ташқари, баъзи ўсимликлар ўстирувчи гормонлар (ауксин, гиббереллин, цитокинин), каучук, смола, елим, канифоль, 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 побуд бўлади.

Фотосинтез жараёнини таъминлаш учун илдиэлари барг тўқималарига сув ва минерал элементлар етказиб берса, баргларида ҳосил бўлган органик бирикмалар ҳисобига илдиэ 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 новдасида 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 ўсимлиكنинг бошқа органларига томон ҳаракатланади. Азотли органик бирикмалар аминокислота ва амид (аспарагин, глютамин) шаклидаги 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 алмашинувида иштирок этади.

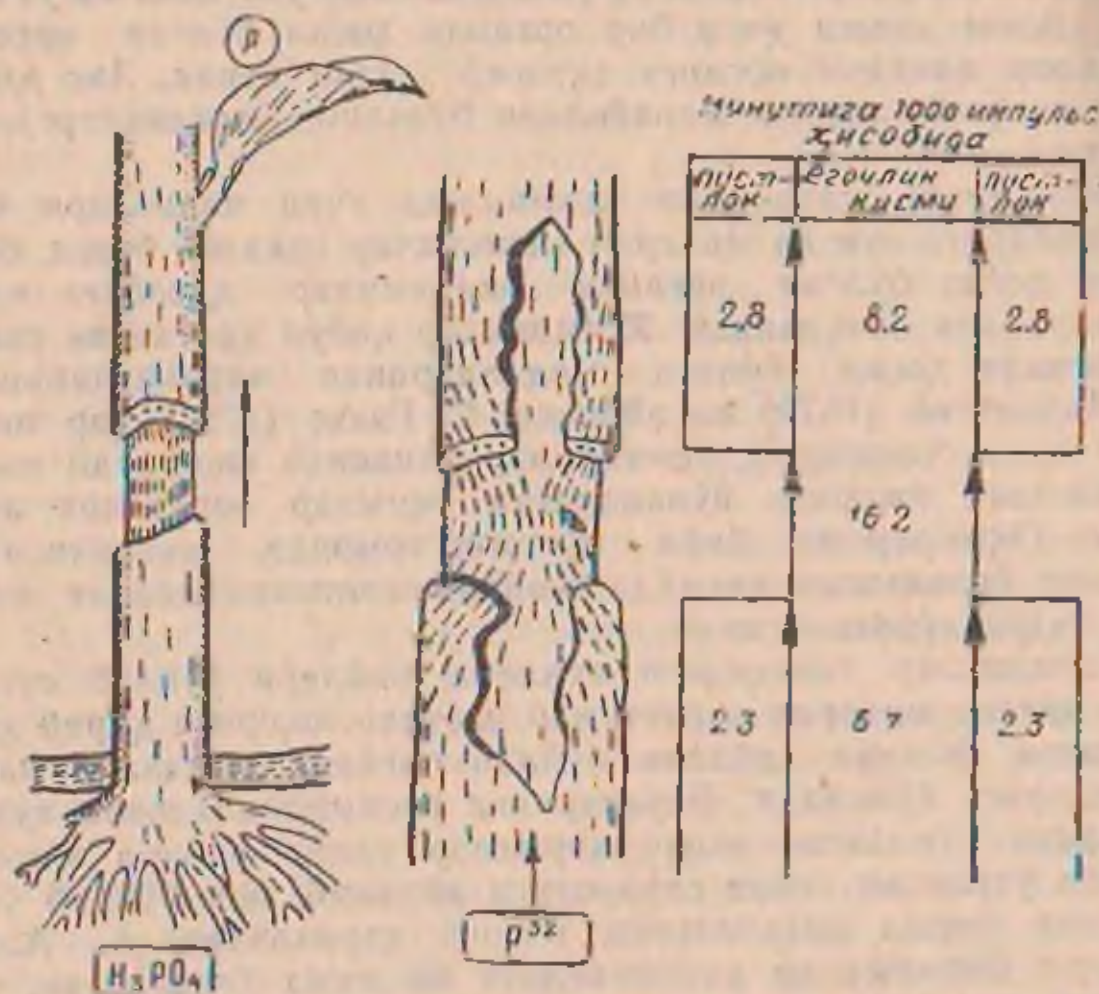
Пиёз ва бошқа сахарофилл ўсимликларда органик моддалар кечаю кундуз деярли барабар ҳаракатланса, крахмалли ўсимликларда шакарлар кечаси ҳаракатланиб, заҳира тўпловчи органларга йиғилади. Баҳорда органик моддалар ксилема найлари бўйлаб ўсиш нуқталарига томон ҳаракатланади.

А. Л. Курсанов ишларидан олинган схема билан танишсак, нишонланган фосфорни илдиэ қабул қилгандан кейин у ксилема ва флоэма найларига тенг тарқалган ҳолда ҳаракатланганлигини кўрамыз. Агар новданинг пўсти схемада кўрсатил-

гандек, ҳалқа шаклида ёғоч қисмигача арчиб олинса, пиди-дан қабул қилинган фосфор ксилема найлари орқали утиб, ҳалқа устида қайтадан флоэма ва ксилема элементлари бўйлаб ҳаракатланганлиги кўринади (89- расм).

Моддаларнинг ҳаракатланишини таъминловчи ва тартибни соловчи омиллар ҳали тўла аниқланмаган.

Моддаларнинг ҳаракатланиш жараёнлари акад. А. Л. Курсанов лабораториясида пухта текширилмоқда. Тажриба маълумотларига кўра моддаларнинг ҳаракатланиши цитоплазма-нинг фаоллигига, адсорбцилаш хусусиятига ва нафас олиш жадаллигига боғлиқ экан.



89- расм. А. Л. Курсанов схемасига кўра, ишолланган фосфор-нинг 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 тўхтайди. Усимликлар тўқимаси 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 омил-ларига ва усимликларнинг физиологик ҳолатига ҳам боғлиқ.

Е. Мюнх (1930) таълимотига кўра, элаксимон ҳужайралар

орқали органик моддаларнинг бир хужайрадан иккинчисига қариб ҳаракатланиши тургор босим кучига боғлиқ. Бошқача айтишда, барг хужайраларида органик моддаларнинг концен-трацияси билан тургор босим кучи, элаксимон хужайраларда-нига нисбатан кучли бўлганлигидан барг хужайраларидаги органик моддалар элаксимон хужайраларга томон сил-жийди.

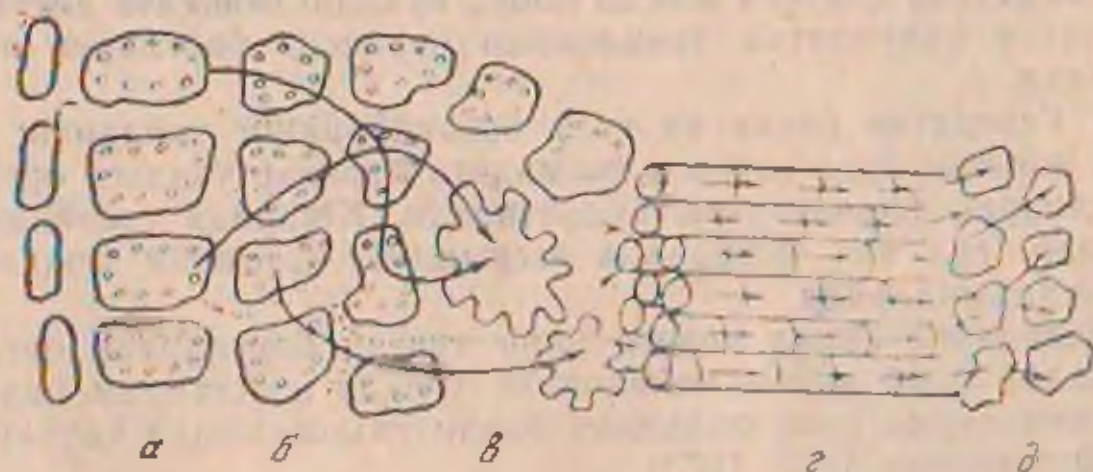
Д. Фенс (1972) фикрича, ассимилятларнинг ҳаракатла-ниши босим таъсиридан ташқари, хужайрадаги оқсил моле-кулаларининг перитальтик қисқаришига ҳам боғлиқ.

Бу масалани акад. А. Л. Курсанов бошчилигида академия-нинг Тимирязев номидаги ўсимликлар физиологияси институ-тида чуқур текширилмоқда.

А. Л. Курсановнинг ўз ходимлари билан олиб борган илмий тадқиқоти маълумотларига кўра, органик моддаларнинг ҳара-катланиши бир неча босқичдан ташкил топганлиги аниқ-ланди.

Биринчи босқичда хлорофилл дончалари тўпланган крах-мал глюкозагача парчаланади. Глюкозага фосфор кислота қўшилишидан фруктоза дифосфат синтезланади. Бу бирикма ҳисобига ҳосил бўлган фосфоглицерин альдегиди ва фосфоди-оксиацетон хлоропласт мембраласи орқали цитоплазмага ўтади. Крахмалнинг содда бирикмаларгача ўзгариб, хлоро-пластдан 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 лафас олишда ва бошқа моддаларнинг ҳосил бўлишида сарфланади. Кўпчилик қисми сахароза ҳолатигача ўзгариб қўшни хужайра-



90-расм. Органик модда (шакар, аминокислота ва бошқа)ларнинг ҳа- ракатланиш йўллари:

Хужайра ичида (А), баргнинг мезофил хужайралари (Б) орқали йўналадиган симпласт (1) ва апопласт (2) йўллари воситасида оқиб келган моддалар орьлик хужайралар (В) дан ўтказувчи пайлар—флоэма (Г) га ўтиб, охиқ сарф- ланадиган 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 ўртасида оралиқ ҳужайралар жойлашган.

Учинчи босқичда органик моддаларни қабул қилиб, уларни флоэма элементларига йўналтирадиган оралиқ ҳужайралар насос функциясини ўтайди. Бу ҳодисада АТФ молекуласининг энергияси сарфланади.

Тўртинчи босқичда флоэма элементларига етиб келган органик моддалар узоқ масофали транспорт воситасида, органик моддаларни сарфловчи орган ва хазина (заҳира тўловчи) 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 ўсимлиkning 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 барглари керакли органик бирикмалар билан таъминлайди.

2. Ноқулай шароит, яъни ёруғлик етишмаганда қари барглар шиддатли қонунга асосан нобуд бўлади. Бошқача айтганда, шиддатли қонуниятда ўсимликлар кераксиз барглари тўкиб юборади.

3. Генератив (мева ва гул) органларининг тикланиш даврида поянинг ўрта ва паст қисмидаги барглар ўзидаги органик моддаларни илдизларига 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 б о б. ТИРИК МАВЖУДОТЛАРДА НАФАС ОЛИШ ВА БИЖҒИШ ҲОДИСАЛАРИ

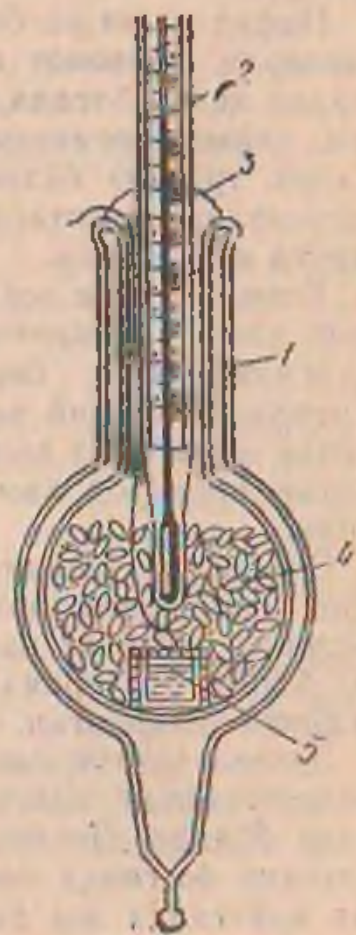
Ҳасимликларнинг нафас олиш жараёнида ажраладиган энергия

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 тўхтаб қолса, тирик организмда содир бўладиган ҳаётий жараёнларнинг тартиби бузилиб, у ўз ҳаётини тугатади, яъни nobуд бўлади.

Nобуд бўлган организмда ўсиш, ривожланиш ва ҳаракатланиш каби фақат тирик организмларга хос бўлган белгилар кузатилмайди. Демак, тубан ва юксак организмлар ҳужайрасида тириклик аломатлари рўёбга чиқиши учун озми-кўпми 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 молекулаларида тўпланади. АТФ молекулаларидаги 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 молекулаларида тўпланади. Шу бирикмалар таркибида тўпланган 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 ҳасимликнинг 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 момик билан ўралган термометр воситасида маҳкам



91-расм. Нафас олишда ажралиб чиққан иссиқлик энергиясини аниқлаш:

1 — икки деворли идиш идиш ёки термос колбаси; 2 — термометр; 3 — момик; 4 — унган уруғлар; 5 — NaOH ёки КОН эритмаси солинган идиш;

беркитялади. 30—60 минут ўтгач, нафас олишда ажралган иссиқлик ҳисобига термометр симоби шкала бўйлаб аста-секин кўтарилганлиги 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 ёнғин 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 бижгиш жараёнлари тубан ва юксак ўсимликларда, ҳайвонот вакилларида ва микроорганизмларда бир тарзда давом этсада, баъзи бир фарқлар кузатилади. Жумладан, ҳайвон организмида махсус нафас олиш органи (ўпка, жабра, трахея) бўлиб, ҳаводан қабул қилинган кислород қон элементлари воситасида шу маъжудотларнинг ҳамма ҳужайраларига етказилади.

Ўсимликларда эса махсус орган бўлмаганлигидан кислороднинг қабул қилинишида ҳужайра пўстининг ўтказувчанлик хусусияти билан бир қаторда, барг оризчаси (устъица) ва ясемиқчалар асосий вазифани ўтайди. Булардан ташқари, фотосинтез жараёнида ажралган ва илдиздан қабул қилинган сувда эриган кислород ҳам нафас олиш жараёнида интирок 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 маъжудлиги аниқланган.

Денгиз қиргоқларида илдизлари сувга ботган мангразор ўсимликларида махсус пневматофор деган илдизсимон ўсимталар бўлади. Денгиз, океан сувлари тўлқинлар натижасида қиргоқни босганда пневматофорлар сув остида қолиб кетади. Сув қайтганда эса пневматофорлар бўшлиғи ҳавога тўлиб

қолади. Шу ҳаво ҳисобига ўсимликларнинг нафас олиш жараёни таъминланади.

Курсатиб ўтилган ташқи ва ички айирмаларга қарамай нафас олиш ва бижғини жараёнларининг асл моҳияти ҳар бир тирик (ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизмлар) ҳужайраларида энергияга бой АТФ молекулаларини синтезланишидир.

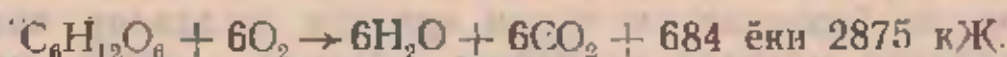
Нафас олиш жараёнида ўсимликлар тўқимасидан ёруғлик энергияси ҳам ажралишини А. Г. Гурвич аниқлаган. У илдизнинг ўсим конуси (нуқтаси)ни ташкил этган ҳужайралар ультрабинафша нурларга яқин ёруғлик ажратишини аниқлаб, бу ёруғликни «метогинетик нурлар» деб атаган. А. Г. Гурвич фикрича, «метогинетик нур» ёш ҳужайранинг бўлиниш жараёнини тезлаштиришда катнашади. Баъзи замбуруғлар ва бактериялар ҳам нафас олиш вақтида ёруғлик ажратишини куз олимлар кузатган.

Нафас олиш жараёнида сарфланадиган органик моддалар.

Нафас олиш коэффициенти

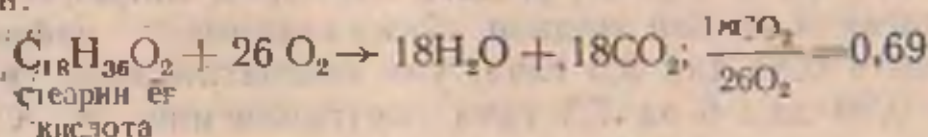
Турли-туман ферментлар жадаллигида содир бўладиган нафас олиш жараёнининг биринчи босқичида (қолганлари кейинчалик кўриб чиқилади) мураккаб органик моддалар, содда бирикмаларгача, жумладан, оқсиллар аминокислоталаргача, ёғлар глицерин ва ёғ кислоталаргача, поли-ва-олигосахаридлар моносахаридларгача парчаланadi.

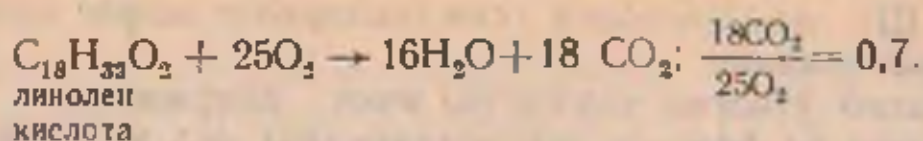
Гидролиз жараёнида ҳосил бўлган содда бирикмалар иккинчи босқичда оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан кейин карбонат ангидрид ва сувгача оксидланиши натижасида энергия ажралганлиги тенгламада келтирилган:



Нафас олишда углевод оксидланганда ажралиб чиққан карбонат ангидрид миқдори шу жараёнда истеъмол этилган кислород миқдорига тенг келганлигини курсатади. Одатда нафас олишда ажралиб чиққан карбонат ангидридни кислородга бўлган нисбати CO_2/O_2 га нафас олиш коэффициенти деб аталади. Бу курсаткич сарфланадиган модданинг табиатига, ташқи муҳит таркибидаги газлар миқдори билан ҳамбарчас 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.

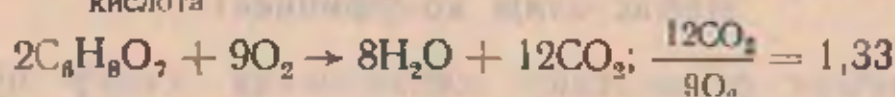
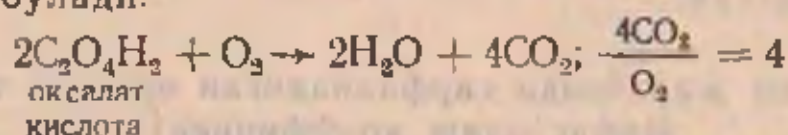
Агар нафас олиш жараёнида ёғ кислоталари сарфланадиган бўлса, бу нисбат 1 дан кичик эканлиги тенгламада келтирилган:





Оқсиллар сарфланганда ҳам нафас олиш коэффициенти 1 дан кичик бўлади. Акад. С. П. Костичев маълумотларига кўра, шакар ва ёғлар стишмаганда нафас олиш жараёнида оқсиллар сарфланганлигини кузатиб, «оқсилли нафас олиш» деб ном берган. Оқсилли нафас олиш жараёнида сув, CO_2 лардан ташқари, аммиак ва водород сульфид ҳосил қилинганлигидан, ўсимликларга салбий таъсир этади (Н. А. Максимов, 1958).

Нафас олиш жараёнида органик кислоталар истеъмол қилинса, нафас олиш коэффициенти, тенгламада кўрсатилгандай, 1 дан катта бўлади:



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 (зир, чигит), бирдан кичик, лимон ва бошқа органик кислоталарга бой меваларнинг юмшоқ тўқималаридаги нафас олиш коэффициенти 1 дан катта бўлади.

Моғор замбуруғларини турли органик моддалар аралашмаси сақлаган муҳитда парварини этганда, нафас олишда биринчи навбатда углеводлар, кейинчалик ёғлар ва сўнгра органик кислоталар сарфланганлиги нафас олиш коэффициенти 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 ўсимликларга салбий таъсир этади, ҳатто уларнинг нобуд бўлишига сабаб бўлади. Шуларни эътиборга олиб, экинларни бостириб суғормаслик, экин майдонларини яхшилаб юмшатиш керак.

Ўсимликларнинг илдизлари ёки уруғи сув остида қолганда анаэроб нафас олиш жараёни бошланади. Органик моддалар сув ва CO_2 газигача оксидланмасдан, оралиқ маҳсулотлар ҳосил бўлганлиги туфайли нафас олиш коэффициенти кескин ортади. Масалан, ташқи муҳитдаги кислород миқдори 5% дан 1% га тушганда, сабзи илдизи тўқималарининг 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 кузатган.

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 CO_2 ёки ютилган O_2 миқдори нафас олиш жадаллиги деб аталади. Бу кўрсаткичнинг қиммати ўсимликнинг турига, яшаш шароитига, ҳолатига, ички ва ташқи муҳит омилларига боғлиқ.

Ўсимлик турига қура нафас олиш жадаллиги турлича бўлганлиги қуйидаги 62-жадвалда келтирилган (Б. А. Рубин, 1976).

62-жадвал

Ўсимликлар тури	15—20° да 1 неча-кундузда 1 г қуруқ модда ҳисобига ажралган CO_2 миқдори, мг
Бугдой барги	138,7
Жўка барги	92,4
Бугдойнинг ёш илдизи	53,4
Сулчининг ёш илдизи	31,0
Тиқим ҳолатидаги сирея куртанлари	11,6
Хонтал мансалари	58,3
Қунгабоқар 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	Донинг қуруқ массаси, г	Майсаларнинг қуруқ массаси, г	Сарфланган органик модда миқдори, %
46 донга бугдой дони	1,665	0,712	57
1 донга маккажўхори дони	0,529	0,290	45
40 донга 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 доинининг массаси 0,529 г га тенг бўлса, тажриба охирида унинг массаси 0,239 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 суст ёки жадал ўтиши ўсимликларнинг ёшига боғлиқлигини қуйидаги 64-жадвал (А. Б. Рубин маълумоти) рақамлари тасдиқлайди.

64-жадвал

Ўсимликлар тури	Ёш, кеча-кундуз ҳисобида	Нафас олиш жарр-ёида 1 соатда 1 кг ҳўл модда ҳисобига ажралиб чиққан CO_2 миқдори, кг
Амагер пап оқбош карам барглари	3	314
	8	155
	31	67
	48	52
Кунгабоқар барглари	22	300
	36	81
	50	46
	64	59
	99	25
Эврон пия картошканинг ёш барглари	30	735
	45	811
	62	688
	77	673
Могор замбуруғ мицеллийсининг		
2 кунлик култураси	2	3432
3 кунлик »	3	1337
4 кунлик »	4	541

Жадвалда келтирилгандек, 1 соатда 1 кг ҳўл модда ҳисобига карамнинг ёш баргларида CO_2 314 мг ажралган бўлса, 48 кунлик баргдан ажралган 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 барглардагига 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 тўхтади.

Одамнинг нафас олишига нисбатан ўсимликларнинг ёш тўқималари анча кучли нафас олади. Масалан, унган уруғ ва моғор замбуруғлари 24 соат давомида уз массасига нисбатан 6—10% CO_2 ажратиб чиқарса, одам нафас олиши вақтида ажралган CO_2 миқдори танаси массасининг 1,2% ни ташкил этади.

Нафас олиш жадаллиги (интенсивлиги) га температура, заҳарли моддалар, муҳитдаги кислород ва CO_2 миқдори кучли таъсир кўрсатганлигини кўп олимлар текширганлар. Температуранинг баланд-паст бўлиши барча химиявий реакцияларнинг

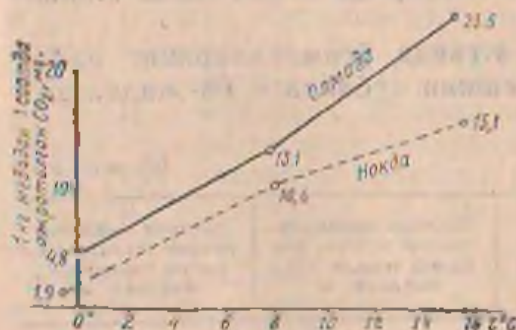
Ўзини тезлигини ифодалайдиган бўлса, биологик жараёнда ҳам температура зарурий омил ҳисобланади. Вант-Гофф қондасига асосан, температура ҳар 10°C га кўтарилиши билан химиявий реакцияларнинг жадаллиги 2 марта тезлашади, унга температура коэффициентини дейилади ва $Q_{10}=2$ белгиси билан ифодаланади. Тирик организмларда, шу жумладан, ўсимликларда ҳам нафас олишнинг температура коэффициентини $Q_{10}=1,9-3,3$ оралиғида бўлади. Масалан, 1 кг нок 0°C да 1 соат давомида нафас олишда 2,8 мг 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° 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 кузатишган.

Тирик организмда нафас олиш жадаллиги $45-50^{\circ}\text{C}$ гача, Вант-Гофф қондасига бўйсунди. Температура 50° дан юқори кўтарилганда цитоплазмани ташкил этган оқсил молекулаларининг табиий ҳолати ўзгариши — коагулланиши натижасида нафас олиш жараёни бутунлай тўхтади.

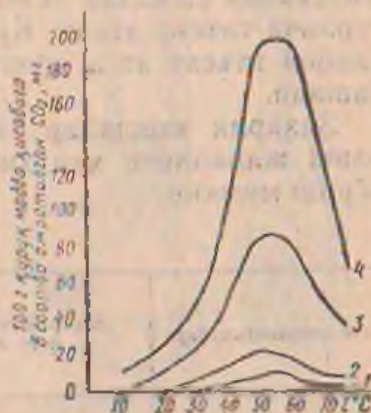
Паст температурада нафас олиш жадаллиги сустлашади. Жумладан, температура 10°C га пасайганда кўпчилик ўсимликларнинг нафас олиши сезилмайди. Қишлоқчи куртаклар ва инчабаргли дарахтларнинг нафас олиши эса 20 ва -25°C да ҳам давом этади.

Нафас олиш жараёнининг нормал боришида ўсимликлар туқимаси ва айрим ҳужайралари сув билан таъминланган бўлиши зарурлигини қуйида келтирилган жадвал далиллари тула тасдиқлайди.

Температура ва намлик даражаси ҳар қил 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 кура (буғдой донининг) намлик даражасига кура (14%, 16%, 18 ва 22%) нафас олиш жадаллигининг ўзгариши.

Б. А. Рубин маълумотларига кўра, 1 кг қуруқ уруғ нафас олишда 1 соат давомида 1,5 мг 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 қизиб, 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- ж а д в а л

Нафас олишда	Атмосферадаги CO_2 миқдори, %					
	0	10	20	30	40	50
Сарфланган O_2 миқдори, мл	197	185	122	104	97	90
Ажралиб чиққан CH_4 миқдори, мл	173	158	96	75	61	41
Нафас олиш коэффициенти, CO_2/O_2	0,87	0,85	0,79	0,72	0,63	0,45

Муҳитда CO_2 газининг миқдори кўпайиши билан нафас олишда ажралиб чиқадиган карбонат ангидрид миқдори камайиб борганлиги жадвалдаги рақамлардан кўриниб турибди.

Қалин пўстли уруғларнинг суст униши ёки бутунлай унмасдан қолиши ҳам уруғ пўсти ичида тўпланган карбонат ангидридга боғлиқ. Агар уруғларнинг пўсти шикастланса, унинг остидаги CO_2 газини ташқарига чиқиши ва уруғ туқимаси 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- ж а д в а л

Этилолланган барг	Заҳарли моддаларнинг номи	Заҳарли моддалар таъсир этгунча ажралиб чиққан CO_2 миқдори, мг	Заҳарли моддалар таъсир этганда ажралиб чиққан 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

Ўша майсасининг нафас олиш жадаллигига гексахлорциклопексанининг таъсирини муаллиф текширган. Экиладиган чигит гексахлоран билан аралаштирилса, унинг миқдорига қараб, ўша майсаларининг нафас олиш жадаллиги турлича бўлган. Ушундай қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин.

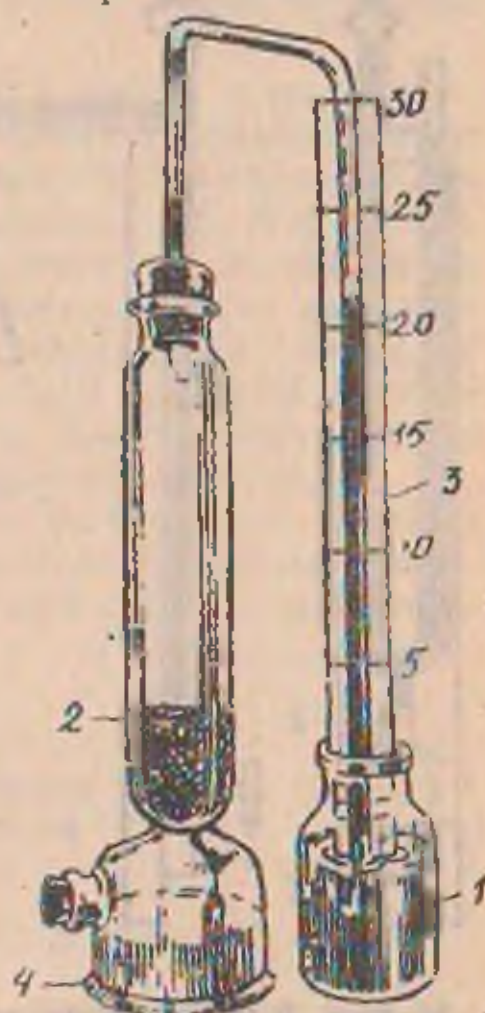
67- жадвал

Текшириш вариантлари	100 г куруқ модда ҳисобига 1 соатда ўша майсаларидан ажралган CO_2 миқдори, мг			
	1 кеча-кундузда	3 кеча-кундузда	6 кеча-кундузда	7 кеча-кундузда
Контроль	81	197	424	362
ГХЦГ—40 кг/т	72	178	342	323
ГХЦГ—80 кг/т	66	154	—	215

Ўсимликлар тўқимаси шикастланган вақтда ҳам ўша жойдаги тўқималар кучли нафас олади. Болгар олими К. Попов маълумотиغا 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 респирометри 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



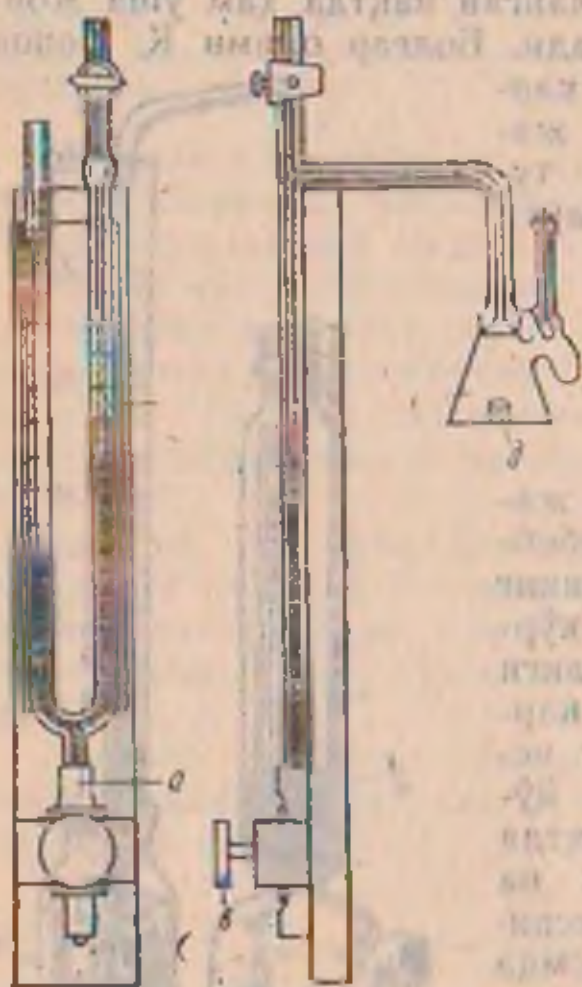
94- расм. Унаётган уруғлар томонидан кислороднинг юти-
лишини аниқландиган асбоб:

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. Вартбург респирометри:

а — рангли эритма солинган резервуар;
б — манометр (идишга пайдан тайёрланган);
в — манометр ичидаги рангли эритмани маълум нуқтага ча кўтаришда ишлатиладиган винт; г — тегиштирилган буюм солинадиган пияш идиш; д — HCl ; е — $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмаси; ж — NaOH солинган эритма.

идиш. Бу идишнинг д бўлагига HCl ва е қисмига KOH ёки NaOH эритмаси солинади.

Нафас олишда ўсимликлар тўқимасига ютилган кислород ва шу жараёнда ажралиб чиқадиган карбонат ангидриднинг NaOH билан боғланиши ҳисобига буюм солинган идиш ичидаги ҳаво сийраклашади. Бунинг эвазига манометрдаги рангли эритма буюм солинган идиш томонга қараб кўтарилади. Энди идиш ичидаги NaOH билан HCl эритмалари аралаштирилса, NaOH ютган CO_2 газни ажралишидан идиш ичидаги ҳаво кенгаяди. Шу вақтнинг ўзида манометр бўйлаб кўтарилган рангли эритма ҳаракати пасайиб тўхтаган нуқта ажралиб чиққан карбонат ангидрид миқдорини ифодалайди.

Нафас олиш жараёни ҳақида олимларнинг мулоҳазалари

Тирик организмларда нафас олиш жараёни қандай қоида

ни қонулар асосида содир бўлганлигини ва унинг ўзига хос органик сирларини ўрганиш бундан 200 йил аввал бошланган. Шунга қарамай, бу масала ҳали ҳам тўла ўрганилмаган.

А. Л. Лавуазье ва П. С. Лаплас (1777) нинг таъкидлашича тирик организмларда содир буладиган нафас олиш жараёнида ҳам, ёниш жараёнига ўхшаш, кислород ютилиб; теңгламада кўрсатилгандек, карбонат ангидрид ажратилади. Бироқ тирик организмларда бу жараён аста-секин давом этади $C + O_2 \rightarrow CO_2$.

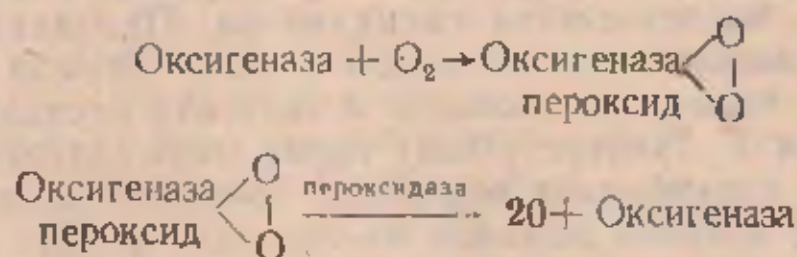
Эндигина ҳалок бўлган ҳайвон тўқималарида кислород ютилиши ва карбонат ангидрид ажралишини италиялик Ладдеро Спаланцани ҳам кузатган. Унинг фикрича, нафас олиш жараёни, Лавуазье айтганидек, ўпка тўқималаридагина содир бўлмай, балки танани ташкил этган ҳамма ҳужайраларга ҳам хос ҳодисадир.

Швецариялик Т. Соссюр (1797) ўсимликлар ҳам ҳайвонлар каби нафас олиш жараёнида кислородни истеъмол этиб, карбонат ангидрид ажратганлигини тажрибалар воситасида тасдиқлаган.

Нафас олиш жараёни барча тирик организмларга хос ҳодиса эканлигини кўрсатиб берди.

Химия фани ривожланиши туфайли нафас олиш жараёнининг ойдинлаштирилмай қолган сирларини ўрганишга имконияратди. Бу соҳада рус ва чет эл олимларининг илмий-тадқиқот ишлари алоҳида ўрин тутди. Жумладан, А. Н. Бах (1897) «Аста-секинлик билан оксидланишнинг пероксид назарияси»ни яратди. А. Н. Бах фикрича, ҳаводан қабул қилинган кислород тўғридан-тўғри ва бевосита органик моддаларни оксидлай олмайди. Чунки молекула шаклидаги $O=O$ кислород «инерт» бирикма бўлиб ҳисобланади. Кислород фаол атом ҳолатига ўтгандагина 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 киришганлигидан пероксидлар ҳосил бўлади:



Ҳосил бўлган пероксиддан, пероксидаза ферменти фаоллигида атом ҳолидаги фаол кислород ажралади. Бу фаол кислород органик модданинг оксидланишини таъминлайди. Реакциядан эркин чиққан оксигеназа ҳаводан қабул қилинган кислороднинг янги молекуласини боғлаб олади.

(). Вэргбург (1924) фикрича органик моддалардан ажратиб олинган электрон (e^-) бир бирикмадан иккинчи бирикмага йўналтиришда 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 печа гуруҳга бўлилади. Маълум узунликдаги ёруғлик нурини ютиши билан улар бир-биридан фарқ қилганлиги тубандаги схемада берилган.

604	520	450 нм
а		
566		
б		
	550	
с		

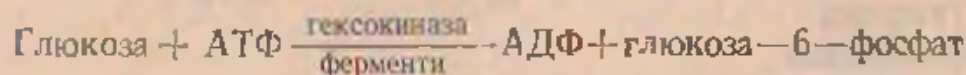
Д. Кейлен схемасида «а» цитохроми 604, «в» цитохроми 566, «с» цитохроми 550, узунликдаги нурларни ютганлиги билан бир-биридан фарқ қилади. 520 ва 450 нм узунликдаги нурлар ҳамма цитохромлар томонидан бир хилда ютилганлиги ҳам схемада берилган.

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.

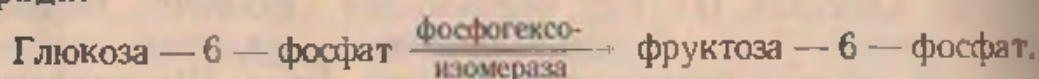
Мураккаб органик моддаларнинг нафас олишда сарфланиши учун уларнинг ҳар қайсиси глюкозагача ўзгаради. Ана шу глюкоза фаол ҳолатга ўтиб, нафас олишда қатнашиши учун фосфор кислота қолдиги билан муносабатга киришгач, глюкоза — 6 — фосфатга ўзгариши зарур.

Гликолиз фазасининг биринчи реакцияси тубандаги тенгламада келтирилган. Реакцияни тезлаштириш гексокиназа ферменти иштирокида ва АТФ энергияси ҳисобига содир бўлади.

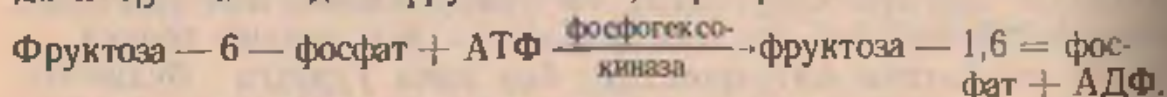


Иккинчи реакция глюкоза — 6-фосфат фосфорогексо-

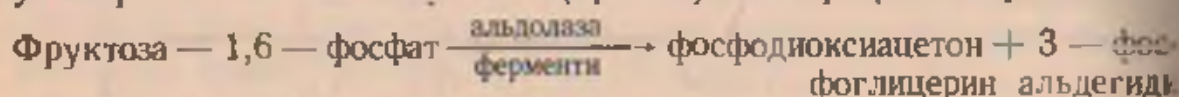
изомераза ферменти фаоллигида фруктоза — 6 — фосфатга ўзгаради:



Учинчи реакцияда фосфогексокиназа иштирокида фруктоза — 6- фосфатга АТФ ҳисобига фосфор кислота қолдиги қўшилишидан фруктоза — 1,6 фосфат тикланади:

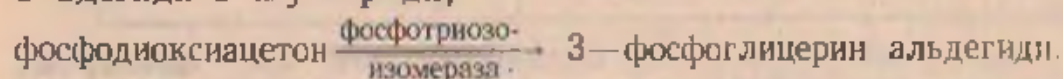


Тўртинчи тенгламага биноан фруктоза — 1,6-фосфат альдoлаза ферменти таъсирида фосфодиоксиацетон ва 3- фосфоглицерин альдегидига парчаланади. Натижада 2 молекула ўзида уч карбонат атоми сақлаган (триоза) шакар ҳосил бўлади:

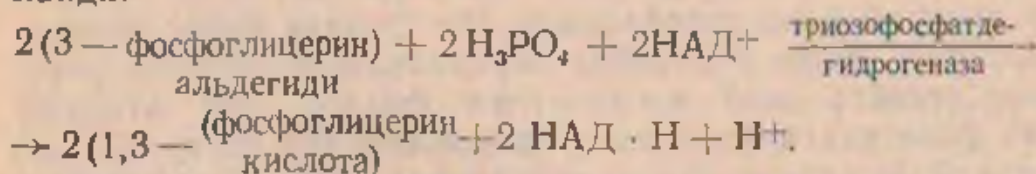


Кўриб ўтилган реакциялар гликолиз ҳодисасининг биринчи босқичи деб қабул қилинса, триоза шакариини нироузум кислотагача ўзгариши шу ҳодисанинг иккинчи босқичини ташкил этади. Иккинчи босқичда қуйидаги реакциялар кузатилади:

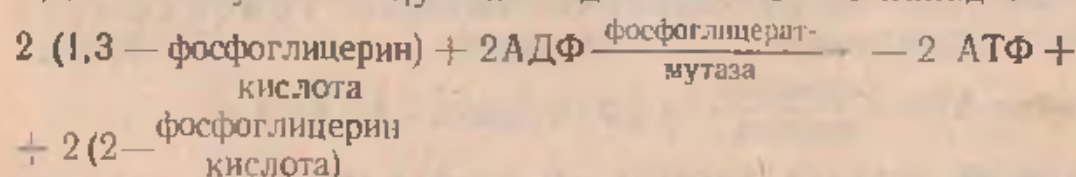
Биринчи реакцияда фосфотриозоизомераза ферменти иштирокида фосфодиоксиацетон 3— фосфоглицерин альдегидигача ўзгаради;



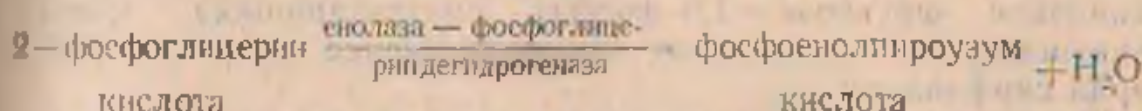
Иккинчи реакцияда 3- фосфоглицерин альдегид триозофосфатдегидрогеназа ферменти иштирокида 1,3- фосфоглицерин кислотагача оксидланади. Шу билан бирга оксидланиш-қайтарилш ҳодисаларида оксид ҳолатдаги дегидрогеназа ферментининг фаол гуруҳини ташкил этган никотинамидадениндинуклеотид (НАД^+) водородни ўзига қабул қилиб, энергияга бой 2-молекула қайтарилган ($\text{НАД} \cdot \text{Н}$) ҳолатни эгаллайди:



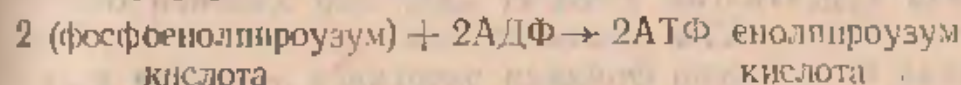
Учинчи реакцияда 1,3- фосфоглицерин кислота фосфоглицераткиназа иштирокида 3— фосфоглицерин кислота ва сўнгра фосфоглицератмутаза ферменти иштирокида 2-фосфоглицерин кислотага ўзгаради. 1,3-фосфоглицерин кислота таркибидаги фосфор кислота қолдиги ажралиб чиқиши билан АДФ молекуласига қўшилишидан АТФ синтезланади:



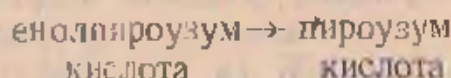
Түртінчи реакцияда 2-фосфоглицерин кислота енолаза (фосфоглицерадегидрогеназа) ферменти таъсирида, бир молекула сув ажралиши натижасида, энергияга бой фосфоенолпироузум кислотага ўзгаради:



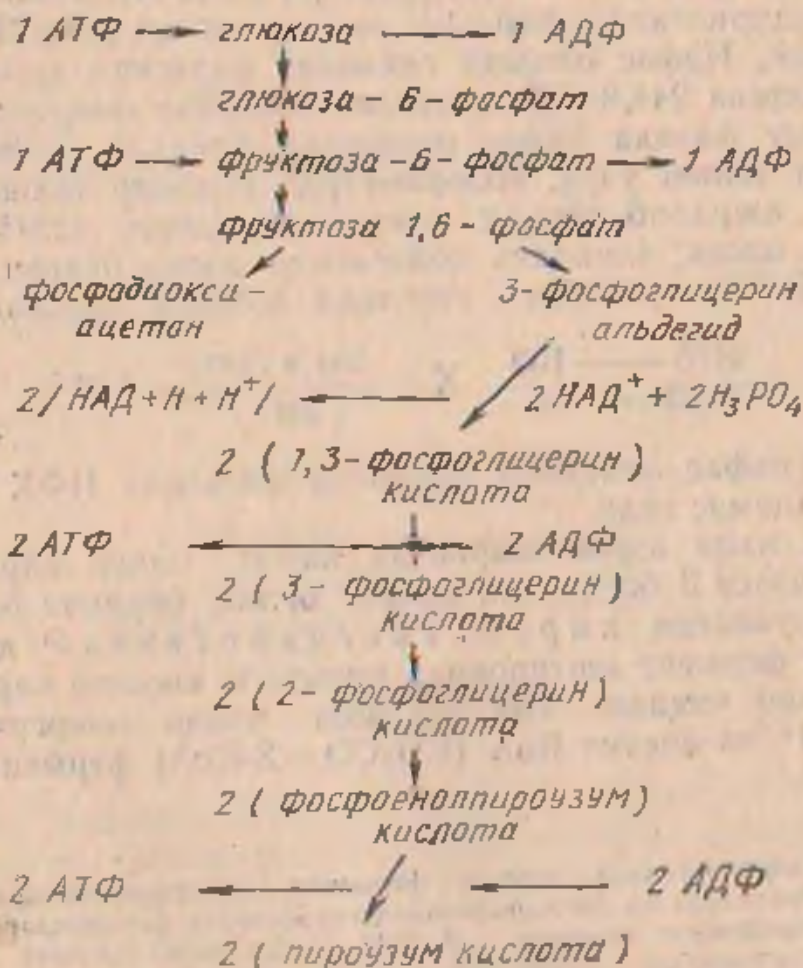
Бешинчи реакцияда пируваткиназа ферменти иштирокида фосфоенолпироузум кислота таркибидаги юқори энергияга эга фосфор кислота қоллиғи ажралиб АДФ молекуласига қушилишидан АТФ ҳосил бўлади. Фосфоенолпироузум кислота енолпироузум кислотага ўзгаради:



Гликолиз ҳодисасининг охириги реакциясида енолпироузум кислота ўз-ўзидан пироузум кислотага оксидланади:

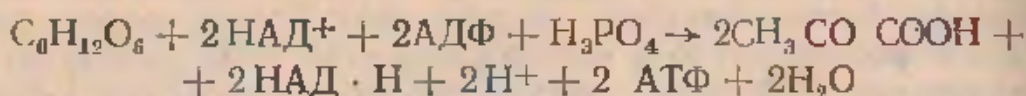


Юқориди изохлаб утилган реакцияларни умумлаштирганда қуйидаги схемани кузатиш мумкин:



Кўриб утилган реакцияларга ва умумлаштирилган схемани эътибор берилса, гликолиз ҳодисасида энергияга бой 4 молекула АТФ ва 2 молекула НАД·Н ҳосил бўлганлиги кўзга ташланади. АТФ молекулаларининг бири глюкоза—6- фосфатиникикинчиси фруктоза—1,6- фосфат синтезланишида, қолганиккитаси 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 инobatга 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.

