

Г.Д. МУСТАҚИМОВ

ЎСИМЛИКЛАР
ФИЗИОЛОГИЯСИ
ВА
МИКРОБИОЛОГИЯ
АСОСЛАРИ



Ў Қ И Т У В Ч И .

Г. Д. МУСТАҚИМОВ

ЎСИМЛИКЛАР ФИЗИОЛОГИЯСИ ВА МИКРОБИОЛОГИЯ АСОСЛАРИ

Ўзбекистон Республикаси Халқ таълими вазирлиги
педагогика институтларининг биология факультети
таалабалари учун ўқув қўлланма сифатида
таъсис этилган

Қайта ишланган ва тўлдирилган иккинчи нaшри

ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1995

ИККИНЧИ НАШРГА СУЗ БОШИ

Ўсимлик ва микроорганизмларнинг икки ҳаётий ҳодисаларининг ҳар томонлама ва чуқур ўрганиш ўсимликлар физиологияси ва микроорганизмлар физиологияси фанлари оддига қўйилган вазифадир, улар билан танишиш ва уларни ўзлаштириш биология фани асосларини тўла ўрганишга қўшимча ҳисобланади.

Шуларни назарда тутиб, муаллиф «Ўсимликлар физиологияси ва микроорганизмлар асослари» ўқув қўлланмаси иккинчи нашрини тайёрлашда баъзи масалалар юзасидан қўшимча маълумотлар киритиш билан бир қаторда, айрим бўлимлари қайтадан ишланди. Чунинчи, кириш, ҳужайра физиологияси, дан мағиз, митохондрий, кўпиклар, сув режими, транспирация, сувнинг ҳаракатланиши углеводларнинг ўзлаштирилишида хлорофилнинг аҳамияти ва баъзи назариялар, фотосинтез ҳодисасининг C_3 ва C_4 йўналишлари, минерал озиқланиш, азотнинг табиатда айланиши, Крстович схемаси, ҳашаротхўр ўсимликлар, денитрификация, органик моддалардан ферментлар, мойлар, витаминлар, органик моддаларнинг ҳаракатланиш йўллари изоҳлаб берилган. Нафас олиш ҳодисаларидан гликолиз схемаси, пентозофосфат ва гликоксилат цикллари янгидан киритилди. Микробиология бобида фаннинг ривожланиш йўллари, бактерия ҳужайрасининг ички ва ташқи тузилиши, актиномицет ва микроорганизмларга ташқи муҳит омилларининг таъсири устида тўхталиб ўтилган. Ўсимлик таъясини тиклаш ҳақида сўз юритилган.

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

Муаллиф.

Ушбу ўқув қўлланмада ўсимликлар ҳужайрасининг физиологияси, ўсимликларнинг сув режими, карбонат ангидридни ва минерал моддаларини ўзлаштириши, моддалар алмашинуви, ўсимликларнинг ўсиш ва ривожланиш масалалари кўриб чиқилади. Шунингдек, микроорганизмларнинг морфологияси ва физиологияси оид материаллар ҳам келтирилган. Китобдан фойдаланишни осонлаштириш мақсадида китоб охирида баъзи атамалар рўйхати берилди. Қўлланма педагогика институтларининг талабалари ва ўрта умумий таълим мактабларининг биология ўқитувчилари учун мўлжалланган.

Тақрирчи: Ўзбекистон Республикаси Фанлари академиясининг акадeмичи
М. В. Муҳаммаджонов.

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

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

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

1800 йилда швейцариялик олим Жан Сенебье (1742—1809) ўсимликлар физиологияси терминини гав'ия этди ва шу йилдан бошлаб ўсимликлар физиологияси мустақил фанлар қаторидан ўрин олди.

Бироқ ўсимликлар физиологияси фанига доир экспериментал тажриба ишлари XVII аср бошларида ўтказида 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 қўяди. Бу масалани ечиш учун 80 кг қўрилган туپроқ билан тажриба қилиб қўяди. 2 кг массадаги терак новдасини ўтқазади. Терак новдасини 5 йил давомида дистилланган сув билан суғориб туради. Олиб борилган тажриба давомида ўсган ўсимлик ва қўруқ туپроқнинг массаси қайтадан ўлчаб қўрилганда новда 75 кг га ортганлигини, туپроқ эса 56 г га камайганлигини аниқлади. 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. Ковов (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-Гельмонتنинг тажрибалари тирик организмларнинг ҳаёт жараёнларини ўрганиш йўлида турли-туман асбоб-ускуналардан фойдаланиш зарурлигини кўрсатиб берди. Бинобарин, Ван-Гельмонт томонидан ишлатилган «таърози усули» дан ҳозирги кунда ҳам кенг фойдаланилмоқда.

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

Мальпигий иннабаргли ўсимлик новдасининг ички тузилишини текшириб қўрилганда поянинг ёғоч қисми толасимон ҳужайралардан ташкил топганлиги, кўзнатиб, бу ҳужайраларга *трахеялар* деб ном беради. Шу пайтда у пўстлоқ қисмида тирик ҳужайралар борлигини ҳам пайқайди. Уларни пўстлоқ маъносига *флоэма* деб атади.

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

Ўсимликлар физиологияси фанининг ривожланишида инглиз олими Стевен Гелс (1677—1761) ишлари ҳам салмоқлидир. Бу олим ўсимлик танасида шираларнинг ҳаракатланиш тезлигини, илдиэ босим кучи ва баргларда шимши 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 улгироднинг ўзлаштирилишини тўла тасдиқлайди. Бу олимларнинг олган далилларига асосан табиатда фотосинтез жараёни мавжудлиги аниқланди. Шуниси қизиқарлики, юқорида кўрсатиб ўтилган олимлардан қариб 20 йил олдин, аниқроғи 1753 йилда рус олими Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765) ўсимликларнинг ҳаво билан озиқланишини ўзининг поэмасида (Слово о явлении

КИРИШ

Ер шарининг турли жойларида тарқалган ўсимликлар турли 500 000 дан ортиқ. Улар орасида микроскопик, кўз билан кўриб бўлмайдиган гоёт майда вакиллари бўлиши билан бир қаторда, танасининг узунлиги 10 ва 100 м га етадиган флора вакиллари мавжуд. Ўсимликларнинг бир турлари паст температуралда 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 ичда ўсиб, ривожланади.

Сайбраниздаги ўсимликларнинг хилма-хил бўлиши, маълум жойларда ҳаёт кечирishi ва ташқи муҳит омилларига мослашиши ҳар қайси ўсимликнинг тарихий ривожланишида — эволюциясида вуҷудга келган.

Демак, ҳар қандай ўсимлик турли 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 ҳолатига келишида иқлим шароити ҳам кескин ўзгариб турганлиги геологлар томонидан ўрганилмоқда. Иқлимнинг ўзгариб туриши тирик табиат вақдларининг ривожланишига ўз таъсирини кўрсатиб келганлигидан, ўзгарган шароитга мослаша олган флора ва фауна вакиллари тез ривожланган бўлса, мослаша олмаган турлари ёхуд уларнинг айрим вакиллари шароитнинг салбий таъсиридан нобуд бўлиб, йўқолиб кетган.

Юқорида баён этилган фикрлар палеонтологик далиллар асосида тўла тасдиқланди ва тасдиқланмоқда. Масалан, Палеозой эрасининг Силур даврида кенг ривожланган псилофитлар Девон даврида шароитнинг ўзгаришидан йўқолиб кетган. Улар ўрнига янги шароитга мослашган дарахтсимон папоротниклар, мохлар ва замбуруғлар ривожланган. Мезозой эрасининг Перм даврида эса дарахтсимон папоротниклар ўрнига очик уруғли ўсимликлар, Кайназой 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 юзидagi тирик мавжудотларнинг ривожланишида ўсимликларнинг роли жуда муҳимдир. Ҳозирги вақтда озиқ-овқат ва халқ ҳўжалиги учун зарур бўлган маҳсулотларни олиш мақсадида парвариш этиладиган ўсимликларнинг турли ички минга бориб қолади. Шу жўмладан, галла, полиз ва мевали ўсимликлардан озиқ сифатида фойдаланилса, гўза, зигир, канош ва бошқа ўсимликлардан олинган маҳсулотлардан тўқимачиликда, техникада ва қўрилш маътериаллари сифатида халқ ҳўжалигининг турли соҳаларида кенг фойдаланилади.

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

Сайбранизда тарқалган ўсимлик турларини маълум тартибда ўрганиш ва уларни чиқиб келишларини чуқур текшириб, феногенетик схемасини тузиш

воздушных от электрических сил происходящих) таърифлаб берган. Унинг фикрича шимолий туманларда ўсадиган қаргай ўсимлиги нинабарлардаги кўга кўринмайдиган жуда майда найчалар орқали ҳаводаги «ёғли намлик» ни қабул қилиб озиқланади. Унумсиз қумли туپроқда ўсадиган ўсимликлар ҳаводаги «ёғли намлик» ҳисобига ўсиб, ривожланиши туфайли ўзида смоласимон модала тўплайди. Шу билан бирга М. В. Ломоносов «ёғли намлик» қандай йўллар билан ҳавода тўпланганини ҳам тушунирди. Унинг айтишича, «ёғли намлик» ўрмонларнинг ёнишдан, вулканилар отилишдан, смоласимон (органик) моддаларнинг чиришидан, одамлар ва ҳайвонларнинг нафас олишидан ҳавода тўпланади. Ҳаво таркибига карбонат ангидрид борлиги ва бу газ юқорида айтиб ўтилган ҳолисалар 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 ўрганиш масалаларини ривожлантиришда швейцариялик олимлардан Жан Сенебье (1742—1809) ва Тео-ор Соссюр (1767—1845) олиб борган илмий-тадқиқот ишлари диққатга сазовор. Жумладан Жан Сенебье «Ўсимликлар физиологияси» номли 5 томлик асарини чоп этди. Бу олим «Сенебье кўненироги» деб аталган, шундан ясалган махсус кўненироқ воситасида ёруғлик спектрида кўринган нуруларнинг ўсимликларга таъсирини ўрганди.

Тео-ор Соссюр ўсимликларнинг нафас олиш жараёнига асос солиди. Унинг айтишича, ўсимликлар ҳам одам ва ҳайвонларга ўхшаб, нафас олишда кслород қабул қилиб, карбонат ангидрид ва сув ажратди. Ютилган кслород микдори ажратилган карбонат ангидридга тенг келганлигини ўзининг тажрибалари билан исботлади. Ўсимликлар карбонат ангидрид билан бир вақтда сувни ўзлаштиришни ҳам айтиб ўтди.

Ю. Сакс (1832—1897) ёруғлик таъсирида крахмал ҳосил бўлишини тажриба-лар асосида аниқлади. Ёруғлик энергияси ҳисобига анергетик моддалардан органик моддаларнинг синтезданишини назарда тутиб, немис олими Вильям Пфеффер 1897 йилда бу жараёни *фотосинтез* деб аташни тавсия 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» даслигини чоп эттирган. Санкт-Петербургда ўсимлик анатомияси ва физиологияси лабораториясини ташкил этган. У фототаксис ҳолисасини, фотосинтез жараёни суғъий ёруғликда ҳам содир бўлишини аниқлаган. Бу олим ўсимликлар физиологияси соҳасида академикликка сайланган.

Жаҳонга танилган К. А. Тимирязев (1843—1920) ўзининг иш фаолиятида фотосинтез жараёни учта қонуният асосида давом этганлигини белгиледи: биринчидан, фотосинтез жараёни фақат хлорофилл молекулалари томонидан ютилган нур энергияси ҳисобига ўтади; иккинчидан, фотосинтез ютилган нур энергияси микдорига боғлиқ ва учинчидан, ўсимлик баргига тушган ёруғлик энергиясининг 1—3% игина ўсимликлар томонидан ўзлаштирилади. К. А. Тимирязев фотосинтез жараёнининг химиявий томонларини мукаммал ишлаб чиқди. Хлорофилл қизил ва кўк-бинафша нуруларни ютганлигини ва фотосинтез шу нурулар энергияси ҳисобига содир бўлишини кўрсатди.

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

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

Ўсимликлардаги нафас олиш жараёнини чуқур текшириб, ўрганган рус олимлари А. Н. Бах (1857—1946) ва В. И. Палладин (1859—1922) нафас олиш назариясига асос солганлар. Академик С. П. Костинев (1877—1931) азрб

ва амнзрб нафас олиш жараёнлари ўртасида узвий боғланиш борлигини аниқлади.

Ўсимликлар учун азот элсменти қанчалик аҳамиятли эканлигини батафсил текширган Д. Н. Прянишников (1865—1948) оқсилнинг биринчи сингезида ва унинг парчаланишида аммиак бошланғич ва охириги маҳсулот эканлигини тасдиқлади. Оқсилнинг синтезданишида аспарагин ва глутамин аминокислоталарининг аҳамиятини кўрсатиб берди.

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

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

Туз эритмасида ивтиб экилган чигитдан ўстирилган ёўзанинг шўрохка чидамли бўлишини Б. П. Строгонов, Е. М. Ковальский, П. А. Генксель 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 галла ўсимликларидан юқори ва сифатли ҳосил етиштиришда микроэлементлардан — мис элсментини қўлланиш зарурлигини академик Я. В. Пейве ва бошқа олимлар текширганлар.

Профессор Н. Н. Назиров радиация нури таъсирида серҳосил, тезинлар, гуза навини 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 тажрибарлар орқали олинган далилларга асосланиб, илмий назариялар яратилади. Тажриба-рибалар ёрдамида табиий шароитда ўсадиган ёхуд лабораторияда парварши-етилиётган ўсимликларнинг ҳаётини жараёнлари ўрганилади. Бу фан биохимия, агрохимия, ботаника, микробиология ва бошқа фанлар билан чамбарчас боғлангандир, шу фанларда қўлланиладиган усуллардан тажрибалар ўтказиш эластиклик хусусиятини аниқлашда физик ва коллоид химия фанларидаги асбоблардан, ўсимликларнинг химиявий таркибини аниқлашда биохимияда ишлатиладиган усуллар қўлланилади. Тубан ўсимликларнинг ҳаёт жараёнида давланилади ва ҳоказо. Масалан, ўсимлик ҳужайраси таркибидagi органиклар-ни бир-биридан ажратиб олишда ультрацентрифугалар, жуда нозик кесиллар-ни тайёрлаш учун ультрамикротомлар ишлаб чиқилган.

Органикларнинг нозик тузиллиларини ўрганиш мақсадида бир неча минг марта катталаштириб кўрсатадиган электрон микроскоплар ҳам ишлаб чиқилди.

1 б о б. ЎСИМЛИК ХУЖАЙРАЛАРИДА 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 жараёни шу ҳужайрани ташкил этган органоидларнинг 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 жараёни 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, кўп қиррали, тухумсимон, цилиндрсимон, дисксимон бўлиб, катталиги 10—15 мкм¹.

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

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

Қаулерпа 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 жараёни ички ва ташқи омиллар таъсиридан ўзгариб туради. Масалан, фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган моддалар (углевод, оқсил, ёғ ва бошқалар)нинг бир

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

қисми ўсимлик танасини тузишда, заҳира озиқ тўплашда қатнашади, иккинчи қисми эса нафас олиш жараёнида сарфланади. Демак, ҳужайрадаги моддалар алмашиши жараёни асимметрия ва диссимметрия 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 тўқимасидаги сувнинг буғланиши эса физиологик жараён бўлиб, *транспирация* дейилади.

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

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

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

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

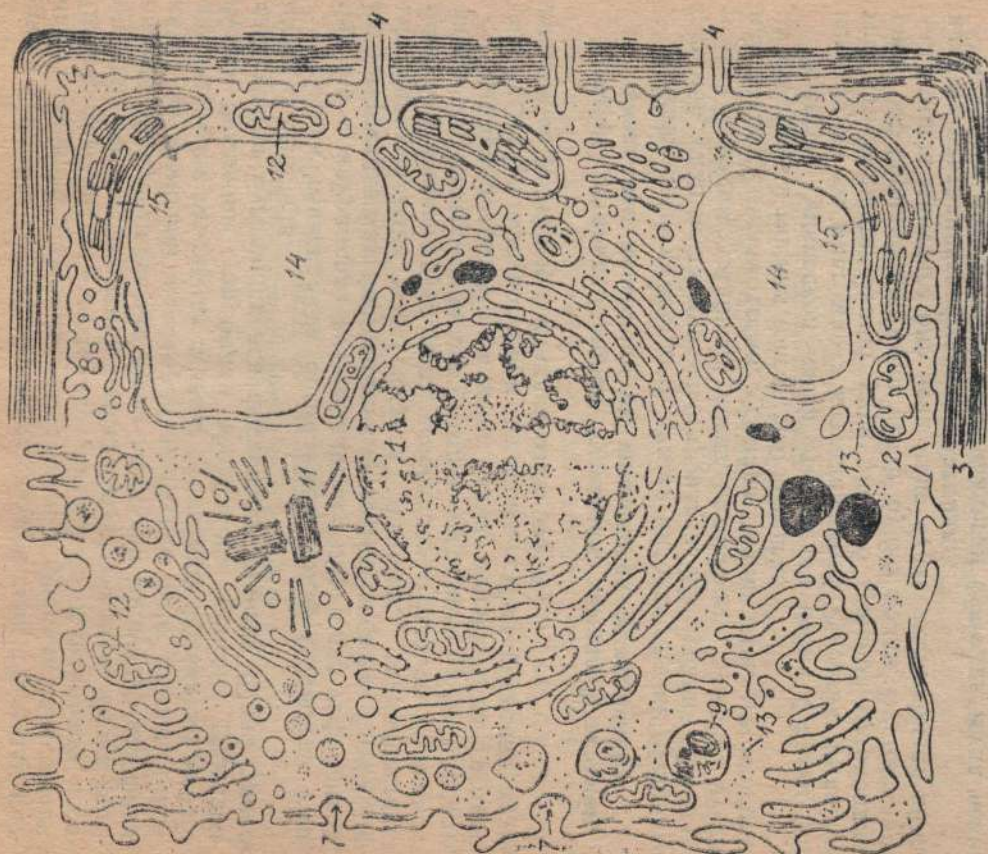
Электрон микроскоп кашф этилгандан кейин буюмни бир неча ўн ва юз минг марта катталаштириб кўрсатиш имкониятига эга бўлинди. Бунинг учун дастлаб ҳужайра органоидларини бир-бирдан ажратиш зарур бўлиб қолди. Бу масалани ҳал этишда минутига бир неча минг марта тезлик билан айланинадиган ультрацентрифугалар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

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

Электрон микроскоп, ультрацентрифуга ва ультрамикротомлар ишлатила бошлагандан кейин ҳужайра таркибида эндоплазматик түр ретикулум, рибосома, диктосома — 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.

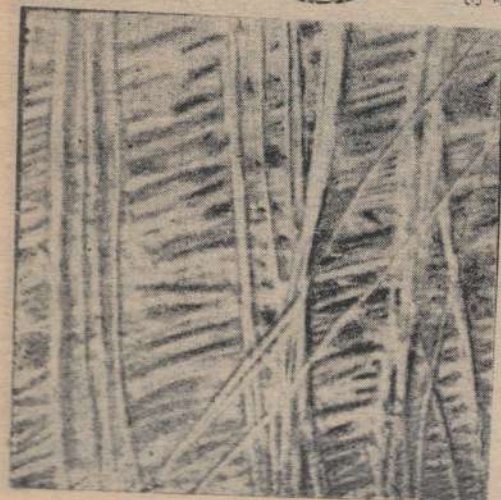
¹ Миллимикрон — нонометр деб қабул қилиниб нм деб ёзилади.



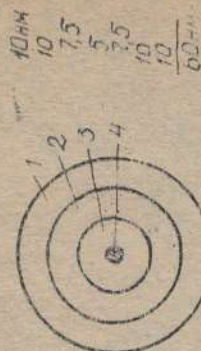
1-расм.

А — хайвон ва Б — ўсимлик хужайраларининг схематик тўзилиши:
1 — матрикца ва хроматин иллари жойлашган мағиз; 2 — плазматик мембрана; 3 — хужайра пўсти; 4 — плазмодесмалар; 5 — гранулали ва 6 — грануласиз эндоплазматик; 7 — мейбраналар; 8 — пинтогроз вакуолалари; 9 — Гольджи апарати — диктйосомалар; 10 — трийуласиз эндоплазматик тўр ииндаги мой томчилари; 11 — центрол ва центросфера; 12 — митохондрийлар; 13 — цитоплазма — гяллоплазмадаги полирибосома; 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 ҳисобиға хужайра пўсти ҳосил бўлишдан аввал целлюлоза молекулаларини 100 таси бирлашшидан мицелла деб аталган тўпламлар ҳосил бўлади.



2-расм. Хужайра пўстида целлюлоза микрофибриллаларининг ўришиши. (Электрон микросколда 25000 марта катташтирилган).



3-расм. Плазмодесманинг кўндаланг кўриниши (А. Фрей-Вислинг-ча):

1 — плазмалемма; 2 — цитоплазма;
3 — эндоплазматик тўр; 4 — пайқа (тирқич).

Уларнинг бирлашишдан йирикроқ микрофибриллалар, 250 донга микрофибриллаларни тўпланишидан 0,4—0,5 мкм йўғонликдан микрофибриллалар юзаға келади. Шу йирик бўлақчалар микро- ва макрофибриллалар ҳисобиға хужайра пўсти тикланади (2-расм).

Хужайра пўсти рангсиз бўлиб, ёруғлик нурини ўзидан оsonлик билан ўтказди. Хужайра пўсти унга шакл бериш билан бирға цитоплазмани, айниқса, плазмалемма қаватини ҳимоя қилади. Макрофибриллалар оралиқларидаги тирқичлар орқали хужайраға моддалар қабул қиллинади ва ташландиқ моддалар ташқарига чиқарилади.

Целлюлоза — кислотали ва ишқорли хусусиятға эға бўлмаган индиферент бирикма. У юқори температураға чидамли ва кучсиз ишқорий ёки кислотали эритмада қайнатиладан ҳам оsonликча эримайди.

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

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



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

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

Мағиз. Хужайра таркибидаги муҳим органондлардан 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 проکاریот ва эуکاریот деб аталган гуруҳларга бўлинади. Бактерия ва кўк-яшил сувўтларида тўла ривожланиб, шакланган ядро бўлмаганлиги сабабли, уларга проکاریотлар дейилади. Пўстга ўралган ва тўла ривожланган ядроли ўсимликлар эуکاریот гуруҳига киради.

Ўсимлик хужайрасидаги энг йирик органондлардан бири ядронинг ҳажми 10—25 мкм оралиғида. Ядро электрон микроскоп орқали кузатишганда пўсти 2 қаватли мембранадан иборат эканлиги кўринади. Мембраналар оралиғидаги бўшлиққа перенуклеар бўшлиқ деб айтади. Перенуклеар бўшлиғи энхилема деб аталган суюқлик билан тўлган бўлади. Ядро пўстининг айрим жойларида мураккаб тузилишга эга бўлган тирқишлар жойлашган. Шу тирқишлар воситасида ядро билан цитоплазма ўртасида зич муносабат боғланади. Жумладан, ядродан цитоплазмага информация 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 ёхуд кариолифа дейилади (4-расм). Кариолифада махсус бўёқлар билан бўялаган хроматин иллари ва ядроча жойлашган. Хроматин иллари ҳисобига хромасомалар тикланади. Хромасомалар хроматиди деб аталган бўлакларга бўлинган. Ҳар қайси хроматиди 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. Кариолифа, юқорида кўрсатиб ўтилганлардан ташқари, проламин ва гистон гуруҳларидаги оқсиллар, глюкопротеидлар, рибосома, н-РНК, РНК молекулалари ҳамда нафас олиш жараёнининг анаэроб фазасида қатнашадиган ферментлар ҳам мавжуд.

Ядро таркибида бир ёки бир неча 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.

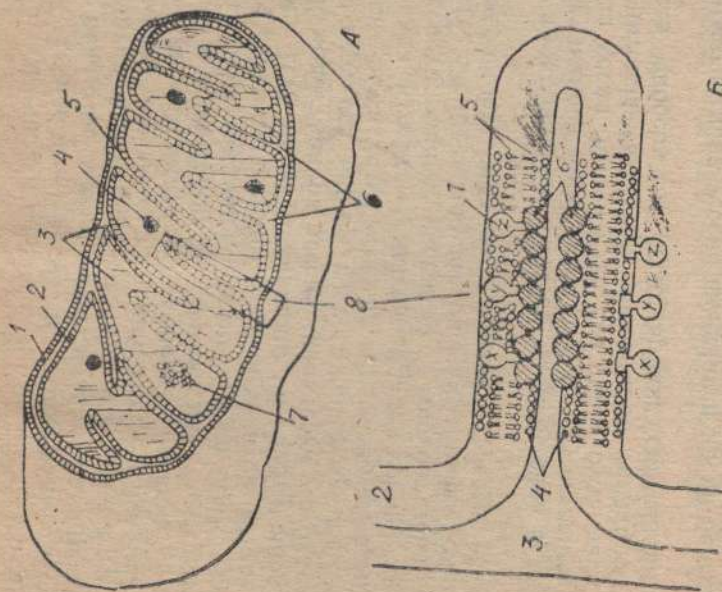
Ядро (мағиз)нинг асосий функцияси ирсий белгиларни наслдан-наслга етказиб беришдир.

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

Ирсий белгиларнинг ўзгаришида ташқи факторлар, физиологик актив моддалар, химиявий бирикмалар, радиация нурлари ва турли физикавий ҳодисаларнинг аҳамияти катта. Химиявий таркиби жиҳатдан ядро мураккаб органондир.

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 информация РНК бирикмаларнинг синтез қилинишини идора қилади.

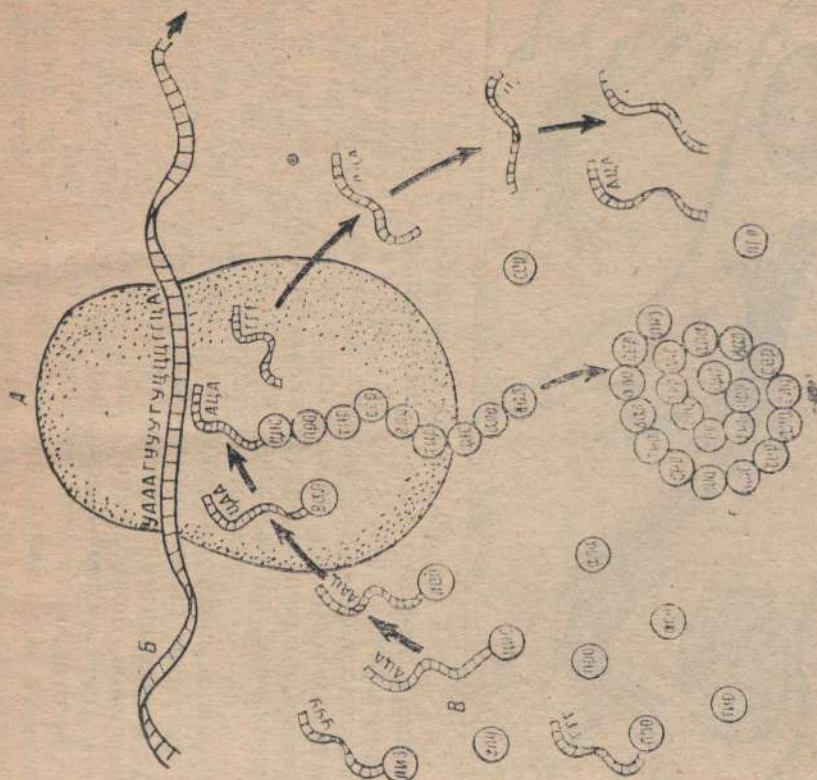
Митохондрий — хондриосомалар. Митохондрий ёки хондриосома деб аталувчи мазкур хужайра органондларининг ҳажми 0,5—0,7 мкм оралиғида бўлиб, улар ипсимон, донсимон ва таёқча шаклида эканлигини 1874 йилда И. Д. Чистяков кузатган. Улар устида иш олиб борган Ф. Мевес (1904), хужайранинг бу органонидига ип-дон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



5-расм. Митохондрийнинг схематик кўриниши:

А — умумий кўриниш; 1 — ташқи мембрана; 2 — ички мембрана; 3 — митохондрийнинг тўлдириб турган суюқлик — матрикс; 4 — матрикс ичиде Са ва Mg элементларини сақлаган гранулалар; 5 — кристаллар; 6 — ташқи ва ички мембраналар оралиғи; 7 — F₁ бўлақчалари; 8 — кристининг бир бўлағи.
Б. Кристининг молекуляр тузилиши: 1 — ташқи мембрана; 2 — ички мембрана; 3 — мембрана орасидаги бўшлиқ; 4 — оксид молекулалари; 5 — липид қавати; 6 — Кребс циклида қатнашадиган ферментлар санжир; 7 — F₁ бўлақчалари (АТФ молекулалари синтезланишини таъминловчи танақчалар); 8 — кристининг бир бўлағи.

Митохондрий пўсти электрон микросколда кузатишда ташқи ва ички деворлардан ташкил топганлиги аниқланди. Унинг ташқи девори цитоплазма билан яқин муносабатда бўлиб, моддаларнинг ичкарига ва ташқарига ҳаракатлантириб туришини таъминлайди. Ички девори ҳисобига митохондрийни ичиде 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 суюқлик билан тўлган (5-расм). Матрикс таркибиде 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-расм. Рибосоманинг:

А — ташқи кўриниш; В — информацион РНК; В — ташуучи (транспорт) РНК молекулалари; Г — синтезланган оксид молекуласи.

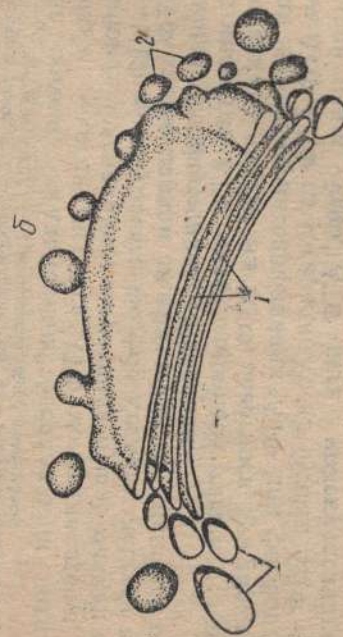
жараёнида органик моддаларнинг оксидланиши натижасида бўшаб чиққан энергия ҳисобига АТФ молекулаларини синтезлашдан иборат. Оксидланиш жараёнида бўшаб чиққан энергия ҳисобига АДФ молекуласига фосфор кислота қолдиги қўшилганидан АТФ молекулалари синтезланади. Бу ҳодисага оксидланиш ҳисобидан *фосфорланиш*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

Ҳосил қилинган АТФ митохондрийнинг ташқи девори орқали цитоплазмага чиқади ва АТФ энергияси ҳужайрада содир бўладиган жараёнларда сарфланади. АТФ дан фосфор кислота ажралган 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 нустидан ажралган ва *инициал* деб аталган бўлақчалар 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 улашиб 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 Мп, Са, Со, Mg элементлар воситасида бир-бири билан боғланган. Бу элементлар етишмаса, рибосома суьединиц (50 S ва 30 S) деб аталган бўлакларга ажралиб, ўз функциясини бажара олмайди. Полипептид занжирлари рибосомаларда синтез қилинади.



7-расм. Гольжи аппаратининг тузилиши:

А. Илдан тилофи хужайра бўлагининг электрон микроскопда кўриниши (Молленхауер, 1961): 1, 2, 3 — диктисомалар; 4 — эндоплазматик тўр; 5 — цитоплазма — гналолазма; 6 — митохондрий; 7 — нуклеолус рибосомалар.
Б. Диктисоманинг катталаштирилган ҳолда кўриниши; 1 — цистерна (бўшликлар); 2 — полипептид занжирлари рибосомаларда синтез қилинади.

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

Улар ўсимлик хужайраларда юмалоқ, ўроқ ва таёқча шаклида бўлиб, диктисома деб аталади. Электрон микроскопда диктисомалар 5—8 тадан ётган қопчиқчалар, найчалар ва катта-кичик пуфакчалар шаклида кўринади (7-расм).

Моддалар алмашинувида ҳосил бўлган баъзи бирикмалар ва четдан кирган захарли моддалар диктисомада тўпланганлиги аниқланди. Диктисома мембраналарида полисахарид ва липонд моддалар синтез қилинади. Улар лизосома ва хужайра пўстини ҳосил қилишда қатнашади.

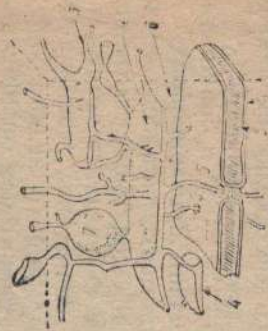
Лизосомалар. Гидролиз жараёнларида қатнашадиган ферментларини ўзида сақловчи таначалар лизосомалар деб аталади (Де-Дюв, 1955). Улар 1 мкм катталиктида бўлиб, шакли юмалоқ. Лизосомалар хужайранинг озиқ ҳазм қилиш системаси деб қаралади. Чунки ташқи муҳитдан фагоцитоз ва пиноцитоз йўли билан қабул қилинган озиқ моддалар лизосомадаги ферментлар таъсирида парчаланиб, ўзлаштирилади. Лизосомалар четдан қабул қилинган ва захарли моддаларни жамлаб (локализация қилиб) олади, деган фикрлар ҳам бор.

Сферосомалар — микросомалар. 0,55—0,9 мкм катталиктидаги 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, донатор 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. Хайвон хужайра-



8-расм. Эндоплазматик тўр — ретикулумнинг схематик кўриниши:

1 — хужайра пўсти; 2 — плазмалема қавати; 3 — эндоплазматик тўр мембраналари; 4 — цистерна шаклида жойлашган эндоплазматик тўр; 5 — плазмодесма; 6 — цитоплазма (гнелолазма); 7 — вакуола.

ларида бўлиб, шарсимон шаклда, ҳажми 0,5—1 мкм каттали-
даги таначалар, уларга пероксисома дейилади (Де-Дюву,
1965). Ўсимлик ҳужайраларида кузатишган шундай таначаларга
глюксисома дейилади (Толберт, 1968). Пероксисома ёки
глюксисома деб аталган таначалар ёруғликда гликол кисло-
танинг 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 модда-
лар тўпланади. Кейинчалик «цистерна»лар ҳажми кенгайиб ва
бир нечаси қўшилишдан умумий вакуола юзага келади.

Вакуолада сув ва аорганик моддалар тўпланиб, ҳужайра
ширасини ташкил этади. Вакуоладаги бирикмаларнинг бир
хилларини ўсимлик ўзлаштирса, 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 гутта-
перча, смола, фитонцидлар, витаминлар ва ферментлар бўлади.
Булардан ташқари, антоциан, антохлор ва антофен деган тўқи-
мага 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 липидлардан ташкил топган.

Лейкопластлар хромо- ва хлоропластларга айланиб туради.
Ўз навбатида хромопласт ва хлоропластлар ҳам рангсизланиб
лейкопластларга айланади. Масалан, ёш сабзи ҳужайра пла-
стидаларида каротиноидларнинг тўпланишидан у қизил ёки
сарик рангли бўлади. Агар сабзининг йлдиэ бўғзи ёруғликда
қолдирилса, унда яшил рангли хлоропластлар ҳосил бўлади.
Наъматак етилганда эса унга яшил ранг бераётган хлорофилл
пигменти тарқалиб, ўрнига каротиноидлар тўпланади. Нати-
жада хлоропласт хромопластга айланади.

Хлоропластлар яшил хлорофилл пигмент сақлаган пласти-
далардир.

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

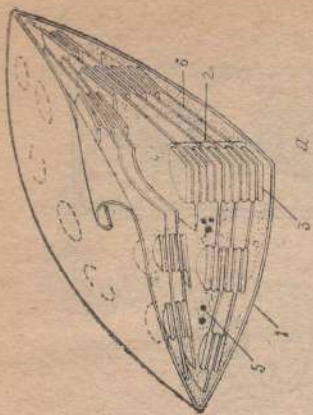
Сувўтларидаги пластидалар хромотофорлар дейилади.
Улар йирик, ҳар хил шаклда: лентасимон, пластинкасимон
бўлади (10-расм).

Хлоропластлар барглarda, 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.

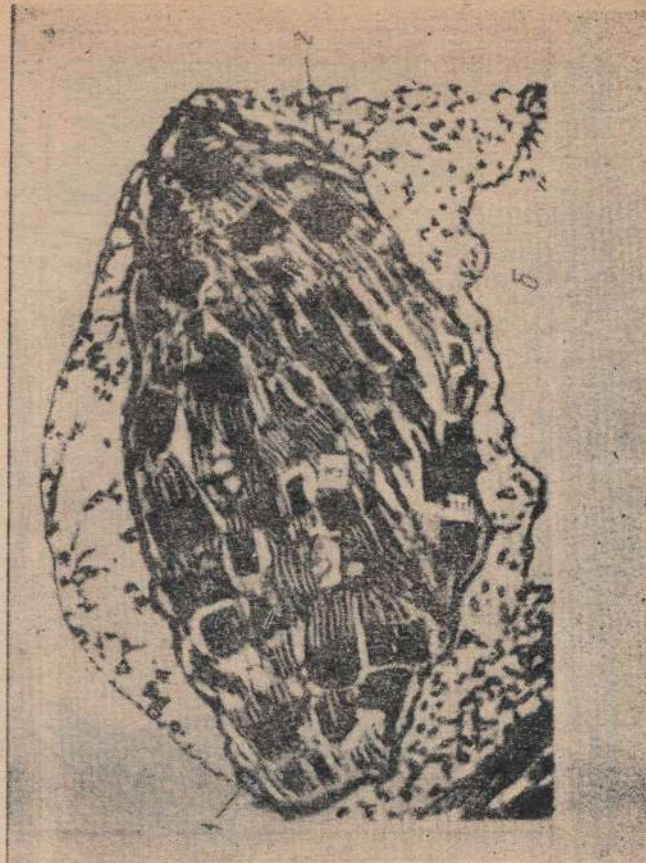
Хлоропластларда ДНК,
РНК, А, Д, Е ва К витамин-
лар, ҳар хил ферментлар, хло-
рофилл молекулалари «а» ва
«б», «с» ва «d» мавжуд.

Хромопластлар. Таркибида
каротин ва ксантофилл пиг-
ментлари бўлган сарик, са-
риқ-зарғалдоқ ва қизғиш ранг-
ли пластидаларга хромо-
пластлар дейилади. Хро-
мопластлар наъматак, тарвуз,
қизил гармдори, помидор ме-
валарида, лола, сариқ хри-
зантема гулбаргларида ва
сабзи йлдиэмеваcида учрайди
(11-расм).



9-расм. Исалоқ хлоропластининг схе-
матик тузилиши:

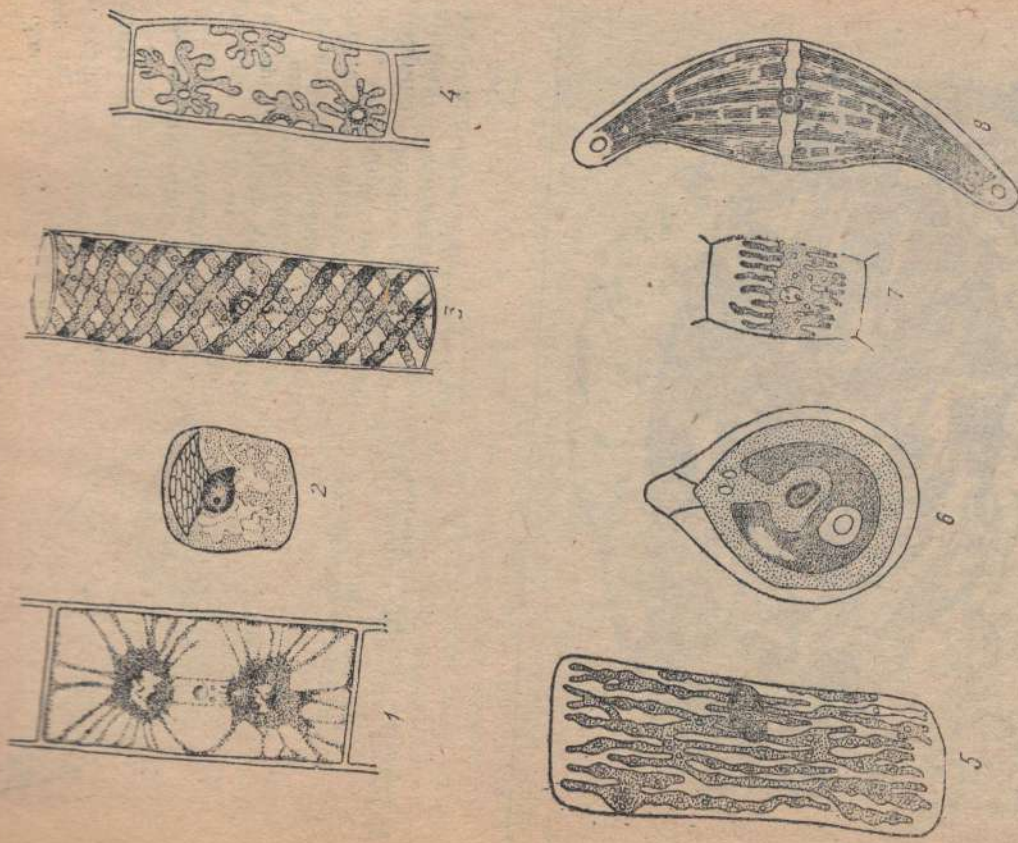
2,1 — хлоропласт мембранаси; 2 — гранула;
3 — тилакоид; 4 — строма; 5 — ёш томилири;
6 — ламеллалар.



6. Маккажўхори хлоропластининг электрон микроскопда кўриниши:

1 — хлоропластларнинг ташқи мембранаси; 2 — гранулалар; 3 — гранулаларни ёрлаш-
тирувчи пластиникалар — ламеллалар.

Хромопластларнинг ҳужайрада туган ўрни тўла аниқлан-
маган, бироқ улар хлорофилл молекулаларини оксидланишдан
ҳимоя қилиб, органик моддаларнинг синтезланишида бевосита

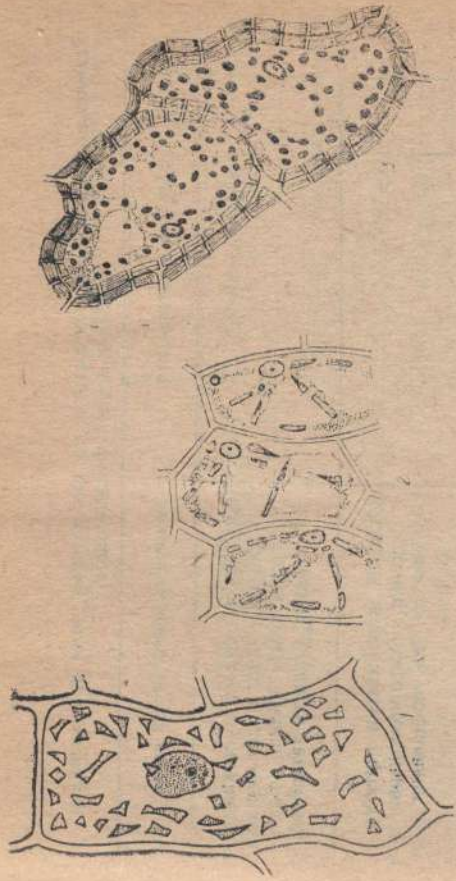


10- расм. Турли сувўтларида учрайдиган хлоропластлар (хроматофорлар):
 1 — энгизмада (юлдузсимон); 2 — жигар мохида (соявонсимон); 3 — спирогиреда (тасмасимон);
 4 — Родохортоида (топонсимон); 5 — Эндогонимда (панжарасимон); 6 — Хламидомонадада
 (косачасимон); 7 — Халқаланган топонсимон дропарнальдия; 8 — Клостридиумда (пластин-
 касимон) кўринишларида учрайди.

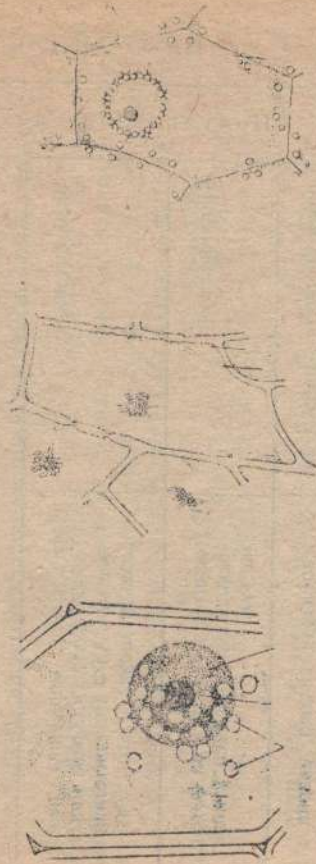
қатнашади, деган фикрлар ҳам бор. Гулбарглarning ранг-ба-
 ранг бўлиши каротиноидлар (рангли пигментлар гуруҳи)нинг
 биологик аҳамиятга эга эканлигини тасдиқлайди.

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

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



11- расм. Хромопластлар:
 1 — пастурия тожибаргида; 2 — сабзи ялғизмевасида; 3 — гармдори мева пўсти (перикар-
 пид)да.



12- расм. Лейкопластларнинг жойлашиши (чапдан ўнгга):
 тарадескания эпидермисиде; бойнечак баргнинг устки эпидермисиде; маккажўхори
 эндоспермисиде (урунда озиқ моддаларни тўловчи махсус туқмада);

пласт, крахмал молекулалари кўп тўпланса амилопласт-
 лар дейилади.

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

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

Ҳужайра компонентлари	Компонентларнинг асосий вазифалари
Ҳужайра пўсти	Ҳужайрага шакл ва мустаҳкамлик бериш, ташқи муҳит омилларидан ҳимоя қилиш, моддаларнинг ўтишини таъминлаш
Вакуола	Осмотик жараёнларни тартибга солиш, захира моддаларни тўплаш ва озиқ моддаларни ҳазм қилиш
Ядро	Генетик информацияларни сақлаш ва ирсият белгиларини наслдан-наслга ўтказишни таъминлаш
Ядроча	РНҚ молекулаларини синтезлаш ва тақсимлашда қатнашиш
Митохондрилар	Нафас олиш жараёнига асосан аэроб фазадаги Кребс циклига масъул АТФ ни синтезлайдиган органоид
Хлоропластлар	Фотосинтез жараёнига ва фотофорфорланиш реакцияси ўтишига масъул
Г олжи аппарати—диктиосома	Углеводларни тўплаш, уларни ажратиб чиқариш ва ҳужайра пўстининг тикланишини таъминлаш
Эндоплазматик тўр	Моддаларнинг ҳаракатланишини тартибга солиш ва моддалар алмашишни марказларини белгилашни таъминлаш
Лизосома	Озиқ ҳазм қилиш органи
Сферосома	Ёғлар тўпланиши ва сақлаишини таъминлаш

ПРОТОПЛАСТ
ПРОТОПЛАЗМА-ЦИТОПЛАЗМА

Ҳужайра компонентлари	Компонентларнинг асосий вазифалари
Рибосома	Оқсилларнинг синтезланишига масъул
Микро таначалар, пироксисома, глиоксисомалар	Глиоксислат цикли ва фотонафас олишда иштирок этиш
Микрофиллар	Целлюлоза микрофибриллаларини маълум тартибда ўрнатишни таъминлаш
Асосий цитоплазма	Нафас олишда субстрат вазифасини бажариш ва гликолиз жараёнининг ўтишида иштирок этиш
Плазмалемма	Моддаларнинг ташқаридан ва ичкардан ҳаракатланишини тартибга солиш ва ҳимоячилик вазифасини ўташ

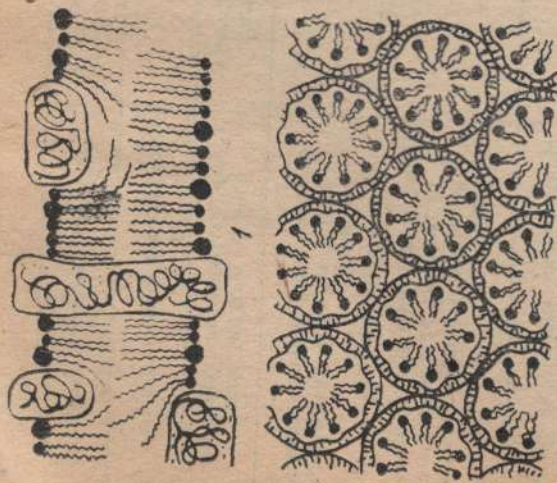
ПРОТОПЛАСТ
ПРОТОПЛАЗМА-ЦИТОПЛАЗМА

Цитоплазманинг тузилиши ва химиявий таркиби

Тиррик мавжудотларнинг ҳаёт жараёнлари цитоплазмада ўтиши барча органоидларни ўзида сақлаганлигини назарда тутиб, цитоплазма умумий муҳит — субстрат деб танилади. Цитоплазмадан ажралган ҳар қайси органоид алоҳида ва мустақил ҳаёт кечира олмайди. Органоидлардан ажратиб олинган цитоплазмада ҳам мустақил моддаларнинг алмашиши жараёнлари кузатилмайди. Ҳаётий жараёнларнинг ўз вақтида узлуксиз давом этиши учун цитоплазма ва ундаги органоидлар эволюцияда жорий этилган қонун ва қондалар асосида ўз функцияларини тўтовсиз бажариши зарур. Шунинг учун ҳужайрани махсус жуда мураккаб тузилган тиррик организмнинг асосий бўлақчаси деб қараш керак.

Субмикроскопик тузилиши жиҳатдан цитоплазма уч қаватдан иборат. Биринчи қавати ҳужайра пўстига тегиб туради. Бу қават оқсил ва ёғсимон липондлардан иборат бўлиб, плазмалемма дейилади.

Плазмалемма уч қатор кетма-кет жойлашган мембраналардан иборат. Ўртада жойлашган мембрана (13-расм) 2 қатор ёғсимон — липонд молекулалардан ташкил топган. Липонд молекулаларни эса оқсил табнагли мембрана оралиғида жойлашган. Бу қават цитоплазмадан ҳимоя қилади ва ҳужайрага ташқи муҳитдан моддаларнинг ўтишини таъминлайди.



13- расм. Биологик мембраналарнинг ҳар хил тузилиши:

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

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

Карам барги цитоплазмасининг таркиби

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

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

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

Цитоплазманинг учинчи қавати тонопласт дейилади. У оқсил ва липид молекулалардан ташкил топган бўлиб, хужайра ширасини ўзида сақлаган бўшлиқни — вакуолини ўраб олади.

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

Плазмалейма ва тонопласт ўртасида жойлашган қават мезоплазма дейилади. Мезоплазмада хужайранинг ҳамма органоидлари жойлашган бўлиб, у ярим суюқ, ярим қуюқ-коллоид моддадан иборат. Унинг

2-жадвал

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

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

Дисперс системалар

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

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

3-жадвал

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

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

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

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

Дағал дисперс системаларга суспензия, кўпиклар, кукунлар ва тарқалган эмульсия мисол бўлади. Суяқ дисперс муҳит ичи бундай аралашма дисперс фаза заррачалари қаттиқ модда бўлса, унинг ичида аралашган дисперс фаза заррачалари ҳам суюқ ҳолатда бўлса, бошқача айтганда, бир-бирида эримайдиган суюқ моддалар аралашмаси *эмульсия* деб аталади. Масалан, сувга мой аралаштириб чайқатилганда эмульсия ҳосил бўлади. Сут ва маргарин ҳам шунга мисол бўла олади. Чанг-тўзон, кофе, какао ва цементнинг сувдаги эритмаси суспензия 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 чўкамага 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 ёғнинг суяқ учирлишида ишлатиладиган CO_2 гази билан бўлса, тилган моддаларни айтиш мумкин. Кўпиклар таркибида дисперс фаза газ ҳолатидаги моддалар бўлганлигидан кўпикнинг 90% ин ташкил этади. Дисперс муҳит кўпикни ташкил қилишда қатнашган моддалар молекуласи ҳисобига ҳосил қилиш-парда, бўшлиқ — пуфакчалардир. Масалан, сувга совун аралаштирилганда совун асосини ташкил этган ёғ кислота тузларининг бирлашишидан ҳосил қилинган пардалар муҳит ҳисобланади. Кукун (порошок) ларга мисол қилиб цемент, алибастр, оҳак уни, минерал ўғитлар, қуруқ крахмал, какао ва бошқаларни кўрсатиш мумкин. Кукунларда ҳаво дисперс муҳит бўлиб, юқорида кўрсатилган моддаларнинг тақсимланиши дисперс фаза-ни 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 ўлчамини 1 нм дан кичик. Сувда осонлик билан эрийдиган шаклар, аминокислота ва спирт каби органик бирикмалар молекуляр дисперс системага мисол бўлса, аниорганик 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-

вийди ($\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$). 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-нонли эритмалар бир фаза заррачалари ёғлиқ нурини кулар-нонли эритмадан дисперс фаза заррачалари ёғлиқ нурини

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

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

Коллоид юнонча «коло» — елим маъносини билдиради. Ўз даврининг йирик олимлари (И. Г. Боршчов, 1869 ва П. П. Веймарн, 1904) коллоид эритмалар Х. Грем айтганидай, махсус ва ўзгармайдиган аралашма бўлмасдан, дисперс муҳитнинг табиатига боғлиқ экан. Жумладан, совун сувда эриганда коллоид эритма, спиртда эриганда эса чин эритма ҳосил қилади. Хулоса қилиб айтганда, дағал, коллоид ва чин эритмалар дисперс муҳит ва дисперс фаза заррачаларининг табиатига кўра, бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб турар экан.

Коллоид эритма заррачалари эритувчи (сув) га бўлган муносабатига кўра *лиофил* (гидрофил) ва *лиофоб* (гидрофоб) гуруҳларга бўлинади. Гидрофил коллоид заррачалар эритувчи билан муносабатга киришиб, дисперсион муҳит молекуларларини 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 кузатишда коллоид заррачалар ялтироқ дончалар шаклида кўринади ва Тиндаль конусини ҳосил қилади. Уларда Броун ҳаракати кузатилади. Коллоид заррача адсорбциялаш хусусиятига эга, яъни адсорбент сифатида бошқа заррача ва молекуларларни ўзига боғлаб олади.

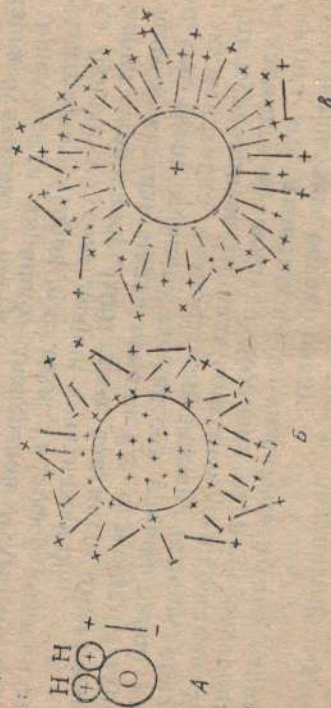
Гидрофоб ва гидрофил коллоид заррачалар мусбат ёки манфий зарядли бўлади. Физика қонунига асосан бир хил зарядлилар бир-бирдан қочади. Бу коллоид заррачаларнинг дисперсимон муҳитда чўкмаслигини таъминлайди. Дисперсион муҳит заряди коллоид заррача зарядига қарама-қарши бўл-

ганда муҳит заррачалари коллоид заррачага адсорбцияланади, яъни бир-бири билан боғланади. Натижада зарядлар йирик бўлишига мицелла ҳосил қилади. Мицеллаларнинг ҳажми катта чин эритмага қарамай, коллоид эритма ташқи кўриниши жиҳатдан қавати соловат, ҳодисаси эса соловатланиш дейилади. Дисперсион муҳит сифатида сув молекулалари иштирок этса, гидратланиш ҳодисаси деб аталади.

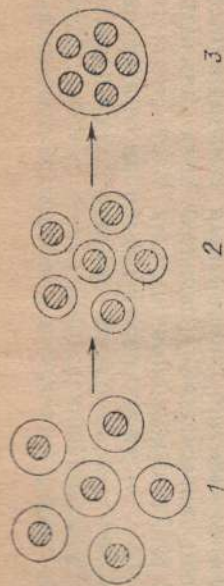
Сув молекулалари манфий ва мусбат зарядларни сақлаган лигидан улар диполь, яъни икки зарядли ҳисобланади. Коллоид эритма табиатига кўра ундаги заррачалар манфий ёки мусбат бўлади. Сув молекулалари билан коллоидлар ўзаро муносабат киришганда сув молекулалари манфий ёки мусбатлик хусусиятини юзага чиқаради.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

Коллоид эритмага электролит ионлари қўшилса, уларнинг заррачалари коллоид заррача марказига жойлашиб, уларнинг нейтралланиши. Коллоид заррача марказига жойлашиб, уларнинг латига ўтади. Изоэлектрик нуқтада гидрофоб коллоидлар қайтадан эримайдиган чўкма ҳосил қилади. Бу ҳодиса коагуляция таъсир эттирсак, танин ўз эритмасига лимон кислотаси молекулаларини йўқотиб чўкмага ўтади. Бунда ошловчи модда — танин коагулланади.

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



14-рasm. Гидрофил коллоид заррачаларининг сув молекулалари билан боғланиш схемаси:
А. Сув молекуласи (диполининг тузалиши); Б. Изоэлектрик нуқтада ва
В. Маълум зарядга эга бўлган коллоид заррача.



15-рasm. Гидрозол коллоидларда коацерватнинг ҳосил бўлиш схемаси:

1 — сув молекулалари билан ўраб олинган коллоид заррачалар;
2 — сув молекулаларининг қисман йўқолишидан сув парда-
сининг юқаланиши; 3 — сув қатлами йўқолиб сув пардаси
ҳосил қилиниши туфайли пайдо бўлган коацерват.

коагулланиш-шўрланиш, коацерватланиш, желатинланиш, золь ҳолатидан гель 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 концентратияси 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 камайлганигидан коллоид заррачалар бирлашиб умумий гидрат қаватига ўралади (15-рasm). Коллоид эритма икки қаватга: устки коллоид заррачалардан ҳолис сув, пастки зич коллоидларга бой эритмага ажралади. Бу ҳодиса коацерватланиш, заррачалар коацерватлар деб аталади. Баъзи коацерватлар ҳар хил зарядли ва бир неча турли коллоид заррачалардан ташкил топади. 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 қўймади, яъни коагулланмайди. Мураккаб коацерватлар ўз хусусиятини тез ўзгарта олади. Масалан, электролит қўшилганда, заррачалар заряди камаяди, натижада бир-бирига интилиш кучи ҳам камайиб, мураккаб коацерват золь — эритма ҳолатига ўтади. Температура кўтарилганда, аксинча, заррачалар зичлашади, коагулланади — золь гелга айланади.

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

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

Гидрофил коллоидлар желатинланиш хусусиятига ҳам эга. Желатинланиш дирилдоқ (холодец) эритмасининг паст темп- ратурада қотиб қолишида кузатилади. Золь эритма ҳолатидаги полимер ва бошқа коллоидларнинг қотиб қуйқа (гель) ҳолатга ўтиши ж е л а т и н л а н и ш деб аталади. Бу ҳодиса коагулла- ниш ва коацерватланиш ҳодисаларидан фарқ қилади. Бу жа- раёнларда коллоид заррачалари эритувчи молекулаларини йў- қотиб, бир-бирига қўшилиб, чўкмага ўтади.

Желатинланишда коллоид заррачалар бир-бири билан бир- лашиб занжир, кейинчалик тўр ҳосил қилиб, тўр катакча бўлишлари 90% гача сув билан тўлади. Шу пайтда коллоид эритма (желатина) золь ҳолатдан гель ҳолатга ўтади. Агар температура кўтарилса ёки дисперсион муҳит миқдори кўпай- тирилса, гель ҳолатдаги коллоид заррачалар бир-биридан узоқлашиб, қайтадан золь ҳолатга ўтади. Уларнинг таркибидан сув йўқотилса, яна желатинланиш ҳодисаси кузатилади. Жел- атинланиш учун сарф бўлган вақтга етилиш даври дейи- лади. Етилиш даври модданинг табиятига ва таъсир этувчи моддага боғлиқ. Масалан, 5% ли желатина 15°C да 50 минут дан кейин қуйқага айланса, эритмага K_2SO_4 қўшилганда же- латинланиш 25 минут давом этади, яъни вақт 2 марта қисқа- ради.

Желатинланган ва гель ҳолатдаги коллоидларда бўкиш (сув шимиш) кучи катта бўлади. Масалан, қуруқ уруғларда шимиш кучи 1000 атмосфера босим кучига тенг бўлади. Улар- нинг шимиш кучи дастлаб кучли бўлиб, сўнгра пасаяди ва кейинчалик бутунлай тўхтайд. Баъзи коллоидлар сув билан тўла тўйингандан кейин бўкиш тўхтайд. Бундай коллоидлар ч е к л и бўкувчи коллоидлар деб аталади. Масалан, клетчатка, крахмал, желатина, цитоплазма ва бошқалар. Агар коллоид заррачалар тўла эриб, муҳитда бир текис тарқалса, ч е к с и з бўкувчи коллоидлар дейилади. Чексиз бўкувчиларга гумми- арабик (дарахт елими), кўпчилик оқсил бирикмалари, нитро- целлюлозанинг ацетондаги ва каучукнинг бензиндаги эритма- лари мисол бўлади. Чекли ва чексиз бўкувчи коллоидлар эритма- сида қатъий чегара бўлмаслиги ҳам мумкин. Масалан, паст- температурада желатина ва крахмал чекли бўкувчи коллоид- ларга кирса, юқори температурада чексиз бўкувчи коллоид- ларга ўтади, сувда тиниқ эритма ҳосил қилади.

Муздақо бўкмайдиغان коллоидлар ҳам бор, масалан, крем- ний гели.

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

лантириб турилган. Ўсимлик тўқимаси коллоидларнинг бўкиши натижасида тошлар бўлакланган.

Адсорбция коллоидларга хос бўлиб, табиятда кенг тарқал- ган. У тирик организмлардаги физик-химиявий жараёнларнинг утишида катта аҳамиятга эга.

Қаттиқ ёки суяқ модда юзасига эритма ёки буғ шаклидаги моддаларнинг ютилиб зичлашишига адсорбция дейилади. Бошқа модда заррачаларини ютган моддага адсорбент, ютилганга адсорбтив деб аталади. Агар адсорбент томо- нидан ютилган модда адсорбент ичига ўтса абсорбция, химия- вий боғланса хемосорбция дейилади (CO_2 , SO_2 газларини $Ca(OH)_2 + NaOH$ аралашмаси томонидан ютилиши). Адсорбент юзасида мавжуд куч майдони ҳисобига бошқа моддалар юти- лиши адсорбция ҳодисасини юзага келтиради.

Адсорбент куч майдони ва ташқи омилларнинг таъсиридан адсорбцияланган модда заррачалари атрофида бир, икки ва кўп қаватли парда ҳосил этади. Бир қаватли мицелла мо- н о м о л е ку л я р, икки қаватли б и м о л е ку л я р ва кўп қаватли полимолекуляр деб аталади.

4-жадвал

Қўриб ўтган дисперс системалар ўртасидаги мавжуд айрмалар тубаиди
жадвалда келтирилган

Датал дисперс система	Коллоид дисперс система (коллоид эритмалар)	Молекуляр нон дисперс система (чин эритмалар)
Ҳажми 0,1 мкм дан катта	мкм дан кичик, нм дан катта	нм дан кичик
Шарф-ф эмас, лойқа	Шарф-ф-тиник (аммо сөл хн- рароқ эритма)	Шарф-ф-тиник
Қоғоз филтёр орқали ўтмай- ди	Қоғоз филтёр орқали ўтади	Яхши филтёр- ланади
Пергамент қоғоз орқали, ҳайвон ва ўсимлик мембранасидан ўта олмайди		Пергамент, ҳай- вон ва ўсимлик мембранасидан осонлик билан ўтади
Гетероген (ҳар хил жинсли)		Гомоген (бир хил жинсли)
Ёруғлиқни тарқатади	Тиндаль конуси ҳосил бўлади	Ёруғлиқ турри- ни тўсмасдан ўткази
Тургун эмас (чўкади ёки юқорида тўланади)	Дағал эритмаларга нисбатан тургун	Тургун эритма (чўкмайди)
Вақт ўтиши билан эскиради		Эскирмайди

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

Ўсимлик ҳужайрасидаги цитоплазмада коагулляция, коацерватлаш, желатинизация ва адсорбция, бўкиш ҳодисаларининг кузатилиши, цитоплазманинг коллоид бирикмалардан ташкил толганлигини тасдиқлайди.

Цитоплазманинг коллоид ва физик хоссалари

Цитоплазмадаги моддаларнинг баъзилари заҳира модда ҳолида тўпланса, липопроteid, глюкoпpoтeид, фосфoпpoтeид, нуклеoпpoтeид, цeллoлoзa кaбилар ҳужайранинг конституцион бирикмалари ҳисобланади. Бироқ бу бирикмалар доимо ўзгариб, янгиланиб туради. Ҳужайрадаги моддаларнинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб, ўзгариб туриши ўсимликнинг ташқи омилларга мослашишига ёрдам беради. Масалан, амфотерм хусусиятга эга бўлган оқсил ва аминокислоталар муҳитнинг pH қимматига кўра мусбат ёки манфий зарядли табиатни юзага чиқаради.

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

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

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, алоэ, агава каби ўсимликлар цитоплазмасининг қовушоқлик даражаси кучли бўлиб, моддалар алмашиш жараёни секин бортанлигидан 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 коагулляциядан сақлайди. Иссиқсевар ўсимликлар, жумладан, ғўза, бодринг, қовун, тарвуз ва бошқа ўсимликларда паст температура таъсирида цитоплазманинг қовушоқлик даражаси ортанлигидан, улар бир неча кундан кейин нобуд бўлади. Масалан, эрта баҳор кунларида температура $+3-+4^{\circ}\text{C}$ оралиғида бир неча кун давом этса, юқорида кўрсатилган ўсимликлар моддалар алмашилиш жараёнлари сустлашганлигидан нобуд бўлади.

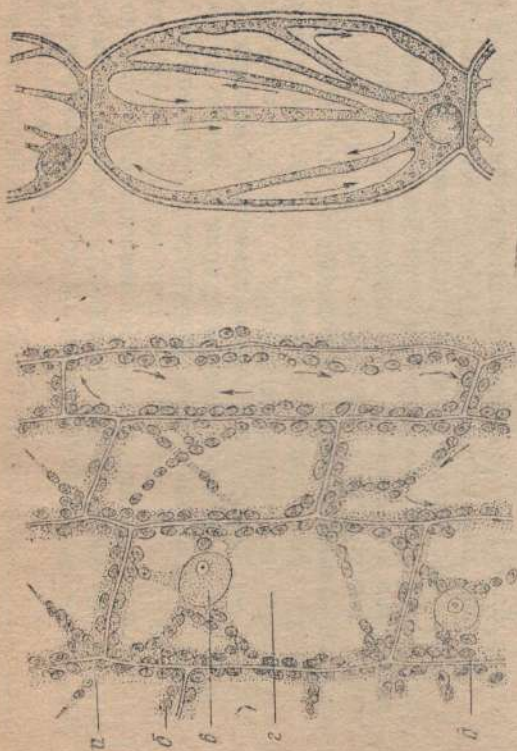
Ўсимликларнинг иссиққа чидамлилигини, яъни цитоплазманинг қовушоқлик даражасини аниқлашда тубандаги усуллардан фойдаланиш мумкин.

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

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

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

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



6-рас.

1 — цитоплазманинг элдеа бергиде айланма ҳаракатлангани; 2 — градекан-ция туғида цитоплазманинг турли томонга оқиб ҳаракатлангани;
а — цитоплазма; б — хлоропластлар; в — ядрос ва манзас; г — вакуола; д — хужайра пўсти.

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

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

Цитоплазманинг қайишқоқлик даражасини аниқлашдан олдин текширилаётган ўсимлик хужайрасининг изотоник концентрасияси топилади. Сўнгра изотоник эритмага нисбатан 0,1 н ортиқ келадиган шакер эритмаси тайёрланади. Шу эритмага ўсимлик тўқимасидан олинган юпқа кесикларни солиб, минутага 1000 марта тезликда центрифугада айланттирилади. Кўрсаткич қилиб хужайра пўстидан цитоплазмани ажратиб олиш учун ўтган вақт ҳисобга олинади.

Цитоплазма бир ерда қотиб қолган хужайра органиди бўлмасдан, у донмо 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 жараёнларининг беғуҳтов давом этишида цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусияти муҳим аҳамиятга эга. Ҳар бир тирик хужайра

ҳаёт жараёни учун зарур бирикмаларни қабул қилиши, уларнинг бир хужайрадан иккинчи хужайрага ўтиши ва ташқи муҳитга чиқарилиши цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусияти билан чамбарчас боғлиқ. Хужайра коллоидлари бирор ташқи ёки ички омиллар таъсирида коагулланса, цитоплазманинг табиий ҳолати ва структураси чуқур ўзгаришларга учрайди. Натижада унинг ўтказувчанлик хусусияти йўқолади ва хужайрадаги 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 туғунани паст температурада қолдирилса, ундан ширанинг ўз-ўзидан оқиб чиқиши цитоплазманинг ўтказувчанлигига паст температура таъсир этишини тасдиқлайди, қизилчани сувга солиб қайнатилганда, қизил аччиқдан пигментининг ажралиб чиқиши юқори температура таъсирини кўрсатади.

Хужайра ичига моддаларнинг қабул қилинишини биринчи бўлиб Г. Дютроше (1837) текширган. Унинг фикрича, сув ва сувда эриган бирикмалар цитоплазма тешикчалари орқали диффузия ҳодисасига биноан қабул қилинади. Моддаларнинг қабул қилиниши ташқи муҳитдаги моддаларнинг концентрасияси билан хужайрага қабул қилинган бирикмалар концентрасияси тенг бўлгунча қадар давом этади. Концентрациялар тенг бўлгач, ортиқча моддани хужайра қабул қилмайди. Бу назария ташқи муҳит концентрасиясига нисбатан хужайрада баъзи бирикмаларнинг кўпроқ тулланишини ёритиб бера олмайди.

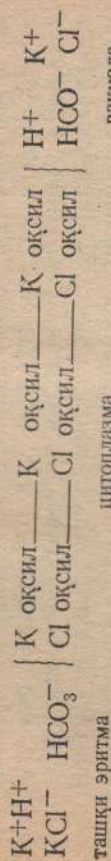
Э. Овертоннинг (1899—1904) липонд назариясига асосан, плазмалемма мембранаси — липонд (оқсил ва ёғсимон модда) лардан ташкил топган. Мембрана орқали фақат липондларда эрийдиган бирикмаларгина хужайра ичига ўта олади. Аммо, мембрана орқали липондларда эримайдиган моддаларнинг ҳам ўтиб кетганини аниқланган.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

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

Элементларни хужайрага қабул қилинишида нафас олиш жараёни муҳим аҳамиятга эга эканлиги ҳам тажрибалар асосида аниқланган. Масалан, картошка туғунакларини КВг эритмасига солиб, шу эритма орқали кислотадан ўтказилганда, нафас олиш нормал ўтганлигидан, К ва Вг элементлари миқдорига нисбатан азот газини ўтказилганда К ва Вг элементлари кам тулланганлиги кузатилади (Д. Хогланд ва Броер, 1936).

Кўпчилик олимлар С. Брукс, Д. А. Сабининнинг (1940)

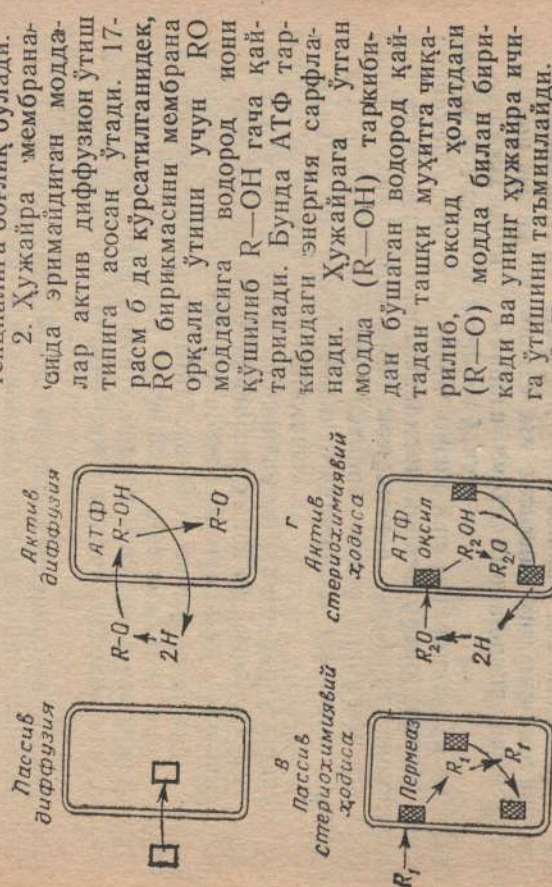
ионларнинг фаол ютилиш назариясини қувватлаб, улар ташқи муҳитдаги ион дастлаб хужайранинг плазмалемма қаватига адсорбцияланиб, сўнгра ўрин алмашишни реакциясига биноан ион ва молекулалар мезоплазма қаватига ўтади.



Схемада кўрсатилганидек, адсорбцияланган катион ёки анион, хужайра ичидаги катион ёки анион билан ўрин алмашишиб, у ердаги оқсиллар билан қўшилади. Алмашишни реакциясига асосланиб, элементларнинг қабул қилиниши нафас олиш жараёни билан боғлиқ.

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

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



17-расм. Микроорганизм ва ўсимлик хужайраларига моддаларнинг ўтиши:

а — пассив диффузия; б — актив диффузия; в — моддаларнинг ўзига хос пассив стереохимиявий на э — ўзига хос актив стереохимиявий ўтиш.

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

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

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

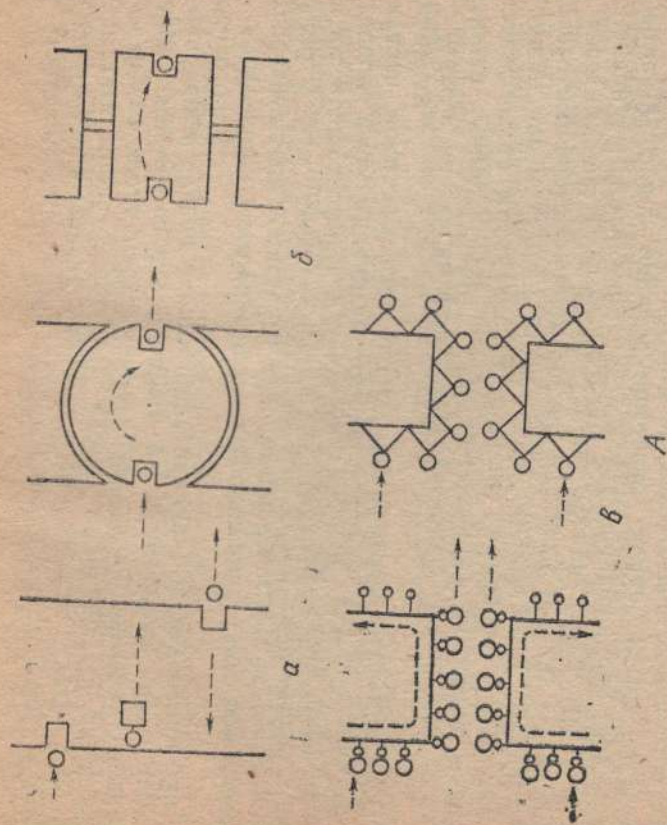
Пермеаза ферментлари цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусиятини қўпайтиради. Ҳозиргача пермеаза ферментининг фақат микроорганизмларда мавжудлиги аниқланган. Юксак ўсимликларда ҳам шунга ўхшаш фаол моддалар бўлиши керак.

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

Бундан ташқари, хужайра пўстида тўпланган моддаларни хужайра ичига ўтишида плазмалемма мембранасида нофофор деб аталган бирикмалар ҳам мавжуд. Инофофорлар таъсирида плазмалемма мембранасида ҳосил бўлган тирқиллар орқали моддалар хужайра ичига ўтади ёки инофофорлар хужайрага ўтадиган модда билан комплекс бирикма ҳосил қилади. Ҳосил қилинган шундай комплекс бирикма ҳам хужайра ичига қабул қилинади.

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

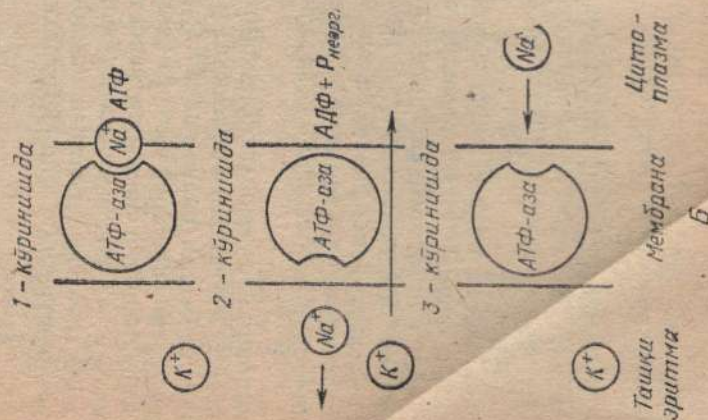
Шу йўсунда моддаларнинг ўтиши химиявий ёки электр градиенти (оз-кўплиги)га боғлиқ. Бошқача айтганда, химиявий йўл воситасида моддалар концентрик эритмадан бўш эритмага



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

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

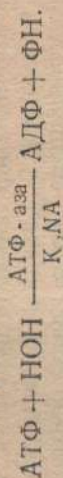
Элементларнинг таллаб ютилиши, яъни кам ердан концентрацияси ёки электр заряди кўп бўлган жойга ўтиши учун нафас олиш жараёнида ҳосил қилинган АТФ таркибидagi энергия сарфланади. АТФ таркибидagi энергия, АТФ-аза ферменти фаоллигида пар-



19-расм. Моддаларнинг хужайрага қабул қилиниши.

1, 2 — ташқи муҳитдаги катта-кичик моддалар; 3, 4 — моддаларнинг хужайра мембранасида ҳосил бўлган бўлиқларга тўпланиши; 5, 6 — турли ферментли энзимларнинг ҳосил бўлиши; 7 — энзимларнинг ферментларнинг пинноцитоз вакуолига қўйилиши; 8, 9 — вакуолада моддаларнинг ферментлар таъсирида парчаланиши; 10 — парчаланган моддалар (ҳазм бўлмаган ва ташландиқ қисмлар)нинг ташқарига чиқарилиши; 11 — цитоплазма қолдиқларининг парчала-

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



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

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

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

Моддаларнинг хужайрага қабул қилиниши пинноцитоз ҳолисасига асосан қуйидагича содир бўлади.

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

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

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

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

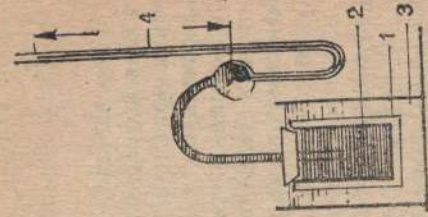
Ҳужайрага моддаларнинг ва сувнинг ўтишида диффузия ва осмос жараёнлари муҳим аҳамиятга эга.

Ярим ўтказувчи пардаси бўлмаган идишга ҳар хил концентратсияли икки ёки бир неча хил моддаларни сақлаган эритмаларни бир-бирига қўшганда, уларнинг ион ва молекулалари ҳаракатланиб аралашинишига диффузия дейилади. Масалан, мис сульфатнинг концентратланган эритмасига ёки кристаллари устига эҳтиётлик билан сув қўшилса, мис сульфат ион ва молекулалари юқори концентратсияли муҳитдан паст концентратсияли 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 тенглашунга қадар давом этади. Диффузия жадаллиги моддалар зичлигига боғлиқ. Газлар орасидаги диффузия эритмалари орасидаги диффузияга нисбатан жадал ўтиб, газлар бир-бири билан тезда аралашади. Масалан, эфир ёки атир тўкилса, шу моддалар молекулалари муҳитга зудлик билан тарқалганини 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 қўйилади. 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 тўққинлик қилади. Эритма ичига



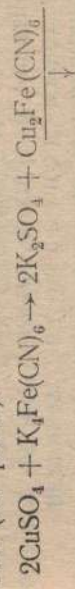
20-расм. Пфеффер осмометрининг схематик тузиллиши:

1 — сопол идиши; 2 — осмотик босим кучи аниқланган эритма; 3 — сув содирган идиши; 4 — манометр.

эритувчининг ўтишига тўққинлик кўрсатган куч осмотик босим кучи деб аталади.

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

М. Траубе (1867—1874) тажриба далилларига асосланиб В. П. Пфеффер (1887) аорганик моддалардан ярим ўтказувчи парда ҳосил қилиш учун 1 н ли CuSO_4 эритмасини сопол идиш ичига солиб, шу идишни 1 н ли $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ эритмасига ботирган. Сопол идиш тешикчаларига кирган CuSO_4 молекулалари билан $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ қуйидагича реакцияга киришиб $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ пардаси ҳосил қилган (20-расм):



Сопол идиш тешикчаларида чала ўтказувчи парда ҳосил бўлган.

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

Осмотик босим кучи эритма концентратсиясига, эриган модда заррачалари миқдорига ва муҳит температурасига тўғри пропорционал. Бошқача айтганда, эритма концентратсиясининг ортиб бориши, температуранинг кўтарилиши ва моддалар зарчаси қулайиши 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, изотоник (Вант-Гофф) коэффициент деб аталади. Бу коэффициент i ҳарфи билан белгиланади. Изотоник коэффициент эритманинг нормаллигига боғлиқ. Масалан, эритманинг концентратсияси 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 эди. У тенгламага изотоник коэффициентни ҳам кiritди:

$$P = RTCi$$

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

Ўсимлик хужайраларидаги ёки тирик организмлардаги осмотик босим кучини плазмоллиз усулида, кўрсатиб ўтилган тенглама асосида аниқланади. Ўсимлик хужайрасини бирор кучли эритмага ботирганда вакуоладаги сув чиқиб кетганидан цитоплазма хужайра ичига тортилади, яъни хужайра пўстандан ажралади.

Хужайра пўстандан цитоплазма қаватининг ажралиши плазмоллиз деб аталади (21-расм). Осмотик босим кучи хужайрадаги коллоид, эриган моддалар миқдори ва шу моддаларнинг заррачалар сонига боғлиқ.

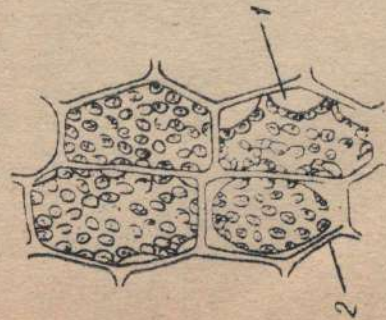
Плазмоллиз ҳолатидаги хужайранинг осмотик босим кучи кам бўлган эритма ёки сувга ботирилганда эритмадаги сув молекулаларни хужайра ичига ўтиб, хужайра пўстандан ажралган цитоплазма қайтадан ўз ўрнига, яъни хужайра пўстига бориб тақалади. Бу ҳодиса деплазмоллиз дейилади.

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

Осмотик потенциал кучли бўлган ўсимлик хужайрасини сувга солганда ташқаридан сув хужайрага ўтиб, хужайра таранглашиб, тургор ҳолатга келади. Хужайрани тургор ҳолатга келтирган куч тургор босим кучи дейилиб, T ҳарфи билан ifodalanaди. Тургор босим кучи таъсирида хужайра пўсти кенгайди ёки чўзилади. Бироқ, хужайра пўсти ҳам маълум даражагача кенгайиб, тургор босимига тенг бўлган куч билан қаршилик кўрсатади. Бу куч W ҳарфи билан белгиланади. Хужайра сувга тўйинганда осмотик босим кучи, тургор босим кучи ва унга қарши кучлар ўзаро тенглашади:

$$P = T = W$$

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



21-расм. Хужайрада плазмоллиз ҳодисаси:
1 — ботик; 2 — қавариқ плазмоллиз.

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

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

5-жадвал

Ўсимликнинг яшаш муҳити	Осмотик потенциал (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 кўл ва денгиз ўсимликларида	25—30
Шўрхок тупроқларда ўсан ўсимликларда	50—80 ва ундан ҳам ортиқ

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

6-жадвал

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

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

Ўсимликларнинг ўсиши, ҳаракатланиши, сувни ўзлаштириши, 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 суст боради ва уларнинг ўсиши ҳамда ривожланиши секинлашади.

Хужайрада сувни қабул қилишда осмотик босим кучидан ташқари шимшиш кучи ҳам мавжуд. Уршпруг ва Блюм (1918) хужайра шимшиш кучини экспериментлар асосида аниқлаб, уни S ҳарфи билан ифодалашни тавсия этдилар. Шимшиш 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, шимшиш кучи ҳам шунча кўп бўлади. Агар ўсимлик тўқимаси сўлиб қолган бўлса, шимшиш кучи осмотик потенциал кучга тенглашади, яъни $T=0$ бўлса, $S=P$ га тенг бўлади.

Шимшиш кучи билан осмотик ва тургор босим кучлари ўрта-сидаги муносабатни қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин:

7-жадвал

Хина ўсимлиги хужайрасининг физиологик ҳолати	Хина ўсимлиги хужайрасида осмотик кўрсаткичлар, атм ҳисобида			
	осмотик босим кучи	тургор босим кучи	шимшиш кучи	
Сувга тўйинган хужайрада Плазмоллиз ҳолатидаги хужайрада	9,3 10,5	9,3 0,0	0,0 10,5	

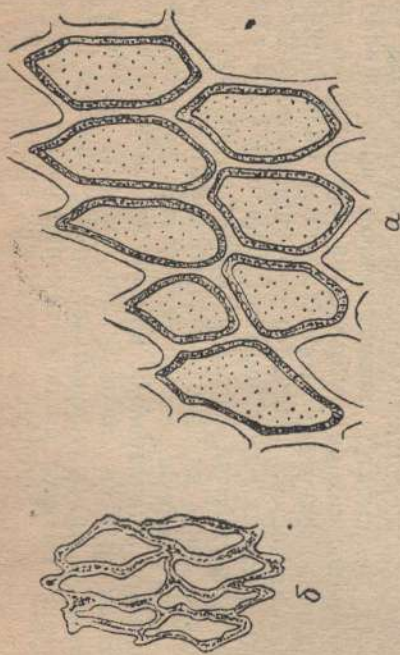
Жадвал рақамларига эътибор билан қарасак, хужайранинг плазмоллиз ҳолатида тургор босим кучи камайиб, шимшиш кучининг кескин ошганлигини кўрамыз.

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

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

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

Ўсимлик тўқималаридаги шимшиш кучи (Лилленштерн бў-



22-расм.

а — тургор ҳолатдаги; б — сувни йўқотган, циторриз ҳодисасига учраган хужайра.

йича) шу тўқималар ҳажмига, В. С. Шардаков бўйича эса тўқима солинган эритма концентрациясининг ўзгаришига боғлиқ. Ўсимлик тўқимасининг шимшиш кучи эритманинг шимшиш кучига тўғри келганлигини, яъни изотоник эритмани белгилаб олгандан кейин, қуйидаги тенглама асосида ўсимлик тўқимасининг шимшиш кучи топилади:

$$S = RTC_i$$

Ўсимлик тўқимасининг шимшиш 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 органолларнинг ҳаракатланиш тезлиги ўзгариши ёки юксак ўсимликларда кузатиладиган тропизм, настик ҳаракатлар таъсир қилувчи омилларга қараб интилиш ёки қочишни куза-

тигина қолмай, балки ҳужайра ва тирик тўқималарда 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 табият жисмларидан туپроқ 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, туپроқ таркибидagi эритмалар ўр-тасидаги муносабатлар натижасида ҳар хил бирикмаларнинг ҳосил бўлиши каби физик-химиявий ўзгаришлар кузатилади. Аммо бу ўзгаришларда жонли мавжудотларда содир бўладиган белгилар кузатилмайди.

Ер шарда табиятни ташкил этишда қатнашган жонсиз жисмларнинг турлари жуда кўп. Жумладан, нефть, углеводород, кислород ва азот элементларининг турли нисбатда қўшилишидан ташкил топган. Шунга қарамастан бу жисмлар тирик организм ҳисобланмайди.

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

Жонсиз жисмларда бир вақтнинг ўзида шу белгиларнинг фақат биттасигина кузатилади.

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

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

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

бой АТФ бирикмаларини ҳосил қилишда қатнашади. Ҳужайра таркибидagi рибосомалар эса шу тирик организм учун хос бўлган оқсил бирикмаларини ҳосил қилишда иштирок этади.

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

Тирик организмларда ўсиш жараёни ҳужайра сонининг кўпайиши ва катталашини ҳисобига содир бўлади. Бир ҳужайрали ва кўп ҳужайрали тирик организмларда ўсиш белгилари та-на ҳажмининг катталашини билан белгиланибгина қолмай, балки ҳар бир ҳужайрада, тўқима ва бутун бир органларда жуда мураккаб сифат ўзгаришлари юзага келиши билан белгиланади. Бу сифат ўзгаришлари ўсимлиكنинг ривожланишида унинг бир фазадан иккинчи фазага ўтишини таъминловчи асосий омилдир.

Жонсиз жисмларда ҳам ўсиш, яъни ҳажмининг катталашини хоссалари мавжуд. Масалан, тўйинган эритманинг мувозанати бўзилса, яъни ортқича миқдорда эритилган моддалар молеку-лалари 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 зичлашини ҳисобига бўлиб, у ўзининг химиявий табиятини ўзгартмайди.

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

Мослашиш ҳодисасини аниқроқ тушуниш учун ўсимлик ҳужайрасидаги хлоропластлар шаклига ва ҳажмига эътибор берайлик. Сув остида ўсадиган ўсимликлар қуёш нуридан тў-лик фойдалана олмаганини туфайли, уларнинг хлоропласт (хроматофора)лари йирик-йирик бўлиб, япалоқ шаклда ту-зилган. Катта ҳажмли япалоқ хроматофоралар спирогира, зиг-нема, эдогонимум ва бошқаларда учрайди. Ер устида ўсадиган ўсимлик хлоропластлари анча кичик бўлиб, тухумсимон ва юмалоқ шаклда тузилган.

Ўсимликларнинг ташқи муҳит омилларига мослаша олиши-ни галофит ўсимликлар миносида ҳам кўриш мумкин. Маса-лан, шўр ерларда ўсадиган *Salicornia herbacea* ўсимлиги-

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

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

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

Кўпайиш жараёни фақат тирик организмларга хос бўлиб, жонсиз jismlарда бундай жараён мутлақо сезилмайди. Ҳар бир тирик организм ўзига хос ирсий белгиларга эга бўлиб, шу ирсий белгиларни наслдан-насла ўтказиб беришга мослашган. Ҳеч қачон шафтоли уруғидан олма, ўрикдан узум ва ёнғоқдан эман ўсиб чиқмайди. Бундан бир неча ўн ва юз йиллар аввал яшаган баъзи «олимлар» чувалчанглар ифлос сувларда ётган от қилидан, пашша чирган 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 хужайралари 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 дока, иккинчисини пергамент қоғоз билан маҳкам берkitиб, учинчи идиш оғзини очик қолдиради. Оғзи очик идишдаги гўшт устида куртлар пайдо бўлган. Оғзи берк идишларда гўшт чириб қолишига қарамай, ҳеч қандай тирик мавжудот ҳосил бўлмаган.

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

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

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

Баъзи бир организмлар, жумладан, вируслар, жонли мавжудотлар билан жонсиз jismlар чегарасида туриб, тирик организм хужайраларида жонли мавжудот ҳисобланса, ундан ташқарида жонсиз табият jismlари қаторига киради. Кўп олимлар уларнинг фақат нуклеин кислоталардан ташкил топ-

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

II б о б. ЎСИМЛИКЛАРДА СУВ АЛМАШИННИШ ҲОДИСАЛАРИ

Табиатда сувнинг тарқалиши, физик ва химиявий хоссалари

Ер юзидаги барча тирик мавжудотлар ҳаёт жараёнлари сув билан чамбарчас 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 меъёрга сақланиб туриши ҳам Ер шаридаги сув ҳавзаларининг фаолиятига боғлиқ. Чунки баҳор ва ёз ойларида қўшдан ерга етиб келадиган электромагнит — ёруғлик энергияси океан, денгиз, кўл, тупроқ ва дарё сув ҳавзалари томонидан ютилиши тухайли атмосфера температурасининг пасайишига олиб келади. Куз ва қиш фаслларида ҳам, баҳор ва ёзда ҳам сув ҳавзаларида тўпланган ёруғлик, иссиқлик энергияси аста-секинлик билан ажралиб турганлигидан атмосфера ҳавоси ҳаддан ташқари совиб кетмайди. Хулоса қилиб айтганда, Ер юзидаги сув ҳавзалари атмосферадаги температуранинг бир хил сақланишини таъминлайди. Айтганлардан ташқари сув ҳавзалари завод-фабрикалардан, ўрмонларнинг ёнишдан, вулканлар отилишидан ва барча тирик организмларнинг нафас олишидан ажралиб чиққан карбонат ангидриднинг ютиши билан атмосфearing тозаланишида иштирок этади. Бу ҳол CO_2 гази кўплаб тўпланишидан ҳосил бўладиган ҳодисанинг пасайишига олиб келади.

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

Ер шарида сувнинг умумий миқдори 1,5 млрд km^3 чамасида бўлиб, тубандаги жадвал рақамларига кўра сайёрамизнинг турли қисмларида тарқалганлиги кузатилади.

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

Гидросфера қиёмлари	Сув миқдори, куб километр (км ³) хисобида
Ер шаридаги океан ва денгизларда	1.370.000.000
Континентал қуруқликларда, жумладан, ер ости сувларида	90.000.000
музликларда	60.000.000
қулларда	29.000.009
туپроқдаги намликда	750.000
атмосферада (туман, буг, булут, қор, бмғир томчилари)	75.000
тирик организмларда	13.000
дарёларда	6.000
	1.200

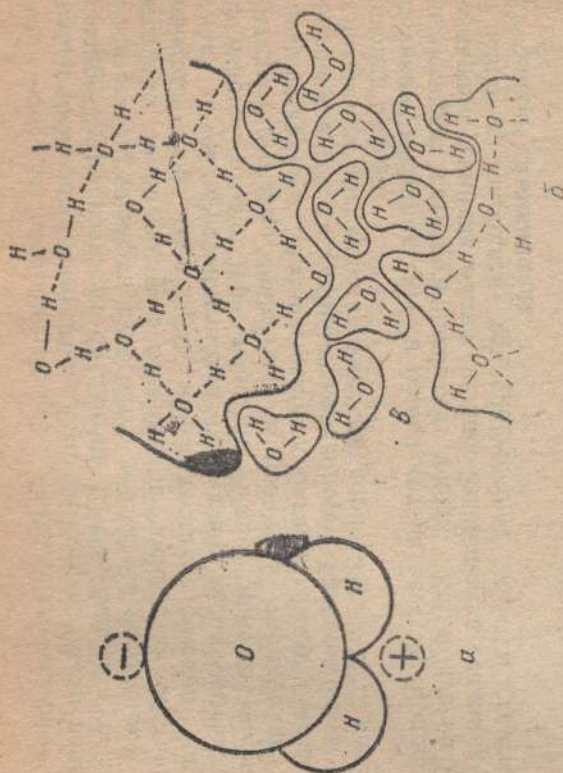
Сув ўсимликларнинг озикланиши учун зарур, чунки ўсимликлар моддаларни сувда эриган ҳолатда ўзлаштиради. Фотосинтез жараёнида сув таркибидаги водород ҳисобига углеводлар синтезланади. Сувдан ажралиб чиққан кислород эса аэроб шартларда ҳаёт кечирадиган тирик организмларнинг нафас олиш жараёнида сарфланади.

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

Сув водороднинг енгил атоми протий (¹H) билан кислороднинг турли массадаги атомларининг (изотопларининг) қўшилишидан ҳосил бўлган. Унинг молекуласи H₂¹⁶O; H₂¹⁷O ва H₂¹⁸O шаклида ифодланади. Дейтерий водород деб аталган ²H ёки D водороднинг масса атоми турли атом массасидаги кислород изотоплари билан қўшилиб, оғир (масса) сув молекулаларини — D₂¹⁶O; D₂¹⁷O ва D₂¹⁸O ҳосил қилади. Оғир сув 101, 43°C да қайнайди, 3,82°C да эришади. 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 зийнлидир.

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



23-расм.

а — сув молекуласида кислород ва водород ядроларининг боғланиш тартиби; б — суяк сув таркибига водород атомлари ҳисобига ҳосил бўлган кластерлар; в — эркин сув молекулаларининг жойлашishi (Френк-Винч).

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 (термодиссоциация), ультрабинафша нур (фотодиссоциация), электр токи (электролиз) ва радиоактив нурлар (радиализ) таъсиридагина водород ва кислородга парчаланadi. Сув ишти-рокида кўпгина бирикмаларнинг гидролизланиши, бошқа би-рикмалар билан тезда қўшилиши унинг энг муҳим ва харак-терли химиявий хусусиятидир.

Физик хоссаларига кўра сув таъмсиз, ҳидсиз, рангсиз, суяк ва шаффоф модда, қалин қаватли сув ҳаворанг бўлади. Цель-сий термометрида сув 100°C (Реомюр термометрида 80°) да қайнаб, 0°C да музлайди.

Турли эритмалар юқори температурада кенгайиб, паст тем-пературада зичлашади. Сув ўзига хос хусусияти билан бундай эритмалардан кескин фарқ қилади. Сув +4°C да (аниқроғи +3,98°C) зичлашиб, шу нуқтадан паст ёки юқори температурада унинг зичлиги камайиб, ҳажми ортади. Масалан, +4°C даги 100 см³ сувнинг температурасини 0° га туширилса, у музлаб ҳажми 108,7 см³ бўлади, яъни 8,7 см³ бўлади, яъни 8,7 см³ га ортади.

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

бат (+) зарядли водород атомлари, учидан 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. Натрида бир неча сув молекуласидан ташкил топган. 23-расм, 6 да кўрсатилганидек тўпламлар ҳосил бўлганлигидан уларга кластер 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 сирғими бошқа қаттиқ ва суюқ моддаларнинг иссиқлик сирғимига 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 мухим аҳамиятга эга эканлигини транспирация жараёнидан ҳам билиш мумкин. Ўсимлик иссиқлик энергиясини кўп миқдорда сарфлаши туфайли унинг тана температураси пасаяди, яъни сув бўғланиб тана температурасини тартибга солиб туради.

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

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

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

Сув танқислигида цитоплазманинг ёпишқоқлик даражаси кўтарилиб, моддалар алмашилиши сустлашади ва гидролиз жараёнларда ҳосил бўлган заҳарли моддалар (NH_3 , H_2S , CO_2), ва $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) тўпланшидан 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 жараёнида сарфланса, ўсимлик қисми транспирация жараёнида бўғлантирилади. Ўсимлик тўқималарида сувларнинг бундай бўлиниши қатъий эмас, чунки маҳкам боғланган сув молекулалари диффузион ҳолатга ва диффузион сув молекулалари маҳкам боғланган шаклга ўзгариб туради.

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

(Б. А. Рубин маълумоти)

10-жадвал

Ўсимликлар номи	Сув миқдори % ҳисобида
Сувўтлар	96—98
Пияз, салат барглари, помидор ва боднинг мевасида	94—95
Оқ қарам барги, редиска илдири ва тарвуз этида	92—93
Сабзи ва пияз 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 галла донида	12—14
Мох ва лилейникларда	5—7

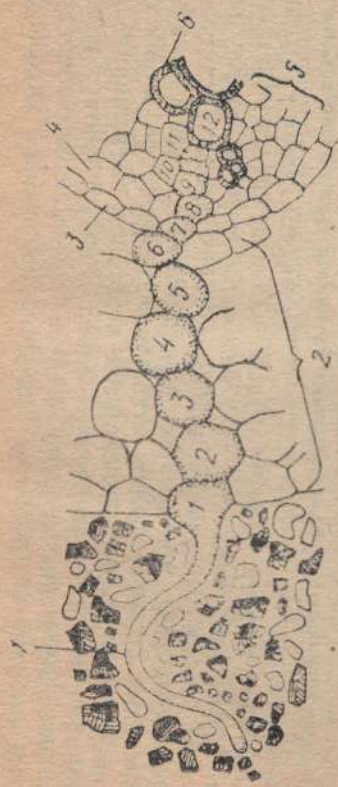
Ўсимлик тўқимасининг сув қабул қилиши.

Илдири босим кучи. Ўсимликларда «йиғлаш» ва гуттация ҳодисалари

Сувўтлар сувни бутун танаси билан қабул қилса, қуруқликда янговчи ўсимликлар эса илдири системаси орқали қабул қилади. Ёш майсалар сувни илдирининг ҳамма қисмлари билан шимса, илдири қариган ўсимликлар эса фақат илдири тукчалари билан шимайди.

