

# БИОЛОГИЯ

## 1-ҚИСМ

Умумтаълим мактабларининг  
табиий-математикйўналишдаги 11-синфи  
учун дарслик

11

*Қозогистон Республикаси Таълим ва фан  
министрлиги тасдиқлаган*



Алмати "Мектеп" 2020

УДК 373.167.1

ББК 28.0я72

A16

*Авторлари:*

Н. Абильханова, А. Қалибаева, А. Паримбекова,  
Б. Усипбек, Е. Швецова

**Шартли белгилар:**



— билимингизни текширинг



— бу қызмет



— билим ва түшүнчалар



— құлланиш



— анализ



— синтез



— бағолаш



— эсде сақланг

**Биология.** Умумтағым мактабларининг табиий-математик йұналиш-  
A16 даги 11-сынфи учун дарслык. 1-қисм /Н. Абильханова, А. Қалибаева,  
А. Паримбекова ва б. — Алмати: Мектеп, 2020. — 200 бет., расм.

ISBN 978—601—07—1559—2

А ~~4306021100—158~~  
404(05)—20

УДК 373.167.1  
ББК 28.0я72

ISBN 978—601—07—1559—2

© Абильханова Н., Қалибаева А.,  
Паримбекова А., Усипбек Б.,  
Швецова Е., 2020  
© "Мектеп" нашриёти, бадий безак берган, 2020  
Барча хукуқтар ҳимояланған  
Нашрға оид мулкий хукуқтар  
"Мектеп" нашриётіга тегишли

**МОЛЕКУЛЯР БИОЛОГИЯ ВА БИОКИМЁ**

**1**

**ОЗИҚЛАНИШ**

**2**

**МОДДАЛАРНИ ТАШИШ**

**3**

**КООРДИНАЦИЯ ВА ТАРТИБГА СОЛИШ**

**4**

**КҮПАЙИШ**

**5**

**ҮСИШ ВА РИВОЖЛАНИШ**

**6**

**ИРСИЯТ ВА ЎЗГАРУВЧАНЛИК  
ҚОНУНИЯТЛАРИ**

**7**

## КИРИШ

XXI аср — биология асри. Чунки инсон ҳаётидаги күп нарсалар аник биологик билимларни ривожлантириш ва замонавий янги экологик тафаккурни шакллантириш билан белгиланади. Замонавий биологик күз қарашлар шаклланишига сизга “Биология” дарслиги ёрдам беради. Бу дарсликда нафақат биосфера билан экология, биомедицина қонуниятлари ва ютуқлари, биотехнология билан биоинформатика ҳақидаги маълумотлар билан чегараланиб қолмай, балки, ҳужайралар, тирик организмларнинг ўсиши ва ривожланиши, ирсият ва ўзгарувчанлик, ҳаётнинг молекуляр асослари билан моддаларни ташиш, озиқланиш, ҳаракатланиш каби ҳаётий функциялар ҳам киритилган.

Дарслик табиий-математик йўналишдаги умумтаълим мактабларининг 11-синф ўқувчилари учун ёзилган янгиланган дастурдаги “Методик қўлланма”ни таклиф этади. Дарсликда ўрганилаётган мавзулар биологик билимларнинг асослари бўйича, тирик организмлар ҳақидаги фан сифатида, биологиянинг мураккаблиги ва кўп қиррали эканлигини акс эттиради. Шунингдек дарсликдаги мавзулар биология фанининг классик ва сўнгги ютуқларига асосланади.

Биология фани терминология асосида ўз тили билан ажралиб турди. Бу атамалардаги кўплаб сўзлар лотин ва юнон сўзларидан келиб чиқкан, биз бу атамаларнинг таржимасини тақдим этамиз ва дастлаб киритилган терминларга тушунча берамиз.

Энг муҳими, сиз дарсликдаги материалларни нафақат пухта ўзлаштирасиз, балки билимингизни тажрибада қўлланишда ҳам муҳим аҳамиятга эга. Бугунги кунда ҳеч кимга сир эмас атроф-муҳит ва инсон саломатлигини ташвишга солиб турган ҳолат кўплаб асосий биологик қонуниятларни билмаслик билан тушунтириш мумкин. Биология бўйича билимингизни ошириш учун қўшимча адабиётлар ўқинг. Топшириқлар билан саволлар орқали ўрганилган материалларни пухта билишга ва билимингизни синаб кўришга имконият беради.

Ҳар бир параграфни ўрганиш мақсадида ва ундан ўрганилган асосий тушунчаларни тушунтиришдан бошланади. Параграф охирида сизга ўрганаётган материални мустаҳкамлаш учун саволлар ва топшириқлар берилган. Ўқувчиларга интернет манбаиларидан унумли фойдаланишга ва ахборот оралиқларда эркин ориентир олишга, янги илмий маълумотларни излаб ўрганишига ўрганиорқалишга имконият яратадиган кўплаб вазифалар бор.

Биологияни ўрганиш орқали сиз ўз организмингизни, ҳаётдаги вирус ва микроорганизмлардан тортиб ҳаёт ташкилотининг барча даражадаги ҳар қандай организмнинг ҳаёти бир хил қонунларга бўйсунишини билиш имкониятини оласиз.

*Муаллифлар*

## МОЛЕКУЛЯР БИОЛОГИЯ ВА БИОКИМЁ

### 1-§. АНТИТАНАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА СТРУКТУРАСИ. АНТИТАНАЛАРНИНГ ЎЗИГА ХОСЛИГИ (ФАОЛ МАРКАЗ). АНТИГЕН БИЛАН АНТИТАНА ОРАСИДАГИ ЎЗАРО ТАЪСИРЛАНИШ МЕХАНИЗМИ

#### Бу дарсда сиз:

- антитананинг тузилиши ва структураси билан танишасиз;
- антитананинг ўзига хослигини ўрганаңыз;
- антитана билан антигенни орасида ўзаро таъсирини тушунтиришни ўрганаңыз.

#### Сиз биласизми?

- Тирик организмлар учун антитаналарнинг аҳамияти;
- иммуноглобулинни ҳар бир синфининг тузилишидаги хосиятларини;
- бизнинг организмимизда қайси ҳужайралар антитаналар ишлаб чиқаради.

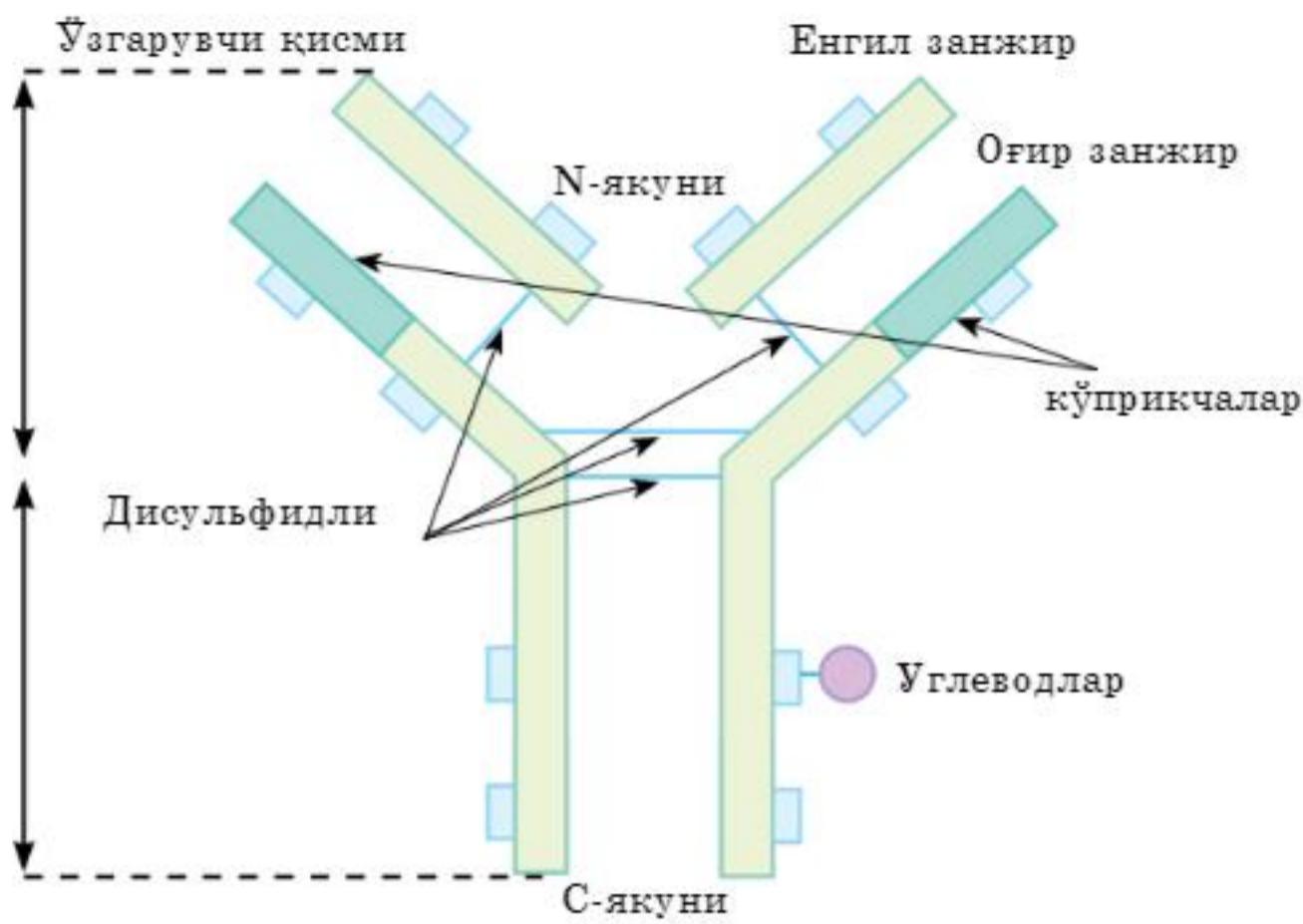
#### Таянч иборалар:

*Антитана, антиген, иммуноглобулин, комплементарлик, антидемерминант диагностикалаш(ҳар хил рангли), серология*

*Антитана* — турли антигенлар таъсирида лимфа түқималарининг плазматик ҳужайраларида синтезланувчи, қон плазмаси таркибидаги оқсилли бирикмалар тури. Ҳар бир антигенга тегишли махсус плазматик ҳужайралардан В-лимфоцитлар шаклланиб, улар бу антиген учун ўзига хос антитаналар ишлаб чиқаради. Антитаналар антигенга бирикіб, сирт юзаси аник характерли — эпитет фрагментли бўлган ёки антигеннинг чизиқли аминокислота занжирига боғланади. Антитаналар иккита вазифани: боғловчи-антиген — бу антиганга тўғридан-тўғри заар етказишга тўсқинлик қилувчи, эфекторли — бу иммунитет орқали жавобдир, масалан, комплемент активациясини классик чизмада бажаради.

Антитаналар организмда инфекция(табиий иммунизация) ёки ўлган ва тирик вакциналар билан вакциналаш (сунъий иммунизация) натижасида ёки лимфоцит системасини бегона ҳужайралар ва түқималар билан (трансплантантлар) ёки аутоантигенларга айланган ўзининг шикастланган ҳужайралар билан боғланиши натижасида пайдо бўлади.

Халқаро таснифга кўра, антитаналарнинг хусусиятларига эга плазма оқсилларнинг йиғиндиси иммуноглобулинлар деб аталади ва Ig деб белгиланади.



1-расм. Иммуноглобулинлар структураси

Антитаналар оқсилларнинг маълум бир бўлагига, аникроғи, IgY бўлиб белгиланган α — глобулинларга киради.

Антитаналар қўйидаги гуруҳларга бўлинади:

- биринчи чўқтириш константаси — 7S седиментация (чўкма тузилмалар) бор кичик молекулалар ( $\gamma$ -глабулинлар);
- иккинчи — 19S седиментация константаси бор бўлган йирик молекулалар ( $\gamma$ -глабулинлар).

Антитаналар молекуласига аминокислоталардан ташкил топган тўртта полипептид занжири киради. Улардан иккитаси оғир ва иккитаси енгил бўлади. Оғир ва енгил занжирлар бир-бири билан дисульфид кўприклири билан ўзаро боғланган. Енгил занжирлар барча синфлар ва кенжа синфларга учун умумий бўлиб ҳисобланади. Оғир занжирларни иммуноглобулинлари синфида киравчи муаян таркибий хусусиятларга эга. Антитаналар молекуласи полипептид занжирлари учida жойлашган ва антигенга маҳсус таъсир этадиган фаол марказлари мавжуд. Тўлиқ бўлмаган антитаналар бир валентли (антидeterminантда битта), тўлиқ антидeterminантда эса иккита, баъзан кўп антидeterminантли ҳам учрайди (1-расм).

Дунёюзи соғлиқни саклаш ташкилотининг (ДССТ) таснифига кўра, бешта асосий иммуноглабулинлар синфи мавжуд:

IgG — қонда айланади, барча антитаналарнинг 80%-ни ташкил қиласи, плацента орқали ўтади, молекуляр массаси 160 000 г/моль. Иммунитетнинг ўзига хос омили сифатида муҳимдир. Антигенни корпускуляризациялаш (преципитация, намлик, агглютинация) йўли орқали заарсизлантиради, бу фагоцитозни, лизисни, нейтраланиш-



ни енгиллаштиради. Секинлашган типдаги аллергик реакцияларни пайдо бўлишига имкон туғдиради. IgG бошқа иммуноглобулинлар билан солиштирганда иссиқликка чидамли — 30 мин давомида 75° С иссиқликка бардош беради.

**IgM** — қонда циркуляция қиласи, барча антитаналарнинг 5—10%-ни ташкил этади. Молекуляр массаси 950 000 г/моль, функционал беш валентли, инфекцияни юқтиргандан кейин ёки ҳайвонларни вакцинациясидан кейин биринчи бўлиб пайдо бўлади. IgM аллергик реакцияларда иштирок этмайди, плацентадан ўта олмайди. Грам-мусбат бактерияларга таъсир қиласи, фагоцитозни фаоллаштиради. IgM синфодаги инсонлар A, B, O қон гурӯҳларидағи антитаналарга киради.

**IgA** — икки турни ўз ичига олади: қон зардоби ва секрецияли. IgA бўлган қон зардобининг молекуляр массаси 170 000 г/моль. Эриган антигенларни ҳосил қилиш қобилияти бўлмайди, токсинларнинг нейтрал реакцияларида иштирок этади, иссиқликка бардош беради, толокда, лимфа тугунларида, шиллик қаватларда синтезланаб, секрециянинг — ширасига айланади, кўз ёшига, бронхиал секрецияга, оғизнинг секреция ширасига тушади.

Секрецияли IgA (SIgA) — таркибий қисмида компонентлар мавжудлиги билан ажралиб туради, полимер ҳисобланади, молекуляр массаси 380 000 г/моль, шиллик қаватларда синтезланади. SIgA-нинг биологик функцияси асосан ўзини-ўзи ҳимоя қилишдан иборат, масалан, ошқозош-ичак йўллари ёки нафас олиш системаси касалланганда учрайди. Бактериоцидли ва опсоник таъсири бор.

**IgD** — қон зардобидаги концентрацияси 1% дан юқори бўлмайди, молекуляр массаси 160 000 г/моль. IgD фаоллашади, тўқималарга боғланмайди. Одам миеломли касаллигига IgD миқдори ошгани қайд этилган.

**IgE** — молекуляр массаси 190 000 г/моль. IgE термолабилли, тўқима ҳужайралари билан тўқима базофиллари маҳкам боғланиб, юқори сезувчанлик реакциясига бевосита қатнашади. IgE гельминтозлар билан протозойли касалликларда ҳимоя ролини бажаради, макрофаглар билан эозинофилларни фагоцитар фаоллигини оширишда иштирок этади.

Барча антитаналар фаол марказга — 700 А° гача бўлган майдонга эга, бу антитанани юзасини 2%-ни ташкил қилувчи майдон бўлади. Фаол марказ 10—20 аминокислоталардан иборат. Кўпинча улар тироксин, лизин, триптофанни ўз ичига олади.

*Антитаналар битта антигенни бошқасидан ажратса олиш қобилиятига эга. Улар фақат ўзига хос антигенлар билан таъсирлашади (камдан-кам ҳолатларни қўшимаганда) ва улар билан оралиқ тузилишида яқинлашади. Антитананинг бу қобилияти комплиментарлик деб аталади.*

Антитаналарнинг ўзига хослиги туфайли кимёвий тузилиши, антидeterminант оралық тузилиши билан боғлиқ. Бу антитана оқсил молекуласининг бирламчи тузилиши (аминокислоталар алмашинуви) билан боғлиқ. Иммуноглобулинларнинг оғир ва енгил занжирлари фаол марказнинг ўзига хос хусусиятларини аниқлайды.

Сүнгги вактларда антитаналарга қарши антитаналар мавжуд эканлиги аниқланды. Улар одатта антитаналар таъсирида тұхтатилады. Бу кашфиёт асосида янги назариялар — **организмдаги иммун системасидеги тармоқ орқали тартибга солиш пайдо бўлади**. Антитаналарни пайдо бўлиш назарияси ҳозирги вактда иммунология билан боғлиқ бўлган фанлар (генетика, биокимё, морфология, цитология, молекуляр биология) бир қатор масалаларни ечишга имкон беради. Антитаналарни синтез қилувчи бир нечта фаразлар мавжуд.



Ф. Бернетнинг клонлаш селекцияси энг таникли гипотеза бўлиб ҳисобланади. Унинг сўзларига кўра, танада турли хил антигенлар ёки уларнинг детерминантлари билан реакцияга киришадиган ва антитаналар ишлаб чиқарадиган 10 мингдан ортиқ клон ва иммунологик ваколатли ҳужайралар мавжуд. Бундай ҳужайралар клонлари ўзларининг оқсиллари билан реакцияга киришади, натижада улар йўқ қилинади. Шундай қилиб, А групидаги ва В групчи билан анти-В-агглютинилари бўлган организмларда А-антигенига қарши антиагглютиниларни ташкил этадиган ҳужайралар нобуд бўлади. Ҳомилага бирон бир антиген киритилса, у худди шунга ўхшаш ҳужайра клонини йўқ қиласи ва янги туғилган чақалоқни кейинги ҳаёти ушбу антигенга нисбатан толерант бўлади. Ф. Бурнетнинг сўзларига кўра, антиген стимуляцияни олган мезенхима ҳужайраси ўзига хос антижисмларни (антигенга мос келадиган) ишлаб чиқарадиган қиз ҳужайралари популяциясини келтириб чиқаради.

**Антиген билан антитаналарни таъсир механизми.** Антитаналарни ўзига хослиги антиген билан ўзаро таъсири даражасига боғлиқ. Антиген антитана комплексини шаклланишида ион групчлари орасида ҳосил бўлувчи тортилиш кучи иштирок этади.

Маълумки, улар яхлит молекула каби ўзаро таъсирланади, чунки антигеннинг бир молекуласига анча миқдорда антитана молекулалари тўғри келади. Антиген-антитана комплекс молекулаларини бошланғич хусусиятларини сақлай ўтириб, ажратамиз. Бунда антиген билан антитананинг биринчи босқичидаги боғланишлар аниқ эмас, кўзга кўринмас, антиген юзасидаги антитаналар абсорбция билан характерланади. 37°C температурада бир неча минут ичиде оқиб ўтади. Иккинчи босқичи аниқ, кўзга кўринар, агглютинация ёғинлари ёки пасайиш ҳодисаси билан якунланади. Бу босқичда электролитларнинг иштирок этиши зарур, баъзи ҳолларда комплементнинг бўлиши зарур.

Антигенга таъсир қилиш орқали антитаналар ажралади:

- **Коагуляция қилувчи** (чўкма, агглютинилар): фагоцитозни енгилаштиради;
- **лизис** (комплмент боғловчи: бактериолизислар, цитолизислар, гемолизислар): антигенни эрувчанлигини туғдиради;

- заарасылантирувчи (антитоксингерлер): антигенни токсиндерден ажратып олинади.

Антиген-антитана реакцияси организм үчүн фойдалы, заарлы ёки бефарқ (нейтрал) бўлиши мумкин. Реакциянинг ижобий таъсири шундаки, у заҳарларни, бактерияларни нейтраллайди ва фагоцитозни енгилаштиради, ундан ташқари трепонема қўзғатувчисини, лептоспира бактерияларини ва ҳайвон ҳужайраларини лизислайди. Антген-антитана комплекси иситмани, ҳужайра ўтказувчалигининг бузилишини, интоксикацияни келтириб чиқариши мумкин. Гемолиз, анафилактик шок, эшак еми (крапивница), пичан иситмаси, бронхиал астма, аутоиммунли бузилиши, трансплантатни рад этиши, аллергик реакциялар пайдо бўлиши мумкин.

Иммун тизимида антитаналарни ишлаб чиқарадиган ва тайёр иммунитет реакциясини амалга оширадиган тузилмалар йўқ. Антитаналар иммуногенез (иммунитетнинг ривожланиш жараёни) жараёнида хосил бўлади.

Антигеннинг алоҳида детерминантасини (эпигурухи) маълум бир фаол марказ билан — иммуноглобулин (парагурух) молекуласининг комбинацион ҳудуди билан боғланиш кучи антитаналарнинг аффинлиги (биртурлилик) деб аталади.

Антитана молекуласининг комбинацион ҳудуди мураккаб антигеннинг детерминантаси билан боғланувчи кумуляцион кучи антитаналарнинг авидлиги (ҳар-хил турлиги) деб аталади.

Антигенлар билан антитаналарни ўзаро таъсиранувчи маҳсус реакцияга киравчи серологик тадқиқот усули мавжуд. Бунда номаълум антитанани маълум антиген билан ўзаро таъсири борасида ёки номаълум антигенни маълум антитана билан таъсиранганда аниқлашга мумкин бўлади.

*Серологик усули қуйидаги масалаларин ечади:*

1. Серологик диагностикаси юқумли ва иммун касалланган беморларнинг қон зардобидаги касал антигенларни аниқлашга асосланган. Диагностикани асоси қуйидагилардан иборат:

а) диагностик титрда касалликнинг қўзғатувчисини антитаналар ёрдамида аниқлаш, яъни қон зардобни бундай суюлтиришда реакция факт беморларда ижобий бўлиши мумкин, соғломларда эса салбий;

б) bemorni dinamikasi takroran tekshirilganда antitanalardan titrini ўсиши bemorning immuniteti vakcindan keyingi ёки юқумli kasalliklaridan keyingi ҳолатini aжратишга mumkinlik beradi.

2. Юқумли касалликларнинг серологик диагностикаси биологик суюқликларда ёки тўқималарда патогенли микробларнинг антигенларини аниқлашга асосланган.

3. Юқумли касалликларни диагностикаси учун бактериологик усул билан ажратилган номаълум микробларни серологик идентификация-

сини аниқлаш. Микробларни маълум бир серогурухга, серовариантга ёки турга киритиш қуйидаги ҳолатлар асос бўлади:

а) микроб учун махсусланган антигенларга ўзига хос антитаналари бор адсорбцияланган моноспецифик зардоб билан микроб ўзаро таъсиrlаниши (ишлаб чиқариш давомида бундай зардолардан антитаналар гурухи антигенларга сорбцияланади);

б) микробнинг дурагайли техника (тез бўлинувчи гибридли ҳужайранинг тўплами) усули билан, яъни узоқ вақтгача кўпайтиришга қодир бўлган шишган ҳужайралар билан махсус антитана синтезловчи плазматик ҳужайрадан дуругай ўстириш усули билан олинган моноклонли антитаналар ўзаро таъсиrlанади;

в) микроб ушбу зардобнинг титрини, камида яrimини ташкил қилувчи эритмадаги диагностик зардобнинг ўзаро таъсири.

*Серологик текшириш усули бир қатор реакцияларни ўз ичига олади:* агглютинация, ёғингарчилик, комплементни боғлаб туриш, иммунофлюресценция, иммунофермент ва радиоиммунологик анализ.

*Усулнинг афзаликлари:* ўзига хослигини юқори бўлиши, нисбатан содда, тушинарли, хавфсиз, натижани олиш (10 минутдан 4 соатгача) тезлиги.

*Камчилиги:* ўткир инфекцион касалликларда антитаналарни аниқлаш баъзан ретроспектив ташҳис бўлади, чунки улар касаллангандан кейин 7—8 кунига келиб етарли титрда ҳосил бўлади, бу вақтда касаллик тугаши ҳам мумкин.



Серологик усул пандемияли касалликларни пайдо қиласиган инфекцияларни аниқлашда ишлатилади. Масалан, бу усул коронавирусни COVID-19 аниқлашда қўлланилади.

### Билимингизни текширинг:



1. Антитаналарни (фаол марказни) ўзига хослигини таърифлаб беринг.
2. Антиген ва антитаналарни орасидаги механизмнинг аҳамиятини тавсифланг.



1. Тирик организмлар учун антитаналарни аҳамиятини тушинтиргинг.
2. Антитананинг бешта синфини таърифлаб беринг.



1. Антиген-антитана орасидаги реакцияни анализ қилинг.
2. Антитанани чизматик структурасини чизинг.



1. Антитанани ҳосил бўлишда клонлиселекция назариясини моҳиятини айтинг.
2. Серологик тадқиқот усулини таърифланг.



1. Антиген билан антитана орасидаги ўзаро механизмни тушинтиргинг.
2. Қон қуйиш вақтида донор ва реципиентнинг қон гуруҳларини нима учун билиш керак ва маълум принципларга риоя қилишни тушунтиргинг.



## 2-§. ФЕРМЕНТ БИЛАН СУБСТРАТНИНГ ЎЗАРО ТАЪСИРИ МЕХАНИЗМИ. ФАОЛ МАРКАЗНИНГ ФЕРМЕНТАТИВ КАТАЛИЗДА ТУТГАН ЎРНИ. ФИШЕР НАЗАРИЯСИ. ФЕРМЕНТЛАР

### Бу дарсда сиз:

- Фермент ва субстрат ўртасидаги ўзаро таъсир механизмини тушунтиришни ўрганасиз;
- ферментатив катализда фаол марказнинг ролини ўрганасиз;
- субстрат ва фермент ўртасидаги ўзаро таъсирнинг иккита модели билан танишасиз.

### Сиз биласизми?

- Ферментнинг юқори ўзига хослигини таъминлайдиган Фишер назариясининг аҳамияти;
- ферментлар иммобилизация усуллари;
- фаол марказларни куриш қонуниятлари.

### Таянч иборалар:

ферментлар, катализ, Фишер назарияси, Кошленд назарияси, субстрат

**Ферментлар** — тирик организмлардаги кимёвий реакциялар учун маҳсус юқори самарали катализаторлар сифатида таъсир этадиган табиий оқсил моддалар. Улар ҳужайрани функционал аппаратининг асосий компоненти бўлиб ҳисобланади ва ирсий ахборот экспрессияси (сезилиши, кўриниши), биоэнергетика, моддалар алмашинуви каби ҳаётий муҳим жараёнларни амалга ошириш бўйича таъминлайди.

Ферментлар фани — энзимология XIX асрнинг биринчи ярмида пайдо бўлган. 1814 йили петербургли олим К.С. Кирхгоф арпа донлари ва қизил мия экстратидаги моддалар таъсири остида крахмал шакарга айланишини аниқлади. Ушбу модда амилаза деб аталди. Кейинги йилларда каталитик фаоллиги ва ачитиш жараёни хамиртурушга ўхшаш бошқа моддалар кашф этилган ва тавсифланган. Бу моддаларни номлаш учун “фермент” (лот. *fermentatio* — ачиш) термини таклиф этилди. *Фермент* ва *энзим* (юнонча *enzyme* — ачитки ичиди) терминлари синонимдир.

*Ферментларнинг оқсил хусусиятига оид даиллар.*

1. Ферментларни қиздириш орқали инактивация қилиш. Ферментларнинг инактивацияси оқсил денатурациясига тўғри келади. Ферментлар ҳам минерал кислоталар, ишқорлар, тузлар, алколоидлар, рентген ва ульрабинафша нурлари таъсиридан парчаланади.

2. *Ферментларнинг электрокимёвий хусусиятлари:*

- а) Ферментларнинг изоэлектрик нуктаси;
- б) водород ионлари концентрациясини ўзгартирганда хаттихаракатлар;
- в) ўзига хослигини юқори бўлиши;
- г) яrim ўтказувчан мембраналар орқали ўта олмаслиги;

д) сувни йўқ қиладиган воситалар (ацетон, спирт, ишқор, металларнинг нейтрал тузлари) таъсиридан кейинги фаолликни сақлаб туриш.

Субстрат ва ферментнинг ўзаро таъсирининг асоси иккита моделдан туради.

**Эмим Фишернинг “калит-қулф” назариясининг модели** (ёки матрицанинг қаттиқ модели), немис кимёгари Эмил Фишер томонидан таклиф этилган.

Ушбу моделга кўра, ферментларнинг айрим хусусиятларини тушиниш учун, масалан, уларнинг қаттиқлиги белгили бир сони ёки ундан ортиқ бўладиган субстратга боғланиши ёки субстрат билан кинетикаси муҳим бўлиб ҳисобланади. Бу моделга кўра, фаол марказнинг қаттиқ тузилиши субстратнинг молекуляр тузилишига комплементар бўлади, сўнгра ферментнинг юқори ўзига хослигини таъминлайди (субстрат ферментга, яъни фаол марказга, қулфга калити сифатида киради 2-расм). Деган билан, моделдаги каталитик марказнинг қаттиқлиги Фишер моделнинг камчилигига бўлиб ҳисобланади.



Германиялик органик-кимёгар Эмиль Герман Фишер (1852—1919) 1902 йилда “қанд ва пурин групчалири билан моддаларни синтез қилиш тажрибаси билан боғлиқ алоҳида меҳнати сингани учун” кимёвий соҳаси бўйича Нобель мукофотига сазовор бўлди ва анорганик кимё учун асос яратди.

### *Назариянинг камчиликлари (қарама-қаршиликлари):*

Термодинамик ҳисобида мувофиқлиги йўқ, яъни ҳисобда ҳосил бўлиш керак бўлган энергия билан ажralиб чиқсан энергиянинг орасида фарқ бўлиши.

Ушбу назарияга кўра, бир фермент хато қилиши ва шунга ўхшаш субстратни биритириши мумкин.

Субстратлар кўпинча паст молекуляр оғирликдаги моддалардир, ферментлар эса юқори молекуляр бўлиб, таркибида юқори миқдордаги аминокислоталарни ўз ичига олган. Назария ўзига хос групчалири бўлиши мавжудлигини тушунтируди.



2-расм. Фермент — субстрат комплексининг шаклланиши



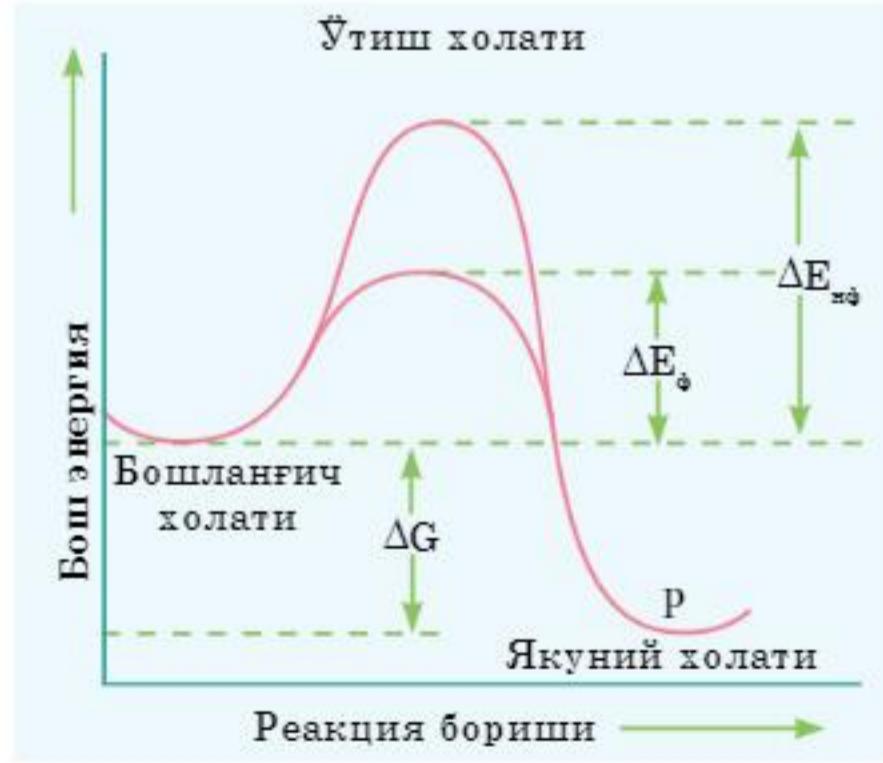
Америкалиқ биокимёгар Кошланд томонидан таклиф қилинган индуктив мувофиқлик модели (Кошланд назарияси), фаол марказфермент етарлича мослашувчан ва субстратни боғлаб қўйгандан кейин унинг конформациясини ўзгартириши мумкин.

Ферментлар фаол энергиясини камайтириш орқали кимёвий реакцияларни тезлаштиради. Активлаштириши энергия деб берилган ҳароратда модда молининг барча молекуласини фаол ҳолатга келтиришни талаб қиласиган энергияга айтамиз (яъни, бу энергия кимёвий реакцияни бошлиш учун зарур, унинг термодинамик эҳтимолликка қарамасдан, у сиз реакция бошланмайди). Фермент реакцияларда фаол бўладиган молекулалар сонини ортириш йўли билан энергияни фаоллигини пасайтиради (3-расм).

Реакция тезлигига таъсир этадиган тўғри ва тескари реакциялар орасидаги тенгликни ўзгартирмайди, улар фақат кимёвий реакциялар тенглигини бошланишини тезлаштиради.

**Фаол марказнинг ферментатив катализда тутган ўрни.** Катализнинг барча босқичларида фаол марказни субстрат билан боғлаш учун пассив жой сифатида кўриб бўлмайди. Бу субстратни маҳсулотга айлантиришга ёрдам берадиган турли хил кимёвий механизмлардан фойдаланган ҳолда мураккаб молекуляр "машина" дир.

Ферментлар фаол марказ субстратлар реакциясида иштирок этувчи функционал групкалар бир-бирига яқин бўлиб жойлашади. Фаол марказнинг бу хусусияти яқинлашии эфектини реагентларни ўналтириши деб аталади.



3-расм. Ферментатив ва ферментатив бўлмаган кимёвий реакцияларнинг энергетик механизми:

S — бошланғич субстрат; P — маҳсулот;  $\Delta E_{\text{a}}$  — ферментатив бўлмаган кимёвий реакцияларнинг фаоллашув энергияси;  
 $\Delta E_f$  — ферментатив кимёвий реакциясининг фаол энергияси;  
 $\Delta G$  — эркин энергиянинг стандарт ўзариши

Субстратларни бундай тартибли жойлаштириш энтропияни камайиши ва унинг таъсирларидан фаол энергиясининг (ФЭ) пасайишини ҳосил қиласы, натижада каталитик ферментлар самарадорлигини белгилайди.

Ферментнинг фаол маркази, шу жумладан субстрат молекуласидаги атомлараро боғланишларни ўзгарувчанликда қатнашади, бу эса кимёвий реакциянинг боришини ва маҳсулотларнинг ҳосил бўлишини енгилаштиради. Фаол марказнинг бу хусусияти *субстратнинг деформация эфекти* деб аталади.

**Фаол марказларнинг қуйидаги турларини ажратиб кўрсатиш мумкин:**

1. Субстрат фаол марказ - заиф алоқаларнинг шаклланиши туфайли субстратнинг бириктирилишини таъминлайди: водород, ван дер Ваалс, гидрофобик ўзаро таъсирдан фойдаланиш орқали таъминланади.

2. Каталитик фаол марказ — субстратнинг айланиши учун жавобгардир. Космосда бу марказларни ажратиш мумкин, аммо уларни бирлаштириш ҳам мумкин.

3. Аллостерис (норматив) маркази — паст молекуляр моддаларни бириктириши таъминлайди, фермент фаолиятининг ўзгаришига олиб келади. Аллостерис маркази субстрат ва католитик марказлари узоқда жойлашади.

Ферментларнинг ўзига ҳослиги ўрганилиб чиқилганда субстрат молекуласининг иккита структура алоҳида бўлиши кераклиги аниқланди:

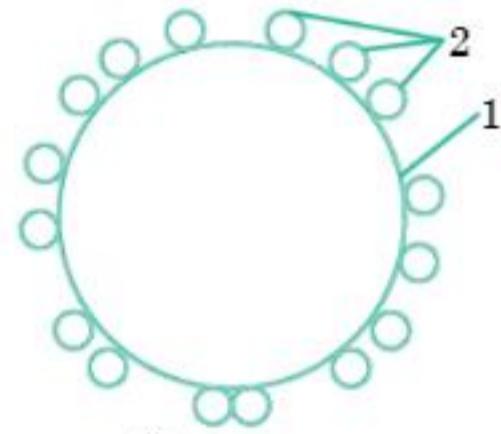
1. Субстрат фермент ҳужум қила оладиган маҳсус кимёвий боғланиши бўлиши керак.

2. Субстратнинг молекуласида боғловчи груп ҳеб аталувчи функционал груп бўлиши керак.

Функционал груп фермент билан боғлана олиши ва субстратга ҳужумга учраши туфайли ферментнинг каталитик грухига тегишли тўғри жойлаши учун субстрат молекуласининг ферменти фаол марказига йўналтирилган бўлиши керак.

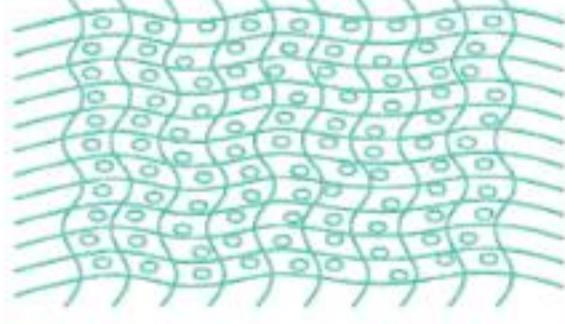
**Иммобилизация** — бу ферментларни айрим эримайдиган ташувчиларга боғланиши, бундай ҳолат фермент субстрат молекуласининг эритмаси ва маҳсулоти билан мулоқатда бўлмаслигини таъминлайди.

**Ферментларни иммобилизация қилиш усули.**



4-расм. Фермент ташувчидаги адсорбция усули билан иммобилизацияси:

1 — ташувчининг грануласи;  
2 — фермент молекуласи



5-расм. Ферментгельга қўшилиши усули билан иммобилизацияси



Ферментларни ташувчига бириктиришнинг турли усуллари мавжуд.

### 1. Ташувчидың адсорбция (4-расм).

Анорганик материаллар (шиша, силикагель, бентонит, алюминий оксиди, титан диоксиди ва ҳакозо), табиий полимерлар (целлюлоза, коллаген), синтетик полимерлар (нейлон, полиэтилен, полипропилен) ташувчи бўлиши мумкин.

### 2. Агар-агар гелига, альгинатга, каррагинанга бирикимиши (5-расм).

Фермент молекулалари гельнинг тешикчаларида жойлашади. Гель молекуляр диффузия туфайли субстрат молекуласи билан реакция маҳсулотларига ўтказувчан бўлади.

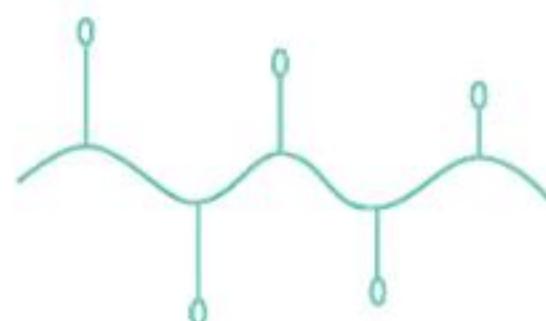
### 3. Ташувчи билан ковалент боғланиси. Бундай ҳолатда ташувчи полимер материаллар бўлиб ҳисобланади, унинг узун молекулалари фермент молекулалари билан кимёвий ковалент бирикмалар билан боғланади (6-расм).

### 4. “Тикиш” фермент молекулаларини бифункционал реагентлар билан ўзаро боғлаш. Фермент молекулалари эритмада эркин ҳаракатланиб, бирбири билан ўзаро турли участкалар орқали маълум бир реагент ёрдамида бирикади (7-расм).

Ферментнинг фаол молекулаларини бириктириб оладиган бўшлиқ структура тузилади ва уларнинг орасида субстрат молекулалари билан реакция маҳсулотларининг диффузияси га қулайли катта бўшлиқлар пайдо бўлади.

### 5. “Тикиш” транспортдан кейин кўндаланг адсорбциялаш.

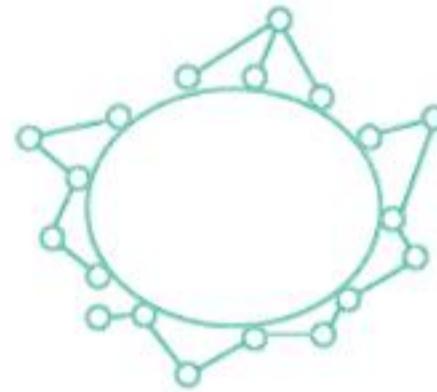
Ушбу усул ўзида 1 ва 4-усулларни бирлаштиради. Ташувчиды одатий адсорбция билан солиширганда субстрат ва маҳсулот учун фермент молекула-



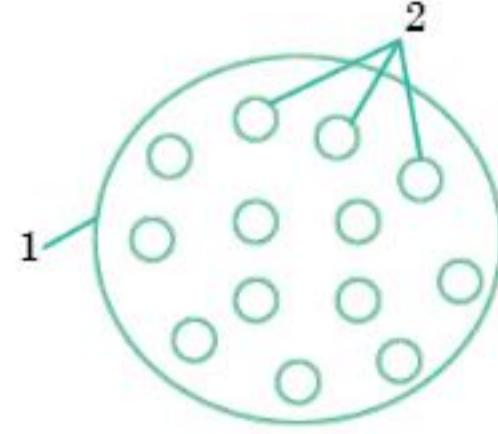
6-расм. Фермент иммобилизациясини ташувчи билан ковалент боғланиш усули



7-расм. Фермент иммобилизацияси кўндаланг “тикиш” усули



8-расм. Фермент иммобилизацияси ташувчидан кейинги кўндаланг “тикиш” адсорбция усули



9-расм. Фермент иммобилизацияси ярим ўтказувчи капсула орқали кириш усули:

- 1 — яримўтказгичли деворли капсула;
- 2 — капсула ичидаги эритмада тўхтаб турган фермент молекуласи

ларининг янада чуқур қатламлари мавжуд, оддий “тикиш” билан со- лиштирганда марказида мустаҳкам қобирғаси мавжуд кучли гранула пайдо бўлади (8-расм).

**6. Яримўтказгичли капсулаларга киритиш.** Капсуланинг ичида (9-расм) гўё ферментнинг коллоид эритмаси бўлади.

Капсуланинг ташқи қобиги жуда пишиқ, ферментларни ўказмайди, лекин маҳсолот билан субстрат учун ўтказувчан бўлади.

**7. Ферментнинг сополимеризацияси ва ташувчи-полимер.** Фермент ва ташувчи-полимер сополимеризацияси гельни ичига кириш усу- лини эслатади, лекин матрица полифункционал реагент ва фермент сополимеризацияси натижасида ҳосил бўлади (фермент нафақат гель ҳужайрасида жойлашган, балки у билан боғланган). Ушбу усул 2 ва 4 усулларнинг комбинациясидир. Бунга глутарли альдегид реактив сифатида ишлатиладиган кенг тарқалган полиакриламид гели мисол бўла олади.

**8. Физик аралашибтиши** — фермент ва кукун ташувчининг аралашиб- маси. Усул жуда содда, аммо ишончли эмас. Фермент ташувчидан чиқарилиб, эритмага ўтиши мумкин.

### Билимингизни текширинг:



- Фермент ва субстрат ўзаро таъсир механизмини тушуниринг.
- Ферментатив катализаторда фаол марказнинг қийматини аниқланг.



- Ферментларнинг иммобилизация усулларини таққосланг.
- Фишер назариясининг маъносини тушуниринг.



- Кошланд назариясини таҳлил қилинг.
- Фаол марказ ва боғланиш ўртасидаги муносабатларни кўрсатинг.

Фаол марказ	Боғланишларнинг характеристикаси
Субстратли фаол марказ	Субстратни турланишига жавоб беради
Аллостерик фаол марказ	Фермент фаоллигини ўзгартиради
Каталитик фаол марказ	Заиф боғланишлар орқали субстрат бириклишини таъминлайди



- Фаол марказларни қуришда қонуниятларнинг моҳиятини ифодалаб беринг.
- Субстрат молекуласи таркибий хусусиятларини тавсифлаб беринг.



- Фермент катализаторнинг фаоллигини назарияларини таҳлил қилинг ва одамлар асрлар давомида ферментланган катализдан фойдаланганликларини мисоллар билан исботланг. Ушбу мавзуу бўйича эссе (ҳажми 1,5-2 бет) ёки реферат (3-4 бет) ёзинг.

**№1-лаборатория иши****Фермент иммобилизацияси уларнинг фаолиятига таъсирини ўрганиш**

Ферментлар ташувчига боғланган бўлса ҳам ўз хусусиятларини ўзгартирмайди. Бундай ферментлар иммобилизация деб аталади.

**Ишнинг мақсади:** Фермент иммобилизацияси уларнинг фаолитига таъсирини ўрганиш.

Керакли жиҳозлар ва реактивлар: колба ёки стакан, пипетка ўлчанадиган пробиркалар, Петри идиши, крахмал, пепсин ёки ширдон ферменти, сут ва секундомер.

**Ишнинг бориши:** 50 мл 20% ли крахмал тайёрлаймиз ва қўйиқлашгандага 2 %ли пепсин эритмасидан 5 мл қўшамиз. Аralаштириб, Петри идишига 2 млдан юзасига тенг тақсимлаб қуйиб борамиз. Устига 10 мл сутни қўйиб, сут сузмага айланган вақтни ёзиб оламиз. Бошқа Петри идишига 10 мл сут ва 0,5 мл 2%ли пепсин қўшиб, аralаштириб борамиз, сутни сузмага айналган вақтни ёзиб оламиз.

Ферментларнинг фаолигига иммобилизациянинг таъсирини кузатиб, тажриба 2—3 марта ўтказилади. Олинган натижалар жадвалга киритлади.

1-жадвал

Тажриба вариантлари	Вақт (с)			
	1	2	3	Ўртача вақти
Пепсин				
Пепсин + крахмал				

Биз сутни сузмага айланишнинг ўртача вақтини ҳисоблаймиз ва фермент иммобилизациясининг таъсирини ҳисоблаймиз, хулоса қиласиз.

Хулоса: Ишнинг мақсади бажарилдими? Сўнги натижалар қандай бўлди ва улар адабиётдаги маълумотлар билан мос келадими?

**2-топшириқ. Иммобилизацияланган лактазанинг иштироқи билан лактоза ва глюкозани олиш.**

**Керакли жиҳозлар ва материаллар:** 3% натрий альгинатли эритмаси (E401 озукавий қўшимчалар). 0,2 CaCl<sub>2</sub> эритмаси, лактазанинг концентрацияланган эритмаси, игнасининг диаметри 1 мм бўлган 5 мл ли шприц ёки оғизчасининг диаметри 3мм бўлган 10 мл ли пипетка, мис сульфати (CuSO<sub>4</sub>) ва ишқор (NaOH) эритмаси.

**Ишнинг бориши.** 1. Иммобилизацияланган лактазаси бор бўлган натрий альгинатнинг гарнулаларини олиш. Лактозанинг концентрацияланган эритмаси ва натрий альгинатни тенг дараҷада аралаштириш керак. Қўшимчани шприцга тортиб, таркибида 0,2 M CaCl<sub>2</sub> эритмаси бор бўлган идишларга диаметри 1-2 мм пуфакчалар пайдо бўладигандек муҳим томчилатиш керак. Пуфакчаларни сиқиши учун эритмани 15-20 мин қолдирилади. Кейин пуфакчаларни хунига (воронка) жойлаштириб, сув билан ювилади.

2. Натрий алгинатли пуфакчалар ва иммобилизацияланган лауктаза хуни орқали ўтган сутни глюкозага текширади, у лактозанинг таъсири билан лактозанинг парчаланиши натижасида пайдо бўлади. Глюкозага сифатли реакция олиб бориш учун сутга бир неча томчи мис сульфати билан ишқор қўйилади.

Хулоса: Иш мақсади бажарилдими? Якуний натижалар қандай бўлди?

### 3-§. РАҚОБАТБАРДОШ ВА РАҚОБАТЛАША ОЛМАЙДИГАН ФЕРМЕНТЛАРНИ ИНГИБИРЛАШ (ТЕЖАШ). ФЕРМЕНТЛАР ФАОЛИЯТИНИ ТАРТИБГА СОЛИШ. ДОРИВОР ПРЕПАРАТЛАР ВА ОФИР МЕТАЛЛ ИОНЛАРИНИНГ ФЕРМЕНТ ФАОЛЛИГИГА ТАЪСИРИ

#### **Бу дарсда сиз:**

- рақобатбардош ва рақобатлаша олмайдиган ферментлар тежалишни таққослашни ўрганасиз;
- "Ферментларни ингибир фаолияти" атамасини ўрганасиз;
- доривор препаратлар ва оғир металлар ионларининг фермент фаоллигига таъсирини ўрганиш.

#### **Сиз биласизми?**

- Рақобатбардош ва рақобатлаша олмайдиган ферментларни тежаши;
- Ферментлар фаолиятини тартибга солиш;
- Аллостерик тартибга солиш.

#### **Таянч иборалар:**

*ингибитор, кинетик боғлиқлик, активатор, аллостерик тартибга солиш, энзим-диагностика*

Ингибиторлар иштирокида каталитик фаолиятини камайтириш ферментлар фаолиятини тежалиши деб аталади. Ингибиторлар — фермент фаоллигининг пасайишга олиб келадиган моддаларни киритиш мумкин.

Ингибиторлар ферментатив каталитик механизмларни, организмнинг метаболизм йўлларида ажратилган ферментларнинг ролини аниқлашга имконият беради. Кўпгина доривор препаратлар ва заҳарларнинг таъсири ферментлар фаоллигини тежашга асосланган, шунинг учун бу жараён механизmlарини билиш молекуляр фармокология ва токсикология учун жуда муҳимдир.

Ингибиторлар турли даражадаги кучга эга ферментлар билан таъсир ўтказиш имкониятига эга. Бунинг асосида қайтар ва қайтмас ингибиторларга ажралади.

#### **Қайтар ингибиторлар (тежаш).**

Қайтариладиган ингибиторлар фермент билан заиф ковалентсиз боғланишлар ёрдамида бирикади ва белгили шароитларда ферментлардан осон ажралади.

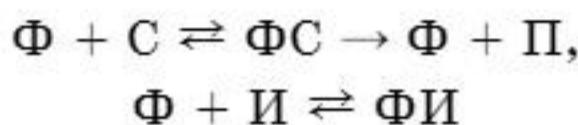
Қайтариладиган ингибиторлар *рақобатбардош* ва *рақобатлаша* олмайдиган бўлади.

**Рақобатбардош ингибиторлар.** Ферментнинг фаол маркази билан боғланган фермент-субстрат комплексининг пайдо бўлишига қаршилик кўрсатадиган ингибиторлар ҳосил қилган ферментатив реакция тез-



лигини қайтарилишини пасайишига айтилади. Агар ингибитор субстрат структураси асл нусқа бўлса, натижада субстрат молекуласи билан ингибитор орасида ферментнинг фаол марказидаги ўрин учун рақобатлик пайдо бўлади. Бу ҳолда, фермент ( $\Phi$ ) билан субстрат ( $C$ ) фермент-субстратни ( $\Phi C$ ) ёки ингибитор ( $I$ ) фермент-ингибитор ( $\Phi I$ ) комплексларини ташкил қилувчи ингибитор ўзаро таъсиранади.

Фермент билан ингибитор ( $\Phi I$ ) комплекси тузилганда реакция маҳсулоти ( $M$ ) ҳосил бўлмайди. Ингибирларни рақобат турида қуйидаги тенгламадан фойдаланамиз:



Бундай тежаш доривор препаратлар сифатида кузатилади. Бунда қуйидаги антиметаболитлар қўлланилади: Қуйидаги антиметаболитлар қўлланилади: юқумли касалликларни даволашда сулфаниламид препаратлари (парааминоベンゾик кислотанинг асли нусқаси), саратон касаллигини даволаш учун нуклеотиднинг асли нусқалари ишлатилади.

*Рақобатлаша олмайдиган ингибирлар.* Рақобатлаша олмайдиган ингибитор фермент билан фаол марказдан ажралиб турадиган ҳудудда таъсиранганда ферменттатив реакциянинг ингибирланишига айтамиз. Рақобатлаша олмайдиган ингибиторлар субстрат структурасининг асли нусқаси бўлиб ҳисобланмайди. Рақобатлаша олмайдиган ингибиторлар ферментлар билан ёки фермент-субстрат комплекси билан бирекиб, фаол бўлмаган комплексни ҳосил қиласи. Рақобатлаша олмайдиган ингибитор биректирувчи фермент молекуласининг конформацияси ўзгариради, бунда субстрат ферменти фаол маркази билан ўзаро таъсираниши бузилади, бу эса ферменттатив реакциянинг тезлигини пасайишига олиб келади.

Ушбу ингибирнинг тури ферменттатив реакциянинг максимал тезлигининг пасайиши ва субстрат ферментга ўхшашлигини пасайиши билан тавсифланади.

### Қайтмас ингибирлар.

Қайтмас ингибирлар ингибитор молекуласи ва фермент орасида ковалентли барқарор боғланишлар шаклланишини кузатилган. Кўпинча ферментнинг фаол маркази модификацияга учрайди. Натижада фермент каталитик функциясини бажара олмайди.

Қайтмас ингибиторга оғир металлар, масалан, символ ( $Hg^{2+}$ ), кумиш ( $Ag^+$ ) ва мишъякнинг ( $As^{3+}$ ) ионлари киради, улар кичик концентрацияда бўлиб, фаол марказнинг сульфидрил гуруҳларини фоалиятини тўхтатади. Бундай ҳолда, субстрат кимёвий ўзгаришларга дуч келмайди. Реактиваторлар бўлганда ферменттатив функцияси қайта тикланади. Юқори концентрацияларда оғир металл ионлари ферментнинг оқсил

молекуласининг денатурациясига олиб келади, яъни ферментнинг тўлиқ инактивациясига олиб келади.

### *1. Махсус ва носпецифик ингибиторлар.*

Қайтмас ингибиторлардан фойдаланиш ферментларнинг таъсир механизмини тушунтириш учун катта қизиқиш уйғотади. Шу мақсадта ферментларнинг фаол марказининг маълум гуруҳларини тўсиб қоядиган моддалар қўлланилади. Бундай ингибиторлар носпецифик деб аталади. Бир қатор бирикмалар маълум кимёвий гуруҳлар билан реакцияга киришади. Агар бу гуруҳлар каталитик жалб қилинган бўлса, у ҳолда, унда фермент иноктивацияси юради (фаоллигини пасайишга олиб келади).

*2. Ферментларнинг қайтмас ингибиторлари доривор моддалар сифатида қўлланилади.* Ферментлар қайтмас ингибир асосида доривор препаратлардан мисол сифатида кенг қўлланиладигани аспирин ишлатилади. Яллиғланишга қарши ностероид препарат аспириннинг фармакологик таъсири арахидон кислотасининг простагландинлар шакллантириш реакциясини катализловчи циклооксигеназа ферментини ингибир орқали таъминлайди. Кимёвий реакция натижасида аспириннинг ацетил қолдиғи циклооксигеназа субирилакларнинг бирини учидаги бўш NH<sub>2</sub>-гуруҳига бирикади. Бу кенг спектрли биологик функцияларни бажарадиган, шу жумладан яллиғланувчи медиаторлар бўлиб ҳисобланувчи простагландинлар реакция маҳсулотларининг ҳосил бўлишини камайтиради.

**Ферментни фаоллаштириш.** Ҳар хил активаторлар ферментнинг фаол маркази билан ёки ундан ташқарисида боғланиши мумкин. Фаол марказларга таъсир қилувчи активаторлар гуруҳига қўйидагилар: металл ионлари, коферментлар, субстратнинг ўзлари киради.

Металлар ёрдамида бўладиган активация турли механизмлар орқали юради:

- металл фаол марказининг каталитик қисмининг таркибиға киради;
- металл билан субстрат комплексни ҳосил қиласида;
- металл туфайли субстрат билан ферментнинг фаол маркази ўртасида кўприклар ҳосил бўлади.

**Субстрат ҳам активатордир.** Субстрат концентрациясининг ортиши билан реакция тезлиги ошади, субстрат тўйинган концентрациясига эришгандан сўнг, бу тезлик ўзгармайди.

Агар активатор ферментнинг фаол марказидан ташқарида боғланса, у ҳолда ферментнинг ковалент модификацияси содир бўлади.

*Ферментли препаратлар* тиббий амалиётда диагностика (фермент диагностикаси) ва терапевтик (фермент терапияси) воситаси сифатида ишлатилади. Бундан ташқари, ферментлар бир қатор моддаларни аниқлаш учун ўзига хос реактивлар сифатида ишлатилади. Шундай қилиб, глюкоза оксидаза сийдикда ва қонда глюкоза миқдорини



аниқлаш учун ишлатилади. Уреаза ферменти қон ва сийдикда сийдикчил міңдорини аниқлаш учун ишлатилади. Турли дегидрогеназалар ёрдамида тегишли субстратлар аниқланади, масалан, пируват, лактат, этил спирти ва бошқалар.



**Энзимдиагностика.** Энзимдиагностиканың мақсади—бу касал инсоннинг биологик суюқликларида фермент фаоллигини аниқлашга ташхисини қўйишга(ёки синдром)асосланади. Фермент диагностикаси принциплари қўйидаги позицияларга асосланади:

- хужайралар қондан ёки бошқа биологик суюқликлардан (масалан, сийдикдан) заарланганда, шикастланган хужайраларнинг хужайра ичидағи ферментларнинг концентрацияси ошади;
- чиқарылган фермент міңдори уни аниқлаш учун етарли;
- хужайра заарланганда аниқланган биологик суюқликдаги ферментларнинг фаоллиги етарлича узоқ вақт барқарор бўлиб, нормал қийматлардан фарқ қиласди;
- бир қатор ферментлар маълум органларда устунлик қиласди ёки мутлақо локализацияга эга (органнынг ўзига хос хусусияти);
- бир қатор ферментларнинг хужайра ичидағи локализациясида фарқлар мавжуд.
- Энзимотерапия -бу ферментларни доривор сифатида ишлатишdir.

Ферментларни терапевтик воситалар сифатида қўллаш. Ферментларни терапия воситалири сифатида ўзининг юқори иммуногенларига боғлик кўплаб чекловлар бўлади. Унга қарамасдан энзимотерапия қўйидаги йўналишларда фаол ривожланиб келади:

- ўрнини босувчи терапия — ферментлар етишмовчилиги ҳолатида фойдаланиш;
- комплекс терапия элементлари — бошқа терапия билан биргаликда ферментлардан фойдаланиш.
- Ўрин босувчи энзимотерапия ҳазм қилиш ширалари етарли даражада бўлмаганлиги туфайли ошқозон-ичак йўлларининг касалликларида фойдаланади. Масалан, пепсин ахилияда, гипо ва анацид гастритларида қўлланилади. Панкреатит ферментларининг этишмовчилиги ошқозон ости безининг асосий ферментлари бўладиган препаратлар (фестал, энзистал, мезим форте ва бошқалар) ичга қабул қилиш билан тенглаштириш мумкин.

### **Билимингизни текширинг:**



1. Ингибиторнинг таъсир қилиш механизмини айтиб беринг.
2. Ферментлар фаолиятини тартибга солишининг аҳамиятини айтиб беринг.



1. "Ферментатив фаолиятини ингибирлаш" маъносини тушунтиринг.
2. Ферментларни иммобилизация қилиш усусларини айтиб беринг.



1. Доривор препаратлар ва оғир металл ионларининг фермент фаоллигига таъсирини таҳлил қилинг.
2. Ферментларни рақобатбардош ва рақобатлаша олмайдиган ингибирларни тавсифланг.
3. Мусбат эфектор — АДР ва манфий эфектор — АТРнинг ингибир диаграммасини тузинг.



1. Рақобатбардош ва рақобатлаша олмайдиган ферментларнинг ингибирларини таққосланг.
2. Ферментнинг фаолигини аллосторик тартибга солишини диаграмма тарзида кўрсатинг.
3. Ферментлар пайдо бўлишининг эволюцион аҳамияти нимада ва улар тирик организмлар учун қандай афзалликларга эга?



1. Таклиф этилган тажриба схемасидан фойдаланиб, дориларнинг фермент фаолигига ингибир қилинадиганта ъсирини тушунтириңг.



2. Ферментларни доривор препаратлар сифатида фойдаланиш келажак авлод учун зиёни тегадими? Бахс мунозара (дебат) үтказинг.

## № 2-лаборатория иши

### Активаторлар ва ингибиторларнинг фермент реакциялар тәзлигига таъсири

Ферментнинг каталитик таъсири кўп даражада белгили бир моддаларга боғлиқ бўлади, уларнинг айримлари ферментатив фаоллигини оширса, қолганлари эса ингибиторлайди. Моддаларнинг биринчи груп ферментлари активаторлари, иккинчиси — ингибиторлари ёки парализаторлари деб аталади. Таъсир этувчи механизм жуда мураккаб бўлади, лекин кўпинча ферментнинг тиниклашиши ёки ферментнинг фаол марказига кирувчи функционал групчлар билан боғланади.

*Ишининг мақсади.* Активаторлар ва ингибиторларнинг амилаза фермент фаоллигига таъсирини баҳолаш.

*Керакли қуроллар ва материаллар.* Амилаза (сўлак) эритмаси, 1% крахмал эритмаси, йод эритмаси (Люголь эритмаси), натрий хлорид эритмаси, мис сульфат эритмаси.

*Ишининг бориши.* Учта пробиркага бўлинг

1да — 2,0 мл дистилланган сув;

2да — 1,6 мл дистилланган сув + 0,4 мл 1 % натрий хлорид эритмаси;

Зда — 1,6 мл дистилланган сув + 0,4 1 % мис сульфат эритмаси ўлчаб қўйилади.

Ҳар бир пробиркага 0,5 мл сўлак қўшилади, шиша идишининг таркиби аралаштирилади ва 1,0 мл 1%-ли крахмал эритмаси қўшилади. Яна аралаштириңг ва хона ҳароратида туришга қолдириңг.

Рангнинг пайдо бўлишини кузатинг. Орадан 10—15 мин. сўнг йод билан ҳар бир пробиркада бўладиган рангли реакция содир бўлади. Бунинг учун ҳар бир пробиркадаги таркибидан 2—3 томчи ўлчаниб олиниб, уларни 1 томчи йод эритмаси билан бўялган суви бор бўлган пробиркага томизилади (ҳар бири 1 мл).

Олинган натижаларни 4-жадвалга тўлдириңг.

### Активаторлар ва ингибиторларнинг амилаза фаоллигига таъсири

Фермент	Субстрат	Ферментнинг таъсир Этиш вақти, мин.	Йод қўшилгандан кейин суюқликнинг бўялган, қўшилган моддалар: сув, натрий хлорид, мис сульфат
Амилаза	Крахмал		
Амилаза	Крахмал		
Амилаза	Крахмал		

Ферментнинг анорганик катализаторлардан фарқи, улар — субстрат хусусиятларига зга, уларнинг пастки қатламларига нисбатан ферментларнинг мүзига хос хусусияти турилийлар билан намоён бўлади. Ферментларнинг маҳсуслиги ҳар хил қўринишга зга. Улар фермент томонидан катализацияланган кимёвий реакция турига хос хусусиятни ва субстрат учун ўзига хосликни фарқлайдилар. Ушбу икки хил ўзига хослик ҳар бир ферментда мавжуд. Субстратнинг ўзига хос хусусияти ферментнинг фақат маълум бир кимёвий тузилишга зга бўлган субстратнинг конверсиясини катализлаш қобилиятида намоён бўлади.

Шундай қилиб, амилаза ферменти крахмалда  $\alpha$  (1—4)-гликозидли алоқаларни парчалайди, охирги маҳсулот мальтоза дисахарини (1,4-глюкозидоглюкоза) хосил қиласди.

Лаборатория натижаларини ёзиб олинг.

Хулоса: ишнинг мақсади бажарилдими, жадвални тўлдиринг, якуний натижалар ва улар адабиётда маълум бўлган маълумотларга мувофиқми?

#### 4-§. ТРАНСКРИПЦИЯ. ПРЕ-М РИБОNUКЛЕИН КИСЛОТАСИНГ ПОСТТРАНСКРИПЦИОН МОДИФИКАЦИЯСИ. ТРАНСЛЯЦИЯ БОСҚИЧЛАРИ.

##### Бу дарсда сиз:

- оқсил биосинтез жараёнида транскрипция ва трансляцияни тавсифлаб ўрганасиз;
- пре-м рибонуклеин кислотасининг посттранскрипцион модификациясининг ролини ўрганасиз.

##### Сиз биласизми?

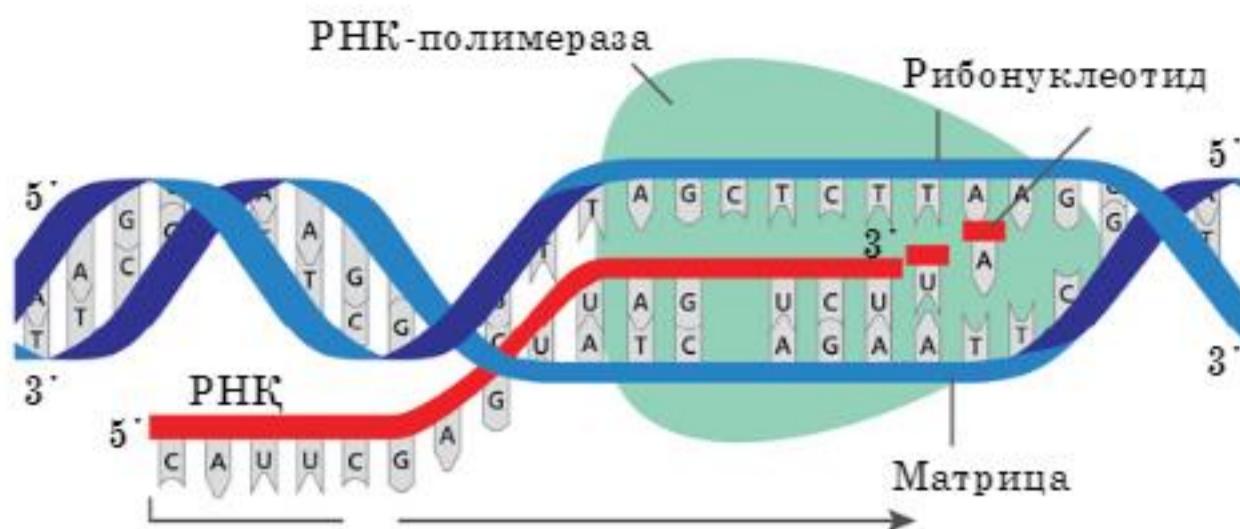
- транскрипция тамойилларини;
- посттранскрипцион модификацияни;
- трансляция жараёнини тавсифлашни.

##### Таянч иборалар:

Оқсил синтези, транскрипция, матрица, адаптерлар, TATA-бокс, трансляция

**1. Транскрипция (РНК синтези).** Оқсил синтези бошлашдан олдин, уларнинг тузилиши тўғрисидаги маълумот ДНКдан “олиниши” ва оқсил синтези жойига етказилиши керак. Шу билан бирга, ҳужайрада аминокислоталарнинг транспорт воситалари бўлиб- транспорт РНК ва оқсилларин синтезловчи органелаларнинг компонентлари — рибосома РНК керак. Транспорт ва рибосома РНК компонентлари ҳақида барча маълумотлар ДНКда жойлашади. Шунинг учун ДНКдан РНКга кўчириб ёзиш ёки *транскрипция* жараёни (инглизча *transcription* — кўчириб ёзиш) — ДНК матрицасида РНКнинг биосинтези юради.

Транскрипция ҳар қандай организмда генетик ахборотни юзага ошириш — генлар экспрессияси биринчи босқичи бўлиб ҳисобланади. Бирламчи транскрипторлар фақат етук м-РНК — пре-м-РНКнинг асосин олдин ўтган



10-расм. Транскрипциянинг чизмаси

бўлиб ҳисобланади, улар ўз функциясини бажаришдан олдин *посттранскрипцияли модификация* деб аталаувчи ўзгаришларга учрайди.

Ҳар қандай матрицали биосинтези каби транскрипцияда 5 та муҳим бўлган элементлар бўлади:

- матрица — ДНК занжирининг бири;
- ўсаётган занжир — РНК;
- синтезга қилиш учун субстрат — рибонуклеотидлар (УТФ, ГТФ, ЦТФ<sup>1</sup>, АТФ);
- энергия манбаи — УТФ, ГТФ, ЦТФ, АТФ;
- РНК ферментлари — полимеразалар ва транскрипциянинг «оқсил» омиллари.

РНК биосинтези транскриптон деб аталувчи ДНК қисмида содир бўлади, у бир томонидан промотор билан (бошида) чегараланса, иккинчи томонидан — терминатор билан (якуни) чегараланади.

Эукариотларнинг РНК-полимеразалари иккита катта суббирлик ва бир нечта кичик суббирликларга эга.

Транскрипция принциплари:

- комплементарлик — м-РНК ДНКнинг матрицали занжирига комплементар ва ДНКни кодловчи занжирига ўхшаш бўлади; антипараллели;
- униполяр; РНК полимеразага праймер зарур бўлмайди;
- асимметрия.
- Хуллас, транскрипция жараёни учун барча иштирокчилар бўлиши шарт:
  - Нуклеотидлар (м-РНК занжирининг ўсиши учун);
  - Матрица — ДНК;
  - Транскрипция ферментлари — РНК-полимеразалар (10-расм)

Дастлаб, эукариотларда аввал пре-м-РНК ҳосил бўлиши керак. Етук м-РНКлар ўзларининг биосинтези (ядрода) жойлашган жойдан транс-

<sup>1</sup> УТФ — уридитрифосфат; ГТФ — гуанозитрифосфат; ЦТФ — цитидитрифосфат.



крипция қилинган жойга (цитоплазматик рибосомалар) етказиш керак. Натижада, мос келадиган ген таркибидаги ирсий маълумотларнинг маъноси транскрипциядан сўнг ўзгаради.

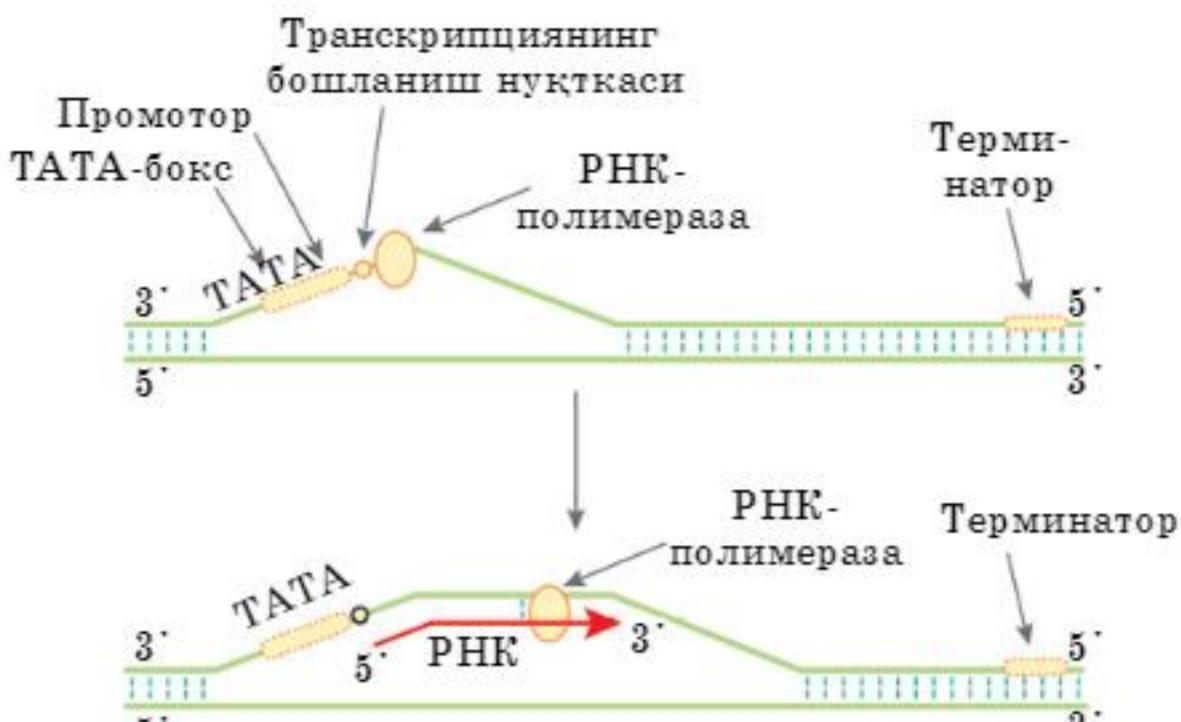
РНКнинг посттранскрипцияли модификациялари, асосан эукариотларга хос, уларнинг генларида мозаикали структурага боғлик бошланғич транскрипталар сифатида экзонлар ва инtronлар кетма-кетлигини таъминлайди. м-РНК асосини қабул қилувчилар кўпинча транскрипцияли модификацияга учрайди, бунинг натижасида унинг 5'-якуний нуклеотидига маҳсус холда гуанозин қолдиги “қалпоқчалар” — кўп тузиб бирекади. Бу транскрипцияли модификация инtronлар (маъноли ахборот бўлиши) кетма-кетлигини узилиши ва м-РНКнинг узлуксиз кодлаш навбатини тузувчи экзонларни (генда ахборотнинг бўлиши) бирекиши билан м-РНК жараёнига келаси босқичдаги — сплайсинг учун шароит яратади. Бир вактнинг ўзида 3'-учидан эндонуклеазни парчалаш йўли билан РНКнинг ортиқча фрагменти олинади, қолган қисми поли (A) кетма-кетликда қўшилади. Ушбу реакциялар тўпламига м-РНКнинг *полиадениляцияси* дейилади.

Бундай ўзгариш пре-м-РНКнинг котранскрипциялик ва посттранскрипциялик модификацияларидан кейин ҳосил бўлган ва етилган муайян м-РНК ядродан цитоплазмага, яъни захирада турувчи ёки рибосомалар орқали унумли трансляцияланувчи ўзининг маҳсус ҳужайранинг ўрнига кўчирилади. Посттранскрипцион модификациялар босқичларини ҳар бирiga хос генларнинг экспрессияси тартибга солиш учун фойдаланиш мумкин.

**Трансляция** (лот. *translatio* — “таржима”) — бу рибосомада қабул қилинган ахборотни РНК матрицасида аминокислоталардан оқсилни синтезлаш жараёнидир.

Оқсил синтези ҳужайралар фаолиятининг асосидир. Бу жараённи амалга ошириш учун барча организмларнинг ҳужайраларида маҳсус органелалар — *рибосомалар* мавжуд. Рибосомалар — бу иккита катта ва кичик суббирликлардан тузилган рибонуклеопротеин комплекслари бўлиб ҳисобланади. Рибосомаларнинг функцияси мРНКнинг учнуклеотид кодонларини аниқлаб, уларга аминокислоталарни ташишга хос келувчи тРНК антикодонларини таққослаб, шу аминокислоталар оқсилнинг узунлашиб бораётган занжирига бирекиб боради. м-РНК молекуласи бўйлаб ҳаракатланиб рибосома оқсилни мРНК молекуласидаги маълумотларга мувофиқ синтез қиласи.

Аминокислоталарни таниш учун ҳужайрада маҳсус «адаптерлар», транспорт-РНК молекулалари бўлади. Ушбу молекулалар шаклининг беда барига ўхшаш бўлади, мРНК кодонига комплементарли майдонга (антикодон), шунингдек ушбу кодонга мос келадиган аминокислоталар бирекадиган бошқа майдон бўлади.



11-расм. Трансляция жараёни нинг чизмаси

тРНКга аминокислоталар бирикиши энергияга боғлиқ ферментлар аминоацил-т-РНК синтетазалар орқали амалга ошади, пайдо бўлган молекула аминоацилтРНК деб аталади. Шундай қилиб, трансляциянинг махсус мРНК кодони ва тРНК антикодони орасида ўзаро тъсиirlаниш орқали, шу жумладан аминокислоталарнинг қатиъан ман этиладиган уларга хос келадиган тРНКга бириктирадиган аминоацил-*t-RNК* синтетазалари махсус аниқланади. Масалан, ГГУ кодонига ЦЦА антикодонини ўз ичига олган тРНК тўғри келади ва бу тРНКга факат глицин аминокислотаси бирикади.

Трансляция жараёни қуйидагиларга бўлинади:

**Инициация** — рибосома бошланғич кодонни таниши ва синтездан бошланиши.

**Элонгация** — аслида оқсилнинг ўзи.

**Терминация** — терминация кодонини (стопкодон) таниши ва махсулотни ажратиш.



Ўқиш доираси. Ҳар бир кодонда учта нуклеотид мавжуд, бир хил генетик матнни уч хил усулда (биринчи, иккинчи ва учинчи нуклеотидлардан бошлаб), яъни уч хил доираларида ўқиш мумкин. Баъзи бир қизиқарли хусусиятлардан ташқари, фактат битта ўқиш майдончасида кодланган маълумотлар муҳимдир. Шунинг учун, АУГ кодонининг бошланғич жойлашуви — трансляция бошланганда рибосомани тўғри жойлашиши протеин синтези учун жуда муҳимдир.

**Инициация.** Оқсил синтези кўп ҳоларда метионини кодловчи АУГ кодон бошланади. Ушбу кодон одатда, старт ёки *инициатор* деб аталади. Трансляция инициацияси рибосоманинг шу кодонни таниши ва инициатор аминоацил т-РНКни жалб қилишга қаратилган. Трансляцияни инициацияси учун старт-кодон қисмларида белгили бир нуклеотид кетма-кетлиги бўлиши керак. м-РНКнинг 5'-учини ҳимоя қилишда муҳим ролни 5'-кўп бажаради.



Старт АУГни таркибіда алоҳида турувчи кетма-кетлик бўлиши керак, агар бундай ҳолатда бўлмаса оқсил синтезининг инициацияси барча АУГ-кодонларга чалкашлик ҳолатида таъсир этади.

Про- ва эукариотларда трансляция инициациясининг механизмлари бир-бирига мутлоқ ўхшамайди: прокариот рибосомалар старт АУГ ни топиб, синтезлашни м-РНК хохлаган қисмларидан бошлиши мумкин, эукариот рибосомалар эса одатда, м-РНКнинг кўп қисмларига бирикиб, старткодонни қидириш мақсадида уни кўчириб олади.

Промоторда (ДНК нуклеотидларни кетма-кетлиги) транскрипциянинг старт белгиси ТАТА-бокс ҳисобланади (1.11-расм). ТАТА-бокс боғлаб инициациянинг биринчи омили деб ТАТА-фактор боғлаб оладиган ДНК нуклеотидларининг белгили бир кетма-кетликни атайди. Ушбу ТАТА-фактор транскрипцияда шаблон сифатида фойдананувчи РНК-полимеразанинг ДНК ипига (ДНК матрица ипи) бириктирилишини таъминлайди. Промотор ассиметрия ("ТАТА") бўлганлигидан, у РНК-полимеразани факат битта йўналишга боғлайди, бу транскрипциянинг 5'-учидан 3'-учи томон ( $5' \rightarrow 3'$ ) йўналишини аниқлайди. РНК-полимеразанинг промотор билан боғлаш учун инициациясининг яна бир омилли —  $\sigma$ -фактор (юнонча  $\sigma$  — "сигма") талаб қилинади, аммо РНКнинг бошланғич қисмининг (узунлиги 8—10 рибонуклеотидлар) синтезидан кейин  $\sigma$ -омил ферментдан ажратилади.

Инициацияни бошқа омиллари РНК-полимераза олдин ДНК спиралини бўшатади.

**Элонгация.** Полипептид занжирини узайтириш жараёнига элонгациянинг иккита оқсил омиллари қатнашади. Биринчи оқсил омили (эукариотларда — EF-а, прокариотларда — EF-Tu) аминоацилланган ("зарядланган" аминокислоталар) т-РНКни рибосомага кўчиради. Рибосома т-РНК боғланган пептиднинг ўтишини ва у ерда жойлашган аминокислоталар қолдиғи билан пептид алоқасини ҳосил бўлишини катализ қиласи. Шундай қилиб, пептид ўсиб яна бир аминокислота қолдиғи томон чўзилади. Шу тарикада пептид ўсиб яна бир аминокислота қолдиғи томон чўзилади. Сўнгра иккинчи оқсил транслокацияни катализлайди. **Транслокация** — рибосоманинг м-РНК орқали битта триплет томонга ҳаракатланади, шундан сўнг рибосома янги бўшлиқقا айланишига тайёр бўлади.

Элонгациянинг оқсил омиллари РНК-полимеразани ДНК бўйлаб ҳаракатланишини таъминлайди ва ДНК молекуласини тахминан 17 нуклеотид жуфтлигини ажратиб олади. РНК-полимераза секундига 40—50 нуклеотид тезлиги билан  $5' \rightarrow 3'$  йўналишига ҳаракатланади. Фермент бир вақтнинг ўзида субстрат ва энергия манбаи сифатида АТФ, ГТФ, ЦТФ, УТФ дан фойдаланади.

**Терминация** — оқсил синтезининг якуни, рибосоманинг А-сайтида УАГ, УАА, УГА — стоп-кодонларнинг (триплетларнинг) бири бўлган

да амалга оширилади. Бу кодонларга мос т-РНК йүқ бўлганилигидан пептидил-т-РНК рибосоманинг Р-сайти билан боғланган ҳолати қолади.

Бу ерда полипептид занжирининг м-РНКдан ажралишни катализловчи RF1 ёки RF2, шунинг билан бирга рибосомадан м-РНКнинг диссоциацияни ҳосил қиласиган RF3 маҳсус оқсиллар ҳаракатга киришади. RF1 А-сайтида УАА ёки УАГ танийди; RF-2 УАА ёки УГА танийди. Бошқа стоп-кодонларга нисбатан, УАА билан терминация фойдали бўлади. РНК-полимераза терминацияловчи кодонларга етганда тўхтайди.



Қозоғистонда молекуляр биологиянинг асосчиси, академик, профессор Мурат Абенович Айтхожин илм-фан оламида биринчилардан юксак организмларларда, шу жумладан ўсимликларда оқсилни синтезловчи аппаратларда солиштирма тадқиқотлар олиб борди ва унинг тадқиқот гуруҳи юқори молекулали (рибосома бўлмаган) рибонуклеин кислоталардан иборат ва маҳсус оқсилдан ташкил топган — ўсимликлар информасома синфини очдилар.

### **Билимингизни текширинг:**



1. Транскрипция механизмини айтиб беринг.
2. Пре-м рибонуклеин кислотасининг посттранскрипция модификациясининг аҳамиятини тушуниринг.



1. Транскрипция тамоилларини тушуниринг.
2. Оқсил синтезида ҳужайра фаоллиги асосини айтиб беринг.



1. Аминокислоталарни аниқлаш учун маҳсус "адаптерларни" таҳлил қилинг.
2. Транскрипция жараёнининг диаграммасини тузинг.



1. Трансляция ва транскрипция жараёнларининг хусусиятларини таққосланг.
2. Трансляция босқичларини тавсифланг.



1. Қозоғистонлик информасома жараёнини кашф этган ва молекуляр биологиянинг асосчиси бўлган олим М. А. Айтхожиннинг тадқиқотига оид реферат тайёрланг.
2. Инициация, элонгация, терминация мавзулари бўйича синквейн тайёрланг.

## **5-§. ГЕНЕТИК КОДНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ: ТРИПЛЕТ, ДЕГЕНЕРАТИВЛИК, УЗЛУКСИЗЛИК, ПАРАЛЛЕЛЛИК, СПЕЦИФИК (ЎЗИГА ХОСЛИК), КЕСИШМОҚЛИК, УНИВЕРСАЛЛИК**

### **Бу дарсда сиз:**

- генетик коднинг хусусиятларини ўрганасиз;
- "Генетик код" термини билан танишасиз.

### **Сиз биласизми?**

- турли хил генотипдаги одамлар ўртасидаги фарқларнинг сабаби;
- ирсий ахборотларни кодлаш;
- оқсил таркибидаги аминокислоталар кетма-кетлиги тўғрисида ахборотларни ёзиб олиш системаси.

**Таянч иборалар:**

Генетик код, кодон, стоп-кодон, триплет, дегенеративлик, универсал, бир-бирига зид келмаслик

Ер юзида 7 миллиарддан ортиқ одам яшайды. Бир тухум ұжайрада ривожланган 25—30 млн. әгизаклардан ташқари барча одамлар генетик жиҳатдан фарқ қиласы. Бу одамларнинг ҳар бири үзиге хос бўлиб, хулқатвори, қобилиятларини, темперамент ва шу каби бошқа фазилатлари ирсий хусусиятларини борлигини англатади. Одамлар ўртасида бундай фарқларни нима англайди? Албатта, бу — уларнинг генотипларидаги фарқли, яъни маълум бир организм генларининг тўпламлари. Генотип ҳар бир инсон учун, шу жумладан алоҳида ҳайвон ёки ўсимликлар учун ноёбdir. Одамнинг генетик белгилари унинг организмида синтезланган оқсилларда мужассамлашган. Демак, бир одамнинг оқсили иккинчи одамнинг оқсилидан оз бўлса ҳам фарқ қиласы. Шунинг учун органларни трансплантация қилиш масаласи қийинлашади, озиқ маҳсулотларга, ҳашоратларнинг чақишига, ўсимликларнинг чангига ва ҳоказолар аллергик реакцияларнинг пайдо бўлишига олиб келади. Айтилган жумлада одамларда бир хил оқсил учрамайди дегани эмас. Бирдек функцияни бажарувчи оқсиллар бир хил бўлиши мумкин ёки бир-биридан бир-икки аминокислотада бир оз фарқ қиласы. Ер юзида барча оқсиллари бир хил бўлган одамлар (бир тухум ұжайрали әгизаклар бундан мустасно) мавжуд эмас.

Ген — бу ирсий ахборотларнинг элементар бирлиги. Одамда 25 — 30 мингдан ортиқ ген бўлади.

**ГЕНЛАР****Тартибга солувчи**

Ахборот ўқилишини фаоллаштиради ёки қийинлаштиради

**Структуралы**

Оқсилларнинг бирламчи структурани кодлайди, р-РНК ва т-РНК

Оқсилларнинг бирламчи структураси ҳақидаги ахборотни ДНК молекуласининг қисмида, генда нуклеотидларни кетма-кет ҳолатда кодлайди. Ген — бу организмда ирсий ахборотнинг бир бирлиги. Ҳар бир ДНК молекуласида кўплаб генлар мавжуд. Организмдаги барча генлар тўплами бу унинг генотипидир.

Ирсий ахборотни кодлаш генетик код ёрдамида амалга оширилади.

Генетик код, у аминокислоталар коди деб ҳам юритилувчи — бу структурада аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц) ва тимин (Т) каби 4 та азотли асосларнинг бири бўлган нуклеотид қолдиқларини кетма-кет жойлашиши ёрдамида ДНКда оқсил аминокислоталарининг кетма-кет

жойлашиши ҳақидаги ахборотни ёзиш системаси. Бирок, құшбоғ спиралли ДНКнинг битта ипида оқсил синтези ҳақидаги ахборот (масалан, РНК) ёзилган бўлсада, у тўғридан-тўғри иштирок этмайди, шунинг учун код РНК тилида ёзилади, унда тимин ўрнига урацил (U) киради. Шу сабабга кўра — код нуклеотидларнинг жуфтлари эмас, балки *нуклеотидларнинг кетма-кетлиги* дейиш одатий ҳолдир.

Генетик код маълум код сўзлари — кодонлар билан ифодаланади.