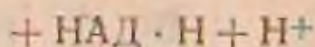
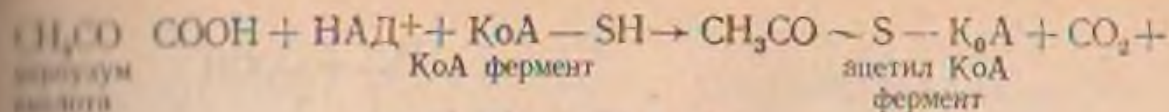
Энди шу фазада нафас олишнинг фойдали коэффициенти (НФК) ни топиш учун, колориметрда 1 моляр глюкоза ёндирилганда ажралиб чиққан энергия миқдори (2875 кЖ) ни 100% деб олсак, гликолиз ҳодисасида ҳосил бўлган фойдали энергия (НФК) тубандаги тенглама асосида топилади:

$$\frac{2875}{244,8} = \frac{100}{x} \quad X = \frac{244,8 \cdot 100}{2875} = 8,25$$

Демак, нафас олишнинг гликолиз фазасида НФК қиммати 8,25% дан ошмас экан.

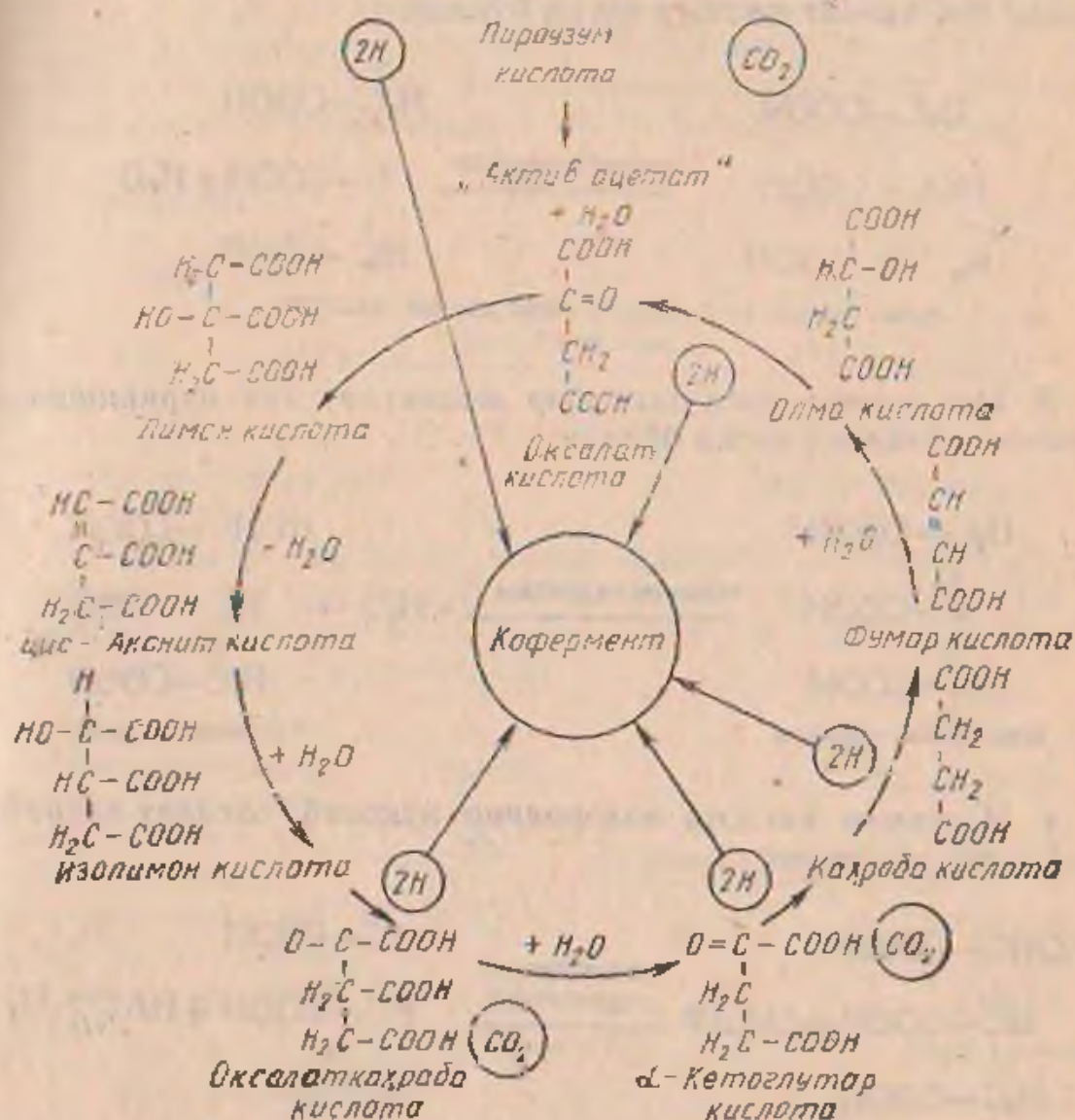
Ҳаволи, яъни аэроб шароитда нафас олиш жараёнининг иккинчи фазаси 3 босқичдан иборат бўлиб, биринчи босқичида мураккаб тузилган пируватдегидрогеназа¹ деб аталган мульт фермент иштирокида пируватдегидрогеназа кислота таркибидан CO_2 ажралиб чиқади. Шу вақтнинг ўзида энергияга бой $\text{НАД} \cdot \text{H} + \text{H}^+$ ва ацетил КоА ($\text{CH}_3\text{CO} \sim \text{S} \cdot \text{КоА}$) ферменти ҳосил бўлади.

¹ Пируватдегидрогеназа мульт ферменти дигидролипоилтрансфераза, пируватдекарбоксилаза ва дигидролипоилдегидрогеназа ферментларидан ташқари тиаминпирофосфат, коэнзим — А ($\text{SH} \sim \text{КоА}$), липой кислота, НАД^+ ва ФАД^+ коферментларидан ташкил топган комплекс бирикма.



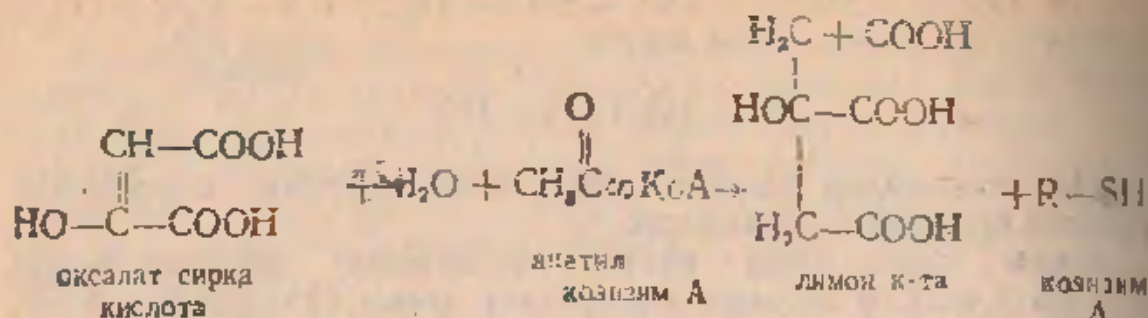
Шу реакциялар билан нафас олиш иккинчи фазасининг биринчи босқичи тугалланади.

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:



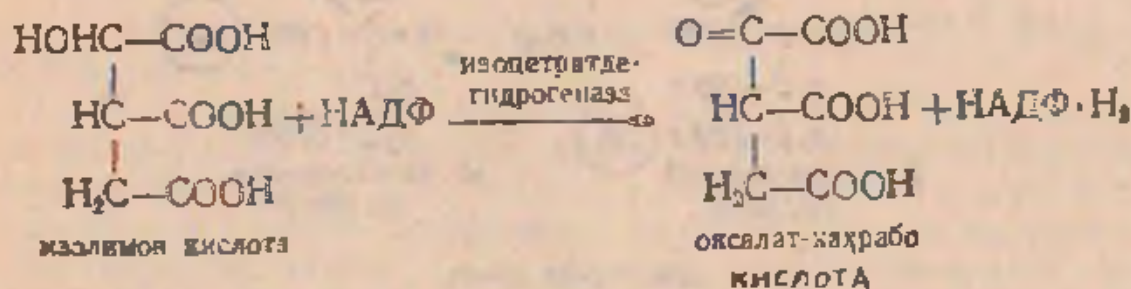
2. Лимон кислота таркибидан бир молекула сув ажралишидан цис-аконит кислота ҳосил бўлади:



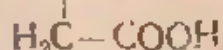
3. Цис-аконит кислотага бир молекула сув бирикишидан изолимон кислота ҳосил бўлади:



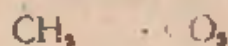
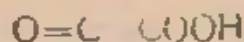
4. Изолимон кислота водородини йўқотиб, оксалат-каҳрабо кислотага айланади:



Реакция вақтида сув ва органик моддалардан ажралган водород ва электронлар (H^+ ва 2e^-) ҳаводан қабул қилинган ва фаоллашган кислород билан бирикиб, сув ҳосил қилишда иштирок этади.



оксалаат-каҳрабо
кислота



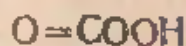
α-кетоглутар
кислота

оксалаат-каҳрабо кислота
декарбоксилаза



5. Оксалаат-каҳрабо кислотадаан карбонат ангидрид ажра-
лиши натижаснда α-кетоглутар кислота ҳосил бўлади:

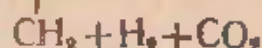
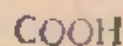
6. α-кетоглутар кислота бир молекула сув қўшиб олиб,
ўзидан бир молекула водород ва бир молекула карбонат ан-
гидрид ажратиши билан характерланади. Реакция охирида
α-кетоглутар кислота каҳрабо кислотагача оксидланади:



α-кетоглутар кислота



α-кетоглутар кислота
декарбоксилаза

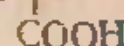


каҳрабо кислота

Бу реакцияда ажралиб чиққан водород атомлари ҳаводан
қабул қилинган кислород билан бирикиб, сув ҳосил қилади.

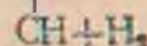
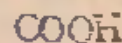
7. Бир молекула водородини йўқотган каҳрабо кислота
фумар кислотагача оксидланади:

Ажралиб чиққан
водород атомлари
цитохром система ва
цитохромоксидаза
ферменти иштироки-
да кислород билан
бирикиб, сув ҳосил
қилади.



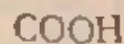
каҳрабо кислота

сукцинатдегидрогеназа

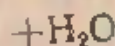


фумар кислота

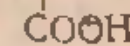
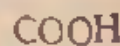
8. Фумар кисло-
тага сув бирикиши-
дан олма кислота
ҳосил бўлади:



фумар кислота

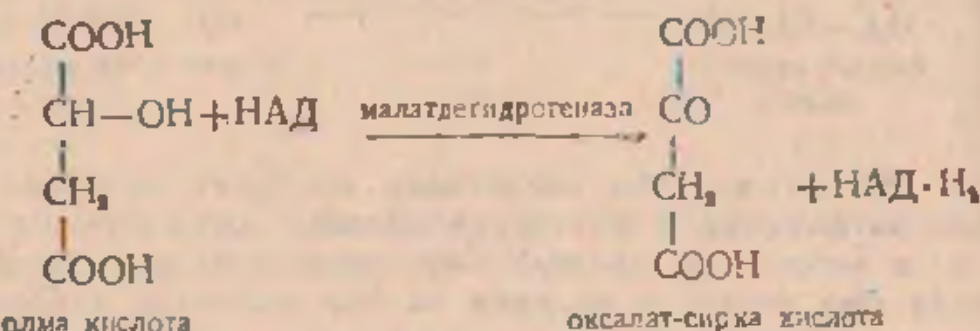


фумаратгидратаза

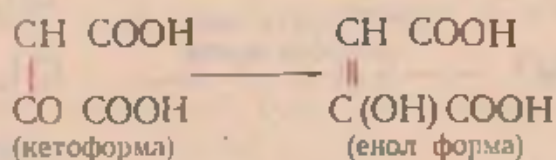


олма кислота

9. Кребс циклининг охирги босқичида олма кислотадан бир молекула водород ажралишидан оксалат-сирка кислота ҳосил бўлади:

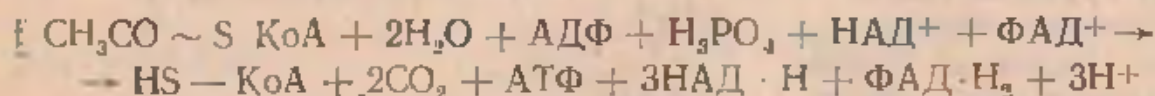


Кетон шаклидаги оксалат-сирка кислота ўз-ўзидан енол шаклига ўтиб, Кребс циклидаги реакцияларда иштирок этади:



Нафас олишда фотосинтез жараёнида фақат тўпланган 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 пирозум, 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·Н₂ ва 3 молекула НАД·Н синтезланар экан. Энди 3 молекула НАД·Н оксидланганда тўққизта, бир молекула ФАД оксидланганда 2 молекула АТФ ҳосил бўлса, Кребс циклида ҳосил бўлган АТФ сонини 1+9+2, яъни 12 ни ташкил этар экан. Нафас олиш жараёни иккинчи фазасининг биринчи босқичида ҳам бир молекула НАД·Н ҳосил бўлганлиги кўриб ўтилади. 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 ўзгаришн натижасида 2 молекула пирозузм кислота ҳосил бўлганлиги юқоридаги тенгламадан кўринади. Аэроб нафас олиш фазасини биринчи ва иккинчи босқичларида бир молекула пирозузм кислотанинг оксидланишида 15 АТФ ҳосил бўлган бўлса, пирозузм кислотани икки молекуласи оксидланганда 30 молекула АТФ синтезланганлиги тасдиқланади.

Шу АТФ молекулаларининг фойдали энергияси 30,6 кЖ ил 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 ил 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 ил 100%, нафас олишда ҳосил бўлган 1162,8 кЖ неча фоизга тенглиги тенгламада келтирилган:

$$\frac{2875}{1162,8} \frac{100}{x} \quad X = \frac{1162,8 \cdot 100}{2875} = 40,18\%$$

Демак, глюкозани нафас олиш жараёнида сув ва 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 CO_2 ва H_2O га парчаланиб, батамом йўқолиб кетмай, балки моддалар алмашиши ҳодисаларининг нормал ўтиши учун янги бирикмалар ҳосил қилинишида иштирок этар экан.

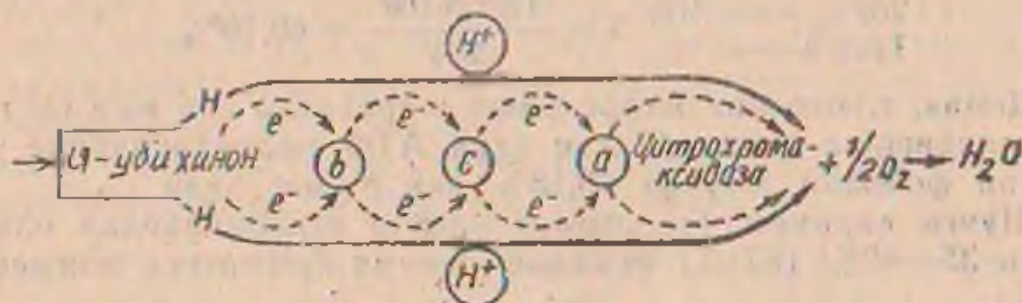
Аэроб нафас олишнинг иккинчи фазасидаги учинчи босқичда оксидланувчи (сарфланувчи) органик моддалар таркибидagi электрон ва протон (H^+) ларнинг, ҳаводан қабул қилинган кислородга томон электрон (протон)ларнинг ҳаракатланиш занжири (ЭХЗ) муҳим ўринни эгаллайди.

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 (ЭҲЗ) да жойлашган бирикмаларнинг оксидланиш-қайтарилиш кучи (потенциали E_0) га боғлиқ.

Электрон ҳаракатланиш занжири (ЭҲЗ) 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. Шунинг учун 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 олиниши билан цитохром схемасидаги цитохромларга етказиб беради.

Убихинондан электрон «в» цитохромга ўтказилганда протон электронни қабул қилиб, ион (H^+) ҳолатга ўтади. Электрон «в» цитохромдан «с» цитохромга, ундан «а» цитохромга, кейинчалик «а₃» ёки цитохромоксидазага ўтиб, ҳаводан қабул қилинган кислородга етказиб бериши билан актив — ион ҳолати ўзгарган кислородга водород қўшилиши натижасида сув молекуласи юзага келади.

Оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари қуввати (E_0) ни потенциалометр асбобида аниқлаб, кЖ ёки вольт қимматида ифодаланади. 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, апотомик ёки пентозофосфат деб аталган нафас олиш цикли ҳам мавжудлигини О. Варбург, Ф. Дикенс (1935), В. А. Энгельгарт (1938) аниқлаган.

1. Дихотомик ва пентозофосфат (апотомик) 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:

$глюкоза - 6 - фосфат + НАДФ^+ \rightarrow H_2O \rightarrow 6 - фосфоглюкон кислота + НАДФ \cdot H_2$.

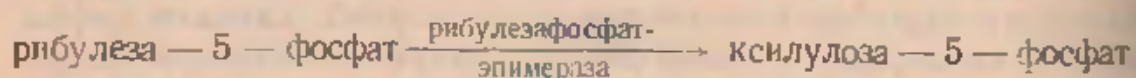
Учинчи реакцияда 6—фосфоглюкон кислотада бир молекула CO_2 ва бир молекула H_2 ажралишидан, рибулеза—5—фосфат ҳосил бўлади. Бу реакцияда 5 та углерод атомли углевод ҳосил бўлганлиги ҳисобга олиниб, пентозофосфат цикли деб юритилади.

Кўриб ўтилган реакция ўзида НАДФ⁺ сақлаган фосфоглюконатдегидрогеназа ферменти активлигида боради.

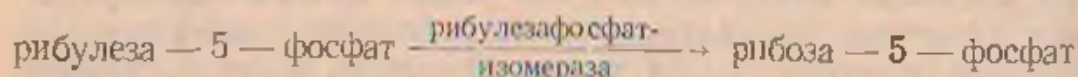
$3 \cdot 6 - фосфоглюкон кислота + НАДФ^+ \xrightarrow[\text{дегидрогеназа}]{\text{фосфоглюконат}} CO_2 + НАДФ \cdot H_2 - рибулеза - 5 - фосфат$.

Иккинчи ва учинчи реакциялар 6 марта такрорланиши натижасида 12 молекула НАДФ $\cdot$ H₂ синтезланади. Жумладан, ёғ, ёғ кислоталари, нитрат ва сульфатларни қайтартириш реакцияларини ўтказиш учун ҳосил бўлган НАД $\cdot$ H водороди муҳим ўринни эгаллайди. Шу жараёнда ҳосил бўлган рибулеза шакари АТФ, ГТФ, НАД, НАДФ ва ФАД, коэнзим А таркибига қўшилади.

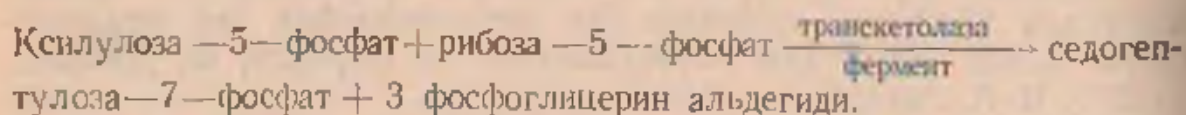
4. Рибулеза — 5 — фосфатэпимераза ферменти фаоллигида рибулеза — 5 — фосфатнинг бир қисми ксилулоза — 5 фосфатга ўзгаради:



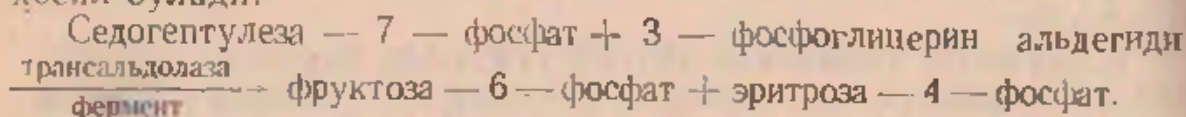
5. Рибулеза — 5 — фосфатнинг иккинчи қисмидан рибулезо-фосфатизомераза иштирокида рибоза — 5 — фосфат юзага келади:



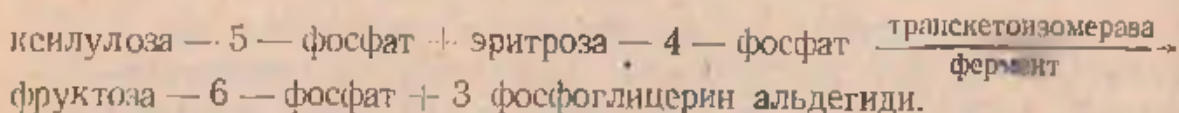
6. Тўртинчи реакцияда ҳосил бўлган ксилулоза — 5 — фосфат ва рибоза — 5 — фосфат молекулалари ўртасида содир бўлган реакция натижасида седогептулеза — 7 — фосфат ва 3-фосфоглицерин альдегид ҳосил бўлади. Бу реакцияда транскетолаза ферменти фаол иштирок этади:



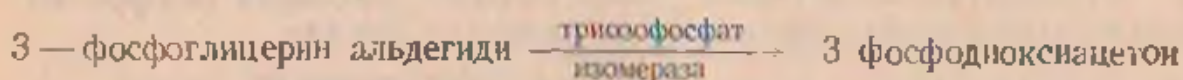
7. Седогептулеза — 7 — фосфат трансальдолаза ферменти фаоллигида 3 фосфоглицерин альдегиди билан муносабатга киришишидан фруктоза — 6 — фосфат ва эритроза — 4 — фосфат ҳосил бўлади:



8. Ксилулоза — 5 — фосфат молекуласи билан эритроза — 4 — фосфат транскетонизомераза ферменти реакцияси натижасида фруктоза — 6 — фосфат ва 3 фосфоглицерин альдегиди ҳосил бўлади:



9. Триозофосфатизомераза ферменти активлигида 3 фосфоглицерин альдегидини бир қисми ҳисобига 3-фосфодоксиацетон синтезланади:

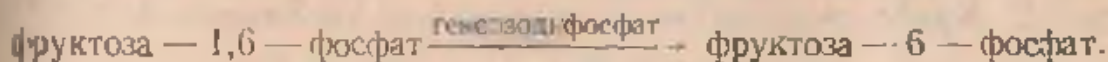


5, 6, 7, 8- ва 9- реакцияларнинг ҳар қайсиси 2 марта такрорланади.

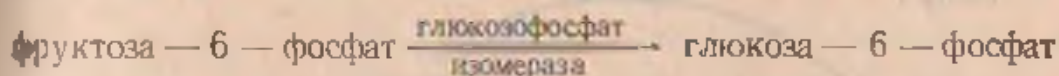
10. 3-фосфодоксиацетон 3-фосфоглицерин альдегиди билан муносабатга киришишидан фруктоза — 1, 6-фосфат ҳосил бўлади. Бу реакцияни активлаштиришда альдолаза ферменти қатнашади:



11. Фруктоза — 1,6 — фосфат таркибидаги биринчи углерод атомидаги фосфор кислота қолдигини ажратиб чиқиши натижасида фруктоза — 6 — фосфатга ўзгаради. Бу реакция гексозо-1,6-фосфатаза ферменти активлигида ўтади:

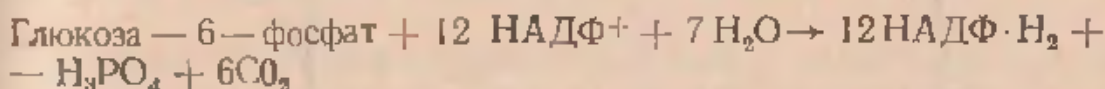


12. Апотомик, яъни пентозофосфат циклининг охириги реакциясида глюкозофосфатизомераза ферменти фаоллигида фруктоза — 6 — фосфатглюкоза — 6 — фосфатга ўзгаради:



10- ва 11- реакциялар бир мартадан, 12- реакция эса 5 марта такрорланади.

Қуриб утилган реакцияларни пентозофосфат циклини тубандаги тенглама билан умумлаштириб ифодалаш мумкин:



Глюкоза — 6 — фосфатнинг бир молекуласини тўла оксидланиши натижасида 12 молекула НАДФ · Н₂ 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 тупланадиган фойдали энергия миқдори (40,1%) га деярли тенглашар экан.

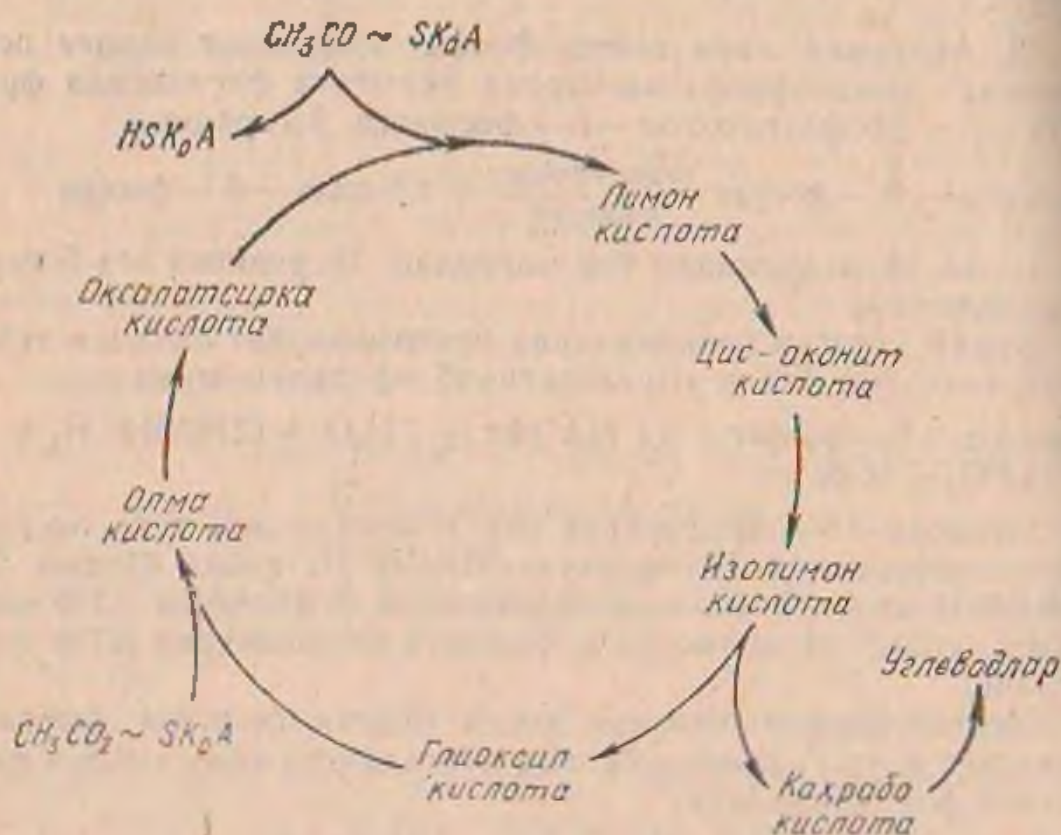
Пентозофосфат цикли энергия ҳосил қилиши билан чегараланмайди. Бу циклда ҳосил бўлган НАДФ · Н, ацетил КоА ферменти ёғ кислота, ёғларнинг синтезланишида, нитрат ва сульфатларни қайтариш реакциялари учун водородни етказиб беради. НАД, НАДФ, ФАД ва бошқа нуклеотид кислоталар учун керакли рибоза ва дезоксирибоза шакллари билан таъминлайди. Булардан ташқари, пентозофосфат циклида ҳар хил сонли углерод сақлаган (C₃—C₇) 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, моҳор замбуруғларида ва ёғли ўсимлик уруғларининг унишида учрайди. Бу ҳодиса ҳужайрада жойлашган ва г л и о к -

сисома деб аталган махсус органоидларда содир бўлади. Глиоксисомада ёғ кислоталари ўзига хос ферментлар фаълигида шакарларгача парчаланadi.

Глиоксилат ҳодисаси қуйидаги схема асосида содир бўлиши унинг Г. Кребе циклига яқин эканлигини тасдиқлайди.



Глюкозилат циклининг схемаси

Схемага диққат билан назар ташланса, биринчи галда лиро-
узум кислота ҳисобига ҳосил бўлган ацетил кофермент
($\text{CH}_3\text{CO} \sim \text{SK}_0\text{A}$) оксалат сирка кислота билан муносабатга
киришишидан лимон кислота синтезланади. Лимон кислотадан
бир молекула сув ажралиши натижасида цисоконит кислотага
ўзгаради. Цисаконит кислотага сув қўшилишидан изолимон
кислота ҳосил бўлади. Изолимон кислота изоцитратлиаза фер-
менти активлигида каҳрабо ва глиоксил кислоталарга парча
ланади. Ҳосил бўлган глиоксил кислота ацетил K_0A ферменти
билан муносабатга киришишидан сув иштирокида малатсин-
тетаза ферменти активлигида олма кислотага айланади.
Охирги реакцияда олма кислота ўз таркибидаги водородни
йўқотишидан оксалат сирка кислотагача оксидланади. Ҳосил
бўлган оксалат сирка кислота ацетил K_0A 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 CO_2 ни йўқотиши билан мод-
данир алмашилишида муҳим ўринни тутган чумоли альдегид
чумоли кислотагача ўзгаради;

3. Глиоксилат ҳодисасида ҳосил бўлган каҳрабо кислота
ер кислоталарини содда углеводларгача ўзгаришини таъмин-
лаганлиги (274-бетдаги) ёғ кислоталарининг триозаларгача
парчиланганлигини схемада кўрсатилган эди;

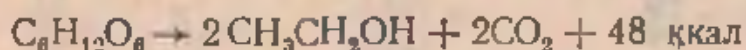
4. Бу ҳодиса ёғлар, углеводлар, органик кислота, амина-
кислота ва бошқа бирикмалар билан узвий боғлиқ эканлигини
таълиқлайди;

5. Глиоксилат ҳодисасида икки молекула ацетил K_0A ҳосил
бўлганлиги билан ҳам Г. Кребс циклидан фарқ қилади.

Анаэроб нафас олиш билан аэроб нафас олиш ҳодисаларининг узвий (генетик) боғланиши

Юқорида танишилганидек, аэроб нафас олиш жараёни гли-
колитик ва 3 карбон кислота (Г. Кребс цикли) фазаларидан
иборат эканлиги ва бу жараёнда бир неча хил фермент ишти-
рок этиши кўзга ташланади.

Ҳавосиз шароитда аэроб организмларда анаэроб нафас
олиш жараёни боради. Бундай пайтларда нафас олишда
сарфланадиган органик бирикмалар тўла оксидланмай, балки
оралиқ маҳсулотлар ҳосил қилиб тугалланади. Анаэроб нафас
олишда этил спирт ва карбонат ангидрид ажралиб чиқиши қу-
йдаги тенгламада ифодаланган:

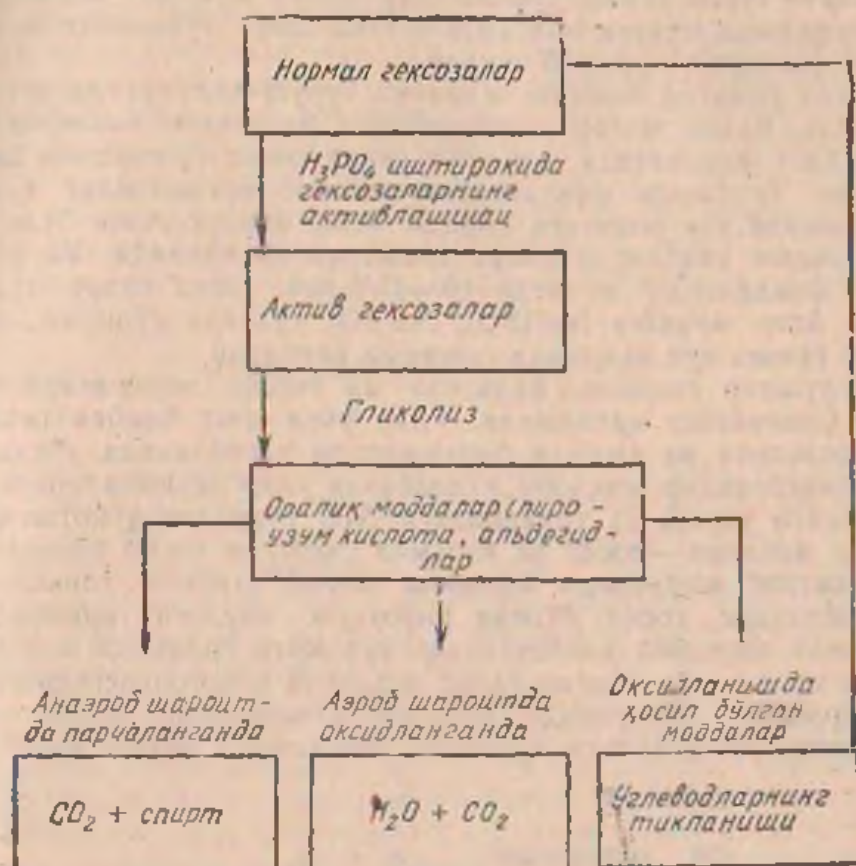


Демак, анаэроб нафас олишда энергия кам ажралар экан.
Жумладан, аэроб шароитда глюкоза оксидланиши натижаси-
да 686 ёки 2875 кЖ энергия ажралса, анаэроб нафас олишда
фақат 48 ккал ажралар экан. Демак, анаэроб шароитда етар-
ли даражада энергия ҳосил бўлиши учун сарфланган органик
модда миқдори аэроб нафас олишдагига нисбатан 12—14
мартадан ортиқ бўлиши зарурлиги кўриниб туради.

Аэроб нафас оладиган ўсимликларда содир бўладиган ана-
эроб нафас олиш жараёни узоқ вақт давом этса, бу ўсимлик-
лар нобуд бўлади. Шунга қарамасдан, анаэроб нафас олиш жа-
раёни баъзи микроорганизмлар учун ҳосдир. Шуларни ҳисобга
олиб, микроорганизмларда содир бўладиган анаэроб нафас
олиш жараёни б и ж г и ш деб аталади.

Анаэроб нафас олиш ва бижгиш жараёнларида ҳам нафас
олишда сарфланадиган органик моддалар жуда мураккаб био-
химиявий ўзгаришларга учраганликларини аэроб нафас олиш
ҳодисасини биринчи фазасидаги биохимиявий реакциялар ва
энг сўнгида пироузум кислота ҳосил бўлиши билан тугаллан-

тичиш ўзи ишлаб чиққан схемада яққол кўрсатиб ўтади. Бижгиш ва нафас олиш жараёнлари ўртасидаги узвий боғланиш-ни ифодалайдиган схема.

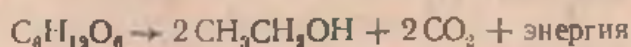


Бижгиш жараёнлари

Бижгиш жараёнлари хилма-хил микроорганизмлар иштирокида содир бўлади ва турли-туман маҳсулотлар синтезланишини таъминлайди. Шунга қўра, бижгиш жараёнининг номи ҳосил бўлган маҳсулот ёки бижгиш жараёнида сарфланадиган модданинг номи билан аталади.

Этил спиртли бижгиш вино, пиво тайёрлашда ва хамир оширишда уларга ўзига хос таъм бериш учун қадимдан фойдаланиб келинган бўлсада, унинг биологик жараёни эканлигини Франциялик олим Луи Пастер (1858) аниқлаган.

Анаэроб шароитда яшаган туруш замбуругларининг нафас олишида сарфланадиган углеводлар ҳисобига этил спирт ҳосил бўлади. Бу жараён этил спиртли бижгиш деб аталади ва у куйидаги умумлаштирилган тенглама билан ифодаланади:

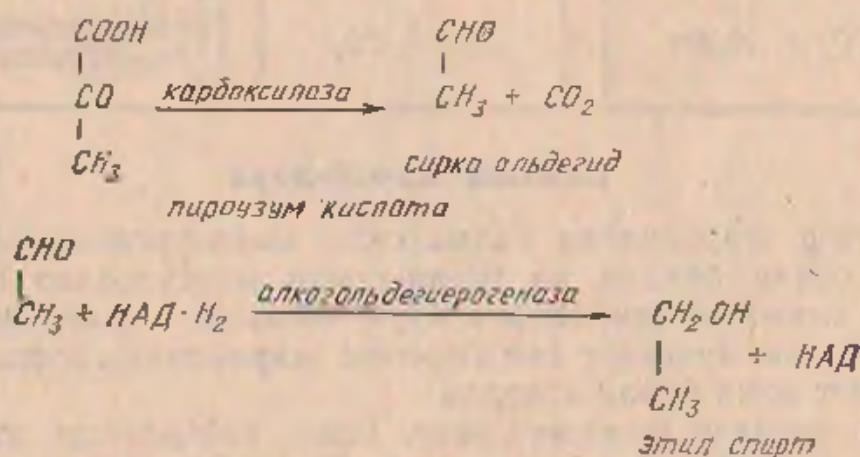


Этил спиртли ва бошқа турли бижғиш жараёнлари жули мураккаб биохимиявий жараён бўлиб, бунда глюкоза катти ўзгаришларга учрайди. Бижғиш жараёнларида охирги маҳсулотлар — турли-туман бирикмалар ҳосил бўлади. Жумладан, бу бижғишда охирги маҳсулот — этил спирт тўпланади ва карбонат ангидрид ажралиб чиқади.

Этил спиртли бижғиш жараёни туруш замбуруғларига ҳос бўлсада, баъзи моғор замбуруғлари ва айрим бактерияларнинг ҳаёт фаолиятида ҳам этил спирт ҳосил бўлганлиги аниқланган. Турушлар факультатив анаэроб организмлар бўлиб, сахаромикетлар оиласига киради. Улар куртакланиш йўли билан, айрим вақтларда спора ҳосил қилиб кўпаяди. Уларнинг ҳаёт фаолиятида муҳитда 10—15% гача этил спирт тўпланади. Агар муҳитга NaHSO_3 , Na_2SO_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 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:

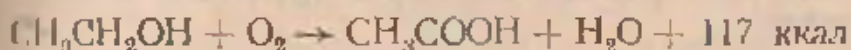


С. П. Костичев фикрига кўра, пирозум кислота таркибидан карбонат ангидрид ажралгач ҳосил бўлган сирка альдегид фаол водород ҳисобига этил спиртгача қайтарилади ёки сув иштирокида икки молекула сирка альдегид ўртасида мавжуд муносабат натижасида, Каницаро реакциясига мувофиқ, этил спирт ва сирка кислота ҳосил бўлади:



Реакцияга мувофиқ, сирка альдегиднинг бир молекуласи водород иштирокида этил спиртгача қайтарилса, иккинчи молекулаи кислород билан сирка кислотагача оксидланади. Ишқача айтганда, Канницаро реакцияси оксидланиш-қайтариш реакцияларига асосланган.

Айрим бактериялар этил спирт ҳисобига яшаш 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 қўзғайдиган 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 салоатида қўлланилади.

1. *Ацетобактер ацети* (*Acetobacter aceti*) бир-бирига улашиб 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 рангга бўяладиган, колба деворига ўрмаламайдиган силлиқ ва шилимшиқ парда ҳосил қилади.

2. *Ацетобактер пастеурианум* (*Acetobacter pasteurianum*) муҳит юзасида ҳосил қилган гадир-будур қуруқ парда йод таъсирида кўкаради.

Сирка кислотали бижғиш жараёнини қўзғатувчилар ичида пиво ва вино салоатига зарар етказадиган микодерма вини (*Mycoderma vini*) шу маҳсулотлар таркибидаги спиртни сув ва карбонат ангидридгача парчалайди. Вино ва пиво юзасида ҳосил бўлган парда гижимланган ва оқиш рангда бўлиб кўринадн.

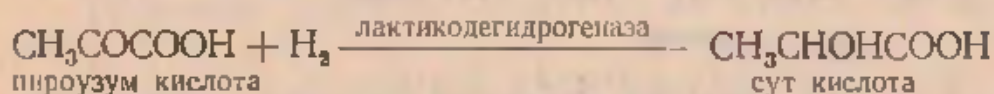
Шакарларни оксидлаб, лимон, олма, каҳрабо ва бошқа кислоталар ҳосил қилишда микроорганизмларнинг салмоқли ҳиссаси бор.

Сут кислотали бижғиш

Бу жараён қадимдан қўлланилиб келинган бўлсада, тирин организмлар асосида боришини Луи Пастер (1860) аниқлаган. Сут кислотали бижғиш муҳитда сут кислота ҳосил бўлиши билан характерланади ва реакция қуйидагича боради:

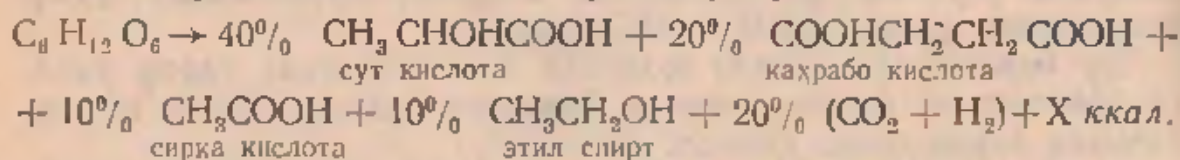


Бу бактериялар гликолитик реакция давомида ҳосил бўлган пирозум кислотада CO_2 газини ажратадиган карбогидрал ферментидан холи бўлади. Шунинг учун оксидланиш вақтида органик моддалардан ажралган водород ҳисобига пирозум кислота сут кислотагача қайтарилади. Бу жараён сут кислотали бижғишни қўзғатувчи бактерияларда мавжуд лактыкодегидрогеназа 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 кислотада ташқи муҳитда каҳрабо 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.

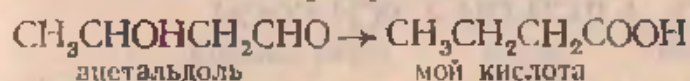
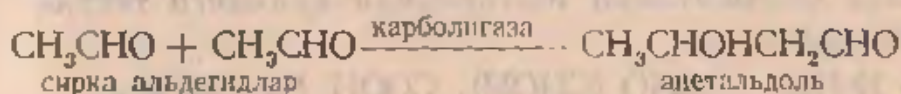
Қимиз ва кефир тайёрлашда сут кислотали бижғишни қўзғатувчи бактериялардан ташқари, туруш замбуруғлари ҳам қўшилади. Шу сабабли маҳсулот таркибида сут кислотада ташқари, этил спирт ҳам тўпланади.

Мой кислотали бижғиш

Мой кислотали бижғиш жараёни мой кислота ҳосил бўлиши билан характерланади. Бу жараёни облигат (ҳақиқий) анаэроб шароитда яшовчи, спора ҳосил қиладиган ва вегета-

ни хужайралари дуксимон, ногора таёқчасига ўхшаш ривож-
ланмадиган бактериялар қўзғатади. Улар табиатда кенг тар-
қалган бўлиб, сут, пишлоқ, консерваларни бузиб, картошка-
ни сабзавотларни чиритиб, халқ хўжалигига катта зарар етқа-
тади. Батъилари, масалан, клостридиум пастеурнанум (*Clos-
tridium pasteurianum*) молекуляр азотни ўзлаштириб, тупроқ-
ни азотга бойитганлигидан экинларга фойда келтиради.
Бунлардан 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-
унга 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 кислотадаан сирка альдегид ҳосил бўлади.



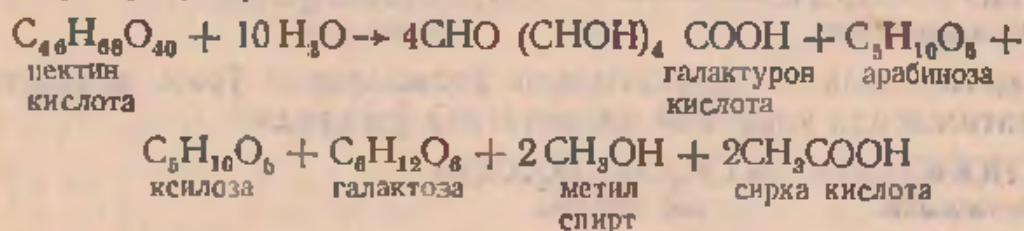
Целлюлозанинг парчаланиши (бижғиш)

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 целлюлози гидрогеникум (*Bac. cellulosaе hydrogenicim*) ва бациллус целлюлоза метаникус (*Bac. cellulosaе methanicus*) деб аталган. Бу бактериялар узун, ингичка таёқчалар шаклида бўлиб, спора ҳосил қилганда вегетатив ҳужайралари поғора таёқчасига ўхшайди.

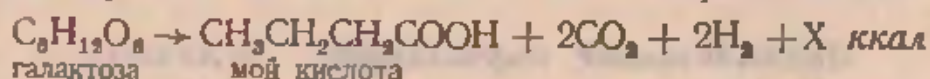
Аэроб микроорганизмлардан бактерия целлфацикула, кўпгина актиномицетлар ва бошқа микроорганизмлар целлюлозани CO_2 ва сувгача парчалайди.

Пектиннинг парчаланиши

Ўсимликлар тўқимасида 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 тўқимасида кўп учрайди. Пектин жуда мураккаб бирикма бўлиб, совуқ сувда эримайди. Кислотали муҳитда пектин моддалар пектин кислота ва углеводларга (асосан, арабинозага) парчаланади. Пектин кислота баъзи бактериялар, моғор замбуруғлари, актиномицетлар ва бошқа микроорганизмлар ишлаб чиқарган пропектиназа, пектиназа ва пектаза ферментлари иштирокида қуйидаги тенгламага мувофиқ парчаланади:



Ҳосил бўлган углеводларни бактериялар бижғитиши натижасида улар CO_2 , H_2 ва мой кислотага парчаланади:



Пектинли бижғиш жараёнлари зиғир, каноп ва бошқа ўсимликлар толасини ажратиб олишда кенг қўлланилади. Тола олинадиган ўсимликлар сувда, яъни анаэроб шаронтда явтитилса, бижғиш жараёни гранулобактер пектиноворум (*Granulobacter pectinovorum*) ва бактериум фельзинеум (*Bacterium felsineum*) бактериялари иштирок этади. Шудрингда аэроб шаронтда яшайдиган бактериялар, моғор замбуруғлари ва

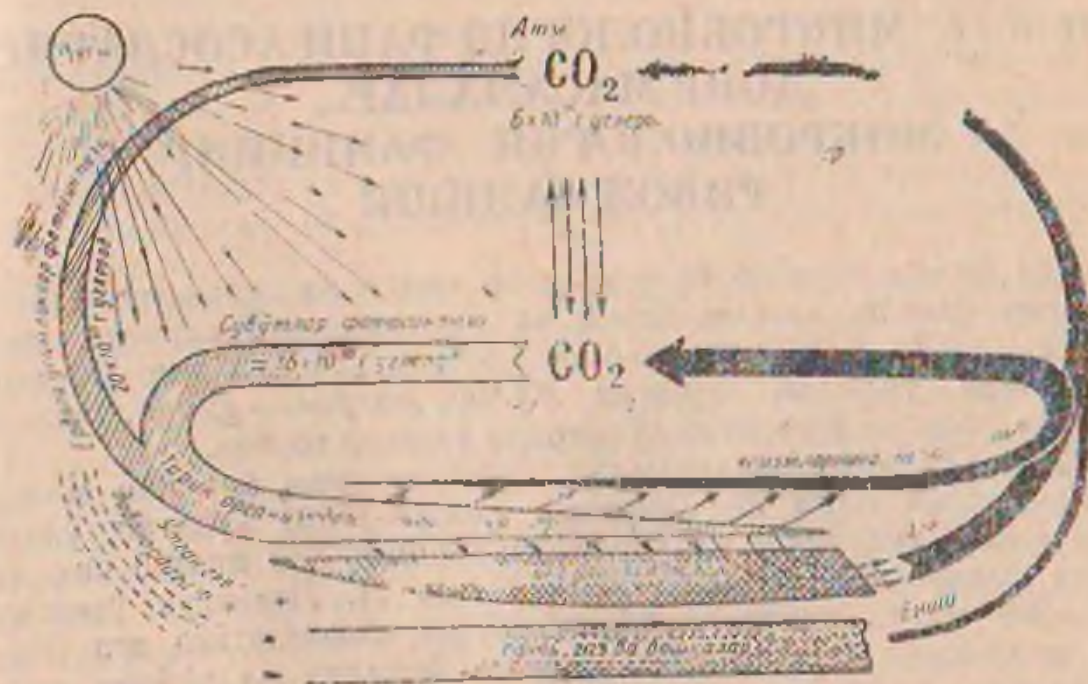
яккинмицетлар фаол қатнашади. Целлюлоза ва пектин моддаларининг парчаланиши натижасида тупроқ гумус (чиринди)-га бийийди.

