

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

Гулистон давлат университети

Бозорова Р.Ш., Ботирова Л. А.

**«ЎСИМЛИКЛАР ФИЗИОЛОГИЯСИ» ФАНИДАН
МАЪРУЗА МАТНИ**

ГУЛИСТОН-2010

Мавзу: Ўсимликлар физиологияси фанига кириш.

Асосий саволлар:

1. Ўсимликлар физиологияси фанининг предмети, вазифалари.
2. Ўсимликлар физиологияси фанининг ривожланиш босқичлари ва ҳозирги замон физиологиясининг асосий муаммолари.

Мавзуга оид таянч тушунча ва иборалар:

Специфик хусусият, транспирация, фотосинтез, физиологик жараён, эволюцион аспектлари.

1-савол бўйича дарс мақсади: Талабаларга “Ўсимликлар физиологияси” фани предмети ва вазифалари бўйича тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

- 1.1. Ўсимликлар физиологияси–ўсимлик организмнинг функциялари ҳақидаги фан эканлигини билади.
- 1.2. Ўсимликлар физиологиясининг бошқа фанлар билан алоқасини исботлайди.

1-савол баёни:

Ўсимликлар физиологияси ўсимликлар танасида содир бўладиган ҳаётий жараёнлар, мураккаб қонуниятлар ва ҳодисалар занжирини ўрганувчи фандир.

Фотосинтез, нафас олиш, сув режими ва тириклик асосини ташкил этувчи бошқа ҳаётий кечинмаларни ўрганиш, таҳлил қилиш ва уларни одам учун фойдали томонга ўзгартириш, яъни юқори ва сифатли ҳосил олишга қаратиш мазкур фаннинг асосий вазифаси ҳисобланади. Шу маънода ўсимликлар физиологияси агрономия фанларининг назарий асосини ташкил этади. Чунки физиология соҳасида эришилган ҳар бир ютуқ, ўсимликшуносликда ҳам янги муваффақиятларга сабаб бўлади. Айниқса кейинги йилларда бу соҳада эришилган ижобий натижалар: табиий сувларидан тежамкорлик билан фойдаланиш мақсадида суғориш ишларини тартибли йўлга қўйиш, минерал ва органик ўғитлардан самарали фойдаланиш, ўсиш ва ривожланишни бошқариш, ташқи шароитнинг ноқулай омилларига ўсимликлар чидамлилигини ошириш каби ишларнинг ҳаммаси ўсимликлар физиологиясининг ютуқларига асослангандир.

К.А.Тимирязов ўсимликлар физиологиясининг мақсади ўсимликлар танасидаги ҳаётий ҳодисаларни ўрганиш ва тушуниш, ҳамда шу йўл билан ўсимлик организми киши хоҳишига қараб ўзгариши, ундаги ҳодисаларни тўхтата олиш ёки аксинча рўй беришига мажбур қилиш, хуллас ўсимликни киши ихтиёрига бўйсиндиришдан иборат деб ёзган эди.

Ўсимликлар физиологиясида асосий иш усули тажрибадир. Физиолог ўсимлик ҳаёти ҳақида етарли даражада аниқ ва тўла тасаввур олиш, унга хос бўлган қарама-қаршиликни очиш, уларни ўсимлик танасининг умумий ривожланишида қандай аҳамиятга эга эканлигини аниқлаш мақсадида лаборатория ва дала усулларидадан фойдаланилади. Ўсимликларнинг ўсиш ва ривожланиш қонуниятларини табиий шароитда ўрганишда комплекс кузатишлар олиб бориш катта аҳамиятга эга. Чунки ўсимлик ҳаётини табиий омиллар таъсирисиз тасаввур этиб бўлмайди. К.А.Тимирязов айтганидек, физиолог экспериментал ёки назарий тушунчага эга бўлиши учун ҳаётини ходисаларнинг тахлили бўлганлигига қаноатлана олмайди, у организм тарихини ҳам ўрганиши керак.