1961 йилда М. Ниренберг ва Г. Маттеи томонидан биринчи код сўзи расшифровка қилишган. Улар ичак таёқчасидан оқсил синтези учун зарур бўлган рибосомалар ва бошқа моддаларнинг экстракти олинди. Натижада, оқсил синтези учун ҳужайрасиз система ҳосил бўлди, бунда зарур бўлган м-РНК қўшилганда, муҳитда аминокислоталардан эркин оқсил синтезини амалга ошириш мумкин эди. Муҳитда урациллардан ташкил топган синтетик РНК қўшилганда, улар фактат фенилаланин (полифенилаланин) дан иборат оқсил ҳосил бўлганлигини аниқладилар. Шундай қилиб, УУУ (кодон) нуклеотид триплети фенилаланинга тўғри келиши аниқланди. Кейинги 5—6 йилда давомида барча генетик коднинг кодонлари аниқланди.

**Генетик код** — 20 аминокислоталар ёрдамида оқсилда ёзилган матни тўртта нуклеотиднинг ёрдамида таржима қилувчи кўп томонлама луғатdir. Оқсил таркибида учрайдиган бегона аминокислоталар 20 аминокислотадан бирининг модификацияси бўлиб ҳисобланади.

**Генетик коднинг хусусиятлари.** Генетик код қўйидаги хусусиятларга эга: триплет, узлуксизлик, параллеллик (коллинеарность), специфик (ўзига хослик), кесишмоқлик, дегенеративлик, универсаллик.

**Триплет** — ҳар бир аминокислота учта нуклеотидга мувофиқ бўлади.  $4^3 = 64$  кодон мавжудлигини ҳисоблаш осон. Уларнинг 61 таси маъноли, 3 таси маъносиз (терминаторловчи, стоп-кодонлар) бўлиб ҳисобланади.

Генлар орасида тиниш белгилари мавжуд — бу триплетлар стоп-кодонлар деб аталади. Улар битта полипептид занжирининг синтези якуни ҳақида сигнал беради. и-РНК кодонидаги ва оқсил молекуласи занжиридан тузилган шифрларни ўқиш учун маҳсус генетик код (қавс ичидаги — ДНК комплементари) жадвали мавжуд, улардан қўлланишини билиш керак (1-жадвал).

1-жадвал

#### Оқсил молекуласи занжиридан тузилган генетик коднинг расшифровкаси

Биринчи асослар	Иккинчи асослар				Учинчи асослар Ц(Г)
	У(А)	Ц(Г)	А(Т)	У(А)	
У(А)	ФЕН	СЕР	ТИР	ЦИС	У(А)
	ФЕН	СЕР	ТИР	ЦИС	Ц(Г)
	ЛЕЙ	СЕР	—	—	А(Т)
	ЛЕЙ	СЕР	—	ТИР	Г(Ц)

дағомы

Ц(Г)	ЛЕЙ ЛЕЙ ЛЕЙ ЛЕЙ	ПРО ПРО ПРО ПРО	ГИС ГИС ГИС ГИС	АРГ АРГ АРГ АРГ	Ү(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
A(T)	ИЛЕ ИЛЕ ИЛЕ ИЛЕ	ТРЕ ТРЕ ТРЕ ТРЕ	АСН АСН ЛИЗ ЛИЗ	СЕР СЕР АРГ АРГ	Ү(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
Г(Ц)	ВАЛ ВАЛ ВАЛ ВАЛ	АЛА АЛА АЛА АЛА	АСП АСП ГЛУ ГЛУ	ГЛИ ГЛИ ГЛИ ГЛИ	Ү(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)

Жадвалдан фойдаланиш принциплари: биринчи нуклеотид триплет чап томонда вертикал қатордан, иккинчи — юқорғи горизонтал қатордан, учинчи — ўнг томондаги вертикал қатордан олинади. Уча қатордан олинган нуклеотидлар кесишадиган чизиқлар үша аминокислотани номи бўлади (2-жадвал).

## 2-жадвал

## Аминокислоталарнинг қисқартирилган номи

Ала – аланин	Гли – глутамин	Сер – серин
Арг – аргинин	Глу – глутаминовая кислота	Тир – тирозин
Аен – аспарагин	Иле – изолейцин	Тре – треонин
Асп – аспарагиновая кислота	Лей – лейцин	Три – триптофан
Вал – валин	Лиз – лизин	Фен – фенилаланин
Гис – гистидин	Мет – метионин	Цис – цистеин
Гли – глицин	Про – пролин	

Узлуксизлик (нуклеотидлар орасида ҳеч қандай бўлувчи белгиларни бўлмаслиги) — ген ичидагининг бўлмаслиги: ҳар бир нуклеотид муҳим кодон таркибига киритилган. 1961 йилда Сеймур Бензер ва Френсис Крик тажриба юзасида коднинг триплетлиги ва унинг узлуксиз (иқчам) эканлиги исботланди.

Генлараро тиниш белгиларнинг бўлиши — триплетлар орасида минициацияловчи кодонларнинг (оқсил биосинтези шулардан бошланади) кодон-терминаторлари (оқсил биосинтезининг якунини билдиради) бўлади; тиниш белгилари шартли равишда пешқадам кетма-кетликдан кейин, биринчи, АУГ кодони туради. У бош ҳарф сифатида ишлатилади. Ушбу ҳолатда кодон формилметионини (прокариотларда) кодлайди. Полипептидни кодловчи ҳар бир геннинг охирида камидан 3/1 терминатор кодонидан ёки стоп-сигналлари мавжуд: УАА, УАГ, УГА бири бўлади. Улар трансляцияни тўхтатадилар.

**Параллеллик** — и-РНК кодонлари ва оқсил аминокислоталарнинг чизиқлар қатори мос келиши.

**Специфик** (ўзига хослик) — ҳар бир аминокислота фактат мос келадиган ва бошқа аминокислоталар ишлатиб бўлмайдиган кодонлар киради.

**Кесишмоқлик** — кодонлар бир йўналишда — биринчисидан иккинчисига қадар ўқилади.

Дегенеративлик ёки ортиқчалик — битта аминокислотани бир нечта триплет кодлай олади (аминокислота — 20, мумкин бўлган триплетлар — 64, унинг ичида 61 маъноли, яъни ўртacha ҳисобда олганда ҳар аминокислотага 3 кодон тўғри келади); фактат метионин (Met) ва триптофан (Trp) бундан мустасно. Коднинг бузилиш сабаблари шундаки, триплетнинг олдинги иккита нуклеотидлари асосий юкни ташийди, учинчиси эса унчалик аҳамиятга эга эмас. Демак, коднинг дегенератив қоидаси: агар олдидағи иккита кодон иккита бир хил нуклеотидга эга бўлса, лекин уларнинг учинчи нуклеотиди бир хил синфга (пурин ёки пиримидин) тегишли бўлганлиги сабабли, улар бир хил аминокислоталарни кодлайдилар.

Бироқ, ушбу идеал қоидадан иккита истисно мавжуд. Бу кодон АУА бўлиб, у изолейцин билан эмас, аксинча, терминатор бўлиб ҳисбланувчи метионин билан УГА кодони билан тугаши керак, шунда триптофанга қандай мос келиши керак. Коднинг дегенератив бўлиши, аниқ мослашувчанлик аҳамиятига эга.

**Универсаллик** — юқорида аталган генетиккодлар барча тирик организмлар учун характерлидир. (З-жадвал).

З-жадвал

Ко- дон	Универсал код	Митохондрияли кодлар			
		Умуртқалилар	Умуртқасизлар	Ачитқилар	Ўсимликлар
УГА	СТОП	Трп	Трп	Трп	СТОП
АУА	Иле	Мет	Мет	Мет	Иле
ЦУА	Лей	Лей	Лей	Трп	Лей
АГА	Арг	СТОП	Сер	Арг	Арг
АГГ	Арг	СТОП	Сер	Арг	Арг

Сўнгги вактларда коднинг универсал принциплари 1979 йилда Берелл томонидан инсон митохондриясининг идеал коди кашф этилгандан кейин ўзига хос бўлиб қолди. Коднинг ортиқчалик қоидаси талаб этгандек, митохондриялар кодида УГА кодон триптофанга мос бўлади, АУА кодони эса — метионинга. Эҳтимол, эволюция борасида барча содда организмлар митохондрия билан бир хил кодга эга бўлишган, кейинчаликда у озгина ўзгаришга дуч келган бўлиши мумкин.

—ЦАГУУУАГГ—  
1 2 3

Бир-бирига зид  
бүлмаган код

—ЦАГУУУАГГ—  
1 2 3

Бир-бирини устига  
тушган код

Код, барчага таниқли Морзе алифбосига ўхшайды, у ахборотларни нұқта ва чизиқлар билан кодлайды. Морзе алифбоси барча радиостарга учун универсал ҳисобланады, фарқлар фақат сигналдарни турли тилларга таржима қилишда. Генетик код барча тирик организмлар учун универсалдир, фақат генларни ҳосил қилувчи ва маълум организмнинг оқсилларини кодлайдиган нуклеотидларнинг алмашинишида фарқланады.

### Билимингизни текширинг:



- Ирсий ахборотларнинг кодланишини тавсифланг.
- Оқсил таркибидаги аминокислоталарнинг кетма-кетлеги түғрисида маълумотни ёзib олиш системасини тасвирлаб беринг.



- Жадвални дафтaringизга чизиб, түлдириңг.

Номи	Хусусиятлари	Жойлашиши
Кодон		
Антикодон		
Триплет		

- Кодон, антикодон триплет тушунчаларини таққосланг.
- Пептидда аминокислоталар кетма-кетлегини ДНКдаги кодонларнинг кетма-кетлегига қараб таққосланг – АЦА УАЦ ААТ УАЦ.



- Генетик коднинг спецификасига мисол келтириңг.
- Аминокислоталарнинг түлиқ ва қисқартирилган номларини ёзинг.



- Оқсил таркибидаги аминокислоталар кетма-кетлеги түғрисида эссе ёзинг.
- Генетик коднинг биологик аҳамиятини исботланг.

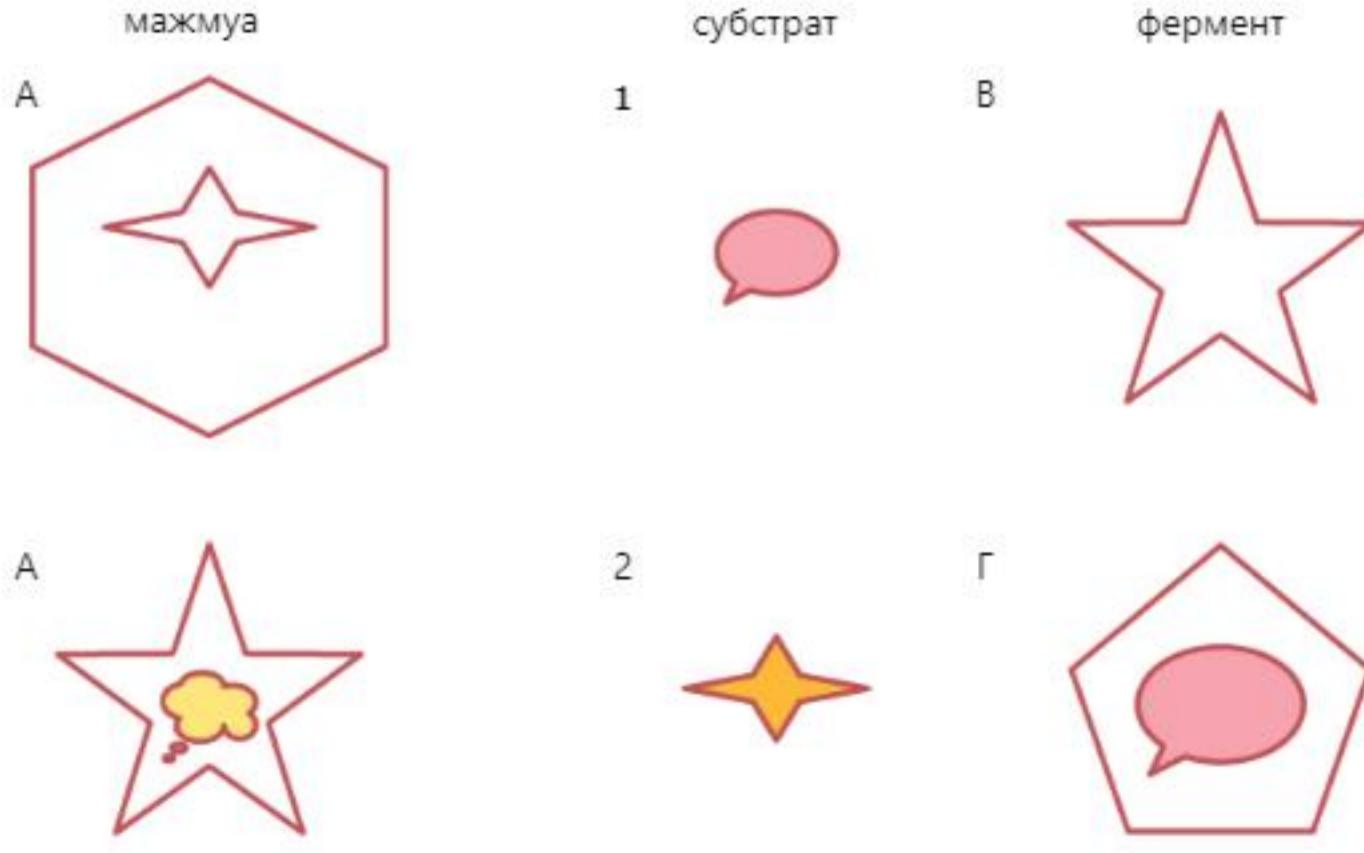


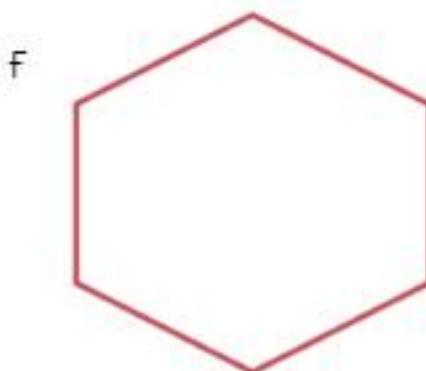
- Генетик коднинг комплементар принципларини эволюцион аҳамиятини баҳоңан. Нега XX асрнинг иккінчи ярмігача олимлар ирсий ахбротни ташувчиси ДНК эмас, балки оқсиллар эканлигига ишониши?
- Дарслиқдан ва Интернетдеги құшимча материаллардан фойдаланған ҳолда «Генетик экспертиза. Қариндошлиқ даражасининг исботи» мавзусига оид презентация тайёрланг.
- Генетик коднинг асосий хусусиятларини мұхоказа қилиңг.



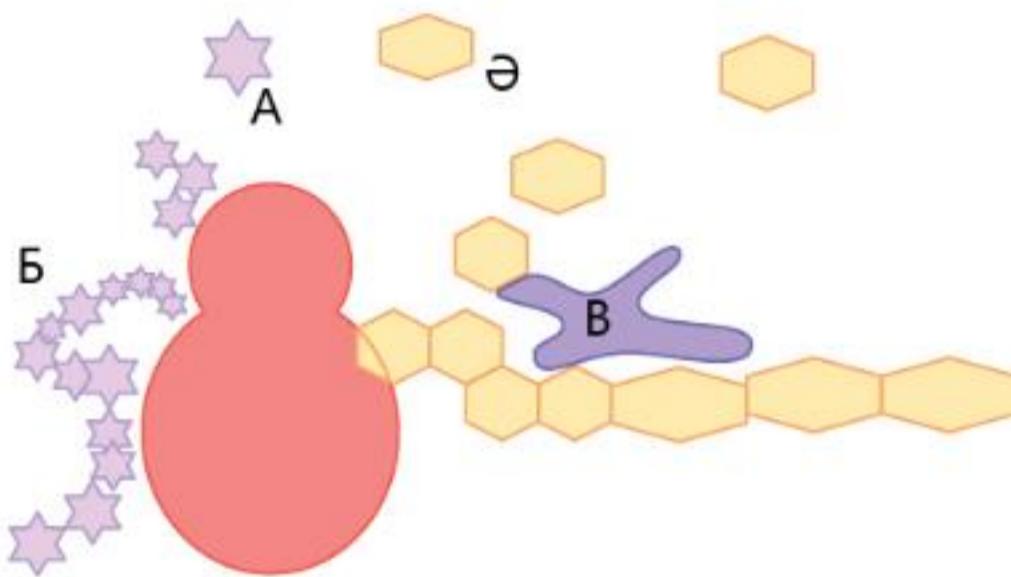
## I БОБ "МОЛЕКУЛЯР БИОЛОГИЯ ВА БИОКИМЁ" БҮЙИЧА САВОЛЛАР ВА ТОПШИРИҚЛАР

1. Антитаналарнинг хусусиятлари ва уларнинг организмдаги ролини айтиб беринг.
2. Антитаналарни ўрганиш учун тадқиқотнинг қайси усули қўлланилади? Ушбу усулларнинг афзаликлар ва камчиликларинин айтиб беринг.
3. Агглютинация терминини тушунтириңг. Буни тажрибада қандай кузатиш мумкин?
4. Антитаналарнинг фаол маркази қандай рол ўйнайди ва нима учун у комплементарлик хусусиятига эга эканлигини тушунтириңг.
5. Антитана шаклланишининг клонселекция назариясини таҳлил қилинг.
6. Ферментларнинг қандай хусусиятлари борлигини асосланг.
7. Ферментларнинг иммобилизация қилиш усулини айтиб беринг.
8. Ферментларни фаол марказининг қонуниятларини шаклланишини тушунтириңг.
9. Ферментларни ингибирлашни тушунтириңг. Рақобатбардош бўлмаган ингибиirlар билан солиштириңг.
10. Доривор воситаларнинг ферментларга таъсир қилиш механизмини айтиб беринг.
11. Оғир металлар ферментларга қандай таъсир қилишини тушунтириңг?
12. Транскрипция чизмасини чизинг.
13. Прокариот ва эукариотларда трансляция механизмларини таққосланг.
14. TATA-бокс тавсифлаб беринг. TATA омиллари қандай функцияни бажаради?
15. Транскрипцияга зарур бўлган 5 элементни айтиб беринг.
16. Генетик коднинг хусусиятларини айтиб беринг. Ушбу атамани тушунтириңг.
17. Ерда тирик организмларнинг генетик кодининг универсаллигини асосланг.
18. Стопкодонларни тавсифланг. Улар қандай функцияни бажаради?
19. Фермент-субстрат мажмуасига қандай субстратлар ва ферментлар қўшилганлигини аникланг.





20. Қуидаги күрсатилған расмдаги жараённи сифатланғ ва белгиланған элементларга ном беринг.



21. ДНК-да үшандай чизиқлар навбати мос келади:  
Ала-Гли-Лиз-Цис-Мет?

## 2

## ОЗИҚЛАНИШ

## 6-§. ХЛОРОПЛАСТНИНГ ТАРКИБИЙ КОМПОНЕНТЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ВАЗИФАЛАРИ

## Бу дарсда сиз:

- хлоропластнинг тузилиши ва унинг таркибий компонентларини ўрганасиз;
- хлоропластларнинг тузилиши ва функцияси ўртасидаги боғланишларни ўрганасиз.

## Сиз биласизми?

- Хлоропластнинг функциялари;
- Кальвин циклида қатнашадиган эрувчан ферментлар;
- хлорофилнинг ўсимликлар учун аҳамияти.

## Таянч иборалар:

*хлоропласт, фотосинтез, пластидлар, мембрана, гомопластид, гетеропластид, строма, хлорофилл*

Фотосинтез хлоропластлар деб аталувчи эукариот ҳужайралар компонентларида ҳосил бўлади. Хлоропласт — ўсимлик ҳужайраларининг яшил пластидалар номи билан машҳур органеллаларнинг бир тури. Пластидалар энергия ҳосил қилиш учун зарур моддаларни тўплашда ва сақлашда иштирок этади. Хлоропластдаа *фотосинтез жараёни* учун ёруғлик энергиясини ютадиган *хлорофилл* деб аталувчи яшил пигментлар мавжуд. Шунинг учун, хлоропласт номи бу органелларнинг таркибида хлорофилни ўз ичига олган пластидлар эканлигини кўрсатади. Митохондриялар сингари, хлоропластлар ҳам ўз ДНКларига эга, энергия ишлаб чиқариш учун жавобгардир ва бактериал иккилик бўлинишига ўхшаш бўлиниш жараёни орқали ҳужайранинг қолган қисмидан мустақил равишда кўпайиади. Улар шунингдек, аминокислоталар ва липид компонентларини ишлаб чиқаришга таъминлайди, хлоропластларда ишлаб чиқариш учун зарур бўлади. Хлоропластлар, шу жумладан яшил сув ўтлари каби фотосинтез жараёнида иштирок этадиган организмларнинг ҳужайраларида ҳам мавжуд.

**Хлоропластларнинг келиб чиқиши.** Ҳозирги вактда ўсимлик ҳужайраларидаги хлоропластларни эндосимбиотик келиб чиқиши ҳақида тушунча умумий қабул қилинган. Лишайниклар, замбуруғлар

ва бир ҳужайрали яшил сувұтлар бирикиб яшаши (симбиоз) маълум, бир ҳужайрали яшил сувұтлар замбуруғ ҳужайраларининг ичиде яшайды.

Худди шу тарзда бир неча миллиард йил олдин фотосинтезловчи цианобактериялар (күк-яшил сувұтлари) эукариот ҳужайраларга кириб, кейинчалик эволюция жараёнида ядроли геномга муҳим генларни ўтказган ва ўзининг автономияларини йўқатган деб таҳмин қилинади.

Натижада мустақил бактериал ҳужайралар асосий бошланғич функциясини — фотосинтез қилиш қобилиятини сақладаб, қолган ярим автоном органеллага айланди, аммо фотосинтез аппаратни шакллантириш икки томонлама ядроли хлоропласт назорати остида эди. Хлоропластларнинг бўлиниши, ДНК, РНК оқсил занжирида амалга ошириладиган генетик маълумотни амалга ошириш жараёни ядро назорати остига ўтди. Хлоропластларнинг келиб чиқиши прокариот эканлиги шубҳасиз далиллари уларнинг ДНКдаги нуклеотидлар кетма-кетлигини таҳлил қилиш орқали олинади.

**Хлоропластларнинг тузилиши.** Хлоропластнинг тузилиши пластидларга ҳосдир. Унинг қобиғи икки қават — ташқи ва ички мемранадан иборат, уларнинг орасида мемраналараро бўшлиқ бўлади. Хлоропластнинг ички мемранасидан боғлаш орқали мураккаб *тилакоидлы структура* ҳосил бўлади. Хлоропластнинг гельга ўхшаш таркибини тўлдириб турган модда *строма* деб аталади (12-расм).



12-расм. Хлоропластнинг тузилиши

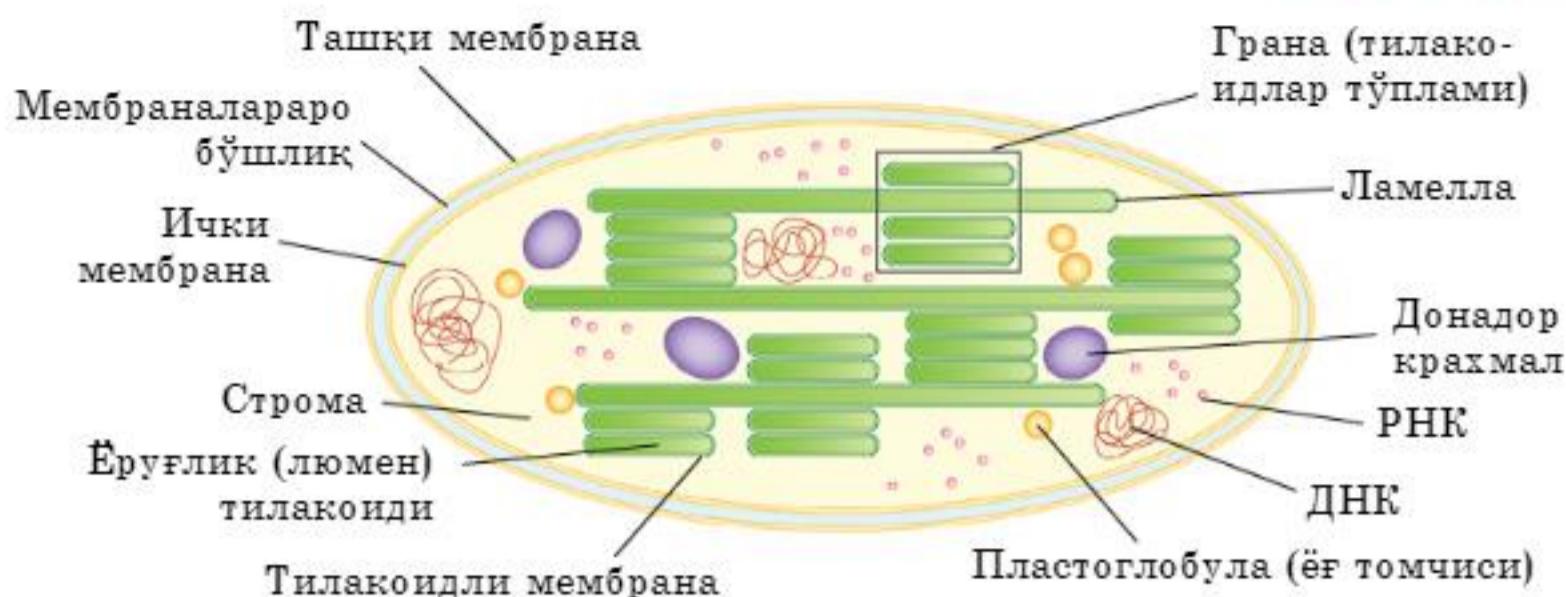
Хар бир тилакоид стромадан бир қават мембрана билан ажралиб чиқади. Тилакоиднинг ички бўшлиғи люмен деб аталади. Тилакоидлар хлоропластда гранулаларга бирлашади. Граналарнинг сони ҳар хил бўлади. Улар бир-бирига маҳсус чўзилган тилакоидлар — ламеллалар билан ўзаро боғланади. Одатдаги тилакоид юмалок дискка ўхшайди.

Стромада ўзига хос ҳалқасимон молекула шаклида хлоропалстнинг ДНКлари мавжуд бўлиб, улар прокариот типидаги РНК ва рибосомалардир. Шундай қилиб, у оқсилларнинг бир қисмини мустақил равишда синтез қилишга қодир ярим автоном органоиддир. Эволюция жараёнида хлоропласлар бошқа ҳужайра ичидаги ҳаёт сурган цианобактериялардан чиқсан деб ҳисобланади.

Хлоропластнинг тузилиши фотосинтез функциясидан келиб чиқади. У билан боғлик реакциялар стромада ва тилакоидларнинг мембраннынг реақциялари содир бўлади. Стромада — фотосинтезнинг қоронғу фазасининг реақциялари, мембраннынг таркибида турли хил фермент тизимлар мавжуд. Стромада Кальвин циклида иштирок этадиган эрувчан ферментлар мавжуд.

**Хлоропластларнинг кимёвий таркиби** анча мураккаб ва сувнинг юқори миқдори билан (75%) ҳосил бўлади. Тахминан қуруқ массаси 75—80% ни турли органик бирикмалар, 20—25% ни минерал моддалар ташкил этади. Хлоропластларнинг таркибий асосини оқсиллар ташкил қиласи, уларнинг қуруқ вазни 50—55% ни ташкил қиласи, уларнинг ярими сувда эрийди. Оқсилларнинг бундай кўп бўлиши уларнинг хлоропласт таркибидаги турли хил функциялари билан изоҳланади. Бу мембраннынг асоси бўлиб ҳисобланувчи структурали оқсиллар фермент-оқсиллардир, транспорт оқсиллар цитозольдан фарқланувчи маълум бир ионли таркибни ушлаб турувчи, қисқарувчи-оқсиллар мускулдаги актомиозин каби хлоропластларнинг ҳаракат фаолиятиини таъминлайди. Оқсиллар, шунингдек ички ва ташқи мухит ўзгарувчан шароитда фотосинтез интенсивлигини тартибга солишда иштирок этадиган рецептор функциясини бажаради.

Шунинг билан бирга хлоропластларнинг асосий қисми бўлиб лиpidлар ҳисобланади, уларнинг миқдори қуруқ вазни 30% — 40% гача бўлади. Хлоропластларда углеводларнинг миқдори катта фарқ қиласи (5% дан 50%). Фаол ишлайдиган хлоропластларда углеводлар одатда тўпланмайди, уларнинг чиқиши тезда содир бўлади. Фотосинтез маҳсулотлари учун талабнинг пасайиши билан хлоропластларда катта крахмал донлари шаклланади. Бундай ҳолда крахмал миқдорининг қуруқ вазни 50% гача кўтарилиши мумкин ва хлоропласт фаоллиги



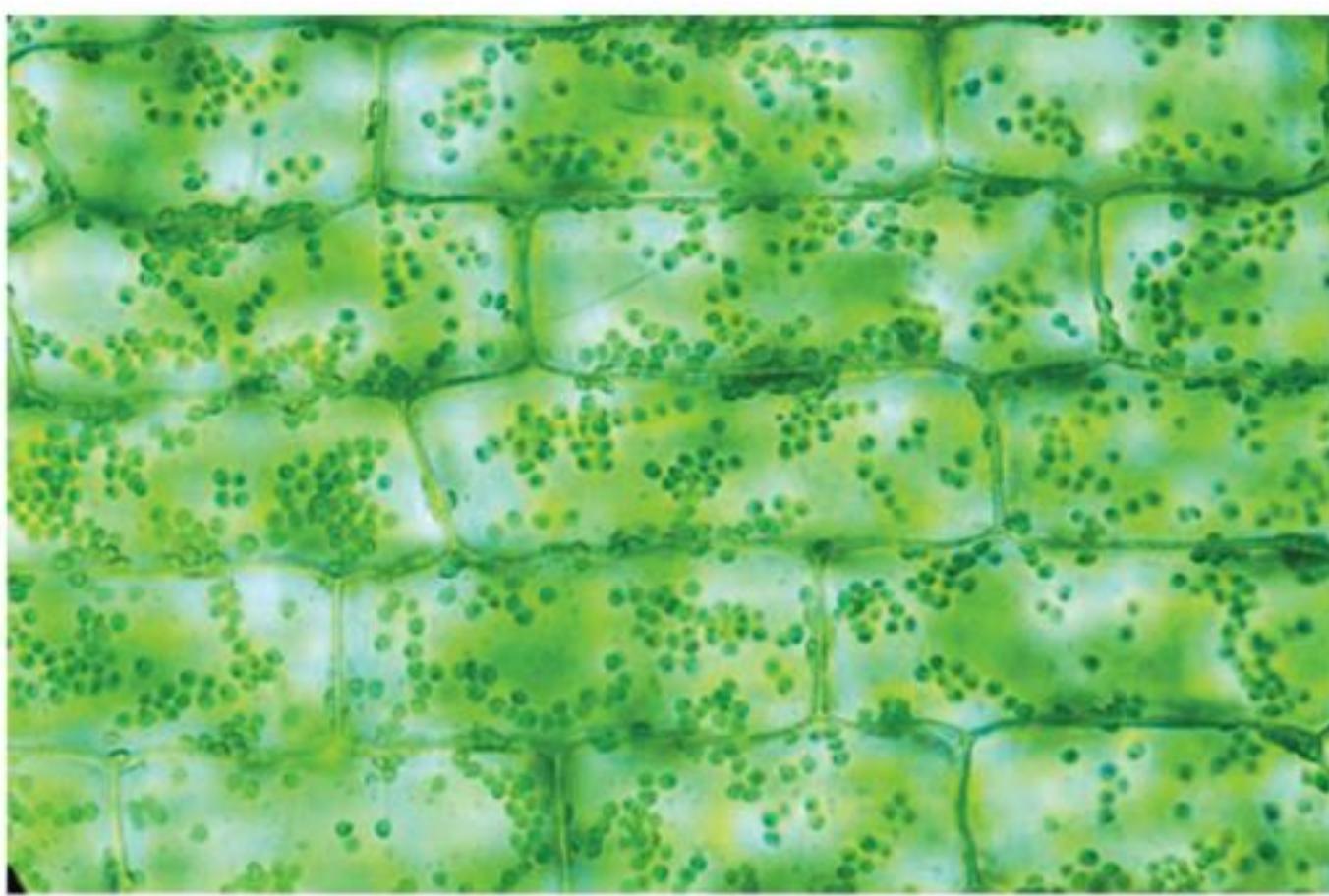
13-расм. Хлоропластнинг тузилиши

пасаяди. Хлоропласларда минерал моддаларга бой бўлади. Хлоропластларнинг оғирлиги барг вазнини 25—30% ни ташкил этади, лекин улар эса баргда бўладиган темирнинг 80%, магний ва рухнинг 70—72%, миснинг тахминан 50%, кальцийни 60% тўпланган. Ушбу маълумотлар хлоропластларнинг юқори ва хилма-хил ферментатив фаоллиги билан яхши мос келади. Минерал элементлар простетик гуруҳлар ва ферментлар функциясининг кофакторлари ролидан иборат. Магний хлорофилл таркибига киради. Кальцийнинг роли муҳим хлоропластларнинг мембрани тузилмаларни барқарорлаштиришдан иборат.

Хлоропласлар, одатда ўсимлик баргларида жойлашган сақловчи ҳужайраларда учрайди. Сақловчи ҳужайраларда оғизчалар деб аталувчи кичик тешикчаларни ўраб оловчи, фотосинтезга зарур газ алмаси-нуви таъминлаш учун уларни очиб-ёпиб туради. Хлоропластлар ва бошқа пластиidlар *пропластиidlар* деб аталувчи етилмаган, сараланмаган, пластиidlарнинг турли типларида ривожланувчи ҳужайралардан пайдо бўлади. Хлоропласда ривожланувчи пропластиid бу жараён фақат ёруғликда амалга ошади.

Хлоропластлар ҳар хил ихтисослашган функцияларга эга бўлган турли хил тузилмаларни ўз ичига олади (13-расм).

**Хлоропластларнинг функцияси.** Хлоропластларнинг асосий функцияси ёруғлик энергиясини олиш ва уни ўзгартиришдан иборат. Граналар ҳосил қилувчи мембраналарнинг таркибида яшил пигмент — хлорофилларни ўз ичига олади. Айнан шу ерда фотосинтезнинг ёруғлик реакциялари содир бўлади — ёруғлик нурларининг хлорофилл томонидан сўрилиши ва ёруғлик энергиясида қўзғатилган электронлар энергияга айланади. Ёруғлик таъсиридан қўзғаган ва ортиқча энергияси мавжуд электронлар ўз энергиясини сувни парчалашга АТФ синтезига сарфлайди. Сув парчалангандага кислород ва водород ҳосил бўлади. Кислород атмосферага чиқарилади, водород эса ферредоксин оксилига боғланади.



14-расм. Ўсимлик ҳужайрасидаги хлоропластлар

Ферредоксин кейин водород қисқача НАДФ деб белгиланган оксидга беради. НАДФ оксидланган тури НАДФ-Н<sub>2</sub> айланади.

Шундай қилиб, фотосинтез ёруғлиқ реакцияси якунида сув билан ёруғлиқ энергиясидан фойдаланувчи АТФ, НАДФ-Н<sub>2</sub> ва кислород ҳосил бўлади.

Хлоропластлар ҳужайра атрофида ҳаракатлана оладилар. Кам нурда улар ёруғлика дуч келадиган ҳужайра девори остида жойлашади. Шу билан бирга улар ёруғлика ўзининг каттароқ юзаси билан қараб туради. Ёруғлиқ жуда кучли бўлса, унда улар ёруғлика қовурғаси билан қарайди, ёруғлиқ нурлари параллель қовурғалар бўйлаб жойлашади. Ёруғлиқ ўртача ёритишда хлоропластлар баргнинг марказида жойлашади.

Хлоропластларнинг бундай ҳаракати (фототаксис) — ўсимликларда қўзғалувчанлик турларидан бирининг намаёнидир. Хлоропласлар ҳужайра тизимида маълум автономияга эга (14-расм). Улар ўзларининг рибосомаларига ва бир қатор ўз хлоропласт оқсилларининг синтезини аниқлайдиган моддалар тўпламига эга. Шунингдек, ферментлар мавжуд бўлиб, уларнинг фаолияти ламеллалар ва хлорофилл таркибида кирадиган липидларнинг пайдо бўлишига олиб келади. Ундан ташқари, хлоропласт автоном энергия ишлаб чиқариш тизимига эга.

Яна бир муҳим вазифа — карбонат ангидриддан фойдаланиши ёки карбонат ангидриднинг бирикиши (фиксация), яъни унинг углероди органик бирикмалар таркибида қўшилиши. Улар Кальвин ва Бенсон томонидан кашф этилган ва уларга ном берилган мураккаб реакциялар циклида юзага келади. Ушбу кашфиёт учун улар Нобель мукофотига сазовор бўлишди.



### Билимніңизни текширинг:



1. "Хлоропласт", "хлорофилл", атамаларини таърифлаб беринг.
2. Хлоропластнинг асосий тузилишини айтиб беринг.



1. Хлоропластнинг асосий функциясини тушунтириңг.
2. Хлоропластнинг ұжайрада қаралаттың қобилятитини исботланг.



1. Жадвални дафтарнаныңга чизиб, түлдириңг.

Хлоропласт структурасининг элементлари	Функцияси
Ташқы мембрана	
Мембрана бүшлиғи	
Ички мембрана	
Строма	
Грана тилакла	
Границы	

2. Хлоропластнинг ұжайра системасидаги автономлигини таҳлил қилиңг.
3. Хлоропластнинг тузилишини чизинг.



1. Фотосинтез реакцияларнинг кетма-кетлегини анықланг ва улар содир бўлган жойни кўрсатинг.



2. Хлоропластнинг алоҳида кимёвий таркибини кўрсатинг ва системалаштириңг.



Хлоропластарни ҳосил қилиш учун ёруғлик эҳтиёжини тасдиқловчи тажриба режасини таклиф этинг.

## 7-§. ФОТОСИНТЕЗ ПИГМЕНТЛАРИ. R<sub>F</sub> АХАМИЯТИ

### Бу дарсда сиз:

- фотосинтез пигментларини ўрганасиз;
- сувўтлари ва фотосинтезловчи бактерияларнинг турли пигмент таркиби билан танишасиз.

### Сиз биласизми?

- фотосинтез жараёнида хлорофилнинг энг мухим функциясини;
- хлорофилнинг кимёвий хусусиятлари;
- *a* ва *b* хлорофилнинг тузилиши.

### Таянч иборалар:

*хлорофилл, пигментлар, каротиноидлар, фикобилинлар, фикоцианин, фикоэритрин, аллофикоцианин*

Ёруғлик ўсимлик организміга таъсир этиш учун, хусусан, фотосинтез жараёнида фойдаланиш учун уни фоторецептор пигментлар ютуши керак. Пигментлар — бу бўялган моддалар. Пигментлар ёруғликнинг маълум бир узунликдаги тўлқинларни шимади. Қуёш спектрининг ютилмаган жойлари акс этади, бу пигментларнинг рангини аниқлайди. Масалан, яшил пигмент хлорофилл қизил ва кўк нурларни сингдиради, яшил нурлари асосан қайтарилади. Қуёш спектрининг кўринадиган қисми 400 дан 700 нм гача тўлқин узунликларини ўз ичига олади. Спектрнинг барча кўринадиган қисмлари ютадиган моддалар қора бўлиб кўринади.

Пигментларнинг таркиби организмлар гурухининг системали ҳолатига боғлиқ. Фотосинтезловчи бактериялар ва яшил сувўтларда пигментлар таркиби жуда хилма-хил бўлиб (хлорофиллар, бактериохлорофиллар, бактериородопсин, Каротиноидлар, фикобилинлар). Уларнинг комплекси билан нисбати турли гуруҳлар учун маҳсус ва кўп ҳолларда организмлар атроф-муҳит билан боғлиқ бўлади. Юксак ўсимликларда фотосинтез пигментлари анча камроқ бўлади.

Пластиларда тўпланган пигментларни уч гурухга бўлиш мумкин: *хлорофиллар, каротиноидлар, фикобилинлар*.

Фотосинтез жараёнида мухим ролни яшил пигментлар — хлорофиллар бажаради. Француз олимлари П.Ж. Пелетье ва Ж. Кавенту (1818 й.) барглардан яшил моддаларни ажратиб олиб, уни хлорофилл (юонча *хлорос* — яшил ва *филлон* — барг) деб аташди.

Ҳозирги вактда ўнга яқин хлорофилл маълум. Улар тирик организмлар орасида тарқалиши, кимёвий тузилиши ва ранги билан ажралиб туради. Барча юксак ўсимликларда *a* ва *b* хлорофили мавжуд,

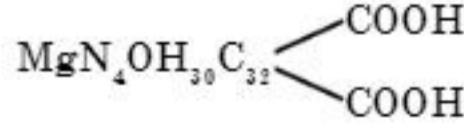
с хлорофили диатомли сувўтларида, д хлорофили — қизил сувўтларида бўлади. Бундан ташқари, фотосинтезловчи бактерияларнинг ҳужайраларида тўртта бактериохлорофилл (*a*, *b*, *c* ва *d*) маълум. Яшил бактериялар ҳужайрасида *c* ва *d* бактериохлорофиллари, бинафша бактериялар ҳужайраларида — *a* ва *b* бактериохлорофиллари бўлади. Асосий пигментлар яшил ўсимликлар учун *ахлорофиллар* ва бактериялар учун *бактериохлорофиллар* ҳисобланади, уларсиз фотосинтез амалга ошмайди.



Биринчи маротаба юксак ўсимликларнинг яшил баргларида пигментлар тўғрисида аниқ тасаввурни буюк рус ботаниги М. С. Цветнинг (1872–1919) ишлари туфайли олинди. У моддаларни ажратиш учун хроматографик усулни ишлаб чиқди ва баргларнинг пигментларини соф шаклда ажратди. Моддаларнинг ажратишнинг хроматографик уларнинг ҳар хил адсорбция қобилиятларига асосланди. М. С. Цвет бўр ёки сахароза кукунига тўлдирилган шиша найчаси (хроматографик устун) орқали баргдан сўриб олиш ишларини олиб борди. Пигмент аралашмасининг индивидуал компонентлари адсорбция даражаси билан ажралиб туришди ва турли тезликда ҳаракатланишиди, бунинг натижада улар устуннинг турли зоналарида тўпланишиди. Устунни алоҳида қисмларга (зоналарга) бўлиш ва тегишли эритувчи система ёрдамида ҳар бир пигментни ажратиб кўрсатиш мумкин.

Юксак ўсимликларнинг баргларида *a* хлорофилл билан *b* хлорофилл, шунингдек, каротиноидлар (каротин, ксантофилл ва бошқалар) бўлади. Хлорофиллар, каротиноидлар каби сувда эrimайди, аммо органик эритувчиларда осон эрийди. *a* ва *b* хлорофиллар ранги билан фарқ қиласи: *a* хлорофиллнинг ранги кўк-яшил, *b* хлорофилл эса—сарикяшил бўлади. Баргдаги *a* хлорофиллнинг микдори *b* хлорофиллга нисбатан тахминан уч баравар кўп бўлади.

**Хлорофиллнинг кимёвий хоссалари.** Кимёвий тузилиши бўйича хлорофиллар дикарбоксил органик кислотанинг эритмалари — хлорофиллни ва спиртлар — фитол билан метил қолдифининг мураккаб эфирлари. Эмпирик формула —  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$  ни ташкил қиласи. Хлорофилин магний порфириналари билан боғлиқ бўлган азотли металлоганик бирикма.



Хлорофиллнинг структура формуласи

Хлорофилл карбоксил гурухларининг водород икки спирт — метил  $\text{CH}_3\text{OH}$  ва фитолнинг  $C_{20}H_{39}\text{OH}$  қолдиқлари билан алмаштирилган, шунинг учун хлорофилл мураккаб эфир бўлиб ҳисобланади. Расмда *a* хлорофиллнинг структура формуласи кўрсатилган. *b* хлорофиллнинг фарқи, унда водород икки атоми кам ва кислороднинг бир атоми ортиқ ( $\text{CH}_3$  гурухининг ўрнига  $\text{CHO}$  гурухи бўлади). Шу муносабат билан *a* хлорофиллнинг молекуляр массаси — 893 ва *b* хлорофиллда — 907 бўлади.

1960 йилда америкалик кимёгар Г.Б. Вудворд хлорофиллинг синтезини түлиқ амалга ошириди. Хлорофилл молекуласининг марказида пиррол гурухларининг түртта азот атомлари билан боғланган магний атоми мавжуд. Хлорофиллинг пирролли гурухларида алтернатив жуфт ва оддий боғланишлар системаси мавжуд.



Хатто К. А. Тимириязев икки муҳим пигментнинг кимёвий тузилишига яқинлигига эътибор қаратган: хлорофилл — баргларнинг яшил пигменти ва қон — гемининг қизил пигменти.

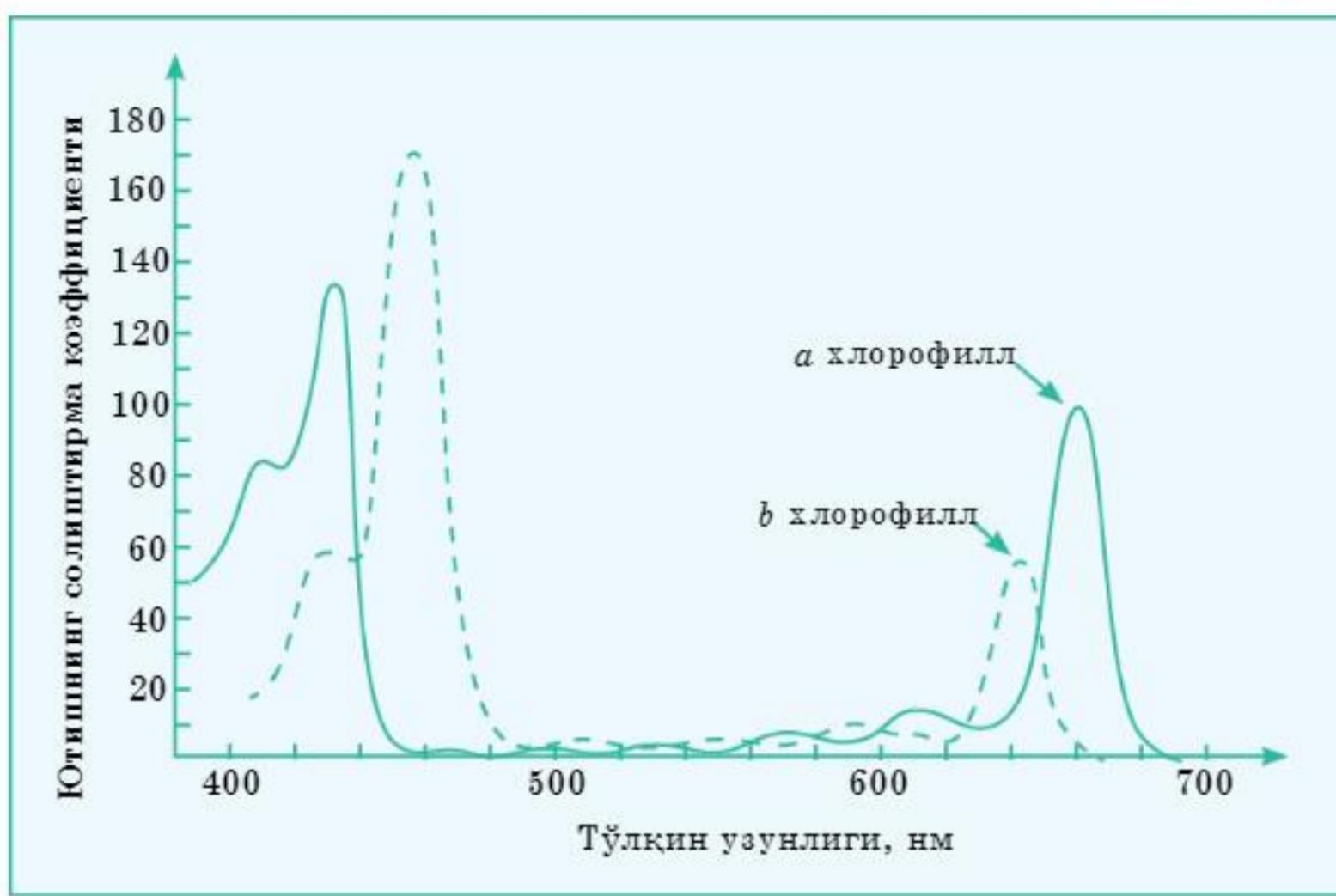
Дарҳақиқат, агар хлорофилл магнийпорфириналари тегишли бўлса, у ҳолда гемин темир-порфириналарга тегишли. Бу ўхшашик тасодифий эмас ва бутун органик дунё бирлигининг яна бир исботи бўлиб хизмат қиласи. Хлорофиллинг ўзига хостаркибий хусусиятларидан бири унинг молекуласида, түртта гетероциклдан ташқари, беш карбон атомидан — циклопентанондан ташкил топган бошқа циклический гурух мавжуд. Циклопентан ҳалқасида юқори реактив бўлган кето гурухи мавжуд. Хлорофилл молекуласи қутбли бўлади, унинг порфирин ядроси гидрофилик хусусиятларга эга, фитол учи эса гидрофобдир. Хлорофилл молекуласининг бу хусусияти унинг хлоропласт мембранныда ўзига хос жойлашишини аниқлайди. Молекуланинг порфирин қисми оқсил билан боғланган, фитол занжири эса липид қатламига ботган бўлади.

**Хлорофиллинг физик хусусиятлари.** Юқорида айтиб ўтилганидек, хлорофилл ёруғлик танлаб ютишга қодир. Ушбу биримнинг ютиш спектри маълум бир тўлқин узунлиги ва ёруғлик нурини сингдириш қобилияти билан белгиланади. Ютиш спектрини олиш учун К. А. Тимириязев хлорофилл эритмаси орқали ёруғлик нурини ўтказди. Нурларнинг бир қисми хлорофил томонидан сўрилган ва кейинчалик призма орқали узатилишида спектрда қора чизиқлар аниқланган.

Барглардаги каби бир хил концентрацияда хлорофил қизил ва кўкбинафша нурлардаги иккита асосий ютилиш чизиғига эга эканлиги кўрсатилди. Бундай ҳолда, хлорофилл *a* эритмаси сўрилиш максимал 429 нм ва 660 нм бўлади, хлорофилл *b* 453 нм ва 642 нм ни ташкил қиласи. Аммо шуни эътиборга олиш керакки, хлорофиллинг ютилиш спектри унинг ҳолатига, агрегация даражасига ва маълум оқсилларга адсорбциясига қараб ўзгаради (15-расм).

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, баргдаги хлорофилл ва баргдан олинган хлорофиллинг хусусиятлари бир-биридан фарқ қиласи, чунки баргда у оқсил билан комплекс бирикан бўлади. Буни қуйидаги маълумотлар исботлайди:

1. Хлорофиллинг барглардаги ютилиш спектри, олинган хлорофиллинидан фарқ қиласи.
2. Хлорофилни қуруқ барглардан мутлоқ спирт билан чиқариб бўлмайди. Агар барглар ҳўлланганда ёки спиртга сув қўшган ҳолатда экстраксия муваффақиятли бўлади, чунки сув хлорофилл билан оқсил ўртасидаги алоқани бузади.



15-раем. а ва б хлорофилларнинг ютиш спектрлари

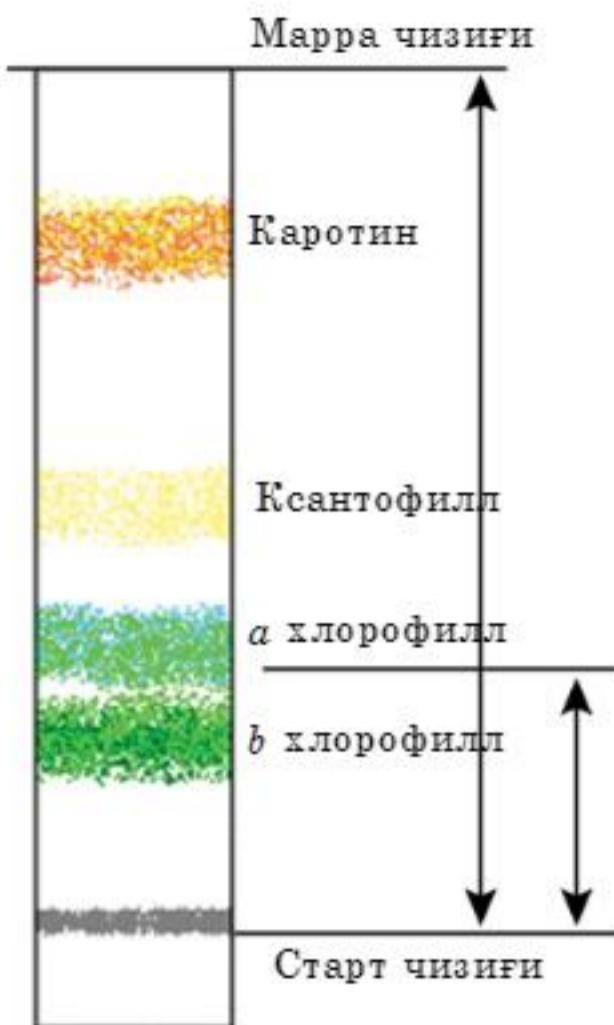
3. Баргдан олинга хлорофилл турли таъсирларга (кислотанинг нормадан ортиши, кислород ҳатто ёруғликка) дучор этганда тез бузилади.

Шу билан бергә, хлорофилл барча аталған омилларга етарлича чидамли бўлади. Хлорофил молекулаларининг муҳим ҳусусияти уларнинг бир-бири билан ўзаро таъсир қилиш қобилиятидир. Мономери агрегацияланган шаклдан икки ёки ундан ортиқ молекулаларнинг бир-бирига яқинлашиши натижасида юзага келган.

**Каротеноидлар.** Хлоропластлар ва хроматофорлар яшил пигмент билан каротеноид групига мансуб пигментларни ўз ичига олади. Каротеноидлар -булар сариқ ва тўқ сариқ алифатик пигментлар бўлиб, изопрен натижасида ҳосил бўлган тузилмалар. Каротеноидлар барча юксак ўсимликларда ва кўплаб микроорганизмларда учрайди. Бу – пигментлар кўп таралган бўлиб, турли вазифаларни бажаради. Ўз ичидаги кислород тутувчи каротеноидлар ксантофиллалар дейилади. Юксак ўсимликларда каротеноидларнинг асосий вакиллари икки пигмент – каротин (тўқ сариқ) ва ксантофилл (сариқ) бўлади.

Каротиноидлар ҳар доим хлоропластларда мавжуд бўлиб, улар ўзи фотосинтез жараёнига жалб этилади деб ҳисоблашга мумкинлик беради.

Ҳозирги вақтда каротиноидлар қўёш спектрини маълум бир қисмида ютиб, бу нурлар энергиясини хлорофилл молекуласига ўтказиши аниқланди. Шундай қилиб, улар хлорофилл томонидан сўрилмаган нурлардан фойдаланишни тарғиб қиласидилар. Каротеноидларнинг физиологик роли уларнинг хлорофилл молекулаларига энергия



16-расем. Хроматография усули

ўтказиша иштирок этишлари билан чекланмайди.

Каротиноидлар турли органик моддалар, биринчи навбатда хлорофилл молекулаларини фотосинтез жараёнида ёруғликни бузилиш ҳавфини ҳимоялаш функциясини бажаради деган фаразлар бор. Маккажүхарининг ва кунгабоқарнинг мутантлар устида олиб борилган тажрибалар, уларнинг таркибидаprotoхлорофиллид (хлорофиллининг қоронғи фазасида бошланиши) борлиги, ёруғликда у а хлорофиллга айланиши ва парчаланиши күзатилди. Иккинчиси, үрганилаётган мутантларнинг каротиноидларни ҳосил қилиш қобилиятынинг етишмаслиги билан боғлиқ.

Каротеноид синтези ёруғликни талаб қилмайди. Каратиноидлар баргалар шаклланганда ва барг уруғи куртакда ёруғлик таъсирида ҳимояланган вақтда пластидларда шаклланиб түпланади. Каротеноидларнинг шаклланиши азот билан озиқланиш манбаига боғлиқ.

**Фикобилинлар** — цианобактериялар билан айрим яшил сувўлари таркибида мавжуд бўлган қизил ва кўк пигментлардир. Тадқиқотлар қизил сувўтлари ва цианобактерияларда а хлорофилл билан бирга фикобилинлар бўлишини кўрсатди. Фикобилинларнинг кимёвий тузилишининг асосини тўртта пиррол гурухи ташкил этади. Фикобилинларда хлорофилдан фарқи ўлароқ, пиррол гуруҳлари очик занжир шаклида жойлашган.

**Фикобилинлар:** фикоцинин, фикоэритрин ва аллофиоцианин пигментлари билан ифодаланади. Фикоэритрин – бу оксидланган фикоцинин. Қизил сувўтларда асосан фикоэритрин бўлади, цианобактерияларда эса- фикоцинин мавжуд. Фикобилинлар оқсиллар билан зич бирикмалар (фико билин-протеидлар) ҳосил қиласи. Фикобилинлар билан оқсиллар орасидаги боғланиши фақат кислоталар парчалайди. Пигментнинг карбоксил гурухи оқсилларнинг аминтоплари билан боғланади деб ҳисобланади. Шуни такидлаш керакки, мемраналарда жойлашган хлорофиллар билан каротиноидлардан фарқи ўлароқ, фикобилинлар тилакоид мемраналари билан чамбарчас боғлиқ бўлган маҳсус гранулаларда (фикобилисомалар) тўпланган.

Сувўтларда фикобилинларнинг бўлиши денгиз сувининг тагига тушувчи қуёш спектрининг қисмларидан фойдаланишга эволюция



жараёнида организмлар мослашганлигини құрсатади (хроматик мослашув). Маълумки, хлорофилнинг асосий ютилиши чизигига москелувчи қызил нурлар сув тагига тушиб сүрилади. Энг чукур кириб борувчи яшил нурлар ҳисобланади, улар хлорофилл томонидан эмас, балки фикобилинлар томонидан сүрилади.

Пигментлар қоғоз хроматографияси ёрдамида үрганилади. Одатда ўсимликлардан олинган пигментлар идишга жойлаштирилади ва маҳсус хроматографик қоғоз эритма ичига вертикаль равишида туширилади. Пигмент томонидан босиб ўтилган масофанинг эритувчи томонидан босиб ўтган масофага нисбати стандарт  $R_f$  билан белгиланади. Эритма қоғозга күтарилигандан, ўсимлик пигментлари ажралиб чиқади. Қиймати  $R_f$  хроматографияда фойдаланиладиган аралашмалар билан пигментнинг табиати билан белгиланади ва қуидаги формула билан ҳисобланади:

$$R_f = L_i / L_0.$$

$(L_0)$  марра чизиги — эритманинг тарқалиш масофаси.  $(L_i)$  — пигмент томонидан босиб ўтган масофа (16-расм).

### Билимингизни текширинг:



- Фотосинтез пигментларини тасвирлаб беринг.
- a ва b хлорофилларнинг ютилиш спектрларини айтиб беринг.
- Сувўтлар ва фотосинтезловчи бактерияларнинг хилма-хиллигини тушунтиринг.
- Хлорофиллни ўсимлик ҳужайрасида бажарадиган функциясини исботланг.
- Хлорофиллнинг физик хусусиятларини таҳлил қилинг.
- a хлорофиллнинг структура формуласини ёзинг.
- Жадвални дафтарга түлдиринг. Хлорофиллнинг физик-кимёвий хоссаларини айтиб беринг.

Хлорофиллнинг кимёвий хусусиятлари	Хлорофиллнинг физик хусусиятлари



- Фотосинтез учун каротиноидларнинг физиологик ролини асосланг.
- Хлорофилл ва фикобилинлар ўртасидаги фарқларни асосланг.



Сувўтлари учун фикобилинларнинг ролини исботловчи тажриба режасини таклиф этинг.

## № 3-лаборатория иши

### “Турли хил үсімликлар ұжайраларида фотосинтезловчи пигментлар таркибини үрганиш”

Юксак үсімликтарнинг фотосинтез жараёнида иккі гурух пигментлар иштирок этадилар: яшил - а ва б хлорофиллари; сарық - каротинлар ва ксантофиллар. Биз пигментларни бўлиб олиш, Краус ажратиш усули билан танишамиз. Иш куйидаги кетма-кетлиқда бажариладиган алоҳида босқичлардан иборат.

*Ишининг мақсади:* турли хил үсімликлар тажрибаси асосида асосий фотосинтез пигментларни үрганиш.

#### 1. Пигментларнинг спиртли эритмасини олиш.

Бу мақсадда сиз қуруқ барглардан, ҳам янги үсімлик материалларидан фойдаланишингиз мумкин. Қуруқ барглар билан ишлаганда пигментларни олишдан олдин уларни намлаш тавсия этилади. Ҳом ашё билан ишлаганда герань, нўхат ва ловия барглари қулайдир.

*Ишининг бориши:* 1—2 г чинни идишига жойлаштирилган герань барглари, озгина кварц қуми (үсімлик тўқималарини яхшироқ силлиқлаш учун) ва бир чимдик бўр қўшинг (мухитнинг нейтрал ёки озгина ишқорий реакциясини яратиш учун). Баргларни бир хил массага майдаланг, унга 10—15 мл 96% этанол қўшилади. Яхшилаб аралаштиргандан сўнг, гомогенат оқ лентали қоғоз фильтри орқали пробиркага фильтрланади. Суюқликнинг пробирка деворга оқиб тушишига йўл қўймаслик учун пробирканинг ташқи томондан вазелинни най шиша билан ёғлаб, оғиз қисмiga қўйинг. Пробирка ва най шишани бир неча миллилитр этанол билан ювилиши мумкин, уларни ҳам ўша фильтрга тўкиб ташлаш керак. Иш сифатли хусусиятга эга, шунинг учун сиз пигментларни эритмага тўлиқ ўтказишга эриша олмайсиз. Агар фильтратнинг биринчи қисмлари булатли бўлса, фильтрни ўзгартирмасдан яна фильтрлаш керак. Олинган яшил экстракти кейинги тажрибалар учун жавоб беради.

#### 2. Краус усули бўйича пигментларни ажратиш.

Ушбу усул спирт ва бензин турли хил эритмаларига асосланган бўлиб, улар таркибидаги пигментларни бирлаштирилганда аралашмайди ва иккى қатlam ҳосил қиласи: юқори қисми — бензин; пастки қисмida спирт мавжуд. Хлорофиллнинг эмпирик формуласи  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ , хлорофил  $B C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ . дир. Хлорофилл — бу хлорофиллиннинг дикарбоксилик кислотаси ва иккита спирт - метанол ва фитолнинг мураккаб эстрактидир. Фитол узок углеводород занжирига эга ( $C_{40}H_{56}$ ), бу хлорофилл молекуласининг гидрофоблигини аниқлайди. Гидрофоб эритувчи - бензинда яхшироқ эрийди.

Углеводород бўлган каротин ( $C_{40}H_{56}$ ), шунингдек, гидрофоб хусусиятларга эга ва бензин билан яхши боғлиқдир.

Ксантофиллалар — спиртлар ( $C_{40}H_{56}O_2$ ), шунинг учун улар бензинга қараганда этанолда яхшироқ эрийди.

*Ишининг бориши:* пробиркага 2—3 мл пигментларининг спиртли экстрактини қўшинг ва 3—4 мл “Калоша” бензинини (бензин ўрнига бензин эфиридан фойдаланишингиз мумкин) қўйинг. Пробиркани чайқаб, таркибни тиниқлашгунча кутиб туринг. Эмульсиянинг қатламларга ажралиши содир бўлади. Юқорида хлорофилларда бензин бўлади, бу қатлам яшил рангга бўялган бўлади. Каротин бензинда ҳам мавжуд, аммо унинг сарық ранги хлорофилл билан маскировка қилинади. Пастки спирт қатламида сарғиш рангга эга бўлган ксантофилл пигменти мавжуд. Агар пигментларнинг ажралиши етарлича аниқ бўлмаса, синов пробиркасига 1—2 томчи сув қўшинг ва уни яна кучли чайқанг. Ортиқча сувни олиб ташлаш керак, чунки эритма хиралаши мумкин. Иш натижасини расм шаклида ёзиб олинг.

Холосада пигментларнинг спирт билан бензин турли хил эрувчанлиги тўғрисида тушунириб берилиши керак.

Лаборатория ишининг натижаларини дафтарга ёзинг. Хулоса қилинг: ишнинг мақсади бажарилғанми, якуният натижалар қандай ва улар адабиётлардан берилған маълумотларга мөс келадими.

### 3. Қоғоз хроматографияси бўйича пигментларни ажратиш.

Биз спирт орқали олинган пигментларнинг эритмасидан фойдаланамиз. Қоғоз хроматографияси учун эритманинг 10—15 томчиси талаб қилинади. Биз юқорига қараб хроматография қиласиз. Бунинг учун 1 см кенгликдаги қоғозни кесиб олинг ва учини ингичка қилиб олинг, шунда чўзилған "тил" олинади. Ип торайишни бошлайдиган жойнинг тепасида оддий қалам билан старт чизиғини белгиланг. Ушбу чизиқнинг ўртасига пипетка ёрдамида пигмент экстрактини бир неча томчисини кетма-кет томизинг. Ҳар бир кейинги томчи аввалгисидан кейин томизилиши мумкин, томчи доғнинг катталашламаслигига ишонч ҳосил қилишингиз керак. Шунинг учун эритма қоғозга пипетка билан томизилади. Томчилар бошланғич чизиқда зич яшил рангдаги доғлар пайдо бўлишидан олдин кўлланилиши керак. Қоғозни 1 см эритгичга (спирт) ботирилиши учун пробирка оғзига осиб қўйинг. Капилляр кучлар таъсирида эритувчи қоғозга кўтарилади ва у билан бўёқ кўтарилади. Аммо улар қоғозда турли хил тезликда ҳаракат қилишади. Сариқ-яшил *b* хлорофилл жуда секин кўтарилади, энг тез кўтариладиган кўк-яшил а хлорофилл – ксантофилл. Олди қисми билан сариқ ёки тўқ сариқ каротин кўтарилади. Эритма марра чизиғига етган вақтда қоғоз соҳили олиб, старт чизиғидан бошлаб ҳар бир пигмент орасидаги масофа ўлчанилади, олинган маълумотлар жадвалга ёзиб олинади. Сўнгра барча пигментлар учун  $R_f$  ҳисобланг:

**Хулоса:** қоғоз хроматографиясидан фойдаланиб, ҳар бир пигмент орасидаги масофани ҳисоблаб, уни  $R_f$  ўлчаймиз.

Пигмент	$L_0$	$L_x$	$R_f$
Сариқ-яшил <i>b</i> хлорофилл			
Ксантофилл			
Кўк-яшил <i>a</i> хлорофилл			
Каротин			

## 8-§. ФОТОСИНТЕЗНИНГ ЁРУҒЛИК ФАЗАСИ. ФОТОФОСФОРЛАНИШ

### Бу дарсда сиз:

- фотосинтезнинг ёруғлик фазаси билан танишасиз;
- фотофосфорланиш механизми билан танишасиз;
- фотосинтезнинг ёруғлик фазаси жараёнларини тушунтиришни ўрганасиз.

### Сиз биласизми?

- I ва II фотосистемаларнинг ишлаш механизмини;
- фотофосфорланишнинг еттита асосий босқичини.
- фотосинтезнинг ёруғлик фазасини чизмасини.

### Таянч иборалар:

ёруғлик фазаси, фотофосфорланиш, фотосистема, сувнинг фотолизи, кофермент

Фотосинтезнинг ёруғлик даври. Ёруғлик фазаси-фотосинтез босқичи, улар қуёш нурлари үсимликтарында амалга ошади. Фотосинтезнинг ёруғлик фазасида асосий жараёнлар тиракоид мембраналарында содир бўлади. Бунга хлорофилл, электронларни ташувчи оксиллар, АТФ-синтетаза (реакцияни тезлаширадиган фермент) ва қуёш нури киради.

**Реакция механизмини қуйидаги таърифи:** қуёш нури үсимликларнинг яшил баргларига тушганда, уларнинг таркибида хлорофиллининг манфий заряд электронлари қўзғалади. Фаол ҳолатга ўтгач, улар пигмент молекуласини қолдириб, унинг мембранаси ҳам манфий зарядланган тилакоиднинг ташқи томонига тушадилар. Шу вақт, хлорофилл молекуласи оксидланган ва барг таркибидаги сувдан электронларни тортиб олиб оксидланади. Бу жараён натижасида сув молекулалари парчаланиб, фотолиз натижасида ҳосил бўлган сув сув ионлари ўз электронларини бериб, OH радикалларига айланади. Бундан ташқари, ушбу реакцияга қобилиятли OH радикаллари бирлашиб, тўлик сув ва кислород молекулалари ҳосил қиласида. Бундай ҳолда, эркин кислород атроф-муҳитга ажралади.

Бу барча реакциялар ва конверциялар натижасида, баргнинг тиракоид мембранасининг бир томони мусбат зарядланади ( $H +$  иони туфайли), иккинчи томондан эса (электрон туфайли) манфий зарядланади. Мембрананинг ҳар икки томонидаги бу зарядлар орасидаги фарқ 200 мВ дан ошганда протонлар АТФ синтетаза ферментининг маҳсус каналлари орқали ўтади ва натижада АДФ АТФга айланади (фосфорланиш жараёни натижасида). Сувдан ажралиб чиқсан водород атоми маҳсус транспорт НАДФ+ни НАДФ $\cdot H_2$  га оксидланади. Фотосинтезнинг ёруғлик фазаси натижасида учта асосий жараёнлар амалга ошади:

- АТФ синтези;
- НАДФ $\cdot H_2$ -нинг тузилиши;
- Эркин кислород ҳосил бўлиши.

Кислород атмосферага ажралади ва НАДФ $\cdot H_2$  билан АТФ фотосинтези қоронғи фазасида иштирок этади. Кун давомида үсимликлар қуёш батареялари каби ишлайди — улар қуёшдан келадиган ёруғлик энергиясини тўплайди.

#### *Кофермент (коэнзима)*

• НАДФ коферменти тузилади. бу биологик катализатор, лекин унинг табиати оксидланиш жараёнини амалга ошишни йўналтиради, тезлаштирувчи оксиллар эмас. Бу жараён келаси — қоронғи фазада керак бўлади.

• Сувнинг парчаланиши (фотолиз) амалга ошади:  $2H_2O = 4H^+ + 4e^- + O_2$ , үсимлик кислород ажратади.

Жараён борасида электронлар энергияни қисман йўқотади ва қисман АТФ синтези билан НАДФ тикланишига сарфланади. Шундай

қилиб, ёруғлик энергияси қимёвий бөгланишлар энергиясига айланып, кейинчалик у қоронғу фазада органик моддалар синтези учун ишлатилади.

*Фотосинтезнинг ёруғлик фазаси тайёр босқичи деб атаса ҳам бўлади.* Электрон транспорт занжири (ЭТЗ) пигментлар, ферментлар ва коферментлардан иборат. Баъзи яқин мембрана жойлашади, бошқалари электронлар ва протонларни ташувчилар сифатида ҳаракатланади. Аммо, фотосинтезнинг ёруғлик фазасидаги реакциялари факат тиракоид мембранасида содир бўлади. Шунингдек, ёруғлик фотонлари сувнинг фотолизини қўзғатади.

Фотолиз натижасида сув водород протонига ( $H^+$ ), электронга ( $e^-$ ) ва кислород атомларига (O) парчаланади. Кислород атомлари жуфт бўлиб бирлашиб, ҳужайрадан молекуляр кислород ( $O_2$ ) шаклида ажралади. Фотолизга эҳтиёжнинг сабаби тиракоид мембранасида юзага келадиган ёруғлик фазасининг реакцияларини янада батафсил ўрганиб чиққандан кейин аниқ бўлади.

Бу ерда иккита фотосистема ишлайди. Бу I ва II фотосистема деб аталади. Уларнинг ҳар бири ёруғлик энергиясини қабул қиласи ва ўзларидан қўзғатилган электронларни ажратилган.

Фотосистемалар электрон электрон етишмовчилигидан электрон тешикларни ҳосил қиласи. Фотосинтез реакцияли марказларида хлорофиллар мусбат зарядланади. Система яна қайта ишлаши учун ташки томондан электронлар оқими туфайли бу тешиклар ёпилади.

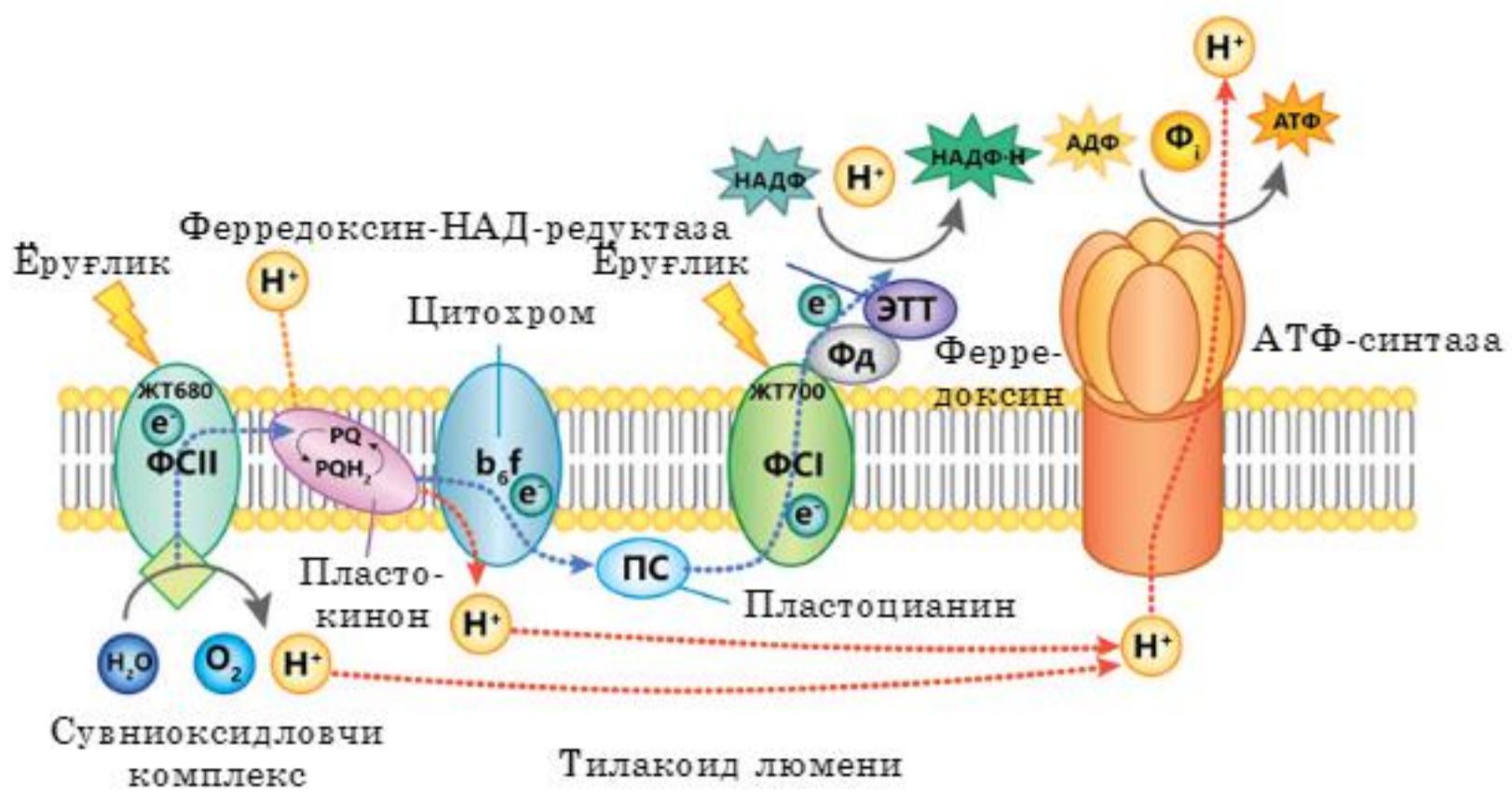
Ўсимликларда фотосинтез ёруғлик фазаси қуйидагича жойлашган: I фотосистема тешикчалари II фотосистемани ташувчи электронлар билан тўлдирилади. Биринчи фотосистемадан пайдо бўлган электронлар электрон транспорт занжиридан ўтиб, НАДФ га етади. Бу кофермент оксидланиб, манфий зарядланади. Шундан сўнг водород протонларини ўзига тортиб НАДФ +  $H_2$  айланади. Шундай қилиб протон ва электронни олиш учун сувнинг фотолизи зарур.

Фотосинтезнинг ёруғлик фазасининг қисқа чизмасини кўриб чиқамиз (17-расм).

Сув фотолизида ёруғлик энергиясидан бўлак, “сув оксидловчи комплекс” деб аталувчи чизмада кўрсатилган фермент зарур. Бу фотосистема таркибида мавжуд. Ҳосил бўлган протонлар люминда қолади, электронлар эса II фотосистемага боради (ПФС). Электронлар оқими кўк нуқта билан кўрсатилган.

ФС 680 ва ФС 700 сонлари реакция ёруғлик тўлқинларини узунлигини белгилайди. Фотосистема мураккаб тузилишга эга. Электрон чиқарадиган реакция марказига қўшимча равишда ёруғлик тўплайдиган комплекс ҳам киради.

ПФЖ-дан электронлар пластохинон коферментига берилади. Манфий зарядлалип, улар стромалардан протондарни қўшиб олади. Протонлар



17-расм. Фотосинтезнинг ёруғлик фазаси чизмаси

оқими қызил нұқта чизик билан күрсатилған. Пластохинон электронлары билан протонлари цитохром- $b_6f$  ферментатив комплексінде ташыйды.

Люминда стромадан олинған ва сув фотолизи натижасыда ҳосил бўлған протонларниг ҳисобидан АТФ-синтетаза ферменти ишга кўшилиши учун мусбат заряд тўпланади, унинг каналлари орқали протонлар тилакоид мемрананинг ташқарисига йўналтирилади. Ушбу энергия АТФ-синтазаси томонидан АТФни ва фосфор кислотасидан АДФ синтез қилиш учун ишлатилади.

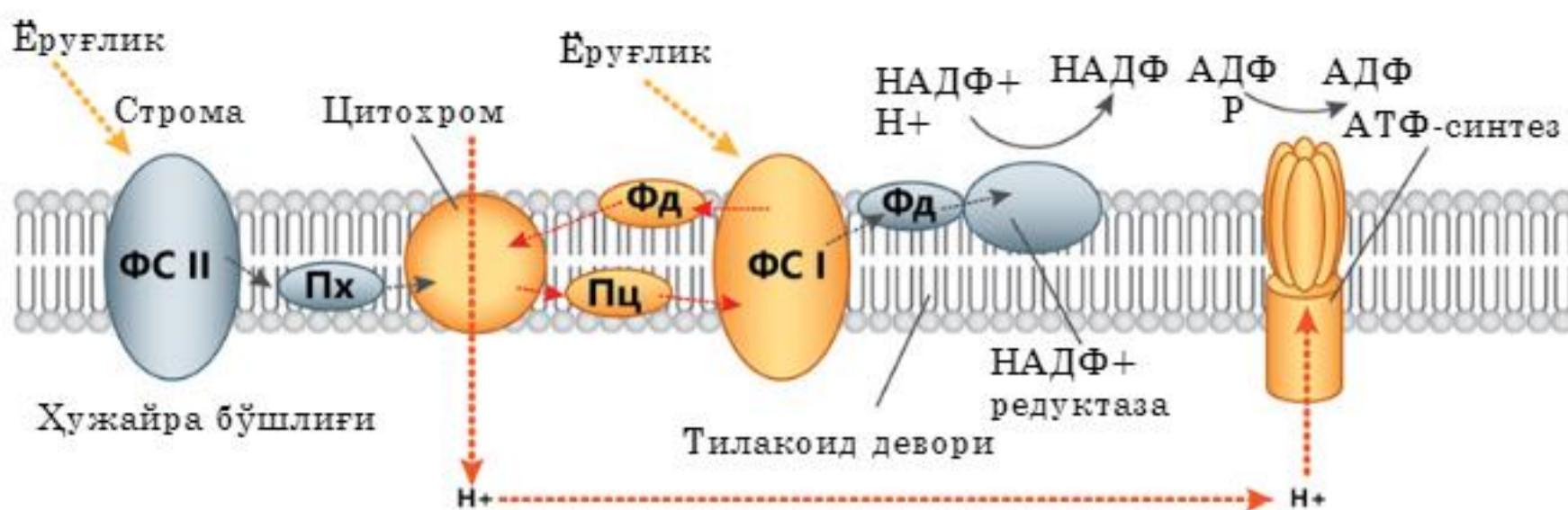
Пластоцианин электронни IФС га етказиб беради ва уни қайта тиклайди. Бу ердан ёруғлик таъсири натижасыда электронлар *ферреодоксинга* ўтказилади. *Ферреодоксин НАДФ-редуктаза* ферменти таъсирида НАДФни тиклайди. Бу ҳам хлоропласт стромаси ичидаги жойлашган протонлар фойдаланади. Улар бу ерга АТФ- синтазаси каналлари орқали келишиди.

**Фосфорланиш** — ёруғлик энергияси ҳисобидан АТФ учун АДФ синтез жараёни керак. Шунинг учун фосфорланиш — бу барча фототроф эукариотлар, бактериялар ва архейларда мавжуд бўлған фотосинтезнинг жуда қадимий шакли. Фотофосфорланиш жарёни вақтида АТФ синтезланадли (18-расм).

*Фотофосфорланишинг икки тури мавжуд* — циклсиз ва циклли.

*Циклсиз фосфосфорлаш* — бу фотосистеманинг иккаласи ҳам иштирок этадиган мураккаб жараён.

Бу фотофосфорланиш 1957 йилда Д. Арнон томонидан кашф этилган. Аслида, бу фотосинтезнинг ёруғлик реакцияси даврида электронлар сувдан мембрана ва оқсил ташувчи занжири орқали НАДФ+ га ўтишидир.



18-расм. Фотофосфорланиш қисқа чизмаси

Ушбу жараён 7 асосий босқични ўз ичига олади.

1. ПФС сув молекулаларининг фотолизи содир бўлади ва шаклланган электронларнинг бири реакция марказига — хлорофилл а молекуласи тушади. ПФС ёруғлик квантини ютганда, хлорофилл а молекуласи шу квант энергиясини олган электронга беради, натижада у энергияга бойитилади— қўзғалувчан ҳолатда қолади.

2. Бу энергия билан бойитилган электрон реакция марказидан II фотосистеманинг биринчи қабул қилувчи акцептори — феофитинга ўтказилади.

3. Феофитиндан бошлаб электрон битта акцептордан иккинчисига ўтиши бошлайди. Ушбу ўтиш пайтида электрон аста-секин АТФ синтези учун сарфланадиган энергияни йўқотади.

4. Сакланган барча энергиясини электронларохирги акцептор — платоцеаниндан I фотосистемага берилади, унинг реакция маркази — хлорофилл амолекуласи қабул қиласи. IФС ёруғлик квантини ютганда, бу квантнинг энергияси электронга ўтказилади ва у яна энергияга бой бўлади.

5. Бу электрон реакция марказидан I фотосистеманинг биринчи акцептори — ферредоксинга узатилади.

6. Электрон 2-чи ЭТЗ (электрон ташувчи занжири) бўйлаб ҳаракатланади ва шу билан АТФ синтези учун энергия беради.

7. Нихоят, иккинчи марта барча энергия берган электрон, охирги қабул қилувчи акцептор — водород ташувчиси НАД ёки НАДФ молекуласига ўтказилади; ушбу электрон ажралиб чиқсан протон бир хил молекулага қўшилади ва шу билан водород атоми ташувчи молекулага қўшилади.

Шундай қилиб, циклсиз фосфорланиш даврида электрон сув молекуласининг биринчи II фотосистемасига, кейин I фотосистемага ва охирида — потон билан бирикиб НАД ёки НАДФ га берилади. Иккита электронни транспорт занжири бўйлаб ҳаракатланиши жараёнида

маълум миқдорда АТФ молекулалари синтезланади. Электрон йўли ёпилмаганлиги сабабли, фосфорилланиш циклсиз деб номланади.

*Циклли фосфорланиш* — энергиянинг АТФ шаклида сақлашнинг энг қадими жараёнларидан биридир. Фотофосфорланишнинг бу ҳолатида электрон I фотосистемаси билан юзлашган электронларни ташувчи циклли занжири билан қўзғалади. Ҳужайрада водород ажралмай АТФ синтезланувчи механизм — фосфорланиш циклидир. Қоронғу фаза учун водород етарлича бўлади, аммо АТФ етарлича бўлмайди, шунинг учун ҳужайрада водородсиз АТФ синтезини амалга оширувчи механизм мавжуд.

Циклли фосфорланиш 2 та босқичда юзага ошади:

1. Электронлар I ФС реакция марказига ҳаракатланади, ёруғлик энергиясини қабул қиласди ва қўзғалади.

2. Иккинчи ЭТЗ бўйлаб ҳаракатланиши ўрнига электрон биринчи ЭТЗ кўчиб, энергиясини бериб, қайтадан IФС ўтиб олади.

Шундай қилиб, циклли фосфориллаш пайтида бир хил электрон доимий равишда айлана бўйлаб ҳаракатланади ва унинг ҳаракати давомида АТФ синтезланади. Шунга кўра, циклли водород натижасида фосфорланиш ҳосил бўлмайди. Табиийки, циклли фосфорилланиш — бу фотосинтез учун АТФ етишмовчилиги мавжуд бўлганда қўшимча йўлдир.

Шундай қилиб, барча ёруғлик фазасидаги реакциялари ўзида ташувчи бир электронни иккинчисига узатишни ифодалайди. Бундай узатиш мумкин бўлиши учун ташувчи молекулалар бир-бирига яқин жойлашган бўлиши керак. Шунинг учун ёруғлик фазаси мемраналардан ўтиши керак — эркин шаклда барча ташувчилар бир-бирларидан шунчаки “хиралашадилар”, шунинг учун уларни мемраналарда маълум бир ҳолатда ушлаб туриш керак.

#### **Билимингизни текширинг:**



1. Фотосинтезнинг ёруғлик фазасини тушунтиринг.
2. I ва II фотосистемаларнинг ишлаш механизмини айтиб беринг.



1. Фотофосфорланиш механизмини тушунтиринг.
2. Фотофосфорланишнинг еттита асосий босқичлари кетма-кетлигини кўрсатинг.



1. Электронларни циклсиз (оддий) транспортни таҳлил қилинг.
2. Фотофосфорланишнинг соддалаштирилган чизмасини тузинг.



1. Циклсиз ва циклли фотофосфорланишнинг ролини таққосланг.
2. Фотосинтезнинг ёруғлик фазасининг асосий электрон қабул қилувчиларни ҳисоблаб беринг.



1. Глюкоза молекуласини синтез қилиш пайтида хлоропласт стромасига углерод қўшилишидан ва унинг чиришга қарши бактериялар томонидан якуний истеъмол қилинишидан бошлаб углерод атомининг “саёҳат” диаграммасини тузинг.
2. Дарслиқдан ва қўшимча нтернет манбаиларидан ва илмий адабиётлардан фойдаланиб “Фотосинтез” мавзусига презентация тайёрланг.

## 9-§. ФОТОСИНТЕЗНИНГ ҚОРОНҒИ ФАЗАСИ. КАЛЬВИН ЦИКЛИ

### Бу дарсда сиз:

- Фотосинтезнинг қоронғи фазаси билан танишасиз;
- Фотосинтезнинг қоронғи фазасини тушунтиришни ўрганасиз;
- Кальвин циклини ўрганасиз.

### Сиз биласизми?

- фотосинтезнинг умумий чизмасини;
- $\text{CO}_2$  билан боғланиш жараёнини;
- $\text{CO}_2$  ни РДФга құшилиш чизмасини.

### Таянч иборалар:

*Қоронғу фаза, Кальвин цикли, фиксация, рибулозодифосфат, қанд,  $\text{CO}_2$ , фосфо-глицерин кислотаси*

**Фотосинтезнинг қоронғу фазаси** — бу синтез фазаси. Энергия ёруғлик фазасида олинган бўлса,  $\text{CO}_2$ , глюкоза молекуласига қайтарилади. Ушбу жараён аллақачон стромада кечмоқда.

Фотосинтезнинг қоронғу ва ёруғлик фазасида ўсимликларга кўплаб энергия сарфланади, аммо қоронғи фазаси кам энергия талаб қиласди ва тез содир бўлади. Қоронғу фазанинг реакциялари учун қуёш нури керак эмас.

Ушбу занжирдаги биринчи реакция — *карбонат ангидридни фиксация* қилишdir. Унинг янада силлиқ ва тез ўтиши учун табиат томонидан  $\text{CO}_2$  нинг бирикишини катализловчи Рибулозодифосфаткарбоксилаза ферменти таъминланди.