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 ячки жараёнларга сарфланади.

Табиатда яшил ўсимликларнинг ҳаёт фаолияти синчиклаб текширилса, уларда бир-бирига қарама-қарши икки муҳим жараён бориши ҳамда улар бир-бирига узвий муносабатда бўлиқ 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 эсдаш 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

Жараёнинг айрим белгилари	Фотосинтез	Нафас олиш
Жараён ўсимликнинг қайси қисмида боради	Фақат ўсимликнинг хлорофил сақлаган хужайраларида	Тирик организмнинг барча хужайраларида
Жараён бориши учун қандай маҳсулотлар зарур	Сув ва карбонат ангидрид	Органик бирикмалар ва кислород
Жараён қандай шароитда давом этади	Фақат ёруғликда	Тинимсиз, кеча-кундуз
Энергия	Тўпланади	Ажратилади
Жараёнинг натижаси	Ўсимликларнинг массаси ортади	Ўсимликлар ва ҳайвонларнинг массаси камаيда
Жараён давомида қандай маҳсулотлар ҳосил бўлади	Органик моддалар ва кислород	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 ювон тилидан олинган бўлиб, *микрос* — кичик, *биос* — ҳаёт ва *логос* — фан деган сўзлардан ташкил топган.

Табиатда микроорганизмлар мавжудлигиниң 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 микроорганизмлар борлигини текшириб, тирик организмларнинг ташқи

шиқлини расмга олган. Л. Левенгук микробиология фанининг морфология бўлимига асос солган.

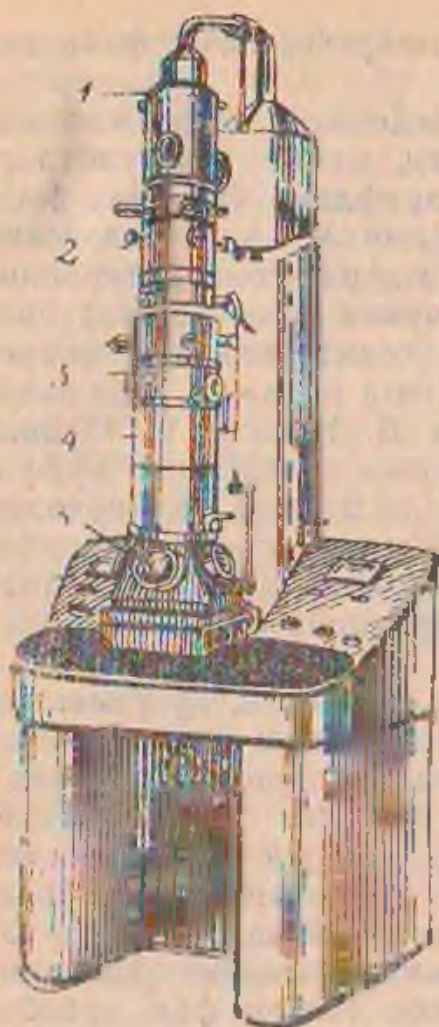
XVIII аср охирларига бориб, микроскопнинг мукаммаллашган нусхалари ишлаб чиқилиши билан, майда мавжудотларнинг ҳаёт жараёнлари чуқур ва ҳар тарафлама ўрганила бошланди. Шу даврларда яшаган рус олими М. А. Тереховский (1775) микроорганизмларга паст ва юқори температуранинг органик, аорганик моддалар таъсирини ўрганиш жараёнида бу организмлар ўз-ўзидан вужудга келмаганлигини тажриблар воситасида исботлаб берган. Шунга карамай, 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 ишён келтирадиган микроорганизмларни текшириб, улар билан курашиш чораларини ишлаб чиққан. Бу олим сут кислотали, мой кислотали ва этил спиртли бижгиш 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 арбобидир.

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 тўғрисида морфология бўлимига асос солган фан арбобларидан бири ҳисобланади.

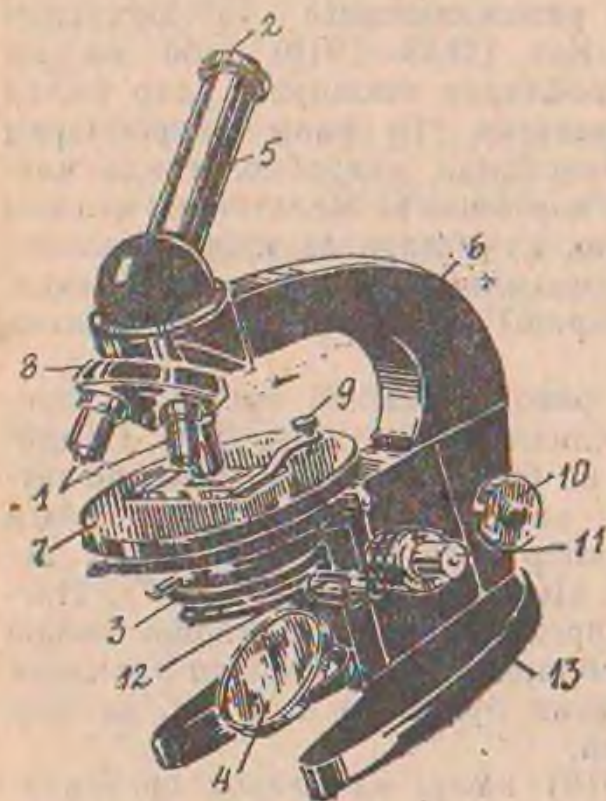
И. И. Мечников (1845—1916) инсон ва ҳайвон организмларида махсус органларда айрим (лейкоцит, боғловчи туқима,



99- расм. Микроскопларнинг тузилиши.

А. УЭМВ-100 А электрон микроскоплнинг кўриниши:

1 — электрон замбарак (пушка); 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 микроскоплнинг тузилиши:

1 — объективлар; 2 — окуляр; 3 — конденсор; 4 — кўзгу; 5 — тубус; 6 — тубус тутқичи; 7 — буюм столчаси; 8 — редольвер; 9 — қисқичлар; 10 — макровинт; 11 — микровинт; 12 — конденсорнинг ҳаракатлантирадиган бурама; 13 — микроскоп товони.

табиқ ва жигар хужайралари) таначалар бўлганлигини аниқлаб, улар зарарли микробларга қарши курашаётганлигини, уларни ҳазм қилиш хусусияти мавжудлигини аниқлаб, шундай таначаларни фагоцитлар деб атади. Унинг фагоцитлар теорияси юксак баҳоланиб, кейинчалик И. И. Мечников Нобел мукофоти олди. Микробиология соҳасида у кенг кўламли илмий тадқиқот ишларини давом эттирганлиги туфайли, 1908 йили унинг масаласини ҳам ёритиб берди.

Франциялик олим Де-Эрелл (1917), рус олими Н. Ф. Гамалея (1888) илмий далилларга асосланиб, табиатда ҳаят майда мавжудотлар борлигини аниқлаб, уларни бактериялар 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. Каримов, Н. Г. Зап-рометов 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 соғлигини 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 ажратиб олиш мақсадида айрим микроблардан самарали фойдаланилмоқда. Масалан, Онтарио (Канада)да уран оксидларини, Американинг Невада вилоятида марганец, рух, темир ва хром элементларини ҳамда металлургиянинг бошқа ташландиқ ҳисобланган маҳсулотларидан ажратиб олишда маълум микроблардан фойдаланилади.

Сайёрамиздаги нефт ва газларнинг тулланиши, тупроқнинг унумдорлиги ва табиатдаги айрим элементлар (углерод, азот, фосфор, олтингувурт)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 чўққисида, 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 тутшиб, 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 клостридум деб аталган мавжудотлар таёқча (цилиндр) симон шаклдагилари ҳам бўлиб, улар айрим хусусиятлари билан бир-биридан ажралиб туради.

Жумладан, вибрионларнинг танаси биров 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 клостридийлар деб аталган мавжудотларнинг ривожланиш босқичини маълум бир даврда, айниқса, ноқулай шароитда вегетатив ҳужайра ичидаги цитоплазманинг ҳаммаси

ни унинг бир қисмини қуюқлашиши натижасида ҳосил бўлган спор ёки эллипсимон шаклдаги тўплам спора 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 дитишча дук маъносида кlostридий деб аталади. Агар спора вегетатив ҳужайранинг бир қутбида жойлашса, улар нo-лoра 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 грануло-бактер пектиноворум (*Granulabacter pectinovorum*) ҳужайраси нoлoра таёқчасига ўхшаса, молекуляр азотни ўзлаштирувчи кlostридий пастеурианум ҳужайраси дуқли эслатади ва чириш жараёнларида иштирок этадиган пичан бацилласида спора ҳосил бўлишидан унинг вегетатив ҳужайраси шакли ўзгармасдан ўз ҳолатини сақлаб қолади.

Бацилла ва кlostридийларнинг вегетатив ҳужайра пўсти спора ҳосил қилишда қатнашмаса ҳам, бациллаларнинг ҳаракатчан хилчилари 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 кўнайиш жараёни деб тушунилмасдан, ривожланиш циклининг фақат бир босқичи деб қараш зарур. Етарли даражада оптимал шароит пужудга 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-жадвал

Бактерия номи	Узунлиги, см	Қўндаланг қисми, 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
Пниллоқ таёқчаси	2,5—6,0	0,7—0,9
Пичан таёқчаси	1,2—3,0	0,8—1,2
Картошка 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
Бруцеллёз касалини қўзғовчи таёқча	0,5—1,5	0,4—0,6

либ, унинг кўндаланг кесими 50 мкм га бориб қолди. Букал бактериялар ҳажми 69-жадвалда келтирилган.

Табиатда махсус филтрлар орқали ўтиб кетадиган ушбу бактериялар ҳам мавжуд.

Бактериал ҳужайранинг тузилиши

Бактериялар жуда кичик мавжудотлар бўлишига қарамай, юксак ўсимлик ҳужайраси каби мураккаб тузилган.

Ер юзидаги тирик организмлар шаклланган ёки шаклланиб кетган ядронинг бўлиши ёки бўлмаслиги билан проکاریот ва эуکاریот гуруҳларга бўлинади. Ирсият белгилари ўзига хос махсус мембрана пўстига ўралган ҳолда ҳужайрада мустақил ўринини эгаллаган, ҳужайра органонди тикланган мағиз (ядро) деб юритилади. Тикланган мағиз эуکاریот гуруҳига кирган мавжудотларга хос. Махсус мембранаси бўлмай, ирсият белгилари ҳужайра ичида тўплам ёки тарқоқ ўрнашган мавжудотлар проکاریот гуруҳига киради.

Проکاریотларга бактерияларни, кўк-яшил сув ўтларининг актиномицетларни ва бошқаларни мисол қилиш мумкин.

Бактериялар кўзга кўринмайдиган проکاریот гуруҳига мансуб кичик организмлар бўлишига қарамай, бошқа юксак мавжудотларнинг ҳужайраси сингари мураккаб тузилишга эга эканлиги кўринади (100-расм).

Бактериянинг ҳужайра пўсти рапгсиз, 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 кечиряшга замин яратади. Шилимшиқ ҳисобига ҳосил қилинган қин ичида олтингурут бактерияларида олтингурут, 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

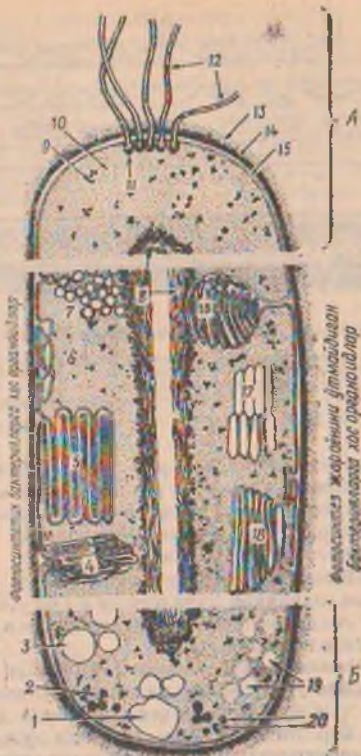
донор ва реципиент ҳуҷайрасига ўтишини таъминлайди.

Ҳужайра пўсти, схема-ла кўрсатилганидек, мураккаб тузилган бўлиб, муҳрида моддаларни ички муҳитга ва ташқарига ўтишини таъминлайдиган каналча (найча) лар мураккаб моддаларни парчалайдиган ва ташқи муҳитга чиқариладиган энзимферментлар ва ички жараёонларни активлаштирадиган эндоферментлар ўрин олган. Ташқи муҳитга турли заҳарли моддалар ҳам ажратилади.

Ичак таёқчаси (*Escherichia coli*) ҳужайра пўстининг схематик тузилиши 101-расмда келтирилган.

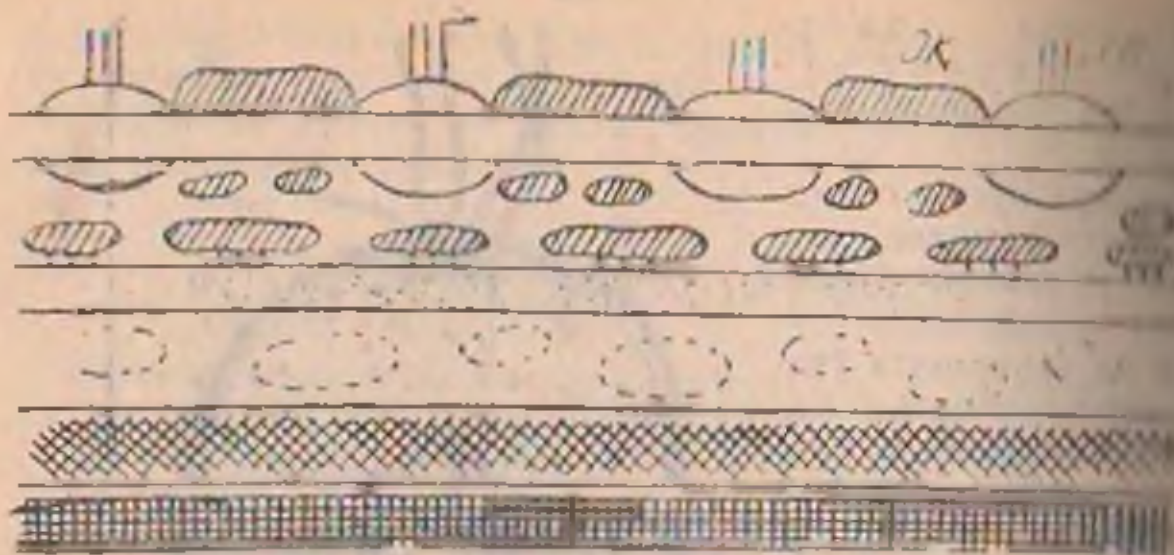
Расмдаги гликопептид деб аталган, яъни углевод ва оксил бирикмаларидан ташкил топган муреин қавати (каркас) деб аталади. Шу муреин қаватининг Кристиан Грам (1884) усулида бўялиш ёки бўялмаслигига биноан бактериялар икки гуруҳга бўлинади. Грам усулида бўяладиганлари грам мусбат, бўялмайди-ганлари грам манфий деб аталади. Бу курсаткич бактерияларнинг турини аниқлашда амалда кенг қўлланилади.

Бактерияларнинг цитоплазматик мембранаси таркибида, бошқа юксак мавжудотлардаги плазмалемма қаватидаги каби, оксил, ёғсимон липоид ва бошқа моддалардан ташкил топганлиги билан таъиниб ўтилди. Цитоплазматик мембрана осмотик тўсиқ вазифасини бажариб, ҳужайрага моддаларнинг қабул



100-расм. Бактерия ҳужайрасининг ички тузилиши:

1 — поли — В — оксил мой кислота гранулалари; 2 — мой томчилари; 3 — олтинсугурт қирғитмалари; 4 — пайсимон ва 5 — пластинкэсимон тилаккоидлар; 6 — пуфакчалар; 7 — хроматофорлар; 8 — нуклоид (малаз); 9 — рибосомалар; 10 — цитоплазма; 11 — хинчилар жойлашган баазал тақа; 12 — хивчилар; 13 — ҳужайрани ўраб олган шилимшиқ капсула; 14 — ҳужайра пўсти; 15 — цитоплазматик мембрана; 16 — мезосома; 17 — ҳаво бўшлиқлари; 18 — ламеллалар; 19 — полисахарид ва 20 — полифосфат гранулалари.



101-расм. Ичак бактерияси (*Escherichia coli*) ҳужайра ифтишнинг элементлари

Оқ — оқсил; ГП — турли бирикмалардан ташкил топган гетерополисахарид; Л — липидлар; М — ҳужайра ифтиш муносабатини берувчи ва турли хил моддаларни ўзига сақловчи муреин қалқони (каркаси)нинг белбоғи; ДНК — цитоплазматик нуклеотидлар; Ц — цитоплазма.

қилинишини ва чиқариб турилишини таъминлайди. Мембрана таркибида махсус фермента ва деф аталган ферментлар бўлиб улар органик ва анорганик моддаларнинг, электронларнинг ҳужайра ичига ҳамда ҳужайрадан ташқарига ўтказилишини тартибга солиб туради.

Цитоплазматик мембрана фаол ривожланганда ҳужайра ичида мураккаб тузилган мезосомалар ва шакли жиҳатдан соддароқ, пуфакчасимон везикулаларни ҳосил қилинишида иштирок этади.

Мезосомалар нуклеотидлар билан зич муносабатда бўлини туфайли ДНК молекулаларини бўлинишида ва хромосомаларни қиз ҳужайраларга тақсимланишида қатнашади деган фикрлар ҳам бор. Мезосомалар ҳисобиға ҳужайра ичида айрим бўлима (компортмент) лар ҳосил қилинса керак.

Фотосинтетик бактерия ҳужайрасида хроматофорлар маъжуд бўлиб, уларнинг таркибида бактериохлорофилл, каротинон ва электронлар ҳаракатини таъминловчи убихион ва цитохром ферментлари ва АТФ молекулаларини синтезланишида қатнашадиган система ҳам борлиги кузатилади.

Хроматофорлар пуфакча, ламеллалар ва бошқа шаклларида учраб, улар тилаконид дейилиб, цитоплазма мембранаси билан тилаконидлар ўртасидаги муносабат сақланади.

Бир ҳужайрадаги рибосомалар сони 10 000 дан ортиқ бўлиб, оқсил бирикмалари бир неча рибосоманинг бирланишидан ҳосил бўлган полисомаларда синтезланади.

Аэросома (газ вакуол) лар фақат прокариот мавжудотларга хос бўлиб, бактерия ҳужайра массасини камайтиришда хизмат қилади. Шу туфайли бактерияларнинг сув ичида осилган (муаллак) ҳолда туришини таъминлайди.

Синтезисом деб аталган пуфакчалар ичидаги фермент фосфорилинг жараёнида карбонат ангидриднинг ўзлаштиришнинг активлаштирадиган ферментлар қаторига киради. Хужайрада учрайдиган киритмалар таркибида фосфор сақлаш полифосфатлар, углевод сақлаган полисахаридлар, олтин-кислота, май томчилари ва бошқа бирикмалар ҳам тўпланади.

Бактериянинг энергетик моддалар сифатида валютини, яъни полифосфат, гликоген — полисахарид ва крахмалсимон граммуллар, бу кислоталари ва бошқа бирикмалар оксил молекула-ларини ташкил топган мембрана билан ўралган ҳолда бўлади.

Цитоплазмада тарқалган ирсият белгиларини ўзида сақлаган ДНК молекуласининг йиғиндиси нуклеотидлар деб аталади. Бактериянинг ДНК молекуласи иккита бир-бирига спирал ҳолда ўралгансимон доирадан иборат. ДНК аденин — А, тимин — Т, гуанин — Г ва цитозин — Ц нуклеотидларидан ташкил топган бўлиб, нисбати ҳар бир бактерия ҳаётида доимий бўлганлигидан, бу

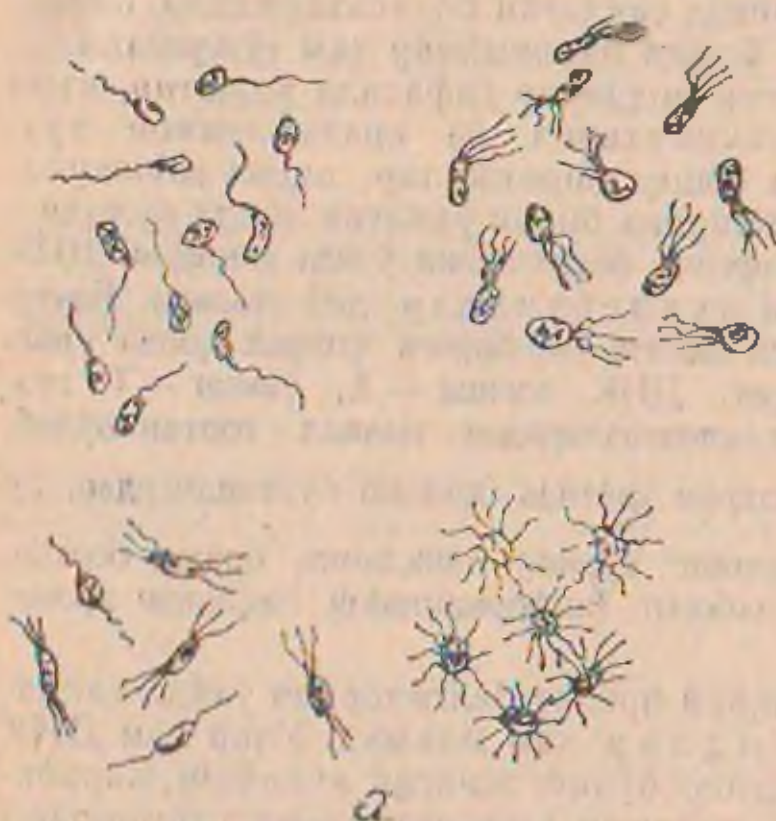
генетик микроорганизмларнинг турини аниқлашга ёрдам беради. ДНК молекуласи генетик ахборот (информация)ни сақловчи хромосома бўлиб ҳисобланади.

Хромасомалардан ташқари ирсият белгиларини ўзида сақла-
шнинг ярим жисм плазмидлар ҳам мавжуд. Улар ҳам ДНК молекуласи ҳисобига пайдо бўлиб, жинсий кўпайиш жараёни-
нинг, дорн-дармонларга чидамли хусусиятларини таъминлаш-
нинг яна бир этади.

Цитоплазма майда донали; рангсиз, ярим суюқ модда. Унинг
суюқлиги, яъни сун, 20% и органик ва аорганик моддаларга тўғри кела-
ди. Цитоплазмада цитоплазма бир хил табиатли бўлиб
қолган. Хужайра қарниши билан цитоплазмада вакуоллар
қолган бўлиб, хужайра ичи катаксимон шаклни эгаллайди. Цито-
плазмада мураккаб оксил — липоид бирикмалардан иборат колло-
ид модда. Унинг сирт таранглик кучи жуда катта бўлганлигидан
суюқ муҳитда ўзининг шарсимон шаклини йўқотмайди. Цито-
плазма тирик хужайраларни зарур моддалар билан таъминлай-
ди. Бактерия хужайрасининг ташқи муҳит таъсирига қарши
қарниши ва шу муҳит хусусиятини ўзгарта олиши ҳам цитоплаз-
мада боғлиқ. Муҳитнинг хусусиятини ўзгартишда оксил табиат-
ли ферментларнинг роли катта. Тирик организм (бактерия) лар-
нинг цитоплазмаси доимо ўзгариб, янгиланиб туради. Цитоплаз-
мадан ташқари хужайра ичида мағиз (ядро) ёки уни ташкил
топган моддалар тарқалган.

Бактерияларда мағиз моддалари цитоплазмада диф-
фузион тарқалган бўлса, иккинчи хил бактерияларда эса у
нинг ёки иккита хроматик доначалар шаклида кўринади.
Учинчи тур бактерияларда хроматик доначалар хужайранинг
маълум қисмидагина тўпланиб, мағизга асос солади, яъни диф-
ференциалланган мағиз борлиги кузатилади (А. А. Имшенец-
кий). Масала, миксококкус (Mucococcus) ларда мағиз модда-
лари диффузион тарқалган, полиангум (Polyangium) бактилари-

да дифференцияланган мағиз морфологик жихатдан тусура эмас, яъни ривожланиш босқинчига кўра ўзгариб туради. Дифференцияланган мағизни сорангиум (Sorangium) пайдаланганда кузатиш мумкин. Мағиз моддаси мураккаб нуклеопротеинлар, плексидан, яъни жонсус оқсил ва нуклеин кислоталардан ташкил топили.



102-расм. Хивчинланиш типлари:

А. а — монотрихи; б — лофотрихи; в — амфотрихи; г — перитрихи; Б. перитрихи хивчинланган бактериум протеуснинг электрон микроскопда (17 900 марта) катталаштириб кўрсатилгани.

Бактерияларнинг ҳаракатланиши

Баъзи бактериялар актин ҳаракатланиш хусусиятига эга. Улар бир-биридан иккинчи жонсусилжиб туради. Баъжайра танини қўшиб чиққан мисоплазматик ички қисмин орқали ҳаракат қилади. Хириниш узун ёки қисқа бўлиши бактерия турли боғлиқ бўлиб, оқсодда бактерия танини узунлигидан 20 марта қисқа бўлади. Баъзи бир турларда, масалан, нитрозомонас яваненис хивчин танага иккитан 50 марта узунлиги.

Бактериянинг ҳаракатланиш тегини ҳам турига қароҳар хил бўлади. Бактерияларнинг қисқалиги бир секундга ўз танаси узунлигига тенг бўлган масофани босиб ўтади, бошқа турлари, жунладан хроматиумокения (Chromatium Okenii) секундада 46 мкм, Тисериум лум явене (Thiospirillum jensenii) 17

микрофани босиб ўтса, Вибрио комма (*Vibrio comma*) нинг ўзган масофаси 200 мкм ни ташкил этади.

Бактериялар тўғри 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 моноотрих хивчинланган бактериялар дейи-

лади. Танасининг бир қутбида тармоқланган бир ёки бир неча хивчини бўлган бактериялар лофотрих хивчинланган бактериялар дейилади. Моноотрих ва лофотрих хивчинланган бактериялар тўғри чизиқ бўйлаб ҳаракатланади.

2. Хивчинлари икки қутбида жойлашганлари амфитрих хивчинланган бактериялар дейилади.

3. Бактерия ҳужайрасининг ҳамма томони хивчин билан ўраб оlingan 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 шароитларида ҳосил бўлган бирикмалар ва муҳитдаги заҳарли моддаларга боғлиқ.

Ҳаёттуруш замбуруғлари бир жойдан иккинчи жойга силжисидан, бир ернинг ўзида ҳаракатланиб туради.

Бактерияларнинг кўпайиши

Бактериялар оддий бўлиниш йўли билан кўпаяди. Бўлиниш шарида ҳужайранинг ўртасида ҳалқасимон парда вужудга келади, ҳужайра бўлинишидан иккита янги ҳужайра ҳосил бўлади. Бактериялар систематикасини тузишда ҳужайранинг бўлиниш йўли эътиборга олинади. Масалан, шарсимон бир сатҳда бўлинишда кокклар, диплококклар, стрептококклар ва стафилококклар юзига 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 бўлинишда, спириллалар узунасига бўлинади. Бактерия ҳужайраси тенг қисмга 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 жойланса, кокксимонлар ҳосил бўлади, кейинчалик улар узайиб она ҳужайра шаклини эгаллайди.

Бактерияларнинг кўпайиш тезлиги уларнинг яшаш шароитига боғлиқ. Оптимал температурада озиқ моддалар етарли миқ-

ва ва фаол ҳаракатчан бўла-
 Ривожланиш циклининг даст-
 ан хивчиларида ҳужайра хив-
 чинини тукиб, ҳаракатдан
 қайта ва тезда бўлина бош-
 ға ҳосил булган ҳужайралар
 тоғига тутшиб, узун занжир
 чини таллайди. Етилган ҳу-
 жайралар қайтадан хивчин пайдо
 қилиб, бир неча вақт ҳаракат
 қилгани кейин, кулайини жара-
 мда охи давом эттирилади. Бу
 анч бир неча марта такрорла-
 ни. Шу давр давомида ҳужай-
 рани ажратилган шилимшиқ
 қинга муҳит устида зооглея
 қилган шилимшиқ парда
 қилиб бациллалар ғуж бўлиб
 қилилади. Ривожланишнинг нав-
 батида босқичида ҳужайрадаги
 қилимшиқ куюқлашиб спора
 қилади. Спора ҳосил қилган вегетатив ҳужайра ҳаракат
 қилмай, бир жойда тўхтаб қолади. Вегетатив ҳужайра пўсти
 қилимшиқланиб эрийди ва спора ташқи муҳитга чиқади. Кулай
 қилиб яратилса, спорадан янги ҳаракатчан пичан бациллеси
 қилиб чиқади. У юқорида кўрсатилган ривожланиш босқичлари-
 ни қайтадан такрорлайди ва спора ҳосил қилиб, ривожланиш
 қилини тугатади.

Ҳиссимон бактериялар сув остидаги буюмларга ёпишиб ҳаёт
 қилилади. У шилимшиқ қин ичида жойлашган бўлиб, вояга
 қилган ҳужайранинг бир учиде хивчинлар тўплами пайдо бўлади.
 Ҳар бир қанча вақтгача ҳаракатланиб юрганде кейин сув
 қин буюмларига ёпишиб олғач, хивчинларини йўқотади. Хив-
 чини ҳужайра тезде кўпайиб, шилимшиқ қинга ўралади. Унда
 ҳужайралар вояга етиб, хивчинлар пайдо қилиб, мустақил ҳара-
 қатлани бошлайди, яъни янги ҳужайрада ривожланишнинг би-
 ни босқичи бошланади.

2. **А к т и н о м и ц е т л а р** — пурли замбуруғлар бўлиб, таби-
 қини кенг тарқалган организмлар. Тупроқдаги микроорганизм-
 чининг 20—30% я актиноциметларга тўғри келади (М. Ф. Фе-
 доров, 1963).

Актиномицетлар бир ҳужайрали, шохланувчи мицеллийлар-
 дан ташкил топган таёқчасимон шаклдадир. Мицеллийларнинг
 бир гуруҳи муҳит (субстрат) га жойлашган, иккинчи хили ҳаво-
 га кўтаришган ҳолатда бўлади. Ҳавога кўтаришган гифалар учи-
 да мунайини учун хизмат қиладиган конидиялар ўрин олган
 (104-расм). Келажакда конидиялардаги споралардан янги акти-
 номицетлар тикланади.

Мицеллийларнинг ташкил толини ва спора ёрдамида кўпа-



104-расм. Актиномицетлар:

1 — мицеллийларнинг тузилиши; 2 — споралар орқали споралар пайдо бўлиши.

йишига кўра актиномицетлар замбуруғларни эслатади. Хумус ва цитоплазмасининг химиявий таркиби ва ҳақиқий шакли (ядро) нинг бўлмаслиги билан улар таёқчасимон бактерияларга яқин туради.

Муҳитда тўпланган актиномицетларнинг ранг-баранг (кўк, сарғиш, қўнғир, қора ва пушти рангда) бўлиши, ишлаб чиқаришда пигментларга боғлиқдир. Актиномицетлар, деярли ҳаммаси тўдан антибиотик ишлаб чиқаради. Жумладан, стрептомицин, тетраамицин, неомицин ва бошқалар тиббиётда дори-дармон сифатида ёрлашда ишлатилади. Фитобактериомицин, трихоцецин ва усимлякларнинг ўсишини жадаллаштиришда ва касалликлар билан курашишда, шунингдек бловит-40, ауороком-2, агрон-фак-2А ва витамицин каби моддалар ёш молларнинг ўсишини жадаллаштирганлигидан чорвачиликда қўлланилади.

Актиномицетларнинг ҳаёт фаолиятида оқсил, целлюлоза ва каби мураккаб органик моддаларнинг бир қисми содда биринчи маламаларга парчаланса ёки минераллашса, қолган қисми ҳисобини чириди, яъни гумус — юқори молекулали мураккаб модда ҳам яратилади. Тупроқдаги органик моддаларнинг 90% гумусга тўғри келади. Гумус таркибида 3—5% азот ва 0,2—1,4% фосфор элементлари учрайди. Гумус турғун бўлишига қиримай, у ҳам аста-секин минераллашиши туфайли усимлякларни зарур элементлар билан таъминлашда иштирок этади.

3. **Микобактериялар** гуруҳига кирган микроорганизмлар танаси қисқа ва баъзан тармоқланган шаклдаги мицелийлардан иборат. Уларнинг аксарияти спора ҳосил қилмайди. Айримлари ноқулай шароитга бардош бера олмайди ва спора ҳосил қилиш хусусиятига эга. Кўпайинч вақтида микобактерия хужайраси катакчаларга бўлиниб, коккилар шаклида тарқатади. Баъзи бирлари куртакланиб кўпаяди.

Субстратдаги колониялари ҳамирдек 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 моҳият касалини кўзғатади.

Юқорида айтилганлардан ташқари, проактиномицет антропоген кирган микроблар типик актиномицетлардан анча фарқ қилади. Ривожланишнинг дастлабки давларида проактиномицетлар мицелийсининг ҳамма қисмида ёки айримларида жундаган пардалар ҳосил бўлиб, улар таёқчасимон қисмларга бўлиниши. Сўнгра бу таёқчасимон бўлаклардан ўз навбатида коккисимон споралар ҳосил бўлади.

4. **Риккетсиялар** жуда майда таёқча бўлиб, ип ип шаклсимон шаклларда учрайди, бактериял филтър орқали ўти олмаслиги ва микробиологияда ишлатиладиган бўёқлар билан бўйинишига кўра бактерияларга яқин туради. Бироқ, фақат тирин

руқиямларда яшаб кў-
раётгани билан вирус-
ларни ҳисоб қилади. Буларни
қўли билан бўлиб 1909 йил
америкалик олим

Риккетсия кузатган.

1911 йилда чех олими

Провачек риккетсия-

лар ўстирида кўп илмий иш-

лар қилиб борган. Шу би-

ра билан бирга Г. Т. Риккетсия

ва С. Провачек микроб-

ларни иссиқликни ўз орга-

низмларида текшириш иш-

ларини олиб борганликлари

дан улар тепкили тер-

ли касаллига йўлиқиб

қолган бўлганлар. Брази-

лия олими Х. Роха Лима

таъқиқига кўра бу микро-

организмлар Риккетсий-

Провачек деб юритилади.

Риккетсийлар бурга,

бундан кана таналари-

да яшайди, тепкили терла-

рида, Ку-безгак ва бошқа

касаликларни қўзғайди.

Спирохеталар

шарм (штопор) шакли-

да узун (500 мкм) ва

шири (0,3—1,5 мкм)

симмон мавжудотлардир.

Асосий танаси (скелети)

қилинган илдан иборат.

Хушхушаси пўтсиэ, цито-

плазмаси шу спирал ске-

летга тасмасимон ўрал-

ган. Превят белгилари ци-

топлазмада бир текис тар-

қилган. Сапрофит спиро-

хеталар сув ҳавзаларида,

бўғиқликларда, инсон

ва ҳайвон ичакларида уч-

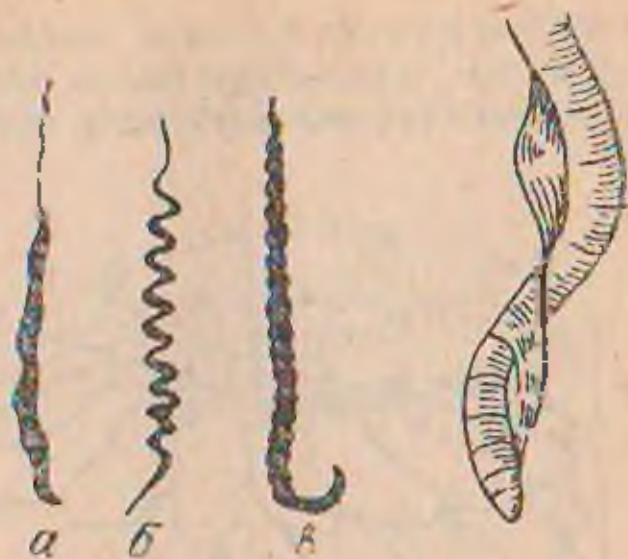
райди. Баъзи турлари сў-

рак, сариқ ва бошқа ка-

саликларни қўзғайди.

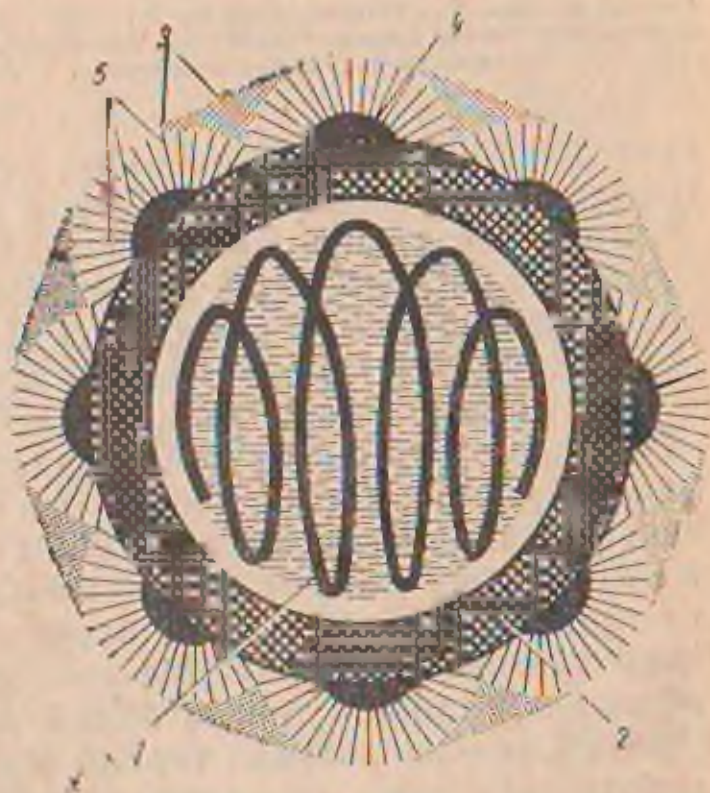
Тан кирида тиш спи-

рохетаси учрайди (105-расм).



105-расм. Спирохеталарнинг тузилиши:

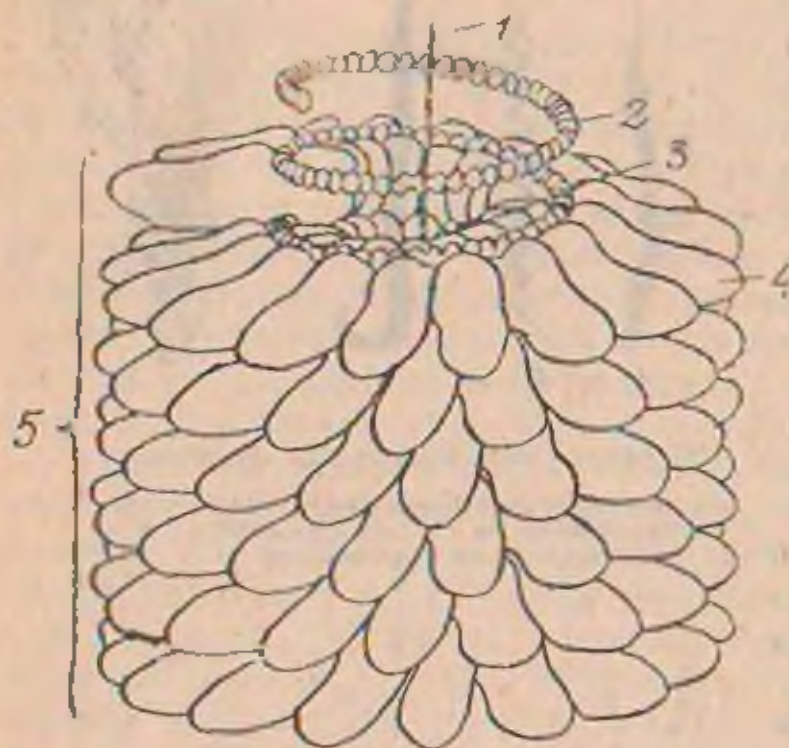
а — бореллия (қайталанадиган тиф); б — сў-
зак (трепонема) ва в — сариқ касаллиги (леп-
тоспора) ни қўзғовчилар.



106-расм. Грипп вирусининг схематик тузи-
лиши:

1 — рибонуклеопротеин; 2 — мембранасимон қават;
3 — ёғсимон липоидлар; 4 — гематглютенин; 5 — эн-
зим — ферментлар.

6. Вируслар — гоят майда организмлар бўлиб, уларни ҳажми нм (нонометр) билан ўлчанади. Масалан, полиомиелит касалини қўзғовчи вируснинг ҳажми 10—25-нм, гриппнинг 100—120 нм, чечак ва тамаки баргидеги мозаика касаллигини қўзғовчи (ВМ) Т-2 вирусининг ҳажми эса 200 нм га тенг бўлади (106-расм).



107-расм. Тамаки усимлиги баргида мозаика касаллигини қўзғовчи (ВМ) Т-2 вирусининг схемаси (Френкель-Коират, 1972):

1 — спирал ўқ; 2 — РНК молекуласи; 3 — най; 4 — капсидни ташкил этган айрим бўлақчалар — комсомерлар; 5 — капсиднинг умумий қурилиши.

Табиатда вирус борлигини рус олиб Д. И. Ивановский аниқлаб, вирусология фанига асос солган.

Вируслар микробактериал, яъни жуда майда тирқинчи организмлар орқали ҳам шаклланиб, ўтиб кетадилар. Шунинг ҳисобига вирусларни филтратлаш қувчи организмлар деб юритилади. Уларнинг танақчалари таёқча, куб, шар шаклида бўлади. Улар риккетсиялардек фақат тирқин организмларда яшай олиб ривожланади. Уларнинг

300 га яқин тури инсон ва ҳайвонларда, 200 га яқин тури ўсимликларда ривожланиб, турли касалликларни қўзғайди.

Вирус бўлақчаси вибрион дейилиб, унинг таркибидеги маддаси оқсил ва ДНК ёки РНК молекулалари ўрин олган. Жумладан, чечак, герпес ва аденовирус ДНК, грипп, қутуриш, қизилча вирусларида РНК молекулалари мавжуд.

ВМ вирусининг нуклеин кислоталари 107-расмда кўрсатилганидек, махсус оқсил молекулаларидан ташкил топган қобилият билан ўралган. Оқсил қобилияти 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) касаллигини қўзғовчи вирус (ВМ) нинг капсид қавати 2250 та капсомерлардан ташкил топган бўлиб, ҳар қайси капсомернинг ўзи 158 та аминокислотадан таркиб топган. Бу вирус кристалл ҳолатдаги оқсилдан ташкил топганлиги аниқланган.

7. Бактериофаглар ҳам вируслар каби жуда кичик мавжудот бўлиб, ҳажми нонометр билан ўлчанади. Улар иқлим (65 °C) ва паст (—185 °C) температурага, ёруғлик нурига, юқори босим (6 000 атм.) га, заҳарли модда (сулема, фенол) ларга

мани. Бактериофаглар ўзига хос хусусиятга эга бўлиб, ҳар бир муайян бактерия танасида ҳаёт кечириб, ривожланиш ва уларни эритиб (лизис), ҳалок бўлишга олиб келади. Шундан кўра бактерियोфаг-сперматозондларга ўхшайди (III расм). Бактериофагнинг бош қисмида ДНК молекуласи ўрин олган.

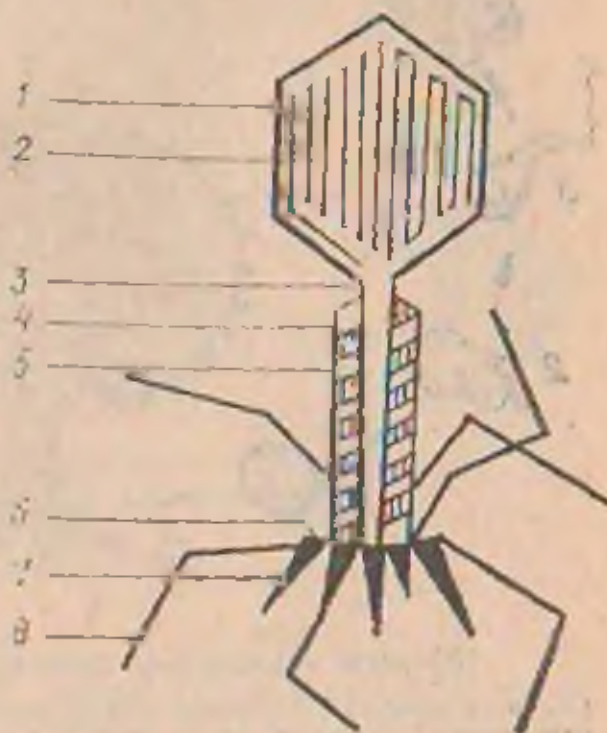
Бактериофаглар ўз танасида жойлашган ўсимталар билан бактерияга ёпишиб, бош қисмида жойлашган ДНК молекуласини бактерияга ўтказишади. Шу бактерияга ўтказилган ДНК молекулалари синтезланади. Бактерия хужайраси ичинда маҳсулот ҳисобига ёш бактерियोфаглар таналари тикланади. Кейинчалик бактерия танаси ёрилишга олиб келади, ҳужайрада ёш бактерियोфаглар чиқиб, янги бактерияларга ёпишиб ривожлана билади.

В. Миксомицетлар (Mycetes) шилимшиқлар. Ўзини чириётган барг, дарахт таналарида учрайди. Хужайралари нул магизли бўлиб, ёлғиз ёки (псевдоподобий) лари шилимшиқлиги билан ҳаракатланади. Ривожланиш цикли мураккаб бўлиб, шундан кўра ёки оддий бўлиниш йўли билан кўпаяди. Нам ҳудудда тушиб қолса, таналари бўкиб ёрилади, ичидан чиққан споролизмасы амёба шаклидаги хужайраларга бўлинади. Қулай ҳудудда спорадан бир ёки бир неча зооспора ўсиб чиқади (III расм.). Зооспоралар бўлиниб кўпаяди. Сўнгра хивчинлар билан танилаб, амёба шаклига киради.

Миксомицетлардан альпидиум брассика (*Plasmodiophora brassicae*) қарамда «қора оёқ» ва картошка туғунагида ўсма билан кўзғайди.