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

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



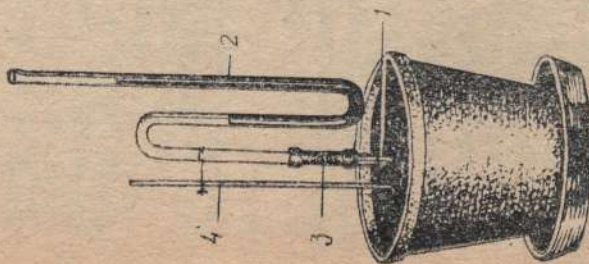
24-расм. Илдиэ түңмәсининг түзүлүшү ва суунинг Һаракатланыш йўллари:
1 — илдиэ түңмәси; 2 — пүстлөк паренхимаси; 3 — эндодерма; 4 — перицикл; 5 — Һәк паренхимә хужайралари; 6 — үтказувчи найлар.

Қабул қилинган сувининг паядаги үтказувчи найларга үтиши шу найлардаги эритма концентрациясыга бөлиқ. Утказувчи найлардаги эритманиннг концентрациясы қанча кучли бўлса, қабул қилинган сув шунча тез шимиледи. Маълум куч воситасида сувининг найлар орқали юқорига қараб Һаракатланыши илдиэ босим кучи дейилади. Илдиэ босим кучи үсимликнинг яшаш шароити ва турига қараб үзгариб туради.

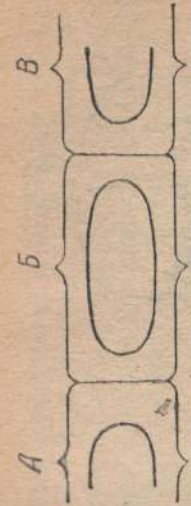
Илдиэ босим кучини үлчаш учун үсимлик пояси ер устига яқин қисмидан кесилади, қолган қисмига каучук найча уланган манометр бириштирилади (25-расм). Илдиэ хужайралари сувини жадал равншда сиқниш туфайли, найча ичидаги сув кўтарила бошлайди. Ут үсимликларнда илдиэ босим кучи 1—3 атм босим кучига тенг бўлса, дарахт үсимликларнда 10 атмосферага бориб қолади.

Үсимлик хужайраси орқали сувининг бир томонлама Һаракатланыш схемасини Д. А. Сабинин тавсия этган.

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



25-расм. Илдиэ босим кучини аниқлайдиган асбоб:
1 — тувакдаги үсимликдан кесилган пая түңмәси; 2 — манометр; 3 — түңмәсиз битан манометрини бириштириладиган каучук най; 4 — манометр маҳкамлаб қўйиладиган тиргович.



26-расм. Үсимлик хужайралари орқали сувининг бир томонлама Һаракатланыши.

сига сув осонлиқча ўтиб кетади.

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

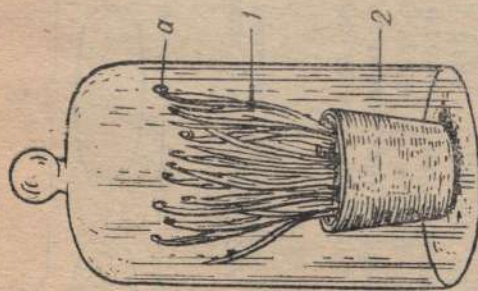
11-жадвал

Моддалар	Шира таркибидаги моддалар миқдори, г/л
Куруқ модда	2,6
Кул	1,1
Олма кислотә	0,46
Вино кислотә	0,19
Шавел кислотә	0,11
Лимон кислотә	0,11
Оқсил	Жуда оз
Аминокислотә (аланин Һисобида)	0,035
Нитрит ва нитратлар (No ₃ Һисобида)	0,08
NH ₄	0,074
	0,019

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

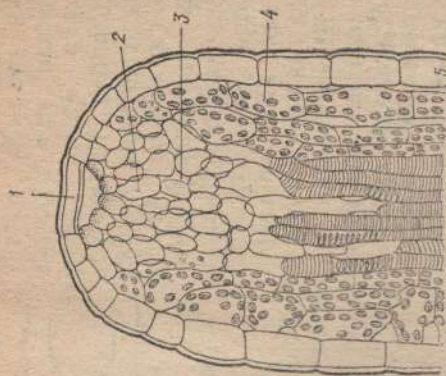
Бразилия ва Венесуэла ўрмонларида коллофора номли дарахт пүстлөги шикастланганда сигир сутига ўхшаш оқ шира (2—4 э) оқиб чиқади. Уни сигир дарахти деб юритилади. Венесуэладаги галактодиндрон дарахтидан оқиб чиққан оқ сут жуда ширин таъмли бўлиб, унинг таркибида шакар, оқсил, мой, крахмал ва минерал тузлар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

Шикастланган ва кесилган пая ёки бошқа органлардан сув сиқиб чиқарилади. Бу Һодиса гуттация деб аталади (27-расм). Гуттация Һодисаси ҳам, йиғлаш Һодисаси ҳам үсимликларда илдиэ босим кучи борлигини тасдиқлайди. Баъзи үсимлик барг уларидидаги гидатод деб аталган махсус оғизча-



27-расм. Гуттация ҳодисаси:

1 — буғдой ёки арпа майсалари; 2 — шиша калпоқ; а — ажраган сув томчилари.



28-расм. Примула баргининг тузилиши:

1 — гидатод — сув оғначаси; 2 — эпидермис хужайралари; 3 — хужайра оғалиқлари; 4 — хлоропластли хужайралари; 5 — эпидермис; 6 — сув найлари (грахендлар).

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

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

12-жадвал

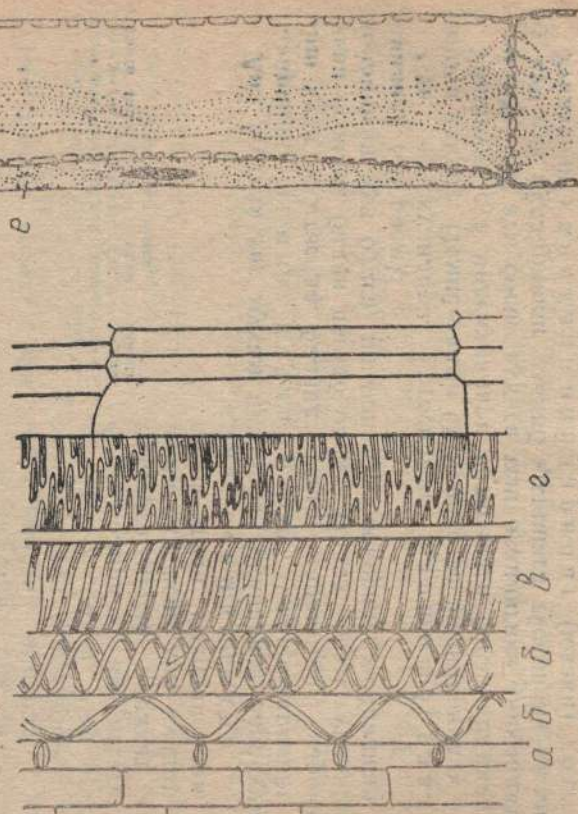
Ўсимлик номи	1 литр шира таркибидagi элементлар, мг ҳисобин		
	кальций	азот	фосфор
Кўнюр ўсимлиги шикастланганда гуттация вақтида	332	253	265
Карам ўсимлиги йиғлашда гуттация вақтида	148	17	17
	901	113	285
	125	13	18

Гуттация ҳодисаси муҳим физиологик аҳамиятга эга. Ўсимлик танасида сув мувозанатини сақлашда хизмат қилади. Масалан, кундузи транспирация суст ўтса, кечаси гуттация ҳодисаси кучли ўтади. Одатда, ҳаво ва тупроқ намлиги кўпайганда примула, картошка, бурдой, қулунай ва тол каби ўсим-

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

Ўсимлик танасида сув ва эритмаларнинг ҳаракатланиши, уларни ҳаракатлантирувчи кучлар

Илдиз системаси қабул қилган сув ва унда эриган моддалар ўсимлиkning ўтказувчи найлари орқали юқорига қараб ҳаракат қилади. Бунга юқорига йўналган оқим дейилади. Фотосинтез жараёнида барларда ҳосил бўлган органик моддаларнинг юқоридан пастга томон қилган ҳаракатни назарда тутиб, юқоридан пастга йўналган оқим дейилади. Бироқ, барларда ҳосил бўлган органик бирикмалар пастга жойлашган органларга томон йўналибгина қолмай, балки ўсимлиkning юқоридa жойлашган ўсми конусларига ҳам оқиб



29-расм. Қислама ва флоэма ўтказувчи найлари:

1. а — халқа симон; б — спиралсимон; в — паренхимон; г — түрсімон қислама найлари. 2. д — эфаксимон флоэма найи; е — йўлдош хужайра.

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 ҳужайралар ор-
қали пастдан юқорига йўналган
бўлиб, бунда қатнашган найча-
лар ксилема элементлари, улар-
нинг йиғиндиси эса ксилема
деб аталади. Юқоридан пастга
йўналган оқимда тирик ҳужай-
ралар иштирок этиб, уни таш-
кил қилган-ҳужайралар тўпла-
ми флоэма деб аталади (29-
расм).

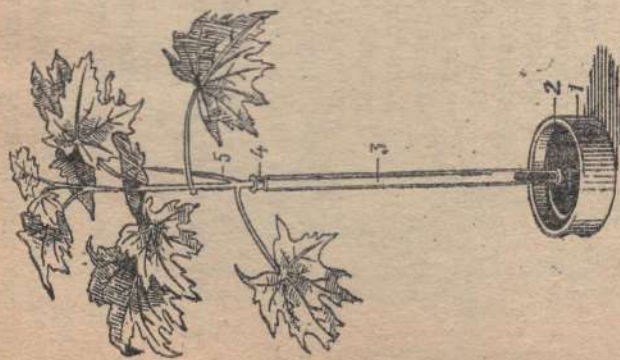
Флоэма ва ксилеманинг ўт-
казувчи найлари ҳамма юксак
ўсимликлар учун хос бўлиб,
уларни аниқлашда дарахт нов-
дасидан фойдаланиш мумкин.

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

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

Сув молекулалари ўртасидаги илаш иш-боғлашни
учинчи кучдир. Немис олими О. Реннер ва швейцариялик олими
А. Урширнунг сув молекулалари ўртасидаги боғланиш-илашиш
кучи 300—350 атм босим кучига тенг эканлигини аниқладилар.

Бу куч сув йўлларининг узилиб қолишига тўқинлик қилади.
Ўтказувчи капиллярнайларнинг (юзакни) тортиш
кучи тўртинчи кучдир. Ингичка капиллярнайларнинг тортиш
кучи, сув тасмасининг узилиб кетишига тўқинлик кўрсатади.
Ўсимликларнинг ўтказувчи найларидаги ҳаракатланиш тезлиги
жуда секнн бўлса-да, бир соатда бир неча метр масофани ўта
олади.



30-расм. Баргнинг шимши кучини кузатиш:

1 — симоб солинган илдиз; 2 — вакуум; 3 — капилляр девори шимши кучи билан (қўйилган со-
вук сув билан тўлдирилган); 4 — каучук
тирмач (пробка); 5 — каучук тирмачи
ўрнатилган новда.

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 жадал рақамларидан кўринади.

13-жадвал

Ўсимлик тури	Илдиз жойлашган чуқурлик, м	Ўсимлик тури	Илдиз жойлашган чуқурлик, м
Ғаллоқлар	1,5—2	Шувоқ	3,5
Карам	1,5	Бўзтикан	6,0
Писё	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 бирига уланганда, унинг умумий узунлиги 87,4 км га боради. Бир туп бугдой илдизларининг умумий узунлиги 71,1 км га боради. Хулоса қилиб айтганда, ўсимлик илдизлари қанчалик яхши ривожланган бўлса, у керакли озик 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 экинлар бостириб сўғоришмаслиги керак.

Тупроқ эритмасининг концентрацияси кучли бўлиши илдизларнинг нормал ишлашига тўқинлик қилади, яъни унинг осмотик босим потенциали ҳам кучли бўлади. Натижада илдиз тукчалари концентрик эритма таркибидаги сувни шимиб ола олмайди. Аксинча, бундай пайтда тупроқ эритмаси илдиз тукчаларидаги сувни шимиб олиб, илдизларни сувсизлантириб қўяди. Тупроқдаги концентрик эритма 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 озик моддалар бўлиши керак.

Тупроқдаги сув турлари

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

найларнинг юз тортиш кучи ва, ниҳоят, тупроқ таркибидagi 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 фойдаланмаган сув қолиб кетади. Бу қолдиқ сувга сўлиш коэффициентни ёки ўлик захира сув дейилади.

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

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

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

Тупроқ тури	Тула сув ситими, %	14-жадвал	
		Сўлиш коэффициенти, %	Сўлиш коэффициенти, %
Қумоқ тупроқ	23,4	0,9	
Қумлоқ 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 ҳосе физиологик жараён ҳисобланади. Бунга транспирация жараёни дейилади. Улар қуйидаги хусусиятлари билан фарқ қилади.

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

Ўсимлик танасидан сув узлуксиз ва бир текис буғланмайди, аввало кўпроқ буғланади, кейинчалик температура кўтариллиши билан баргдagi оғизчалар (ҳужайралар сувсизланиб) ёпилиб 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 ўсимликнинг юқорида жойлашган органларига етказиб беради;

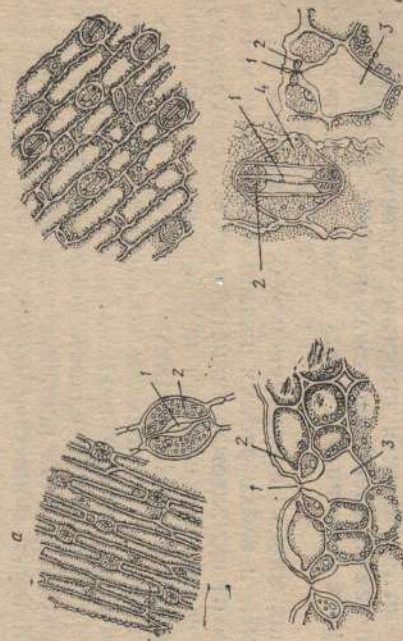
б) фотосинтез жараёнининг тўхтовсиз давом этишини таъминлайди. Чунки ҳаводаги карбонат ангидрид барг оғизчалари орқали ўтиши керак. Агар барг оғизчалари ёпиқ бўлса, CO_2 барг тўқимасига ўта олмайди ва фотосинтез жараёни кескин секинлашади. Транспирация жараёни туфайли барг оғизчалари очиқ бўлиб, унинг тўқимасига CO_2 газини ўтишига имкон яратилади;

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

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

гулсалар ва маккажўхори барг эпидермисининг тузилиши. a, a_1 — эпидермисларнинг умумий кўриниши;

1 — оғизча тирқичи; 2 — қамровчи ҳужайралар; 3 — ҳаво бўлини; 4 — қўшмача ҳужайралар.

ғалладошлар ояласига кирувчи ўсимликларда оғизча хужайралари ўзига хос тузилишга эга (31-расм).

Ўсимликнинг яшаш шароитига ва турига қараб оғизчалар барнинг устки ва пастки (орқа) томонда жойлашган бўлади, 1 мм² барг сатҳидаги оғизчалар сони ҳам ҳар хил бўлади. Урта ҳисобда 1 мм² барг сатҳида 50—500 донагача барг оғизчаси жойлашади. Уларни қуйидаги жадвал рақамларидан ҳам кўриш мумкин.

Ўсимликлар тури	1 мм ² барг сатҳидаги оғизчалар сони	
	Баргнинг устки томонда	Баргнинг остки томонда
Сулди	25	23
Бугдой	60	41
Маккажухори	52	68
Кунгабобдор	38	156
Помидор	12	130
Ловия	40	281
Олма	—	400
Олхўри	—	253
Нилуфәр	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 бўқади 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 ортди 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, фотоактив реакция гидроактив реакциядан устун бўлиб қолишидан 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 хужайралардаги 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 шимми кучи ортади. Бу хужайралар сувни кўп шимиб олиб, доим таранг ҳолатда бўлади, оғизчалар эса ёпилимай 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 потенциалли камаяди ва оғизча ёпилади.

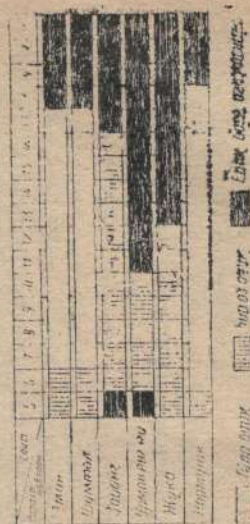
Барг оғизчаларида сувга эҳтиёж ҳаддан ташқари кўпайса, абсциз кислота тўпланиб, мембраналарнинг ўтказувчанлиги ортади. Натижада калий элементи камайиши туфайли қамраб турувчи хужайраларнинг осмотик потенциалли камаяди, оғизбада оғизчалар ёпилади.

Барг оғизчаларининг очилиш даражасини қуйидаги усуллардан фойдаланиб аниқлаш мумкин.

Ф. Ллойд усули. Бу усулда ўсиб турган ўсимликнинг барг эпидермиси шимиб олиниб, абсолют спиртга солиб қўйиладди.

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

Молиш усули. Молишнинг инфльтрация усули бўйича барг оғизчалари ор-



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

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

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

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

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

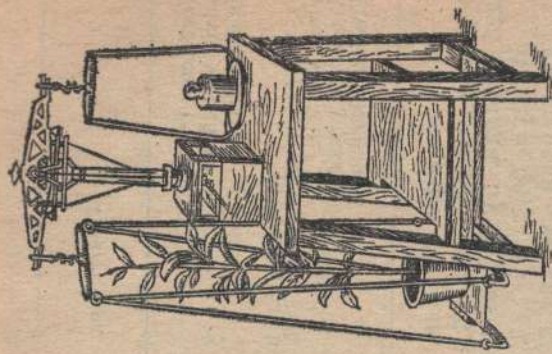
Кутикуляр транспирацияни аниқлаш учун дарахт баргининг остки, оғизчалар жойлашган томонига вазелин суркаб қўйлади.

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

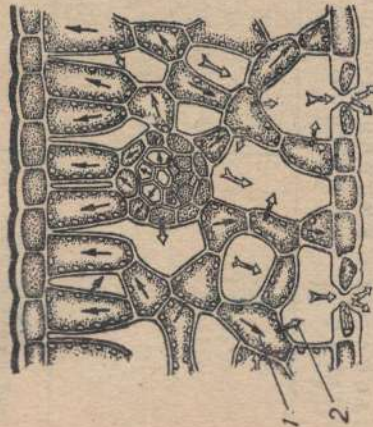
Транспирация жараёнининг ўтиш жадаллигини тарозидатортиш (34-рasm), ҳавони сўриб олиш ва кобальт-хлор усулларида аниқлаш мумкин.

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

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



34-рasm. Транспирация жадаллигини белгилайдиган тарози.



33-рasm. Транспирация жараёнида сув буғланишининг икки фазаси:

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

бўлса, қечаси 1—20 г дан ортмайди. Масалан, бир кун давомида бир тул 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.

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

Транспирация жадаллиги цитоплазманинг ўтказувчанлигига, қолловчи 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 коэффициентини деб аталади. Қўлчилик 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 ўсимлиكنинг тури ва яшаш шароитига боғлиқ. Масалан, ғўза ўсимлиги 1 г қуруқ модда ҳосил қилиш учун ласт агротехникада 1000—1200 г сув сарфлаган бўлса, юқори агротехника тadbирлари 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 vitorata</i> <i>Campanula tracheloides</i> <i>Erodium ciconium</i>	4,0 8,3 9,2

1 кг сарфланган сув ҳисобидадан ҳосил бўлган қуруқ модда миқдори транспирация маҳсулотига 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 миқдорининг 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 таъсири 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 Дальтон қоида-сига маълум

даражада бўйсунди. Дальтон тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

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

бунда:

V — маълум сув сатҳидан буғланган сув миқдори; K — диффузия коэффициентини ($0,23 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{сек}$), F — маълум температурада ҳаводаги буғ босими (жадвалдан топилади); f — таъриба температура-сида ҳаводаги буғ босими; P — атмосфера босими; S — буғлантирувчи юза сатҳи.

Ҳаводаги максимал буғ босимининг температурага тўғри мутаносиблиги 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, таъриба вақтидаги буғ босими (f) нинг айирмаси ҳавода етишмаган намлик миқдори (d) қуйидаги тенглама асосида топилади:

$$d = F - f$$

Транспирация жадаллигига ёруғлиқнинг таъсири катта. Масалан, ўсимлик қоронғиликдан ёруғликка олиб чиқилса, унинг транспирация жадаллиги 30—40% тезлашади. Куёш нури бевосита ўсимликка туширилса, транспирация жараёни янада кучлироқ ўтади. Бунда хлорофилл дончалари ютган қизил ва кўк-бинафша нурлар ҳамда барг тўқмасидаги сув молекулалари ютган инфрақизил нурлар энергияси ҳисобида барг тўқмаси исиб, транспирация жараёни тезлашади. Масалан, маккажўҳорининг ҳар бир дециметр барг юзасидан қоронғиликда 9,5 мг сув буғлантирилган бўлса, қуёшда эса ўсимлик баргидан 785 мг/dm² сув буғлантирилган (Визнер далиллари). Кучли шамол таъсирида ҳам транспирация жадаллиги кучаяди.

Ўсимликнинг туپроқдан сув қабул қилиши, унинг илди-з, поя ва барг орқали ер устки органларига етказиб, буғлантириб туриши ўсимликнинг сув балансини ташкил этади.

Ўсимлик тўқмасидан 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 туپроқдаги намлик камайиб кетса, сув танқислиги 25% гача кўтарилади. Натижада ўсимлик сўлиди, унинг ўсиши ва ривожланиши секинлашади. Бироқ сўлиш ўсимликларни бутунлай сувсизланиб қуриб қолишдан сақлайди. Сўлиган ўсимликларда барг оғизчалари беркилиб транспирация жадаллиги 5—10 марта камаяди. Баъзи ўсимликлар (жўжа, ўрмон ёнғоғи) барглари тўкади.

Ўсимликларда сув танқислиги икки хил кўринишда бўлади:

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

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

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

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

Ўсимликларни сувга бўлган талабига кўра гуруҳларга ажратиш

Ер шарининг турли жўрофик 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 Ассо-ма 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 эко-логик гуруҳларга бўлинади:

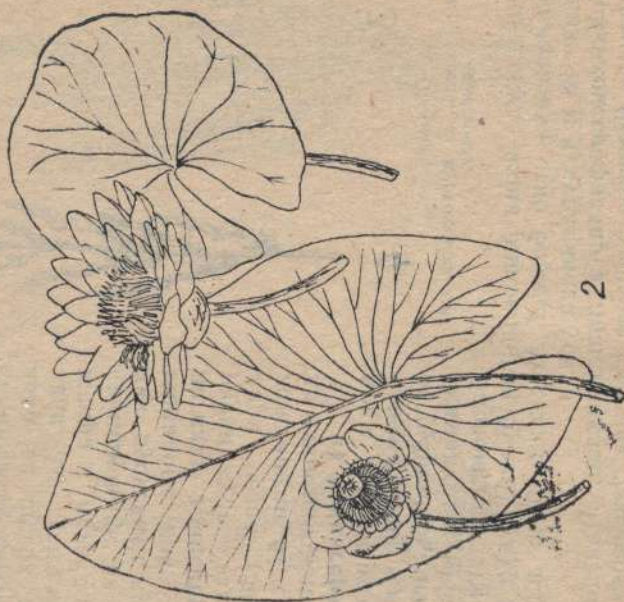
1. Гидрофитлар. Бу гуруҳга кирган ўсимликларнинг ҳаёт жараёнлари сув ичида давом этади. Гидрофитлар сув юзасида, сув ичида осилган ҳолда, сув остида буюмларга ёпишиб, ил-диз ва ризоидлар ёрдамида сув остига ўрнашиб ҳаёт кечира-ди. Бу ўсимликлар сувни осмотик ҳодисасига биноан бутун та-наси билан қабул қилади. Сув устида сузиб юрадиганларга — фитоплейсонларга тубан ўсимликлардан қўнғир су-вўт — саргазумни (Канаданинг Атлантика океани қирғоқлари-да шу ўсимликлар тўпланган қисмини саргазум денгизи деб аталади) ва юксак ўсимликлардан ряскани вакил қилиб олиш мумкин. Сув ичида осилиб турган фитопланктонларга актив ёки пассив ҳаракатчан бактерияларни, хламидомонада, зигнема, хроококкум ва бошқаларни вакил қилиб олиш мумкин.

Сув остидаги буюмларга ёпи-шиб ўсганларни фитобей-тосларга инсимон олтин-гугурт ва темир бактерияла-ри, хара, нителла, элодея ва бошқалар мисол бўла олади.

2. Гидрофитларга сув бос-ган далаларда, ботқоқ ер-ларда, дарё ва кўл қирғоқла-рида ҳаёт кечирадиган ўсим-ликлар киради. Масалан, қа-миш, шакарқамиш ва маданий ўсимликлардан шолени кўр-сатиш мумкин.

35- расм. Ўсимликларнинг сувга бўл-ган муносабати:

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



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



3

35-расм.
(3 — қамш, 4 — шили); ва қурғоқчилик май доғларида;



4

4. Ксерофитлар қурғоқчиликка чидамли бўлиб, улар чўл ва қуруқ даштларда ҳаёт кечиршига 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 гача сув тўпланади, Кактус, алоэ, агавалар шундай табиятли ўсимликларга киради. Уларнинг хужайра цитоплазмасининг ёпишқоқлиги юқори бўлиб, биокөлдөйлари сувни кўп боғлаб олади. Бундай ўсимликларда транспирация ва фотосинтез жараёнлари секин ва ривожланиш жараёнлари ҳам анча суст боради.

б) **эвксерофитлар** (ҳақиқий ксерофитлар)га селана ва шувёқ мисол бўлади. Бу ўсимликлар хужайра цитоплазмасининг қайишқоқлик ва ёпишқоқлик хусусияти кучли. Баргшаналоғи зич тукланганлигидан транспирация жараёни суст ўтади. Иллизлари юза (50—80 см) жойлашган бўлса ҳам жуда яхши ривожланган.

в) **гемиксерофитлар** — ярим ксерофитлар цитоплазмасининг ёпишқоқлиги ва қайишқоқлиги паст. Бу ўсимликлар қурғоқчиликка бардошсиз. Аммо, уларнинг иллизни жуда яхши ривожланган бўлиб, чуқур жойлашган сизот сувларигача етиб боради. Масалан, янтоқ иллизни 10 м, беда иллизни 18 м чуқурликкача ўсади.

г) **пойиклоксерофитларга** лишайниклар, Македония тоғларида ўсадиган (*Romadia Nathaliae Heberleae rhodopensis*) ўсимликлар киради, улар сув етишмай қолганда бутунлай қуриб қолади. Ёгинлардан кейин яна қайтадан ўзини тиклаб олади. Бу-

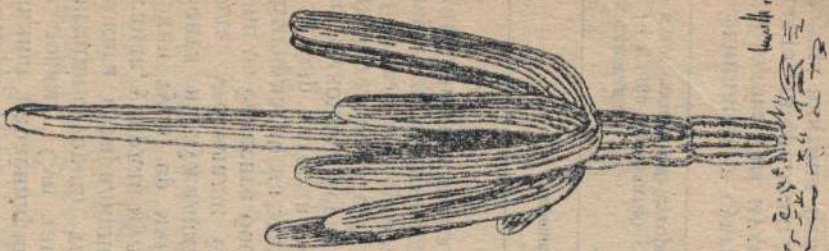
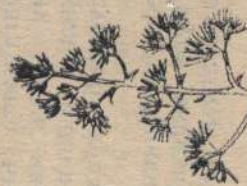
70



5



6



8

9

35-расм.
5 — наврак, 6 — ох шувёк, 7 — момасвирка, 8 — агаво, 9 — хакет кезирайтган ўсимликлар.

71

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

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

Сугориладиган ўсимликлар физиологияси

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

Экин тури, ер майдонларининг рельефи, районнинг иқлим шaroити ва хўжаликнинг имкониятига кўра экинлар 3 хил усулда сугориллади: ёмғирлатиб сугориш, эгатлар орқали сугориш ва ёшпасига бостириб сугориш.

Ёмғирлатиб ва эгатлар бўйлаб сугориш 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 сугорилганда чой ўсимлигидан олинган ҳосил, контрол вариантларга нисбатан анча кўп бўлганлиги жадвал рақамларидан кўринади.

17-жадвал

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

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

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

Сугоришни 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 ов ўзгартишлар киритиб, ўсимлик барг тўқимасининг шимиш кучини аниқлаш билан бир қаторда унинг ривожланиш фазаларини ҳам эътиборга олиб сугорилганда, олинадиган ҳосил юқори бўлганлигини тасдиқлаган.

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

Ғўза

Уруғлик беда

Гуллагача 12 атм
Гуллаш пайтида 14 атм
Қўсақлар етилганда 16 атм
Гуллаш фазасида 14—18 атм

Баргининг шимиш кучини эътиборга олиб сугорилганда, олинган ҳосил ҳам юқори бўлганлигини қуйидаги жадвал маълумотлари тасдиқлайди.

18-жадвал

Вариантлар	1 га майдондан олинган ҳосил, ц ҳисобида			
	ғўза	жавлаги	макжўхори сутлам-пишқикли-ғида	сахори буғдой
Сув берилмаганда	8,0	172	46	11,2
Тупроқ намлиги ва ўсиш фазаларига қараб сугорилганда	44,0	207	136	29,4
Шимиш кучига биноан сув берилганда	48,9	465	194	35,0

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

900 ом бўлганда (сувга тўйинган ҳолат деб қаралиб), агар электр қаршиллик кўчи 1000—1500 ом га етганда сув бериш зарур деб топилаган.

Транспирация жадаллигини пасайтириш 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.

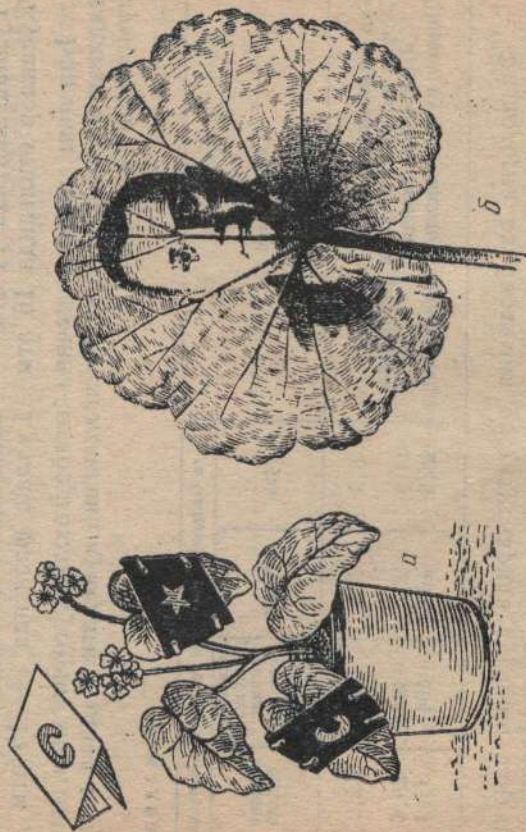
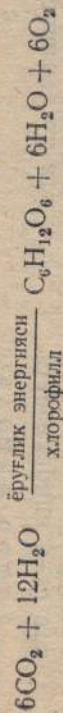
III б о б. ЎСИМЛИКЛАРНИНГ ҲАВО БИЛАН ОЗИҚЛАНИШИ

(углероднинг ўзлаштирилиши)

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

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 қуйидаги реакция асосида содир бўлади:



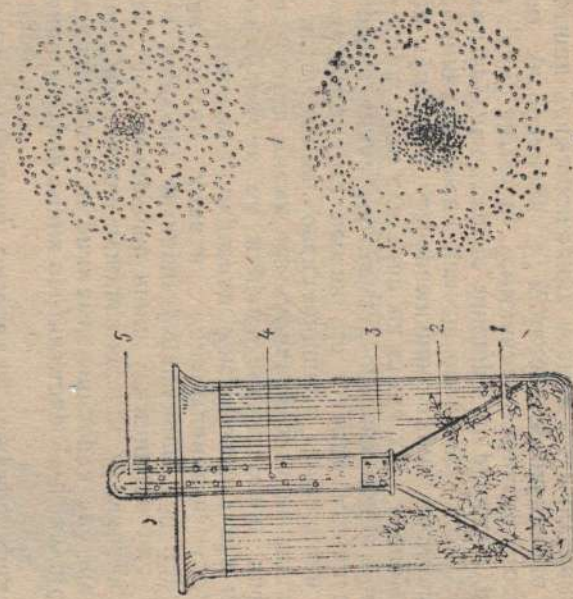
36-расм. Ёруғликда крахмал ҳосил бўлишини аниқлаш:

а — шаклли қотоз билан берилган барг; б — баргга туширилган фотосинтезидати расм.

Формулага биноан, 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, сайёраимиздаги аэроб шайроитда ҳаёт кечирадиган мавжудотларнинг нафас олиши учун зарур бўлган ксилород 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 ксилороднинг ажралишини кузатиш:

1 — поронка; 2 — сув ўсимлиги — элодея; 3 — сувли идиш; 4 — ажралашган нуфакчалар; 5 — поронка учига тўғитариб қўйилган пробирка.

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

1 — коронилликда аэроб бактерияларнинг спирегира атрофида барглар тарқалиши; 2 — ёруғликда спирогира ажратган ксилородга қараб хромофторда тўйиланиши.

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 қозғондан бирорта шакл ясалиб (36-расм) ва у билан барг юзасини қоплаб, ўсимликни ёруғ жойга қўйиб қўйилади. Орадан 2—3 кун ўтгач, ўсимликдан баргни узиб олиб, қопланган қозғонни баргдан ажратиб олинади ва баргни қайнаб турган сувга ботирилади, сўнгра спирт эритмасида рангсизлантирилади. Рангсизлантирилган баргни спиртдан олиб ликопчага ёйилади ва йод эритмаси таъсир эттирилади. Ёруғлик таъсир этган шакл ўрнининг кўк рангга бўйлиши, ёруғликда крахмал ҳосил бўлганлигидан далolat беради.

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

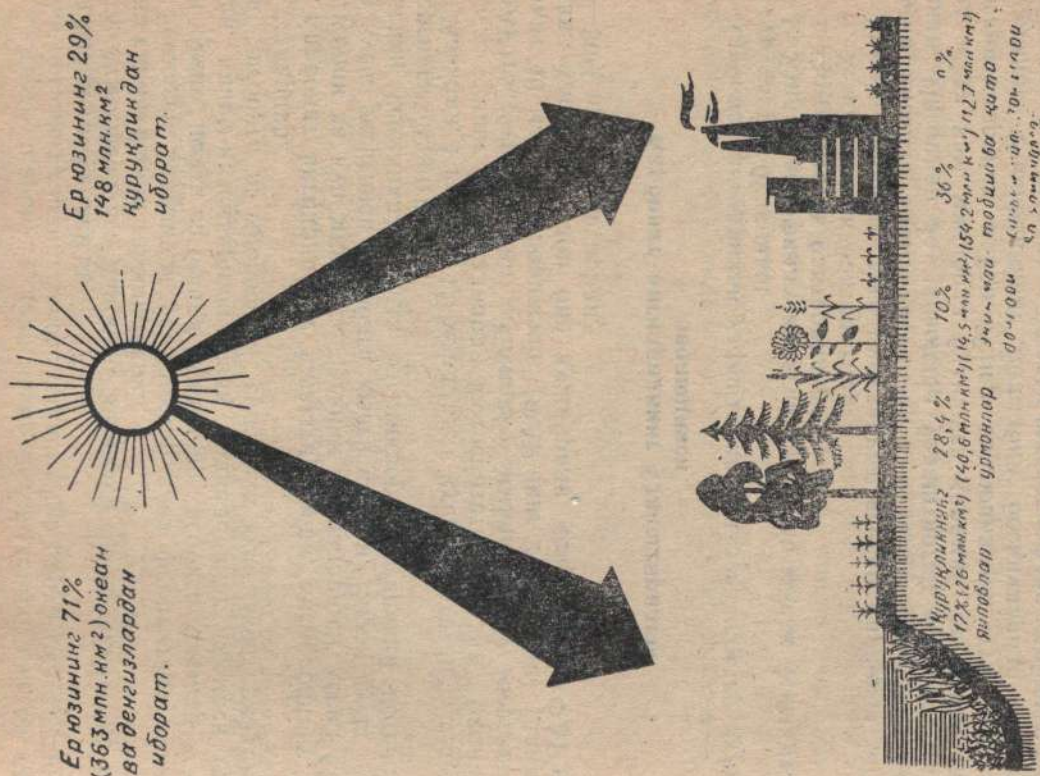
Фотосинтез жараёнида аэроб бактериялар иштирокида кислород ажралиб чиқишини Энгельман тажрибаларида кузатилади (38-расм).

Ер шаридаги барча тирик организмлар учун зарур бўлган органик моддалар мисли кўрилмаган миқдорда ана шу фотосинтез жараёни туфайлигина вужудга келади. Жумладан, сувда ва қуруқликда ҳаёт кечирувчи яшил ўсимликлар йил давомида 174 млрд. т карбонат ангидрид ўзлаштириб, 450 млрд. т органик модда ҳосил қилади. Ўзлаштирилган, 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 гулди қалган ўсимликлар ҳосил қилган бирламчи маҳсулот ва ўзлаштирилган ёруғлик энергия миқдори 39-расмда кўрсатилган.

Хулоса қилиб айтганда, ўсимликлар табиатда асосий ва муҳим объект ҳисобланади. У қўйидаги 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 (лигнотроф) организмлар учун зарур бўлган озиқ моддаларни етказиб беради.



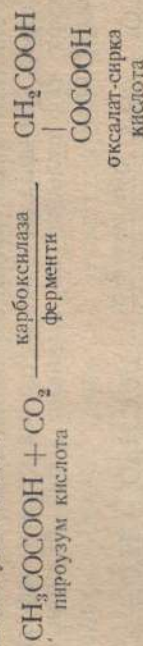
Бир йиллик маҳсулот

Милрд тонна ҳисобида.	10,4	28,4	8,7	3,4
Ўзлаштирилган ёруғлик энергияси.	17,6 × 10 ¹⁹	47,1 × 10 ¹⁹	14,6 × 10 ¹⁹	9,9 × 10 ¹⁹
Джигуль ҳисобида.	4,2 × 10 ¹⁶	11,4 × 10 ¹⁶	3,5 × 10 ¹⁶	2,2 × 10 ¹⁶
Индонезия ҳисобида.				

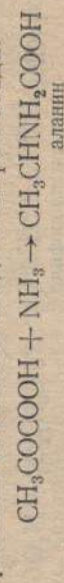
Деярли 50 млрд. тонна органик модда ер шаридаги сувўтлар ва сувда ҳаёт кечирувчи гулла ўсимликлар тўқимидан иборат.

39-расм. Қуруқликда ўсадиган ўсимликлар тўлаган органик моддалар ва ўзлаштирилган ёруғлик энергиясини ифодалайдиган схема.

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

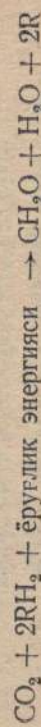


Формуладаги пирозум кислотата карбоксилаза ферменти таъсирида карбонат ангидрид бирикади. Натижада оксалат-сиркз кислота ҳосил бўлади. Оксалат-сирка кислота ўз навбатида бошқа органик бирикмалар билан реакцияга киришиб умумий моддалар алмашилиш жараёнида қатнашади. Масалан, пирозум ёки оксалат-сирка кислотатага қабул қилинган аммиак (NH_3) ни қўшилишидан аланин ёки аспарагин деб аталган аминокислоталар ҳосил бўлади. Келгусида бу кислоталар оқсилнинг синтезланишидан иштирок этади:



Эволюциянинг кейинги bosqichlarida geterotrof organizmlar bilan bir qatorda avtotrof organizmlar ham pайdo бўла бошлайди. Шу davrda avtotrof organizmlar tanalarining tuzilishi va oziqlanishiда zarar бўлган organik birikmalarni хосил қилиш учун сув, карбонат ангидрид ҳамда қуёш энергиясидан фойдаланадилар.

Автотроф озиқланиш содда тузилган бактерияларда кузатилади, бунга бактериял фотосинтез ёки фоторедукция деб юритилади. Бактериял фотосинтезнинг эмпирик формуласи қуйидагича:



Бактериал фотосинтез яшил ўсимликлардаги фотосинтездан қўйидаги 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 түплайди.

2. Яшил ўсимликлар қабул қилган карбонат ангидридни органик моддаларгача қайтаришда сув таркибдаги водород қатнашади. Бактериал фотосинтезда ўзлаштириладиган карбонат ангидрид водород сульфид H_2S ва ҳар хил углеводородлар таркибдаги водород ҳисобига қайтарилади. Яшил туғурт бактериялари

2. Аэроб шaroитда ҳаёт кечирадиган гетеротроф ва автотроф организмларнинг нафас олиши учун зарур бўлган кислоталарнинг биригидир. Ҳаётининг аввалида организмларда аэроб шaroитда ҳаёт кечирадиган гетеротроф ва автотроф организмларнинг нафас олиши учун зарур бўлган кислоталарнинг биригидир.

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

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

Карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиши, кислотаднинг ажратирилиши 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. Қўпчилик ўсимликлар шу энергиянинг фақат 40 млн. к-калориясини (ФАР нинг 2—3% ини) ўзлашти-ради. Хлорелла каби бир ҳужайрали ўсимликлар ФАР нинг 20—30% ини ўзлаштиради.

Карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиш
эволюцияси

Карбонат ангидридни ўзлаштирадиган организмлар қуйда-
ги гуруҳларга бўлинади:

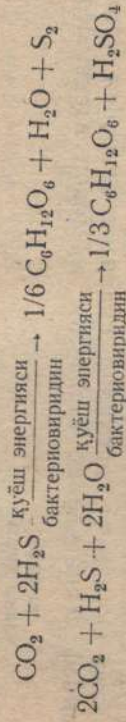
1. Узиди хлорофилл сақлаган тубан ва юксак ўсимликлар.
2. Фотосинтетик бактериялар.
3. Хемосинтетик бактериялар.

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

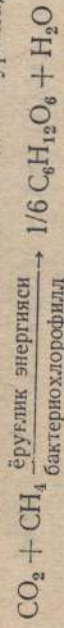


Формулага биноан, тирик организмдаги қандайдир углеводород (RH) бирикмаси дастлаб карбонат ангидридни ўзига бириктириб органик кислотага ҳосил қилади. Ҳосил бўлган органик кислота оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида ажралиб чиққан энергия ҳисобига оксид ҳолатидан яна қайтарилган ҳолатга ўтади.

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

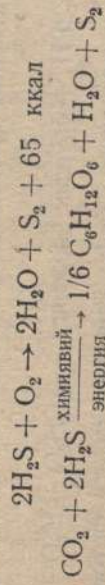


Пурпур (тўқ қизил) ва қизил гурут бактерияларда бактериохлорофилл пигменти билан бирга каротиноидларга яқин тўқ қизил бактериопурпурин пигменти мавжуд. Уларнинг қўчлиги карбонат ангидрид оксидини органик моддаларгача қайтаришда метан, спирт, органик кислота ва, ҳатто ҳаводаги эркин водороддан фойдаланганлиги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



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

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



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

Таркибида 5% дан ортиқ фосфор ва олтингурут сақлаган тупроқларда тиобациллус тиоксиданс (*Thiobacillus thiooxidans*) бактерияси соф олтингурут 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-

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

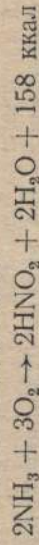
Хемосинтетик жараён темир бактерияларида ҳам кузатилади. Лептотрикс охрацеа (*Leptotrix ochracea*) ва Спирофиллум феррегенум (*Spirorhillum ferrigenum*) бактериялари чуқур қўл ва денгиз сувларида ҳаёт кечиради. Темир бактериялари темир тузларининг оксидланишида қатнашиб, қуйидагича реакция содир бўлади:



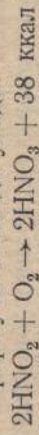
Оксидланиш жараёнида ажралиб чиққан карбонат ангидрид шу реакцияда ҳосил бўлган химиявий энергия билан бирга органик моддаларнинг синтезланишида сарфланади. Темир гидроксид эса сув остига тўпланишидан ботқоқ-темир рудалари пайдо бўлган.

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.

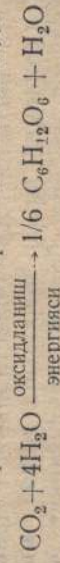
Нитрификация жараёни 2 фазадан иборат бўлиб, 2 хил микроорганизмлар иштирокида содир бўлади. Биринчи фазада Нитрозомонас (*Nitrosomonas*) ёки нитрококкус (*Nitrococcus*) бактериялари иштирокида аммиак қуйидаги реакцияга асосан нитрит кислотасигача оксидланади:



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



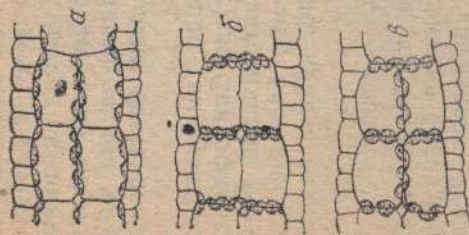
Оксидланиш реакциясида ажралиб чиққан энергия нитрификаторларнинг карбонат ангидридни ўзлаштириб, тубандаги реакцияга биноан, органик моддаларни синтезлашида сарфланади.



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 бошлади. Юксак ўсимликлар яшил пигмент сақлаган пластида-

40-расм. Хлоропластларнинг ёруғлик ҳувағига нисбатан ҳаракатланиши.
а — тарқоқ ёруғликда; б — қоронғиликда; в — кучли ёруғликда.



ларнинг катта ёки кичик бўлиши яшаш шаронтига кўра, шу ўсимлиқнинг муҳитга мослашганлигини кўрсатади.

Ҳақиқатан ҳам, сувда яшовчи сувўтларида қуёш нурунинг таъсири кучли бўлмаганлиги туфайли пластидалари катта бўлиб, ўсимлиқнинг турига қараб улар лентасимон, юлдузсимон, панжарасимон, соябонсимон ва япалоқ шаклда хужайрада жойлашади. Улар *хроматофорлар* деб аталади.

Сувда ҳам қуруқликда яшайдиган юксак ўсимлиқларда яшил, сариқ ва зарғалдоқ рангли пигментлар дуксимон ёки юмалоқ шакллардаги хлоропластларда ўрин олади. Хлоропластлар хроматофорларга нисбатан ҳажм жиҳатдан кичикдир. Бироқ, ўсимлиқнинг қўра хлоропластлар ҳажми ёруғликка нисбатан жойлашишига кўра хлоропластлар ҳажми бир хил бўлмайди. Жумладан, соясевар ёки ёруғсевар ўсимлиқларнинг шимол томонида жойлашган барг хужайраларидаги хлоропластларнинг ҳажми, ёруғсевар ва сояга чидамли ўсимлиқларнинг жануб томонида жойлашган баргларидаги хлоропластлари ҳажмига нисбатан анча йirik бўлади.

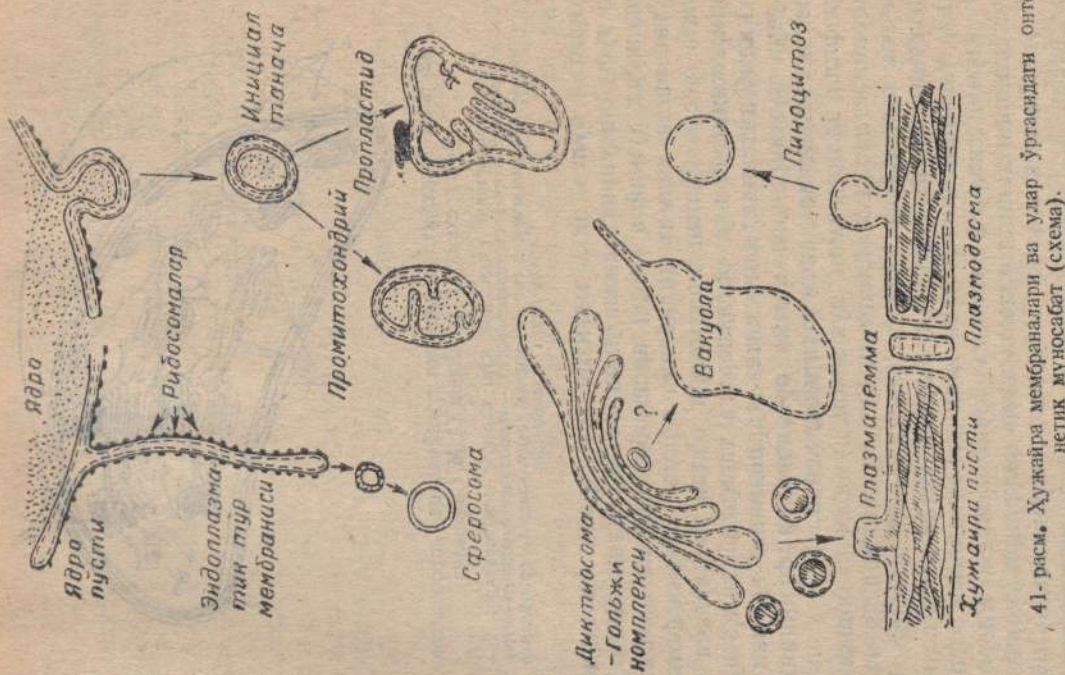
Хужайра пластидалари цитоплазма билан бирга пассив ҳаракатланишдан ташқари, қуёш нури таъсирига жавобан актив ҳаракатланиш хусусиятига ҳам эга.

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

Қуёш нурига нисбатан хлоропластларнинг ҳаракатланиш формалари ўсимлиқнинг яшаш шаронтига қараб мослашиш чуқур реакцияларга нақадар боғлиқ 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-расм. Хужайра мембраналари ва улар ўртасидаги онтогенетик муносабат (схема).

да, ўсимлиқнинг ички тўқималарида ва баъзи ўсимлиқ уруғларида учрайди.

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

Пропластид ичидаги бўртмалардан ламелла мембраналари ҳосил бўлиб, уларнинг сони кўпаяди. Учинчи босқичда, рангсиз пропластидларда тикланган тилакоидлар ҳисобида гранулалар ҳосил бўлади. Тўртинчи босқичда, ёруғлик таъсирида ўзида яшил рангли хлорофилл молекулаларини сақлаган 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, келажакда 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.

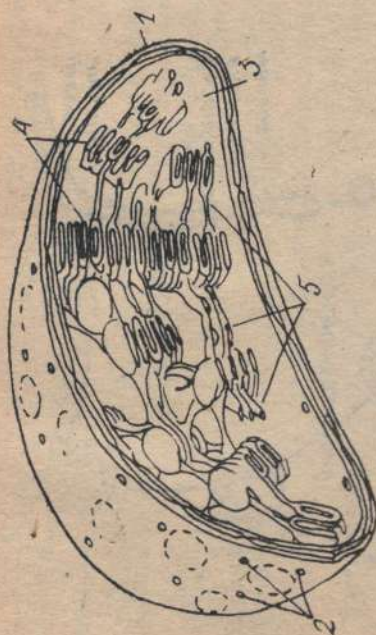
Хлоропластни тўлдириб турган оқсил-липид табиатли стромада ламелла деб аталувчи уч қаватли мембраналар маълум тартибда жойлашган. Хлоропласт ламеллалари ҳисобида, қопчиқча маъносидан, тилакоид деб аталувчи таначалар ҳосил бўлади. Улар тахланган таначалар сингари зич жойлашад. Тилакоидлар тўпламига гранулалар 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 молекула 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 баргларидаги ўтказувчи найлари агрофиддаги ёпишиб турган ҳужайра хлоропластларида тилакоидлар тикланмайди. Уларда фақат строма ламеллаларига 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 қолдиғи, фосфолипиднинг гидрофоб қисми ва каротиноидлар липид қаватида жойлашганлиги, сувни парчалашда карбонат ангидрид (CO_2) ни углеводларга



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

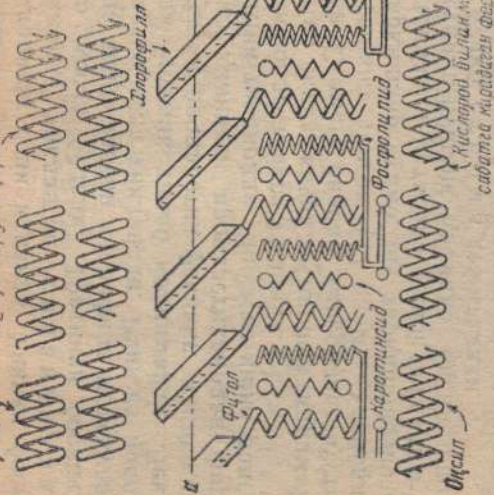
1 — хлоропластнинг иккидан кўш қаватли мембраналари; 2 — хлоропласт пўстидаги тирқишлар; 3 — хлоропласт сувоқлиги — строма; 4 — тилакоидлардан ташкил топган гранулалар; 5 — гранулалар оралигидаги тилакоидлар.

тўхтаб қолган бўлса, икки мағизли ҳужайрада эса жадаллашганлиги туфайли унинг ҳажми анча катталашган. Янги маълумотларга кўра ҳужайра 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 ҳужайрадаги ҳамма органонидлар функцияларини узлуксиз ва ўз вақтида давом эттириши керак.

Хлорофилл эллипсисмон, дуксимон, думалоқ ва бошқа шаклдаги хлоропластларда жойлашган. Бир ҳужайрада ўртача 20—50 донагача 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. Ливитскай ва А. Табенский хлоропластлар бўлиниб кўпаяди, дейди. А. Гперман фикрича, хлоропластларнинг сони митохондрийлар ҳисобига кўпаяди.

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

Хлоропластнинг ҳосил бўлиши бир неча босқичдан иборат. Биринчи босқичда, схепада келтирилгандек, ўзида оқсил-липид моддаларни сақлаган инициал танача катталашади. Инициал таначанинг икки мембранаси ҳисобида танача марказига томон бўртмалар пайдо бўлади. Иккинчи босқичда бошланғич, яъни пропластид вужудга келади. Бунда инициал танача йириклашиб, юмалоқ ёки эллипсисмон шаклни эгаллайди.



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

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

Хлоропластнинг 3/4 қисми сув, 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 таркибидagi 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 кўп бўлганлиги учун барглар яшил тусда кўринади. Рус олиmlаридан В. И. Любименко ва Н. А. Монтевердлар (1912) сариқ ва яшил пигментлар ўртасида миқдор жиҳатдан ўзгармас нисбат борлигини аниқлаб бердилар. Кузда ташқи омиллар таъсирида хлорофилл тарқалиб ксантофилл ва каротин пигментлари иштирокида барглар сариқ ва қизғиш рангга киради.

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

Хлорофилл ва бошқа пигментларнинг турли-туман хоссала-

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

1 — шакар қукуни тўлдирилган шиша ивб; 2 — кол-са; 3 — насосга уланган тумшук; 4 — «в» шакар қукунида адсорбцияланган «а», «в» хлорофилллар ва ксантофилл; 5 — адсорбцияланмаган каротин пигмент-нинг колбада тўплангани.

ри билан танишиш учун пигментларни барг тўқимасидан 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 кўрсатилгандек устун тайёрланади. Шу устун орқали пигментли спирт эритмаси аста-секин ўтказилади, моддаларнинг адсорбцияланish даражасига кўра пигментлар бирин-кетин бир-биридан ажралади. Оқ бўр ёки шакарга тез адсорбцияланган модда устуннинг юқори қисмида, камроқ адсорбциялангани 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 — кўк-яшил, «в» хлорофилл — сарғиш-яшил, ксантофилл — сариқ ва каротин зарғалдоқ рангда бўлишини ва «а» хлорофилл молекулаларининг «в» хлорофилл молекулаларига нисбатан 3 марта кўп эканлигини аниқлади. Яшил пигментларнинг умумий миқдорига нисбатан каротиноидлар 3—4,5 марта кам бўлиши тажриба далилларига кўра тасдиқланди.

Расмда кўрсатилгандек, 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.

Ўсимликларнинг ҳўл баргларидаги хлорофилл миқдори, % ҳисобида

Соясевар		Еруғсевар	
Соясевар		Еруғсевар	
Сасиқ дарахт	— 0,460	Эман	— 0,250
Маржон дарахт	— 0,227	Қорақарағай	— 0,250
Заранг	— 0,400—0,493	Қарағай	— 0,109—0,178
Қунабқар	— 0,165	Ковоқ	— 0,175
Шоколад дарахт	— 0,790	Ғўза	— 0,19

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

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

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

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

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

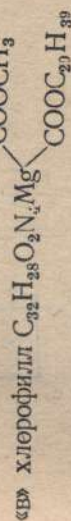
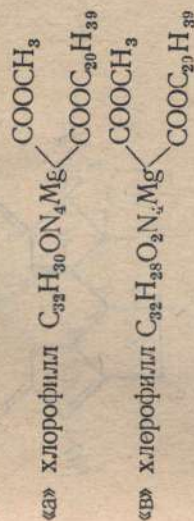
А. А. Рихтер (1914) тажриба далилларига кўра, қизил сувўтлари — яшил нур, яшил сувўтлари эса қизил нур таъсирида фотосинтез жадал борганлигини кузатган. Унинг маълумотлари қуйидагича.

Хлорофиллнинг химиявий таркибини немис олимларидан Р. Вельшеттер 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 сўнғий хлорофилл молекуласини синтез қилган.

20-жадвал

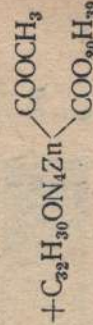
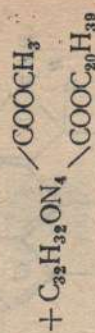
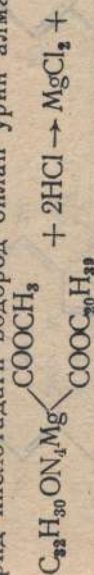
Ўсимлик тури	Қизил нур	Яшил нур
Яшил сувўти	35	23
Қизил сувўти	7	27
Қизил сувўти	11	45



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

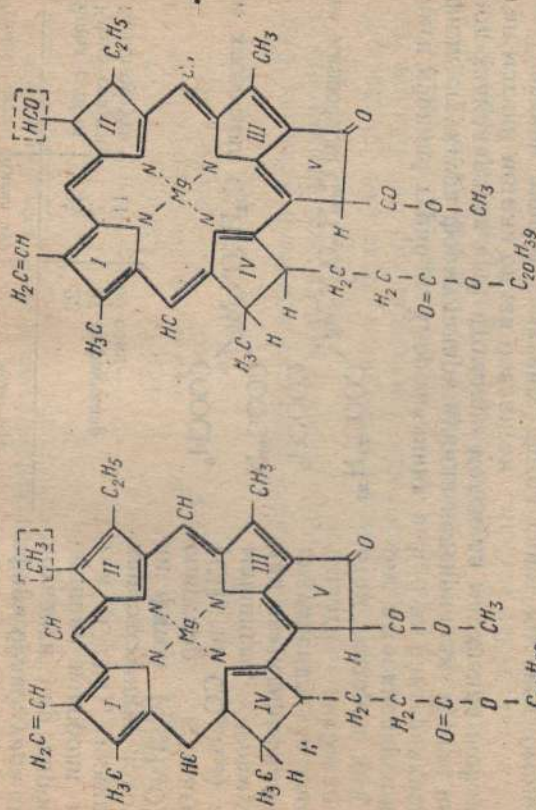
Тўртинчи пиррол ҳалқасига фитол спирт қолдиғи, бешинчи (кўшимча) ҳалқага метил спирт қолдиғи қўшилишидан хлорофилл дикабон кислотанинг мураккаб эфири ҳосил бўлган. «а» хлорофилл молекуласида II пиррол ҳалқасидаги учинчи углевод атомига метил (CH_3), «в» хлорофилл молекуласида эса альдегид (CHO) группа 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 этирилади. Бунда хлорофилл таркибидаги магний метали хлорид кислотадagi водород билан ўрин алмашинади:



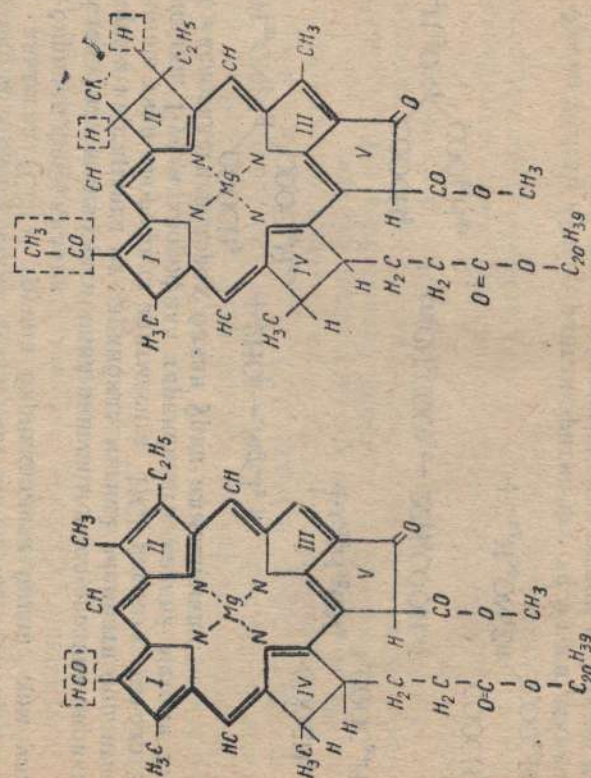
Ҳосил бўлган кўнғир рангли эритма феофитин дейилади. Хлорофилл металл-органик бирикма эканлигини исботлаш учун феофитиннинг кўнғир рангли эритмасига $Zn(CH_3COO)_2$ ёки $Cu(CH_3COO)_2$ туз кристаллари қўшиб қиздирилса, эритма

яна яшил рангга киреди. Реакция юқордаги формула асосида боради:



хлорофилл "б"

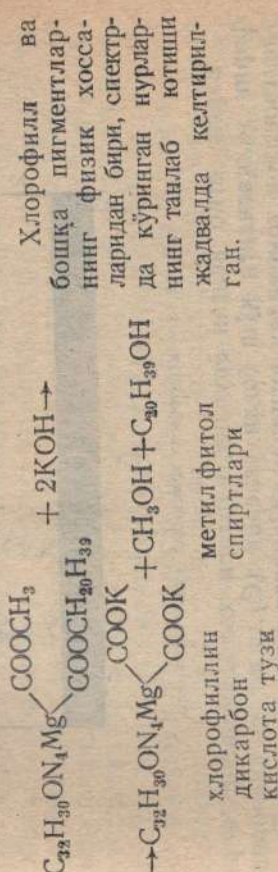
хлорофилл "а"



бактериохлорофилл "а"

хлорофилл "б"

Хлорофилл молекуласи мураккаб эфирлар гуруҳига кири-
шини аниқлаш мақсадида хлорофилл эритмасига ишқор қўшиб
қайнатилади. Хлорофилл ишқор таъсирида парчаланганда хло-
рофиллин дикарбон кислота тузлари, метил (CH_3OH) ва фитол
($\text{C}_{20}\text{H}_{39}\text{OH}$) спиртларига ажралади. Бу реакция қуйдагича
ифодаланади:

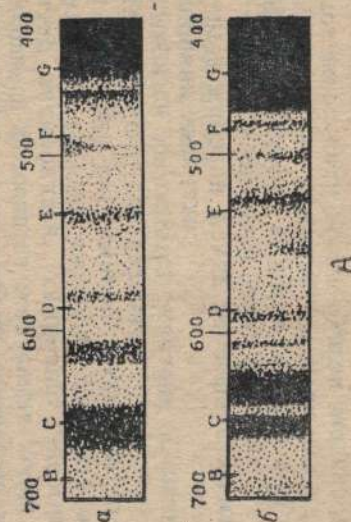


21-жадвал

Спектрада кўринган нурлар ранги	Хлорофилл «а» $\text{C}_{55}\text{H}_{90}\text{O}_4\text{Mg}$	Хлорофилл «б» $\text{C}_{55}\text{H}_{88}\text{O}_4\text{Mg}$	Ксантофилл $\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_2$	Каротин $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$
Қизил Қўқ-бинафша	660—720 450—400	650—685 500—400	481—450	482—452

Пигментлар томонидан ютиладиган нурлар узунлиги, мм

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



45-расм. Хлорофилл ва каротиноидларнинг спектр нурларини ютиши:
А. «а» ва «б» хлорофиллари томонидан ютилган нурлар;



6
1 — каротин; 2 — ксантофилл томонидан ютилган нурлар.

Барга етиб келган ёруғлик нурлари хлорофиллнинг порфирин ҳалқасидаги қўш боғли углевод (C), азот ва кислород электронлари томонидан ютилади. Ютилган ёруғлик энергияси ҳисобига хлорофилл молекулалари энергияга бой фаол ҳолатга эгалайди. Хлорофилл ютган энергиянинг бир қисми иссиқлик, иккинчи қисми эса бошқа узунликдаги ёруғлик нурини шаклда муҳитга тарқалади. Бу ҳодиса флуоресценция деб аталади.

Флуоресценция ҳодисасида хлорофилл томонидан ютилган нур бошқа узунликдаги нур шаклида ташқи муҳитга чиқарилади. Шу вақтда қайтарилган нур ҳисобига хлорофилл жигарнинг фотохимик актив бирикма эканлигини тасдиқлайди. Табиқ ҳолатдаги барглarda бундай ҳодиса кузатилмайд.

К. А. Тимирязев таълимотида 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 тақомиллашган оптик сенсбилизатордир. Унинг айтишича, хлорофилл томонидан ютилган ёруғлик нурини энергияси фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган органик моддалар таркибидаги химиявий энергияга ўзгаради. Бошқача айтганда, ёруғлик энергияси ҳисобига энергияга бой турли-туман химиявий бирикмалар (оксидлар, углеводлар, ёғлар ва бошқа моддалар) синтезланади.

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

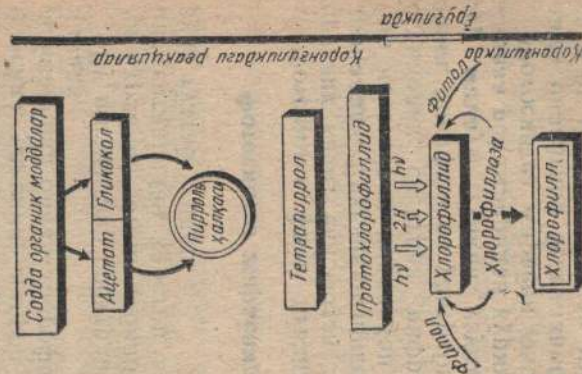
1. Фотосинтез жараёни фақат хлорофилл молекулалари ютган ёруғлик энергияси ҳисобига содир бўлади.
2. Фотосинтез миқдори ютилган нурлар миқдорига тўғри пропорционал. Бошқача айтганда, ютилган нур қанча кўп бўлса, фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган маҳсулот ҳам шунча кўп бўлади.
3. Фотосинтез жараёнида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

Хлорофилл ва бошқа пигментларнинг биосинтези

Моддалар алмашиши ҳодисаларида барча мураккаб оксид, ёғ ва мураккаб углеводлар, витаминлар ва бошқа бирикмалар фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган содда углеводларнинг чуккур ўзгариши туфайли синтезланади. Шу билан бирга фотосинтез жараёнининг жорий этилиши учун зарур бўлган пигментлар ҳам синтезланади. Пигментлардан хлорофилл молекуласининг ҳосил бўлиши икки фазадан иборат бўлиб, бири каталитик фаза дейилиб, қоронғиликда ёруғлик талаб этилмайди. Бу фаза ўзи бир неча босқичлардан ташкил тоган. Биринчи босқичда содда углевод (глюкоза) ҳисобига карбон кислоталари схемада (46-расмда) кўрсатилгандай ацетат ва аминокислота (гликокол)лар синтезланади. Иккинчи босқичда шу бирикма (ацетат — гликокол)лар ўртасида содир бўладиган муносабат натижасида порфилинген, учинчи босқичда порфилиноген эса хлорофилл молекуласини асосий бирикмаларидан пиррол ҳалқаларини ҳосил қилишда манба ҳисобланади. Тўртинчи босқичда порфилиноген ҳисобига ҳосил қилинган тўртта пиррол ҳалқалари ўзаро муносабатга киришади. Уларнинг тўрттаси қўшилишидан тетрапиррол деган бирикма протопорфирин синтезланади. Бу бирикма Mg метали ва III пиррол ҳалқасига метил спирт қолдиғи қўшилишидан протохлорофиллид ёруғлик нурини иштирокида водород ионларини боғлаб олиши билан яшил рангли хлорофиллидга ўзгаради ва ёруғлик фазасини ташкил этади. Ёруғлик берилмаса, протохлорофиллид яшил рангли хлорофиллидга ўтмаганлигидан ўсимликлар оқшариқ рангда қолиб, уларга этиолирланган, яъни рангсиз ўсимликлар дейилади.

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

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



46-расм. Хлорофиллнинг ҳосил бўлиш схемаси.

Бруулук нурлари	Спектрад кўринган нур узунлиги, мм	Энергия		
		1 квантга ЭВ хисобига	1 «моль» квантга, ккалл хисобига	1 «моль» квант, кЖ хисобига
Ультрабинафша	400 дан паст	4,88	112,5	470
Бинафша	400—424	3,02	69,7	292
Зангори	424—491	2,70	62,2	260
Яшил	491—550	2,39	55,0	230
Сарик	550—585	2,14	49,3	206
Заргалдоқ	585—647	2,0	46,2	193
Қизил	647—740	1,82	42,1	176,4
Инфракизил	740 дан ортик	0,88	20,4	85

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

Фотосинтез жадаллиғи, маълум бир мұддатгача, ёруғлиқ қуваватна кўра пропорционал ортб боранлиғини ва кейинча-лик суслашанлиғини кузатан К. А. Тимирязев (1871) фото-синтез жараяни фотофизикавий ҳодисалардан ташқари, фото-химиявий, яъни химиявий реакцияларға 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 эканлигини тасдиқлади. Унинг айтишича, фотосинтезнинг «ёруғлик» фазасида ёруғлик энергияси сарфлан-
са, «қоронғилик» фазасида, яъни энзиматик-ферментатив реак-
циялар ўтиши учун ёруғлик энергияси бевосита иштирок
этмас экан. Шу айтганларга биноан, фотосинтез жараёни «ёруғ-
лик» ва «қоронғилик» фазаларидан иборат бўлганлиги аниқ-
ланди.

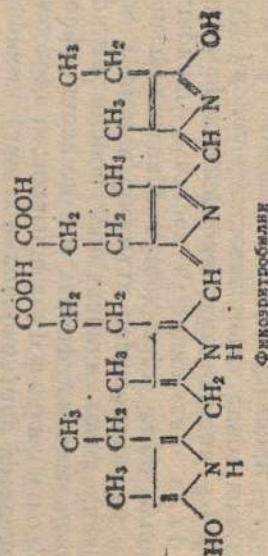
«Қоронғилик» фазаси, баъзан «Блекман реакциялари» деб ҳам юритилади.

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

Фотосинтезнинг «ёруғлик» фазаси икки bosқичдан iborat. Уларнинг бири фотофизикавий bosқич дейилиб, унда хлорофилл ва bosққа 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

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

Суытларда хлорофиллдан ташқари ўзига хос рангли пигментлар фикобилинлар гуруҳига кириди. Жумладан, кўк-яшил суытларда кўк-хаво рангли мураккаб оқсил фикоцианонобилин (фикоцианин — $C_{34}H_{42}N_4O_9$), қизил суытларда қизил оқсил мураккаб оқсил фикоэритробилин (фикоэритрин — $C_{34}H_{47}N_4O_8$) пигментлари мавжуд. Бу оқсилларнинг актив гуруҳи тубандаги формулада келтирилган:



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

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

Фотосинтез жараёнида пигментларнинг тутган үрни

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

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

Фотосинтез жараёнда кузатиладиган реакцияларнинг бир

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» хлорофилл молекуласи мавжуд. ФС-I таркибидаги хлорофилл молекулалари томонидан ютилган нур энергиясини П-700 га етказиб берилади.

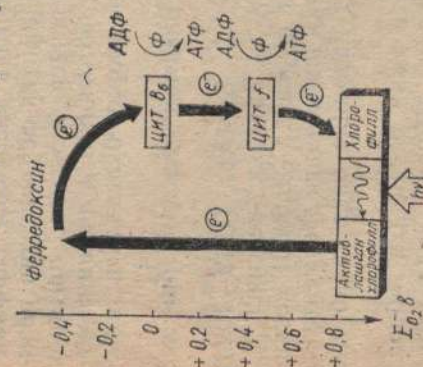
Иккинчи фотосистема (ФС-II) да реакция марказида «а» хлорофиллнинг П-680 нм узунликдаги нурларни ютувчи молекуласидан ташқари, 670—683 нм узунликдаги нурларни ютувчи «а» ва «в» хлорофилл молекулалари ўрин олган.

Айтиб ўтганлардан ташқари ФС-I ва ФС-II фотосистемаларда ёруғлик нурини ютувчи каротиноидлар, энергияга бой электрон (e^-) ва протон (H^+) ларни ҳаракатланишида қатнашадиган ферредоксин, пластохинон, 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 қислога қолдирининг қўшилиши фотосинтетик фосфорланиш ёки фотосинтез фазаси деб аталади.

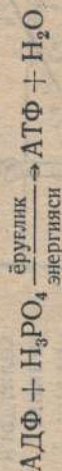
Фотосинтез фазасида икки хил кўринишда бўлганлиги Д. И. Арнон томонидан аниқланган. Унинг бирига «циклик», иккинчисига «ноциклик» фотосинтетик фосфорланиш деб юритилади.

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



47-расм. Циклик фотосинтез фазаси схемаси.

га тенг) бўлган ферредоксинга йўналтиради. Оксидланиш-қайтарилиш потенциалли юқори бўлган (+0,18 эВ га тенг) цитохром «b₆» ферредоксиндан қабул қилиб олган электронни оксидланиш потенциалли яна ҳам кучлироқ (+0,36 эВ га тенг келган) «f» цитохром қабул қилиб олади. Шу вақтнинг ўзига, тенгламада кўрсатилганидек, ёруғлик энергияси ҳисобига химиявий энергияга бой АТФ молекуласи ҳосил бўлади:



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

«Ноциклик» фотосинтез фазасида ФС-I ва ФС-II фотосистемаларни ташкил этган хлорофилллар комплекси иштирокида содир бўлади.

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

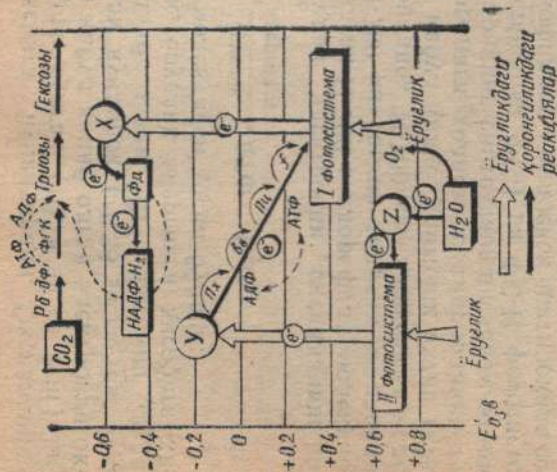
«Ноциклик» фотосинтез фазасида ҳам электронларни ҳаракатланиш занжирида электронларни ташувчи бирикмалар бўлиб, улар оксидланиш-қайтарилиш потенциалли қувватига биноан маълум тартибда жойлашган.

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

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

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

«f» цитохром ўзига қабул қилган электрон ($2 e^-$) ларни оксидлаш қуввати кучлироқ ($-0,37$) бўлган пластохинон

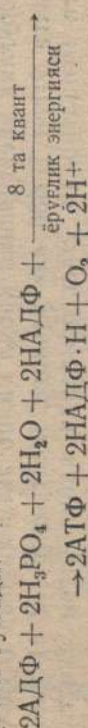


48-расм. Ноциклик фотофосфорланишда электронларнинг I ва II фотосистема-ларда ҳаракатланиш схемаси; Пх—пластхтонин; Пц—пластационин; ϕ_0 —ва ϕ_1 цитохромлар; АДФ АТФ, НАДФ H_2 ; ϕ_0 = ферредоксин; Р6—ДФ—рибулоса-зади фосфат; ФГК—фосфоглицерин кис-лота.

48-расмда кўрсатилгандай, латинча тади. Бу ҳолатни эгри-бугри шаклдаги (z) схемаси деб ҳам юритилади.

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

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



Бу тенгламада АДФ ва фосфор кислота ўртасида содир бў-ладиган муносабат натижасида АТФ молекуласи синтезланади. Шу билан бирга сувнинг парчаланиши натижасида ундан аж-ралган водород атомлари ҳисобида оксид ҳолатидаги НАДФ $^{+}$ қайтарилган НАДФ·Н ҳолатни эгаллайди. Сувдан бўшаб чиқ-қан кислород ташқи муҳитга чиқарилади.

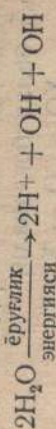
Ёруғлик фазасида хлорофилл ва бошқа пигмент молекула-лари томонидан ютилган ёруғлик энергияси сув молекулалари-ни парчалаганлигини ҳам кўриб ўтиш зарур.

Ёруғлик энергияси иштирокида сувнинг парчаланишига

йўналтиради. Пластоци-анин эса «I» цитохро-мидан қабул қилган электронларни ФС-I системадаги П-700 га етказиб беради. Нати-жада актив (қўзғалган) ҳолатдаги П-700 энер-гиянинг бир қисмини циклик фотофосфорла-ниш жараёнида АТФ молекуласи ҳосил бўли-шида сарфланса, иккин-чи қисми эса ноциклик фотосинтез шартларида қатнашувчи бирикмалар воситасида оксид ҳолат-даги НАДФ $^{+}$ ни қайта-рилган НАДФ·Н $_2$ ҳолат-га ва АТФ нинг иккинчи молекуласи синтезлани-шида сарфланади.

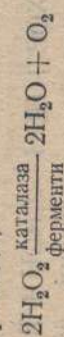
Хулоса қилиб айтган-да, ноциклик фотофос-форланишда энергияга бой электрон йўналиши ўзининг кўриниши билан «ёз» ҳарфи (z) ни эсла-ниш мумкин.

фотооксидация ёки фотолиз деб аталади. Бу реакция тубандагича ифодаланади:



Сувнинг парчаланишида — фотолиз жараёнида ҳосил бўл-ган ОН группаларини ўзаро муносабатига киришишдан во-дород пероксид (H_2O_2) синтезланади: $OH + OH \rightarrow H_2O_2$.

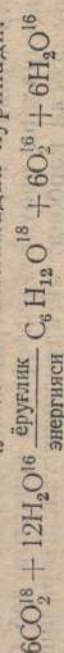
Заҳарли водород пероксид ўз навбатидан каталаза фермен-ти иштирокида сув ва эркин кислородга парчаланadi. Бўшаб чиққан кислород тубандаги реакцияга мувофиқ ташқи муҳит (атмосфера) га чиқарилади;



XX асрнинг 40-йилларигача фотосинтезда ажралиб чиққан кислород карбонат ангидрид таркибдаги кислород деб келин-ган. 1941 йилда рус олимлари А. П. Виноградов ва Р. В. Тейс, Америка олимлари С. Рубен ва М. Камен тажрибаларида ҳа-вога ажратилган кислород сув таркибдаги кислород эканлиги тасдиқланди.

Бу масалани ҳал этишда табиатда тарқалган кислород 3 хил изотоп, яъни O^{16} , O^{17} , ва O^{18} шакллари учраганлиги назар-да тутилиб, сув ва карбонат ангидрид таркибдаги кислород-нинг изотоплари аниқланган. Тажриба далилларига асосан, сув таркибдаги изотоп O^{16} , карбонат ангидрид таркибдаги изотоп O^{18} эканлиги ҳам тасдиқланди.

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



Фотосинтезда вужудга келган сув молекулаларига метабо-литик сув дейилади.

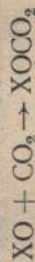
Фотосинтез жараёнининг «қоронғилик» фазасида содир бў-ладиган биохимиявий реакциялар, юқорида кўрсатиб ўтилган ёруғлик фазасида синтезланган АТФ ва НАДФ·Н энергиялари воситасида содир бўлади.

Фотосинтез табиатига доир назариялар

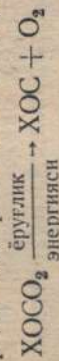
Фотосинтез жараёнида биринчи маҳсулот формальдегид (CH_2OH) ҳосил бўлиб, уларнинг бир-бири билан полимерлани-ши ҳисобида углеводлар ҳосил қилиниши муқаррар деган фикр-ни немис олим А. Байер 1870 йилда баён этган эди. Бироқ бу назария — формальдегид назарияси асосиз деб топилди.

Бу масалани ёритишда К. А. Тимирязев ҳам ўз ҳиссасини қўшди. К. А. Тимирязев (1871) фотосинтез жараёнида хлоро-филл 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 XOSO_2 деб фараз қилинган модда ёруғ-
лик энергияси таъсирида кислород ва XOS моддасига парчаланadi:



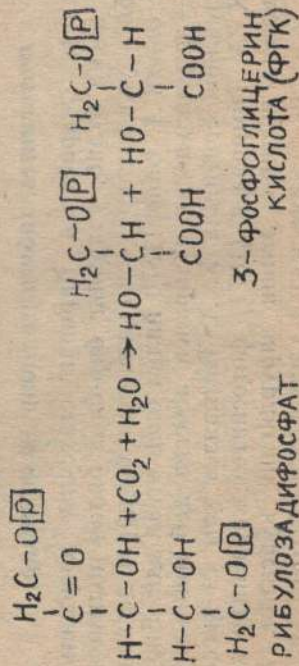
Учинчи босқичда ХОС бирикмаси сув билан бирга нолмаълум углеводнинг ҳосил бўлишини таъминлайди. Хлорофилл эса бўйшаб чиқади:



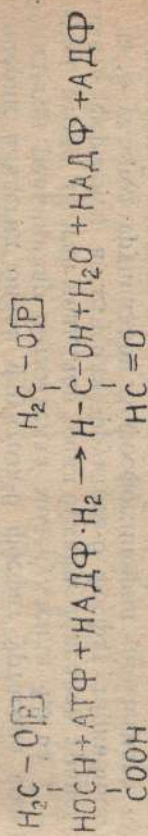
Тўртинчи босқичда ўз активлигини йўқотган хлорофилл-кислород билан бирга актив ҳолатга ўтиб, ҳаводан қабул қилинган навбатдаги карбонат ангидрид молекуласини боғлаб олади ва юқорида кўриб ўтилган реакциялар қайтадан тас-рорланади. Шуларга асосланган К. А. Тимирязев фотосинтез жараёни циклик ҳолиса бўлиши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

Сўнги маълумотларга кўра фотосинтез жараёнининг қоронғилик фазасида ҳаводан қабул қилинган CO_2 ўсимлик тўқимасидаги актив бирикмалар билан реакцияга киришиб боғланади. Бу актив моддалар аццепторлар дейилади. Баъзи олимларнинг фикрича, карбонат ангидридни боғлаб олувчи аццепторлар органик кислоталар, аминокислоталар ва бошқа бирикмалар бўлиши керак. Америкалик олим М. Кальвин ва унинг шогирдлари рибүлэзадифосфатни аццептор деб белгиллади ва шу асосда карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиш схемасини тавсия этди. Ҳозир бу схема олимлар томонидан қабул қилинган:

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

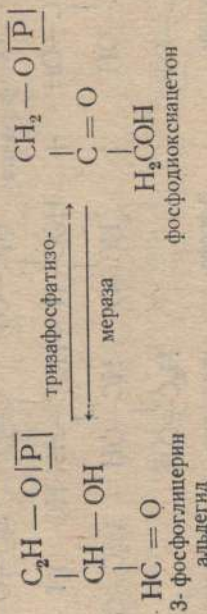


б) ҳосил бўлган 3-фосфоглицерин кислота АТФ иштирокида никотин-амидадениндинуклеотидфосфат — НАДФ·Н₂ водороди ҳисобига 3-фосфоглицерин альдегидигача (ФГА) қайта-рилади:

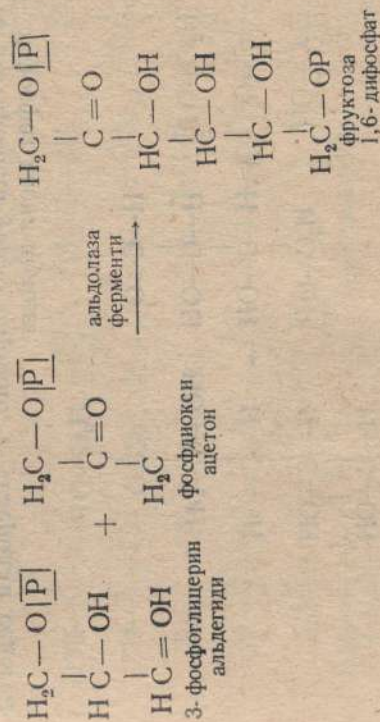


3-фосфоглицерин
кислота (ФГК)

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

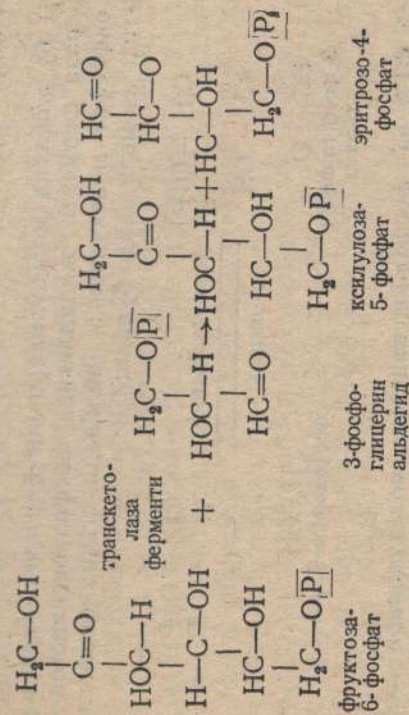


г) ФГА ва фосфодиоксинаетон молекулалари альдолаза ферменти жадаллигида реакцияга киришиб, фруктоза-1,6-ди-фосфат ҳосил қилади:

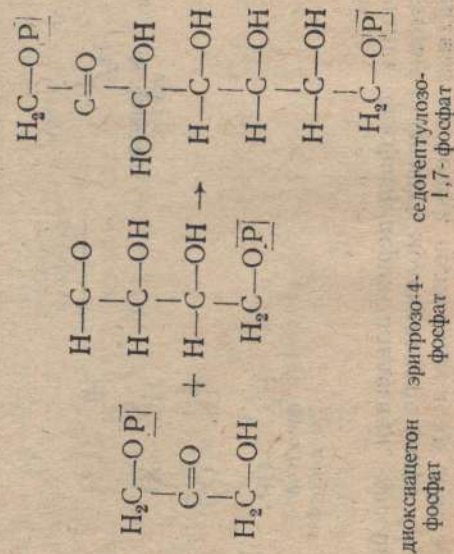


д) кейинчалик фосфоглицерин альдегиди ҳисобига ҳосил бўлган фруктоза-1,6-фосфат молекулалари ўзaro бирикишидан сахароза, крахмал ва бошқа полисахаридлар синтезланади.

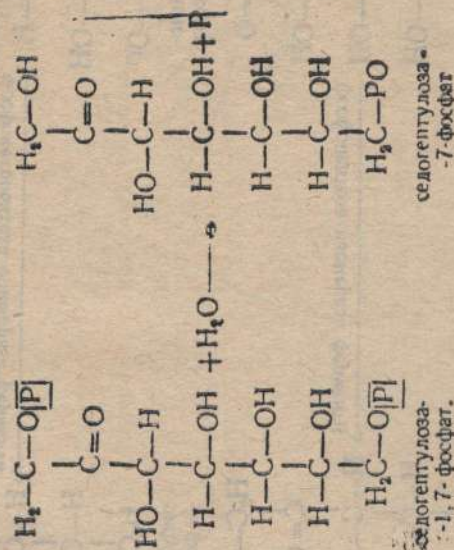
Шакар ва полисахаридларнинг синтезланишида қатнашмаган фруктоза-1,6 фосфат молекулаларининг бир қисмидан фосфатаза ферменти иштирокида фруктоза-6-фосфат ҳосил бўлади. 3-фосфоглицерин альдегид молекулалари ферментлар иштирокида чуқур ўзгаришларга учрайди. Жумладан, 3-фосфоглицерин альдегид билан фруктоза-6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



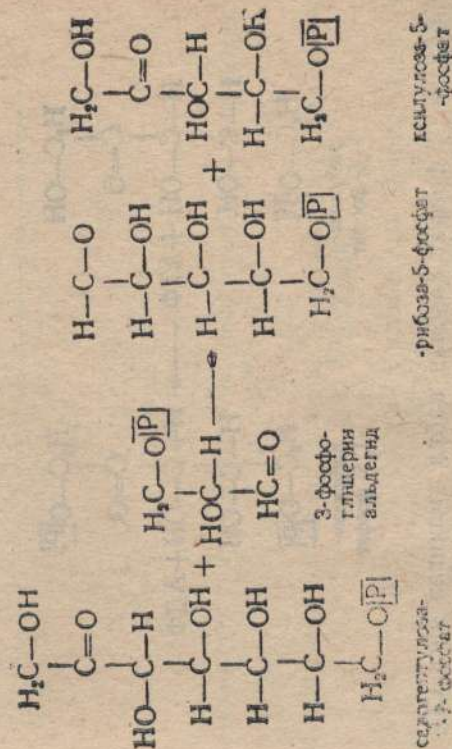
е) диоксиацетон фосфат билан эритроза 4-фосфат альдолаза ферменти иштирокида ўзаро бирикиб, 7-углеродли седогептулоза-1,7-дифосфат ҳосил қилади:



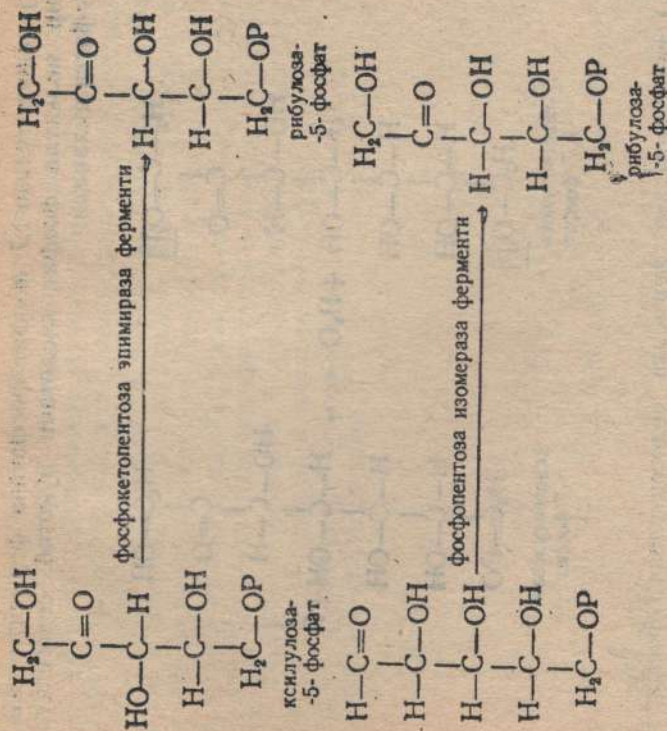
ж) седогептулозо-1,7 фосфат фосфатаза ферменти таъсирида бир молекула фосфат кислотани йўқотиб, седогептулоза-7-фосфатга айланади:



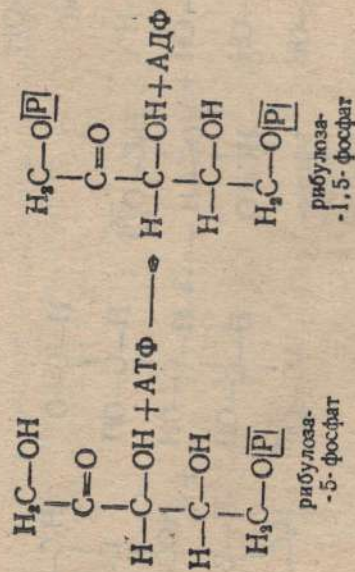
з) транс-кеталаза ферменти седогептулоза-7-фосфат таркибидан икки углеводли гуруҳларни ажратиб, 3-фосфоглицерин альдегидга бириктири натижасида бешта углеводли пентозалар, рибоза-5-фосфат ҳосил бўлади:



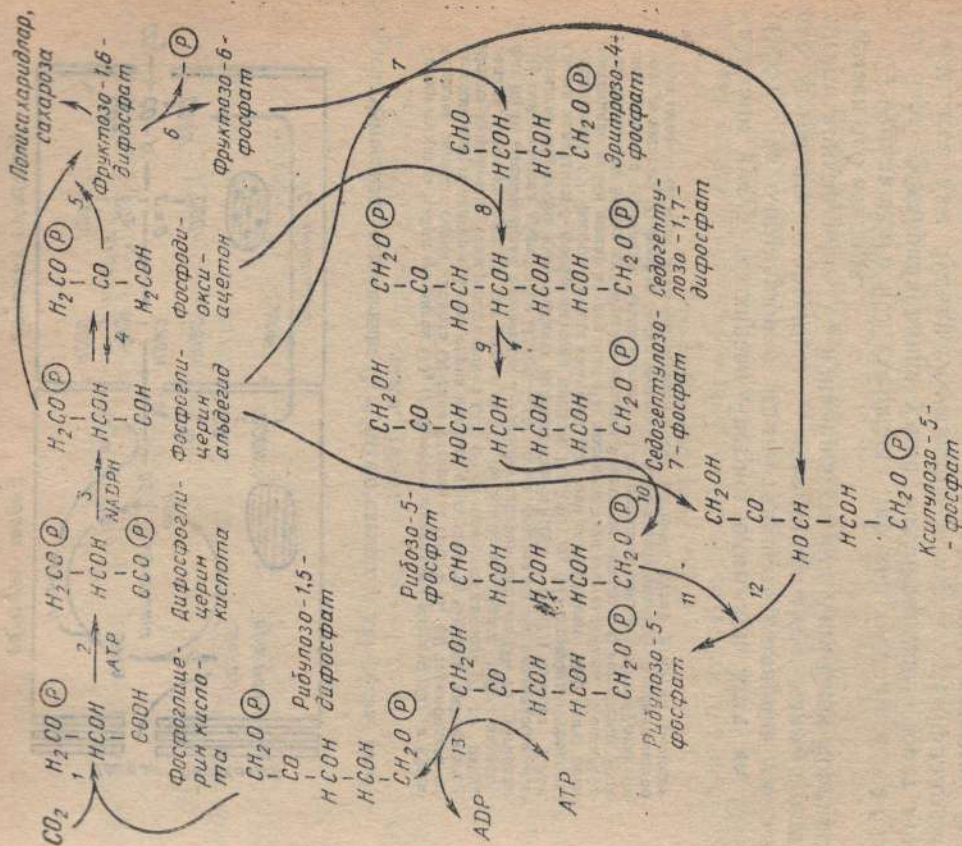
и) ксилулоза-5-фосфат фосфокетопентоза эпимираза ферменти, рибоза-5-фосфат эса фосфопентоза изомераза ферменти жамғурида рибоза-5-фосфатнинг ҳосил бўлишида қатнашади:



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



Рибулоза-1,5-фосфат ҳаводан қабул қилинган янги 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 $\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$ сарфланади (49-расм).

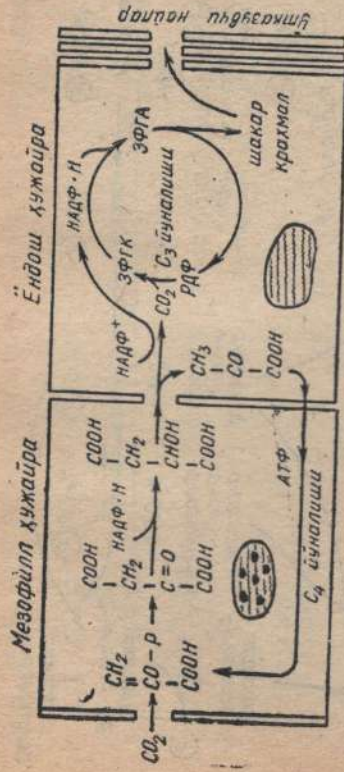


49-расм. Кальвин схемаси бўйича фотосинтезда углероднинг биохимиявий ўзгариши.

Маккажўхори ва баъзи тропик 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 юритилади.

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



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

Ташқи муҳитда қабул қилинган CO_2 (1) фосфоенолпирувум кислота (2) га қўшилишдан оксалат-сирка кислота (3) гача ўзгаради: $НАДФ \cdot H_2$ (4) таркибидан водородни қабул қилган оксалат-сирка кислота олма кислота (5) гача қайтарилади. Эндос ҳужайрага ўтган олма кислота CO_2 (6) ва пирувум кислота (7) га парчаланади. Олма кислота (5) дан ажралган CO_2 (6) Кребс циклидаги рибулозидифосфат (8) га қўшилишдан 2 молекула 3-фосфоглицерин кислота (9) га ўзгаради. Шу пайдада оксид ҳолатдаги $НАДФ$ — (10) юлм кислота (6) парчаланишида ажратилган водородни қабул қилиб, қайтарилган $НАДФ \cdot H_2$ (11) ҳолатга ўтади. Оксид ҳолатдаги 3-фосфоглицерин кислота $НАДФ \cdot H_2$ (11) таркибидан водород қўшилишдан 3-фосфоглицерин альдегид (12) гача қайтарилади. Бир қанча реакциялардан кейин шакл ва крахмал (13) молекулалари синтезланади. Хосил бўлган шакар (13) Эндос ҳужайрадан эндаги ўтказувчи найлар (14) воситасида ўсимлик тавассида тарқалади. Олма кислота (5) ни парчаланишдан хосил бўлган пирувум кислота (7) фосфор билан муносабатда қилинишдан (15) фосфоенолпирувум кислота (2) нинг янги молекуласи хосил қилиниб, кўриб ўтилган реакциялар такрорланиб туради.

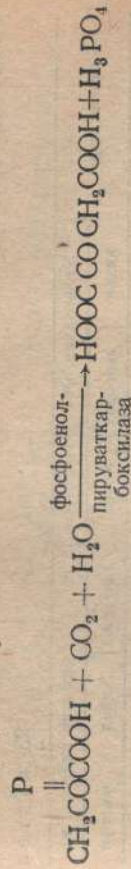
масалани чуқур текширган Австрия олимлари Хетч ва Слэк (1966), рус олимларининг илмий-тадқиқот ишларини тасдиқлаб, фотосинтез жараёнида C_4 йўналишдаги йўл мавжуд эканлигини аниқладилар. C_4 йўналишдаги йўл Хетч-Слэк-Карпиллов схемаси деб аталади.

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

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

Биричидан, ўсимликларга қабул қилинган CO_2 гази мезофил ҳужайраларида, ҳужайралардаги фосфоенолпируваткарбоксилаза ферменти активлигида фосфоенолпирувум кислота-

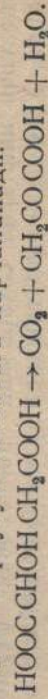
га қўшилишидан, ўзида 4 углерод сақлаган оксалат-сирка кислота хосил бўлади.



Шу вақтнинг ўзида оксалат-сирка кислота $НАДФ \cdot H_2$ таркибидан водород ҳисобига олма кислотагача қайтарилади.



Кейинчалик олма кислота плазмодесмалар воситасида ўтказувчи найлар ёнидаги (ендош) ҳужайралар ичига ўтиши билан CO_2 ва пирувум кислотата парчаланади.

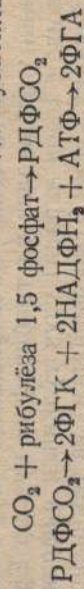


Хосил бўлган пирувум кислота фосфор кислота билан муносабатга киришдан фосфоенолпирувум кислотанинг янги молекуласи хосил бўлишини таъминлайди.



Бу бирикма мезофил ҳужайраларига ўтиб, CO_2 гази боғлаб олиб, юқорида кўрсатилган реакцияларда қатнашади.

Олма кислотадан ажралган CO_2 гази Кальвин циклига қўшилиб, моносакхарид ва полисахаридларни синтезлашда сарфланганлиги тубандаги тенглама ва схемада кузатилади:



Хетч-Слэк-Карпиллов 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 CO_2 газини органик кислоталарга боғлаб олиш хусусиятига эга бўлганлигидан, уларда заҳира тўпланган CO_2 ҳисобига, барг оғизчаларининг ёпиқ бўлишига қарамай, углеводларнинг синтезланиши давом этади. Бу ўсимликларда ёруғликда нафас олиш содир бўлмаганлиги сабабли улар фотосинтезни C_3 йўналишида ўтадиган ўсимликларга нисбатан анча ҳосилдор бўладилар.