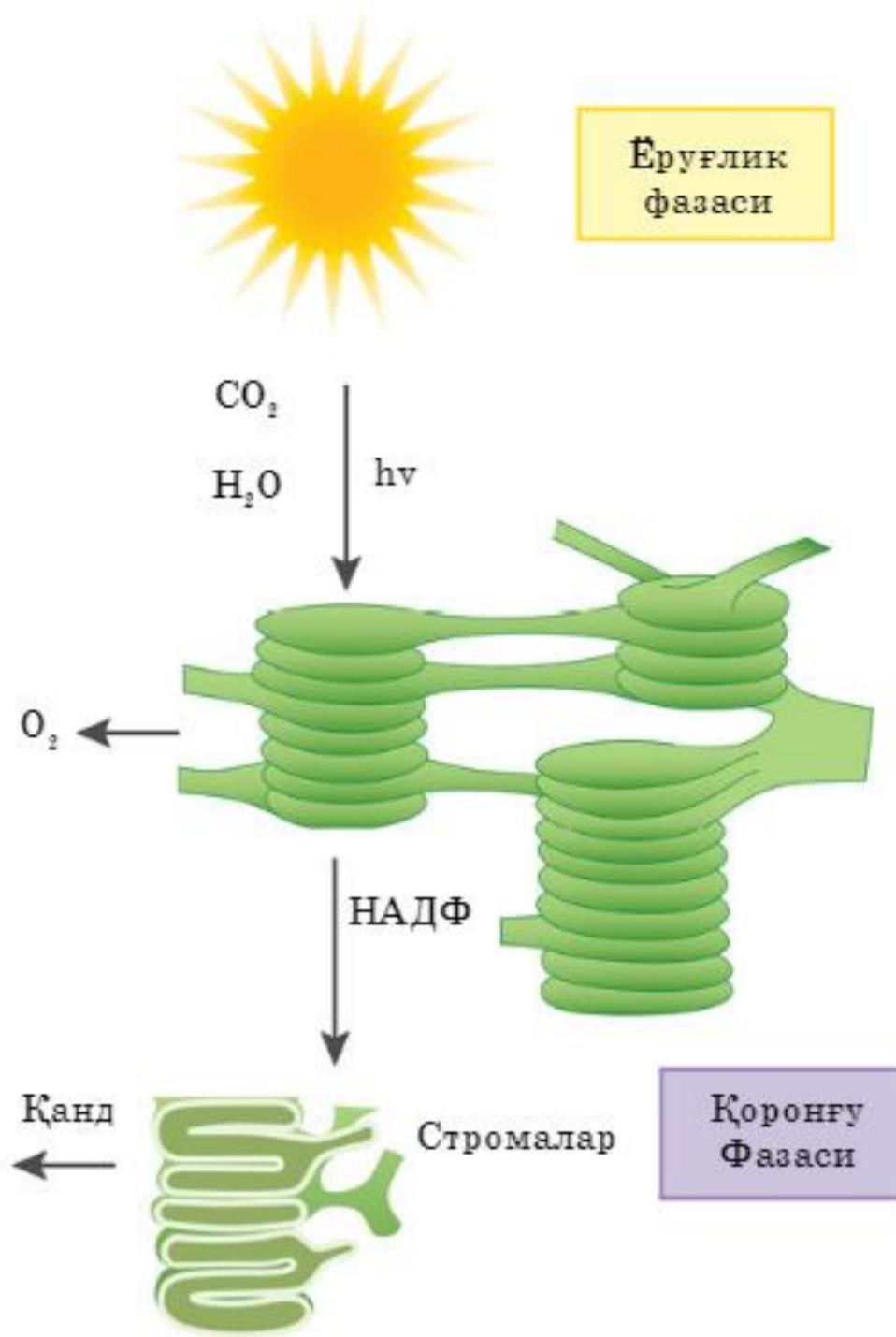
Янада *фосфоглецирин кислотасининг глюкозага* (табиий газ) айланишини таъминлаш учун тўлиқ цикл ҳосил бўлади.

Ушбу реакцияларнинг барчасига, фотосинтезнинг ёруғлик фазасида ҳосил бўлган АТФ ва НАДФ · Н<sub>2</sub> энергияси фойдаланилади. Фотосинтез натижасида глюкозадан бўлак ҳар хил аминокислоталар, ёғ кислоталари, глицерин, нуклеотидлар ва бошқа моддалар ҳосил бўлади.

Фотосинтез жараёни қоронғи фазанинг реакциялари билан якунланади, унинг давомида углеводлар ҳосил бўлади (19-расм). Бу реакцияларни амалга ошириш учун ёруғлик фазада тўпланган энергия ва моддалар сарфланади: ўсимликларда бу циклни 1961 йилда М. Кальвин томонидан очилгани учун Нобель мукофотига сазовор бўлди.

Фазанинг биринчи босқичи — уч углерод атоми билан бирикмалардан иборат.

Баъзи ўсимликлар учун биринчи босқи-чи — 4 углерод атоми бўлган органик кислоталарнинг шаклланиши бўлади. Ушбу йўлни австриялик



19-раем. Фотосинтезнинг умумий чизмаси

олимлар М. Хетч ва С. Слэк томонидан кашф этилган ва уни  $\text{C}_4$  — фотосинтез деб аташди.  $\text{C}_4$  — фотосинтез натижаси бўлиб глюкоза ва бошқа қандлар ҳисобланади.

**Коронғу фазанинг асосий жараёнлари.**  $\text{CO}_2$  биректириши. Еруғлик фазасида олинган АТФ энергияси ҳисобидан стромада, рибулозофосфат молекуласи активацияси бўлади. У 5 та углерод атомига эга бўлган юқори реакциялар аралаш рибулозодифосфатга (РДФ) айналади.

Уч углерод атомидан иборат фосфоглицерин кислотаси (ФГК) икки молекуласи ҳосил бўлади. Кейинги босқичда фосфоглицерин кислотаси АТФ билан реакцияга киришиб, дифосфоглицерин кислотасини ҳосил қиласи. Дифосфоглицерин ва НАДФН ўзаро таъсирланиб, фосфоглицерин альдегид (ФГА) ҳосил қиласи.



Мелвин Кальвин  
лабораторияда



Барча реакциялар фақат тегишли ферментлар таъсирида содир бўлади.

Гексозанинг ҳосил бўлиши. Кейинги босқичда фосфоглицерин альдегиди ва фосфодиоксиацетонин конденсациянинг натижасида 6 углерод атомидан иборат сахароза ва полисахаридларни ҳосил қилиш учун бошланғич материал бўлиб ҳисобланадиган фруктозодифосфат ҳосил бўлади.

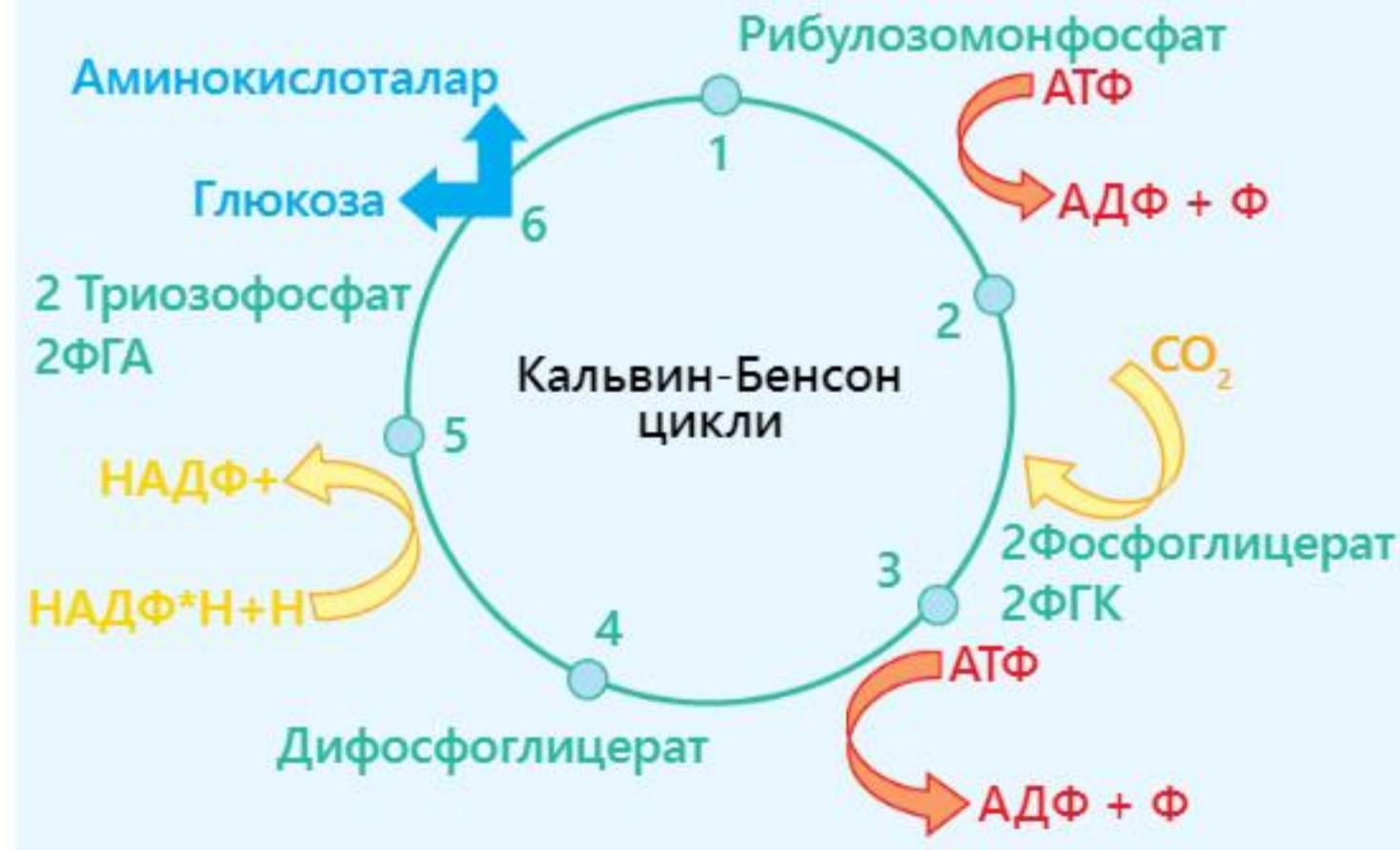
Фруктозодифосфат фосфоглицерин альдегиди ва қоронғу фазанинг маҳсулотлари ўзаро таъсиrlаниб, қантдинг 4-, 5-, 6-, 7- углерод занжирига барқарорлик беради. Фотосинтезнинг барқарор маҳсулотидан бири рибулозофосфат АТФ билан бирикиб, циклга қайта қўшилади. Глюкоза молекуласини олиш учун қоронғу фазаси 6 цикл реакциялар содир бўлади (20-расм).



Углеводлар — фотосинтезнинг асосий маҳсулоти, аммо, шунингдек, Кальвин цикли маҳсулотлари — аминокислоталар, ёғ кислоталари, гликолипидлар ташкил этади.

Шундай қилиб, фотосинтезнинг қоронғу фазасида ўсимлик организми учун жуда муҳим бўлиб ҳисобланади. Бу фазада олинган моддалар: оқсиллар билан ёғлар биосинтези, нафас жараёнлари ва бошқа ҳужайра ичидаги жараёнларда фойдаланилади.

### Фотосинтезнинг қоронғи фазаси



20-расм. Фотосинтезнинг қоронғу фазаси чизмаси

Коронғи фаза қуидаги хусусиятлари билан характерланады: органик моддаларни ҳосил бўлиши, АТФни АДФга айлиниши ва энергия ажралиши ва карбонат ангидрид газини ютилиши.

Кальвин цикли муҳим аҳамиятга эга: рибулозодифосфат —  $\text{CO}_2$ , акцептори сифатида, фруктозодифосфат —  $\text{CO}_2$ , билан ўзаро боғланган углевод атоми, таркибида биринчи олти атомли углеводдан тузилган.

### **Билимингизни текширинг:**



1. Фотосинтезнинг қоронғу фазасини тавсифланг.
2. Кальвин циклининг механизмини айтиб беринг.
3. Фотосинтезнинг қоронғу фазасини тавсифловчи билгиларни тушунтиринг.



1.  $\text{CO}_2$  боғланишни тушунтиринг.
2. Гексоза ҳосил бўлиш усулини таклиф қилинг.



1. Фотосинтез фазаларини таққослаш жадвалини кўриб чиқинг.
2.  $\text{CO}_2$  РДФга бириктирилишнинг соддалаштирилган диаграмасини тузинг. Фотосинтез босқичларини таққослаш жадвални дафтарга чизиб тўлдиринг.

Таққослаш мезони	Ёруғлик фазаси	Қоронғу фазаси
Қуёш нури		
Реакцияни ўтиш жойи		
Энергия манбаи		
Дастлабки моддалар		
Моҳияти ва фазасининг якуний маҳсулоти		



1. Кальвин циклини ташкил қилинг.
2. Фотосинтезнинг қоронғу фазасидаги чизмани асосланг.



Фотосинтезнинг қоронғу фазаси қийматларини ҳисобланг.

## **10-§. $\text{C}_3$ ВА $\text{C}_4$ ЎСИМЛИКЛАРДА БАРГЛАР АНАТОМИЯСИ**

### **Бу дарсда сиз:**

- $\text{C}_3$  ва  $\text{C}_4$  ўсимликларда углеродни боғлаш усулларини ўрганасиз;
- $\text{C}_3$  ўсимлик баргларининг анатомияси билан танишасиз;
- $\text{C}_4$  ўсимлик баргларининг анатомиясини ўрганасиз.

### **Сиз биласизми?**

- ўтказувчи тўпламлар қайси ҳужайралардан ҳосил бўлади;
- қандай ҳужайралар барг паренхимасини ҳосил қиласди;
- $\text{C}_3$  ва  $\text{C}_4$  ўсимлик барглари таркибидаги фарқлар.



### Таянч иборалар:

барг анатомияси, Хэтч-Слэк йўли ( $C_4$ -йўли), Кальвин цикли( $C_3$ -йўли), паренхима, ксилема, флоэма, строма, колленхима, стеренхима

Эволюция жараёнида фотосинтез жараёнини таъминловчи ўзига хос тузилмалар шаклланди. Юксак ўсимликларда фотосинтезнинг асосий органи — баргдир. Ушбу органнинг таркибий хусусиятлари қуёш энергиясини ютиш, уни органик бирикмалар энергиясига айлантириш ва ўсимлик организмига хос бўлган автотроф озиқланиши амалга оширишга имкон беради.

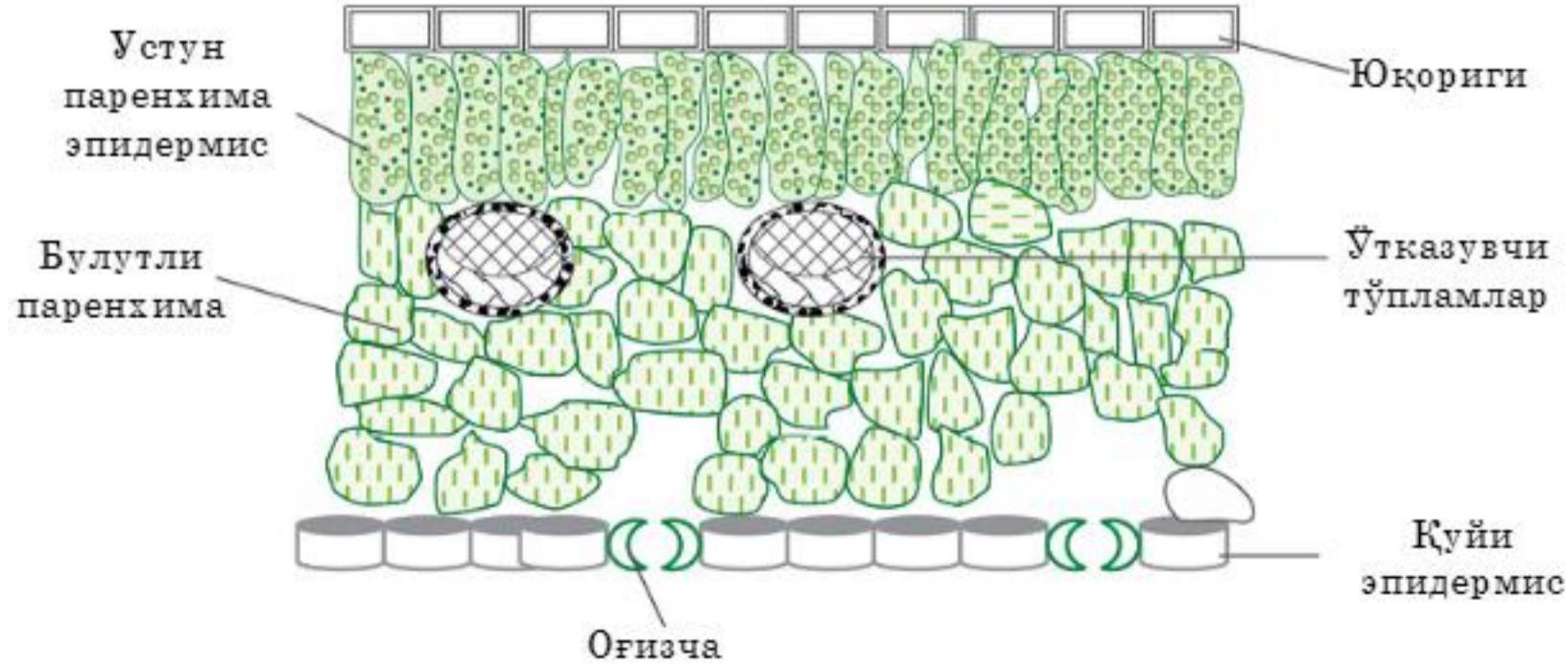
Карбонат ангидридни бириктириш усулига қараб, барг пластинкасининг тузилишида маълум фарқлар мавжуд. Ўрта кенгликдаги кўпгина ўсимликлар анатомик тузилишга эга, бу Калвин циклининг кимёвий реакциялари туфайли карбонат ангидридни маҳкамлашга имкон беради (21-расм).

#### Фотосинтез жараёнида барг тўқималарининг функциялари

*Эпидермис* карбонат ангидрид газини ассимиляция қилишга қодир бўлмаган турли шаклдаги тирик ҳужайралардан иборат (оғизча ҳужайраларидан ташқари). У ҳужайра деворларини тузилишида ўзига хос хусусиятларга эга. Баргни атроф-муҳитнинг ноқулай шароит таъсиридан ҳимоялайди, ёруғлик квантлар оқимини тартибга солади, эпидермисда турли хил структурали компонентлар жойлашгани туфайли  $\text{CO}_2$ , сўрилишини ва  $\text{O}_2$  ажралишини таъминлайди.

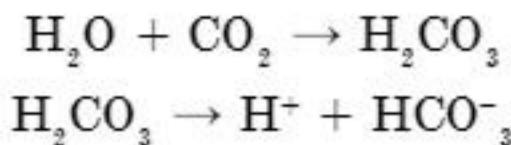
Барг мезофилли икки хил ҳужайрадан иборат бўлиб, улар устунсимон (полисад) ва булутсимон (говаксимон) паренхимасини ҳосил қиласди.

*Устунсимон паренхимаси* эпидермис остида жойлашган, хлоропластлари кўп, ёруғлик квантларини ютиш жараёнида ва  $\text{CO}_2$  ассимиляциясида муҳим вазифани бажаради.



21-расм. Карбонат ангидрид газининг  $C_3$ -йўлига эга бўлган ўсимлик баргининг тузилиши

*Булутсимон паренхимаси хлоропластлари нисбатан кам, барг остида томонида жойлашади, ҳужайралар орасида бўшлиқларнинг кенг системаси ва нам ҳужайра деворлари катта сиртга эга, ҳужайралар орасидаги бўшлиқда кимёвий реакциялар туфайли барг мезофиллида CO<sub>2</sub> тўпланишида иштирок этади.*



НСО<sub>3</sub><sup>-</sup> иони — карбонат ангирид газининг заҳираси.

*Ўтказувчи тугунлар* ксилема, флоэма ва механик тўқималардан (склеренхима, колленхима) иборат, барг мезофиллида тармоқланган мураккаб системани ҳосил қиласди.

*Ксилема* ўлик ҳужайралардан тузилган. Асосий ҳужайралар — лигниндан иборат томирли элементлар. Лигнин кенг ва зич уч ўлчовли тармоқ ҳосил қиласди. Деворларнинг сўнгги қисмлари деярли йўқ бўлиб кетади, бу эса узун томирларда кетма-кет жойлаштирилган элементларнинг бирлашишига олиб келади. Ксилема сув ва минерал тузлар ташувчи, барг тўқималарининг метаболик жараёнларида муҳим ўринга эга, ён деворлари устун ва механик вазифани бажаради.

Флоэма ғалвирсимон началардан ва паренхима ҳужайралардан иборат.

Ғалвирсимон началар шаклланиш жараёнида ядро ва цитоплазманинг кўплаб қисмлари йўқолади, уларнинг вазифасини бир-бири билан алоқа қиласиган ҳужайралар бажаради. Флоэма фотосинтез маҳсулотларини баргдан бўлак ўсимликнинг бошқа органлари етказилади.

*Механик тўқималар* — склеренхима ва колленхимашаклида бўлади.

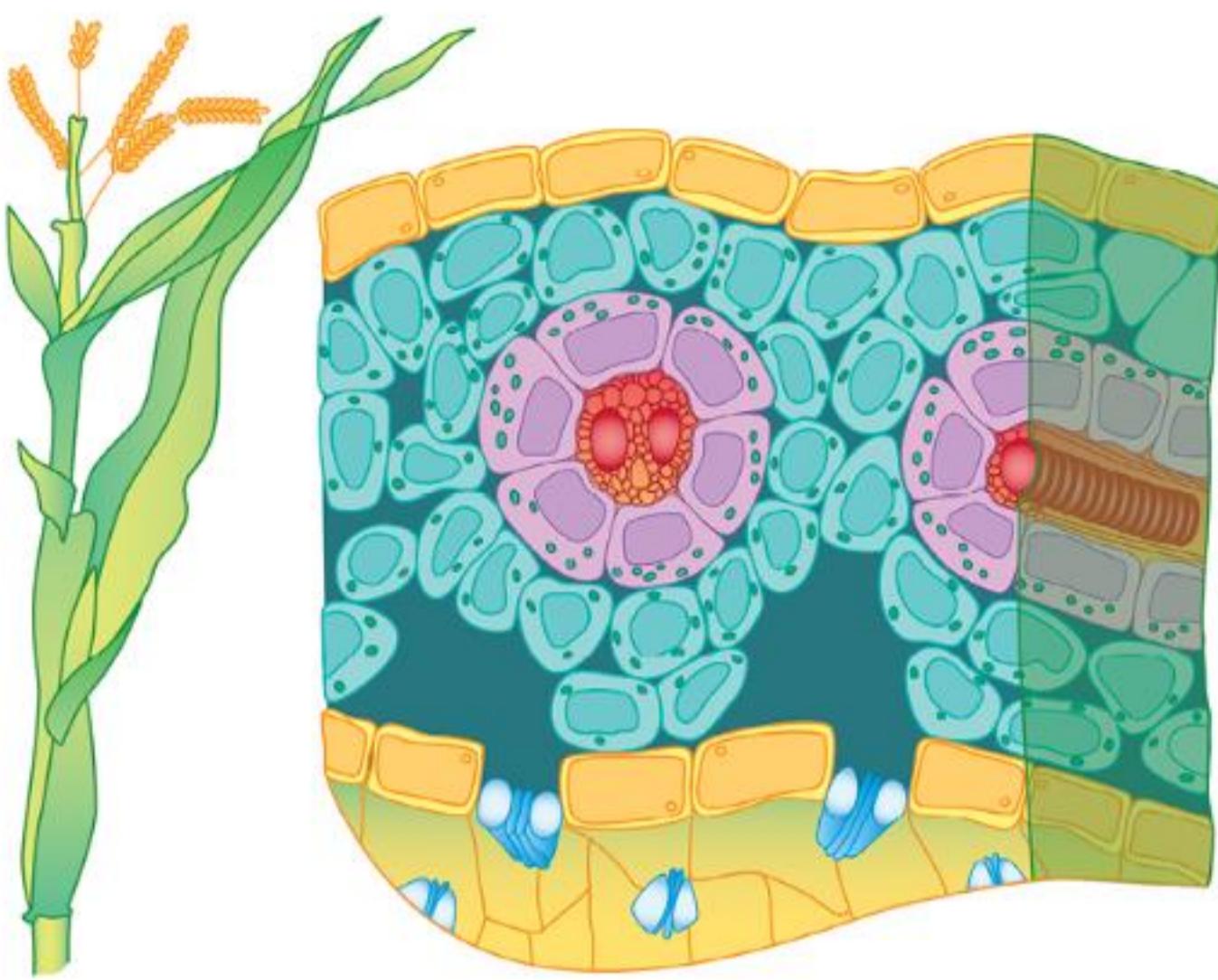
*Колленхима* — пўсти қалин, овал шаклидаги тирик ҳужайралар томонидан ҳосил бўлади.

*Склеренхима* — лигниндан иборат, началари узун толасимон ўлик ҳужайралардан иборат. Баргларда склеренхиманинг ҳужайралари толалар шаклида чўзилиб, боғлар ҳосил қиласди. Колленхима билан склеренхима баргларга мустахкамлик хусусиятларини беради ва тириклик функциясини бажаради.

**C<sub>4</sub> — ўсимликларда ўтказувчан боғлар икки қаватли ҳужайралар билан ўралган (22-расм).**

*Биринчи қаватда* — ҳужайраларда иирик хлоропласлар бўлади. Кальвин-Бенсон циклнинг ферментлари хлоропластларда жойлашиб, бу қават крахмалнинг тўпланишини таъминлайди.

*Иккинчи қават* — барг мезофилли ҳужайраларида оддий хлоропластлар бўлади. Хлоропластнинг бу тури фотосинтезнинг ёруғлик фазаси ва карбонат ангирид газини фосфоенолпируваткарбоксилаза иштирокида фиксациялаш фаоллигини таъминлайди.



**22-расм.** Маккажүхори баргининг күндаланг кесими, кенг тарқалган  $C_4$  үсимлиги.

Қызил рангда күрсатилған — үтказувчи боғлам ҳужайралари, бинафша рангда — қопловчи ҳужайралар, мовий рангда — мезофилл ҳужайралари

#### Билимингизни текшириңг:

- 1.  $C_4$  үсимлик баргининг тузилишини айтиб беринг.
- 2. Ҳужайра қаватларыда кранц қандай рол үйнашини тушунтириңг.
- 1. Барг тұқымаларыда фотосинтез жараёни қандай рол үйнайды.
- 2.  $CO_2$  фиксациялаш үсимликларда  $C_4$ -йүли билан амалга ошишини анықланг.
- 1.  $C_3$  ва  $C_4$  үсимликтік барларидаги тұқымалар фарқини таққосланг.
- 2. Нега барларда ғалвирсимон найчалар пайдо бўлишини тушунтириңг.
- 1.  $C_3$  ва  $C_4$  үсимликларда үтказувчи боғларни фарқланг.
- 2. Фотосинтез доимий бўлиш учун  $C_3$  ва  $C_4$  үсимликтининг қайси бири кўпроқ сувни талаб қиласди.
- Турли үсимликларда мезинхималарнинг тузилиши ва структураси ҳақида презентация тайёрланг.

## 11-§. МЕЗОФИЛЛ ҲУЖАЙРАЛАРДА КАРБОНАТ АНГИДРИДНИ БИРИКТИРИШ ХУСУСИЯТЛАРИ. КАРБОНАТ АНГИДРИДНИ АКЦЕПТОРЛАРИ (ҚАБУЛ ҚИЛИШ)

### Бу дарсда сиз:

- Мезофилл ҳужайраларида карбонат ангидридни оксидни бириктириш хусусиятлари билан танишасиз;
- Карбонат ангидридни акцепторларини ўрганаңыз;
- баргда карбонат ангидриднинг тарқалиш хусусиятларини билиб оласыз.

### Сиз биласызми?

- фотосинтезнинг  $C_4$  йўли (Хетч Слэк цикли);
- карбонат ангидрид акцепторларнинг регенерацияси;
- карбонат ангидрид  $C_4$  фиксациялаш йўли бўлган ўсимлик баргларининг тузилишини.

### Таянч иборалар:

*Хэтч-Слэк йўли ( $C_4$ -йўли), мезофилл, карбонат ангидрид, паренхима, ксилема, акцептор, регенерация*

**Баргда карбонат ангидрид диффузиянинг хусусиятлари.** Баргда оғизчаларнинг кучли ёпилиши сув буғланишни (транспирация) пасайтиради. Бунинг сабаби, сув буғининг диффузия тезлиги биринчи навбатда барг оғизчасининг ёриқлар ҳажмига боғлиқ, шу билан бирга  $CO_2$  нинг диффузияси учун фотосинтезда унинг интенсивлиги катта аҳамиятга эга. Бу ўсимликларнинг ноқулай яшаш шароитида, масалан, қурғоқчилик даврида омон қолиши учун сезиларли мослашувни англатади. Шундай қилиб, барг оғизчаларнинг диаметрининг 10 дан 3 мкм гача пасайиши транспирацияни 38% га қисқартиради, шу билан бирга  $CO_2$  нинг ютилиши камаяди, атиги 29% га камаяди.

**Фотосинтезнинг  $C_4$  йўли (Хетч-Слэк цикли).**  $C_4$  йўли-фотосинтезнинг биринчи маҳсулоти углеродни ( $C_4$ ) тўрт бирикмаси ҳосил бўлади. 1965 йилда, баъзи ўсимликлар (қанд қамиши, маккажӯхори, жӯхори, тарик) фотосинтезнинг биринчи маҳсулотлари тўрт углерод кислота ҳисобланади. Бундай ўсимликлар  $C_4$ -ўсимликлар деб номланган. 1966 йилда австралиялик олимлар Хэтч ва Слэк  $C_4$  – ўсимликларда фото-нафас олиш қобилиятига эга эмаслигини ва карбонат ангидридни анча самарали ютишини кўрсатишиди. Углероднинг  $C_4$  –ўсимликларига айланиш йўли **Хэтч-Слэк йўли** деб аталди.

<sup>1</sup> ФЕП — карбоксилаза — бу фосфололпируваткарбоксилаза, ўсимликлар ва баъзи бактериялардаги фермент, у бикарбонатни ( $HCO_3^-$ ) фосфололпируватга (ФЕП) тўрт карбонатни оксоацетат ва бейорганикали фосфатнинг бирикишига таъсир қиласи.



Хэтч-Слэк йўли карбонат ангидрид ва водородни мезофилл хужайраларидан ўтказувчи ҳужайраларга ташиш учун қаратилган. Улардан карбонат ангидрид ажралиб чиқади ва одатдаги  $C_3$  фотосинтетик ўзгаришларнинг йўлига киради.

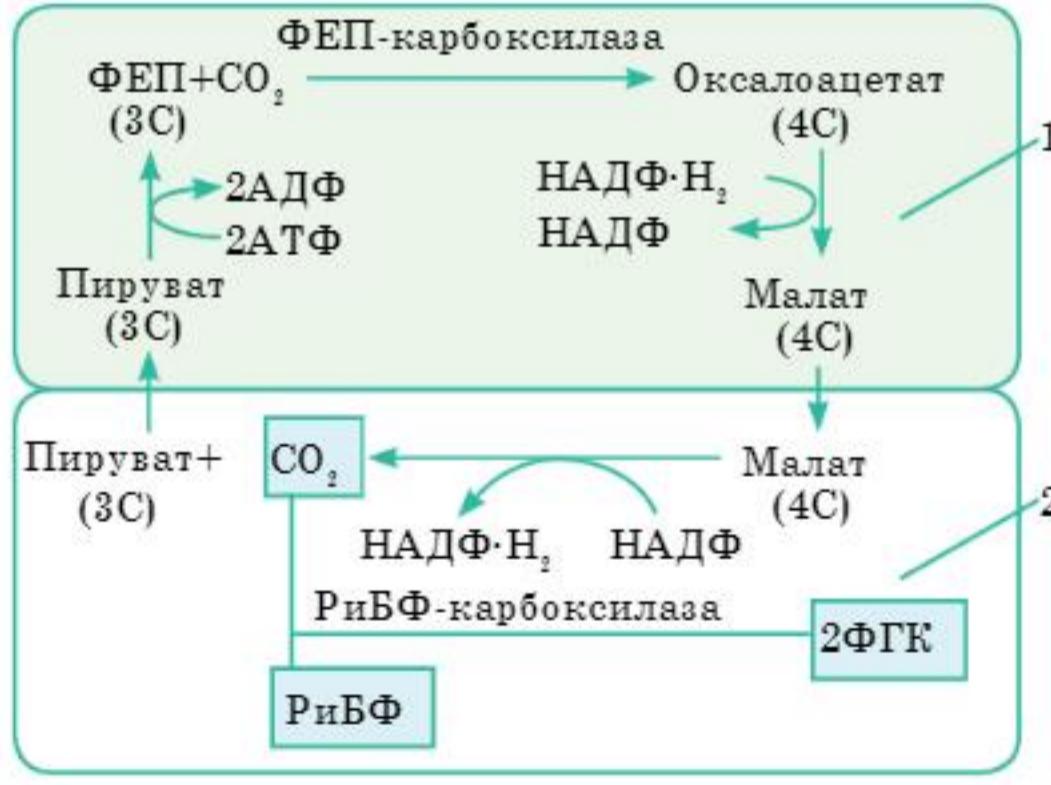
Карбонат ангидридни мезофилл ҳужайраларига фиксациялаш. Карбонат ангидрид мезофилл ҳужайраларнинг цитоплазмасида жойлашади. Бу жараён механизми қуйидаги тенглама билан берилган:  $C_3$  — ўсимликларда карбонат ангидрид акцептори рибулозодифосфат (РиБФ) ўрнига фосфоенолпируват (ФЕП) бўлиб ҳисобланади,  $C_4$ - ўсимликларда РиБФ — карбоксилаза ферменти ўрнига ФЕП-карбоксилаза ферменти қатнашади.

ФЕП-карбоксилаза ферменти  $C_3$ -ўсимлик ферментига нисбатан самаралироқ. Унинг икки сабаби бор: биринчидан, ФЕН-карбоксилаза карбонат ангидридга юқори даражада боғлиқдир, иккинчидан, унинг иши кислород билан рақобатбардош ингибирга дучор бўлмайди. Олинган шовул-сирка кислотаси сўнгра малатга, 4C — кислотасига айланади (23-расм.).

*Малатнинг айланма йўли (манёвр).* Плазмодесма орқали ичкарига ўтиб, малат ҳужайраларнинг хлоропластларига тушади, карбонат ангидрид билан бирлашиб пируватқа ( $3C$ -кислотаси) айланади. Бу вақтда НАДФни қайта тиклаш учуш водород ажралади.



Эътибор беринг, карбонат ангидрид ва водород мезофилл ҳужайраларига ташқаридан киради, сўнгра улар боғни ўтказувчи қоплаган ҳужайраларида йўқолади. Бу жараёнларнинг самаралиги шундаки, мезофилл ҳужайраларидан карбонат ангидрид ва водород боғни ўтказувчи ҳужайрага ўтаётганда содир бўлади.



23-расм.  $C_4$ -фотосинтез:

1 — мезофилл ҳужайраси; 2 — ўтказувчи ҳужайра

**Карбонат ангидрид акцепторларинг регенерацияси.** Пируват мезофилл ҳужайраларига қайта қайтади, АТФ молекуласининг фосфат гурухининг ўзига бириктириб, ФЕП (фосфоенолпируват) регенерацияланади. Бунга иккита юқори энергияли фосфат алоқаларининг энергияси сарфланади.

Пируват мезофил ҳужайраларига қайтади ва ФЕПда АТФ энергияси туфайли тикланади.  $\text{CO}_2$  яна ФГК ҳосил бўлиши билан РиБФ-карбоксилаза томонидан ўрнатилади. ФЕП-ни тиклаш АТФ энергиясини талаб қиласди, шунинг учун  $\text{C}_4$ -фотосинтезига қараганда деярли икки баравар кўпроқ энергия талаб қилинади.

Оксалоацетат (4С) малатга айналади. Бунда у декарбоксилланиб ва сувсизланиб пируват  $\text{CO}_2$  билан НАДФ ·  $\text{H}_2$  ҳосил қиласди.

Тадқиқотлар фотосинтез жараёни  $\text{C}_4$ -йўли билан ўтувчи ўсимликларда ҳужайралар ва хлоропластларда икки турда бўлишини кўрсатди: 1) баргларнинг мезофилл ҳужайраларида ўхашаш гранулати пластидлар; 2) кўпинча гранулатардан жудо бўлган, пластидлари йирик, толалар тўпламларини ўраб турган қопловчи ҳужайралар бўлади.

Қопловчи ҳужайраларнинг деворлари қалинлашган бўлиб, кўплаб хлоропластлардан ва митохондриялардан тузилиб, улар томир тўпламларини 1 ёки 2 қаватларида жойлашган. Анатомик тузилишнинг бу белгилари *кранц анатомияси* деб аталади (kranz — “тоҷ” маъносини билдиради). Турли ҳужайралардаги хлоропластлар фақат структуралари билан фарқланмай, шу қаторда фосфорланиш ҳам ҳар хил типи билан фарқланади. Чунончи, мезофилл ҳужайраларида циклсиз фосфорланиш ва НАДФН ҳосил бўлади, бу қопловчи ҳужайраларда Кальвин цикли учун зарур. Қопловчи ҳужайраларнинг хлоропластларида фақат циклик фосфорланиш турлари содир бўлади.  $\text{CO}_2$  ҳужайра хлоропластида жойлашиб, Кальвин циклида иштирок этади – РБФга бирикади. Пируват мезофилл ҳужайраларига қайта бирикиб, бошланғич  $\text{CO}_2$  – ФЕП асосий акцепторига айланади. Шундай қилиб,  $\text{C}_4$ -йўлида карбоксил реакцияси икки марта содир бўлади. Бу ўсимлик ҳужайралардаги углерод захирасини тўплашга имкон беради.  $\text{CO}_2$  акцепторлари (ФЕП ва рибулозодифосфат) регенерациялайди, бу циклларни узлуксиз ишлашга мумкинлик яратади.  $\text{CO}_2$  ни ФЕП иштироки билан фиксациялаш ва малат ёки аспартатни ҳосил бўлиши  $\text{C}_3$ -йўли бўйлаб иш фаолиятини бажарувчи хлоропластларга  $\text{CO}_2$  етказиб бериш учун хизмат қиласди. Фотосинтезнинг ушбу механизмида икки турдаги ҳужайралар ва икки турдаги хлоропластлар иштирок этганлиги сабабли, бу йўл кооператив деб ҳам аталади (Ю. С. Карпилов, 1970).  $\text{C}_4$  – йўли эволюция жараёнида атроф-муҳит шароитлари ўзгариши мослашиш учун пайдо бўлган деган фикрлар айтилади. Фотосинтез босқичи пайдо бўлганда атмосфера кислородга нисбатан карбонат ангидрид газига бой эди. Шунинг учун Кальвин циклининг асосий ферменти Rubisco (РБФ карбокси-

лаза/оксигеназа) факат  $\text{CO}_2$  га нисбатан юқори концентрацияларда фаоллигини юрита олади. Үсимликларнинг фаолияти туфайли атмосфера таркиби үзгарди:  $\text{CO}_2$  мікдори кескин пасайиб,  $\text{O}_2$  күпайди. Үзгарган шароитта фотосинтезнинг қоронғу фазаси амалга оширишда бир қатор мослашувчан белгилар пайдо бўлди. Хусусан, сезиларли даражада хлоропласт строма оқсиликрининг деярли ярмини ташкил этувчи Rubisco ферментининг таркиби ошиди. Шу билан бирга, баъзи үсимликларда ФЕП-карбоксилазасидан фойдаланиб, маҳсус қўшимча  $\text{CO}_2$  боғланишининг йўли ёрдамида ишлаб чиқилган. Ушбу фермент углеродкислотаси билан яхши боғлиқ ва  $\text{CO}_2$  концентрасиясида Rubisco бир неча баравар паст ишлайди.  $\text{C}_4$  үсимликларида диффузиясининг мезофил қаршилиги  $\text{CO}_2$  3,5 баравар кам ва 0,3-0,8 см / с ни ташкил этади,  $\text{C}_3$ -үсимликларида эса 2,8 см / с ташкил қиласи.



Қозоғистон Республикасида академик Т. Б. Дарканбаев ўзиниг ҳам-касб олимлари билан биргаликда баҳор ва кузги буғдой навларининг фотосинтез ва биокимёвий хусусиятларини ўрганишиди.

Фотосинтез туфайли ҳар йили атмосферадан миллиардлаб тонна карбонат ангидрид ютилади, миллиардлаб тонна кислород чиқади; фотосинтез органик моддаларни ҳосил бўлишининг асосий манбаи. Кислороддан озон қатлами ҳосил бўлади, бу тирик организмларни қисқа тўлқинли ультрабинафша нурланишидан ҳимоя қиласи.

Фотосинтез жараёнида яшил баргга тушадиган қуёш энергиясининг атиги 1% фойдаланади, унумдорлиги соатига 1 м<sup>2</sup> таҳминан 1 г органик моддадан иборат.



Фотосинтез жараёни нормал давом этиши учун  $\text{CO}_2$  доимий равишда ҳужайраларга яшил пластилар ичига кириши керак.  $\text{CO}_2$  нинг асосий етказиб берувчиси атмосферадир. Атмосферадаги  $\text{CO}_2$  мікдори таҳминан 0,03% ни ташкил қиласи. Кун давомида үсимликлар 30—60 метрлик ҳаво қатламида жойлашган  $\text{CO}_2$  мікдорини ўзлаштиради. 1 г шакар ҳосил бўлиши учун 22500 л ҳавода бўлган 1,47 г  $\text{CO}_2$  керак. Бунинг сабаби шамол ва барглар атрофида нотекис иситиш туфайли барглар атрофида ҳаво массаларининг доимий турбулент ҳаракати туфайли мумкин. Фотосинтез жараёнида истеъмол қилинган карбонат ангидрид нафас олиш ва парчаланиш жараёнлари орқали атмосферага қайтади. Тупроқдаги микроорганизмларнинг фаолияти алоҳида аҳамиятга эга. Денгиз сувида эриган карбонатларнинг парчаланиши пайтида маълум мікдордаги  $\text{CO}_2$  ажралиб чиқади.  $\text{CO}_2$  барг орқали сўрилиши натижасида ушбу газнинг концентрация градиенти ҳосил бўлади, бу  $\text{CO}_2$  үсимликнинг фотосинтезловчи органлари доимий диффузияланади.

Диффузия — молекулаларнинг тартибсиз ҳаракати натижасида вужудга келади ва ўз-ўзидан юзага келадиган жараён бўлиб, моддани унинг юқори концентрациясидан пастки қисмига ўтишига олиб келади.  $\text{CO}_2$  атмосферанинг юқори қатламларидан барга туташган жойларга ва ундан кейинги ҳужайралараро бўшликларга, ҳужайралараро бўшликлардан ҳужайраларга ва хлоропластларга тарқалади.

Карбонат ангидрид оғизчалар орқали үсимликнинг баргларига киради. Маълум мікдордаги  $\text{CO}_2$  тўғридан-тўғри кутикулага етказиб берилади. Иккинчи ҳолда  $\text{CO}_2$  тарқалиши эпидермис ҳужайралар барг паренхимаси орқали ҳужайраларининг

хлоропластларига ўтади. Оғизча ёриқлардан ўтаётганды,  $\text{CO}_2$  газ шаклида ҳужайралараро бүшликлар бүйлаб баргнинг исталган қисмiga тарқалиши мумкин.  $\text{CO}_2$  гази ҳужайралараро бүшлиқта ўтиши учун 1000 мкм масофани босиб ўтиши керак. Ушбу масофани босиб ўтиш вақти 10—16 миксекунд. Бундай ҳолда сувнинг диффузия йўли минималдир — фақат ҳужайра ичида бўлади. Барча барг оғизчалари очилгани билан улар барг юзасининг атиги 1/100 ташкил этади, лекин шунга қарамай  $\text{CO}_2$  барг ичидаға бүшликлар орқали тез ўтади. Тажрибалар шуни кўрсатдики 1  $\text{cm}^2$  майдонга эга баргнинг эркин ишқор юзаси 1 соат ичида 0,12—0,15  $\text{cm}^3 \text{CO}_2$  ютади. 1  $\text{cm}^2$  барг юзаси фақат ярмини — 0,07  $\text{cm}^3 \text{CO}_2$  ютади, шу билан бирга унинг очик майдони 100 марта кам. Бундай юқори тезлик билан газларни майда тешиклар орқали диффузияланиши уларнинг майдонига эмас, балки диаметрига мутаносиб бўлганлиги билан изоҳланади. Табийки, бу ҳолат фақат оғизчаларнинг очик бўлганда тўғри бўлади. Ёпиқ оғизчаларда  $\text{CO}_2$  тарқалиши баргда кескин камаяди. Шамолда ташқи қаршилик пасаяди. Асосий қиймат оғизчалар орқали диффузия пайтида қаршиликка айланади, шунинг учун уларнинг ёпилиши янада катта нисбий таъсирга эга ва  $\text{CO}_2$  тарқалишини янада камайтиради.

### Билимингизни текширинг:



- Мезофилл ҳужайраларида карбонат ангидридни бириктириш хусусиятларини айтиб беринг.
- Фотосинтезнинг  $C_4$ -йўли (Хетч Слэк цикли) айтиб беринг?



- Хетч Слэк циклидаги ферментларни атанг ва уларнинг қийматини асосланг.
- Фосфоэнолпируват кислотанинг карбоксилланиш реакциясини айтиб беринг.



- Баргдаги карбонат ангидриднинг диффузия хусусиятларини таҳлил қилинг.
- $C_4$  ўсимликларнинг структурасини чизинг.



- Карбонат ангидриднинг акцепторролини асосланг.
- $C_4$  фотосинтез ва  $C_3$  фотосинтезни боғланиши тўғрисида хulosса тайёрланг.



- Баргларда карбонат ангидридни диффузия хусусиятларини муҳокама қилинг.
- Фотосинтез жараёнида  $C_4$ - ўсимлиги  $\text{CO}_2$  боғланиши ҳақида реферат тайёрланг.

### 4-лаборатория иши

#### **$C_3$ ва $C_4$ ўсимликтарнинг барг мезофиллинин микропрепарат ёрдамида ўрганиш**

Ишнинг мақсади:  $C_3$  ва  $C_4$  ўсимликларнинг барг мезофиллининг тузилишини таққослаш.

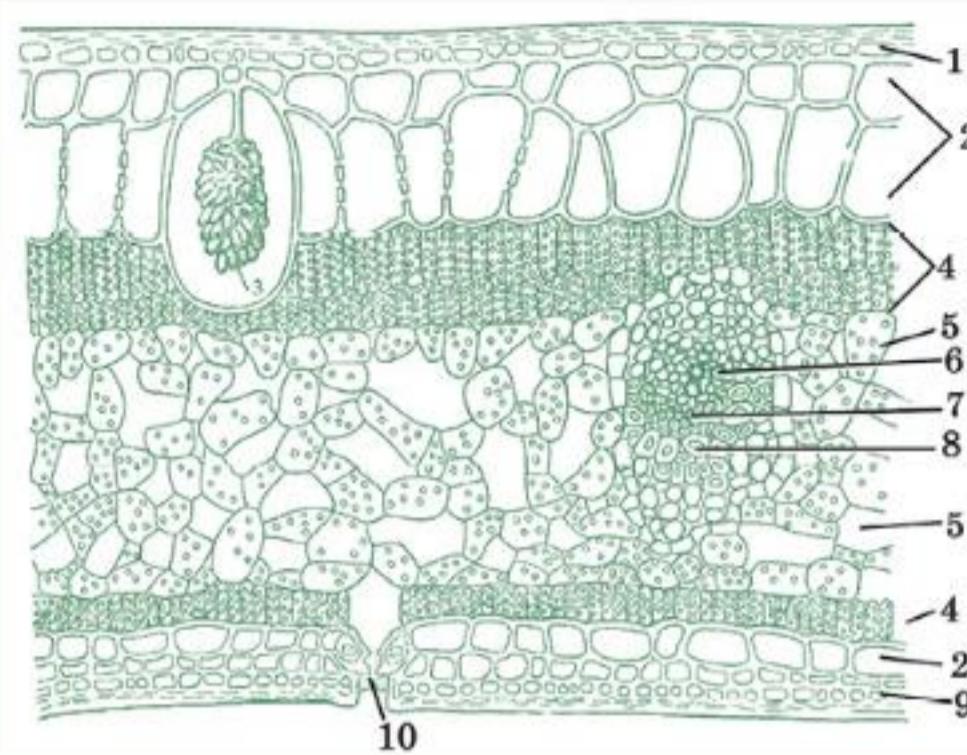
Материалдар. Фикус барги (*Ficus elastica*), маккажӯхори (*Zea mays*); оддий қарағай барги (*Pinus sylvestris*), микроскоп, буюм ва қопловчи ойналар.

#### **Ишнинг бориши**

**1-топшириқ.** Фикус баргининг кўндаланг кесилган микропрепаратидан фойдаланиб, мезофиллининг изолатералполисад баргнинг тузилишини ўрганиш (1-расм).

Ишнинг кетма-кетлиги. Фисус барглари — одатда доим яшил рангга эга ўсимлик, унинг барглари бир неча йил давомида ўз ишини бажаради. Унинг ҳимоя қопқоғи учта қатлам ҳужайраларидан иборат. Ташқи қатлам — эпидермис. Иккинчи ва учинчи қатламларнинг ҳужайралари эпидермис ҳужайраларидан каттароқ, деворлари ингичка, таркиби рангсиз, хлоропластлари йўқ. Ушбу иккита ички қатлам гиподерма деб аталади. Кўринишидан улар иссиқлик нурларини ушлаб турадиган ва ассимиляция тўқимасини ҳаддан ташқари иссиқликдан ҳимоя қиласиган, шунингдек сув тўплайдиган фильтр ролини

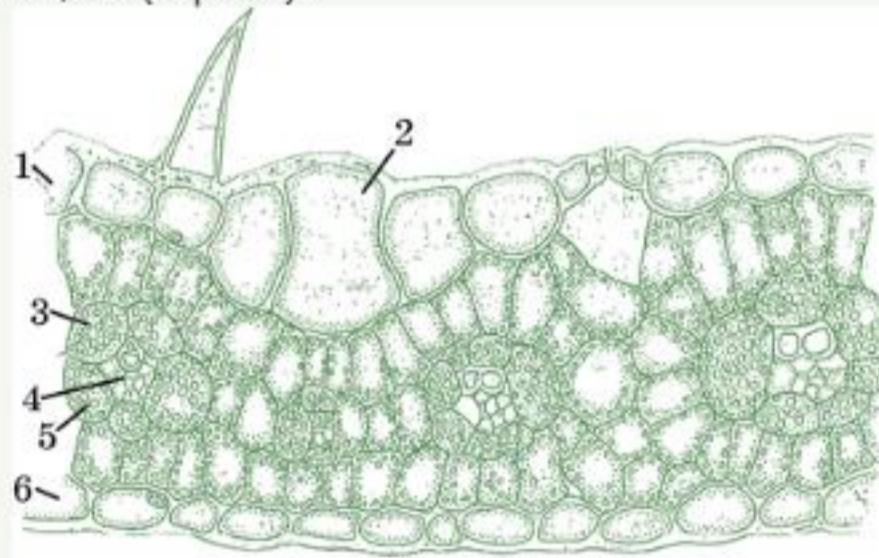
үйнайды. Баргнинг юқори томонида мезофилл билан чегараланган баъзи гиподермис ҳужайраларида майда тукчасимон шаклида — цистолитлар учрайди.



**1-расм.** Мезофиллинг изолатералполисад типидаги фикус баргининг күндаланг кесими:

- 1 — юқори эпидерма, 2 — гиподерма, 3 — цистолит, 4 — устунсимон паренхима,
- 5 — булатсимон паренхима, 6 — ксилема, 7 — флоэма, 8 — склеренхима
- (6 — 8 — коллатералли боғлам), 9 — пастки эпидерма, 10 — оғизча аппарати

**2-топшириқ.** Маккажұхори баргининг (*Zea mays*) күндалант кесими микропрепаратида Мезофиллинг ажратилған турини күриб чиқинг, асосий ва кичик тукчаларнинг ўтказувчи түқималарни күриб чиқинг (2-расм).



**2-расм.** Маккажұхори (*Zea mays*) баргнинги тузилиши ва изолатерал типдаги мезофилл:

- 1 — юқори эпидерма, 2 — моторлы ҳужайралар, 3 — мезофилл, 4 — ўтказувчи боғлам,
- 5 — қолповчи ҳужайралар, 6 — пастки эпидерма

**Ишнинг кетма-кетлиги.** Ксилема ва флоэманинг асосий тукчаларга жойлашига қараб барларнинг юқориги ва пастки томонларини морфологик жиҳатини аникланг.

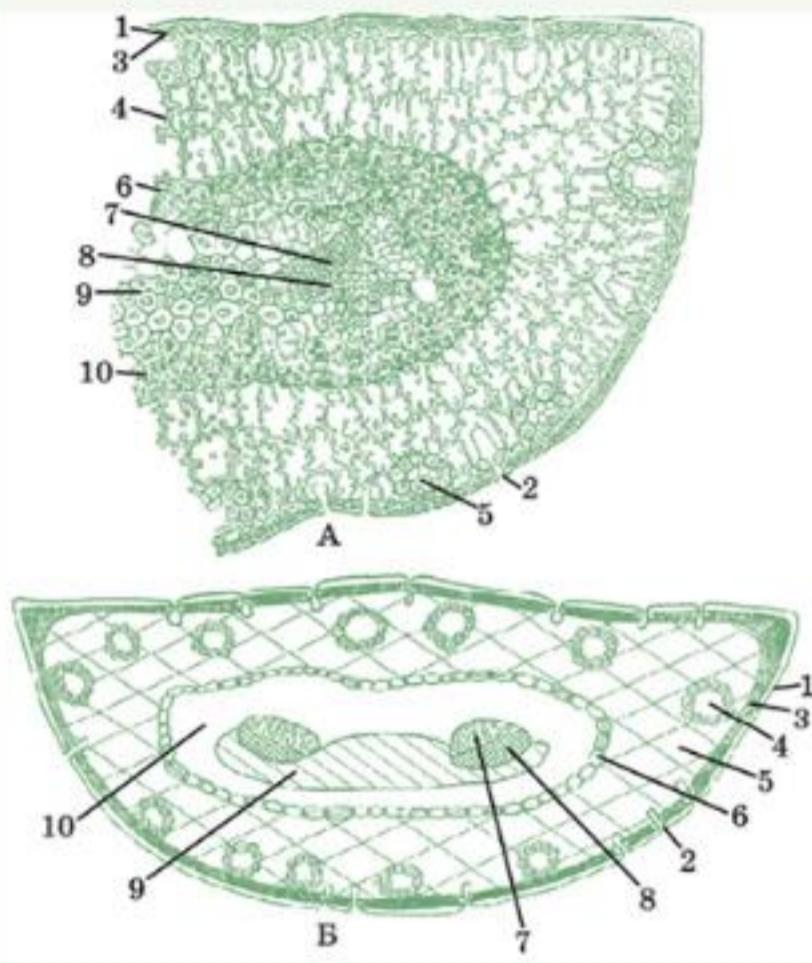
Кичкина тукчада ҳужайра пластинкалари, ўтказувчи боғламга, мезофилл ҳужайраларининг жойлашишига ва ҳужайралараро бүшлиқтарга эътибор беринг. Катта-лаштириш вақтида эпидермис кутикула билан қолланғанлиги, айниқса пастки қисми қалин қаватлиги аникланған. Юқориги эпидермисда оғизчалар жойлашган. Юқориги эпидермисни диққат билан күзатинг. Бу ерда оддий кичик ҳужайралар орасида 3—5 гурухли ва ундан иирик ҳужайралар күринади. Ушбу ҳужайраларнинг ён томони ва ички деворлари юпқа, ташқи қисми қалинлашган ва кутикула билан қолланған. Бу — ҳужайраларнинг тор томони ташқи томонга, кенгайған Томони ичкарига қарайди. Булар мотор ҳужайралар. Тургорнинг

пасайиши билан улар камаяди, бу эса баргнинг найчага ўралишига ҳисса құшади. Кейин мезофиллни күриб чиқишига ўтинг. У бир хил паренхима ҳужайраларданиборат. Бундай мезофилли бор барглар изолатералдеб аталади.

**3-топшириқ.** Қарағайнинг күндаланг кесимини (*Pinus sylvestris*) микропрепарат орқали центрлик мезофиллнинг тури билан баргнинг тузилишини ўрганиб чиқинг (3-расм).

Ишнинг кетма-кетлиги. Аввал кичик катталиқда кесмани күриб чиқинг ва унинг контурларини чизинг. Баргнинг марказий қисмидә эндодерма билан ўралған ҳолда иккита ўтказувчи түплас мавжуд. Мезофилл қатрон йүллар орқали киради. Диаграммага индивидуал түқималарнинг чегараларини қўлланг ва юқори катталашганда препаратни ўрганишга ўтинг. Матоларни ўрганаётганда схемани батафсил күриб чиқинг.

Лаборатория ишининг натижаларини дафтарга ёзинг ва хулоса қилинг: бажарилган ишнинг мақсади, якуний натижалар қандай ва улар адабиётлардан маълум маълумотларга мос келадими.



**3-расм.** Оддий қарағай баргининг центрліктурдаги мезофилл тузилиши:

А — батафсил чизма; Б — эскиз расм. 1 — эпидерма, 2 — оғиз аппарати, 3 — гиподерма, 4 — қатланувчи паренхима, 5 — қатрон йўли, 6 — эндодерма, 7 — ксилема, 8 — флоэма, 7 — 8 — боғловчи түплас, 9 — склеренхима 10 — паренхима

## 12-§. ФОТОСИНТЕЗ ТЕЗЛИГИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ ОМИЛЛАР. ФОТОСИНТЕЗНИНГ ЧЕКЛОВЧИ ОМИЛЛАРИ: ЁРУҒЛИКНИНГ ИНТЕНСИВЛИГИ ЁКИ ТҮЛҚИН УЗУНЛИГИ, ҲАРОРАТ АНГИДРИД КОНЦЕНТРАЦИЯСИ, ҲАРОРАТ

### Бу дарсда сиз:

- Фотосинтез тезлигига таъсир этувчи омиллар билан танишасиз;
- Фотосинтезда қүёш энергиясидан фойдаланиб коэффицент механизмини ўрганасиз;
- Фотосинтезнинг асосий чекловчи омилларини тадқик қилишни ва тушунтиришни ўрганасиз.

### Сиз биласизми?

- ёруғликнинг фотосинтезга таъсири;
- ёруғликка нисбатан ўсимликларнинг З та экологик гурӯҳи;
- фотосинтезга ҳарорат қандай таъсир қиласи

### Таянч иборалар:

*Ёруғлик фазаси, интенсивлик, ёруғликнинг түлқин узунлиги, ҳарорат, карбонат ангидрид концентрацияси*

Жараённинг тезлиги, хусусан, фотосинтез тезлиги, аввалам бор, минимал даражадаги интенсивлигига боғлиқ(чекловчи омил). Бунга ёруғлик зичлиги ва  $\text{CO}_2$  таркиби каби омилларнинг ўзаро таъсири мисол бўла олади. Қанча карбонат ангидрид микдори юқори (маълум бир чегарада) бўлса, фотосинтез кўрсаткичи ҳам юқори платога чиқади.

Табиий муҳитда барча омиллар бир-бири билан ўзаро таъсир қиласи, яъни битта омилнинг ҳаракати бошқаларнинг кучланишига боғлиқ. Умуман олганда, буни қўйидагиша шакллантириш мумкин: бир омил кучланишининг ўзгариши, қолганлари эса ўзгаришсиз қолади, фотосинтезга таъсир қиласи, бу жараён бошланғич минимал даражадан бошлаб оптимал жараён билан тугайди, бу жараён ўзгаришни тўхтатади (эгри чизиқ платога етади). Кўп ҳолда маълум бир ҳолатдан кейин иккинчи ҳолатга омилнинг ўзгариши ортади, хатто жараённи тежашга олиб келади. Аммо, агар сиз бошқа бирон бир омилни ўзгартира бошласангиз, унда биринчи омил кучланишининг мақбул қиймати юқорига қараб ўзгаради. Бошқача қилиб айтганда, юқори платога юқори кучланиш қиймати эришилади.

**Фотосинтез жараёни интенсивлиги қўйидагиша ифодаланиши мумкин:** 1  $\text{dm}^2$  баргда 1 соат ичидаги  $\text{CO}_2$  миллиграмм микдорида ассимиляцияланиши;  $\text{O}_2$  миллилитр микдорда 1  $\text{dm}^2$  1 соатда ажралиши; қуруқ модданинг миллиграмм микдорида 1  $\text{dm}^2$  баргда 1 соатда йиғилиши. Фотосинтезнинг интенсивлигини аниқлаш усувлари хилма-хилдир. Улар махсус қўлланмаларда кўрилган.

Хар қандай усулларда олинган маълумотларга эътиборан қарасак, ўсимлик ёруғлика нафақат фотосинтезлайди, хатто нафас ҳам олади. Шу муносабат билан, турли усулларда ўлчананиб олинган барча кўрсаткичлар икки қарама-қарши жараёнлар натижаси ёки фотосинтез ва нафас олиш жараёнининг кўрсаткичлари ўртасида фарқ қиласди. Мисол учун, CO<sub>2</sub> таркибида кузатилган ўзгариш - фотосинтез жараёнида сўрилади ва нафас олиш жараёнида ажратилган миқдор ўртасидаги фарқи ҳисобланади. Фотосинтезнинг ҳақиқий қийматини ҳисоблаш учун барча ҳолларда нафас жараёнининг жадаллигини амалга ошириладиган тузатишлар ҳисобга олинади.

**Ёруғликнинг таъсири.** Фотосинтез жараёнининг интенсивлигига ёруғликнинг таъсири. Фотосинтез учун ҳам ҳар қандай жараён каби фотокимёвий реакциялар характерланади, шунингдек, уни амалга оширувчи ёруғликнинг энг пастки чегараси бўлиши лозим (бир шамни 1 м масофада).

Шу нуқтадан бошлаб фотосинтезнинг ёруғлик интенсивлигига боғлиқлиги эгри логарифмик сифатида ифодаланиши мумкин. Биринчи интенсив ёритишнинг кучайиши фотосинтезнинг пропорционал тезлашишига олиб келади (максимал таъсири зонасида). Ушбу ёруғлик ичida фотосинтез тезлиги ёруғлик билан чекланган. Янада ёруғлик интенсивлиги ортиши билан, фотосинтез ўсишни давом этади, ёруғлик интенсивлиги яна аста-секин (сусайган таъсир зонасида) ортади, лекин фотосинтез ўзгармайди: ёруғликка тўйинган зона – плато бўлиб ҳисобланади.

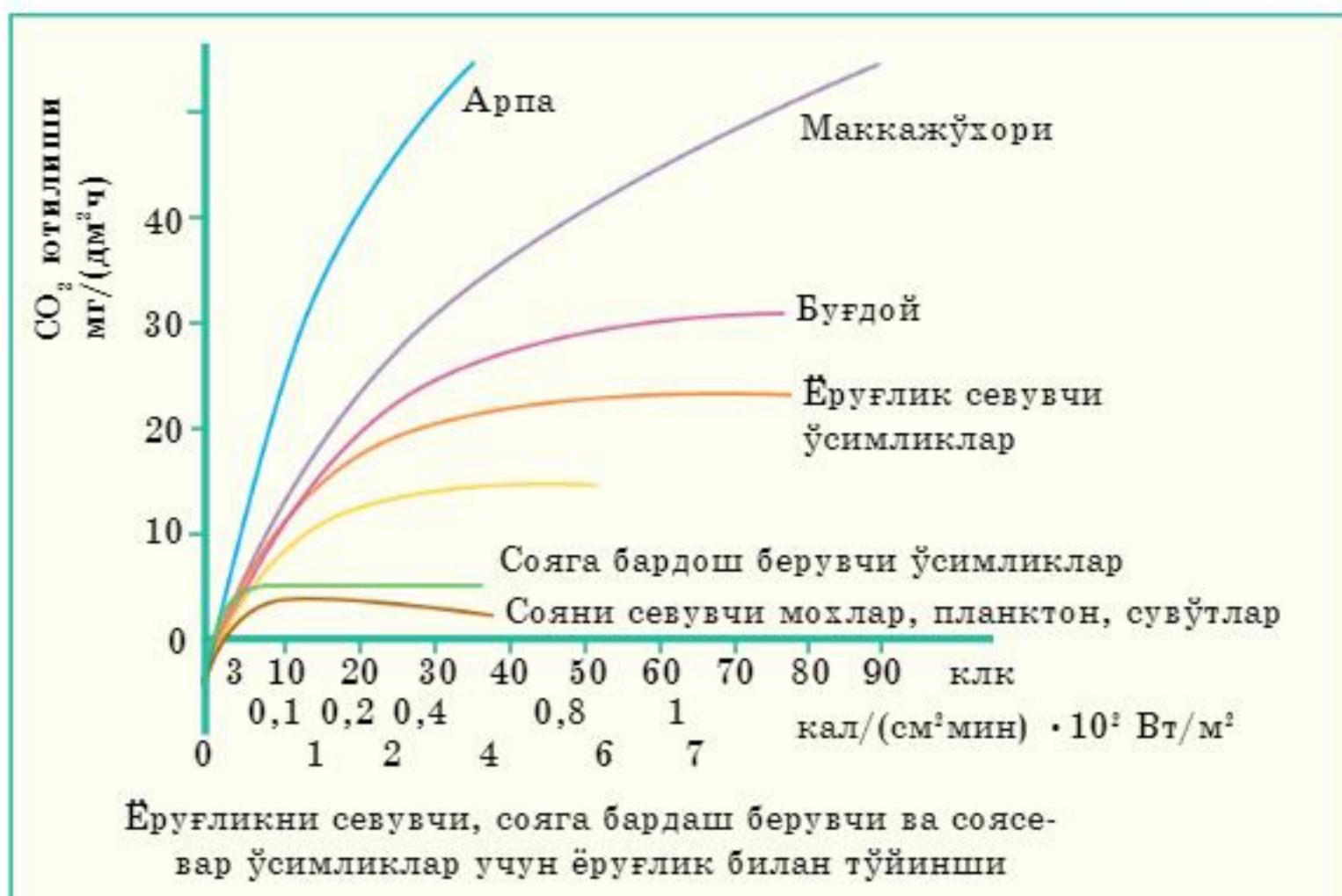
Фотосинтез ёруғликка боғлиқлигини кўрсатадиган эгри йўналиш ўзgartиради, платога чиқиш қўйидаги кўрсаткичларга боғлиқ бўлади:

- 1) бошқа ташқи омиллар жадаллиги;
- 2) ўсимликлар тури;
- 3) фотосинтезнинг қоронғу фазасида (ёруғликни талаб қилмайдиган) реакциялар тезлиги (24-расм).

Ўсимлик турининг аҳамиятга ҳам муҳимдир. В.Н. Любименко барча ўсимликларни ёруғликка нисбатан З та экологик гуруҳга ажратди: ёргулекни севувчи, сояга бардошли, сояни севувчи. Бу гуруҳлар учун нафақат физиологик, балки анатомик белгилар ҳам фарқ қиласди.

*Ёргулекни севувчи ўсимликлар* — булар очик жойлари яшайдиган ўсимликлардир. Улар сув томчилигига сезувчан бўлади, шунинг учун ксероморф тузилишга эга. Шунингдек, ёргулекни севар ўсимликларнинг барглари, шу жумладан баргнинг юқорги яруслари, кучли ривожланган полисад паренхимаси ва қалинлиги билан характерланади. Баъзи ҳолларда палисад паренхимаси нафақат баргнинг юқори қисмида, балки пастки қисмида ҳам жойлашган.

Ўсимликларнинг камроқ ёруғлик остида ўсиши унинг қобилиятини белгилайдиган муҳим хусусият компенсация нуқтасининг позици-



24-расем. Ёруғликни севувчи, сояга бардош берувчи ва сояни севувчи ўсимликлар учун ёруғлик билан түйинши (платога чиқиши)

ясидир. Компенсация нүктаси деганда фотосинтез ва нафас олиш жараёнлари бир-бирини мувозанатлаштирадиган ёритиш тушунилади. Бошқача қилиб айтганда, бу фотосинтез жараёнида ўсимлик нафас олиш жараёнида қанча күп бўлса, шунча органик моддалар ҳосил қиласидиган ёруғликдир. Табиийки, яшил ўсимликнинг ўсиши факт ёруғлик компенсация нүктасидан юқори бўлганда мумкин. Нафас олиш интенсивлиги қанча паст бўлса, компенсация нүктаси шунчалик паст бўлади ва ўсимликлар ўсадиган ёруғлик камроқ бўлади.

*Сояга бардош берувчи ўсимликлар* одатда, хлоропластлари йирик бўлади, пигментлар сони кўп ва ҳаракати бошқа бўлиб келади.

Сояга бардош берувчи ўсимликларда ёруғликни тўпловчи комплекснинг ҳажми катта бўлади. Бундай ўсимликларнинг хлоропластларида ёруғликни сезувчи ўсимликларга қараганда хлорофилл ва ксантофилл нисбатан кўп бўлади. Пигментлар таркибининг ҳажмидаги аҳамияти шундаки, сояга бардошли ўсимликларнинг баргларига ёруғликни кам микдорда, аксинча, ёруғликни сезувчи ўсимликларнинг барглари орқали ўтадиган ёруғлик зоналарини ютишга ва фойдаланишга имкон беради.

Ўсимликларнинг камроқ ёруғлик остида ўсиши унинг қобилиятини белгилайдиган муҳим хусусият компенсация нүктасининг позициясидир. Компенсация нүктаси деганда фотосинтез ва нафас олиш жараёнлари бир-бирини мувозанатлаштирадиган ёритиш тушунилади. Бошқача қилиб айтганда, бу фотосинтез жараёнида ўсимлик нафас олиш жараёнида қанча кўп бўлса, шунча органик моддалар ҳосил

қиладиган ёруғлиkdir. Табиийки, яшил үсимликнинг үсиши фақат ёруғлик компенсация нуқтасидан юқори бўлганда мумкин. Нафас олиш интенсивлиги қанча паст бўлса, компенсация нуқтаси шунчалик паст бўлади ва үсимликлар ўсадиган ёруғлик камроқ бўлади.

Сояни севувчи үсимликлар нафас олиш тезлиги паст ва шунга мос равища компенсация нуқтаси билан ажралиб туради, бу унга ёруғлик паст шароитда үсишга имкон беради. Компенсация нуқтаси ҳарорат ошиши билан сезиларли даражада ошади, чунки ҳарорат ошиши фотосинтезга қараганда нафасни кучайтиради.

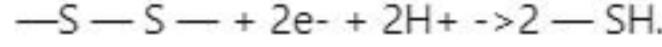
Шунинг учун кам ёруғлик шароитида (масалан, қишида оранжережа) мўътадил ижобий ҳарорат керак; ушбу шароитда ҳароратнинг кўтарилиши үсимлик үсишини пасайтириши мумкин. Маккажўхори, тарик, жўхори каби бир қатор ёруғликни севувчи үсимликларда фотосинтезнинг интенсивлиги доимий равища ошиб боради ва энг юқори ёритища ҳам енгил тўйинганликка эришилади.

Кам ёруғликни севувчи үсимликлар учун қуёш нурларининг 50% дан ортиғи ёруғлик интенсивлигини ошириш кераксизdir. Сояга бардошли үсимликлар айникса, сояларни яхши кўрадиганлар (моҳлар, сувўтлари) учун фотосинтез платога чиқиши, кундузги ёруғликнинг 0,5—1% атрофида содир бўлади (24-расм).



Үсимликлар томонидан ёруғлидан фойдаланишни муҳокама қилишда, шунингдек, фотосинтез маҳсулотларининг якуний етиши қоронғу реакциялар каби ёруғлик тезлигига боғлиқлигини таъкидлаш керак.

Энди ёруғлик бир қатор ферментлар (Rubisco, АТФ синтазаси ва бошқалар) ишига огоҳлантирувчи таъсир кўрсатиши исботланди. Ушбу ферментларнинг ёруғлик таъсирида фаоллашиши тиол гурухларини ўз ичига оладиган ва оксидланиш-тикланиш айланиш хусусиятига эга бўлган тиоредоксин маҳсус оқсил билан боғлиқ:



Хлоропластлар, тиоредоксин ферредоксин молекулаларидан электрон олиш орқали тикланади. Тикланган тиоредоксин оксидланиб, ўз навбатида фермент молекуласига электронлар беради. Шундай қилиб, қоронғиликдан ёруғлиkkа ўтиш пайтида, электрон алмашиниш занжири хлоропластларда ишлай бошлаганида ва камайтирилган ферредоксин молекулалари ҳосил бўлганда, Rubisco фаоллашади: ферредоксин — тиоредоксин — Rubisco. Бироқ, асосан, ёруғлик интенсивлигининг ошиши билан ёруғлик реакциялари тезлиги ошади ва қоронғу реакциялар уларга риоя қилмайди. Шу муносабат билан  $\text{C}_4$  йўлида қоронғу реакциялар ёруғлидан тезроқ содир бўлади ва ёруғлик фазасида маҳсулотлардан фойдаланиши, демак, фотосинтезнинг умумий интенсивлигини чеклайди.

Эҳтимол, бу ёруғлик фазали маҳсулотлардан ФЕП-карбоксилаза ферменти фаоллиги Rubisco га нисбатан ёруғлик билан кескинроқ қўзғатилганлиги билан боғлиқ.

**Фотосинтезда қуёш энергиясидан фойдаланиш.** Үсимликларнинг қуёш нурларидан унумли фойдаланиш кўрсаткичнинг самарали коэффициенти (КСК) ҳисобланади. КСК — бу фотосинтез маҳсулотларининг захираси ёки маҳсулотнинг ҳосил бўлган фитомассаси тўплаган энергия миқдорини ютилган радиацияга боғлиқдир. ФФр (фо-

тосинтезнинг фаол радиацияси) деганимиз — яшил барг пигментлари томонидан ютилган қүёш спектрининг қисмини англатади (380—740 нм). КСК ўсимликларга тушувчи ёки нисбатан ютувчи ФФН билан боғлик. Агар биз Ер сайёрасини бир бутун деб ҳисобласак, ФФН га тушувчи КСК тахминан 0,2% ни ташкил қиласы. Шундай қилиб, жонли равища КСК фотосинтезнинг самарадорлиги аҳамиятсиз. Турли хил ўсимликлар учун ва ҳар хил ўсадиган шароитларда сүрилган ФФНнинг самарадорлиги қуидаги: маккажүхори 2.5-5.7, арпа 2.6-4.0, гуруч 2.5-4.4, кузги буғдой 1.1-6, 3 (ХТ. Туминг).



Қүёш энергиясидан фойдаланиш КСК вазифаси физиологияни ва қишлоқ хұжалик ўсимликларнинг селекциясини ошириш энг мухим масалалардан бири бўлиб ҳисобланади.

**Фотосинтез жараёнининг интенсивлигига ҳароратнинг таъсири.** Фотосинтезга ҳароратнинг таъсири ёруғлик интенсивлигига боғлик. Қүёш нурлари кам бўлганда фотосинтез ҳароратдан мустақил ( $Q_{10} = 1$ ) бўлади. Шу сабабли, паст даражадаги ёруғликда фотосинтез 15—25°C ҳароратда бир хил тезликда давом этади. Бу ёруғлик паст бўлганда фотосинтез интенсивлиги ёруғлик реакция тезлигига чекланганишга боғлик. Бундан фарқли ўлароқ, ёруғлик шароити юқори бўлганда фотосинтез тезлиги қоронғу реакциялар фазаси билан белгиланади. Бундай ҳолда, ҳароратнинг таъсири жуда аниқ намоён бўлади ва  $Q_{10}$  ҳарорат коэффициенти иккитага teng бўлиши мумкин. Шундай қилиб, кунгабоқар учун ҳароратнинг 9—19°C гача кўтарилиши фотосинтез интенсивлигини 2,5 марта оширади.

Фотосинтез жараёнини амалга оширишга қодир бўлган ҳарорат чегаралари турли ўсимликлар учун фарқ қиласы. Ҳароратнинг пасайиши фотосинтезнинг қоронғи реакцияларда иштирок этадиган ферментларнинг фаолияти камайиши, тўғридан — тўғри фотосинтезга таъсир қиласы ва органеллаларни заарланиши туфайли бевосита таъсир этади. Ўрта гуруҳ ўсимликларининг фотосинтезида минимал ҳарорат тахминан 0°C, тропик ўсимликлар учун 5—10°C.

**Фотосинтез жараёнининг интенсивлигига ҳаводаги CO<sub>2</sub> таркибининг таъсири.** Фотосинтез жараёни учун карбонат ангидрид манбаи бўлиб ҳисобланади. Карбонат ангидридни углерод оксида (CO) билан алмаштиришга уринишлар муваффақиятсиз тугади. Фотосинтез жараёнида асосан атмосферадаги CO<sub>2</sub> фойдаланилади. Тўғри, ўсимликларга қисман CO<sub>2</sub> тупроқдан илдиз система орқали кириши мумкинлиги ҳақида далиллар mavжуд (А. Л. Курсанов). Бироқ, ушбу манба нисбатан кичик аҳамиятга эга. Ҳаво таркибида CO<sub>2</sub> атиги 0,03% ташкил қиласы. Бир хил концентрациядаги CO<sub>2</sub> ни турли ўсимликлар teng микдорда фойдалангмайди. Фотосинтез C<sub>4</sub> йўлида борадиган ўсимликлар (маккажүхори, тарик, жўхори, ва бошқалар) ФЕП-карбоксилаза ферментининг юқори

фаолияти туфайли СО<sub>2</sub> боғлашга қобилиялди. Фотосинтез жараёнини амалга ошириш учун С<sub>3</sub> – ўсимликлар учун СО<sub>2</sub> міндері камида 0,005%, С<sub>4</sub> – 0,0005% дан кам бўлиши керак. СО<sub>2</sub> міндерини 1,5% гача ошириш ғаладошларнинг фотосинтез интенсивлигини тўғри пропорционал ўсишга олиб келади. Бошқа ўсимликлар учун бу фотосинтезнинг ўсиш интенсивлиги 0,1% гача бўлади.

СО<sub>2</sub> таркибининг ошиши 15–20% га ошган вақтда фотосинтез жараёни платога ўтади, кейин фотосинтез турғунликка тушади. СО<sub>2</sub> концентрациясининг кўтарилишига сезгир ўсимликлар мавжуд, уларда фотосинтез жараёнида СО<sub>2</sub> 1% га teng бўлганда тўхтайди.

**Сув таъминотини фотосинтез жараёниниг интенсивлигига таъсири.** Сув фотосинтез жараёниниг бевосита иштирокчисидир. Шу билан бирга, углевод ҳосил қилиш зарур сув міндери ҳужайраларни тургур ҳолатда сақлаб қолиш учун сувнинг умумий міндери нисбатан жуда кам бўлади. Бироқ, барг ҳужайраларини сув билан тўлиқ тўйинганида фотосинтез жараёни пасаяди. Бу мезофилл ҳужайрани тўлиқ қондиришга, ичидаги ёпишқоқ оғизчанинг ҳужайралари сиқилиб, қолган оғиз тешикчалари шунчаки очилмаганлиги туфайли (гидропассив ҳаракат) бўлиши мумкин.

Сувнинг танқислиги 15–20% кўтарилиши фотосинтез интенсивлигининг пасайишига олиб келади. Бу, биринчи навбатда баргдаги оғизчанинг ёпилиши (гидроактив ҳаракатлар) сабабли, баргда СО<sub>2</sub> диффузиясининг кескин камайишига олиб келади. Кислород фотосинтез жараёнидаги маҳсулотларни бири бўлса ҳам, анаэробиоз шароитида фотосинтез жараёни тўлиқ тўхтайди.

Анаэробиознинг таъсири билвосита, нафас олиш жараёниниг пасайиши ва тўлиқ бўлмаган оксидланиш маҳсулотларнинг, хусусан, органик кислоталарнинг тўпланиши билан боғлиқ, шунинг учун pH қиймати кескин пасаяди деб таҳмин қилиш мумкин. Кислород концентрациясининг кўпайиши (25% гача) фотосинтезни (Варбург эфекти) тўхтатади. Кислороднинг юқори концентрациясинин фотосинтезни тўхтатиш таъсири, айниқса ёруғлик интенсивлигининг ошиши билан ажralиб туради.

Табиийки, бу минерал озиқланишининг ҳар қандай элементини чиқариш фотосинтез интенсивлигига таъсир этади. Бироқ, бир қатор элементлар ўзига ҳос муҳим рол ўйнайди. Фотосинтез жараёни учун фосфор жуда муҳимдир. Ёруғлик энергиясида фосфор бирикмаларида тўпланади. Фосфор етишмовчилиги сасабли фотосинтезнинг фотокимёвий ва қоронғу реакциялари бузилади. Фотофосфорланиш жараёнида магнийни мажбурий бўлишини ҳам талаб қилади. Калий етишмаслиги билан фотосинтезнинг интенсивлиги қисқа вақтдан кейин пасайиши ҳақида далиллар мавжуд.

Фотосинтезнинг интенсивлиги хлорофилл таркибининг ошиши билан ортади. Бироқ, бу икки кўрсаткич ўртасида тўғридан-тўғри мутаносиблик йўқ.



Барглари катталашган сари (қарилік жараёни) фотосинтезнинг интенсивлиги камаяди. Фотосинтезнинг интенсивлигига бутун ўсимликнинг ёши таъсир қиласы. Бир йиллик ўсимликларда онтогенез пайтида фотосинтезнинг интенсивлиги ошади, тугун ҳосил қилғанда ва гуллаш фазаларыда максимал даражага етади. Гуллашдан кейин барглардаги фотосинтез даражаси пасаяди.

### **Билимингизни текширинг:**



1. Баргнинг ёши фотосинтез жараёнининг интенсивлигига қандай таъсир қилишини тушунтириңг.
2. Фотосинтезда қуёш энергиясидан фойдаланиш ҳақида сўзлаб беринг.



1. Фотосинтез интенсивлигига хлорофилл таркибининг таъсирини исботланг.
2. Фоосинтез интенсивлигига қандай омиллар таъсир қиласы?



1. Фотосинтезда қуёш энергиясидан фойдаланиш коэффициентини тушунтириңг.
2. Фотосинтезнинг ёруғлик фазасида ёруғлик севувчи, сояни севувчи ва сояга бардош бера олидиган ўсимликларнинг ёруғликка түйиниш (платога күтарилиши) чизмасини чизинг.



1. Фотосинтез жараенининг интенсивлиги бўйича минерал озиқланшни тушунтириңг.
2. Фотосинтез жараёнининг интенсив ўзгаришини омилларини атанг.



1. Адабиётлардан ва интернет тармоқларидан фойдалаһ. Қозоғистоннинг қишлоқ хўжамегига таъсир этувчи омиллар ҳақида реферат ёзинг.
2. "Инсон учун атмосферада карбонат ангидрид газининг миқдори ортчани ёки шу миқдорда саклангани заруми" мавзусида мухокама.

### **№ 5-лаборатория иши**

#### **Чекловчи омилларнинг фотосинтез интенсивлигига таъсири.**

*Тадқиқот обьекти* — хонаки ўсимликлар.

*Тадқиқот предмети* — фотосинтез тезлигига турли омилларнинг таъсири. Фотосинтез жараёнининг тезлиги ёруғлик интенсивлигига ҳам, ҳароратга ҳам боғлиқ. Фотосинтезнинг чекловчи омиллари фотосинтезловчи аппаратни қуришда иштирок этадиган ва органик моддалар фотосинтезининг бошланғич таркибий қисмлари бўлган карбонат ангидрид, сув, минерал моддаларининг озуқа концентрацияси бўлиши мумкин.

#### **1. Фотосинтезнинг ёруғлик интенсивлигига боғлиқлиги.**

*Мақсад.* Фотосинтезнинг ёруғлик интенсивлигига боғлиқлигини аниқланг.

*Тажриба усули.* Тажрибага тайёрла бқўйилган пеларгония баргларини: бирини бутунлай қоронғи хонага; иккинчисини — кун нури тарқалган хонага; учинчисини ёруғ нурга жойлаштириңг. Белгиланган вақтдан кейин баргларда крахмал борлигини аниқланг. Фотосинтез тезлигига ёруғлик интенсивлигининг таъсири ҳақида холоса қилинг.

*Ишнинг бориши.* Гераниум гулинини мўл суғориб олинг ва иссиқ қоронғи жойга қўйинг (шкафга). З кундан кейин баргларнинг крахмалини текшириңг. Бунинг учун қорайган баргдан бўлакларни кесиб олинг, пробиркага сув қуйинг (2—3 мл), цитоплазманинг ўтказувчанлигини ошириш учун З дақиқа қайнатилиб, ҳужайралар ўлдирилади. Кейин сувни тўкиб ташланг ва сув ҳаммолида бир неча марта этил спиртида (ҳар бири 2—3 мл)

1—2 дақиқадан қайнатыб олинг, барг тұқымаларининг бир қисми рангизланғунча этил спиртида бир неча марта қайнатынг. Спиртнинг охирги қисмини түкиб ташланг, баргнинг тұқымаларини юмшатыш үчүн озгина сув қүшинг (спиртда улар мұртлашады), тұқима парчасини Петри идишига жойлаштириңг үйде эритмаси билан аралаштириңг.

Тұлық крахмалсизланишига эътибор беринг — күк ранги йүқолади. Үсимлиқдан крахмалсизланған баргларни кесиб олинг, сув остидаги бұлакчани янгиланды дастаны сувли пробиркага тушириңг. Тажриба үчүн тайёрланған гераниум баргларини: бирини бутунлай қоронғи хонага; иккінчисини — күн нури тарқалған хонага; учинчисини ёруғ нурға жойлаштириңг. 1 соатдан кейин ҳар бириңден бир хил шаклида 3 тадан тұқымаларини кесиб олинг, крахмалсизлантириш үчүн юқорида күрсатылғандек ишлов берилади.

**Натыжа.** Баргларнинг даражаси қоронғи хонадаги күк рангга айланади — 0 балл, күн нури тарқалған хонага — 1 балл, ёруғ нурда — 3 балл.

**Холоса:** Ёруғлик интенсивлигининг ошиши билан фотосинтез тезлиги ошади.

## 2. Фотосинтез интенсивлигининг ҳароратта боғлиқлигі.

**Мақсад.** Фотосинтезнинг ҳароратта боғлиқлигини аникланг.

**Тажриба усуллари.** Тайёрланған пеларгониум баргларини кучли ёруғлик манбасыда тенг масофада жойлаштириңг: бири совукқа (дераза ромлари орасыда), иккінчиси хона ҳароратыда. Белгиланған вакттан кейин крахмал борлигини аникланг. Фотосинтезнинг интенсивлигиге ҳароратнинг таъсири ҳақида холоса қилинг.

**Ишнинг бориши.** Крахмалсиз барглар лампадан тенг масофада жойлаштирилади: бири совукда (дераза ромлари орасыда), иккінчиси хона ҳароратыда. 1 соатдан кейин крахмалнинг тұлықлигини текшираётганды, худди шу шаклда ишлов берилған ҳар бир вариантнинг баргларидан бир хил шаклдаги учта бұлак кесилди.

**Натыжа.** Баргларнинг даражаси совукда күк рангга айланади — 1 балл, хона ҳароратыда — 3 балл.

**Холоса.** Ҳароратнинг ошиши билан фотосинтез тезлиги ошади.

Лаборатория натижаларини ёзиб олинг. Холоса қилиш: ишнинг мақсади тугаганми ёки йүқми. Яқуний натижалар қандай ва улар адабиётлардан маълум маълумотларга мөс келадими ёки йүқми.

## 13-§. ХЕМОСИНТЕЗ. ХЕМОСИНТЕЗ ВА ФОТОСИНТЕЗ ЖАРАЁНЛАРИНИ ТАҚҚОСЛАҢГ

### Бу дарсда сиз:

- фотосинтез ва хемосинтез жараёнларини үрганасыз: үхашашликлар ва фарқлар;
- хемосинтезнинг кашфиёт тарихи билан танишасыз;
- табиатдаги хемосинтез жараёни билан танишасыз.