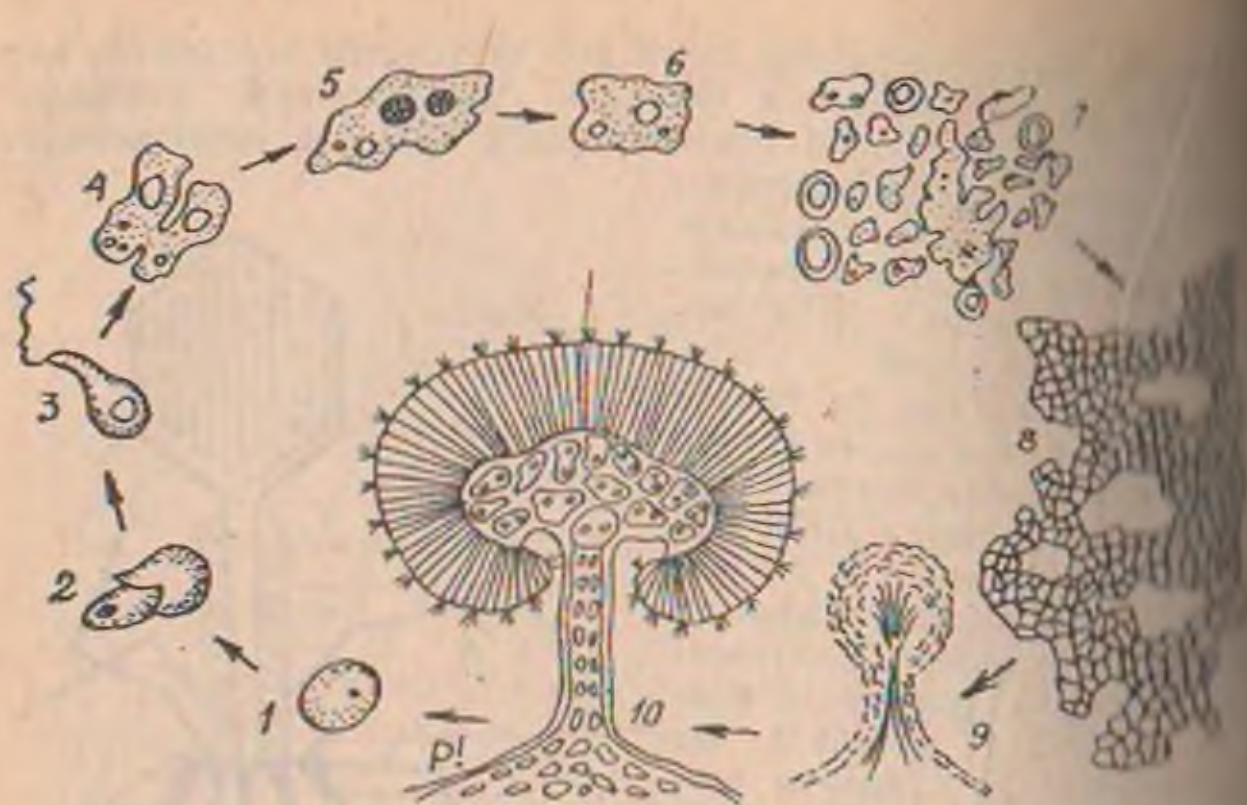
Г. Замбуруғлар (Fungi). Тўқимасида хлорофилл моддасини сақламайдиган тубан ўсимликлардир. Уларда магиз дифференциалланган бўлиб, спора ёрдамида кўпаяди. Замбуруғлар мифологияси хилма-хил бўлиши билан бир-биридан фарқ қилади.

Замбуруғлар орасида сапрофит, паразит ва факультатив паразитлар мавжуд бўлиб, улар ўсимлик, инсон ва ҳайвонларда турли касалликларни кўзғайди. Замбуруғлар бир неча синфга бўлинади.



108-расм. Бактериофагнинг схематик тузилиши:

1 — бактериофагнинг бош қисми; 2 — нуклеин кислотаси; 3 — дум пўсти; 4 — нуклеин кислотани ҳаракатлантирувчи пай; 5 — ифий ўраб олган пўстлок; 6 — ифийнинг боғал пластинкаси; 7 — тишсимон ўсимталар; 8 — ифиймон ўсимталар.



109- расм. Миксомицет шилимшиқларининг ривожланиш даврилари

1 — циста ҳолатида; 2—цистадан ўсиб чиқётган зооспоранинг ҳилочияга айланиши; 4, 5 — хилочияни йуқотиб миксомебаларнинг жуфтланиши; 6 — мегаспори кўпайган диморф зигота ҳосил бўлиши; 7, 8 — диплоид миксомебалар (зиготалар) қўйилишидан (мелантин) ҳосил бўлиши; 9, 10 — миксомицетес мена тилисининг тикланиши.

Фикомицетлар (Phycomycetes) бир ҳужайрали бўлиб, ҳужайра си пардалар билан бўлинмаган. Замбуруғларининг гифларини тармоқланган ингичка ипга ўхшаб, жингалак шаклда тўйилиши мицеллийни ташкил этади. Улар узун ёки қисқа бўлиб, сирқ ҳосил қилади. Бундай гифлар спорангиялар дейилади. Спорангиялар учиде шарсимон шаклдаги эндоспоралар билан тўлган споралар бор.

Фикомицет замбуруғларининг баъзилари одамда унки ва ўрта кулоқ касалликларини кўзғайди. Фикомицетлар табиатда нон, сабзавот, гўнг ва бошқа нам ерларда учрайди. Вакили мени замбуруғи (110- расм.).

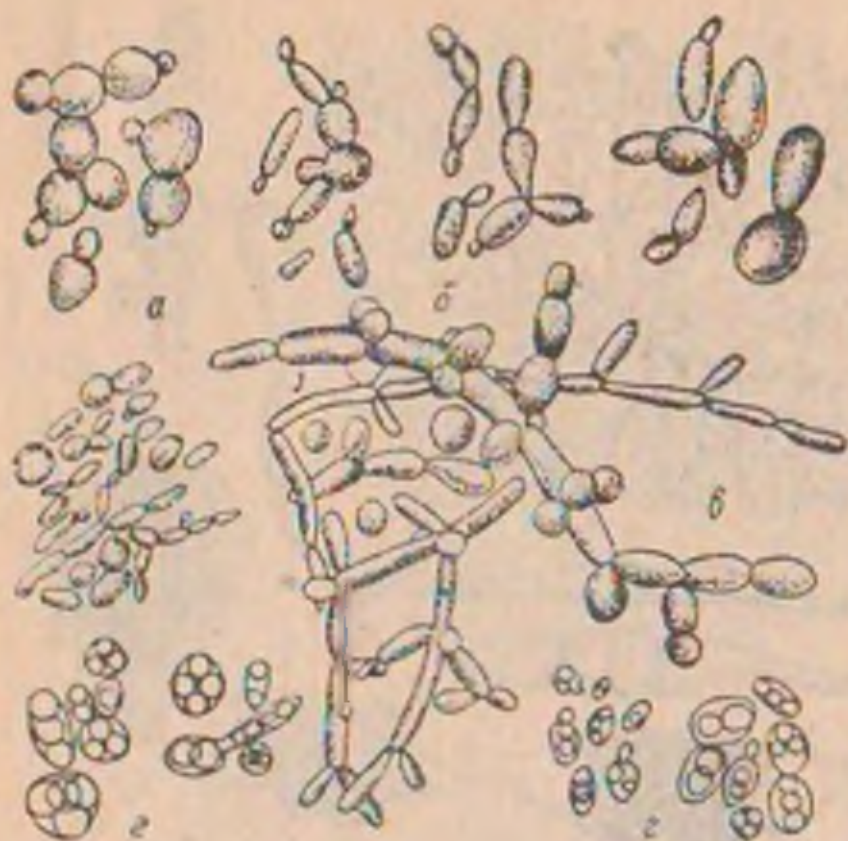
Аскомицетлар (Ascomycetes) халтали замбуруғлар бўлиб, мицеллийлари кўп ҳужайрали. Жинсий кўпайганда махсус таша (аско) лардаги аскопоралар орқали, жинссиз кўпайганда эса конидиялар ёрдамида кўпаяди. Аскомицетлардан аспергилл (Aspergillus) мицеллийси пардалар билан бўлинган. Ўзида конидия сақловчи гифлар бир ҳужайрадан ташкил топган. Бир-бирига уланган конидиялар сув томчиларига ўхшаб тарқалган нур кўринишида 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 могаир деб юритилади.

1 — миселный; 2 — мисел; 3 — сло-
во; 4 — скупание; 5 — стил-
ный; 6 — жинский; 7 — зиготалар-
кычкылар; 8 — зигота на
чкыкы.

Аскомицетларга мансуб бўлган (*Saccharomycetes*) сахаромицетлар йirik ҳужайрали турушлар, овал, шар ва таёқчаси шакллarda учрайди. Туруш ҳужайраларида цитоплазма майда дочаларга бўлиниб ёки тиниқ. Унда вакуола, дифференциалланган мағиз,

Рис. 1. 1—кони-
ды; 2—стериг-
матидиялар; б.
Рис. 2 — кони-
ды; в — ковидия-
лар; г — ковиды
в ўрнин-
да; д — ковиди-
ялар; е — мицел-
ляр сифари.



112- расм. Турушлар:

а) конвойчиликда ишлатиледиган туруш (*Saccharomyces cerevisiae*); б) вино туруши; в) куртакла-
ниш жараёнида ҳосил бўлган колониялар; г) ту-
рушларда споралар ҳосил бўлиши.

гликоген, волютин, са-
чилари ва инсимон
дриосомалар мавжуд
рушлар асосан кўп-
ниб ва спора ҳосил
либ кўпаяди. Туруш
пиво, вино, қиммат
лашда, нон заводи
ксиг қўлланилади
расм.).

Аскомицетлардан би-
зи бирлари галла ўси-
ликларига катта зинн
тиради.

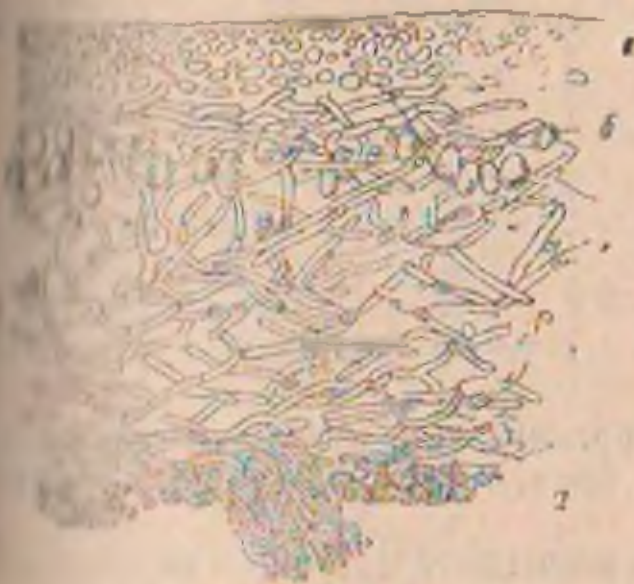
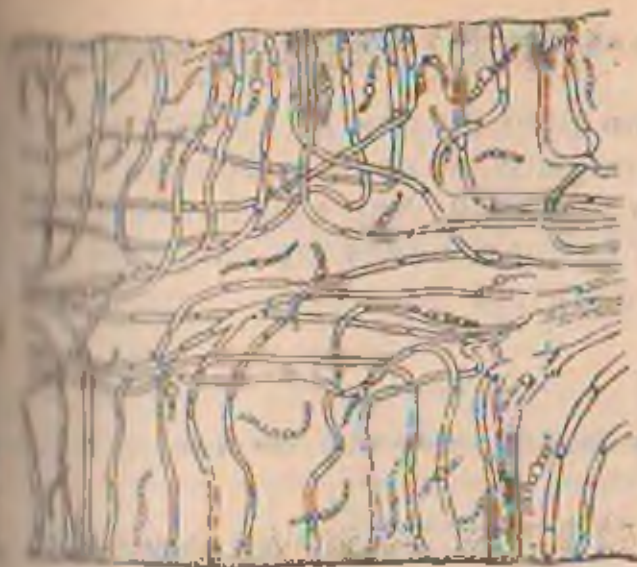
Базидиомицетлар (*Basidiomycetes*) кўп ҳужай-
рали мицелийлар
ташқил топган бўлиб, ба-
зидиоспоралар ёрдами
жинсий йўл билан кўп-
ди. Кўпчилиги тупроқда
чириган органик мод-
лар ҳисобига, баъзилари

ўсимликларда паразитлик қилиб ҳаёт кечи-
ради. Буларга одам-
лар истеъмол қиладиган кўзиқоринлар ҳам ки-
ради.

Мукаммаллашмаган замбуруғлар (*Fungi imperfecti*) фақат
конидиялар ҳосил қилиб жинсиз кўпаяди. Бу замбуруғларнинг
кўпчилиги одамлар, ҳайвонлар ва ўсимликлар орасида ҳар
касалликларни тарқатади. Масалан, ғўзада 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 тоғларда,
дарахт таналарида ва қарағайзор ўрмонларда ҳамда тундрада
кўп учрайди. Улар соредий деб аталган бўлакчалар ёрдами
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 чакларида 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 پوست
ўралган.



114-расм. Садда ҳайвоилар:

1 — сохта оёклилар — амёблар;
2 — хивчиндилар; 3 — киприклилар.

115-расм. Лишайникларнинг тузилиши:

1 — гомеомер ва 2 — гетеромер лишайниклар; а — лишайникнинг устки ва пастки қобик-
зичи; б — сувўтлар жойлашган қатлам; в — зам-
бурув гифалари; 3 — лишайникларнинг айрим
аъзои бўлакчалари — соридиянинг тузилиши;
4 — спор; б — сувўти; в — замбурув гифалари.

Микроорганизмларнинг химиявий таркиби ва озиқланиши

Махсус озиқланиш органи бўлмаганлиги сабабли микроорганизмлар эритма ҳолидаги озиқ моддаларни диффузия йўли билан озиқланиш ҳодисасига биноан қабул қилади. Ҳар қайси микроорганизмнинг ҳаёт фаолияти учун зарур бўлган элементлар миқдори ҳар бир организмда бу қуйидаги жадвалда кўрсатилган.

70-жадвал

Микроорганизм ҳужайраси таркибидagi элементлар миқдори, % ҳисобида

Элементлар	Бактерияларда	Турунларда	Микроорганизмларнинг умумий миқдори
C (углерод)	50,4	49,8	47,0
N (азот)	12,3	12,4	8,04
H (водород)	6,78	6,7	6,7
K (калий)	2,41	2,34	2,01
P (фосфор)	4,95	3,54	4,10
S (олтингуғурт)	0,29	0,04	0,11
Na (натрий)	0,07	—	1,12
Mg (магний)	0,82	0,42	0,10
Ca (кальций)	0,89	0,38	0,10
Fe (темир)	0,08	0,035	0,10
Si (кремний)	0,03	0,09	0,04

Булардан ташқари, микроорганизмлар ҳужайрасида жунда миқдорда бор, марганец, мис, бром, йод, молибден ва бошқа микроэлементлар учрайди.

Қабул қилинган элементлар ҳисобига ҳар бир микроорганизмнинг 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 тўпланади. Буни қуйидаги жадвал маълумотларидан кўриш мумкин.

71-жадвал

Микроорганизмлар	Оқсил	Углевод	Ёғ	Қуш
	% ҳисобида			
Чиритувчи бактерия	80	4	5—7	10
Сил тайёқчаси	56	—	40—50	2—4
Туруш	40—60	25	4	7—10
Моғор замбуруғи	20—40	20	8—40	7
Кўзқорин	25—30	25—60	5	5—10

Органик моддалар таркибида углевод ва азот миқдори бошқа элементларга нисбатан кўп. Бу элементларни баъзи микроорганизмлар аорганик, бошқалари эса органик моддалар тарки

Углеродни ўзлаштириб олади. Микроорганизмларнинг систематика-
си бўйича уларнинг углерод, кислород ва азот манбаига бўл-
ган алоқасини ҳисобга олилади.

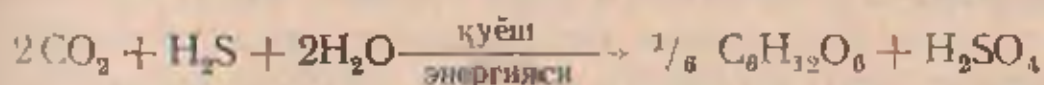
Углероднинг ўзлаштирилиши

Углеродни ўзлаштириш жиҳатидан микроорганизмлар икки
группага бўлинади.

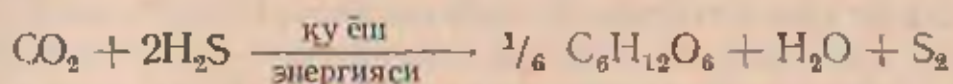
1. Прототроф ёки автотрофлар. Бу гуруҳга кирган микроор-
ганизмлар CO_2 таркибидаги углеродни ўзлаштириш қobiliятига
эга. Бунда ёруғлик ёки химиявий реакциялар вақтида ажралиб
чиққан энергия сарфланади. Куёш энергияси ҳисобига углерод-
ни ўзлаштирган микроорганизмлар фотосинтетик, химия-
вий реакция вақтида ажралган энергия ҳисобига углеродни ўз-
лаштирган микроорганизмлар хемосинтетик организмлар
деб аталади.

Фотосинтез жараёни яшил ва пурпур (қизил ва тўқ қизил)
танимли олтингугурт бактерияларида содир бўлади. Пурпур
бактерияларида бактериопурпурин пигменти бўлиб, химиявий
таърифи жиҳатидан каротиноидларга (ликопин гуруҳига) яқин
эканлиги билан, бундан ташқари, уларда бактериохлорин деган пигмент
содир бўлади. Бактериохлорин ҳавода оксидланиб, хлорофиллга
айланган моддага айланади.

Пурпур бактерияларда фотосинтез жараёни қуйидаги фор-
мула асосида водород сульфид сульфат кислотагача оксидла-
нади:



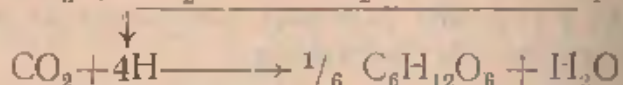
Яшил гугурт бактериялари хлорофилл типидagi бактериови-
тсин пигменти ёрдамида углеродни қуйидаги формула асосида
ўзлаштиради:



Водород сульфид (H_2S) олтингугуртгача оксидланади.

Оксид ўсимликларда оксид шаклидаги карбонат ангидрид
бу молекуласидаги водород иштирокида қайтарилади. Яшил ва
пурпур бактерияларда эса CO_2 ва водород сульфид (H_2S) та-
рикибидаги водород ҳисобига органик бирикмаларгача қайта-
рилади. Бактериал фотосинтез жараёнида кислород ажралиб
чиқмайди. Шунинг учун бактериал фотосинтез фоторедук-
ция деб аталади.

Пигментсиз бактериялар карбонат ангидридни химиявий ре-
акциялар вақтида ажралиб чиққан энергия ҳисобига ўзлашти-
рилиш хемосинтез деб айтилади. Бу ҳодиса рангсиз олтин-
гугурт, темир ва нитрификация жараёнини қўзғовчи бактерия-
ларда содир бўлиб, уни рус олими Виноградский (1888) аниқла-
ган. Нитрификаторларда хемосинтез жараёни қуйидаги реакция
асосида ўтади:

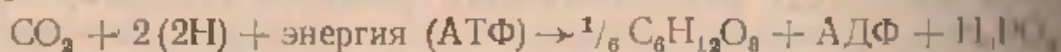


Бошқа хемоавтотроф бактерияларда ҳам хемосинтез жараёни шу йўсинда боради. Лекин олтингугурт бактерияларида водород сульфид (H_2S) сульфат кислотагача (H_2SO_4). Лекин бактерияларида темирнинг икки валентли тузлари (FeSO_4) темир уч валентли тузларига $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ оксидланишидан ҳосил 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. Ҳужайра қуйидагича боради:



Синтез қилинган АТФ молекуласидан фосфор кислота қозондаги 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 ичидан 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 побуд қилади. Сўнгра тўқима таркибидаги моддалар ҳисобига яшайдиган микроорганизмларга декструктив, тирик тўқима (ҳужайра)даги моддалар ҳисобига яшайдиган микроорганизмлар баланиланган паразитлар деб аталади. Балансланган паразитларнинг баъзилари ўсимлик побуд бўлиши билан ҳалок бўлади (қоракуя ва занг замбурунлари), бошқа турлари тирик ёки ўлиқ ўсимлик қолдиқларида ҳаёт кечирадиганлари факультатив паразитлар деб аталади.

Ҳар қайси микроорганизм маълум органик моддалардан углеродни ўзлаштириб олишга мослашган. Уларнинг баъзилари тўла қайтарилган (парафин ёки алкан) ва қўш боғсиз бирикмалар таркибидаги углеродни ўзлаштиради. Купчилик 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, захираси

...турли синтетик моддалар таркибидаги углеродни ўз-
лаштириш қobiliятига эга. Хулоса қилиб айтганда, микроорга-
низмлар тизмига учрамаган бирикма йўқ экан.

Аутотроф микроорганизмлар табиатда муҳим ўрин тутadi.
Улар углеродни ўзлаштириш билан бир қаторда, муҳитни карбо-
н диоксид билан бойилади. Масалан, тупроқда тарқалган
аутотрофлар ҳаёт фаолияти натижасида органик моддалар
созлади. Шунинг эвазига бир гектар ердан ҳар йили
1000 л CO_2 гази ажралиб чиқади.

Органик моддаларнинг парчаланиб туриши, ўсимлик ва ҳай-
вонотаниқларнинг чириши, атмосферада CO_2 газининг деярли
барча қисмида бўлиши шу муҳитда тарқалган микроорганизмлар
фаолиятига боғлиқ. Демак, микроорганизмлар табиатда
тарқалган айлананишнинг тартибга солиб туради. Ҳақиқатан ҳам,
аутотроф моддалар таркибидаги углерод муҳитга чиқмасдан ҳар
йили тавлашиб турса, атмосферадаги (600 миллион тонна) кар-
бон диоксид 30 йилдан кейин батамом органик моддаларга
айланиб қолган бўлар эди. Натижада яшил ўсимликлар учун
неёри бўлган озик моддаси (CO_2) тугаши билан ер шарида ҳаёт
имкониёри эди.

Азотнинг ўзлаштирилиши

Ҳар бир тирик организм, шу жумладан, микроорганизмлар
созинида оқсил бирикмаларини синтез қилиш учун азот эле-
ментини ўзлаштириши зарур. Микроорганизмлар турига қараб
улар муҳитдаги азотли бирикмаларни истеъмол қилади.

Микроорганизмларнинг азот манбаига бўлган талабининг
Н. И. Перусалимский кузатиб, уларни 2 гуруҳга бўлишни тавсия
қилади.

Аминоавтотрофлар деб аталган микроорганизмларга
молекуляр азотни ўзлаштирувчи азотобактер, клостридиум ва ту-
нук бактериялар, замбуруғ ва актиномицетлар, шунингдек,
бизнинг сувўтлари киради. Азотли бирикмалар (NH_3 , NO_2 , NO_3)
аутобита аминокислоталарни ва шу асосда зарур оқсилларни
синтез қилувчи нитрификаторлар ҳам аминокавтотрофларга ки-
ради.

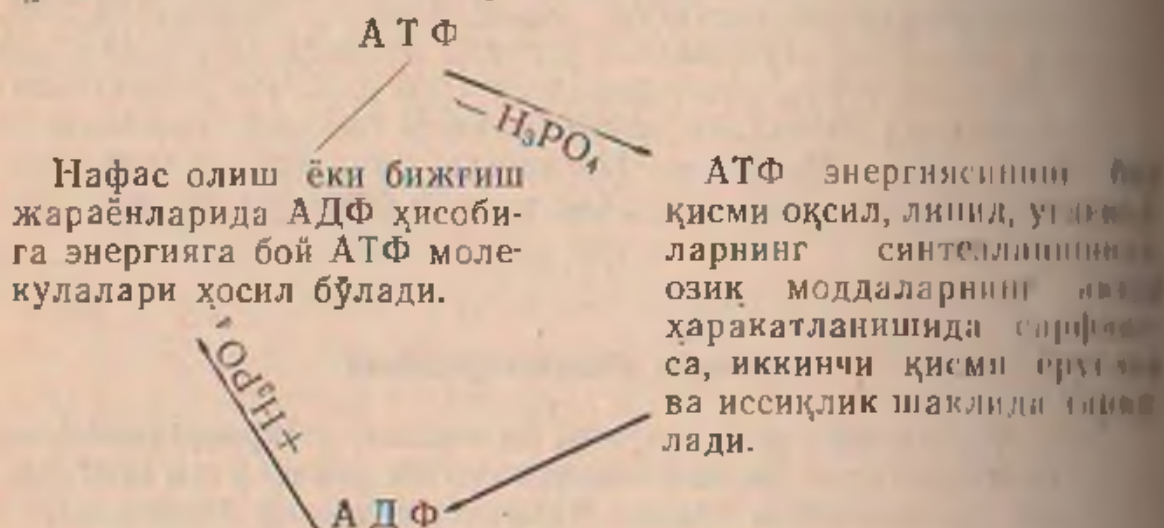
Аминогетеротрофларга кирган микроорганизмлар-
нинг баъзилари фақат тайёр оқсил бирикмаларида (паразитлар)
яшиш мумкин (сут кислотали бижғишни қўзғовчи бактериялар) да
ривожланиади. Бошқа турдаги микроорганизмлар оқсил ва бош-
қа юқори молекулали азотли бирикмалар таркибидаги азотни
оқсилга ўзлаштира олмайди. Лекин улар шу бирикмаларни
оқсил моддаларга парчалаш учун ташқи муҳитга кучли фермент-
лар ажратади. Сўнгга азотли содда бирикмалар микроорганизм-
лар томонидан ўзлаштирилади.

Микроорганизмларнинг нормал ривожланиши учун углерод
ва азотдан ташқари олтивугурт, фосфор, калий, магний, каль-

ций, темир ва бошқа микроэлементлар, шунингдек, ферментлар ва витаминлар ва баъзи аминокислоталар бўлиши зарур.

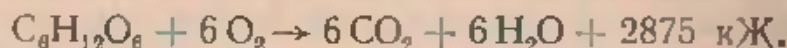
Микроорганизмларнинг кислородга бўлган талаби

Микроорганизм ҳужайрасига қабул қилинган моддаларнинг топлазмага қўшилишидан олдин жуда мураккаб ўзгаришларга учрайди. Улардан углеводлар, ёғлар, оқсиллар синтезланади. Шу бирикмаларнинг бир қисми нафас олиш ёки бижгиш жараёнида сарфланади. Бунда органик моддаларнинг оксидланишидан ҳосил бўлган энергия АТФ ва бошқа бирикмаларнинг энергетик боғламлар сифатида тўплалади (аккумуляцияланади). Қуйидаги схема асосида сарфланади:



Баъзан табиатда нам пахта, пичан, торф ва гўнг ўз ўзидан ёниб кетади. Бу микроорганизмларнинг ҳаёт фаолиятида ажралиб чиққан иссиқлик энергияси ҳисобига юзага келади.

Микроорганизмларнинг кўпчилиги кислородли — аэроб шароитда нафас олади, бунда сарфланган органик моддалар H_2O ва CO_2 гача парчаланади, ажралиб чиққан энергия миқдори кўп бўлади.



Баъзи бактериялар ва турушлар кислородсиз — анаэроб шароитда нафас олади. Анаэроб шароитда органик моддаларнинг парчаланишидан H_2O ва CO_2 дан ташқари, турли оралнқ маҳсулотлар вужудга келади, яъни органик модда тўла парчаланмайди, натижада ажралиб чиққан энергия миқдори ҳам кам бўлади. Буни қуйидаги тенгламадан кўриш мумкин:



Анаэроб шароитда содир бўладиган нафас олиш жараёни бижгиш деб аталади.

Бу жараёнларнинг жуда мураккаб эканлиги, ўсимликларнинг нафас олиш жараёни бобида батафсил баён этилган.

Микроорганизмлар кислородли ва кислородсиз шароитда кечиришига кўра анаэроб ва аэроб гуруҳларга бўлинган. Булардан ташқари, кислородли ва кислородсиз шароитда кечирадиган бетараф микроорганизмлар ҳам мавжуд. Булар факультатив анаэроб организмлар деб ата-
 18—2710

Микроорганизмларга ташқи омилларнинг таъсири

Бир бир тирик организмнинг ҳаёти ташқи омиллар билан боғлиқ. Ташқи шароит қанчалик қулай бўлса, микроорганизмлар ҳаёт фаолияти ҳам шунчалик жадал ўтади.

Индуция даврида тирик мавжудотлар каби микроорганизмлар ҳам маълум иқлим шароитига мослашиб ривожланган. Жумладан, Ер шарининг иссиқ районларида иссиқликка чидамли микроорганизмлар, Шимолий вилоятларда совуқсевар микроорганизмлар тарқалган. Баъзилари шўр сувларда, бошқа турлари экинчи булоқларда ҳаёт кечиришга мослашган.

Микроорганизм ҳужайрасининг 75—85% и сувдан иборат. Муҳитдаги озиқ моддаларнинг қабул қилиниши учун улар эришар ҳолда бўлиши керак. Субстратда сув микдори етарли бўлмаса, микроорганизм ўз ҳаёт фаолиятини давом эттира олмас-
 72-жадвал

Бироқ спора ҳосил қилувчи микроорганизмлар муҳитда сувнинг камайишига қарамай, ҳаёт фаолиятини бир неча йиллар давомида сақлаб қолади. Қулай шароит яратилганда микроор-
 18—2710

Спора ҳосил қилмайдиган бир хил бактерияларнинг сувсиз-
 18—2710

Микроорганизмлар тури	Сувсизликка чидамлилиги
Сифилакокклар	2 йилдан ортиқ
Сулфат кислотали бижғишчи қўзғовчи бактериялар	10 йилгача
Нитриф бактериялари	2 ойгача
Бўруқ тупроқ ичида қолиб кетган сил касаллигини таёқчаси	Ярим йил ва ундан ортиқ

Сирка кислотали бижғиш ва нитрификация жараёнини қўзғовчи бактериялар сувсиз шароитга мутлақо чидамсиз бўлади.

Тупроқ таркибидаги микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти нормал ўтиши учун тупроқдаги сув микдори тўла сув сифимининг 40—80% ини ташкил этиши зарур. Шу шароитдагина уларнинг ҳужайраларида биохимиявий ва физиологик жараёнлар фаол ўтиб, улар яхши ривожланади.

Микроорганизмлар ривожланиши ва кўпайишида намликнинг муҳим эканлиги қуйидаги жадвал маълумотларидан кўринади (А. М. Казаков).

Микроорганизмлар сонини ҳисобга олган вақт	1 г гўшт устидаги бактериялар			
	ювиб қўйилган гўшт устида		қуришган гўшт устида	
температура	2,2—3,3	7,2—10	2,2—3,3	7,2—10
Тажриба бошида	30000	30000	30000	30000
24 соатдан кейин	400000	1000000	40000	200000
48 соатдан кейин	660000	6000000	42000	—
72 соатдан кейин	760000	гўшт чириган	45000	400000
96 соатдан кейин	2000000 ҳиди ёқимсиэ		70000	ҳиди ёқимсиэ

Жадвал рақамларини кўздан кечириб, ювиб қўйилган гўшт устида сув етарли бўлганлигидан гўшт чириб қолганлиги, қуришиб қўйилган гўшт эса муҳит температураси юқори (7,2—10) бўлганда ҳам чиримаганлиги кўринади.

Намлик кам бўлганда микроорганизмлар секин ривожланибди. Шунинг эътиборга олиб, мева, дон, пичан ва бошқа қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуришиб сақланади. Маҳсулотларнинг сақлашда хона температурасига ва ҳаво намлигига эътибор бериш керак.

Ташқи омиллар ичида температура энг муҳими ҳисобланади. Бу омил микроорганизмларнинг моддалар алмашинуши жадвалигига таъсир қилиб қолмай, шу шароитда уларнинг ҳаёт кечириш имкониятини ҳам белгилайди.

Микроорганизмлар турига кўра, температура ҳам ҳар хил талаб қилинади. М. Ф. Чистяков китобидан олинган қуйидаги далиллардан кўриш мумкин:

74-жадвал

Микроорганизмлар тури	Температуранинг координат нуқталари, °C		
	минимум	оптимум	максимум
Бактериялар			
<i>Streptococcus lactis</i>	8—10	30—35	40—45
<i>Bact. Phosphoreum</i>	0	16—18	28—30
<i>Bact. Coli</i>	10	37	50
<i>Bact. bulgaricum</i>	20	40—45	50
<i>Bact. Ludwig</i>	50	60	80
<i>Bacillus subtilis</i>	5—8	30—35	50—60
<i>Bacillus thermophilus</i>	41	60—65	72—75

Замбурурлар

<i>Botrytis cinerea</i>	—5 дан —2 гача	22—25	30—33

Минимал ҳарорат	—5 дан —1,5 гача	25—27	31—36
Оптимал ҳарорат	7—10	33—37	40—43
Максимал ҳарорат	3	18—30	44
Ҳаётининг кўп тури	0,5—5	25—30	40—45

Ҳаётининг минимал температурада микроорганизмнинг жуда суст, оптимал температурада кучли ривожланганлиги, максимал температурада ривожланиши сустлашганлиги ёки бутунлай тўхтаб қолганлиги кузатилади.

Ҳаётининг барча микроорганизмлар тури температура таъсирига кўра учта экологик гуруҳга бўлинади.

Психрофил (совуқсевар) микроорганизмлар. Бу гуруҳдаги микроорганизмларнинг нормал ривожланиши учун минимал ҳарорат $-10-0^{\circ}\text{C}$ оралиғида, оптимал нуқта $+10^{\circ}\text{C}$ ва максимал ҳарорат $+30^{\circ}\text{C}$ га тенг бўлиши талаб этилади. Улар Шимолий Муз қутбидаги денгизларда, шунингдек, совуқ тупроқларда кўп тарқалган.

Термофил (иссиқсевар) микроорганизмлар табиатда кам учрайди. Улар учун минимал температура 30°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, қайнаб кетадиган (дон, пахта, пичан, гўнг ва бошқа) қўйилган тўпланган жойда бўлади.

Мезофил микроорганизмлар гуруҳига кирган микроорганизмлар юқорида айтиб ўтилган гуруҳлар оралиғидан ўрин олган, 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 сустлашиб, ўсиш ва кўпайиш жараёнлари тўхтайдиган бўлса, улар анаэроб — яширин ҳолатга ўтади. Температура ўзгарилиши билан ҳаёт жараёнлари қайта фаоллашади.

Паст температура кўпчилик микробларга, айниқса чириктувчи бактериялар ривожланишига салбий таъсир этади. Шундан фойдаланиб озиқ маҳсулотлари турли типда ясалган муз-қондларда 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 спорулириини ўлдириш учун бир неча соат давомида уларни 100°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>Bacillus mycoides</i>	3—10
<i>Bacillus anthracis</i>	5—10

Бациллалар тури	100 °C иссиқликда спорининг 99% ни учун талаб этилган вақт, минут
» <i>megatherium</i>	15—16
» <i>robur</i>	34—55
» <i>subtilis</i>	120—180
» <i>botulinus</i>	300—350
» <i>culindricus</i>	1140—1200

Юқори температурадан фойдаланиб консервалани шартларида ишлаб чиқариладиган озиқ маҳсулотлари ва боникда бўлганларни микроорганизмлардан турли тинда зарарсизлангизирини яъни стерилланади. Бунинг учун Кох қайнатгичи ва турли шаклдаги автоклавлар ишлатилади. Сутни 70 °C иссиқликда 30 минут давомида иситиш пастериллаш деб аталади. Микробиология машгулотларида ишлатиладиган ширинликлар қорозга ўралиб, қуритгич шкафларда 180 °C иссиқликда қиздирилади. Булардан ташқари, эритмаларни микроблардан холи қилиш учун махсус бактериал филтрлардан фойдаланилади.

Микроорганизмларга концентрик эритмаларнинг таъсири

Ҳар қандай организм табиий шароитда маълум концентрацияли эритмаларда ҳаёт кечирилади. 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 бўлиши. 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 кечири олади.

Ҳақиқатан ҳам шўр тупроқларда ва денгиз сувларида ҳаёт кечирувчи микроорганизмлар ҳужайраларида осмотик босим кучи 50—80 атм га, баъзи моҳир 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.

Микроорганизмлар тури	Ош тузи эритмасининг концентрацияси, %	Микроорганизмлар тури	Ош тузи эритмасининг концентрацияси, %
<i>Bacterium</i>		Турли замбуруғлар	
<i>Bifidobacterium lactes</i>	2—5	<i>Mycoderma</i>	10
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	6—7,5	<i>Torula rosea</i>	20
<i>Bifidobacterium subtilis</i>	10—15	Могор замбуруғлари	12
<i>Bifidobacterium antracis</i>	15—20	<i>Botrytis cinerea</i>	17
<i>Bifidobacterium vermicosum</i>	20	<i>Aspergillus niger</i>	20
<i>Bifidobacterium holophilum</i>	25% дан кўпроқ	<i>Penicillium glaucum</i>	тўйинган эритма
		<i>Oospora Nikitinski</i>	

Жадвалда келтирилган рақамларга кўра баъзи микроорганизмлар ривожланиши 2—5% ли туз эритмасида тўхтаса, башқалари 25% дан кўпроқ бўлганда ҳам ҳаёт жараёنларини давом эттиради.

Осмофил босими кучли эритмаларда нормал ривожланган микроорганизмлар осмофиллар деб аталади. Туз эритмасининг кучли концентрациясида ривожланган микроорганизмлар галофиллар, яъни тузсварлар деб аталади.

Галофил бактериялар (*Bacterium serratium salinarium*) тузланган балиқлар устида ривожланади, натижада қизил рангли колониялар ҳосил бўлади. Бу бактерия таъсирида бўлган маҳсулот қизил рангга бўялганлиги учун фуксин деб аталади.

Осмофиллар (могор ва туруш замбуруғлари ҳамда баъзи бактериялар) асал, жем каби консервалар сифатини бузади.

Микроорганизмларга физик ва химик омилларнинг таъсири

Микроорганизмларга, жумладан, яшил, қизил ва тўқ қизил (нурнур) олтингугурт бактериялари ҳужайрасида фотосинтез жараёнининг ўтишида ёруғлик зарур омил ҳисобланса, бироқ микроорганизмларга катта зарар келтириб, уларни ҳалок қилади. Масалан, куйдирги касаллигини кўзғовчи бактерияларга қуёш нурининг салбий таъсирини В. И. Палладин келтирган. Қуйидаги жадвалда тажриба натижалари келтирилган.

Ёруғлик таъсир қилган вақт, минут ҳисобида	Қаттиқ сизик модда устида ўсган колониялар сони
0	2520
10	360
20	133
30	4
50	4
70	0

Жадвалдан маълумки, қуёш нури таъсир этмаган муҳитда 2520 дона колония ҳосил бўлган. Қуёш нурида 20 минут турганда колониялар сони 133 тадан ошмаган, 70 минут турганда эса озик муҳитидаги бактериялар колонияси тўлиқ ҳалок бўлган. Қуёшдан тарқалган ҳаво ранг, бинафша ва, айниқса, ультрабинафша нурлар микробларга кучли таъсир этиб, факт ҳужайраларни нобуд қилибгина қолмай, балки спораларга таъсир этган.

Ёруғлик яхши тушадиган хоналарда касаллик тарқатувчи микроорганизмлар камдан-кам учрайди.

Рентген ва радиоактив нурлари, электромагнит нурлари, тўлқинлари, ультратовушлар, кучли босим ҳам микроорганизмларга салбий таъсир этиб, уларни нобуд қилади. Амрико океанларда 9000 м чуқурликда ҳаёт кечирадиган микроблар 900 атм босимга ҳам бардош бера олади.

Муҳитдаги Н ёки ОН ионларининг миқдори шу субстратнинг кислоталилик ва ишқорийлик даражасини ифодалайди. Кўпчилик бактериялар ишқорий ёки нейтрал муҳитда яшай олиб ривожлansa, сирка кислотали ва сут кислотали бижғини жаратувчи кўзғовчи бактериялар ва, айниқса, замбуруғлар муҳитнинг кислотали бўлишини талаб этади.

Кўпчилик бактерияларнинг нормал ривожланиши учун муҳитнинг рН даражаси 6—8, замбуруғлар учун рН 3—6 оралиғида бўлиши керак. Масалан, сут кислотали бижғини жаратувчи кўзғовчи *Streptococcus lactis* учун рН минимум 4,0—4,5 бўлиб, максимуми 8 га тенг келади. Нитрификация жараёнини қўзғовчи нитробактер ва нитрозомонаслар учун рН нинг минимум нуқтаси 7 га, оптимум нуқтаси 7—8 га ва максимум нуқтаси 9,7 га тўғри келади. Аспергиллус замбуруғининг минимум рН нуқтаси 1,5 га, оптимуми 3—8 оралиғида ва максимум нуқтаси 11,6 га тенгдир.

Баъзи микроорганизмлар муҳитнинг рН ини ўзи учун мослаштириш хусусиятига эга. Масалан, туруш замбуруғлари нейтрал шаронт (рН—7,5) да этил спирт ўрнига сирка кислотали ишлаб чиқаради. Муҳитнинг рН и 4 га етгандан кейин, шу замбуруғ учун оптимал нуқтани 46—49°Сда этил спирт ҳосил қилиш бошлайди. Бошқа тур замбуруғлар ҳам оксалат кислота ишлаб чиқариб, муҳит кислоталилигини оширади.

Микроорганизмлар ҳаёт фаолиятини тўхтатиш ва уларни нобуд қилишда аорганик моддалардан йод, K_2MnO_4 , симоб, кумуш каби оғир металл тузлари, карбонат ангидрид, хлор, азот газлари, органик бирикмалардан спирт, фенол, формальдегид, хлороформ ва бошқалар кучли таъсир қилади. Шунинг учун улар тиббиётда, кишлоқ ҳужалигида ва бошқа соҳаларда кенг қўлланилмоқда. Бу бирикмалардан эфир, спирт ва ишқорларнинг кучли эритмаси микроорганизм таркибидаги ёғ ва диспондларни эритса, оғир металл тузлари $HgCl_2$, $CuSO_4$, $AgNO_3$

формалли бактерия танасидаги оксилларни коагуллайди (таъсир). HNO_3 , хлор, K_2MnO_4 каби кучли оксидловчилар микроорганизм таркибидаги мавжуд органик бирикмаларнинг ҳаётини янгилаштиради.

Ўқсатишган химиявий бирикмаларнинг концентрацияси ҳаётга ҳаёт бўлса, микроорганизмларнинг ривожланиши ва ўсишига таъсир беради. Масалан, CoCl_2 нинг кучсиз эритмаси билан бактерияларга таъсир этилганда, молекуляр азотни ўзлаштириш қарорини жадаллашади. Натижада тупроқда боғланган азот қисmini кўпайиб, тупроқ унумдорлиги ҳам ошади.

Антиб ўқтилган физик ва химиявий омиллардан ташқари микроорганизмнинг ўсиши ва ривожланишига биологик омиллар ҳам кучли таъсир этади.

Табиий шароитда ҳамма тирик организмлар инсон, ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизмлар ўзаро яқин муносабатда бўлиб, бир-бирларига ижобий ёки салбий таъсир этиб ҳаёт кечиришади.

Тупроқда ва сувда яшовчи микроорганизмлар ўзаро таъсирини асосланиб бир неча гуруҳга бўлинади.

Симбиоз муносабат. Бунда микроорганизмлар бир-бири билан ўзаро ҳамкорликда ҳаёт кечириб, нисбатан микроорганизмнинг нормал ривожланади. Масалан, сўт кислотали бижғиш қараёнини кўзғовчи бактериялар сўт кислота ишлаб чиқариш билан, гуруш замбуруғлар учун муҳитнинг рН нийи пасайтирилган бўлса, туруш замбуруғлари эса уларга керакли витаминларни етказиб беради. Клостридиум пастеурианум ҳақиқий анаэроб бўлганлигидан, аэроб бактериялар билан бирга ҳаёт жараёнини ўтказади. Бу бактериялар томонидан синтезланган азотли бирикмаларнинг бир қисми аэроб бактерияларга етказиб берилса, аэроб бактериялар муҳит таркибидаги азотдорини 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, тугунаклар билан замбуруғлар муносабатидан пайдо буладиган лигнелинларни кўрсатиш мумкин.

Микроорганизмлар билан ҳайвонлар ўртасида симбиоз ҳаёт кечириш формалари ҳам бор. Масалан, қурт-қумурсқалар оқсатилганда, тук, соч, ёғоч каби органик бирикмаларни бевоқит ўзлаштира олмайди. Уларнинг ҳазм қилиш органларида оқсатилган 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 углеводларни ўзлаштирилади.

Асал муми билан озиқланадиган меоведда номли қушнинг озиқ ҳазм қилиш йўлида мумни парчалайдиган микроблар

яшаб, мураккаб ҳисобланган мум содда бирикмаларга парчалади ва қуш томонидан ўзлаштирилади.

Метабиоз ҳаёт кечириш формаси ҳам симбиознинг шакли бўлиб, ундан бир оз фарқ қилади. Метабиозда бир микроорганизм иккинчи микроорганизм ҳаёт фаолияти учун зарур маҳсулотни тайёрлаб беради. Масалан, кўпгина минерал тувчи бактериялар мураккаб оқсилларни оддий бирикмаларга парчалайди. Оқсилнинг парчаланишидан ҳосил бўлган оқил бирикмалар ҳисобига кўпгина микроорганизмлар ўз ҳаёт фаолиятини давом эттиради. Масалан, нитрификация жарасонини қўзғовчи бактерияларни олайлик. Нитрификация жарасонининг биринчи фазасида нитрозомонас (*Nitrosomonas*) бактерияси қатнашиб, аммиакни нитрит кислотагача оксидлайди, нитрификациянинг иккинчи фазасида нитробактер (*Nitrobacter*) нитритроқ этиб, нитрит кислота ҳисобига нитрат кислота ҳосил қилади.

Антибиоз микроорганизмлар бир-бирига салбий таъсир кўрсатулар ўртасида антогонистик муносабат юзага келади. Антибиозда бир микроорганизм иккинчи микроорганизмнинг ҳаёт фаолиятини бўғиб қўяди. Масалан, сут кислотали бижгич бактериясининг қўзғовчи бактериялар кўпчилик чиритувчи бактериялар учун заҳарли бўлган сут кислота ишлаб чиқаради.

Бациллус бревис (*Bacillus brevis*) бациллуси грамм мусбат бактерияларни nobуд қиладиган бирикмалар ишлаб чиқаради. 1942 йилда рус олимлари Г. Ф. Гаузе ва М. Г. Бражниковлар стафилакокк, пневмококкларга кучли таъсир этадиган бирикмаларни ишлаб чиқиб, унга грамицидин С деб ном берди.

Кўпгина замбуруғлар микроорганизмларга салбий таъсир этадиган ва уларни nobуд қиладиган моддалар ишлаб чиқаради. Пенициллин, стрептомицин, ауреомицин, хлоромицин, тетрациклин ва тетрациклин кабилар антибиотикларга мисол бўлади.

В. А. Монасеев ва А. Г. Полотебнов (1871) яшил моҳор пенициллум (*Penicillium*) нинг дори-дармонлик хусусиятига эътибор 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 таъсирдорлигини академик З. В. Ермольева (1941) таъсир кўрсатган.

Ҳозирги вақтда 1300 дан ортиқ антибиотик ажратиб олинган бўлсада, уларнинг 30—50 туригина дори-дармон сифатида ишлатилади. Стрептомицинни (*Actinomyces globisporus streptomycini*), Ауреомицинни *Актиномицес ауреофациесус* (*Actinomyces aureofaciens*), тетрациклинни — окситетрациклинни, *Актиномицес ремозус* (*Actinomyces remosus*) томонидан ишлаб чиқарилади.

саримсоқ каби ўсимликлардан микроорганизмларга зарарли модда — фитонцидлар ажралади. Улар таъсири билан микроблар ҳалок бўлади. Бундай моддалар ҳайвонлар ҳам учрайди. Масалан, товуқ тухуми оқсили таркибидан фитонцим моддаси таъсиридан микроорганизмлар ҳалок бўлишини П. А. Лешченков (1909) аниқлаган.