Ўсимликлар физиологияси фани ботаниқа фанига кириши билан бир каторда ҳайвонлар физиологияси, биокимё, биофизика, молекуляр биология, микробиология, кимё, физика каби фанлар билан ҳам чамбарчас боғлиқдир, уларнинг ютуқларидан фойдаланади, ўз навбатида уларга таъсир этади. Кейинги йилларда кимё ва физика фанларининг замонавий усуллари хромотография нишонланган атомлар, электрон микроскопия электрофорез, дифференциал центрифугалаш, спектрофотометрия, рентгеноструктура анализ ва бошқалардан фойдаланиш натижасида физиология фанида жуда катта ютуқларга эришилди. Бу усулларни қўллаш туфайли ўсимлик хужайрасининг мураккаб тузилиши, хужайра органоидларининг структураси ва физиологик функциялари, хужайранинг моддалар ўзлаштириш ва ажралиб чиқариш жараёнида мембраналарнинг аҳамияти ва бошқалар бир мунча пухта ўрганилди. Айниқса ўсимликлар танасида энергияни тўплаш ва сарфлаш механизми ҳақидаги тушунчалар кенгайди. Чунки ёруғликнинг электромагнит энергиясини органик моддалар таркибидаги эркин кимёвий энергияга айлантириш ва тўплаш яшил ўсимликларнинг энг муҳим специфик хусусиятидир. Бу хусусияти билан яшил ўсимликлар таркибидаги барча тирик организмлардан фарқ қилади ва ер юзида ҳаётни барқарорлигини таъминлайди. С.П. Костичев (1872-1931) «Агар яшил барг бир неча йилга ишлашни тўхтатса, ер юзидаги барча жонзот, жумладан инсон ҳам нобуд бўлади»-деган эди. Ҳозирги вақтда биологиянинг турли соҳалари орасида ўсимликлар физиологияси алоҳида ўрин тутди.

Ўсимликлар физиологияси янги-янги навлар чиқаришда, уларнинг ҳосилдорлигини оширишда, ҳосил сифатини яхшилаш ва уларни сақлашда мазкур фаннинг аҳамияти йилдан йилга ортиб бормокда.

Муҳокама учун саволлар:

- 1.Ўсимликлар физиологияси-.....ҳақидаги фандир.
- 2.Ўсимликлар физиологияси предмети ва вазифаларини тушунтиринг.

2- савол бўйича дарс мақсади: ўсимликлар физиологияси фанининг ривожланиш босқичлари ва тарихи ҳақида маълумот бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

2.1. Ўсимликлар физиологияси фанининг ривожланиш тарихини билади.

2.2. Ўсимликлар физиологияси фанининг ривожланиш босқичлари ва физиолог олимлар тарихи ҳақида маълумотга эга бўлади.

2-савол баёни:

Ўсимликлар физиологияси XVII-XVIII асрларда ва XIX асрнинг бошларида мустақил фан сифатида шаклланди. Дастлаб Италиялик олим М.Мальпиги (1675), инглиз Р. Гук (1665) ўсимликларнинг микроскопик тузилиши ҳақидаги таълимотни яратдилар.

1727 йилда инглиз ботаниги С.Гейлс ўзининг «Ўсимликлар систематикаси» асарида бир қанча физиологик тажрибаларнинг натижаларини яқунлаб, ўсимликларда икки хил оқимнинг мавжудлигини, яъни сув ва озук моддаларнинг пастдан юқорига, юқоридан пастга қараб оқишини тасдиқлади. Ўсимликларда сувни ҳаракатга келтирувчи куч илдиз босими ва транспирация жадаллигини исботлади.

Инглиз Д.Пристли (1771), галландиялик Я.Ингенхауз (1779), швецариялик олимлар Ж.Сенебье (1782) ва Т.Соссюр (1804), бир-бирининг ишларини тўлдириш натижасида ўсимликларда фотосинтез жараёнининг мавжудлигини очдилар. Яъни ёруғликда яшил ўсимликлар корбанат ангидридни ўзлаштириб углеродли бирикмаларни тўплаш хусусиятига эга эканлиги аниқланди.

Ўсимликлар физиологияси тарихида 1800 йил бурилиш йили ҳисобланади. Чунки, шу йили Ж.Сенебьенинг 5 томлик «Ўсимликлар физиологияси» китоби чоп этилди ва у ўсимликлар физиологиясининг мустақил фан сифатида туғилиши ва келажакдаги ривожланишига асос солди. Ж.Сенебье «Ўсимликлар физиологияси» терминини таклиф этиш билан чегараланиб қолмасдан, бу фаннинг асосий вазифаларини, предмети ва усуллари аниқлаб берди.