### Сиз биласызми?

- хемосинтез жараёнынин үзиге хослиги;
- табиатда қандай организмларда хемосинтез жараёни рүй беради;
- қандай бактериялар темир бактерияларига киради.

### Таянч иборалар:

хемосинтез оксидланиши, ёруғлик тұлқын узунлиғи, карбонат ангирид концентрациясы, органик бирикмалар



Биологияда хемосинтез жараёни, маълум маънода, ноёб ҳодиса, чунки бактериялар анорганик бирикмаларнинг оксидланиши натижасида  $\text{CO}_2$ , нинг ютилишига асосланган овқатланишнинг ғайри оддий тури. Олимларнинг фикрича, энг қизифи шундаки, хемосинтез автотроф озиқланиш қадимий тури (организмнинг ўзини анорганик моддалардан органик моддаларни синтезлаши), ҳатто *фотосинтездан* илгари содир бўлган бўлиши мумкин деган фикрлар мавжуд.

**Хемосинтезнинг кашф этиш тарихи.** Биологик ҳодиса сифатида хемосинтез жараёни 1888 йили рус олими С.Н. Виноградский томонидан кашф этилган. Олим айрим бактерияларнинг кимёвий энергия ёрдамида углеводларни ажратиб олиш қобилиятига эга эканлигини кўрсатди. Шунингдек, у бир қатор маҳсус хемосинтезловчи бактерияларни аниқлади, улардан энг сезиларли серобактериялар, темир бактериялари ва азотловчи бактериялардир.

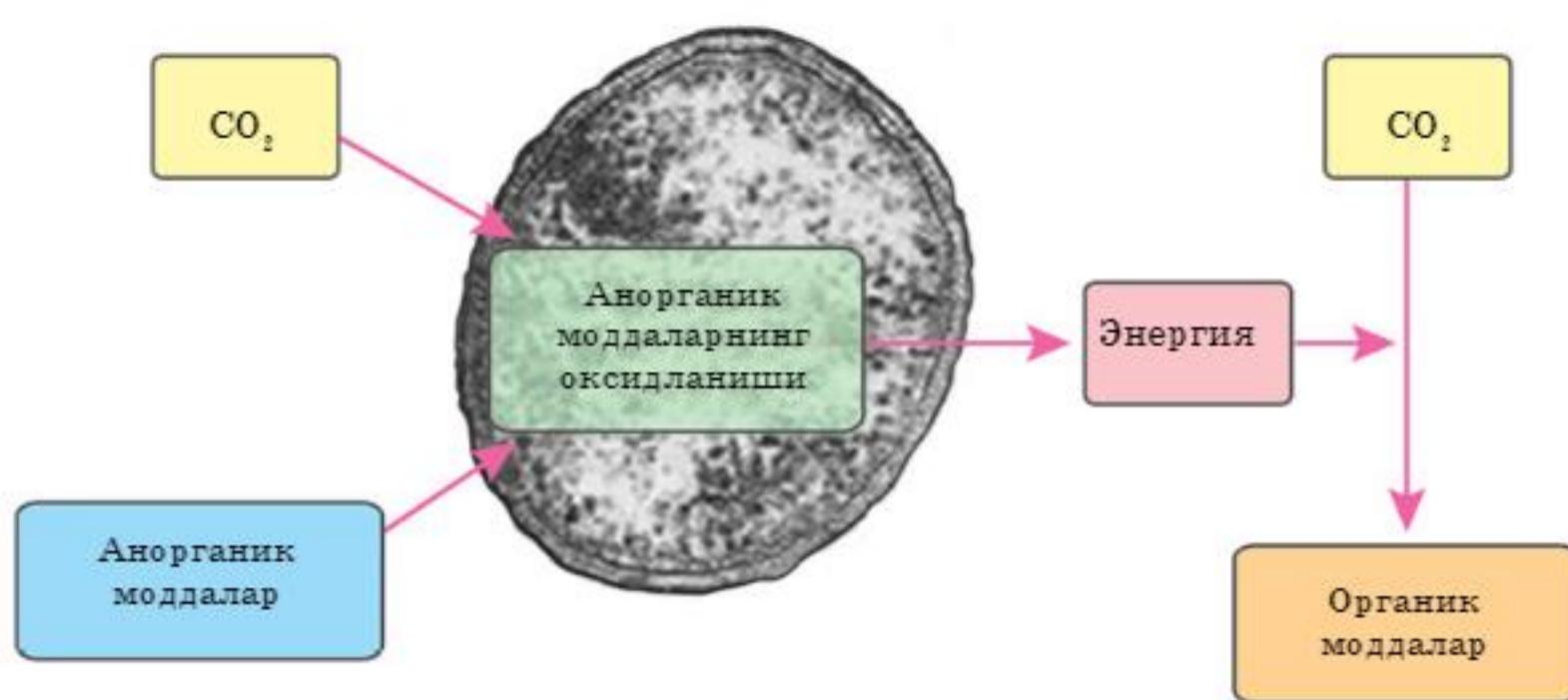
**Хемосинтез ва фотосинтез:** ўхшашибликлари ва фарқлари. Ҳар икки турдаги фотосинтез ва хемосинтез жараёнлар автотроф озиқланишга, яъни анорганик моддалардан органик моддаларни ҳосил қилин қобилиятига эга (25-расм). Ушбу реакциянинг энергияси аденоzin трифосфат кислотасида (АТФ) сақланади ва кейинчалик органик моддаларни синтез қилиш учун сарфланади.

**Фарқи.** Фотосинтез ва хемосинтезда энергия манбалари ҳам, оксидланиш-тикланиш реакциялари ҳам ҳар хилдир. Хемосинтезнинг бирламчи энергия манбаи бўлиб қуёш нури эмас, айрим моддаларнинг кимёвий реакцияларида оксидланиш ҳисобланади. Хемосинтез жараёнида бактерия ҳужайраларида хлорофилл бўлмайди, фотосинтез жараёнида эса аксинча — бўлади. Хемосинтез бактерияларга ва археяларга хосдир.

**Хемосинтез энергияси.** Хемосинтез жараёнида органик моддалар синтези учун нафақат углерод манбаи, балки карбонат ангидрид, ҳатто углерод оксида( $\text{CO}_2$ ), чумоли кислота, сирка кислотаси, метанол, карбонат ва ҳоказо бўлиши мумкин. Хемосинтез бактериялар энергиясини водород, марганец, темир, олtingугурт, аммиак ва бошқа моддаларнинг оксидланишидан ҳосил бўлади. Бактериялар юқорида айтилгандек, ўзининг оксидланиш субстратига қараб: темир бактериялар, олtingугурт бактериялар метан ҳосил қилувчи архейлар, азотловчи бактериялар ва ҳоказолар деб номланади (26-расм).

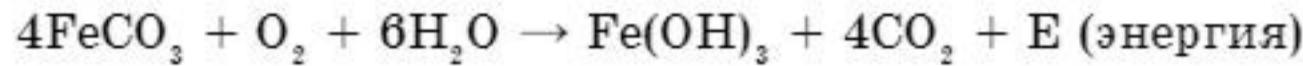
**Хемосинтезнинг табиатдаги аҳамияти.** Хемотрофлар — организмлар хемосинтезга орқали ҳаётий энергиясини қабул қиласи. Улар моддалар, айниқса азот айланишида муҳим рол ўйнайди, хусусан, улар тупроқ унумдорлигини таъминлайди. Шунингдек, хемосинтетик-бактерияларнинг фаоллиги туфайли табиий шароитда катта миқдордаги руда ва селитра захиралари тўпланади.

**Хемосинтез реакциялари.** Улар хемосинтетик-бактерияларга реакцияларига қараб фарқ қиласи.



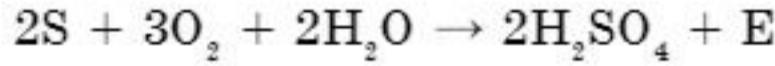
25-расм. Хемосинтезнинг ўзига ҳослиги

**Темир бактериялар.** Буларга таркибида ипчали ва темир оксидловчи лептотрикслар, сферотиллюслар, галлионеллалар, металлогениум бактериялар киради. Улар тоза сув ҳавзаларида ва денгиз сувларида яшайдилар. Хемосинтез реакцияси туфайли икки валентли темирни уч валентли темирга оксидлаш орқали темир руда конларини ҳосил қиласди.



Энергиядан ташқари, бу реакцияда карбонат ангидрид ҳосил бўлади. Темирни оксидловчи бактериялардан ташқари марганецни оксидловчи бактериялар ҳам мавжуд.

**Олтингугурт бактериялар.** Уларнинг бошқа номи — *теобактериялар*, Со-микроорганизмларнинг жуда катта груп ташкил қиласди. Бу бактериялар энергияни олтингугурт бирикмаларнинг оксидланиш ва тикланиш йўли орқали олади:



Реакция натижасида олинган олтингугурт шу бактерияларда ийғилиши мумкин, шунингдек, бодроқтарзида атроф-муҳитга ажратиши мумкин.

**Азотловчи бактериялар.** Куруқликда ва сув муҳитида учрайдиган бу бактериялар ўз энергиясини амиак ва нитрат кислота ҳисобига олади. Улар азот айланишида муҳим рол ўйнайди:



Бундай реакция натижасида олинган азот кислотаси ер бетида тузлар ва нитратлар ҳосил қилиб, ернинг унумдорлигига ҳисса қўшади. Анорганик моддаларнинг оксидланиши натижада ажralадиган энергия бактерияларда АТФ макроэргик боғланишлар шаклида сақланади. Фотосинтезнинг қоронғу фазасидаги реакцияларига ўхшаш тарзда

Даңталб кашф этилиш

Сергей Николаевич Виноградский, 1887

Азот айланиши  
Тупрөк унумдорлигини ошади  
Фойдали қазилма бойликлар  
Озиқли ва кормовой оқсиллар  
(водород)  
Сувни биологик тозалаш

Мезосомаларда, плазматик  
мембраннынинг ички ўсмалари



Денитрифицировавчи  
Сульфатли

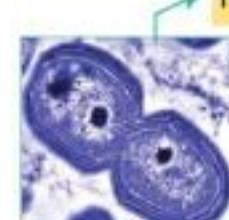
Хемосинтез

Хемосинтетик-  
классификация

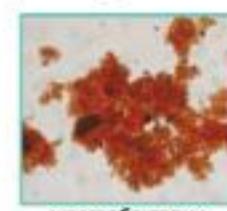
Аэроблар

Анаэроблар

Нитрифицировавчи

 $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NHO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + E$  $2\text{NHO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NHO}_3 + E$  $2\text{NHO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + E \rightarrow \text{нитритлар}$  $2\text{NHO}_3 + E \rightarrow \text{нитритлар}$ 

Темирбактериялар

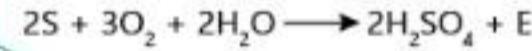
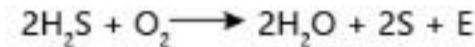
 $\rightarrow \text{ботқоқлы темир кони}$ 

Олтингүргүт бактериялар



железобактерии

Олтингүргүт бактериялар



Водородли бактериялар



Водородли бактериялар

## 26-расм. Хемосинтез

давом этадиган органик моддалар АТФда органик моддаларнинг синтез қилиш учун ишлатилади. Хемосинтез бактериялар тупрока минераллар түпланишига, тупрөк унумдорлигини оширишга, оқава сувларни тозалашга ёрдам беради ва ҳоказо (26-расм). Фотосинтез ва хемосинтез тирик организмларда рүй берадиган энг катта жараёнлардир.

Хемосинтез туғайли биосферада азот айланиши содир бўлади, олтингүргүт бактериялар тоғ жинсларини майдалашда ва тупрөк ҳосил бўлишда иштирок этади, водородли бактериялар баъзи микроорганизмларни ҳаёт давомида тўпланган ҳавфли водород миқдорини оксидлантиради. Бундан ташқари, азотловчи бактериялар тупрөк унумдорлигини оширади, олтингүргүт бактериялар чиқинди сувларни тозалашда иштирок этади.

### Билимингизни текширинг:



- Хемосинтезнинг кашфиёт тарихи ҳақида сўзлаб беринг.
- Темир бактериялардаги кимёсинтез тенгламаларини ёзинг.



- Хемосинтез табиатдаги аҳамиятини тушунтиринг



- Хемосинтез жараёнининг ўзига ҳослигини таҳлил қилинг.

2.Хемосинтез ва фотосинтез ўртасидаги боғланишни күрсатинг, жадвални дафтарга чизиб түлдириңг.

№	Жараённинг номи	Энергия манбаи	Хосил бўлган моддалар
1	Хемосинтез		
2	Фотосинтез		

3. Фотосинтез чизмасини чизинг.



1. Қандай вақтда реакциянинг бошланғич моддалар сифатида CO<sub>2</sub> молекуласи иштирок этади? Углевод синтезининг реакция тенгламасини ёзинг
2. Фотосинтез ва хемосинтезнинг хусусиятларини таққослаб жадвални түлдириңг .

#### **Фотосинтез ва хемосинтез хусусиятларини таққосланг**

№	Ажратиш белгилари	Фотосинтез	Хемосинтез
1	Номининг келиб чиқиши		
2	Энергия манбаи		
3	Содир бўлади		
4	Пигментлари		
5	Кислород		
6	Хусусияти		



1. Сайёрамизда хемотрофлар йўқ бўлса, унда ҳаётни қандай бўлишини тасаввур қилинг. Ҳаёт учун имконият борми?
2. Одамзот хемотроф бактериялардан қандай фойдаланади? Сиз хемотроф организмлардан қандай қўлланиш йўлларини таклиф эта оласиз?



#### **II БОБ “ОЗИҚЛАНИШ” БЎЙИЧА САВОЛЛАР ВА ТОПШИРИҚЛАР**

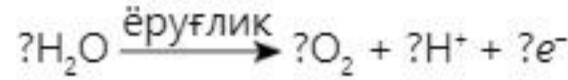
1. Фотосинтез жараённинг табиатини тушунтириңг, унинг аҳамиятини далилланг. Қийматини оқлаш.
2. Хлоропластнинг структураси ва фотосинтез жараёни қаерда содир бўлишини тушунтириңг
3. Ўсимлик пигментларини тавсифланг.
4. Ўсимликлар ютадиган ёруғликни тасвирлаб беринг. Ўсимликлар ёруғлик интенсивлигига нисбатан қандай фарқ қиласи?
5. Хлоропластларнинг келиб чиқишини тушунтириңг.
6. Хлоропластлар ярим автоном органоидлар эканлигига қандай далиллар келтира оласиз?
7. Фотосинтез жараёни учун қандай минераллар кераклиги ҳақида мисоллар келтириңг ва сабабини тушунтириңг.



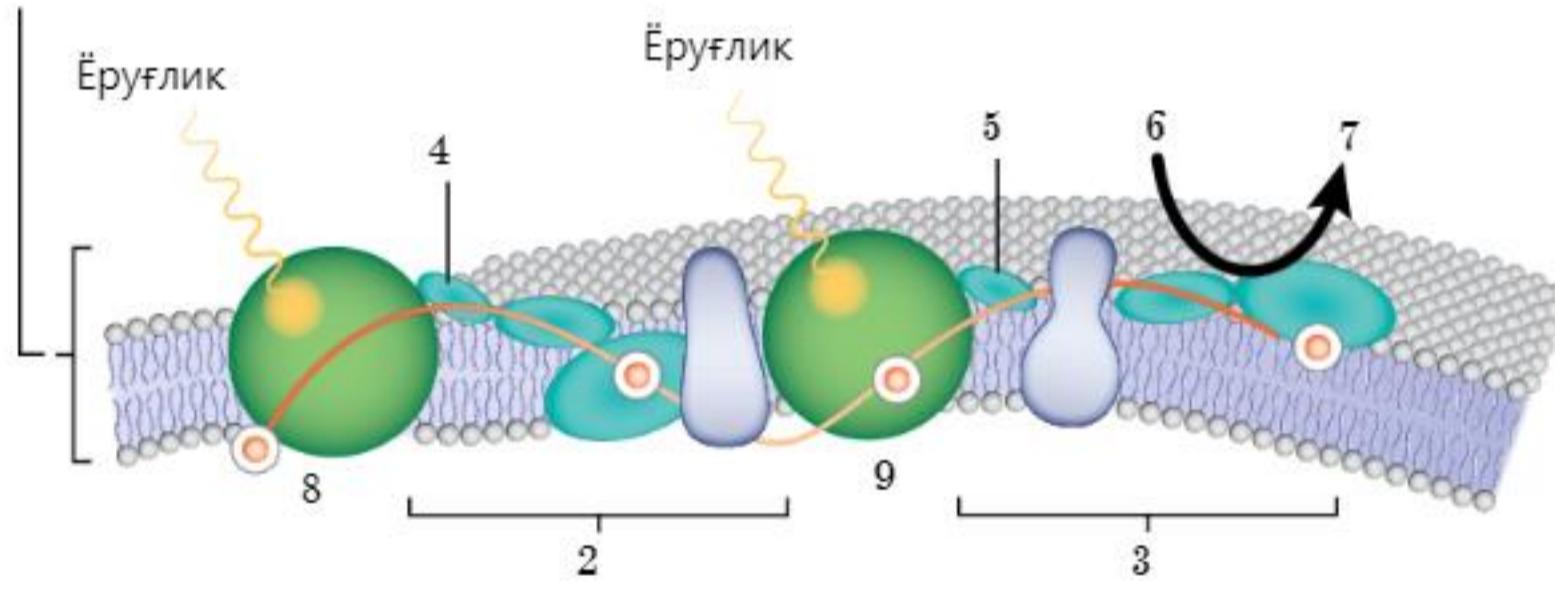
8. Хлорофиллнинг қайси турларини биласиз? Айримларига мисоллар келтириңг.
9. К. А. Тимирязевнинг тажрибаларини тасвирлаб беринг, у үз асарларида нимани исботлашга муваффақ бўлди?
10. Хлорофил пигментининг ютилиш спектри нима эканлигини тушунтириңг.
11. Ўсимликлардаги каротеноидларнинг ролини айтиб беринг.
12. Фотосинтезнинг ёруғлик фазасини айтиб беринг.
13. Фотосинтезда электрон транспорт занжирининг роли ва аҳамиятини асосланг.
14. Фотосинтезнинг ёруғлик фазасининг диаграммасини тузинг.
15. Фотосинтезга қайси электронлар қўшилишини тушунтириңг.
16. Фотофосфорланиш реакциясини айтиб беринг ва унинг тузилишини чизиб олинг.
17. Фотофосфорланиш босқичларини санаб беринг.
18. Жадвални дафтарга чизиб тўлдириңг.

Пигментлар	Хусусиятлари	Жойлашиши
Хлорофилл		
Каротин		
Фикобилин		

19. Сув фотолизи реакциясини тенглаштириңг.



20. Қуйидаги расмда фотосинтез аппаратининг элементларини атанг:



## 3

## МОДДАЛАРНИ ТАШИШ

14-§. ЎСИМЛИКЛАРДАГИ МОДДАЛАРНИ ТРАНСЛОКАЦИЯ  
ҚИЛИШ МЕХАНИЗМИ

## Бу дарсда сиз:

- Ўсимликлардаги моддаларнинг транслокация механизмини ўрганасиз;
- Флоэма ёрдамида органик моддаларни транслокация қилиш иши билан танишасиз.

## Сиз биласизми?

- "Транслокация" түшүнчесини;
- Флоэма бўйлаб транслокация хусусиятлари.

## Таянч иборалар:

*Транслокация, флоэма, ксилема, ғалвирсимон началар, органик моддалар*

Транслокация — эриган озуқа моддаларни ўсимликтининг началари орқали бир қисмидан иккинчи қисмига ташишидир. Бунга тупроқдан илдиз орқали кселима тўқимасига минераллар ва анорганик тузларнинг бориши, шунингдек бошқа органик бирикмаларни барглардан ўсимликтининг қолган қисмларига флоэма тўқимаси орқали тарқалиши.

**Флоэма ёрдамида органик моддаларни транслокация қилиш.** Фотосинтез ўсимликтининг бутун қисми бўйлаб ҳаракат қиласи. Фотосинтез тузилмалардан, масалан, баргдан илдизларга моддаларни етказиб бериш учун маҳсус транспорт системаси керак. Начали ўсимликларда органик моддалар фотосинтезнинг муҳим органларидан — барглардан — ўсимликтининг бошқа қисмларига флоэма орқали узатилади. Озиқ органик моддаларни ҳосил қилувчи атотроф ҳужайралар ва шу моддадан фойдаланадиган ҳужайралар ўртасидаги боғланиш орқали органик моддалар поя бўйлаб юқорига қараб ёки пастга қараб ҳаракат қилиши мумкин. Ксилема бўйлаб моддалар фақат юқорига қараб ҳаракатланади, ксилемадан флоэманинг фарқи ҳам шундадир.

Одатда, флоэма томонидан олиб бориладиган барча озукавий моддаларнинг қарийб 90% зиёд сахароза дисахаридидир. У нисбатан инерт ва яхши эрувчи углевод, модда алмашинувида деярли ҳеч қандай рол ўйнайдиган транспорт шакли сифатида хизмат қиласи. Сахарозанинг асосий мақсади - яна фаол моносахаридларга — глюко-

за ва фруктозага айланади. Юқори әрүвчанлигига флоэма шарбатида жуда юқори концентрацияга эришишга имкон беради, масалан, шакар қамишда унинг концентрацияси 25% гача (масса / ҳажм) бўлади.

Флоэма минерал озукаларнинг баъзи бир элементларни ташийди, масалан, аминокислоталар таркибидаги азот ва олtingугуртни, фосфорли анорганик фосфатни фосфорланган қанд тарзида, калийни ион тарзида ташийди. Унинг таркибида витаминлар, ўсимлик гормонлари (ауксин, гиббереллин), вируслар ва бошқа моддалар кам миқдорда бўлиши мумкин.

Агар баргда  $^{14}\text{C}$  радиоактив ивизотоп билан белгиланган карбонат ангидридни ютушга мумкинлик берса, ўсимликда углевод айланишини кўришга бўлади. Радиоактив карбон кислота фотосинтез жараёнида ёпилади, шу жумладан,  $^{14}\text{C}$  органик бирикмалар ташкил топган бўлади. Сўнгра ўсимлик изотопи ҳаракати маълум усуллар ёрдамида кузатилиши мумкин, масалан, радиоавтографияси, Гейгер ҳисоблагичи ўсимлик юзасидаги импульсларни ҳисоблашга, назорат қилишга бўлади. Охир-оқибат, флоэма ҳам, скелема ҳам тўғридан-тўғри углерод айланишида иштирок этади. Мисол учун, углерод илдиз таркибидаги сахароза етиб, у ерда углевод ва нитратларни бириктириб, аминокислоталар синтезида иштирок этади, углерод таркиби скелема ширасида поя бўйлаб юқорига ташилади.

**Флоэма томонидан транслокация хусусиятлари.** Флоэма бўйлаб тарқалишга мумкин бўлган механизмлари, айрим фактларни фактларни айтиш керак.

1. *Флоэма томонидан ташиладиган эриган моддалар миқдори жуда катта.* Масалан, вегетация даврида катта дарахтларни танаси бўйлаб пастга қараб 250 кг гача шакар ташилади.

2. *Транслокация тезлиги юқорига,* одатда 20—100 см /соат ва максимал рўйхатга олинган қиймати 600 см /соатига ошади.

3. *Транспорт жуда узоқ масофаларга олиб борилиши мумкин.* Эвкалипт дарахтларининг баландлиги 100 м этади. Ушбу дарахтларнинг барглари асосан тепада жойлашган бўлиб, ассимилятлар магистралнинг деярли бутун узунлиги бўйлаб пастга силжиши керак, баъзан илдизлар бўйлаб жуда катта масофани босиб ўтади.

4. *Флоэманинг нисбий массаси кичикdir.* Флоэма — ёғочланган поя ва илдизнинг пўст қаватларидан тузилган, флоэма пўстлоғининг ички қатламини (аникрофи унинг пўстлоғини) бўртиб чиқсан поя ва илдизлардан ташкил топади, флоэманинг эски қатламлари эса органлар ўсиши ва диаметри ошиши билан йўқолади.

5. *Флоэма суюклиги гулли ўсимликларнинг диаметри 30 мкм бўлган ғалвирсимон началар орқали ташийди.* Найчалар ва тешикларнинг диаметри қанчалик кичик бўлса, суюклик оқимиға қаршилик шунча



**27-расм.** Ғалвирсимон науналарнинг етук сегментидаги алоқа жойларининг электрон микрофотографияси.

СК — йүлдош — хужайралар; П — ғалвир-симон науча; Пл — пластида; ФБ — флоэмали оксиллар

Меристемал ҳужайралар ғалвирсимон науча элементининг ривожланиши жараёни ҳужайранинг ядроси емирилади ва ядроси йўқ тирик ҳужайрада қолади.

Бошқа кўплаб муҳим ўзгаришлар содир бўлади, уларнинг натижаси чизма тарзида 28-расмда кўрсатилган. Ҳужайрали қобиқ ғалвирсимон каналча пластинкаларга айланади. Қўшни цитопласларда боғланадиган плазмодесмалар анча иириклишиб, кўплаб ғалвирсимон науналарга тешикчалар ҳосил қилади. Натижада плазмалемма билан ўралган тирик цитоплазма қаватли науналар структураси шаклланади. Ғалвирсимон научанинг марказий қисмда иирик вакуоль жойлашади.

Агар ғалвирсимон науналар қисман шикастланса, флоэмадан эриган моддалар оқиб кетишнинг олдини олиш учун ғалвирсимон науналар пластинада тешикчаларни ёпиб каллозанинг <sup>1</sup>қўшимча миқдорини ҳосил қилади.

Баъзи ўсимликларнинг ғалвирсимон науналари флоэмали оксиллар (Ф-оксиллар) деб аталувчи толали оксилларнинг

катта бўлади ва уни ҳаракатга келтириш учун кўпроқ куч керак бўлади. Ғалвирсимон науналари ичидаги босим катта.

6. Ғалвир науча пластинкалар ва ғалвир науналари структуравий хусусиятлари бўлади.

**Флоэма бўйи билан органик моддаларни ташиш.** Ғалвирсимон науналарнинг тузилиши ўтказувчи науналардан иборат.

Эритма эркин ўтадиган кислема науналари — ўлик, бўш науналарга нисбатан флоэманинг ғалвирсимон тирик науналарининг ва ғалвирсимон науналари пластинкалари билан цитоплазма тўскинилик қиласи.

27-расм ғалвирсимон науналарнинг етук сегмент электрон микрофотографияси кўрсатилган, 28-расмда ғалвирсимон научанинг элементларидағи асосий қисмлари ва қўшимча йўлдош-хужайралар кўрсатилган.

<sup>1</sup> Каллоза — глюкозадан олинадиган ўсимликлар қант.



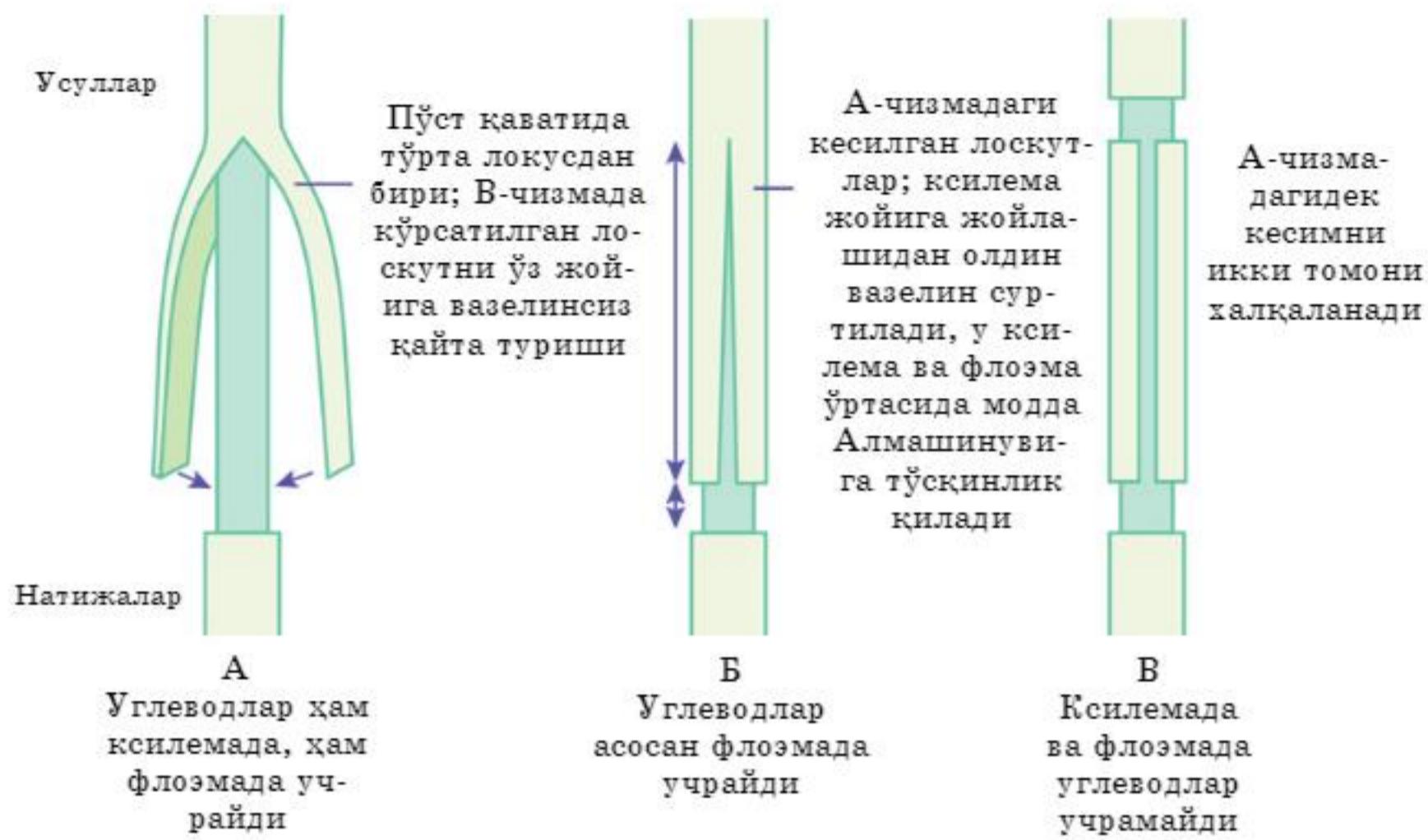
28-расм. Фалвирсимон наyclанинг элементлари ва йўлдош-хужайранинг узунасига кесилиб олинган қисмининг электрон микроскоп остидаги чизмаси

миқдори кўп ҳосил бўлади. Илгари унинг функцияси жуда кўп баҳс-мунозараларга сабаб бўлган, аммо энди у транслокацияда алоҳида рол ўйнамаслиги аниқланди. Бу масала, айниқса транспорт механизмлари билан боғлиқ ҳолда, эриган органик моддалар аслида фалвирсимон наyclалари орқали ҳаракатланишига тўлиқ ишонч ҳосил қилиш жуда муҳимdir. Шу мақсадда бир неча турдаги тажрибалар ўтказилди.



Флоэма бўйлаб шакар ва бошқа бирикмаларнинг ҳаракатланиши тўғрисида биринчи маълумотлар лента тажрибаларида, флоэма таркибидаги тўқима ҳалқаси кесиб олиниб, ксилемага тегмасдан қолдирилган. Шу тарзда, Мальпиги 1675 йилда сувнинг поя ёғочидан кўтарилишини ва озука моддалари "пўстлок" дан тушишини кўрсатди. У дарахт пўстлоғига думалоқ тешиклар қилди (пўстлоғида флоэма бор) ва барглар сўнмаслигини аниқлади, аммо ҳалқанинг остидаги поянинг ўсиши сезиларли даражада секинлашади. Бунинг изоҳи жуда оддий: ўсимликдаги илдизларга қадар шакар оқими тўхтади, баргларга қадар сув оқими тўхтамади.

Тринидадда ғўза ўсимликлар билан ишлаган Мейсон ва Маскелл 1920—1930 йилларда кўплаб тармоқли тажрибаларни ўтказишган, улардан биттаси 29-расмда кўрсатилган: ушбу тажрибанинг натижасида



29-расм. Мейсон ва Маскеллнинг ғұза үсимлигіда олиб борилған тажрибалар

флоэма ксилема билан алоқаси узулмайдын қилиб кесилиб, иккала түқима ўртасида маълум бир горизонтал шакар алмашинуvi мумкин аммо улар факт флоэма бўйлаб пастга силжийди (29-расм Б, В). Органик моддаларнинг ғалвирсимон найчалари орқали ҳаракатланиши — ширалар (тля) флоэма томонидан ташиладиган шакар билан озиқланиши тажрибаларда тасдиқланган. Махсус оғиз аппарати ёрдамида шира үсимлик түқимасини тешади; Ушбу ускуна флоэмадан олдин үсимлик түқимасига аста-секин кириб борадиган ингичка найча "стилетлар" ни үз ичига олади. Бундай стилетлар алоҳида ғалвирсимон найчаларига кириб бориши мумкин.

Флоэмада турли хил моддалар бир вақтнинг үзида юқорига ва пастга олиб борилади, гарчи бундай икки томонлама ҳаракат, эхтимол, бир ғалвирсимон найчалар бўйлаб эмас, балки бир-бирининг ёнида жойлашган турли хил моддаларда содир бўлади. Бундай ҳаракат уч босқичда амалга оширилади: фотосинтез ҳужайралардан эритилган моддаларнинг найчаларни (уларни юклаш) ўтказиш, флоэма бўйлаб транслокация ва ушбу моддалар ишлатиладиган жойларда тушириш.

### Билимингизни текшириң:



1. "Транслокация" атамасига тушунча беринг.
2. Ғалвирсимон началар орқали моддалар ташишда қандай тажрибалар ўтказилди?



1. "Транслокация" атамасига изоҳ беринг.



2. Галвирсимон найчаларнинг тузилишини айтиб беринг, уларнинг ҳайвон қонидаги эритроцитлар билан қандай үхашашликлари борлигини айтинг.



1. Эриган органик моддаларнинг трансляция хусусиятларини тушунтириңг.



2. Яшил үсимликларда органик моддалар ҳаракат диаграммасини тузинг.

1. Флоэма ёрдамида органик моддаларнинг трансляция хусусиятларини тушунтириңг.

2. Галвирсимон найчалар ва сунъий йўлдош-хужайраларнинг элементларининг электрон микроскопдаги бўйлама қисмига қандай қарашлари ҳақида чизматик тасавур қилинг.



Флоэма томонидан трансляция қилишнинг мумкин бўлган механизmlарни ҳақида бъзи фактларни санаб ўтинг ва ушбу транспорт моделини ясанг.

## **15-§. МОДДАЛАРНИ СИМПЛАСТИК, АПОПЛАСТИК, ВАКУОЛЯР ЙЎЛЛАРИ ОРҚАЛИ ТРАНСПОРТЛАШ ВА УЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ**

### **Бу дарсда сиз:**

- Моддаларнинг содда, апопластик, вакуоляр транспорт йўлларининг моҳиятини тушуниши ўрганасиз.

### **Сиз биласизми?**

- Апопластик транспорт қандай ишни бажаради;
- Симпластик транспорт қандай амалга ошади;
- Вакуолярлик моддалар транспорти йўлининг хусусиятлари.

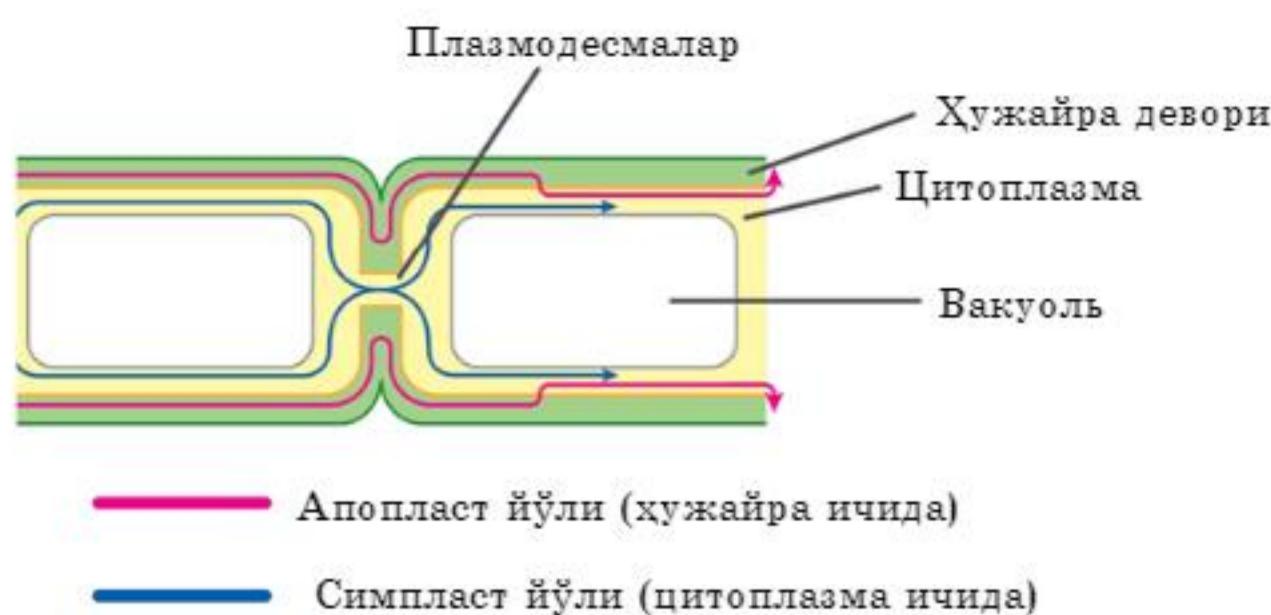
### **Таянч иборалар:**

*симпласт, апопласт, вакуоль, протоплазма*

Ўсимликнинг барча ҳужайралари ўзаро пўсти орқали доимо бириккан “тешикчалар” системаси — опопластдан фойдаланиб бирикади. Сувва унда эриган моддалар шу тешикчалар орқали ҳаракатланганда тўсиқ бўлмайди. Шунингдек, илдизнинг маълум бир қисмига ташқаридан эритма эркин кира олмайди. Илдиздаги бўшликлар деб аталувчи қисми эриган моддаларни ўзининг йўлида мембранали тўсиқларни учратмайди. Тупроқдан озиқ моддаларни илдиз орқали шимиб марказига найча боғламигача ҳаракатланишини 1 — даражага апопласт (бўшик) йўли деб аталади.

Ўсимликларнинг ҳусусий ҳужайраларнинг протопластлари цитоплазматик кўприкчалар — плазмодесмалар орқали боғланади.

Плазмодесмалар ҳужайрага мембрана орқали бир вақтда кирган ионлар ва молекулалар ҳужайрадан-ҳужайрага, тўқимадан-тўқимага мембрани тўсиқсиз бириккан симпласт тизим орқали ўтишини таъминлайди.



30-расм. Моддаларнинг ҳаракат йўллари

Моддаларнинг **симпластик** система орқали ҳаракатланиши протоплазманинг қўзғалишига боғлиқ бўлади ва эндоплазматик тўрнинг найчалар орқали ҳужайраларо плазмолемалар орқали содир бўлади. Кўплаб ионларнинг ҳаракати туфайли, асосан симпластик система орқали амалга ошади. Бунда моддалар алмашинуви жараёнига зарур N, C, P бирикмалари интенсив киради, I, Co, Cl бирикмалари секин киради. Ионларни илдизнинг ташқи тўқималаридан ксилема найчаларигача ташувчи асосий йўли симпластик деб аталади.

Сувни ташувчи учта йўл мавжуд: апопластик (хужайра деворлари бўйлаб); симпластик (плазмодесма ва цитоплазма орқали), вакуолали (вакуолалар орқали) (30-расм).

**Апопласт** — бу ўсимликнинг барча қисмида узлуксиз тўрни ташкил қилувчи, қўшни ҳужайралар деворининг системаси.

Илдиздаги *апопластик ташувчи* барглардагидек содир бўлади, лекин бир муҳим фарқлари бўлади. Сув ҳужайра девори бўйлаб ҳаракатланади, эндодермага етганда, *суберин* деб аталалувчи сув ўтказмайдиган модда унинг йўлини тўсип қўяди. Суберин эндодермик ҳужайранинг периметри атрофида тўпланиб, *Каспари белбогини* ташкил қиласди.

Натижада унда эриган сувли моддалар аввал ушбу ҳужайранинг плазмалеммаси орқали унинг цитоплазмасига кириб, сўнгра “бошқа томондан” чиқиши керак. Шундай қилиб, эндодерма ҳужайралари ксилемага борадиган йўл бўйлаб эритмалар ҳаракатини бошқаради ва тартибга солади. Бундай назорат куртакларни заҳарли моддалардан, патоген бактериялардан, замбуруғлар ва бошқа заарли моддаларнинг кириб қолишидан ҳимоя қилиш учун зарурдир.

**Симпласт** — бу ўсимликлар ўзаро бир-бири билан боғлиқ протопластлар системасидир. Симпластик ташувчи қўшни ҳужайраларнинг протопластлари ҳужайра деворидаги тешиклардан ўтадиган плазмодесма цитоплазматик йўллар билан ўзаро боғланадиган иплар. Унда



эритилган ҳар қандай моддалар битта ҳужайранинг протопластига тушиб, мембранны кесиб үтмасдан симпластик йўлида олдинги силжиши мумкин. Бу ҳаракат баъзан цитоплазманинг тартибли оқими билан осонлашади.

Сувни ўсимликлар учун вакуолалардан кўра симпастик ташиш муҳимроқдир.

*Вакуолали ташиши* — бу ҳолда сув бир ҳужайранинг вакуолидан қўшни ҳужайра вакуолига симпластик ва апопластик йўли орқали, яъни осмос таъсиридан тонопластлар ва плазмоцемалар орқали үтади.

Сувни барга қадар кўтарилишига, транспирация токи билан кўтарилади, у биринчи навбатда гидростатик потенциалларнинг фарқи туфайли сақланади: ҳужайрада сувнинг кам миқдорда йўқотилиши эриган моддаларнинг концентрациясига қараганда тургор бирикмасига анча кучлироқ таъсир қиласи. Илдиз ҳам сувни гидростатик потенциалларнинг градиентлари бўлади, лекин осмотик потенциалларнинг градиентлари доим ҳам мавжуд бўлмайди.

**Симпастик ва вакуоляр йўллар.** Сув илдиз ксилемаси бўйлаб кўтарилиган вақтда паренхимали ҳужайралар билан сув алмашинади. Натижада, бу ҳужайранинг сув потенциали камаяди ва осмос ёки одий симпатик йўл орқали қўшни ҳужайралардан сув олади. Тупроқ эритмасининг сув потенциали эпидермис ҳужайраларига ва илдиз пўстлоғига қараганда юқорироқдир, шунинг учун сув осмос орқали илдиздан ташқарига киради.

Улғайиб келувчи илдиз эндодермаль ҳужайраларида субериннинг чўкмаси ортади ва шу сув билан эриган тузларнинг доимий чиқишига тўсқинлик келтиради. Апопластик, симпластик ва вакуолярли сув йўллари илдиздаги миқдорий нисбат номаълум.

### Билимингизни текширинг:



1. Симпластик аҳамиятини айтинг.
2. Моддалар ташишнинг апопластик, симпластик вакуолярлик йўлларининг маъносини тушуниринг.
3. "Апопласт" атамасини тушуниринг.



1. Илдиздаги ксилема бўйлаб симпластик ва вакуоляр йўлларининг ишини тасвирлаб беринг.
2. Қандай шароитларда моддаларнинг апопластик ва симпластик ўтказилиши содир бўлади?



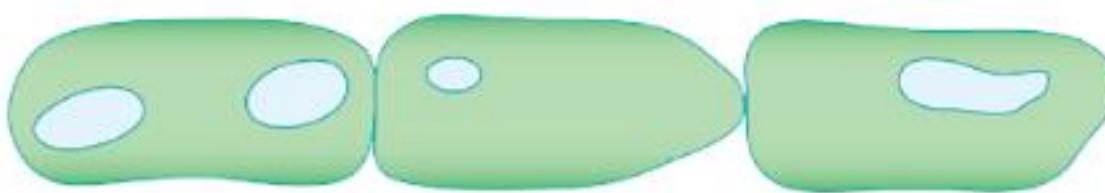
1. Илдиз орқали сувнинг сўрилиш механизмини таҳлил қилинг.
2. Илдиздан баргларга моддаларнинг ҳаракатланиш йўлларини чизинг.



1. Ўсимликлар илдизи орқали моддаларнинг ташилиши қандай содир бўлганлигини тушуниринг.
2. Апопластик, симпластик, вакуолярли ташиш тушунчаларни солиштиринг.



Расмдаги ўқлардан фойдаланиб, сувнинг симпластик йүлини күрсатинг.



## 16-§. ҲУЖАЙРА МЕМБРАНАСИ ОРҚАЛИ МОДДАЛАРНИ ТАШИШ ТУРЛАРИ

### Бу дарсда сиз:

- Ҳужайра мемранаси орқали моддаларни ташишнинг механизмлари билан танишасиз;
- Моддалар ташишнинг классификациясини ўрганасиз.

### Сиз биласизми?

- “актив” ва “пассив” транспорт атамасининг тушунчасини;
- Моддаларни ташиш механизммининг принциплари;
- Ҳужайра мемранаси бўйлаб ион транспортининг барча турларига мисол кетиришни.

### Таянч иборалар:

*Пассив транспорт, диффузия, актив транспорт, бирлаштироқ, симпорт, антипорт*

Ҳужайраларнинг атроф-муҳит билан моддалар ва энергия алмашинуви унинг ҳаётий ҳаракати учун муҳим шарт бўлиб ҳисобланади.

Цитоплазманинг кимёвий таркиби ва хусусиятлари барқарорлиги сақлаб қолиш учун моддаларни ҳужайрали мембрана орқали танлаб ташувчи *маҳсус транспорт механизмлари* бўлиши керак (1-схема). Шунингдек, ҳужайрада кислород ва озиқ моддалар атроф-муҳитдан оладиган модда алмашинув маҳсулотларини чиқарувчи механизмлар бўлиши керак. Турли хил моддаларнинг концентрация градиентлари фақат ҳужайра ва атроф-муҳит ўртасида эмас, балки ҳужайра органеллалари ва цитоплазмалар ўртасида ҳам бўлади.

Ахборот сигналларини қабул қилиш ва ўтказиш учун  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  минералли ионлар концентрациясининг трансмембранини баъзиларини доимий ушлаб туриш муҳим бўлиб ҳисобланади. Ушбу ионларнинг концентрация градиентларини доимий ушлаб туриш учун ҳужайра ўзининг моддалар алмашинуви энергиясининг катта қисмини сарфлайди. Ион градиентларда тўпланган электрокимёвий потенциал энергияси плазматик мембранинг қўзғалувчанлик таъсирига жавоб бериш тайёргарлигини таъминлайди. Калций ҳужайралараро муҳитдан ёки ҳужайра органеллалардан цитоплазмага тушиши кўплаб ҳужайраларнинг



гормонли сигналларга жавоб беришни таъминлайди, синапсларда нейромедиаторларни ажралишини назорат қилади, мускулларнинг қисқаришини амалга оширади.

Моддаларнинг ҳужайра мембраналари орқали ўтиш механизмларини тушуниш учун ушбу моддаларнинг хусусиятларини ҳам, мембраналарнинг хусусиятларини ҳам ҳисобга олиш керак. Ташиладиган моддалар бир-биридан молекуляр массаси, күчма заряди, сув билан липидларни эрувчанлиги ва бошқа хусусиятлари билан фарқ қилади. Плазматик ва бошқа мембраналар йирик липидли участкаларни ташкил қилувчилардан ёғда диффузияланувчи қутбсиз моддалар осон ўтади, табиати эса қутбли, сув ва сувда яхши эрувчи моддалар ўтмайди.

Ушбу моддаларнинг трансмембрани ҳаракати учун ҳужайра мембраналарида маҳсус каналлар бўлиши керак. Қутбли моддалар молекулаларининг ҳажми ва заряди катталашган сари уларни ташиш қийинга тушади (бу ҳолатда қўшимча узатиш механизмлари талаб этилади). Модданинг концентрацияга ва бошқа градиентларга қарши ташиши учун маҳсус транспорт ва энергия харажатларини талаб қилади.

Юқори молекуляр бирикмалар, молекула усти бўлаклари ва мембранали каналлар орқали ўта олмайдиган ҳужайра компонентларининг трансмембрани ҳаракати учун маҳсус механизмлар — фагацитоз, пинакитоз, экзоцитоз, ҳужайраларарабо бўшлиқлар орқали ташишдан фойдаланилади. Шундай қилиб, турли хил моддаларнинг трансмембрани ҳаракати турли хил усуллар ёрдамида амалга оширилади. Ҳужайра мембраналари орқали транспортнинг пассив ва актив турлари мавжуд.

1-схема

Паст молекуляр моддаларнинг мембранасини  
морфологик структурасини ўзгартмасдан транспорт  
типларни классификациялаш

**Пассив:**

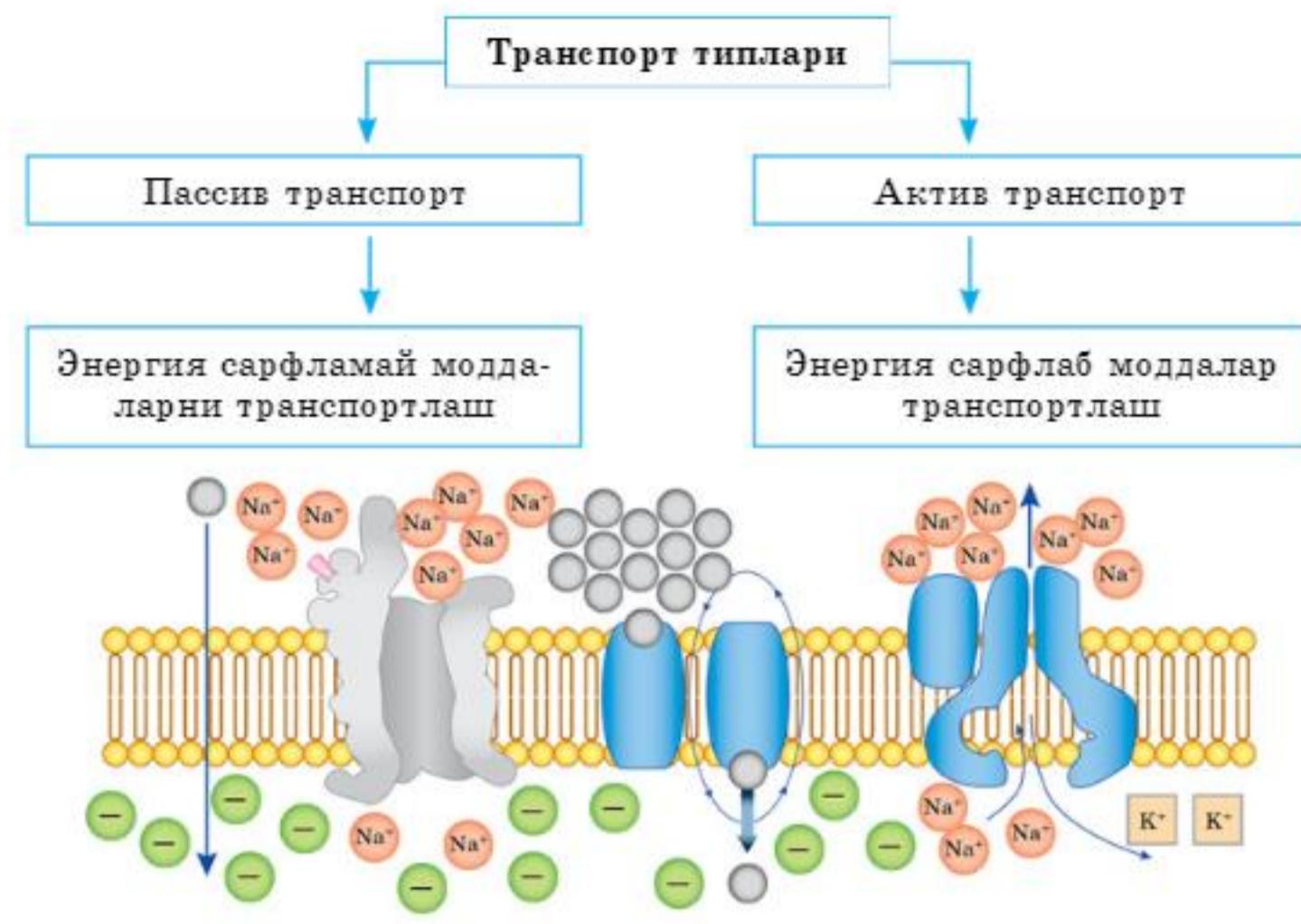
- оддий диффузия;
- осонлаштирувчи диффузия;
- алмушинув диффузияси;
- осмос;
- фильтрация

**Актив:**

- $\text{Na}^+/\text{K}^+$ - насос
- $\text{Ca}^{2+}$ - насос
- протонли помпа

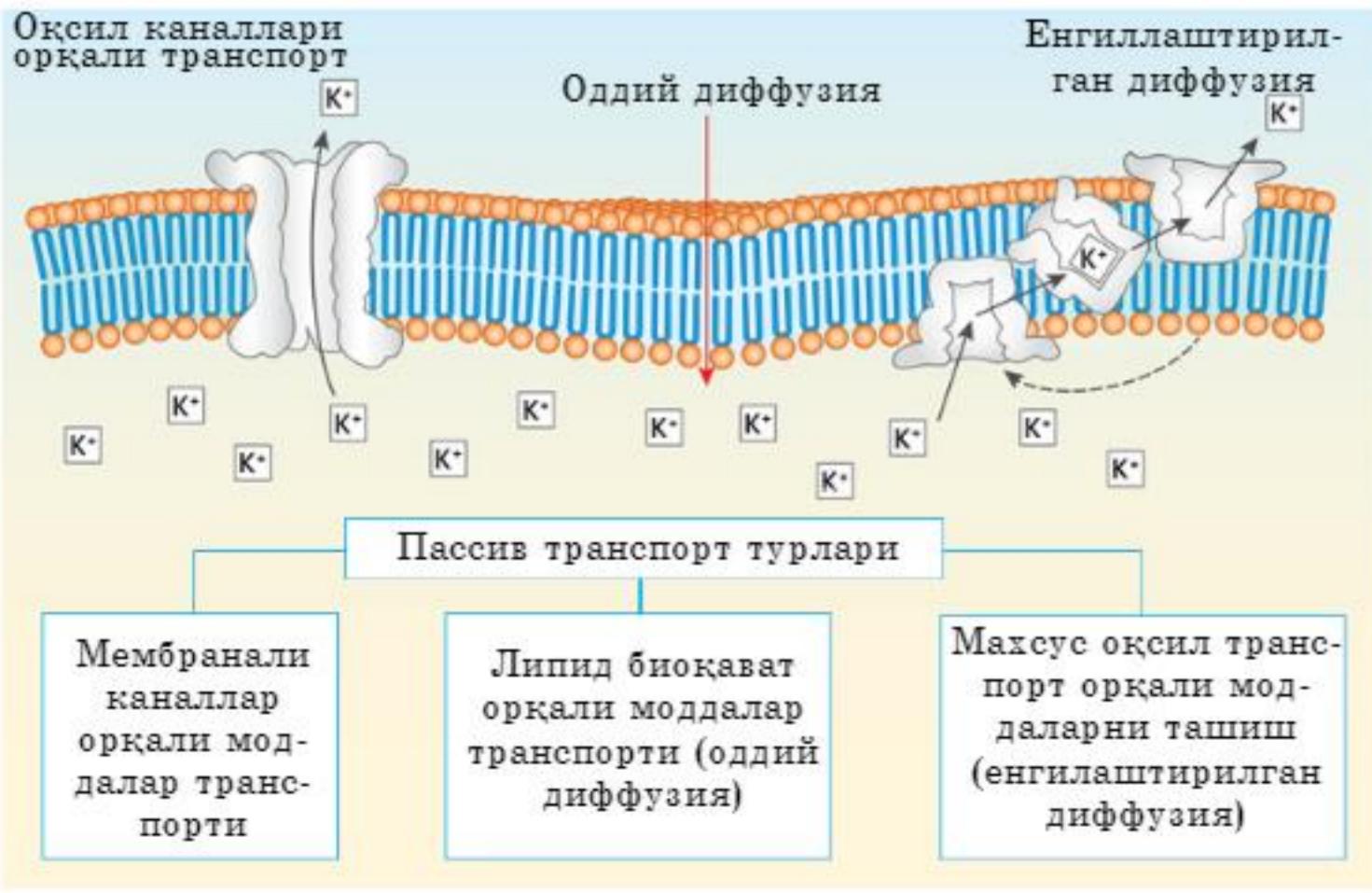
**Бирлаштириш:**

- глюкозани, аминокислотани натрийга боғлик ташиш



31-расм. Моддаларни транспорташ турлари

**Моддаларни пассив транспорти.** Пассив транспорт — моддаларни мембрана орқали турли хил градиент бўйича ташиш (электрокимёвий салоҳияти, бир модданинг концентрацияси, электр соҳаларда, осмотик босими ва бошқалар), энергия харажатларини талаб қилмайдиган транспорт тури.



32-расм. Пассив транспорт турлари

Пассив транспорт оддий ва енгиллаштирилган диффузия орқали содир бўлиши мумкин. **Диффузия**— турли муҳитдаги моддаларнинг заррачалари тартибсиз кўчиши, тебранишлар натижасида унинг иссиқлик энергияси тушунилади (32-расм).

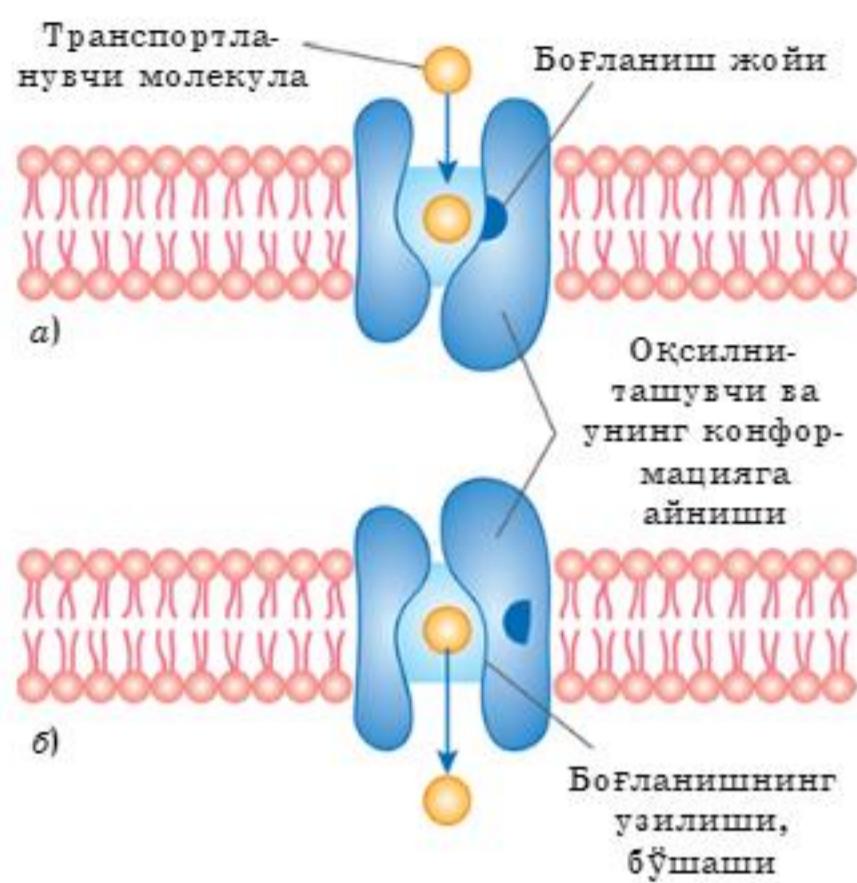
**Оддий диффузия** баъзи моддалар концентрация градиенти, ҳужайрали мембраннынг ташқи ва ички қаватининг орасидаги электр заряд ёки осмотик босимга боғлиқ бўлади. Масалан, қон плазмасининг таркибида  $\text{Na}^+$  ионларининг ўртча миқдори 140 mM /л, эритроцитларда эса тахминан 12 баравар кам. Бу концентрация (градиент) айримлари натрий ионларини плазмадан эритроцитларга ўтишни таъминловчи ҳаракт кучини ҳосил қиласди. Бироқ, бундай транспорт тезлиги паст, чунки мембрана  $\text{Na}^+$  ионлари жуда паст ўтказувчаникка эга. Ушбу оддий диффузия мембранаси калий ионларини ўтказувчанилиги анча катта. Оддий диффузия жараёни энергия сарфланмайди.

**Енгиллаштирилган диффузия** — бу концентрация градиенти бўйича транспорт ёрдамида биологик мембраналар орқали ионларни пассив транспортлаш туридир (33-расм).

Моддалар оқсил-ташувчи ёрдамида ташиши ўша оқсил молекуласи мембранага кириб, сувга тўлдирилган каналлар ҳосил бўлишига қаратилган. Ташувчи узатилган моддани тескари ҳолда боғлаб қўйиши ва шу билан бирга унинг конформациясини тескари равишда ўзгартириши мумкин.

Ташувчи оқсил икки конформация бўлишга қодир деб тахмин қилинади. Масалан, а ҳолатида бу оқсилни-ташувчи модда билан қариндош бўлади, унинг моддаларни бириктириш зонаси ичкарига бурилиб ва мембраннынг бир томонига қараб канал шаклланади.

Шундан сўнг, оқсил-ташувчи ўзининг комформациясини ўзгартириб, в ҳолатига ўзгаради. Комформацияли ўзариш вактида ташувчи транспортланувчи моддалар билан қариндошлигини узади ва мембраннынг бошқа томонидаги каналига кўчади. Сўнгра оқсил қайта а ҳолатига ўзгаради. Модда мембрана орқали оқсилни-ташувчи ёрдами билан транспортланувчи унипорт деб аталади.



33-расм. Енгиллаштирилган диффузия

Енгилаштирилган диффузия орқали интерстициал бўшлиқдан ҳужайрага, қондан мияга глюкоза каби паст молекуляр моддалар ташилиши мумкин, буйрак каналларида айrim аминокислоталар ва глюкоза биринчи сийдик қонга қайта сўрилиши мумкин, ичакда эса аминокислоталар, моносахаридлар сўрилиши мумкин. Енгилаштирилган диффузия ёрдамида моддаларни каналлар орқали транспортлаш тезлиги секундига 108 бўғимни ташкил қиласи.

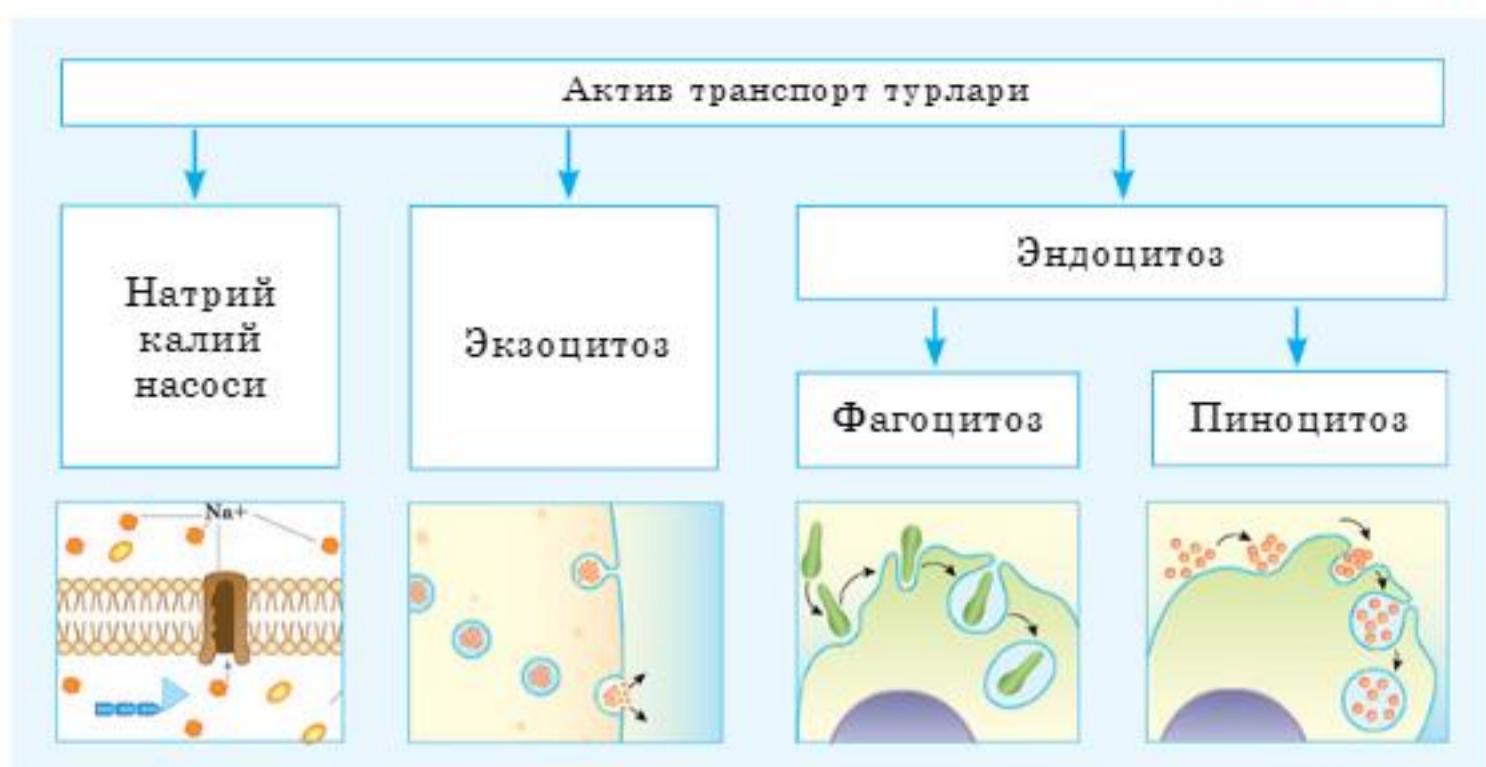
**Алмашувчан диффузия** — бу турдаги моддаларни транспортлаш мембрананинг қарама-қарши томонида жойлашган бир модда молекулаларини ўзаро алмашуви содир бўлади. Мембрананинг қарама-қарши томонидаги модданинг концентрацияси ўзгаришсиз қолади.

Бир тури бошқа модданинг бир ёки ундан ортиқ молекуласи билан алмашуви тушунилади. Масалан, қон томирлар ва бронхлар мускуларнинг силлик ҳужайраларида, юракнинг қисқарувчи миоцитларида ҳужайралараро  $\text{Ca}^{2+}$  ионларининг ажралиш йўлларининг бири — ҳужайралараро  $\text{Na}^+$  ионлари билан алмашади. Учта  $\text{Na}^+$  ионлари ҳужайрага кирганда бир  $\text{Ca}^{2+}$  иолари ажралади.  $\text{Na}^+$  ва  $\text{Ca}^{2+}$  ионларининг мембрана орқали қарама-қарши йўналишда ўзаро келишган ҳаракат шаклланади (транспортнинг бу тури *антиторт* деб аталади). Шундай қилиб, ҳужайра  $\text{Ca}^{2+}$  ионларининг ортиқча миқдоридан бўшайди, бу эса силлик миоцитлар ва кардиомиоцитларнинг бўшашига қулай шароит туғдиради.

**Моддаларни актив транспорти.** Ҳужайрали мембрана орқали моддаларнинг актив транспорти — бу модда алмашуви энергияси сарфланадиган моддаларнинг градиентга қарши йўналишга транспортлаш. Транспортнинг бу тури пассив транспортдан фарқи — транспорт градиент бўйича амалга ошади ва унга АТФ ёки энергиянинг бошқа турлари қўлланилади. Агар энергия манбаи АТФ бўлса, унда бундай транспортлар биринчи-активли деб аталади. Агар транспорт ионларининг шимиш функцияси натижасида пайдо бўлган энергия (концентрацияли, кимёвий, электрокимёвий градиентлар) қўлланилса, бундай транспорт иккинчи-активли деб аталади. Иккинчи-активли транспортга мисол қилиб глюкозанинг ичакларда сўрилиши,  $\text{Na}^+$  ионлари ва транспортловчилар ёрдамида буйракларга қайта сўрилишини киритиш мумкин (34-расм).

Биринчи-активли транспортлашни мисол сифатида  $\text{Na}^+$  —,  $\text{K}^+$  — насос функцияларини қараш мумкин.

Баъзи ҳужайраларда  $\text{Na}^+$  —,  $\text{K}^+$  — насос функцияси натижасида ҳосил бўладиган натрий концентрациясининг градиенти ва электр потенциалларнинг трансмембрани айримларининг кучини, моддаларнинг ҳужайрали мембрана орқали транспортлашнинг иккинчи-активли турларини амалга ошишда фойдаланилади.



34-расм. Моддаларни актив транспорт турлари

**Иккинчи-активли транспортда** моддаларнинг мембрана орқали ташиш — АТФ энергияси сарфланадиган активли транспорт механизми орқали амалга ошадиган бошқа моддаларнинг концентрация градиенти туфайли содир бўлади.

Иккинчи-активли транспортнинг икки тури мавжуд: симпорт ва антипорт.

**Симпорт** — бир вактда икки модданинг бир йўналишга транспортилаш. Симпортнинг механизми орқали ҳужайрадан бўлак бўшлиқлар қалқонсимон безининг териоцитларига йод, ингичка ичакдан эритроцитларга глюкоза ва аминокислоталар транспортиланади.

**Антипорт** — икки моддани қарама-қарши йўналишга транспортилаш жараёнидир. Антипорт механизмига мисол сифатида  $\text{Na}^+$  —,  $\text{Ca}^{2+}$  ионларини транспортилаш — кардиомиоцитлар алмашинуви, буйрак каналларида эпителийга  $\text{K}^+$  —,  $\text{H}^+$  ионларига транспортилашини киритиш мумкин.

### Билимингизни текширинг:



- Актив транспортнинг икки турини атанг.
- Қандай градиентлар моддаларни мембрана орқали ҳаракатини таъминлайди?



- Моддаларни пассив тарнспорт турларининг ишини тавсифланг.
- Актив транспорт механизмнинг принципларини аниқланг.
- Пассив транспорт ишининг принципларини тавсифланг.
- Енгилаштирилган диффузияни тушуниринг.



- Актив транспорт турлирининг механизмларини анализ қилинг.
- Транспорт турларининг классификация чизмасини тасвирланг.



- Махсус тарнспорт ва энергия сарфи жараёнларини тушуниринг.
- Моддаларни транспорт механизмнинг принципларини тавсифланг.



Мембрана орқали моддаларнинг тарнспорти ҳақида солиширима жадвалини дафта-  
рингизга чизиб түлдириңг.

Транспорт турлари	Нимани ташийди?	Транспорт учун керак-ли энергия харажати	Транспортлов-чилар

## 17-§. НАТРИЙ-КАЛИЙ НАСОСЛАРИ МИСОЛИДА ИОНЛАРНИНГ АКТИВ ТРАНСПОРТ МЕХАНИЗМИ

### Бу дарсда сиз:

- Натрий-калий насоси мисолида актив транспорт тушунтиришни ўрганасиз.

### Сиз биласизми?

- Актив транспорт тушунчаси;
- Ионларнинг транспорт механизмининг принциплари;
- Хужайрали мембрана орқали ионлар транспортининг барча турига мисол келтиришни.

### Таянч иборалар:

Актив транспорт, натрий-калий насоси, градиент, мембрана, хужайра.

Актив тарнспорт деб молекулалар ва ионлар метаболитик жараёнларнинг энергияси ҳисобидан ҳужайра мембранаси орқали транспортлашга айтилади.

Пассив транспорт вактида электрокимёвий потенциал градиенти камаяди ва охирида нольга teng бўлади.

Актив транспорт — моддаларни биомембрана орқали электрокимёвий градиентга қарши энергия сарфлаб транспортлаш. Бу жараёнда энергия манбаи аденоzin трифосфат кислота молекуласининг (АТФ) парчаланиши вактида ажralадиган энергия сарфланади. Бу энергия аденоzinтрифосфат (АТФ) молекулаларини аденоzinифосфатга (АДФ) ва фосфат гуруҳидаги ( $\Phi$ ) парчаланганди, маҳсус оқсил ферментлари пайдо бўлади, улар транспорт АТФ-азалар деб аталади ва транспорт-оқсиллар ҳисобланади. Демак,  $ATF = ADF + \Phi + E$ , бу ерда  $E$  энергия актив транспорти сифатида иш бажаради.

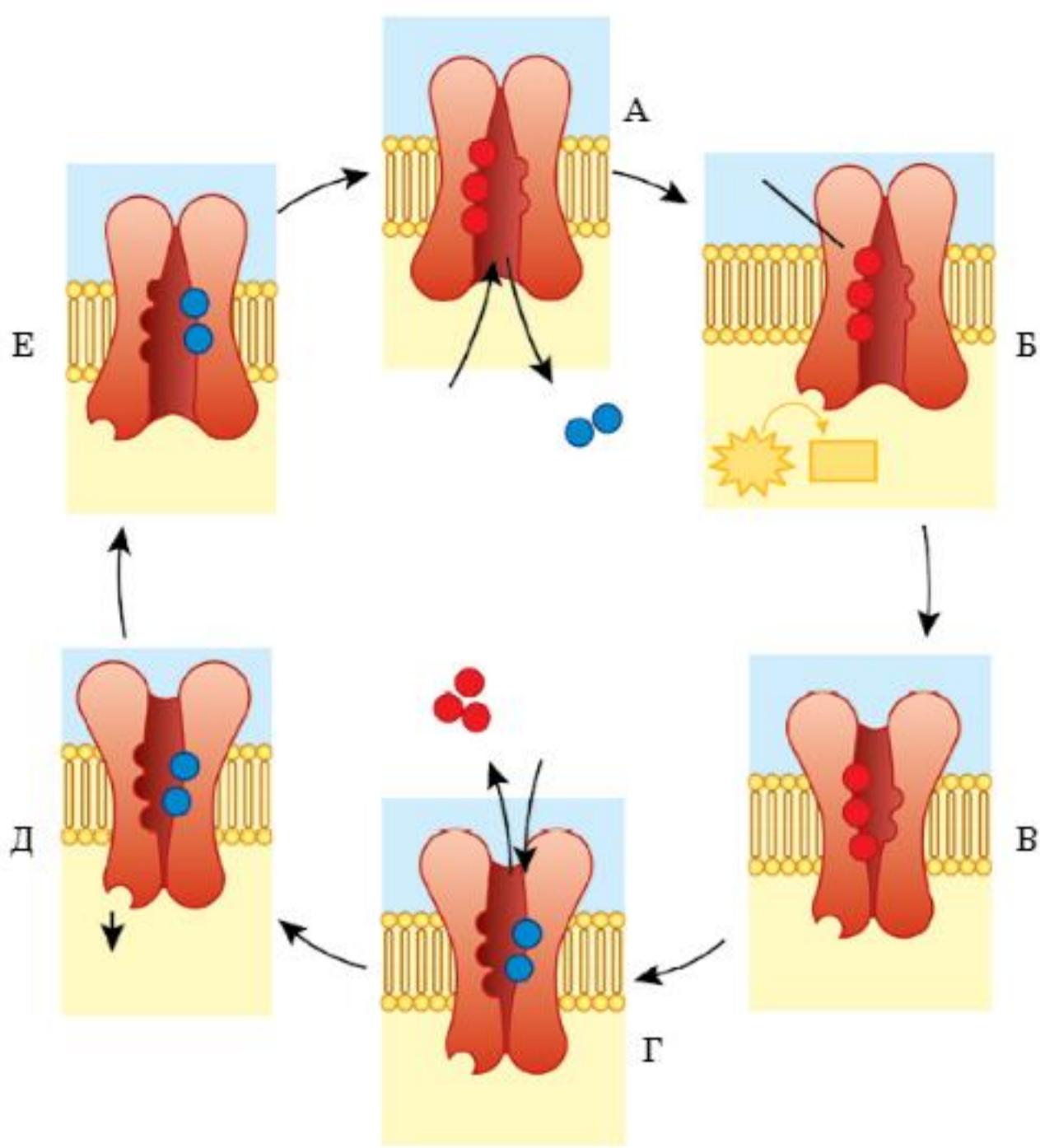
Ҳозирги вактда тирик ҳужайралардаги ионларнинг актив транспортини тўртта системаси маълум (4 транспорт АТФ-аза). Уларнинг учтаси  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$  ва  $H^+$  ионлари мембраналар орқали транспортлаш учун зарур, тўртинчиси эса митохондриядаги нафас олиш занжирининг ҳаракат пайтида протонларни ( $H^+$ ) транспортлаш учун зарур. Актив транспорт системаси *насос* ва *помпалар* деб аталади.

Хұжайрада пайдо бўладиган электр токи мембрана орқали ионларнинг ҳаракати туфайли таъминланади. Мембрана орқали ионларни ҳаракатлантирувчи куч ҳужайранинг ташқарисида ва ичкарида ионлар концентрациясининг хилма-хиллиги (концентрацияли ёки кимёвий градиент), шунингдек ҳужайранинг ички ва ташқи томонларининг орасидагни зарядларнинг хилма-хил (электр градиент) бўлиши мумкин. Бу иккита кучнинг тўплами *электрокимёвий градиенти* деб аталади. Агар градиентлар шундай бўлса, унда ҳаракат пайдо бўлган вақтда (каналчаларнинг очилиши) ионлар мембрана орқали ҳаракатлана бошлайди. Ион ҳаракатининг бундай тури *пассив транспорт* деб аталади, сабаби энергия сарфланмайди. Бундан бўлак аденоцитрифосфат кислотаси (АТФ) энергиясининг ҳаражатланадиган электрокимёвий градиентга қарши ҳосил бўладиган ионларнинг актив транспортлари ҳам бор.

Концентрацияли градиент тузишда иштирок этадиган ҳужайра мембранаси орқали ҳаракатланадиган ионларнинг барча транспорт турларини иккита типга бўлиш мумкин — биринчи тартибли актив транспортлар ва иккинчи тартибли актив транспортлардир. Ионларни биринчи тартибдаги актив транспорт маҳсус ионли насос билан таъминланади, АТФ гидролизининг ҳисобидан амалга оширилади ва энергияга зарур жараён бўлиб ҳисобланади. Иккинчи тартибдаги актив транспортлар ионларни мембрана орқали ташиш учун концентрация градиенти бўйича ионлар оқимидағи энергиялар билан фойдаланади. Лекин бошланғич концентрация градиентини ҳосил қилиш учун АТФ энергияси зарурдир, шунинг учун иккинчи тартибдаги *актив транспортлар* деб аталади. Иккинчи актив транспорт фаолиятида ионлар мембрана орқали бир йўналишда ҳаракатланса *ко-транспорти* деб, ионлар қарама-қарши ҳаракатланадиган бўлса *ион алмашуви* деб аталади. Ҳозирги вақтларда тирик ҳужайраларнинг мембранасида транспорт системасининг ўндан ортиқ тури аниқланган. Биз натрий, калий, кальций ва хлор ионлари учун концентрация градиентларини ҳосил қилувчи транспорт системада тўхтаймиз, сабаби улар ион каналлар бўйича пассив транспорт вақтида қўзғалувчан ҳужайраларда электр сигналларни генерациялашда иштирок этади.

Натрий ва калий ионларини ҳужайра мембранаси орқали тинимиз ташишга мўлжалланган натрий-калий алмашув насоси бўлади, у ўзининг ҳар бир циклида уч натрий ионларини ташқарига ва иккита калий ионини ичкарига қараб ташийди (35-расм). Ҳаёт тузли денгиз сувларида пайдо бўлди ва дастлаб ҳужайралар — ичида шўр суюқликлар бўлган кичик пуфакчалар — ичида “туз тўпланиб” қомаллик учун кирган натрий ионлари доимо “чиқарилиб” турлади.

Шунинг учун ҳужайрада маҳсус оқсил-натрий-калий насоси пайдо бўлди.



**35-расем.** Натрий ва калий ионлари мембрана орқали тарнспортланиши.

Натрийкалий насосининг (натрийкалий АТФаза) ишлаш принциплари

(А) ҳужайранинг ички йўналишидаги ўтириш ўринлари натрийга паст ва калийга юқори қаратилган. Бу вактгача АТФаза молекуласи билан боғланышда бўлган калий ионлари ажралади, натрий ионлари эса у билан боғланади. (Б) натрий боғлангандан кейин АТФ молекуласининг боғланishi ва ферментнинг фосфорланиши содир бўлади. (В) фермент структурасида фосфорланиш натижасида ўзгаришлар содир бўлиб, ўтириш ўринларни ҳужайранинг ташки муҳитига чиқаради. (Г) бундай ҳолатларда ўтириш ўринларни натрийга нисбатан паст, калийга эса юқори бўлади, шунинг учун натрий ҳужайранинг ташки муҳитига ажралади, калий ионлари эса АТФаза молекуласи билан боғланади.

(Д) калий ионларини боғлаш вақтида АТФаза дефосфорланади.

(Е) бошланғиши ҳолатига кўчади.

Бу трансмембрани (яъни, мембраналарни тешиб ўтувчи) оқсил на- трий ионилари ҳужайрадан сиқиб чиқарилади, ўрнига калий ионлари киради: ҳар бир “чиқарилган” уч натрий ионига “ютилган” иккита калийдан тўғри келади ва АТФ бир молекуласи парчаланади. Ҳужайра бунинг натижасида пайдо бўладиган кимёвий ва электр градиентлардан фойдаланади, масалан, тинч потенциалли, симпорт ва ҳужайранинг ҳажмини қўллаш учун муҳим потенциалдир.



**Натрий-калий насоси** — бу концентрация градиентига қарши цито-плазматик мембрана орқали актив транспорт механизмлардан бириди.

Натрий-калий насоси ўз функциясини бир цикл ичидә ҳужайрадан уч натрий ионини ( $3\text{ Na}^+$ ) ташқарига чиқарып ва иккى калий ионини ( $2\text{ K}^+$ ) ҳужайра ичига ташыйди.

Ҳужайрада күплаб мусбат зарядлар олиниб ташланганлиги сабабли, мембранада электр потенциалларнинг хилма-хиллиги пайдо бўлади (ҳужайранинг ички марказидан ташки марказига тегишли манфий зарядланган). Потенциалнинг фарқи, ўз навбатида, АТФнинг парчаланишига ва энергияни ажралишига олиб келади. Натрий ва калий қайта ҳайдаш ҳужайранинг ҳажмини сақлаб (осморегуляция), нерв ва мускул ҳужайраларида электр фаоллигини қўллаш учун, шунингдек шакар, аминкислота ва бошқа актив транспортлар зарур. Ҳужайрадаги калий оқсил синтезида, гликолизда, фотосинтезда зарур.

Натрий-калий насоси аслида АТФни парчаловчи фермент бўлиб ҳисобланади. Фермент натрий-калийга мухтоҷ аденоzinтрифосфата-за ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФ-аза) деб аталади. Бу мембраналарда жойлашган (интегралли оқсил бўлиб ҳисобланади) ва ҳужайра ташқарисида калий ионлари ёки ичидә натрий ионларининг концентрацияси ошган вақтда иш фаолиятини бошлайди.

Насос очиладиган ва ёпиладиган каналларнинг принциплари бўйича иш фаолиятини юритади. Оқсил натрий ионлари билан боғланган вақтда, кислород боғланиш узилади ва шакли ўзгаради. Энсиз ички тузилиш пайдо бўлади, шу орқали натрий ионлари ташқарига чиқади, калий ионлари эса ичкарида қолади. Натрий ионларининг чиқиш ферменти конформациясини қайтадан ўзгартиради, натижада янги канал очилади, бу канал орқали ҳужайра калий ионлари тушиши мумкин.

Натрий ионлари боғлангандан кейин АТФнинг парчаланиши содир бўлади. Ажраладиган энергия  $\text{Na}^+$  иони чиқиши учун фермент конформациясининг ўзгаришига сарфланади.

Бу ҳолатда боғланиш жойларини натрий ионларига тортилиш пастроқ, калий ионларига юқори бўлади, шунинг учун калий ионлари натрий ионларига алмашинади. Калийни бириктирувчи фермент дифосфорланиши ҳосил қиласи ва насосни дастлабки ҳолатига қайтаради, калий ионлари эса ҳужайра бўшлиғига ажралади.

Шунинг билан биз ҳужайра мембранасида ионларнинг концентрация градиенти борлигига амин бўлдик. Бу — мембранада тешикчаклар пайдо бўлган ҳолларда, ҳужайра мембранаси орқали ионли токларнинг ўтиш босқичи бошланиши мумкин, бу ҳужайрада заҳирага тўпланган потенциал энергия. Ҳақиқатдан ҳам, маҳсус трансмембрани оқсил структураларнинг ёрдамида мембранада ҳужайрадан бўлак ва ҳужайра ичидаги муҳитга боғланган тешикчалар пайдо бўлади. Бу оқсилли мембраналар структураси *ионли каналчалар* деб аталади. Ионли каналча-

лар электр ион токларни үтказувчи системалар сифатида, транспортни эса бундай үтказиши мүмкін бўлган базали шартларни таъминловчи тизим сифатида фикрлаш керак.

### **Билимингизни текширинг:**

-  1.Метаболизм энергияси ҳисобидан ажralадиган моддани тавсифланг.
- 2.Тирик ҳужайрадаги ионларни актив транспортининг тўртта системасини атанг.
-  1.Натрий ва калий ионларни мембрана орқали транспортлаш ни тушуниринг.
- 2.Натрий-калий насосини (натрийкалий АТФази) ишлаш принципларини тавсифланг.
-  1.Тирик ҳужайрадаги ионларнинг актив тарнспорт турларининг механизмларини исботланг, потенциал фарқини қаерда бўлишини тушуниринг.
- 2.Натрий-калий алмашинуви насос механизм чизмасини чизиб тушуниринг..
-  1.АТФ парчаланиш қайси вақтда амалга ошишини тушуниринг.
- 2.Очиладиган ва ёпиладиган каналчалар принципи бўйича ҳаракат қилувчи сўнги атамани мухокама қилинг.
-  Ҳаракат потенциали 120 мВ ташкил қиласи, агар скат балиғининг электр қувати 600 В га атрофида бўлса, разряд ҳосил қилишга қанча мембраналар қатнашади.

## **18-§. ПОТЕНЦИАЛ МЕМБРАНАНИ САҚЛАШДА АКТИВ ТРАНСПОРТИНГ РОЛИ**

### **Бу дарсда сиз:**

- мембранали потенциал сақлашни актив транспорти аҳамиятини аниқлайсиз;
- моддаларнинг мембрана орқали актив транспорт турларини аниқлайсиз.

### **Сиз биласизми?**

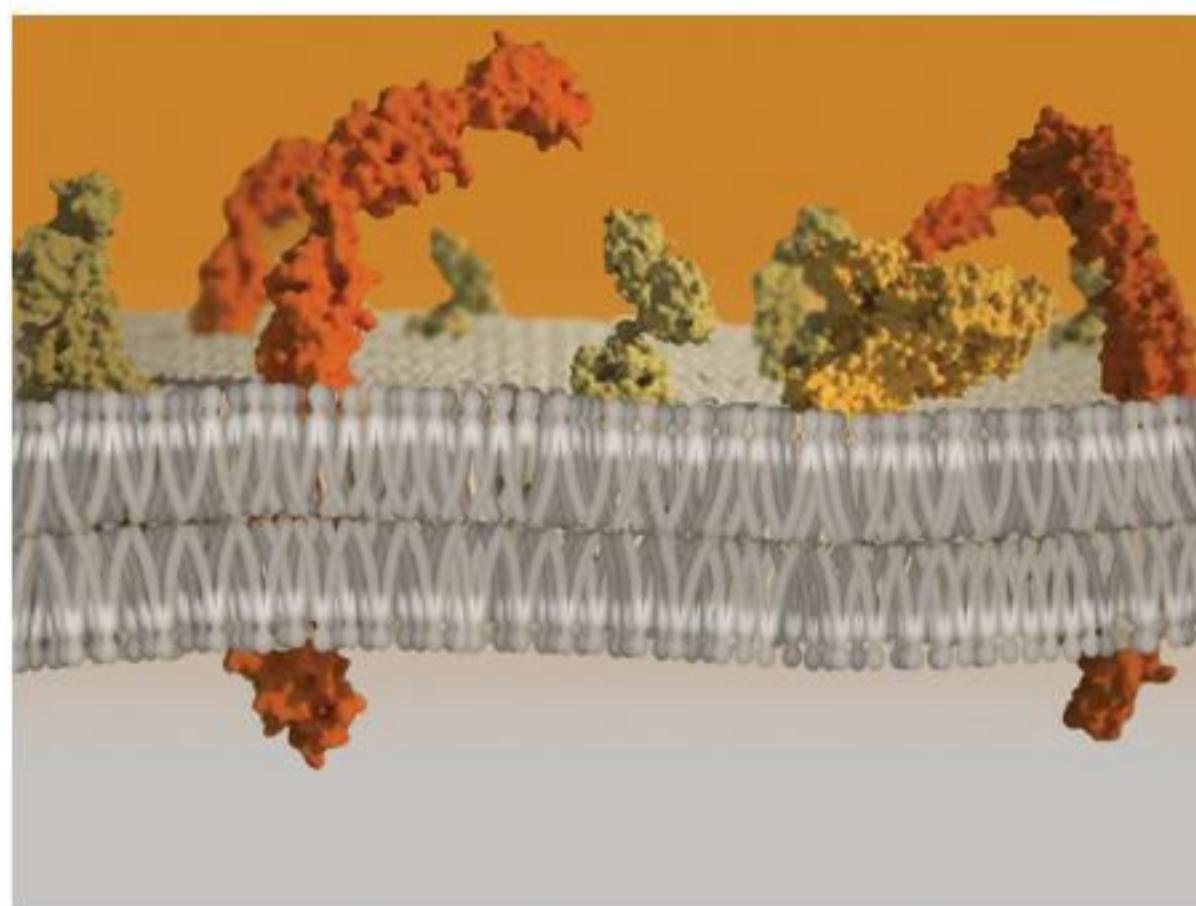
- мембранинг ҳужайрадаги роли;
- ёрдамчи – оқсилларнинг хусусиятлари;
- актив транспорт ҳужайра учун аҳамияти.