Шундан ташқари, кўз ёшида, тупукда ва бошқа шилимшиқ-лиқларда бактерияларни эритиб юборадиган бирикмалар — лиф, дизентерия ва грипп вирусларини балиқлардан ажратиб олинадиган экмолин моддаси ҳалок қилади (З. В. Ермолова, 1941, 1945).

Барча 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 умумлашишини тўхтатса бактериостатик, нобуд қилса бактерицид, замбуругларга таъсир қилиб, уларнинг ривожланишини тўхтатса фунгистатик, нобуд қилса фунгицид деб юритилади.

Микроорганизмларнинг табиатда тарқалиши

Бир шарининг турли географик зоналарида иқлим шароити фарқли бўлишига қарамай, микроорганизмлардан холи бўлган жойларнинг топиб бўлмайди. Шимолий Муз океанида ва Африка қишлоқларида, баланд тоғлар чуққисиди ва чуқур сув остида, иштон ва ҳайвон танасида, ўсимлик органларида соя-саноқсиз микроблар тарқалгандир. Микроорганизмларда ҳаёт жараёниларини 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 аниқлаган. Америкалик Мейер Антарктидада (Жанубий қутбда) 30 м қалинликдаги муз ораларидаги микробларни ажратиб 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 тугдирувчилари ҳам учрайди. Зарарли микроблар ишлаб чиқарадиган заҳарли моддалар — токсинлар деб аталади. Ташқи муҳитга чиқарилган зарарли моддалар экзотоксин, хужайра ичида сақланганларига эндотоксин дейилади. Бундай микроблардан сақланиш учун ҳар бир шахс гигиена қондаларига риоя қилиши зарур. Тоза ва соғлом тери кўп микроорганизмларни ҳалок қилиш қобилятига эга. Шунга қарамай, одамлар баданида уларнинг сон миллион ва миллиардлар билан ҳисобланади.

Инсонларнинг оғиз, бурун бўшлиқларида, айниқса касалланган тишларида турли хил зарарли ва зарарсиз микроорганизмлар учрайди. Ушканинг альвеолаларига микроблардан холи бўлади. Трахея ва бронхларда ҳаво таркибидаги барча микроблар учрайди.

Қизилунгач ва ошқозонда микроблар сони кам бўлса, ичкичка ичак, айниқса, йўғон 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 ичидан вабо, полиомиелит, дизентерия, сариқ ва бошқа касалликларни тугдирувчилар 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 риоя қилинишига боғлиқ.

Инсонлар, ҳайвонлар ва ўсимлик органларида микробларнинг хилма-хил бўлиши ҳаво таркибидаги микрофлорага боғлиқ.

Ҳаво микрофлораси. Ҳаво қуруқ бўлса, тупроқдан кўтарилган чанг-тузон ҳисобига ҳаво микроблар билан ифлосланиб туради. 1 г чанг таркибида бир миллионгача микроблар борлиги аниқланган. Йил фасллари ўзгариши билан ҳаводаги микроблар сони ҳам ўзгаришини паришлик Мнкелея текширган. Буни қуйидаги жадвал рақамларидан кўриш мумкин.

78-жадвал

Йил фасллари	1 м ³ ҳаводаги бактериялар сони	1 м ³ ҳаводаги моҳор замбуруғлари сони
Қишда	4305	1345
Баҳорда	8080	2275
Ёзда	9845	2500
Кузда	5665	2185

Ёр юзига яқин ҳаво таркибида микроблар сони жуда кўп бўлиб, юқорига кўтарилган сари камая боради (Е. Н. Мишустин).

Москва шаҳар ҳавоси таркибидаги микроблар сони

79-жадвал

1 м ³ даги микроблар сони	Текшириш учун олинган ҳавонинг ёр юзидagi 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 могор 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 (Войткевич маълумоти)

80-жадвал

Турли жойлар	1 м ³ ҳаводаги микроблар сони
Молқоналарда	1—2000000
Аҳоли яшайдиган хоналарда	20000
Шаҳар кучаларида	5000
Шаҳар боғларида	200
Денгиз устидаги ҳавода	1—2

Олимларнинг далилларига кўра, шамоллатилмаган хонадаги 1 м³ ҳаво таркибида микроблар сони 200—300 минг донга бориб қолар экан. Жумладан, дарс бошладан олдин 1 м³ сиф ҳавоси таркибида 300 дон микроб борлиги аниқланган. Дарсдан кейин эса микроблар сони 4 минг гача кўпайган. Бу ҳодиса таиаффус 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 бўлар эдик.

Ҳавонинг қуруқ бўлиши, қуёш нури, озиқ моддаларнинг йўқлиги уларнинг кўпайишига ва ривожланишига йўл қўймайди. Натижада ҳаво таркибидаги зарарли микроорганизмлар ҳам камдан-кам учрайди.

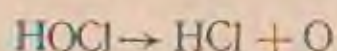
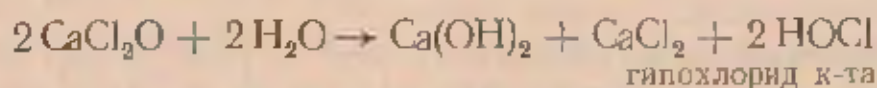
Сув микрофлораси ҳам ўзига хос бўлиб, унинг таркибида бошқа тирик мавжудотлар учун зарарли ва зарарсиз микроб турлари мавжуд. Зарарли микробларнинг кўпчилиги сув тозаланганда ҳалок бўлади. Терлама тиф таёқчаси 4—6 ҳафта, паратиф ва дизентерия таёқчалари 2—6 кундан бир неча ҳафтагача, сариқ касаллигини қўзғовчи микроблар узоқ вақт давомида ўз ҳаёт фаолиятини сақлаб қолади. Мухитда микробларнинг кўп ёки оз бўлиши сувда эриган органик ва анорганик моддалар миқдорига боғлиқ. Органик моддаларнинг тезда минераллашиши сувдаги микроорганизмлар ҳаётига таъсир этиб, уларни ҳалок қилади. Ультрabiнафша 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 бўйича қишлоққа кириш олдиндан 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 далолат 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 ўтказилади. Филтрлардан ўтган 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 кислород ажралиб чиқиб, микробларни ҳалок қилади. Реакция қуйидаги тенглама асосида ўтади:



Одатда, 1 мл сув таркибидаги микроблар сонига кўра сувлар тоза (100—500), ўрта (500—1000) ва ифлос (1000 дан ортиқ) сувга ажратилади.

Тупроқ микрофлораси. Тупроқ таркибида озик 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 ўсимлик ва ҳайвон қолдиқлари ҳисобига микроорганизмлар ўз ҳаёт фаолиятини давом эттириб, мисли

кўрилмаган даражада кўнайиб, тупроқ заррачалари орасида тўпланади.

Тупроқдаги микроорганизмлар сони тупроқ турига, унинг физик-химиявий хоссаларига ва иқлим шароитига кўра хилма-хил бўлганлиги кўйидаги жадвалда келтирилган.

81-жадвал

Тупроқ тури	1 г тупроқ таркибидаги бактериялар сони
Торфли-ботқоқ тупроқ	707 000 000
Сув босган утлоқ тупроқ	549 000 000
Лойли подзол тупроқ	852 000 000
Ўрмон-подзол тупроқ	2 246 000 000
Экин экиб келинаётган буз тупроқ	1 622 000 000
Сугориладиган буз 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 камая 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-май-диган ўртача подзол тупроқ	Тупроқ олинган чуқурлик, см	Экин экил-ладиган ўртача подзол тупроқ	Тупроқ олинган чуқурлик, см	Ўрмон подзол тупроқ
A ₁	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 ₁ —A ₂	11—15	402,6	—	—	9—12	782,6
A ₂	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 ₂ —B	23—28	50,8	—	—	21—25	265,6

Фасллар ўзгариши билан тупроқдаги микроорганизмлар сони ҳам ўзгариб туради. Буни кўйидаги жадвал рақамларида кўриш мумкин.

Иил фасллари ўзгариши билан тупроқдаги микроблар сони (1 г тупроқда, миллион ҳисобнда)

Жами сони		Азотобактерлар		Қоққлар		Бациллалар		Турушлар		Илдизлар	
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	1,1
285,8	466,3	36,9	47,0	160,0	254,3	80,4	152,1	2,2	2,2	—	—

Ўсимликлар илдизидан ажратган органик кислоталар, ил таминлар ва анорганик моддалар тупроқдаги микроорганизмлар ҳаёт фаолиятига кучли таъсир қилади. Билан микробларга бу моддалар ижобий таъсир қилганлигидан, илдиз атрофига тўпланиб, симбиоз ҳаёт кечири бонидан. Бактериялардан ҳосил бўлган тўплам ризосфера деб аталади.

Илдизлар билан замбуруғлар ўртасидаги муносабатини 1881 йилда Ф. М. Каменский аниқлаб, микориза ататади.

Тупроқ структурасини яхшилашда, ўсимлик ва ҳайвон қолдиқларини чиритишда, гумус ҳосил қилишда ва ўсимликлар учун зарурий озиқ моддаларни етказиб беришда тупроқдаги микроорганизмларнинг хизмати жуда катта.

Тупроқдаги микроорганизмлар хилма-хил бўлиши туфли улар бир-бири билан симбиоз ёки антогонистик ҳаёт кчи ради. Тупроқда ҳам инсонлар, ҳайвонлар ва ўсимликлар учун зарарли микроблар жуда кўп. Паразит микроблар тирик организм тўқималарига ўтиб, ўсимлик хужайраларидаги биринч малар ҳисобига яшайди.

Уларнинг кўпчилиги барг оғизчалари, ясиқчалар ва зарарланган ўсимлик тўқималари орқали, баъзилари ўзидан кучли ферментлар ажратиб, хужайра лўстини эритиб, ўсимлик тўқималарига ўтади ва ўсимликни зарарлантиради.

Бундай ўсимликда цитоплазманинг ўтказувчанлиги кучайди, барг оғизчалари юмилиш хусусиятини йўқотади. Транспирация жараёни жадаллашади, илдизлари ишдан чиқариб, ўтказувчи найлар орқали моддаларнинг ҳаракатланиши секинлашади, фотосинтез жараёни сустлашади. Хулоса қилиб айтганда, моддалар алмашиши жараёни бузилиб, ўсимлик ноҳол бўлади.

Тупроқдаги микроорганизмлар ҳаёт фаолияти шу ерда ўсмайдиган ўсимлик турига ҳам боғлиқ. Масалан, кузги бугдой, қизил ра бугдой (гречиха), вика, пиёз ва саримсоқ каби ўсимликлар ажратган моддалар касаллик қўзғовчи бактерияларни ҳалол қилса, картошка, хрен ўсимликлари эса зарарли бактериялар ривожланишини жадаллаштиради.

VIII боб. ЎСИМЛИКЛАРДА ЎСИШ, ҲАРАКАТЛАНИШ ВА РИВОЖЛАНИШ ЖАРАЁНЛАРИ

Ўсимликларнинг ўсиши. Меристема ҳужайраларининг ўсиш фазалари

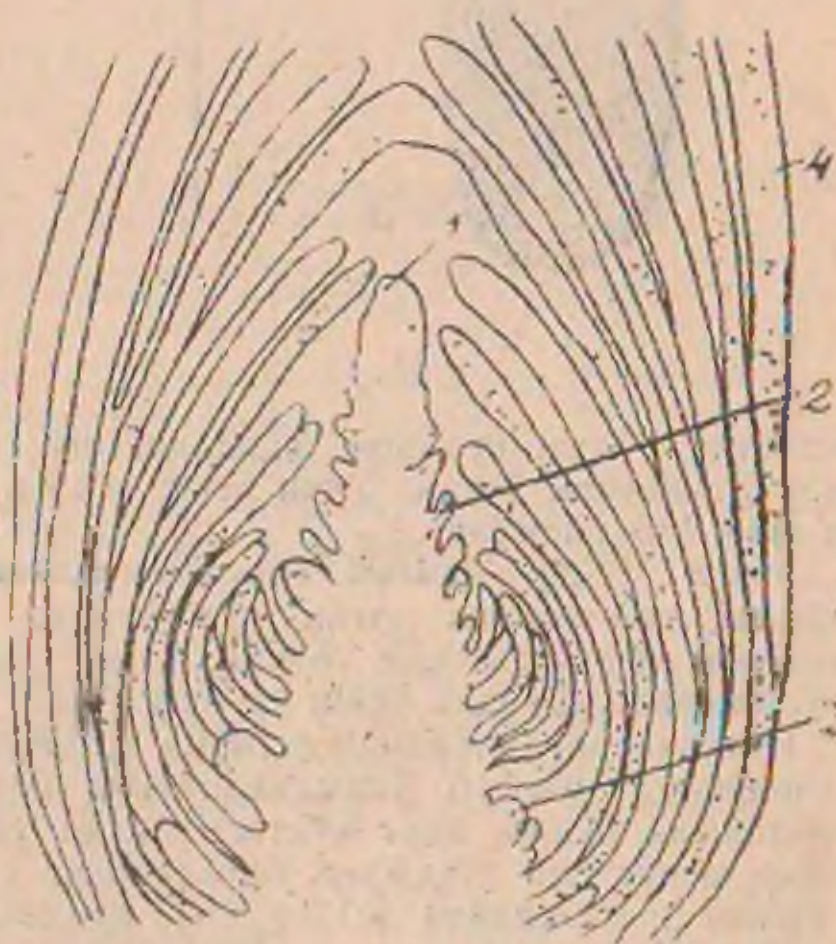
Моддалар алмашиши жараёнининг тўхтовсиз давом этиши натижасида ўсимлик танасининг ҳажми ва массаси кундан-кунга ортиб боради.

Ўсимлик танасида ҳужайраларнинг цитоплазма ва ҳужайра мембраналарининг, вегетатив ва генератив органдарнинг, тўп-ланган қуруқ моддалар миқдорининг кўпайиши каби барча жараёнларнинг йиғиндиси ўсишни ифодалайди. Шу белгилар алоҳида-алоҳида олинганда ўсиш жараёнини ифодалай олмайди. Бир маънода, ўсимлик массасининг ортиши ва ҳажмининг катталаниши ўсиш деб аталади.

Ўсимликнинг танаси ўсиш нуқта (конус)сидати ҳужайраларнинг бўлиниб кўпайиши ҳисобига ўсади, катталашади ва яшилди. Ўсиш конусини ташкил этган тўқима мерис-

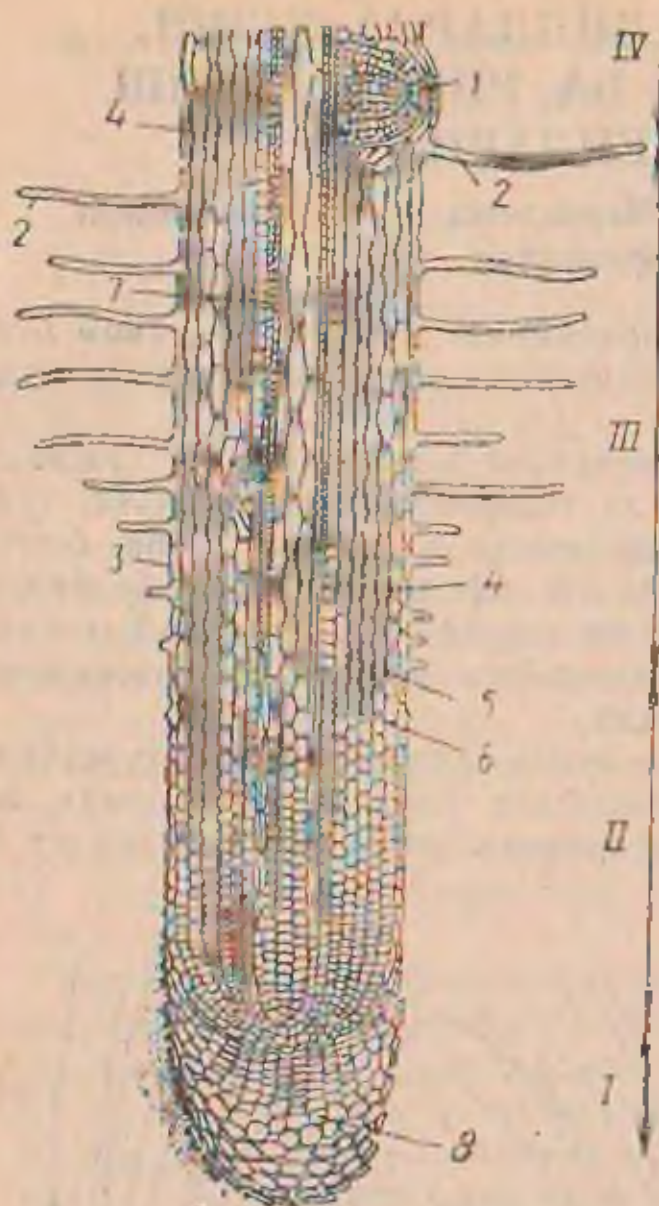
Нарисм. Узунасига кесилган пойнинг учки ўсиш нуқтаси — апикал меристема:

1 — ўсиш нуқтаси; 2 — бошланғич барглари; 3 — қўлтиқ кўرتаклар; 4 — барглари.



тема дейилиб, жойлашиши ва функциясига биноан бир неча қўрғинида бўлади:

а) учки ўсиш ёки бирламчи меристема тўқимаси шунинг, поёда, ўқ ва ён илдиз учларида жойлашган. Бирламчи



116- расм. Узунасига қосимчи узунасининг ўсиш нуқтаси

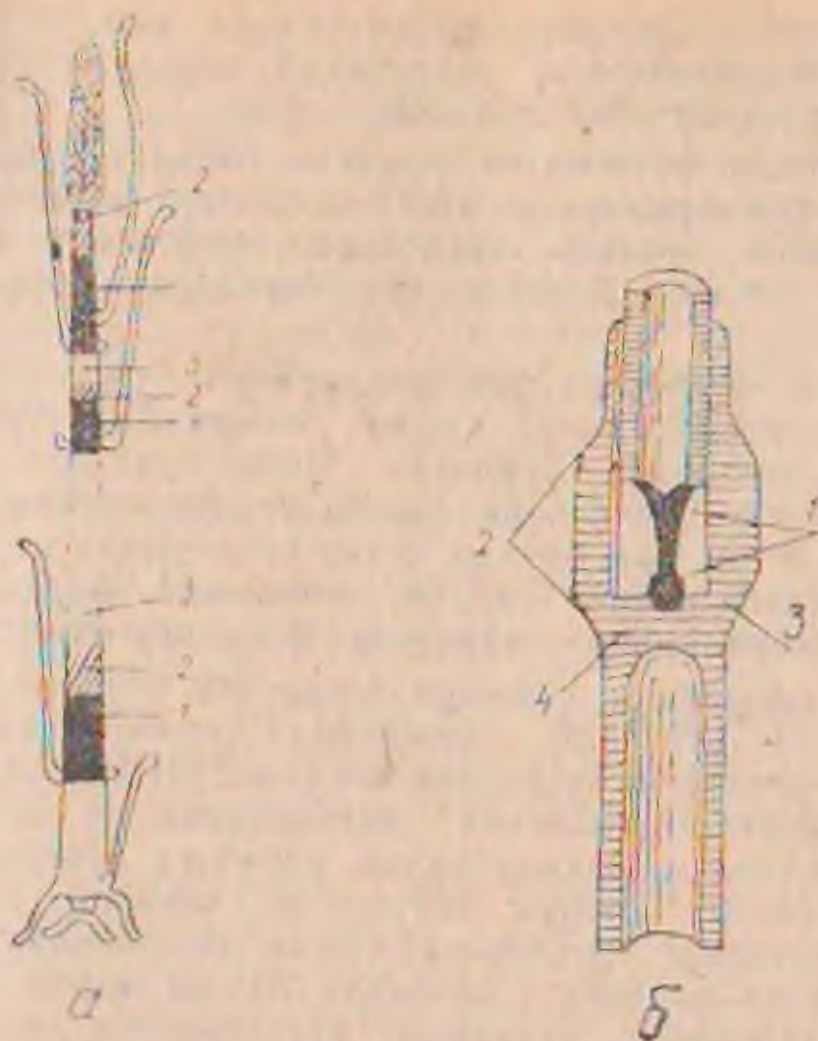
1 — ҳужайранинг бўлишни нуқтаси; 2 — ўсиш зонаси; 3 — илдиэ тўқимаси жойлашган ёки дифференциацияланган; 4 — ҳопларич (эпидермис) қавати; 5 — илдиэ тармоғи; 6 — илдиэ тўқимаси; 7 — эпидермис қавати; 8 — илдиэ пўстлоғи; 9 — эпидермис қавати; 10 — илдиэ пўстлоғи; 11 — илдиэ тармоғи; 12 — илдиэ тўқимаси ва флоэма найларини; 13 — илдиэ тармоғи.

меристема ҳужайралари кўндалангига бўлиниши туфайли улар узунасига ўсади. Учки ўсиш апикал ўсиш дейилади (115, 116- расмлар).

Энига ўсиш камбий ёки иккиламчи меристема дейилиб, уни ташкил этган ҳужайралар узунасига бўлиниб кўпаяди, натижада поя, новда, илдиэ ва уларнинг шохлари йўғонлашади. Бундай ўсиш таггентал ўсиш дейилади.

Интеркалар (киритма-қистирма маъносида) меристема галладошларга мансуб ўсимликларнинг поя бўғим оралирини жойлашган бўлиб, барг қўлтиғи билан ўраб олинган. Интеркаляр меристема тўқимаси ўсимликининг ердан кўтарилиб туришини таъминлайди (117- расм). Бу типдаги ўсиш интеркаляр ўсиш деб аталади.

Базал меристема галладошлар ва бошқа бир паллали ўсимликлар барг негизига жойлашган бўлади. Барг негизини ташкил этган ҳужайралар кўпайиши ҳисобига барг ўсилади. Бу базал ўсиш типини дейилади.



117-рasm. Қиритма меристема туқамасининг жавдар поясида жойлашгани (а) ва бугдойнинг узунасига кесилган (б) схемаси:

1 — хужайраларнинг бўлиниш зонаси; 2 — хужайраларнинг дифференцияланиш зонаси; 3 — тиллакдан тўқима; 4 — бўтим негизи; 5 — бўтим оралиги; 6 — боя бўшлиғи; 7 — барг қўлтиғи.

Тул ўқи ҳам базал меристема ҳисобига ўсади. Меристема хужайраларининг бўлиниши туфайли ўсимлик танаси энгта узунасига ўсади, унинг ҳажми ва массаси кўпаяди.

Меристема хужайраларининг ўсишини текширган Ю. Сакс ушунга уқта: эмбрионал, чўзилиш ва дифференцияланиш фазаларига бўлади.

Эмбрионал фаза даври унаётган уруғ, дон, кўп йиллик ўсимликларнинг қишлоғчи куртак ва пиёзча туқималарида бўли олган хужайраларга мансуб. Бу туқима хужайраларининг физиологик ва биохимиявий жараёнлари жадал ўтиши учун қудай шароитлардан температура, намлик ва ҳаво етарли бўлиши зарур.

Ўсим нуктаси (конуси)даги хужайралар кариокинез — митоз йўли билан бўлиниб, уларнинг ҳисобига бўйига ўсади. Бу фазада хужайраларининг жадал бўлиниши мезоинновит, шимин ва биотин витаминларидан ташкил топган ўстирувчи гормон «биос» қатнашади. Хужайра ҳажми кичик бўлганлигидан мағиз йирик бўлиб кўринади. Еруғлик микроскопида

кузатилмайдиган хужайра органоидлари электрон микроскоп ёрдамида текширилганда, улар жуда кичик ва тўла ривожланмаган пухалари борлиги аниқланган.

Меристемада фотосинтез жараёни содир бўлмаганлигидан, бу туқима хужайраларига озиқ моддалар (аминокислоталар, ёғ кислоталари, органик кислоталар, шакарлар, витаминлар ва бошқа органик бирикмалар) барглардан етказиб турилади.

Бирламчи меристема хужайраларининг тўхтовсиз бўлиниб туришига қарамай, унинг ҳажми ўзгармайди. Масалан, ани тупроқ қатламларида ўсадиган илдиз учигаги меристема узунлиги 10 мм бўлса, очиқ ҳавода ўсувчи поянинг учки ўсиш нуқтаси 2—30 см дан ортади. Учки ўсиш нуқтасининг муайян ҳажмин саклаб қолиш сабаби, эмбрионал фазада пужудга келган хужайраларининг чўзилиш фазасига ўтиб туришиндир.

Чўзилиш фазасида хужайра узунасига чўзилиб, кўндалангига (энига) кенгаяди. Хужайрада цитоплазма миқдори кўпаяди, ёпинчоқлик хусусияти пасаяди. ДНК нинг синтезланиши жадаллашади, пластид, митохондрий ва бошқа органоидлар тикланади, вакуолачалар марказга тўплана бошлайди. Хужайранинг осмотик босими ва шимиш кучи пайдо бўлишидан суянинг хужайрага ўтиши тезлашади. Натижада хужайра ҳажми олдингига нисбатан 20—50 марта ортади. Бу фазада хужайранинг чўзилиши, кенгайишини ауксин деган ўстирувчи модда таъминлайди.

Хужайра пўстининг ўсишида эластик ва пластик чўзилиш ҳодисалари кузатилади. Осмотик босим таъсирида бири-бирдан узоқлашган целлюлоза молекулалари босим кучи камайиши билан олдинги ҳолатига қайтиб келса, эластик чўзилиш деб аталади. Целлюлоза молекулалари тараंगланиш чегарасигача бири-бирдан узоқлашиб, осмотик босим кучи пасайишига қарамай, олдинги ҳолатига қайтиб кела олмаса, пластик чўзилиш деб аталади. Молекулалар орасига целлюлозанинг янги молекулалари ўрнана бошласа, хужайра пўсти йўгонлашади.

Чўзилиш фазасини тугатган хужайралар дифференцияланиш фазасига ўтади. Бу фазада шира билан тўлган вакуола тўла тикланиб, хужайра марказини эгаллайди. Цитоплазма эса хужайра пўстига бориб тақалади.

Дифференцияланиш ва чўзилиш фазаларини ўтган хужайралар пўстига пектин, гемицеллюлоза, елим — камед, шилим-шиқ, лигнин ва суберин бирикмалари қўшилади. Натижада хужайра пўсти ёғочланади ёки пўкакланади.

Шакл ва ҳажм жиҳатдан бир хил бўлган хужайралар тўп-ламидан махсус функцияни бажарувчи туқималар пайдо бўлади. Масалан, илдиз, поя ва баргнинг ксилема, флоэма, ўтказувчи найлари ва ассимиляцияловчи туқима хужайралар йиғиндисидан ташкил топган.

Хужайра қайси фазада бўлишидан қатъи назар, ўсимлик танасининг ўсишини таъминлайди. Жумладан, эмбрионал фазада ўсимлик танаси фақат бўлишни йўли билан ҳосил бўлган хужайралар ҳисобига катталашади. Бунда ўсиш секин ўтади. Иккинчи фазада хужайра пустиининг 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 чизик асосида борганлигини кўрсатиб «ўсишнинг катта даври» деб атаган.

Ўсимликнинг ўсиш жадаллигини аниқлаш

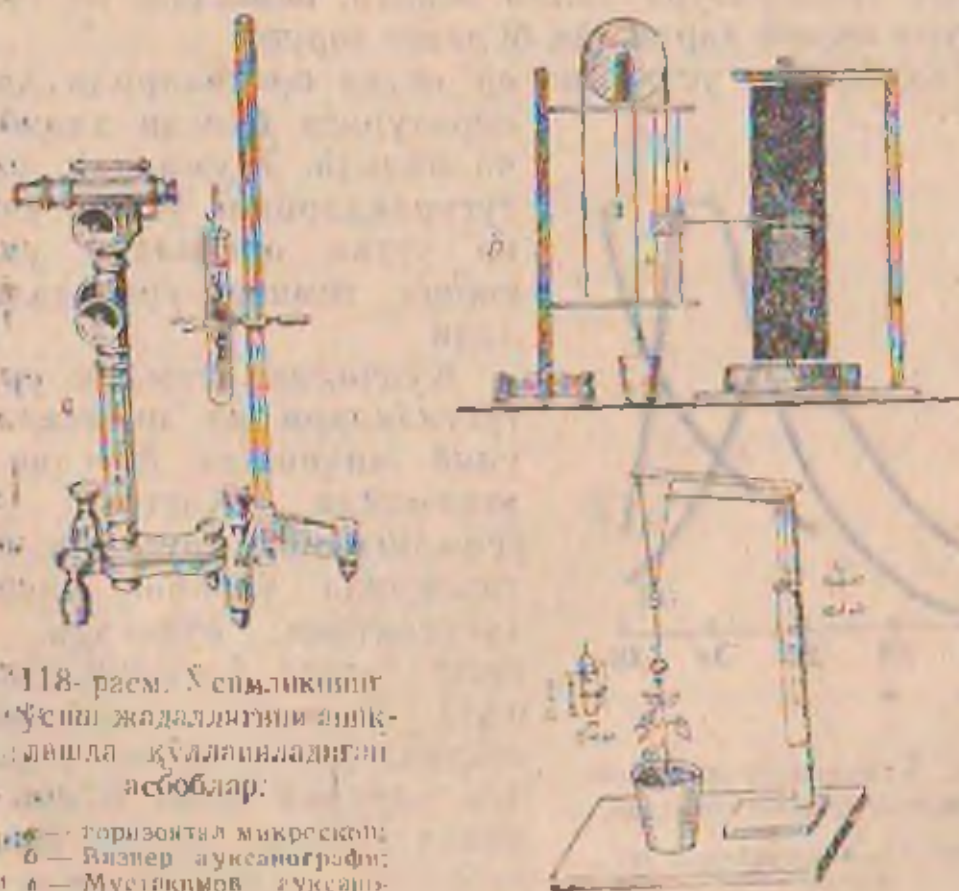
1. Ўсимликни ёки унинг айрим органларининг маълум вақт ичида қанчалик тез ўсганлиги миллиметрларга бўлинган чизгич ёрдамида ўлчанади.

2. Ўсимликнинг учки ўсиш нуқтаси (конуси) горизонтал ўрнатилган микроскопда аниқланади (118-расм, а). Бунинг учун ўсиш нуқтасига бир хил оралиқда 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 қороз 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 ауксаногрaфи;
в — Мюстислов 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 йўгонлигига 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, аксинча, шароит ноқулай келса, ўсимликнинг ўсиши сустлашади.

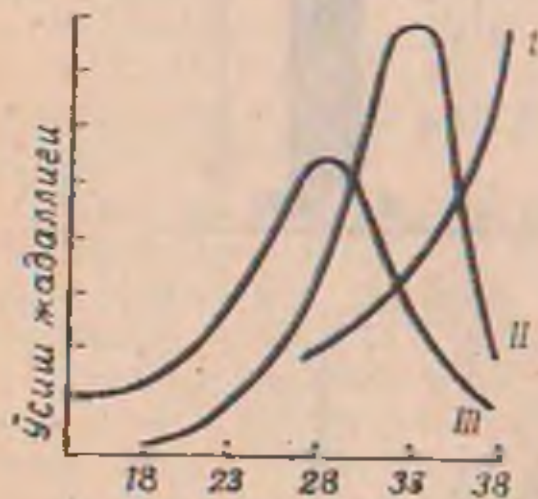
Ўсимликнинг турига ва яшаш шароитига қараб температуранинг минимум ва максимум нуқталари ҳар хил бўлади. Масалан, шимолӣ районларда ўсувчи ўсимликлар паст; жанубдагилари эса юқори температура билан таъминланганда, ўсиш жараёнлари ўз вақтида давом этади (119-расм).

Жадвал маълумотларига кўра маккажўхори, ғўза ва айниқса, бодринг каби иссиқсевар ўсимлик уруғларининг юқори температурада; буғдой, сулу ва арпа донларининг пастроқ температурада униб чиқиши, эволюция даврида мослашганлигини исботлайди.

Ўсимлик онтогенезининг турли фазаларида иссиқликка бўлган талаб бир хилда бўлмайди. Ўсув даври бошида ва охирида пастроқ температура талаб этилса, шунчалар 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.

Қўлчилар ўсимлик уруғлари, тугунаклари ва пиязчаларининг 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 — арпа.

моддалар синтез қилинади. Агар ўсимлик старли даражада озиқ моддалар билан таъминланган бўлса, ўсиш жараёнлари қоронғиликда тезлашади. Буни қуйидаги жадвал рақамларидан кузатилади.

**Уруғларнинг униб чиқишини таъминлаш учун
температуранинг координат 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, буғдой	0—5	25—31	31—37
Қўнғабўғдай	5—10	31—37	37—44
Мақкажўҳори	5—10	37—44	44—50
Қовок, руза, шўли	10—15	37—44	44—50
Қовун, бодрийг	15—18	31—37	44—50

85- ж а д в а л

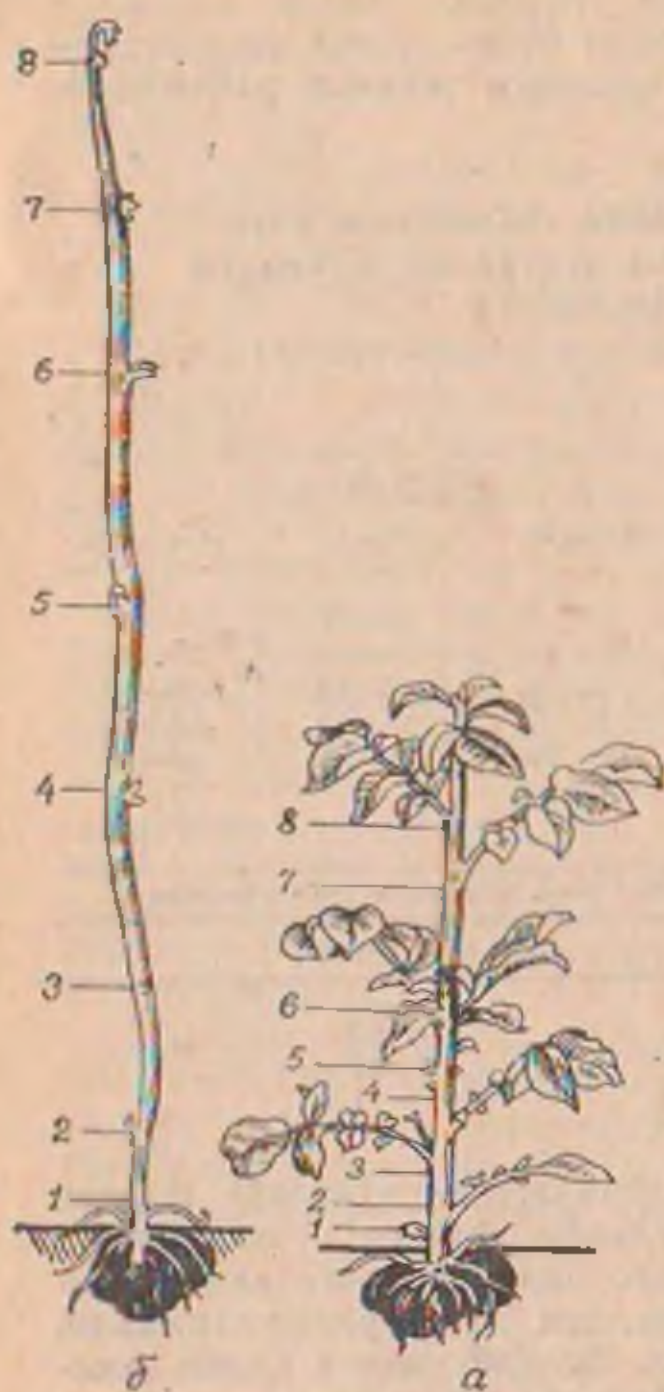
15 минут давомидида қўнғабўғдай ўсимлигининг ўсиш жадаллиги, (мм ҳисобида)

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 ўсимлиكنинг механикавий тўқималари яхши ривожланмайди, ўсимлик танаси ерга ётиб қолади. Бундай ҳодиса қалин экилган экинзорларда кузатилади. Табиий ёруғликда қисқа нурлар таъсирида ҳужайранинг чўзилиш фазаси ўз муддатида тўхтаб, дифференцияланиш фазаси бошланади. Табиий ёруғликда ўсимликларнинг механик тўқималари ва бошқа органлари нормал ривожланиб, табиий шакли тўла тикланади (120- расм).

Г. Клебенинг айтишича, эмбрионал фазадаги ҳужайраларнинг бўлиниши ультрабинафша нурлар таъсирида тезлашади. Қизил нурда ҳужайраларнинг чўзилиш фазаси узоқ давом этади, натижада ўсимлик бўйига ўсади.

Альп тоғларида ўсадиган ўсимликларнинг паст бўйли бўлиши ультрабинафша нурларнинг кўплигидандир. Бундан ташқари, тоғ шаронтида 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 — ёруелликда; б — қоронғиликда ўсган картошка ўсимлиги. Поя бўимлари (1—8) сонлар билан белгиланган.

ва ультрабинафша нурларининг кўп бўлишидан улар янги ўсмай, паст бўйли бўлиб қолган (121-расм).

Яшил ўсимликлар аэро организмлар бўлганлиги учун муҳитдаги кислород ҳисобини нафас олади.

Ер устки органлар учун ҳаво таркибидаги кислород миқдори етарли (21%). Ўсимликларга кислороднинг нақлдар зарур эканлигини илдишларининг ривожланишидан кўриш мумкин (122-расм). Кислороднинг кўп ёки оз талаб қилиниши ўсимлик турига ҳам боғлиқ. Буни қуйидаги жадвал маълумотларидан кўриш мумкин.

Уруғларнинг униши ва куртакларнинг ўсишида сувнинг аҳамияти жуда катта. Вегетация даврида сув етишмаса, ўсиш жараёнлари сустлашиб, бутуплай тўхтаб қолади. Хужайраларда чўзилиш фазаси қисқариб, дифференцияланиш фазаси тез бошланганлигидан ўсимликнинг бўйи паст бўлиб қолади.

Ўсимликнинг нормал ўсиши ва туқималарда физиологик ва биохимиявий жараёнларнинг ўз вақтида давом этиши учун тупроқ намлиги тўла нам сиеминининг 60—70% ини ташкил этиши зарурлиги қуйидаги жадвалда келтирилган.

86-жадвал

Ўсимликлар тури	Илдининг фаол ўсиши учун талаб қилинадиган кислород, %	Эслатма
Соя	6	Илдинларнинг нормал ўсишини таъминлайдиган кислород миқдори, ўрта ҳисобда 10—16% бўлиши керак
Арпа	8	
Помидор	16	



121- расм. Японияда «Бонсай» деб аталган пахана «митти» дарахтилар:

1 — 400 ёшли, баландлиги 55 см ли Глея арча; 2 — 300 ёшли, баландлиги 75 см ли туллаб турган Япония урғити; 3 — 400 ёшли, баландлиги 92 см ли оқ қаратай дарахти.



122- расм. Помидор илдизининг ўсиш жадаллигига кислороднинг таъсири.

87- жа д п а л

Тупроқ намлиги, %	Асосий ионданинг узунлиги			
	эманнинг		қаратайнинг	
	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. Гексахлораннинг гўза майсаси ўсишига таъсири:

А — контрол; Б — ГХЦГ — 40 кг/га; В — ГХЦГ — 80 кг/га.

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, гўза ўсимлигининг ўсишига ГХЦГ препаратининг таъсирини муаллиф (1956) текширган. Тажриба далиллари гўза майсаларини контрол майсаларга нисбатан секин ўсганлигини кўрсатди (123- расм).

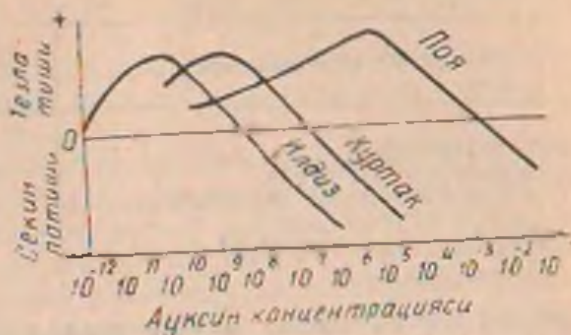
Ўсимликнинг ўсишини жадаллаштирувчи фитогормонлар

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 соладиган (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.

Үсимликларда ўсиш жараёнини жадаллаштиришда ауксинлар қатнашинини 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 олинганга эса ауксин «б» ($C_{18}H_{30}O_4$) деб ном берди. Ризопус (*Rhizopus*) замбуруғидан ажратиб олинган β — индолил-сирка кислотаси ($C_{10}H_9O_2N$) гетероауксин деб юритилади.



124-расм. Турли концентрациядаги ауксиннинг ўсимлик органларининг ўсиш ғ жадаллигига таъсири.

Гетероауксин тубан ўсимликлардан ташқари, барча юксак ўсимликлар тўқимасида мавжуд бўлиб, ауксинларга нисбатан бир неча марта кучлидир. Гетероауксин моддалар алмашинини жараёнида триптофан аминокислотаси ҳисобига синтезланади. Триптофандан дастлаб шиким кислота, ундан эса гетероауксин ҳосил бўлади. Шуни қизиқарлики, гетероауксин стимулятор бўлиб, ўсиш жараёнларини жадаллаштиради, шиким кислота, аксинча, ўсиш жараёнларига салбий таъсир этадиган ингибиторлар қаторига киради.

Ўсимликларнинг ўсишида ва, айниқса, ҳужайраларнинг бўлишида ўстирувчи гормон «биос» катта аҳамиятга эга. Биохимиявий анализлардан аниқландики, «биос» тпамин (B_1) мезонинозит ва биотин витаминларидан ташкил топган эканлиги айтиб ўтилди.

Ауксинлар меристема тўқималарида 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} (0,00000001—0,0000000001) моляр концентрация ораллиғидан ошмаслиги лозим (124-расм.).

Ауксиннинг моляр концентрацияси юқорида кўрсатилганлардан кўп 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
Ривожланивчи баргларда	2,2
Поя учида жойлашган иккинчи барг- ларда	1,5
Учинчи баргларда	0,5
Туртинчи баргларда	0,4

фаолияти ва нафас олиши жадаллашади, ҳужайрага суғиниш қабул қилиниши ва оқсилларнинг синтези тезлашади.

Гибберелла фуюкурои (*Gibberella fujikuroi*) замбуруғидан ажратиб олинган бирикма таъсирида Е. Куросава (1926) шоли ва маккажўхорининг ўсиши тезлашганлигини кузатган.



125-расм. Зигир ва тамаки ўсимликларининг ўсишига гибберелланнинг таъсири:

1 — 5 марта гиббереллан пуркалган ўсимликларнинг бўйи 5 м га етган; 2 — контрол (сув пуркалган) ўсимликларнинг бўйи 2,5 м дан ошмаган; 3 — 6 марта гиббереллан пуркалган мажонт навли тамбақининг бўйи 2,5 м; 4 — контрол ўсимлик бўйи 1 м бўлган.

Қейинчалик 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 баргларда синтезланиб, юқоридан пастга, пастдан юқorigа ҳаракатланиши ва кучли концентрацияда заҳарсиз бўлиши билан ауксинлардан фарқ қилади. Гиббереллинлар таъсирида уруғ, куртак ва картошка тугунаклари тиним ҳолатидан уйғонади. Каноп, эфир, тамаки ва бошқа паст буйли ўсимликларнинг ўсиши жадаллашади (125, 126-расмлар).

Гиббереллинлар таъсирида узун кун ўсимликларининг қисқа кунда гуллаши ҳам тезлашади. Гиббереллин ноциклик фотофосфорланиш циклининг ўтишини тезлаштиради. Бу модда мевалон кислотани ўзгариши натижасида ҳосил бўлади.

Абсцис 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 энд бирикмалар синтезланиши имконияти мавжудлигини ҳам кўрсатади.

ДНК молекулаларининг тарқалишида ажралган адеинин асоси ҳисобига, цитокинин деган актив бирикма ҳосил бўлиб, у ўсимлик ҳужайраларининг 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 меватуккидан сўнг гиббереллин пуркалган қора кишмиш узуми; 2 — контрол узум шимтилари

ган маҳсулотлар ёш баргларга қараб ҳаракатланади.

Зеатин деган цитокинин маккажўхори донидан ажратиб олинган (Д. С. Летам, 1964). У илдизларда ҳосил бўлиб, барг ва пояларга қараб ҳаракатланади. Цитокинин иштирокида меристема ҳужайраларида дифференцияланиш фаазасининг 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 ургочи 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.

Хлорхолинхлорид (ССС ёки Тур деб аталган) ретарданти ўсимликлар ўсишига салбий таъсир қилишига қарамай, уларнинг иссиқликка, қурғоқчиликка, баъзи касалликларга ҳамда наст температурага чидамлилигини оширади.

Хлорхолинхлорид эритмаси пуркалган ғалла экинларида поясининг қисқариши ва йўғонлашишида ерга ётиб қолиш ҳодисалари кузатилмади. Республикамизда синтезланган этрель (2-хлор этил фосфат кислота) деб аталган ретордант ғалла экинларида қўлланилади. Унинг таъсирида поя йўғонлашади, ўсимлиكنинг бўйи эса 2—5 см га қисқароқ бўлиб ўсади.

Боғдорчиликда олма навларининг ўсишини тўхтатадиган Алар ретордантини ишлатганда ўсимлиكنинг мева ҳосил қилиш даври қисқаради.

Шундай бирикмаларга ингибиторлар ҳам киради. Улар ўзларининг химиявий структурасига кўра ўстирувчи гормонларга ўхшаса ҳам, ўсимликларнинг ўсишига салбий таъсир этади. Ўсимлиكنинг тиним даврида сақланиши ингибиторларга боғлиқ. Ўсимлиكنинг ўсиш жараёнларини тезлаштириш мақсадида сунъий тайёрланган химиявий стимуляторлар ишлатилади. Стимуляторлардан фенолгетероауксин, β — индолил — γ — мой кислотанинг гетероауксинга нисбатан бир неча марта актив эканлиги аниқланди.

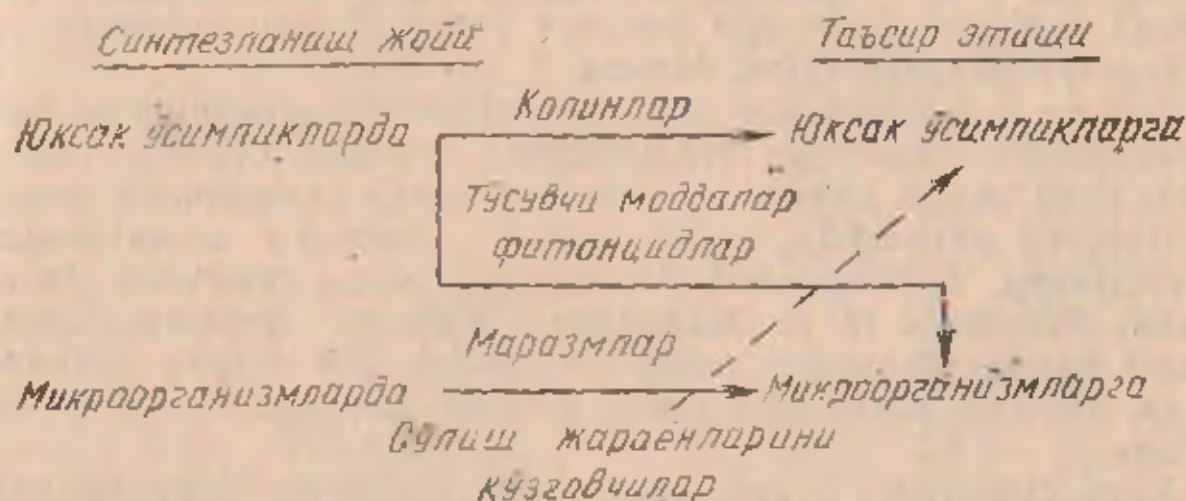
Аллелопатия ҳодисаси

Фитоценоз ва экосистемадаги ўсимликлар бир-бирнга таъсир кўрсатиб ривожланишига аллелопатия дейилади. Аллелопатия грекча «аллелос» — ўзаро ва «патес» (pates) таъсир

кўрсатиш сузларидан иборат терминини 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, ammo 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 деб аталган моддалар — коллинлар 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 (колини — 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 тупланади ва юксак ўсимликларнинг ил-
дизларига таъсир кўрсатади.