Россия ўсимликлар физиологияси XIX асрнинг иккинчи ярмидан ривожлана бошлади. Унга А.С.Фаминцин (1835-1918) ва К.А.Тимирязев (1848-1920) асос солдилар. А.С.Фаминцин (1867) Петербург университетида мустақил ўсимликлар физиологияси кафедрасини ташкил этди ва 1887 йилда ўсимликлар физиологиясидан биринчи ўқув китобини ёзди. Унинг асосий илмий изланишлари фотосинтез ва ўсимликлардаги модда алмашинув жараёнларини аниқлашга қаратилган эди. А.С.Фаминцин тажрибалар натижасида сунъий ёруғликда ҳар карбонат ангидрид ўзлаштирилиб, крахмал ҳосил бўлишини кўрсатади.

А.С.Фаминцин шунингдек чор Россияси даврида фанлар Академияси тизимидаги ягона ўсимликлар анатомияси ва физиологияси лабораторияларининг раҳбари эди. Шу лабораторияда 1892 йилда

Д.И.Иванковский вирусларни кашф этди. 1903 йилда эса М.С.Цвет ўсимлик пигментлари ва уларга яқин бўлган табиий бирикмаларни ажратиш учун хромотография усулини ишлаб чикди. Бу усул ёрдамида у хлорофиллни биринчи бўлиб хлорофилл «а» ва хлорофилл «б» га ажратди.

Ўсимликлар физиологияси соҳасида Москва мактабининг ташкилотчиси К.А.Тимирязев бўлди. У 1970-1892 йилларда Петров деҳқончилик ва ўрмон академиясининг профессори ва 1878-1911 йилларда Москва Университети профессори бўлиб ишлади. У янги физик ва кимёвий усулларни қўллаш натижасида фотосинтезнинг муҳим қонуниятларини аниқлашга мувоффақ бўлди, хлорофиллнинг физикавий ва кимёвий хоссаларини ўрганишга катта хисса қўшди. Фотосинтез ёруғлик жадаллигига спектрал таркибига ва қуёш ёруғлигининг энергиясига боғлиқ эканлигини аниқ тажрибалар орқали исботлади.

К.А. Тимирязевнинг «Ўсимликлар ҳаёти» (1878) «Ч.Дарвин ва унинг таълимоти» (1883); «Ўсимликлар физикасининг юз йиллик натижаси» (1901) «Ўсимликлар физиологияси ва деҳқончилик» (1906) ва бошқа асарлари ўсимликлар физиологияси фанининг ривожланишида алоҳида аҳамиятга эга.

Ўсимликлар экологик физиологиясига асос солган олимлардан бири Н.А. Максимовдир. (1880- 1952) У ўзининг шогирдлари (Ф.Д.Сказкин, В.И. Разумов, Б.С.Машков, Л.И.Джакаридзе, В.Т.Александров, И.В.Красовская ва бошқалар) билан биргаликда ўсимликларнинг кишнинг нокулай омилларига таъсирига совуққа, қурғоқчиликқа чидамлилилик физиологияси, ўсиш ва ривожланиш, сунъий ёруғликда ўсиш каби жараёнларнинг назарий асосларини ишлаб чикди. XX асрнинг биринчи ярмидан ўсимликлар физиологияси янада тезроқ ривожланди. Мураккаб физиологик жараёнларнинг биокимёвий механизмлари ўрганила бошланди. Жумладан фотосинтез (М.С.Цвет, 1903, Р.Хилл, 1937; М.Кальвин, 1948-1956; Р.Эмерсон 1943-1957; Д.И.Арнон, 1954; М.Д.Хетч ва К.Р.Слек 1966 ва бошқалар)ва ўсимликларнинг нафас олиши (В.И.Балладин, 1912; С.П.Костичев, 1912-1927; П.А. Кребс 1937; Г.Ҳамкар ва В.А.Белицев, 1937-1939 А.Карбберг 1957; М.Митчел, 1961-1966 ва бошқалар) ўрганилди. Ўсимликларнинг ўсиш ва ривожланиш жараёнларини идора қилувчи моддалар-фитогармонларнинг очилиши ва ўрганилиши жуда катта ютуқ бўлди. (М.Г.Холодный ва Ф.Вент, 1926-1928; Ф.Кегель, 1934-1935; М.Х.Чайлахян 1937; С.Скут, 1955; Ф.Эддикотт ва Ф.Уоринг, 1963-1965).