### **Таянч иборалар:**

*Актив тарнспорт, мембрана, тўсиқ, шлюз, оқсил, насос, контраспорт*

Актив транспорт цитоплазманинг мембрана орқали амалга ошади — мураккаб ва энергия миқдорини кўп сарфлашни ҳожат этадиган жараён.

Моддаларнинг мембрана орқали актив транспорт турлари. Моддаларнинг мембрана орқали актив транспортни назорат қиладиган жараён, концентрация градиентини қарама-қарши йўналишда юрувчи (моддалар концентрацияси кам муҳитдак концентрацияси кўп муҳит томон транспортлайди) ва транспорт энергияси сарфланади. Фойдаланиладиган энергия манбаига қараб қўйидаги транспорт турларига



**36-расм.** Трансмембранали ёрдамчи-оқсиллар

ажралади: биринчи активли (энергия манбаи — аденоzinтрифосфат кислота АТФ, аденоzinифосфат кислота АДФ гидролизи). Иккинчи активли (моддаларни биринчи актив транспорт механизми натижасида пайдо бўлган иккинчи энергия билан таъминланади).

**Ёрдамчи-оқсиллар.** Биринчи ва иккинчи ҳолатда ҳам ёрдамчи-оқсилларсиз транспорт қилиш мумкин эмас. Бу транспорт-оқсиллар белгили бир молекулаларни, баъзида ҳатто молекулаларнинг аниқ бир турларини транспорт қилишга қаратилган маҳсус оқсиллар бўлиб ҳисобланади. Бу — бактерияларнинг мутацияланган генларида юритилган тажриба ишлари натижасида исботланган. Трансмембранали транспорт-оқсиллар ўзлари тарнспортловчи (молекулалар билан ўзаро ҳаракатларни, тўғридан-тўғри уни мембрана орқали ўтказади) ёки канал ҳосил қилувчи бўлиши мумкин (мембранада маҳсус моддалар учун очиладиган каналлар шаклланади) (36-расм).

**Натрий ва калий учун насос.**  $\text{Na}^+$  —,  $\text{K}^+$  — насос — моддаларнинг мембрана орқали биринчи актив транспортининг кўп ўрганилган мисол бўлиб ҳисобланади. Бу механизм мембраннынг икки томонига  $\text{Na}^+$  ва  $\text{K}^+$  ионларнинг концентрацияларнинг фарқини таъминлайди. Бу ҳужайрада осмотик босим ва бошқа алмашув жараёнларимни доимийлиги учун зарур. Трансмембранали ёрдамчи-оқсил — натрий-калийли АТФ-аза — уч қисмдан: мембрананинг ташқи қаватидаги оқсилда калий ионларига аталган икки рецептор жойлашади. Мембрананинг ички қаватида — натрий ионларига аталган учта рецепторлардан иборат.

Оқсилнинг ички қисмига АТФ фаоллиги мос. Калийнинг икки иони ва натрийнинг уч иони мембрананинг икки томонидан оқсилнинг рецепторлари билан бирикканда АТФ иш фаоллияти ҳаракатга келади.

АТФ молекуласи АДФ гача гидролизланади, ажралган энергия калий ички қаватига, натрий ионларига эса цитоплазматик ташқи қаватига транспортлашга сарфланади. Қизиғи шундаки, бундай насоснинг фойдали таъсири нинг коэффициенти 90% дан отиқ эканлиги ҳисобланади.



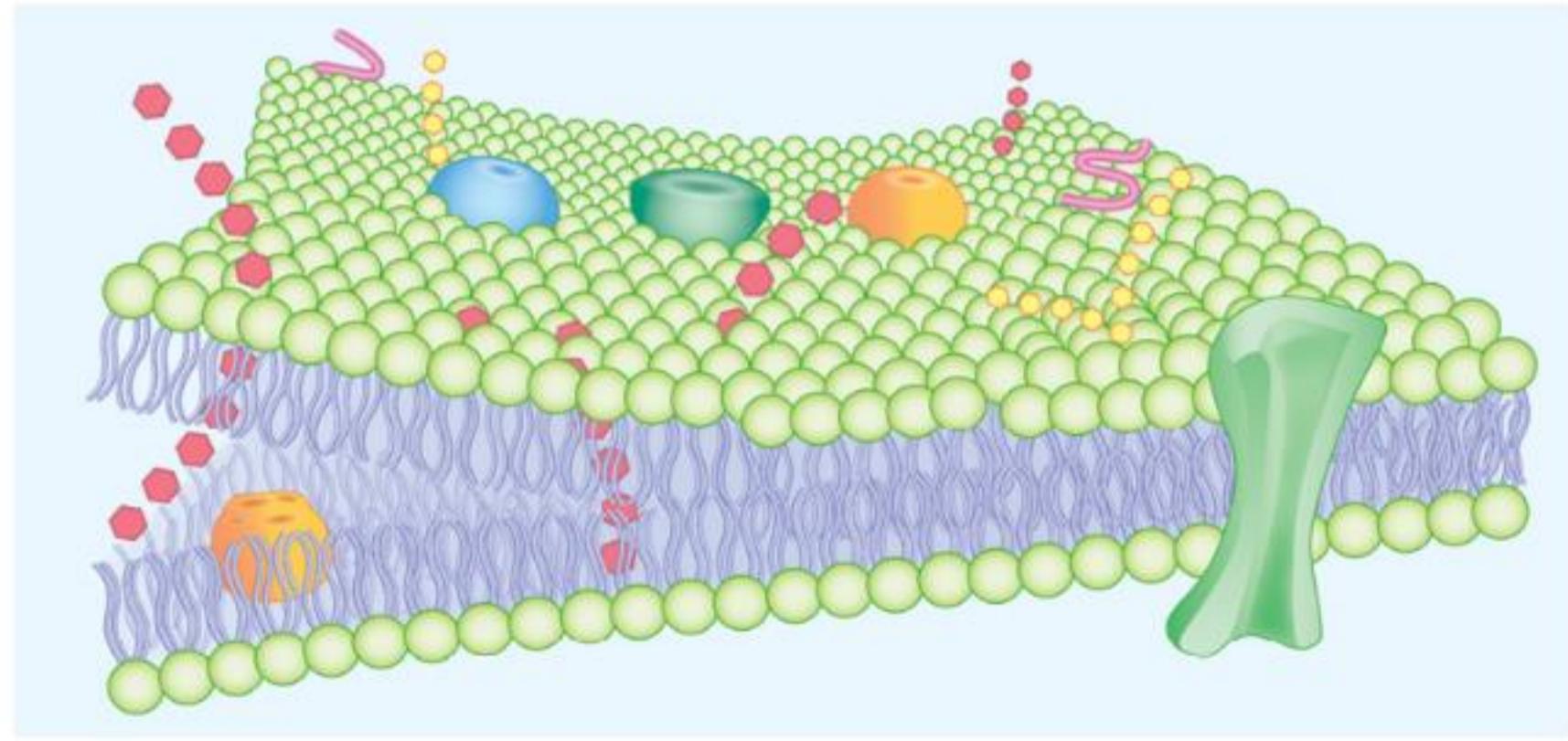
Ичкарида ёнадиган күзғатувчининг ФТК (фойдали таъсир коэффициенти) — тахминан 40%, электр күзғатувчида — 80% гача. Қизиқарлы маълумот, насос қарама-қарши йўналишда ҳам ўз иш фаолиятини бажара олади, шунингдек, АТФ синтези учун фосфатларга донор бўла олади.

Баъзи ҳужайралар учун (масалан, нейронлар) барча энергиянинг 70% ортиқ натрий ионларини ҳужайрадан ташқарига чиқариб, калий ионларини ичкарига киришга сарфланади. Актив транспорт шу принцип бўйича калий, хлор, кислород ва айrim катионларнинг (мусбат зарядли ионлар) насослари иш фаолиятини юритади. Анионлар (манфий зарядли ионлар) учун бундай насослар аниқланмаган.

**Углеводлар ва аминокислоталарнинг ко-транспортлаш.** Иккинчи актив транспортида глюкоза, аминокислота, йод, темир ва мочевина ҳужайра ичига транспортлашни мисол қилиб олса бўлади.

Калий-натрий насосининг ишини натижасида натрий концентрациясининг градиенти шаклланади: ташқи қават концентрацияси кўтарилади, ички қават концентрацияси — пасаяди (баъзан 10 — 20 ҳисса). Нартий ҳужайранинг ичидаги диффузияланишига ҳаракат қиласи ва шу диффузиянинг энергияси моддаларнинг ташқарига ташиб учун сарфланиши мумкин. Бу механизм *ко-транспорти ёки юзлашган актив-транспорти* деб аталади.

Бу ҳолатда ташқи қават ёнида транспортловчи-оксилда икки рецепторли муҳит бўлади: биттаси натрий учун, иккинчиси — транспортловчи элемент учун. Иккита рецептор ишга қўшилгандан кейин оксил конформацияси ўзгаришга учрайди, натрий диффузиясининг энергияси



37-расм. Углевод ва аминокислотанинг ко-транспортланиши



транспортловчи моддани ҳужайра ичига концентрация градиентига қарши йүналишда ўтказади (3.12-расм). Агар моддалар мембрана орқали диффузияси узок вакт давом этса, ҳужайранинг ташқи ва ички қаватларда концентрациялари тенг бўлади. Бундай ҳолда ҳужайра ўз фаоллиятини тўхтатиши билан бирдек. Сабаби, барча биокимёвий жараёнлар электр потенциал - бор муҳитга ўтиши лозим. Чунки, концентрация градиентига қарши моддалар актив транспортсиз, нейронлар нерв импульсларини ўтказа олмайди.

Мускул ҳужайралари эса қисқариш функциясини йўқотади. Ҳужайра осмотик босимининг доимилиги сақлай олмай яссиланиб қолади. Модда алмашинуви маҳсулотлари ташқарига чиқмай қолади. Гормонлар ҳам қонга қўйилмай қолади. Ҳатто амёба ҳам шу ионли насослар ёрдамида энергия ажратиб, ўз мембранасида турли хил потенциаллар ҳосил қиласди.

Мембрананинг потенциали — ҳужайранинг тинчлик потенциалининг шаклланиш механизми ҳақида ахборот якунини чиқаради. Ҳужайрали мембрананинг ички қаватида тескари зарядли потенциалнинг кўп қисмини ҳосил қилувчи асосий жараён — калий потенциалининг концентрация градиенти бўйича калий каналларини — интеграл оқсиллар орқали ҳужайрадан чиқишини тўхтатиб қилувчи электр потенциал пайдо бўлади. Бошқа ионлар (масалан, натрий иони) кам даражада потенциал ҳосил бўлишида иштирок этади, шунинг учун мембрананинг ўтказувчанлиги калий ионларига нисбатан натрий ионлари учун паст, яъни бу ионларга аталган каналларнинг сони тинч ҳолатди кўп бўлмайди.

Тинчлик потенциалини доимиий ушлаб туриш учун жуда муҳим шартлар: ҳужайрада (ҳужайрали мембранада) ионли насоснинг бўлиши — ҳужайра ичидағи натрий ионларининг концентрациясини паст даражагача тушириб, калий ионларини аввалом потенциал ҳосил қилишда ҳужайра ичидағи ионлар мавжуд бўладигандек яратишdir.

### **Билимингизни текширинг:**



1. "Актив транспорт" атамасига тушунча беринг. "Мембрана" — "тўсиқ" ва "шлюз" атамасини тушунтиринг.
2. Моддаларни мембрана орқали актив транспорт механизмини тушунтиринг.



1. K, Na, АТФ ионларни транспортлашда қандай рол ўйнайди?
2. Мембранадаги потенциал қайдан пайдо бўлишини тушунтиринг.



1. Ҳужайра учун актив транспортнинг аҳамиятини исботланг.
2. Мембрана структурасини чизиб беринг.



1. Трансмембранали транспорт-оқсилларнинг хусусиятини анализ қилинг.
2. Моддаларнинг мембрана орқали актив транспортининг турларини айтиб беринг.
3. Мембранали потенциал доимиий бўлишда актив транспортнинг ролини тушунтиринг.

4. Үқув материаллардан маълумотлар топиб, баҳолай олиш. Үқув материаллардан маълумотлар топиб, сұхбат юритиш.

5. Мемранали потенциалнинг доимийligини сақлашда актив транспортнинг ролини тушунтириңг.



"Натрий-калий насосининг кашф этиш тарихи" ҳақида интернет манбаидан фойдаланиб реферат ёзинг.

## 19-§. СУВ ПОТЕНЦИАЛИ

### Бу дарсда сиз:

- ҳар хил концентрацияли туз эритмасида ҳужайраларнинг сув потенциалини ўрганасиз;
- сув потенциалининг моҳияти билан танишасиз;
- осмотикнинг аҳамияти билан танишасиз;
- ўсимлик ҳужайраларида вакуол қандай түзилганини билиб оласиз.

### Сиз биласизми?

- сувнинг термодинамик ҳолатининг күрсаткичи сифатида сув потенциали тушунчасини;
- ўсимлик ҳужайрасини осмотик система сифатида күриш мүмкінligини;
- ўсимлик ҳужайрасига сувнинг қандай киришини.

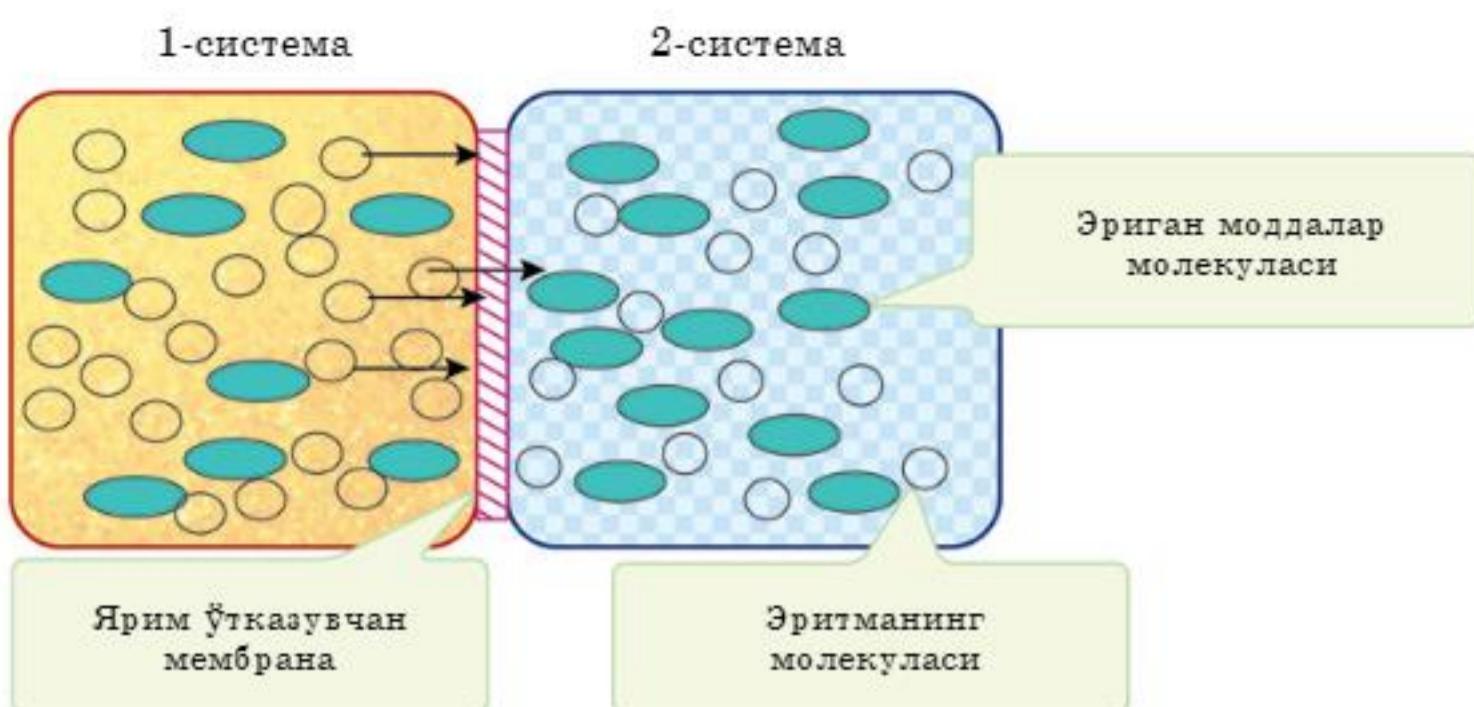
### Таянч иборалар:

Оsmos, потенциал, тонопласт, плазмалемма, гидростати босим

Ўсимлик ҳужайраси осмос қонунияти бўйича сувни шимади. Осмос турли хил концентрацияга эга моддаларнинг икки системаси яримўтказувчан мемрана орқали боғланганда аниқланади. Бундай ҳолда, термодинамика қонунларига кўра, концентрацияни тенглаштириш мемрана ўтказадиган модда туфайли содир бўлади.

Осмотик фаол моддаларга эга концентрациясиларда ҳар хил иккита системани қараштирганда 1- ва 2- системадаги концентрацияларни тенглаштириш факт сувнинг ҳаракатланиши натижасида мумкин бўлади. 1-системада сув концентрацияси юқорироқ, шунинг учун 1-системадан 2-системага йўналтирилган. Мувозанат тенг бўлгандан кейин ҳақиқий оқим нольга тенг бўлади (38-расм).

Ўсимлик ҳужайрасини осмотик система сифатида кўриб чиқиши мумкин. Ҳужайрани ўраб турган девори, муайян эластиклика эга ва чўзилувчан бўлади. Вакуолга ҳам сувда эриган моддалар (шакар, органик кислоталар, тузлар) тўпланади, улар осмотик фаоллика эга. Тонопласт ва плазмалемма ушбу системада яримўтказувчан мемрананинг функциясини бажаради, чунки бу система танлаб ўтказувчи бўлиб, ҳужайра шираси ва цитоплазмада эриган моддаларга нисбатан сув улар орқали осонроқ ўтади. Шу муносабат билан, ҳужайра ичидағи концентрацияни солишистирганда осмотик фаол моддаларнинг концентрацияси



38-расм. Ҳар хил концентрацияли сывга жойлаштирилса, осмос қонунига мувофиқ сув ҳужайра ичига оқиб үтиши керак.

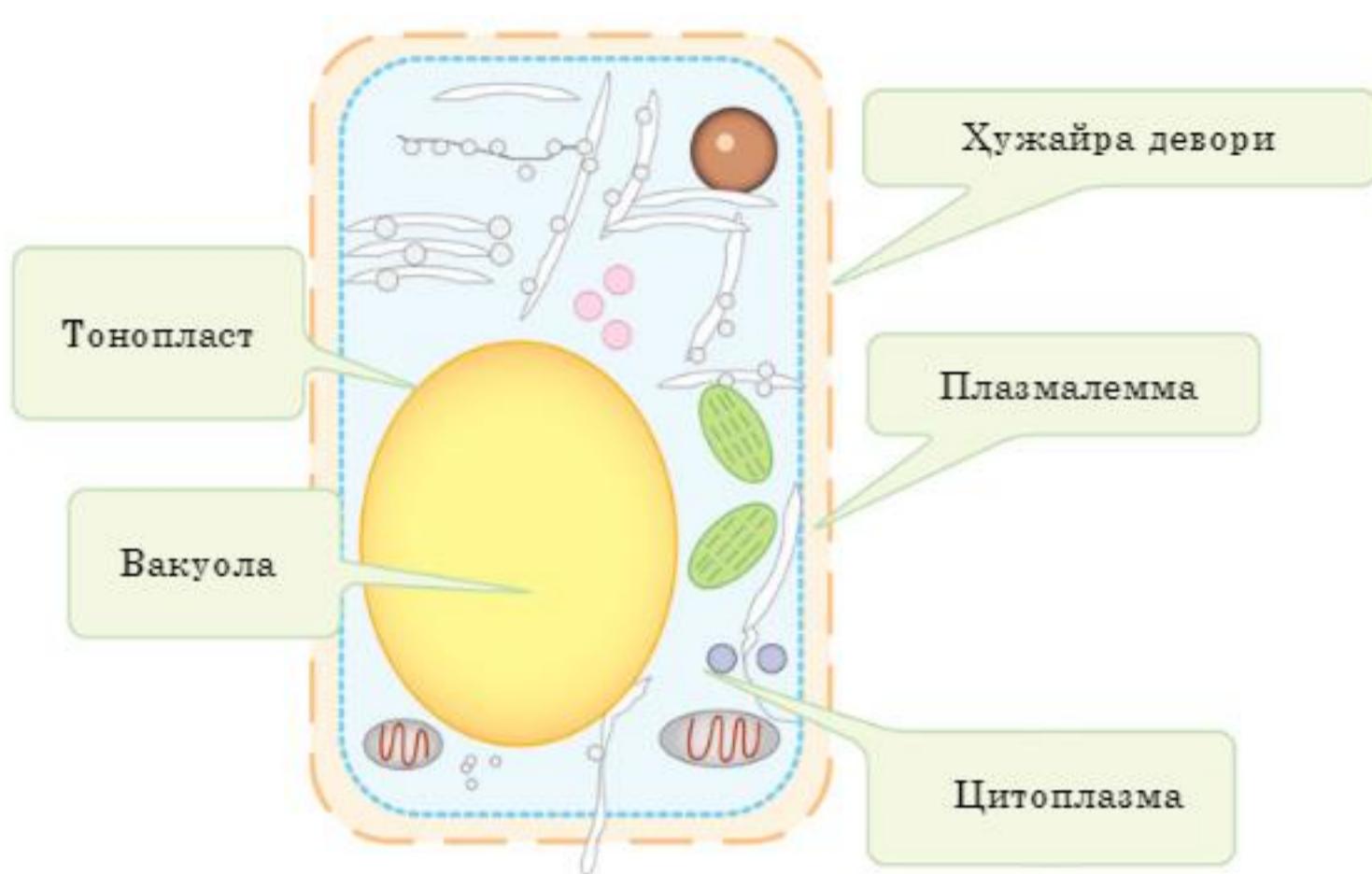
Сув молекулаларининг бир жойдан иккинчи жойга үтиш қобилияти сувнинг потенциали билан ўлчанади ( $\Psi_c$ ). Термодинамика қонунларига кўра, сув ҳар доим сув потенциали юқори бўлган ҳудуддан потенциали пастроқ бўлган жойга кўчади.

**Сув потенциали ( $\Psi_c$ )** — сувнинг термодинамик ҳолатини кўрсаткичи. Сув молекулалари кинетик энергияга эга, суюқ ва сув буғида улар тасодифий ҳаракат қиласаладилар. Сув потенциали молекулаларнинг концентрацияси ва уларнинг умумий кинетик энергияси юқори бўлган системада босим бўлади. Тоза (дистилланган) сув максималь сув потенциалига эга. Бундай системанинг сув потенциали шартли турда ноль деб қабул қилинади (3.14-расм). Сув потенциалини ўлчов бирлиги босим бирликлари ҳисобланади: атмосфера, паскаль, бар:

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2 \text{ (Н — ньютон); } 1 \text{ бар} = 0,987 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па} = 100 \text{ кПА}; \\ 1 \text{ атм} = 1,0132 \text{ бар; } 1000 \text{ кПА} = 1 \text{ МПА}$$

Сувда бир модда эритилаётганда сув концентрацияси пасаяди, сув молекулаларининг кинетик энергияси ва сув потенциали пасаяди. Барча эритмаларда сувнинг тоза сувга нисбатан пастроқ, яъни стандарт шароитларда у салбий ифода билан кўринади. Сонли томонидан бундай осмотик потенциали ( $\Psi_{osm}$ ), бу пасайиш деб номланган қиймат билан ифодаланади. Осмотик потенциал — бу эритилган моддаларнинг ҳисобидан сув потенциали пасаяди. Эритилган моддада молекулалар қанча кўп бўлса осмотик потенциал шунча паст бўлади.

Шундай қилиб, ҳужайранинг сув потенциали осмотик таъсир этиши моддаларнинг концентрациясига — осмотик потенциал ( $\Psi_{osm}$ ) ва босим потенциалига ( $\Psi_{bosim}$ ) боғлиқ.



39-расем. Үсимлик ҳужайрасига сувнинг кириши

Агар сув ҳужайра мембранасига босим күрсатмаса (плазмолиз ёки камайиш ҳолати), ҳужайра мембранасининг орқа босими нольга тенг бўлса, сув потенциали осмотик бўлади:

$$\Psi_{\text{з.}} = \Psi_{\text{осм.}}$$

Сув ҳужайрага кириши билан ҳужайра мембранасининг қарама-қарши босими пайдо бўлади. Сув потенциали осмотик потенциал билан босим потенциали орасидаги фарқга тенг бўлади:

$$\Psi_{\text{з.}} = \Psi_{\text{осм.}} - \Psi_{\text{давл.}}$$

Ҳужайра ширасининг осмотик потенциали ва ҳужайра мембранасининг қарама-қарши босими ўртасидаги фарқ ҳар қандай вақтда сув оқимини аниқлайди.

Ҳужайра мембранаси максимал чўзилиб, осмотик потенциал ҳужайра мембранасининг қарши босимига тенглашади, сув потенциали нольга тенг бўлади, сувнинг ҳужайрага кириши тўхтатилади:

$$-\Psi_{\text{осм.}} = \Psi_{\text{давл.}}, \Psi_{\text{з.}} = 0$$

Сув ҳар доим кўпроқ салбий сув потенциали йўналиши энергияси кўпроқ бўладиган системадан энергия камроқ бўладиган системага қараб оқади.

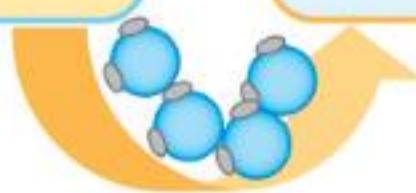
Сув ҳужайра ичига кучи туфайли ҳам кириши мумкин. Мусбат ва манфий зарядланган гурухларга эга бўлиб, оксиллар ва ҳужайрани ташкил этувчи бошқа моддалар сувдаги диполларни тортади. Таркибида гемицеллюлозалар ва пектин моддалар ўз ичига оладиган ҳужайра девори, юқори молекуляр қутбли бирикмаларнинг қуруқ масса 80%

$$\Psi_{\text{в}} = -800 \text{ кПА}$$

$$\Psi_{\text{осм}} = -1400 \text{ кПА}$$

$$\Psi_{\text{в}} = -1200 \text{ кПА}$$

$$\Psi_{\text{осм}} = -2000 \text{ кПА}$$



ташкыл этадиган целюлоза шишиш қобилиятига эга бўлади. Сув диффузия йўли билан шишадиган тузилмага киради, сувнинг ҳаракати концентрация градиенти бўйича содир бўлади.

Матрицанинг потенциали ( $\Psi_{\text{мат.}}$ ) атамаси шишиш кучи билан белгиланади. Бу ҳужайранинг юқори молекуляр оғирликдаги таркибий қисмларининг мавжудлигига боғлиқ. Матрицанинг потенциали ҳар доим салбий бўлади. Вакуолага эга бўлмаган структуралар сувни шимишда  $\Psi_{\text{мат.}}$  катта аҳамиятга эга (урӯлар, ҳужайралар, меристемалари бўйича).

### **Билимингизни текширинг:**



1. Осмотик потенциалга тушунча беринг, унинг ҳужайралари сувни шимиш ролини кўрсатинг.
2. Сув потенциали, осмотик потенциали ва босим потенциалининг орасидаги боғланишларни кўрсатинг.
3. Сув потенциалининг қийматини айтиб беринг.



1. Сувнинг термодинамик ҳолатининг кўрсаткичи сифатида "сув потенциали" Тушунчасини изоҳланг.
2. Ўсимлик ҳужайрасининг осмотик система сифатида тавсифланг.



1. Ҳужайрада ҳаракатланаётганда осмотик фаол моддаларнинг механизмини тушунитиринг.
2. Ҳар хил концентрацияли осмотик фаол моддаларнинг иккита системанинг ҳаракатланиш йўлларини чизинг.



1. Ўсимликларда ғалвирсимон найчалари бўйлаб моддаларнинг ташилишини тасвирлаб беринг.
2. Сув потенциали, осмотик потенциали ва босим потенциаллари ўртасидаги боғлиқликни изоҳланг.



Ўсимликлар ҳаётини муҳокама қилаётганда нима учун улар сув потенциали ҳақида сўз юритилади.

### № 3.1-лаборатория иши

#### Тузларнинг ҳар хил концентрацияси бўлган эритмалардаги ҳужайраларнинг сув потенциалини аниқлаш.

Ҳужайра шираси — бу турли хил органик ва анорганик моддаларнинг сувли эритмаси. Унинг потенциал осмотик босими бу ҳужайранинг сувни шимиш максимал қобилияти. Бу эритмадаги заррачалар сонига, яъни эритилган молекулаларнинг концентрацияси ва тарқалиш даражасига боғлиқ. Ҳужайра ширасининг потенциал осмотик босимининг қиймати ўсимликнинг турли сув ўтказувчанлик кучлари тупроқларида ўсиши мумкинлигини кўрсатади.

Ушбу ишда қўлланиладиган усул ўрганилаётган тўқима ҳужайраларида энг бошланғич (бурчак) плазмолизга олиб келадиган сувли эритманинг бундай концентрациясини танлашга асосланади. Бундай ҳолда, эритманинг осмотик босими ҳужайра ширасининг осмотик босимига teng бўлади. Бундай ечимга изотоник эритма дейилади.

*Ишининг мақсади:* ўсимлик ҳужайрасида плазмолиз даражасини назорат қилиш ва ҳужайра ширасининг осмотик босимини ҳисоблашни ўрганиш.

*Материаллар ва ускуналар:* Пиёзнинг пигментли пўсти, 1,0 Мкалий нитрат эритмаси, 1,0 М сахароза эритмаси, дистилланган сув, кимёвий найчалар (5 дона), 50 см<sup>3</sup> учун шиша идиш, шиша моддалар (5 дона), 5 ва 10 см<sup>3</sup> учун шиша пипеткалар, фильтр қоғози, анатомик пинцет, шудгорлик учун асбоблар, дозатор, стеклограф, пипеткалар учун штатив, пробиркалар учун штатив, 3 минутлик қум соат, "Биолам 70-R" микроскопи.

*Ишининг бориши:* 10 см<sup>3</sup> 0,1 М, 0,3 М, 0,5 М, 0,7 М ва 1,0 калций нитрат кислотаси (сахароза) нинг эритмаларига 1,0 М пробиркадаги дистилланган сув билан аралаштириб, эритма тайёрланг. Ҳар бир найчада, пастки концентрациясидан бошлаб, 3 минут оралиғида, 5x5 мм ўлчамдаги кўк пиёзнинг эпидермисининг 2 қисмини жойлаштиринг.

Тўқима парчаларини чўқтиришдан 20 минут ўтгач, биринчи пробиркадан бошлаб олинган тўқима парчалари микроскоп остида кузатилиб, ҳар бир тўқима олинган пробиркасидан ҳар 3 минут оралиғида бир томчи эритма томизилиб борилади. Ҳар бир эритмадаги кўп ҳужайраларнинг плазмолиз даражасига эътибор беринг. Кузатишлар натижасида, плазмолиз концентрация бошланаётган ва плазмолизга олиб келмаган концентрация ўртасидаги ўрта арифметик ҳисобда изотоник концентрацияни топинг.

*Хулоса:* кузатиш натижалари бўйича изотоник концентрацияси ўрганиб чиқилгач, олинган ҳисоблар жадвалга ёзилади. Осмотик потенциалнинг катталигини ҳисоблайдиган формулалар бўйича киритилади. Изотоник концентрациясининг ўртacha арифметик қиймати плазмолиз ва плазмолиз бўлмаган ҳолат ўртасидаги сифати ҳисобланади

1-жадвал

#### Изотоник концентрацияни аниқланг

Тажрибадаги концентрация эритмаси моль/л	Тажриба эритмаларини тайёрлаш чизмаси		Плазмолиз шакллари	Изотоник концентрация (моль/дм <sup>3</sup> )
	1,0 М бошланғич эритма, см <sup>3</sup>	Дист. сув см <sup>3</sup>		
0,5 М	5	5		
0,4 М	4	6		
0,3 М	3	7		
0,2 М	2	8		
0,1 М	1	9		

№	Сахароза-нинг концентрацияси	Картошка қисмидаги тасма узунлиги, мм		Изотоник эритманинг концентрацияси, М	Сув потенциали, КПа
		Ботириш олдида	Эритиб бўлгандан кейин		
1	0 (дист. сув)				
2	0,1М				
3	0,2М				
4	0,3М				
5	0,4М				
6	0,5М				
7	0,6М				
8	0,7М				

Сув потенциалини тахминан Ван-Гофф формуласи бўйича аниқланади.

$$\Psi_{\text{осм}} = CRT_i,$$

бундаги R – универсал доимий газ? 8,31 Дж/с га тенг; T-абсолют температура (273+ t – осмотик потенциални аниқлаш вақтида доимий температура. Шартли турдаги t мөҳияти учун 27°C қабул қилинади); i – ван Гоффнинг изотоник коэффициенти, сахароза учун 1-га тенг:

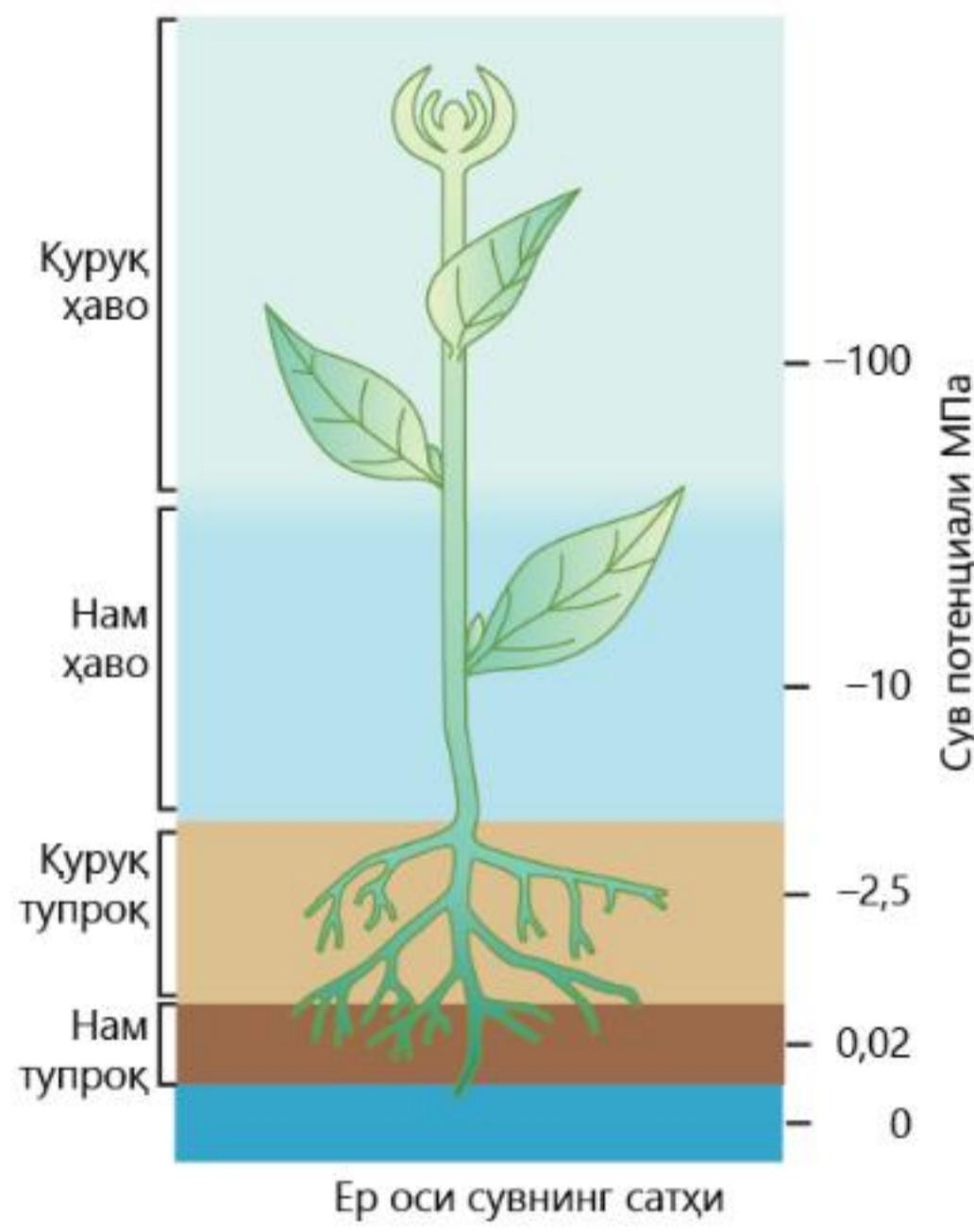
C – изотоник эритманинг концентрацияси, М/л.



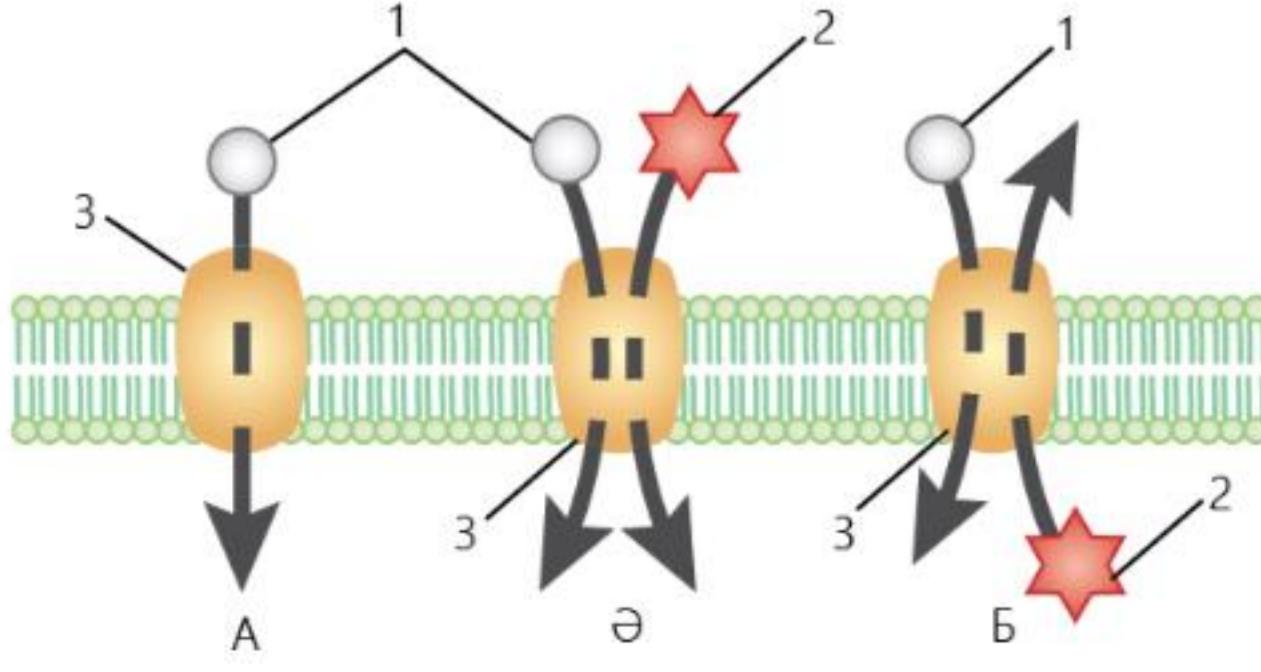
### III БОБ “МОДДАЛАРНИ ТАШИШ” БЎЙИЧА САВОЛЛАР ВА ТОПШИРИҚЛАР

- Транслокация атамасига тушунча беринг ва мисоллар келтиринг.
- Флоэма ёрдамида транслокация хусусиятларини айтиб беринг ва мисоллар келтиринг.
- Ғалвирсимон найчалари орқали моддаларнинг ташилишини тасвирлаб беринг.
- Ўсимликлардаги моддаларни ташишнинг қандай усуллари сизга маълум? Уларни тавсифланг.
- Ўсимликлардаги сувнинг ҳаракатланиш диаграммасини тузинг.
- Хужайра мембранны орқали моддаларни ташиш турларини айтиб беринг.
- Актив ва пассив транспорт воситаларини таққосланг. Қўшимча энергия қандай транспорт турига тўғри келади?
- Диффузия жараёнини айтиб беринг ва мисоллар келтиринг.
- Мембрана бўйлаб ионларнинг ўтказилишини тасвирлаб беринг.
- Актив транспорт атамасини тушуниринг.
- Қайси моддалар мембранныдан пассив транспорт орқали олиб ўтилишини тушуниринг.
- Қайси моддаларни ташишда қўшимча энергия сарф қилинишини аниқланг.
- Глюкоза хужайра мембранны орқали ташиш механизмини айтиб беринг.

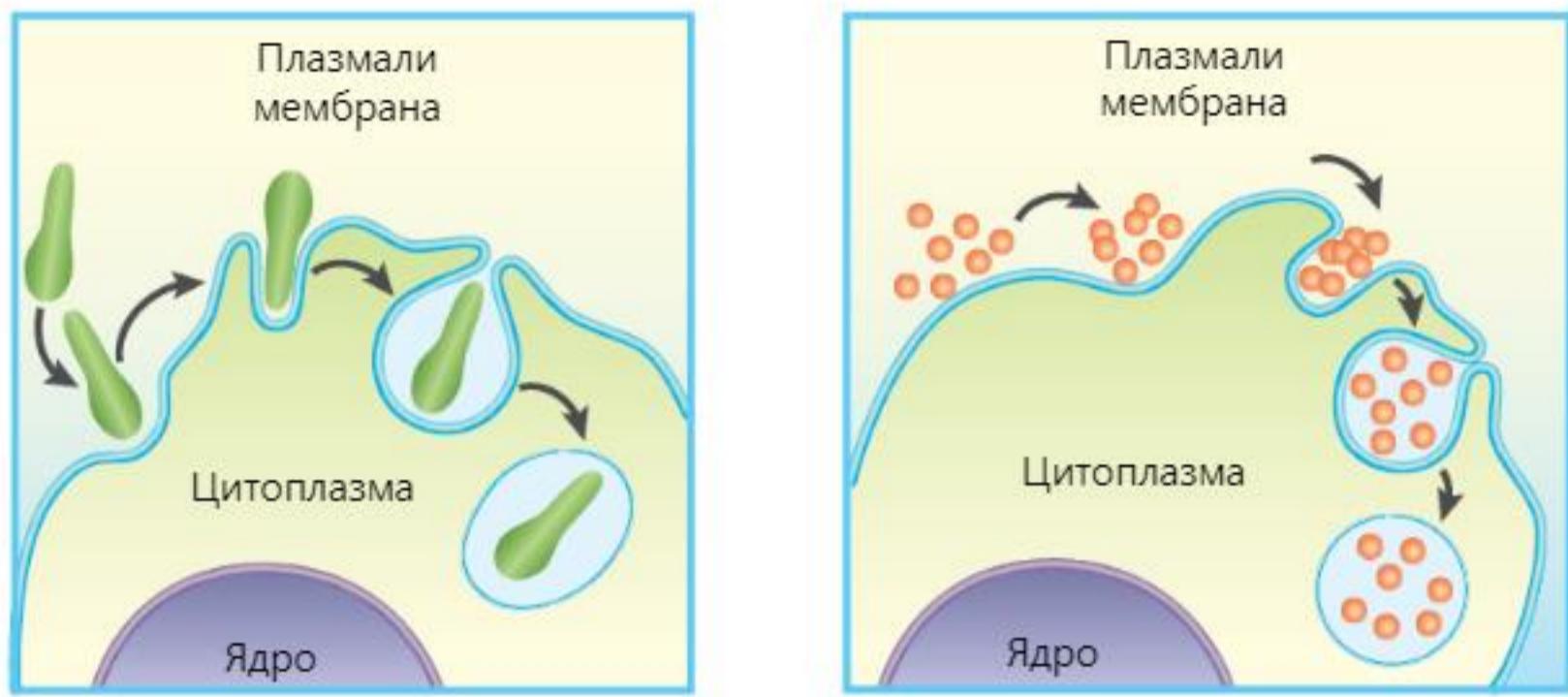
14. Натрий-калий насосининг механизмини айтиб беринг.
15. Мембрана потенциалини сақлашда актив транспортнинг ролини асосланг.
16. Ко-транспорт атамасини тушунтириңг жаңы мисоллар көлтириңг.
17. Үсімлік ұжайраларида сув потенциалини тавсифланғ. Мисоллар көлтириңг.
18. Органик бирикмаларнинг ұжайрага ташилишини тавсифланғ.
19. Осмоснинг тирик организмлар учун аҳамиятини асосланг.
20. Ұжайра мембранның қандай жараёнлар ҳисобига потенциал ҳосил бўлади.



19. Расмдаги мембрана орқали моддаларни ташишнинг барча элементларини айтинг. Ташиш турларини анықланг.



20. Расмда модда узатилишиниг қандай турлари күрсатилған? Үхашшылығи ва айрмачылығи нимада?



# 4

## КООРДИНАЦИЯ ВА ТАРТИБГА СОЛИШ

### 20-§. БИОЛОГИЯДА БОШҚАРУВ СИСТЕМАЛАР. БИОЛОГИЯДА “БОШҚАРУВ СИСТЕМА” ТУШУНЧАСИ

#### Бу дарсда сиз:

- тирик организлардаги тартибга солиши тамоийларини билиб оласиз;
- түрідан-түрі ва тескари тушунчалари билан танишасиз;
- биологияда бошқарув тизимларини тавсифлашни ўрганаңыз.

#### Сиз биласызми:

- биологияда “бошқарув система” тушунчаси;
- тирик организлардаги тартибга солиши принциплари;
- түрідан-түрі ва тескари билан тартибга солиши мисоллар көлтириш.

#### Таянч иборалар:

*Тартибга солиши, түрідан-түрі ва тескари боғланишилар, мусбат ва манфий-бўлинишилар, детектор, регулятор, модулятор, эффектор*

Биологик жараёнларга бошқарув системасини қатъий татбиқ қўллаш кўплаб физиологик механизмларнинг компонентлари орасидаги функционал муносабатларни чукур тушунишга ва илгари чалкашиб туюлган кўп нарсаларни аниқлаштиришга имкон берди. Масалан, тирик системалар энди очиқ система деб ҳисобланади, чунки улар атроф-муҳит билан доимий моддалар алмашинувига муҳтож. Аслида, тирик системалар атроф-муҳит билан динамик мувозанатда; ташқи дунё билан тўлиқ мувозанатни олдини олиш учун доимий энергия оқими керак. Мувозанат тана нобуд бўлгач, атроф-муҳитга нисбатан термодинамик барқарор бўлганда мумкин. *Биологияда бошқарув система* — бу ички муҳитнинг барқарорлигини ва ташқи атроф-муҳит шароитларига мослашишини таъминлайдиган танадаги барча тузилмалар ва физиологик жараёнларнинг йиғиндиси. Ҳар қандай бошқарув тизимининг асосий таркибий қисмлари 2-схемада келтирилган.

Ҳар қандай бошқариш системанинг самарадорлик ўлчови бу бошқариладиган параметрнинг тегишли (оптималь) даражадан оғиш даражаси ва ушбу даражага қайтиш тезлигидир. Гомеостатик механизмлар эркин тебранишларга эга бўлиши керак, чунки бу аниқ тизимнинг тебранишлари ва бошқарув системани фаоллаштирадиган ва ўзгарувчини энг оптималь қийматга келтирадиган тебранишлар. Шунга ўхшаш системалар бундай уланишга асосланади. Чиқишни кириш

2-схема

## Бошқариш системанинг асосий компонентлари



орқали бошқариш мүмкін бўлган компонентларни, яъни улар тескари асосида ишлайди. Кўпгина тескари алоқа системаларида чиқиш бир вактнинг ўзида кириш вазифасини бажаради.

Тескари алоқани амалга ошириш учун ушбу системанинг ишлаш натижасини берилган қиймат билан таққослаш керак (“ұрнатыш”), бу назорат қилинадиган параметрнинг оптимал қиймати (ўзгарувчи) ва агар ундан четга чиқса мос равишда ўзгариши керак.

Икки хил алоқа мавжуд — *мусбат* ва *манфий*. Тирик организмлар системасида биринчиси гомеостатикада кўпроқ учрайди. Ижобий тескари алоқа — бу чиқиш сигналиниң ўзгариши кириш сигналиниң ўзгаришига олиб келадиган алоқа туридир, бу чиқиш сигналиниң дастлабки қийматдан кейинги оғишига олиб келади. Мусбатқайта алоқа- бу манфийқайта алоқа. Манфийқайта алоқа ҳолатида, чиқиш сигналиниң ўзгариши, аксинча, кириш сигналиниң ўзгаришига олиб келади, бу чиқиш сигналиниң бошланғич қийматидан оғишини янада пасайишига олиб келади.

Манфийқайта алоқа системанинг барқарорлигини оширади (3-схема). Системада тепа-тенглик бузилганда айrim номутаносиблик пайдо бўлади, ушбу бузилишни бартараф этишга ва системанинг дастлабки ҳолатига қайтарилишига олиб келадиган бир қатор оқибатлар юзага келади. Манфийқайта алоқа принципини электр печъкадаги ҳароратни назорат қилиш мисолида кўриб чиқиш мүмкин. Электр печъкадаги бошқарув системасига кириш (иситиш элементи орқали ўтадиган электр токи), чиқиш (печъҳарорати) ва исталган ҳароратга ұрнатилиши мүмкин бўлган *термостатдан* иборат. Термостат модулятор вазифасини бажаради. Агар у  $150^{\circ}$  С ҳароратга ұрнатилган бўлса, печъ ичидаги ҳарорат  $150^{\circ}$  С га етгунча электр токи иситиш элементи орқали ўтади ва кейин термостат ўчади ва иситиш тўхтайди. Ҳарорат  $150^{\circ}$  С дан пастроқ тушганда, термостат яна ёқилади ва электр токи яна ҳароратни белгиланган қийматга кўтаради.

Ушбу системада термостат *хатолик детектори* аниқловчи вазифасини бажаради. Иш юзасидан чиқиш ва унинг олдиндан белгиланган қиймати ўртасидаги фарқ *хатолик* бўлиб ҳисобланади ва у киритишни кўпайтириш орқали йўқ қилинади. Бунга кўплаб физиологик тартибга

3-схема



солиши механизмлари учун бир хил келадиган, ёпиқ занжирига хос барқарор системани оширишга бир мисол бўлиб ҳисобланади.

Манфий қайта алоқанинг биологик механизмларига мисол сифатида қонда нафас олиш газининг кучланишини, юрак уриш тезлигини, артериал қон босими, қондаги гормонлар ва метаболитлар даражаси, сув ва электролитлар тепа-тенгликни, pH-ни ва тана ҳароратини тартибга солиши жараёнлари ётади. Бу тирик организмдаги бошқарув қонунлари **кибернетика** томонидан ўрганилади — машиналар, тирик системалар ва жамиятдаги бошқарувнинг умумий тамойиллари ҳақидаги фан. Тиббиёт, физиологик **кибернетика** тирик организмдаги бошқариш жараёнларини ўрганади.

И.П. Павловнинг фикрига кўра, тирик организм — алоҳидаланган мураккаб система, яъни ундаги ички кучлари доимий равишида ташқи муҳит кучлари билан мувозанатланган ҳолда бўлади. Тепа-тенглик асосида физиологик функцияларни бошқарадиган тартибга солиши жараёнлари ётади. Бу тирик организмдаги бошқарув қонунлари **кибернетика** томонидан ўрганилади — машиналар, тирик системалар ва жамиятдаги бошқарувнинг умумий тамойиллари ҳақидаги фан. Тиббиёт, физиологик **кибернетика** тирик организмдаги бошқариш жараёнларини ўрганади.



Қозоғистонлик олимлари К.К. Сатпаева ва А.Д. Соколов бошли-лигидаги профессорлар шартли рефлексларнинг ривожланиши, уларнинг фиксацияси, турли усуллардан фойдаланиб, хотира тадқиқотини ўрганиш ва ҳиссиёт ҳолатни кузатиш бўйича турли усуллардан фойдаланиб тажриба ўтказдилар, бу эса ҳиссиётларнинг физиологик корреляциясини мавжудлигини таҳмин қилиш имконини берди.



Бошқариш иккита асосий принцип асосида амалга оширилады: номувофиқлик (оғиш) бүйича; 2) наразилик.

**Организмда бошқариш усуллари.** Тирик организмларни асосий бошқарув усуллари ишга тушириш(инициация), коррекция ва координация физиологик жараёнларга қаратилган.

**Ишга тушириш (запуск)** — бу бошқарув жараёнига қаратилган бўлиб, орган функциясининг нисбий дам олиш ҳолатидан фаол ҳолатга ёки фаол фаолиятдан дам олиш ҳолатига ўтиши. Масалан, маълум бир шароитларда марказий асаб тизими овқат ҳазм қилиш безлари ишини, скелет мускулларининг фазали қисқаришини, сийдик ажратиш, дефекация жараёнларини ва бошқаларни бошлайди.

**Коррекция (тузатиш)** — тананинг фаолиятини бошқаришга имкон беради. Физиологик функцияси автоматик режимда ёки бошқариш сигналларининг келиши билан бошланади. Бунга мисол, юракни марказий нерв системаси томонидан адашган ва симпатик нерв орқали юбориладиган таъсирлар орқали тузатиш.

**Координация (мувофиқлаштириш)** — бир нечта ташкилотларнинг фаолиятини ўз ичига олади. Янги системалар ёки бир вақтнинг ўзида фойдали адаптив натижани олиш учун, масалан, одамнинг тик ҳаракатини таъминлаш, танани фазода эркин кўчиб юриши учун скелет мускулларининг координацияси ва марказларининг иш фаолияти керак.

### Билимингизни текширинг:



1. Бошқариш системанинг асосий таркибий қисмларини айтиб беринг.



2. Бошқарув йўлларини тушунтиринг.  
Глюкоза даражасини тартибга солишда мусбат ва манфий қайта алоқаларни ажратиб кўрсатиш.



1. Бошқарувнинг асосий тамойилларини таҳлил қилинг.  
2. Ички муҳитни тартибга солувчи гомеостатик механизмларнинг диаграммасини тузинг.



1. Тирик организмларни бошқариш усулларини таққосланг.  
2. Гомеостаз тушунчасини тана функцияларини тартибга солишнинг умумий назарияси нуқтаи назаридан изоҳланг.



Тирик организмларда бошқариш системаларининг иерархияси мавжудлиги тўғрисида ҳар бир киши ўз тартибга солиш даражасига жавоб беради деб ўйланг ва асосланг.

## 21-§. БОШҚАРИШ СИСТЕМАНИНГ АСОСИЙ КОМПОНЕНТЛАРИ

### Бу дарсда сиз:

- Ички мұхитни доимийлигини сақлаш механизмини билиб олинг;
- Бошқариш системанинг асосий компонент қисмлари билан танишиш;
- Гомеостазнинг тирик организмлар ҳәтидаги ролини билиб оласиз.

### Сиз биласизми:

- Тирик системаларда модулятор сифатыда нима хизмат қилиши мүмкін;
- Ички мұхитни тартибга солувчи гомеостатик механизmlар.

### Таянч иборалар:

*бошқарув системасы, тартибга солувчи модулятор, эфектор, гомеостаз, ириш, детектор*

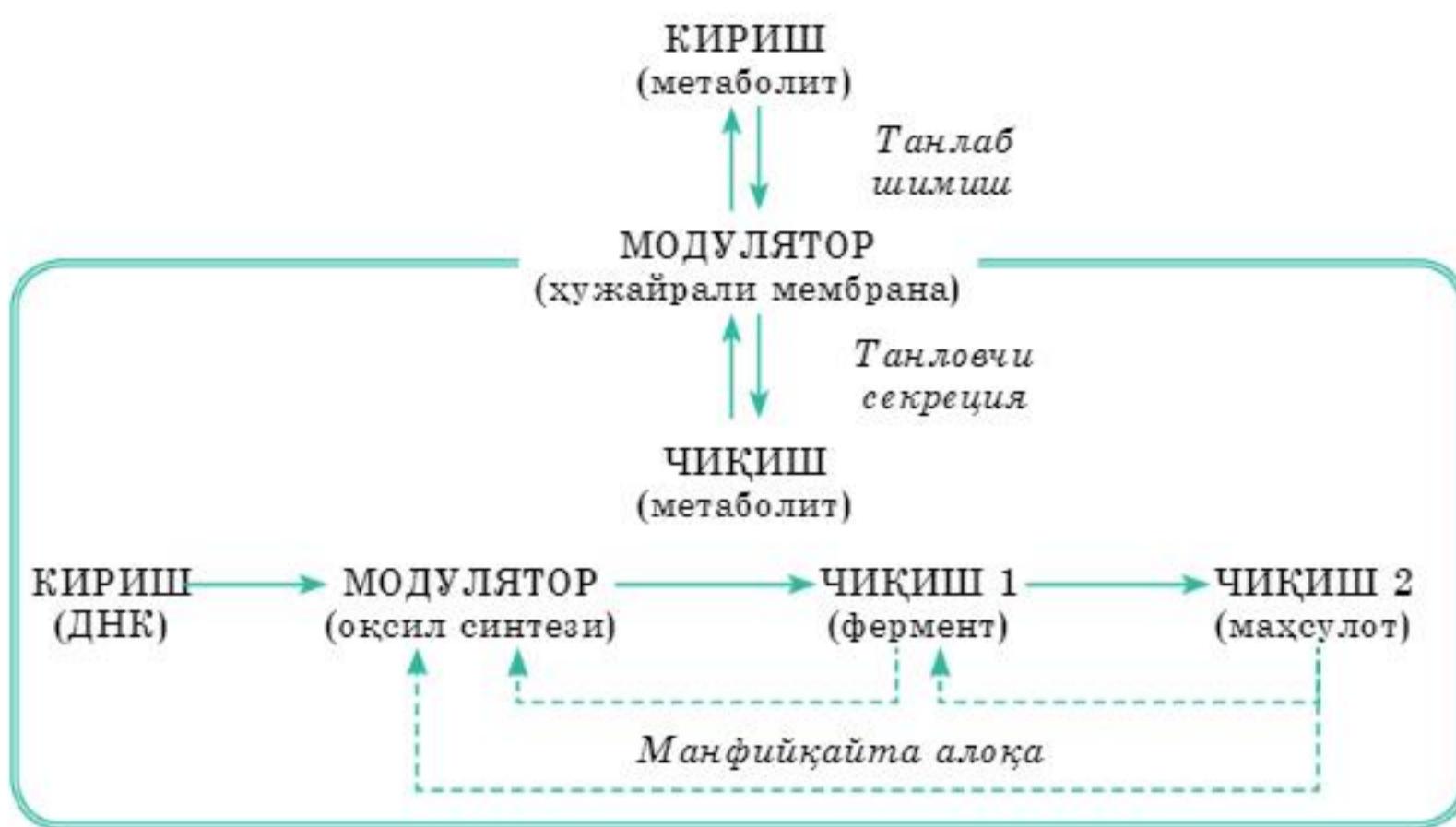
Организмнинг ички мұхити ва уни тартибга солиши икки даражада — ҳужайралар даражасида ва тұқымалар даражасида күриб чиқилиши мүмкін. Ҳужайрада цитоплазма мавжуд бўлиб, унинг таркиби ҳужайра мембраннынинг танлаб ўтказувчанлиги ва оқсил синтезига боғлиқ ферментларнинг фаоллиги билан модулланади. Плазма мембранныси факат маълум молекулаларнинг ҳужайраларга киришига ва чиқишига имкон беради ва мембрана орқали ўтиш тезлиги диффузия қобилиятлари, осмотик ва электр градиентлари, фаол механизмлар, шу жумладан мембранны ташиш системалари ва мембранали тузилмалар ҳаракати билан тартибга солинади, масалан, пиноцитоз ва фагоцитоз.

Худди шу тарзда, ҳужайра ичида синтезланган моддалар табиати ва миқдори оқсил синтезининг тезлиги билан тартибга солинади. ДНК асослари кетма-кетлигини ўқиши ва уни фермент оқсилларининг асосий тузилишига айлантириш орқали ҳосил бўлган ферментлар ҳужайра ичидаги метаболизмни бошқаради. Махсус оқсилларни кодлайдиган ДНК участкаларига *генлар* дейилади. “кириш” ва “чиқиши” генлар индукция ва қатағон тизимлари томонидан бошқарилади деб ишонилади.

Бошқариш нұқтаи назаридан, ҳужайра ичида стационарлик ҳолатини ушлаб туриш, ҳужайрага ичига турли материаллар кириши ва улардан фойдаланиш, яъни “кириш” ва “чиқиши” модуляторнинг фаолиятига боғлиқ.

Бир ҳужайрали ва кўп ҳужайрали организмларда ҳужайраларнинг ички мұхити юқорида тавсифланган ягона схема бўйича тартибга солинади (4-схема). Ҳар бир ҳужайрали организмлар учун бевосита атроф-мұхит ташқи мұхит бўлиб, улар ҳеч қандай тарзда назорат қила олмайди. Бу ерда қандайдир локомотор механизм мавжуд бўлса

**Хұжайраичи мұхитини дөмийлигини құллашда иштирок  
этадиган механизмларнинг умумий схемаси**



құлайроқ шароитларда яшашади, лекин күпинча улар атроф-мухитга боғлиқ бўлиб, иложи борича улар яшаш шароитларига мослашади ва уларга тоқатли бўладилар. Бундан ташқари, ушбу микроскопик мавжудотларнинг кўпчилиги, тузилишнинг соддалигига қарамай, омон қолиш қобилиятидан далолат беради.

Кўп ҳужайрали ўсимликлар ва ҳайвонларнинг ҳужайралари учун атроф-мухитдаги ҳужайралараро суюқлик хизматини қилади. Ўсимликларда бундай суюқлик ролини шира, ҳашаротларда — гемолимфа, игнатерлиларда — сув, қолган ҳайвонларнинг кўпчилигига тўқима суюқликлари бажаради. Ҳужайрадан ташқари суюқлик таркиби томонидан организмга гомеостатик тизимларнинг мукаммаллиги ва самарадорлигига қараб тартибга солиниши турли даражада бўлиши мумкин. Сутэмизувчиларда ҳужайралараро суюқликнинг барча тирик ҳужайралари учун энг яқин мұхит тўқима суюқлигидир.

Бернар Клод замонидан бери тўқима суюқлигининг таркиби ва уни тартибга солиш механизмлари кенг ўрганилган. Қушлар ва сутэмизувчилар тўқималарнинг суюқлик таркибидаги сувлар, газлар, ионлар, озуқа моддалари, гормонлар, метаболитик чиқиндилар, pH ва ҳарорат бўлмаган параметрларини энг мукаммал тартибга соладилар. Барча ҳолатларда бу параметрлар бир ёки бир нечта тўқималар, органлар ёки органлар системалари иштирокида қатъий равища тартибга солинади.

Күпгина ҳайвонларда тартибга солиш механизми 5-схемада күрсатылғандек, мия ва орқа мия тартибга солиш марказлари томонидан мувофиқлаштирилган эндокрин безлар ёки нерв системасининг реакцияларини үз ичига олади.

Гомеостатик механизмларнинг мослашувчанлигини таъкидлаш керак. Барча метаболитик системалар энг оптимал шароитларнинг ҳар икки томонидаги тор доираларда ҳам самараги ишлайди. Гомеостазда иштирок этадиган органлар ва системаларнинг роли шундан иборатки, ташқи ва ички муҳитдаги үзгаришлардан келиб чиқадиган тебранишларнинг олдини олиш учун алоҳида ва биргаликда ишлаш бўлиб ҳисобланади.

5-схема

### Ички муҳитини тартибга солувчи гомеостатик механизмлар



### Билимингизни текширинг:

- Хужайра ичидаги доимиilikни таъминлаш механизмларини айтиб беринг.
- Хужайралараро муҳитни тартибга солувчи механизмларни айтиб беринг.
- Организмнинг ички муҳити ва унинг бошқарилишини тушунириинг.
- Хужайралараро муҳитнинг доимиilikини таъминлашда иштирок этадиган механизмни таъкидланг.
- Хужайралараро муҳит барқарорлигини таъминлашда иштирок этадиган механизмларнинг диаграммасини тузинг.
- Диаграммани тузинг ва ички муҳитни тартибга солувчи гомеостатик механизмларни тавсифланг.
- Нима учун хужайра ичидан суюқликнинг таркиби организм томонидан гомеостатик системаларнинг самарадорлигига қараб үзгариши мумкинлигини тушунириинг.
- Үсимликлар ичидаги суюқликнинг ролини кўрсатинг.
- Тирик организмлар бошқарув системасининг иерархиясига эга эканлигини мисоллар билан намойиш этинг ва үзингизнинг мисолингиздан фойдаланиб, уларнинг ҳар бири үзларининг ҳаётий функциялари даражасига мос келишини исботланг.

## 22-§. ҲАРОРАТНИНГ БОШҚАРИЛИШИ, КАРБОНАТ АНГИДРИД ГАЗИННИГ САВИЯСИ ВА ГЛЮКОЗАЛАР МИСОЛИДА ҚАЙТА АЛОҚА ПРИНЦИПЛАРИ

### Бу дарсда сиз:

- Ҳарорат /карбонат ангидрид /глюкоза мисолида қайта алоқа принципларини билиб оласиз;
- нафас олиш частотаси ва чукурлигини тартибга солувчи нафас олиш маркази билан танишасиз;
- тартибга солишнинг умумий механизмлари билан танишасиз.

### Сиз биласизми:

- Ҳароратни тартибга солиш мисолида қайта алоқа принциплари;
- Карбонат ангидрид микдорини бошқариш мисолида қайта алоқа принциплари;
- Глюкоза микдорини тартибга солиш мисолидаги қайта алоқа принциплари.

### Таянч иборалар:

*тартибга солиш, ҳарорат, карбонат ангидрид, глюкоза, тұғридан-тұғри ва қайта алоқа, рецепторлар, нафас олиш маркази*

Организмда мураккаб тартибга солиш механизмлари мавжуд. Улар таркибига құшымча детекторларни (физиологик әрта огохлантириш тизимлари) ёки құшымча эффекторларни<sup>1</sup> (агар улар ишламай қолганда) үз ичига олади. Масалан, гомойотерм (иссик қонли) ҳайвонларда тананинг ичидаги ва унинг сиртидаги ҳароратни аниклаш тананинг ички жойларининг доимий ҳарорати билан таъминлайди.

Атроф-мухит ҳароратининг үзгаришини аникловчи восита бўлган термекепторлар гипоталамусга импулслар юборади, улар регулятор вазифасини бажаради ва қон ҳарорати үзгариши учун вақтни үзгаришишга имкон беради. Тери терморецепторлари ташқи муҳит ҳароратини үзгаришини аниклайди, гипоталамусга импульслар юборади, у тартибга солувчи ролини бажаради ва қон ҳароратини үзгаришигача тузатишлиар бажаради.

Бундай системанинг бошқа мисолларига жисмоний машқлар вақтида нафас олишни тартибга солади, шунингдек, организмдаги озиқ моддалар билан сувнинг танқислигига боғлик очлик ва чанқаш ҳолатларни тартибга солиш киради.

Шунга ўхшаб, бир нечта детекторлар ва эффекторлар қон босими каби муҳим параметрларни тартибга солышда құшымча ишончлиликни таъминлайди: каротид синуснинг эластик рецепторлари ва аортанинг

<sup>1</sup> Каротидли синус (arteria томири) — умумий уйқу артериясининг кенгайған қисміда унинг ички ва ташқи ажралиш жойи. Каротидли синуста барорецепторлар ва хеморецепторлар жойлашган.

барорецепторлари ушбу параметрдаги ўзгаришларни қайд этиб, турли эффектаторларнинг, шу жумладан юрак, қон томирларининг ва буйраклар реакциясини келтириб чиқаради. Ушбу органлардан бирини бузиш бошқаларнинг иши билан қопланиши мүмкін.

**Ҳарорат /карбонат ангидрид /глюкозалар мисолида қайта алоқа принциплари.** Тана ҳужайларлари нафас олишга муҳтож түқималар суюқлик ичидан уларга кислороднинг доимий оқиши мүмкін. Бошқа томондан, нафас олиш пайтида ҳосил бўлган карбонат ангидрид ҳужайларларда ёки түқима суюқлигида тўпланмаслиги керак. Бу нафас олишда иштирок этадиган реакцияларнинг мувозанатига ва фермент жараёнлар тезлигига таъсир қилиши мүмкін бўлган рНнинг маҳаллий ўзгаришига олиб келиши мүмкін. Организмда СО<sub>2</sub> Концентрациясини (ёки кучланишини) созлайди, ва у қонда нисбатан барқарор бўлиб қолади. Мавжуд кислород миқдорининг ўзгаришига ва унга бўлган эҳтиёжга қарамай, интенсив мускулларда 20 баравар кўпайиши мүмкін.

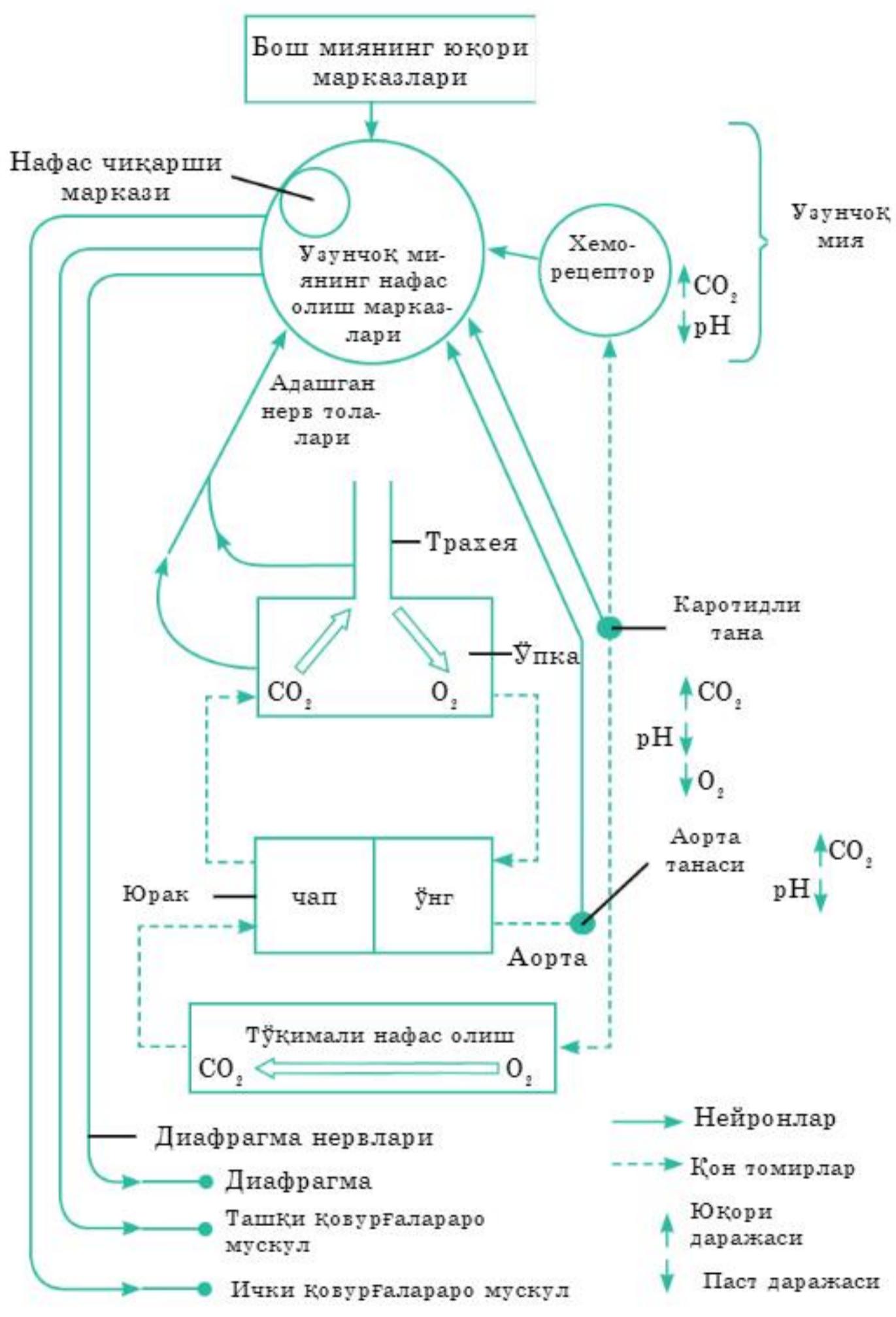
Нафас олиш частотаси ва чуқур нафас олиш марказлари Варолиев кўприги ва узунчоқ мия томонидан тартибга солинади. Ушбу марказлар нафас олиш ҳаракатларини келтириб чиқарадиган диафрагма ва қовурғаларо мускулларга ритмик импулсларни юборади.

Нафас олиш ритми, асосан, мажбурийдир, аммо миянинг юқори марказлари томонидан маълум даражада ўзгариши мүмкін, буни нафасни ихтиёрий ушлаб туриш қобилияти тасдиқлайди. Нафас олиш частотаси ва чуқурлиги алвеолалар ҳаво таркибига бевосита таъсир қиласи, бу эса ўз навбатида O<sub>2</sub> кучланишини аниқлайди ва СО<sub>2</sub>, тана түқималарида артериал қон таъминлайди. Дам олаётган одамда ҳавода ва алвеолалар қондаги O<sub>2</sub> ва СО<sub>2</sub> парциал босими денгиз сатҳи билан ўлчангандан, ўртacha 100 ва 40 мм симоб устунини ташкил қиласи. Кислород ва карбонат ангидрид бундай даражада ушлаб туриш қайта алоқа ёрдамида нафас олиш марказларининг фаоллигини тартибга солиш орқали таъминланади. Ушбу тартибга солиш икки хил рецепторлардан — механорецепторлардан ва хеморецепторлардан келадиган импулслар орқали амалга оширилади. Биринчиси трахея ва ўпканинг деворларида жойлашган чўзилган рецепторларни ўз ичига олади, иккинчиси — хеморецепторлар — аорта деворларида, уйқи артериялари ва узунчоқ мияда жойлашган. Бу манфий қайта алоқа механизми боғланишда миянинг юқори марказлари томонидан ўзгартирилиши мүмкін. Бу нафас олиш марказлари фаолиятини эркин ҳолда активлаши ёки пасайишига мүмкинлик беради, масалан, нафасни ушлаб туриш ёки тезлатиш, гапирганда, қўшиқ айтганда, акса урганда ёки йўталганда (б-схема).

Эластик рецепторларга тушадиган импулсларнинг таъсири, асосан нафас олиш ҳаракатлари механикаси билан боғлиқ. Нафас олиш марказларида пайдо бўладиган импульслар орқа миянинг эфферентик йўлларида ҳаракатланади. Ушбу йўлларни ташкил этадиган баъзи

6-схема

**Танадаги нафас олиш газларининг миқдорини тартибга солишга қатнашадиган механизмларнинг умумий схемаси**



бир аксонлар орқа миядан, унинг бүйин қисмидан диафрагма томон ҳаракатланадиган асаб шаклида чиқади.

Бошқа нейронларнинг аксонлари ташқи қовурғалараро мускуллар жойлашған нервларнинг бир қисми сифатида танадан чиқади. Ушбу нервлар бүйлаб келген импулслар нафас олишни көлтириб чиқаради. Үпка ҳаво билан тұлдирилған ва үпка билан трахея деворларыда

жойлашган күчланиш рецепторлари асабининг афферент нейронларини фаоллаштиради.

Үша вактда нафас олиш марказларни сусайтиради ва нафас олиш тұхтайди. Диафрагманинг бұшашиши натижасыда күкрак қафасининг ҳажми пасаяди, үпканинг эластиклари пасаяди ва улар иチдан ҳаво чиқарилади. Үпка ва трахеядаги эластик рецепторлари құзғалмаганлиги сабабли нафас олиш марказларида сусайиш тұхтатилади ва нафас олиш цикли қайта тақрорланади.

Кучли жисмоний машқлар пайтида  $\text{CO}_2$  кучайиши нафас олиш марказини стимуляцияловчи ва ундан импулслар ички қовурғаларарап мускулларга тушади; мускуллар қаттықроқ сиқила бошлайди ва бу нафас олишнинг чуқурлашишига ёки тез-тез бўлишига олиб келади.

Нафас олишнинг тезлашиши ва чуқур нафас олиниши қондаги кислород билан карбонат ангидрид газининг ўзгаришига жавобан сифатида пайдо бўладиган хеморецепторлардан келадиган импульслари билан тартибга солади. Тажрибада одамнинг  $\text{O}_2$  ва  $\text{CO}_2$  турли миқдорда нафас олишлари, нафас олишни стимуляциялашда  $\text{CO}_2$  билан ортиқча нафас олиш кислород етишмаслигига қараганда эса муҳим рол ўйнайди. Кислород концентрациясининг 20% дан 5% гача пасайиши билан нафас олиш даражаси икки баравар ошди ва аниқ бир хил таъсири  $\text{CO}_2$  концентрациясини ошириш атиги 0,2% орқали эришилди.<sup>1</sup>

Нафас олишга қондаги pH-нинг пасайиши ва  $\text{CO}_2$  нинг таъсиридан тартибга солувчи, аорта, каротид таналари ва узунчоқ миянинг ўзидан хеморецепторлар орқали амалга оширилади. Кислороднинг пасайиш даражаси ҳаёттій аҳамиятга эга, аорта, каротидли таначаларнинг хеморецепторлари кислород концентрациясининг ўзгаришига ҳам сезгир, сабаби бу ҳолатда узунчоқ миянинг фаолияти пасаяди.

Кенгайтирилган вентиляция қонда карбонат ангидридни алвеоляр ҳавога тарқалиш орқали чиқарилишини осонлаштиради, бу ерда карбонат ангидрид концентрацияси пасаяди. Худди шу нарса чуқур нафас олиш ҳолатида содир бўлади.

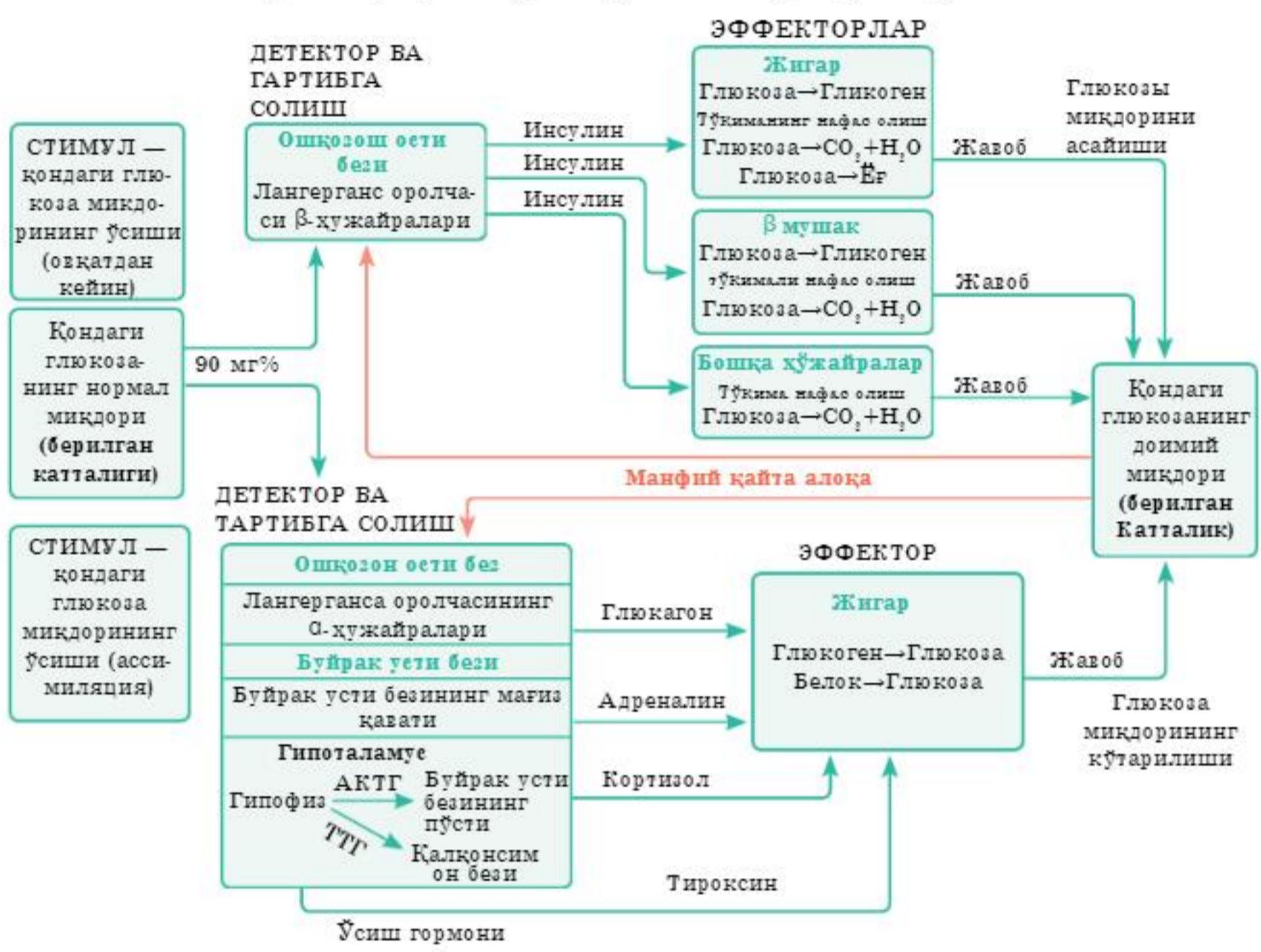
**Қонда глюкозани тартибга солиши.** Қонда энг муҳим метаболитлардан бири — глюкоза. Унинг концентрацияси жиддий назорат қилиниши керак, чунки глюкоза тұқыманинг нафас олишни асосий қисми бўлиб ҳисобланади ва ҳужайраларга тұхтовсиз кириши керак. Бошқа метаболитларнинг энергия манбаи сифатида фойдалана олмайдиган мия ҳужайралари глюкоза етишмовчилиги таъсири сезиларли бўлади. Глюкозанинг миқдори тахминан 90 мг ташкил қиласи (90 мг%), лекин одам учун ошқозонда 70 мг % да, озиқланиб бўлгач 150 мг бўлиши мумкин. Қонда глюкозанинг кўтарилиши (гипергликемия) инсулин

<sup>1</sup> Каротидли танача (arteria томирининг ҳалқалари) — бу каротидли синус қисмida жойлашган артерияли хеморецепциянинг жуфтли органды (аъзоси), яъни умумий уйқу артерия орқа деворида унинг ташки ва ички уйқу артериясини бўлиши.

гормонини фаоллаштираса, унинг пасида (гипоглекемия) инсулин ажралишини сусайтиради ва глюкозанинг, бошқа гормонларнинг, масалан, адреналин глюкозани қондаги миқдорини оширади. Бу тартибга соловчи системанинг умумий схемаси 7-схемидә күрсатилған.

7-схема

Кондаги глюкоза миқдорини тартибга солиш. АКТГ — адренокортикотроп гормони (кортикотропин); ТТГ — тиреотроп гормони



### Билимингизни текшириңгі:



- Мисол сифатида ҳарорат /карбонат ангидрид /глюкоза ёрдамида қайта алоқа принципларини изохланг.
- Организмда мураккаб тартибга солиш механизмларининг мавжудлигини айтиб беринг.



- Тирик организмларда терморегуляция моҳиятини тушунтириңг.
- Глюкоза даражасини тартибга солышда ижобий ва салбий алоқаларни ажратиб күрсатиш.



- Кондаги  $\text{CO}_2$  тартибга солиш механизмини таҳлил қилинг.
- Кондаги нафас олиш газларини тартибга солувчи механизмларнинг диаграммасини тузинг.



- Конда глюкоза миқдорини тартибга солиш схемасини тузинг.
- Кондаги нафас олиш газини тартибга солышда иштирок этадиган механизмларнинг диаграммасини тузинг.



1. Қонда глюкозанинг миқдорини тартибга солши схемасини тасвирланг.
2. Қонда нафас олиш газининг таркибини тартибга солшида иштирок этувчи механизларнинг схемасини чизнинг.

## 23-§. ГОРМОНЛИ СИГНАЛЛАРНИ МЕМБРАНА РЕЦЕПТОРЛАРИ ОРҚАЛИ УЗАТИШ

### Бу дарсда сиз:

- Гормонлар таъсирининг механизмларини билиб оласиз;
- Гормонал сигналларни мембрана рецепторлари орқали узатиш механизмини ўрганаңыз;
- Ҳужайра ичидаги рецепторлари орқали гормонал сигнал узатиш механизми билан танишиш.

### Сиз биласизми:

- гормонал сигналлар ҳақида түшүнчә;
- гормон таъсирининг принциплари;
- гормон рецепторлари комплексига мисоллар.

### Таянч иборалар:

*гормон, рецептор, мембранные, гормон-рецептор комплекси*

Гормонлар (бирламчи воситачилар) ҳужайра мембранаси юзасида рецепторларга боғланиб, комплексини ҳосил қиласи. Ушбу комплекс ҳужайра ичидаги иккиламчи медиаторларнинг концентрациясини ўзgartириб, бирламчи медиатор сигналини ўзгартиради.<sup>1</sup>

*Гормонлар (бошлангич воситачилар)* — кимёвий бирикмалар ёки физик ҳужайрадаги сигнал узатиш механизмини фаолластирадиган омиллар (ёруғлик миқдори). Қабул қилувчи ҳужайрага нисбатан, бирламчи воситачилар ҳужайрадан ташқари сигналдир. Ҳужайрадан ташқари стимуллар ҳужайра ичидеги жуда күп миқдорда мавжуд бўлган, аммо ҳужайраларро бўшлиқда (масалан, АТФ ёки глуталат) жуда кам концентрацияланган молекулалар ҳам бўлиши мумкин. Функцияларига қараб, бирламчи медиаторларни бир нечта гуруҳларга бўлиш мумкин: гормонлар, цитокинлар, нейротрансмитлар, ўсиш омиллари.

Иккиламчи воситачилар — бу паст молекулали моддалар бўлиб, сигнал узатиш занжиридаги компонентларнинг биттасини ферментатив фаол натижасида озод ҳосил бўлади. Иккиламчи воситачилар қўйидаги хусусиятлар билан ажralиб туради: улар кичик молекуляр массага эга ва цитоплазмада юқори тезликда тарқалади; тезда ёпишади ва тезда

<sup>1</sup> Нейротрансмитлар — бу бир нейрондан иккинчисига сигналлар берувчи миядаги кимёвий моддалар. Мияда (ва танадаги) жойлашган барча рецепторлар ўзаро таъсириланади.



цитоплазмадан чиқарылады. Иккиламчи воситачиларга: циклик АМФ<sup>1</sup> (цАМФ<sup>2</sup>), цГМФ<sup>3</sup>, инозитолтрифосфат (ИФ3), диацилглицерол (ДАГ); Са<sup>2+</sup>, НО (азот оксида II) киради.