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

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

қизил нур таъсирида углеводлар ва ёғлар ҳосил бўлганлиги жадвалда келтирилган:

23-жадвал

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

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

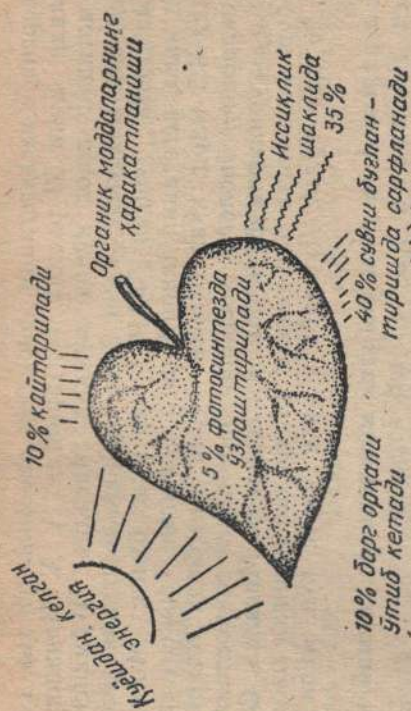
Фотосинтез жараёнига ички ва ташқи муҳит омилларининг таъсири

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

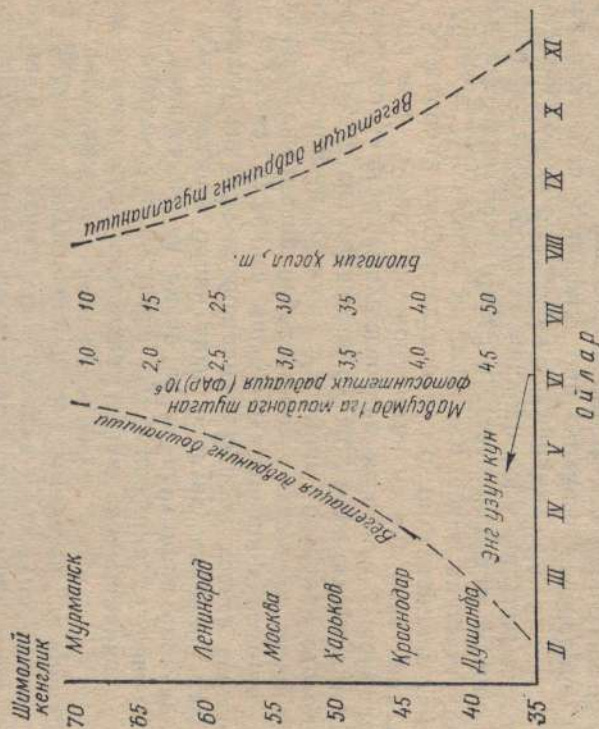
Қуёшдан келган электромагнит нурларнинг умумий қиммати $386 \cdot 10^{20}$ ваттга тенг. Электромагнит нур таркибидagi қисқа тўлқин узунлидаги ультрабинафша нурлар Ер атмосфераси томонидан (озон экрани) узун тўлқинли инфрақизил нурларнинг кўпчилик қисми атмосферадаги сув томчилари томонидан ютилади. Ер 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 озиқ моддаларини ҳосил қилишда ва 1% дан кам миқдори техникада, яъни қуёш электростанцияларида фойдаланилади.

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



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

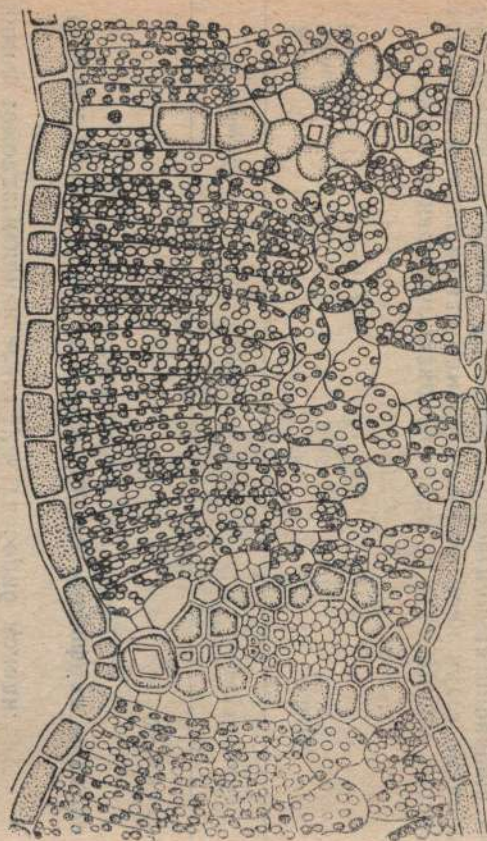


52-расм. Россиянинг турли зоналарида сув ва минерал элементлар билан тўла таъминланган ва фотосинтетик радиация (ФАР) нинг 5% нини ўзлаштирган юқори сифатли ўсимлик навлари томонидан тўпланадиган биологик ҳосилни кўрсатадиган А. Ничипорович схемаси.

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

Россиянинг турли зоналарида 1 га майдонга тушадиган ёруғ-

Нана баргли ўсимликларда		Кенг баргли ўсимликларда	
сояга бардошли	ёруғсевар	сояга бардошли	ёруғсевар
Тисс — 2,44	Тилоғоч — 1,18	Какао дарахти — 7,9	Семизак — 1,06
Арпа — 1,92	Қарагай — 1,13	Липа — 4,9	Кокос пальмаси — 1,14
Оқ қарагай — 1,75	Араукария — 0,97	Аспидистра — 4,0	Қумқяёқ — 1,95



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

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

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-Петербургда вилоятда бир гектар майдондан олинган биологик ҳосил 25 га/т бўлса, Душанбада икки марта кўл, яъни 50 т бўлган.

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

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

Ёруғсевар (гелиофит) ўсимликлар чўлларда, даштларда, қирларда ҳаёт кечирishга 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 albidia*) булутли кунларда, яъни ёруғлик нури камайганда ва ёмғир ёққан пайтларда барглари ни тўқнади. Қуёш чиқиши билан янги барглار чиқариб, ҳаётини жараёнларини тиклаб ўса бошлайди. Бундай ҳодиса ўсимликларнинг ёруғсевар гуруҳига мансуб эканлигини кўрсатади.

Гелиофит ўсимликлар баргларининг тузлилиши билан ҳам ёруғликка мослашган бўлади. Уларнинг барглари сертомир, усти туқлар билан зич қопланган бўлади. Барг оғизчалари кўп бўлиб, зич жойлашган. Устунсимон ва мезофилл хужайралари бир-бирига яқин бўлиб, зич жойлашган ва бир неча қаватдан иборат. Хужайрада 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 киряди. Сциофитларга кислота обикновена (*Oxalis acetosella*), майник (*Majantemum bifolium*), хина (*impatiens noli tangere*), қарға кўз (*Paris quadrifolia*) ни вакил қилиб кўрсатиш мумкин. Сциофитларга ёруғлигининг 1/55, ҳатто 1/100 қисми берилганда ҳам фотосинтез жараёни давом этади. Сциофит ўсимликлар баргида устунсимон ва мезофил хужайралар сийрак бўлиб, бир қаватдан жойлашган, баъзиларининг баргида устунсимон хужайралари бўлмайди. Хлоропласт-

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

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

Шу билан бирга баргида хлоропластлар ҳажми ва хлорофилл миқдори турлича бўлади. Жумладан, жанубий томонда жойлашган барглarning анатомик тузилиши, ёруғсевар ўсим-
ляни ёруғлик нури кам тушадиган жойда ўсган барглар сояга бардошли ўсимликлар барг тузилишини эслатади.

Хлорофилл миқдори нисбатан ҳам сояда жойлашган барг билан ёруғликда жойлашган барглр бир-бирдан фарқ қила-
ди. Масалан, чинорнинг жануб томонда жойлашган барг қила-
қимаси таркибидаги хлорофилл миқдори 0,68% ни ташкил этса,
шимол томондагисиники эса 1,12% га бориб қолади.

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

Ўсимлик номи	25-жадвал	
	Ёруғликдаги барглрда	Соядаги барглрда
Жўжа		
Зараңг	2,58	3,11
Қорақайн	2,66	2,91
	2,73	3,74

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

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

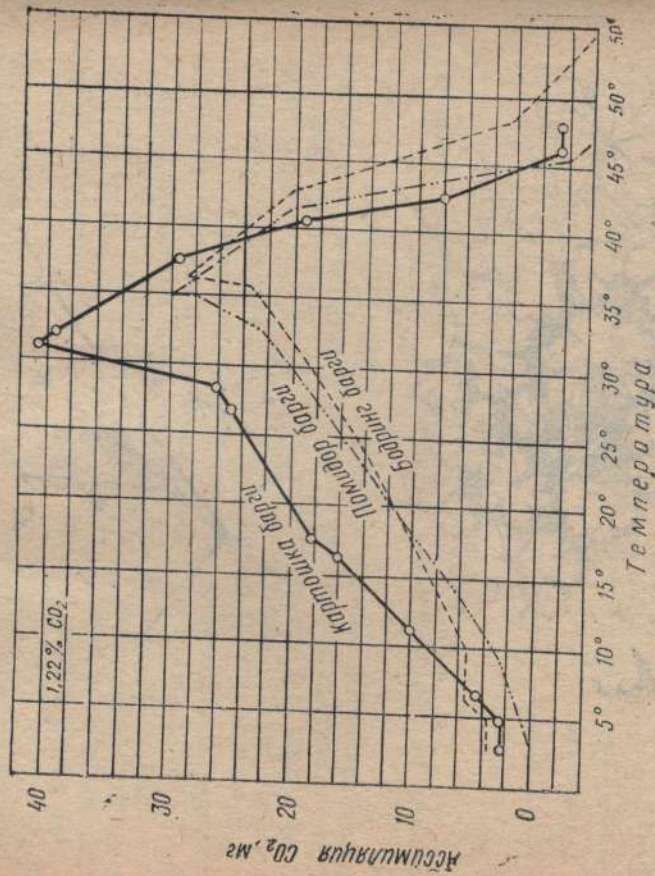
Ўсимликнинг қайси гуруҳга мансуб бўлишидан қатъи назар,
ёруғлик ҳаддан ташқари кўп бўлганда барг тўқимасининг тем-
ператураси кўтарилиб, транспирация жараёни жадаллашади,
хужайралар сувсизланиб, хлорофиллнинг активлиги сустлаша-



54-расм. Барглрнинг ёруғликка нисбатан мозик жойлашиши:
а — ёруғул; б — тошёрар; в — қўнироқул; г — зараңг.

ди. Натижада фотосинтез маҳсулотининг камайишига сабаб бўлади.

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



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

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

Академик А. С. Фоминдин (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 ёсимликларнинг ёруғлик култура-сини ривожлантириш йўллари 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 ёсимликлар яхши ривожланади.

Кўпчилик ёсимликларда фотосинтез жараёнининг жадал

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

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

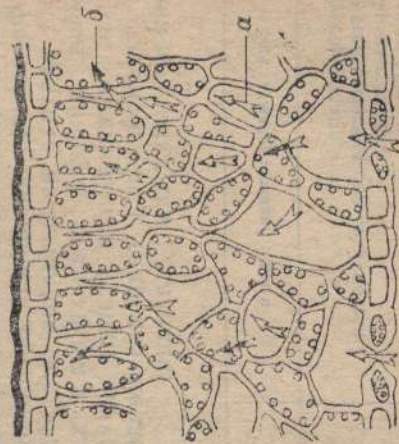
$$\frac{\text{фотосинтез}}{\text{нафас олиш}} = \text{компенсацион нуқта}$$

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

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

Фотосинтез жараёни учун температура коэффициенти 20—35°C ораллиғида 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°C га фотосинтез жадаллиги Вант Гофф қондасига бўйсунмади.

Ҳаво таркибида CO₂ миқдори 0,02—0,03% ни ташкил этади. Бу, ёсимликлар учун оптимал миқдор ҳисобланади (56-расм). Агар CO₂ миқдори 0,04—0,05% бўлса, кўпчилик ёсимликларда фотосинтез жараёни жадалланади. CO₂ 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. CO₂нинг барг тўқимасига ўтиш йўли:

а — оқ стрелкалар газ ҳолатидаги CO₂ ни; б — қора стрелкалар сувда эритган CO₂ 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

Зоналарни тупроқ турлари	1 соатда 1 га ердан ажралган CO_2		1 кеча-кундузда 1 га ердан ажралган CO_2 , кг		Йил давомида га/т
	1,5	3,3	36	79	0,4
Тундра					2,0—2,5
Ўрмон					4,0
Ўрмон-дашт	4,5		108		2,5
Дашт	2,0		48		11—12
Чўл	0,4		17		11—12
Нам ўрмон (субтропик)	9,0		216		

26-жадвал

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

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

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

27-жадвал

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

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

си ҳаддан ташқари сувга тўйинса, барг оғизчалари гидропассив реакцияга биноан ёпилади. Транспирация кўпайганда эса барг оғизчалари гидроактив реакцияга мувофиқ ёпилади. Кўрсатиб ўтилган мисоллар CO_2 нинг ҳужайрага ўтишига тўқинлик қилганлигидан фотосинтез сустлашиб, тўхтаб қолиши ҳам мумкин.

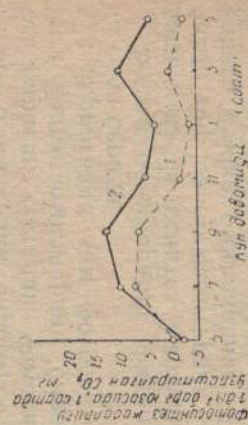
Фотосинтез жадаллигига таъсир этадиган ички омилларнинг бири — баргнинг ёши, сўнгра барг оғизчаларининг очиқ ёки ёпиқ бўлиши, хлорофилл миқдори ва ассимилятларнинг ҳаракатланиб ва ўзгариб туриши ҳам муҳим ўринни эгаллайди.

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

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

Фотосинтезга таъсир кўрсатган бу ички фактор ҳақида акад. А. Л. Курсановнинг ишлари диққатга сазовордир. Масалан, олма ва нўхатнинг етилмаган яшил меваларида озиқ моддалар баргдан келиб тўпланганлиги туфайли мева тўқималарида фотосинтез жадаллиги жуда паст даражада бўлган (57-расм). Озиқ моддаларнинг меваларга етиб келиши (мева банд пўстини) ҳалқа шаклида кесиб) тўхтаиб қўйилганда, уларда фотосинтез жадаллиги баргларидагига нисбатан кучайиб кетган.

Баргдаги хлорофилл миқдорининг ортиши билан фотосинтез жадаллиги кучайганлиги кузатилади. Бироқ, ўзлаштирилган CO_2 миқдорини, хлорофилл миқдорига бўлган нисбати (ассимиляция сон) тексари 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 олдидан олиш учун барг жойлашган новда пўсти унинг юқоридадан ва барг банди олдидан ҳалқа қилиб кесиб олинганда; 2 — ҳалқа қилиб кесилмаган новдада қолдирилган баргдаги 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:

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

Буларни қуйида келтирилган жадвал далилларида ҳам кўриш мумкин.

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

28-жадвал

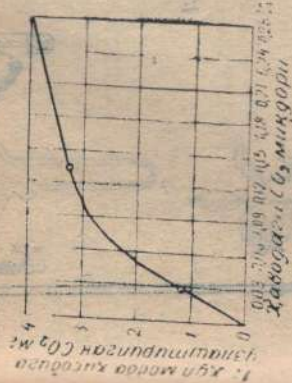
Ўсимлик номи	Баргнинг ёши	Ҳўл масса ҳисобига хлорофилл миқдори	100 г хлорофилл ҳисобига ўзлаштирилган CO_2 мг	Ассимиляция сон
Пихта	жуда ёш барглари	8,0	27,3	3,4
	2 йиллик барглари	33,3	17,1	0,5
Арча (ель)	ёш барглари	11,9	43,6	3,6
	2 йиллик барглари	32,5	22,4	0,68

Фотосинтез жараёни доимо ўзгарувчан ташқи омилларнинг мураккаб бирлиги таъсирида ўтганлиги туфайли, бу омиллардан бирортаси етишмаса, фотосинтез жадаллиги маъмулга ета олмайди. Шунга асосланиб Ф. Ф. Блекман «чегараловчи омиллар» қонунини тавсия қилди. Унинг фикрича, ташқи омиллардан бирортаси етишмаса, ўсимликда фотосинтез жараёни тўхтайдди. Фотосинтез «чегараловчи омил» ўрнига қолган омиллардан бирортаси (CO_2 , ёруғлик ёки сув) кўп берилганда ҳам фотосинтез жадаллиги сустлашганлигича қола беради.

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

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

Кўриб ўтилган минимум ҳолатдаги омил бу жараёни сиқиб қўймаганлигини тасдиқлапти. Ўсимликнинг яшаш ша-



58-расм. Қарағай баргидagi фотосинтез жадаллигининг CO_2 миқдорига боғлиқлиги.

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

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

29-жадвал

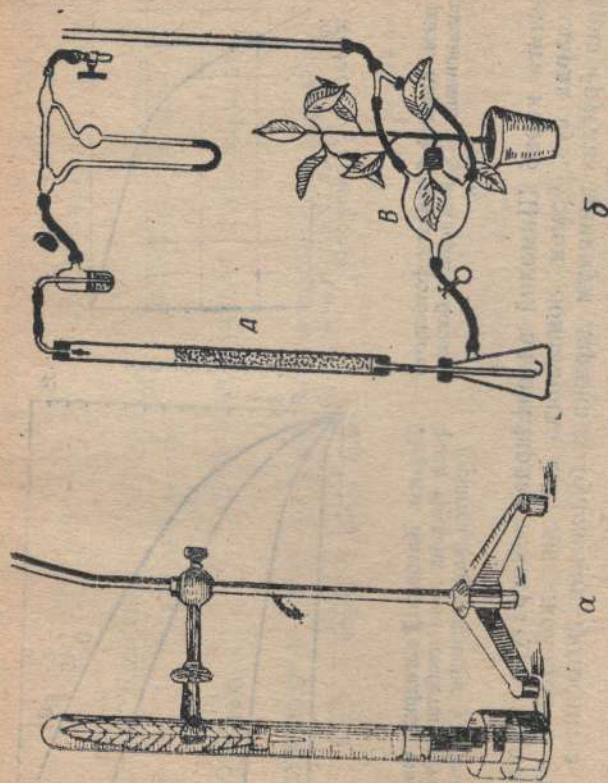
Ёруғлик нуру- нинг кучвати	Ўнгитилмаган туپроқда, намлик даражаси, % ҳисоб ва			Ўнгитилган туپроқда, намлик даражаси, 60%	
	20	40	60		
Кам	100	218	236		257
Ўртача	108	291	311		397
Кучли	125	319	458		663

Эслатма: жадвалда жавларда тўлланган яшил массани назорат тарқашда, фоз ҳисобда олинган.

Фотосинтез жараёнини текшириш усуллари

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

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



60-расм. Фотосинтез жадаллигини аниқлашда ишлатиладиган асбоблар:
а — эвдиометр; б — ҳавони сўрадиган.

Энг осони ва мактаб шароитида қўлашга қулай усуллардан бири, ярим барглар ёхуд муаллиф томонидан ўзгартирилган доиралар методидан фойдаланиш анча яхши натижалар беради. Кўрсатилган методлардан доиралар усули амаллий машгулотлар 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:

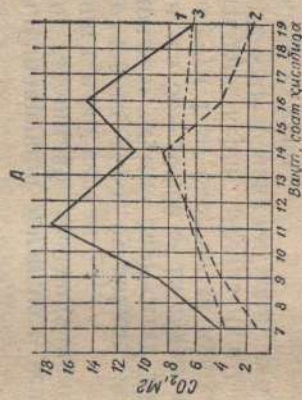
$$M = \frac{m_1 - m_0}{1/2(P + P_1)} \cdot T = (g/m^2 \text{ кеча-кундуз});$$

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 тўхтади. Ёруғлик билан тўлиқ таъминланган ўсимликларда фотосинтез жараёни тинмасдан 24 соат давом этиши мумкин. Шунинг назарда тутиб, кўп ерларда ўсимликларни сунъий ёруғликда парвариш қилиб, улардан мўл ва сифатли ҳосил олинмоқда. Бу усул ёруғлик култура си деб аталади.

Фотосинтез жадаллиги ерталаб қуёш чиқиши билан кучли бўлиб, тушда секинлашади ва қуёш ботгач, бутунлай тўхтади.

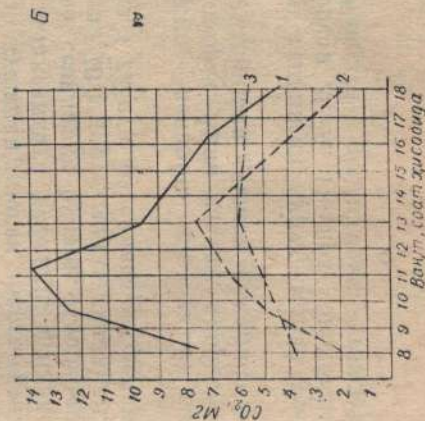
Иссиқ иқлимли шароитда фотосинтез кун чиқиши билан бошланиб, соат 9—11 ларда максимум нуктага етади, сўнгра секинлашади, қуёш ботишидан олдин яна кучаяди. Ёўзада фотосинтез жадаллигининг кун давомида ва ривожланиш фазаларида ўзгаришини жадвал маълумотларидан ва графикалардан кўриш мумкин (61-расм, А,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



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

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

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



Овлар	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 йўллари топиш керак. Бунинг учун
экин қаторлари шимолдан жанубга қараб йўналган бўлиши
ёки квадрат усулда экилиш 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 экинларники 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 днатом 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
ҳайвон 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:

$$M = AST - BS_1 T_1, \text{ бунда:}$$

M — ўсимликларда тўпланган қуруқ модда миқдори; A — фото-
синтез жадаллиги; S — барглар сатҳи; T — кунлар сони; B —
нафас олиш жадаллиги; S₁ — барглар сатҳи ва T₁ — кунлар со-
нини ифодалайди. Бошқача айтганда, AST кўпайтмалари фото-
синтез жараёнида тўпланган қуруқ модда миқдори ва BS₁T₁
кўпайтмалари нафас олишда сарфланган қуруқ модда миқ-
дорини белгилайди. Шу сонларнинг айирмаси фотосинтезда
ҳосил бўлган фойдали маҳсулотни кўрсатади.

Қуруқ модданинг кўплаб тўпланиши учун компенсацион нуқта,
яъни $\frac{AST}{BS_1 T_1}$ га бўлган нисбати бир неча марта (10) зиёд бўлиши
зарур.

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

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

C — 1 кеча-кундузда тўпланган биологик ҳосил; Φ_{CO_2} — 1 кеча-кун-
дузда 1м² барг ҳисобида ўзлаштирилган CO₂ миқдори (г ҳисобида);
K_{эф} — ўзлаштирилган CO₂ миқдорини қуруқ модда ҳисобида айланти-
риш коэффициентини ифодалайди.

Тажриба далилларига кўра 1 кг ўзлаштирилган CO₂ ҳи-
собида 0,64 г қуруқ модда (глюкоза)га тўғри келади. Бироқ
тўпланган органик модданинг бир қисми нафас олиш жараё-
нида (5—10%), иккинчи қисми ўсимликдан тўкилган барг,
гул (10% чамасида), учинчиси илдиэлари томонидан қабул қи-
линган моддалар (5—6%) ва тўртинчиси ўсимлик тўқимала-
ридан оқиб чиққан эрувчи моддалар ҳисобида ажратилса,
K_{эф} 0,64 га тенг бўлмасдан, тахминан унинг қиймати 0,5 гача
камаяди.

Кўриб ўтилганларни ҳисобга олганда, хўжалик учун тўп-
ланган қуруқ модда миқдори ўсимлик турига кўра ҳар хил бў-
лади. 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 ра-
қамлар тенгламадагидай 1000 га бўлинади.

Қишлоқ хўжалик ходимларининг иш жараёнидаги фойдали маҳ-
сулот миқдорини аниқлаш қуйидаги тенглама асосида бажарилади:

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

X_{ҳос} — хўжалик ҳосилини; B_{ҳос} — биологик ҳосилни ва Y — вегета-
ция давомида йўқотилган қуруқ модда миқдорини ифода-
лайди.

IV б о б. ҮСИМЛИКЛАРНИНГ ТУПРОҚДАН ОЗИҚЛАНИШИ

(минерал элементларнинг ўзлаштирилиши)

Үсимликлар учун минерал элементларнинг аҳамияти

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

Үсимликларни озиқлантириш қадим замонлардан қўлланиб келинган. Масалан, Американинг маҳаллий аҳолиси — аборигенлар маккажўхори донларини балиқ қолдиқлари билан қўшиб экканлар. Уша даврда Европа ва Осиё аҳолиси ҳам экин майдонларининг унумдорлигини ошириш мақсадида гўнг, туланиқ моддалардан чиққан кул ва бошқа хўжаликдаги таш-экинларни алмашлаб экишга эътибор берганлар. Қадимги римликлар эса сифатида Везувий вулқонидан чиққан кулни, тупроқ муҳитини нейтраллаш мақсадида тупроқнинг турига қараб оҳақ, гипс ва бошқа моддаларни ишлатганлар.

Уша даврларда фан ва техниканинг, айниқса, химия фанларининг илмий асослари ишлаб чиқилмаган эди. Ҳаттоки, ўша даврнинг атоқли файласуфларидан Аристотель ўсимликлар тупроқдаги ўзлаштириш мумкин бўлган моддалар билан озиқланади, деган фикрда бўлган.

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

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

Немис олими Ю. Либих (1840) Тэйернинг гумус назариясини танқид қилиб, Б. Палиснинг 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 солиш тавсия этади. Унинг фикрича, гўнг тоғ жинсларининг емирилишида ва ёр юзасига карбонат ангидрид чиқариб туришдагина иштирок этади. Үсимликлар учун ҳаво таркибидаги азотли мод-



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

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

далардан NH_3 старли 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 су-перфосфат тайёрлаш усулини инглиз олими Лоз (1843) ишлаб чиққан. Бу даврда минерал элементларнинг ўсимлик ҳаётида муҳим аҳамиятга эга эканлиги аниқланган бўлса-да, аммо ўсимликлар учун зарур бўлган элементлар тури белгиланма-ган эди.

Шу масалани ҳал этишда немис олимлари И. А. Кноп ва Ю. Сакс (1859) ўсимликларни маълум нисбатда минерал эле-ментлари бўлган эритмада парвариш қилдилар. Тажрибага қўра, ўсимликларнинг нормал ўсиши ва ривожланишини таъ-минлаш учун K, Ca, Mg, Fe, S, P ва N элементларни 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.

Үсимликлар кулининг химиявий таркиби

Агар қуритилган бирор ўсимлик куйдирилса, унинг тузили-шида иштирок этган углерод, кислород, водород ва азот эле-ментлари ҳавога ажралиб чиқади. Қуруқ модда таркибидаги

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

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

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

Қуруқ модда таркибдаги кул элементлари

Ўт ўсимликлари		Дарахлар	
органлари	кул, %	органлари	кул, %
Уруғи	3	Ёғочданган қисми	1
Пояси	4	Пояси	3
Илдизи	5	Пўстлоғи	7
Барглари	15	Барглари	11

30-жадвал

Кул таркибда 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).

Элементлар	% ҳисобида	Элементлар	% ҳисобида
Кислород	45,00	Олтингурут	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

31-жадвал

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

Кул таркибда учрайдиган элементларнинг ҳаммаси ҳам ўсимликлар учун зарур эмас. Олтин, селен, литий каби элементлар пассив равишда қабул қилиниб тўпланиши мумкин. Масалан, маккажўхори, қирқбўғин ўсимликлари олтин, оқ қайин кумуш, ғалладошлар стронций, қўзиқорин селен, даурская лиственница литий, гунафша ва оққалдирмоқ рух элементини тўплаш хусусиятига эга.

Ўсимликлар учун зарур бўлган элементларни аниқлашда, сув, қум ва тупроқ култураси 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 жараёнларини тубдан ўзгартириши мумкин. Тирик мавжудотларнинг ҳаёт жараёни давомида ҳар қайси элемент ўзига хос функцияни бажаради.

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

Ўсимликлар ва бошқа тирик мавжудотлар тўқималарида учрайдиган элементларнинг кўп-озлигига қараб А. П. Виноградов (1932) уларни учта гуруҳга бўлганлиги тубандаги жадвалда фонд 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 ⁻⁵ —10 ⁻⁴	Zn, Br, Mn, Cu, Mo I, As, B, Fe, Rb, Ti Cr, Ni, Si, Ag, Co, Ba, Th
Ультраэлементлар	10 ⁻⁶ —10 ⁻⁵ 10 ⁻¹¹ —10 ⁻⁶ 10 ⁻¹² —10 ⁻¹¹	Au, Rb Hg Ra, Ел

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

Фторпатит $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, хлорпатит $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ деб аталадиган фосфоритлар фосфорли ўғит ишлаб чиқаришда асосий хомашё ҳисобланади. Илдиридан органик кислота ажратувчи ўсимликлар (гречиха, люпин) фосфорит таркибидagi фосфорни ўзлаштирганлиги Д. И. Прянишников ва П. С. Косович тажрибаларида тасдиқланган. Е. И. Ратнер ва О. Я. Самоилова (1958), Менгдел ва Вейсфольг (1953) тажрибаларидан маълум бўлишча, глицерофосфат ва глюкозафосфат каби органик бирикмалар ўсимликлар илдиридан ажралиб чиқадиган фосфатаза ферменти таъсирида парчаланadi. Бунда ажралган фосфорни ўсимликлар яхши ўзлаштирилади.

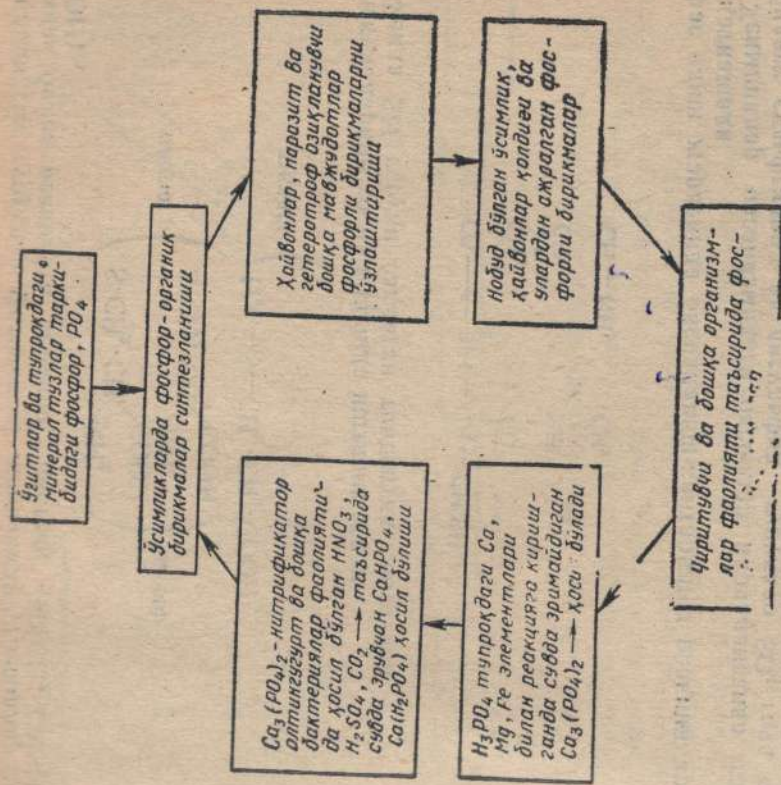
Ортофосфат кислота (H_3PO_4)нинг ўсимликлар қабул қилган қолдиги — PO_4 аниони ўз шаклини ўзгартирмай, фосфорли органик ва аорганик бирикмалар ҳосил бўлишида иштирок этади. Органик моддага фосфат кислота қолдиги қўшилиши фосфорлианиш деб аталади. Фосфорланган органик бирикма ўзидаги фосфат кислота қолдигини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

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

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 ёғсин липидларни ва УТФ углеводларнинг синтезланишида сарфланади. Юқорида кўрсатиб ўтилган энергияга бой бирикмалар АТФ энергияси ҳисобига синтезланади.

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

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



63-расм. Фосфорнинг табиятда айланиш схемаси (Г. Д. Муштакимов, 1978).

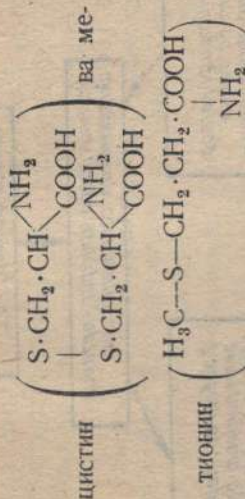
Фосфат кислота тузлари (Na_2HPO_4 , K_2HPO_4 , KH_2PO_4 ва бошқалар) ҳужайра шираси таркибидagi водород ионлари концентрациясини тартибга солишда буферлик вазифасини бажарadi. Фосфорнинг Са ва Mg ли тузлари 6 атомли спиртинозит билан бирикиб, фитин номли фосфор-органик бирикмага айланади. Бу бирикма заҳира модда сифатида зигир, соя, кунгабоқар ва гўза каби ўсимликлар уруғида тўланади. 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 тўхтайдиган, уруғи тўла етилмай қолади.

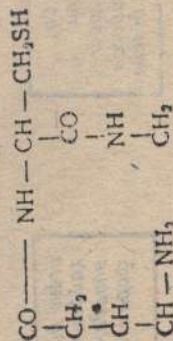
Олтингурут (S) сульфат кислота қолдиги сифатида, ўсимликлар калий, магний ва кальций тузлари таркибидан қабул қилинади.

Ўсимликлар SO_4 аниони шаклида қабул қилган олтингурут барглар ҳужайрасида мураккаб ўзгаришларга учраб, сульфгидрил (SH) ва дисульфид (S—S) гуруҳларга қа-

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



молекулаларини ҳосил қилишда иштирок этади. Узида SH гуруҳи сақлаган трипептид-глутатион



нафас олиш жараёнида оксидланиш-қайтарилиш реакциялари да қатнашади.

Ўсимликлар организмдаги оқсиллар парчаланганда таркибдаги 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.

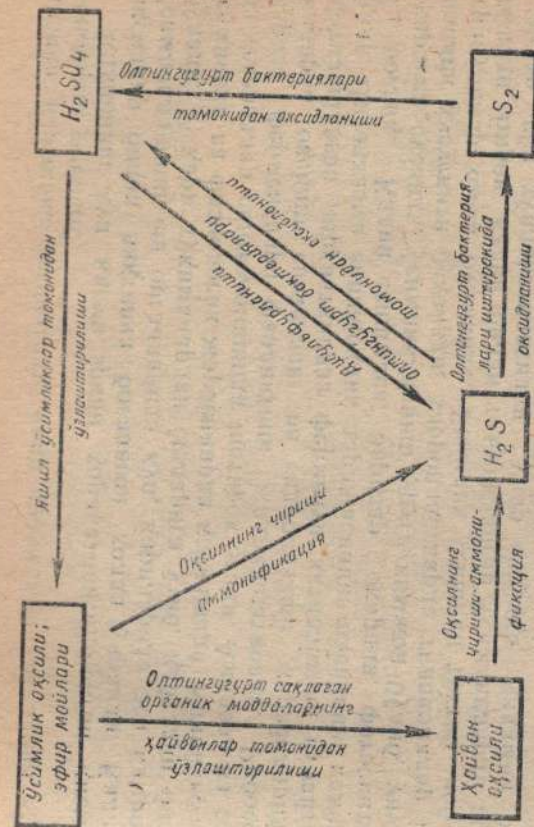
Ўсимликлар ҳужайрасидаги SO_4 аниони гипс (CaSO_4) друзлари ҳосил бўлишида иштирок этади. Органик моддалар таркибда олтингугурт элементи анион (SO_4) шаклидаги нисбатан кўп бўлиши қуйидаги жадвалдан кўриниб турибди (Петерсон маълумоти).

33-жадвал

Ўсимликлар	1 кг қуруқ модда таркибдаги олтингугурт	
	жами	сульфатлар таркибда
Карам	8,18	1,95
Беда (пичани)	3,61	1,79
Рагс	4,22	0,51

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

Нобуд бўлган ўсимликлар тўқимасидаги оқсиллар парчаланганда муҳитда заҳарли модда — водород сульфид (H_2S)



64-расм. Олтингугуртнинг табиятда айланиш схемаси.

тўпланади. Тупроқда яшовчи олтингугурт бактериялари уни сульфат кислотасига оксидлаб, зарарсизлантиради. Сульфат кислотаси тупроқдаги катионларни бириктириб олиб, сульфат тузларига ўзгаради. Сульфат кислотаси қолдиргани ўсимликлар қайтадан ўзлаштириб, оқсил ҳосил бўлишида иштирок этади. Табиатда олтингугуртнинг айланиш схема шаклида кўрсатилган (64-расм).

Олтингугурт оқсил молекулаларидан ташқари, хантал, саримсоқ, пиёз мойлари ва B_1 витамини таркибда ҳам учрайди. Олтингугурт 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 илдиэ ҳужайраларининг осмотик босимини орттиради.

Йод ва бром (J ва Br) ҳам микроэлементлар қаторига кириди, улар баъзи денгиз сувутилари таркибда кўп миқдорда тўпланади.

Галла ўсимликлари, қирқбўғим ва диатом сувутилари қалқонда кремний (Si) кўп тўпланиши уларнинг ўзига хос хусусиятига боғлиқ.

Ўсимликларнинг нормал ривожланиши учун қуйидаги элементлар ҳам зарур ҳисобланади:

К а л и й — KCl , KHSO_3 ва K_2HPO_4 тузлари шаклида ўсимликлар тўқимасида сақланади. Калий қанд лавлагининг ил-

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

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

Кальций (Ca) ўсимликлар нафас олишида тўпланган органик кислоталарни нейтраллайди. Кальций таъсирида цитоплазма қуюқлашади, унинг ўтказувчанлик хусусияти пасаяди. Натнжада моддалар алмашинуви жараёни сустлашади. Кальций қари тўқималарда ва органларда кўп миқдорда тўпланади. Бу элемент пектин билан бирикиб, кальций пектат бирикмаси шаклида хужайраларни 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 тўхтади. Ён илдизлари заиф ривожланади, илдиз тукчалари шишади ва пўсти ёрилиб кетади. Агар ерга кальцийли ўғитлар солинса, катионлар ўртасида физиологик мувозанат тикланиб, илдизлари нормал ривожланади. Катионлар ўртасида ўзаро антагонистик муносабат мавжуд. NH_4 , Fe ва Al катионлари учун Ca антагонист элемент ҳисобланади. Антагонистик муносабатни ҳисобга олганда, ўсимликларга ўғит сифатида аммоний нитрат (NH_4NO_3) солинганда Ca ни ҳам етказиб бериш зарур.

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

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

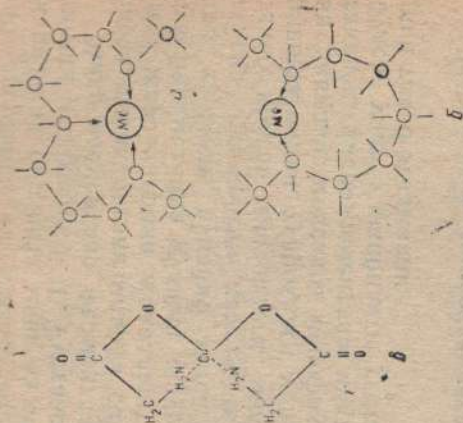
Темир (Fe) хлорофилл молекуласи таркибига кирмаса-да, унинг ҳосил бўлишида катализаторлик вазифасини бажаради. Бу элемент оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида иштирок этадиган каталаза, пероксидаза, цитохромоксидаза ферментлари таркибига киради. Агар темир етишмаса, ўсимликларнинг барги сарғайиб, хлороз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

Нуклеин, органик (амино) кислоталарга, витамин, антибиотик ва ауссин каби органик моддаларга микро ва ультрамикрорезолементлар қўшилишдан ҳосил бўлган мураккаб комплекс бирикмаларга хелатлар дейилади. Органик моддаларга қўшилган металл хелатлар молекуласини циклик тузилишини таъминлайди (65-расм).

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

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

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



65-расм. Хелатларнинг схематик тузилиши:

a — 3 чўққил; б — 2 чўққил қандайдир металл қўшилган хелатлар (металл органик модда); в — мас гликолят (масга 2 молекула глицин аминокислота қўшилишдан ҳосил бўлган ҳолат).

либ, анорганик катализаторларга нисбатан модда алмашиниш жараёнини бир неча минг ва миллион марта активлаштирган-лигини рус олими Г. Г. Густавсон (1870) кўрсатиб ўтган.

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

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

34-жадвал

Тупроқ қиммати	1 кг тупроқдаги микроэлементлар миқдори, мг						
	В (суяга чиқа- рилган эриг- мада)	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 этганли-гини назарда тутиб, ўзида бор, марганец, молибден элемент-ларини сақлаган ўғитлар химия саноатида ишлаб чиқарил-моқда.

Бор (В) ўсимликлар учун зарур элемент эканлигини Е. В. Бобко ва М. Н. Белоусов (1931) лавлага ўсимлигида аниқлаганлар. Бор иштирокида углеводлар, АТФ молекулала-ри синтезланишида ва ўсимликлар калций ўзлаштиришида борнинг аҳамияти катта. Калций билан бор маълум нисбатда бўлгандагина ўсимликлар нормал ривожланади. Масалан, лав-лага 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 контролда-гига нисбатан 5,2 га/ц, бор, марганец сульфат солинганда 15,7 га/ц ортган. Бор барглардаги шакларнинг шоваларга-



66-расм. Бор элементининг физиологик аҳамияти:

А — бор етишмаслигидан рангли карам пояси марказий қисмининг бўлиниши; Б — лавлага да илдиш чиринг касаллиги туфайли баргларнинг қорайиб қоллиши.

ча етиб боришида иштирок этганлигидан ғўза, беда, соя ва мева дарахтларининг гунчаси камдан-кам тўкилади. Агар бор етишмаса, ўсимликларнинг ўсиниш нуктаси нобуд бўлади, яъни қуриб қолади, илдизи ривожланмайди, камбий тўқимасининг ҳужайралари тўла шакланмайди, қандавлагининг ўзаги чириб кетади ва ҳоказо (66-расм).

Марганец (Mn) оқсилларнинг парчаланнишини, фото-синтез жараёнини ва кўп ферментларнинг фаолиятини жадал-лаштиради. У оксидловчи ферментлар таркибида бўлади. Марганец етишмай қолса, ўсимликлар таркибидаги хлорофилл миқдори камаяди, ҳосилнинг сифати пасаяди, ҳосил камаяди, нитратлар таркибидаги азот ўзлаштирилмайди. Масалан, ғў-зага 0,25% ли $MnSO_4$ эритмаси пуркалса, ҳосилдорлик кон-ролдагига нисбатан ортганлиги аниқланган (Г. А. Алиев маъ-лумоти, 1956).

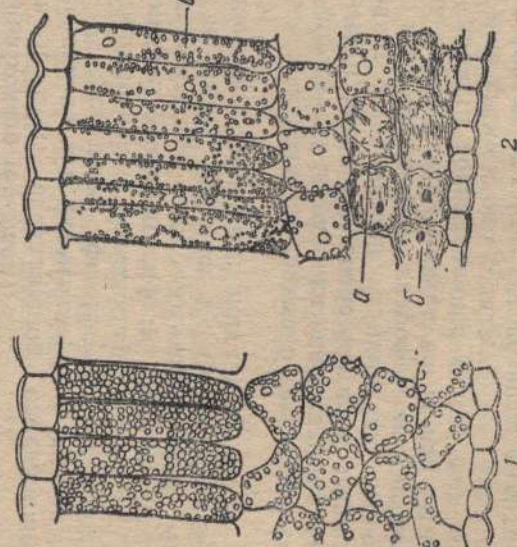
Мис (Cu) хлорофиллни тарқалиб кетишдан сақлаши би-лан бирга фотосинтез жараёнини жадаллаштиради. У перок-сидаза ферменти ҳосил бўлишида иштирок этади ва кўпгина ферментларнинг жадалигини таъминлайди. Мис таъсирида цитоплазма коллоидларининг гидрофиллик хусусияти ортинг ҳисобига сув молекулалари маҳкам боғланади. Агар мис етиш-маса, олма дарахти новдаларининг учидан барг ҳосил бўлма-ганлигидан учки қисми қуриб қолади.

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

Тажриба вариантлари	Арпа (Вятский 1163) г/а/ц	Сули (Писарев) г/а/ц	Бугдой (Яровая но- винка) г/а/ц	Жавдар (кузги) г/а/ц
P ₂ O ₅ (60 г/кг, K ₂ O 90 г/кг) Ҳар гектар ерга 1 т дан пирит огарка- си солинган	0,0 15,4	0,0 10,3	0,0 6,2	12,5 18,9

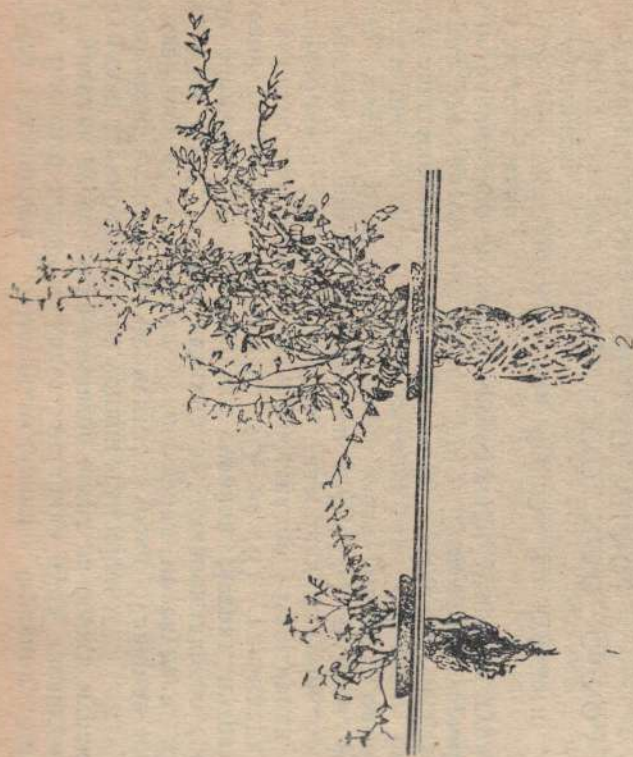
Э с л а т м а: сульфат кислота ва қоғоз ишлаб чиқариш са-
ноатида ташландиқ моддага пирит огар-
каси дейилади. Бу модда таркибида мис
элементининг миқдори 0,5% га бориб қолади.

Р у х (Zn) ўсимликлар танасида ауксин ҳосил бўлишини ва
уларнинг иссиқликка бардошлилигини таъминлайди. Танасида
рух бўлганлигидан гўза вилтга, картошка фитотора касалли-
гига чидамли бўлади. Рух ферментлар фаолиятини жадаллаш-
тиради. У H₂CO₃ ни CO₂ ва сувга парчаловчи карбогидраза
ферменти таркибига кирди. Бу элемент фосфатаза, энোлаза 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
кетди, ток барглари хлорозга учрайди. Рух элементи етиш-
маслигидан помидор барглари хужайраларидаги хлоро-



67-расм. Рух етишмаслигидан помидор
баргида кузатиладиган ўзгаришлар:

1 — контрол; 2 а — рух етишмаганда баргларидаги ок-
сид кристаллари; б — нобуд бўлган хужайралар; в —
хлоропластларнинг тарқалиб кетиши.



68-расм. Олхўри ниҳолларининг ўсишига молибденнинг таъсири:
1 — контрол; 2 — 0,01 мг/л молибден берилган ўсимлик.

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

Молибден (Mo) дуккакли ўсимликларнинг ва, биноба-
рин, туғунак бактерияларининг ривожланишини жадаллашти-
риш билан бирга ўсимликлар ҳосилининг ортшига ҳам сабаб
бўлади. Молибден нитрогеназа ферменти таркибида учрайди,
у молекуляр азотнинг ўзлаштирилишини жадаллаштиради.
Молибден сақлаган нитратредуктаза ферменти иштирокида
оксид ҳолидаги азот (NO₂) бирикмаси қайтарилган ҳолга
(NH₃га) ўтади. Агар молибден етишмаса, лимон баргларида
сарик доғлар пайдо бўлади. Олхўри ниҳолларининг ўсишига
молибденнинг таъсири 68-расмда келтирилган.

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

Ўсимликларнинг азот ўзлаштирилиши

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

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

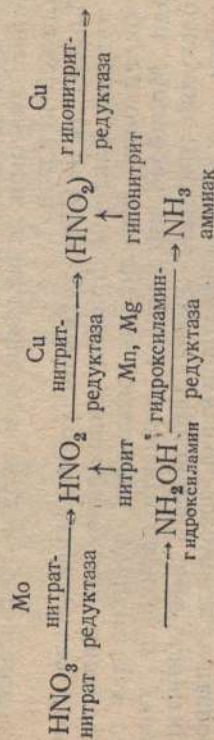
Азот фақат оқсиллар, ферментлар ҳосил бўлишида ишти-
рок этибгина қолмай, балки у хлорофилл молекуласи, ДНК,
РНК, АТФ, НАД, НАДФ, витаминлар, алкалоидлар ва бошқа
турли бирикмалар таркибида ҳам учрайди. Нитрит, нитрат ва
аммоний тузлари таркибидаги NO_2 ва NO_3 анионлари ва
 NH_3 катиони шаклидаги азотни ўсимликлар ўзлаштиради. Ҳа-
во таркибидан NO_2 , NO_3 ва NH_3 газларини ўсимликлар ўз-
лаштиради, уларнинг миқдори кам (0,0001%) лигидан, ўсим-
лиқни азотга бўлган эҳтиёжини тўла қондира олмайди.
Айтаганларни назарга олиб, экинларни азот элементи билан
таъминлаш мақсадида, ер майдонларига маҳаллий ва азотли
минерал ўғитлар етказиб бериш зарур. Тупроқнинг таркибида
азотли бирикмалар тонналаб ҳисобланади, уларнинг тури ҳам
жуда хилма-хилдир.

Тупроқда учрайдыган азотли бирикмалар куйндаги 3 гурхга бўлинади:

1. Нитрат 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.

Б: Органик моддалар таркибидаги азот.

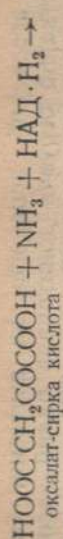
анионлар таркибидagi азотни ўсимликлар NO_3^- аниони шаклида қабул қилади, сўнгра у бaрг тўқималарида NH_3 га чa қайтарилaди. А. Н. Бах, Д. Н. Прянишников ва Михлин маълумотларига кўра, NO_3^- ва NO_2^- анионларининг аммиакка чa қайтарилиш реакцияси қуйидагича боради:



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

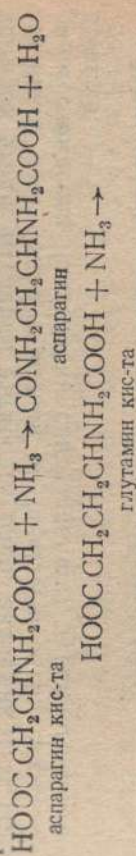
Нитратлар қайтарилиши учун зарур, водород ва электронларни $\text{НАД} \cdot \text{H}_2$ ва $\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$ бирикмалари етказиб беради. Ҳосил бўлган аммиак

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

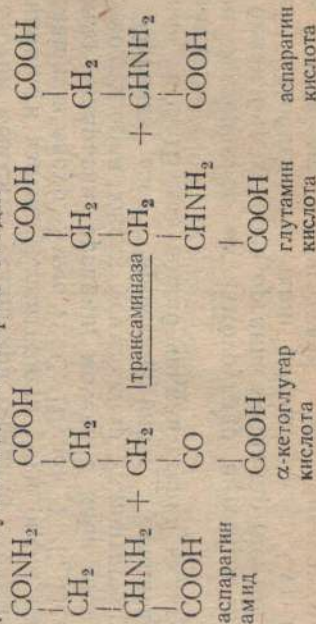


Ўсимликлар ўзлаштирган NH_3 илдиэларнинг ўзидаёқ кетокислоталар билан реакцияга киришиб, ҳосил бўлган аминокислоталар ҳам оқсил молекулалари пайдо бўлишида иштирок этади. Аммиак углеводларга бой ўсимликларга сезиларли зарар етказмасда, оқсилга бой ўсимликларга салбий таъсир этади. Тажрибада органик кислоталар кўп бўлган ўсимликлар аммиакдан 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 тушроқни оқақлаш керак.

Ўсимлик тўқималарида аммиак кўпайганда, заҳарли аммиак ўсимлик тўқимасида мавжуд асарагин ва глютамин деб аталган аминокислоталар ёрдамида зарарсизланади. Бу бирикмалар ортиқча аммиак туруқларини ўзига бириктириб, амид шаклигача ўзгарганлиги куйидаги тенгламаларда келтирилган:

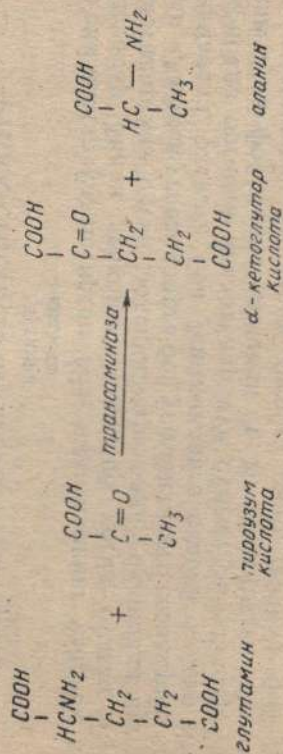


Аммиак етишмаганда аспарагин ва глютамин амидлар бириктириб олган NH_2 гуруҳини бошқа оксикислоталарга казганлиги учун янги аминокислоталар, тубандаги тегили асосан, ҳосил бўлишида иштирок этади.



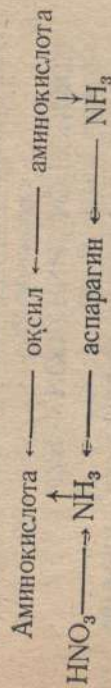
Шунга асосланиб, аспарагин ва глутамин амидлари NH_2 гуруҳини етказиб берувчи донаторлар бўлиб ҳисобланади.

Хар қандай аминокислота ўзидаги NH_2 гуруҳини бошқа кетокислотага ўтказиши натижасида янги аминокислота ва янги кетокислота ҳосил бўлишини А. Г. Брунштейн, М. Г. Крицман (1937) аниқлаб, унга қайта аминланиш деб атаганлар. Қўйида қайта аминланиш реакцияси ифодаланган:



Қайта аминланиш реакциясида трансаминида ёки аминокислота ферменти иштирок этади.

Оқсил бирикмалари доим янгилашиб, ўзгариб туради. Улар парчаланганда аминокислоталарга тарқалади. Аминокислоталарнинг ўзи ҳам парчаланиб, аммиак ва кетокислоталар ҳосил қилади. Ажралиб чиққан NH_3 гуруҳи бошқа оксикислоталар билан бирикиб, янги аминокислоталар ҳосил бўлишида иштирок этади. Шуларни этиборга олиб, академик Д. Н. Прянишников азот ўзлаштирилиши ва бирламчи оқсил ҳосил бўлиши схемасини (дастлабки синтезланиши) тубандагича ифодалаган:



Тупроқдаги азотли аорганик бирикмалар таркибидаги азотни ўсимликлар ўзлаштирса, 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 ўзлаштириши тасдиқланган. Органик азот бирикмаларининг ўзлаштирилишини аниқлашда И. С. Шулов ишлаб чиққан стерил культура усули қўлланилади.

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

(*Thetmobacterium segeale*) эса муҳитда альбумоза оқсили бўлгандагина ривожланади.

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

Ўзида азот сақлаган ва айниқса оқсилли бирикмалар тупроқда яшовчи чиритувчи бактериялар ва бошқа турли микроорганизмлар таъсирида кучли ўзгаришларга учраб минералашади. Бу жараёнларда кўп миқдорда аммиак ажралиб чиққаниги учун аммонификация жараёни деб аталади. Куз ва қиш фаслларида ерда тўпланган органик моддалар чиритиш ҳисобига эрта баҳорда аммиак ва нитрат тузларининг миқдори анча кўпаяди. Аэроб шароитда нитрат, анаэроб шароитда аммонийли тузлар кўп тўпланади.

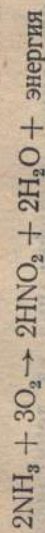
Аммонификация жараёнида бациллус субтилис, бациллус мезантерикус, бациллус микондес, бактериум коли, бактериум вулгарес, актиномицетлар ва моғор замбуруғлари иштирок этиб, оқсиллар пептон, полипептид ва аминокислоталарга парчаланadi. Мураккаб оқсиллардан нуклеопротеидлар парчаланганда муҳитда рибоза, дезоксирибоза шакллари, фосфат кислотта, 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_3SN) каби ёқимсиз ҳидли бирикмалар ажралиб чиқади. Оқсил парчаланиши натижасида ҳосил бўлган водород сульфид ва фосфорли бирикмаларнинг қанчалик чуқур ўзгаришларини олтингугуртнинг ва фосфорнинг табиятда айланиши схемаларида кўриш мумкин.

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

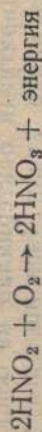
Нитрификация жараёни. Табиатда нитрификация жараёни содир бўлганлиги (Т. Шлэзинг ва А. Мюцц, 1877) кўрсатиб ўтилган бўлса-да, шу жараёни қўзғовчи тирик организмларни, биринчи бўлиб рус олими С. Н. Виноградский 1890 йилда ўзи ишлаб чиққан озиқ муҳити воситасида тупроқдан ажратиб олган. С. Н. Виноградский ўзининг илмий-тадқиқот ишларида нитрификация жараёни икки фазадан ташкил топганлигини кўрсатиб берди.

Биринчи фазада нитрозомонас гуруҳига кирган турли мавжудотлар ҳаёт жараёнида аммиак ҳаводаги кислоталар ҳисоби-

га оксидланишидан, тубандаги тенгламага биноан нитрит кислота ҳосил бўлади:



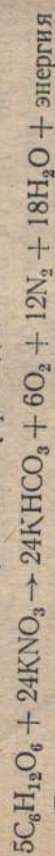
Иккинчи фазада нитробактер иштирокида биринчи фазада ҳосил бўлган нитрит кислотанинг оксидланиши натижасида нитрат кислота вужудга келганиги тенгламада келтирилган:



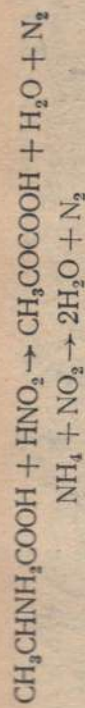
Нитрификаторларга органик моддали шароит салбий таъсир этади. Аммо улар ўз таналарини ташкил этишда оксидланиш реакцияларида ажралиб чиққан энергия ҳисобига аорганик ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) моддалардан органик моддаларни синтезлайди. Фотосинтез жараёнида аорганик моддалардан органик моддаларнинг синтезланиши ёруғлик энергияси ҳисобига ҳосил бўлса, нитрификаторларда, рангсиз олтингутурт 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 таркибидagi 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 таркибидagi 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 студериларни кўрсатиш мумкин.

Денитрификаторлар кислородли ва кислородсиз шароитда ҳаёт кечирувчи факультатив анаэроб бактериялар қаторига кириadi. Улар аэроб шароитда озиқланиш учун сарфланадиган органик модда ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ни ташқи муҳитдан қабул қилинган кислород воситасида оксидлаб, энергия яратади. Анаэроб шароитда эса озиқланиш учун сарфланадиган органик моддани оксидлашда нитрат ва нитрит тузлари таркибидagi кислороддан фойдаланади. Натижада тенгламада кўрсатилганидек, экинлар учун зарур бўлган азот тузлари таркибидagi азот молекуляр ҳолга ўтиб, ҳавога чиқарилади:



Бундан ташқари, тупроқ таркибидagi нитрит ва нитрат тузлари билан амид, аминокислота ва аммоний бирикмалари ўртасида содир бўладиган реакцияларда ҳам азот молекуляр (N_2) шаклда ажралиб чиққанлиги тенгламалардан кузатилади.



Шу айтганларни ҳисобга олганда денитрификатор бактериялари иштирокида вужудга келган жараёнга бевосита, химиявий реакцияларда содир бўлган жараёнга билвосита денитрификация дейилади.

Тугунак бактериялари. Тугунак бактериялари табиатда кенг тарқалган бўлиб, уларнинг кўпчилиги турли-туман дуккакли, баъзилари дуккаксиз ўсимликларнинг илдиз ҳужайраларида тугунаклар ҳосил бўлишида иштирок этади. Дуккакли экинларга азотли ўғитлар берилмаганда ҳам, шу ўсимлик тўқималарида бошқа ўсимликларга нисбатан азот кўп тўпланганлигини назарда тутган (Ж. Б. Буссенго, 1838), дуккакли ўсимликлар молекуляр (N_2) азотни ўзлаштирадilar, деган хулосага келади. Бироқ бу фикрни тасдиқлаш кейинги тажрибаларда кузатилмади.

1866 йилда М. С. Воронин дуккаксиз қандағоч дарахти илдизларидаги тугунакларда бактериялар мавжудлигини аниқлади.

Дуккакли тугунак бактериялар томонидан молекуляр азот ўзлаштирилишини Г. Гельригелъ ва Г. Вильфорт (1866) тажрибаларида батафсил текшириб, қуйидаги хулосага келган:

а) дуккакли ўсимликлар тупроқ муҳитида азот бирикмалари етишмай қолганда молекуляр азотни ўзлаштириб, шу элементга бўлган эҳтиёжни қондиради;

б) дуккакли ўсимликларнинг молекуляр азотни ўзлаштириш тугунак бактерияларнинг иштирокида содир бўлади. Тугунак бактериялар бўлмаса, дуккакли ўсимликлар молекуляр азотни ўзлаштира олмайди.

Тоza ҳолда тугунак бактерияларни ажратиb олган М. Бейеринк (1888), дастлаб уларга бациллус радицикало, кейинчалик эса бактериям радицикало деб ном беради. Ҳозирги вақтда улар ризобиум авлодига киритилди. Улар ўзига хос бўлганлигидан, айрим дуккакли ўсимлик илдизидagina тугунак ҳосил қилганлигини назарда тутиб, шу дуккакли ўсимлик номи билан аталади. Масалан, себаргада ризобиум трифолли, сояда ризобиум японика, ловияда ризобиум фасоли дейилади. Баъзилари эса бир нечта, масалан, ризобиум легуминозарум, нўхат, 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-рasm. Дуккакли ўсимликлар илдидаги тугунаклар:
1 — нўхат; 2 — себарга; 3 — сеарадега; 4 — люти; 5 — доник ўсимлиги.

лар азотни ўзлаштириб, ўсимликка аммиак, аминокислота каби азотли бирикмаларни етказиб беради.

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

Тугунак бактериялар моно- ва перитрихал хивчинланган бўлиб, аэроб шароитда ҳаёт кечирилади. Қариб қолган тугунак бактериялари тармоқланган шаклни эгаллайди, уларга бактерийлар дейилади.

Тугунак бактерияларнинг актив (нав) штаммларидан тайёрланган «нитроген» препарати дуккакли ўсимликлар донига қўшилиб, бактерияларнинг фаолияти активлашади.

Тугунак бактериялар азотни эркин ҳолда ўзлаштирадиган мавжудотлар

1. С. Н. Виноградский (1893) махсус электив култура усулини қўллаб, аэроб шароитда ҳаёт кечирадиган мавжудотларни тугунакдан ажратиб, Клостридиум пастеурианиум деган ном беради. Спора ҳосил қилувчи дук (урчуқ) Клостридиум деб аталган. Спора ҳосил қилувчи шароитда яшай олмайди. Тугунак таркибидаги кислороддан ўзини сақлаб қолиш мақсадида бу бактерияларнинг фаолияти активлашади. Бу бактерияларнинг фаолияти активлашади. Клостридиум пастеурианиум азот

бирикмалари етказиб турса, клостерондес унга витаминлар етказиб бериш билан бирга, кислородсиз шароит тугдириб туради (И. Л. Роботнов, 1958, В. Т. Емцов, 1959). Клостридиум пастеурианиум перитрихал хивчинланган. У шакларларни тугунакдан ажратиб олишда асосида парчалаб, мой кислотали бижгиш жараёнини қўзғайди:



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

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

36-жадвал

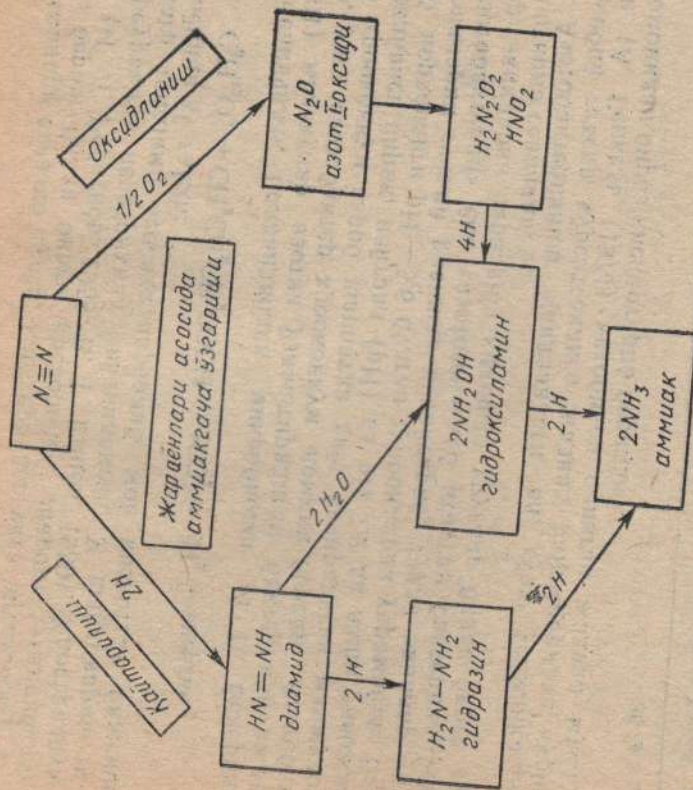
Тажриба вариантлари	Қирғизистон Давлат селекция станциясида қандлавлардан олинган ҳосил, га/д	Озарбайжон Қишлоқ ҳўжалик илмий-тадкикот институтида ўтказилган тажрибада қўздан олинган ҳосил, га/д
Контрол (сувда ивтиланган уруғ ва чигит) «Азотобактерин» эритмасида ивтиланган уруғ ва чигит	490,8	22,8
«Азотобактерин» да ивтиланган уруғ ва чигит-га суперфосфат қўшилган	491,5	25,3
	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, актиноидлар, кўк-яшил сувўтлари, микробактериялар ва ўза азотобактер ёки бактерия бейеринк турларини сақлаган ли-шайниклар ҳам қатнашади.

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

Бу жараёнлар мураккаб структурали нитрогеназа фермент-



70-рasm. В. Л. Крeгович схемаси буйича микрoоpганизмлар томонидан молекулалар азотнинг ўзлаштирилиши.

ларининг активлигида содир бўлиб, реакциялар натижасида ҳосил бўлган аммиак оксикислоталар билан муносабатга килари синтезланади.

Ҳашаротхўр ўсимликлар. Юксак ўсимликларнинг айрим турлари азотни ўзлаштиришга мослашган. Буларнинг 500 га яқин турли ерларда ва тошлар орасида яшайди.

Кўпчилик ҳашаротхўр ўсимликлар баргининг ўзи ҳашаротларни қамраб олишга мослашган. Баъзи ўсимликларнинг барги пластинкаси ва банди карнайча, пуфакча ёки кўзачага айланган. Баъзиларининг барги ўз шаклини ўзгартирмаган. Шимолий Америкада ўсадиган ҳашаротхўр сарраценния баргининг банди карнайчага ўхшайди. Карнайчанинг ўрта қисми юқори ва пастки қисмига нисбатан анча кенг. Усти қизил рангли чига-ноққа ўхшаш барги билан ёпилиб туради. Ички девори жуда силлиқ бўлган туфайли унинг ичидаги суюқликка тушган ҳашарот қайтиб чиқолмасдан нобуд бўлади. Сарраценния ўсимли- ги ҳашарот оқсилларининг парчаланшидан ҳосил бўлган ами-

нокислоталар ва бошқа моддалар ҳисобига озикланади (71-рasm).

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

Кўп йиллик росянканинг барглари йўсулар устида ёйилган бўлади. Барглари юзасида шарсимон бошли (25 тагача) тукчалар бўлиб, улар ялтироқ ва ёпишқоқ шилимшиқ модда ажратади. Ҳашаротлар ана шу шилимшиққа ёпишгандан кейин барглarning 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 жисмлар ишлатилса, барг тукчаларида жавоб реакцияси кузатилмайдиган, яъни ҳаракатланмайдиган (72-рasm).

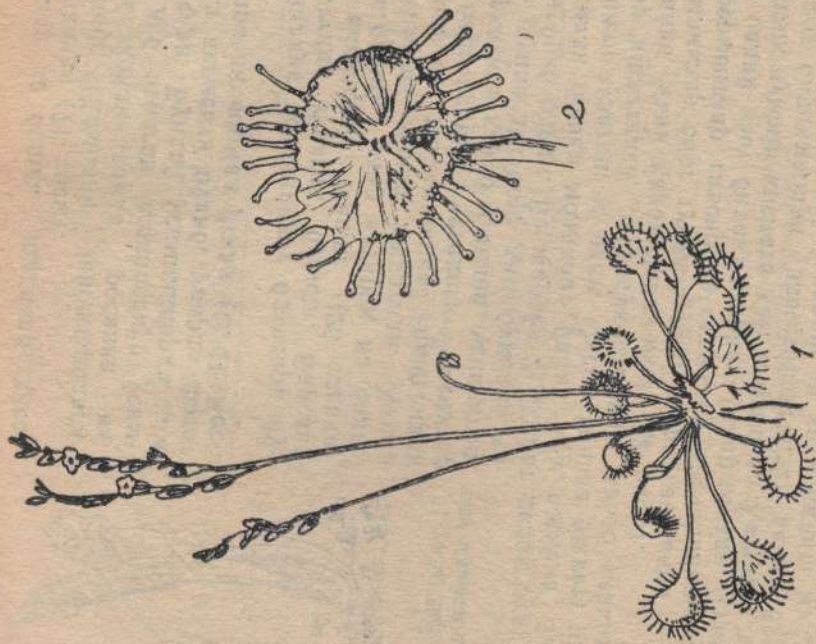
Ўсимликлар барг тукчаларидан ажралган шира — пепсинга яқин ферментлар таъсирида оқсиллар парчаланшидан ҳосил бўлган олдий азот бирикмаларини ўзлаштиради. Тукчалардан антисептик чумоли кислота ҳам ажралади. Ҳашарот тўқимасидаги азот бирикмалари ўзлаштирилгандан кейин барг қайтадан ёзилади. Оқсилни парчалаш 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 таъсирида қитиқланган безлар фермент ва кислота ажратиб чиқаради. Сўнгра барг ҳашаротга яқин жойда букилиб, ҳашаротни ўраб олади. Бир кеча-кундуздан кейин барг қайтадан ёзилади. Халқ ҳўжалигида фойдаланиш мақсадида Колёск ярим оролидаги аҳоли маҳсулоти пишлоқ тайёрлаш мақсадида янги соғиб олинган сутта жирянка баргини солишади.

Ботқоқликлардаги кичик ҳавзаларда пузирчатка деб аталган илдизсиз ҳашаротхўр ўсимлик яшайди, у сувдаги майда ҳашаротлар ва балиқчалар билан озикланади. Пузирчатка (73-рasm) 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 тутнишда хизмат қилади. Бундай баргларнинг «огиз» тешикчаси атрофи сезгир тукчалар билан қоп-



71-рasm. Барги карнайчага айланган сарраценния.

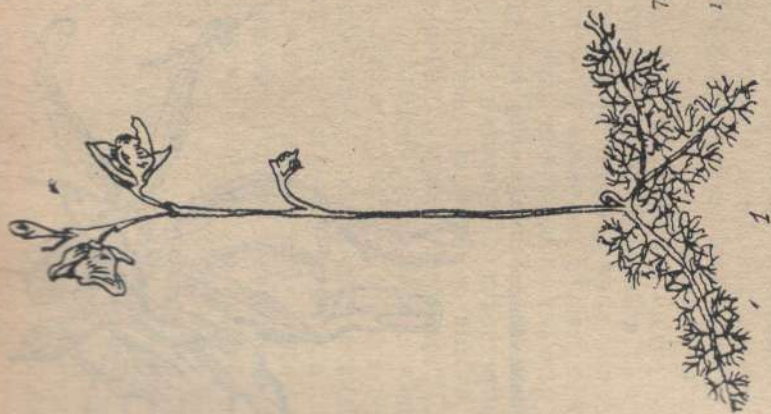


72-рasm. Росyнка:

1 — умумий кўриниш; 2 — баргнинг ҳашарот (паша)ни қамраб олган пайти.

ланган бўлади. Пуфакча оғизчасида ичкарига очиладиган қопқоқча бор. Пуфакча ичи ўлжалар сув билан тўлгач, босим таъсирида қопқоқча ёпилади. Пуфакча деворида зич жойлашган безлар ёрдамида 15—20 минутдан кейин ҳашарот таркибидagi моддалар ўзлаштирилади.

Шимолий Американинг торфли ботқоқликларида ўсадиган венеропашахўр (74-рasm) деган ўсимлиكنинг 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 ажратишда хизмат қилади. Паллалар марказида учтадан сезгир жойлашган. Сезгир тукчаларга ҳашарот тегиши билан барг паллалари тезда ёпилади. Паллалар четидagi қирралар ҳам



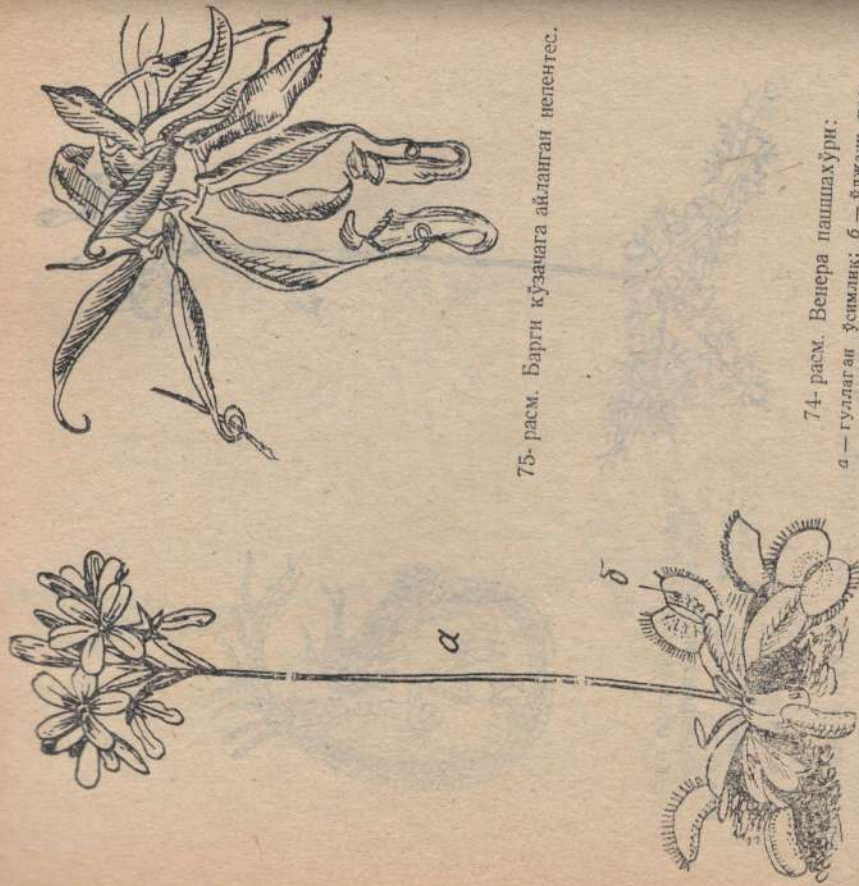
73-рasm. Баъзи барглари пуфакчага айланган пузирчатка:

1 — умумий кўриниш; 2 — ўлжалар пуфакчанинг катталаштирилгани.

бир-бири орасига кириши туфайли улар маҳкам жипселади. Палла безларидан ажралган шира таъсирида ҳашарот танасидаги оқсил бирикмалари парчаланиб ўзлаштирилади. Бир неча соат ўтгач, барг паллалари яна очилади.

Мадагаскар ва Зонд оролларида ўсадиган эпифит ҳашаротхўр непентес (75-рasm) ўсимлигининг барг банди кўзачага ўхшайди. Непентесларнинг 30 га яқин тури бўлиб, кўзачаларининг узунлиги 2,5—3,5 см га етади. Агар непентес кўзачаларига кичик қўшлар тушиб қолса, улар ҳазм бўлиб кетади. Эволюция жараёнида непентес барглари банди кенгайиб, баргчага айланган. Баргнинг учидан ўсган узун жингалаклар дарахтлар шохиға ўралиб қолади. Жингалаклар учидан кейин кўзача ҳосил бўлади. Кўзачанинг сирти ранг-баранг барглар билан қопланган. Ички девори жуда силлиқ. Кўзачалар деворида, уларнинг марказига қия тушган ўткир тукчалар бўлиши ҳашаротнинг ташқарига чиқиб кетишиға йўл қўймайди. Кўзачалар деворидаги безлар озик ҳазм қилиш шираси ишлаб чиқаради.

Ўзбекистонда Амударё ва Сирдарё сувларида альдоранда деб аталган ҳашаротхўр ўсимлик ўсади (76-рasm).



75-рasm. Барги кўзачага айланган нелепес.

74-рasm. Венера пашшахўри:

a — гуллаган ўсимлик; б — ўлжани қам-
раб олувчи барглари.



76-рasm. 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. Бирок бу элемент, юқорида
қайд этилгандек, кўпчилик ўсимлик турлари томонидан бевоси-

та ўзлаштирилмайди. Шуларни назарда тутиб, ўсимликлар
учун зарур бўлган ва улар осонлик билан қабул қиладиган
азотли бирикмаларнинг тупроқда тўпланишини кўриб ўтиш
керак.

Биринчидан, ҳаводаги молекула шаклидаги азот чақмоқлар
вақтида ҳосил бўлган кучли электр зарядлари ҳисобига 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-
тер, кўк-яшил сувўтлар, актиномицеллар, лишайниклар ва
бошқалар томонидан ўзлаштирилади. Бу организмлар ўзлаш-
тирилган азот элементи ҳисобига ўзига зарур бўлган оқсил ва
бошқа азотли бирикмаларни синтезлайди. Шу организмлар
нобуд бўлгандан кейин уларнинг таналари таркибидаги оқсил
ва азотли бирикмалар чиритувчи бактериялар активлигида
азотли содда моддаларга айлангандан кейин ўсимликлар ўз-
лаштиради.

Учинчидан, дуккакли ўсимликлар туғунагидаги ризобиум
турига мансуб ва баъзи дуккаксиз жирғаноқ, оққайин, жийда,
қандағоч каби ўсимликлар илдизларидаги туғунакларда симби-
оз ҳаёт кечирувчи микроорганизмлар воситасида молекуляр
азот ўзлаштирилиб, тупроқни азотли моддалар билан бой-
тишда қатнашади.

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

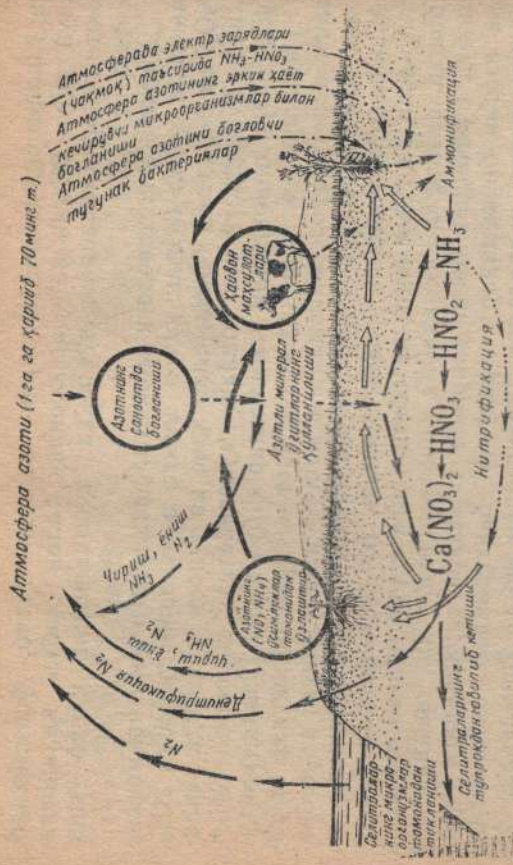
Бешинчидан, нобуд бўлган ўсимликлар, ҳайвонлар ва мик-
роорганизмлар таркибидаги мураккаб органик моддаларнинг
чириши натижасида таркибида азот элементини сақлаган сод-
да бирикмалар ҳам тупроқ муҳитида тўпланади.

Азот элементи ҳам углерод, фосфор, олтингурут ва бошқа
элементлар каби бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб туради.
Юқорида ҳаво ва тупроқ муҳитида молекуляр азотнинг боғлан-
ган ҳолатга ўтганлиги айtilган бўлса, қуйидаги сатрларда мо-
лекуляр азотнинг қайтадан ҳаво таркибига қўшилиб, унинг
аввалги 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 шаклидаги 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.



77-расм. Азотнинг табиатда айланиши (схема).

Хулоса қилиб айтганда, ҳаводаги молекула шаклидаги азот ҳаво, сув ва тупроқ муҳитида бирикма шаклида тўплан- са, кейинчалик бирикма таркибидаги азотнинг ҳавога қайтадан қайтиб чиқиши унинг табиатда айланиб туришидан далолат беради (77-расм). Бу жараён глобал аҳамиятга эга.

Мувозанатли эритмалар. Сув, қум ва тупроқ культураларини тайёрлаш усуллари. Физиологик ишқорий ва нордон тузлар

Ўсимликлар қабул қилган катионларнинг кўп-оз бўлишига қараб, улар органларида ва айрим тўқималарида содир бўлади- ган физиологик ҳамда биохимиявий жараёнлар актив ёки пассив равишда давом этади. Хулоса қилиб айтганда, қабул қилинган катионлар ва бошқа элементлар ўсимликларнинг моддалар ал- машини жараёнига таъсир қилиб, шу жараёнларни тартибга солишда хизмат қилади. Ҳар қайси элемент моддалар алмаш- нуви жараёнига ўзига хос таъсир кўрсатганлигидан бир эле- ментнинг функциясини иккинчи элемент бажара олмайди. Жум- ладан, кальцийнинг функциясини калий, калийнинг функцияси- ни темир бажара олмайди ва ҳоказо.

Бир валентли элементлар цитоплазманинг ёпишқоқлигини камайтирса, икки валентлиси, аксинча, уни оширади. Бу эле- ментлар ўртасидаги қарама-қаршилик — антогонистик ҳодиса цитоплазманинг ёпишқоқлик даражасини ўзгартириш билан чегараланмай, балки унинг ўсиши ва моддалар алмашинуви жараёнларининг жадаллигини ҳам белгилайди. Масалан, ўсим- лик майсаларининг илдири CaCl_2 тузи эритмасида парварш қилинганда илдишлари яхши ривожланмайди. Худди шундай ҳо-

лат NaCl тузи эритмасида ҳам сезилади. Агар ўсимлик натрий ва кальций бўлган эритмада парварш қилинса, илдишлари анча яхши ривожланади. Эритмага калий қўшилса, илдишлари тез ўсиб, яхши ривожланади. В. Остергаут маълумотларига кў- ра, 40 куллик бугдой майсаси илдизининг 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, бугдой майсалари илдизининг узунлиги 324 мм га етган.

Демак, ўсимликлар нормал ўсиши ва ривожланиши учун эритмадаги катионларнинг миқдори маълум нисбатда бўлиши зарурлигини юқоридаги далиллар тасдиқлайди. Маълум нис- батда бўлган ионлар ҳисобига тайёрланган аралашма муво- заанатли эритма дейилади ва улар тажриба асосида ҳо- сил қилинади.

И. А. Кноп, Г. Гельригель, Кроне ва Д. Н. Прянишниковлар усулида тайёрланган мувозанатли эритмаларни ҳосил қи- лишда тузлар тубандаги жадвалда кўрсатилган миқдорда оли- нади.

37-жадвал

Прянишников	Кноп	Гельригель	Кроне
эритмалари			
NH_4NO_3 0,240	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1,000	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,492	KNO_3 1,000
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,172	K_2HPO_4 0,250	$\text{K}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ 0,136	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 0,250
MgSO_4 0,060	MgSO_4 0,250	MgSO_4 0,060	MgSO_4 0,500
KCl 0,160	KCl 0,125	KCl 0,075	CaSO_4 0,500
FeCl_3 0,025	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,0125	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,0125	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ 0,250
CaSO_4 0,344			

Эслатма: жадвалда кўрсатилган туз кристаллари 1 л сувда ёки 1 кг тупроққа ёхуд 1 кг қумга қўшиб аралаштири- лади.

Агар жадвал рақамларига эътибор берилса, унинг таркиби- да K, Ca, Mg, Fe, S, N ва P элементлари борлиги кўзга таш- ланади. Мувозанатли эритмалар тайёрлашда айна вақтда тар- кибида бор, мис, рух, марганец ва бошқа элементларни сақ- лаган туз кристаллари ишлатилади. В. А. Чесноков ва Е. Н. Базирина ишлаб чиққан мувозанатли эритма таркиби қуйида- ги тузлардан иборат:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 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 ўс- тириш усули сув культураси деб аталади. Сув культура- сини немис олимларидан И. А. Кноп ва Ю. Сакс (1858—1859)

ишлаб чиққанлар. Ўсимликларни ўстиришда субстрат (муҳит) сифатида қум ишлатилса қум култураси, туپроқ ишлатилса туپроқ култураси деб аталади.

Ўсимликлар сув ёки бошқа субстратда ўстирилганда баъзи элементларни кўпроқ, бошқаларини эса камроқ ўзлаштирилган дигдан муҳитнинг рН даражаси ўзгаради. НОН- ёки ОН- ионларнинг 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_4)₂ SO_4 химиявий жиҳатдан нейтрал туз бўлиб, муҳит (эритма) да NH_4^+ ва SO_4^{2-} ионларига тапарчаланеди. Ўсимликлар олтингургуртта нисбатан азотга талабчан бўлганлигидан NH_4^+ катионини ўзига кўпроқ қабул қилади. SO_4^{2-} аниони эса муҳитда тўпланади. Субстратда тўпланган кислота қолдиги — муҳитнинг кислоталилик хусусиятини намоён қилади. Аммоний сульфат тузи физиологик жиҳатдан кислотали тузлар қаторига кирилади.

Кислотали муҳитни нейтраллаш мақсадида субстратга мергель, оҳак ёки бўр қўшиш зарур. Сув културасида рН даражасини ўзгартирган эритма янги тайёрланган эритма билан алмаштирилади.

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

Ўсимликларнинг турига ва яшаш шаронтига кўра муҳитнинг доим бир хил нейтрал бўлиши талаб қилинмайди. Баъзи ўсимликлар, масалан, люпин кислотали муҳитда, яъни рН даражаси 4—5 оралигида яхши ривожланса, бошқалари (масалан, беда) нормал ривожланиши учун рН 7—8 оралигида бўлиши талаб қилинади.

Д. Н. Прянишников маълумотиға биноан рН қимматига кўра ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишига кўрсатган таъсири қўндаги жадвалда келтирилган.

38- жадвал

Ўсимликлар номи	Кўрсатилган рН оралигида ўсади	Ўсиш учун энг қулай рН даражаси
Люпин	4—6	4—5
Зигир	4—7	5—6
Картошка	4—8	5
Бугдой	5—8	6—7
Беда	6—8	7—8

Муҳитнинг, жумладан, туپроқ эритмасида водород ёки гидроксил ионларини оз ёки кўп бўлиши, ўсимликларнинг ҳаётини жараёнларига ижобий ёки салбий таъсир этганлиги қўндаги жадвалда келтирилган.

39- жадвал

рН қийматлари					
7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0
Люпин, картошка, чой ўсимликлари салбий, гўза, беда, ўсимликларига ижобий таъсир этади.	Галла, дуккакли, поллиз ва техник ўсимликларнинг ўсишига жуда қулай (оптимал) шарт ҳисобланади.	Жавдар, сули ва картошка учун ижобий бўлса, қандайдир таъсир этади.	Себarga, карам, маккажўхори ўсимликларнинг ўсишига салбий таъсир этганлигидан туپроқни оҳаклаш зарур. рН 4 дан кичик минийга чиниққан чой ва люпин яхши ўсади.	Нитрификация жараёни сустлашади. рН 4 дан кичик бўлганда етарли қанча қилинмайди. Туپроқ ва ўғитлар таркибидagi фосфорнинг қабул қилиниши сустланади.	
Молибдендан ташқари ҳамма элементларнинг қабул қилиниши сустлашади.	Хамма элементларнинг қабул қилиниши активланади.	Молибдендан ташқари К, Са, Mg ва микроэлементлар туپроқдан ювилади. Туپроқ заррачаларига фосфор фиксацияланади (ютилади).			

А. В. Петербургский, 1971 китобидан олинб бироз ўзгартрилди.

Туپроқ таркибидagi минерал моддаларнинг шакли. Элементларнинг туپроқ заррачаларига ютилиши

Турли жўғрофия зоналари туپроғи таркибида минерал моддалар эритма, кристалл шаклида туپроқ заррачаларига ва туپроқ коллоидларига адсорбицияланган ҳолда учрайди.

Эритмалар таркибидagi элементларни ўсимликлар осон ўзлаштиришда, миқдор жиҳатдан улар туپроқда жуда оз бўлади. Қўччилик элементлар туپроқ заррачаларига ва туپроқ коллоидларига ютилган ҳолда учрайди.

Озиқ моддалари эритма туپроқ қаваги орқали ўтказилганда, элементларнинг туپроқ заррачаларига адсорбицияланиши туپроқнинг ютиш қобилияти деб аталади. Туپроқнинг ютиш қобилиятини, туپроқдаги коллоидларнинг аҳамиятини текширган К. К. Гедройц моддаларнинг адсорбицияланиш (ютилиши)ни тубандаги гуруҳларга бўлади:

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

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

2. Физик ютилиш. Тупроқ заррачалари сатҳида юз тортиш кучи бўлганлигидан, эритма ва газлар таркибидagi моддаларнинг молекулалари тупроқ заррачаларига ютилади.

Масалан, тупроқ орқали рангли эритма ўтказилганда тиниқ — рангсиз сув томчилари сизиб чиқиши физик ютилиш ҳодисаси борлигини тасдиқлайди. Баъзи ионлар, жумладан NO_3^- аниони тупроқ заррачалари томонидан физик адсорбцияланганлигидан тупроқ орқали филтрланиб, ерости сувларига қўшилиб кетади. Шунинг билан, нитратли ўғитлар ерга кузда эмас, балки эрта баҳорда ёки экинларни озиклантириш даврида солинади.

3. Химиявий ютилиш. Тупроқдаги бирикмалар орасида химиявий муносабат бўлиши сувда эриган моддаларнинг эримайдиغان шаклга ўтиши тупроққа химиявий ютилиш қобилиятини ифода қилади. Масалан, калий ёки натрий гидрoфoсфaт (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.

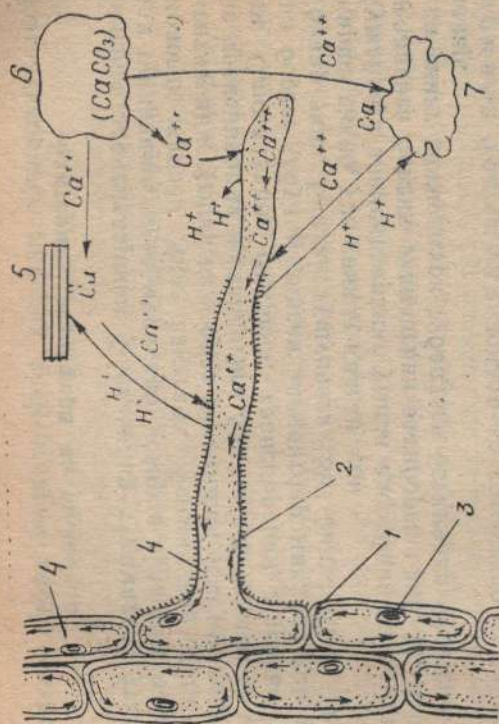
4. Биологик ютилиш тупроқдаги микроорганизмларнинг кўп-озлигига боғлиқ. Микроорганизмлар ҳаёт фаолиятида органик бирикмалардан ташқари, минерал элементларга ҳам эҳтиёж сезади. Шунинг учун ерга солинган минерал ўғитларнинг бир қисmini микроорганизмлар ўзлаштириши биологик ютилиши ифода қилади. Биологик ютилиш даражаси микроорганизмлар миқдорига боғлиқ.

Микроорганизмлар нобуд бўлиб, улар таркибидagi органик моддалар минераллашгандан кейин, минерал элементларни маданий ўсимликлар ўзлаштиради.

5. Физик-химиявий ютилиш тупроқдаги органик (гумус) ва анорганик (лойқа, кремний кислота, темир ва алюминий гидратлари) бирикмалардан ташкил топган коллоидларга боғлиқ. Ҳар қайси коллоид заррача (мицелла) ўзида электр зарядини сақлайди. Тупроқ таркибидa нисбий зарядли мицеллалар кўп бўлганлигидан тупроқ нисбий (—) зарядли ҳисобланади. Шунга қўра, 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.

Анорганик ва органик коллоидларга Са ва Mg ионлари қўшилишдан нейтралланган коллоид зарядлар коагулланиб чўкмага ўтиши тупроқнинг структурасини яхшилайди. Калий, алюминий ва айнақса натрий ионлари тупроқ структурасини бузади. Бу элементлар таъсирида тупроқдаги коллоидлар золь (эритма) ҳолатга ўтади.



78-расм. Тупроқдаги элементларнинг ўрин алмаштириш реакциясига қўра ўсимликларга ўтиши; илдиш тўқимасининг тупроқдаги лой (6), гумус (7) ва оҳак (6) заррачаларига муносабатини ифодаловчи схема.

1 — ҳужайраларaro парда; 2 — пектинцеллюлоза қаватли ҳужайра пўсти; 3 — мейн; 4 — цитоплазма ва унинг айланма ҳаракати. Схемaда илдиш тўқималари дан ажралган катион (H^+) лар ўрнига тупроқ заррачаларидаги катионлар (Ca^{++}) алмаштириши кўрсатилган.

Коллоид заррачаларга ютилган катионлар, ўғит таркибидagi элементлар ва ўсимликлар илдиздан субстратга (тупроққа) ажралган ионлар ўртасида алмаштириш реакцияси содир бўлади. Бошқача айтганда, тупроқ заррачаларидаги элементлар ўсимликлардан ажралиб чиққан катионлар билан ўрин алмашади (78-расм).

Тупроқ заррачалари неча грамм катион ютиб олса, деярли шунча катион ажратиб чиқаради. Тупроқдаги ўсимликларга ёки эритмага ўтган катионлар миқдори ўсимликлардан ёки эритмадан ажралган катионлар миқдорига деярли эквивалент бўлади. Масалан, NH_4Cl эритмаси тупроқ орқали ўтказилса, унинг заррачаларига 0,369 г NH_4^+ иони ютилиб, унинг ўрнига 0,343 г Ca^{++} ва 0,044 г Mg^{++} элементлари эритмага ажралиб чиқади.

Тупроқдаги физик-химиявий ютилишнинг хусусияти ўсимликлар учун зарур элементларнинг алмашинувида муҳим омиллардан бири ҳисобланади. Тупроқнинг ютиш қобилияти суғориш суви ва ёғин-сочин суви таъсирида ўғитлар таркибидagi элементларнинг ютилиб кетмаслигини таъминлайди.

Тупроқ заррачалари элементларни боғлаб олиб, тупроқ эритмаси концентрациясининг пасайишига сабаб бўлади. Паст концентрацияли тупроқ эритмаси таркибидagi сувдан ўсимликлар тўла фойдаланади.

Усимликларнинг 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 вақтга, 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.

Ҳужайрага элементларнинг ўтиши адсорбция ва алмашинув ҳодисаларига боғлиқ эканлигини эътиборга олиб, Д. А. Сабинин ва унинг шогирдлари тубандаги босқичлар бўлишини кўрсатдилар.

Биринчи босқичда ионлар ва катионлар ҳужайра пўсига адсорбцияланб, катион ўрнига катион, анион ўрнига анион алмашинади. Масалан, Д. А. Сабинин ва И. И. Колосов тажрибаларида қўроғош $Pb(NO_3)_2$ билан тўйинтирилган ўсимликлар 0,25 нормал $CaCl_2$ эритмасига туширилганда, ўсимликлар тўқимасидаги Pb нинг 80% и эритмага ўтиб, Са билан ўрин алмашган. Бу жараён аста-секинлик билан давом этганлиги қуйидаги жадвал рақамларидан кўринади.

Бугдой илдиэлари томонидан ютилган Pb нинг Са элементи таъсирида сиқиб чиқарилиши
(Д. А. Сабинин, И. И. Колосов.)

Ютилган қўроғош (Pb), мг	0,25 нСаCl ₂ эритмасига ботирилган илдиэлардан бўшб чиққан қўроғош (Pb), % Ҳисобда			
	биринчи	иккинчи	учинчи	жамм
98,15±2,83	56,12±1,75	13,03±0,25	11,0±0,1	80,15

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

Учинчи босқичда илдиэнинг эндодерма ва перицикл ҳужайралари орқали ўтган анион ва катионлар ўтказувчи найчаларга томон ҳаракатланади.

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

Ўсимликлар ҳужайрасининг элементларни қабул қилишида нафас олиш жадаллиги муҳим ўринни эгаллайди. Д. Хоглэнд

ва Бройер (1936) тажрибаларида сув културасида ўстирилган арпа К ва Вг элементлари қабул қилинганлиги ўрганилган. Эритма орқали ҳаво ўтказилганда илдиэ ҳужайралари томонидан Вг ва К кўп, азот ўтказилганда жуда кам ютилганлиги аниқланган. Ўсимликлар илдиэларининг нафас олиш жадаллиги ҳам 2 марта камайган.

Нафас олиш жараёнида ажралиб чиққан водород билан тупроқдаги катионлар реакцияга киришиши натижасида водород ташқи муҳитга, тупроқдаги металл эса ҳужайрага ўтганлигини 36-бетдаги расмдан кўриш мумкин.

Ўсимликлар илдиэ ҳужайрасидан H^+ ва HCO_3^+ ионларидан ташқари, органик ва анорганик кислоталар ҳам ажралиб, сувда эримайдиган моддаларга таъсир этади ва улар таркибдаги элементларни ўсимликлар ўзлаштиришини таъминлайди. Масалан, силлиқ мрамартош ўсимлик илдиэи ёнида қолдирилса, ўсимликдан ажралган кислоталар таъсирида унинг сиртида чизиқлар пайдо бўлади. Силлиқ тошлар устида лишайниклар ривожланишини ҳам бунга мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Ўсимликлар минерал элементларни ўзлаштиришида тупроқдаги микроорганизмлар ажратадиган баъзи органик (сирка ва мой) ва анорганик (HN_3 , H_2SO_4) кислоталар ҳам маълум даражада ижобий роль ўйнайди. Улар ажратган моддалар таъсирида сувда эримайдиган бирикмалар эриб, таркибдаги минерал элементларни ўсимликлар осон ўзлаштиради. Ўсимликлар ҳам, ўз навбатида, микроорганизмлар учун керакли органик моддаларни етказиб туради. Ўсимликлар билан микроорганизмлар ўртасида симбиотик муносабат бўлиши туфайли илдиэ атрофида микроорганизмлар тўпланади. Бу микроорганизмлар тўплами бактериал резосфера деб аталади.

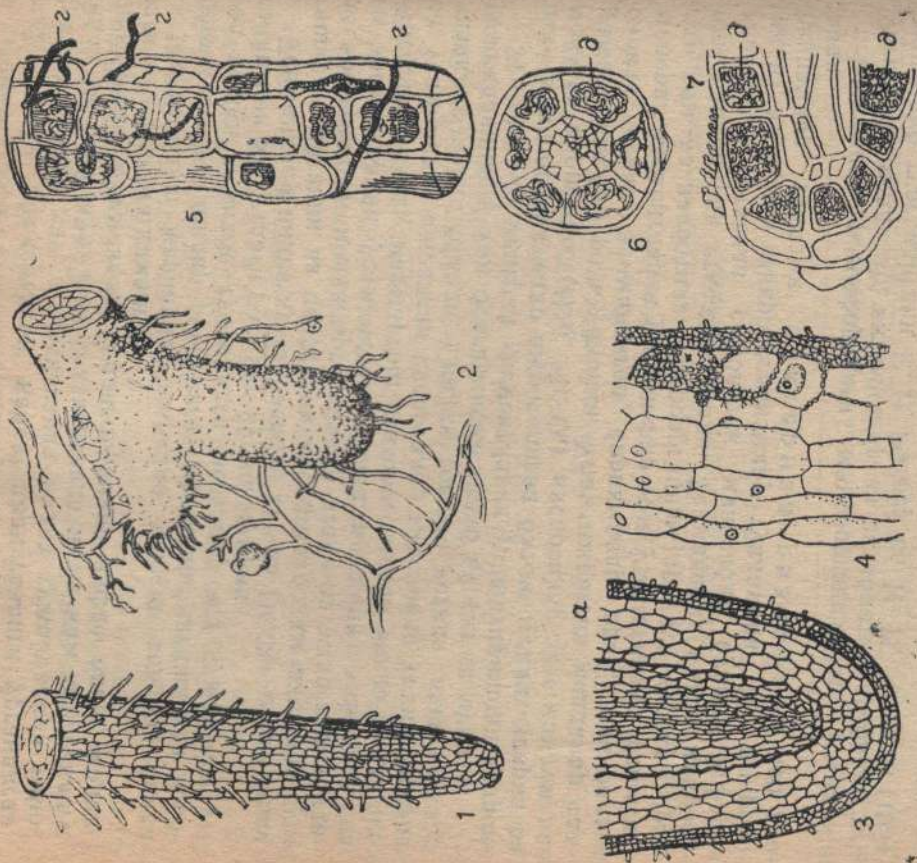
Бактериал резосферадаги микроорганизмлар ўсимликни ўстирувчи моддалар, витаминлар ва антибиотиклар билан таъминланб турганлигини Е. И. Ратнер ва И. И. Колосов (1954) аниқлаганлар.