Ўсимликлар ўртасида содир бўладиган муносабатни тўла
ва ҳар тарафлама ўрганиш 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 бонқалар таъ-
сирида ўсимликлар тиним даврига ўтади. Тиним ҳодисаси куз
ва қиш фаслларида 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
бўлади.

Ўрта Осиё ва Сахара чўлларида ўсадиган ўсимликларда
куз ва қишдан ташқари ёз ойларида ҳам тиним ҳолатига ўт-
ганликлари кузатилган, шунингдек чўлларда ҳаёт кечиришга
мослашган ўсимликлар иқлимнинг иссиқ ва ҳавошнинг қуруқ
бўлишидан баргларини ва, ҳатто, новдаларини тўкиб, ёзги тиним
даврига 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 бўлади. РНК ва аминокис-
лоталар миқдори камаяди (В. Г. Конорев, Н. А. Сатарова).
Органик тиним даври картошка ва дарахт куртакларида ку-
затилади. Эндигина баргларини тўккан дарахт куртакларига
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, куртак ва тугунакларда ўсиш жараёнлари бош-



127-расм. Ўсимликларни тиним давридан уйғотиш усуллари:

а — эфир таъсирида (марваридгулнинг гуллани); б — ялиқ (35° С) сув таъсирида (сирень) ва в — ўрмон енготишнинг гуллаши.

ланганлиги кузатилади. Органик тиним даврида ўсимликда ўсиш жараёнларини давом эттириш учун замин тайёрланади. Ўсимликларни 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, липонд қавати қалинлашади, натижада цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусияти пасаяди, ошловчи моддалар миқдори купаяди ва плазмадесма ипчалари

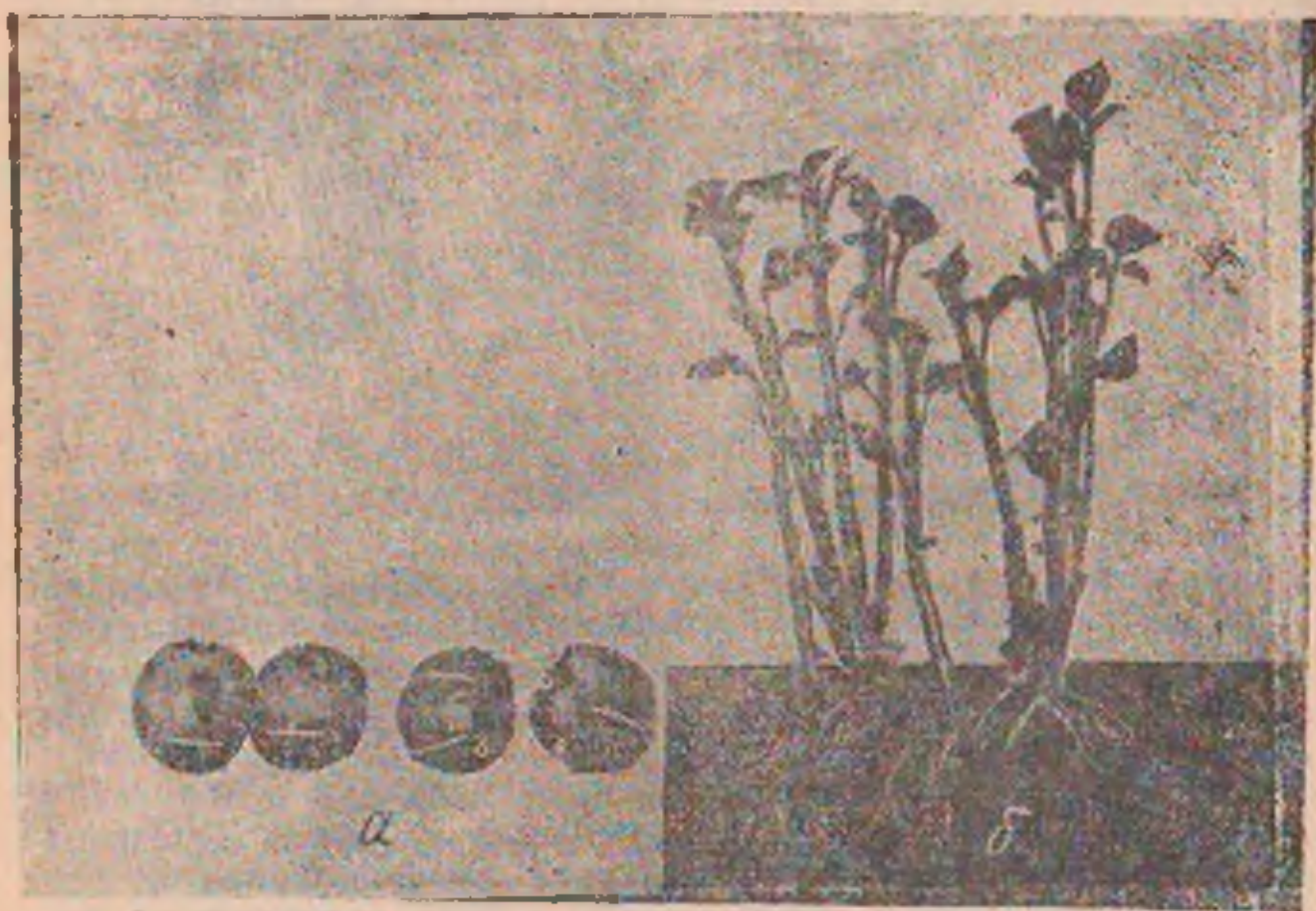
хужайра ичига тортилади. Оқибатда хужайралараро алоқа узилади. Ҳар қайси хужайра ўз мустақиллигини эгаллайди.

Чуқур тиним давридан «уйғотиш» мақсадида бир қанчи усуллар ишлаб чиқилган ва улардан зарур пайтларда келг фойдаланилади.

Эфирлан усули. Сирень, ландиш ёки бошқа бирор ўсимликдан кесилган новдаларни эфир аралаштирилган (ҳар 10 л ҳаво учун 5 мл эфир) ҳавода 48 соат $17-19^{\circ}\text{C}$ да сақланади, сўнгра уларни газ аралашмасидан олиб, сувли идишга солиб қўйилади. Бир неча ҳафта ўтгач новдаларнинг ривожланганлиги эфир таъсирида ўсиш жараёнлари бошланганлигини курсади (127-расм).

«Иссиқ ванна»лар усули. Буида кесилган дарахт новдалари $30-35^{\circ}\text{C}$ ли сувда 10—12 соат сақланади. Нормал шароитда 2—3 ҳафта ўтгач новда куртакларида барг ва гуллар пайдо бўлади.

Органик ва анорганик моддалар таъсирида ўсимликларни чуқур тиним давридан «уйғотиш» мумкин. Масалан, жука (*Tilia 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 ($\text{ClCH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$) бирикмаси таъсир этиб, «уйғотиш» мумкин (128-расм).



128-расм. Этиленхлоргидрин таъсирида картошка тугунақларининг тиним давридан «уйғотиш»:

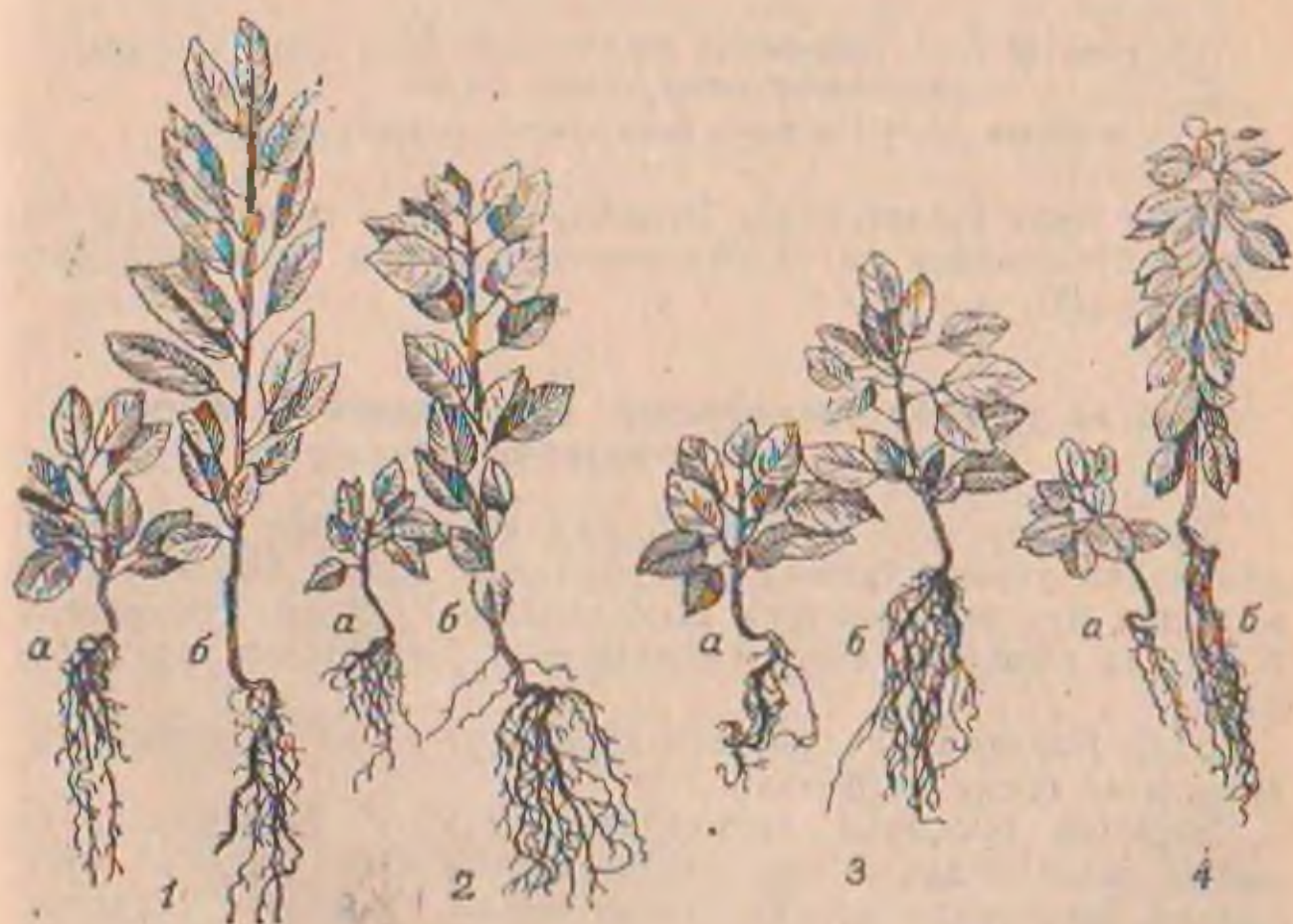
а — контрол; б — этиленхлоргидрин таъсир этилган картошка.

Айрим ўсимлик уруғи тўла етилиши учун паст температура ёки ёруғлик таъсир эттириб, 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 $+5^{\circ}\text{C}$ 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 шаронт 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 шаронт яратилса, уларда ўсиш жараёнлари бошланади.

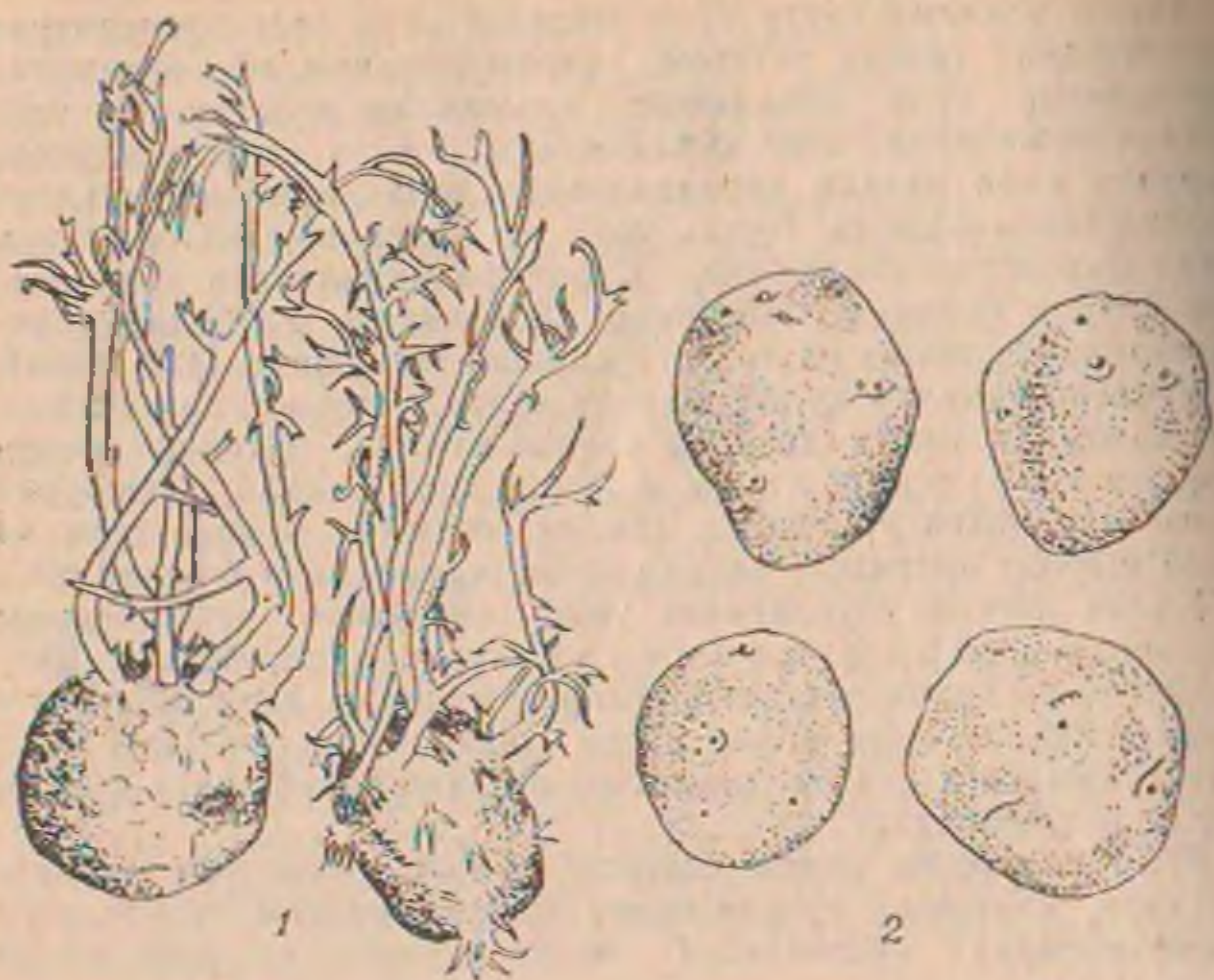
Қалин пўстли уруғларнинг униб чиқишини тезлаштириш мақсадида скарификациялаш усули қўлланилади. Бунда қаттиқ ва қалин пўстли уруғлар қумланади. Уруғ пўсти қум билан ишқаланганда унинг пўсти шикастланади. Натижада уруғ тўқимасига сув ва ҳаво кириши яхшиланиб, уруғ бўкади ва униши тезлашади.

Ўсимликларнинг тиним даврини узокқа чўзиш ҳам мумкин. Масалан, картошка туғунагининг тиним даврини чўзиш учун α -нафтилсирка кислотанинг метил эфири ва радиоактив



129-расм. Стратификация қилинган ва стратификация қилинмаган уруғлардан ўсиб чиққан мева инҳолларининг ривожланиши:

1, 2, 3 — олма; 4 — нок инҳоллари; а — стратификация қилинмаган, б — стратификация қилинган уруғлардан ўсиб чиққан инҳоллар.



130- расм. М-1-а — нафтилсирка кислотасининг метил эфери таъсирида картошкани тишим даврида сақлаш:

1 — контрол; 2 — М-1 препараты 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 етилтириш усуллари

Ўсимликлар гул чангланиб, тухум хужайраси уруғлангандан кейин унинг тўқималарида бўлажак илдиз, биринчи барг ва ўсиш нуқтаси (конуси) шаклланади. Уруғлар тўқимасида булардан ташқари, катта биохимиявий ўзгаришлар содир бўлади.

В. В. Ракитин маълумотига кўра, уруғ ва меваларнинг етилиши икки босқичда боради.

Биринчи босқичда перикарпда ва уруғ хужайраларида синтез жараёнлари жадаллашади, цитоплазма миқдори орта боради. Баргларда ҳосил бўлган оддий органик моддалар (шакарлар, аминокислоталар ва бошқалар) ҳисобига уруғ ва перикарп хужайраларида крахмал, органик кислоталар, ёғ ва оқсиллар тўпланади. Бу босқич мева пўстида ва уруғларда бир хил кечади.

Иккинчи босқичда уруғ тўқимасининг хужайралари сувсизланади, яъни уруғ етила бориши билан таркибидаги сув миқдори камая боради. Буни қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин (Новацкий, 1870).

89-жадвал

Бугдой донининг етилиш фазалари	100 донасининг			
	умумий масса си	таркибидаги қуруқ модда миқдори	сувининг массаси	%
Сут пишқиликнинг бошланишида	5,89	2,86	3,03	51
Сут пишқиликнинг охирида	7,23	3,58	3,65	50
Мум пишқилик даврида	5,65	4,19	1,46	25
Тулиқ етилиш даврида	4,59	4,22	0,37	8,06

Уруғлар тўқимасидаги сув миқдори камая бориши билан бирга оддий органик моддалардан крахмал, ёғ ва заҳира оқсиллар синтезланади. Крахмалли уруғларда моносхаридлар ҳисобига крахмал, ёғли уруғларда ёғлар туланади.

Углеводлар ҳисобига ёғлар синтезланишини Ленкери-дю-Саблон жадвалидан кўриш мумкин.

90-жадвал

Текшириш вақти	Уруғ ёнғоғи 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 натижасида органик моддалар катта ўзгаришларга учрайди. Пектин, оқсиллар, крахмал ва бошқа мураккаб органик моддаларнинг парчаланишидан шакарлар, аминокислоталар, органик кислоталар, 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 синтезданади.

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 (коэффициент)
11.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 таркибдаги шакар миқдорининг ортиб боришини куйидаги жадвалдан кўриш мумкин

92-жадвал

Мевалар	Меваининг ҳул массасига нисбатан шакар миқдори, %				
	еш 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 усимлик 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 суийий етилтириш 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, ҳужайраларга 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, уруғ ўз-ўзидан унмай, тиним даврида бўлади. Бунинг сабаблари



131- расм.

а — тилиш давриги ўтказмасдан тарвуз ичидаги уруғларнинг униши; б — пияз уруғининг униши (Г.Д. Мустақимов, 1953, 1972).

хозиргача тўла 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 бўлиб, муртаксия (эмбрионсиз) қолади. Бундай мевалар партенокарпик мевалар деб аталади. Масалан, кишмиш нав узум, ток, қовоқ, мандарин, бодрийг, 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 лишади. 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 йўлларда, 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 днурон (1,2—1,6 га/кг) гўза даласидаги фақат бир паллали ўтларга таъсир этиб, уларни нобуд қилса, кўпроқ берилганда даладаги ҳамма ўсимликларни, шу жумладан, гўзани ҳам нобуд қилади.

Ўсимликларга таъсир



132- расм.

б — контрол; а — 2, 4 — дихлорфенолсирка кислота (гербицид) таъсирида уч кундан сўнг икки паллали ўсимликларнинг нобуд бўлиши: 1 — олабўта; 2 — бугдой; 3 — буғдўка; 4 — картол.

этиш формасига кўра контакт ва системли гербицидларга бўлинади. Ўсимлик тўқималарига бевосита ёпишган ҳолда таъсир қилса, контакт гербицидлар дейилади. Масалан, ДНОК пентахлорфенолятнатрий кабилар.

Ўсимликнинг ўтказувчи найлари орқали ҳаракатланиб, таъсир қиладиганлари системали гербицидлар деб аталади. Улар таъсир этса, барг ва поя табиий ҳолатини йўқотиб, мўртлашади. Ўсимликнинг усини сустлашади, барглари сарғаяди, ўсимлик уруғ ҳосил қилиш хусусиятини йўқотади (132- расм).

Гербицидлар ўсимликка барг ёки пдиз 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 — мағний хлорат билан пуркалган гўза;
б — пуркалмаган гўза.

б) хлорофилл жадаллигини сустлаштирувчи гербицидлар;

в) оксил ва углеводларни синтезлашда қатнашадиган ферментлар жадаллигини сустлаштирувчи гербицидлар.

Дефолиантлар ва десинкиантлар олма, олча, пок, ўрик, ток ва бошқа ўсимлик барглари тўкишда ишлатилса, бизнинг шароитда гўза баргини тўкиш учун қўлланилади.

Дефолиантлар таъсирида ўсимлик баргида хлорофилл миқдори камаяди, фотосинтез жараёни сустлашади, ўсимлик тўқи-

маларида сув камаяди, оқсил ва бошқа турли мураккаб бирик-маларнинг парчаланишидан ҳосил бўлган моддалар ҳисобига барг бандида ажратувчи қават пайдо бўлиб, барг тўкилади (133-расм).

Дефолиантлар барг тўқимасига ўтгандан кейин, баргнинг тўкилишини, кўсакларнинг етилишини тезлаштиради. Ғўзада 1—3 та кўсак очилгандан кейин дефолиантларин қўллаш таъсия 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 кўсаклари тез очилади. Кўсаклар 60—70% очилгандан кейингина ғузаларга десикант препаратлар пуркалади.

Ўсимликларда учрайдиган коррелятив ҳодисалар

Ўсимликнинг ўсиш жараёнлари ичида коррелятив ҳодисалар диққатга сазовордир. Ўсимлик муайян шаклни 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 жа-

раёнлари нормал ўтади. Агар бирорта орган ўз функциясини тўла ва ўз вақтида ижро этмаса ёки бирор сабабга кўра ишдан чиқиб қолса, қолган органлар иши ҳам бузилади. Бирламчи меристема тўқимаси шикастланганда ўсимлик танаси ўзининг муайян шаклини йўқотади. Масалан, кунгабоқар ўсимлиги вегетация охирида биттагина катта саватча етиштириб ҳосилга киради. Гуллашдан олдин кунгабоқарнинг поя учи кесиб олинса, барг қўлтиқларида жойлашган кўртаклардан шохчалар чиқиб, ҳар қайси шохчада кичик саватчалар ҳосил бўлади (134-расм).

Бирламчи меристема шикастланганда ўсимликда шохланишнинг сабаблари ҳали тўла аниқланмаган.



134-раом. Корреляция ҳодисасининг кунгабоқарда кузатилиши:

А—учи ўсиш меристемаси шикастланмаган;
Б—учи ўсиш меристемаси кесиб олинган
ўсимликнинг тармоқланиб ўсиши.

Айрим олимлар фикрича, бирламчи меристемада ҳосил бўлган ауксин пастроқ жойлашган куртакларда кўпроқ тулланиб, 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 учидagi куртакка оқиб бориши туфайли кунгабоқар новдасида биттагина саватча етилади. Тиним давридаги куртакларда озиқ моддалар етарли бўлмаганлигидан, уларда чуқур тиним даври сақланади.

Помидор, қаламшир кўчатларининг илдиз учлари қирқилади. Бу усулга икировка 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, злҳира оқсил, фосфолипид ва аскорбин кислота миқдори кечпишар С-1622 навига нисбатан анча кўп бўлади.

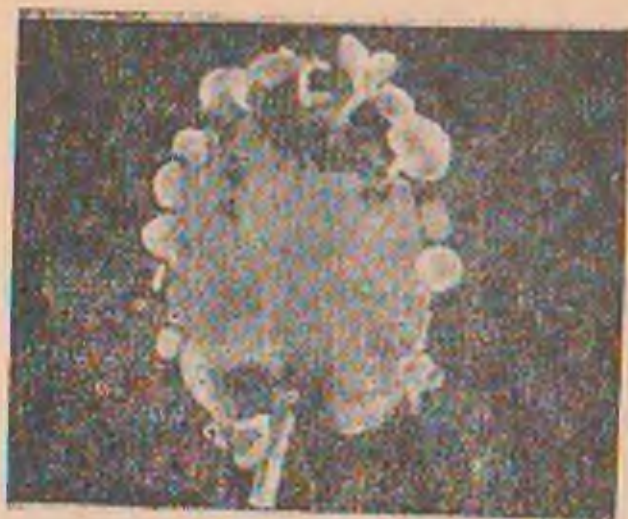
Яхши навларни яратишда И. В. Мичурин ҳам коррелятив ҳодисалардан кенг фойдаланган. Унинг айтишича, ўсимликнинг морфологик белгилари билан сифат белгилари зич муносабатда бўлади. Жумладан, дурагайлардан яхшилариини ажратиб олишда баргининг рангига ва ҳажмига эътибор бериш зарур. Палла баргининг ранги бўлажак меванинг рангини белгилайди. Поянинг қорамтир бўлиши навнинг кечпишарлигини кўрсатади. Тез шохланадиган ва бўғим оралиқлари қисқа бўлган олманиҳоллари шу навнинг тезпишарлигини кўрсатади (Н. П. Кренке).

Ўсимликларни вегетатив органларидан кўпайтириш.

Қаламчалардаги кутблилиқ. 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, бўғимли кактус ва зарпечак кабилар танадан ажратилган жула кичик бўлакчадан, лишайниклар бир парча тўқимадан



135- расм. Тириктуғар бриофиллум баргида ёш ниҳолларнинг ўсиб,
тикланиши:

а — фото ва б — қўлда чизилган расм.

ёки с о р е д и й деб аталган махсус бўлакчалардан ҳам кўпайиб, янги ўсимлик танасини тиклаб олади.

Жигар мохлари махсус «ўсувчи куртак» (таллидия)лар во-ситасида вегетатив кўпаяди. Кулай шароитга тушган «ўсувчи куртак»дан янги ўсимлик (жигар мохи) тўла тикланади. Брио-филлум ва бошқа тириктуғар 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, ве-гетатив кўпайтириш усуллари қишлоқ хўжалигида кенг қўлла-нилади.

Ўсимликларни вегетатив органлардан кўпайтириш учун ўсимликдан кесиб олинган бўлакчага қаламча дейилади. Қаламча сифатида поя, илдиз ёки барг бўлакчалари ишлати-лади.

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). Нов-даларнинг бирини морфологик паст томонини пастга, учки то-монини юқорига қаратиб, иккинчисини тескари, яъни пастки томонини юқорига қаратиб қўйилади. Новдалар пам ерда 5—6 ҳафта сақланади. Тажриба, новдаларнинг тўғри ва тескари осиб қолдирилишидан қатъи назар, учки томонида барг ва новдалар, пастки томонида илдиз ҳосил бўлганлиги кузатила-ди (136- расм).

Шуни эътиборга олиб, ерга ўтқазиладиган қаламчаларни ҳамма вақт пастки томонини тупроққа жойлаштириб, учки то-монини ер устида қолдириш зарур.

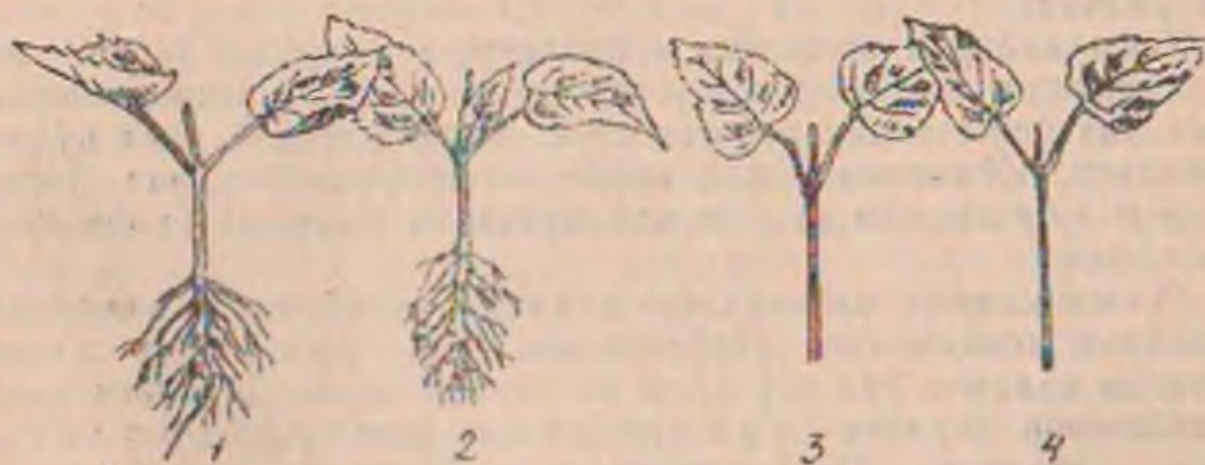
Вегетатив органлар орқали купайтиришда 20—60 см узунликдаги бир-икки йиллик баргли ва баргсиз қаламчалардан фойдаланилади. Ёзги яшил қаламчалар кесиб олиниши биланоқ қумга, торф ёки гўнг аралаштирилган юмшоқ тупроққа қия қилиб ўрнатиб кукартирилади. Кузда кесиб олинган қаламчалар эса нам қумда сақланиб, эрта баҳорда ерга ўтқазилади. Олхўри, олча, дулана ва бошқа ўсимликларнинг ёш илдизлари, ток, тол ва атиргул каби купгина ўсимликларнинг пояларидан қаламча сифатида фойдаланилади.

Баъзи ўсимликларнинг (тол, терак) қаламчалари ерга ўтқазини билан тезда илдиз отиб, кукариб кетади. Аиниқса, иннабаргли ўсимликлар қаламчасининг илдиз отиши учун куп вақт талаб қилинади. Шунинг учун бундай қаламчаларнинг илдиз отишини тезлатиш мақсадида турли-туман ўстирувчи моддалар — стимуляторлар (α



136-расм. Ўсимлик қаламчалари қутб-лилигини курсатиш:

1 — қаламчанинг ўчки томони юқората қаратиб қўйилган; 2 — қаламчанинг ўчки томони пастга қаратиб қўйилган.



137-расм. Шивил (учқат) *Lonicera latifolia* 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 чивнигул қаламчалари.

нафтилсирка кислота, в-индолил, γ-мой кислоталари, 2—4-дихлорфенолсирка кислота) қўлланилади. Масалан, 100 мг/л в-индолил мой кислота эритмасида 3—6 соат сақланган қаламчалар ерга ўтқазилганда тез илдиз отади (137, 138-расмлар).

Қўчатларни 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 кўмилган ўсимликлар стимуляторлар кўшилган сув билан суғорилади.

Ўсимликларни вегетатив кўпайтиришда пархини усули кенг қўлланилади. Бунинг учун ўсимликнинг бирор узунроқ новдасини она ўсимликдан ажратмасдан, илдиз отгунча ерга кўмиб қўйилади. Кўмилган новда илдиз отгандан кейин она ўсимликдан ажратилади ва у новда мустақил равишда ривожлана бошлайди.

Ўсимликларни пайвандлаш усулида кўпайтириш қадимдан қўлланиб келимоқда. Пайвандлаш деб, ўсимликдан кесиб олинган қаламча ёки куртакни иккинчи ўсимлик тапасига улаб кўпайтириш усулига пайвандлаш ёки трансплантация дейилади. Пайвандланадиган ўсимлик — пайвандтаг, пайванд учун ишлатиладигани пайвандуст дейилади. Қўпаяча, пайвандлашнинг қуйидаги усуллари кенг қўлланилади:

а) куртак пайванд (окулировка). Бунда пайвандтаг пўсти

«Т» ҳарфи шаклида кесилиб, ёғоч қисмигача бир оз очилади ва пайвандланадиган ўсимликнинг юлқа қилиб кесиб олинган куртаги жойлаштирилади;

б) искана пайванд. Бунда пайвандтаг танаси бутунлай кесилади, тўнкаси 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 флоэма 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 моддаларини, сув ва бошқа бирикмаларини етказиб беради. Пайвандуст эса ўз навбатида баргларида 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 туқимасида ўзаро боғлиқ ҳолда ўтади.

Пайвандлаш усули қадимдан қўлланиб келинган бўлишига қарамай, пайвандуст билан пайвандтаг ўртасидаги муносабат ҳали тўла аниқлашмаган. Пайвандтаг таъсирида ўзининг ирсий белгиларини сақлаб қолган пайвандустнинг мустақил ривожланганлигини қуйидаги мисоллардан аниқлаш мумкин.

Қўлгина боғбонлар бир дарахтга бир неча навни пайванд қилиб, ҳар хил сифатли меваларни парвариш қилмоқдалар. Масалан, Молдавия республикаси «Родица» колхозининг боғбони И. И. Мани битта олма дарахтига 42 хил навни, шафтоли, нок ва олхўри дарахтларининг ҳар қайсисига 10--12 хил навлардан пайванд қилиб, сифати узгармаган мевалар олишга эришган.

Топинамбур поясига кунгабоқар қаламчаси пайвандланганда, топинамбур тугунагида шу ўсимликка хос инулин, пайвандуст — кунгабоқарда крахмал тупланган.

Йирик биолог олимлар фикрича, пайвандтаг билан пайвандуст зич муносабатда бўлиб, улар бир-бирига кучли таъсир кўрсатади. Жумладан, тамаки ўсимлигига картошка қаламчаси

пайвандланса, тамаки ўсимлигининг илдизда ҳосил бўлган баъзи бир алкалоидлар картошка қаламчаси тўқимасида тулланади.

Пайвандланадиган ўсимликлар ўртасидаги мавжуд муносабат сабабларини И. В. Мичурин қуйидагича тушунилади.

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 чатиштирилганда 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 иссиқ иқлимли шароитда ўсадиган Кандиль синап билан совуққа чидамли Китайка навини чатиштириб, Кандиль-Китайка олма навини яратди. Бир неча йилдан кейин Кандиль-Китайканинг совуққа чидамлилиги пасайди. Унинг совуққа чидамлилигини ошириш мақсадида Кандиль-Китайка куртагини Китайкага пайвандлагандан кейин унинг совуққа чидамлилик хусусияти тикланган. Совуққа чидамли Кандиль-Китайка навини яратишда дурагайни тарбиялашда қатнашган Китайкани ментор деб атайди.

П. Н. Яковлев Уссурияда ўсадиган нок билан жанубдаги Рояль нок навини чатиштириб, 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 таъсирини кучайтириш мақсадида пайвандуст ёки пайвантдаг барглари камайтиради.

Кўриб ўтилган ишларга назар ташланса, Кандиль-Китайка олма навини совуққа чидамли қилишда тарбияловчи (ментор) вазифасини пайвантдаг, Бере зимняя Мичурина навини етиштиришда пайвандуст лимон — менторлик вазифасини ўтаганлиги аниқланади.

Яковлевнинг ишлари, ўсимликлар қандай оилага мансуб бўлишига қарамай, пайвандлаш имкониятига эга эканлигини кўрсатди.

Систематика жиҳатидан бир-биридан узоқда турган ўсимликларни чатиштириб, дурагай ҳосил қилиш учун аралаш чапг ёки вегетатив яқинлаштириш усулларини ҳам И. В. Мичурин ишлаб чиққан.

Бир хужайрадан ёки каллусдан ўсимликларнинг тикланиши

Ҳар қандай хужайра таркибда шу организмга хос ирсий белгилар сақланади. Бошқача айтганда, тенг даражада ўзининг потенциал имкониятига (тотипотентлик) хусусиятига кура ягона хужайрадан бутун бир организм тикланиши мумкинлиги аниқланди. Лекин шундай хусусият ҳамма хужайраларда ҳам учравермайди. Чунки баъзи бир хужайраларда айтилган имкониятга зарба берадиган (репрессив) генлар сақланганлигидан улар хужайранинг ривожланишига салбий таъсир этади. Шуларни ҳисобга олиб, организмдаги хужайралар 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 хужайрадан ёки каллус (органик моддалар тўплами) дан ажратиб олинган бўлакчадан бутун бир ўсимлик нусхасини тиклаб олиш мумкин. Бу усулга ажратилган тўқима, яъни бутун ўсимлиكنи тиклаш культураси дейилади.

Бу масада 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 озик муҳитидан фойдаланганлар. Шу аралашмага маълум миқдорда желатина қушиб, пробиркалардаги қаттиқ ҳолатга келтирилган озик муҳитига бир бўлак помидор илдизидан жойлаштирилганлар. Озик 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 — хужайралар нўстидан чиқарилган цитоплазма; 2 — цитоплазмаларнинг қувишишдан ҳосил бўлган дурагай; 3 — дурагайнинг ривожланиши ҳисобига ҳосил бўлган (каллус) органик моддалар тўплами.

тўқималаридан олинган бир бўлакчадан гуллаб, уруғ туккан бутун бир ўсимликни яратган.

Ҳозирги вақтда шу усул ёрдамида селекционерлар янги тур дурагайларини яратишда кенг фойдаланмоқдалар. Бунинг учун бир-бирига чатиштириб қўйиладиган хужайралардан, 139-расмдагидек, цитоплазма чиқазиб олинади. Сўнгра цитоплазмалар бир-бири билан муносабатга киришгач, дурагай пайдо бўлади. Қулай шароитда қолдирилган дурагай массаси кундан-кунга ортиб бориши ҳисобига каллус (органик моддалар тўплами) 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 кўра 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.

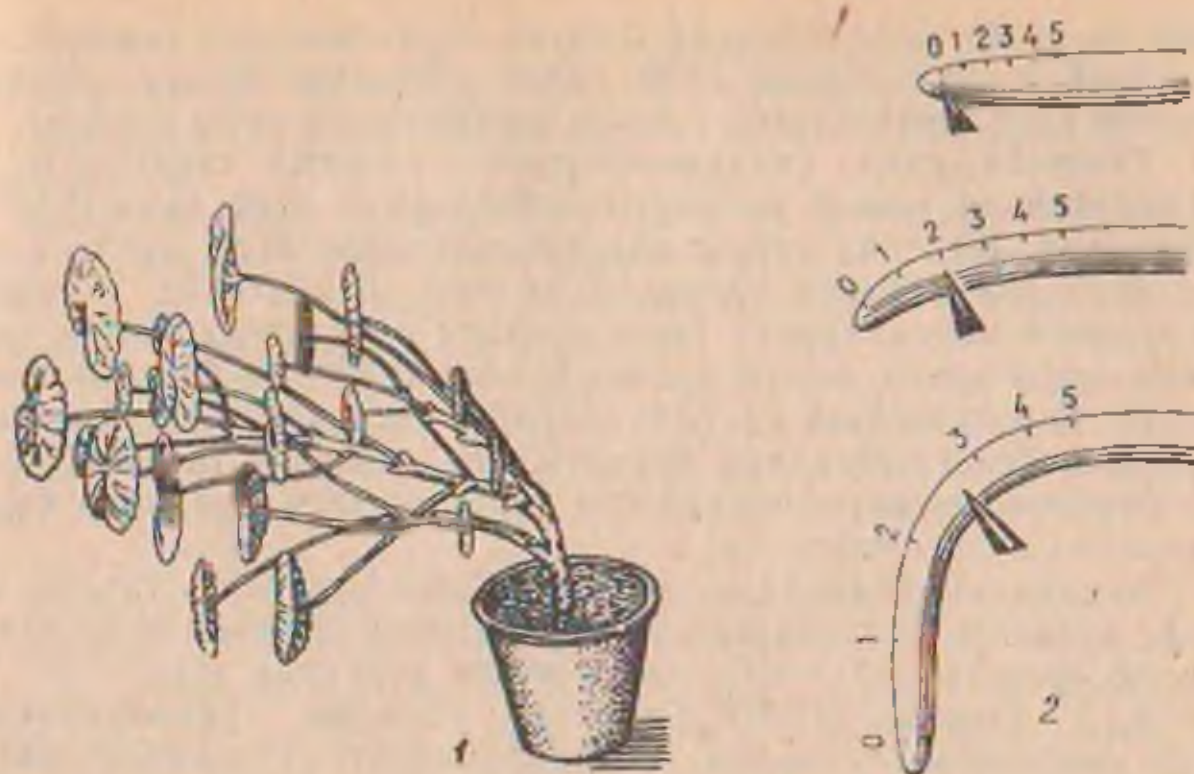
Ўсимликларда ҳаракатланиш жараёнлари

Ўсимликлар махсус орган (хивчин)лар ёрдамида хужайра (тўқима) ларнинг ўсиши ҳисобига ва тургор ҳодисасига асосан ҳаракатланади. Хивчинлар ёрдамида бактериялар, бир хужайралли 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 хужайраларнинг 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) Ўсимлиكنинг 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 Ҷомиллар | 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 тўсмайдиган 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 инсбатан мозаик ўрнаниши.

вин ва унинг ўгли Френсис Дарвин экспериментал тажрибани ўтказиб, натижаларини 1880 йилда «Усимликларнинг ҳаракатланиш қобилияти ҳақида» деган китобларида нашр этдилар.

Тажриба учун галладошлардан — *phalaris capatensis* (калареечная трава) ўсимлиги майсаларини олиб, икки гуруҳга бўлинади. Биринчи гуруҳдаги майсаларнинг ўсиш нуқтаси қора қоғоздан ясалган қаллоқча билан беркитилиб, иккинчи гуруҳдаги майсаларнинг ўсиш нуқтаси очиқ қолдирилади, улар қора қоғоз билан ураб қўйилади. Уларга бир вақтининг ўзида бир томондан ёруғлик бериб таъсир этилади. Тажриба охирида ўсиш нуқталари беркитилган майсалар тик ўсиб, улар беркитилмаган майсаларнинг ўсиш нуқтаси ёруғликка қарай эгилгани кузатилади.

Бундан аниқланадiki, ёруғлик ўсиш нуқтасига таъсир қилиб, чўзилиш фазасидаги хужайраларнинг ўсишини жадаллаштириб, фототропик эгилишни вужудга келтирар экан.

А. Г. Генкель (1904) фикрича, ўсимлик тўқималарининг бир томонлама ҳаракати цитоплазманинг тақсимланишидан вужудга келади. Бошқача айтганда ёруғлик тушган хужайралардаги цитоплазма соя томондаги хужайраларга ўтиб, уларнинг ўсишини жадаллаштиради, натижада ўсимлик эгилади.

Н. Г. Холоднийнинг (1926) ва Ф. В. Вент (1927) назарияларига асосан, фототропик эгилиш ўсиш нуқтасидаги ўстирувчи гормон — ауксин миқдорига боғлиқ. Ёруғлик таъсирида ўсимликнинг ёруғлик томонидаги хужайраларда жойлашган ауксин соядаги хужайраларга ўтади. Натижада ауксин концентрацияси кўпайиб, соядаги хужайраларнинг ўсиши жадаллашади, ёруғлик томондаги хужайраларда, аксинча, ауксин миқдори камайганлигидан ўсиш сустлашади. Натижада ўсимлик ёруғликка қараб эгилади ёки ундай 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 қуйидаги жадвалда келтирилган.

Ёруғлик кучи ўзгара бориши билан презентация вақти ҳам тезлашади. Фототропик эгилишнинг вужудга келтириш учун та-

94-жадвал

Ёруғлик кучи (1 м масофадан тушган 1 шям ёруғлигига инсбатан)	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

либ этилган ёруғлик миқдори 1 секундда тушган ёруғлик кучи билан ўлчанади. Бу ўртача 18,8—26,3 оралиғида бўлади. Ёруғлик миқдори ёруғлик кучини презентация вақтига кўпайтириб ишқланади.

Диафототропизм ҳодисасида компас ўсимлик латукнинг (*Lactuca scariola*) барг паллалари шарқдан ғарбга томон қойлашади. Бунда баргнинг бир томонига эрталабки, иккинчи томонига кечки ёруғлик тушади.

б. Геотропизм. Ернинг тортиш кучига нисбатан ўсимлик органларининг ҳаракатланиш геотропизм дейилади. Ўсимликнинг ўқилдизи ернинг тортиш кучи таъсирида пастга эгилиб ўсиши мусбат, поянинг ер юзидан юқорига интилиб ўсиши эса манфий геотропизм дейилади.

Кўпчилик олимлар фикрига кўра, геотропизм ҳодисаси фототропизм сингари ўсимлик тўқимасидаги ауксин миқдорига боғлиқ. Бошқача айтганда ўсимликнинг баъзи органларида ўсиш жараёnlари 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 (филофи) ҳужайраларида статолит деб аталган оғир крахмал заррачалари бор. Улар қаторига йирик крахмал заррачаларидан бўлак 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.

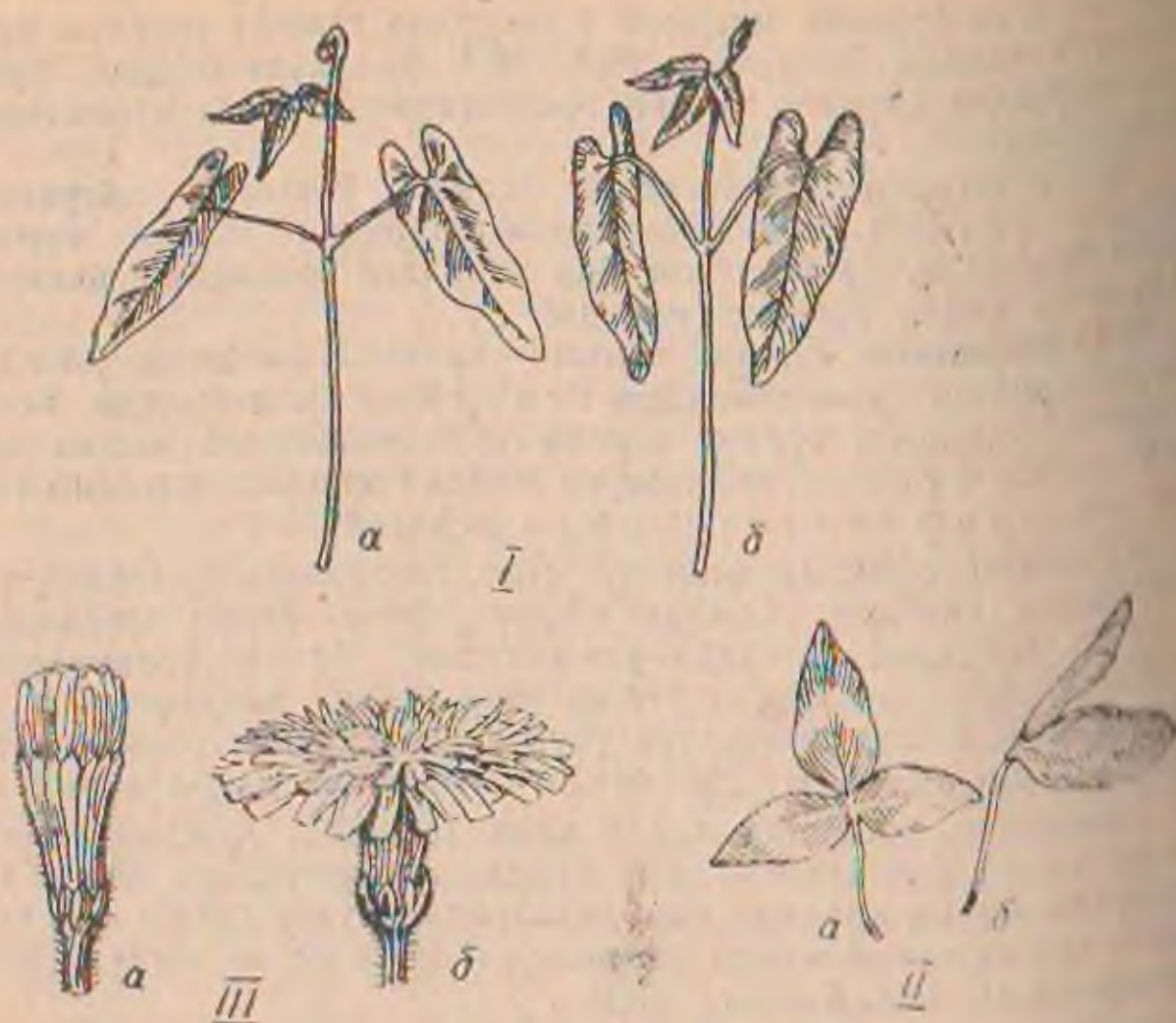
е. Термотропизмда ўсимлик органларида иссиқликка ёки совуқликка қараб интилиш пайдо бўлади. Кўрсатиб ўтилган тропизмлар хемотропизмнинг бир кўринишидир.