Сигнал узатыш таҳминан қуидаги схемани үз ичига олади:

- 1) ташқи агентнинг (стимул) хужайралы рецептор билан үзаро таъсири;
- 2) мемранада жойлашган ва иккиламчи алоқачилар пайдо бўлиши учун жавоб берадиган эфект молекуласини фаоллаштириш;
- 3) иккиламчи воситачиларни шакллантириш;
- 4) мақсадли оқсилларни воситачилар томонидан фаоллаштирилиши қуидаги воситачиларнинг пайдо бўлишига олиб келади;
- 5) воситачининг йўқолиши.

Ташқи сигналларнинг мемраналардаги рецепторлари билан үзаро таъсири турли йўллар билан содир бўлиши мумкин. Бундай үзаро таъсирларнинг қуидаги системалари ҳозирги кунда маълум: аденилатцилаза тизими, гуанилатцилаза тизими, азот оксида, Са<sup>2+</sup> мессенжер тизими, инозитолтрифосфат тизими (40-расм).

**Аденилатцилазали тизим.** Нишон-хужайранинг рецепторлари үзаро таъсири қиласиган цАМФ ҳосил бўлишига олиб келадиган гормонлар таркибига оқсил-рецептор, G-оқсиллар<sup>4</sup> ва аденилатцилаза ферменти кирадиган тизим орқали ҳаракат қиласи.

200 дан ортиқ турли хил G-оқсиллари маълум. Гормон бўлмагандан G-оқсили ГДФ<sup>5</sup> билан боғланади ва фаоллигини кўрсата олмайди. Гормон-рецепторлари комплексининг шаклланиши G-оқсил таркибидаги конформация ўзгаришларга, ГДФни ГТФ га алмашуви G-оқсилларнинг фаоллашишига олиб келади. Аденилатцилаза GS-стимуляциялайди ва GI-ингибиорловчи оқсиллари мавжуд.

*Аденилатцилаза фаоллигининг ўзгаришига олиб келадиган ҳодисалар кетма-кетлиги:*

1. гормоннинг рецепторга боғланиши;
2. гормон-рецепторлари комплекси G-оқсил билан үзаро таъсири қиласи, унинг конформациясини ўзгартиради;
3. G-оқсил конформациясининг ўзгариши туфайли ГДФни ГТФга алмаштирилади;
4. GS-оқсил комплекси; ГТФ аденилатцилазасини фаоллаштиради (GI – оқсил комплекси; ГТФ аденилатцилазасини ингибиорлади);
5. Аденилатцилазанинг фаоллашиши АТФ дан цАМФ ҳосил бўлиш тезлигининг ошишига олиб келади.

Сўнгра аденилатцилазаси таъсирида ҳосил бўлган цАМФ А протеинкиназасини фаоллаштиради. Фаоллаштирилган протеинкиназаси

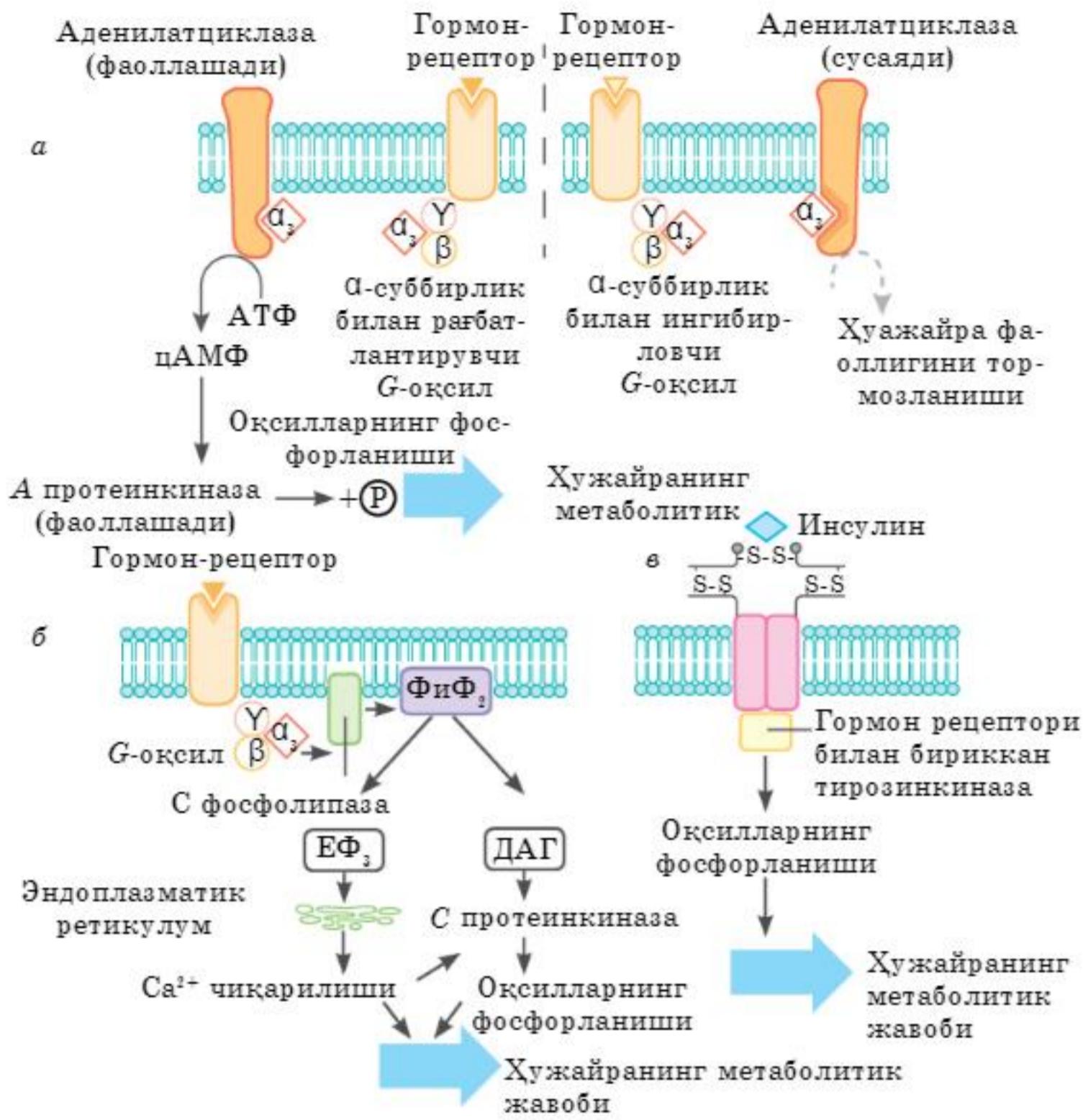
<sup>1</sup> АМФ — аденоzinмонофосфат.

<sup>2</sup> цАМФ — циклли аденоzinмонофосфат.

<sup>3</sup> цГМФ — циклли гуанозинмонофосфат.

<sup>4</sup> G-оқсил — гуанозинли нуклеотидларни бириктирувчи оқсиллар.

<sup>5</sup> ГДФ — гуанозинфосфат.



40-раем. Гормонларнинг биологик мембраналари билан ўзаро таъсири

ферментлари ва бошқа оқсилларни фосфорлайди, бу вақтда оқсил-ферментларининг функционал фаоллиги ўзгариши (фаоллашиши ёки ингибиrlаниши) билан бирга келади.

Протеинкиназа — бу ҳужайра ичидаги фермент бўлиб, иккита шаклда бўлиши мумкин. цАМФ йўқлигига протеинкиназаси иккита каталитик (2С) ва иккита тартибга солувчи (2R) суббирликлардан (ҳаракатсиз фермент) ташкил топган тетрамер билан ифодаланади. цАМП иштирокида протеинкиназа комплекси тескари равишда битта 2 R – суббирликка ва иккита эркин каталитик С-суббирликларнинг ферментатив фаоллиги бўлади.

**Гуанилатциклазали тизими.** Ушбу тизим сифатида цГМФ иккинчи даражали воситачи сифатида яратадиган бу система гуанилатциклаза билан биректирилган. Ушбу фермент ГТФдан цГМФ ҳосил бўлиш реакциясини катализлайди (аденилатциклаза каби). цГМФ молекулалари ҳужайра мембранныни ташиш тизимини фаоллаштириши ёки ҳужайрадаги бошқа оқсилларнинг фосфорланишида иштирок этадиган

цГМФ-га боғлиқ G-протеинкиназани фаоллаштириши мүмкін. Циклик нуклеотидлар фермент фаоллигини тартибга солувчи аденилатцилаза ёки гуанилатцилаза механизмлари реакцияларининг каскадларини құзғатади. Рецепторни фаоллаштирадиган битта гормон молекуласыда бир неча G-оксиллар бўлиши мүмкін. Уларнинг ҳар бири ўз навбатида минглаб цАМФ ёки цГМФ молекулалари шаклланиши билан бир неча аденилатцилаза молекулаларини фаоллаштиради.

Олинган иккиламчи воситачи сигнални минг марта кучайтиради. Гормонли сигнални олиб ташлаш иккиламчи медиаторнинг концентрациясини камайтириш орқали амалга оширилади. цАМФ ёки цГМФнинг АМФ ёки ГМФ фаол бўлмаган метаболитларига конверсияси фосфодиестераза ферментларини катализлайди.

**Азот оксиidi.** Азот оксиidi аргининнинг аминокислоталардан нерв тўқималарини, қон томир эндотелийиди, тромбоцитларда ва бошқа тўқималарда бўладиган NO-синтаза деб аталувчи мураккаб кальций ионига ( $\text{Ca}^{2+}$ ) боғлиқ ферменнт тизимини иштирокида ҳосил бўлади. Нишон-хужайраларда азот оксиidi гуанилатцилазанинг фаол марказида кирадиган темир иони билан ўзаро таъсир қилади ва цГМФнинг тез шаклланишига ёрдам беради. Шаклланган цГМФ силлиқ мускул толаларнинг бўшашига олиб келади. Лекин NO таъсири қисқа муддатли, бир неча секунд. Шунга ўхшаш эффект, аммо узокроқ давом этадиган нитроглицеринга эга, у NO ни аста-секин чиқаради.

**Ca<sup>2+</sup> мессенжер тизими.** Ca<sup>2+</sup> ионларига кўплаб хужайраларнинг вазифалари боғлиқ: тартибга солиш, қисқариши ва секретор фаолияти, адгезия ва хужайра ўсишни тартибга солади. Хужайрадаги кальций ионларининг миқдори хужайрадан ташқаридаги суюқликка қараганда 5000—10000 марта паст бўлади ва бу Кальций митохондрия ёки эндоплазматик ретикулум билан боғлиқ. Гормонал сигнал бериш хужайра ташқариси суюқлик ёки хужайра ичидаги манбалар (митохондрия ва ЭПР) орқали келиб тушган кальций иони концентрациясининг кескин ошишига олиб келади. Кальций ион хужайра ичидаги тартибга солувчи оксил кальмодулин билан боғланади, унинг кальций иони билан боғланиши учун 4 марказ бўлади. Кальций иони кальмодулин комплекси ферментларни фосфорловчи ва уларнинг фаолиятини тартибга солувчи махсус кальций иони кальмодулинга боғлиқ протеинкиназани фаоллаштиради. Кальций ионлари билан боғлиқ таъсирини йўқ қилиш кальциневрин ҳолатида кальций боғланишлар оксиллар ёрдамида амалга оширилади.

**Инозитолтрифосфат тизими.** Гормонли сигнал беришнинг инозитолтрифосфат системанинг ишлаши мембрана ва цитозолнинг рецептори, углевод фосфолипазаси, оксиллар билан ферментлари қуйидагиларни таъминлайди:

- гормоннинг рецепторга боғланиши углевод фосфолипазанинг фаоллашувига олиб келади;

- углевод фосфолипазаси мемранали фосфатидилинозитол-4,5-бифосфатнинг иккита иккиламчи воситачига — диацилглицерол ва инозитолтрифосфатга ( $\text{ИФ}_3$ ) ажралишини катализлайди;
- $\text{ИФ}_3$  ўз навбатида  $\text{Ca}^{2+}$  ионини цитозольга тушишини кучайтиради ва унинг тартибга солувчи таъсирини таъминлайди;
- диацилглицерол углевод протеинкиназани фаоллаштиради;
- иккала медиаторнинг якуний таъсири — бу ҳужайра ичидаги оқсиллар билан ферментларнинг фосфорланиши ва уларнинг фаолиятини ўзгартириш.

**Гормонал сигнални ҳужайра ичидаги рецепторлари орқали узатиш механизми.** Липофил хусусиятларга эга сигнал гормонлари(стериод гормонлар) ва тироксин нишон-ҳужайраларининг плазмали мемранасидан ўтиш вақтида мумкин бўлади. Гормон рецепторлари цитозольда ёки ядрода жойлашади. Ядро ва цитозоль рецепторлари ДНКни боғлайдиган доменни ўз ичига олади.

Транскрипцияни фаоллаштиришга олиб келадиган ҳодисалар кетма-кетлиги:

- 1) гормон ҳужайра мемранадаги билипид қатлами орқали киради;
- 2) ҳужайранинг ядросига қараб силжиядиган ва тартибга солувчи қисми: ДНК-энхансер билан ёки сайленсер билан ўзаро таъсиранадиган гормон-рецептор комплексини ташкил этади;
- 3) энхансер билан ўзаро алоқада бўлганда РНК-полимераза учун қўзғатувчининг мавжудлиги ошади (сайленсер билан ўзаро таъсиранадиганда — у камаяди);
- 4) мос равища таркибий генларнинг транскрипция даражаси ва трансляция даражаси ошади (пасаяди);
- 5) ҳужайра метаболизми ва функционал ҳолатига таъсир қилувчи оқсиллар (шу жумладан ферментлар) сонидаги ўзгаришлар.

Ҳужайра ички рецепторлари орқали сигнални узатадиган гормонларнинг таъсири маълум вақтдан кейин сезилади, чунки матрица жараёнлари (транскрипция ва трансляция) бир неча соат давом этади.

### Билимингизни текширинг:

-  1. Гормон тушунчасини аниқланг ва тавсифланг. Мемранадаги гормонларнинг рецепторларини тавсифланг.
-  1. Ҳужайра ичидаги рецепторлари орқали гормонал сигналларни тушунтиринг.  
2. Транскрипцияни фаоллаштиришга олиб келадиган воқеалар кетма-кетлигини айтиб беринг.
-  1. Аденилатциклаза фаоллигини ўзгаришига олиб келадиган ҳодисалар кетма-кетлигини таҳлил қилинг.  
2. Гормон-рецептор комплексини тавсифланг.
-  1. Сигнал беришда бирламчи ва иккиламчи воситачининг ролини тушунтиринг.  
2. Гормонал сигнални ҳужайра ичидаги рецепторлари орқали узатиш механизмини асосланг.



Эстроген гормонларининг таъсир қилиш механизмини тушуниш учун, нормал генотипга эга бўлган шахслар учун (XX ва XV) жинсни қайта тайинлаш ечимларининг бемаъниликлари ҳақида мунозара қилинг.

## 24-§. ИНСУЛИН ВА ЭКСТРОГЕН МИСОЛИДА ГОРМОНЛАРНИНГ НИШОН-ХУЖАЙРАЛАРГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ МЕХАНИЗМИ

### Бу дарсда сиз:

- гормонларнинг таъсир этиш механизмини билиб оласиз;
- гормон ва нишон – ҳужайралар тушунчаси билан танишасиз.

### Сиз биласизми:

- гормон тушунчаси гормонларнинг таъсир этиш принциплари;
- инсулин ва эстроген вазифаларини биласизми.

### Таянч иборалар:

*гормон, рецептор, мембранные, нишон-ҳужайралар, инсулин, эстроген*

Инсон танасида 200 га яқин табақалаширилган ҳужайралар мавжуд. Улардан факат бир нечтаси гормонларни ишлаб чиқаради, аммо инсон танасида мавжуд бўлган 75 трлн. ҳужайраларнинг барчаси 50 та маълум гормонларнинг биттасигина ёки бир нечтаси нишон бўлиб хизмат қилади. Гормоннинг нишони битта ёки бир нечта тўқималар бўлиши мумкин. Классик таърифга кўра, тўқима-нишон — бу шундай тўқима, унда гормон маълум бир биокимёвий ёки физиологик реакцияга сабаб бўлади. Масалан, қалқонсимон без — тироксин боғловчи глобулин (ТБГ) учун ўзига хос без-нишонидир, ТБГ таъсири остида қалқонсимон безнинг ацинарли ҳужайралари сони ва ҳажми ошади, териоидли гормонлар биосинтези барча босқичларининг тезлиги ошади. Инсулиннинг етарли даражада ажрамаслиги ёки етарли миқдорда синтезланмаслиги — диабет аломатлари пайдо бўлади. Клиник жиҳатда аниқланадиган аломатлардан (полиурия<sup>1</sup>, полидипсия<sup>2</sup> ва полифагия<sup>3</sup>) ташқари, диабет касаллиги бир қатор ўзига хос моддалар алмашинувининг бузилишлари билан ажralиб туради. Шундай қилиб, беморларда гипергликемия<sup>4</sup> (конда глюкоза миқдорининг кўпайиши) ва гликозурия<sup>5</sup> (сийдикда глюкоза ажralиб чиқиши) ривожланади. Моддалар алмашинувининг бузилиши, шунингдек, жигар ва мускул-

<sup>1</sup> Полиурия — сийдикнинг кўп ажralиши.

<sup>2</sup> Полидипсия — организм сувни нормадан ортиқ талаб қилиши.

<sup>3</sup> Полифагия — нормадан ортиқ овқат истеъмол қилиш патологияси. Бу назорат қилинмайдиган иштача ва узлуксиз овқат истеъмол қилиш билан тарифланади.

<sup>4</sup> Гипергликемия — конда глюкоза миқдорининг кўпайиши.

<sup>5</sup> Гликозурия — сийдикда “глюкоза” ажralиб чиқиши.

ларда гликогенниң күпайиши, оқсиллар ва ёғларнинг биосинтези секинлашиши, тұқымаларда глюкоза оксидланишининг пасайиши, салбий азот балансининг ривожланиши, қонда холестерин ва бошқа липидларнинг миқдорининг күпайиши.

Қандли диабетда ёғларнинг захираси ортади, аминокислоталардан углевод синтези (глюконеогенез) ва кетон таналарининг ҳаддан ташқари синтези (кетонурия) кучаяди. Беморларга инсулин юборилгандан сүнг, юқорида келтирилган барча бузилишлар одатда йўқ бўлиб кетади, аммо гормоннинг таъсири вакт ўтиши билан чекланган, шунинг учун уни доимий равишда юбориш керак. Қандли диабетда клиник белгилар ва метаболитик касалликлар нафақат инсулин синтезининг етишмаслиги билан изоҳланиши мумкин.

Қандли диабетнинг инсулинрезистент деб аталадиган иккинчи шаклидаги инсулинга чидамли молекулали нуқсонлар ҳам пайдо бўлиши, хусусан, инсулин тузилишининг бузилиши ёки проинсулиннинг инсулинга ферментатив конверсиясининг бузилиши. Қандли диабетнинг ушбу шаклиниң ривожланиши кўпинча нишонли-ҳужайраларнинг синтези бузилган ёки мутант рецепторлар синтезни бузадиган инсулин молекуласи билан боғланиш қобилиятини йўқотишига асосланган.

Инсулин — ошқозон ости безининг учтан гормонларнинг бири, Лангерганс оролчасининг  $\beta$ -бетта ҳужайраларидан ажралади. Ортиқча инсулин қондаги қанд миқдорининг пасайишига олиб келади, чунки бу глюкоза қондан тұқимага ўтиб кетишини фаоллаштиради. Инсулин етишмовчилиги гипергликемия, глюкозурия ва ёғ кислотасини синтезининг ингибирлайди, шунингдек ёғ кислотасининг оксидланишини фаоллаштириш ва кетон<sup>1</sup> таналарини шакллантириш билан тавсифланадиган диабетнинг сабаби ҳисобланади. Инсулин кўплаб тұқымаларнинг ҳужайралари юзасида маҳсус инсулин рецепторлари билан боғланади, аммо унинг ҳужайра ичидаги таъсир механизми номаълум бўлиб қолмоқда. А-ҳужайралари томонидан ишлаб чиқарилган глюкагон инсулинга тескари таъсир кўрсатади — бу жигар гликогенини парчакланишига ва қонга глюкоза оқишини келтириб чиқаради. Ошқозон ости безининг бошқа гормони — соматостатин гормони — инсулин секрециясини тартибга солади. Инсулиннинг ҳаракати уни нишон-ҳужайранинг юзасида маълум бир гликопротеин рецепторлари билан боғлашдан бошланади. Ушбу гормоннинг турли хил таъсири бир неча сония ёки дақиқадан сүнг (транспорт, оқсилларни фосфорланиши, ферментларни фаоллашиши ва ингибир қилиниши, РНК синтези) ёки бир неча соатдан кейин (оқсил ва ДНК синтези ва ҳужайралар ўсиши) пайдо бўлиши мумкин. Инсулин ва глюкагон метаболизмини бошқаришни алоҳида кўриб чиқиш мумкин эмас. Иккала гормон ҳам қонда доимо мавжуд, аммо уларнинг нисбий концентрацияси ўзгаради.

<sup>1</sup> Кетон тана — оқсиллар, ёғлар алмашишининг маҳсали бўлиб топиладиган органиялик қўшилишлар грухси.



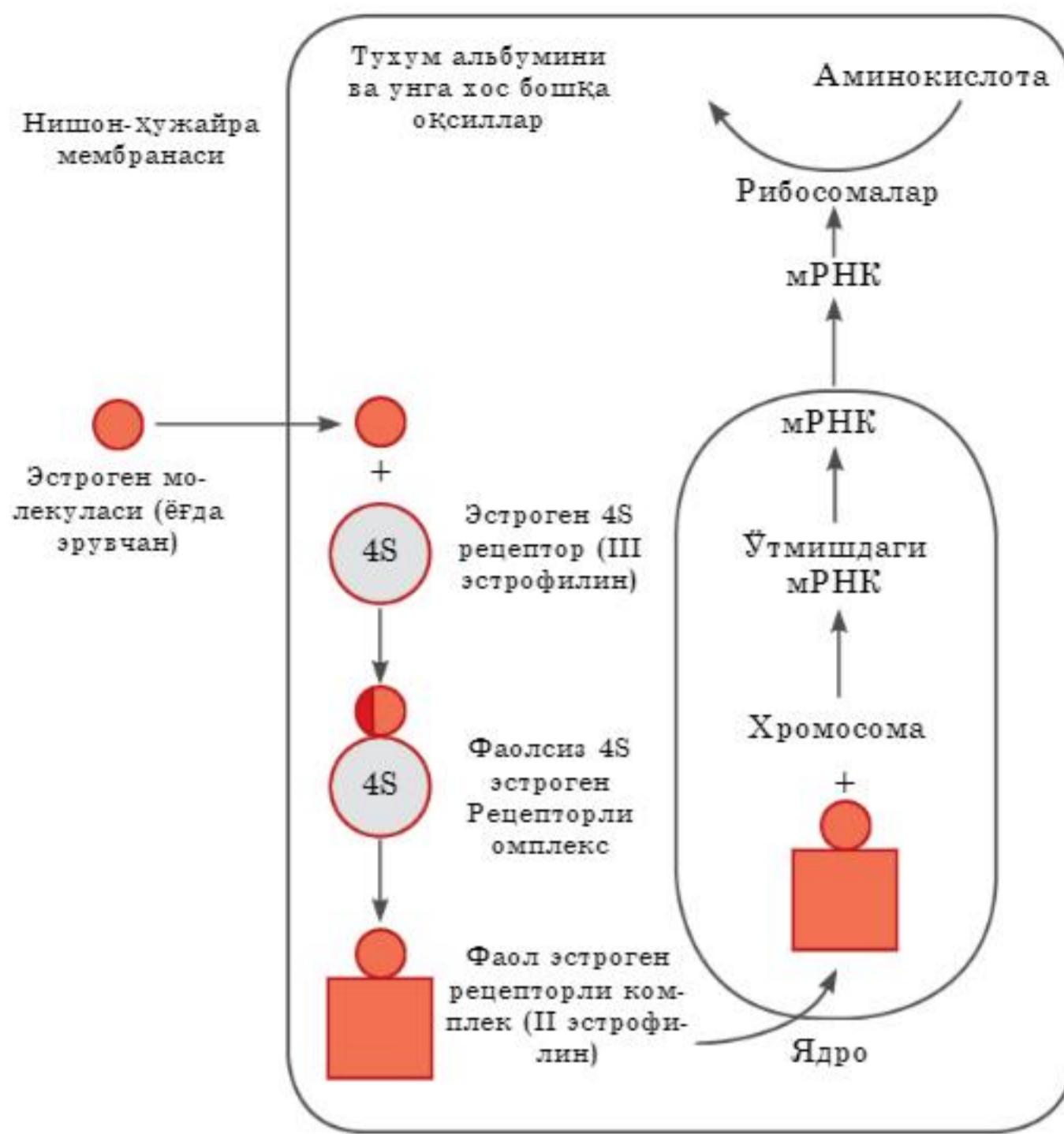
Уларнинг ҳар бирининг ҳаракати күпинча бир хил аниқ мақсадларга қаратылған. Масалан, цАМФ га боғлиқ бўлган протеинкиназалари орқали глюкагон бир вақтнинг ўзида гликогенсинтетазасини ингибир қиласи ва жигарда гликогенфосфорилазани фаоллаштиради, инсулин эса ўзининг рецепторлари орқали бир вақтнинг ўзида гликогенфосфорилазани фаоллаштиради ва гликогенфосфорилазани ингибиrlайди.

Транспорт — оқсиллари ва ҳужайра рецепторлари функционал равища ўзаро боғланган. Бу муносабатлар глюкоза ташувчиси учун ишончли тарзда кузатылған, бунга инсулиннинг глюкоза ҳужайра ичига ташишида қўзғатувчи таъсири нисбатан узоқ вақтгача аниқланғанлиги мисол бўлади. Ушбу ҳодисани таҳлил қилиш, инсулин таъсирида цитоплазматик мемранадаги, глюкоза боғлайдиган шаклда ташувчи молекулаларининг таркиби кўпаяди деган фаразни келтириб чиқарди. Бундай таъсири инсулин ишон-ҳужайраларга қўшилгандан бир неча дақиқа ўтгач эришилади ва АТФга боғлиқ бўлганлиги сабабли, у аввал биосинтетик жараёнлар билан эмас, балки асосан ташувчининг транслокацияси балан бўлиши мумкин.

Эстрогеннинг ишон-ҳужайраларга таъсири қилиш механизми астасекин равшанлашади. Аёл организмида асосий  $\beta$ -эстрadiол эстроген бўлиб ҳисобланади, у эркак жинсий гормони тестостерон тухумдони томонидан ишлаб чиқарилади (4.7-расм).  $\beta$ -эстрadiол ўзига хос ҳужайра ичидаги рецепторлари дастлаб ишон-тўқималарда — бачадон ва сут безларида бўлади. Эстрофилин I деб номланган эстрогенли рецептори ўзига хос молекулали массаси бўлади. Эстрогеннинг молекулалари билан боғланганидан кейин эстрофилин I молекулалали ўзгаришларга учраб, эстрогеннинг таъсирида иккиласи воситачи сифатида кўриб чиқиладиган II эстрофилинга айланади.

Эстроген ёғда эриб бирикма бирикib боғланади, ҳужайра мемранаси орқали ўтиб, 4S седиментацияли коэффициенти билан эстроген рецептор-оқсиллага боғланади. Бундан ташқари, эстроген-рецепторлари комплекси фаол 58-шаклга айланади ва иккинчи даражали хабарчи сифатида ядрога киради, бу ерда маълум бир хроматинли жойлар билан ўзаро таъсирлашиб, тегишли асосий мРНКларни ҳосил қиласиган генлар транскрипциясини келтириб чиқаради. Иккинчиси ядродан чиқади ва рибосомаларда оқсил синтезининг матрицаси сифатида ишлатилади. Натижада, овуляция учун характерли бўлган бир қатор оқсиллар синтезланади, масалан, овалбумин.

Эстрофилин II ҳужайра ядроюни киради, у ерда хроматин билан ўзаро таъсирланиб, маълум генларнинг фаоллашувига ва оқсилларнинг синтезланишига олиб келадиган органларига хос бўлган репродуктив тизимни ҳосил бўлиши. Масалан, товукларга эстрadiолни юборишида тухумдондаги тухум ўзига хос оқсил синтезини тезлаштиради, хусусан овальбумин ва ововителлин сезиларли даражада ошади. Шу тарзда, эстрadiол тухумдонда тухум шаклланишига тайёрлайди (41-расм).



41-раzem. Товук тухумдона мисолида эстрогеннинг нішон-хужайрага таъсирини күрсатувчи схема



Аёлнинг сут безларида эстроген рецепторлари сони күкрак саратонини ривожланиши ва ўсиши билан камаяди. Сут бези түқимасидан олиб, экстрогенли рецепторларнинг міқдорини ўлчаш касалликнинг босқичини аниклаш ва даволанишни тайинлаш учун диагностика тести сифатида фойдаланилади. Эрта босқичда аникланган сут безларининг хавфли саратоннинг ривожланиши, баъзан организмдаги андрогенлар билан экстрогенларнинг бирикишини ўзгариши орқали тұхтайди.

#### Билимназни текширинг:



1. "Гормон" тушунчасини аникланг ва тавсифланг.

2. Мембранадаги гормонлар рецепторларини тавсифланг.



1. Гормонлар ва нішон-хужайраларнинг ўзаро таъсирини тушунтириңг.

2. Инсулин ва глюкагонга таъриф беринг.



1. Инсулин таъсирида қондаги глюкозанинг міқдорини тартибга солувчи механизми тушунтириңг.

2. Тухумдон таркибидаги мақсадлы хужайраларга эстрогеннинг таъсирини изоҳланг.



1. Глюкагони инсулинга антогонист эканлигини тушунтириңг.  
2. Гормонал сигнални ұжайра ичидаги рецепторлари орқали узатиш механизмларин асосланғ.



1. Иккінчи тоифали қандлы диабети ва инсулиндан фойдаланиш түрлесінде қисқача реферат ёзинг.  
2. Сизніңча, диабет ривожланишнинг ҳозирги сабаблари нимада? Құшимча маълум беринг.

## 25-§. ҰСТИРУВЧИ МОДДАЛАР

### Бу дарсда сиз:

- үсимлик ұжайрасини үсишига стимуляторнинг (үсиш моддалар) таъсир этиш механизмини үрганаңыз;
- үсимликтарда транспирациялы коэффициенти нима эканлигини билиб оласыз;
- үсимлик үсиши пайтида ёруғлик ва иссиқликнинг ақамиятини тушунаңыз.

### Сиз биласызми:

- ёруғликнинг үсимлика таъсир этиш механизмини;
- үсимлика иссиқликка, ҳавога, сувга ва озуқа моддаларга таъсири этиш механизми;
- үсимликтар үсишда ҳавонинг үрни қандай?

### Таянч иборалар:

*үсиш, ривожланиш, транспирация, ёруғлик, ҳаво, иссиқлик*

Ұстирувчи моддалар деб үсимликтарнинг унушига таъсир этадиган органик бирикмаларни атайды. Уларнинг бир қисми фитогормонлар (ауксин, гиббереллин, кинин) бўлса, бир қисми табиий бўлмаган гормонли бирикмалар: В гурухининг витаминалари ёки феноллар, мочевина ҳосилалари ва бошқалар. Үсимликтарнинг унушини таъминловчи ұстирувчи моддалар эканлиги илгаридан маълум бўлган, уларнинг ролини 1880 йили Н.И. Лунин сифатлаган, улар қурилиш материаллари бўлмаса ҳам, энергетик материал эканлиги ва үсимлик организми учун зарур эканлигини айтиб ўтган.

Ҳайвонларнинг гормонлари каби үсимликтардаги ұстирувчи моддалар — мураккаб органик бирикмалар, улар хатто ақамиятсиз кам миқдорда бўлса ҳам моддалар алмашинувини тартибга солиб, ұжайраларнинг үсишини ва ривожланишини тезлаштиради ёки секинлаштиради, куртакнинг унushi билан ривожланишини, янги илдизларни шакллантиришда, камбий ұжайраларнинг бўлинишида иштирок этади. Асосан ұстирувчи моддалар униб келаётган тўқималарда — илдизнинг қинчасида, поянинг учки қисмida кўп бўлади. Ұстирувчи моддалар үсимлик учидан илдизигача ўтказувчи тизим бўйлаб транспортланади.

Ауксинлар (масалан, индолил сирка кислотаси) поянинг үсиш нүқтасида ва ёш баргларда ҳосил бўлади. Диффузия таъсирида улар поя

бўйлаб соя томонидан пастга қараб силжаяди, шу худудда ҳужайра сиртидаги рН даражасини пасайтиради. Ҳужайранинг қобиқчаси чўзилиб, ичкарига сув оқиб киради. Шундан кейин ҳужайранинг ўзи чўзилиб, ҳужайра деворига қўшимча материаллар шаклланади. Шундай қилиб, ауксинлар фототропизмни бошлайди.

Гиббереллинлар (масалан, гиббереллин кислотаси) ҳам ўсимликларнинг ҳужайраларини чўзиш йўли билан ўстиради (асосан ауксин йўқ вақтида). Ундан ташқари уруғлардан поя униб келаётган вақтида крахмални парчалаб, унинг махсулотлари ўсимликнинг ўсиши учун сарфланади. Гиббереллинларнинг ҳаракатланиш механизми бугунги кунга қадар тўлиқ аниқланмаган.

Цитокинилар ўсимликлардаги ҳужайраларнинг бўлинишини стимуллаб, баргларнинг қариш жараёнини секинлаштириб, уруг ва куртакларни тинчлик холатидан чиқаради. Бу моддаларнинг ҳаракат қилиш механизми тўлиқ ўрганилмаган. Цитокинилар яшил кўкатларда (камрам, салат) ва кесиб олинган гулларнинг сақлаш муддатини узайтириш учун фойдаланилади.

Абсиз кислота баргларда, пояларда, меваларда ва уруғларда ҳосил бўлиб, флоэма бўйлаб транспортланади. У ўсимликларнинг ўсишини секинлаштиради, барг оғизчаларини ёпилишини ва баргларнинг тушишини стимуллайди. Абсиз кислотасининг юқори концентрацияси ўсишни мутлоқ тўхтатиб ташлайди. Таъсир қилиш механизми ҳали белгисиз. Айрим меваларни бир вақтда узилишини таъминлаш учун абсиз кислотасини мевали дарахтларга сепилади.

Этилен ўсимликнинг турли хил аъзоларида ҳосил бўлади. У меваларнинг пишишини стимуллаб, ўсиш жараёнини секинлаштиради. Қишлоқ хўжалигида йиғиб олинган мева ва сабзавотларнинг пишиб кетмаслигини назорат қилиш учун фойдаланилади.

Ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиши учун асосий омиллар — ёруғлик, иссиқлик, ҳаво, сув ва озуқа моддалари керак. Агар ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишида бир ёки бир нечта омил етишмаса, юқори ҳосил олишга мумкинчилик бўлмайди. Шунинг учун қишлоқ хўжалигидаги мутахассисларнинг асосий вазифаси — ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиши учун зарур бўлган омилларни аниқлаш, шунингдек, уларни етарли миқдорда тартибга солишdir.

**Ёруғлик.** Ўсимлик ҳаётида ёруғликнинг аҳамияти шундаки — унинг иштироки билан билан фотосинтез жараёнини ўз ичига олади, унинг давомида ўсимликларда мураккаб органик моддалар ҳосил бўлади. Яхши тушган ёруғлик таъсиридан ўсимлик илдизларининг ўсиши кучаяди, барглари ва поялари ҳам яхши ўсади ва шу билан ҳосилнинг сифатини яхшилайди. Буларнинг барчаси ўсимликларнинг яхши ўсиши ва ривожланиши жараёнлари билан боғлик. Ёруғлик етишмаслиги билан экинлар бир-бирига аралаша бошлайди, илдизлари заифлашади ва поялари бир-бири билан чирманиб, чўзилиб кетади. Шамол

таъсири остида ўсимликларнинг поялари вақт ўтиши билан йиқилиб тушади, уруғлар жуда кичик бўлиб, вазни ҳам сифати бўлмайди. Бу жараёнларнинг барчаси охир-оқибат ҳосилнинг пасайишига олиб келади. Ўсимликларнинг тез ўсиши учун уруғларнинг шаклланиши, куннинг ёруғлик ва қоронғу даври давомийлиги ва кўпайиши сезиларли даражада таъсир қилади. Баъзи экинлар, масалан: пахта, тамаки, тарик, маккажўхори, гуруч каби баъзи экинлар қисқа кун ва узок тунда тезроқ гуллашса, бошқалари; буғдой, жавдар, арпа ва сули сингари, аксинча, узок кун ва қисқа тунда ўсади. Ушбу ҳолатларга қараб, барча ўсимликлар қисқа ва узоқ кунлар билан икки гуруҳга бўлинади. Турли хил экинлар кун узунлигига мослашиши муносабати билан ҳар бир экин турли мақсадларда ишлатилиши мумкин. Масалан, дон ва силос учун маккажўхори экишда юқоридаги шартларни тўлиқ ҳисобга олиш керак. Бу тартибни бошқа экинларга ҳам қўлланса бўлади.

**Иссиқлик.** Бу ҳам ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишининг асосий омилларидан биридир. Иссиқликсиз тупроқ ва атмосфера ҳавоси қизиб кетмайди, ўсимликлар ночор ўсади, айримлари мутлоқ ўсмай ҳам қолади. Иссиқлик ўсимликлар учун фақат маълум миқдорда талаб қилинади холос. Ҳафта давомида жуда кучли ва доимий иссиқлик ўсимликларга ҳалокатли таъсир кўрсатади. Турли экинларни ўзининг биологик ривожланиш хусусиятларига кўра, маълум миқдордаги иссиқликка муҳтож, ҳатто уруғларни ўстириш учун ҳам ҳар хил миқдордаги иссиқлик керак бўлади. Шу муносабат билан барча ўсимликлар иссиқликни яхши кўрадиган ва сояни яхши кўрадиганларга бўлинади. Ўсимликларининг ўсиши ҳар бир босқичида қанча иссиқлик талаб этилишини билиш жуда муҳимдир. Ушбу ҳудуднинг об-ҳаво шароитига қараб, сиз экинларни етиштириш вақтини ва ушбу ерларга қайси экинлар кўпроқ мойил бўлганлигини билиб олишингиз мумкин.

Бунинг учун ўсимликлар ернинг устунги унумлор қатлами — тупроқда ўсиши туфайли, тупроқнинг иссиқлик миқдорини билиш жуда муҳимдир. Совуқ, иссиқликсиз тупроқда микробиологик жараёнлар қийин кечади, экилган уруғлар узоқ вақт ўсмасдан қолади. Тупроқка асосий иссиқликни етказиб берувчи манбаи — қуёш нурлари билан таъминланади. Қуёш иссиқлигининг тупроқка кирадиган миқдори ва давомийлиги йил вақтига, об-ҳаво шароитларига боғлиқ. Агар об-ҳаво анча вақтгача булутли ва ёмғирли бўлиб чиқсан бўлса, унда тупроқ зарур бўлган барча ёруғлик ва иссиқликни ўзига ютади. Бундай ҳолда, атмосферадан чиқарилган иссиқлик тупроқда сезиларли даражада камаяди. Табиат бу жараёнга муҳтож. Агар фасл давомида об-ҳаво булутсиз ва ёмғирсиз бўлиб турса, одамзот тарихида кўрмаган ҳолатлар, яъни ер юзидағи ўсимликлар куйиб кетар эди. Ўсимликларнинг тўғри ўсиши ва ривожланиши учун ҳар бир ҳудудда иқлим шароити, яъни иссиқликнинг тақсимланиши, куннинг давомийлиги, ёғингарчилик миқдори ва уларни ҳар хил вақтда ўрганиш муҳим рол ўйнайди.

Күп ҳолларда, инсон табиатнинг ушбу қонунларини үз фойдасига айлантиришга қодир. Масалан, тупроқдаги иссиқлик режимини тартибга солиш учун қуидаги чора-тадбирлар амалга оширилади: кичик ўсимлик чиқиндилари тупроқ юзасида юзасига сочилади, тупроқнинг юзаки қатламида бўр-бўлакли тузилмалар бўлиши керак ва тупроққа тўғри ишлов берилади. Об-ҳаво совук бўлганда боғларни тутатиш, ҳайдаладиган ерлар атрофини шамолдан ҳимоялайдиган ўрмонзорларни экиш ва бошқа ишларни бажариш керак.

**Ҳаво.** Ҳаво, айникса, тупроқдаги ҳар хил микробиологик жараёнларни амалга оширишда катта аҳамиятга эга. Агар микробиологик жараёнлар яхши давом этса, тупроқда ўсимликларнинг тўғри ривожланиши содир бўлади.

Тупроқда ҳаво етишмаса, карбонат ангидрид миқдори ортади ва шу билан ўсимликка кўп зиён етказади. Ўсимликларга ҳаво етишмаслиги туфайли зардоп чекиши мумкин, кўпинча тузилишсиз хатто нам (ботқоқли) тупроқларда бўлади. Ҳаво айникса, тупроқнинг юқори қатламларида яшайдиган микроорганизмлари билан ўсимлик илдизлари учун зарурдир. Кўпгина микроорганизмлар, масалан, тупроқдаги тугунак бактериялар ва азотли бактерияларни тўплай олмайди. Тупроқларнинг ҳаво режимини яхшилаш экинларни етиштириш маданийини кўтариш, экинларни тўғри алмаштириб экиш, тупроққа тўғри ишлов бериш ва муентазам суғориш ишлари муҳим аҳамиятга эга.

**Сув.** Тупроқдаги сув ва унда ўтадиган барча жараёнларнинг таъсири туфайли ўсимликларда органик моддаларнинг ҳосил бўлишига ва парчаланишига ёрдам беради. Тупроқнинг сув режими ўсимлик озуқа моддаларидан фойдаланишга, тупроқ таркибининг ҳосил бўлишига, тупроқнинг ҳаво режимига ва бошқа жараёнларга ҳам таъсир қиласи. Ўсимликлар сувни кўп миқдорда истеъмол қиласи. Турли ўсимликларнинг ўсиши учун қуидаги миқдорда сув керак бўлади (дон массасига фоиз ҳисобида): буғдой — 45,5; қанд лавлаги — 120,3; жавдар — 57,7; зифир — 100,0; арпа — 48,5; тувал — 43,9; сули — 59,8; беда — 6,3; тарик — 25,0; нўхат — 106,8; маккажўхори — 44,0, мош — 142,9. Ҳар бир экиннинг сув сарфи кейинги давларга қараб, уруғларни экишдан бошлаб ўсади. Сувдан фойдаланиш фақат ўримийғим даврига қараб камаяди. Бунинг асосий сабаби шундаки, куз фаслида салқин тушуши ва ўсимликларнинг вегетацияли ўсиши секинлашиши ҳисобланади. Ўсимликларнинг сувдан фойдаланиш миқдори транспирацияли коэффициентини ҳисобга олиш керак.

**Транспирация коэффициенти** — маълум оғирлик миқдорда қурук моддани ҳосил қилиш учун сарфланган намлик миқдоридир. Турли экинларнинг транспирация коэффицентлари билан уни етиштириш ҳам хилма-хилдир (4-жадвал). Транспирация коэффициенти ҳар бир экинни ва навларни ўстираётганда муайян тупроқ ва иқлим шароитда ўстирганда дикқат билан кўриб чиқилиши керак.

## Экинларни транспирацияли коэффициенти ва ҳосилдорлиги

Экинлар	Транспирацияли коэффициенти	Транспирацияли маҳсулдорлиги
буғдой	518	1,93
арпа	529	1,89
жүхори	364	2,79
гуруч	710	1,41
тарик	304	3,33
маккажүхори	381	2,76
картошка	554	1,80
қанд лавлаги	397	2,55
нұхат	788	1,27
беда	651	1,54

Турли хил ўсимликларнинг ўсиш вегетацияли даври ва қайси худдуда ўсишига боғлиқ намликтан фойдаланиш ҳам ҳар хил истеъмол қиласи. Тупроқда атмосферадан келадиган намликтин ютиш ва унинг муҳим миқдорини сақлаш, сув ўтказувчанлиги ва сув сифимиға боғлиқ. Ва бу хусусиятларнинг ўзи тупроқнинг механик таркиби, органик ва кимёвий моддаларнинг таркиби билан чамбарчас боғлиқ. Қоида тариқасида, тупроқ қанча күп ботқоққа, таркибий ва органик моддаларга бой бўлса, намлик унинг пастки қатламларига шунчалик яхши кириб боради ва у узоқ сақланади. Тузилимсиз тупроқдаги намлик кам сўрилади ва иссиқ вақтларда сув буғланиши кучайишидан куриб қолади.

Тупроқларнинг сув режимини, унинг сув ўтказувчанлигини ва сув сифимини яхшилаш бўйича бир қатор чора-тадбирларнинг амалга оширилиши — юқори ҳосил олишнинг қалитидир. Тупроқнинг сув режимини мелиоратив йўл билан тартибга солувчи чора-тадбирларни асосан суғориладиган майдонларда суғоришни тўғри ташкиллаштириш, суғориладиган ариқлар ва дренажларни тўғри уюмлаштириш, ерни суғориш учун текислаш бошқа тадбирлар киради.

Хозирги вақтда мамлакатимизнинг аксарият ерлари экинлар билан экилади, тупроқларнинг сув режимини тартибга солиш бўйича агротехник тадбирларни амалга оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Бундай чоралар қурғоқчиликка бардошли навларни экиш, экинларни тўғри алмашиб экиш тизимини жорий қилиш, тупроқдан фойдаланиш, бегона ўтларни олиб ташлаш, қорларни йиғиб олиш ва далалар атрофидагарахт экиш ва бошқалар киради.

**Озиқ моддалар.** Тирик организмларнинг ҳаётий асоси — бу овқатланишдир. Агар ўсимлик тўғри озиқланадиган бўлса, унда маҳсулот миқдори ортибгина қолмай, сифати ҳам яхшиланади. Яшаш муҳитида ўсимликлар керакли миқдорда ўсиш омилларига эга бўлиб, юқори маҳсулот ишлаб чиқаради. Қишлоқ хўжалиги шароитида сув, ҳаво ва асосан озуқа моддаларининг етишмаслиги мавжуд. Қишлоқ

хұжалиги соқасидаги мутахассисларнинг асосий вазифаси зарур омилларни түрі аниклаш, шунингдек, унинг олдини олиш чораларини күришдір. Үсимликтарни озуқа моддалари билан яхши таъминлаш билан уларнинг намлық сиғими сезиларли даражада камайиши мүмкін, аммо сиз тупроққа күп миқдорда үфит беролмайсиз. Шуни таъкидлаш керакки, үсимликтарнинг үсиши учун барча омиллар етарли миқдорда бўлиши керак.

### **Билимингизни текшириңг:**



1. Ҳавонинг ва ёруғликнинг үсимлик үсишига таъсирини тушунтириңг.
2. Озиқ моддаларнинг үсимлик ривожланишига таъсирини тушунтириңг.



1. Сув ва иссиқликнинг илдиз үсишига күрсатадиган таъсирига мисол келтириңг.
2. Үсимлик ҳаётининг асоси нима?



1. Үсимликтарнинг үсишига омилларнинг таъсирини таҳлил қилинг.
2. Озиқ моддаларнинг фойдали ва заарали томонларини тушунтириңг.



1. Үсимликтарнинг үсишига ёруғликнинг таъсирини тушунтириңг.
2. Үсимлик ҳужайларлари үсишига таъсир қилувчи механизмларни айтиб беринг.



Үсимликтар билан тажрибада, масалан, ловия үсіб чиққанда, "корневин" препаратида қандай үстирувчи моддалар борлигини исботланг.

## **26-§. ҮСТИРИШ МОДДАЛАРНИНГ ҮСИМЛИКЛАРГА ТАЪСИР ҚИЛИШ МЕХАНИЗМИ. АУКСИН ВА ГИББЕРЕЛЛИННИНГ ТАЪСИРИ**

### **Бу дарсда сиз:**

- үсимликтарнинг үсишини стимуляторлы (үстирувчи моддалар) таъсир қилиш механизмларини үрганасиз;
- үстириш моддаларнинг таъсирини үрганасиз;
- ауксинларнинг үсимликтарга таъсир қилиш механизмини үрганасиз.

### **Сиз биласызми:**

- Үстириш моддаларнинг үсимликтарга таъсир қилиш механизми;
- Үсимликтарнинг үсишини тартиба солиши тамойиллари;
- Ауксин ва гиббереллиннинг үсимликтарга таъсир қилиш механизми мисоллари.

### **Таянч иборалар:**

үсиш, ривожланиш, гормон, ауксин, гиббереллин,

**Үстириш моддаларининг үсимликтарга таъсир қилиш механизми.** Ҳайвонларда кимёвий мувофиқлаштириш гормонлар ёрдамида амалга оширилади, яъни бир жойда синтезланадиган ва хатто кам миқдорда

бұлса ҳам бошқа жойларда концентрациялайдиган органик моддалар ёрдамида амалға оширилади. Үсимликларда физиологик жараёнлар синтез қилинган жойдан бирон бир жойга күчирилиши шарт бўлмаган моддалар билан мувофиқлаштирилади ва шунинг учун уларни ҳар доим *гормонлар* деб аташ мумкин эмас. Ушбу вазиятни ва уларнинг одатда бирон-бир тарзда ёки үсишга таъсир қилишини ҳисобга олиб, улар одатда *ўстириш моддалари* деб аталади. Бундан ташқари, аллақачон очилган ўстириш моддаларнинг таъсир қилувчи ўзига хос механизми аник эмаслигини ва ҳайвонларнинг гормонларини яхшироқ ўрганилганлиги билан чалғитиши мумкинлигини таъкидлаш мухимdir. Ўстириш моддалари ўсимликларнинг үсиши учун зарур эканлиги шубҳасиз, аммо уларнинг таъсири үсиш ўзгаришларининг "тетиклаши" ёки бошқа ҳодисалар сабаб бўлган "интеграция" жараёнларидан иборат эканлиги номаълум бўлиб қолмоқда. Үсиш жараёни уч босқичдан иборат — ҳужайраларнинг бўлиншии, уларнинг кенгайиши ва дифференциациясидан (ихтисослашуви) тузилган ва бу босқичлар ўсимликнинг турли қисмларида турлича давом этади. Ўстириш моддалари ўсимлик организмига турли таъсир қиладиган ва турли хил моддаларнинг тарқалишига таъсир қилади. Ўстириш моддаларининг бешта асосий синфи мавжуд: *ауксинлар, гиббереллинлар, цитокинилар, абсиз кислота ва этилен* (этен). Умуман цитокинилар ҳужайра бўлиншии, ауксинлар ва гиббереллинлар билан — ҳужайралар ҳажмининг кўпайиши ва уларнинг фарқланиши, абсиз кислотаси — дам олиш босқичлари билан (масалан, ён куртакларда) ва этилен — қариш билан бўлади.

**Ауксин ва гиббереллиннинг таъсири.** Ауксинлар поянинг үсиши нуқтасида ва ёш баргларда доимий равища ҳосил бўлади. Ауксинларнинг юқоридан ҳаракатланишини *базипеталли* (ўсиш нуқтасидан қуи органлар томон) ва қутбли (бир томонга юрадиган) деб аташга бўлади. Кўринишидан, улар диффузия йўли билан ҳужайрадан ҳужайрага кўчиб ўтишади ва ниҳоят ферментлар томонидан йўқ қилинади. Узок масофали ташиш ўтказувчан тизим орқали (асосан флоэма бўйлаб) амалға оширилади ва куртаклардан илдизларга йўналтирилади. Эҳтимол, ауксинлар деярли илдизларда шаклланмайди. Ауксиннинг турли хил концентрацияси куртакларнинг үсишига таъсирини тажрибалар асосида баҳоласа бўлади.

**Гиббереллинлар** ўсимликни ўстирувчи гормонларининг иккинчи грухини ташкил қилади. Гиббереллинлар кўплаб биологик синовлар ва физиологик жараёнларга ўхшаш таъсир кўрсатса ҳам, физиологик таъсирида ауксинлардан фарқ қилади. Гиббереллинлар ауксинлар сингари, ҳужайраларнинг чўзишишини ҳам бўлиншишини стимуляциялайди, гарчи гиббереллинлар таъсирини ўрганишнинг дастлабки босқичларида иккинчи реакция эҳтимоли шубҳа келтирган. Аммо, гиббереллин меристемаларини даволашда биринчи кузатилган таъсир

хұжайра бўлинишини стимуляциялаш деб аникланди. Ауксиндан фарқли ўлароқ, дифференцияси тугаган ўсимлик тўқималарига гиббереллин таъсир қилмайди. Фақат дифференцияси тугамаган меристематик зоналар, кенгайиш зоналари ва фарқлаш тугалланмаган ўсимликларнинг қисмларига таъсир қилади. Гиббереллинлар тўқималарнинг дифференциясига таъсир қилмайди, аксинча илгари мавжуд бўлган хужайралар ўсиши тезлашади, шаклнинг ўзгариши дифференциал ўсиши билан ажралиб туради.

Шунга кўра Финни ва Вест янги органларнинг пайдо бўлиши, гиббереллин туфайли ўсишни умумий стимуляция натижасида пайдо бўлди деб ҳисоблашган.

Гиббереллинларга боғлиқ ўсимлик пояларининг ўсиш стимуляцияга хос бўлиб ҳисобланади. Одатда, гиббереллин ўсимликлардаги бўғиморалиқ чўзилиши ва кўпинча уларнинг сонини кўпайиши туфайли амалга ошади. Бу хусусият ҳатто баъзи муаллифлар учун гиббереллинларни “ўсиш гормонлари” деб аташ учун асос бўлиб хизмат қилди. Ушбу гормон митти мутантларнинг ўсишини олиб ташлаш учун ишлатилганида ва гиббереллинларнинг кўпчилик учун энг аниқ ва ҳарактерли биотестдан фойдаланиш орқали митти ўсимликларни йўқ қилиши ушбу номга асос бўлганлигидан далолатdir. Бу ҳолатларни ўрганиш учун, одатда нўхат ва маккажўхори мутантларидан фойдаланилади, бунда миттинизм фақат битта ген билан (single gene mutants) аникланади ва гиббереллинга хос дозалар билан тўлиқ йўқ қилинади. Бу нўхатларда le-мутанти ва маккажўхорида  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $d_5$  ва ап-мутантлари.

Гиббереллинларнинг иккинчи ўзига хос хусусияти шундаки, улар ўсимликларнинг таркибий қисмларга эмас, балки бутун ўсимликларга қўлланилганда самаралироқ бўлади, ҳолбуки изоляция қилинган қисмлар ва органлар ауксинларга яхши таъсир қилади. Ўсимликдаги ауксин ҳаракатининг базипетал йўналиши ушбу гормонлар синfiga хос хусусиятлардан бири ҳисобланади. Гиббереллинлар К. З. Гамбургнинг холосасига кўра, адабий маълумотларнинг таҳлили асосида янада тезроқ ҳаракатланмоқда. Унинг фикрича, апикалли доминантлик бўйича уларнинг ҳаракатларининг ўзига хослигини белгилайди.

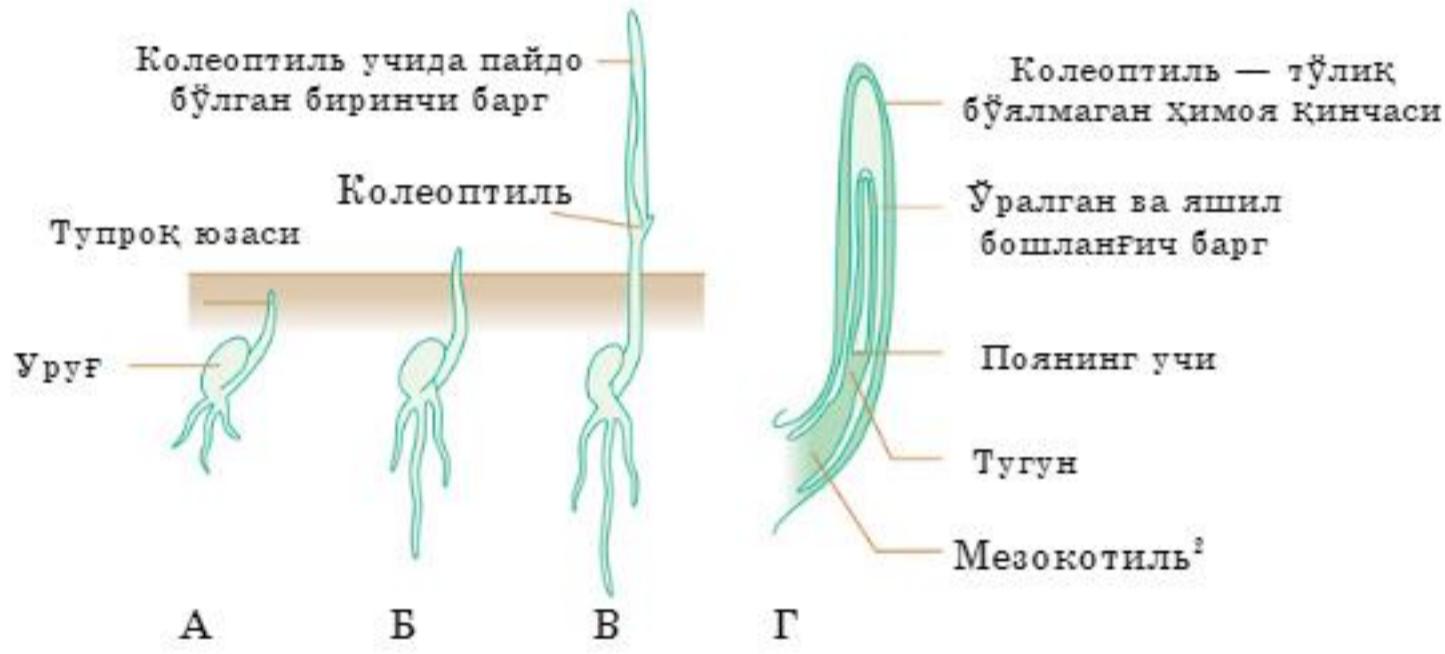
Поя ўсишига таъсир қилиш самарадорлиги билан бошқа физиологик жараёнларга таъсири гиббереллин турига ва унинг концентрациясига боғлиқ. Концентрация қанча юқори бўлса, ўсиши ва таъсири шунчалик кучли бўлади. Жуда юқори концентрацияларда гиббереллинларнинг самарадорлиги пасаяди ёки улар манфий таъсир кўрсатади.



Гиббереллинларнинг физиологик таъсириининг барча жиҳатлари Финни билан Вест ва С.З. Гамбурглар томонидан батафсил муҳокама келтирилган ва бизнинг вазифамизга киритилмаган. Ауксинлар сингари, гиббереллинлар турли хил физиологик таъсири хусусан, ўсишга эга, бу таъсир ўсимлик тўқималарнинг турига ва ҳолатига, шунингдек бошқа синфларнинг эндоген регуляторларининг таъсири эканлигини таъкидлаш мумкин. Физиологик ролини интенсив ўрганиш уларнинг кимёси яратилишидан анча олдин бошланган. Гиббереллинларни дастлаб тоза шаклда атиги 15 йил ўтиб кейин

ажратиб олинган, 1950 йиллардан бошлаб уларнинг физиологик ва биокимёвий таъсирларини чуқур ўрганиш бошланди. Гуруч пояларининг ғайритабиий кучли узайишига олиб келган номукаммал паразит қўзиқоринларнинг маданий муҳитидан ажратиб олинган модда, унинг муаллифлари томонидан ҳақиқий ўсиш гормони деб ҳисобланмаган. Гибереллинлар гормонлар деб номланиш ҳуқуқини юксак ўсимликларнинг тўқималарида уларнинг кентарқалиши исботланганидан кейингина қўлга киритдилар.

Ауксинлар Чарлз Дарвин ва унинг ўғли Френсис тажрибаларида бошланган фототропизмни ўрганиш натижасида кашф қилинди. Жуда қулай сули кўчатларнинг колеоптилларини<sup>1</sup> олиб, улар ўсимликларнинг ёруғликка қарши қараб ўсуви пояларнинг юқори қисмидан орқада жойлашган ўсиш зонасига “таъсир” ўтишига боғлиқ эканлигини кўрсатди (42-расм). Ушбу тажрибаларнинг бир қисми 43-расмда келтирилган, унда ҳар бир схема битта эмас, балки кўплаб тажрибаларнинг натижаларини акс эттиради.



42-расм. Оддий донли экинларнинг униб чиқиши.

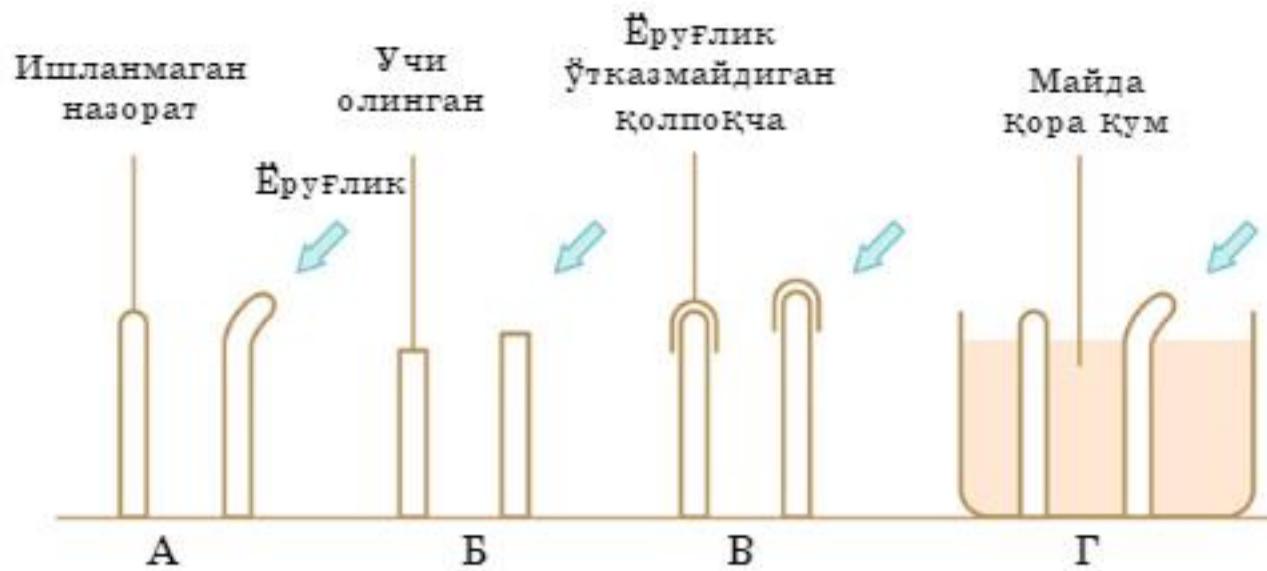
А, Б ва В—униб чиқишнинг алоҳида босқичлари; Г — колеоптильнинг босқичидаги кесими

Агар жавоб қўйидаги схема билан ифодаланган бўлса: стимул → рецептор → сигнални узатиш → эффект → реакция, унда биз сигнал узатиш табиати ҳақида энг кам маълумотга эга эканлигимиз аниқ бўлади. 1913 йилда Даниялик фито-физиологи Бойсен-Йенсен бу масалани биринчи марта ўрганган. Унинг бальзи тажрибалари 44-расмда келтирилган.

1928 йилда Даниялик фито-физиологи Вент ниҳоят маълум бирмаҳсус кимёвий узатувчи мавжудлигини исботлади. Вент бу моддани юқоридан қўйи томонга тарқалганда ушлаш ва тўплаш, кейин эса

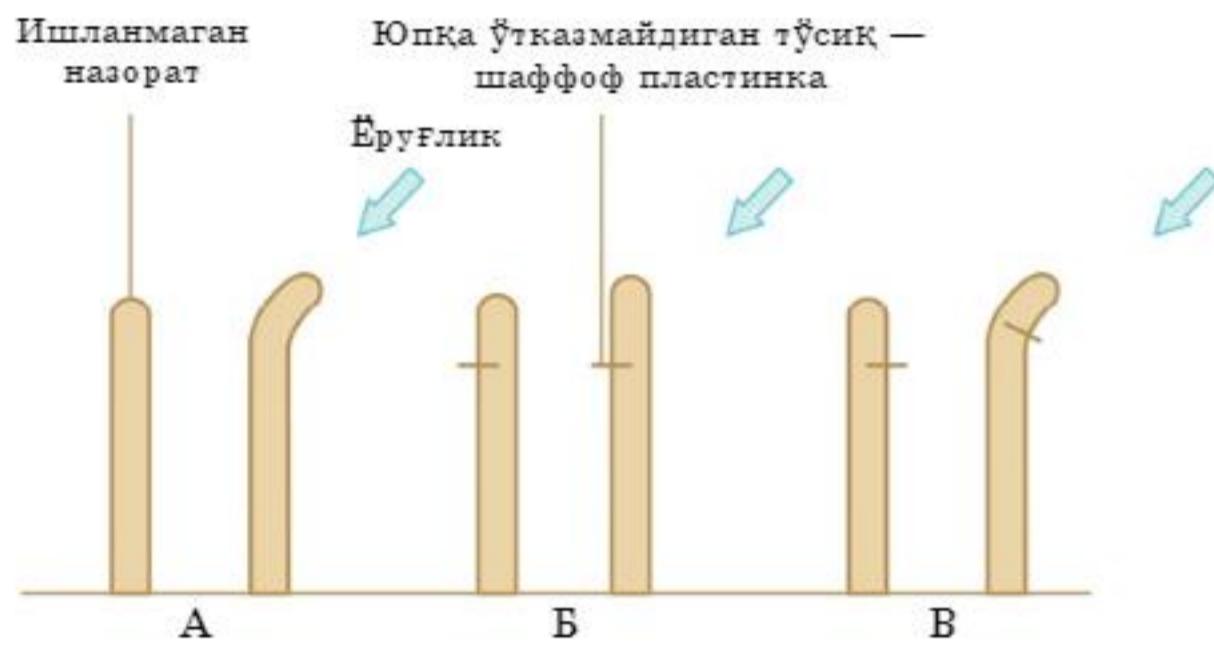
<sup>1</sup> Колеоптиль — уруғлардан кейинги биринчи япроқ. Рангиз, яшил ёки пушти қалпоқча ўсиш жараёнида уларни ҳимоя қиласди. Ер юзига чиққандан кейин ёрилади ва биринчи яшил япроқ билан кейинги япроқлар чиқа бошлайди.

<sup>2</sup> Мезокотиль — дон экинлари уруғининг ишланмаси ва биринчи япроқ асосининг — колеоптиль орасидаги бўлаги.



43-расм. Дарвиннинг сули колеоптилларининг фототропизми бүйича тажрибалар.

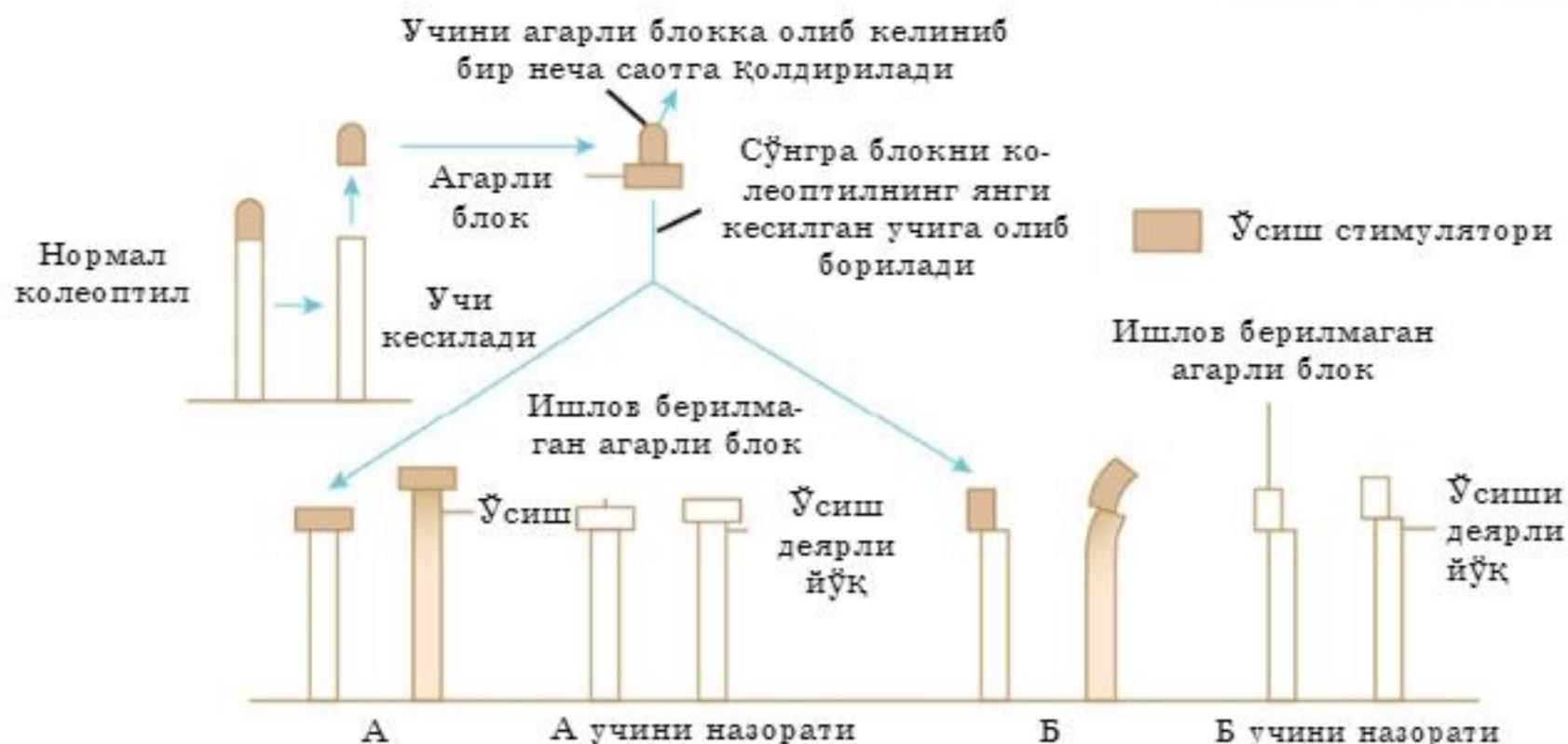
А, Б, В ва Г ҳар хил тажрибалар; чап томонда ҳар хил ҳолатта таъсир күрсатилган, ўнг томонда — унинг натижаси



44-расм. Бойсен-Йенсен сулиниң колеоптилларини фототропизм бүйича тажрибаси.

А, Б ва В ҳар хил тажрибалар; чан томонда ҳар бир ҳолаттинг намоишлари күрсатилган, ўнг томонда — унинг натижаси

ҳар хил синовларда ўз самарадорлигини намойиш этишни ўз олдига мақсад қилиб қўйган. Унинг таъкидлашича, майда диффузия қилувчи молекула агарли гель блокига эркин кириб борса, бунда молекулалар орасида катта бўшлиқлар қолади. Вентанинг баъзи тажрибалари 45-расмда келтирилган. 46-расмда Вентанинг алоҳида эътиборга лойик бўлган яна бир тажрибаси күрсатилган. Текшириш тажрибаларида А ва Б иккита агарли гель блокларига жойлаштирилган оптик устуннинг учи бир хил ёритиш остида ёки қоронғида инкубация қилинади, сўнгра агарли гель блоклар учи олиб ташланиб, колеоптилга ўтказилди; А ва Б блоклари билан индукцияланувчи эгилиши тахминан бир хил бўлади. Колеоптилнинг юқорги қисмининг бир томонлама ёритилиши фаол модданинг А ва Б блоклари ўртасида нотекис тақсимланишига олиб келди, бу нафақат Бойсен-Йенсеннинг ёруғликнинг фаол модданинг тарқалишига таъсири тўғрисидаги холосаларини тасдиқлайди, балки ушбу модданинг миқдорини биологик усул билан (“биотестнинг” ёрдами билан) аниқлаш мумкинлигини кўрсатади. Вент, сули колеоп-



45-расм. Вентнинг тажрибалари.

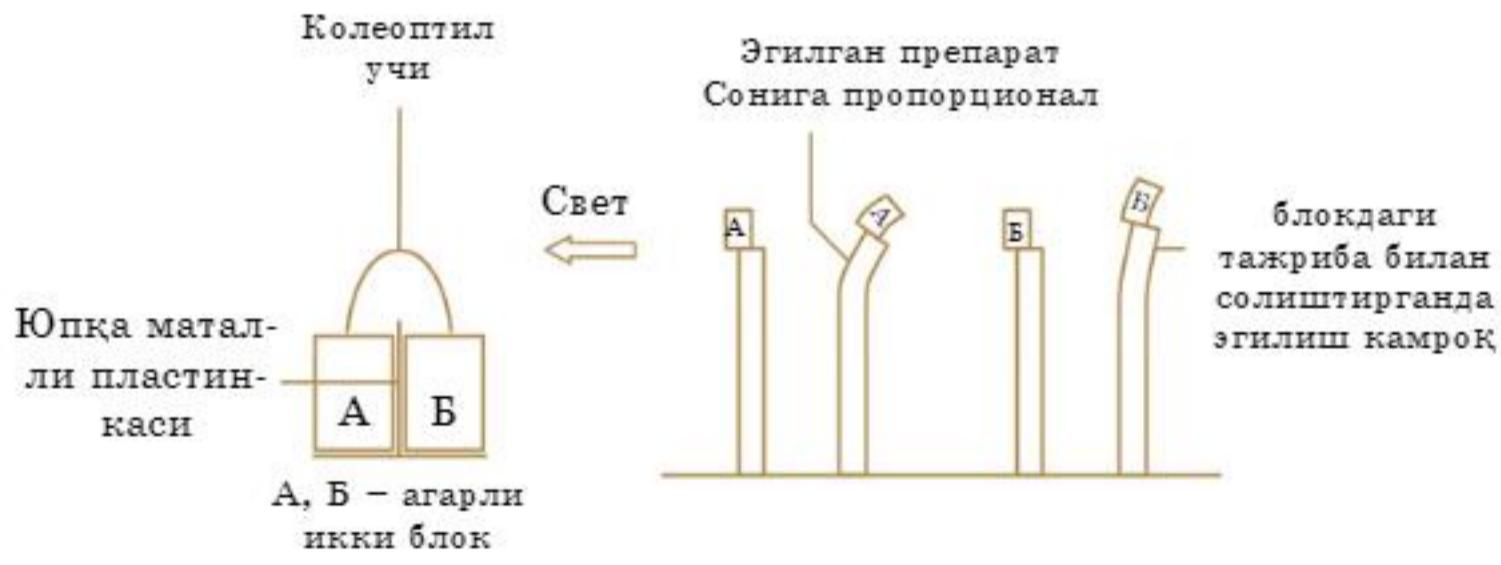
**A ва B** — ҳар хил тажрибалар; чап томонда ҳар хил ҳолатдаги таъсирлар кўрсатилган, ўнг томонда натижаси. Ёнида назорат тажрибалари кўрсатилган.

Барча тажрибалар коронғида ёки доимий ёруғликда олиб борилган

тилларининг эгилган қиймати фаол модданинг концентрациясига (нормал физиологик қийматлари чегарасида) тўғридан-тўғри мутаносиб эканлигини аниқлади.

Кейинчалик, бу моддалар *ауксин* деб номланган (юнонча бу модда *aixein* — “катталаштириш”). 1934 йилда бу модда индолелипсирка кислота (ИСК) бўлиб индентификацияланди. Тез орада ИСК ўсимликда кенг тарқалганлиги ва ҳужайра ҳажмининг кўпайиши у билан чамбарчас боғлиқлиги маълум бўлди. 47-расмда замонавий тушунчаларга кўра, ИСК бир томонлама колеоптилларнинг ёритилиши билан қандай ҳаракатланиши кўрсатилган.

Аммо, шуни таъкидлаш керакки, колеоптил ҳозирги кунгача ўрганилган тизимларнинг ичидаги энг оддийи, бошқа тизимлар эҳтимол анча мураккабдир. Шунингдек ауксин градиенти жавоб реакция бўлмай, ҳавфли босқич пайтида пайдо бўлиши ҳақида ҳеч қандай маълумот йўқ.



46-расм. Вентнинг бир томонлама ёруғликнинг кимёвий омилнинг (ауксиннинг) тарқатиш таъсирини кўрсатувчи тажриба



**47-расем.** Ауксиннинг колеоптил тарқалиши бир томонидан ёруғликтин таъсири тушунтирувчи гипотеза



Организм ва ҳужайра даражасида ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишини тартибга солишининг гормонал механизмларини ўрганишга бағишенген Республикализнинг академиги Рахимбаев И.Р. томонидан қызықарлы ишлар олиб борилди. У ўсимлик онтогенезида фитогормонлар, ауксинлар ва гиббереллинларнинг динамик топографияси түррисидаги назарий ғояни олдинга сурди ва тажриба юзасидан исботлади.

Ушбу янги илмий ғоя дунё миқёсида тан олинган ва хорижий дарсликларга киритилган.

### Билимингизни текшириңг:



1. Ўсиш моддаси тушунчасига таъриф беринг ва тавсифланг.
2. Ўсиш жараёнининг уч босқичини айтиб беринг.



1. Ауксиннинг ўсимлика таъсирини тушунтириңг.
2. Ауксин ва гиббереллиннинг ўсимлик организмидаги таъсири орасидаги боғланишни анықланг.



Ўсимлик организмидаги стимуловчи ауксин, гиббереллин, цитокинин фитогормонлар (ўсимлик гормонлари) ролини чизма турда тушунтириңг.



Агар помидор уруғлари фитогормонлар билан сувга жойлаштирилса нима бўлишини муҳокама қилинг.



Юқори ўсимликларда ҳосил бўладиган гиббереллинларнинг эволюцион аҳамиятини тушунтириңг ва баҳоланг.

### № 7- лаборатория иши

#### Ауксиннинг илдиз ўсишида таъсир этиши

Бу усул ҳар хил концентрацияли ауксин (гетероауксин) эритмаларида уруғнинг ўсишига ва илдизларнинг узунлигини ҳисоблашга қаратилган

*Ишнинг мақсади.* Ауксиннинг илдиз ўсишига таъсирини ўрганиш.

*Иш тартиби.* Бешта "Петри" нинг идишларига фильтр қотози билан қопланади, 9 мл сув ёки 0,01; 0,001; 0.0001% ва 0.00001% ауксиннинг эритмаси билан намланади (гетероауксин).

Күрсатилған концентрацияни олиш учун 1 мл бошланғич 0,01% ауксин (гетероауксин) әритмасини 10 мл үлчамли цилиндрга қуылади ва сув билан тұлдирилади, яхшилаб аралаштирилади; сүнgra 9 мл Петри идишига қуылади, қолгани 1 мл яна чизигінча сув құшилади ва шу ҳолат тақрорланади.

Намланған фильтр қоғозига маккажұхори билан буғдойнинг 5 донадан уруғи солинади, Петри идиши қопқоқ билан ёпилади ва 20—25° С ҳароратда қоронғи жойда жойлаштирилади.

Кейинги дарсда (бир ҳафтадан сүнг) илдизларнинг узунлиги үлчанади ва гетероауксин концентрациясыга қараб илдиз үсишини кечикириш ва стимуллаш түркисида холоса чиқарилади. Үлчов натижалари формада қайд этилади (1-жадвал).

1-жадвал

### **Ауксиннинг (гетероауксин) илдизнинг үсишига таъсири**

Вариант	Илдизнинг умумий узунлиғи, см	Бир үсимликдаги илдизнинг үртата узунлиғи, см	%, назоратдағи илдизнинг узунлиғи
Кувур суви (назорат) Ауксиннинг (гетероауксин) әритмаси, %: 0,01 0,001 0,0001 0,00001			

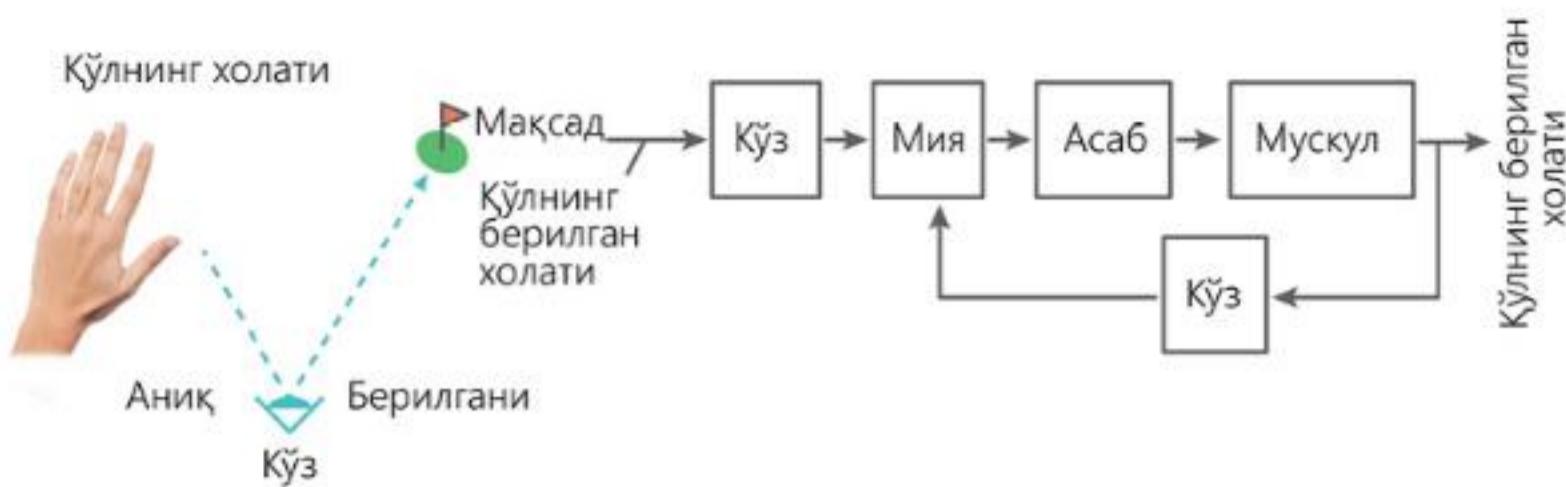
**Холоса:** гетероауксиннинг илдизга күрсатилған таъсири назорат қилиш, кувур суви ва гетероауксиннинг күрсатған таъсирини солишишириб, холоса чиқариш, қайси концентрацияда юқори күрсатқични күрсатганини аниклаш



### **БОБ БҮЙИЧА ЯКУНИЙ САВОЛ ВА ТОПШИРИҚЛАР**

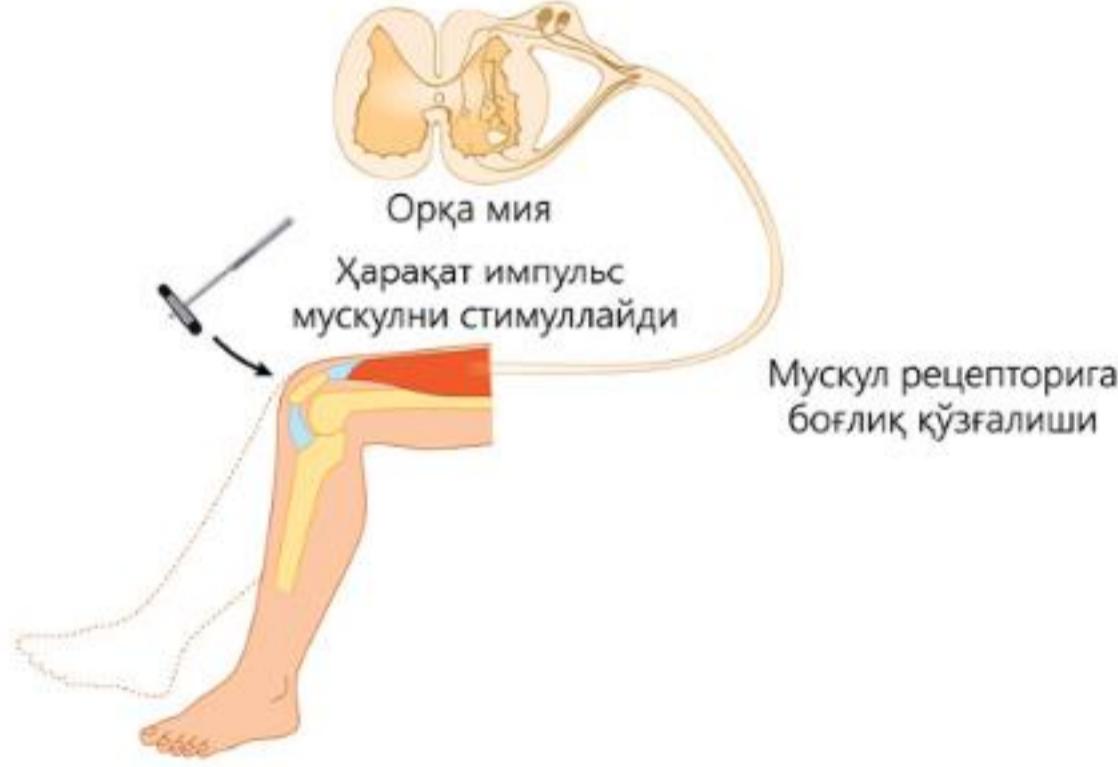
- Жониворлар организмларидаги тартибга солиш тизимини тавсифланг.
- Нима учун тирик организмларни очиқ тизим деб қараш мүмкінлегини асосланг.
- Ижобий ва салбий қайтар боғланишларни солишишириб, мисоллар көлтиリング.
- Гомеостаз нима?
- Тирик тизимнинг гомеостазли бошқариш чизмасини чизинг.
- Ички мұхитнинг барқарорлығини тартибга солишининг умумий чизмасини чизиб күрсатинг.
- Тескари боғланиш принциплерини тушунтириңг.
- Жониворлардаги тана ҳароратини тартибга солиш принциплерини тавсифланг.
- Жониворлар қонидаги газлар даражасини қандай тартибга солинишини айтинг.
- Гармонларга таъриф беріб, уларға мисол көлтириңг.
- Гармоник сигнални ұжайралараро рецепторлар орқали берилиш йүлинини тушунтириңг.
- Үсимликлардаги үстирувчи моддаларни тавсифланг. Улар қандай очилади?
- Үсимликлардаги ауксинлар ва гибереллинларнинг ролини айтинг.
- Гибереллинларнинг үсимликларга таъсир этиш механизмларини таърифланг.
- Ауксинларнинг үсимлик илдизларининг үсишига таъсирини исботлайдиган тажрибелар ҳақида маълумот беринг.

16. Расмдан фойдаланиб, мослштириш жадвалини түлдириңг.



Тизимни тартибга солувчи элемент	Тегишли аъзо	Харакати ёки вазифаси
стимул	күз	Күлни ҳаракатлантириш учун мақадни қабул қилиш
кириш		
регулятор		
модулятор		
чиқиш		

19. Тизза рефлексининг чизмасини таҳлил қилиб, модуляторни анықланг.



20. Биринчи устундаги уланишларни уларнинг хусусиятларига мувофиқ иккинчи ва учинчи устунга жойлаштириңг.

Кимёвий уланишлар	Бирламчи ташувчилар	Иккиламчи ташувчилар
$\text{Ca}^{2+}$ , гормонлар, циклич АМФ (цАМФ), цитокинлар, үсиш омили, NO (азот II оксиди), нейтротрансмитлар, диацилглицерол (ДАГ), Инозитолтрифосфат (ИФ3)		

## 5

## КҮПАЙИШ

## 27-§. ГАМЕТОГЕНЕЗ. ОДАМ ГАМЕТОГЕНЕЗИННИГ БОСҚИЧЛАРИ

## Бу дарсда сиз:

- Одамларда гаметогенезнинг ривожланиш моделини таҳлил қилишни ўрганасиз;
- Сперматогенезнинг хусусиятлари билан танишиш;
- Оogenез босқичларини ўрганиш.

## Сиз биласизми:

- Одамда жинсий ҳужайралари қандай ҳосил бўлади;
- Сперматогенез босқичлари;
- Оogenез босқичлари.