Ўсимликларнинг илдиэлари билан тупроқ замбуруғлари ўртасида қатъий муносабат борлигини Ф. М. Каменский (1881) аниқлаган. Ўсимликлар билан замбуруғлар ўртасидаги симбиотик муносабат микориза (замбуруғ-илдиэ) деб аталади. Микориза бир неча хил бўлади.

1. Ички ёки эндотроф микоризада замбуруғлар илдиэ ҳужайралари ичида тўпланиб, зич туғунак ҳосил қилади (79-расм). Бу хилдаги микоризада илдиэ тукчаси ўз вазифасини тўла бажаради.

2. Ташқи ёки эктотроф микоризада замбуруғ гифлари (иплари) илдиэ учларини ўраб олади ва келажакда илдиэ тукчаси вазифасини бажаради. Илдиэнинг ўсиши билан замбуруғлардан ҳосил бўлган қин ҳам ўсади.

3. Баъзан эктотроф микоризада замбуруғ гифлари илдиэ ҳужайраларида туғунак шаклида тўпланиб, эндотроф



79-рasm. Микоризалар:

1 — микоризасыз илдиз бўлаги; 2 — қорақайин илдизидagi микориза; 3, 4 — граб илдизидagi кесиндиги микориза; 5 — замбуруғ хисобига ҳосил бўлган кич; 6 — андромеда илдизидagi микориза; 7 — замбуруғ гифларининг илдиз ичидa жойлашгани; 8 — андромеда илдизининг кўндаланг кесиги ва 7 — узун кесиги; 9 — нин замбуруғ гифлари билан тўлган хужайралар.

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

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

Микоризани ташкил этган замбуруғлар ўсимликларга кўрсатилган ижобий таъсир қуйидагилардан иборат:

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

б) замбуруғ гифларидан ажралган ферментлар таъсирида мураккаб органик моддалар парчаланади.

в) экотроф ва эктоэндотроф микоризали ўсимликларда микоризалар ҳисобига илдизнинг сатҳи катталашади.

Баъзи ўсимликлар ўз ферментлари воситасида эндотроф ва эктоэндотроф микориза гифларини ҳам эритиб юбориб, таркибдаги моддаларни ўзлаштиради. Ўсимликлар ҳам, ўз навбатида, замбуруғларнинг озиқланиши учун зарур углеводлар, ўстирувчи моддалар, витаминлар ва бошқа физиологик актив бирикмаларни етказиб беради.

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

41-жадвал

	Микоризали ниҳоллар	Микоризасиз ниҳоллар
Ер устки қисмининг узунлиги, см	35,5	17,5
Ер устки қисмининг массаси, г	17,0	3,1
Барглари сон	42,0	12,0
Барглари умуий юзаси, см ²	591,0	98,0
Илдизнинг массаси, г	11,0	4,5

Замбуруғлар ва эман ниҳоли ўртасида вужудга келган симбиотик ҳаёт фаолиятида ўсимликнинг ривожланишига кўрсатилган таъсир жадвал далиллари асосида тасдиқланади.

Ўсимликларни ўстиришда ишлатиладиган минерал ўғитлар

Ўсимликларнинг нормал ўсиши ва ривожланиб, ҳосилга киришини таъминлаш мақсадида ишлатиладиган маҳаллий ўғит—гўнг таркибида турли-туман элементлар бўлади. Шунга қарамай, химия саноати таркибида азот, фосфор ва калий бўлган минерал ўғитлар ишлаб чиқармоқда. Саноат корхоналарида ҳар йили қишлоқ хужалигига 155 т ўғит етказиб бериш кўзда тутилади.

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

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

фикрига кўра, картошкага фосфорит билан бирга аммоний сульфат — $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ қўшиб солинганда ундан олинadиган ҳосил гектарига 18 ц га ортган. Нитрификация жараёнида ҳосил бўлган нитрит ва нитрат кислоталар таъсирида фосфорит таркибидаги фосфор сувда эрувчан бирикмага айланиб, ўсимликларга етиб боради.

Фосфор ўсимликлар ўзлаштира оладиган ҳолатга келишида тупроқда яшовчи фосфор бактерияларининг аҳамияти катта. Улар фосфор-органик бирикмаларнинг парчаланishiда иштирок этиб, экинларни фосфор билан таъминлайди. Шунини ҳисобга олиб, актив фосфор бактерияларидан «фосфобактерин» деган бактериял ўғит тайёрланади. Уруғ ва дон экишдан олдин «фосфобактерин» ўғити билан дориланади.

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

42-жадвал

Ўсимликлар тури	Тажриба ўтказилган жой	Донатор суперфосфат солинганда, контролга нисбатан ортқича олинган ҳосил, г/д
Карам	Москва	119,1
Помидор	Крым	32,7
Қизилча	Воронеж	55,4
Редиска	Москва	37,4
Шолғом	Москва	38,1

Э с л а т м а: жадвал анча қисқартириб олинди.

Донатор суперфосфат таркибидаги фосфор сувда эрувчанлик хусусиятини сақлаб қолади, шунинг учун ўсимликлар ундан тўла фойдаланади. Натижада ўсимликлар ёш майсаларининг илдизи яхши ривожланиб, қурғоқچиликка чидамлилиги ортади.

Юқорида айтилганлардан ташқари, суперфосфат донатор шаклда солинган, таркибидаги фосфорнинг кўп қисмини ўсимликлар яхши ўзлаштиради. Масалан, ерга донатор суперфосфат солинса, таркибидаги фосфорнинг 70% ини ўсимликлар ўзлаштирган бўлса, кукун ҳолидаги суперфосфат солинганда шолғом унинг фақат 6,3% ини ўзлаштирган, холос.

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

ортади, сифати яхшиланади. Қандлавлари таркибидаги шакар миқдори 2,2% га кўпаяди, совуққа чидамлилиги ортади.

Ўсимликларга азот, нитрат кислота ёки аммонийли тузлар шаклида солинади. Узида азот сақлаган ва ўғит сифатида ишлатиладиган бирикмалар турли жуда хилма-хил бўлиб, ўсимликлар турига қараб, уларнинг таъсири ҳам қар хил бўлганлигини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин.

43-жадвал

Ўсимликлар тури	Азотсиз	NaNO_3	NH_4NO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Ca $(\text{NO}_3)_2$	Ca $(\text{CN})_2$	Ca $(\text{NO}_3)_2$	NH_4Cl
Гўза	19,5	24,0	23,0	22,7	22,8	22,6	—	—
Кукун бугдой	16,7	21,8	20,4	20,2	20,3	19,8	21,0	19,6
Қандлавлари	184	240	221	222	217	227	227	216
Картошка	167	203	204	212	204	208	200	180
Зигир толаси	4,8	7,0	6,4	6,2	6,4	6,4	6,5	5,9

Э с л а т м а: жадвалда келтирилган сонлар г/д ҳисобида олинган.

Ерни азотга бойитишда минерал ўғитлардан ташқари, азотобактерин ёки азотоген деб аталadиган бактериял ўғитлар ҳам кўп ишлатилади. Бактериял ўғитлар уруғ ва донга қўшиб аралаштирилади.

Бактериялар нобуд бўлгандан кейин ўзлаштирилган молекуляр азот ҳисобига улар танасида синтезланган азотли органик моддалар минераллашади ва кейин уларни экинлар ўзлаштиради.

Азотобактерин ишлатилганда экинлар ҳосили ортаганлиги қуйидаги жадвалда кўрсатилган.

44-жадвал

Ўсимликлар тури	Тажриба сон	Контрол		Қўшимча ҳо- сил, % ҳис- обида
		Азотобактерин солинган		
		Ўсимликлардан олинган ҳосил, г/д		
Карам	19	230	307	33
	9	168	215	28

Калий 40% ли калийли тузлар — KCl (52—56%), K_2SO_4 (45—50%) ёки табиатда учрайдиган сильвинит KClNaCl (12—15%) ва корналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (15—17%) минераллари сифатида ерга солинади. Ўсимликлар турига қараб, калий қар хил миқдорда ишлатилади. Масалан, галла, зигир ва себаргага камроқ (25—90 г/кг), картошка, қанд лавлагли ва гўзага кўпроқ (90—300 г/кг) калий солинади.

Химия саноатида минерал-органик ўғитлар донатор шаклда ишлаб чиқарилади. Донатор ўғит минерал ўғитларни гўнг,

Турли хилдаги калийли ўғитнинг ўза ҳосилига таъсири

45-жадвал

Тажриба вариантлари	1 га майдондан олинган пахта ҳосили, га/д		К элементи ҳисобига қўшилган ҳосил, га/д
	32,3	34,8	36,2
Калий билан таъминланмаганда			
KCl тузи таъсирида			2,5
K ₂ SO ₄ тузи таъсирида			3,9

торф ва турли бошқа органик моддалар билан аралаштириб тайёрланади.

Ўғитлар таркибидagi минерал элементларни ўсимликлар бир вақтнинг ўзида ва бирданига қабул қилмасдан, вегетациянинг айрим даврларига кўра, оз ёки кўп қабул қилиши қуйидаги жадвалдан кузатилади.

46-жадвал

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

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

47-жадвал

Ўғитнинг ривожланиш фазалари	Анализлар кун	Фазаларга кўра азотнинг ўзлаштирилиши				Бир кеча-кундузда 1 га майдонда ўзлаштирилган	
		азотнинг		фосфорнинг		N	P ₂ O ₅
		га/кг	%	га/кг	%		
2—3 ҳақиқий баргли фазаси	22 V	0,5	0,3	0,06	0,1	0,017	0,002
Шоналаш	30 VI	19,5	10,2	6,4	8,6	0,48	0,16
Епасига 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.

Ўғитнинг униб чиқишидан шоналашгача азот ва фосфор элементларидан 3—5%, калийдан 2—3%, шоналашдан гуллашгача азотдан 25—30%, фосфор ва калийдан 15—20%, гуллашдан кўсаклар етилгунча азотдан 65—70%, фосфор ва калийдан 75—80% ўзлаштирилади.

1 т пахта ҳосили олиш учун азотдан 46, фосфорда 16 ва калийдан 48 кг солинниши керак.

Сули ўсимлигига К ва Са элементлари маълум миқдорда, даврларга мос ҳолда қабул қилинади

48-жадвал

Даврлар	I	II	III	IV	V	Жами
Калий	39%	31%	31%	9%	—	100%
Кальций	24%	18%	16%	26%	16%	100%

Ўғит сифатида ишлатиладиган минерал элементларнинг физиологик аҳамияти

Ўсимликлар тупроқдан ўзлаштирган N, P ва S элементлари 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 жадаллаштирилади. 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 кислотаси тўпланса, аммонийли тузлар солинганда лимон кислотаси миқдори 0,79% дан ортмаган.

Л. А. Владимирова маълумотига кўра, тамаки ўсимлиги нитратли тузлар билан ўғитланганда таркибидagi шакар миқдори 1,6% ни ташкил этган бўлса, аммонийли тузлар солинганда эса 3,92% гача ортаган.

Кўскағиз ўсимлиги нитрат кислотаси (NaNO₃, KNO₃) тузлари билан ўғитланганда таркибидagi каучук миқдори 2,23% ни ташкил қилган, (NH₄)₂SO₄ 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 етишмаси, ургочи гуллар, калий етишмаси, эркак гуллар камроқ ҳосил бўлади.

V б о б. ЎСИМЛИКЛАР ТЎҚИМАСИДА УЧРАЙДИГАН ОРГАНИК БИРИКМАЛАР, УЛАРНИНГ ЎЗГАРИШИ ВА ХАРАКАТЛАНИШИ

Ўсимликлар тўқимасида учрайдиган органик бирикмалар

Хар қандай тирик организм, шу жумладан, тубан ва юсак ўсимликлар ҳам турли-туман органик бирикмалардан ташкил топган. Бу бирикмалар бир-бирига бевосита боғлиқ бўлганлигидан тирик организмнинг ҳаётий жараёнлари нормал давом этади. Акс ҳолда, яъни бундай ўзаро муносабат бирлиги йўқолса, тирик организм нобуд бўлади.

Ўсимликларда учрайдиган органик моддалар миқдори экинларнинг парвариш қилиниш жойига кўра турлича бўлади. Дарҳақиқат, химиявий анализ далилларига қараганда, бугдой донидоғи оқсил миқдори шимолдан жанубга томон ортиб боради. Масалан, Санкт-Петербургда вилоятда ўстирилган бугдой дони таркибидоғи оқсил миқдори 14,3% ни ташкил этган бўлса, Украинанинг Полтава вилоятида парвариш қилинган бугдой донидоғи 18,95% га бориб қолган. Ғарбдан шарққа томон йўналганда ҳам оқсил-миқдори ортаганини кузатилади. Масалан, Белоруссиядаги дон таркибидоғи оқсил миқдори 13,32% ни ташкил этса, Иркутск областида унинг миқдори 19,95%, яъни 6,63% га кўпроқ бўлганлиги аниқланган.

Грузия республикасида парвариш қилинган кунгабоқар пистасидаги ёғ миқдори 43,8% ни, Новгород вилоятида эса 51,9% ни ташкил этган. Бу далиллар шимоллий 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 таркибидоғи сув миқдори, тўла сув сиғимининг 40% и бўлганда кунгабоқар пистасида 52,3%, сув миқдори 60% га тенг келганда 58,3% ва тупроқдаги сув, тўла сув сиғимининг 80% га кўпайтирилганда ёғ миқдори 62,8% га бориб қолар экан.

Ёр шаридоғи ўсимликларнинг уруғи ва донидоғи тўпланган моддаларнинг миқдорига кўра, улар ёғли, оқсилли ва крахмалли ўсимликлар деб юритилади. Шунингдек ўсимликларнинг қарийб 90% и ёғли ўсимликлар гуруҳига киради.

Ёғли ўсимликларга кунгабоқар (50%), ғўза (23—25%), ка-накунжот (50—70%), оқсилли ўсимликларга соя (30%), ловия (23%), люпин (39%), ясмик (30%), крахмалли ўсимликларга бугдой (65%), макажўхори (70%), шолі (70%) ва сули (50%) ўсимликларини мисол қилиш мумкин.

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

далар ташқи муҳитга чиқариладиган бирикмалардир. Уларнинг ҳаракатланиши хужайра мембраналари томонидан назорат қилинмайди.

Марказий вакуолда органик кислоталар, ошловчи моддалар, алколоидлар ва бошқа бирикмалар тўланади. Цитоплазмада эса махсус мембраналар билан ўралган органондлар ўзига хос органик моддаларни ҳосил қилишда реакция кампортментлар бўлиб ҳисобланади. Жумладан, сферосомаларда ёғлар, транс-домаларда турли фенол бирикмалари, рибосомаларда оқсиллар синтезланади. Синтезланган юқори молекулали моддаларнинг хар қайси ўзига хос вазифани ўтайди. Масалан, ДНК ирсият белгиларини наслдан-наслга ўтишини ва турли-туман оқсилларни, шу жумладан оқсил ферментлари ҳосил бўлишини бошқаради.

Ўсимликлар танасидаги органик бирикмалар турли-туман бўлиши билан бирга уларнинг функцияси ҳам хилма-хилдир. Уларнинг баъзилари конституцион модда бўлиб, ўсимликлар танасини ва хужайра органларини тuzилишида иштирок этади. Бошқалари заҳира озиқ модда сифатида ва физиологик актив бирикма шаклида ўсимликларнинг ҳаёт жараёнидаги моддалар алмашинувида иштирок этади. Аммо ўсимликлар таркибидоғи моддалар ўз шаклини ўзгартириб туради. Масалан, заҳира ҳолдаги крахмал, ферментлар таъсирида парчаланиб, нафас олиш жараёнида сарфланиши мумкин ёки заҳира ҳолдаги оқсилларнинг парчаланishiдаги аминокислоталар цитоплазма ҳосил бўлишида иштирок этадиган оқсил бирикмаларига қўшилиб конституцион модда сифатида ўзгаради. Конституцион ҳисобланган моддалар ҳам ферментлар иштирокида парчаланиб, озиқ моддалар қаторида сарфланади.

Хулоса қилиб айтганда, органик моддаларнинг бир турдан иккинчи турга айланиши, яъни ўзгариб туриши тирик организмлар учун хос ҳодисадир. Масалан, оқсил молекулалари ҳам хар 10—15 кунда янгиланиб туради. Тирик организмлар таркибидоғи мураккаб моддалар оқсил табиятли махсус бирикмалар, ферментлар иштирокида ўзгариб туради.

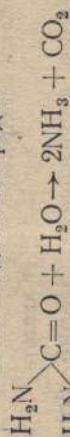
Ферментлар

Ферментлар, яъни энзимлар деб аталган мураккаб органик катализаторлар турли-туман моддалар алмашинуvidан содир бўладиган биохимиявий жараёнларни жадаллаштиради. Тирик организмлар таркибидоғи ферментлар борлигини биринчи бўлиб рус олими Г. Н. Кирхгоф (1814) аниқлаган. У арпа майасидан ажратиб олинган модда таъсирида крахмал парчаланганлигини кузатиб, уни амиллаза деб атаган.

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

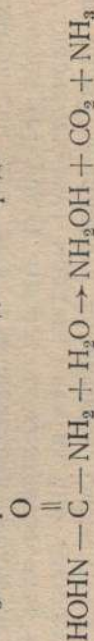
1. Хар бир фермент ўзига хос хусусиятга эга бўлиб, маълум бир моддага таъсир этади ва унинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўтишини жадаллаштиради. Масалан, уреаза фақат мочевианинг парчаланишида иштирок этади.

Уреаза ферменти мочевиना $\begin{matrix} \text{H}_2\text{N} & & \text{H}_2\text{N} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{O} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H}_2\text{N} & & \text{H}_2\text{N} \end{matrix}$ ни сув иштирокида CO_2 ва NH_3 га парчаланишини жадаллаштиради:



Бироқ, уреаза абсолют ўзига хос ферментлар гуруҳига кирса

ҳам, оксимочевина $\text{HOHN}-\text{C}(\text{NH}_2)-\text{NH}_2$ ни ҳам гидроксилламин (NH_2OH), CO_2 ва NH_3 га парчаланишини жадаллаштиради:



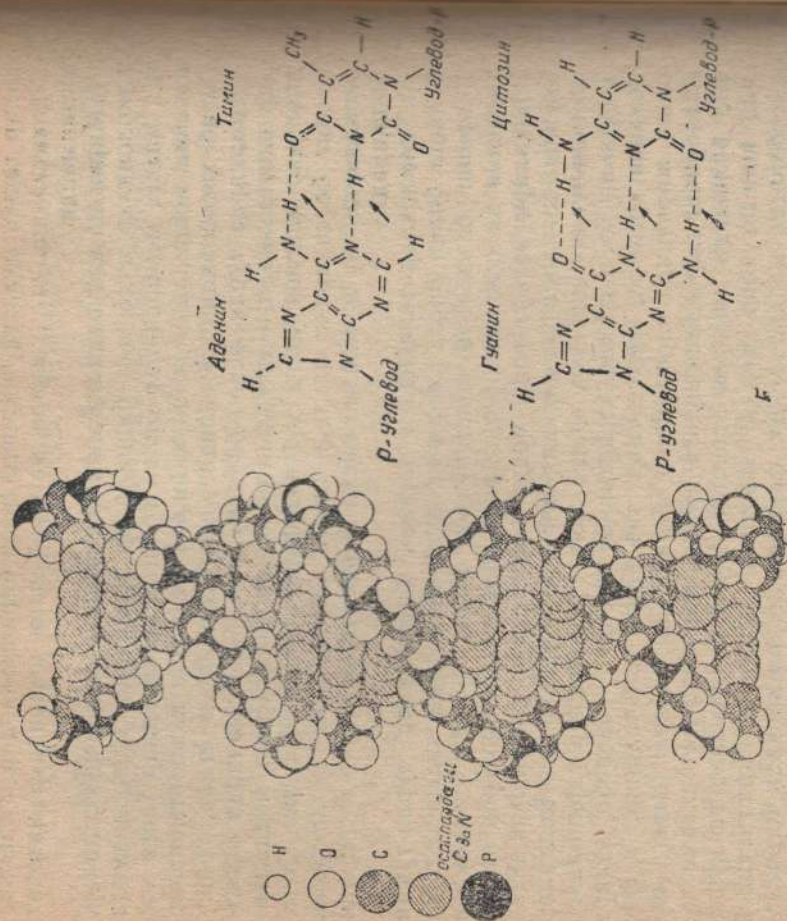
Сахараза, мальтаза ва лактаза ферментлари ҳам абсолют ўзига хос ферментлар ҳисобланади. Липаза ферменти эса фақат эфир боғларини узишда иштирок этади. Баъзи ферментлар жумладан, пероксидаза бир неча хил пероксидларнинг, шу жумладан, водород пероксиднинг парчаланишини ҳам жадаллаштиради.

2. Ферментлар анорганик катализаторларга нисбатан жуда актив бўлиши билан бирга уларнинг ишлаши учун юқори температура талаб қилинмайди. Кўпчилик ферментлар актив ишлаши учун температура $35-38^\circ\text{C}$ оралиғида бўлиши керак.

3. Ферментларнинг миқдори кам бўлишига қарамай, улар иштирокида парчаланадиган моддаларнинг миқдори анча кўп бўлади. Масалан, 1 г сахараза ферменти 48 соатда 1 т шакарни фруктоза ва глюкозага парчалайди. Ҳақиқатда 1 атом темир сақлаган катализа ферменти 1 минутда 5 000 000 молекула водород пероксидни сув ва кислоталарга парчалайди.

Ошқозонда ишлаб чиқариладиган пепсин ферментининг 2 грами 2 соат давомида 100 кг пиширилган тухум оқсинини парчаласа, ошқозон ости бези иштирокида ишлаб чиқарилган 1,6 г амилаза ферменти 1 кеча-кундузда 175 кг крахмални парчалайди.

4. Хужайра ичидаги ферментлар миқдори ва тури жуда кўп. Шунга қарамай, улар бир-бири билан қатъий муносабатда бўлиб, ҳар қайси фермент ўзига хос функция бажариши билан бирга бир фермент иккинчи фермент учун зарур субстрат — маҳсулот тайёрлаб беради. Масалан, амилаза ферменти крахмални мальтозага парчалаб, мальтаза ферменти учун зарур бўлган мальтоза дисахаридни етказиб туради. Мальтаза ферменти мальтозани икки молекула глюкозага парчалайди.



80-расм. А — Крик ва Уотсон (1953) тасвирлаган ДНК қўш занжирнинг схемаси. Таркибида С ва N элементларини сақлаган асосларни ифодалайди; Б — бир занжирли ДНК азот асосларининг иккинчи занжирдаги азот асослари билан водород воситасида комплементар боғланиши.

ошқозон ости безидан ажратилган суюқликка трипсин деб ном берган.

И. П. Павлов (1877) ферментлар оқсил табиатли бирикмалардир деган эди. Унинг айтишича, «... улар химиявий жараёнларни идора қилиши натижасида ҳаёт пайдо бўлади, яъни улар тўла маънода ҳаётни қўзғатувчилар ҳисобланади». Тирик мавжудотлар ҳаётида ферментлар нақадар муҳим функция бажарганлигини И. П. Павлов сўзлари тўлиқ тасдиқлайди. Ферментлар махсус бирикмалар эканлигини Р. Вилштеттер (1928) тасдиқлаган. Ферментлар оқсил табиатли бирикмалар эканлигини Д. Самнер (1926) соя ўсимлиги донидан мочевиани парчалайдиган, кристалл шаклидаги уреза ферментини ажратиб олган. Айни вақтда юздан ортқ фермент кристалл шаклида эканлиги аниқланди (80-расм).

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

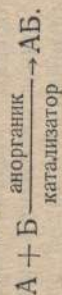
Ферментлар	Парчаланувчи модда	1 минутда парчаланган модда молекуллари
От жигаридаги каталаза	H_2O_2	5 000 000
Картшошқа фосфорилазаси	Крахмал	10 000
Соя донидан олинган уреаза	Мочевина	46 000
Арпа майсасидаги амилаза	Крахмал	19 000
Молекуладаги сут кислота дегидрогеназаси	Сут кислота	31 000

Глюкозани пироузум кислотатагача ўзгариб боришида 11 хил фермент иштирок этади.

Юқорида айтганлардан маълумки, ҳужайра ичидаги биохимиявий жараёнлар изчиллик билан давом этар экан.

5. Ферментлар аорганик катализаторларга нисбатан жуда мураккаб тузилган. Масалан, оқсил полипептидларни парчаловчи хемотрипсин 246 дона аминокислота молекулаларидан ташкил топган (81-расм). Аорганик катализаторлар катализланувчи (парчаланувчи) моддага тез ва бир вақтда таъсир этиб, уни оддий моддаларга айлантирса, ферментлар органик моддаларга маълум бир тартибда ва изчиллик билан таъсир этиб, уларнинг парчаланishiни жадаллаштиради. (81-расмдадаги б-схемага қаран).

Оддий химиявий реакцияни тезлаштиришда температура, босим ва аорганик катализаторлар қўлланилади. Бундай реакцияларда А моддаси В моддасига тўғридан-тўғри қўшилиб, реакция қуйидагича бўлади:



Тирик организмларда содир бўладиган биохимиявий жараёнлар махсус биологик катализаторлар — ферментлар активлигида юзага келади. Ферментлар иштирокида биологик жараёнлар маълум изчилликда ва бир неча босқичлардан ташкил топганлиги билан оддий химиявий реакциялардан кескин ажралиб турганлиги тубандагилардан иборат:

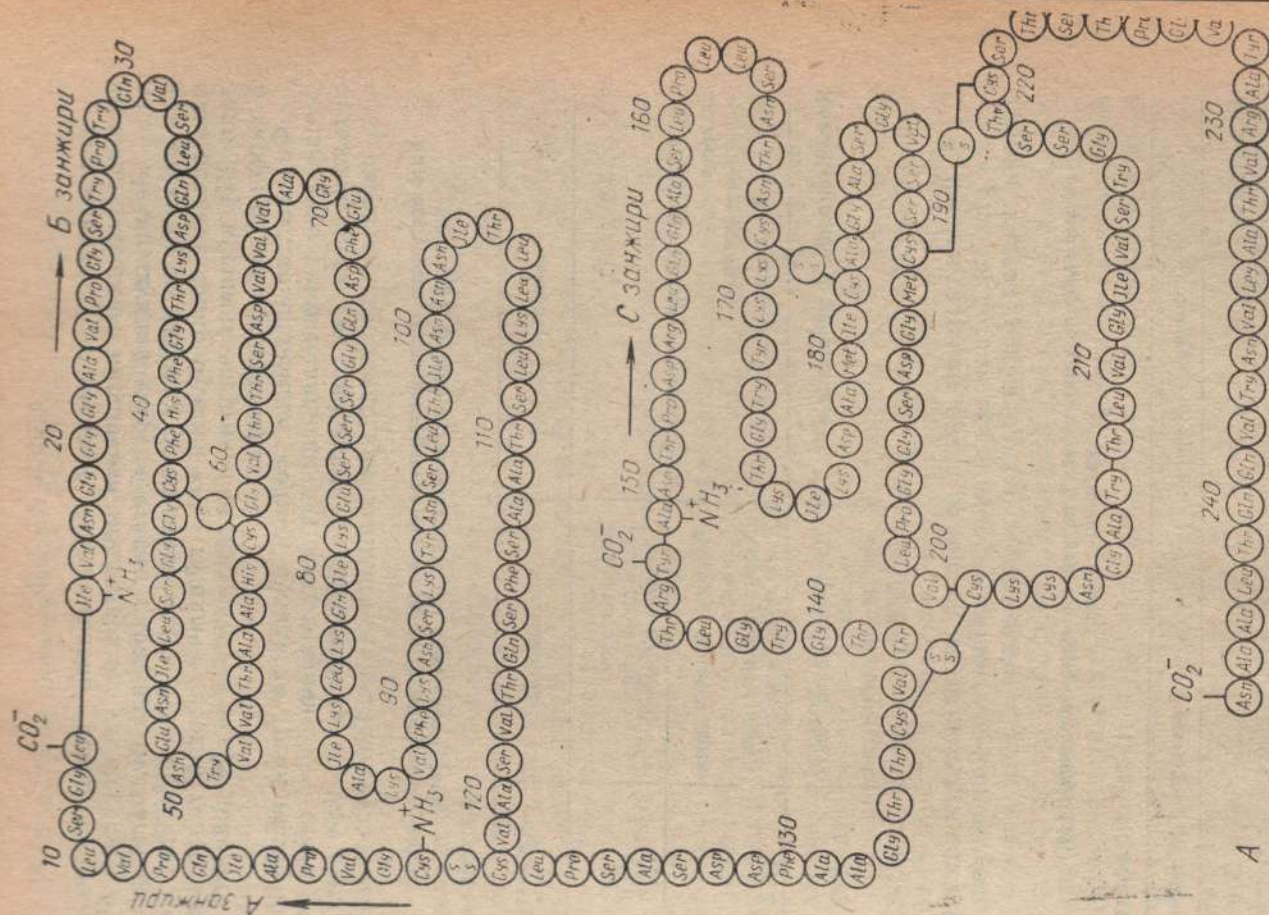
Ферментатив реакцияларнинг биринчи босқичида фермент реакцияга кирувчи моддага қўшилиб, уни активлаштиргач, яъни бириккач, комплекс бирикма ҳосил қилинади: $A + \Phi \rightarrow A\Phi$.

Иккинчи босқичда фермент иштирокида активланган модда иккинчи моддага бориб қўшилиди: $A\Phi + B \rightarrow AB\Phi$.

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

81-расм. А — хемотрипсин ферменти тузилишидаги полипептид занжирларнинг жойлашиши:

Б — фермент (1) билан парчаланувчи модда (2)нинг боғланишдан комплекс модда (3)нинг ҳосил бўлиши. Ҳосил бўлган актив комплекс бирикма (4)дан фермент (5)нинг ажрალიши ва гидролиз маҳсулотлари (6)нинг юзага келиши.





Хар қандай биохимиявий ёки химиявий реакцияларнинг ўтишида реакцияга киришувчи моддаларнинг ўз энергияси бўлади. Лекин шундай энергия етарли даражада бўлмаганлигидан у ёки бу ҳужайрада реакциялар содир бўла олмайди. Демак, реакция содир бўлиши учун қўшимча энергия талаб этилади. Шу қўшимча энергияга активлаштирувчи куч дейилиб, у Е ҳарфи билан ифодаланади.

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

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

50-жадвал

Реакциялар	Катализаторлар	Е қиймати, Ж/моль
$2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	Катализаторсиз Қоллоид платина Каталаза ферменти	75,4 49,0 23,0
Сахароза → → глюкоза → фруктоза	Водород ионлари ишти- рокида Ҳамиртурушдан олинган сахараза ферменти	108,6 48,2
Қозон оқсилнинг парчаланishi	Водород ионлари ишти- рокида Трипсин ферменти иш- тирокида	86,2 17,6

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

Ферментлар фаолиятига температура ва муҳит нордонлик (pH) қийматининг таъсири

Ферментлар номи	Температура	pH қиймати
Қанакунжут	35	5,0
Бардаги сахараза	55	4,5—5,6
Майсадаги амилаза	45	4,9—5,2
Бодомдаги эмульсин	48	6,0
Каталаза	0	7,0
Турушдаги мальтаза	40	6,1—6,8
Целлюлаза	46	5,1
Аспарагиназа	—	8,0

Жадвал рақамларига кўра, баъзи ферментлар паст темпе-ратурада ва нейтрал шароитда жадаллашса (каталаза), бош-қа ферментлар учун юқори температура ва кислотали шароит-да (бугдой сахаразаси) жадаллашганлиги кўрилади.

7. Ферментларнинг фаолияти SH гуруҳи ва Мп, Мо, Со каби элементлар таъсирида жадаллашади. Булар активла-шган элементлар таъсирида жадаллашади. Бундай би-риكمалар таъсирида ферментлар инактивлашади. Бундай би-рикмалар ингибиторлар дейилади. Ингибиторларга қалай, симоб ва бошқа оғир металл тузлари ва танин мисол бўлади. Ўзида темир ва мис тутувчи ферментлар учун цианид кислота (HCN) ингибитор ҳисобланса, Mg тутувчи ферментлар фтор иони таъсирида инактивлашади.

Ферментларнинг жадаллашishi ташқи муҳит омиллари, ак-тиваторлар ва ингибиторлар таъсиридан ташқари, ҳужайра цитоплазмаси коллоидларининг ҳолатига ҳам боғлиқ. Акаде-мик А. И. Опарин маълумотиға кўра ферментлар цитоплаз-ма коллоидларига адсорбцияланган ҳолда бўлса, ҳужайрада синтез, цитоплазма коллоидларидан бўшаган ҳолда бўлса, гид-ролиз жараёнлари жадаллашиб, мураккаб моддалар парчала-нади.

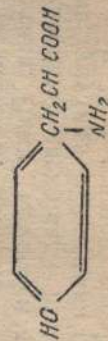
Одатда, ферментлар жадаллиги янчилган тўқималарда тек-ширилади. Бундай ҳолатда ҳужайралар шикастланишидан моддалар алмашинуви жараёнларининг изчиллиги ва тартиби бузилади. Ферментларнинг активлиги ҳам ўзгариб қолганлигидан тўқима ва етарли маълумотлар олиш қийинлашади. Ўсимлик-лар тўқимаси янчилганда шу тўқимада фақат гидролиз жара-ёнларини аниқлаш мумкин, синтез жараёнларини эса ўрганиб бўлмайди.

Шуларни ҳисобга олиб, А. И. Опарин, А. Л. Курсанов ва бошқалар ферментлар жадаллигини ўрганишда ҳужайранинг табиий ҳолатини таъминлаш зарурлигини айтиб ўтдилар. Бу соҳада академик А. Л. Курсанов ишлаб чиққан вакуум ин-филтрация усули кенг қўлланилмоқда.

Вакуум инфилтрация усулидан фойдаланган Б. А. Рубин пиёз, қарам ва сабзи тўқималаридаги ферментлар жадаллиги билан ўсимликларнинг тез ёки кеч етилиши орасида қатъий — коррелятив муносабат борлигини аниқлаган. Б. А. Рубин ва шогирдларининг маълумотларига кўра, эртапишар навларда гидролиз, кечпишарларда синтез жараёни устун турар экан.

Тирик организмлардаги ферментлар иккита катта гуруҳга бўлинади:

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



дегидраза ферментининг актив гуруҳида никотин кислота, яъни РР витамин ўрин олган.

Икки компонентли ферментлар нормал ишлаши учун апофермент билан кофермент қисмлари узвий боғланган бўлиши керак. Ферментлар митохондрий, рибосома, пластидларда ва ҳужайранинг бошқа органелларида жойлашган бўлсада бошқа бўлилари цитоплазмада тарқалган.

Ферментлар классификацияси

Кейинги маълумотларга кўра, тирик организмлар таркибидан мавжуд бўлган ферментлар сони 2 мингдан ортиқ эканлиги аниқланган. Ферментларни номлашда субстрат, кофермент ва фермент қайси гуруҳга кирганлиги ҳисобга олиниб, охирига «аза» қўшимчаси қўйилади. Масалан, этил спиртли бижғишда иштирок этадиган дегидрогеназа ферменти алкоголь дегидрогеназа деб аталади.

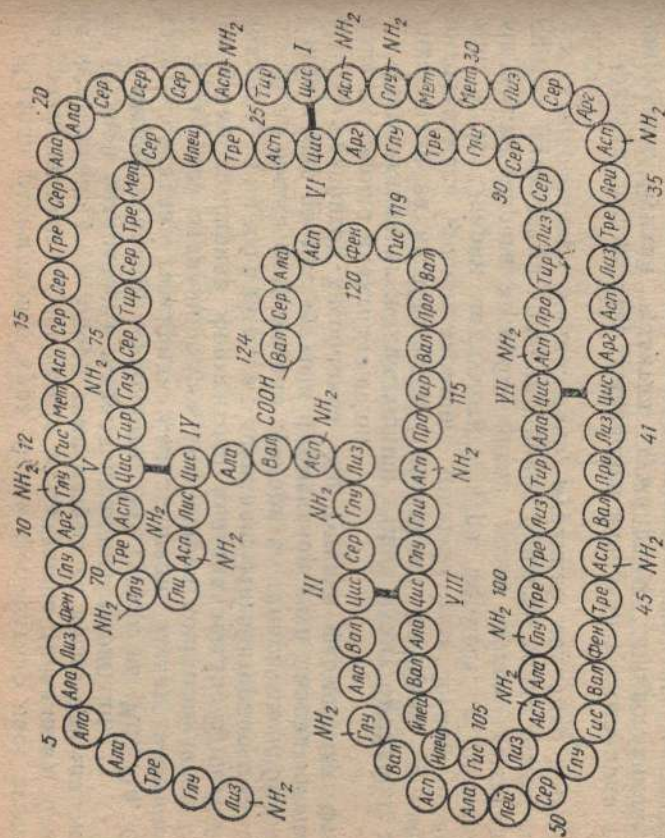
Бундан ташқари, фақат субстрат номи охирида «аза» кў-
шимини қўйиб, ферментлар учун ишлатилади. Масалан, целлю-
лозани парчалошни фермент 1,4-глюкон-4-глюкогидролаза де-
леллазасидан, солдароқ қилиб, целлюлоза деб аталади. 1962 йил-
даги Халқаро ферментлар конгресси якунларига асосланиб,
ферментлар олти ката гуруҳга бўлинади.

1. Оксидоредуктозалар

Бу гуруҳга кирган ферментлар нафас олиш ва бижғиш жараёнларида содир бўладиган биологик оксидланиш-қайтарилш реакцияларини жадаллаштиради. Бу ферментлар гуруҳига анаэроб шaroитда органик бирикмалар таркибидан водород ва электронни ажратиб олувчи дегидрогеназалар, водород ва электронларни бир бирикмадан иккинчи бирикмага ўтказувчи флавин, цитохром, цитохромоксидаза ва пероксидаза ферментлари киради.

а) дегидрогеназаларнинг актив гуруҳини никотинамидадениндинуклеотид (НАД) ёки никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ) ташкил этади. Ферментларнинг никотинамидадениндинуклеотид (НАД) актив гуруҳи икки қисмдан iborat: биринчи қисм фосфат қислота қолдиғи билан қўшилган никотин қислота амиди (РР витамини), иккинчи қисм аденил қислотадир. Никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ) қислотарида айтиб ўтилган бирикмалардан ташқари, аденил қислота тарқибига бир молекула фосфат қислота қолдиғи қўшилиши билан фарқ қилиши кўйлағи формуладан кўринди:

Дегидрогенезлар 200 га яқин бўлиб, уларнинг актив туркуми НАД ёки НАДФ дан ташкил топган бўлсада, шу билан бир-биридан кескин фарқ қилади. Ўзида актив гуруҳ сақлаган оксидларнинг молекуласи турли-туман бўлганлигидан қайси фермент маълум бир бирикмага ўз таъсирини кўр-



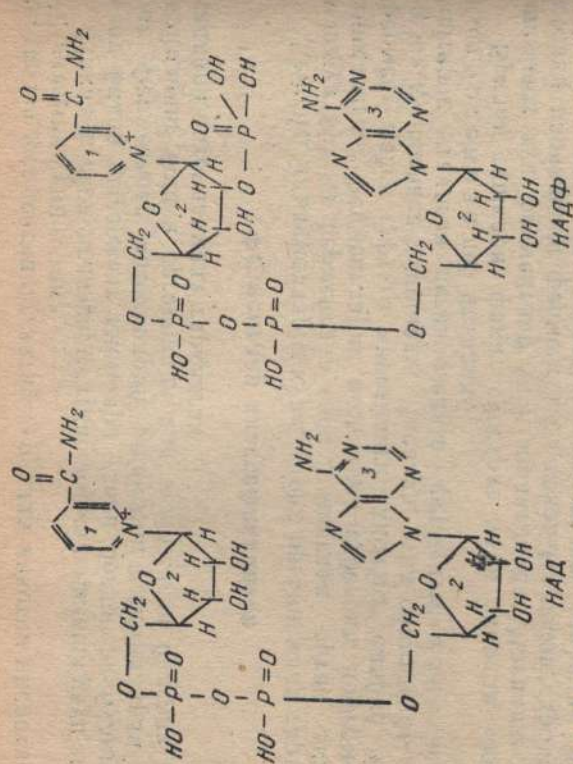
82-расм. Рибонуклеаза ферменти таркибидagi аминокислоталар. Юмалоқ ҳора доиралар ферментнинг актив гуруҳини ташкил этган аминокислоталарни кўрсатади.

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

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

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

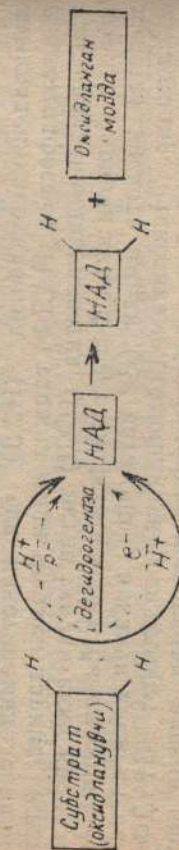
II. Икки компонентли ферментлар икки хил бирикмадан тузилган. Уларнинг бири апофермент (ферон ёки апоэнзим) дейлиб, у ферментнинг актив гуруҳини ўзида сақлайдиган ўзига хос оқсил молекуласидир. Иккинчи қисми эса кофермент (агон ёки коэнзим) дейлиб, у ферментнинг актив гуруҳини ташкил этади. Икки компонентли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



Э с л а т м а: 1-никотинамид; 2-рибоза шакари; 3-азот асо-
си аденин.

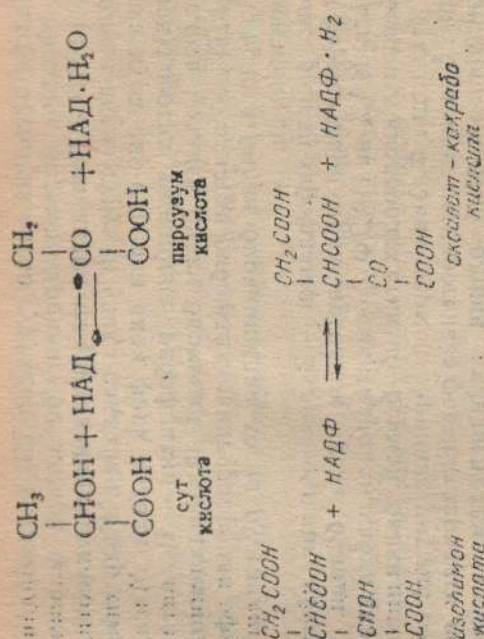
сатати. Масалан, сут кислотага — лактадегидрогеназа, олма
кислотага — малатдегидрогеназа, изолимон кислотага — изо-
цитратдегидрогеназа, глутамин кислотага — глутаминдегидро-
геназа, глицерин-фосфатга — глицерофосфатдегидрогеназа, глю-
козага глюкозо-6-фосфат дегидрогеназа, турли альдегидлар-
га — альдегиддегидрогеназалар дейилади ва ҳоказо.

Дегидрогеназалар барча ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизм-
лар ҳужайрасида учраб, оксидланувчи органик моддалар тар-
кибидagi водород ва электронларни ажратиб олиб, ўзига боғ-
лайди. Бу реакция схема тарзида қуйидагича ифодаланади:



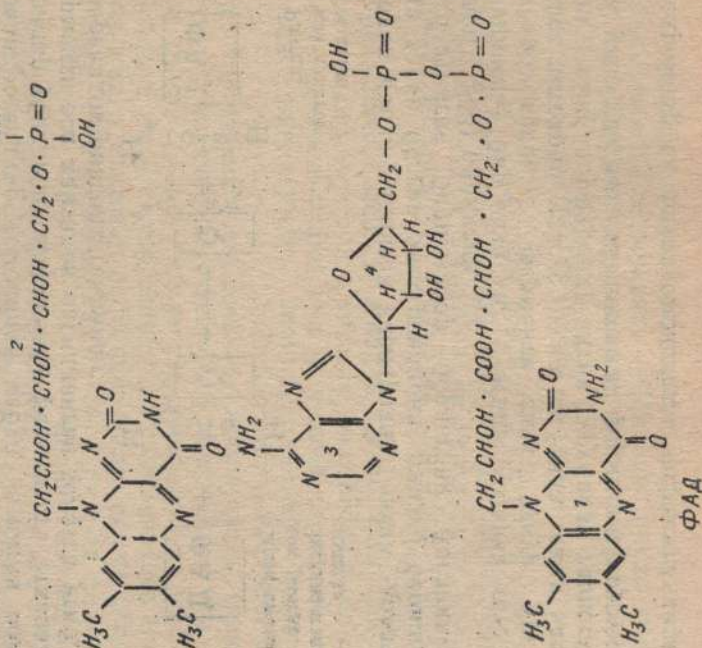
Лактадегидрогеназа ферментининг актив гуруҳи НАД бў-
либ, у сут кислотадаги 2 Н ни ўзига боғлаб олиб, сут кислота-
ни пирозум кислотага оксидланганлигини қуйидаги тенгла-
мадан кўриш мумкин:

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



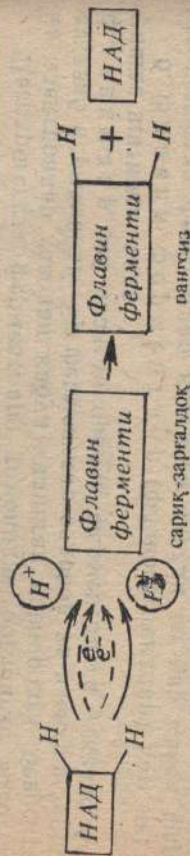
Дегидрогеназа ферментлари томонидан боғланган водород
ва электронлар ҳаводан қабул қилинган кислотадга бевосита
етказиб берилмайди. Бу ферментлар водород ва электронларни
флавинлар деб аталган оралиқ ферментларга ўтказиб бе-
ришда иштирок этади.

б. ф л а в и н ф е р м е н т л а р (флавопротеидлар) ҳам икки
компонентли ферментлар қаторига киради ва ҳар қайси фер-

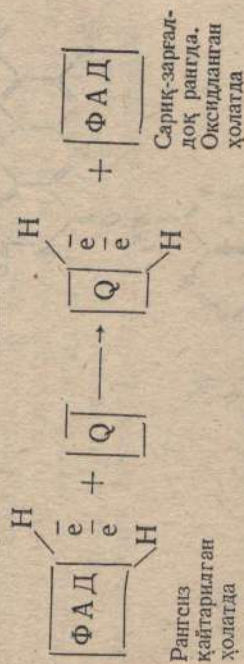


мент махсус оксил ва актив гуруҳдан (V_2 витаминдан) ташкил толган. Флавин ферментларнинг баъзилари флавинонуклеотид (FMN), бошқалари флавинадениндинуклеотид (FAD) деб аталган актив гуруҳни ўзида сақлайди. Улар химиявий тузилишига кўра бир-биридан анча фарқ қилади. Масалан, флавинонуклеотид таркибида рибофлавин — V_2 витамин фосфат кислота қолдиғи билан бириккан. Флавинадениндинуклеотид (FAD) деб аталган рибофлавиннинг фосфорли эфирининг аденил кислота билан бирикишидан ҳосил бўлганлиги формулада келтирилган.

Сариқ рангли рибофлавин — V_2 витаминнинг қўшилишидан флавин ферментлари сариқ-зарғалдоқ тусда бўлади. Уларнинг кўпчилиги НАД ва НАДФ ферментларидан қабул қилган водородни бевосита кислородга етказиб бермай, балки цитохром системага ўтказди. Флавин ферментларининг умумий сони 30 тага яқин. Уларнинг дегидрогеназа ферментларидаги водород ва электронларни ажратиб олиши қуйидаги схемада кўрсатилган:



Флавинпротеидлар томонидан қабул этилган водород ва электронлар убикинон оксиди — Q ферментига ўтказилади. Флавин ферменти эса қайтадан оксидланган ҳолатга ўтиб, ўзининг сариқ-зарғалдоқ рангини тиклайди:

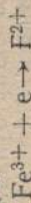


Ҳаводан қабул қилинган кислородни актив ҳолатга олиб келишда зарур бўлган электронларни етказиб беришда цитохром деб аталган бирикмалар борлигини Англиялик олим Д. Кейлин (1933) аниқлади.

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

Цитохромлар ва цитохромоксидаза ферменти таркибидаги

темир элементи электрон қабул қилса қайтарилган, йўқотса оксидланган ҳолатга ўтади. Жумладан, 3 валентли темир (Fe^{+++}) иони электронни қабул қилса, 2 валентли темир иони (Fe^{++}) гача қайтариллади.



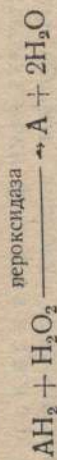
Агар 2 валентли темир Fe^{++} иони ўзидаги электронни йўқотса, 3 валентли темир Fe^{+++} ионигача оксидланлади.

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

Темирпорфирин ферментлар қаторига каталаза ва пероксидаза ферментларини ҳам киритиш керак. Каталаза ферменти моддалар алмашинуви вақтида ҳосил бўладиган водород пероксидни парчалайди:



Пероксидаза ферменти турли-туман органик бирикмаларнинг водород пероксид иштирокида қуйидаги формулага мувофиқ оксидланишини жадаллаштиради:



Булардан ташқари, оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида ферредоксин каби ферментлар иштирок этади. Улар Са, Mg, Fe, Cu, Co, Mn ва Zn элементларидан бирини сақлаган мегалоганик бирикмалардир.

г) оксидазалар ва оксигенезалар. Оксидазалар ўзига қабул қилиб олган водородни бевосита кислородга етказиб бериш хусусиятига эга. Уларга ўсимлик ва замбуруғларда кенг тарқалган полифенолоксидазани мисол қилиб келтириш мумкин. Бу ферментлар феноллар (гидрохинон, пиракатахин, пирагаллол) таркибидаги электрон ва протонларни ажрати олиб, кислородга етказиб беради.

Полифенол бирикмаларининг оксидланиши натижасида хинон ва қорамтир рангли бошқа бирикмалар ҳам ҳосил бўлади. Олма, картошкани кесганда маълум вақтдан кейин шу жойнинг қорамтир рангга кириши полифенолоксидазанинг фаолиятига боғлиқ.

Тирозиназа ферменти таъсирида оксидланган тирозин аминокислотаси меланин деган қорамтир моддага айланади. Органик моддаларга кислородни бевосита боғловчи баъзи ферментлар оксигенезалар деб аталади.

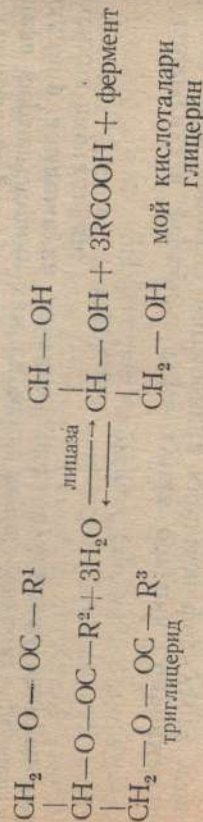
II. Гидролазалар

Гидролазалар деярли ҳаммаси бир компонентли ферментлар бўлиб, оддий оксиллар — протейнлар гуруҳига кириadi. Бу ферментларнинг простетик актив гуруҳи вазифасини оксил мо-

лекуласининг ён занжиридаги OH, SH, CHO ва бошқа боғлар бажаради. Гидролазалар мураккаб углевод, дисахарид, ёғ ва раёнларнинг парчаланишини жадаллаштиради. Гидролиз жараёни бир неча гуруҳга бўлинади. Гидролаза ферментлари:

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

а) карбоэстераза ферментларидан липаза тубандаги реакцияга мувофиқ мойларни глицерин ва мой кислоталарга парчалайди:



б) фосфоэстераза, яъни фосфотазалар фосфорли эфирлар таркибидagi фосфат кислота қолдигининг ажралишини жадаллаштиради. Бу гуруҳга дезоксирибонуклеаза (ДНК-аза) ва рибонуклеаза (РНК-аза) ферментлари киради.

в) сульфэстеразалар, яъни сульфатазалар олтингурутли эфир бирикмаларидан сульфат кислота қолдигини ажратувчилардир.

2. Глюкозидазалар, яъни карбогидролазалар углеводларнинг гидролизланишида иштирок этади:

а) целюлаза — циттаза ферменти целлюлозани целлюлоза дисахаридгача парчалайди. Ҳосил бўлган дисахарид целлюбиаза ферменти иштирокида 2 молекула глюкозагача парчаланadi.

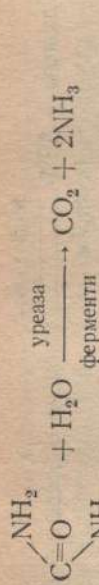
б) амилаза — диастаза ферменти крахмални мальтозагача, мальтоза эса мальтаза иштирокида глюкозагача парчаланadi.

в) сахароза ферменти шакарқамиш ва қандлавлaги шакарининг глюкоза ва фруктозага парчаланишини жадаллаштиради.

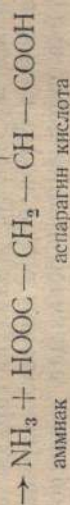
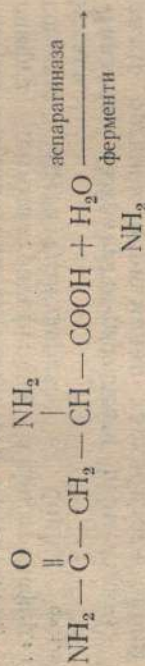
г) пектиназа — пектинэстераза ферментлари пектин бирикмаларининг парчаланишини тезлаштиради. Аммо мевалар етилишида эримайдиган пектин бирикмаларининг эрувчан пектинга айланишида ферментлар иштирок этганлиги ҳалигача маълум эмас.

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

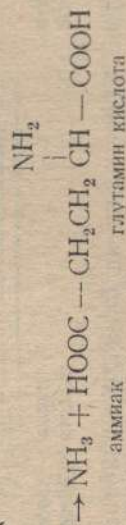
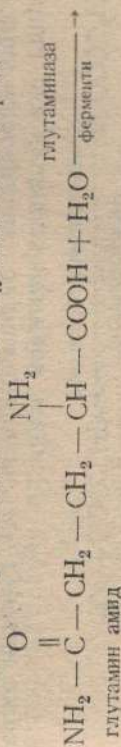
а) уреаз мочевинани карбонат ангидрид ва аммиакка парчалайди:



б) аспарагиназа аспарагин амидни аммиак ва аспарагин кислотага парчалайди:



в) глутамин азида глутамин амидни аммиак ва глутамин кислотага парчалайди. Реакция қуйидагича боради:

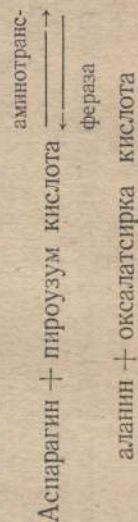


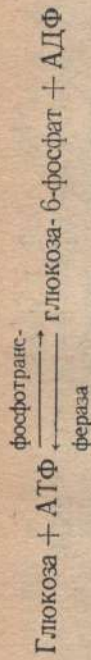
4. Пептидазалар оқсил ва полипептид молекулаларидagi пептид боғларнинг ажралишини жадаллаштирувчи ферментлардир. Оқсил молекулалари марказида жойлашган пептид боғларнинг узлишида иштирок этган пепсин, трипсин, химотрипсин ва папайотин каби ферментлар эндопептидазалар деб аталади.

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

III. Трансферазалар

Трансферазалар бир органик бирикма таркибидagi айрим радикаллarnи, маълум боғларни, молекула бўлакларини ажратиб ёки бутун бир молекула иккинчи органик моддага утказиб ва қўшиб вазифасини бажаради. Масалан, метилтрансфераза метил $[\text{CH}_3]$ гуруҳларини бир бирикмадан иккинчи бирикмага олиб бориб боғлайди:





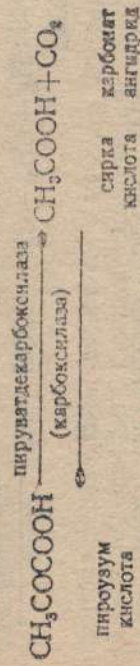
Тенгламада аминотрансфераза ферменти пирозум кислотига амин гуруҳини, фосфотрансфераза ферменти глюкозага фосфор кислота қолдиргани боғланлиги кўрсатилган.

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

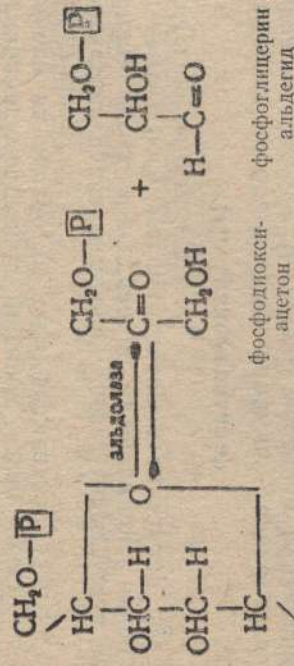
IV. Лиазалар (ажратувчи-парчаловчи ферментлар).

Лиазалар органик бирикмалар таркибидagi айрим гуруҳларнинг ажралиш жараёнини жадаллаштиради. Улар 2 боғли бирикмаларга бошқа турли модда молекулаларининг айрим радикаллариини ёки гуруҳларини боғлашда иштирок этади. Бу реакцияларда сув ва фосфат кислота иштирок этмаслиги қуйидаги тенгламалардан маълум:

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

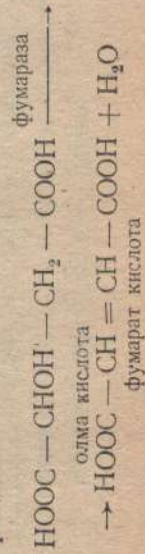


б) альдолаза нафас олиш ва бижгиш жараёнларида муҳим ўрин эгаллайди. Бу фермент фруктозадифосфатни қуйидаги реакцияга мувофиқ фосфодиоксинацетонга ва фосфоглицерин альдегидига парчалайди ёхуд уларни қўшади:



фруктозадифосфат

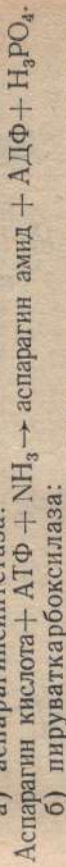
а) фумаратгидратаза (фумараза) олма кислотадан сув молекулаларини ажратиб олиб, фумарат кислота ҳосил бўлишини жадаллаштиради:



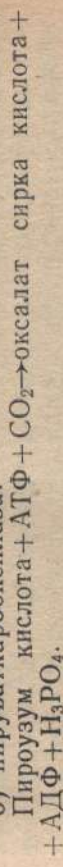
V. Лиазалар (синтезазалар)

Лиаза ёки синтезаза деб аталган ферментлар оддий органик бирикмалар ҳисобига мураккаб органик бирикмаларнинг синтезланишини тезлаштиради. Синтез жараёнлари АТФ молекулалари таркибидagi энергия ҳисобига содир бўлади.

а) аспарагинсинтезаза:



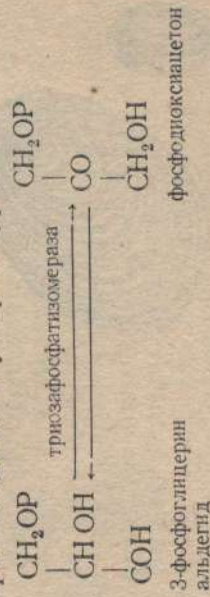
б) пируваткарбоксилаза:



VI. Изомеразалар

Изомеразалар органик моддаларнинг турли-туман изомерлари ҳосил бўлишини жадаллаштиради.

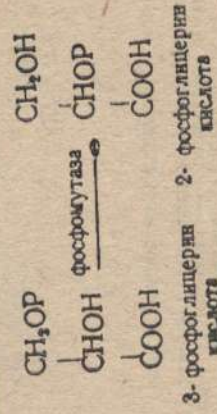
а) триозафосфатизомераза иштирокида 3-фосфоглицерин альдегид фосфодиоксинацетонга ва, аксинча, фосфодиоксинацетон 3-фосфоглицерин альдегидга ўзгариб туради:



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

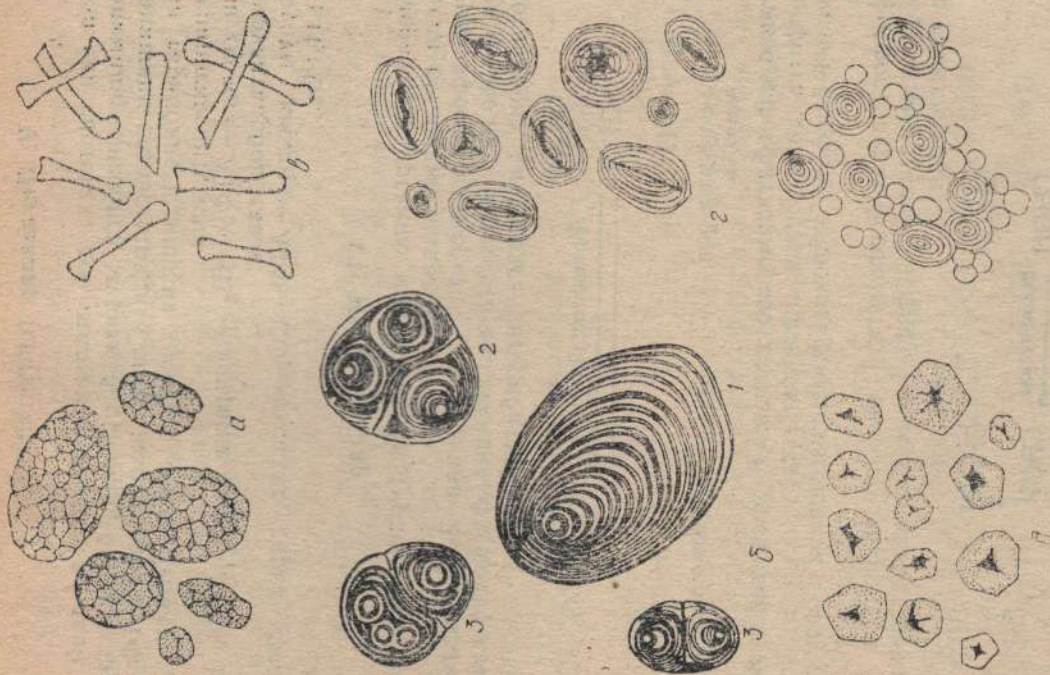
глюкоза-6-фосфат глюкозафосфатизомераза фруктоза-6-фосфат

в) фосфоглицерат-фосфомутаза анаэроб шaroитда 3-фосфоглицерин кислотанинг 2-фосфоглицерин кислотagaча ўзгаришини таъминлайди:



Углеводлар

Усимликлар танасидаги углеводларнинг умумий миқдори қуруқ массанинг 50% ини ташкил этади ва озиқ модда бўлиши билан бирга ўсимликлар хужайрасининг тузилишида иштирок этади. Углеводлар углевод, ксилород ва водороддан ташкил топган бўлиб, уч гуруҳга бўлинади:



83-рasm. Крахмал дончаларининг шакли.

a — мураккаб донча-сулда; б — картошкада; 1 — содда; 2 — ярим мураккаб;
3 — мураккаб крахмал дончалари; в — сутламада; г — ёронгул бағр бандида;
д — лопида; е — маккажхорида.

1. Оддий углеводлар — моносахаридлар.
2. Олигосахаридлар — биринчи даражали полисахаридлар.
3. Полисахаридлар — мураккаб углеводлар.

Оддий углеводларга 3 углеводли триозалардан глицерин альдегид ва диоксиацетонни, 5 углеводли пентозалардан ксиллоза, арабиноза, рибоза ва дезоксирибозани; 6 углеводли, яъни гексозалардан глюкоза, фруктоза, галактоза, сарбоза, маннозаларни мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Моносахаридлар таркибида $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$, $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_n$ гуруҳлар борлигини улар сувда эриш ва кристалланиш хусусиятига эга.

Олигосахаридлар, яъни биринчи даражали мураккаб углеводлар гуруҳига сахароза, мальтоза, целлобиоза лактоза шакарлари киради, уларнинг умумий формуласи $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

Сахароза глюкоза ва фруктоза молекулаларидан ташкил топган бўлса, лактоза таркибида галактоза ва глюкоза моносахаридлари бўлади. Мальтоза ва целлобиоза дисахаридлари икки молекула глюкозанинг қўшилишидан ҳосил бўлади.

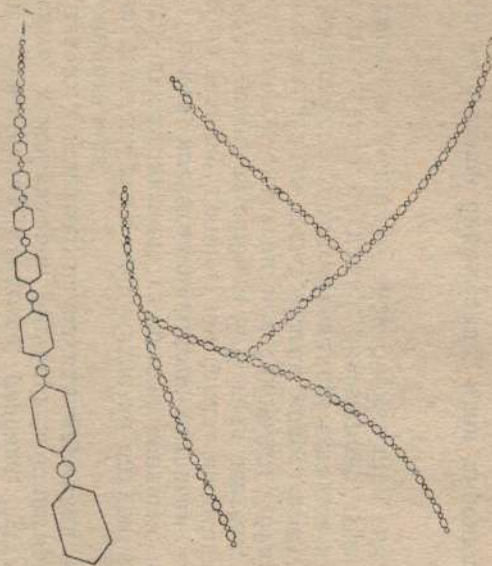
Сахароза ўсимликлар тўқимасида кўп учрайди. Қандлавлар ва шакарқамши таркибида сахароза миқдори 20—25% га етади.

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

Олигосахаридларга чигит ва эвкалипт дарахти таркибида учрайдиган трисахарид — рафиноза киради. Рафиноза фруктоза, глюкоза ва галактоза моносахаридларининг қўшилишидан ҳосил бўлади. Глюкоза, галактоза ва икки молекула фруктоза қўшилишидан стахиоза тетрасахарид ҳосил бўлади. Стахиоза соя, ямшиқ каби ўсимликлар таркибида учрайди.

Полисахаридлар — мураккаб углеводларга крахмал, целлюлоза, гемицеллюлоза, агар-агар ва пектин моддалар мисол бўлади. Ўсимликлар тўқимасидаги крахмал захира модда бўлиб, у ҳар хил дончалар шаклида учрайди (83-рasm). Крахмал йод таъсирида қўқаради.

Крахмал амилоза ва амилопектин деб аталадиган мод-



84-рasm. 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 эримади, йод таъсирида қизил-бинафша ранга киради, глюкоза молекулалари 84-расмдагидек тармоқланиб кетган.

Крахмал таркибидаги амилопектин миқдори 80—90% га етади, қолган 10—20% и амилозага тўғри келади. Крахмал амилоза ферменти таъсирида мальтозагача парчаланган.

Целлюлоза таркибидаги глюкоза молекулаларининг сонини 10 000—12 000 донагача етади. Пахта толасининг 90% и ва ёғоч поясининг 50—70% и целлюлоза молекуласидан ташкил топган. Целлюлоза инсон организмиде ҳам бўлмайди. Лекин кавш қайтарувчи ҳайвонларнинг ошқозониде яшовчи бактериялар ишлаб чиқарадиган цитаза ферменти таъсирида парчаланган. Гидролиз жараёнида ҳосил бўлган ди-ва моносахаридларини ҳайвонлар ўзлаштиради.

Инулин ҳам полисахаридлар қаторига киради, у картошкаул (12%), сачратқи илдиизиде (10%), топинамбур ва кўксағиз каби ўсимликлар таркибиде учрайди. Инулин фруктоза молекулаларидан ташкил топган. Лишайникларда глюкоза молекулаларидан ташкил топган лихенин полисахариди учрайди.

Гемичеселлюлоза пальма, хурмо, кофе уруғиде учрайди. У манноза, арабиноза, ксилоза ва галактоза моносахаридларидан ташкил топган.

Мураккаб углеводларга кирган агар-агар галактоза молекулалари қолдигидан иборат, унинг таркибиде сульфат кислотаси ҳам учрайди. Бу модда сув ўсимликларидан олинади ва кондитер саноатиде, микробиологияда кўп ишлатилади.

Пектин ўсимликлар мевасиде, поясида, туғунакларида учрайди. Пектин ҳужайраларни бир-бирига ёпиштириб туришга хизмат қилади. У кондитер саноатиде мармелад ва пастилад тайёрлашда ишлатилади.

Елим ва шилимшиқлар. Олча ва олхўри каби ўсимликлар танаси шикастланганда галактоза, манноза, арабиноза, ксилоза ва глюкон кислоталардан ташкил топган елим ажралади. Зиғир ва жавдар донини ивиганда шилимшиқ модда ажралиб чиқади, унинг таркибиде 90% гача пентоза, яъни ўзида беш атом углерод сақлаган моносахаридлар бўлади.

Фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган моносахаридлардан келажакда дисахаридлар, полисахаридлар, органик кислоталар, аминокислоталар, ёғлар, оқсиллар, витаминлар, гормонлар алколоидлар, ошловчи моддалар каби бирикмалар синтезланади.

Ёғлар ва ёғсимон бирикмалар, яъни липоидлар

Сувда эримайдиган ёғлар ва ёғсимон органик моддалар липоидлар деган умумий ном билан аталади. Липоидлар органик эритувчиларда — эфир, бензин, бензол ва ацетонда

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

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

52-жадвал

Ўсимликлар тури	Ёғ миқдори, %	Ўсимликлар тури	Ёғ миқдори, %
Бугдой мағзида	7—8	Зиғир	37—47
Маккажўхори (донда)	40—50	Ерёғоқ	35—55
Ўза (чигитида)	17—26	Канакунжут	45—60
Кунтабоқар	33—57	Кунжут	48—62
Кокос ёғи	65—72	Қўнор	45—55

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



Тўйинган ва тўйинмаган ёғ кислоталарининг баъзи вакиллари тубандаги жадвалда келтирилган.

53-жадвал

Кислота номи	Химиявий формуласи	Эриш температура-си, °С
Тўйинган ёғ кислоталари		
Мой	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_m\text{COOH}$	— 5,3
Капрон	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	— 4,0
Каприл	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	+ 16,0
Каприн	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	+ 31,3
Лаурин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	+ 43,5
Миристин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	+ 54,4
Пальмитин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$	+ 62,9
Стеарин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	+ 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	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	— 5,0
Линолен	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	— 11,0
Арахидон	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	— 49,5

Линол ва линолен ёғ кислоталари инсон ва ҳайвонлар организмда синтезланмаганлигидан улар витамин қаторига қўйилади.

Глицеринга қўшилган ёғ кислоталарининг турига кўра турли-туман ёғлар синтезланади. Масалан, канақунжут мойи таркибида 80% рицинол, хонтал ва рапс мойида эрук мой кислотасининг миқдори 55% га бориб қолади.

Тубандаги жадвалда ўсимликлар таркибидаги мой кислоталар миқдори келтирилади.

54-жадвал

Мой кислоталари	Пахта	Соя	Кунга- бокар	Майка- жўхори	Зигир	Зайтун	Кора- мол	Қўя
	молларида, %							
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	—

Сууқ мойлар таркибиде түйинган мой кислоталарга нисбатан түйинмаган ёғ кислоталари устун туради ва, аксинча, каттик ёғларда түйинган ёғ кислоталари, түйинмаган ёғ кислоталаридан бир неча фондга ортүк эканлиги жадвал рақамлаидан кўринади.

Мой таркибиди 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 молекула-рига боғлиқ. Мойлар ўсимлик ва ҳайвонот оламнинг ҳаёт жараёнида энергетик модда сифатида сарфланади. Бошқа орга-ник моддаларга нисбатан мойлар энергияга бой бўлганли-дан, кўпчилик (90%) ўсимликлар уруғида асосий заҳира бирикма сифатида туپланади. Дарҳақиқат, 1 г мой оксидлан-ганда 9,3 ккал энергия ҳосил бўлса, 1 г шакар ёки оқсил оксидланганда ажралиб чиққан энергия 4,1 ккал дан орт-райди.

Тўйинмаган ёр кислоталаридаги қўш боғламларнинг кислоталар билан оксидланиши натижасида алдегид ва ёр кислоталари тўпланиши туфайли ёғлар эскириб ёқимсиз ҳидли бўлиб қолади.

Ёғлар таркибида $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$ гуруҳлари кўпلىгидан улар сузда эримайди, сузда 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 таркибдаги эркин ёки глицерин билан боғланган

мой кислоталарини нейтраллаш учун сарф бўлган ҚОН миқ-
дори (мг хисобида) совунланиш сони деб аталади.

1 г таркибидаги эркин мей кислоталарини нейтраллаш учун сарфланган ҚОН миқдори мойнинг кислоталик сонини дейилади.

100 г мой томонидан боғланган йод миқдорига (г ҳисобида) йод сонн дейилади. Бу кўрсаткич воситасида ёғ таркибидаги кўш боғларнинг кўп-озлиги аниқланади. Таркибида кўш боғли тўйинмаган ёғ кислоталарини сақлаган лак, бўёқ ва алифмой ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади.

Усимликларнинг яшаш шароитига кўра тўйинмаган ёф
кислоталаридаги қўш боғлар сони кўп-озлигига қараб йод сони
ҳар хил бўлади. Масалан, Тошкентда ўсган зигир мойнинг
йод сони 154 бўлса, Архангельскда ўсган зигир мойнинг йод
сони 195 бўлган.

2. Фосфатидлар ҳосил бўлишида ёғ кислоталар билан бирга глицериннинг битта водороди фосфат кислота қолдиги билан ўрн алмаштиради. Фосфатидлар синтезланишида глюкоза, галактоза ва пентоза ҳам иштирок этади. Фосфатидлар оддий оқсиллар билан қўшилиб, липопrotein деб аталадиган мураккаб оқсиллар ҳосил қилади. Липопroteinлар мағиз, плазмада, митохондрий ва рибосомалар таркибида асосий ўринни эгаллайди.

Фосфатидларнинг оз ёки кўп бўлиши ўсимликнинг турига боғлиқ эканлиги кўйндаги жадвал маълумотларидан кўринади.

55-жадвал

Ўсимлик	Қуруқ модда ҳисоби- га фосфатидлар миқдори, %	Ўсимлик	Қуруқ модда ҳисоби- га фосфатидлар миқдори, %
Соя уруғида	1,6—2,2	Бугдой дониди	0,4—0,5
Нўхат уруғида	1,0—1,1	Мақкажўхори дони- да	0,2—0,3
Чигитда	1,7—1,8	Қунгабоқар писта- сида	0,7—0,8

Таркибида лецитин ёки кефалин сақлаган фосфолипидлар оқчиллар билан бирикиб липопротеидларнинг синтезланишини таъминлайди. Ҳосил бўлган липопротеидлар цитоплазма ва мембраналарнинг тикланишида маъсул бирикмалардир.

Фосфолипидлар таркибида лецитин ва кефалиндан ташқари
соя уруғида мио-инозит, маккажўхори донида церебран деган
моддалар борлиги аниқланган.

3. Ёғларда эрийдиган каротиноидлар. Бу гуруҳга кирган бирикмалар фақат органик эритувчи (спирт, бензин, бензол) ларда эрийди. Масалан, хлорофилл хлорофиллидикарбон кистотага фитол ва метил спирт қўшилишдан ҳосил бўлади. Бу

пигмент мураккаб эфирлар гуруҳига киради. Хлорофиллдан ташқари, бу гуруҳга ксантофилл, каротин ва помидорга ранг берувчи ликопин пигментлари ҳам киради.

4. Стероид ва стероллар юқори молекулали циклик спиртлар билан ёғ кислоталарининг бирикишидан ҳосил бўлади. Стероидлар оқсиллар билан бириқиб, цитоплазма таркибида учрайдиган комплекс моддаларни ҳосил қилади. Масалан, эргостерол бирикмаси ультрабинафша нур таъсирида D_2 витамин ҳосил қилишда иштирок этади.

Стероидлар маккажўхори, бугдой ва шולי донининг муртагида ва турушлар таркибида кўп учрайди. Бу бирикмалар совунланиш реакциясига киришмаганлиги сабабид, 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 шакрлар ва азотсиз моддалар кўп бўлиб, уруғ етилиш даврида уларнинг миқдори кескин камайиб, унинг ҳисобига ёғлар ҳосил бўлади. Бундай ҳолатни етилаётган канақунжут уруғи мисолида кўриш мумкин.

56-жадвал

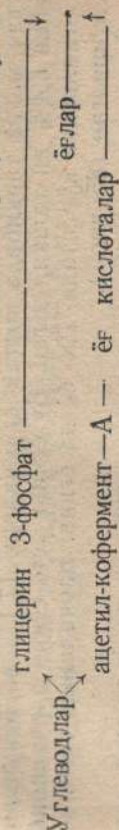
Кунлар	Шакрлар, % ҳисобида	Ёғлар, % ҳисобида
7 июлда	11,45	7,35
18 июлда	11,20	9,30
8 августда	9,49	15,21
18 августда	1,68	45,75

Шакр ҳисобига ёғнинг синтезланиши ўрмон ёнғонининг етилиш жараёнида содир бўлганлиги қуйидаги жадвал далилларида кўринади.

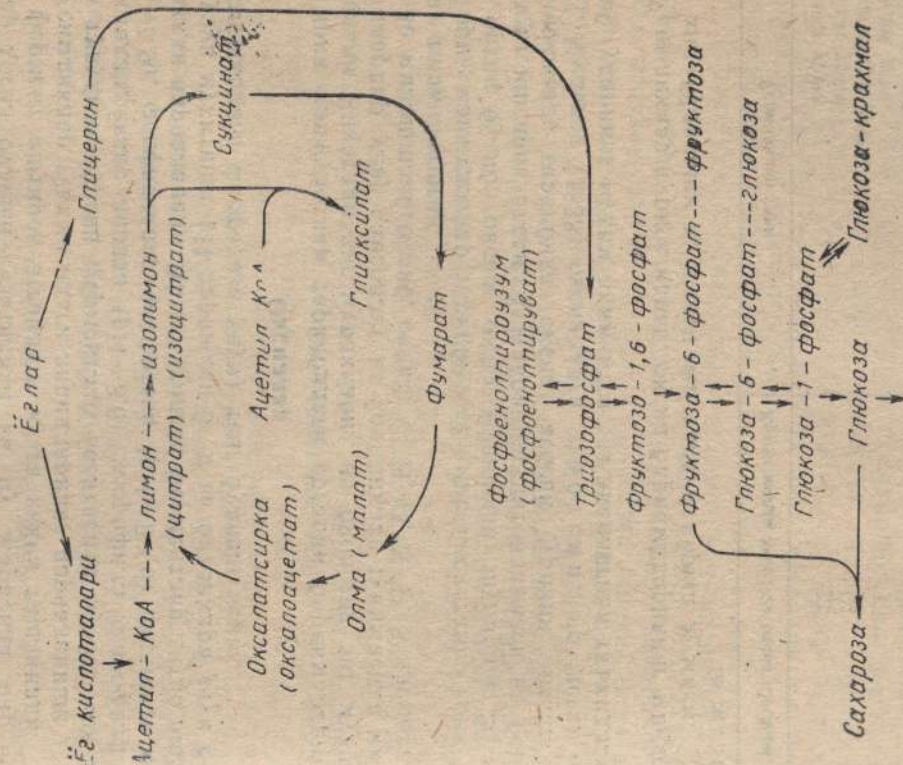
Анализ кунлари	Ўрмон ёнғони маъзининг таркиби, % ҳисобида			
	мой	глюкоза	сахароза	крахмал ва декстринлар
6 VII	6	7,6	0	21,8
1 VIII	16	2,4	0,5	14,5
15 VIII	42	0,0	0,6	3,2
1 IX	59	0,0	0,8	2,6
4 X	62	0,0	1,6	2,6

Канақунжут уруғини текшириб олинган маълумотлар ёғ ҳосил бўлишидаги асосий маҳсулот шакр эканлигини яққол исботлайди. Яқин йилларда таркибида нишонланган углевод (C^{14}) атомлари сақлаган шакрлар ишлатилган вақтда ҳам

улар ҳисобига ёғ ҳосил бўлиши тўла тасдиқланади. Шакрлар 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:



Моддалар алмашинуви жараёнларида ўсимликлар тўқимасидаги мойларнинг парчаланишини аниқлашда мойли уруғ-



85-расм. Ёғнинг парчаланиш схемаси.

ларнинг униш вақтида тажриба ўтказилади. Унаёган уруғ таркибидagi ёғ миқдорининг камайиб боришини муаллиф чигит устида, Мюнц кўкнор устида тажриба ўтказганлар. Муаллиф далиллариға кўра, унган чигит мағзи таркибидagi ёғ миқдори қуруқ массасининг 20% ини ташкил этган бўлса, 3 кун ўтга мағиз таркибидa қолган ёғ миқдори 17,1% ва 5 кундан кейин 6,4% ни ташкил этган. Бу ёғнинг аста-секин парчаланиб борганлигини кўрсатади. 191-бётда ёғнинг парчаланиш схемаси келтирилган (85-рasm).

Схемаға диққат билан қаралса, глицерин ва ёғ кислоталар бевосита моддалар алмашинуви вақтида сув ва карбонат ангидридга парчаланиб кетмай, балки бир қаңча оралиқ бирикмалар ҳосил бўлиши кузатилади ва бу жараёнда бир неча хил фермент иштирок этганлиги кўзга яққол ташланади.

Ўсимликлар тўқимасидagi липидларнинг парчаланиши эсте-ваза гуруҳига кирган ферментлар воситасида рўёбга чиқади. Жумладан, ёғлар липаза (pH—3,6), хлорофилл хлорофиллаза (pH—5,9), фосфатидлар фосфатаза (pH—5—6) ферменти иштирокида парчаланadi. Айтиб ўтилган ферментлар актив ишла-ши учун муҳитнинг pH даражаси 3—6 ва баъзилар учун 8 га (картошкадаги фосфатаза учун) тенг бўлиши керак.

Оқсиллар

Тирик мавжудотлар таркибидagi органик бирикмаларнинг химиявий жиҳатдан энг мураккаби ва биологик энг муҳими оқсиллардир, улар ҳайвонлар ва ўсимликлар тўқимасида минг-лаб ва миллионлаб бўлиб, оқсил: C, H, O, N, P, S элементла-ридан ташкил толган.

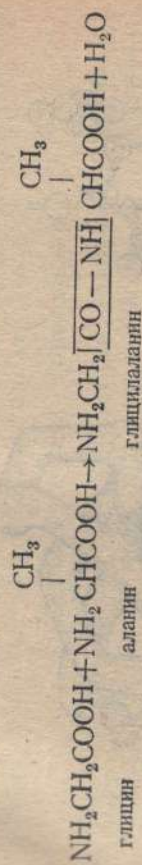
Тирик мавжудотлар таркибидagi аминокислоталар сони 100 дан ортқ бўлиб, оқсил ҳосил бўлишида шулардан 20 хил кислота иштирок этади. Хужайранинг цитоплазмаси ва бошқа организмлари таркибидa оқсил асосий ўринни эгаллайди. Г. И. Мульдер (1838) оқсилларга протейнлар деган ном бериб, уларнинг муҳим аҳамиятга эга эканлигини таъкидлаган эди.

Ўсимликлар туриға қараб, оқсил бирикмаларининг миқдори ҳар хил бўлишини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин:

Ўсимликлар тури	Куруқ модда ҳисобига оқсил миқдори, %
Ловия уруғи	25
Нўхат уруғи	25
Қунтабоқар уруғи	25
Бугдой дони	15
Маккажўхори дони	10
Себартанинг вегетатив органлари	15
Картошка туғунаги	2
Қизилча	1
Қарам	1,5
Бодринг	0,7

Э с л а т м а: картошка, қизилча, қарам ва бодрингни ана-лиз маълумотлари шу ўсимликлар тўқимасининг ҳўл массаси ҳисобига олинган.

Оқсил молекуласи турли-туман аминокислоталар комбина-циясидан ташкил толган бўлиб, бир аминокислотанинг COOH гуруҳи иккинчи аминокислотанинг NH₂ гуруҳи билан реакцияға кириши туфайли тубандаги реакция асосида пептид (CO—NH) боғлар ҳосил бўлади:



Иккита аминокислотанинг бирикишидан ҳосил бўлган би-ризма — д и п е п т и д г л и ц и л а л а н и н деб аталади.

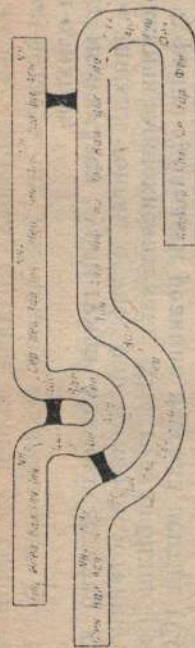
Э. Фишер ва унинг шогирди Е. Абдергальден 18—19 та аминокислотани бир-бириға қўшиш натижасида оқсилларға яқин бўлган полипептид-пептон ҳосил қилган.

Оқсил молекулалари ҳосил бўлишида жуда кўп аминокис-лоталар қатнашади. Улардан лейцин, изолейцин, лизин, мети-онин, 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 (NH₂) гуруҳлар борлиги кўзга ташланади. Бир вақтнинг ўзида кислота ва ишқор хусусиятларини сақлаган моддалар амфотерм бирикма-лар деб аталади. Амфотерм хусусиятли аминокислоталарнинг комбинациясидан ҳосил бўлган оқсиллар ҳам амфотерм бирик-малар ҳисобланади. Оқсил бирикмаларининг амфотермлик хусусияти жуда муҳим аҳамиятга эга бўлиб, кислотали шаро-итда улар ўзининг ишқорий хусусиятини юзага чиқарса, ишқо-рий шароитда кислоталик хусусиятини юзага чиқариб, муҳитни нейтраллашда иштирок этади.

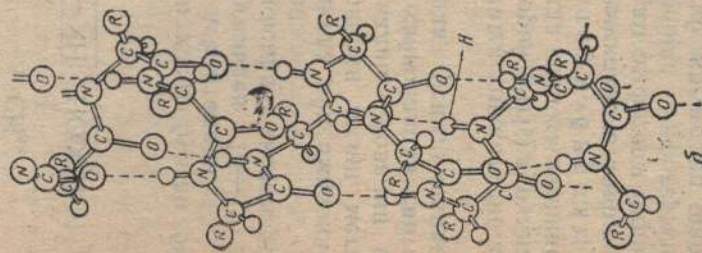
Оқсиллар физик-химиявий хусусиятиға кўра, ипсимон (фиб-рилла) ва юмалоқ (глобула) шаклларда учраб, улар бирламчи, иккиламчи, учламчи ва тўртламчи тузилишга эга. Соч, ҳайвон-лар шохи ва туёғи таркибидagi керотин, ипак фибриони ва мускуллар мнoзинини фибрилла шаклидаги оқсилларға ми-сол қилиб кўрсатиш мумкин. Глобула шаклидаги оқсиллар ми-ўсимликлар ва ҳайвонлар органларида кўп тарқалган, улар-нинг шакли шарсимон, дуксимон ва баъзан нинасимон бў-лади.

Аминокислоталарнинг ҳар хил тартибда ва изчилликда би-рикиши натижасида ўзига хос оқсил молекулалари синтезла-нади. Алфавит ҳарфларининг маълум тартибда ва изчилликда



86- расм. Оқсил молекулаларини бир, (икки, уч ва тўртламчи тузилиши:

а — аминокислоталарнинг кетма-кет пептид боғланиш билан боғланган воситасида оқсил занжирининг ҳосил бўлиши, оқсил бирламчи тузилишининг тасвирлаши; б — спирал шаклида жойлашган полипептид занжирининг СО ва Н гуруҳларининг водород боғламлари воситасида боғланиши, оқсил иккиламчи тузилишининг ташкил этилиши; в — оқсил молекуласининг уламчи тузилишида бир неча полипептид занжирларининг фазода ўзинга ҳос бирлаш- шидан копток (глобула) шаклини эгаллаши. Бунга мушак оқсилли миоглобин мисол бўлади. Учламчи тузилишида оқсиллар водород ва дисульфид боғламлари билан му- тақам боғланган. Тўртламчи тузилишидаги оқсил молеку- лари учламчи тузилишдаги оқсил молекулаларининг бир- лашшидан ташкил топган. Масалан, гемоглобин молеку- ласи тўртта мустақил полипептид занжирининг бирлаши- шидан ташкил топади. Бу полипептид занжирларининг иккитаси α ва иккитаси β спирал полипептид занжирлари- дир.



жойлашиши натижасида, маълум сўзлар тузилганидек, аминокислоталар қўшилишидан ҳам пептид боғлар воситасида маълум бир функцияни бажарадиган оқсил бирикмалари ва ферментлар ҳосил бўлади.

Аминокислоталар қолдинининг маълум изчилликда бири- киши натижасида ҳосил бўлган полипептид занжири бирлам- чи тузилишдаги оқсил ёки фермент деб ата- лади.

Бирламчи структурали оқсил молекуласи пептид (СО—NH) боғларидан ташкил топган бўлиб, молекуланинг бир томонида амин (NH₂), иккинчи томонида карбоксил (COOH) гуруҳи жойлашган. Бирламчи структурали оқсил молекуласи тўғри ип шаклида, унинг ён тармоқлари бўлмайди. Бирламчи оқсилни ташкил этишда ковалент боғлар (—СО—NH—) ва дисульфид (S—S) боғлар ҳам учрайди. Бирламчи структу-

рали оқсил молекуласи асосида, иккиламчи, учламчи ва тўртламчи структурали оқсил молекулалари ташкил топади (86- расм).

Оддий ва мураккаб оқсиллар. Оқсил молекулаларининг синтезланиши

Оқсиллар химиявий тузилишига кўра, оддий ва мураккаб оқсилларга бўлинади. Оддий оқсиллар-протеинлар, мураккаб оқсиллар — протеидлар деб аталади.

Оддий оқсиллар — протеинлар

Булар ўсимликлар уруғида заҳира модда сифатида тўпланади. Протеинлар турли эритувчиларда эриш хусусиятига қараб, ўз навбатида бир неча гуруҳни ташкил этади:

а) альбуминлар сузда эрийдиган оқсиллардир. Улар буғдой донида, ўсимликларнинг яшил тўқимала- рида кам учрайди. Тухум оқсили таркибида альбумин гуруҳига кирган оқсиллар жуда кўп бўлади;

б) глобулинлар 10% ли NaCl, (NH₄)₂SO₄ тузлар эритмасида осон эриydi. Улар ўсимликлар тўқимасида кўп учрайди. Нўхат донида легумин, ловияда фазелин глобулин- лари учрайди;

в) проламинлар 70% ли спиртта эрийдиган оқсиллар- дир. Буғдой донида глиадин, арпада гордеин, маккажўхорида зеин оқсиллари бўлади;

г) глютелинлар 0,2—2% ли ишқор эритмасида эрий- диган 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 табиатида эга бўлмаган ва протетик гуруҳ деб атал- ган моддаларнинг оддий оқсиллар билан бирикишдан мурак- каб оқсиллар ҳосил бўлади. Мураккаб оқсил унинг молекула- сига қўшилган модданинг номи билан аталади ва бир неча гуруҳга бўлинади:

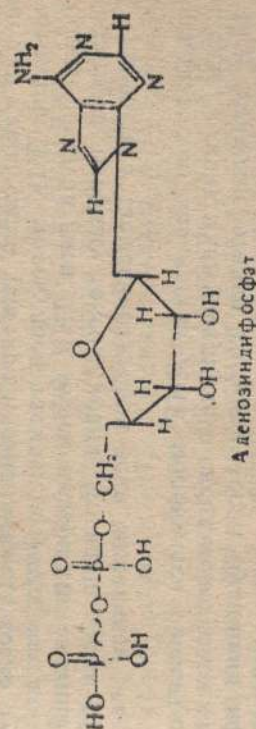
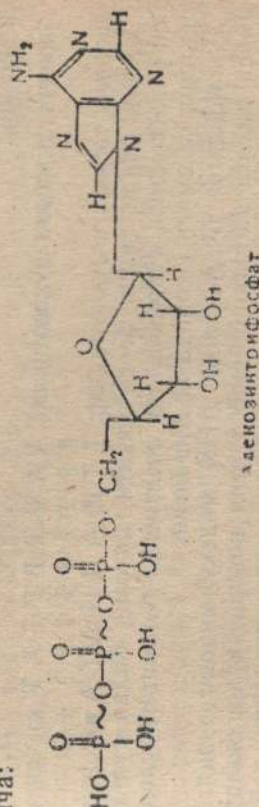
а) липопротеидлар оддий оқсилларга ёғ, лецитин, холестерин, кефалин ва бошқа турдаги липоидлар қўшилиш- дан ҳосил бўлади. Липопротеидлар цитоплазманинг муҳим компоненти сифатида қатнашади, ўсимликлар тўқимасидаги липопротеидлар ҳозиргача тўла текширилмаган;

б) оддий оқсил молекулаларига глюкоза, манноза, галак- тоза, гексозамин, глюкокурон кислота ва бошқа углеводлар қўшилишдан ҳосил бўлган мураккаб оқсиллар глюкопро- теидлар деб аталади. Глюкопротеид (мукоид) ларга тулук таркибидаги муцин, тоғай ва суяк таркибидаги мукоидлар киради;

Нуклеотидлар ҳосил бўлиши- да иштирок этадиган азотли асослар	рНҚ		ДНК		Нуклеотидларнинг харфлар билан ифодаланиши
	таркибдаги нуклеотидлар				
Урацил	Уридил кислота	—			У
Тимин	—	Тимидил кислота			Т
5-метилцитозин	—	5-метилдезоксин- тидил кислота			МЦ

Ҳужайрадаги нуклеотидлар фақат РНК ва ДНК молекулари ҳосил бўлиши учун сарфланмай, балки уларга фосфат кислоталар қолдиги қўшилиши натижасида ўзига 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 чиқади.

АДФ молекуласида битта, АТФ молекуласида иккита макроэргик боғ бўлади. Уларнинг химиявий структураси қуйидагича:



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 ҳарфлар билан ифодаланади. Макроэргик боғ фақат АДФ ва АТФ молекулаларида бўлмай, балки фосфоенолпируват кислотасида

в) оқсил молекуласига рангли моддалар қўшилишидан хромопротеинлар ҳосил бўлади. Хромопротеинларга хлорофилл ва гемоглобин мисол бўлади. Бу гуруҳга ўзига металл сақлаган каталаза, пероксидаза ферментлари ва цитохромлар қўшилади;

г) оқсил молекуласига фосфат кислота қўшилишидан фосфопротеинлар ҳосил бўлади. Фосфопротеинларга сўт таркибдаги казеин оқсили мисол бўлади. Фосфопротеинлар кам ўрганилган;

д) оқсилларга нуклеин кислоталар қўшилишидан нуклеопротеинлар ҳосил бўлади. Нуклеопротеинлар ҳаёт жараёнида муҳим ўрин эгаллайди. Тирик организмлар таркибдаги мураккаб органик моддани Ф. Мишер (1868) балиқ сперматидан 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 ўзига 5 атом углерод сақлаган рибоза ва дезоксирибоза шакллари ҳам бор.

Пиримидин ёки пурин асослари рибоза ёки дезоксирибоза шакллари билан қўшилишидан ҳосил бўлган аденозин, гуанозин, уридин, цитидин, тимидин ва 5-метилцитидин нуклеозитлари ҳосил бўлади.

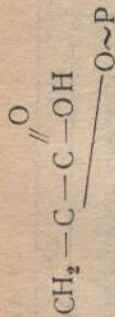
Пурин ва пиримидин асослари дезоксирибоза шакли билан қўшилишидан ҳосил бўлган нуклеозитлар дезоксиаденозин, дезоксигуанозин, дезоксицитидин, 5-метилдезокситидин ва тимидин деб аталади.

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 (РНҚ) ва дезоксирибонуклеин (ДНК) молекулалари ҳосил бўлади. Улар ўртасидаги муҳим фарқлар қуйидаги жадвалда келтирилган.

59-жадвал

Нуклеотидлар ҳосил бўлиши- да иштирок этадиган азотли асослар	РНҚ		ДНК	Нуклеотидларнинг харфлар билан ифодаланиши
	таркибдаги нуклеотидлар			
Аденин	аденил	дезоксаденил		А
Гуанин	кислота	кислота		Г
Цитозин	гуанил	дезоксигуанил		
	кислота	кислота		
	цитидил	дезоксцитидил		Ц
	кислота	кислота		



ва ацетилфосфат $\text{CH}_3 - \text{C} - \text{O} - \text{P}$ таркибида ҳам учрайди.

ДНК молекулалари ҳосил бўлишида иштирок этган нуклеотидлар сони кўп бўлганлигидан, уларнинг молекула массаси бир неча юз мингдан бир неча миллион birlikгача етади. Масалан, бактерияларда 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 омилни 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.
 Хужайранинг бўлинишида ДНК молекуласининг эшилган тасмаси иккита тасмани қўшиб турган водород кўприкчалари ДНК полимераз ферменти таъсирида ажралгандан кейин уларнинг ҳар қайсиси ўз мустақиллигини эгаллайди. Мустақил қолган ҳар қайси тасма хужайра цитоплазмасида ҳосил бўлган нуклеотидлар ДНК молекуласи тасмасида ўзига хос жойлаш-ган иккита эшилган янги ДНК молекулалари синтезланиб, қиз хужайраларга баравар тақсимланади. Янгидан ҳосил бўлган ДНК молекуласи тасмасининг бири эски, иккинчиси эса янги синтезланган тасмадир.

Оқсиллар синтезланишида ДНК молекуласи бевосита қат-нашмасида, у тирик мавжудотлардаги оқсил молекуласи қандай ва қайси аминокислоталар ҳисобига ҳосил бўлишини ифода-лайди. Оқсиллар турини аниқлашда ДНК молекуласи асосида махсус хабарловчи — информацион 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

бўлади. Бошқача айт-ганда, и-РНК сони тирик мавжудотларда синтез-ланадиган оқсиллар ту-рининг сонига мос кела-ди. Оқсилнинг турига қа-раб, и-РНК бир неча юзта ва ҳатто, мингта нукле-отиддан ташкил топган бўлиб, унинг молекулалар массаси миллион birlik-кача етади.

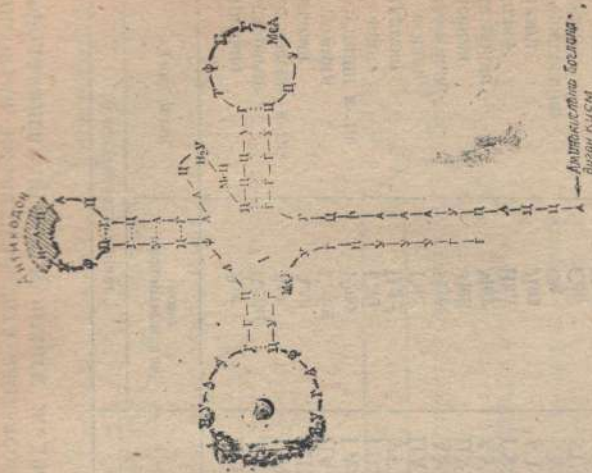
и-РНК молекуласи тасмасидаги оқсилнинг синтезланиши учун за-рур бўлган аминокисло-талар турини ва улар-нинг жойлашиш тарти-бини ифодалашда 3 та асоснинг бош ҳарфлари олинади. Булар код ёки кодон дейилади.

ДНК даги нуклеотид жойлашиш тартибнинг и-РНК га тартиблиш принципи деб аталади. ДНК тасмасидаги нуклеотидлар асосида ҳосил бўл-ган и-РНК мағиз пўстидаги оралиқлардан чиқиб цитоплазма-даги рибосомаларга бориб жойлашади.

Рибосомалардаги нуклеин кислота рибосома и-РНК дейилиб, қисқача р-РНК шаклда ифодаланади. р-РНК 4—6 000 нукле-отиддан ташкил топган бўлиб, унинг молекулалар 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 хужайрада ўзига хос ташувчи — транспорт РНК молекулалари ҳам мавжуд. Бундай РНК молекулалари т-РНК шаклда ёзилади. т-РНК молекула-сининг массаси 25—35 минг birlikдан ошмайди. Унинг тарки-бидаги нуклеотидлар сони 60—90 донора оралиғида, т-РНК сони оқсиллар синтезланишида иштирок этадиган аминокислоталар сонига тенг. Шунга қўра, 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 ишлати-лади. Белгиларни аденин, гуанин, урацил ва цитозин азот асос-ларининг бош ҳарфлари билан кўрсатиш қабул қилинган. Ҳар қайси т-РНК қандай аминокислотани боғлаб олиши ҳар хил



87-расм. т-РНК молекуласи тузили-шининг схемаси.