ж. Травмотропизмда илдиз учи (ўсиш нуқтаси) биронта қаттиқ жисмга тегиб қолиши билан шу жисмдан четга ўтиб, ўзининг ўсиш жараёnlарини давом эттиради.



142-расм. Термонастия ҳодиса:

Зазфарон — бойлечак гулининг иссиқлик таъсирида очилиши.



143- расм. I — фотонастик ҳодиса;

I — лония; II — себарга барглари; III — қоқя гулини; а — кундузи ёйилиши; б — қоронғиликда юмиллиши.

2. Настик ҳаракатлар. Ўсимликлар ташқи омилларнинг баравар диффузион таъсирига жавобан ҳаракатланишига нисбатан симметрияли тузилган органларда кузатилиб, таъсир этувчи омил номи билан юритилади.

а. Термонастик. Температуранинг ўзгариши билан ўсимликларда содир бўладиган ҳаракатлар, масалан, лола гулининг температурада юмилса, юқори температурада очилади (142-расм).

б. Фотонастик ҳаракатланиш ёруғликка боғлиқ. Масалан, кўпчилик ўсимликларнинг гули эрта тонгда очилиб, кечаси юмилди. Баъзи ўсимлик гули кечаси очилиб, кундузи юмилди (143-расм).

Термонастик ва фотонастик ҳаракатланишлар фақат ўсимлик гулларидагина эмас, балки барглarga 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 гултожибари очилади. Аксинча, ёруғликдан қоронғиликка ўтказилса ёки тем-

пература пасайтирилса, гултожибаргининг 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-юмилиши вақтига асосланиб К. Линней «Флора соати»ни ишлаб чиққан. Бунинг учун у куйидаги ўсимликлардан фойдаланган (324-бетга қarang).

Соатнинг марказида кулгубоқар ўсимлигини ўтқазади.

в. Сейсмонастик ҳаракатланиш тургор ҳодисасига асосланган. Бу уятчан мимоза ўсимлигида яққол кўринади (144-расм). Мимоза пудика (*Mimosa pudica*) мураккаб баргли ўсимлик бўлиб, унинг барглари япроқчалардан ташкил топган. Баргга чертилса, барг япроқчалари 0,1 секунддан кейин, механик таъсирга жавобан кетма-кет бўшаниб, барг япроғи пастга энгашади. Баргининг пастга энгашини хужайра таркибидаги сувнинг хужайра ораллиғига ўтиб қолишиндандир (С. А. Рачинский, 1858; П. Пфеффер). Н. Ф. Леваковский фикрича, сейсмонастик ҳаракат оқсил бирикмаларининг фаол қисқаришидан юзага келади.

Ҳашаротхўр ҳамда ҳашаротлар ёрдамида чагланадиган ўсимликларда ҳам сейсмонастик ҳаракатланиш кузатилади. Россиянка (*Drosera rotundifolia*) ва Венера пашинахўри (*Dionaea muscipula*) деган ҳашаротхўр ўсимликларда актив ҳаракатланиш кузатилади. Ҳашаротлар ёрдамида чагланадиган ўсимликлардан Зирк (*Berberis*) гулбарги асосида махсус нектарли дўмбоқчалар жойлашган. Ҳашарот дўмбоқчага тегиши билан



144-расм. Сейсмонастик ҳодиса. Уятчан мимозага механик таъсир этгани билан унинг барглари йиғилиб қолиши;
а — таъсир этгунча; б — таъсир этгандан сўнг.

Ўсимликлар номи	Гулларнинг	
	очилиш	юмилыш
	вақти	
Наъматак	эрта тонгда 4	кечаси 7
Самрағки	— " — 5	кундузи 3
Лолақизгалдоқ	— " — 6	кундузи 2
Қоқи ўт	эрта тонгда 6	кундузи 3
Эчкимия	эрталаб 9	кечаси 9
Тирпоқгул	эрталаб 9	кундузи 4
Дастаргул	эрта тонгда 5	кечаси 8
Чиннигул	эрталаб 8	кундузи 1
Тамакигул	кечаси 8	
Оксалис	эрталаб 10	кечаси 11

чангчи эгилиб, оналик тумшукчасини чанглайди. Бутакўз (*Centaurea depressa*) ўсимлиги чангчи иллага ҳашарот тегиши билан чангчи или қисқариб ҳашарот устига чанг тўкилади. Ҳашарот устидаги чанг бошқа гулни чанглантиришда хизмат қилади.

Ўсимликларнинг ривожланишига доир масалалар

Табнатда турли хил ўсимликлар тарқалган бўлиб, уларнинг баъзилари жуда қисқа (дақиқа, соат, ҳафта) умр кўрса, бошқалари бир неча ўн ва юз йиллар давомида ҳаёт кечирилади. 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 кўн йиллар ҳаёт кечириб, ўз онтогенезида бир марта ҳосил бериб нобуд бўлса, бошқилари 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 эфемерондлар. Уларнинг вегетация даври ҳаво ва тупроқ намлигига боғлиқ. Тиник-эфемерлар эрта баҳорда униб, қиш кўйлари тупроқда тўнланган намлик ҳисобига ўсиб ривожланади ва ҳосил бериб нобуд бўлади. Уруғларида кўзда унадиған эфемерондларнинг мансалари қор остида қолиб, эрта баҳорда гуллаб, ҳосилга киргандан кейин нобуд бўлади. Уларнинг умри 45—75 кундан ортимайди. Ўзбекистоннинг итгунафша, момосирка, ялтирбош, арпагон ва читир каби эфемерлар кўн тарқалган.

Эфемерондлар кўн йиллик ўсимликлар бўлиб, уруғ, илбича, паллизноя ва илдиз тугунаклари ёрдамида кўпаяди. Лолақизгалдоқ, эшакқулоқ, бойчечак ва кўнгирибош кабилар эфемерондларга мисол бўлади.

Урта Осиё яйловларида тарқалган эфемер ва эфемерондлар

нинг кўнчилиги 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, nobуд бўлади.

Маданий ўсимликлардан ғўза, буғдой, шоли, 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 лавлаг, пиёз, 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 nobуд бўлади. Кўп йиллик монокарп ўсимликлар, асана табиий шароитда 8—10 йил, оранжерей шароитида 20—50 йил давомида вегетатив массаси ортиб, ҳосил бергандан кейин nobуд бўлади. Урта Осиёдаги каврак ўсимлиги 8—10 йилда бир марта ҳосил бериб, nobуд бўлади. Бамбук 20—30 йилда бир марта ҳосил бериб, nobуд 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 каникунжут ва ғўза кўп йиллик поликарп ўсимликлар бўлиб, бир неча йиллар давомида гуллаб ҳосилга киради. Ғўза ва каникунжутнинг 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 тубандаги 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 га уй қуриш мумкин экан.

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. Кўсақлар ва уруғларнинг етилиш фазаси.

Ўсимликлар туқимасида ташқи ва ички омиллар таъсирида чуқур сифат ўзгаришлари содир бўлиб, генератив органлар тикланади, натижада ўсимлик ҳосилга киради.

Ўсимлик ҳаётини ўрганишда туқималарда моддалар алмашинуви жараёнида содир бўладиган чуқур ўзгаришларни ва ташқи омиллар таъсирини бир-биридан ажратмасдан олиб бирилгандагина 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 тўлқинтириш учун сарфланган сув миқдори, мл
	сарфланган кун	Температура °С	
Баҳори буғдой	5—7	10—12	31
Кузги арпа	25—35	0—2	37
Баҳори арпа ва сули	10—14	2—5	35
Тариқ	7—10	18—20	26
Маккажухори	10—15	20—25	30
Ўза майсалари (палла барглари 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 тўғри келиши ўсимлик турига боғлиқ. Кузги ва баҳори буғдой, вика, ясмиқ, нўхат, гўза ва бошқалар яровизация босқичини утган уруғ ҳолатида, лавлати, сабзи, шолғом, карам кабилар майсалигида, тамаки ўсимлиги 9—10 та ҳақиқий барг ҳосил қилгандан кейин яровизация босқичини ўтайди.

Яровизация босқичи ўсиш нуқтасидаги хужайраларда ўтади. Бунда каталаза ва пероксидаза ферментлари жадаллашади. Гидролиз жараёнлари синтез жараёнларидан устун келади, оксид липонд 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) аскорбин-оксидаза ферментларининг жадаллиги ортади. Яровизация босқичини ўтган ўсимлик тўқималарида С витамини кундан-кунга ортиб борган (В. М. Образцов, 1940 ва И. И. Проскуряков, И. В. Строжевская, 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 $K_4[Fe(CN)_6]$ сариқ қон тузи ва $FeCl_3$ (темир уч хлорид) эритмалар 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) ортганлиги аниқланди.

Бундан ташқари, сабзи, лавлати каби икки йиллик ўсимлик майсаларига паст температура таъсир этилса (яровизацияланса), улар биринчи йилиёқ гуллаб, ҳосилга киради. Буни У. Гаснер, Н. А. Макенков 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.

Ёр 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 киришга мослашган. Масалан, баҳори буғдой 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.

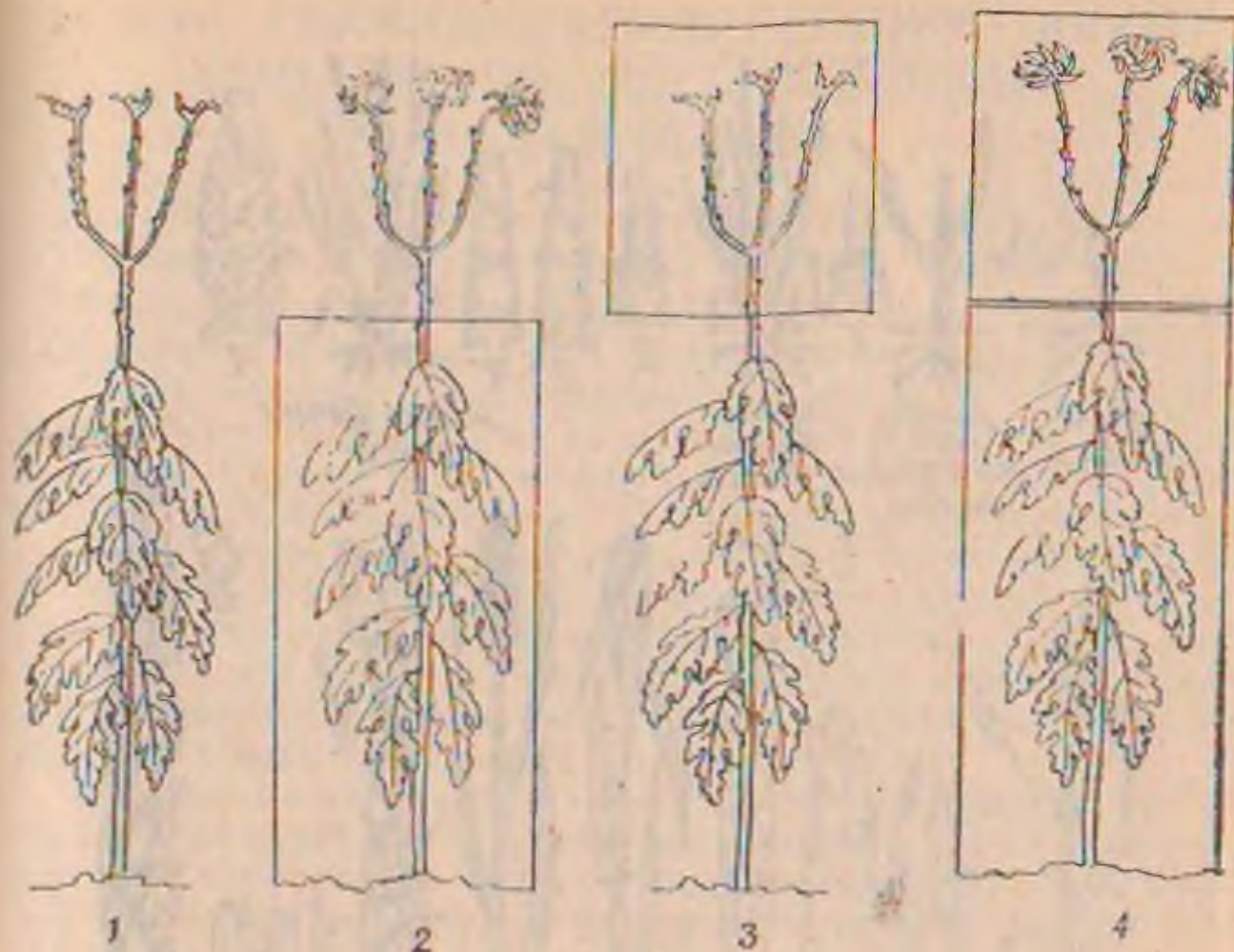
Қисқа кун ўсимликларига гуллаш олдидан маълум вақт ичида қисқа кун берилиб, вегетациянинг қолган кунлари узун кун билан таъминланса ҳам, улар ўз вақтида гуллаб, ҳосилга киради. Масалан, тариқ майсасини 10—15 кун қисқа кунда қолдириб, кейин вегетация охиригача узун кун берилишига қарамай, у гуллаб, ҳосилга кирган.

Шундай ҳолатни узун кун ўсимликларида ҳам кузатиш мумкин. Жумладан, швидга 3—4, сули ва буғдойга 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 °C талаб қилинади. Муҳит температураси 38 °C га кўтарилса ёки 13 °C 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 таъсирни қабул қилишда барглар асосий паҳал қилувчи органлардир (М. Х. Чайлахян, В. С. Мошков, 1937). М. Х. Чайлахян тажрибаларида қисқа кун ўсимлиги хризантема-нинг бири қисқа кунда нормал ривожланиб гуллаган. Иккинчи-



146-расм. Кун узунлигининг хризантема ўсимлиги гуллашига таъсир:

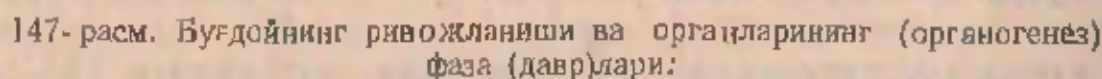
1 — узун кунда; 2 — барглари қисқа, ўсиш конуси узун кунда; 3 — барглари узун, ўсиш конуси қисқа кунда қолдирилган; 4 — қисқа кунда.

си узун кун билан таъминланган. Натижада хризантема гулламаган. Учинчи ўсимлик барглари қисқа кунда, ўсиш нуқтаси эса узун кунда қолдирилганда ўсимлик гул ҳосил қилган. Тўртинчи ўсимлигининг ўсиш нуқтаси қисқа кунда, барглари узун кун шароитида қолдирилганда гулламасдан қолганлиги 146-расмдан кўрилади. Ўсимлигининг ўсиш нуқтаси фотопериодик таъсирни кабул 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 тарик ўсимлиги ёруғлик босқичини ўтиш учун 11°C температура талаб қилса, Италияда шу ўсимлик учун 30°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. Бу-



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 ривожланишини 12 босқичга бўлган (147-расм.).

IX б о б. ЎСИМЛИКЛАРНИНГ ТАШҚИ МУҲИТ ОМИЛЛАРИГА МОСЛАШИШИ ВА ЧИДАМЛИЛИГИ

Мусбат ва манфий температуранинг ўсимликларга таъсири ва уларнинг ташқи шароитга мослашиши

Ташқи шароит ўсимликларда содир бўладиган физиологик ва биохимиявий жараёнларнинг ўтишига таъсир этади.

Ташқи температуранинг максимумдан юқори ва минимумдан паст бўлиши, тупроқ эритма концентрациясининг кучли бўлиши, ҳаво ва тупроқнинг қуруқ келиши ва бошқалар ўсимликлар учун ноқулай шароит ҳисобланади. Ўсимликларда ана шу ноқулай шароитга нисбатан жавоб реакцияси ва шу шароитга мослашиш хусусияти бор. Ноқулай ташқи шароит таъсирида ўсимлик туқималарида турли-туман физиологик-биохимиявий ўзгаришлар рўй беради. Моддалар алмашилиши ўзгаради, патижада ўсимлик шу шароитга мослашади ва келажак авлодларнинг ноқулай шароитга бўлган чидамлилиги орта боради.

Ўсимликка мусбат паст ($+3+5^{\circ}\text{C}$) температуранинг таъсири. Шундай температурада ҳаёт жараёнларини ўтаган ўсимликлар паст температурага чидамли ҳисобланади. Бундай ўсимликлар шимолий ва ўрта иқлимли районларда тарқалган.

Ғуза, ловия, қовун, ерёнғоқ, бодринг каби иссиқсевар ўсимликлар $+3+5^{\circ}\text{C}$ да қолдирилса, бир неча кундан кейин улар побуд бўлади (148-расм).

Ю. Сакс (1860) салқинга чидамсиз тамаки, ловия, қовоқ каби ўсимликларнинг сўлиб қолганини кузатиб, мусбат паст температура ўсимлик организмда сув алмашилиш жараёнларининг ўзгаришига олиб келади, деган хулосага келган.

Мусбат паст температура таъсирида цитоплазманинг ёпишқоқлиги ортади (П. А. Генкель ва К. П. Марголина, 1949), хлорофилл молекулалари парчаланади, моддалар алмашилиши сустлашади ва оқсилнинг парчаланишидан ҳосил бўлган бирик-



148-расм. Паст ($+5-6; 5^{\circ}\text{C}$) температура таъсирида ғуза майсаларининг: 1 — 12 соатда; 2 — 36 соатда; 3 — 60 соатда; 4 — 84 соатда побуд бўлиши.

малар иштирокида цитоплазманинг биокolloидлари коагулланади. Мусбат паст температурада фотосинтез жараёни тўхтаб қолади, синтез жараёнларига нисбатан гидролиз жараёнлари жадаллашади (Б. Н. Жолкевич).

Ўсимликларнинг мусбат паст температурага чидамлилиги цитоплазманинг ёпишқоқлик даражасига боғлиқ (П. А. Генкел). Бошқача айтганда, цитоплазма ёпишқоқлиги кучсиз бўлган ўсимликлар мусбат паст температурага чидамли бўлса, цитоплазма ёпишқоқлиги кучли бўлган ўсимликлар мусбат паст температурага чидамсиз ҳисобланади. Мусбат паст температура таъсирида заифлашган илдиз бўғзида паразит замбуруғлар ривожланиб ўсимликни nobуд қилади.

Иссиқсевар ўсимликларни паст температурага чидамлилигини ошириш учун қуйидаги усуллардан фойдаланилади.

Ўза майсаларининг паст температурага чидамлилигини ошириш учун экишдан олдин чигит 20 соат давомида 0,25% ли аммоний нитрат (NH_4NO_3) эритмасида ивителиди. Бунда майса ҳужайраларида цитоплазманинг ёпишқоқлик даражаси камаяди, натижада моддалар алмашилиши жараёнлари жадаллашиб, майсалар нормал ривожланади (Х. Х. Енилеев).

Ўсимлик кобальт, молибден ва рух каби микроэлементлар билан тўла таъминланганда ҳам уларнинг мусбат паст температурага чидамлилиги ортган.

Ўсимликларнинг совуққа чидамлилиги

Франциялик олимлар Ж. Л. Бюффон ва Х. Дюамель (1737) ўсимликларга манфий паст температуранинг салбий таъсир этишини кузатиб, манфий паст температура таъсирида ўсимлик тўқималарининг музлаш ва эриши туфайли ўтказувчи найлар шикастланади, натижада ўсимликлар nobуд бўлади, деган фикрга келишган. Ю. Сакс ҳужайра оралиғида муз кристалларининг пайдо бўлиши ҳамда унинг эришидан ўсимлик nobуд бўлади, деган хулосага келди. Музлаш вақтида ҳосил бўлган муз кристалларининг таъсирини Ю. Сакс ҳисобга олмайди. Муз кристаллари ҳужайра таркибидаги сувни шимиб, уни сувсизлантиради ва муз кристаллари катталашиб ҳужайра пўстини шикастлантиради, натижада ўсимлик nobуд бўлади (Мюллер-Тургау, 1886). Австриялик олим Г. Молиш (1897) муз кристалларининг ҳосил бўлишини микроскоп орқали кузатиб Мюллер-Тургау ишларини қувватлаб чиққан.

Академик Н. А. Максимов (1913) бу масалани ҳар тарафлама текшириб, паст температура таъсирида муз кристаллари ҳужайра оралиқларидагина эмас, балки ҳужайра ичида ҳам ҳосил бўлишини, муз кристаллари томонидан суви тортиб олинган цитоплазма биокolloидлари сувсизланиб коагулланишини исботлаб берди. Унинг далилларига асосан ўсимликларнинг шикастланиш даражаси ва nobуд бўлиши тўқималарда ҳосил бўлган муз миқдorigа боғлиқ экан.

Кўпчилик ўсимликлар куз ва қиш ойларини уруғ, тугунак ҳамда илдизпоя ҳолатида ўтказadi. Кузги экин ва дарахтлар куз ҳамда қиш фасллариини очиқ жойда ўтказadi. Шунинг учун уларни паст температурага чиниқтириш зарур.

Ўсимликларни манфий паст температурага чиниқтириш икки фазадан иборат (И. И. Туманов, 1940). Биринчи фазада кузги экинлар учун температура 0 °C атрофида бўлиши, ёруғлик билан тўлиқ таъминланиши зарур. Манфий паст температура таъсирида ўсимлик тўқималарида нафас олиш сустлашади, ёруғлик таъсирида фотосинтез жараёни жадаллашади, натижада кузги экин майсаларида қиш фаслини ўтказиб олиш учун етарли озиқ моддалар тўпланади. Куз ва қиш фасллариини кузги экинлар майса ҳолатида ўтказadi.

Чиниқтиришнинг иккинчи фазасида ёруғлик талаб қилинмайди, ammo температура нолдан паст бўлиши зарур. Шундай шароитда ўсимлик тўқималарида сув миқдори камаяди, цитоплазма биоколлоидларида чуқур ўзгаришлар содир бўлиб, ўсимликнинг манфий паст температурага чидамлилиги ортади. Манфий паст температурага чиниққан кузги ғалла ўсимликлари қорсиз шароитда —15—20 °C совуқда ҳам ҳаёт жараёнларини сақлаб қолган.

Дарахтларни чиниқтиришнинг биринчи фазасида юқорида кўрсатилган шароит талаб қилинса, иккинчи фазасида температура —10—15 °C бўлиши керак. Совуққа чиниққан ноксимон, олма нави —40, арча —50 ва оқ қайин —65 °C совуққа ҳам бардош берган. Ҳаддан ташқари паст температура (150—200 °C) таъсирида сув зудлик билан ойнасимон аморф ҳолатга ўтади. Бу ходисага и н т р и ф и к а ц и я дейилади.

К. А. Тимирязев номидаги ўсимликлар физиологияси институтининг фитотрон (ўсимликлар устида иш олиб борадиган маҳсул бино) совуткичларида оқ қайин, қарагай ва қора қорақат ўсимликларини аста-секин ва изчиллик билан —195 °C гача музлатиб, кейин эритилганда новда ҳужайралари тириклик хусусиятини сақлаб қолганлиги аниқланган.

Н. А. Максимовнинг фикрича, совуққа чиниққан ўсимлик ҳужайраларида гидрофил коллоидларга ва осматик фаол бирикмаларга боғланган сув қолиб, диффузион сув буғлантирилади. Цитоплазманинг плазмолемма қаватида ошловчи моддалар билан оқсилларнинг қўшилишидан ҳосил бўлган комплекс бирикмалар тўпланади. Ўсимликларнинг совуққа чидамлилигини оширишда қиш ойларида ҳужайра таркибидаги крахмалнинг шакарга айланишидан ҳосил бўлган концентрик шакар эритмасидир. Кучли шакар эритмаси паст температурада цитоплазма биоколлоидларини коагулланишдан сақлайди. Н. А. Максимов шакарлардан ташқари ўсимликларни совуққа чидамлилигини оширишда эвтектик (музлаш нуқтасини пасайтирувчи) аноргаллик моддалар борлигини ҳам аниқлади.

Бундан ташқари плазмолемма қаватида липоидларнинг тўпланиши, плазмодесма кўприкчаларининг ҳужайра ичига тортилиши ва моддалар алмашилиши жараёнларининг сустлашиши

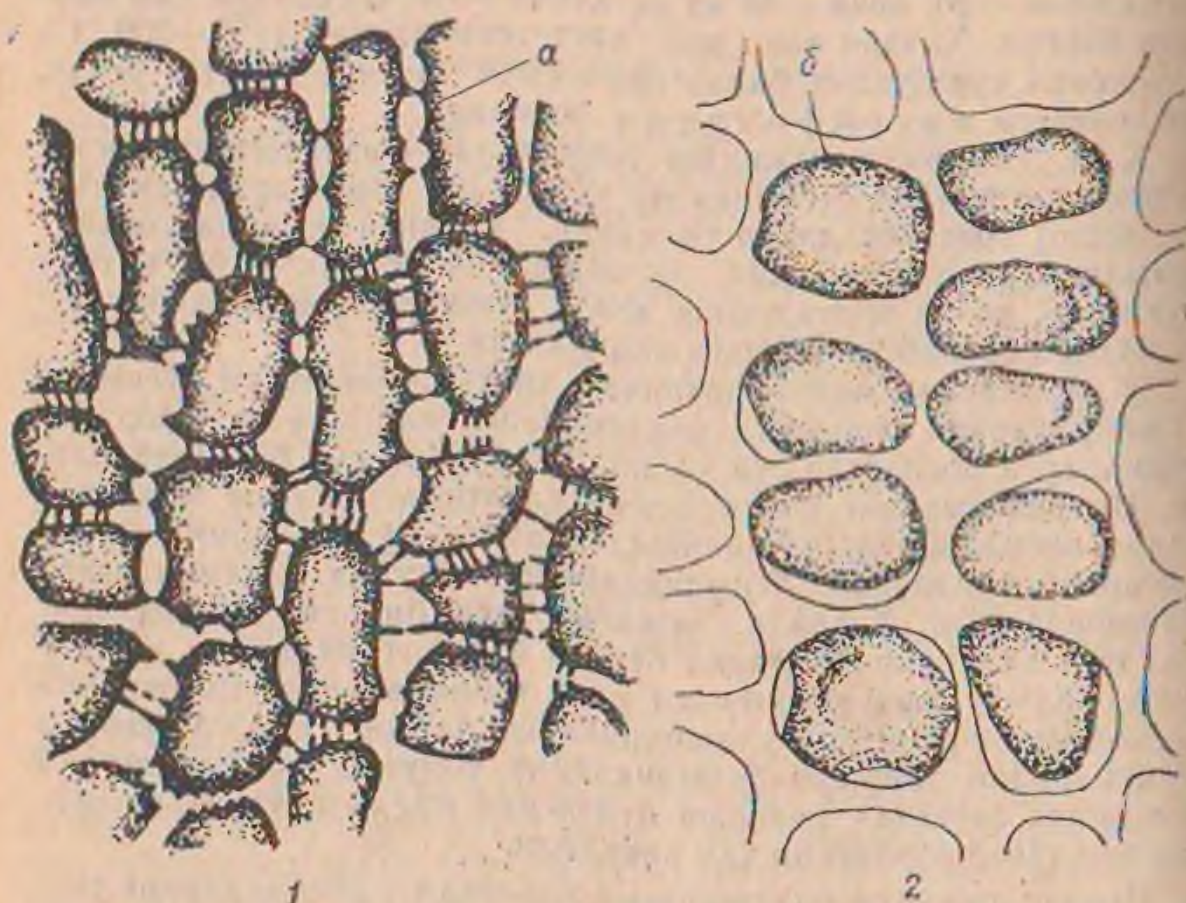
каби чуқур ўзгаришлар, ўсимликнинг тиним даврига ўтиши, уни паст температурага чиниққанлигидан далолат беради (П. А. Генкель Е. З. Окнина, 1948), (149-рasm).

Хужайра таркибида сувнинг кўп бўлиши, кислоталиликнинг ортиши, узоқ вақт давомида қор остида қолиб кетиши, глутатинон, цистеин ва аскорбин кислоталарининг кўп тўпланиши, ўсиш жараёнларининг давом этиши ва ташқи температуранинг дам паст, дам юқори бўлиши ўсимликларни совуққа чидамлилигини кескин пасайтиради. Ўсимликларни нобуд бўлишига қиш ва эрта баҳорда бўладиган турли ҳодисалардан димиқиш, хўлланиш ва бошқалар сабаб бўлади.

Димиқиш 2—3 ой давомида қалин қор остида қолган ўсимликларда кузатилади. Эрта баҳорда қор остида қолган ўсимликлар кислород етишмаслигидан димиқиб нобуд бўлади, деб келинган. Бу фикрни И. И. Туманов рад этиб, қор остида 20% гача кислород борлигини анализлар билан исбот қилди.

И. И. Туманов далиллариға асосан, қор остида температура $0+3^{\circ}\text{C}$ бўлганлигидан ўсимликларда нафас олиш жадаллашади. Натижада тўпланган озик моддаларнинг кўпи нафас олишда сарфланганлигидан ўсимликлар баҳоргача заифлашади. Бундай ўсимлик тўқималарида мағор замбуруғлари ривожланишидан, улар тез нобуд бўлади.

Хўлланиш ҳодисаси эрта баҳорда ёгингарчилик кўп бўлади.



149-рasm. Плазмодесманинг вегетация ва тиним давридаги кўриниши:

1 — ўсаб турган ўсимлик хужайраларида; 2 — тиним давридаги хужайраларда;
а — ботиқ (тиним давридаги хужайраларда); б — қаварик (плазмоллиз ҳолатидаги хужайра, В. А. Ситников).

ган Белорусь Республикаси ва Санкт-Петербург вилоятида ўсадиган ўсимликлар ва мевали дарахтларда учрайди. Баҳорда эриган қор сувларининг тўпланиши ва тупроқнинг нам бўлишидан, сув остида қолган ўсимликларда кислород етишмаслигидан анаэроб нафас олиш бошланади. Анаэроб шароитда ҳосил бўлган захарли моддалар ҳамда тунда ҳаво температурасининг пасайишидан сувлар музлаб, ўсимлик танаси сиқилиб нобуд бўлади.

Эрта баҳорда эриган қор сувлари (тупроққа сингиб) кечаси музлаб кенгаяди, натижада кесаклар сиқилиб кўтарилади. Бунда илдизлар шикастланади ва ўсимлик нобуд бўлади.

Қишки қурғоқчилик ўсимликларга ва, айниқса, дарахтларга катта зарар келтиради. Ёруғлик ва шамол таъсирида ўсимлик танасидан сув кўп бугланади. Тупроқ температураси паст бўлганлигидан ўсимлик сув танқислигини қоплаб улгурмаслиги туйғайли ҳужайралар сувсизланади.

Ўсимликларни қишки ноқулай шароитдан сақлаш учун экин далаларидаги қорни тўплаш, ерга гўнг солиш, ўсимликларни макро-ва микроэлементлар билан таъминлаш каби агротехникавий тадбирларни ўтказиш ҳамда ноқулай шароитга бардош берадиган навларни етиштириш зарур.

Ўсимликларнинг шўр тупроққа чидамлилиги

Шўр тупроқлар иссиқ ва қуруқ иқлимли зоналарда кенг тарқалган бўлиб, Ер шаридаги қуруқликнинг деярли 25% ини ташкил этади.

Таркибидаги туз миқдорига кўра тупроқлар бир неча гуруҳга бўлинади, бу қуйидаги жадвалда кўрсатилган (Б. П. Строгонов, 1958).

97-жадвал

Тупроқнинг шўрланиш даражаси	100 г тупроқ таркибидаги туз миқдори, г ҳисобида
Чучук тупроқ	0,1 дан кам
Жуда оз шўрланган	0,20—0,25
Оз шўрланган	0,25—0,50
Ўртача шўрланган	0,50—0,7
Кучли шўрланган	0,7—2

Шўр тупроқларда натрий, кальций ва магнийнинг хлоридли, сульфат ва карбонатли тузлари кўп учрайди. Шулардан натрий карбонат (Na_2CO_3), натрий гидрокарбонат (NaHCO_3) тузи ўсимликлар учун жуда зарарлидир. Шўр тупроқлар хлоридли, сульфатли, содали ва хлор сульфат анионларининг Cl/SO_4 нисбатига кўра хлорид-сульфатли ва сульфат-хлоридли деб юритилади.

Хлорид-сульфатли шўр тупроқларда хлорид тузлари, сульфат-хлоридлиларида сульфат тузлари кўпчиликини ташкил этади. Туз миқдорига ва унинг қатламларда тарқалишига кўра шўр тупроқлар шўртоб ва шўрхок тупроқларга бўлинади.

Шўртоб тупроқларда тузлар тупроқнинг пастки қатламларида (80 см) тўпланади. Бу типдаги тупроқларда уларнинг устки қаватида туз бўлмасида, у структурасиз бўлганлигидан, намлап-

тирилганда тупроқнинг ёпишқоқлиги кучайиб, узидан сул ва хавони ўтказмайдиган ҳолатга келади. Қуриган шўртоб тупроқларнинг ер устки қатлами қотиб, айрим булакларга бўлиниб кетганлигини қуруқ дашт ва ярим чўлларда кузатилади. Таринибида 1—3% гача туз сақлаган тупроқлар шўрхок тупроқлар дейилади, шўрхок тупроқларда маданий ўсимликлар ўсиб ривожланмайди. Ўрта Осиё шўрхок тупроқларида NaCl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , CaCl_2 , MgCl_2 ва MgCO_3 тузлари кенг тарқалган. Шўрхок тупроқларда тузлар тупроқнинг устки қатламларида каттиқ ёки юмшоқ қатат бўлиб тўпланади.

Кўпчилик ўсимликлар учун шўр тупроқлар зарарли ҳисобланса-да, айрим ёввойи ўсимликлар учун қулайдир. Бундай шўр тупроқларда ҳаёт кечиришга мослашган ўсимликлар галофитлар деб аталади. Галофитлар тузларга бўлган муносабатига кўра 4 гуруҳга бўлинади:

1. Танасида туз тўпловчи ўсимликлар—эвгалофитлар. Буларга қора шўра (*Salicornia herbacea*), олабўта (*Atriplex convertifolia*), шўра (*Suaeda maritima*) ва сорсазан (*Nolochemum strobilaceum*) ни кўрсатиш мумкин. Бу ўсимликларнинг цитоплазма ўтказувчанлиги кучли бўлганлиги учун уларнинг хужайраларида 7—10% гача туз тўпланади (Б. А. Келлер, 1940). Тўпланган туз ҳисобига хужайранинг осмотик босим кучи 100—200 атмосфера босимигача кўпаяди, натижада бу ўсимликлар кучли эритма таркибидаги сувдан ҳам фойдаланадилар.

2. Криногалофитлар. Буларга кермек (*Statice Gmelii*), жингил (*Tamarix laxa*) ва жийда (*Elaeagnus angustifolia*) каби ўсимликлар мисол бўлиб, улар органларидаги ортиқча тузни махсус безчалар орқали ташқи муҳитга чиқарадилар. Баъзи криногалофитлар кўп миқдорда туз тўплаган баргларини тўкиш хусусиятига эга.

3. Гликогалофит ўсимликлар цитоплазмасидан тузлар ўтмайди, натижада ўсимлик тўқималарида туз тўпланмайди. Гликогалофитларнинг осмотик босим кучи углевод ва бошқа органик бирикмалар ҳисобига кўпайганлигидан улар кучли тупроқ эритмасидаги сувдан фойдаланадилар. Гликогалофитларга турли шувоқ (*Artemisia maritima*, *Artemisia salina*) ларни мисол қилиб келтириш мумкин.

4. Шўр олабўта (*Atriplex tatarica*) ва батяга (*Festuca valseiaca*) каби ўсимликларнинг барг шапалоғининг устки ва остки томонида зич пуфакчасимон тукчалар ҳосил бўлади. Пуфакчалар ичида туз кристаллари тўпланади. Чучук тупроқларда парвариш қилинганларида бундай пуфакчалар ҳосил бўлмайди.

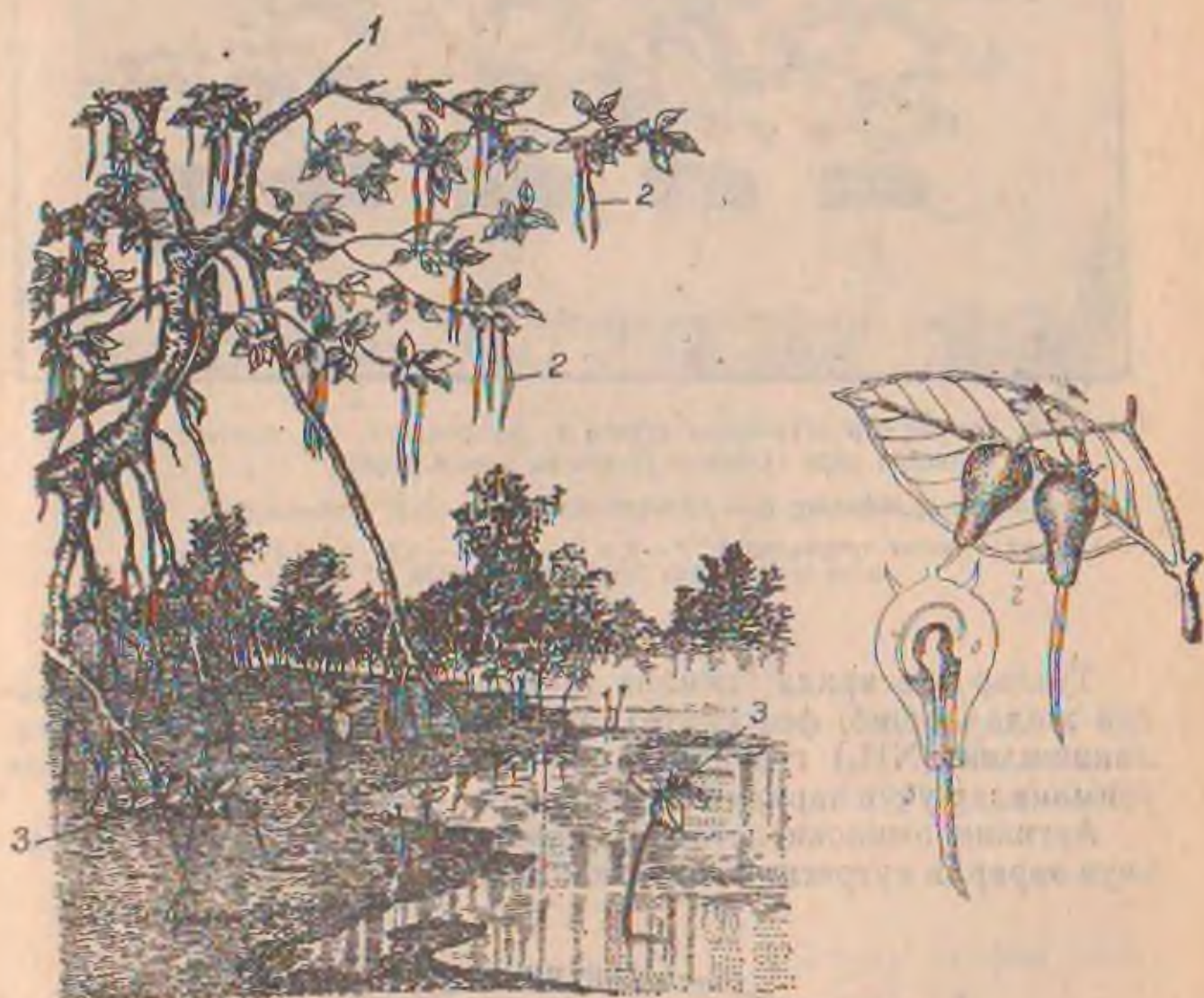
Ўсимликларнинг шўр тупроққа мослашиши

Тупроқнинг шўр бўлиши ўсимликларга катта зарар келтирсада, бироқ бир хил қуруқликда яшовчи ўсимликлар ўзининг филогенезида шу шароитга мослашиб келган. Масалан, денгиз қирғоқларида ўсувчи вивипариянинг *Rhizophora* ва *Kandelia* турларининг мевалари ичидаги ягона уруғ униб, 30—50 см узун-

ликда майса ҳосил қилиб, танасида 3,5% гача туз тўплагандан кейин она ўсимликдан ажралиб ерга тушган майса илдиэ отиб ривожланади (150-расм).

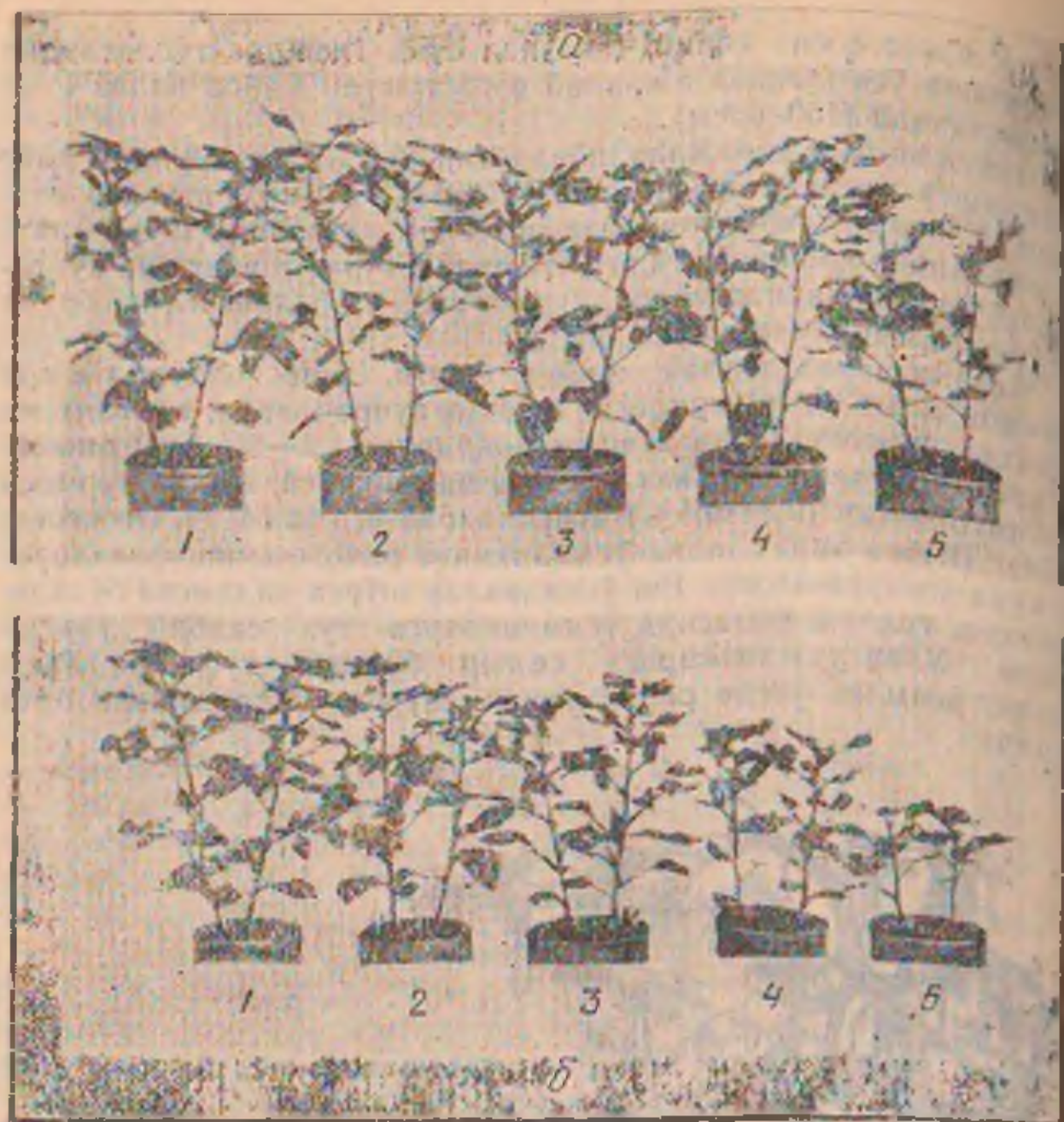
Чучук ва паст даражада шўрланган (0,3%) тупроқларда ҳаёт кечиришга мослашган ўсимликлар глюкофитлар деб аталади. Глюкофитлар онтогенезида тузлар таъсирида шўр ерларга мослашниш қобилиятига эга. Масалан, гўза, лавлагги ва кунгабоқар ўсимликлари помидор, карам, пиёз ва бодрингга нисбатан шўрга анча чидамли ҳисобланади.

Меъали дарахтлардан жийда, бодом, ўрик, олхўри ва пок таркибида 2—3% туз сақлаган шўрхок тупроқларда, тут ва олма дарахтлари кучли шўрланган тупроқларда (1,2—2% туз) ривожланса, маймунжон, Кавказ хурмоси ва, айниқса, жануб хурмоси кам шўрланган (0,3—0,5%) тупроқларда ўсади (А. П. Огопесян, 1954). Шўрга чидамлилиқ ўсимликнинг ривожланиш фазаларига кўра ўзгарувчандир. Ёш ўсимликлар шўрга чидамсиз бўлади, айниқса, гуллаш фазасида ўсимликларга туз салбий таъсир этади. Улар туз таъсирига сезгир бўлиши туфайли заиф ўсади, ўсимлик ўсган сари унинг шўрга чидамлилиги орта боради.



150-расм. Мангровлардаги тириқтуғар ўсимтик:

1 — она ўсимлик; 2 — ёш лиҳолдорнинг она ўсимлик баргида ўсиши; 3 — етилган лиҳол.



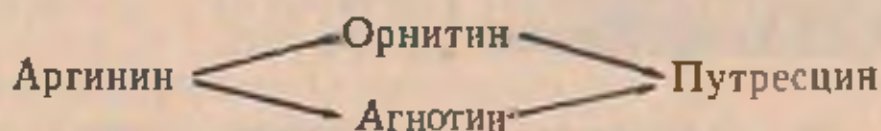
151- расм. Тупроқнинг шурланиш турига ва тупроқдаги туз концентрациясига кўра гўзанинг ўсиши ва ривожланиши:

а — хлорид-сульфатли; б — сульфат-хлоридли шўр тупроқларда:

1 — контрол — тузсиз тупроқларда; 2 — 0,3; 3 — 0,5; 4 — 0,8; 5 — 1,1% туз сақлаган тупроқларда ўстирилган гўзалар.

Тузлар таъсирида ўсимлик тўқималарида нафас олиш жараёни жадаллашиб, фотосинтез сустлашади, оқсилларнинг парчаланishiдан (NH_4) гуруҳлари ажралиб чиқади. Булар ҳисобига ўсимликлар учун зарарли аммиак ҳосил бўлади.