## Таянч иборалар:

гаметогенез, сперматогенез, соматик ҳужайра, оogenез, мейоз, эмбрион, спермотид

Гаметогенез — жинсий ҳужайраларнинг ҳосил бўлиш жараёни. Жинсий ҳужайраларнинг барчasi *гаметалар* деб аталади. Жинсий ҳужайра гаплоидли хромосомалар тўпламидан иборат. Оналик тухум ҳужайраларнинг гаметалари — оogenез, оталик жинсий ҳужайралари — сперматогенез деб аталади. Гаметаларнинг шаклланишида иштирок этмайдиган барча ҳужайралар *соматик ҳужайралар* деб аталади. Гаметогенез — бу янги организмни вужудга келтирадиган юқори ихтисослашган ҳужайраларнинг босқичма-босқич шаклланишини англатувчи кенг атама.

Барча умуртқали ҳайвонларнинг эмбрионлари ривожланишининг дастлабки босқичида баъзи ҳужайралар келажакдаги гаметларнинг бошланғич сифатида ажралиб чиқади. Бундай дастлаб жинсий ҳужайралари ривожланаётган гонадаларга (урғочида тухумдонлар, эркакларда уруғдонлар) кўчиб ўтади, уларда митознинг кўпайиш давридан кейин мейозга учрайди ва етилган гаметаларга ажралиб чиқади. Кейин жуфтлашганда, тухум ҳужайра ва сперматозоид бирлашгандан сўнг эмбрионнинг ривожланиш жараёни бошланади.

Сутэмизувчиларда эмбрионининг айrim ҳужайралари нима учун жинсий ҳужайраларига айланиши ҳозирча номаълум, аммо ҳеч бўлмагандан организмда битта тухум цитоплазмасининг баъзи бир компоненти (ёки компонентлари) аниқловчи омил сифатида мавжудлиги маълум:

дрозофилада — бу цитоплазманинг маълум бир қисми — тухумнинг орқа қутбидан жойлашган плазма бўлиб — РНКга бой бўлган майдадан гранулалардан тузилган (қутбли гранулалар). Тухумнинг бу қисмида ҳосил бўлган ва қутбли гранулаларни ўз ичига олган ҳужайралар бирламчи жинсий ҳужайраларига айланади ва охир-оқибат уларда гаметалар пайдо бўлган гонадларга кўчиб ўтади.

Агар қутбли плазма тухумнинг олдинги қутбига кирса, унда соматик бўлиши керак бўлган ҳужайралар жинсий ҳужайраларга айланади.

Гаметогенез одатда тўрт босқичга бўлинади:

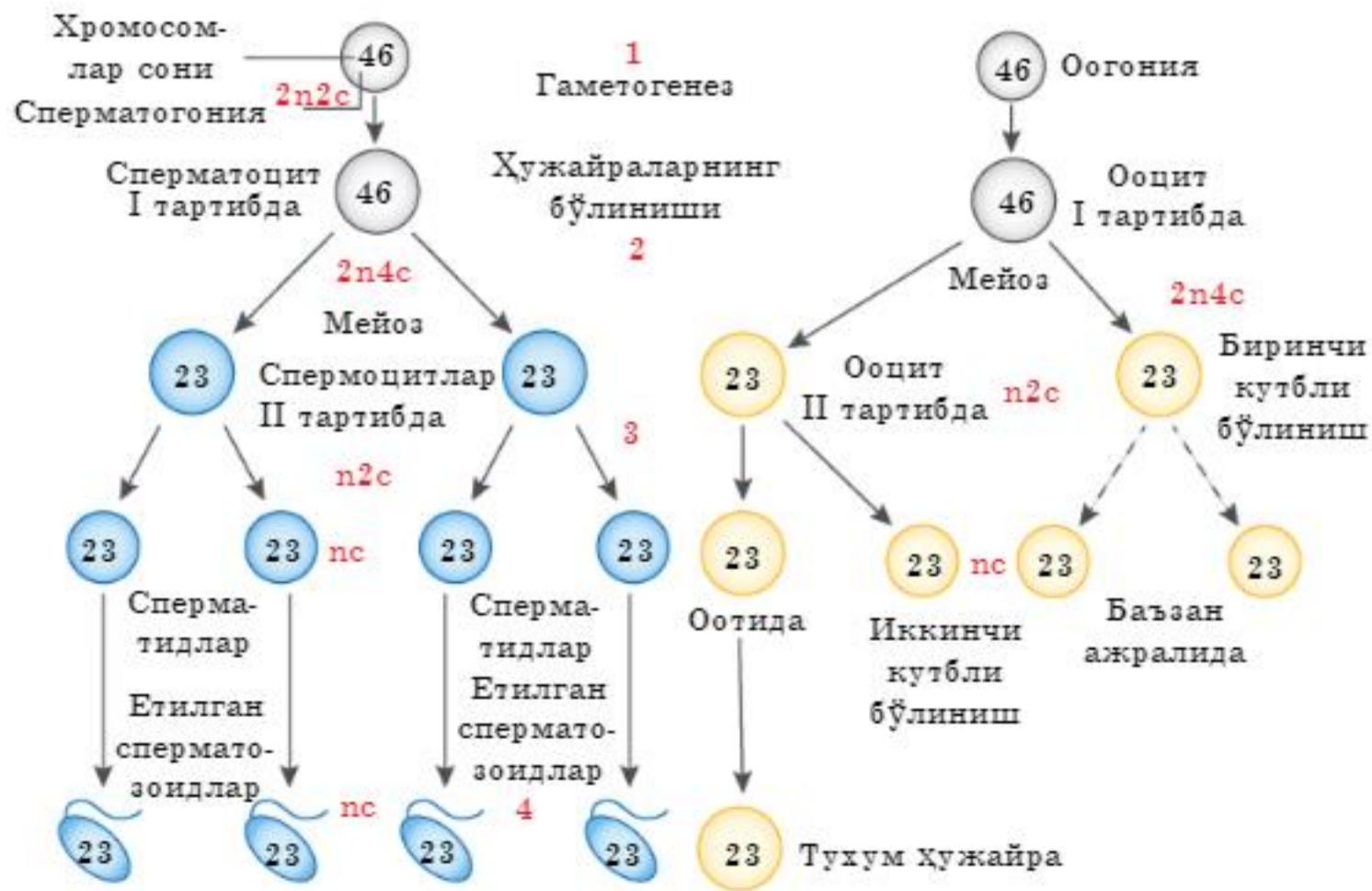
1) бирламчи жинсий ҳужайралари шаклланиши ва уларнинг гонадларга кўчиши;

2) гонадалардаги жинсий ҳужайраларини митоз орқали кўпайтириш (оогенез);

3) мейоз натижасида ҳар бир ҳужайрадаги хромосомалар сонини икки баравар камайтириш;

4) гаметаларнинг дифференцировкаси ва якуний етилиши, уларни уруғлантирувчи ёки уруғланиш қобилиятига эга бўлган сперматозоид ва тухум ҳужайрага айлантириш (48-расм).

Эмбрион гонадалари дастлаб уларни пайдо бўлган бирламчи жинсий ҳужайраларини нисбатан кам миқдорда ўз ичига олади. Лекин, гонадаларда тушган жинсий ҳужайралари кучли бўлинишни бошлайди ва уларнинг сони кескин кўпаяди. Ҳужайралар митоз тарзда бўлинади. Митоз жараёни иккита қиз ҳужайраларга ирсий маълумотни ўз ичига олган хромосомаларнинг айнан бир хил тўпламларини ўтказилишини таъминлайди. Митоз тарзда бўлинадиган оналик жинсий ҳужайралари —



48-расм. Гаметогенез — жинсий ҳужайраларнинг бўлиниши

оогония деб аталади, оталикка тегишлиси эса — сперматогония. Оталик ва оналик гонадалардаги жинсий ҳужайраларининг митоз фаоллиги жуда катта фарқ қиласы.

#### *Инсоннинг гаметогенез босқичлари:*

1. *Күпайиш даври.* Гаметаларни қосил қилувчи диплоидли ҳужайралар сперматогониялар ва оогониялар деб аталади.

Улар  $2n2c$  бўлган диплоидли хромосомалар тўпламини олиб юрадилар. Бу босқичлари бирламчи жинсий ҳужайралари митоз орқали бир неча бор бўлинади, натижада уларнинг сони сезиларли даражада ошади. Сперматогониялар оталик организмида репродуктив даврида кўпаяди.

Овогониянинг тарқалиши асосан эмбрион даврида рўй беради. Одамда бўлган оналик организмининг тухумдонларида овогониянинг кўпайиш жараёни ҳомила ривожланишининг 2—5 ойлари орасида энг интенсив тарзда содир бўлади. 7 ойнинг охирига келиб, овоцитларнинг аксарияти мейоз I профазасига ўтади.

Агар битта гаплоид тўпламда хромосомалар сони п билан белгиланган бўлса ва ДНК миқдори с билан белгиланадиган бўлса, у ҳолда тарқалиш босқичидаги ҳужайраларнинг генетик формуласи митознинг синтез давригача (ДНК кўпайиши содир бўлганда)  $2n2c$  бўлади, ундан кейин  $2n4c$  га тўғри келади.

2. *Ўсиш даври.* Ҳужайраларнинг ҳажми катталашади ва оталик билан оналик жинсий ҳужайралари I тартибдаги сперматоцитлар ва овоцитларга айланади (иккинчиси, айниқса, сарифи ва оқсил гранулалари шаклида озуқа тўпланиши туфайли катта ҳажмларга етади). Ушбу даврда I мейознинг интерфазасига тўғри келади. ДНК молекулаларининг репликацияси хромосомаларнинг ўзгармас сони — ушбу даврнинг муҳим воқеаси ҳисобланади. Улар икки ипчали структурали тузилишга эга бўлишади: бунда I тартибдаги сперматоцитлар ва овоцитларнинг генетик формуласи  $2n4c$  ҳолатида бўлади. Бундай ҳужайраларнинг таркибига икки ҳиссаланган таркибида ДНК бўлган жуфт хромосомалар тўпламидан тузилганини кўрсатади.

3. *Етилиш даври.* Икки кетма-кет бўлиниш содир бўлади — редукцияли (мейознинг I бўлинишида хромосомалар сони икки ҳисса камаяди ёки редукция — икки ҳисса камайиш) ва эквацион (мейоз II бўлиниши жинсий ҳужайраларнинг пайдо бўлиши билан якунланади). Улар биргаликда мейоз ташкил қиласы. Биринчи бўлинишдан кейин (I мейоз) II тартибдаги сперматоцитлар ва овоцитлар (генетик формуласи  $n2c$  билан) пайдо бўлади, иккинчи бўлинишдан кейин (II мейоз) — сперматидлар билан етилган тухум ҳужайралари ( $nc$ ) қосил бўлади. Оналик жинсий ҳужайраларида тухум сариқнинг максимал миқдорини сақлайди. Шундай қилиб, етилиш даври натижасида I тартибдаги битта сперматоцит ( $2n4c$  формуласи билан) тўртта сперматозоид ( $nc$  формуласи билан), I тартибдаги битта овоцитни ( $2n4c$  формуласи билан)

түлиқ етилган тухум ҳужайрасини (пс формуласи билан) ва күпайиша иштирок этмайдиган учта редукцияли танасини ҳосил қиласы.

*4. Шаклланиш даври ёки спермиогенез* (факат сперматогенезда). Ушбу жараён натижасыда ҳар бир етилмаган сперматид үзига хос бўлган барча тузилмаларни эгаллаб, етилган сперматозоидга (пс формуласи билан) айланади. Хромосомаларнинг сперализация ҳолатида ўтади, натижада сперматид ядролари зичлашиб, функционал равишда ҳаракатсиз бўлади. Голжи комплекси ядро қутбларидан бирига ўтиб, акросомали аппарат ҳосил қиласы. Ядронинг бошқа қутбига центриолалар силжаяди ва улардан бири хивчинларнинг шаклланишида иштирок этади Хивчин атрофида битта митохондрия спирал тарзда буралади. Сперматидни цитоплазма қавати тухум ҳужайрадан сиқиб чиқарилади, шунинг учун сперматозоиднинг бош қисми деярли цитоплазмани ўз ичига олмайди.

### Билимингизни текширинг:



1. Гаметогенезнинг асосий босқичларини айтиб беринг.
2. Одамнинг гаметогенез босқичининг хусусиятларини тушунтиринг.
3. Гаметогенез нима?
4. Сперматогония нима?
5. Гаметогенез босқичларини тушунтиринг.
6. Гаплоидлардага бўлинеш қайси босқичда содир бўлади.



1. Мейоз даврида етилган фазасининг аҳамиятини тушунтиринг.
2. Оталик ва оналик мейознинг давомийлигига мисоллар келтиринг.



1. Гаметогенезни тартибга солувчи механизмни таҳлил қилинг.
2. Мейоз диаграмасини чизинг.



1. Вақтнинг гаметогенезга таъсирини тушунтиринг.
2. Ирсий ахборотларни узатиш механизмини асосланг..



Одамнинг гаметогенези ҳақидаги билимларга асосланиб, ота-она ёшининг болалар саломатлиги учун аҳамияти тўғрисида мунозара қилинг.

## 28-§. СПЕРМАТОГЕНЕЗ ВА ООГЕНЕЗ ЎРТАСИДАГИ ФАРҚЛАР. СПЕРМАТОГЕНЕЗ ВА ООГЕНЕЗНИ ТАҚҚОСЛАШ

### Бу дарсда сиз:

- Сперматогенез ва оогенез ўртасидаги фарқларни тушунтиришни ўрганасиз;
- Сперматогенез ва оогенез босқичлари билан танишасиз;
- Мейоз ва унинг босқичларини ўрганасиз.

### Сиз биласизми:

- Сперматозоид қандай ҳосил бўлади;
- Тухум ҳужайра қандай ўсади;
- Қутбли (йўналтирувчи) жисмлар қандай рол ўйнайди.

**Таянч иборалар:**

сперматогенез, оогенез, эмбрион, мейоз, РНК, күпайиш, Грааф пуфаги

**Сперматогенез** — оталик гаметаларнинг шаклланиши ва етилиш жараёни. Сперматогенезнинг хусусиятлари қуйидагилардан иборат: 1) етилиш босқичида битта ҳужайрадан 4 та бир хил гаплоид ҳужайралар ҳосил бўлади; 2) шаклланиш босқичида бу ҳужайраларнинг ядрои ва цитоплазмаси зичлашади, шу туфайли уларнинг ўлчамлари камаяди.

**Оогенез** — бу оналик тухум ҳужайрасининг ҳосил бўлиши ва етилишидир. Махсус оогенезнинг хусусиятлари қуйидагилардан иборат: 1) етилиш даврида битта ҳужайрадан 4 та тенгсиз гаплоид ҳужайралар ҳосил бўлади: битта катта тухум ҳужайраси ва учта кичик қутбли таначалар; 2) шаклланиш даврида тухум ҳужайранинг ташқи қобиқларнинг бир қисми ҳосил бўлади ва қутб таналари йўқолади.

Сперматозоидлар ва тухум ҳужайралари шаклланишидаги фарқлар уларнинг функциялари билан изоҳланади: сперматозоидлар ҳараланиши ва тухум ҳужайра хромосомалари гаплоид тўпламини киритишини таъминлаши керак, тухум ҳужайра ўзининг ярим генетик материалидан ташқари эмбрионнинг ривожланишини учун зарур бўлган озиқ моддалар заҳирасини ҳам тўплаши керак.

*Оогенез ва сперматогенезни таққослаш* (49-расм). Оогенез сперматогенез билан ўхшашлиги мавжуд, оогенез ҳам бир қатор босқичлардан ўтади: кўпайиш, ўсиш ва етилиш.

Сперматогенез ва оогенез даврида ирсий жараёнларнинг фундаментал ўхшашлигига қарамай, улар орасида сезиларли фарқлар мавжуд.

**Биринчидан**, шаклланиш даврида факат сперматогенезга хос бўлиб, оогенез пайтида бўлмайди;

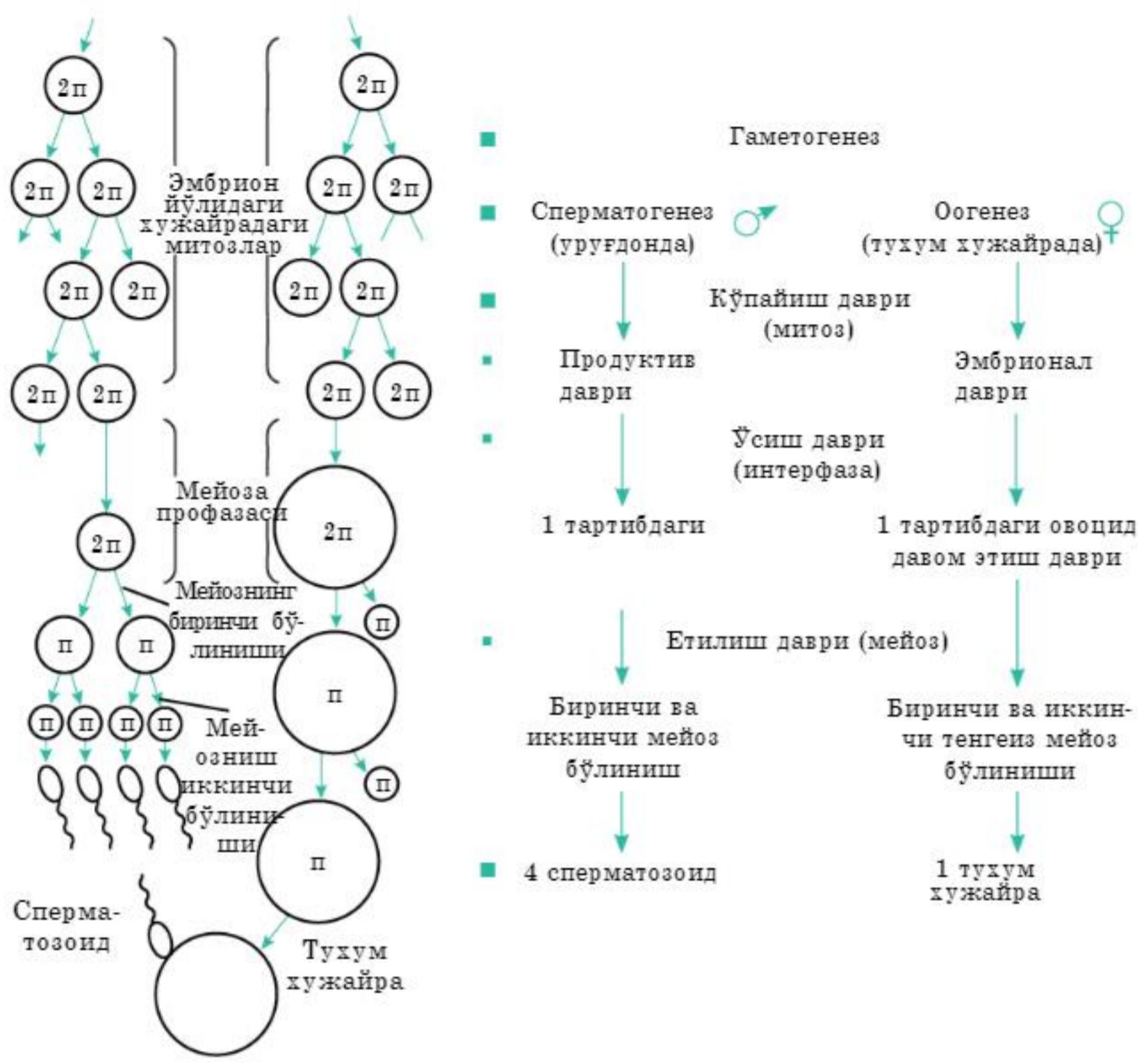
**Иккинчидан**, ўсиш даврида оогенез сперматогенез даврига қараганда узунрок;

**Учинчидан**, оогенезнинг етилиш даврида ўзига хос хусусиятларга эга, бу етилишга эга бўлинишларнинг қутбсиз бўлинишига олиб келадиган етук бўлакларнинг нотекислигидан иборат;

**Тўртинчидан**, аёлларда фарқли мейознинг бўлиниши эмбрионал босқичида бошланади, биринчи жинсий етилиш босқичлари тугаганда, якунийси — менопуаза арафасида бўлади. Ўғил болаларда мейоз балоғат ёшида бошланади ва умри давомида давом этади;

**Бешинчидан**, оналик жинсий ҳужайраларида шаклланиши цикл билан тахминан 28 кун давом этади, эркакларда бу доимий равища содир бўлади.

**Олтинчидан**, ҳар бир мейоз натижасида функционал жиҳатдан тўлиқ тўртта сперматозоидни берадиган сперматогониялардан фарқли



49-раем. Сперматогенез билан оогенезни қиёслаш

ұларқ — оогонияда фактат битта тұхум ҳужайра олинади. Мейознинг биринчи бүлинишидан сұнг, цитоплазманиң күп қисми битта қыз ҳужайрасида, иккінчисида эса йўналтирувчи танани кичик бир қисми қолдиради. Худди шунга үхаш мейознинг иккінчи бүлиниши пайтида ҳам содир бўлади. Бошқарувчи таналарни дегенерациялади;

Еттингидан, оталик ва оналик жинсий ҳужайралари тузилиши ва функцияси жиҳатидан жуда фарқ қиласи: сперматозоид — кичкина ҳаракатланувчи ҳужайрадан иборат бўлиб, у митохондрияга жуда бой бўлиб, унинг ҳаракати учун энергия билан таъминлайди, оналик жинсий ҳужайралари эса одам организмидаги энг катта ҳужайрадир (диаметри 150—200 микрон), унда нафақат озиқ моддаларининг муҳим захиралари, балки эмбрион ривожланишининг дастлабки босқичларида ишлатиладиган матрицали РНКлари ҳам мавжуд. Оналик жинсий ҳужайра уни озиқлантирувчи фолликулали ҳужайралар билан ўралган ва маҳсус тузилган — фолликулани (Грааф пуфаги) ҳосил қиласи;



*Саккизинчидан, жинсий аъзолар жойлашган жойлардаги тафовут туфайли (мояклар одатда қорин бүшлиғидан ташқарида жойлашган) сперматозоиднинг ҳосил бўлиши овогенезга қараганда ташқи мухитнинг таъсирига кўпроқ дучор бўлади.*

Жинсий кўпайиш организмнинг эволюциянинг муҳим янгилиги бўлиб ҳисобланади. Бошқа томондан, бу генларни қайта тартибга солиш, турли хил организмларнинг пайдо бўлиши ва атроф-муҳит шароитининг доимий ўзгарувчанлигига рақобатдошлигини оширишга ёрдам беради. Бошқа ҳужайралар билан таққослаганда, гаметларнинг фаолияти ўзига хосдир.

Улар турли авлодлари ўртасида ирсий ахборотларнинг узатилишини таъминлайди, бу эса вактни тежашга ёрдам беради.

### Билимингизни текширинг:



1. Гаметогенезнинг асосий босқичларини айтиб беринг.
2. Сперматогенездан фарқли ўлароқ, оогенезнинг хусусиятларини тушунтиринг.



1. Мейозда етилиш даврининг аҳамиятини тушунтиринг.
2. Оталик ва оналик мейознинг давомийлигига мисоллар келтиринг.



1. Гаметогенезни тартибга солиш механизмини таҳлил қилинг.
2. Мейоз диаграммасини чизиш.



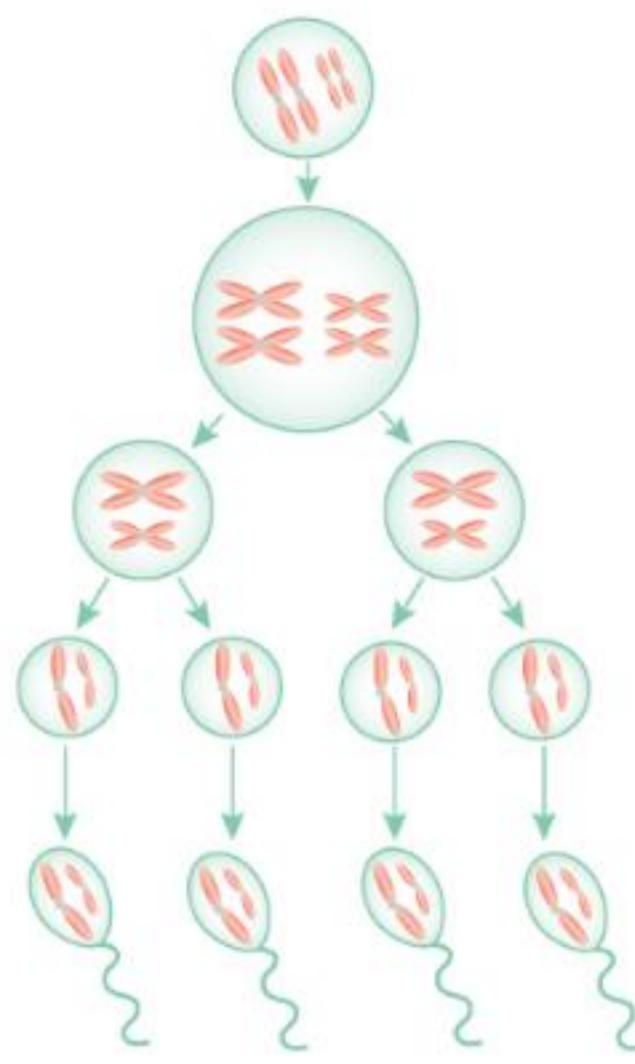
1. Вактнинг гаметогенезга таъсирини тушунтиринг.
2. Ирсий ахборотни узатиш механизмини асосланг.

ЭКУ муаммоларнинг мусбат ва манфий томонлари ҳақида реферат тайёрланг.



### БОБ БЎЙИЧА ЯКУНИЙ САВОЛ ВА ТОПШИРИҚЛАР

1. Одам гаметогенези босқичларини айтинг.
2. Одам гематогенезидаги кўпайиш босқичини тавсифланг.
3. Одам оогенезидаги ўсиш босқичини тавсифланг.
4. Одамда гаметогенезининг етилиш босқичини тавсифланг.
5. Одамнинг гаплоидли ҳужайралари гаметогенезнинг қайси поғонасида ҳосил бўлади?
6. Гаметогенездаги етилиш даврини тавсифланг.
7. Одамда II мейоз поғонаси қанча вақтга чўзилишини аниқланг.
8. Оогенезда йўналтирувчи танаачалар қандай аҳамиятга эга?
9. Нима учун сперматозоидлар ҳаракатлана олади? Жавобингизни асосланг
10. Сперматогенез ва оогенез чизмасини таққосланг.
11. Тирик организмлар учун жинсий кўпайишнинг аҳамияти нимада?
12. Мейознинг қайси поғонасида хромосомалар сони камаяди?
13. Оогенез жараёнини тавсифланг.
14. Сперматогенез ва оогенезни умумий нима боғлаб туради?
15. Гаметогенез жараёни бузилса нима бўлади? Мисол келтиринг.
16. Расмни дафтарга чизиб, гаметогенез босқичларини ёзинг.



18. Жадвални дафтарга чизиб түлдириңг.

Оогенез билан сперматогенез босқичларидаги үхашашликлар	Оогенез билан сперматогенез босқичларидаги фарқлар

## 6

## ҮСИШ ВА РИВОЖЛАНИШ

## 29-§. “АСОС ҲУЖАЙРАЛАРИ” ТУШУНЧАСИ ВА УНИНГ ХУСУСИЯТИ (ҚАЙТА ЯНГИЛАНИШ, ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ)

**Бу дарсда сиз:**

- Инсоннинг асос ҳужайраларини ихтисослаштириш жараёни ва уларни тайёрлаш
- усуllibарини тушунтиришни ўрганасиз;
- Ҳужайра потенциали ҳақида маълумот оласиз.

**Сиз биласизми:**

- Асос ҳужайраларнинг одамларда касалликларни даволашдаги аҳамияти;
- Асос ҳужайраларини олишнинг мумкин бўлган усуllibари;
- Асос ҳужайраларидан амалда фойдаланиш мисоллари.

**Таянч иборалар:**

Ассиметрияли бўлинниш, стохастикали бўлинниш, эмбрион, мультипотентлик, ҳужайра пролиферацияси, асос ҳужайралар

**Асос (стволовые) ҳужайралари** — тирик организмларнинг маҳсус ҳужайралари иерархияси, уларнинг ҳар бири кейинчалик маҳсус тарзда ўзгариши (фарқланиши), яъни ихтисослашиши ва оддий ҳужайра сифатида ривожланиши учун қодир. Асос ҳужайралари асимметрик равиша бўлиннишга қодир. Натижада она ҳужайрага ўхшаш (ўз-ўзини кўпайтириш), шунингдек, фарқлаш қобилиятига эга бўлган янги ҳужайра ҳосил бўлади. Асос ҳужайрасининг энг муҳим хусусияти шундаки, унинг ядроидаги генетик ахборот, худди «нол нуқтада» жойлашган. Ҳақиқат шундаки, тирик организмларнинг барча жинсий бўлмаган ҳужайралари (соматик ҳужайралар) фарқланади, яъни баъзи бир ихтисослашган функцияларни бажарадилар: суюк тўқималарнинг ҳужайралари скелетни ҳосил қиласади, қон ҳужайралари иммунитет учун жавоб беради ва кислородни етказиб беради, нервлар эса электр импульсини ўтказади. Асос ҳужайраси ҳали унинг ихтисослашувини белгиловчи механизmlарни “ёқмаган”. “Нолинчи нуқтада” унинг геноми ҳали битта дастурни “ишга туширмади” ва энг муҳими, наслчилик дастурини бажаришни бошламади. Асос ҳужайралари ҳар қандай тана ҳужайраларини — қон томирларини, нерв ва қон ҳужайраларини вужудга келтириши мумкин. Аввалом катта ёшдагиларни танасида бундай ҳужайралар йўқ ва улар фақат эмбрионал ривожланишининг

энг эрта даврида мавжуд деб ишонишган. Аммо 70-йилларда А.Я. Фридентейн ва бошқа муаллифлар билан бирга асос ҳужайраларини “кетталар” сүяк күмигининг мезенхимасида (стромасида) топдилар, кейинчалик улар стромали ҳужайралар деб атала бошлади.

Бизнинг организмимизда асос ҳужайралар жуда кам: эмбрионда — ҳар 10 мингта 1 ҳужайрадан, 60—80 ёшдаги одамда 5—8 миллиондан 1 ҳужайрадан түғри келади. Асос ҳужайраларни, тўқималардан ажралиб ўситириш мумкин. Бундай ҳолда, шарсимон ҳужайралари бирикмалар ҳосил бўлади: эмбрионал ҳужайраларнинг тўпламини эмбриологик таналар деб аталади, нейрон ҳужайралари нейросфералар дейилади. Асос ҳужайралар жуда кўп турли хил ҳужайралар турларини бериш (плурипотентция) қобилиятига боғлик организмда асос ҳужайраларини танадаги энг муҳим тикловчи захирага айлантиради, бу муайян ҳолатлар туфайли юзага келадиган нуқсонларни алмаштириш учун ишлатилади.

Маълумки, марказий нерв тизимида асос ҳужайраларининг бўлиши биологларнинг алоҳида ҳайратларини туғдирди. Нерв ҳужайралари нейрал ўзгаришнинг дастлабки босқичида (нейробласт босқичи) кўпайиш қобилиятини йўқотадилар. Асос ҳужайралари нерв тўқималарининг турли хил шикастланишларига жавобан, кейинчалик нейрон ва глиал ҳужайраларига айлана бошлайди. Изоляция қилинган нерв ҳужайралари бошқа ҳосилаларга айланиши мумкин. Асос ҳужайралари етилишга етганда, улар бир неча босқичлардан ўтади. Натижада танада турли етилиш даражадаги бир қатор асос ҳужайралари мавжуд бўлади. Оддий ҳолатда, ҳужайралар қанчалик етук бўлса, у бошқа типдаги ҳужайрага айланиши эҳтимоли камроқ, аммо шунга қарамай, ҳужайралар трансдифференциациялаш феномени туфайли амалга ошиди (инглизча — *transdifferentiation*).

**Илдизли ҳужайраларнинг хусусиятлари.** Барча асос ҳужайраларни иккига ажратиб бўлмас хусусиятлардан иборат:

- Ўз-ўзини янгилаш, яъни бўлининидан кейин ўзгармас фенотипни саклаб қолиш қобилияти (фарқланмасдан);
- Потентлик (фарқлаш потенциали) ёки ихтисослашган ҳужайра турлари кўринишида насл бериш қобилияти.

**Асос ҳужайраларининг ўз-ўзини янгилаши.** Организмда илдизли ҳужайраларнинг популяциясини ушлаб турувчи иккита механизм мавжуд:

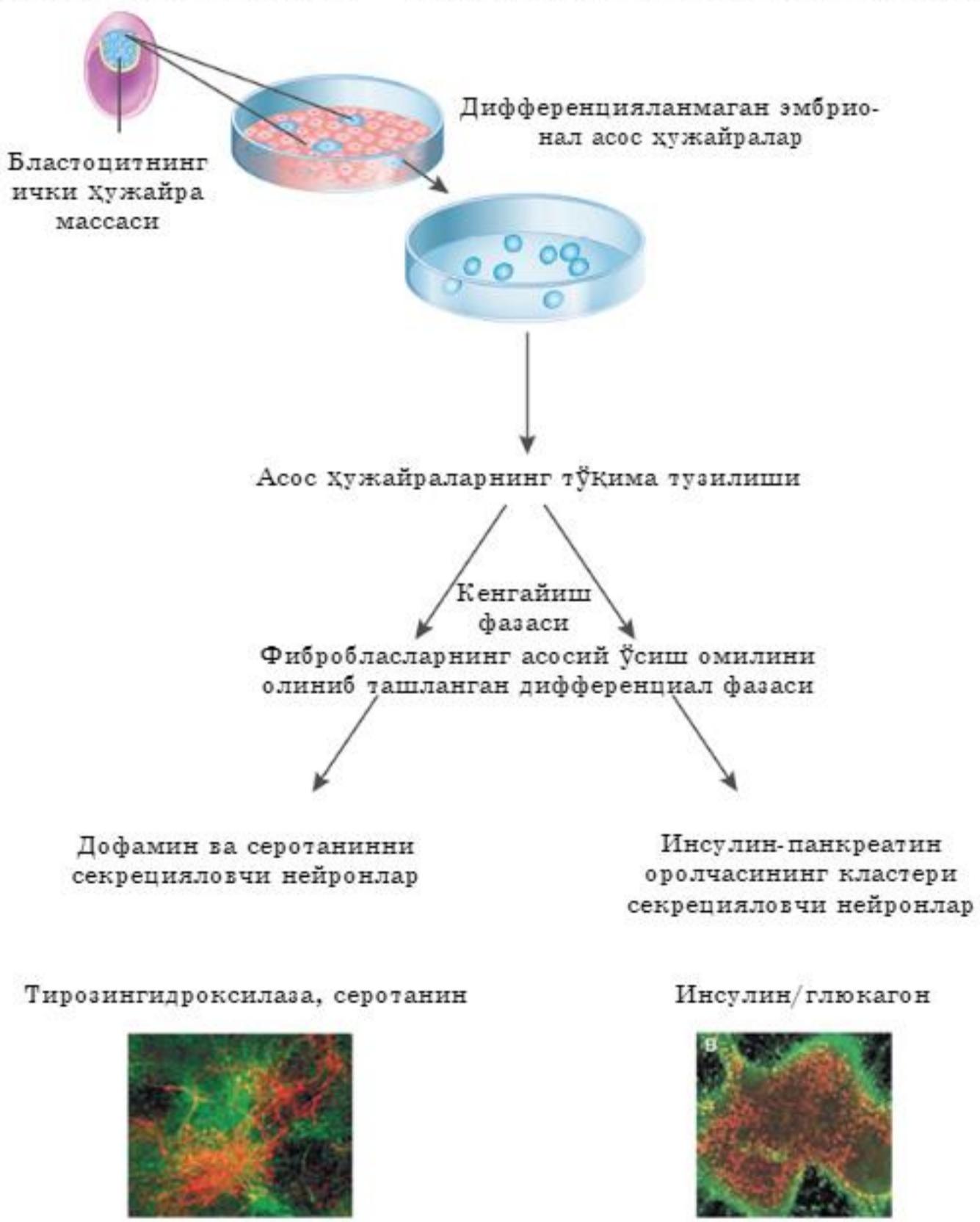
1) асимметрик бўлинниш, унда бир хил ҳужайралар ишлаб чиқарилади: битта асос ҳужайраси ва битта дифференцияланган ҳужайра; 2) стохастик бўлинниш: битта асос ҳужайра иккита анча ихтисослашган ҳужайрага бўлинади.

**Асос ҳужайраларининг фарқланиши.** Асос ҳужайралари орасида кўплаб фарқлар мавжуд. Энг муҳими — уларни лабораторияда ўзgartмай ҳаётий қобилиятини сақлаш мумкин.



Эмбрионал асос ҳужайралари бир йил давомида ажратилмаса ҳам, репликациялана олади, катталар организмининг асос ҳужайралари репликациялана олмайды. Катта ёшли организмларнинг асос ҳужайраларига нисбатан түқималарда мавжуд бўлиб ва түқималар шикастланиш вактида фаоллашади, улар эмбрионал асос ҳужайраларга қараганда анча фарқланади.

Асос ҳужайралари ташқаридан “сигнал” олганда турли хил ҳужайралар ва түқималарга бўлиниши мумкин. Ҳар қандай организмдаги бундай сигналлар табиий равишда пайдо бўлади, аммо уларни лабораторияда сунъий равишда яратиш мумкин. Эмбрионал асос ҳужайралари уч хил түқималарни ажратиши мумкин: **эндодерма** — ички органларни пайдо бўлишига олиб келадиган, мезодерма — биректирувчи түқималар, мускуллар, қон айланиш тизими ва суяк түқималари ва **эктодерма** — тери, сезги аъзолари ва нерв ҳужайралари.



**50-расем.** Асос ҳужайраларнинг ўзидан ўзгариши

Турли хил түқималарни ажратиши қобилиятига әга бўлганлиги сабабли, бу ҳужайралар мультипотент деб аталади. Агар эмбрионал асос ҳужайралари супензияси суюқ муҳитда қолдириладиган бўлса, улар бирлаша бошлайди ва эмбрионга ўхшашиб тузилишни шакллантиради ва ўз-ўзидан ажралиб туради (50-расм).

Касаллик ёки шикастланиш бўлса, асос ҳужайралари шикастланган түқималарни тиклаш ёки алмаштириш учун ишлатилиши мумкин. Тадқиқотчилар ушбу технологиядан Паркинсон касаллиги, диабет, орқа мия шикастланиши, мушак дистрофияси, Альцгеймер касаллиги, куиши, артрит, кўриш ва эшиши қобилиятини йўқотиш каби касалликларни даволашда фойдаланишини қидирмоқдалар. Асос ҳужайраларни ўрганиш учун бошқа сабаблар мавжуд. Биринчидан — организмнинг битта ҳужайрадан қандай ривожланиши, қандай сигналлар дифференциал “қўшади” механизмлари амалга ошади. Бу шифокорларга хомилалик ривожланиш давомида нуксони тўлиқ пайдо бўлишига ва мумкин бўлса уни олдини олишга имкон беради. Иккинчидан — асос ҳужайраларининг пролиферацияси<sup>1</sup> (ўсимлик ёки ҳайвонлар организмида түқималарнинг, ҳужайраларнинг кўпайиши) механизмини тушуниш онкологик касалликларни олдини олишга имкон яратади, ўз навбатида самарали даволаш учун уларнинг сабаблари билан ривожланиши ҳақида янги маълумотлар бериш мумкин.

### Билимингизни текширинг:

-  1. “Асос ҳужайралари” атамасига тушунча беринг.  
2. Ҳужайра кўпайишини тавсифланг.
-  1. Асос ҳужайралардан тиббиётда қўллаш имкониятини тушунтиргинг.  
2. Асос ҳужайралари ёрдамида даволанишга мисоллар келтиргинг.
-  1. Асос ҳужайраларнинг асосий хоссаларини таҳлил қилинг.  
2. Нега олимлар плюропотентли ҳужайраларни одам организмидан ажратиб ташлашга ҳаракат қилишади? Тушунтиргинг.
-  1. Ирсий касалликларни даволашда асос ҳужайраларнинг аҳамиятини тушунтиргинг.
-  1. Асос ҳужайрларни олиш усусларини тушунтиргинг ва соҳада фойдаланишни мумкин?  
2. Асос ҳужайралардан организм түқималарини ҳосил қилиш тартибини кўрсатинг:

Тўқима	Хомила ҳужайралари	
Суяқ тўқимаси	эктордерма	
Нерв ҳужайрлари	эндордерма	
Қон	мезодерма	
Сезги аъзолари		
Мускуллар		
Ичак эпителийси		
Ўпка эпителийси		
		Эбрионал асос ҳужайралар

<sup>1</sup> Пролиферация — ўсимликлар ёки жониворлар организмидаги безларнинг кўпайиши.

### 30-§. АСОС ХУЖАЙРАЛАРНИНГ ТУРЛАРИ: ЭМБРИОНАЛ ВА СОМАТИК

#### Бу дарсда сиз:

- Асос хужайраларни ишлаб чиқариш манбаига боғлиқ асосий гурұхлар билан танишасиз;
- Одамнинг эмбрионал ва соматик асос хужайралари билан танишасиз;
- Totipotent хужайралар билан танишасиз

#### Сиз биласизми:

- Эмбрионал асос хужайраларини тавсифлашни;
- Феталли асос хужайраларини ишлаб чиқишига мүмкін бўлган усууларини;
- Соматик асос хужайраларни олиш усууларига мисоллар.

#### Таянч иборалар:

*асос хужайралар, эмбрион, соматик, феталли, хужайраларнинг кўпайиши, эмбио-  
blast, донор, реципиент*

Асос хужайраларини ишлаб чиқариш манбаисига қараб учта асосий гурӯхга бўлиниши мүмкін: эмбрионал, феталли (хомилалик) ва постнаталли (туғруқдан кейинги) (катталарада асос хужайралар).

**Эмбрионал асос хужайралари.** Эмбрионал асос хужайралари (ЭАХ) эмбрион ривожланишининг дастлабки босқичида, ҳужайра ички массасини (ХИМ) ёки эмбрионни ҳосил қиласи. Улар плюрипотент бўлиб ҳисобланади. ЭАХларнинг муҳим бир ортиқча томони шундаки, улар тўқималарга мос келадиган HLA (*human leukocyte antigens* — одамнинг лейкоцит антигени) антигенларни ишлаб чиқармайдилар. Ҳар бир инсонда тўқима мос келишига қарши антигенларнинг ноёб тўплами мавжуд бўлади ва уларнинг донор билан реципиент ўртасидаги мос келмаслиги — трансплантация пайтида энг муҳим сабабидир. Шунга кўра, донор эмбрионал ҳужайраларни реципиент организми томонидан қабул қилинмаслик эҳтимоли жуда юқоридир. Иммунитет танқислиги бор ҳайвонларга кўчирилганида, эмбрионнинг асос хужайралари — мураккаб (кўп тўқимали) тузилишдаги ўсимталарни — тератомаларни шакллантиришга қодир, уларнинг баъзилари хавфли бўлиб қолиши мүмкін. Ушбу ҳужайралар иммунитетни пасайтирадиган танада, масалан, инсон танасида қандай ҳаракат қилишлари тўғрисида ишончли маълумотлар йўқ. Шу билан бирга, шуни таъкидлаш керакки, ўзгарган дериватлари (яратувчи ҳужайралар) фойдаланган ҳолда клиник тадқиқотлар аллақачон бошланган.

Лаборатория шароитида ЭАХни олиш учун ҳужайра ички массасини изоляция қилиш учун бластоцистни йўқ қилиш керак, яъни эмбрионни йўқ қилиш. Шунинг учун тадқиқотчилар эмбрионлар билан тўғридан-

түғри эмас, балки олдиндан ажратилған тайёр ЭАХ қизиқлари билан ишлашни афзал күришади.

ЭАХ фойдаланган клиник тадқиқттар алоҳида ахлоқий текширишдан үтказилади. Күпгина мамлакаттарда ЭАХ тадқиқтлари қонун билан чекланған. ЭАХнинг асосий камчиликларидан бири бу аутологик, яъни мулкий трансплантация учун материалдан фойдаланишнинг мүмкін эмаслигидир, чунки ЭАХни эмбриондан ажратиш унинг кейинги ривожланиши билан мос келмайды (51-расм).

*Эмбрионал асос ҳужайраларини тавсифлаш:*

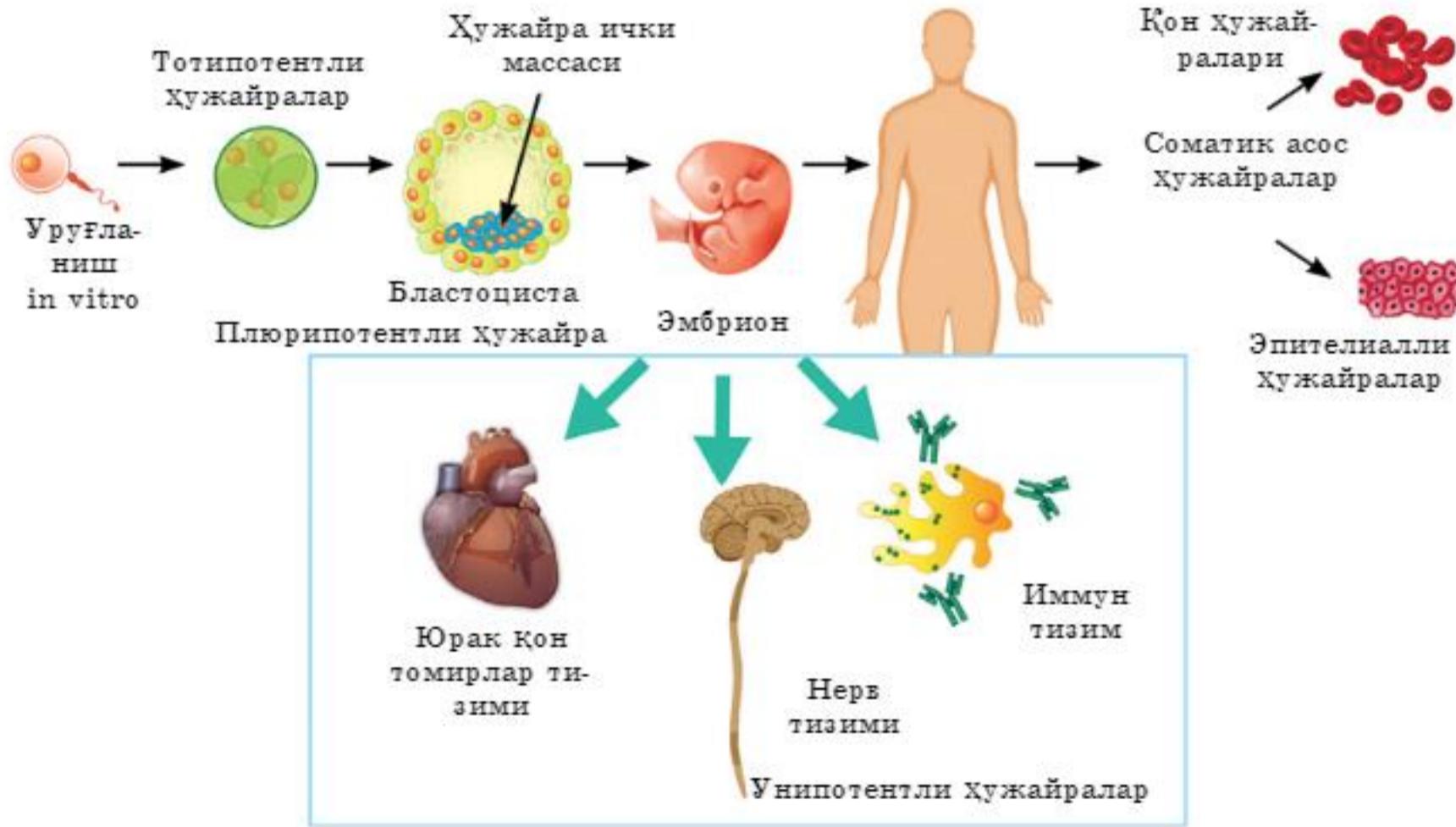
1) *Плюрипотентлик* — катталар организмининг 350 га яқин ҳужайраларини ҳар қандай шакллантиришга қобилияти (сутэмизувчиларда);

2) *Хоуминг* — асос ҳужайралари организмга киритилғанда заарланиш зonasини топиш ва уни тузатиш, йўқолған функцияни қайта тиклаш;

3) *Тотипотентлик* — ўхшаш организмларни фарқлашга қобилиятли (урұғлантирилғандан кейин 11 кун);

4) *Асос ҳужайраларни ўзига хослигини аниқлайдиган омиллар* ядрода эмас, балки цитоплазмда жойлашади. Бу эмбрионнинг эрта ривожланиши учун жавоб берадиган барча 3 минг генларнинг м-РНКидан ошиши (634 куннинг манбай кўрсатилмаган);

5) *Теломераза фаолияти*. Ҳар бир репликация пайтида теломераза нинг бир қисми чора-тадбирларда йўқолади (Хейфлик меъёри). Асос, репродуктив ва ўсма ҳужайраларида теломераза фаоллиги мавжуд, уларнинг хромосома учлари бириктирилған, яъни бу ҳужайралар чексиз кўп сонли ҳужайра бўлинмаларидан ўтишга қодир, улар ўлмасдир.



51-расм. Асос ҳужайраларнинг ривожланиши



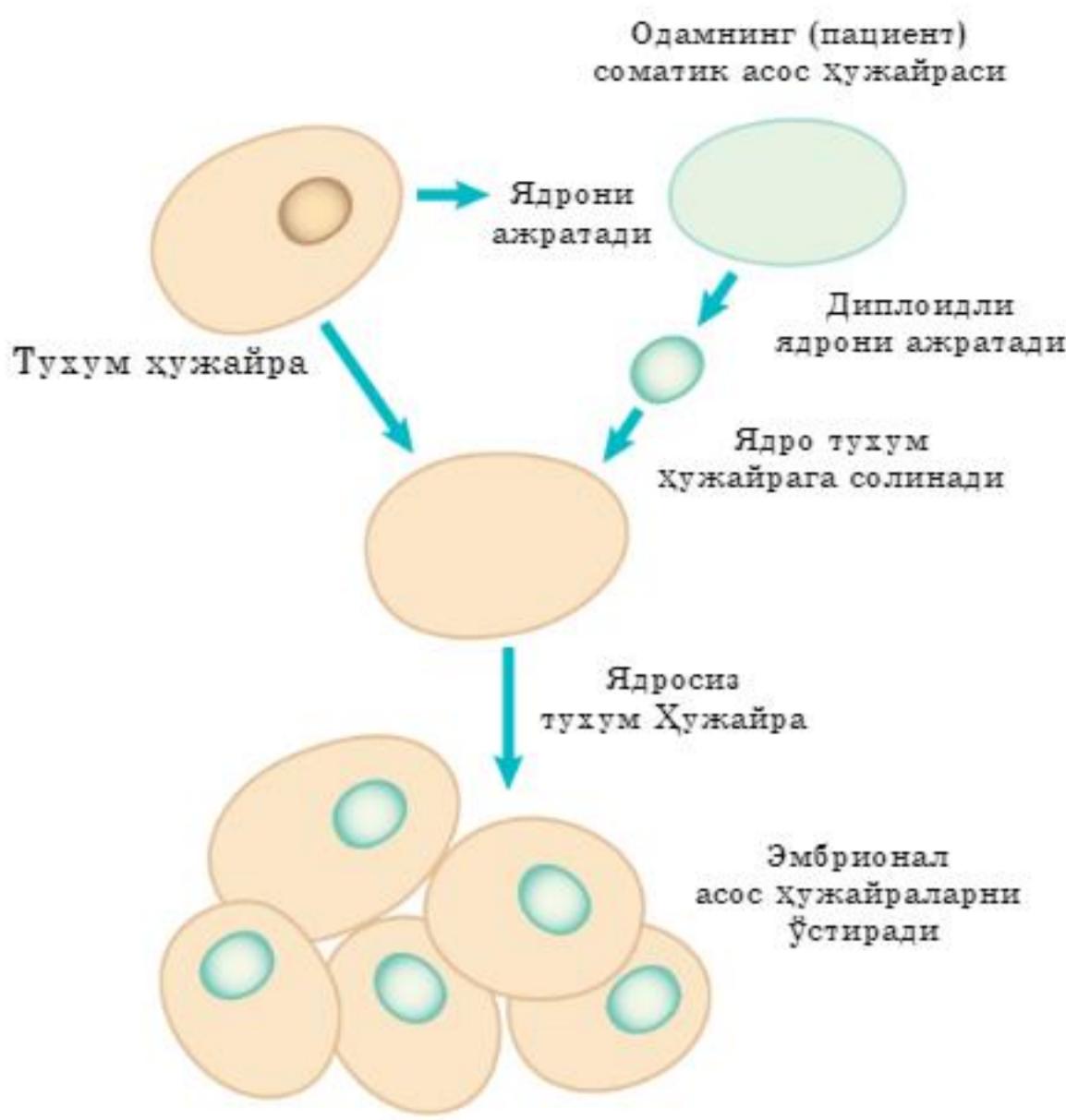
**Феталли асос ҳужайралар.** Феталли асос ҳужайралар хомилалик материалдан олинади (одатда гестация даври, яъни ҳомиланинг ба-чадон ичида ривожланиши 9—12 хафтани ташкил этади). Табиийки, бундай биоматериални ўрганиш ва улардан фойдаланиш ҳам ахлоқий муаммоларни келтириб чиқаради. Шундай қилиб, Буюк Британияда уларни ўрганиш ва клиник фойдаланиш бўйича ишлар давом этмоқда. Масалан, Британиянинг ReNeuron компанияси инсултни даволашда феталли асос ҳужайраларини ишлатиш имкониятларини ўрганмоқда.

**Соматик (туғруқдан кейинги) асос ҳужайралари.** Шунга қарамай, етилган организмнинг асос ҳужайралари эмбрион ва фетал асос ҳужайраларига нисбатан камроқ имкониятга эга, яъни улар камроқ турли хил ҳужайраларни яратиши мумкин, уларни тадқиқ қилиш ва қўллашнинг ахлоқий жиҳати жиддий тортишувларга олиб келмайди. Бундан ташқари, аутогенли материалдан фойдаланиш имконияти даволашнинг самарадорлиги ва хавфсизлигини таъминлайди.

**Полипотентли асос ҳужайралари.** Катталар организмнинг баъзи тўқималарда мавжуд бўлади. Улар табиий равишда муваффақиятсиз бўлган турли хил тўқималар учун ҳужайра манбаи бўлиб хизмат қиласди. Ушбу ҳужайралар барча турдаги тўқималарда топилмайди, аммо шуни таъкидлаш керакки, ушбу соҳада тадқиқотлар эндиғина бошланмоқда. Шундай қилиб, яқин вақтгача нерв ҳужайралари тикланмайди, деб ишонишган, лекин сўнгги йилларда асос ҳужайралари катта сичқонлар ва каламушларнинг нерв тўқимасидан ажратилган. Маълум сабабларга кўра инсоний тадқиқотлар қийин кечади, шунга қарамай, бундай ҳужайралар хомиланинг тегишли тўқималарида топилган ва бундан ташқари, эпилепсия билан оғриган bemорнинг миясида нерв тўқималарининг асос ҳужайраларига ўхшаш ҳужайралар топилган, уларнинг бир қисми операция пайтида олиб ташланган (52-расм).

Янги ва жуда муҳим хулоса чиқарилди: ривожланиш потенциалига эга бўлган эмбрион ҳужайралари катталар организмида ҳам сақланиб қолган. Бундан ташқари, улар репаративли (ўз ҳолатига келтириш) жараёнлар занжирнинг энг муҳим бўғинини ташкил қиласди, бу ҳақида илгари айтилмаган. Шундай қилиб, 70-йилларда катта сичқонларининг жигариди эмбрион ҳужайраларининг ривожланиш учун бундай юқори потенциалга эга эканлиги ва репарацияга фаол иштирок этиши таҳмин қилинмаган.

*Вояга етган организмнинг асос ҳужайралари учта асосий гуруҳга бўлинishi мумкин:* гемоэпитетик (қон яратувчи), мультипотентли мезенхималли (стромали) ва тўқима специфик ҳужайралар. Баъзида киндикдаги қон ҳужайралари алоҳида гуруҳга ажратилади, чунки улар етук организмнинг барча ҳужайралари орасида энг кам фарқланади, яъни катта имкониятларга эга.



**52-расем.** Эмбрионал асос ҳужайраларни олиш

Киндиқ қонида асосан *гематопоэтик асос ҳужайралар* ва *мезенхимал мультипотентли ҳужайраларни* үз ичига олади, лекин *маңлум бир шароитда турлы органлар* ва түқималарнинг ҳужайраларида фарқланиши мүмкин бўлган бошқа ноёб турдаги ҳужайралар ҳам мавжуд.

#### **Билимингизни текширинг:**

-  1. Эмбрионал асос ҳужайраларни тавсифланг.  
2. Феталик асос ҳужайраларни ишлаб чиқаришнинг мумкин бўлган усуllibарини айтиб беринг.
-  1. Тибиётда асосан ҳужайралардан донор ва реципиент мумкинлигини тушунтиргинг.  
2. Асос ҳужайраларидан фойдаланиб, даволаш чораларига мисол келтиринг.
-  1. Эмбрионал асос ҳужайраларининг асосий хусусиятларини таҳлил қилинг.  
2. Олимлар нега феталли асос ҳужайраларини ишлатишга уринаётганини тушунтиргинг.
-  1. Соматик асос ҳужайраларнинг ирсий касалликларни даволашдаги аҳамиятини тушунтиргинг.  
2. Гематопоэтик асос ҳужайраларни олиш усуllibарини асосланг.
-  1. Интернетматериалларига асосланиб, асос ҳужайраларни медицинада қўллаш бўйича презентация тайёрланг.

## 31-§. АСОС ҲУЖАЙРАНИН АМАЛИЁТДА ҚҰЛЛАНИЛИШИ. АХЛОҚИЙ АСПЕКТ

### Бу дарсда сиз:

- асос ҳужайралари тиббиётда амалда фойдаланишни билиб оласиз;
- асос ҳужайраларни тадқиқ қилишнинг ахлоқий жиҳатлари билан танишасиз;
- асос ҳужайралари ёрдамида даволанган касалларни билиб оласиз.

### Сиз биласизми:

- асос ҳужайраларни тиббиётда әхтиёжи;
- эмбрионда олиб борилган илмий тадқиқотларнинг ахлоқий имкониятлари;
- даволаш учун асос ҳужайраларни қайси вақтда кераклигини.

### Таянч иборалар:

*ўткир лейкозлар, лимфобласт, миелоидли үсма, фагоцитарлы дисфункция, лимфопролиферативли бузилишлар, трансплантация, эмбрион, клон, ирсият*

**Амалиётда фойдаланиш.** Фақат ҳужайралар потенциали фантомонидан фойдаланила бошлайды. Олимлар яқин келажакда донор органлар ўрнига беморларга трансплантация қилиш учун зарур бўлган тўқималарни ва бутун аъзоларни яратишга умид қилишмоқда. Уларнинг афзаллиги шундаки — улар беморнинг ҳужайраларидан ўстирилиши мумкин ва уларни организм қабул қиласи. Бундай материалга тиббиётга бўлган әхтиёж деярли чексизdir. Одамларнинг атиги 10—20% аъзоларни муваффақиятли трансплантация қилиш орқали даволанади ва беморларнинг 70—80% операциянинг кутиш рўйхатида даволанмасдан ўлишади. Шундай қилиб, асос ҳужайралари қайсиdir маънода танамиз учун “әхтиёт қисмлар” га айланиши мумкин. Аммо бунинг учун сунъий эмбрионларни ўстириш шарт эмас — асос ҳужайралари ҳар қандай катта ёшли одамнинг танасида бўлади. Умид қилиш мумкинки, энди плюрипотент ҳужайраларни ишлаб чиқариш учун инсон эмбрионларидан фойдаланиш керак бўлмайди, бу эса эмбрионал асос ҳужайраларини амалда қўллаш билан боғлик кўплаб ахлоқий муаммоларни бартараф этади.

*Асос ҳужайралари билан даволаш муваффақиятли қўлланилган касалликлар рўйхати:*

- *Ўткир лейкемия* (ўткир лимфобластик лейкоз, ўткир миелобластли лейкоз, ўткир дифференцияланмаган лейкоз).
- *Миелоидли үсишининг пролиферанция патологиясига боғлик касалликлар* (ўткир миелофиброз, идиопатик миелофиброз, ҳақиқий полицитемия, эссенциал тромбоцитемия).
- *Фагоцитик дисфункция* (Чедиак-Хигаши касаллиги, рети-куляр-дисгенезия).

- *Метаболизмнинг ирсий бузилиш касаллуклари* (мукополисахаридоз, Гурлер касаллиги, Гюнтер касаллиги, Моркио касаллиги, адренолейкодистрофия, Краббе касаллиги, метахромли лейкодистрофия, Вольман касаллиги).
- *Иммун тизимининг ирсий касаллуклари* (атаксия-телангиоэкстазия, Костманн касаллиги, адгезия лимфоцитининг танқислиги, Диджордж касаллиги).
- *Сурункали лейкоз* (сурункали миелоидли лейкоз, сурункалилимфоцитарли лейкоз, ювенилли миеломеноцитарли лейкоз).
- *Асос ҳужайраларининг патологиясига боғлиқ касаллуклари* (օғирапластик анемия шакли, Фанкони анемияси, пароксизмалли тунги гемоглобинурия (Маркиафава-Микеле касаллиги), қисман қызил ҳужайралы аплазия).
- *Ленфопролифератив касаллуклар* (неоджкинская лимфома, Ходжкина лимфома (лимфогрануломатоз)).
- *Гистиоцитарли дисфункция* (оилавий эритрофагоцитарлимфогистиоцитоз, гистиоцитоз X, гемофагоцитоз).
- *Қызыл қон ҳужайраларининг ирсий аномалиялари* (օғир бетаталассемия, ўроқсимон ҳужайралы анемия).
- *Бошқа ирсий касаллуклар* (Леш-Нихан касаллиги, Гланцман-тромбастенияси, амегакариоцитоз, күплаганмиелома, Вальденстрем макроглобулинемияси).

Бугунги кунда асос ҳужайралари օғир ирсий ва ортирилган касаллуклар, юрак касаллуклари, эндокрин тизим касаллуклари, неврологик касаллуклар, жигар касаллуклари, ошқозон-ичак йўли ва ўпка касаллуклари, сийдик йўллари ва таянч-харакатланиш тизимининг касаллукларида муваффақиятли қўлланилмоқда.

**Ахлоқий кўз қарашлар.** Ҳозирги кунда жамиятимизда кенг тарқалган асос ҳужайраларини айниқса, инсон эмбрионли асос ҳужайраларини биомедицинада ишлатишни мухокама қиласди.

Бугунги кунда жамиятда инсон эмбрионларида илмий тадқиқотларни олиб бориши қонуний ва ахлоқий жиҳатдан амалга ошириш мумкинлиги тўғрисида мунозаралар давом этмоқда. Бундан тартибда ҳеч ким “мутлақо ҳимояланмаган инсон мутлақ ҳимояга муҳтождир” деган фикрга қарши чиқмайди. Қуйидаги масалалар мухокама қилинади: инсон ЭАҲни ўрганиш бўйича тадқиқотлар асосли ва зарурни; тиббиётни ривожлантириш мақсадида инсон ҳаётини йўқ қилиш ахлоқий эмасми?; талаб қилинмаган эмбрионларни кейинчалик даволаш учун ЭАҲни олиш учун уларни йўқ қилиш мантиқийми?; инсон ЭАҲни ўрганиш халқаро ва миллий қонунчиликка мувофиқ келадими.

Жаҳон медицина ассоциацияси Хельсинки декларациясида шундай дейилган: “Шахснинг манфаати ва илмийлиги жамият манфаатларидан ва илмийлигидан устун бўлиши керак”. Лекин бу эмбрион ҳолати белгиланмаган ҳолатда, инсоннинг эмбрионини тадқиқ қилишга қандай

бұлади? Бундай тадқиқотлар бүйіча “Инсон ҳуқуқлари ва биотиббиёт” түғрисидаги конвенциянинг 18-моддасыда қуидагилар айтилған:

1. Агар қонун әмбрионларни текширишга рухсат берган бўлса, қонун уларни ҳимоя қилишни таъминлаши керак.

2. Тадқиқот мақсадида инсон әмбрионларини яратиш тақиқланади.

Шунга қарамай, Англияда парламент әмбрионнинг асос ҳужайраларини олиш учун инсон әмбрионларини клонлаштириш устида ишлашга қарор қилди. Ядроси олиб ташланған оналик ҳужайраларидан қандайдир мұхтож бўлган пациентнинг соматик ҳужайраларига ядро-сини киритиш режалаштирилған. Эмбрионнинг эрта ривожланишининг дастлабки босқичида, зарур бўлган асос ҳужайраларни ажратиб олиб, уларни беморга киритиш вақтида организм қабул қилмайды деган фикрлар юритилмоқда. Ушбу параметр иккита технологияни бирлаштиради: инсон әмбрионини клонлаш, шунингдек, инсоннинг әмбрионал асос ҳужайраларини олиш. Кўпгина мамлакатларда улар ҳозирги пайтда инсон әмбрионлари билан бундай тадқиқотлар учун салбий ҳисобланади. Канада, Буюк Британия ва Австралияда тадқиқот мақсадлари учун әмбрионларни олиш тақиқланмаган, лекин бундай тадқиқотларни тартибга солувчи ва назорат қиласынан қонунлар тизими мавжуд. Францияда әмбрион пайдо бўлган пайтдан бошлаб ҳурмат қилиш тавсия этилади.

АҚШ тадқиқотлари фақат хусусий фирмаларда олиб борилади, чунки бу мақсад учун федерал маблағлардан фойдаланиш тақиқланади.

Ҳозирги вақтларда инсон ҳуқуқлари бүйіча Европа суди асос ҳужайраларини тиббий мақсадларда ишлатишига янги чекловлар кирити. Европа суди инсоннинг әмбрионли асос ҳужайраларини (ЭАХ) чизиғини ишлатиши билан боғлиқ даволаш усулларини патентлашни тақиқлади. Натижада ушбу ҳужайралардан фойдаланган ҳолда тиббий технологияларни яратишига қаратилған лойиҳаларга янги инвестициялар түхтатилиши мумкин. Европа судининг қарори Европа Иттифоқига аъзо 27 мамлакат ҳудудида мажбурийдир. Бу охирги шикоят эмас. Ушбу қарорга биноан, агар инсон әмбриони бирон бир босқичда нобуд бўлса, асос ҳужайраларини олиш усулларини патентлаш тақиқланади. Бу нафақат ЭАХ ҳужайралари чизикларини ишлаб чиқариш учун патент бериш усулларини тақиқлашни, балки асос ҳужайралари ишлатиладиган даволаш усулларини патентлашни тақиқлашни ҳам англаади.

### **Билимингизни текширинг:**



1. Асос ҳужайраларни амалиётда фойдаланишни аҳамиятини тушунтириңг.
2. Асос ҳужайраларини тадқиқ қилишнинг ахлоқий жихатларини айтаб беринг.



1. Асос ҳужайраларни тиббиётда қўллаш мумкинлигини тушунтириңг.
2. Асос ҳужайраларини билан давоналадиган касалликлар рўйхатини келтириңг.



1. Асос ұжайраларни тадқиқ қилишнинг ахлоқий жиҳатларини таҳлил қилинг.  
2. Нима учун олимлар одам организмидаги плюрипотент ұжайраларни ажратиб олишга ҳаракат қилаётганини тушунтириңг.



1. Асос илдизларни олиш усулларини пәтентлашга тақиқловчи Европа судининг қарорини асосланг.  
2. Эмбрионда олиб бориладиган илмий тадқиқотлар ахлоқий мүмкінчилікларни тушунтириңг.



1. Асос ұжайраларни амалда құлланишини тавсифланғ, уларнинг тиббиётда құлланишга чекловлар қўйилишини асосланг. Бу қандай ўйлайсиз? Мунозара юргизинг.



### БОБ БҮЙИЧА ЯКУНИЙ САВОЛ ВА ТОПШИРИҚЛАР

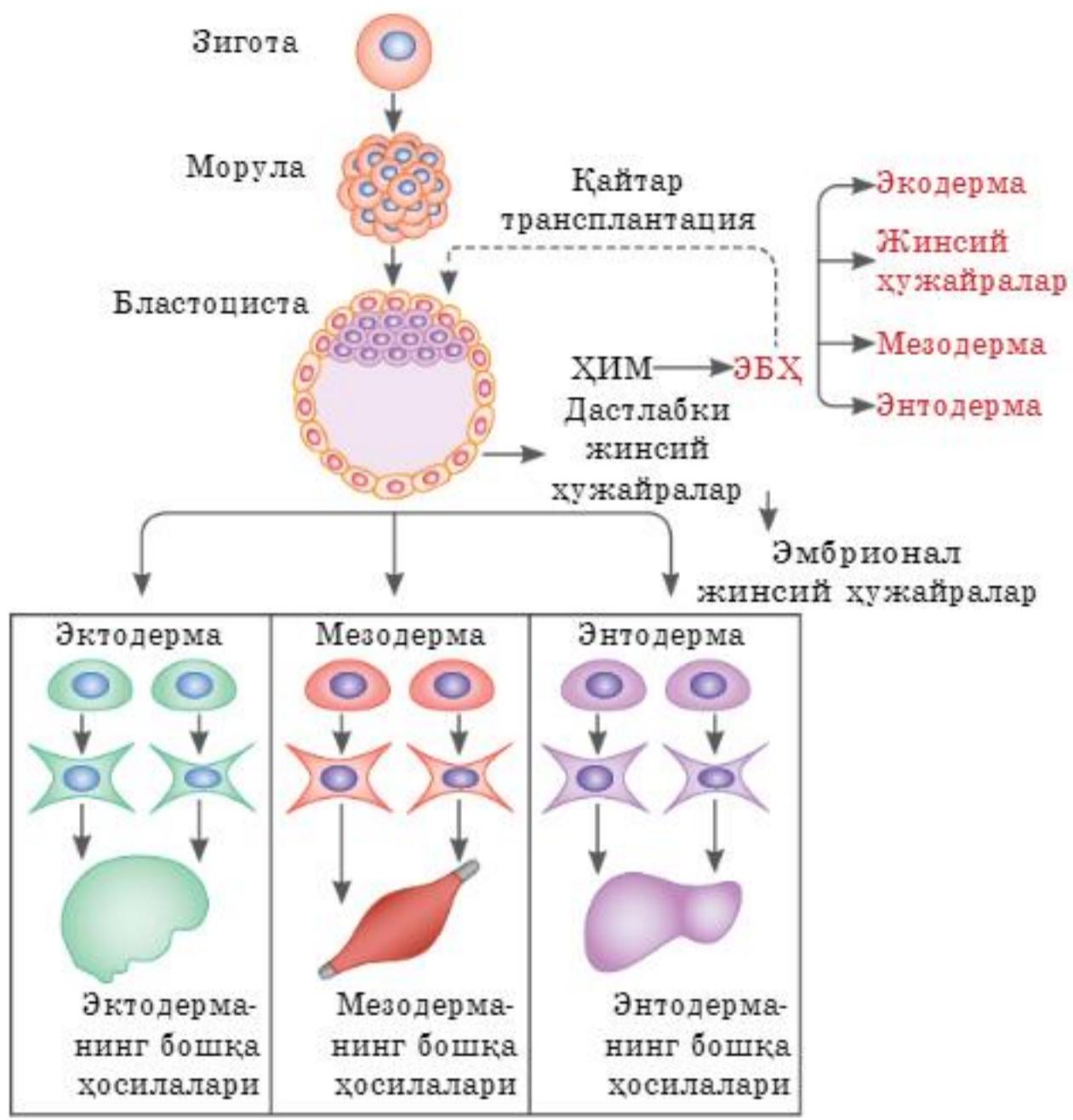
1. Асос ұжайралар нима?
2. Асос ұжайралар сүяк күмігіда қандай вақтда аниқланади?
3. Асос ұжайраларнинг хоссалари қандай?
4. Эмбрионал асос ұжайраларни тавсифлаб беринг.
5. Соматик асос ұжайраларни тавсифлаб беринг.
6. Теломераз фаяллық ҳақида айтаб беринг.
7. Катталар организмидаги асос ұжайраларни тавсифлаб беринг.
8. Катта ёшли одамларнинг асос ұжайраларини тавсифланғ.
9. Асос ұжайраларни құлланиб, муваффақиятли даволанган касалликларга мисоллар көлтириңг.
10. Асос ұжайраларни құлланишнинг этик аспектларини тушунтириңг.
11. Инсон ҳукуқлари тұғрисидеги конвенциянинг 18-бобида нима ҳақида айтилғанини таҳлил қилинг.
12. Нима учун асос ұжайраны олиш усулларини патентлаш мүмкін эмас?
13. Хоуминг нима ва уни қандай кузатиш мүмкін?
14. Тиббиётда асос ұжайралар нима мақсадда фойдаланилади?
15. Одам ұжайраларини транплантациялаш қачон зарур бўлади?
16. Одам танасининг қандай тўқималари маҳсус ұжайралардан ривожланади?
17. Ҳар бир ұжайра гурӯхини тавсифланғ. Жадвални дафтарга чизиб тўлдириңг.

Ҳужайра тури	Тавсифи	Жойлашиши
totipotentli		
pluriotentli		
multipotentli		
unipotentli		

18. Жадвални дафтарингизга чизиб аниқланг.

Ҳужайра тури	Эмбрионал ұжайралар	Соматик ұжайралар
totipotentli		
pluriotentli		
multipotentli		
unipotentli		

19. Расмни дафтарингизга чизиб,totипотентли, плюрипотентли, мультипотентли ва унипотентлих жайраларни топиб ёзинг.



## 7

## ИРСИЯТ ВА ЎЗГАРУВЧАНЛИК ҚОНУНИЯТЛАРИ

### 32-§. ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИН КИСЛОТАНИНГ ЎЗ – ЎЗИДАН МУТАЦИЯГА УЧРАШИ. ГЕНЕТИК ЖАРАЁНЛАРДАГИ ХАТОЛИ- КЛАР: РЕПЛИКАЦИЯ, РЕПАРАЦИЯ, РЕКОМБИНАЦИЯ

#### **Бу дарсда сиз:**

- мутацияларнинг ДНК репарацияси, рекомбинацияси, репликацияси орасидаги муносабаттарни билиб оласиз;
- мутация ва унинг сабаблари билан танишасиз;
- ўз-ўзидан мутациянинг пайдо бўлиш сабаблари билан танишасиз.

#### **Сиз биласизми:**

- биологиядаги "мутация" тушунчасини;
- мутациянинг пайдо бўлиш сабаблари ва механизmlари;
- ўз-ўзидан пайдо бўлган мутацияларга мисол келтиринг.

#### **Таянч иборалар:**

*Эндогенли ва экзогенли мутациялар, геномли ва хромосомали мутациялар, до-  
минантли ва рецесивли мутациялар.*

*Ўз-ўзидан пайдо бўлган мутагенез* — мутагенлар таъсиридан организмда мутациянинг пайдо бўлиш жараёни. Организмнинг ҳаёти давомида генетик тузилмаларга зарар етказадиган турли хил омилларга тўлиқ таъсир қилишининг якуний натижасидир.

*Ўз-ўзидан пайдо бўлган мутацияларнинг сабабларини қўйидагиларга бўлиш мумкин:*

- экзоген (табиий радиация, экстремал ҳарорат ва бошқалар);
- эндоген (организмда мутаген таъсир кўрсатадиган, ўз-ўзидан пайдо бўлувчи кимёвий бирикмалар — метаболитлар; репликация (кўпайтириш), репарация (таъмирлаш), рекомбинация хатолари; мутатор-генлар ва анти-мутаторлар таъсири; мобил генетик элементларнинг транспозицияси ва бошқалар).

*Ўз-ўзидан пайдо бўлган мутацияларнинг асосий манбаи нормал ҳужайрали метаболизм пайтида генлар ва хромосомаларнинг зарарланишига олиб келадиган эндоген омиллардир.* Уларнинг таъсири натижасида — репликация, репарация ва рекомбинациянинг генетик жараёнларнинг хатоликлари. *Ўз-ўзидан пайдо бўлган мутагенезнинг эндоген омилларига геномли маҳсус элементларнинг мутагенли фаоллиги* киради: мутатор-генлар ва эндоген метаболитлар. Кўплаб генларнинг

8-схема



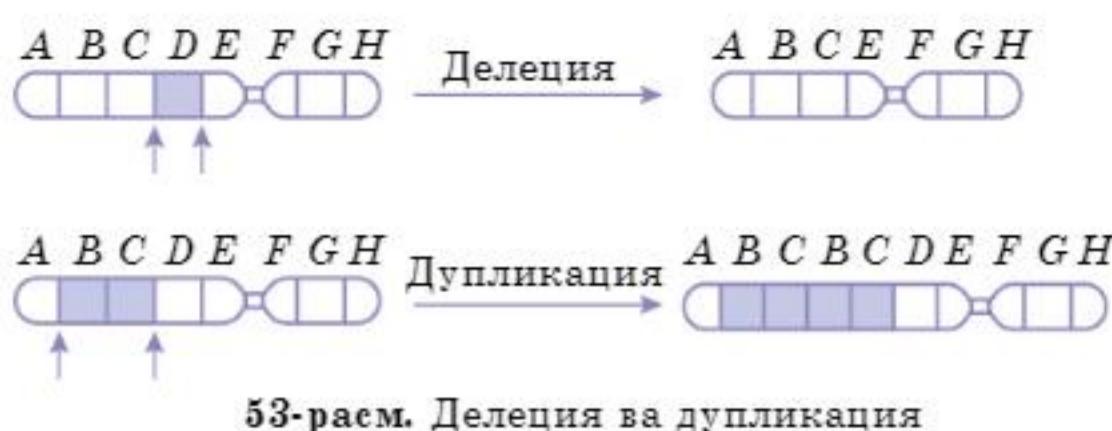
генетик доимийлиги уларнинг тузилишидаги фарқлари эмас, шунингдек ДНК репликацияси, репарацияси ва рекомбинация жараёнларида иштирок этадиган мутатогенлар ва антимутаторлар билан назорат қилинадиган ҳужайраларнинг умумий мутабил даражада аниқланади. Эндоген метаболитлар синфига мутаген таъсир кўрсатадиган ўз-ўзидан пайдо бўлган кимёвий бирикмалар киради. Масалан, ўсимликларда физик шикастланишларни даволашда, одатда мавжуд бўлмаган каллус ҳужайралари ҳосил бўлади ва жароҳатни даволаш учун зарур бўлган қўшимча ферментлар ва метаболитларнинг синтези индукияланади. Агар каллус тўқимасида куртаклар пайдо бўлса, унда бу куртаклардан келиб чиқсан новдаларнинг бир қисми полиплоидга айланади, яъни каллус тўқимасининг метаболитлари геном мутацияларига олиб келиши мумкин. Ҳужайра мемброналарининг липидларини пероксидланиши натижасида ҳосил бўлган эркин радикаллар ҳам мутаген таъсир кўрсатади. Мутагенезнинг эндоген механизмларини белгиловчи таркибий омиллар орасида қўйидагиларни ажратиш мумкин:

- қайта қуриш жойи яқинида тўғридан-тўғри ва тескари такрорланишлар мавжудлиги;
- СрG<sup>1</sup> — динуклеотидларнинг юқори концентрацияси;
- структурали генларнинг қисмларига гомолог ДНКнинг гендан бўлак кетма-кетлиги мавжуд бўлиши;
- геномли мобил элементлари.

Аввалги иккита омил хромосомаларнинг ДНК репликацияси жараённида амалга ошади, учинчиси эса — рекомбинация жараённида.

**Генетик жараёнларнинг хатолари: репликация, репарация, рекомбинация.** ДНК молекуласи таркибидаги ўзгариш билан боғлиқ пайдо бўлган мутациялар *ген мутациялар* деб аталади. Генларда мутацион ўзгаришлар бир нуқтада (битта сайт мутациялари) ёки бир неча хил нуқталарда (кўп сайтли мутациялар) содир бўлиши мумкин. Генетиккада сайт термини ДНК молекуласининг занжирида

<sup>1</sup> СрG — ДНКда иккита нуклеотид билан боғланадиган фосфат билан ажратилган гуанин ва цитозиннинг қисқариши



маълум ўрнини (“нұқта”) ифодалайды. Молекуляр генетиканинг замонавий усуллари ген мутацияни шаклланишида иккита асосий жараёнини аниклаш имконини берди, бу нуклеотидларни алмаштириш ва үқиши қаторини силжитиши. Уларнинг ҳар бири үз имкониятларига эга (7.1-расм).

Ген мутацияларнинг ўрганиш вақтида асосий эътибор ДНК нуклеотидлар жуфтининг кетма-кетлигини ўзгариши ва нұқтали мутациялар синфини ташкил қылувчи нуклеотидларнинг алоҳидаланган жуфтлари билан боғлиқ ўзгаришларга айланади.

Нұқтали мутациялар ДНК нуклеотидларининг (ёки РНК нуклеотидлари) жуфтининг ўзгаришларини күрсатади. Бундан ташқари, ушбу синфи қуйидаги мутациялар гурухларга бўлинади:

- транзициялар*<sup>1</sup> — пурин-пиримидин йўналишини ўзgartмайдиган (AT CG) жуфтини алмаштиради;
- трансверсиялар*<sup>2</sup> — йўналишини ўзгартирмайдиган нуклеотидлар (ATCG, ATA, GC CG) жуфтининг алмашинуви (пурин ва пиримидин нуклеотидларнинг жойлари алмашади);
- инверция* — нуклеотиднинг қўшимча жуфтининг қўшилиши;
- делекция* — нуклеотид жуфтининг тушиб қолиши (7.2-расм).

Шуни таъкидлаш керакки, қўшимчалар үқиши рамкасини бир йўналишга, ўчириш эса — тескари томонга силжийди.

Мутация жараёнининг физиологик назариясига мувофиқ мутациялар ҳужайра физиологиясининг нормал жараёнларининг қўшимча маҳсулоти сифатида кўриб чиқилиши керак. Яқинда американлик генетик олим Р. Фон Борстельнинг тушунчаси кенг тарқатилди. Унга кўра мутациялар “учта Р хатолиги”: репликация, репарация ва рекомбинациялар натижасида пайдо бўлди. Бундай хатолар ўз-ўзидан ва мутагенларнинг таъсиридан бўлади. Шу муносабат билан, мутагенез механизмларини тушунишда репликация, репарация, рекомбинация энзимологик ва уларни генетик назорат қилиш ҳал қылувчи рол ўйнаганлиги аниқ. Маълум бўлишича, кўплаб генлар бир вақтнинг ўзида ўз-ўзидан пайдо бўлган ва индуцияланган (қўзғатилган) мутацион жараёнларнинг частотасини бошқарадилар.

<sup>1</sup> Транзиция — оддий алмашинув.

<sup>2</sup> Трансверсия — қийшиқ алмашинув.

**Репликация ва мутация жараёни.** Репликация жараёнида комплементар принципнинг ноаниқликлари туфайли нуклеотидни алмаштириш мүмкин. ДНК нуклеотидларининг азотли асослари бир неча таутомерик шаклларда мавжуд бўлиши мүмкин.

**Таутомеризация** — молекуладаги водород ҳолатининг ўзгариши туфайли кимёвий хусусиятларини ўзгариши. Агар аденин одатий амин шаклида бўлса, у тимин билан бирлашади.

Сийрак амин шаклида бўлган аденин цитозин билан жуфтлашади. Кейинги репликация пайтида адениннинг АТ → GC гуанинга ўтишини тъминлайди. Тиминнинг сийрак енол таутомери гуанин билан жуфт боғланишга қодир ва бу нуклеотидлар жуфтлигини алмаштиришга олиб келади. Нуклеотидларнинг баъзи таутомерлари бошқа водород боғларин ҳосил қилиш қобилиятини ўзгартиради. Нуклеотидларнинг аналогларида таутомериям одатдаги шаклларга қараганда тез-тез учрайди, бу уларнинг мутаген мутагенезда иштирок этишининг ДНК аналогларининг мутаген таъсирини кашф қилиш эди: тимидин 5-бромурацил ва бактериофаглар билан бактерияларда мутацияларни келтириб чиқаридиган 2-аминопуриннинг мутаген таъсирини кашф этилиши кўрсатди.

Бромурацил тимин ўрнига ДНКга киради ва тимин билан жуфт ҳосил қиласи. Бу ҳолда қўшилган 5-бромурацилни (репликация хатоси) ДНКга репликация қилиш пайтида гуанин билан хато жуфтлаштириш мүмкин ДНК-га аналог киритилганида хато пайдо бўлиши мүмкин (қўшилиш хатоси).

Ўқиши қаторининг силжиш билан юрадиган мутацияларнинг кўпчилиги бир хил нуклеотидлардан ташкил топган ДНК қисмларида топилган. Ушбу қисмлардаги ипларнинг диссоциацияси билан нотўғри тикланиши натижасида ушбу мутацияларнинг пайдо бўлиши ҳақида гипотеза мавжуд. Биринчи ҳолда, репликация хатосининг натижаси ва 2-аминопурин асосларининг бошқа аналоги таъсир қилганда хатосининг натижаси бошқа аналоги таъсирида ўхшашиб. ДНК репликацияси билан боғлиқ мутацион жараённи ўрганиш тўғридан-тўғри репликатив вилкалар ичидаги ҳаракат қилувчи баъзи юқори самарали мутагенларни аниқлашга мүмкинлик беради. Буларга *репликация вилкаларидаги* битта занжирли участкалари билан ўзаро алоқада бўлган ёки тўғридан-тўғри репликома ферментларига таъсир қилувчи N-метил-N-нитро-N-нитрозогуанидин (МННГ) киради.

**Репарация ва мутация жараёни.** Аниқланган мутация частотаси потенциал ДНК заарининг катталигини акс эттирмайди. Ҳужайрадаги репарация тизимини бўлишига боғлиқ ДНКнинг заарланиши кам бўлади, сабаби улар шиккастланишини билишади ва уларни тъминалайди. Репарация тизимлари эволюция жараёнида геномларнинг

барқарорлигини таъминлаш учун пайдо бўлади. Баъзи бир репарация тизимлар ўзига хос хусусиятга эга, бошқалари заарнинг маълум бир турларига боғлиқ махсус қобилияти бўлади. Айрим турларида нисбатан ўзига хослик бўлмайди — улар ДНК таркибидаги ўзгаришларни харакат учун сигнал сифатида тан олишади. Репаратив тизимлар бу турли хил организмларнинг ҳужайраларида топилган ферментатив механизmlар бўлиб ҳисобланади.

E. Coli, T<sub>4</sub> бактериофаги, хамиртуруш, шунингдек юксак эукариот ҳужайралардаги репарацияси учун жавоб берадиган баъзи бир генларнинг мутациялари репликацияли комплекс учун жавоб берадиган генларнинг мутациялари каби мутаторли ёки антимутаторли таъсирини намойиш этади.

Репарациянинг (шунингдек рекомбинациянинг) генетик назоратини ўрганиш ҳужайрадаги бўладиган баъзи нормал жараёнларнинг мутациянинг олдиндаги ДНК ўзгаришларини мутацияга айланишида иштирокини исботлаш имконини берди. Хусусан, мутацияларнинг шаклланиш жараёни бошқа физиологик жараёнлар каби генетик жиҳатдан блокланиши мумкинлиги маълум бўлди. Шундай қилиб, lex A ёки rec Агенларининг ўзгариши ултрабинафша нурлар, ионлаштирувчи нурланиш ва баъзи кимёвий мутагенлар таъсирида мутация жараёнини қисман ёки тўлиқ бостиришга олиб келади.

Репарация жараёнларининг мутациялар пайдо бўлишида E. Coli бактерияларида батафсил иштироки ўрганилди. Ултрабинафша (лекин ионлашлашмайдиган) нурланишидан кейин бир қаторли ажралиши йўқ қилишни бошқарувчи uvr Е генидаги мутация AT — GC транзициясининг ўз-ўзидан пайдо бўлишини 350—400 марта ва GC—AT трансверсиясини ўз-ўзидан пайдо бўлишини 150—200 марта ошириши кўрсатилган. Шунингдек, бу ультрабинафша нурлар ва метилметансульфонат томонидан қўзғатилган мутацияларнинг частотасини оширади.

### **Билимингизни текширинг:**

-  1. Репарация ва мутацияли жараёни тушунчаларини аниқланг ва тавсифланг.  
2. Ген мутациялари ва уларнинг пайдо бўлиш йўлларини тушунтиринг.
-  1. Хромосомали мутациянинг геном мутациядан фарқини тушунтиринг.  
2. ДНК репарациясига мисол келтиринг.
-  1. Таутомер механизмини таҳлил қилинг.  
2. Делеция ва дупликация ўртасидаги фарқларни таҳлил қилинг.
-  1. Мутация жараёнига ташқи омилларининг таъсирини тушунтиринг.  
2. Мутациянинг таснифини асосланг.
-  1. Тирик организмлар эволюцияси учун мутациянинг аҳамияти тўғрисида мунозара қилинг. Мутация жараёнининг тасодифийлигини асосланг.