нисбатда жойлашган учта азот асосининг бош ҳарфлари билан ифодаланганлигини куйдаги жадвалдан кўриш мумкин.

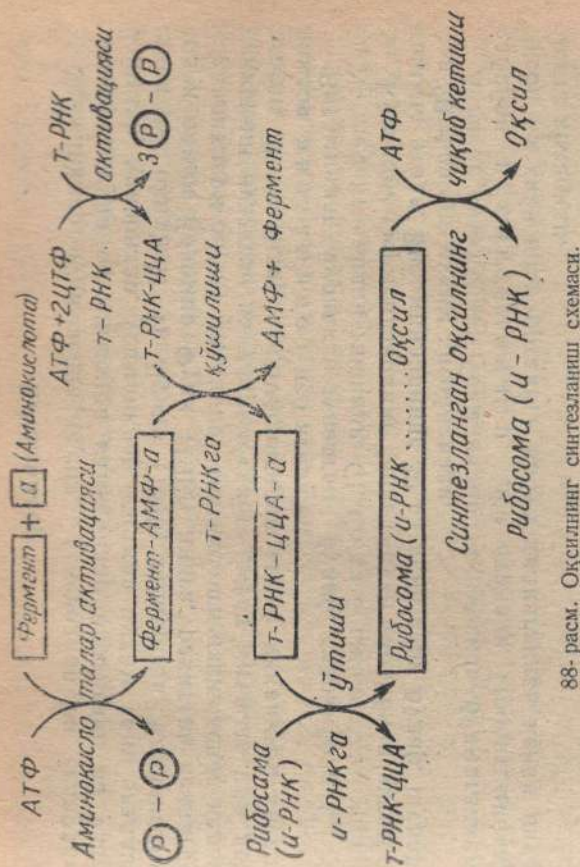
60-жадвал

Аминокислоталарнинг		Аминокислоталар кодлари ифода- лабдиган азот асосларнинг жойлашш тартиби	
тўлиқ номи	қисқартирилган номи	тўлиқ номи	қисқартирилган номи
Аргинин	Арг	АГГ	АГА
Аспарагин	Асп	ААУ	ААЦ
Аспарагин к-та	Асп	ГАУ	ГАЦ
Аланин	Ала	ГЦУ	ГЦЦ
Глутамин	Глу	ЦАА	ЦАГ
Глутамин к-та	Глу	ГАА	ГАГ
Глицин	Гли	ГГУ	ГГЦ
Цистин	Цис	УГУ	УГГ
Гистидин	Гис	ЦАУ	ЦАЦ
Изолейцин	Изе	АУУ	АУГ
Лейцин	Лей	ЦУЦ	ЦУА
Метионин	Мет	АУГ	АУА
Валин	Вал	ГУУ	ГУЦ
Лизин	Лиз	ААА	ААГ
Фенилаланин	Фен	УУУ	УУЦ
Серин	Сер	УЦУ	УЦЦ
Пролин	Про	АЦУ	АЦЦ
Треонин	Тре	УГА	УГГ
Триптофан	Три	УАУ	УАЦ
Тирозин	Тир		

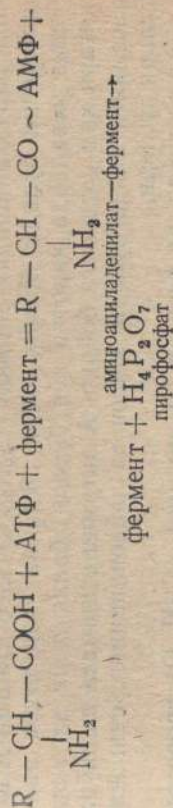
Жадвалга эътибор берилса, аргинин 6, лейцин 5, аланин, глицин, изолейцин, валин, серин, пролин, треонин ва тирозин 4, метионин эса 1, қолган аминокислоталар 2 хил белги билан ифодаланганлиги кўзга ташланади. Аминокислоталарнинг баъзилари бир неча хил белги билан ифодаланиш сабаблари ҳали аниқланмаган.

и-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. Масалан, 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.

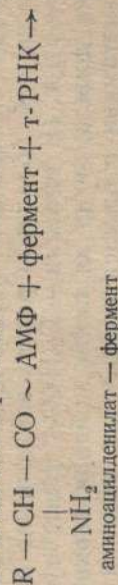
и-РНК тасмасидаги аминокислоталар ўзига хос жойлашиб, ўзаро боғлангандан кейин рибосомаларда ёки полисомаларда ҳосил бўлган полипептид (оқсил) молекулалари бўшаб чиқиши билан умумий моддалар алмашинуви жараёнларида фаол қатнашади. Куйда оқсил синтезининг схемаси келтирилган (88-расм).



Схемага кўра, аминокислота ва т-РНК молекулалари и-РНК тасмасига бориб жойлашишдан 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:



→ аминокислота ~ РНК + АМФ + фермент

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 оқсил, углеводлар ва ёғлардан ташқари, жуда оз миқдорда витаминлар борлигини ва улар одамлар, ҳайвонлар, ўсимликлар ҳаётида муҳим ўрин эгаллашини рус олими Н. И. Лунин (1880) аниқлаган. Кейинчалик поляк олими Казимир Функ (1912) цинг, рахит ва пеллагра касалликлари айрим моддалар етишмаслиги натижасида келиб чиқишини кузатган ва уларни «ҳаёт» деган маънода *vita* деб атаган. Витаминлар етишмаслигидан келиб чиқадиган касалликлар авитаминоз деб аталади.

Витаминлар мураккаб тузилган бўлиб, таркибида С, Н, О, N элементларидан ташқари, Cl, Co 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 парчаланishiдан ретинол ($C_{20}H_{29}OH$) деб аталган А витамини ҳосил бўлади. Қовоқ, сабзи, беда ва зарғалдоқ рангли бошқа меваларда каротин кўп бўлади, балиқ мойи ва моллар жигари ҳам ретинолга бойдир. А витамин етишмаса шапқурлик 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, сут, нўхат, ловия донида, зигир ва пахта мойлари таркибида кўп бўлади. Е витамини етишмаса эркакларда спермий етилиши сустлашади, аёлларда эмбрионни ташлаш ҳодисалари кузатилади.

Филлохинон (K_1 витамин — $C_{11}H_{12}O_2 \cdot C_{20}H_{39}OH$ ва K_2 витамин $C_{11}H_{12}OH \cdot C_{36}H_{42}OH$). Унда фитол ($C_{20}H_{39}OH$) сақлагани K_1 дефорнизил ($C_{36}H_{42}OH$) сақлагани K_2 витамини дейилади. Филлохинон беда, қичитқитикан, исмалоқ ва бошқа ўсимликлар тўқимасида учрайди. Филлохинонлар қон ивишини

таъминловчи протромбин оқсилнинг ишланиб чиқишига таъсир этади.

Сувда эрувчан витаминларга аскорбин кислота (С), тиамин (B_1), рибофлавин (B_2), никотинамид кислота (РР) ва бошқалар киради.

Аскорбин кислота (С витамин — $C_6H_8O_6$) наъматак мевасида, етилган ёнғоқ мағзида, гармдорида, укроп, пиёз ва бошқалар таркибида кўп бўлади. Аскорбин кислота сорбит шаклидан синтезланади. Агар бу кислота етишмаса, милклар яллиғланади, тишлар тушади, қон капилярлари ва майда томирлар девори мўртлашиб, ёрилишдан тана бўшлиқларига қон оқиб чиқиши кузатилади. Аскорбин кислота нафас олиш жараёнидаги оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида фаол қатнашади. У одам, маймунлар ва денгиз чўққаларидан ташқари, ҳамма ҳайвонлар танасида синтезланади.

Мева ва сабзавотларнинг камлигидан куз ва қиш фаслларида, узоқ вақт давомнда витаминли озиқларни қабул қила олмаганликларидан Шимоллий районларда цинг касаллиги келиб чиқишига сабаб бўлади. Жан Картье (1535) саёхатчилардан 100 та матрос цинг билан касалланиб, уларнинг 25 таси ҳалок бўлган. Қолган ўлим ҳолидаги беморлар қарағайнинг барг сувини ичиши натижасида улар соғайган. Саёхатчи Лаптев (1736) Шимоллий денгиздан йўл солишга йўналганда цинг касаллигининг олдини олиш мақсадида қарағай барг ширасини ишлатган. Саёхатчи Кузенштерн (1803) цингдан сакланиш учун Камчатка аҳолисига ёввойи саримсоқ, шумурт ва сельдерейни истеъмол қилиш зарурлигини айтган. Россияда 1490 йилда 260 минг 444 аҳоли цинг билан касалланган. Шулардан 70 минг киши ҳалок бўлган.

Тиамин (B_1 витамин — $C_{12}H_{17}N_4SO \cdot HCl$) қуруқ турушларда, соя, ловия донида, шол, бугдой, арпанинг сиртки қобиғида кўп бўлади. Тиамин карбоксилаза ферментининг фаол гуруҳини ташкил этади. Агар тиамин етишмаса, бери-бери касаллиги пайдо бўлади. Бу касалликда марказий ва периферик нерв системаси тўқималари ишдан чиқади. Бери-бери касаллиги кўпинча Хитой, Япония, Бирмада ва Шарқдаги бошқа мамлакатларда кенг тарқалган.

Ява ва Модур оролларида 1896 йилда қамоқхонада ётган 279 623 маҳбусдан бери-бери (марказий ва периферик нерв системаси) билан касалланган 8400 киши ўлган. Англиянинг Гонконг колониясида 1941 йилда 350 000 аҳолидан 10 000 таси бери-бери билан касалланиб, шулардан 1000 таси ҳалок бўлган. Японияда (1920—1929) 200 000, Америкада (1917) 160 000, 1930 йилда 250 000 киши бери-бери билан касалланиб, уларнинг кўпчилиги ҳалок бўлган.

Рибофлавин (B_2 витамин — $C_{17}H_{20}NO_6$) жигар, мускулларда, буйракда, миёда, тухум, сут ва чигит кунжараси таркибида кўп бўлади. Рибофлавин фосфат кислота билан қўшилган ҳолда (фосфат кислота шаклида АТФ молекуласи

билан қўшилиб) сариқ рангли флавин моноклеотид ва флавин аденидинуклеотид (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, сабзи, гўшт таркибида 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 (H), пантотен кислота, фоллий кислота (B_9), цитрин, флапон (P) ва таркибида CN ҳамда Co элементни сақлаган антианемик (B_{12}) витаминлар ҳам ҳаёт учун зарур эканлиги аниқланган.

Инсон ва ҳайвонларга витаминлар ниҳоятда зарур бўлиб, ўсимликларнинг ўсиши, ривожланиши ва моддалар алмашинуви жараёнлари давом этиши учун муҳим органик бирикмалар бўлиб ҳисобланади. Кўпгина витаминлар (аскорбин кислота) оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида қатнашиб, фотосинтез жараёнини, углеводларнинг ўзгаришини, ассимилятлар ҳаракатларини ва гулнинг уруғланиш жараёнини фаоллаштиради. Аминокислоталар, оқсил, органик кислоталар, оқсил синтезланишида ҳамда илдишлар ривожланишини жадаллаштиришда тиамин ва никотин кислота муҳим аҳамиятга эга эканлиги аниқланди. Тиаминда ивтилган чигитнинг униши тезлашганлигини Л. А. Полянская, А. К. 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 жараёнларининг нормал боришида катта аҳамиятга эга. Уларнинг баъзилари айрим ўсимликларда кўп миқдорда тўпланса, бошқаларида эса кам миқдорда тўпланади.

Иккинчи даражали органик бирикмаларга органик кислоталар, глюкозидлар, ошловчи моддалар, алколондлар, эфир мойлар, смолалар, ўстирувчи гормонлар, антибиотиклар, фитонцидлар, каучук, ранг берувчи ва бошқа турли бирикмалар кирadi.

Органик кислоталардан чумоли кислота ($HCOOH$) малина, олма меваларида учрайди, у ўткир ҳидли бўлади.

Сирка кислота (CH_3COOH) сирка кислотали бижғиш-ни қўзғатувчи, мой кислота ($CH_3 CH_2 CH_2 COOH$) мой кислотали бижғиш-ни қўзғатувчи ва сут кислота сут кислотали бижғиш-ни қўзғатувчи бактериялар томонидан кўп миқдорда ишлаб чиқарилади. Улар бошқа ўсимликлар тўқима-

сида оз учрасада, лекин уларнинг ҳаёти учун жуда зарур бирикмалар қаторига кирadi.

Пирузум ($CH_3COCOON$), оксалат ($HOOC COON$), каҳрабо ($HOOC CH_2 CH_2 COON$) виновалимон ($HOOC CH_2 HOOC CON CH_2 COON$) кислоталари ҳамма ўсимликларда учрайди ва нафас олиш, бижғиш жараёнларида оралиқ молда сифатида ҳосил бўлади. Шулардан оксалат кислота ровоч ва шўракларда; вино кислота узум, тут, помидор ва ананасда; лимон ва қаҳрабо кислоталар лимон, қорақат, гўза баргларида; шифтоли ва қудупнай меваларида кўп тўпланади. Булардан ташқари, баъзи ўсимликлар тўқимасида хинин, салицил, кумар ва кофеин кислоталар кўп тўпланади.

Моносахаридлар билан спирт, альдегид, фенол каби моддаларнинг бирикишидан ҳосил бўлган бирикмалар глюкозидлар деб аталади. Амигдалин глюкозиди аччиқ бодом, шафтоли, ўрик данаклари ва олча, олма уруғлари таркибида учрайди, у глюкоза, бензой альдегид ва цианид кислоталарнинг бирикишидан ҳосил бўлган.

Глюкованил ванил мевасида, солонин картошка туғунагида, кварцетин пиёзнинг рангли ташқи пўстида, қизилмия ва етмак илдишида сапоинин глюкозидлари бор. Ёввойи картошка ўсимлигида демиссин глюкозиди учрайди. У колорадо кўнғизи 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 хом терини пишитишда ишлатилади ва ошловчи моддалар деб аталади. Ошловчи моддаларнинг кўп-оз бўлиши ўсимликлар турига боғлиқ. Масалан, эман дарахти пўстлоғида 8—12% татун, скумпия баргларида 16—32% ва торон илдишида 13—27% бўлади. Ошловчи моддалар баъзи бактерияларга салбий таъсир этади, ўсимликларнинг ўсиш жараёнларини жадаллаштиради ва иммунитет ҳосил бўлишида қатнашади.

Ишқор табиятли органик моддалар алколондлар деб аталади. Алколондлар олма, сут, вино ва лимон кислоталар билан қўшилиб, тузлар шаклида ўсимликлар тўқимасида тўпланади. Дуккакдошлар, кўкнордошлар ва томатдошлар оилаларига кирган ўсимликлар таркибида алколондлар кўп бўлади.

Никотин, анабазин, атронин, коканин, хинин, кофеин, кодеин ва теобромин каби бирикмалар алколондларга мисол бўлади. Алколондларнинг кўпчилиги одам ва ҳайвонларни даволашда ишлатилади. Анабазин, никотин кабилар қишлоқ хўжалигида зараркунандаларга қарши курашда қўлланилади.

Айни вақтда алколондларнинг 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 тўла аниқланмаган. Баъзи олимлар алколоидлар ташланлиқ модда деб ҳисобласалар, бошқалари улар заҳира озик модда сифатида тўпланади деган фикрни илгари суради. Бир гуруҳ олимларнинг фикрича, улар ўсимликларни ҳимоя қилиш вазифасини бажарар экан.

Ўсимликлар барги, пояси, гули, уруғи ва илдиздаги фақат органик эритувчиларда эрийдиган, ҳидли моддалар эфир мойлар дейилади. Улар температура паст бўлишига қарамай тез бугланади. 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 ўстирилади. Эфир мойлар тиббиётда, озик-овқат саноатида, косметикада ва бошқа соҳаларда кўп ишлатилади.

Микроорганизмлар ажратган ўзига хос баъзи бирикмалар касаллик туғдирувчи организмларга салбий таъсир этиб, уларни нобуд қилади. Бундай моддалар антибиотиклар деб аталади.

Ҳозир 500 га яқин антибиотик текширилиб, тиббиёт ва ветеринарияда ишлатилмоқда. Шулардан пенициллин, стрептомицин, тетрациклин, биоминин, грамицидин, бициллин ва бошқалар дори-дармон сифатида кўп ишлатилади.

Совет олими Б. П. Токин (1928) микроорганизмларни нобуд қиладиган бирикмалар юксак ўсимликлардан ҳам ажралишини аниқлаб, уларни фитонцидлар деб атаган.

Баъзи эфир мойлар, алколоидлар, органик кислоталар ва аминокислоталар фитонцидлик хусусиятига эга. Фаол фитонцидлардан хонтал таркибидаги аллил мойи микроорганизмларга кучли таъсир этиб, уларни нобуд қилади. Пиёз, саримсоқ, қорақат, қарағай ва бошқа ўткир ҳидли фитонцид моддаларини шу ўсимликлар ишлаб чиқаради. Сабзида изокумарин, нўхатда пизантин, себаргада трифолизин, ловияда фазелин ва картошкада решитин фитонцидлари учрайди.

Ўсимликлар гулининг ранг-баранг бўлиши гултожибаргларидagi ранг берувчи моддаларга — антоциан пигментига боғлиқ. Хужайра шираси pH қимматининг ўзгариши натижасида ранг ҳам ўзгаради. Масалан, кислотали шароитда (pH 3—2) антоциан қизил, pH 8,5 га тенглашса, бинафша кучли ишқорий шароитда (pH 11) тўқ бинафша рангга ўзгаради. Қорачат мевасининг тимқора бўлиши антоциан билан хлорофилнинг комбинациясига боғлиқ.

Цитрус мевалар пўстининг сариқ рангга бўлиши ҳам таркибидаги антоциан пигменти, қора ва қўнғир ранглар ҳосил бўлиши антофен пигментига боғлиқ. Хужайра ичиди ҳаво

бўлиши натижасида гултожибаргларнинг туси оқ бўлади. Булардан ташқари, баъзи ўсимликлар ўстирувчи гормонлар (ауксин, гиббереллин, цитокинин), каучук, смола, елим, ка-нифоль, каҳрабо ва бошқа бирикмалар ишлаб чиқаради.

Ўсимликлар танасида моддаларнинг ҳаракатланиши

Ўсимликлар органлари ўртасида мавжуд физиологик жараёнларнинг ўзаро бирлигини таъминлашда ва тўқималарда ҳосил бўладиган бирикмаларнинг бир жойдан иккинчи жойга кўчиши (ҳаракатланиши) муҳим омиллардан бири ҳисобланади.

Ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиши узлуксиз ва ўз вақтида давом этиши учун бир органда ҳосил бўлган органик моддалар иккинчи органга силжиб ўтиши керак. Акс ҳолда ўсиш ва ривожланиш жараёнлари бузилиб, ўсимликлар нобуд бўлади.

Фотосинтез жараёнини таъминлаш учун илдизлари барг тўқималарига сув ва минерал элементлар етказиб берса, баргларда ҳосил бўлган органик бирикмалар ҳисобига илдиз ҳужайралари озиқланади. Ўсимликлар қабул қилган ва синтез жараёнида ҳосил бўлган моддаларнинг ҳаракатланишини М. Мальпигий (1679) ва айниқса, С. Гельс (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 моносхаридлар унинг флоэма элементларига ўтгандан кейин сахарозага айланиб, поя бўйлаб ўсимликнинг бошқа органларига томон ҳаракатланади. Азотли органик бирикмалар аминокислота ва амид (аспарагин, глютамин) шакллагина 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.

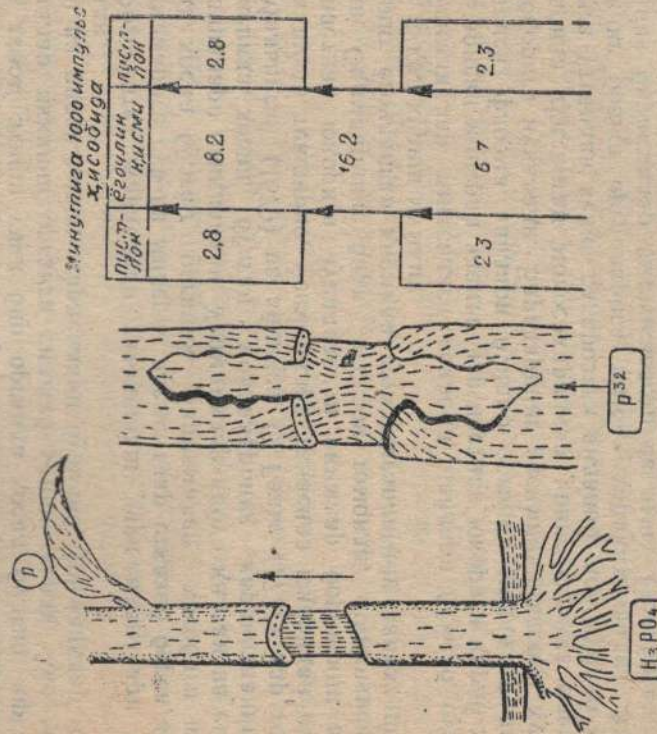
Пиёз ва бошқа сахарофилл ўсимликларда органик моддалар кечаю кундуз деярли барабар ҳаракатланса, крахмалли ўсимликларда шакарлар кечаси ҳаракатланиб, заҳира тўловчи органларга йиғилади. Баҳорда органик моддалар ксилема найлари бўйлаб ўсиш нуқталарига томон ҳаракатланади.

А. Л. Курсанов ишларидан олинган схема билан танишсак, нишонланган фосфорни илдиз қабул қилгандан кейин у ксилема ва флоэма найларига тенг тарқалган ҳолда ҳаракатланганлигини кўрамыз. Агар новданинг пўсти схемада кўрсатил-

гандек, ҳалқа шаклида ёғоч қисмига арчиб олинса, илди-дан қабул қилинган фосфор қсилема найлари орқали ўтиб, ҳалқа устида қайтадан флоэма ва қсилема элементлари бўйлаб ҳаракатланганлиги кўринади (89-расм).

Моддаларнинг ҳаракатланишини таъминловчи ва тартибга солувчи омиллар ҳали тўла аниқланмаган.

Моддаларнинг ҳаракатланиш жараёнлари акад. А. Л. Курсанов лабораториясида пухта текширилмоқда. Тажриба маълумотларига кўра моддаларнинг ҳаракатланиши цитоплазма-нинг фаоллигига, адсорбциялаш хусусиятига ва нафас олиш жадалигига боғлиқ экан.



89-расм. А. Л. Курсанов схемасига кўра, нишонланган фосфорнинг ҳаракатланиш оқими.

Флоэма ва қсилема 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 тўхтади. Ўсимликлар 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 ўсимликларнинг физиологик ҳолатига ҳам боғлиқ. Е. Мюнх (1930) таълимоти кўра, элаксимон ҳужайралар

орқали органик моддаларнинг бир ҳужайрадан иккинчисига қараб ҳаракатланиши тургор босим кучига боғлиқ. Бошқача айтганда, барг ҳужайраларида органик моддаларнинг концен-трацияси билан тургор босим кучи, элаксимон ҳужайраларида-гига нисбатан кучли бўлганлигидан барг ҳужайраларидаги органик моддалар элаксимон ҳужайраларга томон сил-жийди.

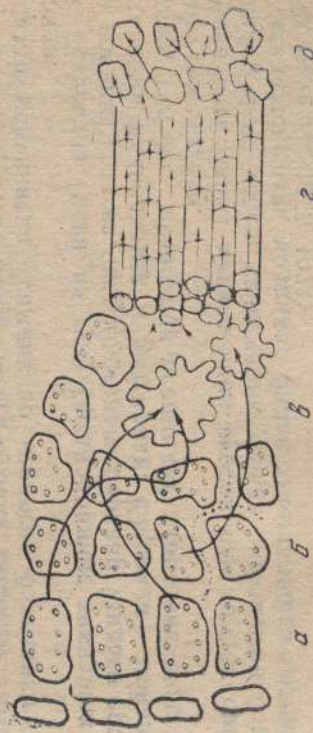
Д. Фенс (1972) фикрича, ассимилятларнинг ҳаракатла-ниши босим таъсиридан ташқари, ҳужайрадаги оқсил моле-кулаларнинг периталигик қисқаришига ҳам боғлиқ.

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 глюкозага парчаланadi. Глюкозага фосфор қислота қўшилишидан фруктоза дифосфат синтезланади. Бу бирикма ҳисобига ҳосил бўлган фосфоглицерин альдегиди ва фосфоди-оксинацетон хлоропласт мембранаси орқали цитоплазмага ўтади. Крахмалнинг содда бирикмаларгача ўзгариб, хлоро-пластдан цитоплазмага ўтиши ҳужайра ичидаги йўл деб аталади. Хлоропластларда синтезланган аминокислоталар ҳам шу йўл билан цитоплазмага йўналади.

Иккинчи босқичда цитоплазмага ўтган триозалар ҳисобига, қайтадан фруктозодифосфат тикланиб, унинг бир қисми нафас олишда ва бошқа моддаларнинг ҳосил бўлишида сарфланади. Кўпчилик қисми сахароза ҳолатигача ўзгариб қўшни ҳужайра-



90-расм. Органик модда (шакар, аминокислота ва бошқаларнинг ҳа-ракатланиш йўллари.

Ҳужайра ичида (А), баргнинг мезофил ҳужайралари (Б) орқали йўналадиган ситопласт (1) ва апопласт (2) йўллари воситасида оқиб кетган моддалар органик ҳужайралар (В) дан ўтказувчи найлар-флоэма (Г) га ўтиб, оқиб сиф-ланганлиги ва тўпланганлиги ҳужайра (Д) ларга етиб бориши.

ларга йўналтирилади. Уларнинг бир қисми ҳужайрадаги плазмодесмалар воситасида, яъни симпласт оқими билан ҳаракатланса, бошқа қисми ҳужайра пўстидан ҳужайра ораликлари, 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 сустлаша, органик моддаларнинг ҳаракатланиши ҳам сустлашади.

Баргга тўпланган органик моддалар ўсимликнинг бошқа органларига тақсимланиши маълум қонуниятга боғлиқ эканлигини ҳам А. Л. Курсанов (1976) ўз ходимлари билан аниқлаган.

Шулардан:

1. Озиқлантириш қонунига биноан тўма етилган барглар ёш баргларни керакли органик бирикмалар билан таъминлайди.
2. Ноқулай шароит, яъни ёруғлик етишмаганда қари барглар шиддатли қонунга асосан нобуд бўлади. Бошқача айтганда, шиддатли қонуниятда ўсимликлар кераксиз баргларни тўкиб юборади.
3. Генератив (мева ва гул) органларининг тикланиш даврида 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 муносабатини ҳам мавжуд. Дарҳақиқат, физиологик фаол (ўстирувчи) моддаларни кўп бўлган мевалар озиқ моддалари билан етарли даражада таъминланиши туфайли улар яхши ривожланади. Озиқ моддалар бошқа гул ва меваларда етишмай қолса, улар тўкилиб кетади.

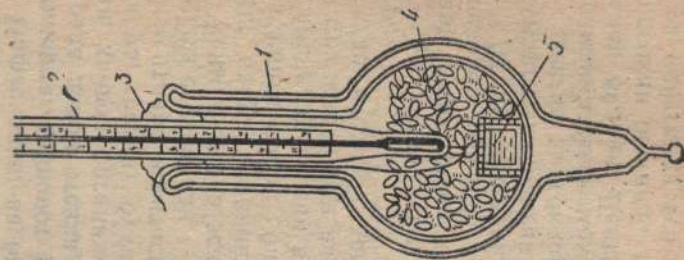
VI б о б. ТИРИК МАВЖУДОТЛАРДА НАФАС ОЛИШ ВА БИЖГИШ ҲОДИСАЛАРИ

Ўсимликларнинг нафас олиш жараёнида ажраладиган энергия Ер юзидаги барча тирик мавжудотларнинг ҳаёт фаолияти нафас олиш билан чамбарчас боғлиқ бўлганлигидан, бу жараён тинимсиз (кеча кундуз) давом этиб туради. Нафас олиш жараёни бир дақиқа тўхтаб қолса, тирик организмда содир бўладиган ҳаётий жараёнларнинг тартиби бузилиб, у ўз ҳаётини тугатади, яъни нобуд бўлади.

Нобуд бўлган организмда ўсиш, ривожланиш ва ҳаракатланиш каби фақат тирик организмларга хос бўлган белгилар кузатилмайди. Демак, тубан ва юксак организмлар 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 алмашиш 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 ўсимликнинг 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 — ички деворли шиша идиш ёки термос колбаси; 2 — термометр; 3 — момик; 4 — унган уруғлар; 5 — NaOH ёки КОН эритмеси солинган идиш.

беркитилади. 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).

Майсаларнинг ёши	1 кг майсалдан (25°С) иссиқлик шаклида ажралиб чиққан энергия, кЖ.
2 кунлик	363
3 кунлик	540
4 кунлик	2938
5 кунлик	3216
6 кунлик	4341

61-жадвал

Унаётган уруғларнинг нафас олишида ажралиб чиққан иссиқлик энергияси ҳисобига муҳитнинг температураси 30—50°С гача кўтарилиши туфайли ёнғин ҳодисалари юз бериши мумкин. Бундай кўнгилсиз ҳодиса пахта бунтларида, нам ҳолда қолдирилган дон, уруғ ва чигит уюмларида содир бўлишига йўл қўймайдиган чора-тадбирларни қўллаш талаб этилади.

Нафас олиш ва бижғиш жараёнлари тубан ва юксак ўсимликларда, ҳайвонот вакилларида ва микроорганизмларда бир тарзда давом этсада, баъзи бир фарқлар кузатилади. Жумладан, ҳайвон организмда махсус нафас олиш органи (ўпка, жабра, трахея) бўлиб, ҳаводан қабул қилинган кислород қон элементлари воситасида шу мавжудотларнинг ҳамма хужайраларига етказилади.

Ўсимликларда эса махсус орган бўлмаганлигидан кислороднинг қабул қилинишида хужайра пўстининг ўтказувчанлик хусусияти билан бир каторда, барг оғизчаси (устийца) ва ясимқчалар асосий вазифани ўтайди. Булардан ташқари, фотосинтез жараёнида ажралган ва илдиждан қабул қилинган сувда эриган кислород ҳам нафас олиш жараёнида иштирак этса керак.

Сув ичида яшашга мослашган ўсимликларда ҳаво омборлари яхши ривожланганлигидан шу бўшлиқларда тўпланган кислород ҳисобига нафас олиш жараёни тинмасдан давом этади. Айрим бактерияларда ҳавони сақлайдиган аэросома мавжудлиги аниқланган.

Денгиз қирғоқларида илдиэлари сувга ботган мангрозор ўсимликларида махсус пневматофор деган илдиэсимон ўсимталар бўлади. Денгиз, океан сувлари тўлқинлар натижасида қирғоқни босганда пневматофорлар сув остида қолиб кетади. Сув қайтганда эса пневматофорлар бўшлиғи ҳавога тўлиб

қолади. Шу ҳаво ҳисобига ўсимликларнинг нафас олиш жараёни таъминланади.

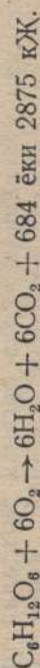
Кўрсатиб ўтилган ташқи ва ички айрмаларга қарамай нафас олиш ва бижғиш жараёнларнинг асл моҳияти ҳар бир тирик (ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизмлар) хужайраларида энергияга бой АТФ молекулаларини синтезланишидир.

Нафас олиш жараёнида ўсимликлар тўқимасидан ёруғлик энергияси ҳам ажралишини А. Г. Гурвич аниқлаган. У илдиэнинг ўсиш конуси (нуқтаси)ни ташкил этган хужайралар ультрăбинафша нурларга яқин ёруғлик ажратишини аниқлаб, бу ёруғликни «метогинетик нурлар» деб атаган. А. Г. Гурвич фикрича, «метогинетик нур» ёш хужайранинг бўлиниш жараёнини тезлаштиришда қатнашади. Баъзи замбуруғлар ва бактериялар ҳам нафас олиш вақтида ёруғлик ажратишини кўп олимлар кузатган.

Нафас олиш жараёнида сарфланадиган органик моддалар. Нафас олиш коэффициенти

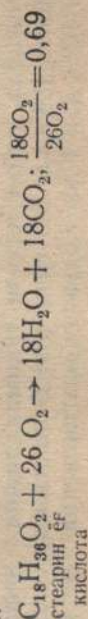
Турли-туман ферментлар жадаллигида содир бўладиган нафас олиш жараёнининг биринчи босқичида (қолганлари кейинчалик кўриб чиқилади) мураккаб органик моддалар, содда бирикмаларгача, жумладан, оқсиллар аминокислоталаргача, ёғлар глицерин ва ёғ кислоталаргача, поли-ва-олигосахаридлар моносахаридларгача парчаланади.

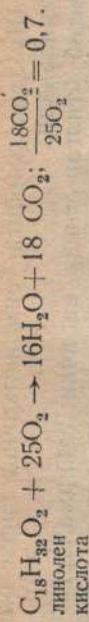
Гидролиз жараёнида ҳосил бўлган содда бирикмалар иккинчи босқичда оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан кейин карбонат ангидрид ва сувгача оксидланиши натижасида энергия ажралганлиги тенгламада келтирилган:



Нафас олишда углевод оксидланганда ажралиб чиққан карбонат ангидрид миқдори шу жараёнда истеъмол этилган кислород миқдорига тенг келганлигини кўрсатади. Одатда нафас олишда ажралиб чиққан карбонат ангидридни кислотародга бўлган нисбати CO_2/O_2 га нафас олиш коэффициентини деб аталади. Бу кўрсаткич сарфланадиган модданинг табиатига, ташқи муҳит таркибидан 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.

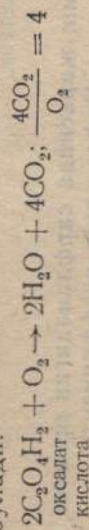
Агар нафас олиш жараёнида ёғ кислоталари сарфланадиган бўлса, бу нисбат 1 дан кичик эканлиги тенгламада келтирилган:





Оқсиллар сарфланганда ҳам нафас олиш коэффициенти 1 дан кичик бўлади. Акад. С. П. Костичев маълумотларига кўра, шакар ва ёғлар етишмаганда 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 сарфланган моддалар таркибидagi кислотадa нафас олиш коэффициенти бир-бирига боғлиқ эканлиги кўзга яққол ташланади. Жумладан, углеводларга бой майсаларда нафас олиш коэффициенти 1 га тенг келсада, ёғларга бой (зигир, 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 парвартиш этганда, нафас олишда биринчи навбатда углеводлар, кейинчалик ёғлар ва сўнгра органик кислоталар сарфланганлиги нафас олиш коэффициенти тини топиш усули воситасида аниқланган (Б. А. Рубин, 1976).

Анаэроб шаронгта оралиқ моддалар сифатида этил спирт, оксалат, вино кислоталар, аммиак ва бошқа бирикмалар ҳосил бўлиб, аэроб шаронгта яшайдиган ўсимликларга салбий таъсир этади, ҳатто уларнинг нобуд бўлишига сабаб бўлади. Шуларни эътиборга олиб, экинларни бостириб сугормаслик, 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 кислотадa нафас олиш 1% га тушганда, сабзи илдизи тўқималарининг нафас олиш коэффициенти 0,85 дан 3,5 гача, уна бошлаган арпа уруғлари-ники эса 0,99 дан 6 ва 7,5 гача органлигини Б. А. Рубин кўзатган.

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 шаронгига, ҳолатига, ички ва ташқи муҳит омилларига боғлиқ.

Ўсимлик турига кўра нафас олиш жадаллиги турлича бўлганлиги қуйидаги 62-жадвалда келтирилган (Б. А. Рубин, 1976).

Ўсимликлар тури	15—20° да 1 кеча-кундузда 1 г қуруқ модда ҳисобига ажралган CO_2 миқдори, мг
Бугдой барги	138,7
Жўжа барги	92,4
Бугдойнинг ёш илдизи	53,4
Сулунинг ёш илдизи	31,0
Тиним ҳолатидаги сирен куртаклари	11,6
Хонгтал майсалари	58,3
Кунгабоқар майсалари	43,7
Қизилча илдизи	6,7

62-жадвал

Нафас олиш жараёнида ўсимликлар танасидаги органик моддалар кундан-кунга камайиб борганлигидан барглр ҳосил бўлгунга қадар унинг массаси камайиб борганлиги 63-жадвал рақамларидан кўринади.

63-жадвал

Ўсимликлар тури	Доннинг қуруқ массаси, г	Майсаларнинг қуруқ массаси, г	Сарфланган органик модда миқдори, %
46 дона бугдой дони	1,665	0,712	57
1 дона маккажўҳори дони	0,529	0,290	45
40 дона нухат дони	2,237	1,076	52

Жадвал маълумотлари қуруқ модданинг 45—57% нафас олиш жараёнида сарфланганлигини кўрсатади. Бошқача айтганда, тажриба учун олинган маккажўҳорининг 1 та донининг массаси 0,529 г га тенг бўлса, тажриба охирида унинг массаси 0,239 г гача камайдиган, яъни қуруқ модданинг 45% нафас олиш жараёнида сарфланган. Бугдой ва нухат донида нафас олиш учун сарфланган қуруқ модда миқдори 57% ва 52% ни ташкил этади.

Нафас олиш жараёни суут ёки жадал ўтиши ўсимликларнинг ёшига боғлиқлигини куйидаги 64-жадвал (А. Б. Рубин маълумоти) рақамлари тасдиқлайди.

64-жадвал	
Ўсимликлар тури	Ёши, кеча-кундуз ҳисобида
Амагер нав оқбош қарам барглари	3
	8
	31
	48
Қунабоқар барглари	22
	36
	50
	64
Эйрон нав картошканинг ёш барглари	99
	30
	45
	62
Мотор замбуруғ мицелийсининг	77
	2
	3
	4

Жадвалда келтирилгандек, 1 соатда 1 кг ҳўл модда ҳисобига қарамнинг ёш баргларида CO_2 314 мг ажралган бўлса, 48 кунлик баргдан ажралган CO_2 миқдори 52 мг дан ортмаган. Бошқача айтганда, қарамнинг 3 кунлик баргида нафас олиш жадаллиги 48 кунлик баргидаги нисбатан тахминан 6 марта кучли бўлганлиги кўринади. Шундай ҳолда, яъни ёш барг билан қари барг ўртасида бўлган фарқ қунабоқар ва қартошқа баргларида ҳам сақланади.

Қулупнай, қовоқ, маккажўхори ва бошқа ўсимликларнинг ёш баргларида нафас олиш жадаллиги қари баргларидаги нисбатан 2—10 марта юқори бўлишини В. А. Чесноков ва бошқа олимлар кузатган. Демак, ёш организмда ҳаёт жараёнларининг жадал бориши натижасида энергия ҳам кўп талаб қилинади. Шу сабабли уларда нафас олиш жараёни ҳам кучли ўтади. Қари ўсимликлар органларида эса нафас олиш секинлашади ва ҳаётининг охирида бу жараён бутунлай тўхтайд.

Одамнинг нафас олишига нисбатан ўсимликларнинг ёш тўқималари анча кучли нафас олади. Масалан, унган уруғ ва моғор замбуруғлари 24 соат давомида ўз 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 кислот ва CO_2 миқдори кучли таъсир кўрсатганлигини кўп олимлар текширганлар. Температуранинг баланд-паст бўлиши барча химиявий реакцияларнинг

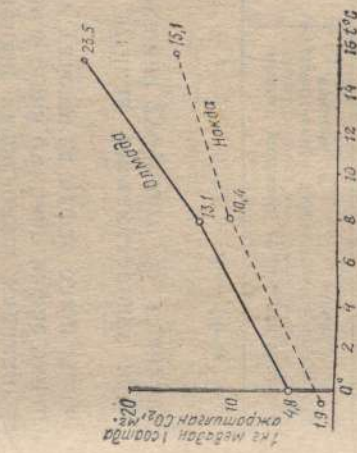
ўтиш тезлигини ифодалайдиган бўлса, биологик жараёнда ҳам температура зарурий омил ҳисобланади. Вант-Гофф қондасига асосан, температура ҳар 10°C га кўтарилиши билан химиявий реакцияларнинг жадаллиги 2 марта тезлашади, унга температура коэффициентини дейилади ва $Q_{10}=2$ белгиси билан ифодаланади. Тирик организмларда, шу жумладан, ўсимликларда ҳам нафас олишнинг температура коэффициентини $Q_{10}=1,9-3,3$ ораллиғида 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; $15,5^\circ\text{C}$ 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 кузатилган.

Тирик организмда нафас олиш жадаллиги $45-50^\circ\text{C}$ гача, Вант-Гофф қондасига бўйсунмайди. Температура 50° дан юқори кўтарилганда цитоплазмани ташкил этган оқсил молекулаларининг табиий ҳолати ўзгариши — коагулланиши натижасида нафас олиш жараёни бутунлай тўхтайд.

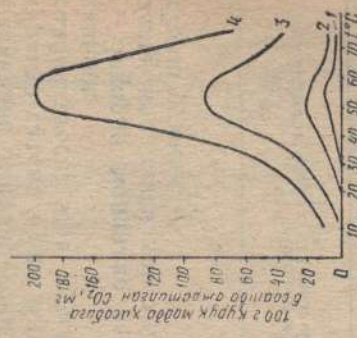
Паст температурада нафас олиш жадаллиги сустлашади. Жумладан, температура 10°C га пасайганда кўпчилик ўсимликларнинг нафас олиши сезилмайди. Қишловчи қуртақлар ва пинабаргли дарахтларнинг нафас олиши эса 20 ва -25°C да ҳам давом этади.

Нафас олиш жараёнининг нормал боришида ўсимликлар тўқимаси ва айрим ҳужайралари сув билан таъминланган бўлиши зарурлигини қуйида келтирилган жадвал далиллари тўла тасдиқлайди.

Температура ва намлик даражаси ҳар хил бўлганда нафас олиш жадаллиги турлича бўлиши В. Л. Кретович эгри чизиқларидан ҳам яққол кўринади (92 ва 93-расмлар).



92-расм. Олма ва нок меваларининг нафас олиш жадаллиги температуранинг таъсири.



93-расм. Температура ва намлик кўра (бугдой) донининг намлик даражасига кўра (14%, 16%, 18 ва 22%) нафас олиш жадаллигининг ўзгариши.

Б. А. Рубин маълумотларига кўра, 1 кг қуруқ уруғ нафас олганда 1 соат давомида 1,5 мг CO_2 ажратган бўлса, уруғнинг намлиги 14—15% гача ортиганда ажралиб чиққан карбонат ангидрид миқдори 4—5 марта кўпайган. Уруғлар таркибидаги 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 сақланган 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 хонгал уруғида текширган. Унинг маълумотлари қуйидаги 65-жадвалда келтирилган.

Нафас олишда	65-жадвал					
	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 сусти униши ёки бутунлай унмасдан қолиши ҳам уруғ пўсти ичида тўпланган карбонат ангидридга боғлиқ. Агар уруғларнинг пўсти шикастланса, унинг остидаги CO_2 газ ташқарига чиқиши ва уруғ тўқимаси сув ҳамда кислород билан таъминланиши натижасида уруғлар уна бошлайди.

Рентген, ультрабинафа 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 бўлишни тубандаги 66-жадвалдан кўриш мумкин.

Этиловланган берг	Заҳарли моддаларнинг номи	Заҳарли моддалар таъсир этгунча ажралиб чиққан CO_2 миқдори, мг	Заҳарли моддалар таъсир этганда ажралиб чиққан CO_2 миқдори, мг
Вика берги	паральтегид	160,4	196,3
»	пиридин	189,9	229,5
»	кокан	82,5	178,2
»	морфин	49,3	89,3

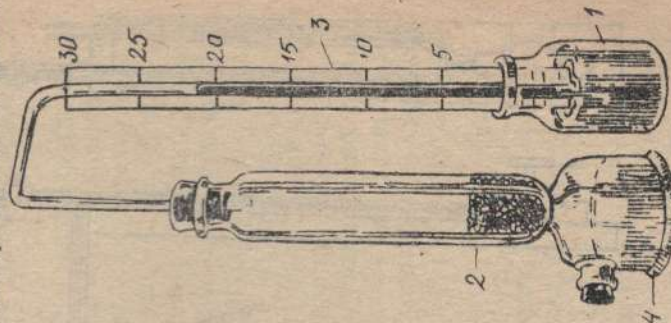
Ўза майсасининг нафас олиш жадаллигига гексахлорциклоксаннинг таъсирини муаллиф текширган. Экиладиган чигит гексахлоран билан аралаштирилса, унинг миқдориға қараб, ўза майсаларининг нафас олиш жадаллиги турлича бўлган. Уни қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин.

Тажриба вариантлари	100 г қуруқ модда ҳисобига 1 соатда ўза майсаларидан ажралган CO_2 миқдори, мг					
	1 кеча-кундузда	3 кеча-кундузда	5 кеча-кундузда	7 кеча-кундузда	67-жадвал	
Контрол	81	197	424	362		
ГХЦГ—40 кг/т	72	178	342	323		
ГХЦГ—80 кг/т	66	154	—	215		

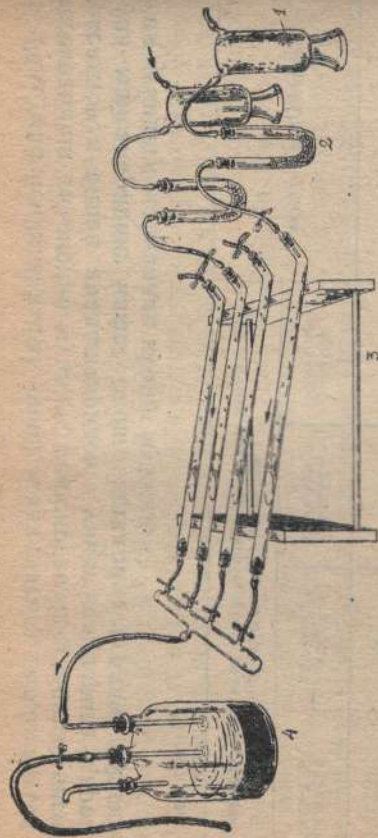
Ўсимликлар тўқимаси шикастланган вақтда ҳам ўша жойдаги тўқималар кучли нафас олади. Болгар олими К. Попов маълумотиға кўра, яраланган картошка тугунагиникига нисбатан 5—6 марта тезлашган.

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 respirometry ишлатилади. У 96-расмда кўрсатилгандек, а, б, в, г, д ва е қисмлардан иборат. а—рангли эритма солинадиган резервуар; б—шиша найлардан тайерланган манометр; в—манометр ичидаги рангли эритмани маълум нуқтагача кўтаришда ишлатиладиган бурама; г—текшириладиган буюм солинадиган шиша



94. расм. Унаётган уруғлар томонидан кислороднинг ютилишини аниқлайдиган асбоб:
1—рангли эритма; 2—унган уруғ солинган идиш; 3—рангли эритмага ботирилган шиша най; 4—NaOH эритмаси.



95-рasm. Нафас олиш жодаллигини аниқлашда ишлатиладиган Петтен коффер асбоби;

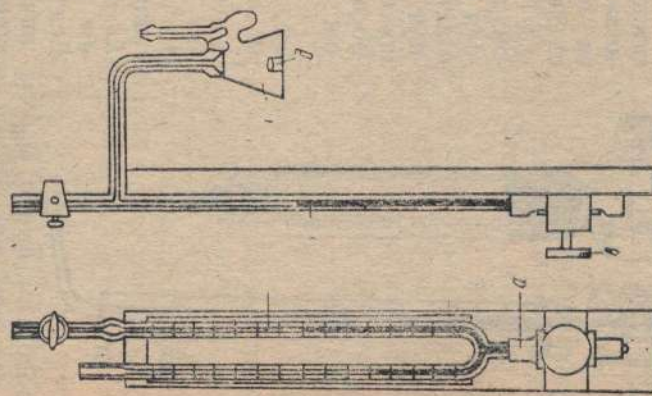
1 — NaOH эритмаси солинган идиш; 2 — уруғлар солинган идиш; 3 — маълум концентрацияли (титр маълум) Ba(OH)₂ эритмаси; 4 — ҳавони сурадиган идиш — аспиратор.

идиш. Бу идишнинг д бўлаги-га 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 CO₂ гази ажралишидан идиш ичидаги ҳаво кенгайди. Шу вақтнинг ўзида манометр бўйлаб кўтарилган рангли эритма ҳаракакти пасайиб тўхтаган нуқта ажралиб чиққан карбонат ангидрид миқдорини ифодалайди.

Нафас олиш жараёни ҳақида олимларнинг мулоҳазалари

Тирик организмларда нафас олиш жараёни қандай қоида



96-рasm. Варбург респирометри:

a — рангли эритма солинган резервуар; b — манометр (ишга найден тайёрланган); c — манометр ичидаги рангли эритмани маълум нуқтага кўтаришда ишлатиладиган вент; d — тоқшириладиган буюм солинмадиган идиш идиш; e — HCl; e — KOH ёки NaOH солинган эритма.

ва қонунлар асосида содир бўлганлигини ва унинг ўзига хос иозик 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 бўладиган нафас олиш жараёнида ҳам, ёниш жараёнига ўхшаш, кислород ютилиб, тенгламада кўрсатилгандек, карбонат ангидрид ажратилади. Бироқ тирик организмларда бу жараён аста-секин давом этади $C + O_2 \rightarrow CO_2$.

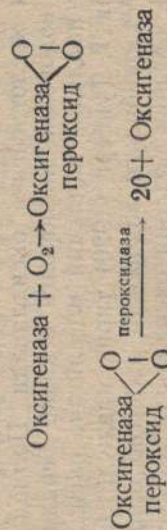
Эндигина ҳалок бўлган ҳайвон тўқималарида кислород ютилиши ва карбонат ангидрид ажралишини италиялик Лапласро Спаланцани ҳам кузатган. Унинг фикрича, нафас олиш жараёни, Лавуазье айтганидек, ўпка тўқималаридагина содир бўлмай, балки танани ташкил этган ҳамма ҳужайраларга ҳам хос ҳодисадир.

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.

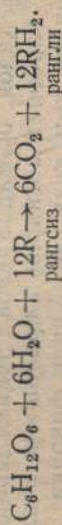
Химия фани ривожланиши туфайли нафас олиш жараёнининг ойдinлаштирилмай қолган сирларини ўрганишга имкон яратди. Бу соҳада рус ва чет эл олимларининг илмий-тадқиқот ишлари алоҳида ўрин тутди. Жумладан, А. Н. Бах (1897) «Аста-секинлик билан оксидланишнинг пероксид назарияси»ни яратди. А. Н. Бах фикрича, ҳаводан қабул қилинган кислород тўғридан-тўғри ва бевосита органик моддаларни оксидлай олмайд. 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:

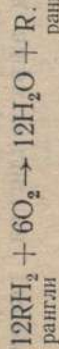


Ҳосил бўлган пероксиддан, пероксидаза ферменти фаоллигида атом ҳолидан фаол кислород ажралади. Бу фаол кислород органик модданинг оксидланишини таъминлайди. Реакциядан эркин чиққан оксигеназа ҳаводан қабул қилинган кислороднинг янги молекуласини боғлаб олади.

Нафас олиш жараёнини чуқур ва ҳар тарафлама текширган И. В. Палладин (1859—1922) 1911 йилда органик моддаларнинг анаэроб шаронгда оксидланиш назариясини ишлаб чиқди. И. В. Палладин фикрича, тирик организмларда сув ва органик моддалар таркибидаги водородни ажратиб олувчи бирикмалар бўлиши керак. Ўзига водород бириктириб олувчи моддаларни И. В. Палладин «нафас олиш пигментлари» деб атади. Бу модда тенгламада R ҳарфи билан ифодаланган:

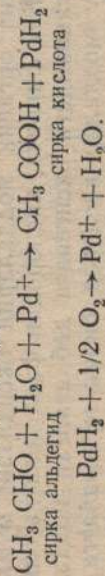


Келажакада нафас олиш пигменти томонидан боғланган водород ҳаводан қабул қилинган ва фаоллаштирилган кислотга етказиб берилади. Водород билан муносабатга киришган кислород водородни оксидлаб, нафас олишда ажралиб чиқадиган сув ҳосил бўлишини таъминлайди:



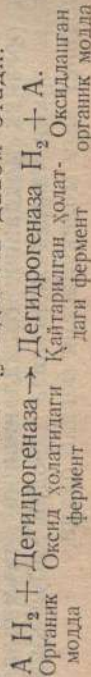
Эркин ҳолда ажралган нафас олиш пигменти (R) бошқа органик модда ва сув молекулалари таркибидаги водородни ўзига боғлаб олади. И. В. Палладин таърифига биноан нафас олиш жараёни белгили курра, яъни узилмас занжир асосида давом этганлигини А. Н. Бах назариясида ҳам кузатилади.

Шу масалада иш олиб борган немис олими Т. Виланд (1912) И. В. Палладин назариясини қувватлайдиган тажрибалар ўтказди. Жумладан, Т. Виланд химиявий реакциядаги водородни ажратиб олиш мақсадида нафас олиш пигменти ўрнига катализатор сифатида палладий /Pd металлани қўллайди. Реакция қуйидагича давом этади:



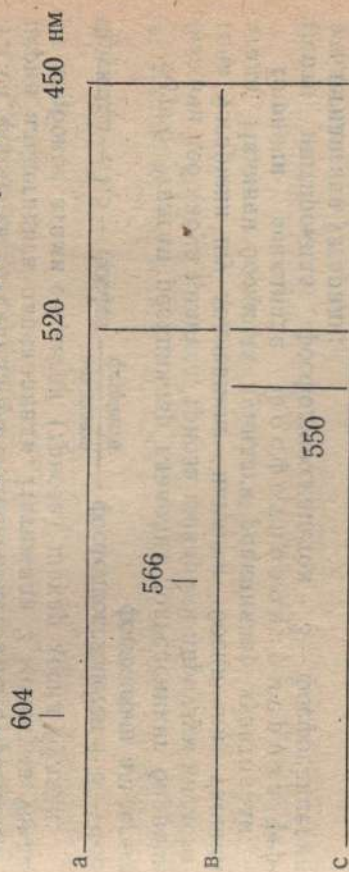
Тенгламада кўрсатилганидек, палладий (Pd) метали сув таркибидаги водородни қабул қилиб қайтарилса, сирка альдегид эса сирка кислотасигача оксидланади. Палладий (PdH_2) боғлаб олган водородни кислотадга етказиб беради. Водородни йўқотгач палладий палладий металлгача оксидланади.

Швед олими Т. Тунберг (1920) тирик мавжудотларда органик моддалар таркибидаги водородни ажратиб олишда, бошқача айтганда, органик моддани оксидлашда махсус ферментлар борлигини аниқлаб, улар учун дегидрогеназа терминини тавсия этган. Дегидрогеназа водородни органик моддадан ажратиб олувчи бирикмадир. Уларнинг химиявий таркиби VI бобда айтиб ўтилди. Реакция қуйидагича давом этади:



О. 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 неча гуруҳга бўлинади. Маълум узунликдаги ёруғлик нуруни ютиши билан улар бир-бирдан фарқ қилганлиги тубандаги схемада берилган.



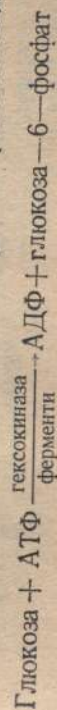
Д. Кейлен схемасида «а» цитохроми 604, «в» цитохроми 566, «с» цитохроми 550, узунликдаги нурларни ютганлиги билан бир-бирдан фарқ қилади. 520 ва 450 нм узунликдаги нурлар ҳамма цитохромлар томонидан бир хилда ютилганлиги ҳам схемада берилган.

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.

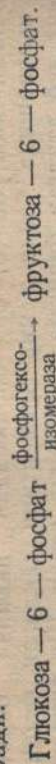
Мураккаб органик моддаларнинг нафас олишда сарфланиши учун уларнинг ҳар қайсиси глюкозагача ўзгаради. Ана шу глюкоза фаол ҳолатга ўтиб, нафас олишда қатнашиши учун фосфор кислота қолдиги билан муносабатга киришгач, глюкоза —6—фосфатга ўзгариши зарур.

Гликолиз фазасининг биринчи реакцияси тубандаги тенгламада келтирилган. Реакцияни тезлаштириш гексокиназа ферменти, иштирокида ва АТФ энергияси ҳисобига содир бўлади.

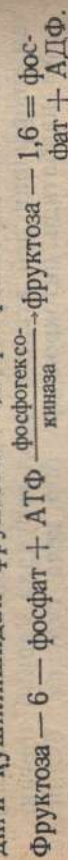


Иккинчи реакция глюкоза —6—фосфат фосфорогексо-

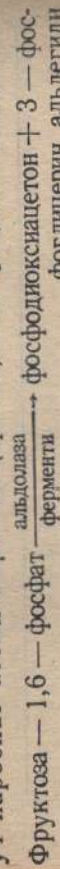
изомераза ферменти фаоллигида фруктоза — 6 — фосфатга ўзгаради:



Учинчи реакцияда фосфогексокиназа иштирокида фруктоза — 6-фосфатга АТФ ҳисобига фосфор кислота қолдиғи қўшилишидан фруктоза — 1,6 фосфат тикланади:

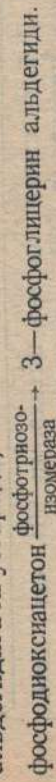


Тўртинчи тенгламага биноан фруктоза — 1,6-фосфат аладоза ферменти таъсирида фосфодиоксиацетон ва 3-фосфоглицерин альдегидига парчаланadi. Натижада 2 молекула ўзида уч карбонат атоми сақлаган (триоза) шакар ҳосил бўлади:

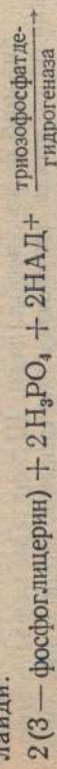


Кўриб ўтилган реакциялар гликолиз ҳодисасининг биринчи босқичи деб қабул қилинса, триоза шакарини пирозум кислотатгача ўзгариши шу ҳодисанинг иккинчи босқичини ташкил этади. Иккинчи босқичда қуйидаги реакциялар кузатилади:

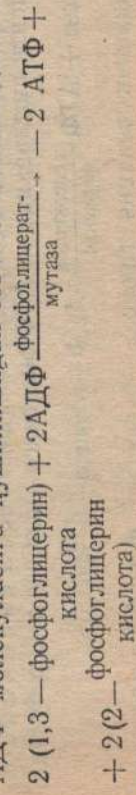
Биринчи реакцияда фосфотриозоизомераза ферменти иштирокида фосфодиоксиацетон 3 — фосфоглицерин альдегидигача ўзгаради:



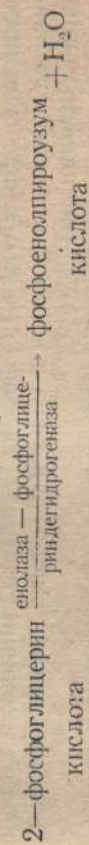
Иккинчи реакцияда 3-фосфоглицерин альдегид триозофосфат дегидрогеназа ферменти иштирокида 1,3-фосфоглицерин кислотатгача оксидланади. Шу билан бирга оксидланиш-қайтарилиш ҳодисаларида оксид ҳолатдаги дегидрогеназа ферментининг фаол гуруҳини ташкил этган никотинамидадениндинуклеотид (НАД⁺) водородни ўзига қабул қилиб, энергияга бой-2-молекула қайтарилган (НАД·Н) ҳолатни эгаллайди:



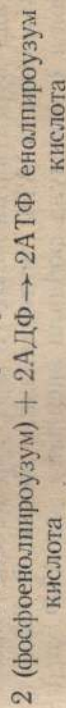
Учинчи реакцияда 1,3-фосфоглицерин кислота фосфоглицераткиназа иштирокида 3-фосфоглицерин кислота ва сўнгра фосфоглицерат мутаза ферменти иштирокида 2-фосфоглицерин кислотага ўзгаради. 1,3-фосфоглицерин кислота таркибидagi фосфор кислота қолдиғи ажралиб чиқиши билан АДФ молекуласига қўшилишидан АТФ синтезланади:



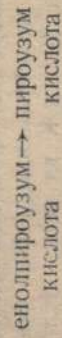
Тўртинчи реакцияда 2-фосфоглицерин кислота енолаза (фосфоглицерат дегидрогеназа) ферменти таъсирида, бир молекула сув ажралиши натижасида, энергияга бой фосфоенолпирозум кислотатга ўзгаради:



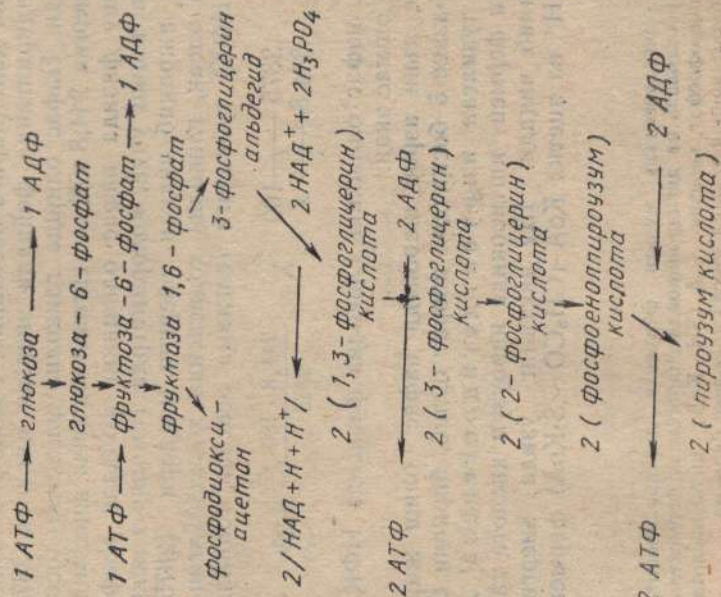
Бешинчи реакцияда пируваткиназа ферменти иштирокида фосфоенолпирозум кислота таркибидagi юқори энергияга эга фосфор кислота қолдиғи ажралиб АДФ молекуласига қўшилишидан АТФ ҳосил бўлади. Фосфоенолпирозум кислота енолпирозум кислотатга ўзгаради:



Гликолиз ҳодисасининг охириги реакциясида енолпирозум кислота ўз-ўзидан пирозум кислотатга оксидланади:

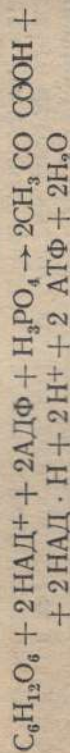


Юқорида изоҳлаб ўтилган реакцияларни умумлаштирганда қуйидаги схемани кузатиш мумкин:



Кўриб ўтилган реакцияларга ва умумлаштирилган схемага эътибор берилса, гликолиз ҳодисасида энергияга бой 4 молекула АТФ ва 2 молекула НАД·Н ҳосил бўлганлиги кўзга ташланади. АТФ молекулаларининг бири глюкоза—6-фосфатни иккинчиси фруктоза—1,6-фосфат синтезланишида, қолган иккитаси фойдали маҳсулот сифатида бошқа ҳаётий жараёнларда сарфланади.

Юқоридаги реакциялар умумлаштириб ёзилганда тенгламада 2 АТФ, 2 НАД·Н ҳосил бўлганлиги кузатилади:



Тенгламада кўрсатилган НАД·Н нинг ҳар қайсиси оксидланганда 3 молекула АТФ синтезланади. Демак, 2 НАД·Н оксидланишида 6 молекула фойдали энергияга эга АТФ ҳосил бўлади. Демак, тенгламага асосан гликолиз жараёнида ҳосил бўлган АТФ молекулаларининг миқдори 8 га тенг бўлади. Шу 8 та АТФ молекулаларидаги фойдали энергияни топиш зарур. Чунончи, бир АТФ молекуласидаги бир фосфор кислота қолдигини ажралишида 30,6 кЖ га тенг бўлган энергия бўшаб чиққанлиги инобатга олиниб, 30,6 ни 8 га бўлган кўпайтмаси: $30,6 \times 8 = 244,8$ кЖ ни ташкил этади.

Тажриба далилларига асосланиб, 1 моль глюкозани калориметрда ендирилганда фойдали энергия миқдори 2875 кЖ га тенг келади. Нафас олишда гликолиз фазасида ҳосил бўлган фойдали энергия 244,8 кЖ га тенглиги юқорида аниқланди.

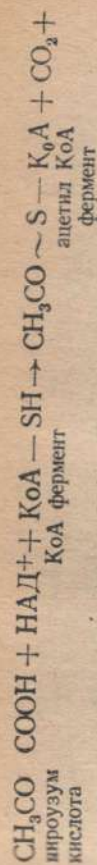
Энди шу фазада нафас олишнинг фойдали коэффициенти (НФК) ни топиш учун, колориметрда 1 моль глюкоза ёндирилганда ажралиб чиққан энергия миқдори (2875 кЖ) ни 100% деб олсак, гликолиз ҳодисасида ҳосил бўлган фойдали энергия (НФК) тубандаги тенглама асосида топилади:

$$\frac{2875}{244,8} \cdot 100 = X \quad X = \frac{244,8 \cdot 100}{2875} = 8,25$$

Демак, нафас олишнинг гликолиз фазасида НФК қиммати 8,25% дан ошмас экан.

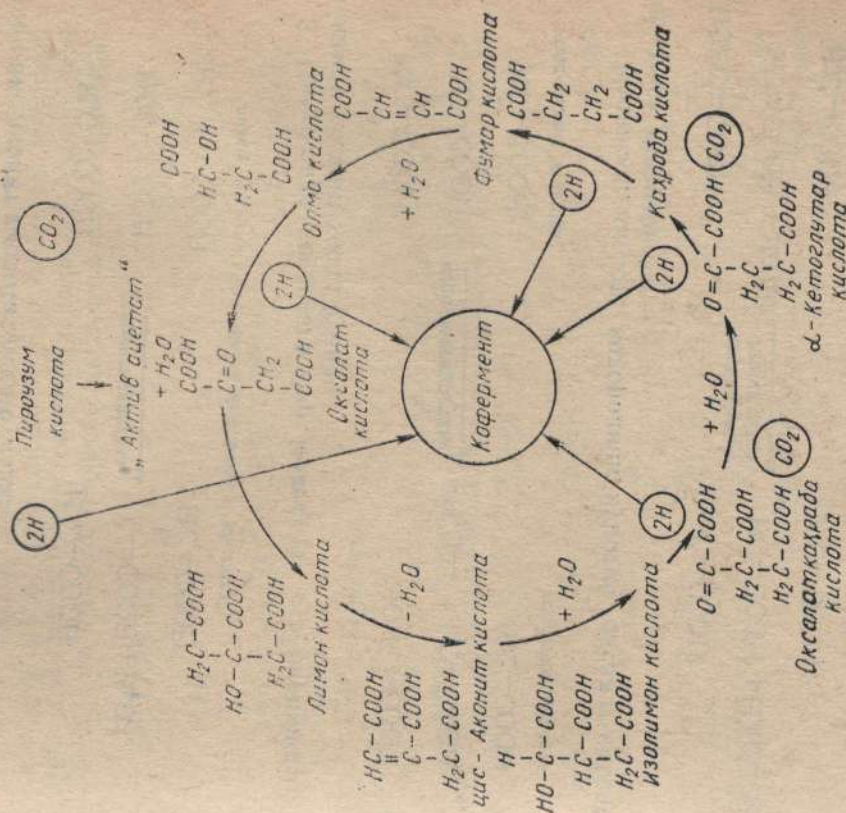
Ҳаволи, яъни аэроб шароитда нафас олиш жараёнининг иккинчи фазаси 3 босқичдан иборат бўлиб, биринчи босқичда мураккаб тузилган пируватдегидрогеназа¹ деб аталган мульт фермент иштирокида пирозум кислота таркибидан CO_2 ажралиб чиқади. Шу вақтнинг ўзида энергияга бой $НАД \cdot H + H^+$ ва ацетил КоА ($CH_3CO \sim S \cdot КоА$) ферменти ҳосил бўлади.

¹ Пируватдегидрогеназа мульт ферменти дигидролипилтрансфераза, пируватдекарбоксилаза ва дигидролипилдегидрогеназа ферментларидан ташқари тиаминпирозофосфат, коэнзим — А ($SH \sim КоА$), липой кислота, $НАД^{++}$ ва $ФАД^{++}$ коферментларидан ташкил тоналган комплекс бирикма.



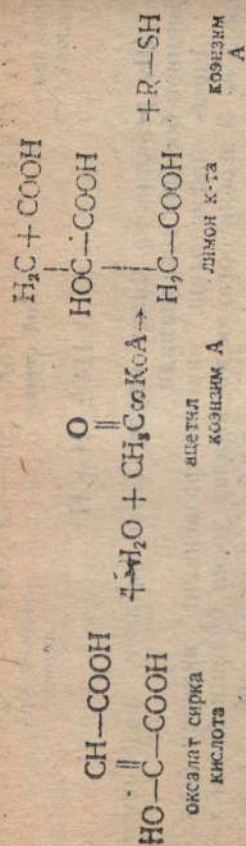
Шу реакциялар билан нафас олиш иккинчи фазасининг биринчи босқичи тугалланади.

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.

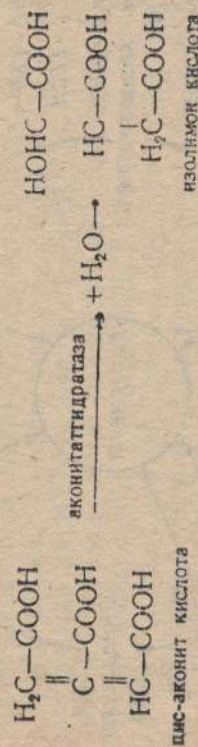
1. Бу фазанинг биринчи босқичида ҳосил бўлган ацетил КоА фермент оксалатсирка кислота билан муносабатга киришинидан Кребс циклининг биринчи реакциясида лимон кислотаз юзага келади:



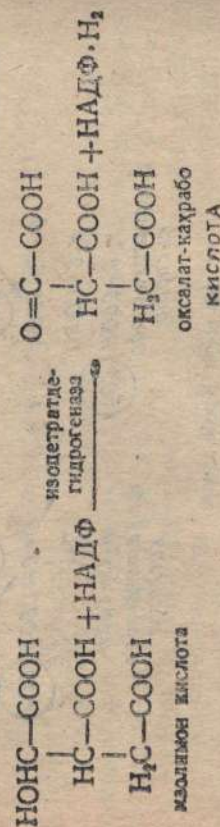
2. Лимон кислота таркибидан бир молекула сув ажрали-
шдан цис-аконит кислота ҳосил бўлади:



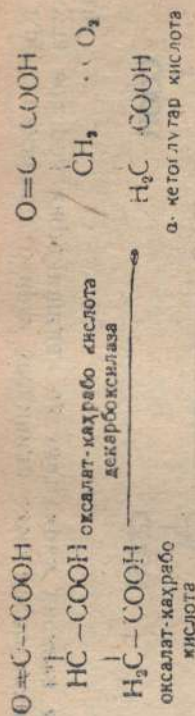
3. Цис-аконит кислотага бир молекула сув бирикишидан
изолимон кислота ҳосил бўлади:



4. Изолимон кислота водородини йўқотиб, оксалат-каҳрабо
кислотага айланади:

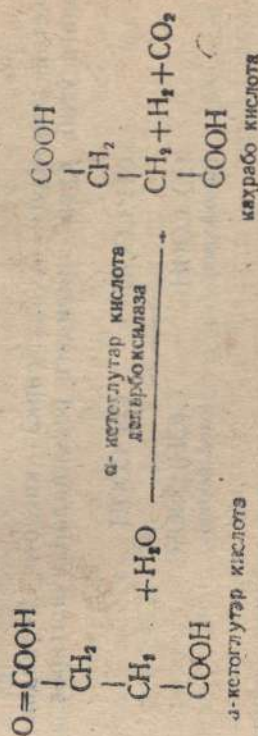


Реакция вақтида сув ва органик моддалардан ажралган водо-
род ва электронлар (H^+ ва 2e^-) ҳаводан қабул қилинган ва
фаоллашган ксилород билан бирикиб, сув ҳосил қилишда иш-
тирок этади.



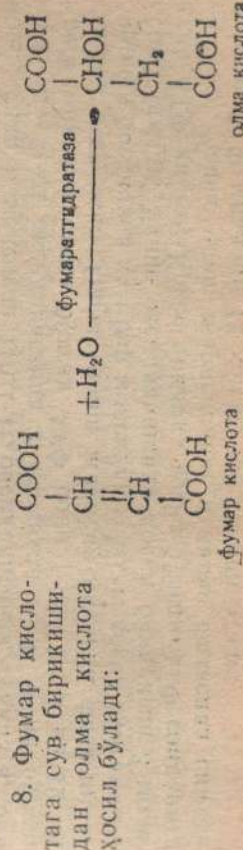
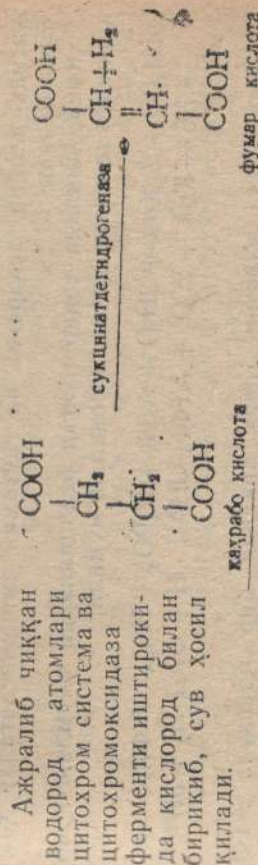
5. Оксалат-каҳрабо ксилотадан карбонат ангидрид ажра-
лиши натижасида α-кетоглутар ксилота ҳосил бўлади:

6. α-кетоглутар ксилота бир молекула сув қўшиб олиб,
ўздан бир молекула водород ва бир молекула карбонат ан-
гидрид ажратиши билан характерланади. Реакция охирида
α-кетоглутар ксилота каҳрабо ксилотагача оксидланади:

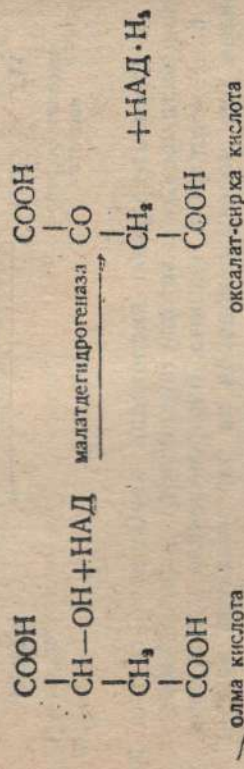


Бу реакцияда ажралиб чиққан водород атомлари ҳаводан
қабул қилинган ксилород билан бирикиб, сув ҳосил қилади.

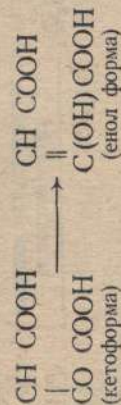
7. Бир молекула водородини йўқотган каҳрабо ксилота
фумар ксилотагача оксидланади:



9. Кребс циклининг охириги босқичида олма кислотадан бир молекула водород ажралишидан оксалат-сирка кислота ҳосил бўлади:

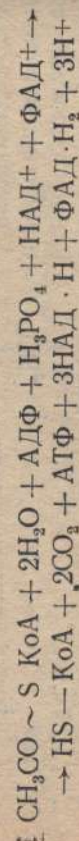


Кетон шаклидаги оксалат-сирка кислота ўз-ўзидан енол шаклига ўтиб, Кребс циклидаги реакцияларда иштирок этади:



Нафас олишда фотосинтез жараёнида фақат 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 бирикishi 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 молекула 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 сони 1+9+2, яъни 12 ни ташкил этар экан. Нафас олиш жараёни иккинчи фазасининг биринчи босқичида ҳам бир молекула НАД·Н ҳосил бўлганлиги кўриб 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 ўзгариши натижасида 2 молекула пирозум кислота ҳосил бўлганлиги юқоридаги тенгламадан кўринади. Аэроб нафас олиш фазасини биринчи ва иккинчи босқичларида бир молекула пирозум кислотанинг оксидланишида 15 АТФ ҳосил бўлган бўлса, пирозум кислотани икки молекуласи оксидланганда 30 молекула АТФ синтезланганлиги тасдиқланади.

Шу АТФ молекулаларининг фойдали энергияси 30,6 кЖ ни 30 молекула АТФ кўпайтмасига тенг келади.

Нафас олишнинг аэроб фазасида ҳосил бўлган фойдали энергия шу фазада ҳосил бўлган АТФ (30) сонини АТФ ва АДФ гача ўзгаргандаги энергия (30,6 кЖ) қимматини кўпайтмасига тенгдир, яъни 30×30,6=918 кЖ.

Нафас олиш жараёнини биринчи фазасида 8 та АТФ молекуларида тўпланган фойдали энергия 244,8 кЖ ни ташкил қилган деб олинса, иккинчи фазада 30 та АТФ молекуларида тўпланган фойдали энергия 918 кЖ га тенг эканлиги ҳам аниқланган эди. Шу сонларнинг йиғиндиси нафас олишда сарфланган глюкозанинг оксидланишида 38 та АТФ молекуласида тўпланган энергия миқдорини кўрсатади, яъни уларнинг йиғиндиси: 244,8+918=1162,8 кЖ га тенгдир.

Тажриба далилларига кўра бир молекула глюкозани колориметрда ёндирганда фойдали энергия миқдори 2875 кЖ га тенг эканлиги аниқланган. Нафас олишнинг фойдали энергия қиммати (коэффициенти) (НФЭК) ёки (НФК) неча фоизни ташкил этганлигини аниқлаш мақсадида 2875 кЖ ни 100%, нафас олишда ҳосил бўлган 1162,8 кЖ неча фоизга тенглиги тенгламада келтирилган:

$$\frac{2875}{1162,8} \times 100 = \frac{1162,8 \times 100}{2875} = 40,18\%$$

Демак, глюкозани нафас олиш жараёнида сув ва СО₂ 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 СО₂ ва Н₂О га парчаланиб, батамом йўқолиб кетмай, балки моддалар алмашиши ҳодисаларининг нормал ўтиши учун янги бирикмалар ҳосил қилинишида иштирок этар экан.

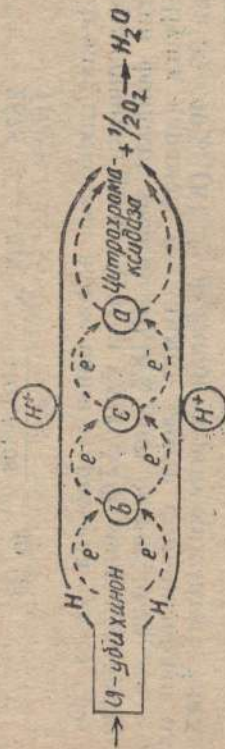
Аэроб нафас олишнинг иккинчи фазасидаги учинчи босқичда оксидланувчи (сарфланувчи) органик моддалар таркибидagi электрон ва протон (Н⁺) ларнинг, ҳаводан қабул қилинган кислородга томон электрон (протон) ларнинг ҳаракатланиш занжири (ЭХЗ) муҳим ўринни эгаллайди.

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 (ЭХЗ) да жойлашган бирикмаларнинг оксидланиш-қайтарилиш кучи (потенциали E_0) га боғлиқ.

Электрон ҳаракатланиш занжири (ЭХЗ) да бошқача айтганда, оксидланувчи (субстрат) моддадан кислородгача электронлар йўналиши маълум тартибда ва изчилликда оксидланиш-қайтарилиш кучи (потенциали) га биноан жойлашганлиги куйидаги схемада келтирилган:

	$E_0, \text{В}$
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 куйидаги 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. НАДФ таркибидан водород ва электрон унинг оксидланиш-қайтарилиш кучидан кучлироқ бўлган ФАД ёки ФМН деган ферментга ўтади. Ундан Q энзим (убихинон) ажратиб олиши билан цитохром схемасидаги цитохромларга етказиб беради.

Убихинондан электрон «в» цитохромга ўтказилганда протон электронни қабул қилиб, ион (H^+) ҳолатга ўтади. Электрон эса «в» цитохромдан «с» цитохромга, ундан «а» цитохромга, кейинчалик «а₃» ёки цитохромоксидазага ўтиб, ҳаводан қабул қилинган кислородга етказиб бериши билан актив — ион ҳолатга ўзгарган кислородга водород қўшилиши натижасида сув молекуласи юзага келади.

Оксидланиш-қайтарилиш потенциал куввати (E_0) ни потенциал 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: $\text{глюкоза} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{глюкоза} - 6\text{-фосфат}$.

2. Иккинчи реакцияда НАДФ гуруҳини сақлаган дегидрогеназа ферменти фаоллигида глюкоза — 6-фосфат таркибидаги водородни ажратилиши натижасида 6-фосфоглюкон кислота юзага келади:

$\text{глюкоза} - 6\text{-фосфат} + \text{НАДФ}^+ - \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{-фосфоглюкон кислота} + \text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$.

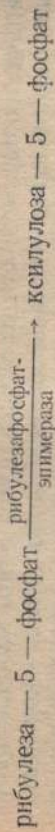
Учинчи реакцияда 6-фосфоглюкон кислотадан бир молекула CO_2 ва бир молекула H_2 ажратилишидан, рибулеза — 5-фосфат ҳосил бўлади. Бу реакцияда 5 та углерод атомли углевод ҳосил бўлганлиги ҳисобга олиниб, пентозофосфат цикли деб юритилади.

Кўриб ўтилган реакция ўзида НАДФ⁺ сақлаган фосфоглюконат дегидрогеназа ферменти активлигида боради.

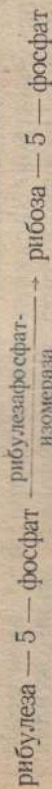
3. 6-фосфоглюкон кислота + НАДФ⁺ $\xrightarrow{\text{фосфоглюконат дегидрогеназа}}$ $\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$ — рибулеза — 5-фосфат.

Иккинчи ва учинчи реакциялар 6 марта такрорланиши натижасида 12 молекула НАДФ $\cdot\text{H}_2$ синтезланади. Жумладан, ёғ, ёғ кислоталари, нитрат ва сульфатларни қайтариш реакцияларини ўтказиш учун ҳосил бўлган НАДФ-Н водородни муҳим ўринини эгаллайди. Шу жараёнда ҳосил бўлган рибулеза шакари АТФ, ГТФ, НАД, НАДФ ва ФАД, коэнзим А таркибига қўшилади.

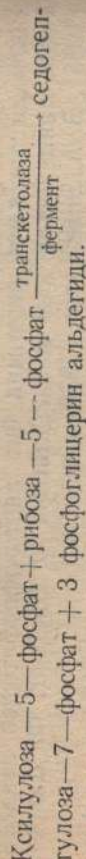
4. Рибулеза — 5 — фосфатэпиимераза ферменти фаоллигида рибулеза — 5 — фосфатнинг бир қисми ксилулоза — 5 фосфатга ўзгаради:



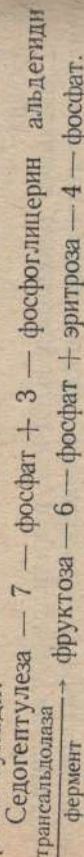
5. Рибулеза — 5 — фосфатнинг иккинчи қисмидан рибулезофосфатизомераза иштирокида рибоза — 5 — фосфат юзага келади:



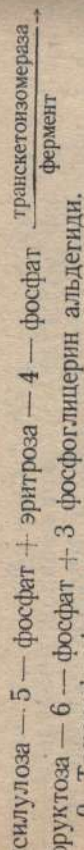
6. Тўртинчи реакцияда ҳосил бўлган ксилулоза — 5 — фосфат ва рибоза — 5 — фосфат молекулалари ўртасида содир бўлган реакция натижасида седогептулеза — 7 — фосфат ва 3-фосфоглицерин альдегид ҳосил бўлади. Бу реакцияда транскетолаза ферменти фаол иштирок этади:



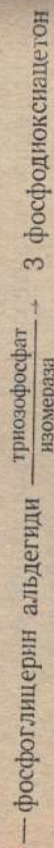
7. Седогептулеза — 7 — фосфат трансаальдолаза ферменти фаоллигида 3 фосфоглицерин альдегиди билан муносабатга киришишдан фруктоза — 6 — фосфат ва эритроза — 4 — фосфат ҳосил бўлади:



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-фосфодиоксиацетон синтезланади:

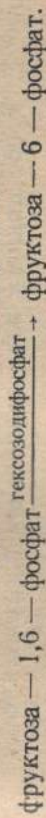


5, 6, 7, 8- ва 9-реакцияларнинг ҳар қайси 2 марта такрорланади.

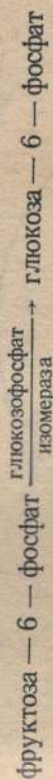
10. 3-фосфодиоксиацетон 3-фосфоглицерин альдегиди билан муносабатга киришишдан фруктоза — 1, 6-фосфат ҳосил бўлади. Бу реакцияни активлаштиришда альдолаза ферменти қатнашади:



II. Фруктоза — 1, 6 — фосфат таркибидаги биринчи углерод боғламидаги фосфор кислота қоллигини ажралиб чиқиши натижасида фруктоза — 6 — фосфатга ўзгаради. Бу реакция гексодифосфатаза ферменти активлигида ўтади:

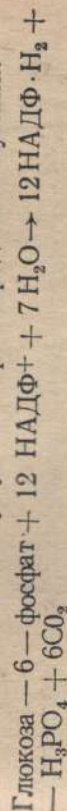


12. Апогомик, яъни пентозофосфат циклининг охириги реакциясида глюкозофосфатизомераза ферменти фаоллигида фруктоза — 6 — фосфатглюкоза — 6 — фосфатга ўзгаради:



10- ва 11-реакциялар бир мартадан, 12-реакция эса 5 марта такрорланади.

Қўриб ўтилган 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:

$$\frac{2875}{1106,6} - \frac{100}{X} = \frac{1106,6 \times 100}{2875} = 37,9\%$$

Демак, пентозофосфат циклида ҳосил бўлган фойдали энергия (37,9%), гликолиз ва Г. Кребс циклида тўлланадиган фойдали энергия миқдори (40,1%) га деярли тенглашар экан.

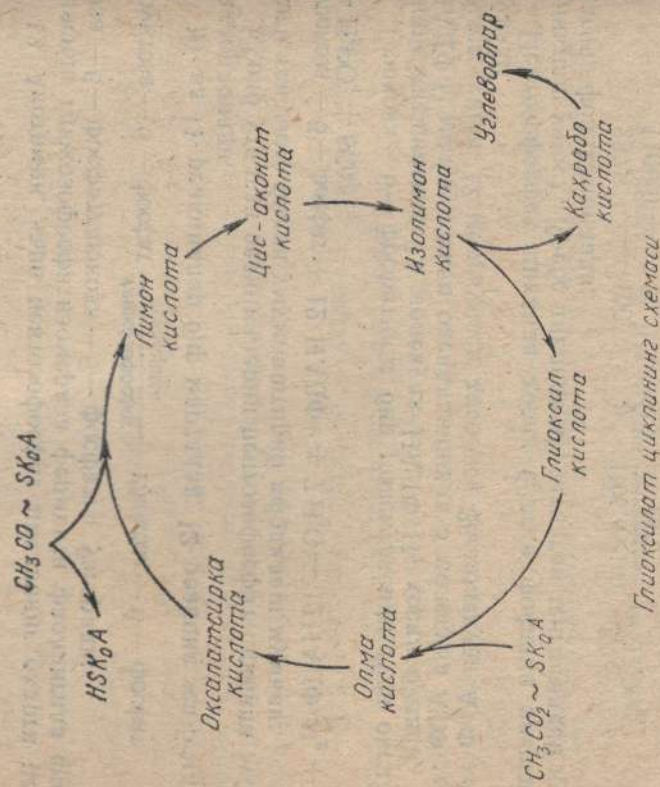
Пентозофосфат цикли энергия ҳосил қилиши билан чегараланмайди. Бу циклда ҳосил бўлган НАДФ·Н, ацетил КоА ферменти ёғ кислота, ёғларнинг синтезланишида, нитрат ва сульфатларни қайтариш реакциялари учун водородни етказиб беради. НАД, НАДФ, ФАД ва бошқа нуклеотид кислоталар учун керакли рибоза ва дезоксирибоза шакарлари билан таъминлайди. Булардан ташқари, пентозофосфат циклида ҳар хил сонли углерод сақлаган (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, могор замбуруғларида ва ёғли ўсимлик уруғларининг унишида учрайди. Бу ҳодиса ҳужайрада жойлашган ва глиок-

сисома деб аталган махсус органидларда содир бўлади. Глюксисомада ёғ кислоталари ўзига хос ферментлар активлигида шакларларгача парчаланadi.

Глюкозилат ҳодисаси қуйидаги схема асосида содир бўлиши, унинг Г. Кребс циклига яқин эканлигини тасдиқлайди.



Схемага диққат билан назар ташланса, биринчи ғалда пирозум кислота ҳисобига ҳосил бўлган ацетил кофермент ($\text{CH}_3\text{CO} \sim \text{SKoA}$) оксалат сирка кислота билан муносабатга киришидан лимон кислота синтезланади. Лимон кислотадан бир молекула сув ажралиши натижасида цисоконит кислотига ўзгаради. Цисаконит кислотига сув қўшилишидан изолимон кислота ҳосил бўлади. Изолимон кислота изоцитратлиаза ферменти активлигида қаҳрабо ва глиоксил кислоталарга парчаланади. Ҳосил бўлган глиоксил кислота ацетил K_0A ферменти билан муносабатга киришишдан сув иштирокида малатсн-тегаза ферменти активлигида олма кислотига айланади. Охирги реакцияда олма кислота ўз таркибидаги водородни йўқотишдан оксалат сирка кислотагача оксидланади. Ҳосил бўлган оксалат сирка кислота ацетил K_0A билан муносабатга киришишдан юқорида кўрсатилган реакциялар шу тартибда давом этади.

Бу ҳодисанинг моҳияти тубандагилардан иборат:

1. Глюксил кистота глицин аминкислотанинг синтезла-
нишида асосий маҳсулот бўлиб ҳисобланади;

2. Глюкозил кислотата ўзидан CO_2 ни йўқотиши билан моддалар алмашилишида муҳим ўринни тутган чўмоли альдегид чўмоли кислотагача ўзгаради;

3. Глиоксилат ҳодисасида ҳосил бўлган қаҳрабо кислота ён кистоталарини содда углеводларгача ўзгаришини таъминлаганлиги (274-бетдаги) ён кистоталарнинг триозаларгача парчаланганлигини сиемада кўрсатилган эди;

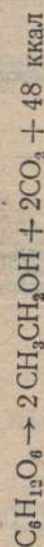
4. Бу ҳодиса ёғлар, углеводлар, органик кислота ва бошқа бирикмалар билан узвий боғлиқ эканлигини тасдиқлайди;

5. Глюксилат ҳодисасида икки молекула ацетил K_0A ҳосил бўлганлиги билан ҳам Г. Кребс циклидан фарқ қилади.

Анаэроб нафас олиш билан аэроб нафас олиш
ходисаларининг узвий (генетик) боғланиши

Юқорида танишилганидек, аэроб нафас олиш жараёни гликолитик ва 3 карбон кислота (Г. Кребс цикли) фазаларидан иборат эканлиги ва бу жараёнда бир неча хил фермент иштирок этиши кўзга ташланади.

Хавосиз шароитда аэроб организмларда анаэроб нафас олиш жараёни боради. Бундай пайтларда нафас олишда аэроб организмлардаги органик бирикмалар тўла оксидланмай, балки органик маҳсулотлар ҳосил қилиб тугалланади. Анаэроб нафас олишда этил спирт ва карбонат ангидрид ажралиб чиқиши қўшмадаги тенгламада ифодаланган:

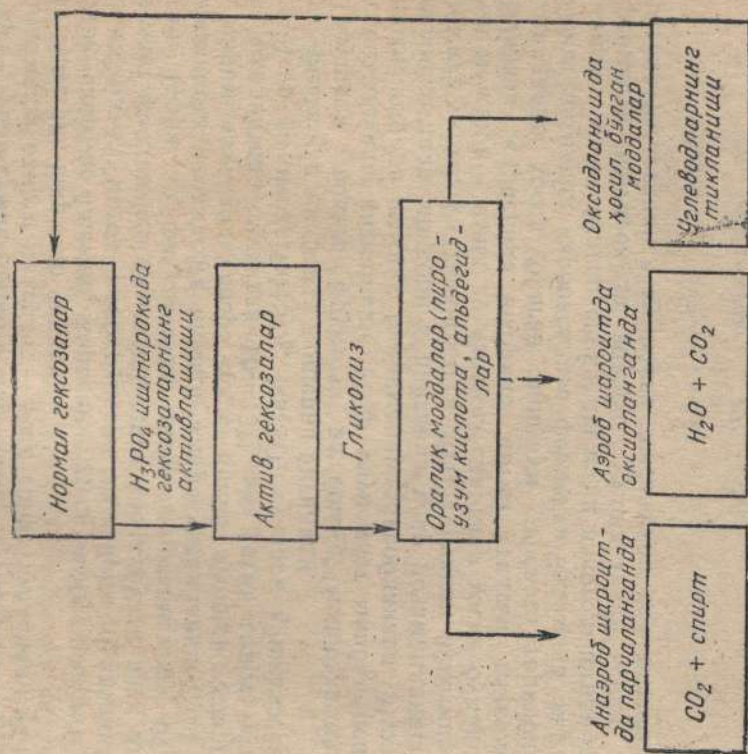


Демак, анаэроб нафас олишда энергия кам ажралар экан. Жумладан, аэроб шaroитда глюкоза оксидланиши натижасида 686 ёки 2875 кЖ энергия ажралса, анаэроб нафас олишда фақат 48 ккал ажралар экан. Демак, анаэроб шaroитда етаргани даражада энергия ҳосил бўлиши учун сарфланган органик модда миқдори аэроб нафас олишдагига нисбатан 12—14 бартадан ортиқ бўлиши зарурлиги кўриниб туради.

Аэроб нафас оладиган ўсимликларда содир бўладиган анаэроб нафас олиш жараёни узоқ вақт давом этса, бу ўсимликлар нобуд бўлади. Шунга қарамасдан, анаэроб нафас олиш жараёни баъзи микроорганизмлар учун ҳосилдир. Шуларни ҳисобга олиб, микроорганизмларда содир бўладиган анаэроб нафас олиш жараёни биожийш деб аталади.

Анаэроб нафас олиш ва бижгиш жараёнларида ҳам нафас олишда сарфланмаган органик моддалар жуда мураккаб биохимиявий ўзгаришларга учраганликларини аэроб нафас олиш одисасини биринчи фазасидаги биохимиявий реакциялар ва шунинг сўнггида пирозузум кислотаси ҳосил бўлиши билан угаллан-

тичев ўзи ишлаб чиққан схемада яққол кўрсатиб ўтади. Бижғиш ва нафас олиш жараёнлари ўртасидаги узвий боғланиш-ни ифодаalayдиган схема.

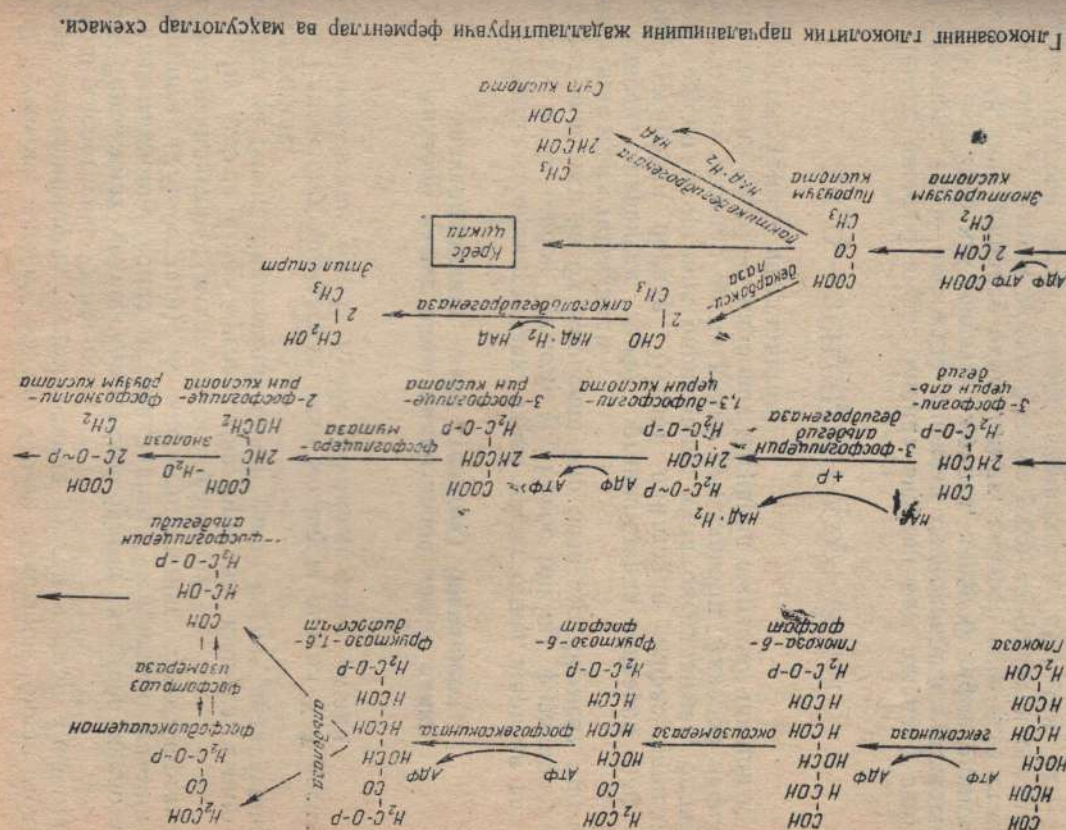


Бижғиш жараёнлари

Бижғиш жараёнлари хилма-хил микроорганизмлар иштирокида содир бўлади ва турли-туман маҳсулотлар синтезла-нишини таъминлайди. Шунга кўра, бижғиш жараёнининг номи ҳосил бўлган маҳсулот ёки бижғиш жараёнида сарфланадиган модданинг номи билан аталади.

Этил спиртли бижғиш вино, пиво тайёрлашда ва хамир оширишда уларга ўзига хос таъм бериш учун қадимдан фой-даланиб келинган бўлсада, унинг биологик жараён эканлиги-ни Франциялик олим Луи Пастер (1858) аниқлаган.

Анаэроб шароитда яшган туруш замбуруғларининг нафас олишида сарфланадиган углеводлар ҳисобига этил спирт ҳо-сил бўлади. Бу жараён этил спиртли бижғиш деб ата-лади ва у қуйидаги умумлаштирилган тенглама билан ифо-даланади:



Гликозиднинг гликолитик парчаланишининг жадваллаштирилган ферментлар ва маҳсулотлар схемаси.

ганлиги анаэроб нафас олиш ва бижғиш ҳодисаларига ҳам хосдир (юқоридаги схемага қаранг).

Бироқ, анаэроб нафас олиш ва бижғиш ҳодисаларида аэроб нафас олиш ҳодисасидаги Г. Кребс цикли кузатилма-йди. Аэроб нафас олиш ҳодисаси анаэроб нафас олиш ва биж-ғиш ҳодисаларидан шу кўрсатилган фарқлар билан кескин ажралиб туради.

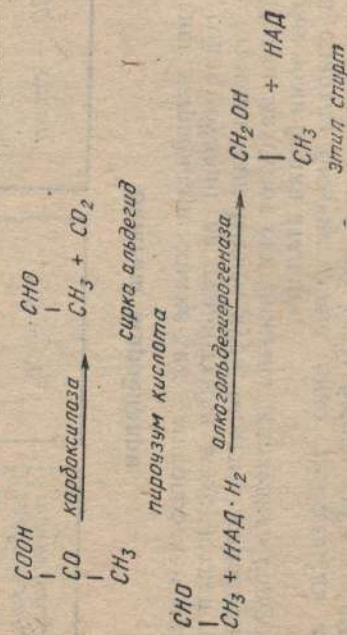
Шундай чуқур айрмаларга қарамай, бу ҳодисалар ўрта-сида зич боғланишлар борлигини кузатган академик С. П. Кос-

Этил спиртли ва бошқа турли бижғиш жараёнлари жуда мураккаб биохимиявий жараён бўлиб, бунда глюкоза катта ўзгаришларга учрайди. Бижғиш жараёнларида охириги маҳсулотлар — турли-туман бирикмалар ҳосил бўлади. Жумладан, бу бижғишда охириги маҳсулот — этил спирт тўпланади ва карбонат ангидрид ажралиб чиқади.