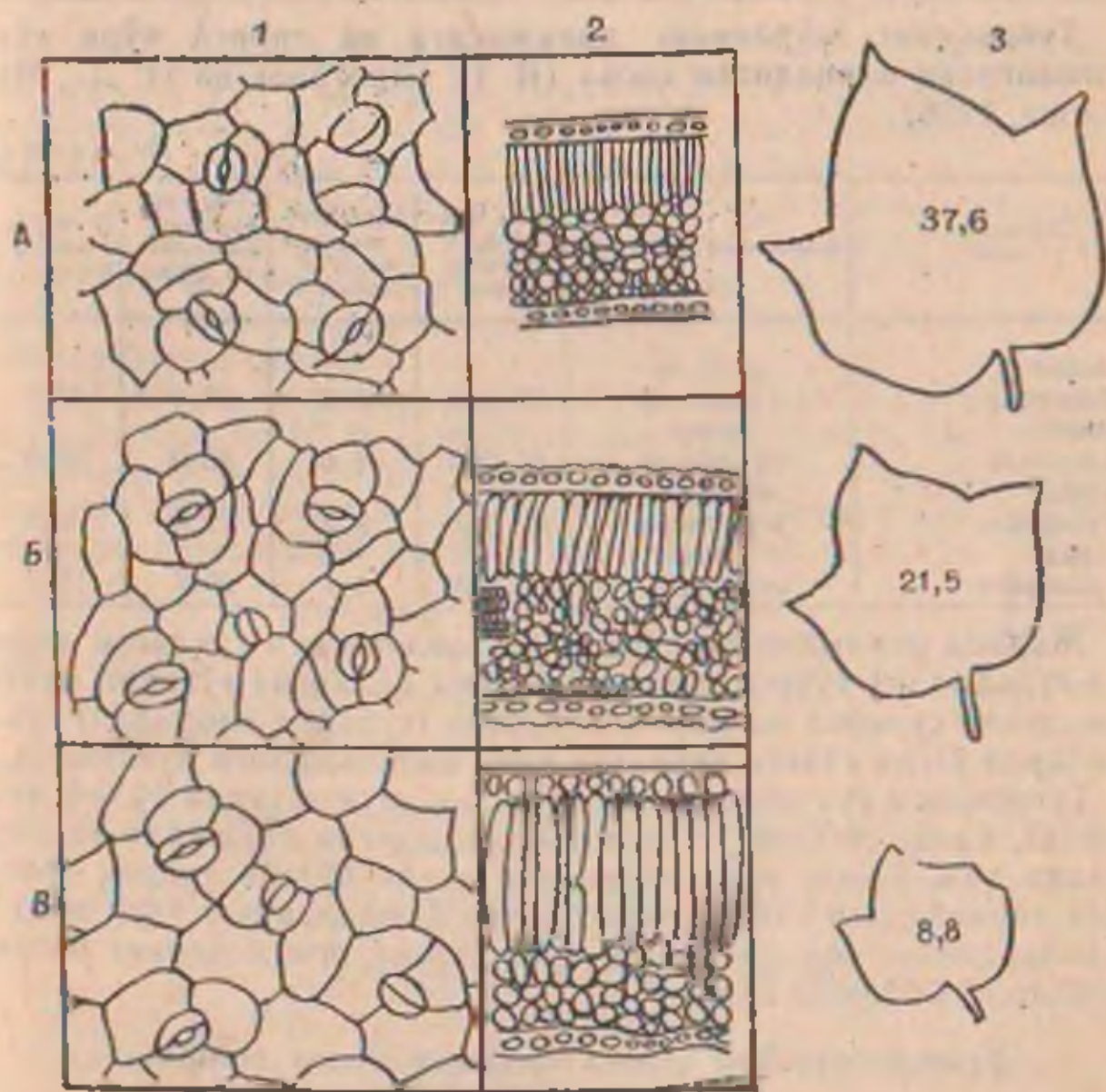
Аргинин аминокислотадан қуйидаги схема бўйича ўсимлик учун зарарли путресцин синтезланади:



Шўр тупроққа мослашган ўсимликларда фотосинтез жараёни нафас олишга нисбатан устун келади, ҳужайра биоколлоид заррачалари майдалашиб, уларнинг гидрофиллик хусусияти кучаяди, натижада цитоплазма ёпишқоқлиги ортади. Оқсил ва органик кислоталар билан қўшилган ионларнинг салбий таъсири бирмунча нейтраллашади.

Ғўзанинг ўсишига ва ривожланишига тупроқ тузлари концентрациясининг таъсири (Б. П. Строгонов, 1950), (151-расм).

Тупроқдаги туз таъсирида ўсимлик биоколлоидларининг физик-химиявий хусусиятлари ва моддалар алмашилиши жараёнигина ўзгариб қолмай, балки ўсимлик органларининг морфологик ва анатомик тузилиши ҳам ўзгаради (152-расм). Масалан, шўр тупроқларда ўсган ғўза баргининг сатҳи камайиб, булутсимон ҳужайраларнинг йириклашиши ҳисобиға барг қалинлашган (В. А. Бурегин, 1947).



152-расм. Тупроқнинг шўрланиш турига кура ғўза барги анатомик тузилишининг ўзгариши:

А — контрол; Б — сульфатли; В — хлоридли тупроқларда;

1 — эпидермис; 2 — баргининг қалинлиги; 3 — баргининг умм. ҳажми. (Б.П. Строгонов, Е.Ф. Иваницкая ва М.К. Кеферова, 1954).

Қуйидаги жадвалда ҳар хил даражада шўрланган тупроқда ўсган ғўза ўсимлигига тупроқ шўрининг таъсири кўрсатилган (Б. П. Строганов, Е. Ф. Иваницкая ва М. К. Кеферова, 1954).

98-жадвал

Шўрланиш тури	Тупроқ таркибидаги туз миқдори, %	Барг сат. хи. см ²	Микроскоп майдонида кўринган оғизчалар сони	Барг қаллиғи, мм	Паренхима тўқимаси (аллидаги, мм)	
					устуенчон хужайралар	бўлусликчон хужайралар
Контрол (чучук) тупроқ	—	50,2	13,5	210,6	90,0	90,8
Сульфатли	0,8	25,1	14,0	280,8	136,0	137,6
Хлоридли	0,8	20,5	7,4	315,8	138,4	149,7

Тупроқнинг шўрланиш даражасига ва типига кўра ғўза ўсимлигидан олинадиган ҳосил (В. П. Строганов ва Н. Д. Мурдова, 1956).

99-жадвал

Шўрланиш тури	Шўрланиш даражаси	1 га майдондаги ўсимлик сони	Битта кўсакдан олинган ҳосил, г	Бир туп ўсимликлдан олинган ҳосил, г	1 га ердан олинган ҳосил, т/га
Сульфат-хлоридли	жуда оз шўрланган	77,400	5,6	61,6	47,7
Сульфат-хлоридли	ўртача шўрланган	65,200	4,6	46,0	30,0
Хлорид-сульфатли	жуда кам шўрланган	69,500	5,2	72,8	50,6
Хлорид-сульфатли	ўртача шўрланган	59,000	4,1	26,7	15,7

Жадвал рақамларига кўра хлор ионлари кўп сақлаган (хлорид-сульфатли) тупроқларда парвариш қилинган ғўзадан олинган ҳосил сульфат ионлари кўп бўлган (сульфат-хлоридли) тупроқларда ўсган ғўзага нисбатан анча паст эканлиги кузатилади.

Тупроқдаги туз миқдори ўсимликлар учун заҳарли бўлибгина қолмай, балки баъзан уларни побуд этадиган даражада таъсир қилади ҳам. Бунда концентрацияси кучли бўлган тупроқ эритмаси таркибидаги сувдан ўсимликлар фойдаланиши учун илдиш хужайрасининг осмотик босим кучи тупроқ эритмасининг босим кучидан кўп бўлиши керак.

Ўсимликларнинг шўрга чидамлилигини ошириш

Шўр тупроқли ерлардан тўла фойдаланиб, маданий экинларнинг ҳосилдорлигини ошириш мақсадида:

1. Шўр тупроқли ерларда ўсадиган ўсимлик уруғларидан шўрга чидамли навларини яратишда танлаш усулидан фойдаланиш. Масалан, помидор ўсимлигини шўр тупроқларда ўстириб,

шўрга чидамли навларни танлаб борган Г. Р. Матухин ва Л. А. Бойко 5—6 авлоддан кейин шўрга чидамли нави яратган.

100-жадвал

Вариантлар	Помидор ўсимли- гининг қуруқ массаси, г	Мевасининг массаси,	
		г	%
		ҳисобида	
Тузсиз ерда	32,02	344,85	308,4
Биринчи йилда	11,37	111,80	100,0
Иккинчи йилда	14,85	124,87	110,8
Учинчи йилда	16,30	133,20	119,1
Туртинчи йилда	17,06	139,59	124,1
Бешинчи йилда	18,78	168,97	151,1

Жадвал рақамларига эътибор берилса, биринчи йилда олинган ҳосилини 100% деб олсак, бешинчи йилга бориб ҳосил 51,1% гача ортганлиги кузатилади. Бу ҳодиса ўсимликларни онтогенезида шўрга мослаша олганлигидан далолат беради.

2. Тупроқ шўрини йўқотишда экин майдонларидаги тузларни ювиш учун дренаж ва зовурлар қозиш, яъни экин экиладиган майдонларнинг мелiorация ҳолатини яхшилаш.

3. Экин майдонларига макро- ва микроэлементларни сақлаган ўғитларни солиш.

4. Ўсимликларни шўрга чидамлилигини ошириш мақсадида П. А. Генкель ва И. В. Цветкова таклифига биноан, бўктирилган уруғларни 3 ва 6% ли NaCl эритмасида бир соат сақлаб, 1,5 соат давомида сувда ювиб шўр тупроққа экин афзаллигини қуйдаги жадвал рақамлари тасдиқлайди.

101-жадвал

Тупроқнинг шўрланган даражаси	Тажриба вариантлари	Ҳосил	
		га/ц	%
Ўртача шўрланган	Уруғи NaCl эритмасида ивтилмаган ўсимликларда	7	100
	Уруғи 3% ли NaCl эритмасида ивтилган ўсимликларда	10	147
	Уруғи 6% ли NaCl эритмасида ивтилган ўсимликларда	9,5	135
Қучли шўрланган	Уруғи NaCl эритмасида ивтилмаган ўсимликларда	6,0	100
	Уруғи 3% ли NaCl эритмасида ивтилган ўсимликларда	7,8	130
	Уруғи 6% ли NaCl эритмасида ивтилган ўсимликларда	8,7	145

5. Ғўзани шўр тупроққа чидамли қилиш учун гуллаш олди-дан уни ёки айрим шохларини 1,2 ва 2,4% ли NaCl эритмасига ботириб, 15 минут сақланади. Ҳар 10 кун ўтиши билан иш яна 2 марта такрорланади. Шу усулда ишланган ғўза чигитларидан ўсган ўсимлик шўрга чидамли бўлибгина қолмай, балки ҳосил-нинг ортганлиги ҳам аниқланган. Буни қуйидаги жадвалдан кў-риш мумкин (Д. А. Агакишев, 1954).

102-жадвал

Вариантлар	Бир туп ўсимликтан олинган пахта ҳосили	
	г	%
	ҳисобида	
Контрол	27,2	100,0
1. 2% NaCl эритмаси билан ишланган ғўза	42,1	154,7
2. 4% ли NaCl эритмаси билан иш-ланган ғўза	43,1	158,4

Ўсимликларнинг иссиққа чидамлилиги

Ўсимликлар дунёсига кирган баъзи термофилл бактериялар ва сувўтлар 60—80 °C иссиқликда ҳам яшайверади. Шунинг учун бундай бактериялар ва сувўтлар иссиқ булоқларда тарқалган. Кўпчилик юксак ва тубан ўсимликлар максимум (40—50 °C) га-ча ўз ҳаёт фаолиятини давом эттиради (Лундегорд). Бошқа ўсимликларда, масалан, картошкада бу 42,5 °C дан ошмаслиги мумкин.

Иссиқликка чидамли ўсимликларнинг цитоплазма ёпишқоқ-лиги ва эластиклиги кучли бўлади. Бундай ўсимлик тўқимала-рида маҳкам боғланган сув миқдори мезофит ўсимликлардагига нисбатан бир неча марта (56—70%) кўп бўлади. Буни қуйидаги П. А. Генкель ва К. П. Морголина жадвалидан кузатиш мумкин.

103-жадвал

Ўсимлик тури	Боғланган	Эркин
	сув миқдори, %	
<i>Rudbeckia bicolor</i> — мезофит (нашагул)	8,8	75,1
<i>Triticum vulgare</i> (қизил бугдой) мезофит	30,2	53,2
<i>Opuntia</i> sp. (кактус) суккулент	67,7	26,2
<i>Mamillaria wildii</i> — суккулент	58,6	39,5
<i>Aloe</i> sp.	70,0	25,0
<i>Sedum acre</i> (семизак)	56,0	36,0

В. Ф. Альтерготт (1936) фикрича, юқори даражадаги темпе-ратура таъсирида оксил парчаланиб, ўсимликларни заҳарлай-

диган аммиак ҳосил бўлади. Унинг маълумотига кўра, юқори даражадаги иссиқлик цитоплазманинг микроструктурасига салбий таъсир қилиб, ундаги оксил-липид бирикмалар ва пластидлар парчаланиб кетади. Нафас олишда ҳосил бўлган энергиянинг кўп қисми эса ташқи муҳитга иссиқлик шаклида тарқалади.

Иссиқликка чидамли ўсимликларнинг нафас олишида углеводлар тўла парчаланмаганлигидан органик кислоталар тўпланади. Органик кислоталар аммиак билан реакцияга киришиб, аспарагин, глутамин амидлари ва аминокислоталар ҳосил қилади. Натижада аммиак нейтралланиб, ўсимликларга унчалик зарар келтирмайди.

Н. А. Сатарова маълумотига кўра, ўсимликнинг иссиқликка чидамли бўлиши унинг тиним даврини ўтказган температурага боғлиқ. Масалан, лола пиёзчаси тиним даврини $+25^{\circ}\text{C}$ да ўтказса, ундан ўсган ўсимлик иссиқликка чидамли, тиним даврини $+5^{\circ}\text{C}$ да ўтказгани эса иссиқликка чидамсиз бўлади.

А. И. Опарин, Т. Н. Евреиновалар фикрича, таркибида РНК молекулалари кўп булган ўсимликлар иссиқликка чидамлидир.

Ўсимликнинг қурғоқчиликка чидамлилиги

Узоқ вақт (50—70 кун) давомида ёғин бўлмаслиги, температура юқори даражада бўлиб, ҳавонинг нисбий намлиги камайиб қелишидан айрим районларда ёки Ер шарининг кўпгина ҳудудларида қурғоқчилик ҳодисаси кузатилади.

Волгабўйи, Ростов, Воронеж вилоятларида, Украина, Шимолӣ Қозоғистон ва Ўрта Осиё республикаларида қурғоқчилик тез-тез такрорланиб туради.

1891, 1911, 1921, 1936, 1946 ва 1951 йилларда бўлган қурғоқчилик халқ ҳўжалигига жуда катта зарар келтирди. Шуларни ҳисобга олиб қурғоқчиликка қарши курашиш, унга чидамли маданий ўсимлик навларини етиштириш зарурий агротехник тадбирлардан ҳисобланади.

Табиатда атмосфера ва тупроқ қурғоқчилиги мавжуд. Атмосфера қурғоқчилиги нисбий намликнинг (10—20%) камайиши, ҳавонинг қуруқ келиши ва температуранинг кўтарилиши билан характерланади. Иссиқ ва қуруқ шамол (гармсел) эсганда вужудга келадиган атмосфера қурғоқчилиги ўсимликлар учун жуда хавфли. Гармсел вақтида, тупроқда сувнинг бўлишига қарамай, ўсимликнинг ер устки органларидаги сув кўплаб сарфланиб, маданий ва ёввойи ўсимликлар нобуд бўлади.

Тупроқ қурғоқчилиги атмосфера қурғоқчилиги билан зич боғлиқ. Ҳавонинг қуруқ келиши натижасида тупроқдаги сув ер юзасидан ва ўсимликлардан тез буғланиб, тупроқнинг қуриб қолиши кузатилади, яъни тупроқ қурғоқчилиги бошланади.

Ер шарига баъзи ўсимликлар қуруқ ва иссиқ иқлимли шароитда ҳаёт кечиришга мослашган. К. А. Тимирязев фикрича, тирик организмнинг шароитга мослашиши ноқулай омил таъсирида вужудга келади.

Ўсимликларнинг қурғоқчиликка чидамли бўлишига ҳам қурғоқчиликнинг ўзи сабабчидир. Қурғоқчиликка бардош бериш хусусияти ўсимликнинг тарихий ривожланишида — филогенезини яратилган. Қурғоқчиликда ўсувчи органларнинг морфологик ва анатомик тузилиши сув билан ўртача таъминланган ёки серош шароитда яшайдиган ўсимликлардан кескин фарқ қилади.

Қуруқ даштларда ҳаёт кечирувчи ва қурғоқчиликка чидамли ўсимликларни ксерофитлар дейиш, уларнинг барг кути куласи яхши ривожланган, барг оғизчалари барг тўқимасида чуқур жойлашган бўлади. Ксерофитларнинг барги жуда кичик бўлиб, тикан (янтоқ) ва тангачага айланган. Қуруқ ва иссиқ шароитда ўсадиган айрим ўсимликлар илдизи жуда чуқур жойлашган бўлиб, ерости сувларигача етиб боради.

Ўсимлик баргининг анатомик тузилиши билан ўсимликнинг қурғоқчиликка чидамлилиги ўртасида зич муносабат бор (В. Р. Заленский). Сув билан етарли таъминланган ўсимлик баргларига нисбатан сув танқислигида ўсган ўсимлик барглари сертомир, барг оғизчаси диаметри кичик, лекин оғизчалар сони кўп бўлади (Келлер ва Лейсле). Бунини куйидаги жадвалдан кўриш мумкин.

104- жадвал

Рўйдошларга кирадиган ўсимлик турлари	Яшаш шароити	Маълум юзада		Транспирация нисбатлиги		
		томирлар узунлиги	баргдagi оғизчалар сони	I	II	III
				% ҳисобида		
<i>Asperula glauca</i>	даштда	100	100	100	100	100
<i>Asperula odorata</i>	ўрмонда	30	14	31	46	56

Жадвалдаги рақамларга эътибор берилса, дашт шароитида ўсган ўсимлик баргининг томирланиши, барг юзасидаги оғизчалар сони ва транспирация жадаллигини 100% деб олсак, ўрмонда ўсган ўсимликда бу кўрсаткичлар анча кам эканлиги кузатилади.

Бир ўсимликнинг ўзида баргларнинг жойлашишига кўра қурғоқчиликка чидамлилиги турлича бўлиб, уларнинг морфологик тузилиши ҳам ўзгариб борганлигини В. Р. Заленский аниқлаган.

В. Р. Заленский қонуниятига асосан, ўсимликнинг ер юзидан узоқлашган барглари сув танқислигига учраганлигидан, уларнинг морфологик ва анатомик тузилиши пастда жойлашган барглардан кескин фарқ қилади. Юқорида жойлашган барг шапалоғи, ксерофит ўсимликлардагидек, сертомир, оғизчалари сони кўп ва зич жойлашган (152-расм). Бундай баргларнинг ҳужайраси ва ҳужайра оралиқлари ҳам кичикдир. Ихотасимон ҳужайралари булутсимонларга нисбатан яхши ривожланган. Акад. Н. А. Максимов (1916) А. Ф. Шампер назариясини рад қилиб, ксерофит ўсимликларда транспирация жараёни мезофитларга нисбатан бирмунча жадал ўтганлиги ёки мезофитларга тенг келганлигини аниқлади. Бунини 105-жадвалдан кўриш мумкин.

Бироқ суккулент ксерофитлардагина транспирация жадаллиги мезофитларга нисбатан кам бўлади. Суккулентларда сувнинг кам бўлганиши ҳужайра цитоплазмасининг эластиклиги кучли ва гидрофилл коллоидларининг кўп бўлишига боғлиқ. Шу сабабли улар қиш ва баҳорда тўпланган сувни тежаб сарфлайдилар.

Қурғоқчилик ўсимлик баргларининг анатомик ва морфологик тузилишини ўзгартирибгина қолмай, балки моддалар алмашиши жараёнига ҳам кучли таъсир этади.

Ўсимликларда қурғоқчилик вақтида синтез жараёнлари сустлашади. Сулиган барг тўқимасида гидролиз жараёнлари тез-

105-жадвал

Ўсимликлар тури	Транспирация натижаллиги, 1 соатда 1 см ² барг юзасидан буқланган сув миқдори, г	Баргнинг туш-лиши
Ксерофитлар		
<i>Stachys Kotechyi</i> (тоғ қудуси)	12,7	сертук, зич туқланган барг усти қаттиқ ва зумланган суккулент семиз баргли
<i>Falcaria Rivini</i> (резак)	13,7	
<i>Salvia vertellata</i> (маврак)	9,9	
<i>Sedum maximum</i> (семизак)	2,8	
Мезофитлар		
Сояда ўсувчилар <i>Lamium album</i> (глухая крапива)	3,6	
<i>Viola odorata</i> (гунафша)	4,0	
<i>Campanula tracheloides</i> (қўнғироқгул)	4,8	
Ёруғда ўсувчилар		
<i>Sisymbrium Eoeslii</i>	8,3	
<i>Hirschfeldia</i> (куртэна) <i>odpressa</i>	9,8	
<i>Erodium cicutarium</i> (лайлактумшук)	9,2	

лашганлигидан крахмал ва оқсиллар парчаланаяди. Гидролиз вақтида ҳосил бўлган осмотик фаол бирикмалар ҳисобига барг ҳужайраларининг осмотик босим кучи ортади. Натижада барг ҳужайралари шона, гул, мева ва ўсиш нуқтаси тўқималаридаги сувни шимиб, уларни сувсизлантиради. Оқибатда ўсимликлар ўсишдан қолади (Н. М. Сисакян).

Ғалла экинларида сувсизланган ғалла бошоқлари оқариб, уруғлари пуч бўлиб қолади (тула етилмайди).

Ксерофитлик хусусиятларини сақлаган, юқорида жойлашган барг тўқималарининг шимиш кучи пастда жойлашган барг тўқималарининг шимиш кучига нисбатан кўп бўлади. Бу қуйидаги жадвалда келтирилган.

106-жадвал

Бук дарахти барглари-нинг жойлашган баландлиги, м	Шимиш кучи, атмосфера ҳисобида			
	юқориги	пастки	булутсимон	идотасимон
	эпидермис ҳужайраларида		барг ҳужайраларида	
2,7	7,5	5,9	11,1	15,0
8,7	9,3	8,4	12,4	15,6
11,1	9,9	9,3	14,3	17,1

Қурғоқчиликка чидамли ўсимликларда моддалар алмашиниши жараёни ўзига хос бўлиб, тўқималарда углеводлар ва оксиллар синтезланади. Қурғоқчиликка чидамсиз ўсимликларда, аксинча, шу моддаларнинг гидролизланиши жадаллашади.

Ўсимликларнинг қурғоқчиликка чидамлилиқ даражаси ўсимлик онтогенезининг айрим ривожланиш фазаларига кўра ўзгаради. Масалан, галла экинлари бачкилаш ва бошоқлаш фазаларида қурғоқчиликка учраса, жуда хавфли ҳисобланади, бу оралиқни критик давр дейилади.

Критик давр ўсимликнинг турига қараб ҳар хил фазага тўғри келади. Бу Ф. Д. Сказкин китобидан олинган ва бироз қисқартирилган ҳолда қуйидаги жадвалда берилган.

107- жадвал

Экинлар тури	Критик давр
Кузги ва баҳорги буғдой, арпа, сули	Най ўрани, бошоқлаш
Маккажўхори	Гуллаш, сут пишқияги
Кунгабоқар	Саватча ҳосил қилиш ва гуллаш
Гўза	Гуллаш ва кўсак ҳосил қилиш
Помидор	Гуллаш ва мева туғиш

Бундан маълум бўлдики, ҳамма ўсимликларда ҳам критик давр генератив органлар ҳосил қилиш фазасига тўғри келар экан.

Ўсимликларнинг иссиқликка чидамлилигини ошириш мақсадида уларни 0,05% ли рух тузалари билан ишлаш тавсия этилади (Н. С. Петин). Кальций ва бор элементлари таъсирида ҳам ўсимликларнинг иссиқликка чидамлилиги ортган.

Бундан ташқари ниш отган уруғларни бир неча марта қуриши ҳам яхши натижа беради. Шу усулда чиниқтирилганда, ўсимлик цитоплазмасининг ёпишқоқлик ва эластиклик даражаси ортади, оксил бирикмалари одатдагидек юқори температурада ҳам коагулланмайди. Чиниққан ўсимлик тўқималарида макроэргик боғламли энергияга бой моддалар бўлиб, уларнинг ёпишқоқлик даражаси кўп бўлишига қарамай, моддалар алмашиниши жараёни ҳам иссиқликка чиниқмаган ўсимликларга нисбатан юқори бўлади.

Маданий ўсимликларни қурғоқчиликдан ҳимоя қилиш учун ирригация (суғориш) ишларига катта эътибор бериш биринчи навбатдаги вазифа ҳисобланади.

АДАБИЁТ

- Асанов Н. Р. Микробиология. «Колос» нашриёти, М., 1980.
 Бакунина Н. А., Караева Э. Л. Микробиология. «Медицина» нашриёти, 1980.
 Белоусов М. А. Гўзанинг ўсиш ва ривожланиш қонуниятлари. «Ўзбекистон» нашриёти, Тошкент, 1965.
 Бетина. В. Путешествие в страну микробов. «Мир» нашриёти, М., 1976.

- Блукет В. Т., Емцев В. Т. Ботаника с основами физиологии растений и микробиологии, «Колос» наشريёти, М., 1974.
- Бутенко Р. Г. Экспериментальный морфогенез и дифференциация в культуре клеток растений, «Наука» наشريёти, М., 1975.
- Генкель П. А. Физиология растений, «Просвещение» наشريёти, М., 1975.
- Гребинский С. О. Биохимия растений, «Вышая школа» наشريёти, Львов, 1967 ва 1975.
- Енвлесв Х. Х. Усимликлар яма билан ва қандай озиқланади. «Ўзбекистон» наشريёти, Тошкент, 1964.
- Ермолаев М. В. Биологическая химия, «Медицина» наشريёти, М., 1983.
- Зокиров Қ. З., Жамолхонов Х. А. Ботаникадан русча-ўзбекча энциклопедик луғат. «Ўқитувчи» наشريёти, Тошкент, 1973.
- Имомалиев А., Зикирёв А. Усимликлар биохимияси. «Ўқитувчи» наشريёти, Тошкент, 1978.
- Кисилева Н. С. Анатомия и морфология растений, «Вышая школа» наشريёти, Минск, 1971.
- Кретович В. Л. Основы биохимии растений, «Советская школа» наشريёти, М., 1952 и 1986.
- Куперман Ф. М., Ржанова Е. И. Биология развития растений, «Вышая школа» наشريёти, М., 1963.
- Кушнер В. П. Биополимеры. «Наука» наشريёти, М., 1965.
- Максимов Н. А. Усимликлар физиологиясининг қисқа курси. «Ўрта ва олий мактаб» наشريёти, Тошкент, 1960.
- Мишустин Н. Н., Емцев В. Т. Микробиология, «Колос» наشريёти, М., 1970.
- Мустақимов Г. Д. Усимликлар физиологияси ва микробиология асослари. «Ўқитувчи» наشريёти, Тошкент, 1978.
- Насыров Ю. С. Фотосинтез хлопчатника. Хлопчатник. IV т. Ўзбекистон Фанлар академияси наشريёти, Тошкент, 1960.
- Нобель П. Физиология растительной клетки (перевод с английского), «Мир» наشريёти, М., 1973.
- Овчинников Н. Н., Шиханова Н. М. Фотосинтез. «Просвещение» наشريёти, М., 1972.
- Петербургский А. В. Агрохимия и физиология питания растений. Россельхозиздат, М., 1971.
- Полевой В. В. Физиология растений. «Вышая школа» наشريёти, М., 1989.
- Прянишников Д. Н., Избранные произведения в трёх томах, изд. «Сельхоз литература», М., 1952—1953.
- Пяткин К. Д., Крившенин Ю. С., Микробиология. изд. «Медицина», М., 1981.
- Равич-Щерба М. И., Новиков В. В., Физическая и коллоидная химия. изд. «Вышая школа», М., 1975.
- Раскатов П. Б., Физиология растений с основами микробиологии. изд. «Советская школа», М., 1958.
- Раҳмонов Р., Ёқубов А., Микроэлементлар кишлоқ хўжалигида. Ўз ССР «Фан» наشريёти, Тошкент, 1964.
- Рубин Б. А., Курс физиологии растений. изд. «Вышая школа», М., 1976.
- Сабитин Д. А., Избранные труды по минеральному питанию растений. изд. «Наука», М., 1971.
- Салеев Р. К., Поглощение веществ растительной клеткой. изд. «Наука», М., 1969.
- Смирнов П. М., Муравин Э. А., Агрохимия. изд. «Колос», М. 1981.
- Строгонов В. П., Растения засоленные почвы. изд. АН СССР, М., 1958.
- Тимирязев К. Н., Избранные сочинения в 4-х томах. изд. Сельхозгиз, 1948.
- Тўрақулов Е. Х., Биохимия. «Ўқитувчи» наشريёти, Тошкент, 1970.
- Федоров М. Ф., Микробиология. Сельхозиздат, М., 1963.
- Холодный Н. Г., Избранные труды, I—III тт. изд. АН Украинской ССР, Киев, 1956.
- Кржановский В. Г., Пономаренко С. Ф., Ботаника. Агропромиздат, М., 1988.
- Шабельская Э. Ф., Физиология растений. «Вышая школа», Минск, 1987.
- Шлегель Г., Общая микробиология. изд. «Мир», М., 1972.
- Якушкина Н. И., Физиология растений. изд. «Просвещение», М., 1980.

АТАМАЛАР РЎЙХАТИ

- Абсциз кислота 74, 299
 Автотроф 74
 Аденин 128
 Аденозиндифосфат 128
 Аденозинтрифосфат 128
 Адсорбент 31
 Адсорбтив 31
 Адсорбция 156
 Азот 157
 Азотобактер 145
 Азотобактерин 145, 163
 Азотоген 163
 Активатор 173
 Актиномицет 259
 Акцептор 100
 Аламин 140, 193
 Алколонд 205
 Аллелопатия 3010
 Аллин 301
 Альдрованда 149
 Амилаза 167, 180
 Амиловласт 21
 Аминсавтотроф 271
 Аминогетеротроф 271
 Аммиак 91, 138
 Аммонификация 141
 Амфитрих 256, 257
 Амфотерм бирикма 193
 Анаэроб 273
 Антибиоз 280, 375
 Антибиотик 206, 281
 Антикод 200
 Антикодон 200
 Апатит 161
 Апикал үснш 286
 Аптомик 233
 Аргинин 174, 342
 Аскорбин кислота 203
 Ассимляцион сон 117
 Аспарагинамид 139
 Аспарагин кислота 139
 Ауксанометр, ауксанограф 291
 Ауксин 290, 312
 Ацетат 93
 Ацетил КоА фермент 226
 Аэроб 273
 Аэрозол 26
 Аэросома 254
 Аэротропизм 323
 Базал үснш 288, 289
 Бактерия 78, 250
 Бактериовиридин 80
 Бактериал резосфера 159
 Бактериолурпурин 269
 Бактериостатик 281
 Бактериохлория 269
 Бактериоцид 281
 Бактериофаг 249, 262
 Бижнш 239, 272
 Биологик ютилиш 156
 Бир компонентли фермент 173
 Бирламчи меристема 288, 290
 Биос 289
 Биригчи фотосистема 96
 Блекман реакцияси 95
 Блеофоропласт 252
 Бор 134
 Бром 131
 Вакуол 18
 Ваккуминфльтрация 173
 Вактинча сулнш 68
 Везикула 254
 Вибрион 250
 Витаминлар 202
 Витамин А 202
 Витамин Д 202
 Витамин Е 202
 Витамин К 202
 Вирион 262
 Вируслар 261
 Витрификация 337
 Водород пероксид 99
 Водород сульфит 79, 269
 Гелофитлар 340
 Гель 30

Гелиофитлар 110
 Гетеротроф-органотроф 76
 Гетероферментатив 242
 Гиббереллин кислота 299
 Гибберелла фуокурон 299
 Гигрофитлар 69
 Гидротропизм 323
 Гидроксиламин 138
 Гидроксиламин редуктаза 138
 Гидролазалар 17, 180
 Гидроскопик сув 60
 Гидатод 55
 Гидроактив 63
 Гидрофилл 24
 Гидрофитлар 68
 Гидролаксив 63
 Гидрофоб 24
 Гипонастик 325
 Гипонитрит 138
 Гипонитрит редуктаза 138
 Гистидин 174
 Гликоголофитлар 340
 Гликолиз 139
 Гликокол — глицин 193
 Глюксилат цикли 235
 Глюксисома 18, 136
 Глутамин амид 139
 Геотропизм 323
 Гемиксерофит 70
 Гербицид 310
 Генетик боғланиш 237, 239
 Гетероауксин 297
 Гетероморф 257
 Гомоферментатив 242
 Гравитацион сув 60
 Грам манфий 253
 Грам мусбат 253
 Гранула 162
 Гуанин 128
 Гумус 125, 260
 Гуттация 55
 Глутамин кислота 139
 Глюкоза 184
 Глюкозид 205, 301
 Глюкофитлар 341
 Глютатион 130
 Голофиллар 277

Дағал дисперс система 25
 Дегидрогеназа 175, 222
 Дейтрий 50
 Денитрофикация 142
 Деплазмоллиз 42
 Десикант 310
 Дефоллиант 310
 Диализ 27
 Диктиосома 10, 17
 Диплококки 250
 Дисперс муҳит 25
 Дисперс система 25, 26
 Дисперс фаза 280

Дисульфит 129
 Дифференциал фаза 280
 Диффузия 38
 Донатор 140
 Дихатомик 233

Еруглик культураси 114
 Еруглик босқичи 121
 Еруглик фазаси 95
 Еглар — липидлар 186, 187

Желатинланиш 30
 Жиряцка 147

Замбуруғлар 263
 Зеленский қонуви 347
 Зеатин 300
 Золь 29

Изолейцин 174
 Изомераза 183
 Изоморф 257
 Изотоник коэффициент 41
 Иккиламчи меристема 288
 Икки компонентли ферментлар 174
 Иккинчи фотосистема 96
 Илдиэ босим кучи 54, 58
 Имбибицион сув 60
 Ингибитор 173, 287
 Индолил мой кислота 300, 315
 Индолил сирка кислота 300, 315
 Интеркаляр усниш 288
 Интина 251
 Информацион рибонуклеин кислота
 (и-РНК) 13, 199
 Иссиқ паппалар 304

Йеглаш ҳодисаси 55
 Йод 131
 Йод сони 189

Калалаза 179
 Камбий 286
 Капсид 262
 Капсомер 262
 Кетоглутар кислота 139
 Квантосома 85
 Кислород (изотоплар) 50
 Кислотали сон 189
 Кластер 52
 Клостридиум пастеурианум 144
 Компартмент 17, 166
 Компенсацион нукта 115
 Комплементар 166
 Комплексе бирикма 226
 Коагуляция 28
 Калий 131
 Каллус 300, 320
 Кальвин схемаси 86, 105
 Кальций 132
 Капилляр сув 60
 Кариоплазма 13
 Кариоплазма 57
 Каротин 87

Ксилема 58
 Кутин 11
 Кутикула 54
 Кўпниклар 26
 Коацерватланиш 28, 29
 Код 199
 Кодон 193
 Колин 301
 Коллоид дисперс система 33
 Коинидия 259
 Конъюгация 252, 258
 Кребс цикли 227
 Корнелит 163
 Коррелятив ҳодиса 312
 Кремний 131
 Кретович схемаси 146
 Криптогалофит 340
 Кристаллар 14
 Критик давр 350
 Ксантофилл 87
 Ксерофит 347

 Лактаза 288
 Ламелла 85, 19
 Леггемоглобин 144
 Лейкопласт 18
 Ляаза 182
 Лягаза 183
 Лигнин 11
 Линазин 174
 Лизосома 10, 17, 22
 Липаза 17, 169
 Литотроф 74
 Лишайликлар 266
 Лог фаза 258
 Лофотрих 257

 Магний 132
 Мальтаза 169
 Макрофибрилла 11
 Макроэргик боғлам 197
 Макроэлементлар 127
 Манфий паст температура 335
 Мараамлар 301
 Марганец 135
 Матрикс 14
 Маҳсулотли энергия 211
 Мағиз 10, 12
 Мевалон кислота 299
 Мезоплазма 24
 Мезосома 254
 Мезофилл 116
 Мезофитлар 69
 Ментор — тарбиячи 318
 Меристема 287
 Метабиоз 280
 Метил спирт 80
 Метионин 200
 Метогенетик нур 213
 Механик ютилиш 155
 Микробактериялар 260
 Микориза 159

Микрококклар 250
 Микрофибрилла 11
 Микроэлемент 133
 Миксомицет 263
 Мис 135
 Мис ацетат 90, 91
 Митохондрий 13
 Мицелла 10
 Мой кислотали бижғиш 242
 Мой кислоталари 243
 Молибден 137
 Молекуляр ва ион дисперс система 26
 Монокарпик ўсимлик 326
 Моносахарид 184
 Монотрих 256, 257
 Мувозанатли эритма 153
 Мурен кават 253
 Мураккаб оқсил — протеид 195
 Мусбат паст температура 335

 Настик ҳаракатланиш 324
 Нафас олиш интенсивлиги (жадаллиги) 215
 Нафас олиш коэффициенти 213
 Нафас олиш пигменти 222
 Нафтил сирка кислотанинг метил эфери 315
 Нелситес 149
 Никотинамидадениндинуклеотид (НАД) 138
 Никотинамидадениндинуклеотид-фосфат (НАДФ) 98
 Никотин кислота 204
 Нисбий транспирация 66
 «Нитрагин» 144
 Нитрат 138
 Нитрит 142
 Нитратредуктаза 138
 Нитриэредуктаза 138
 Нитробактер 81
 Нитрификация 141
 Нитрозомонас 81
 Ноциклик фотофосфорланиш 96
 Нуклеин кислота 196, 197
 Нуклеозидлар 196, 197
 Нуклентидлар 255

 Оксидаза 179
 Оксигеназа 221
 Оксидоредуктаза 175
 Олеопласт 21
 Олигосахарид 185
 Оддий оқсил — протеин
 Оксалатсирка кислота
 Оксидланиш-қайтарилиш потен-
 циали
 Слтингугурт
 Органик кислоталар 205
 Ортофосфат кислота 128
 Осмометр 41
 Осмос 40
 Осмотик босим 41
 Осмотик ҳодиса 40

Опиловчи модда 205
 Осмофил 277
 Оксил молекулаларининг тузи-
 лиши 194
 Оксиллар 192
 Оғизча (устийча) лар 64
 Пайвандтаг 316
 Пайвандлаш 316
 Пайвандуст 316
 Паренхима 8
 Парда сув 60
 Партонокарпик меза 309
 Пастга йуналиш оқими 57
 Пастерлаш 275
 Пашшахўр 148
 Пектиннинг парчаланиши 251
 Пентозофосфат цикли 233
 Пенсия 168
 Пептид боғлами 193
 Перенуклеар бушляқ
 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
 Поликарл ўсимлик 327
 Полисахарид 185
 Полисома 16
 Презентация вақти 322
 Прозенхим 8
 Прокариот 12
 Протеопласт 20
 Протий 50
 Протозоолар 266
 Прототроф 269
 Протехлорофиллид 93
 Профобилиноген 93
 Прямошников схемаси 140
 Психрофилл 375
 Пуаз 32
 Пузирчатка 147
 Ретордант 300
 Реципиент 253
 Рибосома 13
 Рибосома рибонуклеил кислота
 (р-РНК) 199

Рибофлавин 204
 Ризосфера 286
 Риккетсиялар 260
 Рибонуклеин кислота (РНК) 13
 Росянка 147
 Рух 136
 Рухациетат 90, 91
 Сальпинит 163
 Серин 200
 Соррация 147
 Сарцина 250
 Сейсмонастик ҳаракат 325
 Сямбиоз 279
 Сирка кислотали бижгиш 241
 Скарификация 305
 Соавиланиш сони 189
 Стафилакокк 250
 Стерид-стероид 190
 Стратификация 305
 Стрептококки 250
 Строма 18
 Суберин 11
 Сувда эрийдиган оксиллар 195
 Сув культураси 127
 Сув молекулаларининг илашмиш кучи 58
 Сувни сарфлаш тезлиги 66
 Сульфидрил 129
 Суккулентлар 70
 Сулиш коэффиценти 60
 Сулиш ҳолясаси 66
 Суспензия 26
 Сут кислотали бижгиш 242
 Сферосома 17
 Сциофитлар 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
 Тряпкени 281
 Тонопласт 24
 Тотипотент 319
 Транскрипция 199
 Транспирация 60
 Транспирация жадаллиги 64
 Транспирация коэффиценти 65
 Транспирация маҳсулоти 66
 Транспорт рибонуклеин кислота
 (т-РНК) 199

Манкажухори ва баъзи тропик ўсимликларда фотосинтезнинг ўзига хос нуналиши	105
Фотосинтез жараёнига ички ва ташқи муҳит омилларининг таъсири	108
Фотосинтез жараёнини текшириш усуллари	119
Фотосинтез ва ҳосил	122
IV б о б. Ўсимликларнинг tupроқдан озиқланиши (минерал элементларнинг узолаштирилиши)	124
Ўсимликлар учун минерал элементларнинг аҳамияти	124
Ўсимликлар қулининг химиявий таркиби	125
Макро ва микроэлементлар. Уларнинг аҳамияти	127
Ўсимликларнинг азот узолаштирилиши	137
Аммонификация, нитрификация ва денитрификация жараёнлари. Молекуляр азотни узолаштирувчи микроорганизмлар. Ҳашаротхўр ўсимликлар	141
Tupроқда эркин ҳолда молекуляр азотни узолаштирадиган мавжудотлар	144
Табиатда азотнинг айланиши	150
Мувозанатли эритмалар. Сув, қум ва tupроқ культураларини танёрлаш усуллари. Физиологик ишқорий ва нордон тузлар	152
Tupроқ таркибидagi минерал моддаларнинг шакли. Элементларнинг tupроқ заррачаларига ютилиши	155
Ўсимликларнинг минерал элементларни қабул қилиши. Бактериал резосфера ва микориза	158
Ўсимликларни ўстиришда ишлатиладиган минерал ўғитлар	161
Ўғит сифатида ишлатиладиган минерал элементларнинг физиологик аҳамияти	165
V б о б. Ўсимликлар туқимасида учрайдиган органик бирикмалар. уларнинг ўзгариши ва ҳаракатланиши	166
Ўсимликлар туқимасида учрайдиган органик бирикмалар	166
Ферментлар	167
Ферментлар классификацияси	175
II. Гидролазалар	180
III. Трансферазалар	181
IV. Лидзалар (ажратувчи-иарчаловчи ферментлар)	182
V. Лигазалар (синтетазалар)	183
VI. Изомеразалар	183
Углеводлар	
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 алмашишувига ҳосил бўлган иккинчи даражали органик бирикмалар	204
Ўсимликлар танасида моддаларнинг ҳаракатланиши	207
VI б о б. Тирик мавжудотларда нафас олиш ва бижғитиш ҳодисалари	211
Ўсимликларнинг нафас олиши. Нафас олиш жараёнида ажраладиган энергия	211
Нафас олиш жараёнида сирфланадиган 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 гомонлари	220
Нафас олиш жараёнининг пентозофосфат цикли	233
Глиноксилат 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 парчаланиши	243
Пектиннинг парчаланиши	244
Нафас олишда ажралган энергиянинг сарфланиши. Нафас олиш билан фотосинтез жараёнлари уртасидаги муносабат	244
VII боб. Микробиология фан асосларига доир масалалар	246
Микробиология фанининг ривожланиши	246
Микробиология фанида урганиладиган мавжудотлар	250
Бактериал ҳужайранинг тузилиши	252
Бактерияларнинг ҳаракатланиши	256
Бактерияларнинг купайиши	257
Бактерияларнинг ривожланиш цикллари	258
Микроорганизмларнинг химиявий таркиби ва озиқланиши	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
VIII боб. Ўсимликларда ўсиш, ҳаракатланиш ва ривожланиш жараёнлари	287
Ўсимликларнинг ўсиш. Меристема ҳужайраларининг ўсиш фазалари	287
Ўсимликларнинг ўсиш жадаллигини аниқлаш	291
Ўсимликларнинг ўсишига ташқи омилларнинг таъсири	292
Ўсимликларнинг ўсишини жадаллаштирувчи фитогормонлар	296
Ўсимликларда тишм даври	302
Менш ил уруғлар етилишидаги биохимиявий ўзгаришлар. Уларни оқчилл етилишини усуллари	306
Герицидлар, дефлиантлар ва десикантлар. Уларнинг қишлоқ ҳужаиинида шхлатилиши	310
Ўсимликларда учрайдиган коррелятив ҳодисалар	312
Ўсимликларни вегетатив органларидан купаитириш. Қаламчалардаги дүбеллик. Полипидлаш усуллари	313
Полиидлар ва полиидуст уртасидаги муносабат. И. В. Минчуриннинг кинтор усули ва унинг аҳамияти	317
Бир ҳужайрани ёки каллүсдан ўсимликларни тикланиши	319
Ўсимликларда ҳаракатланиш жараёнлари	320
Ўсимликларнинг ривожланишига доир масалалар	326
Ўсимликларни ривожланиш босқичлари. Репродуктив фаига утиш шариоти	328
IX боб. Ўсимликларнинг ташқи муҳит омилларига мослашгани ва чидамлиги. Мусбат ва манфий температуранинг ўсимликларга таъсири ва уларнинг ташқи шароитга мослашгани	335
Ўсимликларнинг солуққа чидамлилиги	336
Ўсимликларнинг шўр тулроққа чидамлилиги	339
Ўсимликларнинг шўр тулроққа мослашгани	341
Ўсимликларнинг шўрга чидамлилигини ошириш	344
Ўсимликларнинг иссиққа чидамлилиги	346
Ўсимликларнинг қуруқчиликка чидамлилиги	347
Адаиет	350
Адаиет рўйиш	352
Мушарриф	357

Мустақимов Г. Д.

Ўсимликлар физиологияси ва микробиология асослари
Пед. ин-ти талабалари учун ўқув кулланма.—2-қа
ишланган ва тўлдирилган нашри.—Т.: «Ўқитувчи»
1994.—360б.

28.57я73

№ 183—95

Алишер Навоий номидаги
Ўзбекистон Республикасининг
Давлат кутубхонаси

Тираж 3000
Карт. тиражи 6000

Гумер Даудович Мустақимов

ЎСИМЛИКЛАР ФИЗИОЛОГИЯСИ ВА МИКРОБИОЛОГИЯ АСОСЛАРИ

Кулланма педагогика институтларининг талабалари
ва ўрта умумий таълим мактабларининг
ўқитувчилари учун мўлжалланган

Тошкент «Ўқитувчи» 1995

Тахририят мудир Р. Авазов
Мухаррир А. Иброҳимов
Кичик муҳаррир М. Иброҳимова
Техн. муҳаррир Т. Скиба
Мусахҳиҳ З. Ғиломова

ИБ № 6442

Торинга берилди 9.08.94. Боснига рухсат этилди 13.03.95. Формати 60×90¹/₁₆. Тир. қилин-
ган. Регла 10 шпоясиз. Юқори босма усулида босилди. Шартли б. л. 22,5. Шартли кр.
отт. 22,69. Намр. л. 20,89. Тиражи 8000. Букюртма № 2710.

Тошкент, 700129, Навоий кўчаси, 30. «Ўқитувчи» нашриёти. Шартнома № 19—157—93.

Ўзбекистон Республикаси Давлат матбуот қўмитасининг Тошполиграфкомбинати. Тошкент.
Навоий кўчаси, 30. 1995.