### 33-§. ИРСИЙ БЕЛГИЛАРНИ ТҮФРИ АНАЛИЗ ҚИЛИШДА СТАТИСТИК УСУЛЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ ( $\chi^2$ МЕЗОН, $t$ МЕЗОН)

#### Бу дарсда сиз:

- эксперименттал биологик маълумотларни статистик қайта ишлаш тамойилларини билиб оласиз;
- Пирсон  $\chi^2$  мезони билан танишасиз;
- $t$  мезонниг микдори билан танишасиз.

#### Сиз биласизми:

- кузатилаётган ҳодисаларнинг ишончлилигини таҳлил қилиш тамойиллари;
- ўрганилаётган қонуниятларни ишончлилигини аниқлаш учун мисоллар;
- нормал тақсимотнинг хусусиятлари.

#### Таянч иборалар:

тасодифий ўзгарувчи, эҳтимоллик, хато ( $\chi^2$  мезон,  $t$  мезон).

Пирсон  $\chi^2$  мезони — бу тадқиқот натижасини аниқ сонини ёки ҳар бир мезонга кирадиган намунавий сифат кўрсаткичлари билан ўрганилган гурӯҳларнинг нолли гипотезасининг кутилиши мумкин бўлган назарий микдори ўртасида муҳимлигини баҳолашга имкон берадиган параметрик бўлмаган усул. Оддий қилиб айтганда, ушбу усул икки ёки ундан ортиқ нисбий кўрсаткичлар (частоталар, фраксиялар) ўртасидаги фарқларнинг статистик аниқлашга имкон беради.

$\chi^2$  мезонининг ривожланиш тарихи. Боғланиш жадвалини анализга қаратилган хи-квадрат мезони 1900 йили инглиз математики, статистисти, биологи ва файласуфи математик статистика ва биометриканинг асосчиси Карл Пирсон (1857—1936) томонидан ишлаб чиқилган ва таклиф қилинган.

Хи-квадрат мезони хавф омилининг бўлишига боғлик натижалар частотаси тўғрисидаги маълумотларни бириктириш жадвали ёрдамида таҳлил қилиши мумкин. Масалан, тўртта майдонли бириктириш жадвали қуйидаги ҳолатда бўлади:



Карл Пирсон

9-жадвал

	Натижа мавжуд (1)	Натижа йўқ (0)	Жами
Хавф омили мавжуд (1)	A	B	A + B
Хавф омили йўқ (0)	C	D	C + D
Жами	A + C	B + D	A + B + C + D

$\chi^2$ -мезони қүйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e},$$

бу ерда  $f_o$  ва  $f_e$  — мос равища кузатиладиган ва кутиладиган частоталар.

Сўнгра  $\chi^2$  жадвалдаги қийматлар билан таққосланади, агар ҳисобланган қиймат жадвалдаги қийматдан катта бўлса, у ҳолда кузатиладиган қийматлар статистик жиҳатдан аниқ демакдир. Масалан, иммуналогияда тажриба ўтказилиб, зардобнинг таъсири текширилди. Сичқонларнинг икки гурухига бактериялар киритилди, лекин уларнинг бир гурухига қўшимча зардоб киритилиб, қўйидаги натижалар олинди:

Гурухи	Нобуд бўлди	Тирик қолди	Жами
Бактерия + зардоб	13	44	57
Фақат бактерия	25	29	54
Жами	38	73	111

Агар антитаналарнинг, аслида, сичқонларнинг ҳаёт фаолиятига ҳеч қандай таъсири бўлмаса, у ҳолда биз боғланиш жадвалида қўйидаги натижаларга эришган бўлар эдик:

Гурухи	Нобуд бўлди	Тирик қолди	Жами
Бактерия + зардоб	19,5	37,5	57
Фақат бактерия	18,5	35,5	54
Жами	38	73	111

У ҳолда  $\chi^2 = (13 - 19,5)^2 / 19,5 + (44 - 37,5)^2 / 37,5 + (25 - 18,5)^2 / 18,5 + (29 - 35,5)^2 / 35,5 = 2,16 + 1,12 + 2,31 + 1,20 = 6,79$ .

Аниқланган қиймат  $\chi^2 = 3,841$  жадвалдаги қийматдан катта, демак, антитаналар сичқонларнинг ҳаёт фаолиятини ортиради.

**Стьюентнинг  $t$  мезони** — Стьюентни тақсимоти асосида гипотезаларнинг (статистик мезонлар) статистик текшириш усуллари синфига умумий номи.  $t$  мезонлардан фойдаланиш энг кўп ҳолатларда икки намуналари ўртача билимларнинг тенглигига боғлиқ.

### **$t$ мезонини ривожланиш тарихи.**

Ушбу мезон Гиннесс компаниясида пивони сифатини баҳолаш мақсадида Уильям Госсет томонидан ишлаб чиқилган. Тижорат сирларини ошкор қиласлик ҳақида компанияни олдидаги мажбуриятлари муносабати билан.

Госсетнинг мақоласи 1908 йилда “Биометрика” журналида “Student” (Студент) тахаллуси остида эълон қилинди.



Уильям Госсет



*Стъюдентнинг  $t$  мезони нима учун фойдаланилади?* Стъюдентни  $t$  мезонини ўртача қийматининг фарқи статистик аҳамиятини аниқлаш учун фойдаланилади. Бу мустақил намуналарни таққослашда (масалан, қанд диабети касаллиги билан оғриган беморни ва соғлом гурухларни) ва тегишли тўпламларни таққослашда (масалан, бир беморни аритмияга қарши препаратларни қабул қилишдан олдинги ва кейинги юрак урининг ҳолатлари) фойдаланиш мумкин.

*Стъюдентнинг  $t$  мезони қандай ҳолатларда фойдаланиш мумкин?*

Стъюдентнинг  $t$  мезонидан фойдаланиш учун аввалом *нормал тақсимлаш* маълумотлари бўлиши керак. Агар мустақил намуналар учун иккита танлаб олинган мезонидан фойдаланилса, шунингдек, *дисперсияларнинг тенглиги* (гомоскедастик) шартига риоя қилиш керак.

*Стъюдентнинг  $t$  мезони қандай ҳисобланади?*

Стъюдентнинг  $t$  мезонини ўртача қийматларини таққослаш учун қуйидаги формула билан фойдаланиб ҳисобланади:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}};$$

Бу ерда  $M_1$  — биринчи таққосланган ўртача арифметик (гурухнинг) қиймати,  $M_2$  — иккинчи таққосланган ўртача арифметик қиймати,  $m_1$  — биринчи ўртача арифметик хатоси,  $m_2$  — иккинчи ўртача арифметик хатоси.

Стъюдентнинг  $t$  — мезонининг олинган қиймати тўғри талқин қилиниши керак. Бунинг учун ҳар бир гурухдаги ( $n_1$  ва  $n_2$ ) ўрганилаётган сонини билишимиз керак.  $F$  эркинлик даражалари сонини қуйидаги формула бўйича топамиз:

$$f = (n_1 + n_2) - 2$$

Шундан сўнг, муҳимлиги (масалан,  $p = 0.05$ ) мувофиқ даражаси учун ва  $f$  эркин даражада ўтказилиб турган сонида Стъюдентнинг  $t$  — мезонининг критик аҳамиятини жадвалга мувофиқ аниқлаймиз.

*Мезоннинг критик ва ҳисобланган аҳамиятини солиширамиз:*

- Агар Стъюдентнинг  $t$  мезонининг қиймати жадвал бўйича аниқланган критик даражасига хос ёки ортиқ бўлса, таққосланган қийматлар орасидаги фарқларни статистик аҳамиятга эга деб холоса қиласиз.

- Агар Стъюдентнинг ҳисобланган қиймати жадвалдаги кўрсаткичдан кам бўлса, таққосланган қийматлардаги фарқлар статистик аҳамиятга эга эмас деб ҳисблаймиз.

*Стъюдентнинг  $t$  мезонини ҳисоблаш мисоли.*

Янги препаратлар ёрдамида безларнинг самарадорлигини ўрганиш учун анемияси бор беморларнинг икки гурухи танланди. Биринчи гурухдаги беморлар икки ҳафта давомида янги дори қабул қилишди, иккинчи гурухдагиларга эса плацебо (тадқиқот давомида кузатиш учун

шифоси йүқ зиёнли модда) берилди. Шундан сүнг, периферик қондаги гемоглобин даражаси ўлчанди. Биринчи гурухда гемоглобиннинг ўртача даражаси  $115,4 \pm 1,2$  г/л, иккинчи гурухда —  $103,7 \pm 2,3$  г/л (маълумотлар  $M \pm m$  форматида келтирилган) ташкил қилди, таққосланган тўпламлар нормал тақсимотга эга. Бундан ташқари, биринчи гурухнинг сони — 34, иккинчи гурухда 40 беморни ташкил этди. Олингандар фарқларнинг статистик аҳамияти ва янги препаратлар безларнинг самарадорлиги ошириши тўғрисида холоса чиқариш керак.

**Ечим:** фарқлар аҳамиятини баҳолаш учун ўртача қийматларнинг фарқидаги хатолар квадратнинг йиғиндисига бўлиш ёрдамида ҳисобланган Стьюентнинг  $t$  мезонидан фойдаланамиз:

$$t = \frac{115,4 - 103,7}{\sqrt{1,2^2 + 2,3^2}}$$

Ҳисоблашни амалга оширгандан сүнг, қиймати  $t$  — мезоннинг 4,51 га айланди. Эркинлик даражаси сонини  $(34 + 40) - 2 = 72$  топамиз. Олингандар Стьюентнинг  $t$  мезонининг 4,51 қиймати  $p = 0,05$  бўлганда жадвалда кўрсатилган критик қиймати билан 1,993 қийматини солиширамиз. Мезоннинг ҳисобланган қиймати критикдан ортиқ бўлса, фарқларнинг статистик жиҳатидан муҳим (муҳимлик даражаси  $p < 0,05$ ) деб холоса қиласиз.

### Билимингизни текширинг:

-  1. Тажрибали биологик маълумотларнинг статистик қайта ишлаш принципларни аникланг ва тавсифланг.
-  1. Пирсон  $\chi^2$  мезонларини айтиб беринг.  
2. Стьюентнинг  $t$ -мезонини тушунтириинг.
-  1. Пирсоннинг  $\chi^2$  мезони нима учун фойдаланилади. Чизиб кўрсатинг.  
2. Стьюентнинг  $t$  мезони қандай ҳолатларда фойдаланса бўлади?
-  1. Стьюентнинг  $t$ -мезонининг маъносини тушунтириинг.  
2. Ўрганилган намунанинг ишончлигини аниклашга мисоллар келтириинг.
-  1. Карл Пирсон билан Уильям Госсет ҳақида реферат ёзинг.

## 7.1-жадвал

Стъюдентнинг  $t$  мезонининг критик қийматининг жадвали

Эркин даражадаги сони, $f$	$p = 0.05$ бўлгандаги Стъюдентнинг $t$ — мезонининг аҳамияти
1	12.706
2	4.303
3	3.182
4	2.776
5	2.571
6	2.447
7	2.365
8	2.306
9	2.262
10	2.228
11	2.201
12	2.179
13	2.160
14	2.145
15	2.131
16	2.120
17	2.110
18	2.101
19	2.093
20	2.086
21	2.080
22	2.074
23	2.069
24	2.064
25	2.060
26	2.056
27	2.052
28	2.048
29	2.045
30	2.042
31	2.040
32	2.037
33	2.035
34	2.032

35	2.030
36	2.028
37	2.026
38	2.024
40-41	2.021
42-43	2.018
44-45	2.015
46-47	2.013
48-49	2.011
50-51	2.009
52-53	2.007
54-55	2.005
56-57	2.003
58-59	2.002
60-61	2.000
62-63	1.999
64-65	1.998
66-67	1.997
68-69	1.995
70-71	1.994
72-73	1.993
74-75	1.993
76-77	1.992
78-79	1.991
80-89	1.990
90-99	1.987
100-119	1.984
120-139	1.980
140-159	1.977
160-179	1.975
180-199	1.973
200	1.972
$\infty$	1.960

## № 8- лаборатория иши

### "Ирсий белгиларни ишончлилигини таҳлил қилиш".

**Монодурагай чатиштириш** деб аталишининг сабаби, бунда бир жуфт ген томонидан аниқланган алтернатив (қарама-қарши) белгиларни ирсий қилиб олиш күриб чиқлади.

Монодурагай чатиштиришда Мендельнинг биринчи қонуни (бир хиллик қонуни) күзатылади, унга күра гомозиготали организмлар чатиштирилғанда уларнинг  $F_1$  авлодлари фақат битта алтернатив белгиси (доминант) қуринаади, иккінчиси эса яширин (рецессив) ҳолатда бўлишади.  $F_1$  авлодлари фенотип ва генотипда бир хилдир. Мендельнинг иккінчи қонунига (ажралиш қонуни) кўра гетерозиготаларни чатиштирганда уларнинг  $F_2$  авлодида генотипи бўйича 1:2:1 нисбати бўйича ажралиш ҳосил бўлади, фенотипи бўйича 3:1 пропорциясида ҳосил бўлади.

Монодурагай чатиштиришга боғлиқ масалаларни муаммосиз муваффакиятли ечиш, шунингдек, "гаметаларнинг софлиги" қодасини билиш лозим, бу қоидага хос ҳар хил гаметага ҳар қандай жуфтликдан маълум ривожланиши аниқлайдиган биттадан ген киради.

#### 1. Мендельнинг биринчи иккінчи қонунларининг қуриниши.

**1-масала.** Йирик қорамол таркибидаги қора рангли гени қизил гендан устун (доминант) туради. Наслдор қора буқа билан қизил рангли сигир чатиштирилса  $F_1$  авлодида қандай белги пайдо бўлади? Дурагайни кесиб чатиштирганда  $F_2$  авлодида қандай белги пайдо бўлади?

Ечим:

А — қора рангли ген;

а — қизил рангли ген;

1. Қизил рангли сигирлар рецессив белгини ўзида ташийди, демак, рецессив ген бўйича улар гомозиготали, генотипи эса — aa.

2. Наслдор буқанинг доминант қора рангли белгисини ўзида ташийди, яъни гомозиготали.

Демак, унинг генотипи — AA ҳисобланади.

3. Гомозиготали индивидлар гаметанинг бир тури ҳосил қиласи, шунинг учун қора буқа фақат А доминант генли гаметаларни ташкил қиласи, сигирлар эса фақат а рецессив генини ташийди.

4. Улар фақат битта йўл билан бирлаша олади, натижада Aa генотипли баравар  $F_1$  авлоди пайдо бўлади.

5. Гетерозиготалар эҳтимоллиги teng бўлган A ва a гаметаларни ҳосил қиласи. Уларнинг табиатда бирикиши тасодифийдир, шунинг учун  $F_2$  авлодида AA (25%), Aa (50%) ва aa (25%) генотиплари бўлган ҳайвонлар келиб чиқади, яъни доминант хусусиятга эга бўлган шахслар тахминан 75% бўлади.

Чатиштириш схемаси

P	♀ aa қизил	x	♂ AA қора
гаметалар	○ <sub>a</sub>		○ <sub>A</sub>
$F_1$	Aa 100% қора		
$F_1$	♀ Aa қора	x	♂ Aa қора
гаметалар	○ <sub>A</sub>	○ <sub>a</sub>	
$F_2$	AA	Aa	
	75% қора		
	25% қизил		

**Жавоб:** Насилдор қора рангли буқани қызил рангли сигир билан чатиширганда барча авлодлар қора рангда бўлади.  $F_1$  дурагайларни ўзаро чатиширганда, уларнинг авлодлари ( $F_2$ ) ажралиш ҳосил бўлади:  $3/4$  индивид қора рангли,  $1/4$  — қызил.

**2-масала.** Гаранглик ва Вильсон касалиги (мис метаболизмнинг бузилиши) — рецессив белгилар. Гаранг одам ва Вильсон касалилиги бўлган аёлнинг никоҳидан иккита аномалияга эга бўлган бола туғилди. Ушбу оиласда соғлом фарзанд кўриш эҳтимоли қандай?

**Ечими:**  $A$  — нормаш эшитиш,  $a$  — гаранг,  $B$  — миснинг нормал алмашинуви,  $b$  — Вильсон касаллиги.

1. Болада гаранг-соқов ва Вильсон касаллиги (рецессив симптомлар) билан касалланиш, унинг генотипи —  $aabb$

2. Эркак киши гаранг, шунинг учун унда гаранглик рецессив белгиси бўйича гомозиготали ( $aa$ ). У Вильсон касаллиги билан оғримаган, В доминант гени бор. Эркак кишининг шунингдек,  $b$  рецессив гени бўлиши керак, сабаби унинг шу касаллик билан оғриган фарзанди бор. Демак, эркак кишининг генотипи —  $aaBb$ .

3. Аёл киши Вильсон касаллиги билан оғриган, демак, унда  $b$  рецессив гени бўйича гомозиготали. Унинг эшитиш қобилияти яхши ( $A$  ген), лекин унинг гаранг ва соқов (а рецессив гени бўйича гомозиготали) фарзанди бор. Шунинг учун аёл кишининг генотипи —  $Aabb$ .

4. Бир-бирига боғлиқ бўлган ҳодисаларни амалга ошириш эҳтимоли ҳар бир воқеа содир бўлган эҳтимолнинг ҳосиласига тенг.

Муайян генотипга эга бўлган шахсларнинг пайдо бўлиши эҳтимолини аниқлаш куйидаги формула ёрдамида кўриш мумкин:

$$\text{Эҳтимол} = \frac{\text{Кутиладиган тадбирлар сони}}{\text{Мумкин бўлган барча воқеалар сони}} \quad (1)$$

Никоҳ жадвалл

P	$\text{♀ Aabb}$ нормал эшитиш, Вильсон касаллиги	$\times$	$\text{♂ aaBb}$ гаранг, нормал алмашинув	
гаметалар	<input type="radio"/> Ab	<input type="radio"/> ab	<input type="radio"/> aB	<input type="radio"/> ab
$F_1$	AaBb соғлом 25%	Aabb б. Вильсона касаллиги 25%	aaBb гаранг 25%	aabb гаранг, Вильсон касаллиги 25%

Соғлом фарзанд кўриш эҳтимоли (1) формуласи билан аниқланади ва кутилган ҳодисалар сонининг (соғлом болани туғилиши - 1) барча мумкин бўлган ҳодисалар сонига (4), бу ҳолда у  $1/4$  (25%) га тенг.

**Жавоб:** соғлом фарзанднинг туғилиш эҳтимоли —  $1/4$  (25%).

Соматик ва жинсий хромосомалардаги белгиларни бир вақтнинг ўзида ирсий қилиб олиниши.

Ушбу вазифалар билан ди- ва полидурагай чатишириш ўртасидаги фарқ шундаки, уларни ҳал қилишда жинсга боғланган белгиларнинг ирсий хусусиятлари ҳам ҳисобга олиниши керак. Жинсий хромосомаларда локализация қилинган генлар белгиларининг яқинидаги тегишли кўрсаткичлар X ва Y билан белгиланади, соматик хромосомаларнинг генлари — кичик ва катта лотин ҳарфлари билан кўрсатилган.

**3-масала.** Олтига бармоқнинг доминант белгисининг гени ( $A$ ) аутосомада локализация қилинган. Дальтонизм рецессив белгисининг гени ( $d$ ) X — хромосомасида жойлашган. Олти бармоқли эркак киши — дальтоник ва соғлом аёлнинг никоҳидан олти бармоқли — дальтоник бола ва соғлом қиз туғилди. Ота-она билан фарзандларнинг генотиплари қандай?

**Ечими:** 1. Аёлнинг қўллари нормалдир, шунинг учун олти бармоқли белгиси бўйича —  $aa$ . Унинг кўриш қобилияти нормал ( $XD$ ), аммо ўғли — дальтоник ( $X$  хромосомасини онасидан олган), шунинг учун аёлнинг генотипи —  $aaXDXd$ .

2. Эркак кишида олти бармоқли құли бор, демек у А генини олиб юради, лекин қизи соғлом (aa), шунинг учун эркак кишида генотипи олти бармоқли — Aa. Эркак кишида дальтонизмом, яғни үзининг ягона X — хромосомасида *d* рецессив гени бор. Эркак кишининг генотипи — AaXdY.

3. Худди шундай ота-онасининг генотипи бүйича қизини генотипини анықлашга бўлади: қизи — aaXDXd, ўғли — AaXdY.

Никоҳ схемаси: A — олти бармоқли, a — құли нормал, D — қўриши нормал, d — дальтонизм.

Никоҳ схемаси:

**A — олти бармоқли, a — құли нормал, D — қўриши нормал, d — дальтонизм.**

P	$\text{♀ aa}X^D X^d$ құли нормал ташувчи				$\times$	$\text{♀ Aa}X^d Y$ олти бармоқли, дальтоник			
гаметалар	$\bigcirc aX^D$ $\bigcirc aX^d$					$\bigcirc A X^d$ $\bigcirc a X^d$ $\bigcirc A Y$ $\bigcirc a Y$			
F <sub>1</sub>	AaX <sup>D</sup> X <sup>d</sup> олти- бар- моқ- литаш- увчи	aaX <sup>D</sup> X <sup>d</sup> құли нор- мал ташув- чи	AaX <sup>d</sup> X <sup>d</sup> олти бар- моқ-ли, даль-то- ник	aaX <sup>d</sup> X <sup>d</sup> құли нор- мал, даль- то- ник		AaX <sup>D</sup> Y олти бар- моқ-ли, соғ-лом	aaX <sup>D</sup> Y құли нор- мал, соғ-лом	AaX <sup>d</sup> Y олти бармоқ- ли, даль- тоник	aaX <sup>d</sup> Y құли нормал, даль- тоник

Жавоб: Онасининг генотипи — aaXDXd, отасининг — AaXdY, қизи — aaXDXd, ўғли — AaXdY.

**4-масала.** Жигарранг құзли, нормал қўриш қобилиятига эга, ўнг (правша) қўлли аёл кўк құзли, ўнг (правша) қўлли, дальтоник эркак кишига турмушга чиқмоқда. Улардан кўк құзли, дальтоник ва чапақай (левша) қиз туғилди. Агар қўзниң ранги жигарранг ва ўнг қўлниң устувор эгалиги — генларниң ҳар хил аутосомаларда жойлашган доминантли белгилар, дальтонизм эса рецессив, X хромосома билан боғланган гени кодланган бўлса, кейинги фарзандида худди шундай аломатларга эга бўлиш эҳтимоли қандай?

**Ечими:**

- A — жигарранг қўз, a — кўк қўз;
- B — ўнг қўл, b — чапақай;
- D — қўриши нормал, d — дальтонизм.

1. Қизининг генотипи — aabbX<sup>d</sup>X<sup>d</sup>, чунки у учта рецессив хусусиятга эга.  
2. Эркак кишининг генотипи кўз рангининг белгиси бўйича генотипи — aa, чунки у рецессив белгига эга. У дальтоник, шунинг учун унинг X — хромосомасида *d* ген мавжуд. Эркак киши — ўнг қўл (Вдоминант ген), лекин унинг қизи чапақай (bb), ундан ташқари эркак кишида *b* рецессив генини олади. Эркак кишининг генотипи — aaBbXdY.

3. Аёл ўнг қўлли, жигарранг құзли, дальтонизм билан оғримайди, демек унинг доминанти A, B ва D генлари бор. Унинг қизи рецессив белгини ташийди, демек аёлнинг генотипида a, b, ва d генлари бор. Аёлнинг генотипи — AaBbXDXd.

**Жавоб:**

Пеннет (8×6) жадвалини куриб, уч рецессив белгиси билан ўғил фарзанд туғилиш мумкинлиги 1/24 эканлигига ишонч ҳосил қилишимиз мумкин.



### 34-§. “ОДАМ ГЕНОМИ” ЛОЙИХАСИ. ОДАМНИНГ ГЕНОМЛИ ДНКСИНИ СЕКВЕНИРЛАШ. ЛОЙИХАНИНГ БИР ҚИСМИ СИФАТИДА ОЛИБ БОРИЛГАН ТАДҚИҚОТНИНГ БИОЛОГИК АҲАМИЯТИ

#### Бу дарсда сиз:

- ДНК-нинг ферментатив тизимини секвенирлаш усулини билиб оласиз;
- “Одам геноми” лойиҳаси маъносини муҳокама қилишни ўрганасиз.

#### Сиз биласизми:

- “Одам геноми” халқаро лойиҳасининг мақсади ва натижалари;
- ДНК секвенирлаш усули;
- Қиёсий геномиканинг вазифаси.

#### Таянч иборалар:

ДНК, геном, секвенирлаш, геномика.

“Одам геноми” халқаро лойиҳаси — илмий тарихидаги энг қиммат ва энг муҳим лойиҳалардан биридир. Лойиҳанинг муваффақияти катта аҳамиятга эга. 1998 йил октябр ойида инсон ДНК даги тўлиқ нуклеотидлар кетма-кетлигининг биринчи хом версияси 2001 йилга келиб олинишини эълон қилинди. Бу инсон ривожланишининг принципларини, кўплаб ирсий касалликларининг генетик сабабларини ва қариш механизмларини яхшироқ тушунишга ёрдам беради.

**Одамнинг геномик дезоксирибонуклеин кислотасини секвенирлаши.** Секвенирлаш (инглиз тилидан *sequence* — “кетма-кетлик”) — ДНК молекуласидаги нуклеотидларнинг кетма-кетлигини аниқлашга имкон берадиган усулларнинг умумий номи.

ДНК секвенирнинг иккита асосий усули мавжуд: кимёвий ва ферментатив.

**Кимёвий усули** ёки Максам-Гилберт бўйича кимёвий деградация усули. 1976 йилда Аллан Максам ва Уолтер Гилберт томонидан ишлаб чиқилган. Усул асосида ДНКнинг белгилаган жойларини кимёвий таъсир остида ажратишга асосланган. Белгилаш факат битта учида амалга оширилади (3' ёки 5'). Реагентга таъсир қилишнинг концентрацияси ва давомийлиги шундай белгиланадики, нуклеотиднинг факат битта тури (Ц; Ц + Т; Г; Г + А) нуклеотидлари модификацион ўзгаради. Белгиланган жойларни ажратиш агарли гель электрофорезида содир бўлади.

Унинг бир неча босқичлари мавжуд:

1. ДНК қисмидаги праймер билан, яъни бошланғич ДНКнинг маълум бир қисмини комплементарли сунъий равишда яратилган кетма-кетлик билан гибридациялаш.
2. ДНКнинг фермент синтези.
3. Денатурация, натижада праймерни ўз ичига олган турли хил узунликдаги олигонуклеотидлар кетма-кетлиги пайдо бўлади.
4. Полиакриламид гельдаги электрофорез.

Сўнгги 20 йил ичида Сэнгер усули бўйича автоматлаштирилган секвенирлаш устунлик қилди. Тиббиётда секвенирлашнинг ривожланиши шахсий тиббиёт даври вужудга келди, бу bemорларнинг индивидуал фарқларини ҳисобга олади ва тиббий ёрдам сифатини оширишга имкон беради.

Хозирги вақтда ДНКни секвенирлашнинг янги усуллари ҳам мавжуд. Бундай технологияларнинг барчаси интерактив циклик фермент реакциялар давомида ДНК чипларини секвенирлашга асосланган ва кейинчалик олинган маълумотлар расм шаклида йиғилади. Олинган маълумотлардан фойдаланиб, ДНК кетма-кетлиги тикланади. Ушбу усулларнинг афзаллиги шундаки, улар ДНКнинг бир вақтнинг ўзида бир неча бўлимларини ўқишлиари мумкин.

Иккала олимлар ҳам, жамият ҳам инсоннинг геном тизимининг натижаларини ирсий касалликларни даволашда қўллаш мумкинлигига катта умидда. Бугунги кунга қадар дунёда кўплаб одам касалликлари учун жавобгар бўлган кўплаб генлар аниқланди, жумладан Альцгеймер касаллиги, муковисцидоз, Дюшеннинг мускул дистрофияси, Гентингтон хореяси, ирсий кўкрак ва тухумдон саратони касалликлари. Ушбу генларнинг тузилиши тўлиқ декодланган ва ўзлари клонланган. 1999 йил бошида 22-чи хромосоманинг тузилиши ўрнатилди ва унинг генларининг ярми функциялари аниқланди. Улардаги нуқсонлар 27 хил касалликлар, жумладан шизофрения, миелолейкоз, лейкемия ва ўз-ўзидан бўладиган abortнинг сабабларининг тез-тез бўлиши ва иккинчи энг кенг тарқалган сабаби 22 трисадомия билан боғлиқ. Бундай bemорларни даволашнинг энг самарали усули бу нуқсонли генни соғлом билан алмаштиришdir. Ушбу соҳадаги тадқиқотлар бутун дунёда олиб борилмоқда ва эҳтимол, инсон геномини тартиблash билан содир бўлганидек, кутилганидан анча олдин муваффақиятга эришиш мумкин. Секвенирлаш натижаларини қўллашнинг яна бир муҳим усули — бу янги генларни аниқлаш ва улар орасида бу ёки бошқа касалликка мойиллигини аниқлайдиганларни аниқлашdir (54-расм).

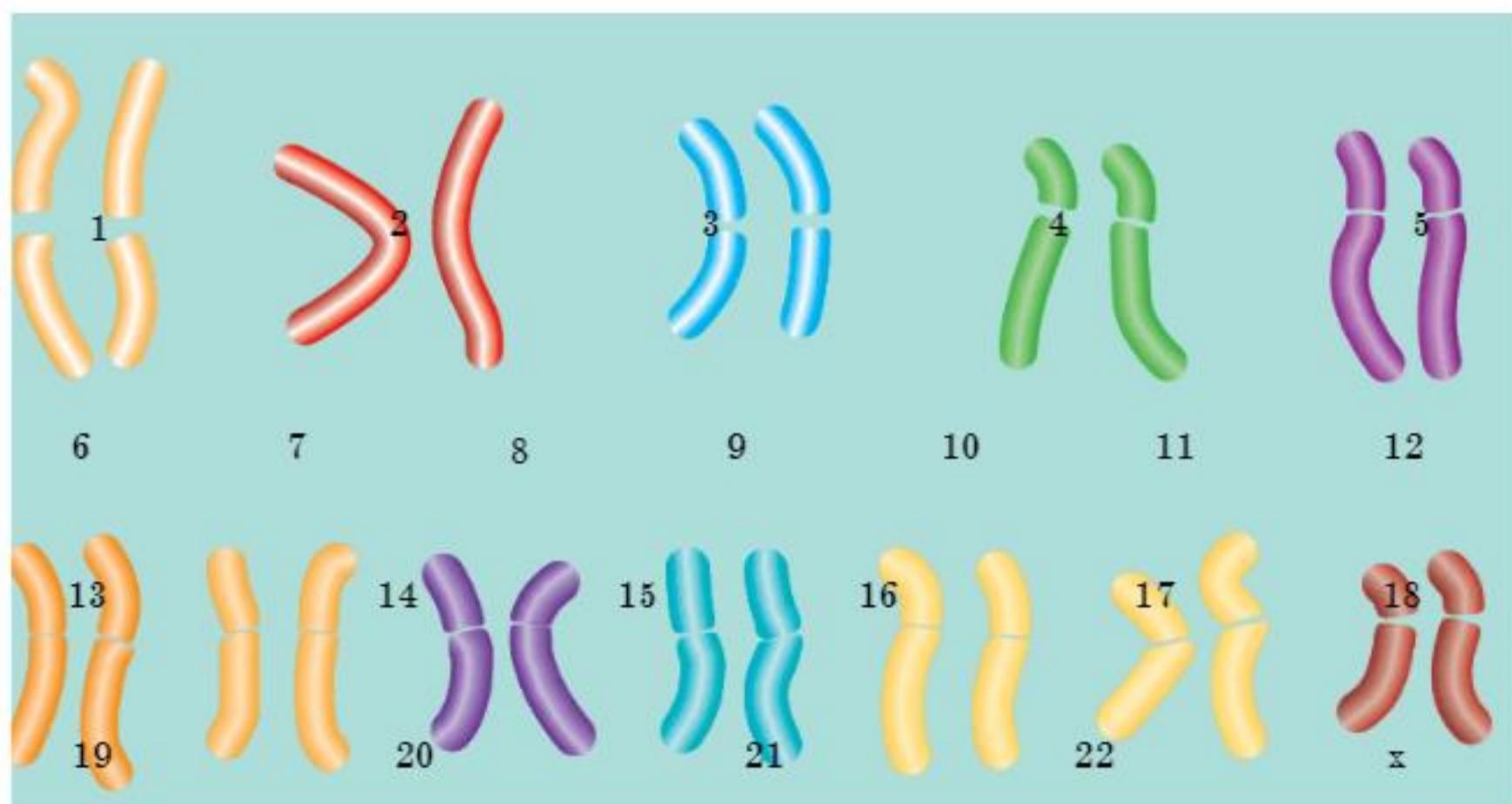
**Лойиҳа якунида юритилган тадқиқотларнинг биологик аҳамияти.**

Одам геномини ўрганиш кетма-кетлигидан анча оддий бошқа организмларнинг жуда катта сонининг геномларини секвенирлаш “тор-

тиб олди”; геном лойиҳаси бўлмаганда маълумотлар кейинчаликка қолдирилиб ва камроқ даражада олинар эди. Уларнинг декодланиши тобора ортиб бораётган суръатда амалга оширилди.

Биринчи катта муваффақият 1995 йилда *Haemophilus influenza* бактериясининг геномини тўлиқ харитада кўриш, кейинчалик 20 дан ортиқ бактерияларнинг геномлари тўлиқ ўрганилди, улар орасида туберкулёз, тиф, сифилизнинг қўзғатувчиси ва бошқалар. 1996 йилда биринчи эукариот ҳужайранинг (ҳужайра таркибида ядроси шаклланган) — хамиртуруш геномлари аниқланди ва 1998 йилда кўп ҳужайрали организмнинг — *Caenorhabditis elegans* думалоқ қурт геноми (нематодлар) биринчи навбатда чиқарилди. Биринчи ҳашаротнинг — дрозофила мевали чивинининг ва биринчи ўсимлик Арабидопсиснинг геномининг аниқланиши якунланди. Одамларда 21 ва 22-чи энг кичик иккита хромосоманинг тузилиши аллақачон ўрганилган. Буларнинг барчаси биологияда янги йўналиш қиёсий — геномикани яратишга замин яратди.

Бактериялар, хамиртуруш ва нематодларнинг геномларини билиш эволюционист биологларга индивидуал генларни ёки уларнинг ансамбларини эмас, балки бутун геномларни таққослаш учун ноёб имконият беради. Ушбу улкан маълумотлар ҳажмлари энди тушунила бошланди ва бизда биологик эволюцияда янги тушунчалар пайдо бўлишини кутаётгани шубҳасиз. Шундай қилиб, нематод генлари, хамиртурушни кўпгина “шахсий” генлардан фарқи ўлароқ, кўп ҳужайрали организмларга хос бўлган ҳужайралараро ўзаро таъсирга эга. Бир одамда нематодадан 4—5 марта кўпроқ ген мавжуд, шунинг учун унинг генларининг бир қисмида таниқли хамиртуруш ва қурт генлари орасида “қариндошлар” бўлиши керак, бу эса одамлардаги янги генларини излашда осонлаштиради. Номаълум генларнинг функцияларини ўхшаш одам генларига қараганда ўрганиш осонроқ: уларга ўзгартиришлар (мутация) киритиш ёки организмдаги хусусият ўзгаришларни бир муддатда текшириб, ишдан чиқариш осон. Қурт таркибидаги ген маҳсулотларининг биологик ролини билиб, биз бу маълумотларни одамларга экстраполяция қилишимиз мумкин. Яна бир схема — бу маҳсус ингибиторлардан фойдаланиб, ген фаолиятини бостириш ва организмнинг хатти-харакатларидаги ўзгаришларни кузатиш. Умумбиологик (тажрибали) муҳим яна бир эътиборни қаратадиган тадқиқот натижалари геномни вариабеллиги (ўзгарувчанлиги). Умуман олганда, одам геноми жуда сакланиб қолган. Ундаги мутациялар унга зарар етказиши мумкин, сўнгра улар тананинг маълум бир нуқсонига ёки ўлимига олиб келади ёки нейтрал ҳолга келади. Иккинчиси танланмайди, чунки улар фенотипик намоён бўлмайди. Бироқ, улар популяцияда тарқалиши мумкин ва агар уларнинг



54-расем. Одам кариотипининг нормал түзилиши

улуши 1% дан ошса, унда улар геномнинг полиморфизми (хилмаки-хиллиги) ҳақида айтишга бўлади. Одам геномида биттадан иккита нуклеотидда фарқланадиган, аммо авлоддан-авлодга узатиладиган кўплаб сайтлар мавжуд. Бир томондан, бу ҳодиса тадқиқотчига халақит беради, чунки у ҳақиқий полиморфизм содир бўладими ёки шунчаки кетма-кетлик хатоси эканлигини аниқлаши керак, бошқа томондан, бу индивидуал организмни молекуляр идентификациялаш учун ноёб имконият яратади. Назарий нуқтаи назардан, геном ўзгарувчанлиги аввал аниқ генетик ва статистик маълумотларга асосланган популяцион генетика асосини ташкил қиласди.

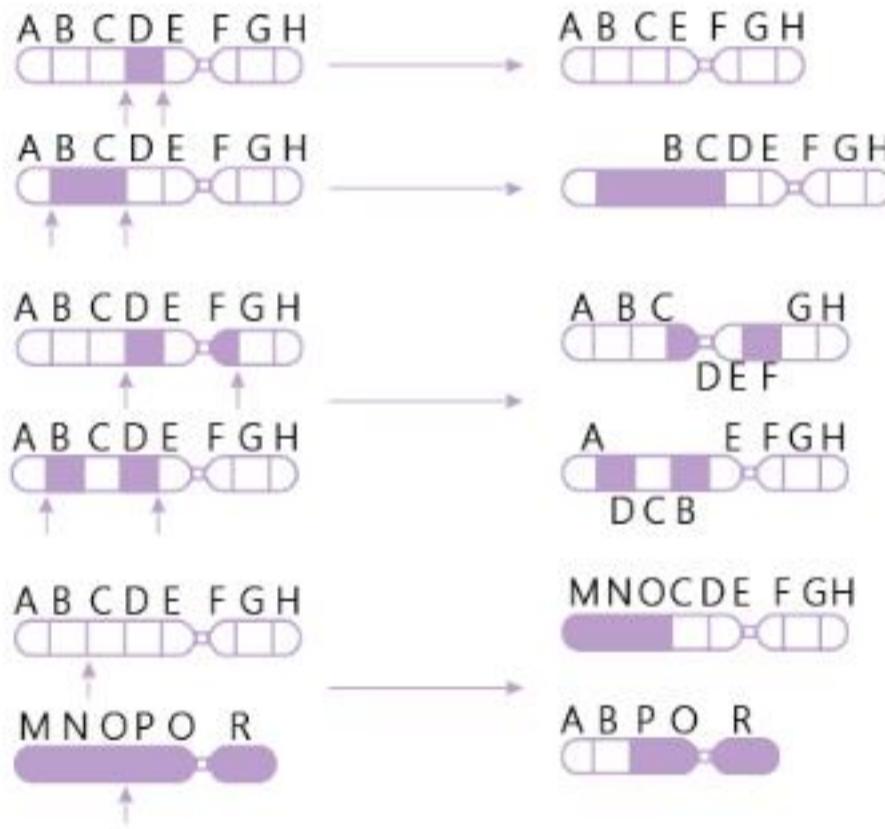
#### **Билимингизни текширинг:**

-  1. Секвенирлашга тушунча беринг.  
2. Кимёвий секвенирлаш усулларини тушуниринг ва тавсифланг.
-  1. "Одам геноми" халқаро лойиҳанинг биология фани учун аҳамиятини тавсифланг.  
2. Турли хил тирик организмларнинг геномини секвенирлашга мисол келтиринг.
-  1. "Одам геноми" лойиҳаси тиббиёт учун аҳамиятини таҳлил қилинг.  
2. ДНК нуклеотидларини таҳлил қилишда кимёвий деградация асосларини тавсифланг.
-  1. Шахсий организмни молекуляр идентификациялаш имкониятини тушуниринг.  
2. Геном тадқиқот усулларини асосланг.
-  1. "Одам геномини ўрганиш перспективалари" мавзусида муҳокамала тайёрланг.  
2. Одам геномини ўрганиш ва шикастланган генларни тиклашга ҳаракат қиласди тадқиқотчилар учун ахлоқий талабларни ишлаб чиқинг.



## БОБ БҮЙИЧА ЯКУНИЙ САВОЛ ВА ТОПШИРИҚЛАР

1. "Ирсият" тушунчасини таърифланг.
2. "Ўзгарувчанлик" тушунчасини тавсифланг. Биз нима учун уни кузатамиз?
3. Тасодифий мутация сабабини айтинг.
4. Мутациянинг эндоген механизмларини тавсифланг.
5. Геномнинг ўзгариш табиатига қараб мутация классификациясини тушунтириңг.
6. Доминант ва рецессив мутациялар орасидаги фарқни солиштириб айтинг. Мисоллар келтириңг.
7. Репликация вақтида мутация қандай содир бўлади?
8. Статистик тадқиқот усуллари нимани билдиради? Уларни қўллаш қай пайтда бошланади?
9. Стъюдентнинг t-критерийини ҳисоблаш формуласини ёзинг
10. Статистик ҳисоблашларда муҳим фарқлар нимани билдиради?
11. Пирсон критерийи нима учун қўлланилади? Мисоллар келтириңг.
12. "Тасодифий миқдор" тушунчасини таърифланг.
13. Тасодифий миқдорларнинг меъёрида тарқалишини тавсифланг.
14. Стъюдентнинг t-критерийининг қандай қийматидаги фарқлар статистик жиҳатдан муҳим ҳисобланади?
15. Нима сабабдан олинган маълумотларни статистик қайта ишлаш керак?
16. Маълумотларни статистик қайта ишлашни автоматлаштириш мумкинми?
17. "Ўртача арифметик қиймат" тушунчаси нимани билдиради?
18. Қуйидаги расмда мутациянинг қандай турлари кўрсатилганлигини топинг.



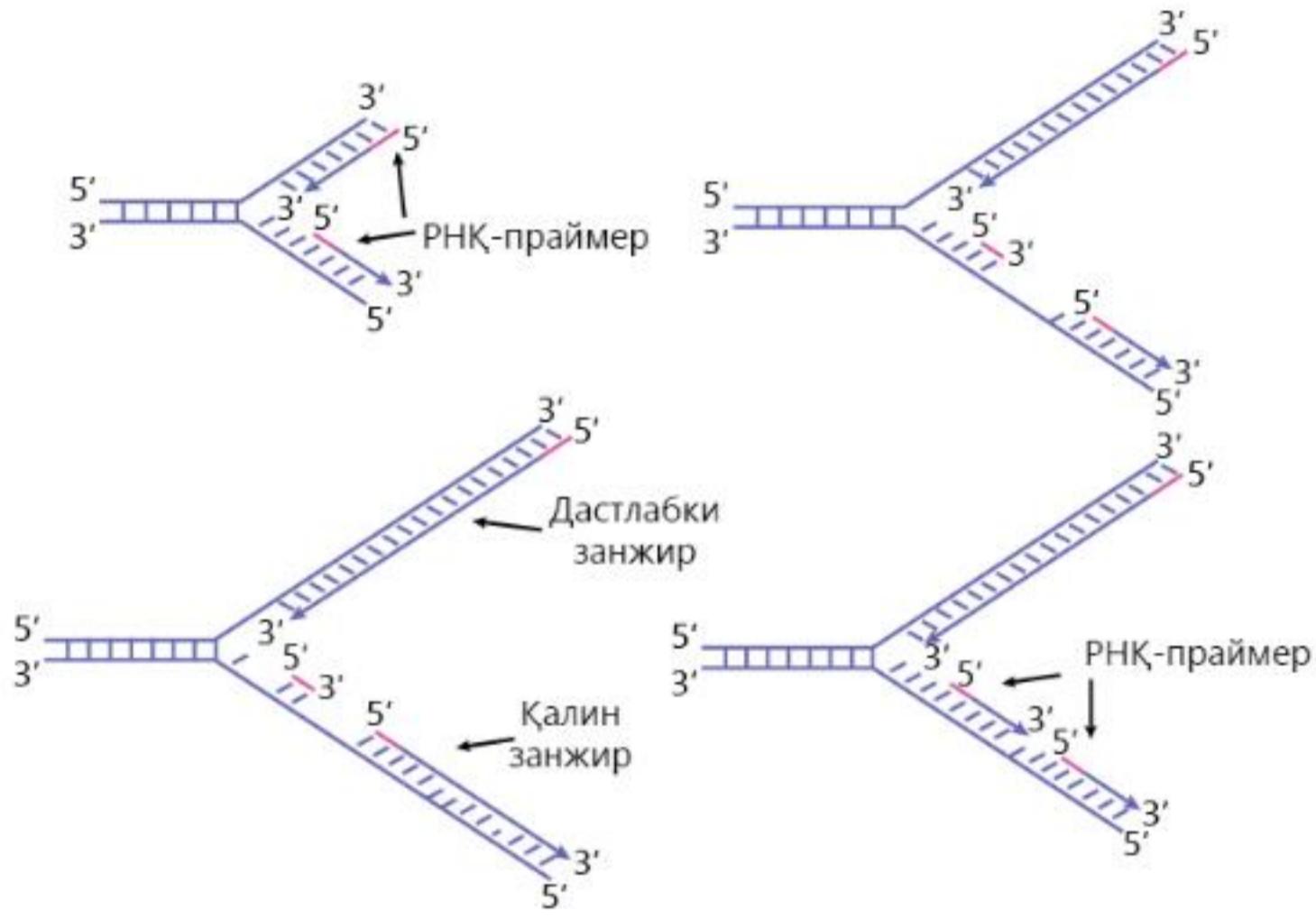
19. Жадвални дафтарингизги чизиб, кўрсаткичли чизик билан мослаштириңг.

Генли мутациялар	Нуклеотидларнинг ўрин алмашиниши	Ҳисоблаш қаторидан оғиши
1	2	3
Транзиция		

Давоми

1	2	3
Делеция		
Трансверсия		
Инсерция		

20. ДНК репарацияси босқичларининг тартибини күрсаткичли чизик билан күрсатинг.



## ГЛОССАРИЙ

**Агглютинация** (лотинча *agglutinatio* — боғлаш) — боғлаш ва катта зарраларнинг чүкиши — бактериялар, қизил қон танаачалари, оқ қон ҳужайралари, тромбоцитлар, антигенлар ёки уларга бириктирилган антикорлар бўлган тўқима ҳужайралари суюқ мухитда тўхтатилиди.

Ушбу реакция одамларда қон турини аниқлашга асосланган. Е — Ангстрем — узунлиги 10 — 10 м га тенг бўлган тизимсиз ўлчов бирлиги ( $1E = 0.1 \text{ нм} = 100 \text{ пм}$ ;  $10000 \text{ E} = 1 \text{ мкм}$ ).

**Аденилатцилазаси** — лиаза синфининг ферментидир.

**Акропетал ривожланиш** (юонча *bkron* — “тепа” ва латинча *peto* — “шошилиш”), ўсимликнинг новдалари, барглари ва бошқа қисмларини тепага қараб йўналишида ривожланиши, натижада ёш қисмлар тепага яқинроқ бўлади. Глиал йўлдош ҳужайралари (астроцитлар ва олигодендроцитлар) нерв ҳужайраларининг муайян функцияларини таъминлашда муҳим рол ўйнайди. Атроф-муҳитдаги ион ўзгаришларига нейроглиал ҳужайраларнинг сезгирилиги нейронларнинг сезгирилигидан анча юқори.

**Амплитуда** — (лотинча *amplitudo* — кенг) максимал қиймати ўртача қийматидан ўзгарувчининг ўзгариши ёки ўзгариши.

**Анафилактик шок** — бу ўткир ва ўта оғир аллергик реакция, организмга кирадиган аллерген натижасида ривожланади.

**Ангстром** — (белгиси: Е) — эскирган тизимдан ташқари бирликунлиги 10—10 м ( $1 \text{ E} = 0.1 \text{ нм} = 100 \text{ пм}$ ;  $10000 \text{ E} = 1 \text{ мкм}$ ).

**Апертура** — оптик асбобнинг тешиги, диаграма ёки линза ўлчамига қараб аниқланади.

**АТФ** — организмдаги аденоzinтрифосфор кислотаси.

**Ауксинлар** (юонча *AW* — “кўпайинг, ўсинг”) — мевали ўсимликлар ўсишини стимуловчи, апикал доминантлик, фототропизм (ёруғликда), тўғри геотропизмда илдиз ўсиши (паст ўсиш) юқори физиологик фаолликка эга.

**Бактериоскопик тадқиқот** — микроорганизмларнинг шакли ва структурасини микроскоп ёрдамида ўрганилади.

**Биоинформатика** — биология фани, шу жумладан математик усуллар қиёсий геномикада (геномик биоинформатика) компьютер таҳлили, шунингдек биополимерларнинг фазовий тузилишини башорат қилиш алгоритмлари ва дастурларини ишлаб чиқиш (тизимли биоинформатика). У ҳисоблаш методологияси, шунингдек биологик тизимларда умумий ахборотни бошқариш билан боғлиқ стратегияларни ўрганади.

**Биологик мембрана** — ҳужайра ва ҳужайра ичидаги қисмларининг юзасида жойлашган молекулали ўлчамларни (қалинлиги 5—10 нм), оқсил-липидли структурали юпқа қобиқча.

**Вирус** — (лотинча *virus* — «захар») — тирик организмлар ичидаги ҳужайрасиз ҳаётӣ формалар.

**Вирусология** — (лотинча *virus* — заҳар; *logos* — фан) — вируслар ҳақидаги илм.

**Гамета** (юонча *gametos* — жинсий ҳужайралар, лотинча *gamete* — аёл; *garnetes* — эркак) — оталик (сперматозоид) ва оналиқ (овоцит) жинсий ҳужайралар.

**Гаметогенез** (юонча *gametos* — жинс, жинсий ҳужайралар; *genesis* — келиб чиқиши) — жинсий ҳужайраларини жинсий безларнинг ривожланиш жараёни.

**Гемолимфа** (юонча *haima* — қон, лотинча *lymphaticus* — лимфа) — томирларда ва қон айланиш тизимининг ҳужайралараро бўшликларида, кўп ёпик бўлмаган

томирлар ва күплаб умуртқасиз ҳайвонларда ҳужайлараро бүшликларда доимий равища оқиб келадиган суюқлик.

**Гемопозз** — қон ҳужайларининг шаклланиши.

**Генотип** (юнонча түрөз — намуна) — тирик организмларнинг күпайиш пайтида ота-онадан бериладиган ҳужайлардаги барча генларнинг йиғиндиши.

**Гиббереллин** — ўсимликлардаги илдизнинг чўзилиши, уруғларнинг унуси, гуллаши ва бошқалар билан боғлик турли хил функцияларни амалга оширадиган дитерпен табиий фитогормонлар гурӯхи.

**Гипервентиляция** (юнонча ventilation — шамоллатиш) — ичкарига интенсив нафас олиш, тананинг кислородга бўлган эҳтиёжини ошириш.

**Гистонлар** — хромосомаларда ДНК илларини йиғиши ва ўраш учун зарур бўлган ядро оқсиллари.

**Глюконеогенез** — одамлар ва ҳайвон организмларида асосан жигар гепатоцитларида глюкозани оқсиллардан, ёғлардан ва бошқа моддалардан ҳосил бўлиш жараёни.

**Голжи аппарати** — бу эукариот ҳужайларининг битта мемранали органелласи. У ҳужайра синтези жараёнларини якунлаш учун мўлжалланган ва ишлаб чиқарилган моддалар тўғрисида холоса беради.

**Гомеостаз** — саклаш жараёниёки тизимнинг ташки муҳитига нисбатан барқарор позицияни тартибга солиши.

**Гонадалар** — жинсий аъзолар.

**Гормонлар** (юнонча hormao — кўзғатаман, ҳаракатга келтираман) — биологик фаол моддалар, эндокрин фаолиятга қодир индивидуал ҳужайлардан ажралади.

**Горяев камераси** — микдорни ҳисоблаш учун мўлжалланган қурилма. Суюқликнинг маълум ҳажмидаги ҳужайлар. Одатда у қон намунасида шакли элементтлар сонини аниқлаш учун ишлатилади.

**Градиент** — ҳар қандай кўрсаткичнинг бирлик ўзгаришини намоён қилувчи фазовий белги.

**Делеция** — хромосомани қайта ташкил қилиш, бунинг натижасида хромосомаларнинг айрим қисмида маълумотларнинг йўқолиши.

**Деполяризация** — ҳужайлар физиологик тинч ҳолати, унинг цитоплазмаси ва ҳужайрадан ташқари суюқлиги орасидаги потенциал фарқни камайтириш, яъни тинчлик потенциалини пасайтириш.

**Детектор** (лотинча detector — шошилинч) — Модуляцияланган юқори частотали тебранишдан пастки частотадаги тебранишни ажратиб олишга мўлжалланган қурилма.

**Диабет** (лотинча diabetes mellitus — Мен кесиб ўтаман) — касалликнинг умумий сийдикнинг кўп микдорда чиқарилиши — полиурия.

**Дипол** (Ди — икки ва юнонча Pylos — қутб) — электр, бир-биридан бир оз масофада жойлашган иккита сининг комбинацияси қарама-қарши нукталардан фарқли ўлароқ мутлақ қийматига тенг.

**Дисфункция** — бу тўқималарнинг ёки яхлит организмнинг бир тизимининг фаолияти бузилиши.

**Диффузия** (лотинча diffusio — тарқалиш, тарқалиш) — бу молекула ёки битта модданинг атомларини молекулалар ёки бошқа атомлар ўртасида ўзаро кириб бориши ва уларнинг концентрациясини бутун эгаллаб олинган ҳажм бўйича ўз-ўзидан тенглаштиришга олиб келадиган жараён.

**ДНК** (дезоксирибонуклеин кислотаси) — тирик организмларнинг генетик ахборотларни наслдан наслга ўтишни, саклашни, ривожланиш амалга оширишини таъминловчи ва нуклеин кислотанинг икки туридан биридир.

**ДНК репликацияси** (лотинча replicatio — такрорлаш) — организмларда ҳужайларнинг бўлиниши натижасида ўсиб, етилади. Микроспекрометрия усули-



да ўрганилганды хужайра бўлагидан ДНК молекуласи икки ҳисса кўпайиши. ДНК молекуласи икки ҳисса кўпайиши ДНК репликацияси деб аталади.

**Ёруғлик** (ёки оптикали) микроскоп — ОИВТ (ортирилган иммунитет танқислиқ синдроми) - Одамнинг иммунитет танқислигига — бу аста-секин юзага келадиган ретровирус. Иммун тизимининг хужайраларига заар етказадиган прогрессив касаллик (макрофаглар, Т-ёрдамчилари, моноцитлар)

**Тўлқин узунлиги** — бир-бирига яқин бўлган иккита нукта орасидаги масофа бир фазада тебранишлар содир бўладиган бўшлиқ. УН (ултрабинафша нурланиш) — кўринадиган ва рентген нурлари орасидаги спектрал диапазонни эгаллаган электромагнит нурланиш.

**Дорсовентрал** (лотинча *dorsum* — орқага ва *venter*-ошқозон) — 1) анатода ҳайвонлар ва одамларнинг вазифаси - бу дорсал юзадан корин бўшлиғига йўналиш. 2) Ўсимликлар морфологиясида дорсивентрал — бу таҳаллус ўсимликларнинг тузилишига нисбатан ишлатиладиган атама.

**Идентификация** (лотинча *identifiso* — аникланг) — муассаса бир хил белгиларнинг тасодифига асосланиб, номаълум нарсанинг мавжудлиги.

**Ўзгарувчаник** — бу маълум бир тур вакиллари орасидаги белгиларнинг хилма-хиллиги ва авлодларнинг ота-оналик шаклларидан фарқларни олиш қобилияти.

**Иммерсион ёғлар** — бу микроскоп линзалари ва улар орасидаги равшанликни ошириш ва тасвирини катталашибтириш учун суюқлик.

**Иммуногенез** (лотинча *immunis* — озод ва юонча *genes* — келиб чиқиши, ривожланиш) — эмлаш ёки инфекцияга жавобан ҳайвонларда ва одамларда иммунитетни шакллантириш жараёни.

**Иммунофлоресанс усули** — Какао миқдорини ва/ёки тарқалишини аниклаш ултрабинафша микроскоп ёрдамида бўёқ билан бўялганидан кейин тўқима қисмida антижисм ёки антиген мавжуд.

**Импринтинг** — шаклланиш пайтида ёки объектнинг белгиларини хотирада маҳкамлаш туғма хатти-харакатларни тузатиш.

**Индукция** — бу магнит майдонни тавсифловчи ва аникладиган вектор миқдори. Магнит майдон ёнидан харакатланувчи электр зарядланган заррачага таъсир этувчи куч.

**Индукция** (лотинча *induction* — кўрсатма) — хужайралараро шакл ҳужайралар томонидан ишлаб чиқариладиган индуктор моддаси бошқа ҳужайралар ривожланишига ёки физиологияда таъсир қиласиган ўзаро таъсирилар, асабий жараёнларнинг динамик ўзаро таъсири — қўзғалиш ва ингибация.

**Интерференция** — икки ёки ундан ортиқ тўлқинларни ўзаро ортиши ёки камайиши натижада пайдо бўлган амплитудаларнинг бир-бирига бўлган қиймати.

**Инверсия** (инглизча *inversion* - киритиш) — бу ДНК кетма-кетлигига бошқа ДНК кетма-кетлигига киритилган генетик мутациялар.

**Инсулин** (лотинча *insulinum insula* — орол) — эндокринни эпителлоцитлардан ҳосил бўлган ошқозон ости безининг Лангерганс оролчасидан бета — ҳужайраларида (B – инсулоцитлар) ажралиб, тўғридан-тўғри қонга қўйиладиган гормон.

**Интерфаза** (инглизча *interphase*) — ҳужайранинг иккига бўлиниш оролигидаги тайёргарлик. Бу даврда ядронинг бўялган ингичка ипчаларидан иборат тўрсимон структура кузатса бўлади. Интерфаза  $G_1, S, G_2$  фазаларидан иборат.

**Инициал** — бошланғич, дастлабки, илк..

**Капсула** — полисахаридлардан, полипептидлардан ёки оксиллардан иборат юмшатилган юзаки қавати.

**Манба:** New-Science.ru <https://new-science.ru/5-raznuh-tipov-mikroskopov-i-ih-primenenie/>

**Горяев камераси** - мікдорни ҳисоблаш учун мүлжалланган қурилма. Суюқликнинг маълум ҳажмидаги ҳужайралар. Одатда қондаги шаклли элементлар сонини аниклаш учун ишлатиладиган намуна.

**Катод** (юнонча *kathodos* - пастга тушиш) — баъзи бир қурилмаларнинг электродлари, оқим манбай манфий қутбига уланган.

**Кибернетика** (юнонча κυβερνητική — менежмент, санъати) — умумий фан мураккаб бошқарув тизимларида маълумотларни олиш, саклаш, ўзгартириш ва узатиш нақшлари.

**Ҳужайра** — барча тирик организмларнинг тузилиши ва фаолиятининг элементтар бирлиги.

**Компллементарлик** — биополимер молекулаларининг ўзаро таъсири ёки уларнинг бўлаклари ўзаро ёзишмалари молекулаларнинг маҳсус равиша тўлдирувчи (қўшимча) қисмлари ёки уларнинг таркибий қисмлари орасидаги алоқаларни шакллантиришини таъминловчи молекулалараро боғланиш.

**Коррекция** — хатоларни топиш ва уларни тузатиш.

**Кетонурия** — бу катта одамларнинг ёки боланинг сийдик тарибида ацетон мікдорининг ошиши. Шунингдек ацетонурия деб аталади.

**Кранц** — месолфилл — қалинлашган ҳужайра деворларига эга, кўплаб хлоропластлар ва митохондрияларни ўз ичига олади, қон томир тўпламлари атрофида 1 ёки 2 қатламда жойлашган. Анатомик тузилишнинг кўрсатилган ҳусусиятларининг умумийлиги кранц анатомияси ёки кранц синдроми деб номланди.

**Лейкоз-лейкемия** (юнонча *leukos* — ок) — қонни ҳосил қилувчи аъзолар тизимининг ҳавфли ўсимталари. Ўсма суяқ илигининг ёғида ҳужараларнинг тўхтовсиз ўсиши ва шу жойида доимо қонни ишлаб чиқариш жараёни билан ифодаланади. Қасалликнинг бошқа номлари: лейкемия, қон кетиш, қон саратони.

**Лизосомалар** — бу ҳайвонлар ва замбуруғлар ҳужайрасининг органеллалари бўлиб, овқат ҳазм қилишда иштирок этади ва гидролиз ферментларининг заҳираси тўпланадиган ўрни.

**Лимфобласт** — антиген фаоллашиши натижасида ҳосил бўлган лимфоцит.

**Люминесценция** — айрим моддаларнинг нур тарқатиши.

**Магнит-резонанс томография** — бу инсон тана аъзолари ва тўқималарини инвазив бўлмаган текширишга имкон берадиган диагностик процедура. Ушбу методологиянинг асоси доимий сақланадиган магнит майдонда электромагнит импулслар билан қўзғатилган атом ядроларининг реакциясини ўлчашдир.

**Мезофилнинг дореовентрал тури** — барг юзасидаги битта ёки бир неча паренхима қаватининг уваланиши ва ковакчали паренхима баргнинг остки қаватига жойлашиши.

**Мейоз** (юнонча *meiosis* — камайиш) — ёки ҳужайраларнинг редукцион бўлиниши, яъни етилган жинсий ҳужайраларнинг (гаметаларнинг) бўлинишидан хромосомалар сонининг икки баравар камайиши ва звукаротик ҳужайранинг ядро парчаланиши.

**Микрометр** — бу юқори универсал ўлчаш воситаси бўлиб, 2 дан 50 микронгача бўлган чизик ўлчамини аниклади.

**Микроскоп** (юнонча *mikros* — кичик, ва *skopeo* — кўраман) — кўзга кўринмайдиган майда объект (ёки уларнинг структурали қисмини) тасвирларини бир неча баравар катталаштириб кўрсатадиган оптик асбоб.

**Митоз** (юнонча *mitosis* — иш) — соматик ҳужайраларнинг бўлиниши. Митоз ҳужайраларнинг бўлинишида кўпроқ учрайдиган усул. Бу усул генетик материалини қиз ҳужайраларга teng бўлишга ва ҳужайра авлодида хромосомаларнинг ўхшашликларини таъминлайди.

**Модулятор** (лотинча *modulon* — ритмни ушлаб туриш) — сигналларни (маълумот) узатиладиган қурилма. Модулятор асосан юқори частотали электр тебраниши ҳосил



қилади. Унинг тузилиши ва ишлаш принциплари модулятор турига (амплитудали, частотали, физик, импульсни ва бошқалар) боғлиқ.

**Мутагенез** — бу физик ва кимёвий мутагенларнинг ёрдамида мутацияларни сунъий йўл билан олиш усули. Бу усул эксперементи генетикада тез-тез қўлланилади. Селекцияда мутагенез ҳайвонларни, ўсимликларни ва микроорганизмларни келажакдаги мутантларини олишда фойдаланилади.

**Мутация** (лотинча *mutatio* — ўзгартириш) — қатъиятли (яъни, бўлиши мумкин бўлган) маълум бир ҳужайра ёки организм авлодлари мерос қилиб олган геномдаги ўзгариш.

**Мембранасиз (органеиз) органоидлар** — бу мавжуд бўлмаган ёпиқ мембраннынг, яъни: микротубулалар асосида қурилган рибосомалар ва органоидлар - ҳужайра маркази ва ҳаракат органеллалари (флагелла ва килиа).

**Некроз** — бу тўқима ёки тирик организмнинг бир қисмини ўлиши, уларнинг ҳаётини қайташиб бўлмайдиган жараён.

**Нитроглицерин** — ўзининг портловчи ва дориворлиги билан машҳур. 7,8 м/сек. тезлик билан ҳаракатланадиган портловчи модда.

**Объектив** (лотинча *objektiv* — буюм) — бу маълум микдордаги линзалардан иборат оптик тизим(ва баъзи ҳолларда нометалл).

**Овогенез** (лотинча *ovum* — тухум *генезиси* — келиб чиқиши) — тухум ҳужайраларнинг ривожланиш жараёни. Овогенез кўпайиш, ўсиш, етилиш ва шаклланиш даврлардан иборат.

**Окуляр** (лотинча *ocularis* — кўз) — оптик тизим элементи. Кўзда кузатишга мўлжаланган асбоб.

**Окулярда кўриш майдони** — окулярда кўринган тасвирнинг бурчак катталиги.

**Окуляр-микрометрлар** — бу тўр ёки шкала шаклида берилган думалоқ шиша қисмлар.

**Оптик микроскоп** — бу тури кичик нарсаларнинг тасвирларини катталаштириш учун кўринадиган ёруғлик ва объектив тизимидан фойдаланади.

**Оғоний** — етилмаган жинсий ҳужайра.

**Органоидлар** (юонча *organon* — қурол, *eidos* — тур) — одам ва ҳайвонлар организмидаги ҳужайра цитоплазмасининг маълум вазифани бажарувчи доимий тузилма.

**Парфокал масофа** — микроскопда препарат ва объективнинг орасидаги масофа.

**Пассив деполяризация** - бу мембрана орқали заиф чиқиш йўли, (анод ичкарида, катод ташкарида) электр токининг ўтиши натижасида ҳосил бўлади.

**Пиноцитоз** (*pinoctozia*; лотинча *pinoz* — шимиш, ичиш; *kytos* — ҳужайра) — бу суюклик ёки коллоид ҳужайралари томонидан турли хил моддаларнинг эритмалари фаол сўрилиш жараёни.

**Плазмодесма** — ўсимликларда, қўшни ҳужайраларни бир-бири билан боғлаб турувчи цитоплазматик кўпричалар.

**Плазмолемма** — ҳужайра протоплазмасини атроф-мухитдан ажратиб, моддалар алмашинуви, ташиш, рецепторли вазифаларни бажарувчи ҳужайра мембранаси.

**Пластидлар** (юонча *plastides* — ҳосил қилувчи, яратувчи) — эукариот ўсимлик ҳужайралари учун ўзига ҳос органеллалари.

**Плюрипотеция** — бу катта ёшдаги одамларда ҳар хил асос ҳужайраларнинг 350 га яқин турини тўғрилашга қобилиятли (сутэмизувчиларда).

**Позитронли эмиссияли томографияси** — бу радионуклид томография усулида одамнинг ёки ҳайвоннинг ички аъзоларини ўрганиш.

**Полидипсия** (юонча *polydys* — кўп; біфа — ташналик) — алмат, ғайритабиий кучли, сўнмайдиган ташналик билан ажралиб туради.

**Полиурия** — бу танадаги сувнинг бузилиши натижасида юзага келадиган ҳолат, организм сийдик ишлаб чиқаришнинг кўпайиши.

**Полиэмбриония** — ривожланиш босқичида бүлган организмларни жинсиз күпайиш усули, ҳайвонларда битта зиготадан бир нечта эмбрион ёки үсимликларда битта уруғда бир нечта уруғни ҳосил бўлиши.

**Полиэмбриония** — битта зиготадан (битта жинсда ҳар доим бир хил эгизаклар) бир нечта эмбрионларнинг ривожланиши.

**Поларизация** — асосан фазода ҳар қандай нарсанинг ажралиши билан боғлик жараёнлар ва ҳолатлар лойиҳаси.

**Преципитация** (лотинча *praecipitatio* — тез тушиш) — антитаналар билан молекулалар антиген-антикор комплексининг ўзига ҳос қисмига тез тушиш реакцияси. Юқумли касалликларнинг серологик диагностикасида кўлланилади.

**Преципитация реакцияси** (лотинча *praecipitatio* — тез пасайиши) — иммунологик антиген — антикор комплекси эритмасидан ёғингарчиликнинг реакцияси, бу эрувчан антигени (чўкинди антогенлари) ўзига ҳос антикорлар (чўкинди бирикмалар) билан бирикиши натижасида ҳосил бўлади. Ёғингарчилик реакцияси турли хил антигенлар ва антикорларни миқдорини аниклаш учун кенг қўлланилади.

**Проморт** — бу ДНК нуклеотидларининг кетма-кетлиги, РНК полимераза орқали транскрипцияни бошланғич учун қаратилган таглик сифатида тушунилади.

**Простагландинлар** — липидлари физиологик фаол моддалар, организмда баъзи бир муҳим ёғлардан ферментатив равишда ҳосил бўлади ва 20 аъзоли углерод занжиридан иборат бўлган кислоталар. Простагландинлар аниқ физиологик таъсирга эга воситачилар. Улар простаной кислотасининг ҳосиласидир.

**Протеинкиназа** — икки шаклда бўлиши мумкин бўлган ҳужайра ичидаги фермент.

**Процессинг** — дастлабки транскриптларнинг функционал РНК молекулаларининг шаклланиш босқичи. Ишлов бериш посткриптоографик эукариотларга ҳос бўлган РНКнинг модификацияси деб ҳисобланади.

**Регулятор** — бошқариш обьекти ҳолатини шундай бошқарадиган курилма бошқариш назариясида тизимлар ва унинг учун бошқариш сигналларини чиқарадиган асбоб.

**Репарация** (отинча *repratio* — тиклаш) — ДНК молекулаларида кимёвий йўналишдаги ва узилишидаги тузатиш қобилиятига эга ҳужайраларнинг маҳсус функцияси.

**ДНК репликацияси** — бу ДНК молекуласининг икки ҳисса ошиш жараёни.

**Репрессия** (лотинча *repressio* — сўриш, майдалаш) — умуман йўқ қилиш.

**Рецепторлар** — ташқи ва ички стимуляция энергиясини қабул қилувчи ва ўтказувчи маҳсус (ўзига ҳос) нерв учлари.

**РНК Рибонуклеин кислотаси (РНК)** — учта асосий макромолекулалардан бири (қолган иккитаси ДНК ва оқсиллар), барча тирик организмларнинг ҳужайраларида жойлашган, генларни кодлаш, ўқиши, тартибга солиш ва ифодалашда муҳим рол ўйнайди. Худди ДНК (дезоксирибонуклеин кислотаси) сингари, РНК ҳам узун занжирдан иборат бўлиб, унда ҳар бир боғланиш нуклеотид деб аталади. Ҳар бир нуклеотид азот асосидан, рибоза шакаридан ва фосфат гурухидан иборат.

**Седиминтация** (чўкинди) — бу суюқлик ёки газ остидаги турли зарраларнинг чўкинди жинси тортишиш майдони ёки марказдан қочадиган кучлари. Парчаланиш тезлиги, чўкма тезлиги заррacha моддасининг массасига, ҳажмига, шакли ва зичлигига боғлик.

**Таеодифий мутагенез** — бу табиий (ўз-ўзидан) мутагенез.

**Сперматогенез** (юнонча *sperma* — уруғ, *genesis* — келиб чиқиши) — оталик жинсий уруғнинг шаклланиши.

**Сперматозоид** — бу эркак жинсий ҳужайраси.



**Сплайсинг** — муайян нуклеотидни кетма-кет радиша кесиш жараёни, — РНК молекулалари таркибий қисмлари ва РНКни қайта ишлаш жараёнида "етук" молекулада сакланиб қолган бирикмалар.

**ТАТА — бокс** — эукариотларда, одатда 7 ёки 8 нуклеотидлардан иборат А-Т (ТАТА (А / Т) А (А / Т)), жуфтларига бой ДНК занжиринг кетма-кетлиги бўлиб ҳисобланади. ТАТА- бокс тарнскрипциянинг бошланадиган сайтини аниқ белгилайди.

**Таутомер** (юонча ταύτος — бир хил ва μέροσέρος — қисм) — бурилиш ҳодисаси икки ёки ундан ортиқ изомерлар бир-бирига осонгина ўтишлари мумкин бўлган қайтар изомерия. Бундай ҳолда, таутомерик мувозанат ўрнатилади ва модда бир вактнинг мълум нисбатда барча изомерларнинг (таутомерларнинг) молекулаларини ўзида ўз ичига олади. Кўпинча, таутомеризация водород атомлари пайтида битта атомдан молекуладаги бошқасига ва аксинча бир хил таркибда ҳаракатланади.

**Тотипотентлик** — бутун организм учун дифференциал қобилият (уруглангандан кейин 11 кун);

**Транзициялар** — пурин-пиrimидин йўналишини ўзгартирумайдиган нуклеотидлар (АТ СГ) жуфтининг алмашиниши.

**Трансверсия** — мутация пурин базасини (аденин, тимин) пиrimидин (гуанин, цитозин) билан алмаштириш туфайли ва аксинча.

**Ултрабинафша микроскопия** — ўрганилувчи тўлқин узунлиги 0,2 мкм бўладиган қисқа ултрабинафша нурлар тасвири люнесцентли экран ёки микрофотография ёрдамида ўрганилади.

**Эфир** — аминокислоталардан оксиленни синтезлаш жараёни рибосома томонидан матрицасида амалга оширилади (информацион) РНК (мРНК, мРНК); генетик мълумотларни амалга ошириш. Оксил синтези ҳужайралар фаолиятининг асосидир. Ушбу жараённи амалга ошириш учун барча организмларнинг ҳужайраларида маҳсус мембраналанмаган органеллалар — рибосомалар мавжуд.

**Таржима** — Гендаги РНК асосидаги ген полипептид занжирларига мос радиша тузилиш.

**Фаготцитоз** (юонча фагеън "Товуш"; кўтоқ — ҳужайра) — бир ҳужайрали ёки кўп ҳужайрали ҳайвон организми микроскопик бегона организмни (бактерия ва бошқалар) қаттиқ зарраларни ютиб ҳазм қиласди.

**Фазали контрастли микроскоп** — бу усулдан фойдаланадиган қурилма электромагнит тўлқиннинг фазавий силжиши интенсивликнинг контрастига айланадиган оптик микроскопларда расмларини олиш учун ишлатилади Шаффо нарсаларнинг. Фритз Зернике фазали контрастли микроскопни ихтиро қилди, у учун 1953 йил Нобел мукофотини олди.

**Флуоресцант микроскопия** — флуоресцант бўёклари бўлган ҳужайралар, юзалар ва зарралар шаклида катталаштирилганлигини кўрсатадиган оптик асбобdir.

**Фокус узунлиги** — катталаштириш ва бурчак майдони ва унинг асосий ҳусусиятлари аниқланган оптик тизимнинг физик характеристикаси.

**Үй қуриш** — илдиз ҳужайраларини танага киритилганда топиш қобилияти йўқолган функцияни бажарган ҳолда шикастланиш зонаси мавжуд ва у ерга ўрнатилган.

**Хроматофорлар** (юонча мұрәқ — ранг; форос - ташувчи) - амфибияларда, балиқларда, судралувчиларда, қисқичбақасимонларда ва юмшоқ танлиларда мавжуд бўлган пигмент ҳосил қилувчи ёки рангни акс эттирувчи ҳужайралар.

**Электрон микроскоп** — намунани олиш учун тезлаштирилган нурни ишлатадиган электронни асбобdir.

**Эмбрион** (юонча embryo — уруг) — бу ҳайвон ривожланишининг дастлабки босқичи, тухумдан бошланиши.

**Эмбрион асос ҳужайралари (ЭАХ)** — эмбрион ривожланишининг дастлабки босқичларида ички ҳужайра массасини (ИҲМ) ёки эмбробластни ҳосил қиласи.

**Энзимология** — катализитик механизмни ва ферментларнинг молекуляр тузилишини, ривожланишини ўрганувчи биокимёни бўлими.

**Эпигенез** — эмбрионал ривожланиш ҳақидаги таълимот, унга кўра ҳомилалик ривожланишда уруғлантирилган тухумнинг таркибий бўлмаган қисмидан эмбрионнинг аъзолари ва қисмлари аста-секин ва кетма-кет келиб чиқади.

**Эпигенетика** — эпигенетик насл қонуниятларини ўрганадиган фан, яъни ДНК кетма-кетлигининг ўзгаришига таъсир қилмайдиган механизмлар туфайли келиб чиқкан ген ифодаси ёки ҳужайралар фенотипидаги ўзгаришлар.

**Эпигеномика** — бу генетика эпигенетик ҳужайра материаллари ёки эпигенома ўзгаришларнинг тўлиқ тўпламини ўрганиш.

**Эстроген** — стероиднинг кичик синфига тегишли умумий ном, асосан аёлларда тухумдонларнинг фолликуляр аппарати томонидан ишлаб чиқарилган аёлнинг жинсий гормонлари.

**Эукариотлар** — ҳужайралар ядросини ўз ичига олган организмлардир.

**Эффект** — физиологик сабаб бўлган ҳар қандай модда ёки тузилма реакцияси.

**Ядро** — ҳайвонлар ва ўсимликлар ҳужайраларининг энг муҳим таркибий қисми, ирсий (генетика) ахборотларни саклаш ва шунга боғлик ҳужайраларнинг цитоплазмасидаги оқсил билан ферментларни ҳосил бўлишини таъминлайди.

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Биология для поступающих в вузы / Г. Л. Билич, В. А. Крыжановский. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2016. — 1087 с.
2. Биология. / Алексинская О. В., Иванова Е. А, Маслак Е. Н., — М: Учитель, 2020. — 203 с.
3. Биология. / Мазур О. Ч., Никитинская Т. В., — М: Эксмо-Пресс, 2017. — 263 с. (Серия: Наглядный школьный курс: удобно и понятно).
4. Биология. / Тейлор Дэннис, Старт Уилф, Грин Найджел, — М: Лаборатория знаний, 2019.
5. Биология: вся школьная программа в тестах с решениями / Р. Г. Заяц, В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов. — Минск: Открытая книга, 2016. — 463 с.
6. Биология: практикум / В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов, Е. В. Чаплинская. — Минск: БГМУ, 2016. — 39 с.
7. Биология: терминологический словарь / Р. Г. Заяц, В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов. — Минск: Вышэйшая школа, 2013. — 238 с.
8. Биология: учебник / В. М. Константинов, А. Г. Резанов, Е. О. Фадеева. — Москва: Академия, 2013. — 319 с.
9. Богданова Т. Л., Солодова Е. А. Биология: справочник для старшеклассников и поступающих в вузы. — 3-е изд. — М.: АСТ ПРЕСС ШКОЛА. — 816 с.: ил.
10. Воронцов, Н. Н. Биология. Общая биология. 10–11 классы: Учебник для общеобразовательных учреждений: Базовый уровень / Н.Н. Воронцов. — М.: Просв., 2012. — 304 с.
11. Дейша-Сионицкая М. А. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований: Учебное пособие / М.А. Дейша-Сионицкая. — СПб.: Лань, 2016. — 588 с.
12. Заяц Р. Г. Биология: полный курс подготовки к ЕГЭ. Типовые тестовые задания и их решения / Р.Г. Заяц, В.Э. Бутвиловский, В.В. Давыдов. — М.: Омега-Л, 2018. — 864 с.
13. Константинов В. М. Общая биология: Учебник / В.М. Константинов. — М.: Академия, 2019. — 304
14. Круммель Р. Природные катастрофы / Пер. с нем Е. Ю. Жирновой. — М.: ООО “ТД Издательство “Мир книги”, 2007. — 48 с. — (Зачем и почему).
15. Ларина О. В. Самые необычные растения / О. В. Ларина. — М.: ЭНАС-КНИГА, 2016. — 190 с., ил. — (О чём умолчали учебники).
16. Левитин В. Удивительная зоология / В. Левитин. — М.: ЭНАС-КНИГА, 2017. — 254с.: ил. — (О чём умолчали учебники).
17. Лернер Г. И. ЕГЭ. Биология. Новый полный справочник для подготовки к ЕГЭ / Г.И. Лернер. — М.: АСТ, 2018. — 352 с.
18. Лернер Г. И. ЕГЭ. Биология. Словарь-справочник школьника для подготовки к ЕГЭ / Г. И. Лернер. — М.: АСТ, 2018. — 256 с.
19. Летвин В. Удивительная генетика / В. Летвин. — М.: ЭНАС-КНИГА, 2016. — 254 с.: ил. — (О чём молчали учебники).
20. Лукашевич И. Г. Биология для любознательных: генетика, экология и эволюция / составитель И. Г. Лукашевич. — Минск: Белорусская ассоциация “Конкурс”, 2015. — 127 с.
21. Маглыши С. С. Биология: интенсивный курс подготовки к тестированию и экзамену / С. С. Маглыши. — Минск: Тетраграф, 2013. — 271 с.
22. Маталин А. В. ЕГЭ. Биология в таблицах и схемах для подготовки к ЕГЭ. 10–11 кл / А.В. Маталин. — М.: АСТ, 2018. — 128 с.

23. Никитинская Т. В. ЕГЭ. Биология: алгоритмы выполнения типовых заданий / Т. В. Никитинская. — М.: Эксмо, 2018. — 62 с.
24. Общая биология: Учебник / Под ред. Константинова В. М. — М.: Academia, 2018. — 704 с.
25. Садовниченко Ю. А. ЕГЭ. Биология. Пошаговая подготовка / Ю. А. Садовниченко. — М.: Эксмо, 2017. — 320 с.
26. Садовниченко Ю. А. ЕГЭ. Биология. Универсальный справочник / Ю. А. Садовниченко. — М.: Эксмо, 2013. — 496 с.
27. Тупикин Е. И. Общая биология с основами экологии и природоохранной деятельности / Е. И. Тупикин. — М.: Academia, 2017. — 16 с.
28. Тупикин Е. И. Общая биология с основами экологии и природоохранной деятельности: Учебное пособие / Е.И. Тупикин. — М.: Academia, 2017. — 16 с.

## МУНДАРИЖА

Кириш.....	4
------------	---

### МОЛЕКУЛЯР БИОЛОГИЯ ВА БИОКИМЕ

1-§. Антитаналарнинг тузилиши ва структураси. Антитаналарнинг ўзига хослиги (фаол марказ). Антиген билан антитана орасидаги ўзаро таъсирланиш механизми .....	5
2-§. Фермент билан субстратнинг ўзаро таъсири механизми. Фаол марказнинг ферментатив катализда тутган ўрни. Фишер назарияси. Ферментлар .....	11
3-§. Рақобатбардош ва рақобатлаша олмайдиган ферментларни ингибирлаш (тежаш). Ферментлар фаолиятини тартибга солиши. Доривор препаратлар ва оғир металл ионларининг фермент фаоллигига таъсири .....	17
4-§. Транскрипция. Пре-м рибонуклеин кислотасининг посттранскрипцион модификацияси. Трансляция босқичлари. ....	23
5-§. Генетик коднинг ҳусусиятлари: триплет, дегенеративлик, узлуксизлик, параллеллик, специфик (ўзига хослик), кесишмоқлик, универсаллик .....	28

### ОЗИҚЛАНИШ

6-§. Хлоропластнинг таркибий компонентлари ва уларнинг вазифалари.....	34
7-§. Фотосинтез пигментлари. R <sub>f</sub> ахамияти.....	41
8-§. Фотосинтезнинг ёруғлик фазаси. Фотофосфорланиш .....	48
9-§. Фотосинтезнинг қоронғу фазаси. Кальвин цикли .....	54
10-§. С <sub>3</sub> ва С <sub>4</sub> үсимликларда барглар анатомияси .....	57
11-§. Мезофилл ҳужайраларда карбонат ангидридни бириктириш ҳусусиятлари. Карбонат ангидридни акцепторлари (қабул қилиш).....	61
12-§. Фотосинтез тезлигига таъсир этувчи омиллар. Фотосинтезнинг чекловчи омиллари: ёруғликнинг интенсивлиги ёки түлқин узунлиги, карбонат ангидрид концентрацияси, ҳарорат .....	68
13-§. Хемосинтез. Хемосинтез ва фотосинтез жараёнларини таққосланг.....	75

### МОДДАЛАРНИ ТАШИШ

14-§. Үсимликлардаги моддаларни транслокация қилиш механизми .....	81
15-§. Моддаларни симпластик, апопластик, вакуоляр йўллари орқали транспорташ ва уларнинг ахамияти .....	86
16-§. Ҳужайра мембранаси орқали моддаларни ташиш турлари .....	89
17-§. Натрий-калий насослари мисолида ионларнинг актив транспорт механизми....	95
18-§. Потенциал мембранани сақлашда актив транспортнинг роли .....	99
19-§. Сув потенциали .....	103

### КООРДИНАЦИЯ ВА ТАРТИБГА СОЛИШ

20-§. Биологияда бошқарув системалар. Биологияда “бошқарувсистема” тушунчаси .....	108
21-§. Бошқариш системанинг асосий компонентлари.....	112
22-§. Ҳарорат бошқарилиши, карбонат ангидрид газининг савияси ваглюозалар мисолида қайта алоқа принциплари.....	115
23-§. Гормонли сигналларни мембрана рецепторлари орқали узатиш .....	120
24-§. Инсулин ва экстроген мисолида гормонларнинг нишон-хужайраларга таъсир этувчи механизми .....	125

25-§. Ўстирувчи моддалар.....	129
26-§. Ўсимликларга ўстириши моддаларнинг таъсири қилиш механизми.	
Ауксин ва гиббереллиннинг таъсири .....	133
Кўпайиш.....	142

### **КЎПАЙШИ**

27-§. Гаметогенез. Одам гаметогенезининг босқичлари .....	142
28-§. Сперматогенез ва оогенез ўртасидаги фарқлар.	
Сперматогенез ва оогенезни таққослаш .....	145
Ўсиш ва ривожланиш .....	150

### **ЎСИШ ВА РИВОЖЛАНИШ**

29-§. “Асос ҳужайралари” тушунчаси ва унинг ҳусусияти (қайта янгиланиш, дифференциация).....	150
30-§. Асос ҳужайраларнинг турлари: эмбрионал ва соматик.....	154
31-§. Практическое использование. Этический аспект .....	158
Ирсият ва ўзгарувчанлик қонуниятлари .....	163

### **ИРСИЯТ ВА ЎЗГАРУВЧАНЛИК ҚОНУНИЯТЛАРИ**

32-§. Дезоксирибонуклеин кислотанинг ўз – ўзидан мутацияга учраши. Генетик жараёнлардаги ҳатоликлар: репликация, репарация, рекомбинация....	163
33-§. Ирсий белгиларни тўғри анализ қилишда статистик усулларидан фойдаланиш ( $\chi^2$ , мезон, $t$ мезон) .....	168
34-§. “Одам геноми” лойиҳаси. Одамнинг геномли днксини секвенирлаш. Лойиҳанинг бир қисми сифатида олиб борилган тадқиқотнинг биологик аҳамияти .....	175
Глоссарий .....	180
Литература .....	183

*Учебное издание*

**Аблайханова Нуржанят Татухановна,  
Калыбаева Алия Максутовна  
Паримбекова Айгуль Мырзановна  
Усипбек Ботагоз Абыханкызы  
Швецова Елена Витальевна**

**БИОЛОГИЯ**

**Часть 1**

Учебник для 11 классов естественно-математического направления  
общеобразовательных школ  
(на узбекском языке)

Мұхаррир *M. Алимкулова*  
Бадий мұхаррир *Л. Уралбаева*  
Техник мұхаррир *И. Тарапунец*  
Компьютерда саҳифалаган *A. Кокумова*

Нашриётта 7 июль 2003 йилда Қозогистон Республикаси  
Таълим ва фан министрлигининг № 0000001 давлат лицензияси берилгандан

\*Книга представлена исключительно в образовательных целях

согласно Приказа Министра образования и науки Республики Казахстан от 17 мая 2019 года № 217



ИБ № 6259

Нашрға 25.08.20 рұхсат этилди. Ҳажми 70·100 <sup>1/16</sup>.  
Офсет қоғози. Ҳарф түри “SchoolBook Kza”. Офсет нашри.  
Шартлы босма табоғи 16,13. Шартлы бүёқ тамғаси 65,20.  
Нашр босма табоғи 11,47. Адади 5000 нұсха. Буюртма №

**“Мектеп” нашриёти, 050009, Алмати шаҳри, Абай проспекти 143-үй**

**Факс: 8(727) 394-37-58, 394-42-30**

**Тел.: 8(727) 394-41-76, 394-42-34**

**E-mail: mekter@mail.ru**

**Web-site: www.mekter.kz**

\*Книга представлена исключительно в образовательных целях

согласно Приказа Министра образования и науки Республики Казахстан от 17 мая 2019 года № 217