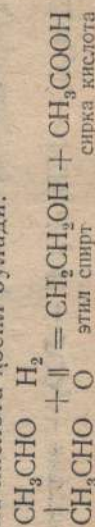
Этил спиртли бижғиш жараёни туруш замбуруғларига хос бўлсада, баъзи моғор замбуруғлари ва айрим бактерияларнинг ҳаёт фаолиятида ҳам этил спирт ҳосил бўлганлиги аниқланган. Турушлар факультатив анаэроб организмлар бўлиб, сахаромитетлар онласига киради. Улар куртакланиш йўли билан, айрим вақтларда спора 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 моносахаридларнинг бижғишида қатнашади. Улар учун азот манбаи пептом, аминокислота ва аммиак бирикмалари ҳисобланади. Муҳитда аминокислоталар миқдори кўпайганда улар дезаминланиш реакциясига учраб, ўз таркибидagi NH_2 гуруҳини йўқотишидан сивуш мойлари — амил ва изоамил спиртлар ҳосил бўлади.

Бижғиш жараёнида юқорида айтиб ўтилган гликолитик реакцияларда ҳосил бўлган пирозум кислота таркибидagi карбонат ангидрид карбоксиллаза ферменти ёрдамида ажралиб чиқишидан ҳосил бўлган сирка альдегид алкогольдегидрогеназа ферменти иштирокида, водород қўшилгандан кейин этил спиртагача ўзгарганлиги қуйидаги тенгламада ифодаланган:

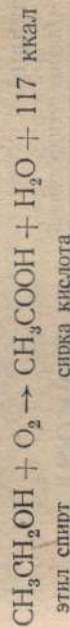


С. П. Костичев фикрига кўра, пирозум кислота таркибидан карбонат ангидрид ажралгач ҳосил бўлган сирка альдегид фаол водород ҳисобига этил спиртагача қайтарилади ёки сув иштирокида икки молекула сирка альдегид ўртасида мавжуд муносабат натижасида, Каницаро реакциясига мувофиқ, этил спирт ва сирка кислота ҳосил бўлади:



Реакцияга мувофиқ, сирка альдегиднинг бир молекуласи водород иштирокида этил спиртагача қайтарилса, иккинчи молекуласи кислород билан сирка кислотагача оксидланади. Бошқача айтганда, Каницаро реакцияси оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига асосланган.

Айрим бактериялар этил спирт ҳисобига яшاشи натижасида этил спирт аэроб шаронда сирка кислотагача оксидланади. Бу жараён аэроб шаронда бўлсада, этил спирт сув ва карбонат ангидридгача парчаланмасдан, оралиқ модда сифатида сирка кислота ҳосил бўлганлигини ҳисобга олиб, сирка кислотали бижғиш деб аталади. Бу жараёни кўзгайдиган бактериялар этил спиртни қуйидаги тенгламага мувофиқ оксидлаб, сирка кислота ҳосил қилиши билан характерланади:



Сирка кислотали бижғиш биологик жараён эканлигини Луи Пастер (1862) аниқлаб, бу жараёни кўзгатувчи бактерияларни соф ҳолда ажратиб олиш усулларини ишлаб чиққан. Сирка кислотали бижғиш жараёни кўзговчи бактериялар муҳит сиртида ўзига хос парда ҳосил қилиши билан бир-биридан фарқ қилади. Буларнинг баъзилари сирка кислота ишлаб чиқариш саноатида қўлланилади.

1. Ацетобактер кўп (11%) бўлишига қарамай, бу 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 бўялагандан, колба деворига ўрмаламайдиган силлиқ ва шилимшиқ парда ҳосил қилади.

2. Ацетобактер пастеурианум (*Acetobacter pasteurianum*) муҳит юзасида ҳосил қилган ғадир-будур қуруқ парда йод таъсирида кўкаради.

Сирка кислотали бижғиш жараёни кўзгатувчилар ичида пиво ва вино саноатига зарар етказадиган микодерма вини (*Mucoderma vini*) шу маҳсулотлар таркибидagi спиртни сув ва карбонат ангидридгача парчалайди. Вино ва пиво юзасида ҳосил бўлган парда ғижимланган ва оқиб рангда бўлиб кўрилади.

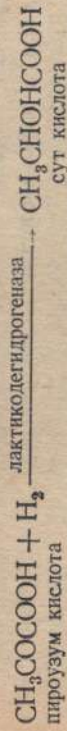
Шакарларни оксидлаб, лимон, олма, кахрабо ва бошқа кислоталар ҳосил қилишда микроорганизмларнинг салмоқли ҳиссаси бор.

Сут кислоти бижиш

Бу жараён қадимдан қўлланилиб келинган бўлсада, тирик организмлар асосида боришини Луи Пастер (1860) аниқлаган. Сут кислотали бижғиш муҳитда сут кислота ҳосил бўлиши билан характерланади ва реакция қўйидагича бозади:

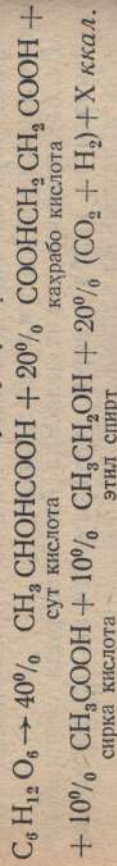


Бу бактериялар гликолитик реакция давомида ҳосил бўлган пирозум кислотадан CO_2 газини ажратадиган карбогидраза ферментидан ҳоли бўлади. Шунинг учун оксидланиш вақтида органик моддалардан ажралган водород ҳисобига пирозум кислотаси сут кислотатгача қайтарилди. Бу жараён сут кислотали бижиршни қўзғатувчи бактерияларда мавжуд лактикодегидрогеназа ферменти иштирокида боради. У қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Сут кислотали бижғишни кўзғатишда факультатив анаэроб бактериялардан стрептококкус лактис, лактобактериум бугарикум, лактобактериум делбрюки, бактериум брассика ва бактериум кукумерис ферментати ва бошқалар иштирок этади. Бу бактерияларнинг ҳаёт фаолиятида фақат сут кислотаси билан қанчалар кўп бўлишини ҳисобга олиб, улар иштирокида борадиган бижғиш гомоферментатив бижғиш деб аталади.

Бактериум коли ҳаёт фаолиятида сут кислотадан ташқи муҳитда қаҳрабо 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:



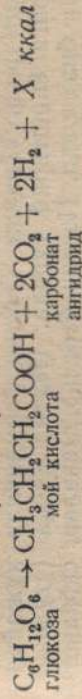
Сут кислотали бижғиш жараёни кефир, қимиз тайёрлашда, қатиқ ивйтишда, сабзавотларни тузлашда ва сирос бостиришда кенг қўлланилади.

Қимиз ва кефир тайёрлашда сүт кислотали бижғишнн қўзғатувчи бактериялардан ташқари, туруш замбуруғлари ҳам қўшилади. Шу сабабли маҳсулот таркибида сүт кислотадан ташқари, этил спирт ҳам тўпланади.

Мой кислоты бижбиш

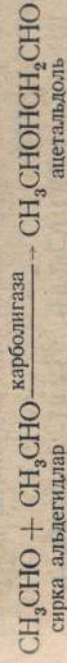
Мой кислотали бижғиш жараёни мой кислота ҳосил бўлиши билан характерланади. Бу жараёни облигат (ҳақиқий) анаэроб шаронгта яшовчи, спора ҳосил қиладиган ва вегета-

тив хужайралари дуксимон, ногора таёқчасига ўхшаш ривожланадиган бактериялар қўзғатади. Улар табиатда кенг тарқалган бўлиб, сут, пишлоқ, консерваларни бузиб, картошка ва сабзавотларни чиритиб, халқ хўжалигига катта зарар етказди. Баъзилари, масалан, кластриднум пастеурианум (*Clostridium pasteurianum*) молекуляр азотни ўзлаштириб, туپроқдаги азотга бойитганлигидан экинларга фойда келтиради. Булардан ташқари, бу бактериялар ҳаёт фаолиятида ҳосил бўлган ёқимсиз ҳидли ва рангсиз мой кислотата 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 атирупа 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:

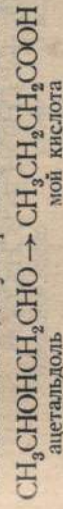


Мой кислотали бижғиш жуда мураккаб биохимиявий жараён бўлиб, бунда пирозум кислотадан сирка альдегид ҳосил бўлади.

Сирка альдегидлар карболигаза ферменти воситасида ўзаро бирикиб, ацетальдоль ҳосил қилади, бу реакция куйидагича боради:



Ацетальдоль молекуласидаги атомларнинг ўрин алмашinishини натижасида улар мўй кислотатагача ўзгаради:



Бу бактериялар ўзидан кучли ферментлар ажратиб, целлюлозани ҳам гидролизлайди.

Целлюлозанинг парчланиши (бижғиш)

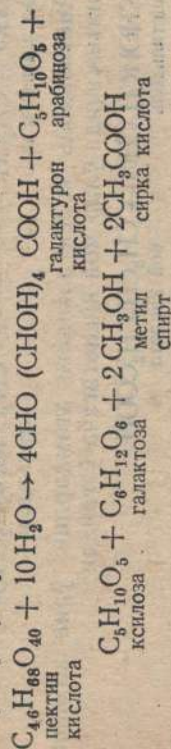
Ер устид ва ер остида кўп миқдорда ўсимликлар қолдиғи тўпланади. Қолдиқларнинг кўпи целлюлозага тўғри келади. Аэроб ва анаэроб бактериялар, замбуруғлар ва бошқа тирик мавжудотларнинг ҳаёт фаолиятида целлюлоза глюкозагача парчаланadi. Микроорганизмлар танасидаги целлюлаза ферменти таъсирида целлюлоза целлобизагача, целлобиоза эса целлобиза ферменти иштирокида глюкозагача парчаланadi. Ҳосил бўлган глюкоза бияғиш жараёнида мой ва сирка кислоталаргача ўзгаради. Бу жараёнда карбонат ангидрид, водород ва метан газлари ажралиб чиқади.

Целлюлозанинг бижғишида икки хил бактерия иштирок этади. Бу жараёнда ҳосил бўлган метан ва водород микдорига асосланиб, водородли ва метанли бижғиш жараёнлари содир бўлади. Шунга кўра, бактериялар ҳам бациллус целлюлоза гидрогеникум (*Bac. cellulosae hydrogencus*) ва бациллус целлюлоза метаникус (*Bac. cellulosae methanicus*) деб аталган. Бу бактериялар узун, ингичка таёқчалар шаклида бўлиб, спора ҳосил қилганда вегетатив хужайралари ногора таёқчасига ўхшайди.

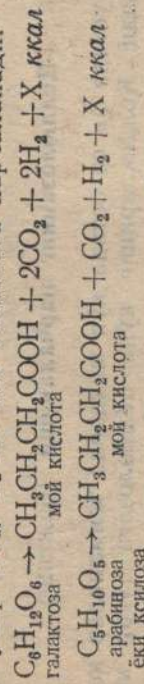
Аэроб микроорганизмлардан бактерия целлфацикула, кўпгина актиномицетлар ва бошқа микроорганизмлар целлюлозани CO_2 ва сувгача парчалайди.

Пектиннинг парчаланиши

Ўсимликлар тўқимасида пектин моддалар ҳам кўп бўлади ва улар муҳим роль ўйнайди. Пектин ўсимликлар хужайрасини бир-бирига ёпиштириб туради. Пектин куйқа (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) парчаланadi. Пектин кислота баъзи бактериялар, моғор замбуруғлари, актиномицетлар ва бошқа микроорганизмлар ишлаб чиқарган пропектиназа, пектиназа ва пектаза ферментлари иштирокида қуйидаги тенгламага мувофиқ парчаланadi:



Ҳосил бўлган углеводларни бактериялар бижғитиши натижасида улар CO_2 , H_2 ва мой кислотага парчаланadi:



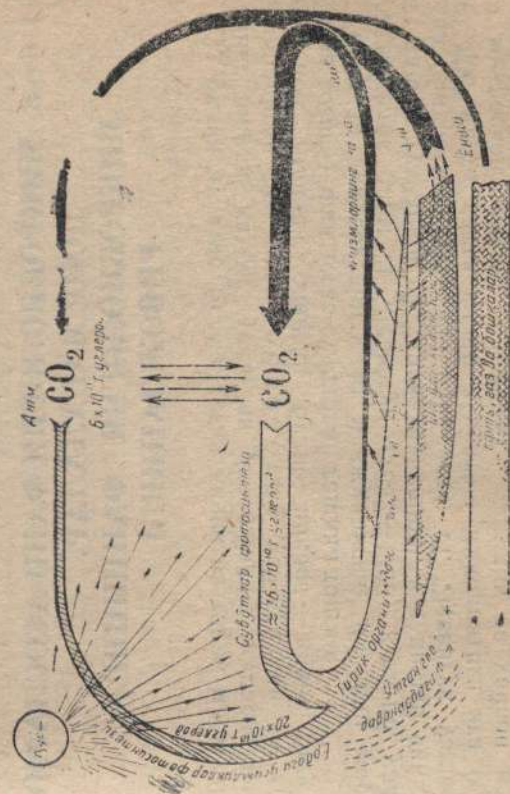
Пектинли бижғиш жараёнлари зигир, каноп ва бошқа ўсимликлар толасини ажратиб олишда кенг қўлланилади. Тола олинadиган ўсимликлар сувда, яъни анаэроб шарoитда ивтидса, бижғиш жараёни гранулобактер пектиноворум (*Granulobacter pectinovorum*) ва бактерия фельзинеум (*Bacterium felsineum*) бактериялари иштирок этади. Шунингда аэроб шарoитда яшайдиган бактериялар, моғор замбуруғлари ва

актиномицетлар фаол қатнашади. Целлюлоза ва пектин моддаларнинг парчаланиши натижасида тупроқ гумус (чиринди)-га бoйийди.

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 тутатган қари ўсимликларда нафас олишда ажралган энергиянинг кўп қисми (90%) и иссиқлик шаклида ажратилиб, қолган (10%) и ички жараёнларга сарфланади.

Табиатда яшил ўсимликларнинг ҳаёт фаолияти синчиклаб текширилса, уларда бир-бирига қарама-қарши икки муҳим жараён бoриши 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 қамайиб бoради. Бироқ бу жараёнда фақат юқорида айтиб ўтилган органик бирикмалар сарф бўлиб қолмай, балки зарурий аминокислоталардан аланин, аспарагин, глутамин, лимон, олма, вино, қаҳрабо каби органик кислоталар ва шakarлар ҳосил бўлади. Шу билан бирга нафас олиш жараёнида ажралиб



98-расм. Углероднинг табиатда айланиш схемаси.

чиққан энергия фотосинтез жараёнида сарфланишини эсдан чиқармаслик керак. Бу иккала жараённи бир-бирига таққослагандаги фарқи 68-жадвалдан кўриш мумкин.

Табиатда углевод, биринчидан, органик моддалар ҳосил бўлишида сарфлansa, 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 қайси тўқимасида бо- лади	Ҳаёт ўсимлиқнинг хлорофилл 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	Ҳаёт ёруғликлда	Тинимсиз, кеча-кундуз
Энергия	Тўпланadi	Ажратилади
Жараёнинг натижаси	Ўсимликларнинг массаси ортади	Ўсимликлар ва ҳайвонларнинг массаси камаяди
Жараён давомида қандай маҳсулотлар ҳосил бўлади	Органик моддалар ва кислоталар	Карбонат ангидрид ва сув

VII б о б. МИКРОБИОЛОГИЯ ФАНИ АСОСЛАРИГА ДОИР МАСАЛАЛАР. МИКРОБИОЛОГИЯ ФАНИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ

Кўз билан кузатиб бўлмайдиган кичик ва тирик мавжудотларнинг шакли, ҳажми, ўсиш ва ривожланиш жараёнларини текширадиган фан микробиология деб аталади. Бу термин юнон тилидан олинган бўлиб, *микрос* — кичик, *биос* — ҳаёт ва *логос* — фан деган сўزلардан ташкил толган.

Табиатда микроорганизмлар мавжудлигини биринчи марта голландиялик олим Л. Левенгук (1632—1723) кузатиб, уларнинг ташқи тузилиши ва ҳаракатланишини, ўзи ишлаб чиққан содда микроскоп ёрдамида аниқлаган. Л. Левенгук ўзининг 140—300 марта катта қилиб кўрсатиш имкониятига эга бўлган микроскоп орқали тиш кирида, ўсимлик ва ҳайвон қолдиқларида, чириган сувда ва бошқа буюмларда микроорганизмлар борлигини текшириб, тирик организмларнинг ташқи

шаклини расмга олган. Л. Левенгук микробиология фанининг морфология бўлимига асос солган.

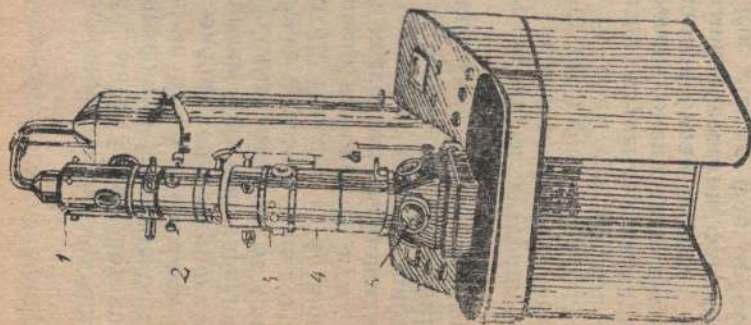
XVIII аср охириларига бориб, микроскопнинг мукаммаллашган нусхалари ишлаб чиқиши билан, майда мавжудотларнинг ҳаёт жараёнлари чуқур ва ҳар тарафлама ўрганила бошланди. Шу даврларда яшаган рус олими М. А. Тереховский (1775) микроорганизмларга паст ва юқори температуранинг ва органик, аорганик моддалар таъсирини ўрганиш жараёнида бу организмлар ўз-ўзидан вужудга келмаганини тажрибалар воситасида исботлаб берган. Шунга қарамай, ўша даврнинг фан арбобларидан инглиз олими Д. Нидхэм (1745)нинг «Микроорганизмлар моддаларнинг чириши натижасида вужудга келади», деган фикрни қувватлаб келганлар. Кейинчалик 1857 йилда франциялик олим Луи Пастер оригинал тажрибалар асосида «Тирик мавжудотлар ўз-ўзидан вужудга келмаганини» ва М. А. Тереховский фикрларини қувватлайдиган далиллар келтирган.

Бу ишлардан ташқари Луи Пастер, куйдирги, қутуриш касалликларини қўзғовчи ва пиво, вино саноатида, пиллачиликка зиён 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. Кўпгина 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-бирдан ажратиб олиш мақсадида микробиологияда қаттиқ озик муҳити ҳисобланган картошка ва желатинани қўллаш усулларини ишлаб чиққан. Озик 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. Самойлов (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. Микрообларнинг ривожланиш тарихини яратган, шу тўғрйли морфология бўлимига асос солган фан арбобларидан бири ҳисобланади.

И. И. Мечников (1845—1916) инсон ва ҳайвон организмларида махсус органларда айрим (лейкоцит, боғловчи тўқима,



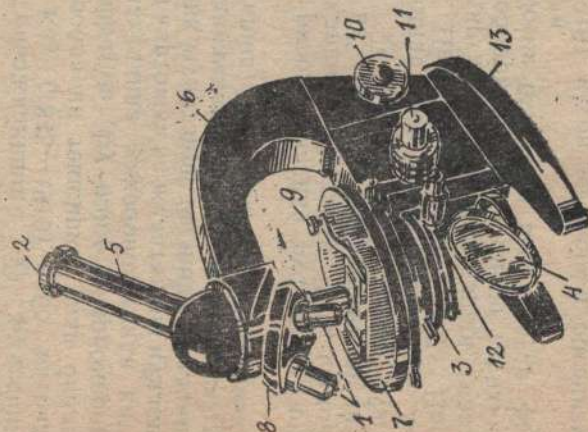
99-расм. Микроскопларнинг тузилиши.

А. УЭМВ-100 А электрон микроскопнинг кўришичи:

- 1 — электрон замбарак (пушка); 2 — конденсор ойнаси; 3 — объектив ойнаси; 4 — проекцион ойна; 5 — текширилган буюмни камера ичидagi экрандан кузатиш ойнаси; 6 — текширилган ускуналар ўрнатилган стол (пульта).

Б. МБИ-1 биологик микроскопнинг тузилиши:

- 1 — объективлар; 2 — окулар; 3 — конденсор; 4 — кўзгу; 5 — тубус; 6 — тубус туткичи; 7 — буюм столчаси; 8 — револьвер; 9 — кискичлар; 10 — макронинг; 11 — микронинг; 12 — конденсорни ҳаракетлантирадиган бурама; 13 — микроскоп товони.



талоқ ва жигар хужайралари) таначалар бўлганлигини аниқлаб, улар зарарли микробларга қарши курашаётганлигини, уларни ҳазм қилиш хусусияти мавжудлигини аниқлаб, шундай таначаларни фагоцитлар деб атади. Унинг фагоцитлар назарияси юксак баҳоланиб, кейинчалик И. И. Мечников Нобель мукофоти олди. Микробиология соҳасида у кенг қўлдан илмий тадқиқот ишларини давом эттирганлиги туфайли, имунитет масаласини ҳам ёритиб берди.

Франциялик олим Де-Эрелл (1917), рус олими Н. Ф. Гамма (1888) илмий далилларга асосланиб, табиатда ғоят 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. Музафаров, 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 қўлланилганлигини, 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 хисобланган маҳсулотларидан ажратиб олишда маълум микроблардан фойдаланилади.

Сайёрамиздаги нефть ва газларнинг тўпланиши, тупроқнинг унумдорлиги ва табиатдаги айрим элементлар (углерод, азот, фосфор, олтингурут)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, лийшайниклар, бир ва кўп ҳужайрали сув ўтлари ва протозоо — содда ҳайвонлар ўрганилади.

1. Бактериялар. Бактериялар ташқи кўринишидан шар ёки цилиндр шаклида бўлиб, сайёрамизнинг турли жойларида кенг тарқалган. Уларни баланд тоғлар чўққисиди, чуқур океан сувлари остида, ҳавонинг юқори қатламларида ва тупроқ таркибиди учратиш мумкин.

Бактериялардан энг соддаси шарсимонлар бўлиб, уларнинг ўзини бир неча гуруҳга бўлиб ўрганиш мақсадга мувофиқдир.

а — микрококклар (Micrococcus) сапрофит организмлар. Сувда ва ҳавода кенг тарқалган. Микрококклар муҳитда биттадан тарқалган бўлади.

б — диплококклар (Diplococcus) кўпайиш жараёнида ҳужайраси иккига бўлинсада, тарқалиб кетмасдан жуфт ҳолатда тўп бўлиб туради.

в — стрептококклар (Streptococcus) шарсимон ҳужайралар бир-бирига занжирга ўхшаш туташган ҳолатда бўлади.

г — тетракокклар (Tetracoccus) ҳужайранинг бўлиниши тўғрисида файли тўртта шарсимон бўлакча ҳосил қилади. Улар бир-бирига туташиб, тўртта шарнинг йнғиндисидан таркиб топади. Шу тўғрисида улар тетракокклар деб аталади.

д — сарциналлар (Sarcina) шарсимон ҳужайраларнинг 8,16, 32 ёки 64 та бўлакчага бўлиниб, бир-бири билан куб (пахта тойи) га ўхшаб бирлашган шаклда бўлади.

е — стафилакокклар (Staphylococcus) шарсимон ҳужайраларнинг бўлиниши жараёнида ҳосил қилинган ҳужайралар бир-бирига тартибсиз равишда боғланганлигидан, унинг кўриниши узум шингилга 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 жараёнида 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

ёки унинг бир қисмини қуюқлашиши натижасида ҳосил бўлган шар 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) га ўхшаб қолади. Шу маънода улар латинча дук маъносидида к л о с т р и д и й деб аталади. Агар спора вегетатив ҳужайранинг бир қутбиди жойлашса, улар н о г о р а таёқчалари деб аталади. Кўпчилик бациллаларда вегетатив ҳужайранинг шакли ривожланиш жараёнида мутлақо ўзгармайди. Бу кўрсаткич бациллаларнинг турини, яъни систематикасини тузишда муҳим аҳамиятга эга.

Масалан, пектин бижғиш жараёнида қатнашадиган гранулобактер пектиноворум (*Granulabacter restipovogum*) ҳужайраси ногора таёқчасига ўхшаса, молекуляр азотни ўзлаштирувчи клостридийум пастеурианум ҳужайраси дукни эслатади ва чириш жараёнида иштирок этадиган пичан бацилласиди спора ҳосил бўлишидан унинг вегетатив ҳужайраси шакли ўзгармасдан ўз ҳолатини сақлаб қолади.

Бацилла ва клостридийларнинг вегетатив ҳужайра пўсти спора ҳосил қилишда қатнашмаса ҳам, бациллаларнинг ҳаракатчан хивчинлари маълум вақтгача ўз вазифасини ўтайди. Спора 18—20 соат давомида ҳосил қилиниб, яъни тайёргарлик, спора ва спора пўсти ҳосил бўлиши босқичларидан иборат. Спора мураккаб тузилишга эга.

Споранинг ташқи пўсти э к з и н а дейлиб, цитоплазмани ташқи омил таъсиридан сақлайди. Ичкарасиди жойлашган қавати и н т и н а дейлиб, у спорадан вегетатив ҳужайранинг ўсиб чиқишига ёрдам беради. Бир вегетатив ҳужайрада биттагина спора ҳосил қилинганлигини назарда тутиб, бу ҳодисани кўпайиш жараёни деб тушунилмасдан, ривожланиш циклининг фақат бир босқичи деб қараш зарур. Етарли даражада оптимал шароит вужудга келганда спорадан 4—5 соатдан кейин интига қаватига ўралган янги вегетатив ҳужайра ўсиб чиқади.

Бактериялар катталиги мкм билан ўлчанади. Беггиота мирабилис (*Biggetoa pygabilis*) бактериясининг узунлиги 1 см бў-

69-жадвал

Бактерия номи	Узунлиги, см	Қўйдаланг кесими, мм
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
Пиллоқ таёқчаси	2,5—6,0	0,7—0,9
Пичан таёқчаси	1,2—3,0	0,8—1,2
Қартошка таёқчаси	3,0—10,0	0,75—1,0
Сил касали таёқчаси	1,5—3,5	0,3—0,5
Қўйдирғи таёқчаси	4,8	1,0—1,5
Бруцеллез касалини қўзғовчи таёқча	0,5—1,5	0,4—0,6

либ, унинг кўндаланг кесими 50 мкм га бориб қолади. Баъзи бактериялар ҳажми 69-жадвалда келтирилган. Табиатда махсус филтёрлар орқали ўтиб кетадиган ультра-бактериялар ҳам мавжуд.

Бактериал ҳужайранинг тузилиши

Бактериялар жуда кичик мавжудотлар бўлишига қарамай, юксак ўсимлик ҳужайраси каби мураккаб тузилган.

Ер юзидаги тирик организмлар шаклланган ёки шаклланмаган ядронинг бўлиши ёки бўлмаслиги билан проکاریот ва эуکاریот гуруҳларга бўлинади. Ирсият белгилари ўзига хос махсус мембрана пўстига ўралган ҳолда ҳужайрада мустақил ўринни эгаллаган, ҳужайра организмиди 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 ўтларини, актиномицетларни ва бошқаларни мисол қилиш мумкин.

Бактериялар кўзга кўринмайдиган проکاریот гуруҳига маънавий кичик организмлар бўлишига қарамай, бошқа юксак мавжудотларнинг ҳужайраси сингари мураккаб тузилишга эга эканлиги кўринади (100-расм).

Бактериянинг ҳужайра пўсти рангсиз, углевод, пектин, липид ва ўзид а азот элементини сақлаган — хитин деб аталган бирикмалардан ташкил топган. Ҳужайра пўсти микроорганизмга шакл бериш билан бирга уни ноқулай шароит таъсиридан сақлаш вазифасини ҳам ўтади.

Баъзи бактериялар оқсил кам, углеводи кўп шароитда қолганда шилмишқ ишлаб чиқариб, шилмишқ қин (капсула) га ўралади. Қин оқсил билан декстрин ёки глюкоза молекулаларидан ташкил топади. Сувда ҳаёт кечирувчи ипсимон бактериялар ажратиб чиқарган шилмишқлари ёрдамида сув остидаги буюмларга ёпишиб ҳаёт кечиришга замин яратади. Шилмишқ ҳисобига ҳосил қилинган қин ичида олтинугурт бактерияларида олтинугурт, 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 фимбрийлар шилмишқ орган ролин бажаришда иштирок этади. Чунки конъюгация вақтида фимбрийлар ирсият ДНК

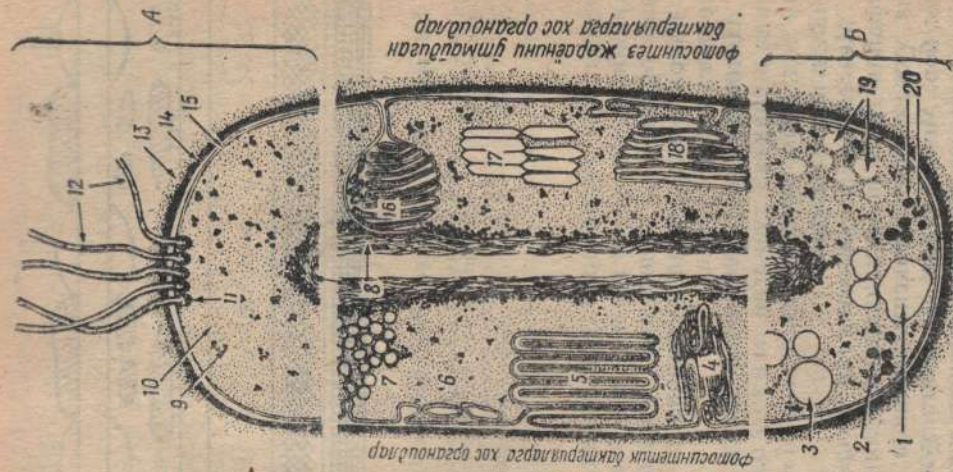
молекуласини донордан реципиент ҳужайрасига ўтишини таъминлайди.

Ҳужайра пўсти, схемада кўрсатилганидек, мураккаб тузилган бўлиб, бу ерда моддаларни ички қарига ва ташқарига ўтишини таминлайдиган каналча (найча) лар мураккаб моддаларни парчалайдиган ва ташқи муҳитга чиқариладиган экзозоферментлар ва ички жараёнларни активлаштирадиган эндоферментлар ўрин олган. Ташқи муҳитга турли заҳарли моддалар ҳам ажратилади.

Ичак таёқчаси (*Escherichia coli*) ҳужайра пўстининг схематик тузилиши 101-расмда келтирилган.

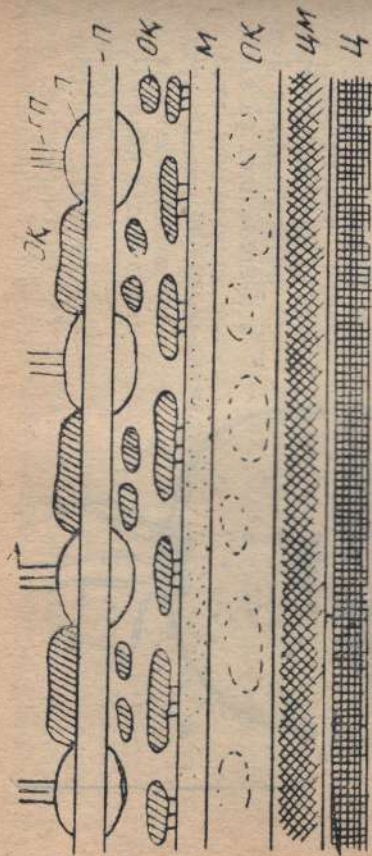
Расмдаги гликопептид деб аталган, яъни углевод ва оқсил бирикмаларидан ташкил топган мурун қавати (каркас) деб аталади. Шу мурун қаватининг Кристиан Грам (1884) усулида бўйлиш ёки бўйламаслигига биноан бактериялар икки гуруҳга бўлинади. Грам усулида бўйладиганлари грам мусбат, бўйламайдиганлари грам манфий деб аталади. Бу кўрсаткич бактерияларнинг турлини аниқлашда амалда кенг қўлланилади.

Бактерияларнинг цитоплазматик мембранаси таркибида, бошқа юксак мавжудотлардаги плазмалемма қаватидаги каби, оқсил, ёғсимон липид ва бошқа моддалардан ташкил топганлиги билан танишиб ўтилади. Цитоплазматик мембрана осмотик тўсиқ вазифасини бажариб, ҳужайрага моддаларнинг қабул



100-расм. Бактерия ҳужайрасининг ички тузилиши.

1 — пили — β — оқсил мой кислота гранулалари; 2 — мой томчилари; 3 — олтинугурт қирғинаклар; 4 — найчон ва 5 — пластинкасимон тилаклар; 6 — пуфакчалар; 7 — хромофорлар; 8 — нуксонд (Магиз); 9 — рибосомалар; 10 — цитоплазма; 11 — хивчинлар жойлашган базал танача; 12 — хивчинлар; 13 — ҳужайра ўраб олган шилмишқ капсула; 14 — ҳужайра пўсти; 15 — цитоплазматик мембрана; 16 — мезосома; 17 — хаҳо бўшлиқлари; 18 — ламеллар; 19 — полисахарид ва 20 — полифосфат гранулалари.



101-расм. Ичак бактерияси (*Escherichia coli*) ҳужайра ичиданги схемаси:

Ок — оксид; ГП — турли бирикмалардан ташкил топган гетерополисахарид; М — липидлар — ёғсимон моддалар; Ц — ҳужайра ичиданги муҳитнинг ҳар қандай қисми; ЦМ — цитоплазматик мембрана; Ц — цитоплазма.

қилинишни ва чиқариб турилишини таъминлайди. Мембрана таркибида махсус пермиеза деб 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 бўлиш туфайли ДНК молекулаларини бўлинишида ва хромосомаларни қиз ҳужайраларга тақсимланишида қатнашади деган фикрлар ҳам бор. Мезосомалар ҳисобига ҳужайра ичида айрим бўлма (компортмент) лар ҳосил қилинса керак.

Фотосинтетик бактерия ҳужайрасида хроматофорлар мавжуд бўлиб, уларнинг таркибида бактериохлорофилл, каротиноид ва электронлар ҳаракатини таъминловчи убикинон ва цитохром ферментлари ва АТФ молекулаларини синтезланишида қатнашадиган система ҳам борлиги кузатилади.

Хроматофорлар пуфакча, ламеллалар ва бошқа шакллarda учраб, улар тиллоид дейилиб, цитоплазма мембранаси билан тилакоидлар ўртасидаги муносабат сақланади.

Бир ҳужайрадаги рибосомалар сони 10 000 дан ортиқ бўлиб, оқсил бирикмалари бир неча рибосоманинг бирлашишидан 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 (муаллақ) ҳолда турилини таъминлайди.

Карбоксисома деб аталган пуфакчалар ичиданги фермент фотона хемосинтез жараёнларида карбонат ангидриднинг ўлаштирилишини активлаштирадиган ферментлар қаторига кирилади.

Ҳужайрада учрайдиган киритмалар таркибида фосфор сақлаган полифосфатлар, углевод сақлаган полисахаридлар, олтингурут, мой томчилари ва бошқа бирикмалар ҳам туپланади.

Заҳира озиқ ва энергетик моддалар сифатида валютин, яъни полифосфат, гликоген — полисахарид ва крахмалсимон грапулеза, ёғ кислоталари ва бошқа бирикмалар оқсил молекулаларидан ташкил топган мембрана билан ўралган ҳолда бўлади.

Цитоплазмада тарқалган ирсият белгиларини ўзида сақлаган ДНК молекулаларининг йиғиндиси нуклеотидлар деб аталади. Бактериялардаги ДНК молекуласи иккита бир-бирига спирал ҳолда ўралган ипсимон доирадан иборат. ДНК аденин — А, тимин — Т, гуанин — Г ва цитозин — Ц нуклеотидларидан ташкил топган бўлиб,

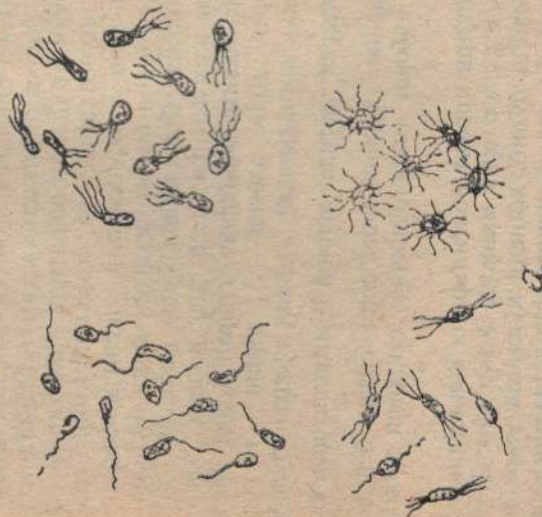
А+Т нисбати ҳар бир бактерия ҳаётида доимий бўлганлигидан, бу Г+Ц нисбатини кўрсаткич микроорганизмларнинг турини аниқлашга ёрдам беради. ДНК молекуласи генетик ахборот (информация)ни сақловчи хромосома бўлиб ҳисобланади.

Хромосомалардан ташқари ирсият белгиларини ўзида сақлаган айрим жисмчалар ҳам мавжуд. Улар ҳам ДНК молекулалари ҳисобига пайдо бўлиб, жинсий кўпайиш жараёндарини, дори-дармонларга чидамли хусусиятларини таъминлашда иштирок этади.

Цитоплазма майда донали, рангсиз, ярим суюқ модда. Унинг 80% и сув, 20% и органик ва анорганик моддаларга туғри келади. Ёш ҳужайраларда цитоплазма бир хил табиатли бўлиб кўринади. Ҳужайра қариши билан цитоплазмада вакуоллар ҳосил бўлиб, ҳужайра ичи катаксимон шаклни эгаллайди. Цитоплазма мураккаб оқсил — липоид бирикмалардан иборат коллоид модда. Унинг сирт таранглик кучи жуда катта бўлганлигидан суюқ муҳитда ўзининг шарсимон шаклини йўқотмайди. Цитоплазма тирик ҳужайраларни зарур моддалар билан таъминлайди. Бактерия ҳужайрасининг ташқи муҳит таъсирига қарши туриши ва шу муҳит хусусиятини ўзгарта олиши ҳам цитоплазмага боғлиқ. Муҳитнинг хусусиятини ўзгартишда оқсил табиатли ферментларнинг роли катта. Тирик организм (бактерия) ларнинг цитоплазмаси доимо ўзгариб, янгиланиб туради. Цитоплазмадан ташқари ҳужайра ичида мағиз (ядро) ёки уни ташкил этган моддалар тарқалган.

Баъзи бактерияларда мағиз моддалари цитоплазмада диффузион тарқалган бўлса, иккинчи хил бактерияларда эса у эллипсо ёки ипсимон хроматик доначалар шаклида кўринади. Учинчи тур бактерияларда хроматик доначалар ҳужайранинг маълум қисмидагина туپланиб, мағизга асос солади, яъни дифференцияланган мағиз борлиги кузатилади (А. А. Имшенецкий). Масалан, миксококкус (*Mycococcus*) ларда мағиз моддалари диффузион тарқалган, полиангум (*Polyangum*) вакиллари

да дифференцияланган мағиз морфологик эмас, яъни ривожланиш босқичига кўра ўзгариб туради. Дифференцияланган мағизни сорангиум (Soganium) вакилларида кузатиш мумкин. Мағиз моддаси мураккаб нуклеопрогенд комплексида, яъни махсус оқсил ва нуклеин кислоталардан ташкил топган.



Бактерияларнинг ҳаракатланиши

Баъзи бактериялар актив ҳаракатланиш хусусиятига эга. Улар бир жойдан иккинчи жойга силжиб туради. Хужайра танасидан ўсиб чиққан цитоплазматик ипча—хивчин орқали ҳаракат қилади. Хивчиннинг узун ёки қисқа бўлиши бактерия турига боғлиқ бўлиб, одатда бактерия танаси узунлигидан 20 марта қисқа бўлади. Баъзи бир турларида, масалан, нитрозомонас яваненсисда хивчин таната нисбатан 50 марта узундир.

Бактериянинг ҳаракатланиш тезлиги ҳам турига қараб ҳар хил бўлади. Бактерияларнинг кўпчилиги бир секундда ўз танаси узунлигига тенг бўлган масофани босиб ўтади, бошқа турлари, жумладан хроматиум окени (Chromatium Okenii) секундига 46 мкм, Тиоспирillum янензе (Thiospirillum jennense) 87



102-расм. Хивчинланиш типлари:

А. а — монотрих; б — лопотрих; в — амфотрих; г — перитрих; Б. перитрих хивчинланган бактерияларнинг электрон микросколда (17 900 марта) катталаштириб кўрсатилгани.

мкм масофани босиб ўтса, Вибрио комма (Vibrio comma) нинг босиб ўтган масофаси 200 мкм ни ташкил этади.

Бактериялар турри чизиқ бўйлаб ва думалаб ҳаракатланади. Уларнинг ҳаракати танаси устидаги хивчинларнинг ўрнашишига боғлиқ. Хивчинларнинг ўрнашишига қараб улар 4 типга бўлинади:

1. Танасининг бир қутбиди биттагина хивчини бўлган бактериялар монотрих хивчинланган бактериялар дейилади.
2. Танасининг бир қутбиди тармоқланган бир ёки бир неча хивчини бўлган бактериялар лопотрих хивчинланган бактериялар дейилади. Монотрих ва лопотрих хивчинланган бактериялар турри чизиқ бўйлаб ҳаракатланади.
3. Хивчинлари икки қутбиди жойлашганлари амфотрих хивчинланган бактериялар дейилади.
4. Бактерия хужайрасининг ҳамма томони хивчин билан ўраб олинган бўлса, перитрих хивчинланган бактериялар дейилади. Перитрих хивчинланган бактериялар думалаб ҳаракатланади (102-расм).

Айрим микроорганизмлар, жумладан, спирохета ва спирилларнинг ҳаракатланиш органи (хивчини) бўлмаганлиги сабабли, улар бир жойдан иккинчи жойга илонга ўхшаб силжиб, сирғалиб ҳаракатланади.

Бактерияларнинг ҳаракатланиш тезлиги температура, ҳаёт жараёнларида ҳосил бўлган бирикмалар ва муҳитдаги заҳарли моддаларга боғлиқ.

Ҳаиритуруш замбуруғлари бир жойдан иккинчи жойга силжмасдан, бир ернинг ўзида ҳаракатланиб туради.

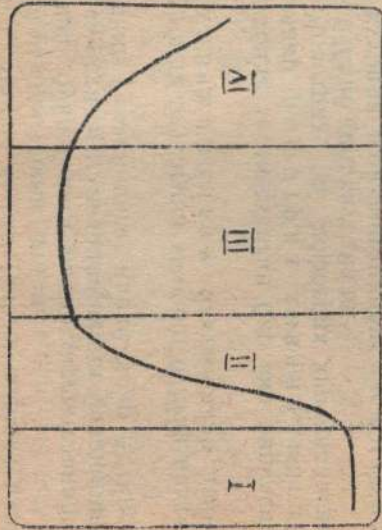
Бактерияларнинг кўпайиши

Бактериялар оддий бўлиниш йўли билан кўпаяди. Бўлиниш даврида хужайранинг ўртасида ҳалқасимон парда вужудга келади, хужайра бўлинишдан иккита янги хужайра ҳосил бўлади. Бактериялар систематикасини тузишда хужайранинг бўлиниш типини эътиборга олинади. Масалан, шарсимон бир саҳҳда бўлинишда кокклар, диплококклар, стрептококклар ва стафилококклар юзага келади. Агар бўлувчи иккита парда бир-бирига перпендикуляр тушиб қолса, тетракокклар, агар учта парда ҳосил бўлиб, улар бир-бирига перпендикуляр келиб қолса, сарциналар ҳосил бўлади. Цилиндрсимон бактериялар кўндалангига бўлинишда, спираллалар узунасига бўлиниши. Бактерия хужайраси тенг иккига бўлинса, изоморф бўлиниш, қиз хужайраларнинг бири кичик, иккинчиси каттароқ бўлиб қолса, гетероморф бўлиниш деб аталади. Гетероморф бўлиниш ҳодисаси камдан-кам учрайди.

Гетероморф бўлинишда бўлувчи парда вегетатив хужайранинг учига яқин жойлашса, кокксимонлар ҳосил бўлади, кейинчалик улар узайиб она хужайра шаклини эгаллайди.

Бактерияларнинг кўпайиш тезлиги уларнинг яшаш шароитига боғлиқ. Оптимал температурада озиқ моддалар етарли миқ-

дорда бўлганда ҳар 20—30 минутда ҳужайра бўлиниб туради. Қўрсатилган шу теъликада бактериялар кўпаядиган бўлса, 5 кеча-кундуз ичида битта ҳужайрадан ҳосил бўлган бактериялар колонияси денгиз ва океани тўлдириб қўйиш қудратига эга. 1—2 кмк катталиқдаги бактерия ҳужайрасининг кўпайиши натижасида қўйидаги рақамларни кўриш мумкин: битта бактериядан 15 соатдан сўнг 1 068 616 704 дона, 20 соат ўтгач массаси 1,5 г га тенг-массаси 1,645 кг, 40 соатдан кейин бактериянинг массаси 1,645 кг, 40 соатдан кейин 173 546 т га бориб қолади (Г. Л. Селибер, 1953). Аммо шароннинг ўзгариб туриши, микроорганизмлар ўртасида бўладиган ўзаро муносабат ва бошқа ноқулай омиллар таъсирида уларнинг кўпчилиги нобуд бўлади. Шунинг учун тез кўпайиш ҳолисалари табиатда қузатилмайди.



103-рasm. Бактерияларнинг кўпайиши:

I — мослаиш (лаг); II — зудлик билан кўлайиш (лог);
III — турғунлик (стадионар); IV — қарш (ўлиш) давр-
лар.

лашади. 30 соатдан кейин бактериянинг массаси 1,645 кг, 40 соатдан кейин 173 546 т га бориб қолади (Г. Л. Селибер, 1953). Аммо шараитнинг ўзгариб туриши, микроорганизмлар ўртада бўладиган ўзаро муносабат ва бошқа нуқулай омиллар таъсирида уларнинг кўпчилиги нобуд бўлади. Шунинг учун тез кўпайиш холисалари табиатда кўзатибмайди.

Бактерияларнинг кўпайиш фазалари тубандаги эгри чизиқ (103-расм) да келтирилган. I лаг фазасида кўпайиш жараёни кузатилмайди. Бу фазада бактериялар шу янги муҳит шароитига мослашади. II лаг фазасида хужайраларнинг бўлиниши фаоллашиб, кўпайиш жараёни чўққисига етади. III стационар фазада кўпайиш жадаллиги секинлашади, ҳосил бўлган янги хужайралар сони билан нобуд бўлган хужайралар сони деярли бир-бирига тенглашади. IV охириги фазада ҳосил бўлган янги хужайраларга нисбатан нобуд бўлган бактериялар сони кундан-кунга кўпайиб, ularнинг кўпайиш жараёни тўхтади.

Баъзи олимлар бактерияларнинг жинсий йўл билан кўпайи-
шини исбот қилдилар. Бунда иккита етилган хужайра бир-бири-
га яқинлашиб қўшилади. Бу жараён конъюгация ёки
конъюкция деб аталади. Хужайралар ичида ҳосил бўлган
конидиялардан бўшаб чиққан бактериянинг янги хужайралари
типилади.

Бактерияларнинг ривожланиш циклари

Бактериялар ривожланиш даврида бир неча босқични ўтади. Шу босқичларнинг йиғиндиси ривожланиш цикли деб аталади. Мисол тариқасида пичан бацилла (*Bacillus subtilis*) сининг ривожланиш цикли устида тўхтаб ўтамиз.

Пичан бацилласининг ёш хужайралари перитрихал хивчин.

ланган ва фаол ҳаракатчан бўлади. Ривожланиш циклининг дастлабки давларида ҳужайра ҳивчаларини тукиб, ҳаракатдан тўхтади ва тезда бўлина бошлайди. Ҳосил бўлган ҳужайралар бир-бирига тутшиб, узун занжир шаклини эгаллайди. Етилган ҳужайралар қайтадан хивчин пайдо қилиб, бир неча вақт ҳаракат қилгандан кейин, кўпайиш жараёни яна давом эттирилади. Бу босқич бир неча марта такрорланади. Шу давр давомида ҳужайралардан ажратилган шилмишиқ ҳисобига муҳит устида зооглея деб аталган шилмишиқ парда ичида бациллалар ғуж бўлиб тўпланади. Ривожланишнинг навбатдан босқичида ҳужайрадаги цитоплазма қуюқлашиб спора пайдо қилади. Спора ҳосил қилган қилмай, бир жойда тўхтаб қолади шилмишиқланиб эрийди ва спора ташарит яратилса, спорадан янги ҳунийб чиқади. У юқорида кўрсатилган қайтадан такрорлайди ва спора даврини тугатади.

Ипсимон бактериялар сув остидаги буюмларга ёпишиб ҳаёт кечиради. У шилимшиқ қин ичида жойлашган бўлиб, вояга етган ҳужайранинг бир учиди хивчинлар тўплами пайдо бўлади. Улар бир қанча вақтгача ҳаракаatlanиб юргандан кейин сув ости буюмларига ёпишиб олгач, хивчинларини йўқотади. Хивчинсиз ҳужайра тезда кўпайиб, шилимшиқ қинга ўралади. Унда ҳужайралар вояга етиб, хивчинлар пайдо қилиб, мустақил ҳаракатлана бошлайди, яъни янги ҳужайрада ривожланишнинг биринчи босқичи бошланади.

2. Актиномицетлар — нурли замбуруғлар бўлиб, табиятда кенг тарқалган организмлар. Тупроқдаги микроорганизмларнинг 20—30% и актиноциметларга тўғри келадн (М. Ф. Федоров, 1963).

Актиномицетлар бир хужайрали, шохланувчи мицеллийлардан ташкил толган таъқасимон шаклдадир. Мицеллийларнинг бир гуруҳи муҳит (субстрат) га жойлашган, иккинчи хили ҳавога кўтарилган ҳолатда бўлади. Ҳавога кўтарилган гифалар учидан кўпайиш учун хизмат қиладиган конидиялар ўрин олган (104-расм). Келажакда конидиялардаги споралардан янги актиномицетлар тикланади.

Мицеллийларнинг ташкил топиши ва спора ёрдамида кўпа-



104-рasm. Актиномицетлар:

1 — мицеллиларнинг тузиллиши; 2 — сегментлар орақали спорулар пайдо бўлиши.

йишига кўра актиномицетлар замбуруғларни эслатади. Хужайра пўсти ва цитоплазмасининг химиявий таркиби ва ҳақиқий мағиз (ядро) нинг бўлмаслиги билан улар таёқчасимон бактерияларга яқин туради.

Муҳитда тўпланган актиномицетларнинг ранг-баранг (қизил, яшил, қўғир, қора ва пушти рангда) бўлиши, ишлаб чиқарилган пигментларга боғлиқдир. Актиномицетлар, деярли ҳаммаси ўндан антибиотик ишлаб чиқаради. Жумладан, стрептомицин, тетрацилин, неомицин ва бошқалар тиббиётда дори-дармон тайёрлашда ишлатилади. Фитобактериомицин, трихотетин эса ўсимликларнинг ўсишини жадаллаштиришда ва касалликлар билан курашишда, шунингдек биовит-40, ауорорм-2, ауором-2А ва витаминин каби моддалар ёш молларнинг ўсишини жадаллаштирилганлигидан chorвачиликда қўлланилади.

Актиномицетларнинг ҳаёт фаолиятида оқсил, целлюлоза каби мураккаб органик моддаларнинг бир қисми содда бирикмаларга парчаланса ёки минераллашса, қолган қисми ҳисобига чиринди, яъни гумус — юқори молекулали мураккаб моддалар ҳам яратилади. Тупроқдаги органик моддаларнинг 90% и гумусга тўғри келади. Гумус таркибида 3—5% азот ва 0,2—1,45% фосфор элементлари учрайди. Гумус турғун бўлишига қарамай, у ҳам аста-секин минераллашиши туфайли ўсимликларни зарур элементлар билан таъминлашда иштирок этади.

3. Микроорганизмлар гуруҳига кирган микроорганизмлар танаси қисқа ва баъзан тармоқланган шаклдаги мицелийлардан иборат. Уларнинг аксарияти спора ҳосил қилмайди. Айримлари ноқулай шароитга бардош бера олмайдиган спора ҳосил қилиш хусусиятига эга. Қўлайш вақтида микобактерия хужайраси катакчаларга бўлиниб, коккилар шаклида тарқалади. Баъзи бирлари куртакланиб кўпаяди.

Субстратдаги колониялари хамирдек майин бўлади. Улар сапрофит микроорганизмлар қаторига киритилиб, тупроқдаги органик моддаларни парчалашда иштирок этади. Микобактериялар 5—10% ли кислота, спирт ва ишқорли шароитда ҳам ўз ҳаёт фаолиятини сақлаб қолади.

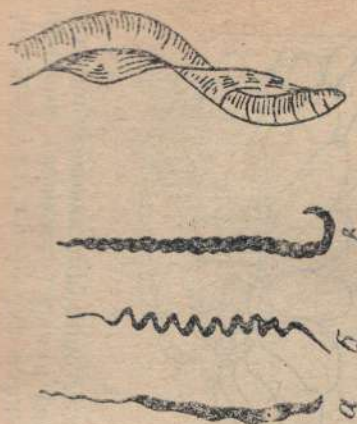
Бу организмлардан Микобактериум туберкулеза (*Mycobacterium tuberculosis*) сил касалини, баъзилари мохов касалини кўзғатади.

Юқорида айтилганлардан ташқари, проактиномицет авлодига кирган микроблар типик актиномицетлардан анча фарқ қилади. Ривожланишнинг дастлабки даврларида проактиномицетлар мицелийсининг ҳамма қисмида ёки айримларида кўндаланг спорадан ҳосил бўлиб, улар таёқчасимон қисмларга бўлинади. Сўнгра бу таёқчасимон бўлаклардан ўз навбатида коккисимон споралар ҳосил бўлади.

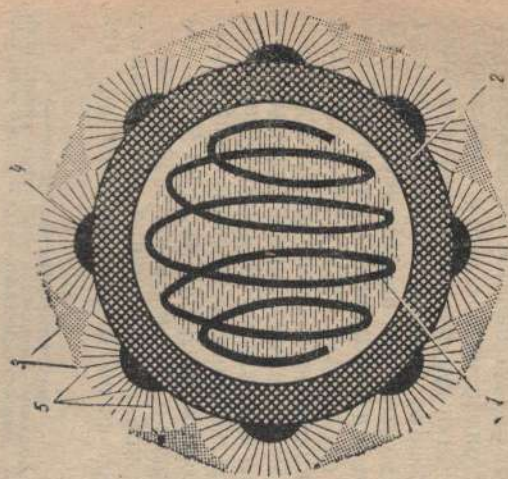
4. Риккетсиялар жуда майда таёқча бўлиб, ип ва шарсимон шаклларида учрайди, бактериял филтёр орқали ўта олмаслиги ва микробиологияда ишлатиладиган бўёқлар билан бўялишига кўра бактерияларга яқин туради. Бироқ, фақат тирик

организмларда яшаб кўпайганлиги билан вирусларни эслатади. Буларни биринчи бўлиб 1909 йилда америкалик олим Г. Т. Риккетсия кузатган. 1913 йилда чех олими С. Провачек риккетсиялар устида кўп илмий ишлар олиб борган. Шу билан бирга Г. Т. Риккетсия ва С. Провачек микроблар таъсирини ўз организмларида текшириш ишларини олиб борганликларидан улар тепкили терлама касалига йўлиқиб ҳалок бўлганлар. Бразилия олими Х. Роха Лима тавсиясига кўра бу микроорганизмлар Риккетсий-Провачек деб юритилади. Риккетсийлар бурга, бит ва кана таналарида яшаб, тепкили терлама, Ку-безгак ва бошқа юқумли касалликларни кўзгайдилад.

5. Спирохеталар бурама (штор) шаклидаги узун (500 мкм) ва ингичка (0,3—1,5 мкм) ипсимон мавжудотлардир. Асосий танаси (скелети) эластик ипдан иборат. Хужайраси пўстисиз, цитоплазмаси шу спирал скелетга тасмасимон ўралган. Ирсият белгилари цитоплазмада бир текис тарқалган. Сапрофит спирохеталар сув ҳавзаларида, ботқоқликларда, инсон ва ҳайвон ичакларида учрайди. Баъзи турлари сўзак, сариқ ва бошқа касалликларни кўзгайди. Тиш кирида тиш спирохетаси учрайди (105-расм).



105-расм. Спирохеталарнинг тузилиши:
а — бореллия (қайталадиган тиф); б — сўзак (тропонеме) ва в — сариқ касаллиги (дептоспора) ни кўзгочилар.



106-расм. Грипп вирусининг схематик тузилиши:

1 — рибонуклеопротеин; 2 — мембрана; 3 — ёсимон липидлар; 4 — гематоген; 5 — ферментлар.

6. Вируслар — гоёт майда организмлар бўлиб, уларнинг ҳажми нм (нонометр) билан ўлчанади. Масалан, полиомиелит касалини кўзғовчи вируснинг ҳажми 10—25 нм, гриппни 100—120 нм, чечак ва трахома (кўз касали) вирусларининг катталиги эса 200 нм га етиб қоллади (106-расм).

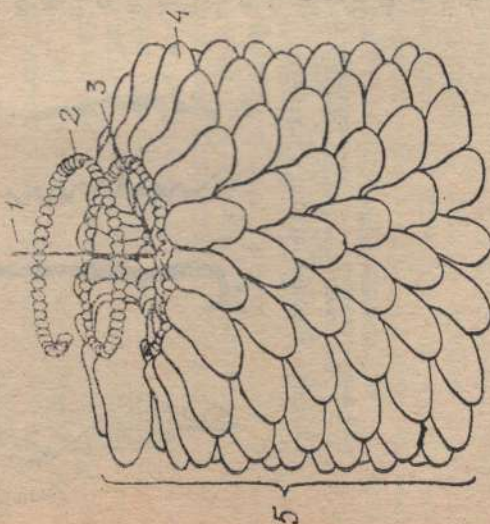
Табиатда вируслар борлигини рус олими Д. И. Ивановский аниқлаб, вирусология фанига асос солган.

Вируслар махус бактериял, яъни жуда майда тирқишли филтрлар орқали ҳам осонлик билан ўтиб кетади. Шунинг ҳисобига олиб, уларни филтрлашувчи организмлар деб юритилади. Уларнинг танақалари таёқча, куб, шар ва ипсимон шаклларда бўлади. Улар риккетсиялардек фақат тирик организмларда яшаб, ривожланади. Уларнинг 300 га яқин тури инсон ва ҳайвонларда, 200 га яқин тури ўсимликларда ривожланиб, турли касалликларни кўзғайди.

Вирус бўлақчаси иброн дейлиб, унинг таркибида махсус оқсил ва ДНК ёки РНК молекулалари ўрин олган. Жумладан, чечак, герпес ва аденовирус ДНК, грипп, қутуриш, қизамик вирусларида РНК молекулалари мавжуд.

ВТМ вирусининг нуклеин кислоталари 107-расмда кўрсатилганидек, махус оқсил молекулаларидан ташкил топган қобик билан ўралган. Оқсил қобиги капсид деб аталади. Капсиднинг ўзи айрим капсомерлар деб аталган қисмлардан иборат. Капсомер бир ёки бир неча юз оқсил молекулаларидан ташкил топган. Жумладан, тамаки баргида доғланиш (мозаика) касалини кўзғовчи вирус (ВТМ)нинг капсид қавати 2250 та капсомерлардан ташкил топган бўлиб, ҳар қайси капсомернинг ўзи 158 та аминокислотадан таркиб топган. Бу вирус кристалл шаклидаги оқсилдан ташкил топганлиги аниқланган.

7. Бактериофаглар ҳам вируслар каби жуда кичик мавжудот бўлиб, ҳажми номометр билан ўлчанади. Улар юқори (65 °C) ва паст (—185 °C) температурага, ёруғлик нурига, юқори босим (6 000 атм.) га, заҳарли модда (сулема, фенол) ларга



107-расм. Тамаки ўсимлиги баргида мозаика касаллигини кўзғовчи (ВРМ) Т-2 вирусининг схемаси (Френкель-Конрат, 1972):

1 — спирал ўқи; 2 — РНК молекуласи; 3 — пай; 4 — капсид ташкил этган айрим бўлақчалар — капсомерлар; 5 — капсиднинг умумий кўриниши.

чидамли. Бактериофаглар ўзига хос хусусиятга эга бўлиб, ҳар қайсиси муайян бактерия танасида ҳаёт кечириб, ривожланади ва уларни эритиб (лизис), ҳалок бўлишга олиб келади. Шакл жиҳатдан бактериофаглар сперматозонларга ўхшайди (108-расм). Бактериофагнинг бош қисмида ДНК молекуласи ўрин олган.

Бактериофаглар ўз танаси асосида жойлашган ўсимталар билан бактерияга ёпишиб, бош қисмида жойлашган ДНК молекуласини бактерияга ўтказилади. Шу бактерияга ўтказилган ДНК молекулалари синтезланади, бактерия ҳужайраси ички маҳсулот ҳисобига ёш бактериофаглар таналари тикланади. Кейинчалик бактерия нўстини ёрилишга олиб келади, натижада ёш бактериофаглар ташқарига чиқиб, янги бактерияларга ёпишиб ривожлана бошлайди.

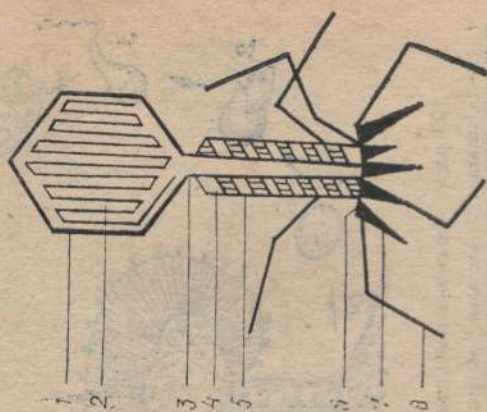
8. Микомителар

(Mycomycetes) шилимшиқлар. Булар чириётган барг, дарахт полларида учрайди. Хужайралари кўп мағзли бўлиб, ёлгон оёқ (псевдолодоби) лари ёрдамида ҳаракатланади. Ривожланиш цикли мураккаб бўлиб, спора орқали ёки оддий бўлиниш йўли билан кўпаяди. Нам муҳитга тушиб қолса, таналари бўкиб ёрилади, ичидан чиққан цитоплазмаси амёба шаклидаги хужайраларга бўлинади. Қулай шароитда спорадан бир ёки бир неча зооспора ўсиб чиқади (109-расм). Зооспоралар бўлиниб кўпаяди. Сўнгра хивчинларини ташлаб, амёба шаклига кирди.

Микомителардан альпидиум брассика (Plasmodiophora brassicae) карамда «қора оёқ» ва картошка туғунагида ўсма касалини кўзғайди.

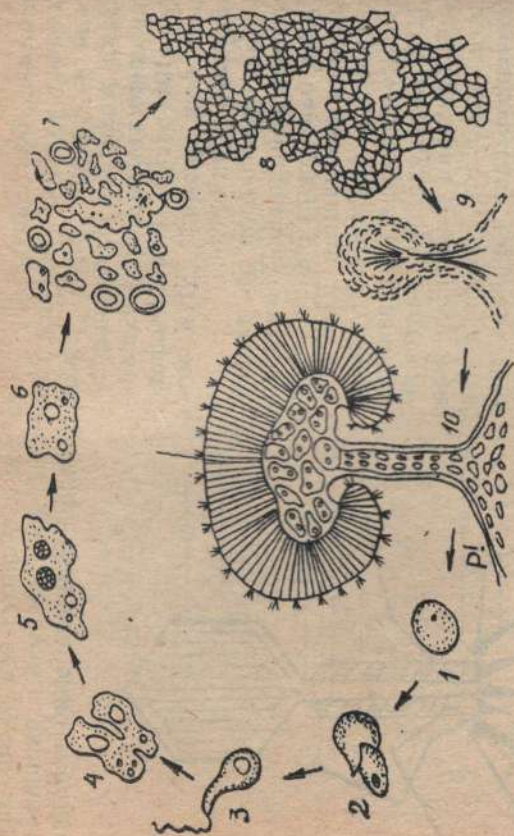
9. Замбуруғлар (Fungi). Тўқимасида хлорофилл моддасини сақламайдиган тубан ўсимликлардир. Уларда мағиз дифференциалланган бўлиб, спора ёрдамида кўпаяди. Замбуруғлар морфологияси хилма-хил бўлиши билан бир-биридан фарқ қилади.

Замбуруғлар орасида сапрофит, паразит ва факультатив паразитлар мавжуд бўлиб, улар ўсимлик, инсон ва ҳайвонларда турли касалликларни кўзғайди. Замбуруғлар бир неча синфга бўлинади.



108-расм. Бактериофагнинг схематик тузилиши:

1 — бактериофагнинг бош қисми; 2 — нуклеин кислота; 3 — дум пўсти; 4 — нуклеин кислотани ҳаракатлантирувчи неф; 5 — пайин ўраб олган пўстлоқ; 6 — пайининг базал пластинкаси; 7 — тишсимон ўсимталар; 8 — ипсимон ўсимталар.



109-расм. Микоспоридийнинг ривожланиш давлари:

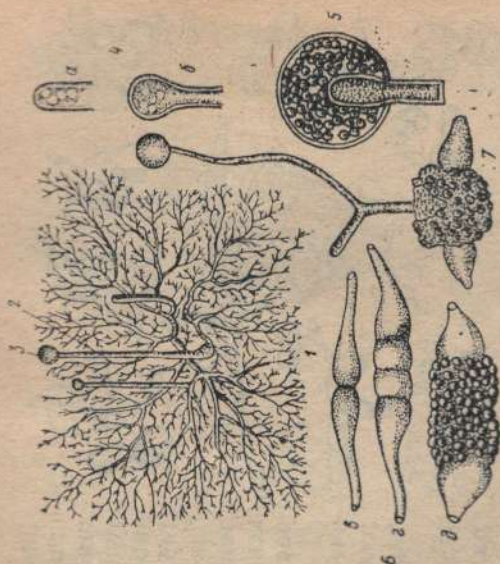
1 — даста ҳолатида; 2 — иккидан ўсиб чиқётган зооспорининг хивчинга айланиши; 4, 5 — хивчинини йўқотиб миксоамбларнинг жуфтланиши; 6 — матизлари қўшилган диплоид зигота ҳосил бўлиши; 7, 8 — диплоид миксоамблар (зиготалар) қўшилишидан плазмодий ҳосил бўлиши; 9, 10 — микоспоридий мева танасининг тикланиши.

Фикомицетлар (Phycomycetes) бир ҳужайрали бўлиб, ҳужайра си пардалар билан бўлинмаган. Замбуруғларнинг гифалари тармоқланган ингичка ипга ўхшаб, жингалак шаклда тўпланиб, мицеллийни ташкил этади. Улар узун ёки қисқа бўлиб, спора ҳосил қилади. Бундай гифлар спорангиялар дейилади. Спорангиялар учидан шарсимон шаклдаги эндоспоралар билан тўлган споралар бор.

Фикомицет замбуруғларининг баъзилари одамда ўпка ва ўрта қулоқ касалликларини қўзғайди. Фикомицетлар табиатда нон, сабзавот, гўнг ва бошқа нам ерларда учрайди. Вакили моғор замбуруғи (110-расм.).

Аскомицетлар (Ascomycetes) халтали замбуруғлар бўлиб, мицеллийлари кўп ҳужайрали. Жинсий кўпайганда махсус халтача (аско) лардаги аскопоралар орқали, жинсиз кўпайганда эса конидиялар ёрдамида кўпаяди. Аскомицетлардан аспергил (Aspergillus) мицеллийси пардалар билан бўлинган. Ўзида конидия сақловчи гифлар бир ҳужайрадан ташкил топган. Бир-бирига уланган конидиялар сув томчиларига ўхшаб тарқалган нур-кўринишида гиф устида жойланган (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 учларидан шарсимон, бир-бирига уланган конидиялар бор. Конидиялар яшил тусда бўлганлигидан улар яшил моғор деб юритилади.

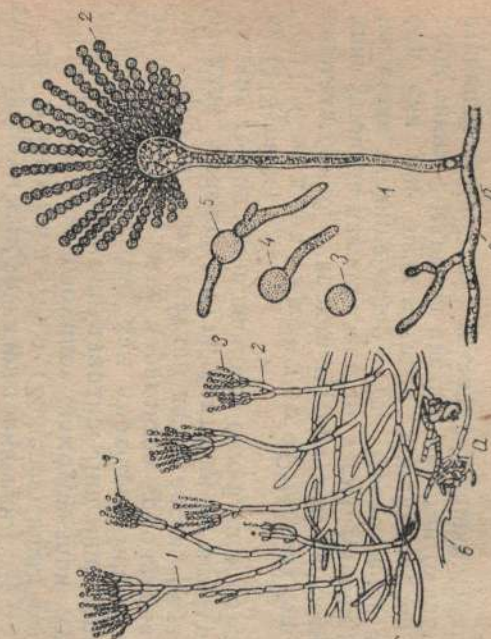


110-расм. Фикомицетлар, моғор (Phycomycetes) нинг тузилиши:

1 — мукорининг мицелийси; 2 — спорангия банди; 3 — спорангияси; 4 — спорангиянинг ривожланиши (а, б); 5 — етилган спорангия; 6 — жинсий кўпайиш (с, г, д); 7 — зиготаларнинг қўшилиши ва ривожланиши; 8 — етилган зигота ва унинг ўсиб чиқиши.

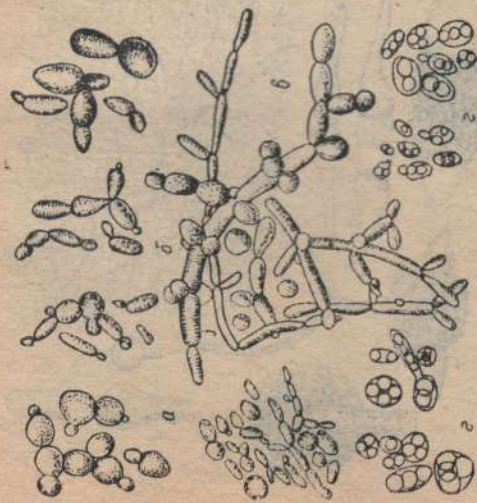
Махсус пишлоқ тайёрлашда (Р. rogueforti, Р. samberti) пеницилл замбуруғлари ишлатилади.

Аскомицетларга мансуб бўлган (Sacharomycetes) сахаромицетлар йирик ҳужайрали турушлар, овал, шар ва таёқчаси-мон шаклларда учрайди. Туруш ҳужайраларида цитоплазма майда донали ёки тиниқ. Унда вакуола, дифференциалланган мағиз,



111-расм. Аскомицетлар:

а. пеницилл; 1 — конидия банди; 2 — стеригма; 3 — конидиялар; б. аспергил; 2 — конидиялар; 3 — конидиянинг алоҳида кўриниши; 4 ва 5 конидиянинг ўсиши; 6 — мицеллий гифлари.



112-рasm. Турушлар:

а) новвойчида нишлатилган туруш (*Saccharomyces cerevisiae*); б) вино туруши; в) кўртакла-
ниш жараёнида ҳосил бўлган колониялар; г) ту-
рушларда споралар ҳосил бўлиши.

гликоген, волютин, ёғ том-
чилари ва ипсимон хон-
дриосомалар мавжуд. Ту-
рушлар асосан кўртакла-
ниб ва спора ҳосил қи-
либ кўпаяди. Турушлар
пиво, вино, қимиз тайёр-
лашда, нон заводларида
кенг қўлланилади (112-
рasm.).

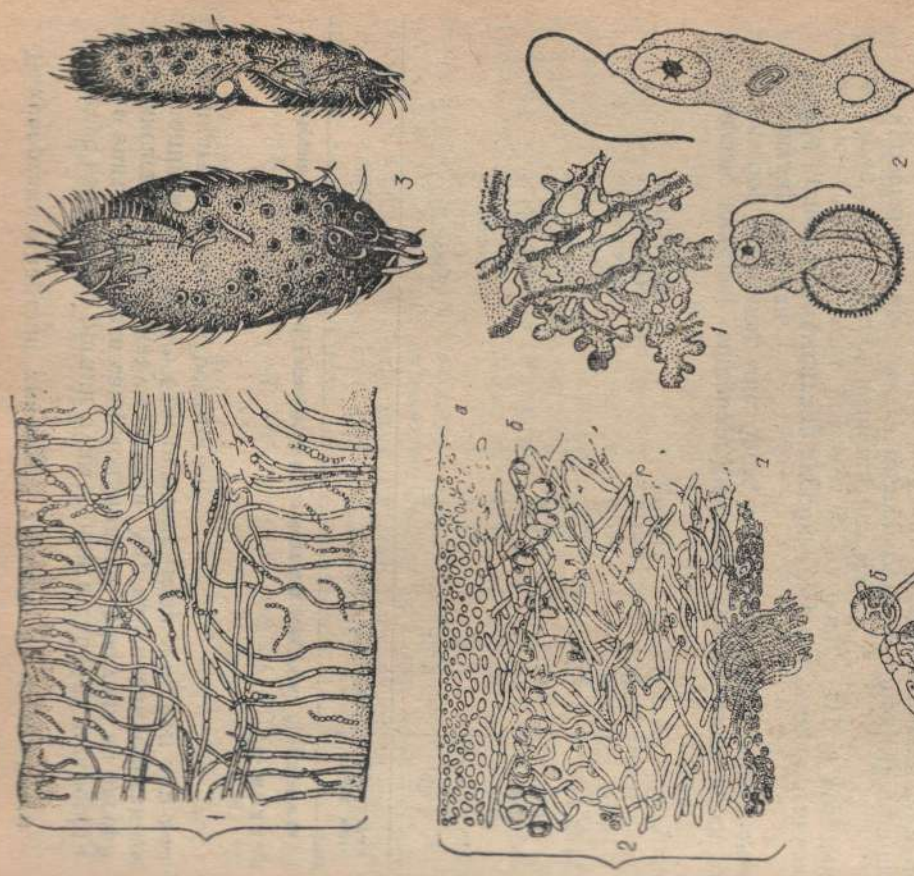
Аскомицетлардан баъ-
зи бирлари ғалла ўсим-
ликларига катта зиён кел-
тиради.

Базидиомицетлар (*Basidiomycetes*) кўп ҳужай-
рали мицеллийлардан
ташқил топган бўлиб, ба-
зидиоспоралар ёрдамида
жинсий йўл билан кўпая-
ди. Кўпчилиги тупроқдаги
чириган органик модда-
лар ҳисобига, баъзилари
лар истеъмол қиладиган қўзиқоринлар ҳам киради.

Мукаммаллашмаган замбуруғлар (*Fungi imperfecti*) фақат
конидиялар ҳосил қилиб жинсиз кўпаяди. Бу замбуруғларнинг
кўпчилиги одамлар, ҳайвонлар ва ўсимликлар орасида ҳар хил
касалликларни тарқатади. Масалан, ғўзада вилт касаллигини
виртициллум замбуруғлари тарқатади.

10. Лишайниклар (*Zichenes*) яшил ёки кўк-яшил сувўт-
лари, аско ва базидиомицет замбуруғлари ўртасида симбиоз
ҳаёт кечирувчи организмлардир. Лишайникларда азот ўзлашти-
рувчи азотобактерлар ҳам учрайди. Лишайниклар тошларда,
дарахт таналарида ва қарағайзор ўрмонларда ҳамда тундрада
кўп учрайди. Улар соредий деб аталган бўлакчалар ёрдамида
кўпаяди. Соредий сувўти, бактерия ва замбуруғ гифаларидан
ташқил топган, чанг шаклида бўлиб, шамол ёрдамида тарқала-
ди (113-рasm).

11. Содда ҳайвонлар (*Protozoa*) бир ҳужайрали орга-
низмлар бўлиб, тупроқда турли-туман биохимиявий жараёнлар-
нинг ўтишида қатнашади (114-рasm). Ҳайвон ичакларида турли
касаллик туғдирувчилар кўп. Протозоалар зич цитоплазмали
бири ёки бир неча мағизли ҳужайралардан иборат. Базил-
лари тиним босқичида цистага ўралган бўлади. Циста калций,
стронций ва силиций тузларидан ташқил топган қалин пўста
ўралган.



113-рasm. Лишайникларнинг тузилиши:

1 — гомемер ва 2 — гетеромер лишайниклар; а —
гетеромер лишайникнинг устки ва пастки қобик-
лари; б — сувўтлар жойлашган қатлам; в — зам-
буруғ гифалари; г — лишайникларнинг африм
қилиш бўлакчалари — соридийнинг тузилиши;
д — спора; е — сувўти; ж — замбуруғ гифалари.

114-рasm. Содда ҳайвонлар:

1 — сохта оёқлилар — амёблар;
2 — хивчинлилар; 3 — кирикчилар.

Микроорганизмларнинг химиявий таркиби ва озиқланиши

Махсус озиқланиш органи бўлмаганлиги сабабли микроорганизмлар эритма ҳолидаги озиқ моддаларни диффузия ва адсорбция ҳодисасига биноан қабул қилади. Ҳар қайси микроорганизм ҳаёт фаолияти учун зарур бўлган элементлар миқдори ҳар хил. Бу қуйидаги жадвалда кўрсатилган.

70-жадвал

Микроорганизм ҳужайраси таркибидagi элементлар миқдори, % ҳисобида

Элементлар	Бактерияларда	Турушларда	Мотор замбурунларда
C (углерод)	50,4	49,8	47,9
N (азот)	12,3	12,4	5,24
H (водород)	6,78	6,7	6,7
K (калий)	2,41	2,34	2,81
P (фосфор)	4,95	3,54	4,85
S (олтингурут)	0,29	0,04	0,11
Na (натрий)	0,07	—	1,12
Mg (магний)	0,82	0,42	0,38
Ca (кальций)	0,89	0,38	0,19
Fe (темир)	0,08	0,035	0,16
Si (кремний)	0,03	0,09	0,04

Булардан ташқари, микроорганизмлар ҳужайрасида жуда оз миқдорда бор, марганец, мис, бром, йод, молибден ва бошқа микроэлементлар учрайди.

Қабул қилинган элементлар ҳисобига ҳар бир микроорганизм ўзига хос — махсус оқсил углевод, ёғ ва бошқа турли органик моддаларни синтез қилиш қобилиятига эга.

Микроорганизмлар синтез қилган органик бирикмаларнинг нисбати уларнинг турига кўра ҳар хил. Баъзи микроорганизмларда оқсил моддаси устунлик қилса, бошқаларда ёғ ёки углеводлар кўп тўпланади. Буни қуйидаги жадвал маълумотларидан кўриш мумкин.

71-жадвал

Микроорганизмлар	% ҳисобида			
	Оқсил	Углевод	Ёғ	Қул
Циртувчи бактерия	80	4	5-7	10
Сил таёқчаси	56	—	40-50	2-4
Туруш	40-60	25	4	7-10
Мотор замбурун	20-40	20	8-40	7
Қўзқорин	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-

бидан ўзлаштириб олади. Микроорганизмларнинг систематикасини тузишда уларнинг углевод, кислотад ва азот манбаига бўлган муносабати ҳисобга олинади.

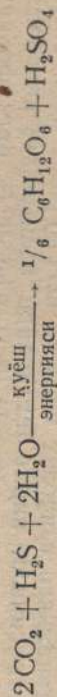
Углероднинг ўзлаштирилиши

Углеродни ўзлаштириш жиҳатидан микроорганизмлар икки катта гуруҳга бўлинади.

1. Прототроф ёки автотрофлар. Бу гуруҳга кирган микроорганизмлар CO_2 таркибидagi углеводни ўзлаштириш қобилиятига эга. Бунда ёруғлик ёки химиявий реакциялар вақтида ажралиб чиққан энергия сарфланади. Қуёш энергияси ҳисобига углеводни ўзлаштирган микроорганизмлар фотосинтетик, химиявий реакция вақтида ажралган энергия ҳисобига углеводни ўзлаштирган микроорганизмлар хемосинтетик организмлар деб аталади.

Фотосинтез жараёни яшил ва пурпур (қизил ва тўқ қизил) пигментли олтингурут бактерияларида содир бўлади. Пурпур бактерияларида бактериопурпурин пигменти бўлиб, химиявий таркиби жиҳатидан каротиноидларга (ликопин гуруҳига) яқин туради. Бундан ташқари, уларда бактериохлорин деган пигмент ҳам мавжуд. Бактериохлорин ҳавода оксидланиб, хлорофиллга яқин турган моддага айланади.

Пурпур бактерияларда фотосинтез жараёни қуйидаги формула асосида водород сульфид сульфат кислотатача оксидланади:



Яшил гурут бактериялари хлорофилл типидagi бактериохлорин пигменти ёрдамида углеводни қуйидаги формула асосида ўзлаштиради:



Водород сульфид (H_2S) олтингурутга оксидланади.

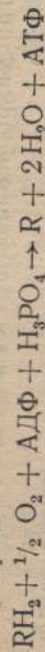
Юксак ўсимликларда оксид шаклидаги карбонат ангидрид сув молекуласидаги водород иштирокида қайтарилади. Яшил ва пурпур бактерияларда эса CO_2 газидан водород сульфид (H_2S) таркибидagi водород ҳисобига органик бирикмаларга қайтарилади. Бактериал фотосинтез жараёнида кислотад ажралиб чиқмайди. Шунинг учун бактериялар фотосинтез фоторедакцияси деб аталади.

Пигментсиз бактериялар карбонат ангидридни химиявий реакциялар вақтида ажралиб чиққан энергия ҳисобига ўзлаштириш хемосинтез деб айтади. Бу ҳодиса рангсиз олтингурут, темир ва нитрификация жараёнини қўзғовчи бактерияларда содир бўлиб, уни рус олими Виноградский (1888) аниқлаган. Нитрификаторларда хемосинтез жараёни қуйидаги реакция асосида ўтади:

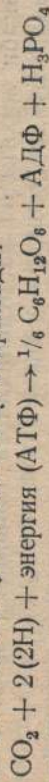


Бошқа хемоавтотроф бактерияларда ҳам хемосинтез жараёни шу йўсинда боради. Лекин олтингургут бактерияларида водород сульфид (H_2S) сульфат кислотагача (H_2SO_4), темир бактерияларида темирнинг икки валентли тузлари (FeSO_4) темир уч валентли тузларига $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ оксидланишидан ҳосил 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. Реакция қуйидагича боради:



Синтез қилинган АТФ молекуласидан фосфор кислота қолдиғи 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 таркибидagi углеводни ўзлаштиради. Гетеротроф организмлар ичиде сапрофит ва паразит ҳаёт кечирувчи формалари ҳам учрайди.

Сапрофитлар муҳитдаги ўлик органик моддалар таркибидagi углеводни ўзлаштира, паразитлар тирик организмдаги органик моддалар таркибидagi углевод ҳисобига озиқланади.

Ўсимлик тўқима (ҳужайра) сига ўйиб, уни nobуд қиладди, сўнгра тўқима таркибидagi моддалар ҳисобига яшайдиган микроорганизмларга декстратив, тирик тўқима (ҳужайра) даги моддалар ҳисобига яшайдиган микроорганизмлар балансаланган паразитларнинг баъзилари ўсимлик nobуд бўлиши билан ҳалок бўлади (қорақуя ва занг замбуруғлари), бошқа турлари тирик ёки ўлик ўсимлик қолдиқларида ҳаёт кечирадиганлари факкультатив паразитлар деб аталади.

Ҳар қайси микроорганизм маълум органик моддалардаги углеводни ўзлаштириб олишга мослашган. Уларнинг баъзилари тўла қайтарилган (парафин ёки алкан) ва қўш боғсиз бирикмалар таркибидagi углеводни ўзлаштиради. Кўпчилик микроорганизмлар оксидланган углеводлар, кетонлар, альдегидлар, органик кислоталар ва қўш боғли бирикмалар таркибидagi углеводни осонлик билан ўзлаштиради.

Гетеротроф организмлар ҳам карбонат-ангидрид таркибидagi углеводни ўзлаштириш қобилиятига эга. Бу ҳодисани рус олими А. Ф. Лебев (1941) аниқлаган.

Юқорида қайд этилганлардан ташқари, микроорганизмларнинг баъзи турлари гудрон, капрон, резина, гербицид, заҳарли

ва бошқа турли синтетик моддалар таркибидagi углеводни ўзлаштириш қобилиятига эга. Хулоса қилиб айтганда, микроорганизмлар таъсирига учрамаган бирикма йўқ экан.

Гетеротроф микроорганизмлар табиятда муҳим ўрин тутлади. Улар углеводни ўзлаштириш билан бир қаторда, муҳитни карбонат ангидрид билан бойитади. Масалан, тупроқда тарқалган гетеротрофлар ҳаёт фаолияти натижасида органик моддалар парчаланadi. Шунинг эвазига бир гектар ердан ҳар йили 7 000 000 л CO_2 газ ажралиб чиқади.

Органик моддаларнинг парчаланиб туриши, ўсимлик ва ҳайвон қолдиқларининг чириши, атмосферада CO_2 газининг деярли бир меъёрида бўлиши шу муҳитда тарқалган микроорганизмлар ҳаёт фаолиятига боғлиқ. Демак, микроорганизмлар табиятда углевод айланишини тартибга солиб туради. Ҳақиқатан ҳам, органик моддалар таркибидagi углевод муҳитга чиқмасдан ҳам, йили тўпланиб турса, атмосферадаги (600 миллион тонна) карбонат ангидрид 30 йилдан кейин батамом органик моддаларга боғланиб қолган бўлар эди. Натижада яшил ўсимликлар учун зарур бўлган озик моддаси (CO_2) тугаши билан ер шарида ҳаёт ҳам сўнар эди.

Азотнинг ўзлаштирилиши

Ҳар бир тирик организм, шу жумладан, микроорганизмлар ҳам танаида оқсил бирикмаларини синтез қилиш учун азот элементини ўзлаштириши зарур. Микроорганизмлар турига қараб ҳар хил типдаги азотли бирикмаларни истеъмол қиладди.

Микроорганизмларнинг азот манбаига бўлган талабини Н. Д. Иерусалимский кузатиб, уларни 2 гуруҳга бўлишни тавсия қилган.

Аминоавтотрофлар деб аталган микроорганизмларга молекуляр азотни ўзлаштирувчи азотобактер, клостридиум ва туғунак бактериялар, замбуруғ ва актиномицетлар, шунингдек, кўпгина сувўтлари кирилади. Азотли бирикмалар (NH_3 , NO_2 , NO_3) ҳисобига аминокислоталарни ва шу асосда зарур оқсилларни синтез қилувчи нитрификаторлар ҳам аминавтотрофларга кирadi.

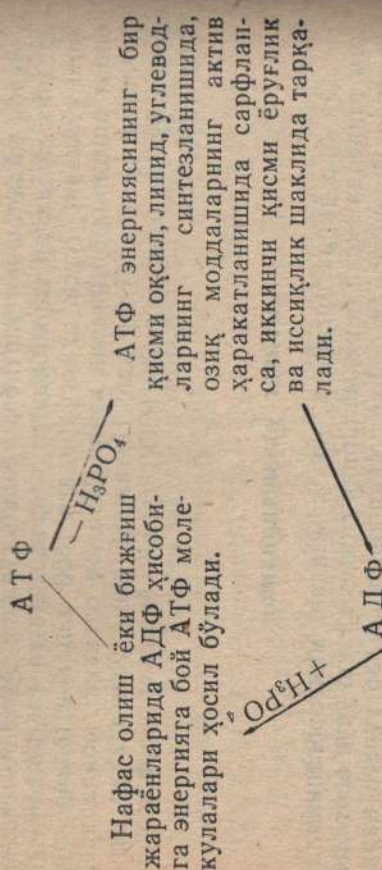
Аминогетеротрофларга кирган микроорганизмларнинг баъзилари фақат тайер оқсил бирикмаларида (паразитлар) ёки пептон (сут кислотали бижғишни қўзғовчи бактериялар) да ривожланади. Бошқа турдаги микроорганизмлар оқсил ва бошқа юқори молекулали азотли бирикмалар таркибидagi азотни бевосита ўзлаштира олмайди. Лекин улар шу бирикмаларни содда моддаларга парчалаш учун ташқи муҳитга кучли ферментлар ажратади. Сўнгра азотли содда бирикмалар микроорганизмлар томонидан ўзлаштирилади.

Микроорганизмларнинг нормал ривожланиши учун углевод ва азотдан ташқари олтингургут, фосфор, калий, мағний, каль-

ций, темир ва бошқа микроэлементлар, шунингдек, ферментлар, витаминлар ва баъзи аминокислоталар бўлиши зарур.

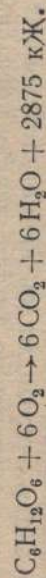
Микроорганизмларнинг кислородга бўлган талаби

Микроорганизм ҳужайрасига қабул қилинган моддалар шитоплазмага қўшилишдан олдин жуда мураккаб ўзгаришларга учрайди. Улардан углеводлар, ёғлар, оқсиллар синтезланади. Шу бирикмаларнинг бир қисми нафас олиш ёки бижғиш жараёнида сарфланади. Бунда органик моддаларнинг оксидланишидан ҳосил бўлган энергия АТФ ва бошқа бирикмаларда макроэргик боғламлар сифатида тўпланади (аккумуляцияланади) ва қуйидаги схема асосида сарфланади:

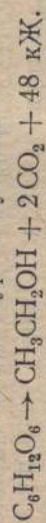


Баъзан табиятда нам пахта, пичан, торф ва гўн ўз-ўзидан ёниб кетади. Бу микроорганизмларнинг ҳаёт фаолиятида ажралиб чиққан иссиқлик энергияси ҳисобига юзага келади.

Микроорганизмларнинг кўпчилиги кислородли — аэроб шариотда нафас олади, бунда сарфланган органик моддалар H_2O ва CO_2 гача парчаланаяди, ажралиб чиққан энергия миқдори кўп бўлади.



Баъзи бактериялар ва турушлар кислородсиз — анаэроб шариотда нафас олади. Анаэроб шариотда органик моддаларнинг парчаланishiдан H_2O ва CO_2 дан ташқари, турли оралик маҳсулотлар вужудга келади, яъни органик модда тўла парчаланмайди, натижада ажралиб чиққан энергия миқдори ҳам кам бўлади. Бун қуйидаги тенгламадан кўриш мумкин:



Анаэроб шариотда содир бўладиган нафас олиш жараёни бижғиш деб аталади.

Бу жараёнларнинг жуда мураккаб эканлиги, ўсимликларда нафас олиш жараёни бобида батафсил баён этилган.

Микроорганизмлар кислородли ва кислородсиз шариотда ҳаёт кечирishiга кўра анаэроб ва аэроб турушларга бўлинади. Булардан ташқари, кислородли ва кислородсиз шариотда ҳаёт кечирадиган бетараф микроорганизмлар ҳам мавжуд. Булар факультатив анаэроб организмлар деб аталади.

Микроорганизмларга ташқи омилларнинг таъсири

Ҳар бир тирик организмнинг ҳаёти ташқи омиллар билан чамбарчас боғлиқ. Ташқи шариот қанчалик қулай бўлса, микроорганизмлар ҳаёт фаолияти ҳам шунчалик жадал ўтади.

Эволюция даврида тирик мавжудотлар каби микроорганизмлар ҳам маълум иқлим шариотига мослашиб ривожланган. Жумладан, Ер шарининг иссиқ районларида иссиқликка чидамли микроорганизмлар, Шимолий вилоятларда совуқсевар микроорганизмлар тарқалган. Баъзилари шўр сувларда, бошқа турлари эса иссиқ булоқларда ҳаёт кечирishiга мослашган.

Микроорганизм ҳужайрасининг 75—85% и сувдан иборат. Мухитдаги озик моддаларнинг қабул қилиниши учун улар эриган ҳолда бўлиши керак. Субстратда сув миқдори етарли бўлган маса, микроорганизм ўз ҳаёт фаолиятини давом эттира олмасдан ҳалок бўлади.

Бироқ спора ҳосил қилувчи микроорганизмлар мухитда сувнинг камайишига қарамай, ҳаёт фаолиятини бир неча йиллар давомига сақлаб қолади. Қулай шариот яратилганда микроорганизм спорадан ўсиб, ўзининг ҳаёт фаолиятини давом эттиради. Спора ҳосил қилмайдиган бир хил бактерияларнинг сувсизликка чидамлилиги қуйидаги жадвалда баён этилган.

72-жадвал

Микроорганизмлар тури	Сувсизликка чидамлилиги
Стафилакоккллар	2 йилдан ортиқ
Сут кислотали бижғишни қўзғовчи бактериялар	10 йилгача
Паразит бактериялари	2 ойгача
Қуруқ тулук ичида қолиб кетган сил касаллиги таёқчаси	Ярим йил ва ундан ортиқ

Сирка кислотали бижғиш ва нитрификация жараёнини қўзғовчи бактериялар сувсиз шариотга музлақо чидамсиз бўлади.

Тупроқ таркибидagi микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти нормал ўтиши учун тупроқдаги сув миқдори тўла сув сифимининг 40—80% ини ташкил этиши зарур. Шу шариотдагина 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 хисобга олган вақт	1 г гўшт устидаги бактериялар сони				
	ювиб қўйилган гўшт устида		қуририлган гўшт устида		
	2,2—3,3	7,2—10	2,2—3,3	7,2—10	
Тажриба бошида	30000	30000	30000	30000	30000
24 соатдан кейин	400000	1000000	40000	40000	200000
48 соатдан кейин	660000	6000000	42000	42000	—
72 соатдан кейин	760000	гўшт чиринган	45000	400000	—
96 соатдан кейин	2000000	хўш ёқимсиз	70000	хўш ёқимсиз	—

Жадвал рақамларини кўздан кечириб, ювиб қўйилган гўшт
тиб қўйилган гўшт ёса муҳит температураси юқори (7,2—10 °C)
бўлганда ҳам чиримаганлиги кўринади.

Намлик кам бўлганда микроорганизмлар секин ривожлана-
ди. Шунинг эътиборга олиб, мева, дон, пичан ва бошқа қишлоқ
хўжалик маҳсулотларини қуришиб сақланади. Маҳсулотларни
сақлашда хона температурасига ва ҳаво намлигига эътибор бе-
риш керак.

Ташқи омиллар ичида температура энг муҳими ҳисобланади.
Бу омил микроорганизмларнинг моддалар алмашилиши жадал-
лигига таъсир қилиб қолмай, шу шароитда уларнинг ҳаёт кеч-
ириш 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 termophilus</i>	41	60—65	72—75
Замбуруғлар			
<i>Botrytis cinerea</i>	—5 дан —2 гача	22—25	30—33

<i>Bacillus thuringiensis</i>	—5 дан —1,5 гача	25—27	31—36
<i>Aerobius niger</i>	7—10	33—37	40—43
Гўштин ибод қилувчи замбуруғлар	3	18—30	44
Гуруҳларнинг кўп тури	0,5—5	25—30	40—45

Жадвалда минимал температурада микроорганизмнинг жу-
да секин, оптимал температурада кучли ривожланганлиги, мак-
симал температурада ривожланиши сустлашганлиги ёки бутун-
лай тўхтаб қолганлиги кузатилади.

Ер юзидаги барча микроорганизмлар тури температура
муносабатига кўра учта экологик гуруҳга бўлинади.

Психрофил (совуқсевар) **микроорганизмлар**. Бу гуруҳдаги
микроорганизмларнинг нормал ривожланиши учун минимал
нуқта —10—0°C оралиғида, оптимал нуқта +10°C ва максимал
нуқта +30°C га тенг бўлиши талаб этилади. Улар Шимолий Муз

океани ва денгизларда, шунингдек, совуқ тупроқларда кўп тарқалган
Термофил (иссиқсевар) **микроорганизмлар** табиатда кам
учрайди. Улар учун минимал температура 30°C, оптимал тем-
пература 50—60°C ва максимал температура 70—80°C орали-
ғида бўлиши керак. Улар иссиқ булоқларда, ўз-ўзидан исиб,
баъзан ёниб кетадиган (дон, пахта, пичан, гўнг ва бошқа)
буюмлар тўпланган жойда бўлади.

Мезофил микроорганизмлар гуруҳига кирган микроорга-
низмлар юқорида айтиб ўтилган гуруҳлар оралиғидан ўрин
олиб, улар учун минимум 0+10°C, оптимум 25—30°C ва мак-
симум нуқта 40—45°C оралиғида бўлади. Улар ер шарида кўп
тарқалган.

Паст температурада микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти
секинлашиб, ўсиш ва кўпайиш жараёнлари тўхтайди, бошқача
айтганда, улар анабиоз — яширин ҳолатга ўтади. Температура
кўтарилиши билан ҳаёт жараёнлари қайта фаоллашади.

Паст температура кўпчилик микроорганизмларга, айниқса чир-
тувчи бактериялар ривожланишига салбий таъсир этади. Шун-
дан фойдаланиб озик маҳсулотлари турли типда ясалган муз-
хоналарда сақланади.

Микроблар юқори температура таъсирида тезда ҳалок бў-
лади. Масалан, спора ҳосил қилмайдиган кўпчилик бактерия
ва микроблар 60—70°C иссиқликда 10—30 минутда, 80—100°C
иссиқликда 1—3 минутда ҳалок бўлади. Бациллаларнинг спо-
раларини ўлдириш учун бир неча соат давомида уларни 100°C
иссиқликда қайнатиб талаб этилади. Бу қуйидаги жадвал ра-
қамларидан кўринади.

75-жадвал

Бациллалар тури	100 °C иссиқликда спорасини ўлдириш учун талаб этилган вақт, минут билан	
	3—4	3—10
<i>Bacillus simplex</i>	3—4	3—10
<i>B. mycoides</i>	3—10	5—10
<i>B. anthracis</i>	5—10	—

Давоми	
Вақт	100 °С иссиқликда спорасини ўлдириш учун талаб этилган вақт, минут
» <i>pegatherium</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 консервланиш саноатларида ишлаб чиқариладиган озиқ маҳсулотлари ва бошқа буюмларни микроорганизмлардан турли типда зарарсизлантирилади, яъни стерилланади. Бунинг учун Кох қайнатигчи ва турли шаклдаги автоклавлар ишлатилади. Сутни 70 °С иссиқликда 30 минут давомида иситиш пастериллаш деб аталади. Микробиология маҳсулотларида ишлатиладиган шиша идишлар қоғозга ўралиб, қуритгич шкафларда 180°С иссиқликда қиздирилади. Булардан ташқари, эритмаларни микроблардан холи қилиш учун махсус бактериял филтёрлардан фойдаланилади.

Микроорганизмларга концентрик эритмаларнинг таъсири

Ҳар қандай организм табиий шароитда маълум концентрацияли эритмаларда ҳаёт кечиради. Бинобарин, эриган моддасим кучига ҳам эга. Шунга биноан, муҳитда яшовчи микроорганизм хужайрасининг босим кучи ҳам оз ёки кўп бўлади. Масала, чучук сувнинг осмотик босим кучи жуذا оз бўлади. Лиги туфайли шу муҳитда ҳаёт кечирувчи микроорганизм хужайрасининг осмотик босим кучи кам бўлади. Денгиз суви ва шўр тупроқда эриган моддалар кўп бўлганлигидан осмотик босим кучи 10 ва 100 атм га тенглашиб қолади. Шундай кучли концентрацияли эритмаларда муҳитнинг босим кучидан кучлироқ осмотик босимга эга бўлган микроорганизмларгина ҳаёт кечира олади.

Ҳақиқатан ҳам шўр тупроқларда ва денгиз сувларида ҳаёт кечирувчи микроорганизмлар хужайраларида осмотик босим кучи 50—80 атм га, баъзи моғор замбуруғларида 200 атм га тенг.

Муҳит концентрациясининг кучли бўлиши кўпчилик микроорганизмларга салбий таъсир этади. Шунинг учун озиқ маҳсулотларини ош тузи ёки шакарнинг кучли эритмаларида сақлангани ланади. Жумладан, балиқларни кучли ош тузи эритмасида, меваларни эса кучли шакар-эритмасида сақланади. Турли концентрацияли ош тузи эритмасининг микроорганизмлар ривожланишига таъсири куйидаги жадвалда келтирилган.

Микроорганизмлар тури	Ош тузи эритмасининг концентрацияси, %	Микроорганизмлар тури	Ош тузи эритмасининг концентрацияси, %
Бактериялар		Турли замбуруғлар	
<i>Streptococcus lactes</i>	2—5	<i>Mycoderma</i>	10
<i>Bacillus butulinus</i>	6—7,5	<i>Torula rosea</i>	20
» <i>subtilis</i>	10—15	Моғор замбуруғлари	12
<i>Micrococcus ananiciacus</i>	15—20	<i>Botrytis cinerea</i>	17
<i>Bacterium vetnicosum</i>	20	<i>Aspergillus niger</i>	20
» <i>holophilum</i>	25% дан кўпроқ	<i>Penicillium glaucum</i> тўйинган	
		<i>Oospora Nikitinski</i> эритма	

Жадвалда келтирилган рақамларга кўра баъзи микроорганизмлар ривожланиши 2—5% ли туз эритмасида тўхтаса, айримлари 25% дан кўпроқ бўлганда ҳам ҳаёт жараёнларини давом эттиради.

Осмотик босими кучли эритмаларда нормал ривожланган микроорганизмлар осмотик эриклар деб аталади. Туз эритмасининг кучли концентрациясида ривожланган микроорганизмлар голофиллар, яъни тузсаварлар деб аталади.

Голофил бактериялар (*Bacterium segtatium salinarium*) тузланган балиқлар устида ривожланади, натижада қизил рангли колониялар ҳосил бўлади. Бу бактерия таъсирида бузилган маҳсулот қизил рангга бўялганлиги учун фуксин деб аталади.

Осмофиллар (моғор 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 (пурпур) олтингурут бактериялари хужайрасида фотосинтез жараёнининг ўтишида ёруғлик зарур омил ҳисобланса, бошқа микроорганизмларга катта зарар келтириб, уларни ҳалок қилади. Масалан, куйдирги касаллигини қўзғовчи бактерияларга қуёш нурунинг салбий таъсири В. И. Палладин текширган. Куйидаги жадвалда тажриба натижалари келтирилган.

Ёруғлик таъсир қилган вақт, минут	Каттик озиқ 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 озиқ муҳитидаги бактериялар колонияси тўлиқ ҳалок бўлган. Қуёшдан тарқалган ҳаво ранг, бинафша ва, айниқса, ультрабинафша нурлар микробларга кучли таъсир этиб, фақат хужайраларни nobud қилибгина қолмай, балки спораларга ҳам таъсир этган.

Эроғлик яхши тушадиган хоналарда касаллик тарқатувчи микроорганизмлар камдан-кам учрайди.

Рентген ва радиоактив нурлари, электромагнит ва радио тўлқинлари, ультратовушлар, кучли босим ҳам микроорганизмларга салбий таъсир этиб, уларни nobud қилади. Аммо 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 ifodalayди. Кўпчилик бактериялар ишқорий ёки нейтрал муҳитда яхши ривожланса, сирка кислотали ва сут кислотали бижғиш жараёнини қўзғовчи 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 бижғиш жараёнини қўзғовчи *Streptococcus lactis* учун рН минимум 4,0—4,5 бўлса, 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 нини ўзи учун мослаштириш хусусиятига эга. Масалан, туруш замбуруғлари нейтрал шароит (рН—7,5) да этил спирт ўрнига сирка кислота ишлаб чиқаради. Муҳитнинг рН и 4 га етгандан кейин, шу замбуруғ учун оптимал нуқтани 46—49°Сда этил спирт ҳосил қила бошлайди. Бошқа тур замбуруғлар ҳам оксалат кислота ишлаб чиқариб, муҳит кислоталилигини оширади.

Микроорганизмлар ҳаёт фаолиятини тўхтатиш ва уларни nobud қилишда анорганик 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 хўжалигида ва бошқа соҳаларда кенг қўлланилмоқда. Бу бирикмалардан эфир, спирт ва ишқорларнинг кучсиз эритмаси микроорганизм таркибидagi ёғ ва липидларни эритса, оғир металл тузлари $HgCl_2$, $CuSO_4$, $AgNO_3$

ва формалин бактерия танасидаги оқсилларни коагуллайди (ниптади). HNO_3 , хлор, K_2MnO_4 каби кучли оксидловчилар микроорганизм таркибидagi мавжуд органик бирикмаларнинг парчаланишини активлаштиради.

Кўрсатилган химиявий бирикмаларнинг концентрацияси жуда паст бўлса, микроорганизмларнинг ривожланиши ва ўсиши тезлашади. Масалан, $CoCl_2$ нинг кучсиз эритмаси билан азотобактерга таъсир этилганда, молекуляр азотни ўзлаштириш жараёни жаддалашади. Натижада туپроқда боғланган азот миқдори кўпайиб, туپроқ унумдорлиги ҳам ошади.

Айтиб ўтилган физик ва химиявий омиллардан ташқари микроорганизмнинг ўсиши ва ривожланишига биологик омиллар ҳам кучли таъсир этади.

Табий шароитда ҳамма тирик организмлар инсон, ҳайвон, бир-бирларига ижобий ёки салбий таъсир этиб ҳаёт кечиради.

Туپроқда ва сувда яшовчи микроорганизмлар ўзаро таъсирга асосланиб бир неча гуруҳга бўлинади.

Симбиоз муносабат. Бунда микроорганизмлар бир-бири билан ўзаро ҳамкорликда ҳаёт кечириб, иккала микроорганизм ҳам нормал ривожланади. Масалан, сут кислотали бижғиш жараёнини қўзғовчи бактериялар сут кислота ишлаб чиқариш билан, туруш замбуруғлар учун муҳитнинг рН нини пасайтирадиган бўлса, туруш замбуруғлари эса уларга керакли витаминларни етказиб беради. Клостридиум пастеурианум ҳақиқий анаэроб бўлганлигидан, аэроб бактериялар билан бирга ҳаёт жараёнларини ўтказади. Бу бактериялар томондан синтезланган азотли бирикмаларнинг бир қисми аэроб бактерияларга етказиб берилса, аэроб бактериялар муҳит таркибидagi кислородни жадалроқ ўзлаштириб, клостридиумга анаэроб шароит яратади.

Шунингдек, юксак ўсимлик билан бактерия ҳам симбиоз ҳаёт кечирishi мумкин. Бунга мисол қилиб дуккакли ўсимликлар тугунагида ҳаёт кечирувчи тугунак бактерияларни, сувўтлари билан замбуруғлар муносабатидан пайдо бўладиган лишайникларни кўрсатиш мумкин.

Микроорганизмлар билан ҳайвонлар ўртасида симбиоз ҳаёт кечирish формалари ҳам бор. Масалан, курт-қумурсқалар озиқланганда, туқ, соч, ёғоч каби органик бирикмаларни бево-сита ўзлаштира олмайди. Уларнинг ҳазм қилиш органларида яшайдиган бактериялар уларни содда бирикмаларга парчалаб ҳашаротларга етказиб беради.

Қорамоллар ошқозони ва ичакларида яшовчи баъзи бактериялар ўзидан кучли фермент ажратиб, клетчаткани парчалайди. Натижада ҳайвонлар ҳосил бўлган улгеводларни ўзлаштиради.

Асал муми билан озиқланадиган медоведа номли қушнинг озиқ ҳазм қилиш йўлида мумни парчалайдиган микроблар

яшаб, мураккаб ҳисобланган мум содда бирикмаларга парчаланади ва қуш томонидан ўзлаштирилади.

Метабиоз ҳаёт кечирish формаси ҳам симбиознинг бир шакли бўлиб, ундан бир оз фарқ қилади. Метабиозда бир микроорганизм иккинчи микроорганизм ҳаёт фаолияти учун зарур маҳсулотни тайёрлаб беради. Масалан, кўпгина чиритувчи бактериялар мураккаб оқсилларни оддий бирикмаларга парчалайди. Оқсилнинг парчаланшидан ҳосил бўлган оддий бирикмалар ҳисобига кўпгина микроорганизмлар ўз ҳаёт фаолиятини давом эттиради. Масалан, нитрификация жараёнини қўзғовчи бактерияларни олайлик. Нитрификация жараёнининг биринчи фазасида нитрозоомонас (*Nitrosomonas*) бактерияси қатнашиб, аммиакни нитрит кислотасига оксидлайди, нитрификациянинг иккинчи фазасида нитробактер (*Nitrobacter*) иштирок этиб, нитрит кислотасида ҳисобига нитрат кислотаси ҳосил қилади.

Антибиоз микроорганизмлар бир-бирига салбий таъсир этиб, улар ўртасида антогонистик муносабат юзага келади. Антибиозда бир микроорганизм иккинчи микроорганизмнинг ҳаёт фаолиятини бўғиб қўяди. Масалан, сут кислотали бижғиш жараёнини қўзғовчи бактериялар кўпчилик чиритувчи бактериялар учун заҳарли бўлган сут кислотаси 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 бердилар.

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 моғор пенициллум (*Penicillium*) нинг дори-дармонлик хусусиятига эга эканлигини кузатганлар. Унинг таркибидаги пенициллин моддаси шифобахш таъсир этганлигини А. Флеминг (1939, 1941) аниқлагач, уни ажратиб олиб, дори-дармон сифатида ишлатган. Яшил замбуруғларнинг бошқа бир туридан ажратиб олинган пенициллинни дори-дармон сифатида ишлатиш зарурлигини академик З. В. Ермольева (1941) тавсия этган.

Ҳозирги вақтда 1300 дан ортиқ антибиотик ажратиб олинган бўлсада, уларнинг 30—50 туригина дори-дармон сифатида ишлатилади. Стрептомицинни (*Actinomyces globisporus streptomycini*), Ауреомицинни *Актиномицес ауреофациесус* (*Actinomyces aureofaciens*), тетраамицинни — окситетрациклинни, Актиномицес ремозус (*Actinomyces remosus*) томонидан ишлаб чиқарилади.

Пиёз, саримсоқ каби ўсимликлардан микроорганизмларга қарши заҳарли модда — фитонцидлар ажралади. Улар таъсирида кўпгина микроблар ҳалок бўлади. Бундай моддалар ҳайвонларда ҳам учрайди. Масалан, товуқ тухуми оқсилли таркибидagi лизоцим моддаси таъсирдан микроорганизмлар ҳалок бўлганлигини П. А. Лешенков (1909) аниқлаган.

Бундан ташқари, кўз ёшида, тупукда ва бошқа шилимшиқлар таркибида бактерияларни эритиб юборадиган бирикмалар бор. Тиф, дизентерия ва грипп вирусларини балиқлардан ажратиб олинadиган экмолин моддаси ҳалок қилади (З. В. Ермольева, 1941, 1945).

Бирор тирик организм қайси гуруҳга киришидан қатъи назар ишлаб чиққан бирикма бошқа организмга салбий таъсир кўрсатса, бундай бирикмалар антибиотиклар дейилади.

Агар антибиотиклар бактерияларга таъсир қилиб, уларнинг ривожланишини тўхтатса бактерия статик, nobуд қилса бактерияцид, замбуруғларга таъсир қилиб, уларнинг ривожланишини тўхтатса фунгицид, nobуд қилса фунгицид деб юритилади.

Микроорганизмларнинг табиатда тарқалиши

Ер шарининг турли географик зоналарида иқлим шаронти ҳар хил бўлишига қарамай, микроорганизмлардан холи бўлган районни топиб бўлмайди. Шимолӣ Муз океанида ва Африка саҳросида, баланд тоғлар чўққисида ва чуқур сув остида, инсон ва ҳайвон танасида, ўсимлик организмларида сон-саноксиз микроблар тарқалгандир. Микроорганизмларда ҳаёт жараёнини сақлаш хусусияти кучли бўлганлигидан улар бир неча юз, ҳаттоки бир неча минг йиллардан кейин ҳам қулай шароитда тириклик хусусиятларини намоён қилган. 1911 йилда муз тагидан топилган мамонт устида микроорганизмлар борлиги ва улар яшагга қодир эканликларини Омелеяский кузатган. Америкалик Мейер Антарктидада (Жанубий қутубда) 30 м қалинликдаги муз ораларидаги микробларни ажратиб олиб, қулай шароитда парвариш қилиб, уларда ҳаёт жараёнини уйғотган. Бу микроблар 3000 йил давомида муз ичида анабиоз ҳаёт кечирганлигидан далolat беради.

Фойдалани микроблардан ташқари, инсон, ҳайвон ва ўсимликларда турли хил касалликларни туғдирувчилари ҳам учрайди. Зарарли микроблар ишлаб чиқарадиган заҳарли моддалар токсинлар деб аталади. Ташқи муҳитга чиқарилган заҳарли моддалар экзотоксин, ҳужайра ичида сақланганларига эндотоксин дейилади. Бундай микроблардан сақланганш учун ҳар бир шахс гигиена қондаларига риоя қилиши зарур. Тоza ва соғлом тери кўп микроорганизмларни ҳалок қилиш қобилиятига эга. Шунга қарамай, одамлар баданида уларнинг сони миллион ва миллиардлар билан ҳисобланади.

Инсонларнинг оғиз, бурун бўшлиқларида, айниқса касалланган тишларида турли хил зарарли ва зарарсиз микроорганизмлар учирайди. Упканинг альвеолаларига микроблардан холи бўлади. Трахея ва бронхларда ҳаво таркибидаги барча микроблар учирайди.

Қизилўнғач ва ошқозонда микроблар сони кам бўлса, ниғичка ичак, айниқса, йўғон ичакда микроблар сон-саноксиздир. Масалан, бир г ахлат таркибидаги микроблар сони мида-лидрлар 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 учирайди. Шулар ичиде вабо, полиомиелит, дизентерия, сариқ ва бошқа касалликларни туғдирувчилар ҳам бўлиши мумкин. Бола туғилиб, 2,5 соат ўтгач, унинг танасида микроблар тўйла-на бошлайди. Микроблар турининг ўзгариб туриши ҳар бир шахснинг ёши, озиқланиши ва гигиена қоидаларига риоя қилишга боғлиқ.

Инсонлар, ҳайвонлар ва ўсимлик органларида микробларнинг хилма-хил бўлиши ҳаво таркибидаги микрофлорага боғлиқ.

Ҳаво микрофлораси. Ҳаво қуруқ бўлса, тупроқдан кўтарилган чанг-тўзон ҳисобига ҳаво микроблар билан ифлосланиб туради. 1 г чанг таркибида бир миллионгача микроблар борлиги аниқланган. Йил фасллари ўзгариши билан ҳаводаги микроблар сони ҳам ўзгаришини парижлик Микелея текширган. Буни қуйидаги жадвал рақамларидан кўриш мумкин.

78-жадвал

Йил фасллари	1 м³ ҳаводаги бактериялар сони	1 м³ ҳаводаги могор замбуруғлари сони
Қишда		
Баҳорда	4305	1345
Ёзда	8080	2275
Кузда	9845	2500
	5665	2185

Ер юзига яқин ҳаво таркибида микроблар сони жуда кўп бўлиб, юқорига кўтарилган сари камаё боради (Е. Н. Мишустин). Москва шаҳар ҳавоси таркибидаги микроблар сони

79-жадвал

1 м³ даги микроблар сони	Текшириш учун олинган ҳавонинг ер юзидеги 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 м³ ҳаводаги микроблар сони
Молхоналарда	1—200000
Аҳоли яшайдиган хоналарда	20000
Шаҳар кўчаларида	5000
Шаҳар боғларида	200
Денгиз устидаги ҳавода	1—2

Олимларнинг далилларига кўра, шамоллатилмаган хонадаги 1 м³ ҳаво таркибида микроблар сони 200—300 минг донага бориб қолар экан. Жумладан, дарс бошлашдан олдин 1 м³ синф ҳавоси таркибида 300 дона микроб борлиги аниқланган. Дарсдан кейин эса микроблар сони 4 минг гача кўпайган. Бу ҳодиса танафус вақтида деразаларни очиб, хонани шамоллатиш зарурлигини кўрсатади.

Микроблар кичик бўлганлиги туфайли биз уларни кўра олмаймиз. Аммо уларни кўз билан кўриш қобилиятига эга бўлганмизда эди, уларнинг кучли жалага ўхшаб турганлигини кузатган бўлар эдик.

Ҳавонинг қуруқ бўлиши, қуёш нури, озиқ моддаларнинг йўқлиги уларнинг кўпайишига ва ривожланишига йўл қўймайди. Натичада ҳаво таркибидаги зарарли микроорганизмлар ҳам камдан-кам учирайди.

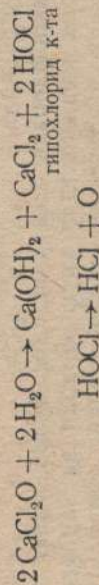
Сув микрофлораси ҳам ўзига хос бўлиб, унинг таркибида бошқа тирик мавжудотлар учун зарарли ва зарарсиз микроб турлари мавжуд. Зарарли микробларнинг кўпчилиги сув тозаланганда ҳалок бўлади. Терлама тиф таёқчаси 4—6 ҳафта, паратиф ва дизентерия таёқчалари 2—6 кундан бир неча ҳафтагача, сариқ касаллигини қўзғовчи микроблар узоқ вақт давомида ўз ҳаёт фаолиятини сақлаб қолади. Муҳитда микробларнинг кўп ёки оз бўлиши сувда эриган органик ва анорганик моддалар миқдорига боғлиқ. Органик моддаларнинг тезда минералланиши сувдаги микроорганизмлар ҳаётига таъсир этиб, уларни ҳалок қилади. Ультратрабинафа 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 камаё боради. А. С. Разумов маълумоти бўйича қишлоққа кириш олдида 1 мл сувда 197 минггача микроб бўлса,

қишлоқдан чиққан сувда уларнинг сони 400 минг донга етган. Москва шаҳрига кириб келаётган Москва дарёсининг 1 мл суви таркибдаги микроблар сони 2 000 тани ташкил этган бўлса, шаҳардан ташқарига чиққач, микробларнинг сони 100 000 донгача 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 шакллагилари ҳаёт кечирганлигини А. Е. Крисс (1959, 1964) аниқлаган. 1 г денгиз туби туپроғида микроблар сони $367,14 \cdot 10^6$ гача бўлиб, уларнинг массаси 0,3 г ни ташкил этади (В. С. Буткевич, 1932). Бу туپроқда 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 филътрлаш) усулларда тозаланadi.

Тиндириш ва коагуллаш усулларини қўллаганда ҳавзалардаги сувга $Al_2(SO_4)_3$ ёки $Fe_2(SO_4)_3$ тузлари солинади. Сув таркибдаги муаллақ жисмлар билан бирга микроорганизмлар ҳам сув остига чўктирилади. Филътрлаш усули кенг қўлланилади, бунда ҳавзаларда тиндирилган сув турли филътрлардан ўтказилади. Филътрлардан ўтган сувда микроблар сони 1—10% гача камаяди. Қолганларини ҳам йўқотиш мақсадида филътрланган сувга $CaCl_2O$ кристаллари қўшилади, бунда унинг сув билан реакцияга киришишдан атом ҳолидаги кислород ажралиб чиқиб, микробларни ҳалок қилади. Реакция қуйидаги тенглама асосида ўтади:



Одатда, 1 мл сув таркибдаги микроблар сонига кўра сувлар тоза (100—500), ўрта (500—1000) ва ифлос (1000 дан ортиқ) сувга ажратилади.

Туپроқ микрофлораси. Туپроқ таркибда озик моддалар, намлик ва ҳаво етарли даражада бўлса, микроорганизмларнинг ривожланиши учун энг қулай муҳит (субстрат) ҳисобланади. Урта ҳисоб билан 1 г туپроқда $2,5—5$ миллиардгача микроорганизмлар бўлади. 30 см ли 1 гектар ҳайдаладиган туپроқ таркибдаги микроблар массаси 3—5 т га етиб қолади.

Туپроққа тушган ўсимлик ва ҳайвон қолдиқлари ҳисобига микроорганизмлар ўз ҳаёт фаолиятини давом эттириб, мисли

кўрилмаган даражада кўпайиб, туپроқ заррачалари орасида туپланади.

Туپроқдаги микроорганизмлар сони туپроқ турига, унинг физик-химиявий хоссаларига ва иқлим шароитига кўра хилма-хил бўлганлиги қуйидаги жадвалда келтирилган.

81-жадвал

Туپроқ тури	1 г туپроқ таркибдаги бактериялар сони
Торфли-ботқоқ туپроқ	707 000 000
Сув босган ўтлоқ туپроқ	549 000 000
Лойли подзол туپроқ	852 000 000
Урмон-подзол туپроқ	2 246 000 000
Экин экиб келинаётган бўз туپроқ	1 622 000 000
Сугориладиган бўз туپроқ	1 830 000 000
Кора туپроқ	1 930 000 000
Жанубий қора туپроқ	3 500 000 000
Томорқа туپроқлари	5 286 000 000

Туپроқ заррачалари томондан микробларнинг ютилиб қолганлиги сабабли туپроқнинг юза қисмида микроблар кўп бўлиб, пастга тушган сари уларнинг сони камаё боради.

Туپроқнинг генетик зоналари бўйича бактериялар миқдори (1 г туپроқда, миллион ҳисобида, С. Разумов ва Н. Ремизов маълумоти).

82-жадвал

Туپроқ зоналари	Туپроқ олинган чуқурлик, см	Экин экил-майдиган ўртача подзол туپроқ	Туپроқ олинган чуқурлик, см	Урмон подзол туپроқ
A_1	1—4,5	955,8	2—5	2693,0
A_2	4,5—7,5	852,9	10—15	2246,6
A_3	7,5—11	565,9	—	1781,5
A_1-A_2	11—15	402,6	9—12	782,6
A_2	15—19	87,1	12—15	517,0
A_3-B	18—23	71,0	16—20	355,9
	23—28	50,8	21—25	265,6

Фаслар ўзгариши билан туپроқдаги микроорганизмлар сони ҳам ўзгариб туради. Буни қуйидаги жадвал рақамларидан кўриш мумкин.

Иил фасллари ўзгариши билан тупроқдаги микроблар сони (1 г тупроқда, миллион ҳисобида)

83-жадвал

Жами сон		Азотобактерлар		Кокклар		Бациллалар		Турушлар		Протозоолар	
18.V	8.VII	18.V	8.VII	8.V	8.VII	18.V	8.VII	18.V	8.VII	18.V	8.VII
281,9	499,3	38,2	49,9	137,0	269,6	103,5	175,5	2,2	3,6	0,7	0,7
285,8	466,3	36,9	47,0	160,0	254,3	80,4	152,1	2,2	2,2	—	0,7

Ўсимликлар илдизидан ажратган органик кислоталар, витаминлар ва анорганик моддалар тупроқдаги микроорганизмлар ҳаёт фаолиятига кучли таъсир қилади. Баъзи микробларга бу моддалар ижобий таъсир қилганлигидан, улар илдиз атрофида тўпланиб, симбиоз ҳаёт кечира бошлайди. Бактериялардан ҳосил бўлган тўплам ризосфера деб аталади.

Илдизлар билан замбуруғлар ўртасидаги муносабатни 1881 йилда Ф. М. Каменский аниқлаб, микориза деб атади.

Тупроқ структурасини яхшилашда, ўсимлик ва ҳайвон қолдиқларини чиритишда, гумус ҳосил қилишда ва ўсимликлар учун зарурий озиқ моддаларни етказиб беришда тупроқдаги микроорганизмларнинг хизмати жуда катта.

Тупроқдаги микроорганизмлар хилма-хил бўлиши туфайли улар бир-бири билан симбиоз ёки антогонистик ҳаёт кечиради. Тупроқда ҳам инсонлар, ҳайвонлар ва ўсимликлар учун зарарли микроблар жуда кўп. Паразит микроблар тирик организм тўқималарига ўтиб, ўсимлик ҳужайраларидаги бирикмалар ҳисобига яшайди.

Уларнинг кўпчилиги барг оғизчалари, ясимқчалар ва зарланган ўсимлик тўқималари орқали, баъзилари ўзидан кучли ферментлар ажратиб, ҳужайра пўстини эритиб, ўсимлик тўқималарига ўтади ва ўсимликни зарарлантиради.

Бундай ўсимликда цитоплазманинг ўтказувчанлиги кучаяди, барг оғизчалари юмилиш хусусиятини йўқотади. Транспирация жараёни жадаллашади, илдизлари ишдан чиқади, ўтказувчи найлар орқали моддаларнинг ҳаракатланиши секинлашади, фотосинтез жараёни сустлашади. Хулоса қилиб айтганда, моддалар алмашиши жараёни бузилиб, ўсимлик нобуд бўлади.

Тупроқдаги микроорганизмлар ҳаёт фаолияти шу ерда ўсаядиган ўсимлик турига ҳам боғлиқ. Масалан, кузги буғдой, қора буғдой (гречиха), вика, пшён ва саримсоқ каби ўсимликлар ажратган моддалар касаллик қўзғовчи бактерияларни ҳалок қилса, картошка, хрен ўсимликлари эса зарарли бактериялар ривожланишини жадаллаштиради.

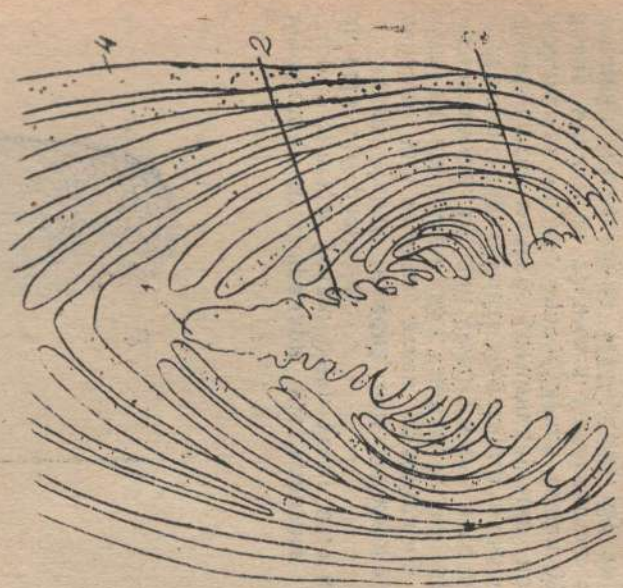
VIII б о б. ЎСИМЛИКЛАРДА ЎСИШ, ҲАРАКАТЛАНИШ ВА РИВОЖЛАНИШ ЖАРАЁНЛАРИ

Ўсимликларнинг ўсиши. Меристема ҳужайраларининг ўсиш фазалари

Моддалар алмашиниши жараёнининг тўхтовсиз давом этиши натижасида ўсимлик танасининг ҳажми ва массаси кундан-кунга ортиб боради.

Ўсимлик танасида ҳужайраларнинг цитоплазма ва ҳужайра органолларининг, вегетатив ва генератив органларнинг, тўпланган қуруқ моддалар миқдорининг кўпайиши каби барча белгиларнинг йиғиндиси ўсишни ифодалайди. Шу белгилар алоҳида-алоҳида олинганда ўсиш жараёнини ифодалай олмайди. Тор маънода, ўсимлик массасининг ортиши ва ҳажмининг катталаниши ўсиш деб аталади.

Ўсимликнинг танаси ўсиш нуқта (конус)сидаги ҳужайраларнинг бўлиниб кўпайиши ҳисобига ўсади, катталашади ва йўғонлашади. Ўсиш конусини ташкил этган тўқима мерис-

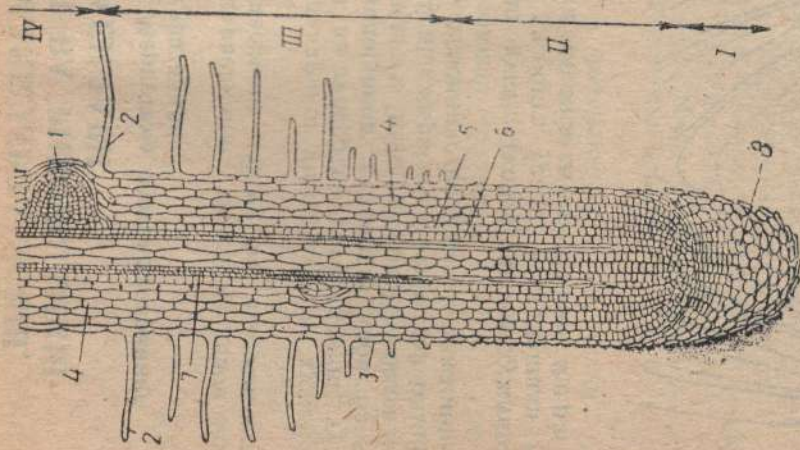


115-расм. Ҳужайрага келтирилган меристеманинг ўсиш нуқтаси — апикал меристема:

1 — ўсиш нуқтаси; 2 — бошланғич барглари; 3 — қўғатик курткалари; 4 — барглари.

тема дейилиб, жойлашиши ва функциясига биноан бир неча кўринишда бўлади:

а) учки ўсиш ёки бирламчи меристема тўқимаси поя, новда, ўқ ва ён илдиз учларида жойлашган. Бирламчи



116-рasm. Үзунаситa кесилгaн илдиз-нинг ўсиш нуқтаси:

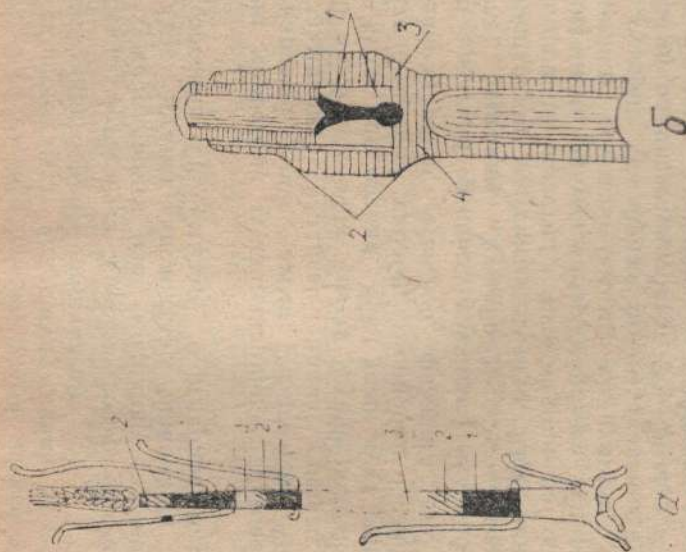
1 — хужайраларнинг бўлиниш зонаси; 11 — ўсиш зонаси; 111 — илдиз тукчалари жойлашган еки дифференцияланиш зонаси; IV — коллатич (эпидермис) тукчаларини сақлаган ён илдизчалар зонаси; 1 — ён илдиз тармоғи; 2 — илдиз тукчалари; 3 — эпидермис қавати; 4 — эктодерма; 5 — илдиз пестлоти; 6 — эндодерма; 7 — ксилема ва флоэма найдалари; 8 — илдиз пиллофи.

меристема хужайралари кўндалангига бўлиниши туфайли улар узунасига ўсади. Учкн ўсиш апи кал ўсиш дейлади (115, 116-расмлар).

Энга ўсиш камбий ёки иккиламчи меристема дейилиб, уни ташкил этган хужайралар узунасига бўлиниб кўпаяди, натижада поя, новда, илдиз ва уларнинг шохлари йўғонлашади. Бундай ўсиш тангентал ўсиш дейлади.

Интеркалар (киритма-қистирма маъносид) меристема ғал-ладошларга мансуб ўсимликларнинг поя бўғим ораларида жойлашган бўлиб, барг қўлтиги билан ўраб олинган. Интеркалар меристема тўқимаси ўсимликнинг ердан кўтарилиб тик ўсишини таъминлайди (117-рasm). Бу типдаги ўсиш интеркалар ўсиш деб аталади.

Базал меристема ғалладошлар ва бошқа бир паллали ўсимликлар барг негизда жойлашган бўлади. Барг негизини ташкил этган хужайралар кўпайиши ҳисобига барг ўсади. Бу базал ўсиш типидейилади.



117-рasm. Киритма меристема тўқимасининг жавдар поясида жойлашши (a) ва буғдойнинг узунасига кесилган (b) схемаси:

1 — хужайраларнинг бўлиниш зонаси; 2 — хужайраларнинг дифференцияланиш зонаси; 3 — узуна тикланган тўқима; 4 — бўғим негизи; 5 — бўғим ораллиги; 6 — поя бўлиниги; 7 — барг қўлтиги.

Гул ўқи ҳам базал меристема ҳисобига ўсади. Меристема хужайраларининг бўлиниши туфайли ўсимлик танаси энга на узунасига ўсади, унинг ҳажми ва массаси кўпаяди.

Меристема хужайраларининг ўсишини текширган Ю. Сакс уни учта: эмбрионал, чўзилиш ва дифференцияланиш фазаларига бўлади.

Эмбрионал фаза даври унаётган уруғ, дон, кўп йиллик ўсимликларнинг қишлоғчи кўртaк ва пиезча тўқималарида ўрин олган хужайраларга мансуб. Бу тўқима хужайраларида физиологик ва биохимиявий жараёнлари жадал ўтиши учун қулай шaroитлардан температура, намлик ва ҳаво етар-ли бўлиши зарур.

Ҳeсин нуқтаи (конуси)даги хужайралар карнокинез — митоз йўли билан бўлиниб, уларнинг ҳисобига бўйига ўса-ди. Бу фазада хужайраларнинг жадал бўлиниши мезоинозит, тiamини ва биотин витаминларидан ташкил топан ўстирувчи гормон «биос» қатнашади. Хужайра ҳажми кичик бўлганли-ридан мағиз йirik бўлиб кўринади. Еруғлик микроскопида

кузатилмайдиган хужайра органоидлари электрон микроскоп ёрдамида текширилганда, улар жуда кичик ва тўла ривожланмаган нусхалари борлиги аниқланган.

Меристепада фотосинтез жараёни содир бўлмаганлигидан, бу тўқима хужайраларига озик моддалар (аминокислоталар, ёр кислоталари, органик кислоталар, шакарлар, витаминлар ва бошқа органик бирикмалар) барглардан етказиб турилади.

Бирламчи меристема хужайраларининг тўхтовсиз бўлиниб туришига қарамай, унинг ҳажми ўзгармайди. Масалан, зич туپроқ қатламларида ўсадиган илдиш учидати меристема узунлиги 10 мм бўлса, очик ҳавода ўсувчи поянинг учки ўсиш нуқтаси 2—30 см дан ортади. Учки ўсиш нуқтасининг муайян ҳажмини сақлаб қолиш сабаби, эмбрионал фазада вужудга келган хужайраларининг чўзилиш фазасига ўтиб туришидир.

Чўзилиш фазасида хужайра узунасига чўзилиб, кўйдалангига (энига) кенгайди. Хужайрада цитоплазма миқдори кўпаяди, ёпишқоқлик хусусияти пасаяди. ДНК нинг синтезла- ниши жадаллашади, пластид, митохондрий ва бошқа орга- ноидлар тикланади, вакуолачалар марказга тўплана бошлай- ди. Хужайранинг осмотик босими ва шимши кучи пайдо бўлишдан сувнинг 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 чў- зилиш ҳодисалари кузатилади. Осмотик босим таъсирида бир- бирдан узоқлашган целлюлоза молекулалари босим кучи ка- майиши билан олдинги ҳолатига қайтиб келса, эластик чўзилиш деб аталади. Целлюлоза молекулалари тарангла- ниш чегарасигача бир-бирдан узоқлашиб, осмотик босим ку- чи пасайишига қарамай, олдинги ҳолатига қайтиб кела олма- са, пластик чўзилиш деб аталади. Молекулалар орасига целлюлозанинг янги молекулалари ўрнаша бошласа, хужайра пўсти йўғонлашади.

Чўзилиш фазасини тутатган хужайралар дифференцияла- ниш фазасига ўтади. Бу фазада шира билан тўлган вакуола тўла тикланиб, хужайра марказини эгаллайди. Цитоплазма эса хужайра пўстига бориб тақалади.

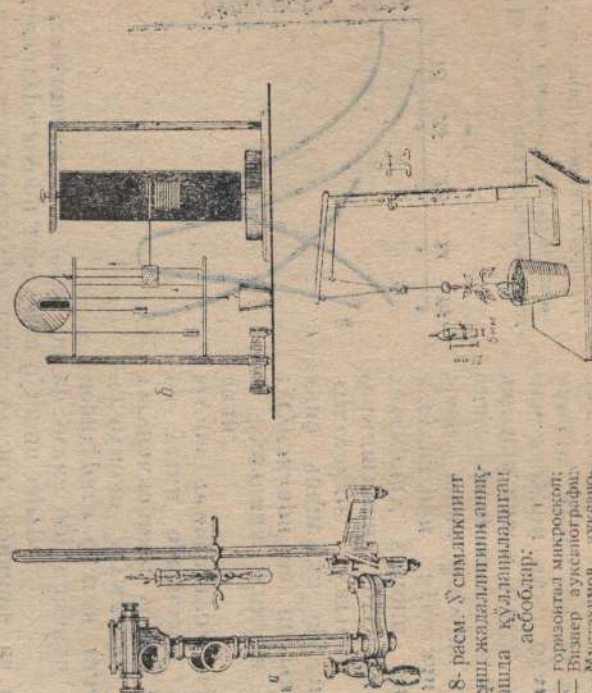
Дифференцияланиш ва чўзилиш фазаларини ўтган хужай- ралар пўстига пектин, гемицеллюлоза, елим — камед, шилим- шик, лигнин ва суберин бирикмалари қўшилади. Натижада хужайра пўсти ёғочланади ёки пўкакланади.

Шакл ва ҳажм жиҳатдан бир хил бўлган хужайралар тўп- ламидан махсус функцияни бажарувчи тўқималар пайдо бў- лади. Масалан, илдиш, поя ва баргнинг ксилема, флоэма, ўт- казувчи найлари ва ассимиляцияловчи тўқима хужайралар йиғиндисидан ташкил топган.

Хужайра қайси фазада бўлишидан қатъи назар, ўсимлик танасининг ўсишини таъминлайди. Жумладан, эмбрионал фа- зада ўсимлик танази фақат бўлиниш йўли билан ҳосил бўлган хужайралар ҳисобига катталашади. Бунда ўсиш секин ўтади. Ўсимлик фазада хужайра пўстининг тезда чўзилиши ва кен- гайиши ҳисобига ўсимликда ўсиш жараёни ҳам тезлашади. Дифференцияланиш фазасида эса ўсиш жуда секин ўтиб, охи- ринда бутунлай тўхтаб қолади. Бу ҳодисани Ю. Сакс «S» шак- лдаги 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 чиз- гич ёрдамида ўлчанади.
2. Ўсимликнинг учки ўсиш нуқтаси (конуси) горизонтал ўр- натишган микроскопда аниқланади (118-расм, а). Бунинг учун ўсиш нуқтасига бир хил оралиқда туш билан белгилар қўйиб чиқилади.
3. Ўсишни аниқлашда ауксаногрaф ёки ауксанометрлар ишлатилади (118-расм, б, в).
4. Ўсимликнинг ўсишини белгилашда фотография усули ҳам кенг қўлланилади. Бунда ўсимлик ёнига миллиметрли қо- роз ёки чизгич қўйилади.
5. Маълум вақт ичида ўсимликда тўпланган қуруқ модда миқдори Блекман формуласига асосан топилади:



118-расм. Ўсимликнинг ўсиш жадаллигини аниқ- лашда қўлланиладиган асбоблар: а) — горизонтал микроскоп; б) — вертикал микроскоп; в) — Блекман ауксаногрaфи.

$$\Gamma = \frac{w_0}{w_1} \cdot 2,3026$$

бунда: w_0 — олдинги масса, w_1 — тажриба охиридаги масса, t — ўтган вақт.

6. Дарахт пояларининг йўғонлигига кўра ўсиш тезлигини белгилашда дендрограф асбоби қўлланилади.

Ўсимликнинг ўсишига ташқи омилларнинг таъсири

Ўсимликнинг ўсиши хужайранинг физиологик ва биохимиявий жараёнларига эга эмас, балки ташқи муҳит омилларига ҳам чамбарчас боғлиқдир. Ташқи омиллар ўсимлик учун қанча қулай бўлса, ўсиш жараёнлари ҳам шунча жадал ўтади ва, аксинча, шаронт ноқулай келса, ўсимликнинг ўсиши сустлашади.

Ўсимликнинг турига ва яшаш шаронтига 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; бугдой, сули ва арпа донларининг пастроқ температурда 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, шоналаш ва гуллашда температура юқори даражада бўлиши зарур.

Ўсимликнинг ер устки ва ер ости органларида ҳам температурага бўлган талаб турлича бўлади. Жумладан, ядиз ва туғунакларнинг ўсиши учун паст, ер устки органлари учун эса юқори температура талаб этилади.

Кўпчилик ўсимлик уруғлари, туғунаклари ва пиёзчаларининг униб чиқишида ёруғлик талаб этилмайди. Ҳаттоки кўкнор ўсимлигининг уруғлари ёруғлик таъсирида ўзининг униувчанлик 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 ўсишга таъсир қиладиган температуранинг таъсири: I — бодринг; II — маккажўхори; III — попи.

моддалар синтез қилинади. Агар ўсимлик етарли даражада озик моддалар билан таъминланган бўлса, ўсиш жараёнлари қоронғиликда тезлашади. Буни қуйидаги жадвал рақамларидан кузатилади.

Уруғларнинг униб чиқишини таъминлаш учун температуранинг координал нуқталари қуйидаги жадвалда берилган (Н. А. Максимов ва бошқалар маълумоти)

84-жадвал

Ўсимликлар турин	Температура, °C		
	минимум	оптимум	максимум
Арпа, сули, бугдой	0—5	25—31	31—37
Кунгабоқар	5—10	31—37	37—44
Маккажўхори	5—10	37—44	44—50
Қовоқ, ғўза, шолӣ	10—15	37—44	44—50
Қовун, бодринг	15—18	31—37	44—50

85-жадвал

15 минут даврида кунгабоқар ўсимлигининг ўсиш жадвали, (мм ҳисобида)	
қоронғида	ёруғда
125	60
120	54
116	71

Қоронғиликда ўсимлик хужайраларида чўзилиш фазаси узоқ давом этади. Дифференцияланиш фазаси кечикканлигидан хужайралар ортиқча чўзилади. Бироқ қоронғиликда ўсган ўсимликнинг механикавий тўқималари яхши ривожланмайди, ўсимлик танаси ерга ётиб қолади. Бундай ҳодиса қалин экилган экинзорларда кузатилади. Табиий ёруғликда қисқа нурлар таъсирида хужайранинг чўзилиш фазаси ўз муддатига тўхтаб, дифференцияланиш фазаси бошланади. Табиий ёруғликда ўсимликларнинг механик тўқималари ва бошқа органлари нормал ривожланиб, табиий шакли тўла тикланади (120-расм).

Г. Клебсинг айтишича, эмбрионал фазадаги хужайраларнинг бўлиниши ультрабинафша нурлар таъсирида тезлашади. Қизил нурда хужайраларнинг 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 шимолӣ тоғларида ўсувчи Бонсай номли дарахтлар тоғ жинслари ораларига ўрнашиб, паст температура, кучли шамол

ва ультрабинафа нурларнинг кўп бўлишидан улар яхши ўсмай, паст бўйли бўлиб қолган (121-расм).

Яшил ўсимликлар аэроб организмлар бўлганлиги учун муҳитдаги кислород ҳисобига нафас олади.

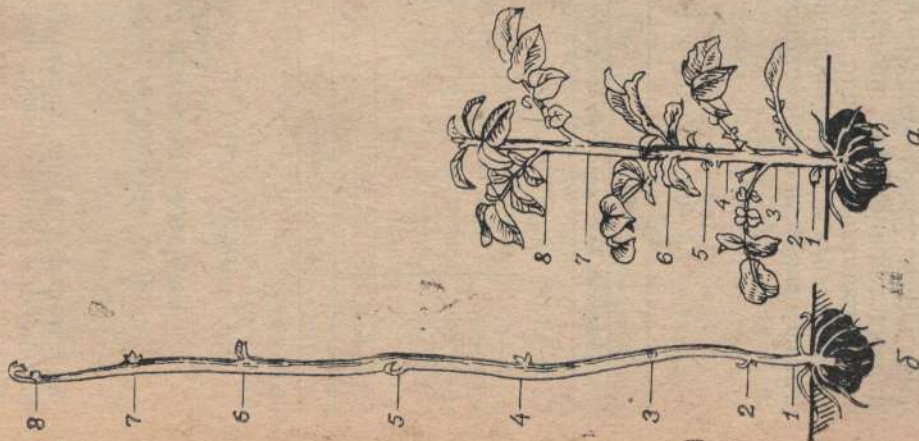
Ер устки органлар учун ҳаво таркибидаги кислород миқдори етарли (21%). Ўсимликларга кислороднинг нақадар зарур эканлигини илди-ларнинг ривожланишидан кўриш мумкин (122-расм). Кислороднинг кўп ёки оз та-лаб қилиниши ўсимлик тури-га ҳам боғлиқ. Буни қуйидаги жадвал маълумотларидан кўриш мумкин.

Уруғларнинг униши ва кур-такларнинг ўсишида сувнинг аҳамияти жуда катта. Вегета-ция даврида сув етишмаса, ўсиш жараёнилари сустлашиб, бутунлай тўхтаб қолади. Ху-жайраларда чўзилиш фазаси қисқариб, дифференцияланиш фазаси тез бoshланганлигидан ўсимликнинг бўйи паст бўлиб қолади.

Ўсимликнинг нормал ўси-ши ва туқималарда физио-логик ва биохимиявий жара-ёнларнинг ўз вақтида давом этиши учун тупроқ намлиги тўла нам сифмининг 60—70% ини ташкил этиши зарурлиги қуйидаги жадвалда келтирил-ган.

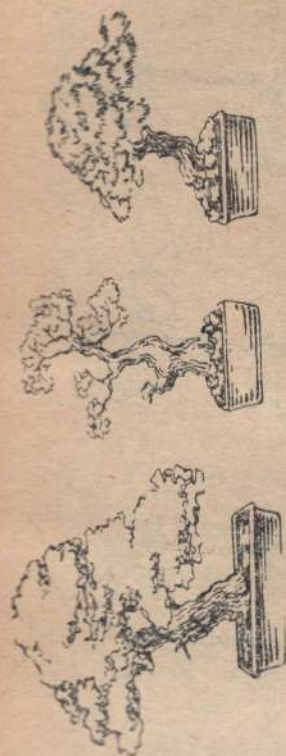
86-жадвал

Ўсимликлар тури	Илдизнинг фаол ўсиш учун талаб қилинадиган кислород, %	Эслатма
Соя	6	Илдишларнинг нормал ўси-шини таъминлайдиган кислород миқдори, ўр-та ҳисобда 10—16 % бўлиши керак
Арпа	8	
Помидор	16	



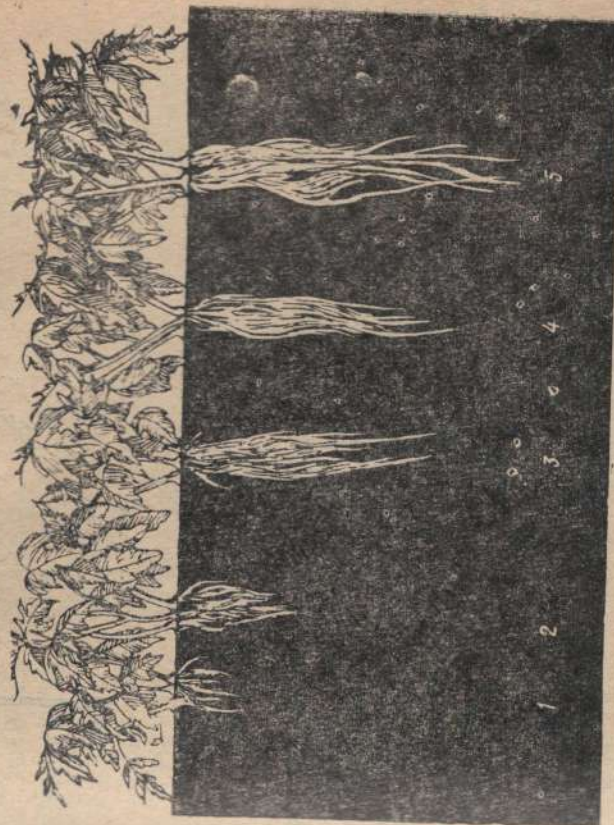
120-расм.

а — ёруғликда; б — қоронғиликда картошка ўсимлиги. Поя бўғимлари (1—8) сонлар билан ифодаланган.



121-расм. Японияда «Бонсай» деб аталган па-кана «мити» дарахтлар:

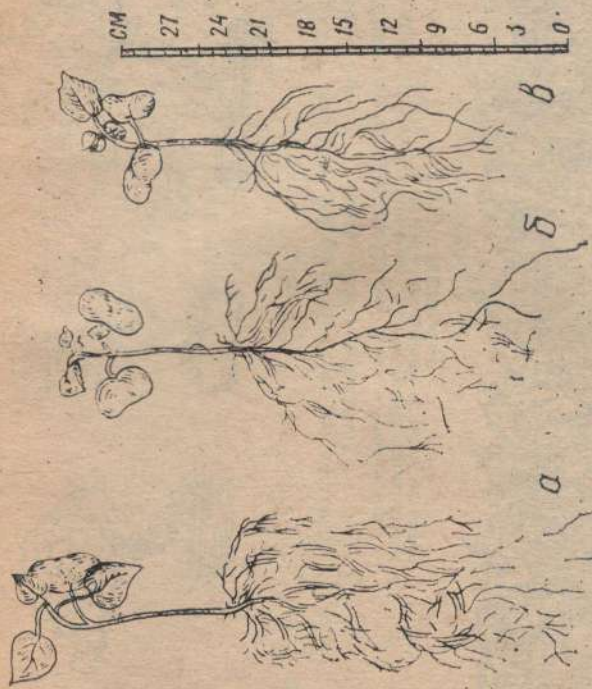
1 — 400 ёшли, баландлиги 55 см ли Глен арчаси; 2 — 300 ёшли, баландлиги 75 см ли гуллаб турган Япония ўрити; 3 — 400 ёшли, баландлиги 92 см ли оқ қара-гай дарахти.



122-расм. Помидор илдизининг ўсиш жадвалига кислороднинг таъсири.

87-жадвал

Тупроқ намлиги, %	Асосий новданинг узунлиги			
	эмалнинг		қарағайнинг	
	см	%	см	%
30	3,6	47	3,9	34
60	7,7	100	11,5	100
90	5,7	74	6,4	55



123-рasm. Гексахлоранның гұза майсасы үсшига таъсири:
А — контрол; В — ГХЦГ — 40 мг/г; В — ГХЦГ — 80 мг/г.

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-рasm).

Ўсимликнинг ўсишини жадаллаштирувчи фитогормонлар

Ўстирувчи гормонлар, витамин ва ферментлар сингари ўзига хос бирикма бўлиб, ўсиш жараёнини жадаллаштиради. Ўсимликнинг ўсишига таъсир этадиган бундай моддаларнинг мавжудлигини Ч. Дарвин (1880) таъкидлаб ўтган эди. Дарвиндан кейин бундай моддаларни излаш авж олди.

Ўсимликнинг поя, иллиз учларидан ўсишини тартибга солдиган (корреляциялайдиган), «ички секрет» деб аталган моддалар ажралиб чиқишини Эррер (1906) айтган.

А. А. Набоких (1908) кунгабоқар гипокотилидан ўсимликларга таъсир этиб, уларнинг ўсишини ўн баравар тезлаштирадиган бирикма ажратиб олган.

Ўсимликларда ўсиш жараёнини жадаллаштиришда ауксинлар қатнашини Н. Г. Холодный (1927) ва голландиялик олим Ф. М. Вент (1928) тўла тасдиқладилар. Голландиялик биохимик Ф. Кегель (1933) сийдик таркибидан ажратиб олинган бирикмага ауксин «а» ($C_{18}H_{35}O_5$), маккажўхори майсасидан олинганга эса ауксин «б» ($C_{18}H_{35}O_4$) деб ном берди. Ризопус (Rhizopus) замбуруғидан ажратиб олинган β — индолил-сирка кислотаси ($C_{10}H_9O_2N$) гетероауксин деб юритилади.

Гетероауксин тубан ўсимликлардан ташқари, барча юксак ўсимликлар тўқимасида мавжуд бўлиб, ауксинларга нисбатан бир неча марта кучлидир. Гетероауксин моддалар алмашилиши жараёнида триптофан аминокислотаси ҳисобига синтезланади. Триптофандан дастлаб шиким кислота, ундан эса гетероауксин ҳосил бўлади. Шуниси қизиқарлики, гетероауксин стимулятор бўлиб, ўсиш жараёнини жадаллаштирса, шиким кислота, аксинча, ўсиш жараёнларига салбий таъсир этадиган ингибиторлар қаторига киради.

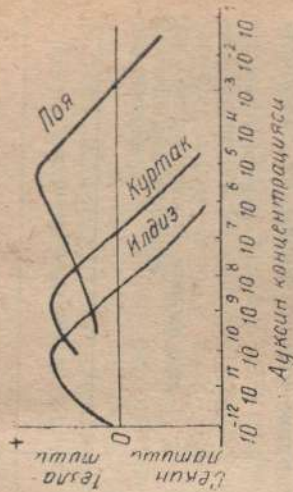
Ўсимликларнинг ўсишида ва, айниқса, ҳужайраларнинг бўлинишида ўстирувчи гормон «биос» катта аҳамиятга эга. Биохимиявий анализлардан аниқландики, «биос» тиамин (B_1) мезонозит ва биотин витаминларидан ташкил топган эканлиги айтиб ўтилади.

Ауксинлар меристема тўқималарида синтезланиб, ўсимликнинг бошқа органларига юқоридан пастга йўналади. Ўсимлик органларининг ауксинга бўлган сезгирлиги ҳам ҳар хил эканлигини Н. А. Максимова (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), иллизлар учун 10^{-9} — 10^{-11} (0,000000001—0,000000000001) моляр концентрация ораллиғидан оптималлиги лозим (124-рasm).

Ауксиннинг моляр концентрацияси юқорида кўрсатилганлардан кўп бўлса, ўсиш жараёнларига салбий таъсир этади.

Ўсиш нуқтасидан (метистемадан) узоқлашган сари ўсимлик органларида ауксин миқдори камай боради. Вика ўсимлигини устидо олиб борилган тажриба далиллари 88-жадвалда келтирилган.

Ауксин ва гетероауксин гормонлари таъсирида ферментлар

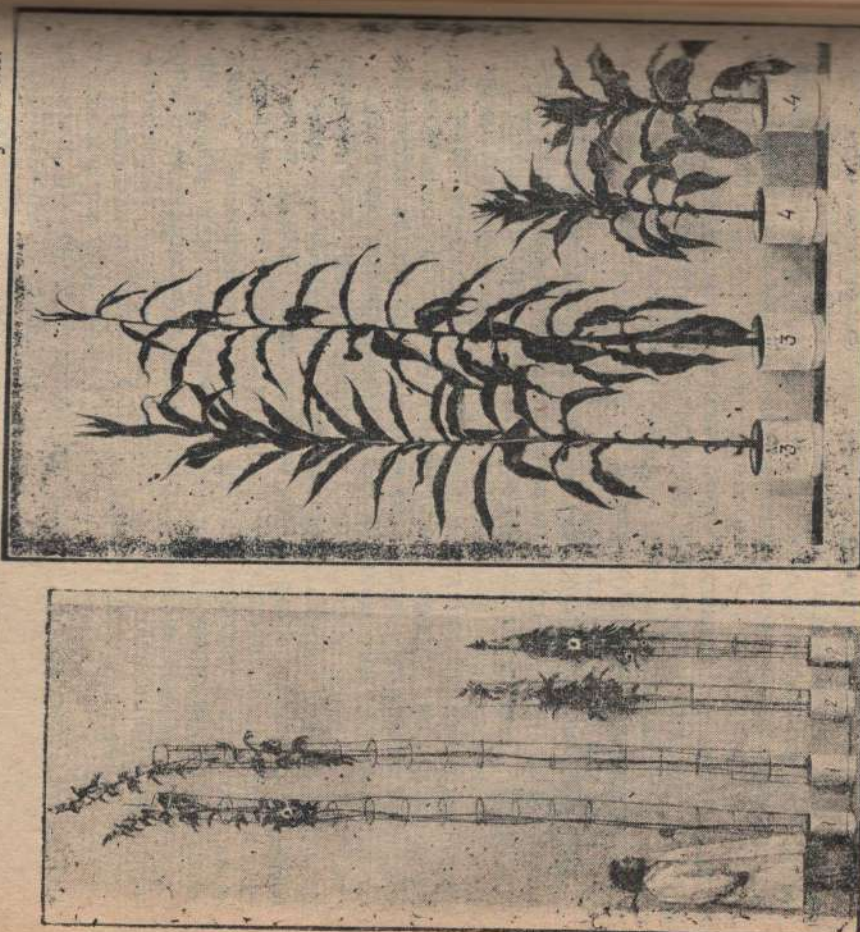


124-рasm. Турли концентрациядаги ауксиннинг ўсимлик органларининг ўсиш жараёнига таъсири.

Ўсимлик органлари	Ауксин миқдори (нисбий барлиқ ҳисобида)
Бош қуртакларда	12
Ривожланувчи баргларда	2,2
Поя учидан жойлашган иккинчи баргларда	1,5
Учинчи баргларда	0,5
Тўртинчи баргларда	0,4

фаолияти ва нафас олиши жадаллашади, ҳужайрага сувнинг қабул қилиниши ва оқсилларнинг синтези тезлашади.

Гибберелла фуокурон (*Gibbegerella fujikuroi*) замбуруғидан ажратиб олинган бирикма таъсирида Е. Куросава (1926) шолн ва маккажўҳорининг ўсиши тезлашганлигини кузатган.



125- расм. Зигир ва тамаки ўсимликларининг ўсишига гиббереллиннинг таъсири: 1 — 5 марта гиббереллин пуркалган ўсимликларнинг бўйи 5 м га етган; 2 — контрол (сув пуркалган) ўсимликларининг бўйи 2,5 м дан ошмаган; 3 — 6 марта гиббереллин пуркалган мамонт навлн тамакининг бўйи 2,5 м; 4 — контрол ўсимлик бўйи 1 м бўлган.

Кейинчалик бу бирикма тоза ҳолда ажратилиб, химиявий таркиби аниқлангач, унга гибберелла деб ном берилган (Т. Ябута ва Сумики).

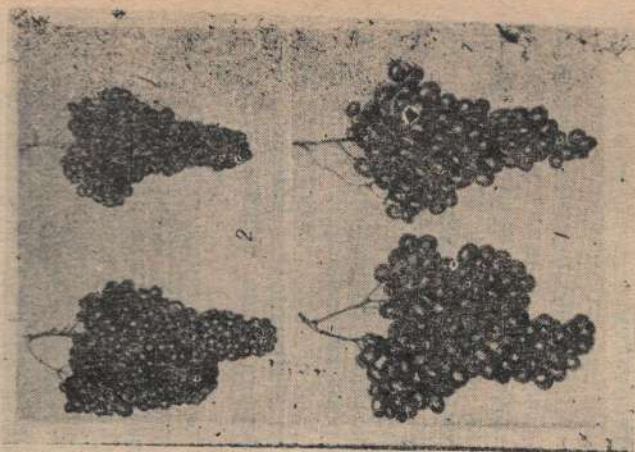
Яқин йилларда гибберелла ва гибберелласимон моддаларга катта аҳамият берилиб, унинг ўсимликларга таъсири чуқур ва ҳар тарафлама ўрганилмоқда.

Юксак ўсимликлар тўқимасида гибберелла ва гибберелласимон моддаларнинг борлигини М. Кэдди ва Ц. Веста (1956) аниқлаган. Айни вақтда 60 дан ортиқ бундай моддалар ҳар хил ўсимлик тўқималаридан ажратиб олинмоқда. Гиббереллинлар поя, илдиз, ёш баргларда синтезланиб, юқоридан пастга, пастдан юқорига ҳаракатланиши ва кучли концентрацияда заҳарсиз бўлиши билан аусинлардан фарқ қилади. Гиббереллинлар таъсирида уруғ, куртак ва картошка туғунаклари тиним ҳолатидан уйғонади. Каноф, зигир, тамаки ва бошқа паст бўйли ўсимликларнинг ўсиши жадаллашади (125, 126-расмлар).

Гиббереллинлар таъсирида узун кун ўсимликларининг қисқа кунда гуллаши ҳам тезлашади. Гиббереллин ноциклик фотосинтезланган 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 зид бирикмалар синтезланиши имконияти мавжудлигини ҳам кўрсатади.

ДНК молекулаларининг тарқалишида ажралган адеинин асоси ҳисобига, цитокнин деган актив бирикма ҳосил бўлиб, у ўсимлик ҳужайраларининг бўлинишига ва ўсишига ижобий таъсир этганлиги аниқланган (Скуг, 1956). Цитокнин таъсирида сарғайиб қолган барглар яшил тусга киради, уларнинг қурғоқчиликка ва иссиқликка чидамчилиги ортади, оқсил парчаланишидан ҳосил бўл-



126- расм.

1 — гуллаш оқидан, гуллаш охирида ва мева туққандан сўнг гиббереллин пуркалган қора кишмиш узуми; 2 — контрол узум шингиллари

ган маҳсулотлар ёш баргларга қараб ҳаракатланади.

Зеатин деган цитокинин маккажўхори донидан ажратиб олинган (Д. С. Летама, 1964). У илдишларда ҳосил бўлиб, барг ва пояларга қараб ҳаракатланади. Цитокинин иштирокида меристема ҳужайраларида дифференцияланиш фазасининг ўтиши тезлашади. Унинг таъсирида каллус (органик моддалар тўплами) дан бутун бир ўсимлик тикланади.

Цитокинин ёки бошқача айтганда, кининлар таъсирида уруғларнинг униши ва тиним ҳолатидаги курткаларнинг 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 эркек 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.

Хлорхлинхлорид (ССС ёки Тур деб аталган) ретардант ўсимликлар ўсишига салбий таъсир қилишига қарамай, уларнинг иссиқликка, қурғоқчиликка, баъзи касалликларга ҳамда паст температурага чидамлилигини оширади.

Хлорхлинхлорид эритмаси пуркалган ғалла экинларида поясининг қисқариши ва йўғонлашишида ерга ётиб қолиш ҳо- дисалари кузатилмайди. Республикамизда синтезланган эт- рель (2-хлор этил фосфат кислота) деб аталган ретордант ғалла экинларида қўлланилади. Унинг таъсирида поя йўғон- лашади, ўсимликнинг бўйи эса 2—5 см га қисқароқ бўлиб ўсади.

Боғдорчиликда олма навларининг ўсишини тўхтатадиган Алар ретордантини ишлатганда ўсимликнинг мева ҳосил қилиш даври қисқаради.

Шундай бирикмаларга ингибиторлар ҳам киради. Улар ўзларининг химиявий структурасига кўра ўстирувчи гормон- ларга ўхшаса ҳам, ўсимликларнинг ўсишига салбий таъсир этади. Ўсимликнинг тиним даврида сақланиши ингибиторларга боғлиқ. Ўсимликнинг ўсиш жараёнини тезлаштириш мақ- садида сунъий тайёрланган химиявий стимуляторлар ишлати- лади. Стимуляторлардан фенолгетероауксин, β—индолил — γ—мой кислотанинг гетероауксинга нисбатан бир неча марта актив эканлиги аниқланди.

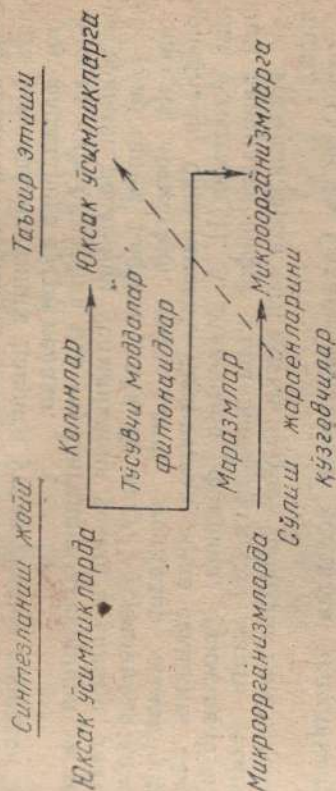
Аллелопатия ҳодисаси

Фитоценоз ва экосистемадаги ўсимликлар бир-бирига таъ- сир кўрсатиб ривожланишига аллелопатия дейилади. Ал- лелопатия грекча «аллелос» — ўзаро ва «патес» (pates) таъсир

кўрсатиш сўзларидан иборат терминини Г. Молиш (1937) тав- сия этди.

Бу соҳада С. П. Костичев, Н. Г. Холодный, Б. П. Токин, Г. Грюммер ва бошқа олимларнинг илмий-тадқиқот ишлари диққатга сазовордир. Бу ҳодиса табиятда 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, саринсоқда ҳосил бўладиган аллинин актив моддалар қаторига кирмайди, аммо аллиназа ферменти ак- тивлигида аллинин ($C_6H_{10}S_2$) деган физиологик актив бирик- мага, яъни фитонцидга ўзгаради.

Физиологик актив моддалар тубандагиларга бўлинади.



Г. Грюммер схемаси. (1955).

Аллелопатия ҳодисаси 4 хил кўринишда учраганлиги схема- да кўрсатилган.

1. Юксак ўсимликлар томонидан ишлаб чиқарилган ва фи- тоцид теб аталган моддалар — колинлар тубан ўсимликларга ва микроорганизмларга салбий таъсир этиши.
2. Юксак ўсимликлар орасидаги ижобий ёки салбий муно- сабат.
3. Микроорганизмлар томонидан ишлаб чиқарилган ва ма- размларнинг — антибиотикларнинг микроорганизмларга таъсири.
4. Маразмларнинг юксак ўсимликларга салбий ёки ижобий таъсири.

Кўрсатиб ўтилган (колин — фитонцид) ва маразм (антиби- отик) ларнинг тупроқда тўпланиши натижасида ўсимликлар- нинг 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, туپроқда тўпланади 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

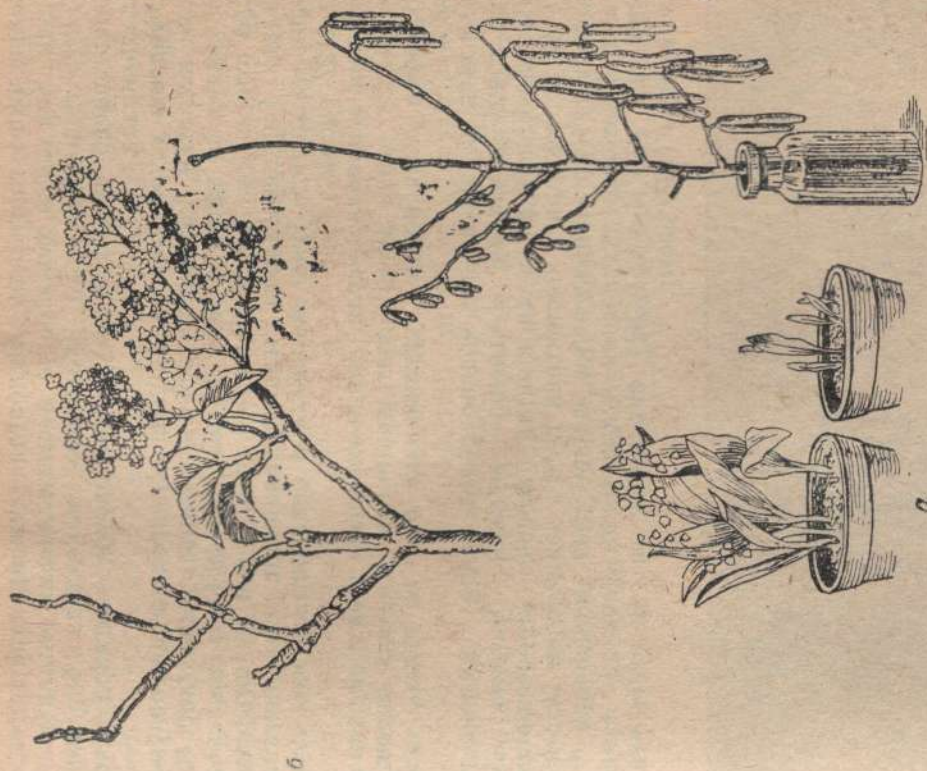
Ўстирувчи фитогормонлардан ташқари, ўсимликларга сал-
бий таъсир этувчи ингибитор деб аталган моддалар ҳам
кенг тарқалган. Табиий ингибиторлардан кумарин, скополетин,
абсизис кислота, эскулатин, шиким кислота ва бошқалар таъ-
сирида ўсимликлар тиним даврига ўтади. Тиним ҳодисаси куз
ва қиш фаслларида 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 кузатишган, шунингдек чўлларида ҳаёт кечиришга
мўлаҳида ўсимликлар иқлимнинг иссиқ ва ҳавонинг қуруқ
бўлишидан барглари ва, ҳатто, новдаларини тўкиб, ёзги тиним
даврига ўтадилар. Қўлай 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 (абсизис кислота) ҳосил бўлади. РНК ва аминокис-
логалар миқдори камайди (В. Г. Конорев, Н. А. Сатарова).
Органик тиним даври картошка ва дарахт куртакларида ку-
затилади. Эндигина барглари тўккан дарахт куртакларига
ёки даладан йиғиб олинган картошка туғунагига ўсиш учун
қўлай шароит яратилса ҳам уларда ўсиш белгилари кузатил-
майди. Маълум муддат ўтгандан кейин шароит ноқулай бўли-
шига қарамай, куртак ва туғунакларда ўсиш жараёнлари бош-



127-расм. Ўсимликларни тиним давридан уйғотиш усуллари:

а — эфир таъсирида (марваридгулнинг гуллаши); б — илқ (35° С) суя таъсирида (сирень) ва в — ўрмон ёнгичининг гуллаши.

ланганлиги кузатилади. Органик тиним даврида ўсимликда
ўсиш жараёнларини давом эттириш учун замин тайёрланади.
Ўсимликларни органик тиним ҳолатдан уйғотиш учун теомоче-
вина, гиббереллин (0,01%) ва 2—3% ли роданит тузлари иш-
латилмоқда.

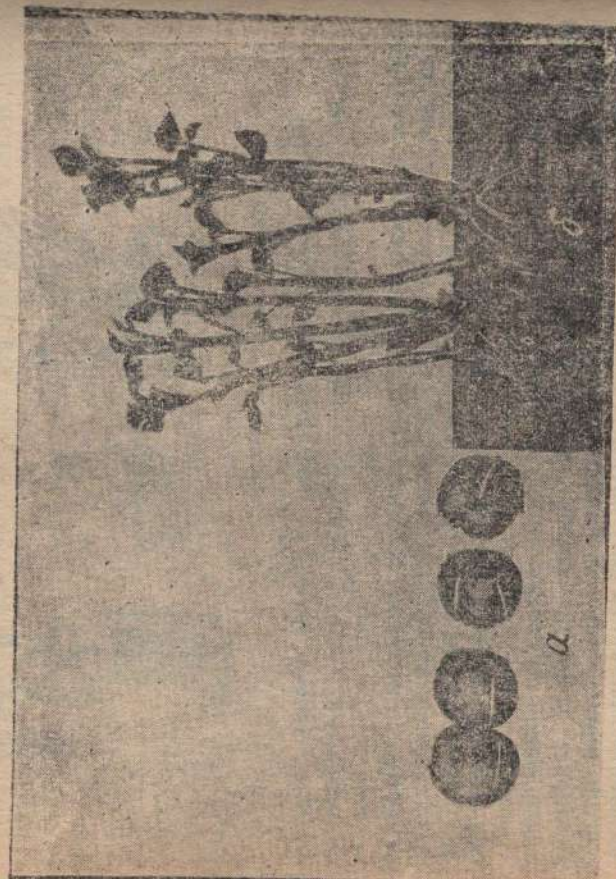
Чуқур тиним даври органик тиним давридан кейин ёки у
билан бир вақтда давом этади. П. А. Генкель ва Е. З. Окнина
(1948) фикрича, чуқур тиним даврида цитоплазманинг физик-
химиявий хусусияти ўзгариб, липоид қавати қалинлашади, на-
тижада цитоплазманинг ўтказувчанлик хусусияти пасаяди, ош-
ловчи моддалар миқдори кўпаяди ва плазмадесма ипчалари

хужайра ичига тортилади. Оқибатда хужайралараро алоқа узилади. Ҳар қайси хужайра ўз мустақиллигини эгаллайди. Чуқур тиним давридан «уйғотиш» мақсадида бир қанча усуллар ишлаб чиқилган ва улардан зарур пайтларда кенг фойдаланилади.

Эфирлаш усули. Сирень, ландиш ёки бошқа бирор ўсимликдан кесилган новдаларни эфир аралаштирилган (ҳар 10 л ҳаво учун 5 мл эфир) ҳавода 48 соат 17—19°C да сақланади, сўнгра уларни газ аралашмасидан олиб, сувли идишга солиб қўйилади. Бир неча ҳафта ўтгач новдаларнинг ривожланганлиги эфир таъсирида ўсиш жараёнлари бошланганлигини кўрсатади (127-расм).

«Иссиқ ванна»лар усули. Бунда кесилган дарاخت новдалари 30—35°C ли сувда 10—12 соат сақланади. Нормал шароитда 2—3 ҳафта ўтгач новда куртакларида барг ва гуллар пайдо бўлади.

Органик ва анорганик моддалар таъсирида ўсимликларни чуқур тиним давридан «уйғотиш» мумкин. Масалан, жука (*Tilla parviflora*) ва сохта каштан (*Aesculus hippocastanum*) даракhti куртакларига концентрик H_2SO_4 эритмасини 20 секунд давоминда таъсир эттирилганда, уларда ўсиш жараёнлари бошланади. Картошка туғунагини чуқур тиним давридан этиленхлоргидрин ($ClCH_2-CH_2OH$) бирикмаси таъсир этиб, «уйғотиш» мумкин (128-расм).



128-расм. Этиленхлоргидрин таъсирида картошка туғунакларини тиним давридан «уйғотиш»:

a — контрол; б — этиленхлоргидрин таъсир этилган картошка.

Айрим ўсимлик уруғи тўла етилиши учун паст температура ёки ёруғлик таъсир этириб, стратификациялаб етилмаган уруғларнинг тўла етилишини таъминлаш мумкин. Бу усул қишлоқ хўжалигида кенг қўлланилади. Асосан олма, нок, ўрик, шафтоли каби мевали даракhtларнинг данаклари ва уруғлари стратификацияланади. Бунда уруғ ва данаклар +5°C нам қум ичида баҳоргача сақланади. Стратификацияланган уруғларнинг деярли ҳаммаси униб чиқиш қобилиятига эга бўлиб, ўсимликларнинг гуллаши ва ҳосилга кириши тезлашади (129-расм).

Етилган уруғлар қулай шароит яратилунга қадар кўп йиллар давоминда тиним даврини сақлаб туради. Бундай тиним даври мажбурий тиним даври деб аталади. Мажбурий тиним давридаги уруғларга намлик, оптимал температура ва азроби шароит яратилса, уларда ўсиш жараёнлари бошланади.

Қалин пўстли уруғларнинг униб чиқишини тезлаштириш мақсадида скарфикациялаш усули қўлланилади. Бунда қаттиқ ва қалин пўстли уруғлар қумланади. Уруғ пўсти қум билан ишқаланганда унинг пўсти шикастланади. Натижада уруғ тўқимасига сув ва ҳаво кириши яхшиланиб, уруғ бўкади ва униши тезлашади.

Ўсимликларнинг тиним даврини узоққа чўзиш ҳам мумкин. Масалан, картошка туғунагининг тиним даврини чўзиш учун α-нафтилсирка кислотанинг метил эфири ва радиоактив



129-расм. Стратификация қилинган ва стратификация қилинмаган уруғлардан ўсиб чиққан мева ниҳолларнинг ривожланиши:

1, 2, 3 — олма; 4 — нок ниҳоллари; а — стратификация қилинмаган, б — стратификация қилинган уруғлардан ўсиб чиққан ниҳоллар.



130-расм. М-1-α — нафтилсирка кислотасининг метил эфири таъсирида картошкани тиним даврида сақлаш:

1 — контрол; 2 — М-1 препарат билан ишланган картошка тусунаги.

кобальт нури ишлатилади. Бундай картошка туғунагининг сифати бузилмайди ва ёз ойларигача деярли тўла сақланади (130-расм).

Мева ва уруғлар етилишидаги биохимиявий ўзгаришлар.

Уларни сунъий етилириш усуллари

Ўсимликлар гули чангланиб, тухум ҳужайраси уруғлангандан кейин унинг тўқималарида бўлажак илди, 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 ҳужайраларида синтез жараёнлари жаддалашади, цитоплазма миқдори орта боради. Баргларда ҳосил бўлган оддий органик моддалар (шакарлар, аминокислоталар ва бошқалар) ҳисобига уруғ ва перикарп ҳужайраларида крахмал, органик кислоталар, ёғ ва оқсиллар тўланади. Бу босқич мева пўстида ва уруғларда бир хил кечади.

Иккинчи босқичда уруғ тўқимасининг ҳужайралари сувсизланади, яъни уруғ етила бориши билан таркибдаги сув миқдори камая боради. Бунни қўйидаги жадвалдан кўриш мумкин (Новацкий, 1870).

89-жадвал

Бугдой донининг етилиш фазалари	100 донасининг			
	умумий масса си	таркибидagi кўруқ модда миқдори	сувнинг масса си	%
Сут пишikлигининг бошлангишида	5,89	2,86	3,03	51
Сут пишikлигининг охирида	7,23	3,58	3,65	50
Мум пишikлик даврида	5,65	4,19	1,46	25
Тўлиқ 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 моносакхаридлар ҳисобига крахмал, ёғли уруғларда ёғлар тўланади.

Углеводлар ҳисобига ёғлар синтезланишининг Ленкери-дю-Саблон жадвалидан кўриш мумкин.

90-жадвал

Текшириш вақти	Урмон ёнгои 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 синтезланишини 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 эчки, нордон ва тахир таъми (мазаси) йўқолади. Пектиннинг рикмаларининг парчаланишидан мева эти юмшоқ ҳолга келиб, еқимли таъмини эгаллайди. Хлорофилл парчаланишидан меваларга ранг берувчи пигментлар синтезланади.

Шафтоли меваси етилиш даврида шакар, кислота ҳамда шакарнинг кислотатага бўлган нисбатининг ўзгаришига оид В. Абрамович далиллари.

91-жадвал

Анализ кумлари	Шакар, %	Кислота, %	Шакарнинг кислотатага нисбати (коэффициенти)
II VI	5,57	0,61	9,1
24.VII	7,54	0,58	13,0
10.VIII	8,43	0,51	16,3

Мевалар етилишида таркибидagi шакар миқдорининг ортиб боришини қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин

92-жадвал

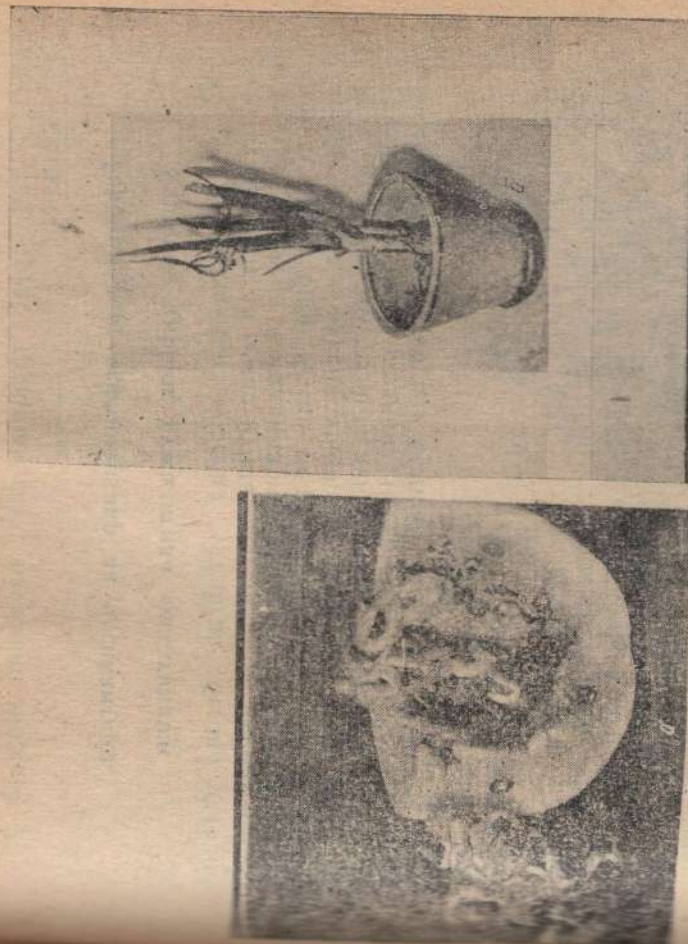
Мевалар	Меванинг ҳул массасига нисбатан шакар миқдори, %	
	ёш меваларда	етилган меваларда
Олма	3,70	5,42
Шафтоли	3,80	4,52
Ҳарик	1,70	3,15
Узун	0,91	2,10
Қовун	3,70	3,70

Мевалар етилгач, мева бандида ажратувчи қатлам ҳосил қилиниб, мева ўсимлик танасидан ўз массасига кўра ажралиб, ерга тушади. Йирик мевалар ҳосил қилиш мақсадида баъзи боғбонлар мева белбоғи деган усулни қўлланадилар.

Мевалар турлича етилади. Масалан, ёзги олма узилмасдан тушида етилса, қишқи олма узиб олингандан кейин бир қанча вақт ўтгач етилади.

Р. Гарвей таклифига кўра (1918) етилмаган меваларни сунъий етилтириш учун бир ҳисса этилен, 1000 ҳисса (1:1000) ҳаво билан аралаштирилади. Герметик камерадан намлик даражаси 70—85%, температура 18—21°C бўлганда, мевалар 2—3 кунда етилади. Этилен газини таъсир эттирилиб лимон, хурмо, помидор ва бошқа меваларнинг етилишини тезлаштириш мумкин. Бу усулнинг моҳияти шундаки, этилен газини таъсирда цитоплазманинг ўтказувчанлиги ортади, ҳужайраларга кислоталар кириши тезлашади, ферментлар фаолияти кучаяди. Оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари тезлашади ва натижада органик кислоталарнинг, ошловчи, пектин каби мураккаб моддаларнинг тез парчаланишидан меваларнинг етилиши ҳам жаддалашади.

Ҳул мевалар таркибида сув кўп бўлишига қарамай, уруғ ўз-ўзидан унмай, тиним даврида бўлади. Бунинг сабаблари



131-рasm.

а — тиним даврини ўтказмасдан тарвуз ичидаги уруғларнинг унishi; б — пёз уруғининг унishi (Г.Д. Мустақимов, 1953, 1972).

ҳозиргача тўла аниқланмаган. Олимларнинг фикрига кўра, баъзи уруғлар ҳужайраси таркибида бўладиган айрим бирикмалар, ингибиторлар уруғнинг униб чиқишига тўққинлик қилади. Шунга қарамай, айрим вақтларда уншга тўққинлик қиладиган моддалар етишмаслигидан ёки бошқа сабабларга кўра мева ичидаги уруғнинг кўпи униб чиқиши кузатишган (131-рasm).

Кўпгина ўсимликларнинг гули уруғланмасдан ривожланганда меваси ичида уруғ ҳосил бўлмайди, ҳосил бўлса ҳам, уруғи пуч бўлиб, муртаксиз (эмбрионсиз) қолади. Бундай мевалар партенокарпик мевалар деб аталади. Масалан, кишимиш нав узун, ток, қовоқ, мандарин, бодринг, банан ва ананас каби ўсимликларда партенокарп мевалар ҳосил бўлиши кузатилади.

Партенокарп меваларни сунъий ҳосил қилиш ҳам мумкин (Ю. В. Рақитин, А. В. Крилов, 1947). Бунинг учун 1 л сувда 25—50 мг, 2, 4, 5-трихлорфеноксирка кислотани ёки 5—20 мг, 2, 4-дихлорфеноксирка кислота эритмаси ўсимликлар гулига пуркалади. Натижада мевалар уруғ ҳосил қилмасдан, контролга нисбатан 8—18 кун эрта пишсади. Бундан ташқари, ҳо-

сили 25—50% ортиб, таркибидаги С витамини миқдори 40—50% га етади.

Гербицидлар, дефолиантлар ва десикантлар

Уларнинг қишлоқ хўжалигида ишлатилиши

Маданий ўсимликлар орасида ўсадиган бегона ўтларни ҳамда автомобиль ва темир йўлларида, канал ва қурилиш майдонларида ўсадиган ўсимликларни йўқотиш мақсадида ишлатилган 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 табиатида кўра гербицидлар 2 гуруҳга бўлинад.

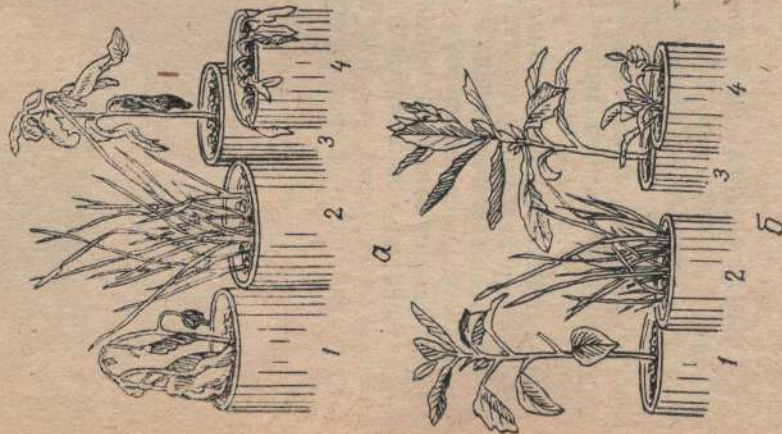
1. Барча ўсимликларга ялли таъсир этувчи гербицидлар.

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 кириди. Масалан, монурон ва дунрон (1,2—1,6 г/кг) гўза даласидаги фақат бир палли 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 — дихлорфеноксиэка кислота (гербицид) таъсириде. Уч қундан сўнг, икки палани ўсимликларнинг нобуд бўлиши: 1 — олабута; 2 — бутдой; 3 — бузгикан; 4 — хартоя.

етиш формасига кўра контакт ва системли гербицидларга бўлинади. Ўсимлик тўқималарига бевосита ёпишган ҳолда таъсир қилса, контакт гербицидлар дейилади. Масалан, ДНОК пентахлорфенолятнатрий қабилад.

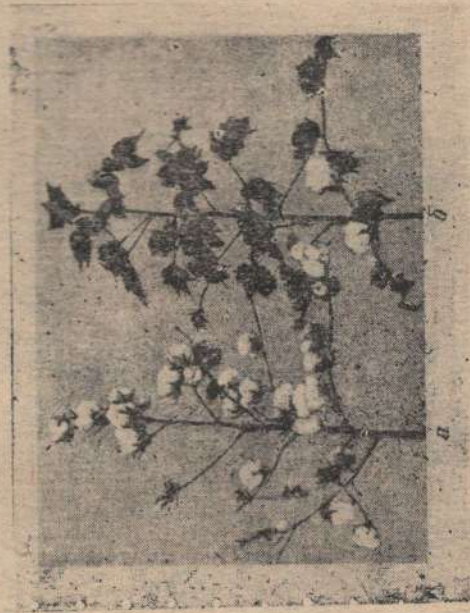
Ўсимликнинг ўтказувчи найлари орқали ҳаракатланиб, таъсир қиладиганлари системли гербицидлар деб аталади. Улар таъсир этса, барг ва поя табиий ҳолатини йўқотиб, мўршлашади. Ўсимликнинг ўсиши сустлашади, барглари сарғаяди, ўсимлик уруғ ҳосил қилиш хусусиятини йўқотади (132-расм).

Гербицидлар ўсимликка барг ёки илдиз орқали етказиб берилади.

Гербицидлар эритма, порошок ва паста шаклида ишлатилади. Улар билан ишлаганда унинг концентрациясига, иқлим шаронтига, 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 десикантлар олма, олча, нок, ўрик, ток ва бошқа ўсимлик барглари тўқнишда ишлатилса, бизнинг шаронтида гўза баргини тўқниш учун қўлланилади.

Дефолиантлар таъсирида ўсимлик баргида хлорофилл миқдори камаяди, фотосинтез жараёни сустлашади, ўсимлик тўқни-

маларида сув камаяди, оқсил ва бошқа турли мураккаб бирикмаларнинг парчаланишидан ҳосил бўлган моддалар ҳисобига барг бандида ажратувчи қават пайдо бўлиб, барг тўкилади (133-расм).

Дефолиантлар барг тўқимасига ўтгандан кейин, баргнинг тўкилишини, кўсақларнинг етилишини тезлаштиради. Ғўзада 1—3 та кўсақ очилгандан кейин дефолиантларни қўллаш тавсия қилинади.

Картошка ҳосилини йиғиб олишдан олдин, унинг ер устки қисмлари десикантлар ёрдамида қуритилади. Десикант сифатида 1 га ерга 12—15 кг мағний хлорат сарфланади. Десикантлар таъсирида барг, поя ва новдалар қуриб, ғўза кўсақлари тез очилади. Кўсақлар 60—70% очилгандан кейингина ғўзаларга десикант препаратлар пуркалади.

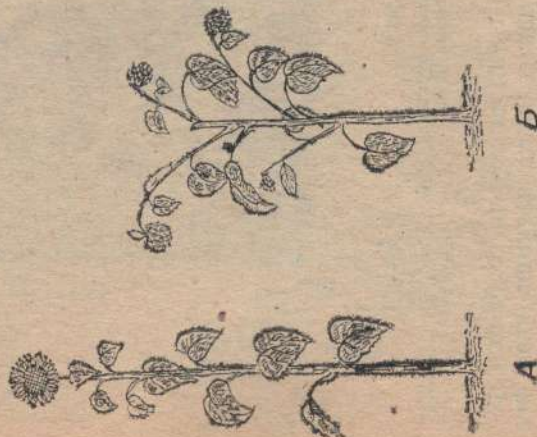
Ўсимликларда учрайдиган коррелятив ҳодисалар

Ўсимликнинг ўсиш жараёнлари ичида коррелятив ҳодисалар диққатга сазовордир. Ўсимлик муайян 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 жараёни 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 қиради. Гуллашдан олдин кунгабоқарнинг поя учи кесиб олинса, барг қўлтиқларида жойлашган куртаклардан шохчалар чиқиб, ҳар қайси шохчада кичик саватчалар ҳосил бўлади (134-расм).

134-расм. Корреляция ҳодисасининг кунгабоқарда кузатилиши:

А — учини ўсиш меристемаси шикастланмаган;
Б — учини ўсиш меристемаси кесиб олинган ўсимликнинг тармоқланиб ўсиши.



Айрим олимлар фикрича, бирламчи меристемада ҳосил бўлган ауксин пастроқ жойлашган куртакларда кўпроқ тўпланиб, уларнинг ўсишига имкон бермайди. Поя учи кесилганда тиним давридаги куртаклар таркибда ауксин концентратсияси камайиб, уларда ўсиш жараёнлари бошланади. Бошқа олимларнинг айтишича, учки ўсиш нуқтаси шикастланмаганда кўпчилик озик моддалар новда учидаги куртакка оқиб бориши туфайли кунгабоқар новдасида биттагина саватча етилади. Тиним давридаги куртакларда озик моддалар етарли бўлмаганлигидан, уларда чуқур тиним даври сақланади.

Помидор, қалампир кўчатларининг илдиз учлари қирқилганда, бу усулга пикровка 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 қиради. Жумладан, М. Н. Чайлахан 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 ғўза нави ҳужайраларидаги органоидлар ҳажми тезпишар навларникига нисбатан йирик бўлади. Бироқ, тезпишар навларда органоидлар сон кечпишар навлардагига нисбатан кўдир.

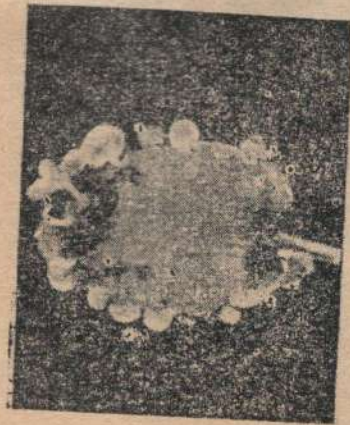
Вегетация бошида тезпишар ғўза нави 1306—ДВ тўқимасидан SH гуруҳи, заҳира оқсил, фосфолипид ва аскорбин кислотаси миқдори кечпишар С-1622 навиغا нисбатан анча кўп бўлади.

Яхши навларни яратишда И. В. Мичурин ҳам коррелятив ҳодисалардан кенг фойдаланган. Унинг айтишича, ўсимликнинг морфологик белгилари билан сифат белгилари зич муносабатда бўлади. Жумладан, дурагайлардан яхшиларини ажратиб олишда баргнинг рангига ва ҳажмига эътибор бериш зарур. Палла баргнинг ранги бўлажак меванинг рангини белгилайди. Поянинг қорамтир бўлиши навинг кечпишарлигини кўрсатади. Тез шохланмадиган ва бўғим оралиқлари қисқа бўлган олманчоллари шу навинг тезпишарлигини кўрсатади (Н. П. Кренке).

Ўсимликларни вегетатив органларидан кўпайтириш. Қаламчалардаги қўбилик. 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 жуда кичик бўлакчадан, лишайниклар бир парча тўқимадан



135-рasm. Тириктуғар бриофиллум барғида ёш ниҳолларнинг ўсиб, тикланиши:

а — фото ва б — қўлда чизилган рasm.

ёки с о р е д и й деб аталган махсус бўлакчалардан ҳам кўпайиб, янги ўсимлик танасини тиклаб олади.

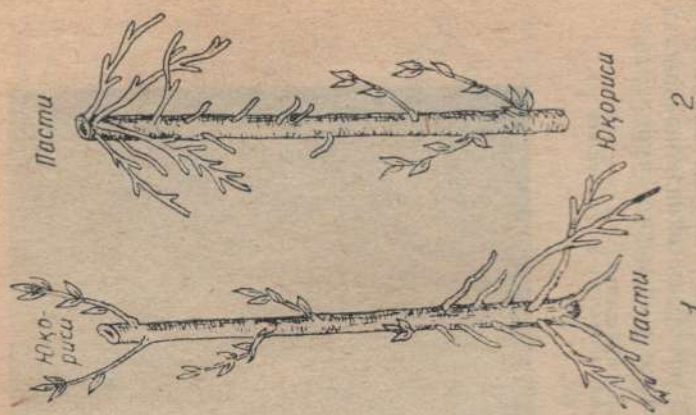
Жигар мохлари махсус «ўсувчи куртак» (таллидия)лар во-снтасида вегетатив кўпаяди. Қўлай шароитга тушган «ўсувчи куртак»дан янги ўсимлик (жигар мохи) тўла тикланади. Брио-филлум ва бошқа тириктуғар ўсимликларнинг барг четларида етиладиган куртакчалардан кўпаяди. Барглардан ажралиб тушган ўсимлик майсаси мустақил ҳаёт кечира бошлайди (135-рasm).

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 қўбнлигини 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 нам ерда 5—6 ҳафта сақланади. Тажриба, новдаларнинг тўғри ва тескари осиб қолдирилишидан қатъи назар, учки томонида барг ва новдалар, пастки томонида илдиз ҳосил бўлганлиги кузатила-ди (136-рasm).

Шуни эътиборга олиб, ерга ўтқазиладиган қаламчаларни ҳамма вақт пастки томонини тупроққа жойлаштириб, учки то-монини ер устида қолдириш зарур.



136-рasm. Ўсимлик қаламчалари кўб-илигини кўрсатиши:

1 — қаламчанинг учки томони юқорига қаратиб қўйилган; 2 — қаламчанинг учки то-мони пастга қаратиб қўйилган.



137-рasm. Шивил (учқат) *Lonicera tatarica* ниҳолларининг илдиз ҳосил қили-шида гетероауксиннинг таъсири:

1 — 2 — гетероауксин эритмасида; 3, 4 — сувада сақланган (контроль).



138-рәсм.

а — контроль; б — 50 мг/л концентраты гетероауксин эритмәсидә 8 соат сақланган чыңгул қаламчалары.

нафтилсирка кислота, в-индолил, γ-мөй кислоталары, 2—4-дихлорфенолсирка кислота) қўлланылады. Масалан, 100 мг/л в-индолил мөй кислота эритмәсидә 3—6 соат сақланған қаламчалар ерга ўтқазылғанда тез илдиэ отади (137, 138-рәсм-лар).

Қўчатларни бир-ердан иккинчи ерга кўчириб ўтқазылғанда илдиэига 0,001% ли 2,4 ДУ ёки гетероауксиннинг калийли туэи эритмәси пуркалади. Катта дарахтларни бир ердан иккинчи ерга кўчириб ўтқазылғанда шикастланған илдиэларга лой ва торфга аралаштирилған стимуляторлар суркалади. Ерга кўмилған ўсимликлар стимуляторлар қўшилған сув билан суғорилады.

Ўсимликларни вегетатив кўпайтиришда пархия усули кеңг қўлланылады. Бунинг учун ўсимликнинг бирор узунроқ новдасини она ўсимликдан ажратмәсдан, илдиэ отгунча ерга кўмиб қўйилады. Кўмилған новда илдиэ отгандан кейин она ўсимликдан ажратилади ва у новда мустақил равнишда ривожлана бошлади.

Ўсимликларни пайвандлаш усулида кўпайтириш қадимдан қўлланиб келинмоқда. Пайвандлаш деб, ўсимликдан кесиб олинған қаламча ёки куртакни иккинчи ўсимлик танәсига улаб кўпайтириш усулига пайвандлаш ёки трансплантация дейилады. Пайвандланадиган ўсимлик — пайвандтаг, пайванд учун ишлатиладигани пайвандуст дейилады. Кўпинча, пайвандлашнинг қўндаги усуллари кеңг қўлланылады:

а) куртак пайванд (окулировка). Бунда пайвандтаг пўсти

«Т» ҳарфи шаклида кесилиб, ёғоч қисмигача бир оз очилади ва пайвандланадиган ўсимликнинг юпқа қилиб кесиб олинған куртаги жойлаштирилады;

б) искана пайванд. Бунда пайвандтаг танәси бутунлай кесилади, тўңқаси ўртәсидан ёрилады. Учи ўткир қилиб кесилған пайвандуст қаламчалари пайвандтаг ёриғига ўтказилады;

в) яқинлаштириш (облактировка) усулида пайвандлаш. Бунда бир-бирига яқин ўстирилған ўсимлик пояларининг бир томонидан пўстлари олинғандан кейин, улар бир-бирига ёндаштириб боғланади. Шикастлантирилған қисмлари битиб бўлғач, кераксиз ўсимлик илдиэи кесилади;

г) қаламча пайванд (копулировка). Бунда пайвандуст ва пайвандтаг новдаларининг йўғонлиги тенг бўлиши керак. Пайвандуст қаламчаси ва пайвандтаг новдәси бир хилда қия кесилиб, бир-бирига қўшиб боғланади. Қаламча пайвандлашда пайвандустнинг ўтказувчи пайлари (кислема ва фолоэма элементлари) пайвандтаг ўтказувчи пайларига тўғри келиши зарур.

Умуман пайванд қилинған жой чипта билан ўраб боғлаб қўйилады.

Пайвандтаг ва пайвандуст ўртәсидәги муносабат.

И. В. Мичуриннинг ментор усули ва унинг аҳамияти

Пайвандтаг илдиэ орқали пайвандуст учун зарур бўлған минерал моддаларни, сув ва бошқа бирикмаларни етказиб беради. Пайвандуст эса ўз навбатида баргларда ҳосил бўлған органик бирикмалар билан бирга пайвандтаг ва унинг илдиэларини таъминлайди. Демак, пайвандуст билан пайвандтаг ўзаро анатомик жиҳатдан боғланибгина қолмай, балки моддалар алмашиниши жараёни ҳам икки турли ўсимлик тўқимәсида ўзаро боғлиқ ҳолда ўтади.

Пайвандлаш усули қадимдан қўлланиб келинған бўлишига қарамай, пайвандуст билан пайвандтаг ўртәсидәги муносабат ҳали тўла аниқланмаған. Пайвандтаг таъсирида ўзининг ирсий белгиларини сақлаб қолған пайвандустнинг мустақил ривожланғанлигини қўндаги мисоллардан аниқлаш мумкин.

Кўпгина боғбонлар бир дарахтга бир неча навни пайванд қилиб, ҳар хил сифатли меваларни парвариш қилмоқдалар. Масалан, Молдавия республикаси «Родина» колхозининг боғбони И. И. Маня битта олма дарахтига 42 хил навни, шафтоли, нок ва олхўри дарахтларининг ҳар қайсисига 10—12 хил навлардан пайванд қилиб, сифати ўзгармаған мевалар олишга эришған.

Топинамбур поясига кунгабоқар қаламчаси пайвандланған-да, топинамбур туғунағида шу ўсимликка хос инулин, пайвандуст — кунгабоқарда крахмал тўпланған.

Пирик биолог олимлар фикрича, пайвандтаг билан пайвандуст зич муносабатда бўлиб, улар бир-бирига кучли таъсир кўрсатади. Жумладан, тамаки ўсимлиғига картошка қаламчаси

пайвандланса, тамаки ўсимлигининг илдизида ҳосил бўлган баъзи бир алкалоидлар картошка қаламчаси тўқимасида тўпланади.

Пайвандланадиган ўсимликлар ўртасидаги мавжуд муносабат сабабларини И. В. Мичурин қуйидагича тушунтиради.

а) пайвандланадиган ўсимликларнинг ирсий белгилари тўла тикланган бўлса, уларнинг бир-бирига кўрсатган таъсири сезиларли даражада кузатилмайдиган;

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 баравар 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 шаронгда 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 тўқмайдиган нок навини яратган. Тажриба пайвандланадиган ўсимликлар бир-бирига чуқур таъсир этганлиги ва систематика жиҳатидан бир-бирдан узоқ жойлашган ўсимликларни пайвандлаш мумкинлигини тасдиқлайди. Пайвандлашда қатнашадиган ўсимликларнинг бири иккинчисига кўрсатган таъсирини кучайтириш мақсадида пайвандуст ёки пайвандтаг барглари камайтиради.

Кўриб ўтилган ишларга назар ташланса, Кандиль-Китайка олма навини совуққа чидамли қилишда тарбияловчи (ментор) вазифасини пайвандтаг, Бере зимняя Мичурина навини етиштиришда пайвандуст лимон — менторлик вазифасини ўтаганлиги аниқланади.

Яковлевнинг ишлари, ўсимликлар қандай оиллага мансуб бўлишига қарамай, пайвандлаш имкониятига эга эканлигини кўрсатди.

Систематика жиҳатидан бир-бирдан узоқда турган ўсимликларни чатиштириб, дурагай ҳосил қилиш учун аралаш чанг ёки вегетатив яқинлаштириш усулларини ҳам И. В. Мичурин ишлаб чиққан.

Бир хужайрадан ёки каллусдан ўсимликларнинг тикланиши

Ҳар қандай хужайра таркибида шу организмга хос ирсий белгилар сақланади. Бошқача айтганда, тенг даражада ўзининг потенциал имкониятига (тотипотентлик) хусусиятига кўра ягона хужайрадан бутун бир организм тикланиши мумкинлиги аниқланди. Лекин шундай хусусият ҳамма хужайраларда ҳам учравермайди. Чунки баъзи бир хужайраларда айрилган 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 шаронт ва зарур бўлган ўстирувчи модда (фитогормон) лар маълум даражада бўлишини таъминлаш зарур. Шундай шаронгдагина битта хужайрадан ёки каллус (органик моддалар тўплами) дан ажратиб олинган бўлакчадан бутун бир ўсимлик нухасини тиклаб олиш мумкин. Бу усулга ажратилган тўқима, яъни бутун ўсимликни тиклаш култураси дейилади.

Бу масада устида Ф. Уайтсон билан Р. Гётреннинг (1932, 1934) ишлари диққатга сазовордир. Тажриба ўтказиш учун улар сахароза, РР, В, биотин, мезоинозит витаминлари ва микро-макроэлементлар аралашмаси ҳисобига сунъий озик муҳитдан фойдаланганлар. Шу аралашмага маълум миқдорда желатина қўшиб, 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 кузатилган.

К. А. Тимирязев номидаги Ўсимликлар физиологияси институтининг ходими Р. А. Бутенко (1957) шу масалани ўрганиш мақсадида илмий тадқиқот объекти, сифатида сабзи флоэма



139-р.см.

1 — хужайралар пўстидан чиқарилган цитоплазма; 2 — цитоплазмаларнинг кўсини-
лишдан ҳосил бўлган дурагай; 3 — дурагайнинг ривожланиши ҳисобига ҳосил
бўлган (каллус) органик моддалар тўплами.

тўқималардан 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 олилади. Сўнгра цитоплазмалар бир-бири билан муносабатга киришгач, дурагай пайдо бўлади. Қулай шароитда қолдирилган дурагай массаси кундан-кунга орғиб бориши ҳисобига каллус (органик моддалар тўплами) ҳосил этилади.

Ҳосил бўлган каллус бўлакчасидан поянинг ёхуд илдининг ўсиш нуқтаси (конуси) ни ривожлантириш мақсадида аўқсин ва цитокинин фитогормонлари маълум нисбатда бўлиши зарурлиги тубандаги жадвал рақамларидан кўринади.

93-жадвал

Индолил сирка кислота (аўқсин)	3.10 ⁻⁶	3.10 ⁻⁶	3.10 ⁻⁸
Кинитин	3.10 ⁻⁷	2.10 ⁻⁸	1.10 ⁻⁸
Тикладидиган ўсиш нуқтаси (конуси)	каллус	илдиз	поянинг
		ривожланиши учун	

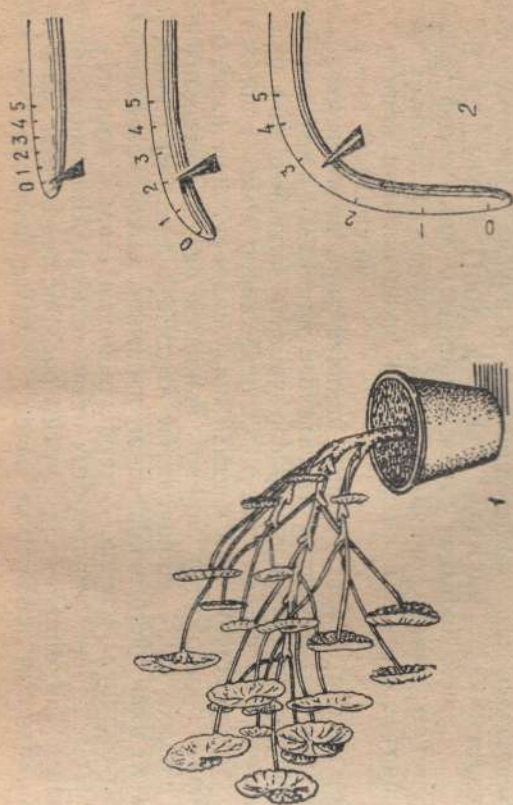
Жадвал далилларига кўра каллус ва илдининг ривожланишини таъминлаш учун аўқсиндан кўпроқ (3.10⁻⁶), кинитиндан камроқ (3.10⁻⁸), кинитиндан кўпроқ (1.10⁻⁶) миқдорда физиологик актив моддалар бўлиши зарурлиги аниқланган.

Ўсимликларда ҳаракатланиш жараёнлари

Ўсимликлар маҳсус орган (хивчин)лар ёрдамида хужайра (тўқима) ларнинг ўсиши ҳисобига ва тургор ҳодисасига асосан ҳаракатланади. Хивчинлар ёрдамида бактериялар, бир хужайрали сувўтлар ва ўсимлик зооспоралари жадал ҳаракатланади. Тургор ҳодисаси ва цитоплазманинг ўтказувчанлигига асосан уягчан мимоза ва ҳашаротхўр ўсимликлар ҳаракатланади. Гуллarning 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. Қўзғатувчидан қочса — манфий тропизм, шу фактор таъсиридан қочса — манфий тропизм ҳодисаси дейилади. Ташқи омиллар турлича бўлганлиги учун тропизмлар шу омил номин билан юритилади (140-расм).

а) Ўсимликнинг ёруғлик тушган томонга қараб эгилишига фототропизм дейилади. Ер устки органларига мусбат, илдинларда манфий фототропизм ҳодисаси юз беради. Бошқача айтганда, ўсимлик илдири ёруғлик таъсиридан қочса, ер



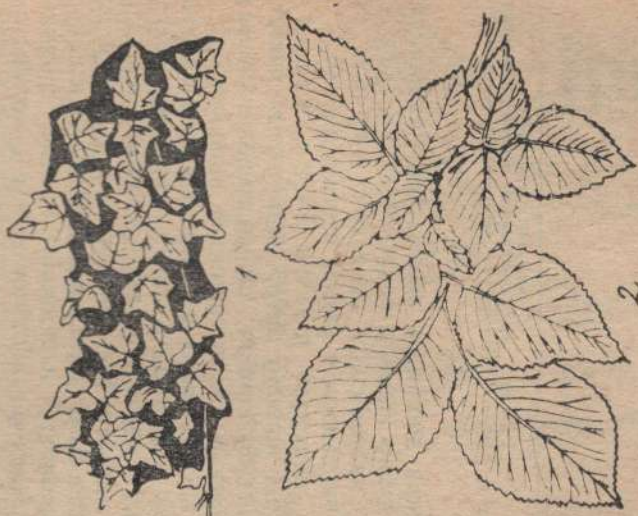
140-расм. Ташқи омиллар таъсирида ўсимликларнинг ҳаракатланиши: 1 — фототропизм; 2 — геотропизм ҳодисалари.

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 мо-зак жойлашиши фототропик ҳодиса-сига асосланган (141-расм).

Бугдой, арпа ва бошқа ўсимлик май-саларига бир томон-дан ёруғлик тушириб, фототропизм ҳодиса-сини аниқ кузатиш мумкин.

Ўсимликларда фототропик эгилиш са-бабларини Чарльз Дар-



141-расм.

1 — печактул (пловин) ва 2 — қайрағоч ўсимликлари барглари-нинг ёруғликка нисбатан мазан эгилиши.

вин ва унинг ўғли Френсис Дарвин экспериментал тажрибалар ўтказиб, натижаларини 1880 йилда «Ўсимликларнинг ҳаракат-лавиш қобилияти ҳақида» деган китобларида нашр этдилар.

Тажриба учун ғалладошлардан — *phalaris capatensis* Z. (канареячая трава) ўсимлиги майсаларини олиб, икки гуруҳга бўлинади. Биринчи гуруҳдаги майсаларнинг ўсиш нуқтаси қора қоғоздан ясалган қалпоқча билан беркитилиб, иккинчи гуруҳдаги майсаларнинг ўсиш нуқтаси очик қолдирилади, яъни қора қоғоз билан ўраб қўйилади. Уларга бир вақтнинг ўзида бир томондан ёруғлик бериб таъсир этилади. Тажриба охирида ўсиш нуқталари беркитилган майсалар тик ўсиб, яъни беркитилмаган майсаларнинг ўсиш нуқтаси ёруғликка қараб эгилгани кузатилади.

Бундан аниқланидики, ёруғлик ўсиш нуқтасига таъсир қилиб, чўзилиш фазасидаги хужайраларнинг ўсишини жадаллаштириб, фототропик эгилишни вужудга келтирар экан.

А. Г. Генкель (1904) фикрича, ўсимлик тўқималарнинг 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) назария-ларига асосан, фототропик эгилиш ўсиш нуқтасидаги ўстирувчи гормон — ауксин миқдорига боғлиқ. Ёруғлик таъсирида ўсим-ликнинг 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 ёруғ-ликка қараб эгилади ёки ундан қочади.

Фототропик эгилишнинг тез муддатда ёки бир қанча вақт ўтгандан кейин рўёбга чиқиши ёруғлик кучига боғлиқ. Фототропик эгилишнинг содир бўлиши учун сарф бўлган муддат презентация вақти дейилади.

Ёруғлик кучига қараб презентация вақти ҳар хил бўлади. Бу қуйидаги жадвалда келтирилган.

Ёруғлик кучи ўзгара бориши билан презентация вақти ҳам тезлашади. Фототропик эгилишни вужудга келтириш учун та-

Ёруғлик кучи (1 м масофадан тушган 1 см ёруғлигига нисбатан)	Презентация вақти
0,00017	43 соат
0,00064	10 соат
0,00477	1 соат
0,0898	4 минут
5,456	4 секунд
511,0	0,04 секунд
26520,0	0,01 секунд

94-жадвал

лаб этилган ёруғлик миқдори 1 секундда тушган ёруғлик кучи билан ўлланади. Бу ўртача 18,8—26,3 оралиғида бўлади. Ёруғ-лик миқдори ёруғлик кучини презентация вақтига қўлайитириб аниқланади.

Диафототропизм ҳодисасида компас ўсимлик латукининг *Lactuca scariola* барг паллалари шарқдан ғарбга томон жойлашади. Бунда баргнинг бир томонига эрталабки, иккинчи томонига кечки ёруғлик тушади.

б. Геотропизм. Ернинг тортиш кучига нисбатан ўсимлик органларнинг ҳаракатланиши геотропизм дейилади. Ўсим-ликнинг ўқилдиз ерининг тортиш кучи таъсирида пастга эги-либ ўсиши мусбат, поянинг ер юзидан юқорига интилиб ўси-ши эса манфий геотропизм дейилади.

Кўпчилик олимлар фикрига кўра, геотропизм ҳодисаси фототропизм сингари ўсимлик тўқимасидаги ауксин миқдорига боғлиқ. Бошқача айтганда ўсимликнинг баъзи органларида ўсиш жараёнлари жадал ўтиши учун ауксин миқдори кам та-лаб этилса, бошқа органлари учун ауксин концентрацияси кўп-роқ бўлиши зарур. Бу 297-бетдаги графикда яққол кўринади.

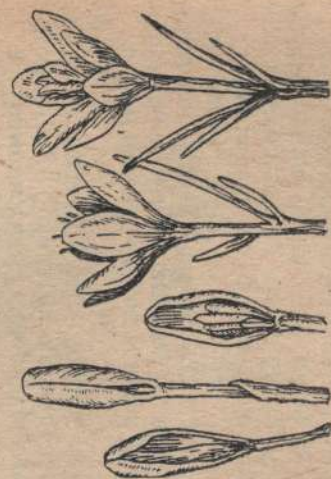
Геотропик эгилишда илдиз қини (гиллофи) хужайраларида статолит деб аталган оғир крахмал заррачалари бор. Улар қаторига йирик крахмал заррачаларидан бўлак оқсил кристал-лоидлари ва органоидлар массасига биноан илдиз пастга қараб энгашади (Г. Габерландт, 1930).

в. Хемотропизм. Ўсиш жараёнида ўсимлик органларининг органик ёки анорганик 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.

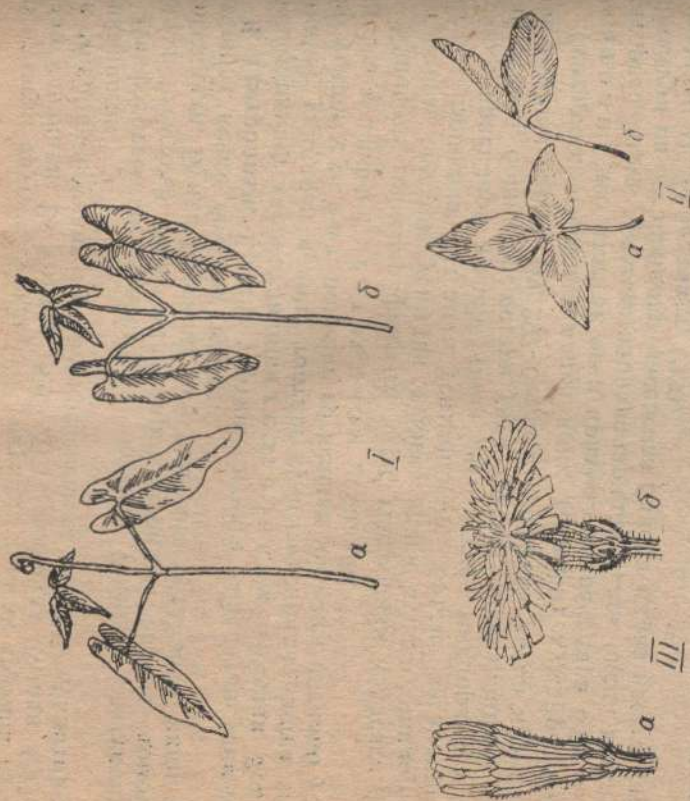
г. Аэротропизмда илдиз кислоталли муҳитга қараб эгилади. **д. Гидротропизмда** илдиз сувга, намликка томон эгилиб ўсади.

е. Термотропизмда ўсим-лик органларида иссиқ-ликка ёки совуқликка қараб интилиш пайдо бў-лади. Кўрсатиб ўтилган тропизмлар хемотропизм-нинг бир кўринишидир.

ж. Травмотропизмда илдиз учи (ўсиш нуқ-таси) биронта қаттиқ жисмга тегиб қолиши билан шу жисмдан чет-га ўтиб, ўзининг ўсиш жараёнларини давом эт-тиради.



142-расм. Термонастик ҳодиса: Заъфарон — бойчечак гулининг иссиқлик таъсири-да эгилиши.



143-расм. I — фотонастик ҳолида; II — лавия; III — себарта барглари; III — юқи гулини; а — кундузи ёналиши; δ — қоронғиликда юмилиши.

2. Настик ҳаракатлар. Ўсимликлар ташқи омилларнинг баравар диффузион таъсирга жавобан ҳаракатланишига настик ҳаракатланиш дейлади. Настик ҳаракатланиш симетрияли тузилган органларда кузатилиб, таъсир этувчи омил номи билан юртилиди.

а. Термонастик. Температуранинг ўзгариши билан ўсимликларда содир бўладиган ҳаракатлар, масалан, лола гули паст температурада юмилса, юқори температурада очилади (142-расм).

б. Фотонастик ҳаракатланиш ёруғликка боғлиқ. Масалан, кўпчилик ўсимликларнинг гули эрта тонгда очилиб, кечаси юмилди. Баъзи ўсимлик гули кечаси очилиб, кундузи юмилди (143-расм).

Термонастик ва фотонастик ҳаракатланишлар фақат ўсимлик гулларидagina эмас, балки барглarga ҳам хос бўлиб, ҳужайраларнинг ўсиш жадаллиги билан чамбарчас боғлиқ. Жумладан, ўсимлик қоронғиликдан ёруғликка ёки паст температурадан юқори температурага ўтказилса, гултожибарглари ички томонидан ҳужайраларнинг тез ўсиши туфайли гултожибарг очилади. Аксинча, ёруғликдан қоронғиликка ўтказилса ёки тем-

пература пасайтирилса, гултожибаргнинг ташқи томонидаги ҳужайралар ички томонидаги ҳужайраларга нисбатан тезроқ ўсади, натижада гул юмилди.

Кузгатувчи таъсирида гулни очилиш эпинастик, юмилиш гипонастик ҳаракат дейлади. Айрим ўсимлик гулларининг очилиб-юмилиш вақтига асосланиб К. Линней «Флора соати»ни ишлаб чиққан. Бунинг учун у қуйидаги ўсимликлардан фойдаланган (324-бетга қarang).

Соатнинг марказида кунгабоқар ўсимлигини ўтказди.

в. Сеймонастик ҳаракатланиш тургор ҳолидасига 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 бўшашиб, барг япроғи пастга энгашади. Баргнинг пастга энгашини ҳужайра таркибидаги сувнинг ҳужайра ораллигига ўтиб қолишидандир (С. А. Рачинский, 1858; П. Пфеффер). Н. Ф. Леваковский фикрича, сеймонастик ҳаракат оқсил бирикмаларининг фаол қисқаришидан юзага келади.

Ҳашаротхўр ҳамда ҳашаротлар ёрдамида чангланадиган ўсимликларда ҳам сеймонастик ҳаракатланиш кузатилади. Россиянка (*Drosera rotundifolia*) ва Венера лашахўри (*Dionaea muscipula*) деган ҳашаротхўр ўсимликларда актив ҳаракатланиш кузатилади. Ҳашаротлар ёрдамида чангланадиган ўсимликлардан Зирк (*Berberis*) гулбарги асосида махсус нектарли думбоқчалар жойлашган. Ҳашарот думбоқчага тегиши билан



144-расм. Сеймонастик ҳолида. Уятчан мимозага механик таъсир этиш билан унинг барглари йиғилиб қолинади; а — таъсир этувчи; б — таъсир этмадан сўнг.

нинг кўпчилиги чорвачиликни ривожлантиришда ем-хашак си-
фатида катта аҳамиятга эга.

б) бир йиллик монокарп ўсимликларнинг уруғлари қулай
шароитга тушиб қолса ривожланиб, вегетация даврининг охири-
да ўсиш жараёни секинлашиб, генератив органлар тикланади.
Бундай ўсимликлар онтогенезида бир марта ҳосил бериб, нобуд
бўлади.

Маданий ўсимликлардан ғўза, буғдой, шולי, тарвуз, қовун
ва бошқалар бир йиллик ўсимликлар қаторига киради.

в) икки йиллик ўсимликлар онтогенезининг биринчи йилида
вегетатив массаси ортади, яъни заҳира озиқ моддалар тўплайди.
Иккинчи йили тўпланган озиқ моддалар ҳисобига генератив
органлар пайдо қилиб, ҳосилга киради. Бундай ўсимликларга
лавлаг, пиёз, карам, сабзи ва бошқалар мисол бўлади.

г) кўп йиллик монокарп ўсимликларнинг вегетатив орган-
лари узоқ йиллар давомида ўсиб ривожланади. Онтогенез охи-
рда генератив органлар пайдо қилиб, гуллаб ҳосил бергандан
кейин, улар нобуд бўлади. Кўп йиллик монокарп ўсимликлар,
агзава табиий шароитда 8—10 йил, оранжерея шароитида 20—50
йил давомида вегетатив массаси ортиб, ҳосил бергандан кейин
нобуд бўлади. Урта Осиёдаги каврак ўсимлиги 8—10 йилда бир
марта ҳосил бериб, нобуд бўлади. Бамбук 20—30 йилда бир
марта ҳосил бериб, нобуд бўлади.

2. Поликарп 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
натijasида ўсимликлар ҳаёт жараёнларининг ўзгаришчилиги-
ни назарда тутиб, моно-ва поликарп гуруҳларга бўлишнинг
қатъий чегараси йўқ. Масалан, тропик мамлакатларда ўсадиган
канақунжут ва ғўза кўп йиллик поликарп ўсимликлар бўлиб,
бир неча йиллар давомида гуллаб ҳосилга киради. Ғўза ва кана-
қунжутнинг маданийлаштирилгани типик монокарп ўсим-
ликдир. Бизнинг шароитда ўсадиган поликарп себарга Шимоллик
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 куза-
тилади.

Япониянинг Якусима оролида айланаси 16 м ли кедр дарах-
тининг ёши 7200 йил эканлиги электрон асбоблар ёрдамида
аниқланган. Диаметри 11 м ли секвоя дарахти тўнкасида пиани-
но ва тўртта музикачи жойлашиб, 16 жуфт киши рақс тушиши
учун жой қолган. Шундай бир туп секвоя дарахтидан 5 хонали
40 та уй қуриш мумкин экан.

Ўсимликлар номи	Гуллабнинг	
	Очилиш	Вақти
Назматак	эрта тонгда	4
Сағратқи	— " —	5
Лолақизғалдоқ	— " —	6
Қоқи ўт	эрта тонгда	6
Эчкимия	эрталаб	9
Тирноқгул	эрталаб	9
Дастаргул	эрта тонгда	5
Чиниғул	эрталаб	8
Тамажигул	кечаси	8
Оқсалис	эрталаб	10
	кечаси	11

чангчи эгилиб, оналик тумшукчасини чанглайди. Бўтакўз (Сеп-
taurea degressa) ўсимлиги чангчи ипига хашарот тегиши билан
чангчи или қисқариб хашарот устига чанг тўкилади. Хашарот
устидати чанг бошқа гулни чанглантиниришда хизмат қилади.

Ўсимликларнинг ривожланишига доир масалалар

Табиятда турли хил ўсимликлар тарқалган бўлиб, уларнинг
баъзилари жуда қисқа (дақиқа, соат, ҳафта) умр кўрса, бош-
қалари 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 етadиган улкан дарахтлар ҳам учрайди.

Ўсимликлар орасида бир неча ой ёки кўп йиллар ҳаёт кечи-
риб, ўз онтогенезида бир марта ҳосил бериб нобуд бўлса, бошқа
турлари вояга етгандан кейин бир неча йил давомида гуллаб
ҳосил беради. Шунинг назарда тутиб, Ер шаридаги ўсимлик-
лар 2 гуруҳга бўлинади:

1. Монокарп ўсимликлар онтогенезида бир марта ҳосил
бериб, ҳаёт фаолиятини тугатади. Монокарп ўсимликлар онто-
генезининг давомидаги кўра қуйдагиларга бўлинади:

а) чўл, яримчўл, дашт, қир ва тоғ бағирларида ҳаёт кечи-
радиган эфемер ва эфемероидлар. Уларнинг вегетация даври
ҳаво ва тупроқ намлигига боғлиқ. Типик эфемерлар эрта ба-
ҳорда униб, қиш кунлари тупроқда тўпланган намлик ҳисобига
ўсиб ривожланади ва ҳосил бериб нобуд бўлади. Уруғларида
кузда унайдиган эфемероидларнинг майсалари қор остида қо-
либ, эрта баҳорда гуллаб, ҳосилга киргандан кейин нобуд бўла-
ди. Уларнинг умри 45—75 кундан ортимайди. Ўзбекистонда
итгунафша, момосирка, ялтирбош, арпагон ва читир каби эфе-
мерлар кўп тарқалган.

Эфемероидлар кўп йиллик ўсимликлар бўлиб, уруғ, пиёзча,
илдизноя ва илдиз туғунаклари ёрдамида кўпаяди. Лолақиз-
ғалдоқ, эшакқулоқ, бойчечак ва қўнғирбош кабилар эфемероид-
ларга мисол бўлади.

Урта Осиё яйловларида тарқалган эфемер ва эфемероидлар

Ўсимликлар тури	Бўри, м	Танасининг ўртача ўз- лиги, м	Ўсимлигининг ас- сийиш вақти, йил ҳис- обид
Ратанг пальмаси (лиана)	300	0,05	
Эвкалипт	152	11	3000—6000
Секвойя	140	11—15	2000—3000
Қаштан, қиларис	35	20	570
Қарағай	50	1—2,5	1600
Арча	60	2,5	600—800
Чинор			200
Ток, олма			300
Нок			600
Оқ терак			10—50
Беда			

Ўсимликларда ривожланиш босқичлари

Репродуктив фазага ўтиш шароити

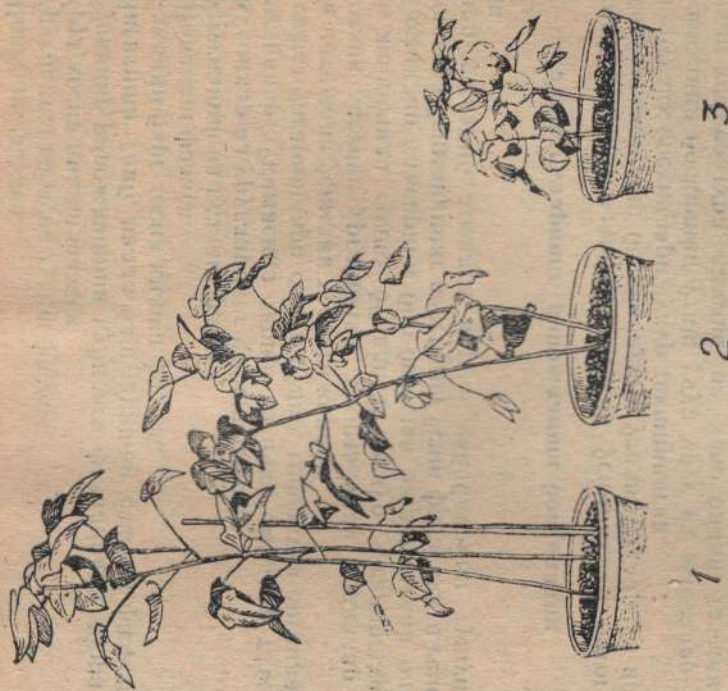
Ўсимликларнинг ўртасида шунчалик фарқ бўлишига қарамай, уларнинг ривожланиш босқичлари деярли бир хилдир. Ҳар қандай тубан ва юксак ўсимликлар онтогенезида икки босқични ўтади.

Биринчи босқичда ўсиш жараёни ҳисобига ўсимликларнинг массаси ортади. Иккинчи босқичда, ўсиш билан бир қаторда, тубан ўсимликлар ривожланиб, бўлиниб кўпайса, юксакларида генератив органлар пайдо бўлади. Бошқача айтганда, ўсимлик қайси гўруҳга киришидан қатъи назар, унинг онтогенезида ўсиш ва ривожланиш жараёнлари мавжуд. Ўсиш янгидан ҳосил бўлган ҳужайра ҳисобига бўлса, ривожланиш ўсимлик организмидан турли сифат ўзгаришлари ҳисобига юз беради. Бу ўзгаришлар эмбрионал уруғ ҳосил бўлишидан бошланиб, ўсимликда қўлайиш органларининг пайдо бўлиши ва ҳосилга кириши билан тугалланади.

Ўсиш ва ривожланиш жараёнлари бир-биридан фарқ қилишига қарамай, ўзаро ҳамбарчас боғлиқ. Ташқи омиллар таъсирида ўсимлик тўқималарида юз берадиган сифат ўзгаришларини туфайли ўсиш ва ривожланиш жараёнлари ўртасидаги муносабат ҳам ўзгариб туради. Жумладан, қўлай шароитда ўсимлик тез ўсиб ва ривожланиб, ҳосилга қиради. Ўсимликка ташқи омиллар салбий таъсир этса, ўсимлик секин ўсиб, тез ривожланади.

Ўсиш жараёнини тезлаштирувчи омиллар билан таъсир этилганда ўсимлик тез ўсиб, суст ривожланади. Шаронт бутунлай ноқўлай келса, ўсимлик секин ўсади ва секин ривожланади (145-расм).

Ҳар қандай ўсимлик уруғдан унб чиқишидан ҳосилга киргунга қадар бир неча фазаларни ўтади. И. В. Мичурин дарахтларнинг ўсиш ва ривожланиш фазаларини қуйидагиларга бўлади:



145-расм. Ҳар хил шароитдаги гўза ўсимлигининг ўсиш ва ривожланиш жадаллиги:

1 — тез ўсган, аммо секин ривожланган; 2 — тез ўсган ва тез ривожланган; 3 — секин ўсган, лекин тез ривожланган гўза (бўйига секин ўсиб, тез-тез ҳосилга кирган).

1. Уруғлик фазаси. Бунга уруғнинг униши ёки куртакнинг ўса бошлаши қиради.
2. Ёшлик фазаси. Бу ўсимлик биринчи марта гуллаб, ҳосилга кирган вақтни ташкил этади.
3. Ётилиш фазаси. Бунда чуқур биохимиявий ва физиологик ўзгаришлар юз бериб, ўсимлиكنинг ирсий белгилари тикланади, ўсимлик морфологик жиҳатдан шаклланади. Бу фаза 3—5 йил давомида мева бергандан кейин бошланади.
4. Тўла ётилиш фазасида ўсимлиكنинг вегетатив органлари йилдан-йилга ортиб, узлуксиз ҳосил бера бошлайди.
5. Ўсимлиكنинг айрим вегетатив органларининг нобуд бўлиши ва ҳаёт фаолиятининг сустлашиши қаринш фазасидан далолат беради.

Ҳалла ўсимликларида ҳам ривожланиш беш фазадан ташкил толган (Л. И. Руденко):

1. Уруғ унб чиқиш фазаси.
2. Тупланиш ва шохланиш фазаси.

3. Шоналаш фазаси.

4. Уруғланиш ва мева туғиш фазаси.

5. Уруғ ҳосил қилиш фазаси.

Ғўзанинг ривожланиши қўйидаги фазалардан иборат:

1. Чигитнинг униб, палла барглариининг ёзилиш фазаси.

2. Ҳақиқий барг ҳосил қилиш фазаси.

3. Шоналаш фазаси.

4. Уруғланиш ва гуллаш фазаси.

5. Қўсақлар ва уруғларнинг етилиш фазаси.

Ўсимликлар тўқимасида ташқи ва ички омиллар таъсирида чуқур сифат ўзгаришлари содир бўлиб, генератив органлар тикланади, натижада ўсимлик ҳосилга киради.

Ўсимлик ҳаётини ўрганишда тўқималарда моддалар алмашинуви жараёнида содир бўладиган чуқур ўзгаришларни ва ташқи омиллар таъсирини бир-биридан ажратмасдан олиб берилгандагина ўсимлиكنинг 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 қўйидаги 96-жадвалда келтирилган.

96-жадвал

Ўсимликлар номи	Яровизация учун сарфланган кун		100 г уруғни тўйинтириш учун сарфланган сув миқдори, мл	
	5-7	10-12	Температура °C	
Баҳори бугдой	25-35	0-2		31
Кузги арпа	10-14	2-5		37
Баҳори арпа ва сули	7-10	18-20		35
Тариқ	10-15	20-25		26
Маккажўхори				30
Ғўза майсалари (палла барглари ҳосил бўлгунча)	5-6	20-25		60-80

Уртача иқлимли ва шимолӣ 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 бугдой, вика, ясмиқ, нўхат, ғўза ва бошқалар яровизация босқичини унган уруғ ҳолатида, лавлаги, сабзи, шолғом, қарам кабилар майсалигида, тамаки ўсимлиги 9—10 та ҳақиқий барг ҳосил қилгандан кейин яровизация босқичини ўтади.

Яровизация босқичи ўсиш нуқтасидаги ҳужайраларда ўтади. Бунда каталаза ва пероксидлаза ферментлари жадаллашади. Гидролиз жараёнлари синтез жараёнларидан устун келади, оқсил липоид бирикмаларнинг изоэлектрик нуқтаси (ИЭН) кислотали томонга сурилади (А. А. Рихтер). Яровизацияланган ўсимлик тўқималарида амилаза, каталаза ва протеолитик ферментлар жадаллашади (В. И. Демовский, 1932).

Текширишлардан маълумки, яровизация босқичининг боришида цитохромоксидаза, ундан кейин (20 кун ўтгач) 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. Стржежевская, 1954).

Яровизация босқичини ўтмаган ўсимлик тўқималарида физиологик-биохимик ўзгаришлар кузатилмади. 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) эритмалари билан таъсир этилганда кўк-бинафша ранг (берлин лазури) ҳосил бўлади. Бу уруғнинг яровизация босқичини ўтганлигидан далolat беради.

Яровизацияланган кузги бугдойни баҳорда экиш мумкинлиги ва ҳосилнинг бирмунча (1—1,5 га ц) ортганлиги аниқланди.

Бундан ташқари, сабзи, лавлаги каби икки йиллик ўсимлик майсаларига паст температура таъсир этилса (яровизацияланса), улар биринчи йиллик гуллаб, ҳосилга киради. Буни У. Гаснер, Н. А. Максимов ва бошқа олимлар кузатган.

Ўсимликларда яровизация босқичидан кейин ёруғлик босқичи бошланади. Ривожланишнинг бу босқичида ташқи омиллардан энг муҳими ва ҳал қилувчиси ёруғлик—кун узунлигидир. Ўсимликларнинг гуллаб, ҳосилга кириши кун ва тун узунлигига боғлиқ (У. Гаснер, Г. А. Аллард, 1920). Ёруғлик ва қоронғиликнинг давомийлигига кўра ўсимликларнинг ҳар хил муддатда гуллаб, ҳосилга кириш ҳодисасига фотопериодизм дейилади.

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 кирди.

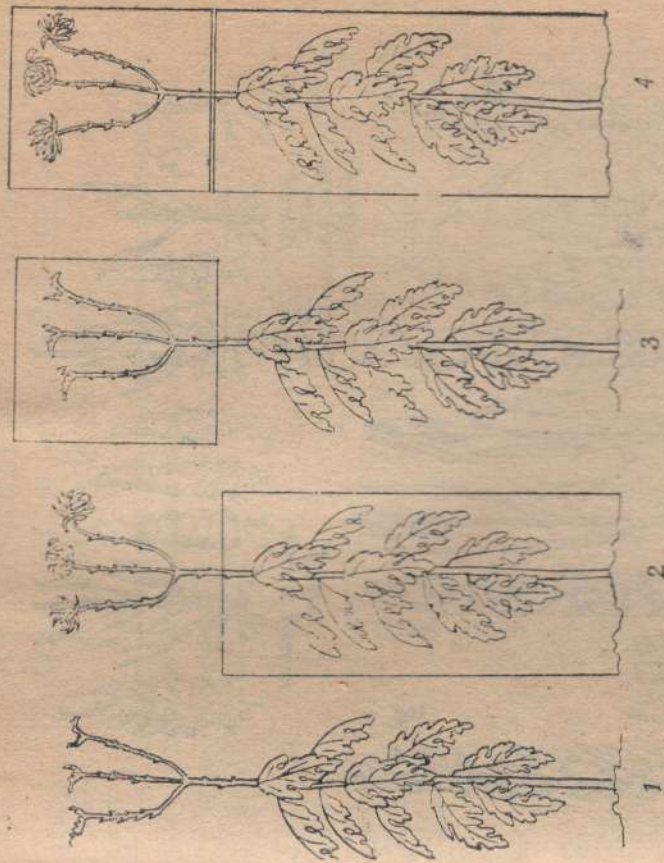
Қисқа кун ўсимликларига гуллаш олдида маълум вақт ичида қисқа кун берилиб, вегетациянинг қолган кунлари узун кун билан таъминланса ҳам, улар ўз вақтида гуллаб, ҳосилга кирди. Масалан, тариқ майсасини 10—15 кун қисқа кунда қолдириб, кейин вегетация охиригача узун кун берилишига қарамай, у гуллаб, ҳосилга кирган.

Шундай ҳолатни узун кун ўсимликларида ҳам кузатиш мумкин. Жумладан, шивидга 3—4, сули ва буғдойга 20—30 кун давомиде узун кун берилиб, вегетациянинг қолган кунлари қисқа бўлишига қарамай, улар гуллаб, ҳосилга кирган. Бу ҳолда фотоперидик индукция деб аталади (С. А. Эгиз, 1928; В. И. Разумов, 1931).

Фотоперидик индукциянинг тез ёки секин пайдо бўлиши температурага боғлиқ. Масалан, соя ўсимлигида фотоперидик индукциянинг содир бўлиши учун 21—26 °C талаб қилинади. Муҳит температураси 38 °C га кўтарилса ёки 13 °C гача пасайса, фотоперидик 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.

Фотоперидик таъсирни қабул қилишда барглار асосий ва ҳал 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 таъсири:

1 — узун кунда; 2 — барглари кичик, ўсиш кенуси узун кунда; 3 — барглари узун, ўсиш кенуси кичик 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 ўсимликнинг ўсиш нуқтаси қисқа кунда, барглари узун кун шароитида қолдирилганда гулламасдан қолганлиги 146-расмдан кўринади. Ўсимликнинг ўсиш нуқтаси фотоперидик таъсирни қабул қилмаган.

Ёруғлик босқичини ўтиб олиш учун шимолий районларда ўсувчи ўсимликлар температуранинг пастроқ бўлишини, жанубий районларда ўсувчи ўсимликлар эса температура юқори бўлишини талаб қилади. Масалан, Иркутск шароитида парвариш қилинадиган тариқ 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. Бун-

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, туپроқ эритма концентрациясининг кучли бўлиши, ҳаво ва туپроқнинг 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 тўқималарида турли-туман физиологик-биохимиявий ўзгаришлар рўй беради. Моддалар алмашилиши ўзгаради, натижада ўсимлик шу шароитга мослашади ва келажак авлодларнинг ноқулай шароитга бўлган чидамлилиги орта боради.

Ўсимликка мусбат паст (+3+5 °C) температуранинг таъсири. Шундай температурада ҳаёт жараёнларини ўтаган ўсимликлар паст температурага чидамли ҳисобланади. Бундай ўсимликлар шимолли ва ўрта иқлимли районларда тарқалган.

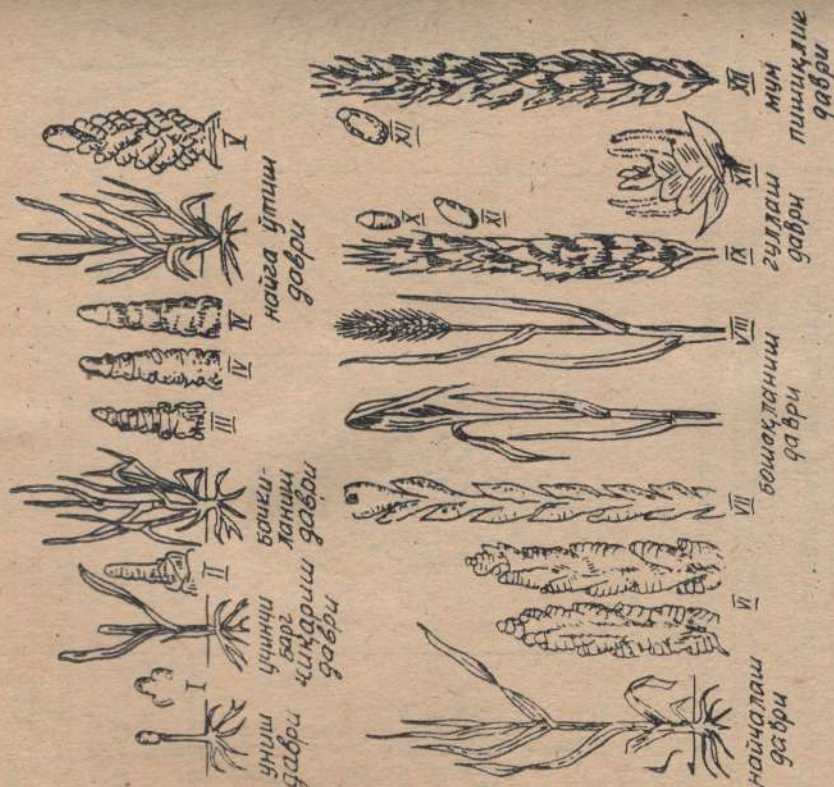
Ўза, ловия, қовун, ерёнғоқ, бодринг каби иссиқсевар ўсимликлар +3+5 °C да қолдирилса, бир неча кундан кейин улар нобуд бўлади (148-расм).

Ю. Сакс (1860) салқинга чидамсиз тамаки, ловия, қоғоқ 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 парчаланаяди, моддалар алмашилиши сустлашади ва оқсилнинг парчаланишидан ҳосил бўлган бирик-



148-расм. Паст (+5—6; 5°C) температура таъсирида ўза майсаларининг: 1 — 12 соатда; 2 — 36 соатда; 3 — 60 соатда; 4 — 84 соатда нобуд бўлиши.



147-расм. Бугдойнинг ривожланиши ва органиларнинг (органогенез) фаза (давр)лари:

I — дифференциацияланган хужайралардан ташкил топган ўн иш нуқтаи (конус) ни ўсиши; II — бошланғич пастинг бўғим ва бўғим оралиқларига дифференциацияланиш (пастинг бошланғич бар-лари тиклана башлаши); III — бошланғич ўрама (қоплама) барлар ва ўн иш нуқтаи юқори қисмида бўғимларнинг тикланиши; IV — бошланғич бўғимларнинг тикланиши; V — бошланғич бўғимларнинг тикланиши; VI — чағдон (микроспорага) нинг ва уруғчи (мөгоспоранг) нинг тикланиши; VII — жинсий хужайралар (гаметогенез) нинг тикланиши; VIII — бошқача нинг; IX — гуллаш; X — гуллаш; XI — уруғланиш, зигота (зиготагенез) ҳосил бўлиши; XII — доннинг тикланиши; XIII — сутлама етилиш (озик моддаларнинг тўпланиши); XIV — мум етилиш (озик моддаларнинг жамланishi) ва уруннинг тўла етилиши.

да ҳал қилувчи омил ёруғлик қувватидир. Бешинчи босқич уруғ ва мевалар етилиши бўлиб, бунда ўсимлик минерал элементлар ва, айниқса, микроэлементларга талабчан бўлади. Ўсимлик морфогенези (органлар ҳосил бўлиши) ни текширган Ф. М. Куперман (1959, 1963) ўсимликларнинг ривожланиши ни 12 босқичга бўлган (147-расм.).

малар иштирокида цитоплазманинг биолоидларни коагулляцияди. 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 иллиз бўғзида паразит замбуруғлар ривожланиб ўсимликни нобуд қилади.

Исиқсевар ўсимликларни паст температурага чидамлилигини ошириш учун қуйидаги усуллардан фойдаланилади.

Ўза майсаларининг паст температурага чидамлилигини ошириш учун экиншдан олдин чигит 20 соат давомида 0,25% ли аммоний нитрат (NH_4NO_3) эритмасида ивтилади. Бунда майса хужайраларида цитоплазманинг ёпишқоқлик даражаси камайди, 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 нобуд бўлади, деган фикрга келишган. Ю. Сакс хужайра ораллигида муз кристалларининг пайдо бўлиши ҳамда унинг эришидан ўсимлик нобуд бўлади, деган хулосага келди. Музлаш вақтида ҳосил бўлган муз кристалларининг таъсирини Ю. Сакс ҳисобга олмайди. Муз кристаллари хужайра таркибидаги сувни шимиб, уни сувсизлантиради ва муз кристаллари катталашиб хужайра пўстини шикастлантиради, натижада ўсимлик нобуд 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 хужайра ораллиқларидагина эмас, балки хужайра ичида ҳам ҳосил бўлишини, муз кристаллари томонидан суви тортиб олинган цитоплазма биолоидларни сувсизланиб коагулланишини исботлаб берди. Унинг далиллари асосан ўсимликларнинг шикастланиш даражаси ва нобуд бўлиши тўқималарда ҳосил бўлган муз миқдорига боғлиқ экан.

Кўпчилик ўсимликлар куз ва қиш ойларини уруғ, туғунак ҳамда иллизноя ҳолатида ўтказишади. Кузги экин ва дарахтлар куз ҳамда қиш фасллариини очик жойда ўтказишади. 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 тўқик 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 озик моддалар тўпланади. Куз ва қиш фасллариини кузги экинлар майса ҳолатида ўтказишади.

Чиниқилишнинг иккинчи фазасида ёруғлик талаб қилинмайди, аммо температура нолдан паст бўлиши зарур. Шундай шароитда ўсимлик тўқималарида сув миқдори камайди, цитоплазма биолоидларида чуқур ўзгаришлар содир бўлиб, ўсимликнинг манфий паст температурага чидамлилиги ортади. Манфий паст температурага чиниққан кузги ғалла ўсимликлари қорсиз шароитда -15 — -20°C совуққа 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 ҳодисага в и т р и ф и к а ц и я дейилади.

К. А. Тимирязев номидаги ўсимликлар физиологияси институтининг фитотрон (ўсимликлар устида иш олиб борадиган маҳсус бино) совутгичларида оқ қайин, қарағай ва қора қорақат ўсимликларини аста-секин ва изчиллик билан -195°C гача музлатиб, кейин эритилганда новда хужайралари тириклик хусусиятини сақлаб қолганлиги аниқланган.

Н. А. Максимовнинг фикрича, совуққа чиниққан ўсимлик хужайраларида 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 хужайра таркибидаги крахмалнинг шакарга айланишидан ҳосил бўлган концентрик шакар эритмасидир. Кучли шакар эритмаси паст температурада цитоплазма биолоидларини коагулланишдан сақлайди. Н. А. Максимов шакарлардан ташқари ўсимликларни совуққа чидамлилигини оширишда эвтектик (музлаш нуқтасини пасайтирувчи) анорганик моддалар борлигини ҳам аниқлади.

Бундан ташқари плазмолемма қаватида липоидларнинг тўпланиши, плазмодесма кўприкчаларининг хужайра ичига тортилиши ва моддалар алмашилиши жараёнларининг сустлашиши

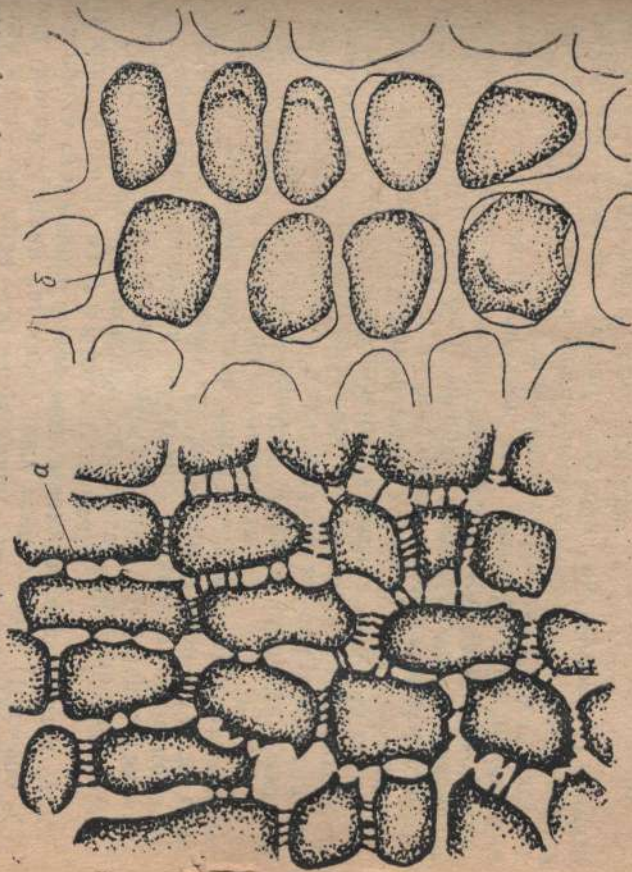
каби чукур ўзгаришлар, ўсимликнинг тиним даврига ўтиши, уни паст температурага чиққанлигидан далолат беради (П. А. Ген-кель Е. З. Окнина, 1948), (149-расм).

Хужайра таркибда сувнинг кўп бўлиши, кислоталиликнинг ортиши, узоқ вақт давомида қор остида қолиб кетиши, глутатион, цистеин ва аскорбин кислоталарининг кўп тўлланиши, ўсиш жараёнларининг давом этиши ва ташқи температуранинг даам паст, дам юқори бўлиши ўсимликларни совуққа чидамлили-гини кескин пасайтиради. Ўсимликларни нобуд бўлишига қиш ва эрта баҳорда бўладиган турли ҳодисалардан димиқиш, ҳўл-ланиш ва бошқалар сабаб бўлади.

Димиқиш 2—3 ой давомида қалин қор остида қолган ўсим-ликларда кузатилади. Эрта баҳорда қор остида қолган ўсимлик-лар 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 мўғор замбуруғлари ривожланишидан, улар тез нобуд бўлади.

Ҳўлланиш ҳодисаси эрта баҳорда ёгингарчилик кўп бўлади.



149-расм. Плазмодесмнинг вегетация ва тиним давридаги кўриниши:
1 — ўсиб турган ўсимлик хужайраларида; 2 — тиним давридаги хужайрага-
да; 3 — ботиқ (тиним давридаги хужайрага); 4 — қаварик (плазмодесм холати-
даги хужайра, В. А. Ситингов).

ган Белорусь Республикаси ва Санкт-Петербург вилоятида ўса-диган ўсимликлар ва мевали дарахтларда учрайди. Баҳорда эриган қор сувларининг тўпланиши ва тупроқнинг нам бўлиш-дан, сув остида қолган ўсимликларда кислород етишмаслигидан анаэроб нафас олиш бошланади. Анаэроб шароитда ҳосил бўл-ган заҳарли моддалар ҳамда тунда ҳаво температурасининг пасайишидан сувлар музлаб, ўсимлик танаси сиқилиб нобуд бўлади.

Эрта баҳорда эриган қор сувлари (тупроққа сингиб) кечаси музлаб кенгайди, натижада кесаклар сиқилиб кўтарилади. Бун-да илдишлар шикастланиди ва ўсимлик нобуд бўлади.

Қишки қуроқчилик ўсимликларга ва, айниқса, дарахтларга катта зарар келтиради. Бруелик ва шамол таъсирида ўсимлик танасидан сув кўп бугланади. Тупроқ температураси паст бўл-ганлигидан ўсимлик сув танқислигини қоплаб улгурмаслиги ту-файли хужайралар сувсизланади.

Ўсимликларни қишки ноқулай шароитдан сақлаш учун экин далаларидаги қорни тўплаш, ерга гўнг солиш, ўсимликларни макро-ва микроэлементлар билан таъминлаш каби агротехни-кавий 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).

Тупроқнинг шўрланиш даражаси		100 г тупроқ таркибидagi туз миқдори, г ҳисобидa
Чуқуқ тупроқ		0,1 дан кам
Жуда оз шўрланган		0,20—0,25
Оз шўрланган		0,25—0,50
Ўртача шўрланган		0,50—0,7
Қучли 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 ўсим-ликлар учун жуда зарарлидир. Шўр тупроқлар хлоридли, суль-фатли, содали ва хлор сульфат анйонларининг Cl/SO_4 нисбатига кўра хлорид-сульфатли ва сульфат-хлоридли деб юритилади.

Хлорид-сульфатли шўр тупроқларда хлорид тузлари, суль-фат-хлоридлиларида сульфат тузлари кўпчиликни ташкил эта-ди. Туз миқдорига ва унинг қатламларда тарқалишига кўра шўр тупроқлар шўртоб ва шўрхок тупроқларга бўлинади.

Шўртоб тупроқларда тузлар тупроқнинг пастки қатламлари-да (80 см) тўпланади. Бу типдаги тупроқларда уларнинг устки қаватида туз бўлмасада, у структурасиз бўлганлигидан, намлан-

тирилганда тупроқнинг ёпишқоқлиги кучайиб, ўзидан сув ва ҳавони ўтказмайдиган ҳолатга келади. Қуриган шўртөб тупроқларнинг ер устки қатлами қотиб, айрим бўлақларга бўлиниб кетганлигини қуруқ дашт ва ярим чўлларда кузатилади. Таркибида 1—3% гача туз сақлаган тупроқлар шўрхок тупроқлар дейилади, шўрхок тупроқларда маданий ўсимликлар ўсиб ривожланмайди. Урта 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 қаттиқ ёки юмшоқ қават бўлиб тўпланади.

Кўпчилик ўсимликлар учун шўр тупроқлар зарарли ҳисобланса-да, айрим ёввойи ўсимликлар учун қўлайдир. Бундай шўр тупроқларда ҳаёт кечиринша мослашган ўсимликлар галофитлар деб аталади. Галофитлар тузларга бўлган муносабатига кўра 4 гуруҳга бўлинади:

1. Танасида туз тўловчи ўсимликлар—эвгалофитлар. Буларга қора шўра (*Salicornia herbacea*), олабўта (*Atriplex confertifolia*), шўра (*Suaeda maritima*) ва сорсазан (*Nolochetum strobilaceum*) ни кўрсатиш мумкин. Бу ўсимликларнинг цитоплазма ўтказувчанлиги кучли бўлганлиги учун уларнинг ҳужайраларида 7—10% гача туз тўпланади (Б. А. Келлер, 1940). Тўпланган туз ҳисобига ҳужайранинг осмотик босим кучи 100—200 атмосфера босимигача кўпаяди, натижада бу ўсимликлар кучли эритма таркибидagi сувдан ҳам фойдаланадилар.

2. Криногалофитлар. Буларга кермек (*Statice Gmelii*), жингил (*Tamarix*) ва жийда (*Elaeagnus angustifolia*) каби ўсимликлар мисол бўлиб, улар органларидаги ортиқча тузни махсус безчалар орқали ташқи муҳитга чиқарадилар. Баъзи криногалофитлар кўп миқдорда туз тўплаган барглари ни 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 шувок (*Artemisia maritima*, *Artemisia salina*) ларни мисол қилиб келтириш мумкин.

4. Шўр олабўта (*Atriplex tatarica*) ва батяга (*Festuca valsecia*) каби ўсимликларнинг барг шاپалоғининг устки ва остки томонида зич пуфакчасимон туқчалар ҳосил бўлади. Пуфакчалар ичида туз кристаллари тўпланади. Чучук тупроқларда парвартиш қилинганларида бундай пуфакчалар ҳосил бўлмайди.

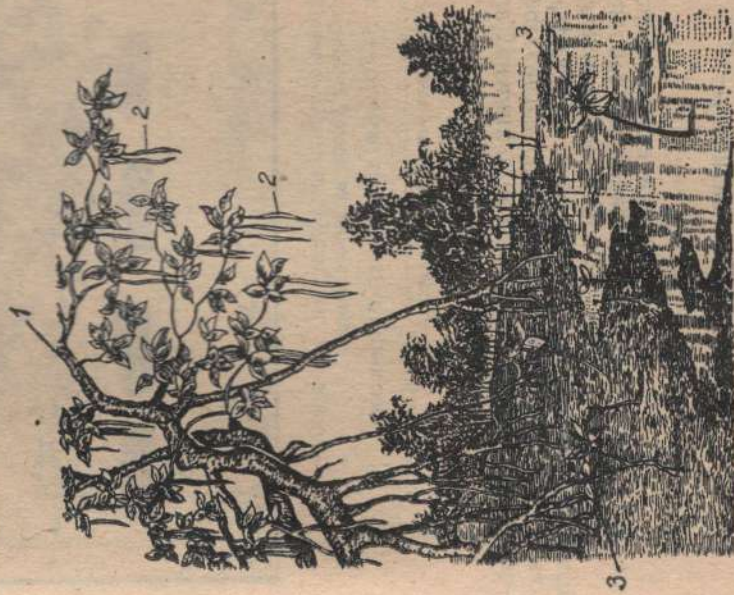
Ўсимликларнинг шўр тупроққа мослашиши

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 илдиз отиб ривожланади (150-расм).

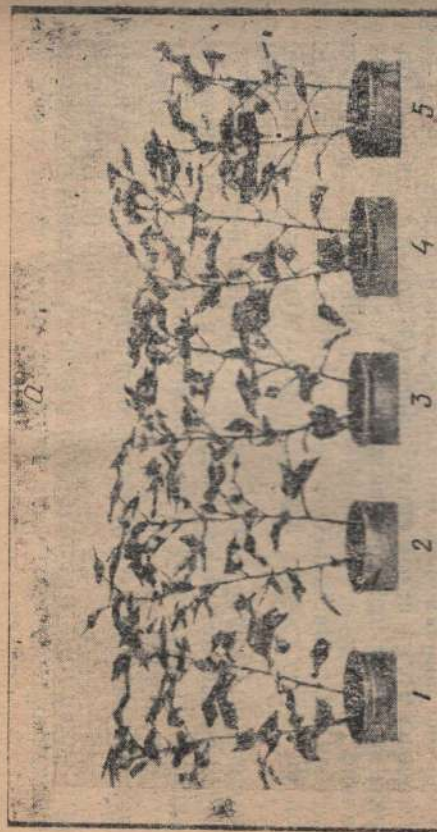
Чучук ва паст даражада шўрланган (0,3%) тупроқларда ҳаёт кечиринша мослашган ўсимликлар галофитлар деб аталади. Глюкофитлар онтогенезида тузлар таъсирида шўр ерларга мослашиш қобилиятига эга. Масалан, гўза, лавлаг и ва кунгабоқар ўсимликлари помидор, карам, пшён ва бодрингга нисбатан шўрға анча чидамли ҳисобланади.

Мевали дарахтлардан жийда, бодом, ўрик, олхўри ва нок таркибида 2—3% туз сақлаган шўрхок тупроқларда, тут ва олма дарахтлари кучли шўрланган тупроқларда (1,2—2% туз) ривожланса, маймунжон, Қавказ хурмоси ва, айниқса, жануб хурмоси кам шўрланган (0,3—0,5%) тупроқларда ўсади (А. П. Огонесян, 1954). Шўрға чидамлилиқ ўсимликларнинг ривожланиш фазаларига кўра ўзгарувчандир. Ёш ўсимликлар шўрға чидамсиз бўлади, айниқса, гуллаш фазасида ўсимликларга туз салбий таъсир этади. Улар туз таъсирига сезгир бўлиши туфайли заиф ўсади, ўсимлик ўсган сари унинг шўрға чидамлилиги орта боради.



150-расм. 1—Мангрозорлардаги тириқтуғар ўсимлик;

2 — ёш ниҳолларнинг она ўсимлик баргида ўсиши; 3 — етилган ниҳол.



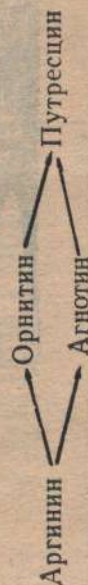
151-рasm. Тупроқнинг шўрланиш турига ва тупроқдаги туз концентрациясига кўра ғўзанинг ўсиши ва ривожланиши:

а — хлорид-сульфатли; б — сульфат-хлоридли шўр тупроқларда:

1 — контрол — тузсиз тупроқларда; 2 — 0,3; 3 — 0,5; 4 — 0,8; 5 — 1,4% туз сақлаган тупроқларда ўстирилган ғўзалар.

Тузлар таъсирида ўсимлик тўқималарида нафас олиш жараёни жадаллашиб, фотосинтез сустлашади, оқсилларнинг парчаланишидан (NH_4) гуруҳлари ажралиб чиқади. Булар ҳисобига ўсимликлар учун зарарли аммиак ҳосил бўлади.

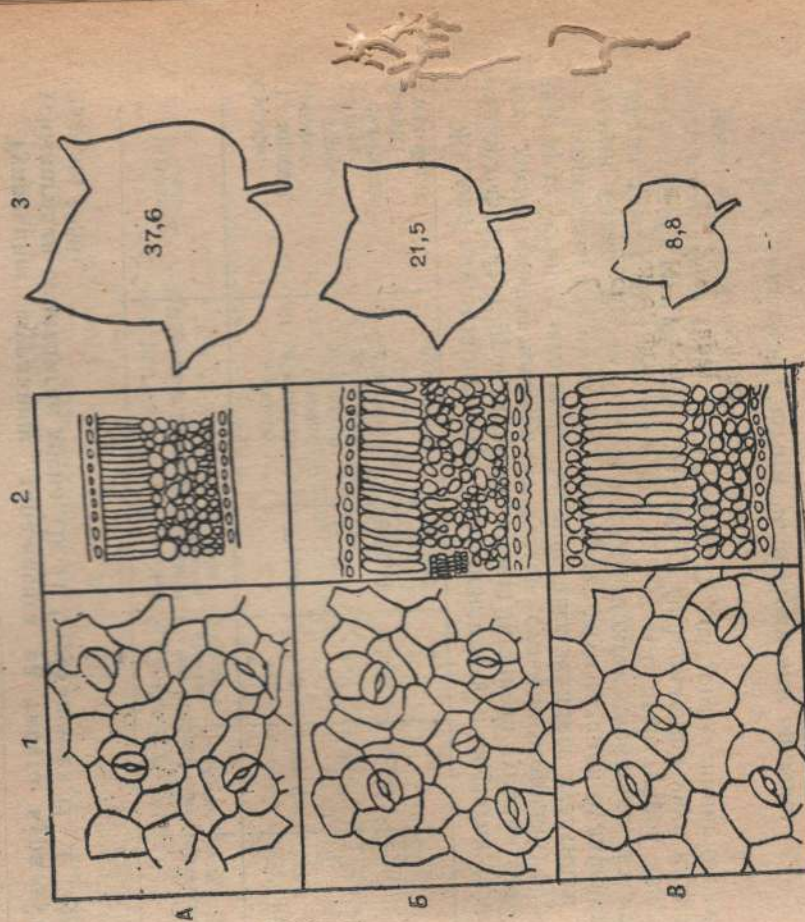
Аргинин аминокислотадан қуйидаги схема бўйича ўсимлик учун зарарли путресцин синтезланади:



Шўр тупроққа мослашган ўсимликларда фотосинтез жараёни нафас олишга нисбатан устун келади, хужайра биокolloид заррачалари майдаллашиб, уларнинг гидрофиллик хусусияти кучаяди, натижада цитоплазма ёпишқоқлиги ортади. Оқсил ва органик кислоталар билан қўшилган ионларнинг салбий таъсири бирмунча нейтраллашади.

Ќўзанинг ўсишига ва ривожланишига тупроқ тузлари концентрациясининг таъсири (Б. П. Строгонов, 1950), (151-рasm).

Тупроқдаги туз таъсирида ўсимлик биокolloидларининг физик-химиявий хусусиятлари ва моддалар алмашилиши жараёнигина ўзгариб қолмай, балки ўсимлик органларининг морфологик ва анатомик тузилиши ҳам ўзгаради (152-рasm). Масалан, шўр тупроқларда ўсган ғўза баргининг сатҳи камайиб, булутсимон хужайраларнинг йириклашиши ҳисобига барг қалинлашган (В. А. Буригин, 1947).



152-рasm. Тупроқнинг шўрланиш турига кўра ғўза барги анатомик тузилишининг ўзгариши:

А — контрол; Б — сульфатли; В — хлоридли тупроқларда;

1 — эпидермис; 2 — баргининг қалинлиги; 3 — баргининг юз ҳажми. (Б. П. Строгонов, Е. Ф. Иваицкая ва М. К. Кеферова, 1954).

Қуйдаги жадвалда ҳар хил даражада шўрланган тупроқда ўсган ғўза ўсимлигига тупроқ шўрининг таъсири кўрсатилган (Б. П. Строганов, Е. Ф. Иванникая ва М. К. Кеферова, 1954).

98-жадвал

Шўрланиш тури	Тупроқ таркибидagi туз миқдори, %	Барг сатҳи, см²	Микроскоп кўришида оғизчалар сони	Барг қатламчилиги, мм	Паренхима тўқимаси (саландраги, мм)	
					устунсимон хужайралар	булути-мои хужайралар
Контроль (чучук)	—	50,2	13,5	210,6	90,0	90,8
Сулфатли	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 (Б. П. Строганов ва Н. Д. Мурдова, 1956).

99-жадвал

Шўрланиш тури	Шўрланиш даражаси	1 га майдондаги ўсимлик сони	Битта кўсмадан олинган ҳосил, г	Бир туп ўсимликдан олинган ҳосил, г	1 га ердан олинган ҳосил, т/га
Сулфат-хлоридли	жуذا оз шўрланган	77,400	5,6	61,6	47,7
Сулфат-хлоридли	шўрланган	65,200	4,6	46,0	30,0
Хлорид-сульфатли	жуذا кам шўрланган	69,500	5,2	72,8	50,6
Хлорид-сульфатли	шўрланган	59,000	4,1	26,7	15,7

Жадвал рақамларига кўра хлор нонлари кўп сақлаган (хлорид-сульфатли) тупроқларда парварош қилинган ғўзадан олинган ҳосил сульфат нонлари кўп бўлган (сульфат-хлоридли) тупроқларда ўсган ғўзага нисбатан анча паст эканлиги кузатилади.

Тупроқдаги туз миқдори ўсимликлар учун заҳарли бўлибгина қолмай, балки баъзан уларни нобуд этадиган даражада таъсир қилади ҳам. Бунда концентрацияси кучли бўлган тупроқ эритмаси таркибидagi сувдан ўсимликлар бойдаланиши учун илди хужайрасининг осмотик босим кучи тупроқ эритмасининг босим кучидан кўп бўлиши керак.

Ўсимликларнинг шўрға чидамлилигини ошириш

Шўр тупроқли ерлардан тўла бойдаланиб, маданий экинларнинг ҳосилдорлигини ошириш мақсадида:

1. Шўр тупроқли ерларда ўсадиган ўсимлик уруғларидан шўрға чидамли навларини яратишда танлаш усулидан фойдаланиш. Масалан, помидор ўсимлигини шўр тупроқларда ўстириб,

шўрға чидамли навларни танлаб борган Г. Р. Матухин ва Л. А. Бойко 5—6 авлоддан кейин шўрға чидамли нави яратган.

100-жадвал

Вариантлар	Помидор ўсимлигининг куруқ массаси, г	Меъасининг массаси	
		г	%
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
Тўртинчи йилда	17,06	139,59	124,1
Бешинчи йилда	18,78	168,97	151,1

Жадвал рақамларига эътибор берилса, биринчи йилда олинган ҳосилни 100% деб олсак, бешинчи йилга бориб ҳосил 51,1% гача ортганлиги кузатилади. Бу ҳодиса ўсимликларни онтогенезида шўрға мослаша олганлигидан далолат беради.

2. Тупроқ шўрини йўқотишда экин майдонларидаги тузларни ювиш учун дренаж ва зовурлар қазниш, яъни экин экиладиган майдонларнинг мелiorация ҳолатини яхшилаш.

3. Экин майдонларига макро- ва микроэлементларни сақлаган ўғитларни солиш.

4. Ўсимликларни шўрға чидамлилигини ошириш мақсадида П. А. Тенкель 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 шўрланиш даражаси	Тажриба вариантлари	Ҳосил	
		га/д	%
Ўртача шўрланган	Уруғи NaCl эритмасида ивтиланган ўсимликларда	7	100
	Уруғи 3% ли NaCl эритмасида ивтиланган ўсимликларда	10	147
	Уруғи 6% ли NaCl эритмасида ивтиланган ўсимликларда	9,5	135
Кучли шўрланган	Уруғи NaCl эритмасида ивтиланган ўсимликларда	6,0	100
	Уруғи 3% ли NaCl эритмасида ивтиланган ўсимликларда	7,8	130
	Уруғи 6% ли NaCl эритмасида ивтиланган ўсимликларда	8,7	145

5. Ғўзани шўр тупроққа чидамли қилиш учун гуллаш олдидан уни ёки айрим шохларини 1,2 ва 2,4% ли NaCl эритмасыга ботириб, 15 минут сақланади. Ҳар 10 кун ўтиши билан иш яна 2 марта такрорланади. Шу усулда ишланган ғўза чигитларидан ўсан ўсимлик шўрга чидамли бўлибгина қолмай, балки ҳосилнинг органлиги ҳам аниқланган. Буни қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин (Д. А. Агакишев, 1954).

102-жадвал

Вариантлар	Бир туп ўсимликдан олинган пахта ҳосили	
	г	%
Контрол		
1, 2% NaCl эритмаси билан ишланган ғўза	27,2	100,0
2, 4% ли NaCl эритмаси билан ишланган ғўза	42,1	154,7
	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 ёпишқоқлиги ва эластиклиги кучли бўлади. Бундай ўсимлик тўқималарида 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	сув миқдори, %	
	Боғланган	Эркин
<i>Rudbeckia bicolor</i> — мезофит (нашагул)	8,8	75,1
<i>Tritium vulgare</i> (қизил бугдой) мезофит	30,2	53,2
<i>Opuntia</i> sp. (кактус) суккулент	67,7	26,2
<i>Maillaria 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 температура таъсирида оқсил парчаланиб, ўсимликларни заҳарлай-

диган аммиак ҳосил бўлади. Унинг маълумотига кўра, юқори даражадаги иссиқлик цитоплазманинг микроструктурасига салбий таъсир қилиб, ундаги оқсил-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. Натнжада аммиак нейтралланиб, ўсимликларга унчалик зарар келтирмайди.

Н. А. Сатарева маълумотига кўра, ўсимликнинг иссиқликка чидамли бўлиши унинг тиним даврини ўтказган температурага боғлиқ. Масалан, лапа пиезчаси тиним даврини +25 °C да ўтказса, ундан ўсан ўсимлик иссиқликка чидамли, тиним даврини +5 °C да ўтказгани эса иссиқликка чидамсиз бўлади.

А. И. Опарин, Т. Н. Евреиновалар фикрича, таркибида РНК молекулалари кўп бўлган ўсимликлар иссиқликка чидамлидир.

Ўсимликнинг қурғоқчиликка чидамлилиги

Узоқ вақт (50—70 кун) давомида ёғин бўлмаслиги, температура юқори даражада бўлиб, ҳавонинг нисбий намлиги камайиб қолишдан айрим районларда ёки Ер шарининг кўпгина ҳудудларида қурғоқчилик ҳодисаси кузатилади.

Волгабуйи, Ростов, Воронеж вилоятларида, Украина, Шимолй Қозогистон ва Ўрта Осиё республикаларида қурғоқчилик тез-тез такрорланиб туради.

1891, 1911, 1921, 1936, 1946 ва 1951 йилларда бўлган қурғоқчилик халқ хўжалигига жуда катта зарар келтирди. Шуларни ҳисобга олиб қурғоқчиликка қарши курашиш, унга чидамли маданий ўсимлик навларини етиштириш зарурий агротехник тадбирлардан ҳисобланади.

Табиятда 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) эганда вужудга келадиган атмосфера қурғоқчилиги ўсимликлар учун жуда хавфли. Гармсел вақтида, тупроқда сувнинг бўлишига қарамай, ўсимликнинг ер устки органларидаги сув кўплаб сарфланиб, маданий ва ёввойй 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 шаридаги баъзи ўсимликлар қуруқ ва иссиқ иқлимли шаронгта ҳаёт кечиршига мослашган. К. А. Тимирязев фикрича, шаронгта ҳаёт кечиршига шаронгта мослашиши ноқулай омил таъсирида вужудга келади.

Ўсимликларнинг қурғоқچилликка чидамли бўлишига ҳам қурғоқчилликнинг ўзи сабабчидир. Қурғоқчилликка бардoshi бериш хусусияти ўсимликнинг тарихий ривожланишида — филогенезида яратилган. Қурғоқчилликда ўсувчи органларнинг морфологик ва анатомик тузилиши сув билан ўртача таъминланган ёки серсув шароитда яшайдиган ўсимликлардан кескин фарқ қилади.

Қуруқ даштларда ҳаёт кечирувчи ва қуроқчиликка чидамли ўсимликларни ксерофитлар дейилиб, уларнинг барг куткуласи яхши ривожланган, барг оғизчалари барг тўқимасида чуқур жойлашган бўлади. Ксерофитларнинг барги жуда кичик бўлиб, тикан (янтқ) ва тангачага айланган. Қуруқ ва иссиқ шароитда ўсадиган айрим ўсимликлар илдири жуда чуқур жойлашган бўлиб, еростгусуларгача етиб боради.

Ўсимлик баргининг анатомик тузилиши билан ўсимлиkning қўрғоқчиликка чидамлилиги ўртасида зич муносабат бор (В. Р. Заленский). Сув билан етарли таъминланган ўсимлик барглари нисбатан сув танқислигида ўсган ўсимлик барглари сертомтир, барг оғизчаси диаметри кичик, лекин оғизчалар сони кўп бўлади (Келлер ва Лейсле). Буни қуйидаги жадвалдан кўриш мумкин.

104- жадвал

Рўёдошларга кирадиган ўсимлик турлари	Яшаш шаро- ити	Маълум юзада		Транспирация интен- сивлиги		
		томирлар узунлиги	баргд- ги ота- чалар сони			
			I	II	III	
% ҳисобида						
<i>Asperula glauca</i> <i>Asperula odorata</i>	дашда	100	100	100	100	100
	ўрмонда	30	14	31	46	56

Жадвалдаги рақамларга этибор берилса, дашт шароитида ўсган ўсимлик баргининг томирланиши, барг юзасидаги оғизчалар сони ва транспирация жадаллигини 100% деб олсак, ўрмонда ўсган ўсимликда бўйсаткичлар анча кам эканлиги кузатилади.

Бир ўсимликнинг ўзида барглarning жойлашишига кўра қур-
ғоқчиликка чидамлилиги турлича бўлиб, уларнинг морфологик
тузулиши ҳам ўзгариб бorganлигини В. Р. Заленский аниқлаган.
В. Р. Заленский қонуниятига асосан, ўсимликнинг ер юзидан
узоқлашган барглари сув танқислигига учраганлигидан, улар-
нинг морфологик ва анатомик тузулиши пастда жойлашган барг-
лардан кескин фарқ қилади. Юқорида жойлашган барг шапало-
лғи, ксерофит ўсимликлардагидек, сертомир, оғизчалари сони кўп
за зич жойлашган (152-расм). Бундай барглarning хўжайраси
ва хўжайра оралиқлари ҳам кичикдир. Ихтoсaсимон хўжайрала-
ри бултoсимонларга нисбатан яхши ривожланган. Акад.
Н. А. Максимов (1916) А. Ф. Шампер назариясини рад қилиб,
ксерофит ўсимликларда транспирация жараяни мезофитларга
нисбатан бирмунча жадал ўтганлиги ёки мезофитларга тенг кел-
ганлигини аниқлади. Буни 105-жадвалдан кўриш мумкин.

348

Бироқ суккулент ксерофитлардагина транспирация жадаллашган ва гидрофил коллоидларнинг күп бўлишига боғлиқ. Шу сабаб мезофитларга нисбатан кам бўлади. Суккулентларда сувнинг цитоплазмасининг эластиклиги кучли кам булганини хужайра тўпланган суви тежаб сарфайди.

Құрғақчилик үсімлік баргдарининг анатомик ва морфологиялык өзгерүүлери

Усулликларда қурғоқчилик вақтида синтез жараёнлари тез-
лашади. Сулиган барг тўқимасида гидролиз жараёнлари тез-

105-жадвал

Ғужайралар түрі	Транспирация ин-тенсивлығы, 1 соот-ветствующей 1 см ² барг жазықтан булан-ған суы микродм, г	Баргның түзі-лімі
Ксерофитлар <i>Stachys Kotechy</i> (тоғ құлсын) <i>Falscaria Rivini</i> (резак) <i>Salvia vertellata</i> (маврак) <i>Sedum maximum</i> (семизак)	12,7 13,7 9,9 2,8	сертук, зич тук-ланган барг усти қаттиқ ва мумланган сукукудег се-миз баргли
Мезофитлар Сояда ғужайралар <i>Lamium album</i> (тлухак кра-пива) <i>Viola odorata</i> (гунафана) <i>Campanula tracheloides</i> (қушироқтул)	3,6 4,0 4,8	
Еруда ғужайралар <i>Sisymbrium Eoeslii</i> <i>Hirschfeldia</i> (куртэна) <i>odpressa</i> <i>Erodium cicuticum</i> (дайлактумшук)	8,3 9,8 9,2	Гидролиз лашганлигидан крахмал ва оқсиллар парчаланеди. Гидролиз вақтида ҳосил бўлган осмотик фаол бирикмалар ҳисобига барг ғужайраларининг осмотик босим кучи ортади. Натижада барг ғужайралари шона, тул, мева ва ғуши нүктаси тўқималаридаги сувни шимиб, уларни сувсизлантиради. Оқибатда ғужайралар ғушидан қолади (Н. М. Сисакян). Ғалла экинларида сувсизланган ғалла бошоқлари оқариб, уруғлари пуч бўлиб қолади (тўла етилмайди). Ксерофитлик хусусиятларини сақлаган, юқорида жойлашган барг тўқималарининг шимиш кучи пастда жойлашган барг тўқималарининг шимиш кучига нисбатан кўп бўлади. Бу қуйидаги жадвалда келтирилган.
Бук дарахти баргларининг жойлашган боландлиги, м	2,7 8,7 11,1	106-жадвал
Шимиш кучи, атмосфера ҳисобида	юкориги пастки	булутсимон инотасимон
эпидермис ғужайраларида	7,5 9,3 9,9	барг ғужайраларида
11,1	5,9 8,4 9,3	11,1 12,4 14,3
15,0 15,6 17,1		

106-жадвал

349

Курғоқчиликка чидамли ўсимликларда моддалар алмашилиши жараёни ўзига хос бўлиб, тўқималарда углеводлар ва оқсиллар синтезланади. Курғоқчиликка чидамсиз ўсимликларда, аксинча, шу моддаларнинг гидролизланиши жадаллашади.

Ўсимликларнинг курғоқчиликка чидамлилиги даражаси ўсимлик онтогенезининг айрим ривожланиш фазаларига кўра ўзгаради. Масалан, ғалла экинлари бачкилаш ва бошоқлаш фазаларида курғоқчиликка 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 қисқартилган ҳолда қуйидаги жадвалда берилган.

Экинлар тури		Критик давр
Қузи ва баҳорги бугдой, арпа, сули Мақажухори Кунгабоқар	Най ўраш, бошоқлаш Гуллаш, сут пишқилги Саватча ҳосил қилиш ва гуллаш	107-жадвал
	Гуллаш ва кўсак ҳосил қилиш	
Ўғза Помидор	Гуллаш ва мева тугиш	

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 тузлари билан ишлаш тавсия этилади (Н. С. Петин). Кальций ва бор элементлари таъсирида ҳам ўсимликларнинг иссиқликка чидамлилиги ортаган.

Бундан ташқари ниш отган уруғларни бир неча марта қури-тиш ҳам яхши натижа беради. Шу усулда чиниқтирилганда, ўсимлик цитоплазмасининг ёпишқоқлик ва эластиклик даражаси ортади, оқсил бирикмалари одатдагидек юқори температурада ҳам коагулланмайди. Чиниққан ўсимлик тўқималарида макро-эргик боғламли энергияга бой моддалар бўлиб, уларнинг ёпишқоқлик даражаси кўп бўлишига қарамай, моддалар алмашилиши 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. Ғўзанинг ўсиш ва ривожланиш қонуниятлари. «Ўзбекистон» нашриёти, Тошкент, 1965.
Бетина. В. Путешествие в страну микробов. «Мир» нашриёти, М., 1976.

- Блаукст В. Т., Емцев В. Т. Ботаника с основами физиологии растений и микробиологии. «Колос» нашриёти, М., 1974.
Бутенко Р. Г. Экспериментальный морфогенез и дифференциация в культуре клеток растений. «Наука» нашриёти, М., 1975.
Генкель П. А. Физиология растений. «Просвещение» нашриёти, М., 1975.
Гребинский С. О. Биохимия растений. «Высшая школа» нашриёти, Львов, 1967 ва 1975.
Егилев Х. Х. Ўсимликлар нима билан ва қандай озикланади. «Ўзбекистон» нашриёти, Тошкент, 1964.
Ероласев М. В. Биологическая химия. «Медицина» нашриёти, М., 1983.
Зокоров К. З., Жамолхонов Х. А. Ботаникадан русча-ўзбекча энциклопедик луғат. «Ўқитувчи» нашриёти, Тошкент, 1973.
Имомалиев А., Зикриёев А. Ўсимликлар биохимияси. «Ўқитувчи» нашриёти, Тошкент, 1978.
Кисилева Н. С. Анатомия и морфология растений. «Высшая школа» нашриёти, Минск, 1971.
Крестович В. Л. Основы биохимии растений. «Советская школа» нашриёти, М., 1952 и 1986.
Кулерман Ф. М., Ржанова Е. И. Биология развития растений. «Высшая школа» нашриёти, М., 1963.
Кушнер В. П. Биополлимер. «Наука» нашриёти, М., 1965.
Максимов Н. А. Ўсимликлар физиологиясининг қисқа курси. «Ўрта ва олий мактаб» нашриёти, Тошкент, 1960.
Мишустин Н. Н., Емцев В. Т. Микробиология. «Колос» нашриёти, М., 1970.
Мустақимов Г. Д. Ўсимликлар физиологияси ва микробиология асослари. «Ўқитувчи» нашриёти, Тошкент, 1978.
Насыров Ю. С. Фотосинтез хлороплатика. Хлопчатник. IV т. Ўзбекистон Фанлар академияси нашриёти, Тошкент, 1960.
Нобель П. Физиология растительной клетки (перевод с английского). «Мир» нашриёти, М., 1973.
Овчинников Н. Н., Шиханова Н. М. Фотосинтез. «Просвещение» нашриёти, М., 1972.
Петербургский А. В. Агрохимия и физиология питания растений. Россельхозиздат, М., 1971.
Полесов В. В. Физиология растений. «Высшая школа» нашриёти, М., 1989.
Прянишников Д. Н. Избранные произведения в трёх томах, изд. «Сельхоз литература», М., 1952—1953.
Пяткин К. Д., Кривошеин Ю. С., Микробиология. изд. «Медицина», М., 1981.
Равич-Щербо М. И., Новиков В. В. Физическая и коллоидная химия. изд. «Высшая школа», М., 1975.
Раскатов П. Б. Физиология растений с основами микробиологии. изд. «Советская школа», М., 1958.
Рахмонов Р., Екубов А., Микроэлементлар қишлоқ хўжалигида. Ўз ССР «Фан» нашриёти, Тошкент, 1964.
Рубин Б. А., Курс физиологии растений. изд. «Высшая школа», М., 1976.
Сабинин Д. А., Избранные труды по минеральному питанию растений. изд. «Наука», М., 1971.
Салаев Р. К., Поглощение веществ растительной клеткой. изд. «Наука», М., 1969.
Смирнов П. М., Муравин Э. А., Агрохимия. изд. «Колос», М., 1981.
Строганов В. П., Растения засоленные почвы. изд. АН СССР, М., 1958.
Тимирязев К. Н., Избранные сочинения в 4-х томах. изд. Сельхозгиз, 1948.
Туракулов Е. Х., Биохимия. «Ўқитувчи» нашриёти, 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. «Высшая школа», Минск, 1987.
Шлегель Г., Общая микробиология. изд. «Мир», М., 1972.
Якушкина Н. И., Физиология растений. изд. «Просвещение», М., 1980.

АТАМАЛАР РУЙХАТИ

Абсцис 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
 Антиомидет 259
 Акцентор 100
 Аланин 140, 193
 Алколонд 205
 Аллопатия 3010
 Аллин 301
 Альдровазда 149
 Амилаза 167, 180
 Амилопласт 21
 Аминоавтотроф 271
 Аминогетеротроф 271
 Аммиак 91, 138
 Аммонификация 141
 Амфитрих 256, 257
 Амфотерм бирикма 193
 Анаэроб 273
 Антибиоз 280, 375
 Антибиотик 206, 281
 Антиколд 200
 Антиколдон 200
 Апатит 161
 Апиал үшиш 286
 Апогомик 233
 Аргинин 174, 342
 Аскорбин кислота 203
 Ассимиляция 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 үшиш 288, 289
 Бактерия 78, 250
 Бактериовириндин 80
 Бактериал резосфера 159
 Бактериопурурин 269
 Бактериостатик 281
 Бактериохлорин 269
 Бактериоцид 281
 Бактериофаг 249, 262
 Бижнш 239, 272
 Биологик ютилиш 156
 Бир компонентли фермент 173
 Бирламчи меристема 288, 290
 Биос 289
 Биринчи фотосистема 96
 Блекман реакцияси 95
 Блеофоропласт 252
 Бор 134
 Бром 131
 Вакуол 18
 Вакуминфильтрация 173
 Вакцила сўлиш 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 сульфид 79, 269
 Глофитлар 340
 Гель 30

Гелиофитлар 110
 Гетеротроф-органотроф 76
 Гетероферментатив 242
 Гиббереллин кислота 299
 Гибберелла фуокурон 299
 Гидрофитлар 69
 Гидротропизм 323
 Гидроксиламин 138
 Гидроксиламин редуктаза 138
 Гидролазалар 17, 180
 Гидрокопик сув 60
 Гидатод 55
 Гидроактив 63
 Гидрофил 24
 Гидрофитлар 68
 Гидропассив 63
 Гидрофоб 24
 Гипонастик 325
 Гипонитрит 138
 Гипонитрит редуктаза 138
 Гистидин 174
 Гликозофитлар 340
 Гликолиз 139
 Глякокол — глицин 193
 Глякозилат цикли 235
 Глякоксисома 18, 136
 Глутамин амид 139
 Геотропизм 323
 Гемиксерофит 70
 Гербицид 310
 Генетик ботлаиш 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
 Глофиллар 277
 Дағал дисперс система 25
 Дегидрогеназа 175, 222
 Дейтрий 50
 Денитрофикация 142
 Делазмолиз 42
 Десикант 310
 Дефоллиант 310
 Диализ 27
 Диктисома 10, 17
 Диплококки 250
 Дисперс мухит 25
 Дисперс система 25, 26
 Дисперс фаза 280
 Дисульфит 129
 Дифференциал фаза 280
 Диффузия 38
 Донатор 140
 Дихатомик 233
 Ерулик култураси 114
 Ерулик босқичи 121
 Ерулик фазаси 95
 Еглар — липондлар 186, 187
 Желатиниланш 30
 Жирянка 147
 Замбуруғлар 263
 Заленский қонуни 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
 Имбицион сув 60
 Ингибитор 173, 287
 Индолил мой кислота 300 315
 Индолил сирка кислота 300, 315
 Интеркалар үшиш 288
 Интина 251
 Информацион рибонуклеин кислота (и-РНК) 13, 199
 Иссик ванналар 304
 Пиглаш ҳодисаси 55
 Под 131
 Под сони 189
 Каталаза 179
 Камбий 286
 Капсид 262
 Капсомер 262
 Кетоглутар кислота 139
 Квантосома 85
 Кислород (изотоплар) 50
 Кислотали сон 189
 Кластер 52
 Клостридиум пастеурианум 144
 Компаратмент 17, 166
 Компенсацион нукта 115
 Комплементар 166
 Комплекс бирикма 226
 Коагуляция 28
 Каллий 131
 Каллус 300, 320
 Кальвин схемаси 86, 105
 Кальций 132
 Капилляр сув 60
 Карнолазма 13
 Карнолиимфа 57
 Каротин 87

Юқорига йўналиган оқим 57
Яровизация босқичи 330
Қайта аминланиш 140
Қисқа кун ўсимлиги 332
Қоронғилик фазаси 95
Қум культураси 154
Қаламча пайванд 314
Қаламчалардаги қўбчилик 314
Хашаротхўр 146
Хўжайра пўсти 9

М У Н Д А Р И Ж А

Иккинчи напрга сўз боши 3
Кириш 4

I б о б. Ўсимлик хўжайраларида кузатиладиган ҳодисалар 8
Ўсимлик хўжайраларининг шакли, ҳажми ва хусусиятлари 8
Хўжайра органойдларининг тузилиши, химиявий таркиби, физикавий хоссалари ва физиологик функциялари 9
Цитоплазманинг тузилиши ва химиявий таркиби 23
Дисперс системалар 25
Цитоплазманинг қоллонд ва физик хоссалари 32
Цитоплазманинг ўтказувчанлиги ҳақидаги назариялар 34
Хўжайрага сув ва суюқ эриган моддаларнинг қабул қилинишида ос-мотик босим ва шимши кучларининг аҳамияти 40
Тирик организмлар ва табиатнинг жонсиз жисмлари ўртасидаги фарқлар 45

II б о б. Ўсимликларда сув алмасилиш ҳодисалари 49
Табиатда сувнинг тарқалиши, физик ва химиявий хоссалари 49
Ўсимликлар учун сувнинг аҳамияти 50
Ўсимлик туқимасининг сув қабул қилиши. Илдиэ босим кучи. 52
Ўсимликларда «йиллаш» ва гуттация ҳодисалари 53
Ўсимлик танасида сув ва эритмаларнинг ҳаракатланиши, уларни ҳаракатлантирувчи кучлар 57
Илдиэ системасининг аҳамияти ва унинг фюот иллаши учун ташқи омилларнинг таъсири 59
Тупроқдаги сув турлари 59
Транспирация жараёни ва унинг ўсимлик учун аҳамияти. Барг ониз-чаларининг тузилиши 60
Оғизчалар ва куттикула орқали бўладиган транспирация. Транспира-ция кўрсаткичлари 64
Транспирация жараёнига ташқи муҳит омилларининг таъсири. 66
Ўсимликларда сув баланси ва сўлиш 68
Ўсимликларни сувга бўлган талабига кўра гуруҳларга ажратиш 72
Сугориладиган ўсимликлар физиологияси 74

III б о б. Ўсимликларнинг ҳаво билан озикланиши углеводларнинг ўзлаш-тирилиши 74
Карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиши эволюцияси 78
Хлоропластнинг тузилиши, пигментлар, уларнинг химиявий таркиби ва физикавий хусусиятлари 82
Хлорофилл ва бошқа пигментларнинг биосинтези 93
Фотосинтез жараёнида пигментларнинг тулган йўли 94
Фотосинтез табиатига доир назариялар 99

357

Фотосинтез 196
Фотосинтез 161
Фуксин 277
Фунгестатик 281
Фунгицид 281
Хемосинтетик 78
Хемосинтез 142
Хемотропизм 323
Хемотропизм 171
Хемотаксис 323
Хетч-Слэк-Каршилов цикли 106
Хивчин 252
Хилаг 133
Химиявий ютилиш 156
Хлор 131
Хлоропатит 161
Хлоропатит 18
Хлороз 94
Хлор-Холли-Хлорид 300
Хлорофилл 75
Хлорофилл 93
Хлорофиллаза 93
Хроматофор 18
Хроматид 13
Хроматин 13
Хромонема 13
Хроматик адантация 88
Хромопласт 18
Хромосома 13
Целлюлоза 10
Целлюлозани парчаланиши 244
Циклик фотофосфорланиш 96
Цистенин 130
Цистин 130
Цитозин 195
Цитокнин 299
Цитоплазма қовушқоқлиги 33
Цитоплазма ўтказувчанлиги 286
Цитоплазма эластиклиги 33
Цитохром В₆ 96, 97
Цитохром 96
Цитохромлар 179
Цитториз 44
Чўзилиш фазаси 290
Шимши кучи 45, 73
Шўрланиш ҳодисаси 29
Эвгалофит 340
Эвксерофит 70
Экзина 251
Экзотоксин 281
Эктопроф 159
Эластик чўзилиш 290
Электрон микроскоп 248
Электрон ҳаракатланиш занжири (ЭХЗ) 231, 232
Эмбрионал фаза 289
Эмпульсия 26
Эндоплазматик тўр 10, 17
Эндотоксин 281

Трансфераза 181
Трипсин 168
Трипсинлар 320
Трипсин 50
Туғунак бактериялар 143
Тупроқ культураси 154
Тупроқнинг ютиш қобилия-ти 155
Тур (ССС) 300
Тургор босим кучи 42

Углеводлар 183
Узоқ давомли сўлиш 68
Узоқ давомли тиним 302
Узун кун ўсимликлари 332
Уреаза 181

Урацил 128
Факультатив анаэроб 273
Ферментлар 79
Феофитин 89

Ферродоксин 96
Физик ютилиш 156
Физик-химик ютилиш 156
Физиологик нордон туз 154
Физиологик қуруқ тупроқ 59
Физиологик ишқорий туз 154
Фикобилин 94

Фикоксантин 88
Фикоксантин 94
Фикоксантин 88
Фикоксантин 94
Фикоксантин 88
Фикоксантин 94
Фикоксантин 88
Фикоксантин 94

Фитонцид 18
Фитол спирти 89
Фитобентос 69
Фитопланктон 68
Фитоплейсон 68
Флавинадениндинуклеотид (ФАД) 176
Флавин фермент 177
Флоэма 58

Флюоресценция 92
Фотоактив 62
Фотонастик 324
Фотопериодик индукция 332
Фототропизм 331
Фототропизм 321
Фототропик ҳодиса 321
Фоторедукция 79
Фотолиз 99
Фотооксидация 99
Фотосинтез 74
Фотосинтетик 78

Фотосинтезнинг қоронғилик фа-заси (С₃ йўналиши) 105
Фотосинтезнинг С₄ йўналиши 106
Фосфор 127
Фосфоритлар 127
Фосфорланиш 128
Фосфотидлар 127, 129

Макжаҳури ва баъзи тропик ўсимликларда фотосинтезнинг ўзига хос йўналиши	105
Фотосинтез жараёнига ички ва ташқи муҳит омилларининг таъсири	108
Фотосинтез жараёнини текшириш усуллари	119
Фотосинтез ва ҳосил	122
IV б о б. Ўсимликларнинг туپроқдан озиқланиши (минерал элементларнинг ўзлаштирилиши)	124
Ўсимликлар учун минерал элементларнинг аҳамияти	124
Ўсимликлар қулининг химиявий таркиби	125
Макро ва микроэлементлар. Уларнинг аҳамияти	127
Ўсимликларнинг азот ўзлаштирилиши	137
Аммонификация, нитрификация ва денитрификация жараёнлари. Молекуляр азотнинг ўзлаштирувчи микроорганизмлар. Ҳашаротхўр ўсимликлар	141
Туپроқда эркин ҳолда молекуляр азотни ўзлаштирадиган мавжудотлар	144
Табиатда азотнинг айланиши	150
Мувоzanатли эритмалар. Сув, кум ва туپроқ қулайтувчиларини тайёрлаш усуллари. Физиологик ниқорий ва нордон тузалар	152
Туپроқ таркибидagi минерал моддаларнинг шакли. Элементларнинг туپроқ заррачаларига ютилиши	155
Ўсимликларнинг минерал элементларини 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 тўқимасида учрайдиган органик бирикмалар, уларнинг ўзгариши ва ҳаракатланиши	166
Ўсимликлар тўқимасида учрайдиган органик бирикмалар	166
Ферментлар	167
Ферментлар классификацияси	175
II. Гидролазалар	180
III. Трансферазалар	181
IV. Лиазалар (ажратувчи-парчаловчи ферментлар)	182
V. Лигазалар (синтезазалар)	183
VI. Изомеразалар	183
Углеводлар	186
Ёғлар ва ёғсимон бирикмалар, яъни липоидлар	192
Оқсиллар	195
Оқсил ва мураккаб оқсиллар. Оқсил молекулаларининг синтезланиши	195
Оқсил оқсиллар—протеинлар	195
Мураккаб оқсиллар—протеинлар	202
Витаминлар	204
Моддалар алмашинувида ҳосил бўлган иккинчи даражали органик бирикмалар	207
Ўсимликлар танасида моддаларнинг ҳаракатланиши	211
VI б о б. Тирик мавжудотларда нафас олиш ва бијитиш ҳодисалари	211
Ўсимликларнинг нафас олиши. Нафас олиш жараёнида ажраладиган энергия	211
Нафас олиш жараёнида сарфланадиган органик моддалар. Нафас олиш коэффиценти	213
Ўсимликларнинг нафас олиш жадаллиги интенсивлигига ташқи ва ички факторларни таъсири	215
Нафас олиш жараёнини текшириш усуллари	219
Нафас олиш жараёни ҳақида олимларнинг мулоҳазалари	220
Нафас олиш ҳодисасининг биохимиявий томонлари	220
Нафас олиш жараёнининг пентозофосфат цикли	233
Глиоксилат цикли	235

Анаэроб нафас олиш билан аэроб нафас олиш ҳодисаларининг ўзгариши (генетик) боғланиши	237
Бијитиш жараёнлари	239
Сут кислотали бијитиш	242
Мой кислотали бијитиш	243
Целлюлозанинг парчаланиши	244
Пектининг парчаланиши	244
Нафас олишда ажралган энергиянинг сарфланиши. Нафас олиш билан фотосинтез жараёнлари ўртасидаги муносабат	246
VII б о б. Микробиология фан асосларига доир масалалар	246
Микробиология фанининг ривожланиши	250
Микробиология фанида ўрганиладиган мавжудотлар	252
Бактериал ҳужайраларнинг тузилиши	256
Бактерияларнинг ҳаракатланиши	257
Бактерияларнинг қўлиниши	258
Бактерияларнинг ривожланиш цикллари	268
Бактерияларнинг химиявий таркиби ва озиқланиши	269
Микроорганизмларнинг ўзлаштирилиши	271
Азотнинг ўзлаштирилиши	272
Микроорганизмларнинг кислотароқда бўлган талаби	273
Микроорганизмларга ташқи омилларнинг таъсири	276
Микроорганизмларга концентрик эритмаларнинг таъсири	277
Микроорганизмларга физик ва химик омилларнинг таъсири	281
Микроорганизмларнинг табиатда тарқалиши	282
Ҳаво микроорганизми	287
VIII б о б. Ўсимликларда ўсши, ҳаракатланиш ва ривожланиш жараёнлари	287
Ўсимликларнинг ўсши. Меристема ҳужайраларининг ўсши фазалари	287
Ўсимликларнинг ўсши жадаллигини аниқлаш	291
Ўсимликларнинг ўсшига ташқи омилларнинг таъсири	292
Ўсимликларнинг ўсшини жадаллаштирувчи фитогормонлар	296
Ўсимликларда тиним даври	302
Ўсимликларда тиним даври	306
Мена ва уруғлар етишдириш усуллари	310
Сунғий етишдириш усуллари	312
Гербичидлар, дефолиантлар ва десикантлар. Уларнинг қишлоқ хўжалигида ишлатилиши	313
Ўсимликларда учрайдиган коррелятив ҳодисалар	317
Ўсимликларини вегетатив органлардан кўпайтириш. Қаламчалардаги кўпайлик. Пайвандлаш усуллари	319
Павандат ва павандуст ўртасидаги муносабат. И. В. Мичуриннинг ментор усули ва унинг аҳамияти	320
Бир ҳужайрадан ёки каллусдан ўсимликларни тикланиши	326
Ўсимликларда ҳаракатланиш жараёнлари	328
Ўсимликларнинг ривожланишига доир масалалар	335
Ўсимликларда ривожланиш босқичлари. Репродуктив фазага ўттиш шароити	336
IX б о б. Ўсимликларнинг ташқи муҳит омилларига мосланиши ва чидамлиги. Мусбат ва манфий температуранинг ўсимликларга таъсири ва уларнинг ташқи шароитга мосланиши	339
Ўсимликларнинг совуққа чидамлиги	341
Ўсимликларнинг шўр туپроққа чидамлиги	344
Ўсимликларнинг шўр туپроққа мосланиши	346
Ўсимликларнинг шўрға чидамлигини ошириш	347
Ўсимликларнинг иссиққа чидамлиги	350
Ўсимликларнинг қуруқчиликка чидамлиги	352
Адабиёт	357
Атамалар рўйхати	359
Мундарижа	359

Мустақимов Г. Д.

Усимликлар физиологияси ва микробиология асослари.
Пед. ин-ти талабалари учун ўқув қўлланма.—2-қайта
ишланган ва тўлдирилган нашри.—Т.: «Ўқитувчи»,
1994.—360б.

28.57я73

№ 183—95

Алишер Навоий номидаги
Ўзбекистон Республикасининг
Давлат кутубхонаси

Тираж 3000
Қарт. тиражи 6000

Гумер Даудович Мустақимов

ЎСИМЛИКЛАР ФИЗИОЛОГИЯСИ ВА МИКРОБИОЛОГИЯ АСОСЛАРИ

Қўлланма педагогика институтларининг талабалари
ва ўрта умумий таълим мактабларининг
ўқитувчилари учун мўлажалланган

Тошкент «Ўқитувчи» 1995

Таҳририят мудир Р. Авазоев
Мухаррир А. Иброҳимов
Қишқ. муҳаррир М. Иброҳимова
Техн. муҳаррир Т. Скиба
Мусахҳиҳ З. Ғуломов

ИБ № 6442

Теринга берилди 9.08.94. Босишга рухсат этилди 13.03.95. Ҳармати 60×90^{1/4}. Тип. қоғо-
зи. Қўғим 10 шпоңыз. Юқори босма усулида босилди. Шартли б. л. 22,5. Шартли хр.
отт. 22,69. Нашр. л. 20,89. Тиражи 8000. Буюртма № 2710.

Тошкент, 700129, Навоий кўчаси, 30. «Ўқитувчи» нашриёти. Шартнома № 19—157—95.

Ўзбекистон Республикаси Давлат матбуот қўмитасининг Тошполиграфкомбинати, Тошкент,
Навоий кўчаси, 30, 1995.