Дастлаб А.С. Фаминцин раҳбарлигида ташкил этилган Ўсимликлар анатомияси ва физиологияси лабораторияси таркибида 1934 йил ўсимликлар физиологияси институти ташкил этилди. Институтга 1936 йилда К.А.Тимирязев номи берилди ва у ўсимликлар физиологиясини ўрганиш соҳасидаги энг йирик ва ягона марказга айланди. Таниқли олимлар А.А.Курсанов М.Х.Чайлахян Б.А.Кенкель, В.В.Ракитин, Р.Г.Бутинко, А.А.Ничипорович, М.И.Туманов, А.Т.Макраносов ва бошқаларнинг илмий фаолияти шу институт билан боғлиқ, ҳозирги пайтларда эса Киев, Кишинев, Минск, Новосибирск, Душанбе каби маҳаллаларда ҳам ҳсимликлар физиологияси ва биокимёси интитутлари бор. Барча университетларда ҳсимликлар физиологияси кафедралари мавжуд.

Ўзбекистонда ўсимликлар физиологияси мустақил фан сифатида 1920 йил ўрта Осиё давлат университетининг ташкил этилишидан кейин (Тошкентда) ривожлана бошлади.

Муҳокама учун саволлар:

1. Ўсимликлар физиологияси фанининг ривожланиш тарихини тушунтиринг
2. Қандай ўзбек физиолог олимларни биласиз?
3. Физиолог олимларнинг ишлари тарихини тушунтиринг?
4. К.Тимирязов ишларини гапириб беринг?
5. А.Фаминциннинг Ўсимликлар физиологияси фанига қўшган хиссасини тушунтиринг?
6. Ўзбекистонда ўсимликлар физиологияси фани қачон ривожланди? Ривожланиш тарихини гапириб беринг?

Мавзу: Ўсимлик ҳужайраси физиологияси.

Асосий саволлар:

- 1) Ҳужайра ўсимлик организмнинг элементар структура ва функционал бирлиги.
- 2) Ҳужайра тузилишининг структура асослари.
- 3) Биологик мембраналарнинг тузилиши.
- 4) Протоплазманинг физик-кимёвий хоссалари.

Мавзуга оид таянч тушунча ва иборалар:

ҳужайра, органоид, паренхиматик ҳужайра, прозенхиматик ҳужайра, ядро, вакуола, гольдже апарати, эндоплазматик тўр, цитоплазма, цитоплазма ҳаракати турлари, цитоплазма кимёвий таркиби, биологик мембраналар, мембрананинг мозаик тузилиши, прокариот ҳужайра, эукариот ҳужайра, пластидалар, лизасома, периакисома, глиоксисома.

1-савол бўйича дарс мақсади: ҳужайра ҳақида тушунча ҳосил қилдириш, ҳужайранинг аҳамияти ва организмда тутган ўрни ҳақида маълумот бериш.

Идентив ўқув мақсади:

- 1.1. Прокариот ва эукариот ҳужайраларнинг ўхшашлиги ва фарқини шарҳлаб беради.
- 1.2. Ўсимлик ҳужайраларининг кўриниши ва функцияларига қараб турларини фарқлайди.

1- савол баёни.

Бутун ўсимликларнинг асосий структура бирлигини ҳужайралар ташкил этади. Уларнинг тириклик хусусиятлари шу ҳужайраларда белгиланади. Чунки модда алмашуви деб аталувчи ассимиляция ва диссимиляция жараёнлари, уларнинг бирлиги фақат ҳужайрадагина содир

бўлади. Ана шу иккала жараённинг бирлиги тириклик деб аталувчи материянинг ҳаракат формасини белгилайди.

Яшил ўсимликлар ҳар хил органлар йигиндисидан иборат бўлиб, бу органлар ўз наватида тўқималар ва хужайралар бирлашмасидан тўзилган. Юксак тўзилишга эга бўлган ҳар бир ўсимлик организми мураккаб система сифатида бир-бири билан узвий равишда алоқада бўлган органлар ва функциялар йигиндисидан иборатдир. Бу бирликнинг асосини хужайралар ташкил этади. Тирик хужайра ярим ўтказувчанлик хусусиятига эга бўлган мембрана билан чегараланган бўлиб, ўзини қайта қуриш қобилиятига эга. Табиатдаги организмлар икки гурӯҳга бўлинади:

1-прокариотлар-хужайрасида шаклланган ядро бўлмайди, уларга бактерия ва кўк – яшил сувўтлари киради.

2- эукариотлар – хужайрасида албатта шаклланган ядро бўлади. Уларга ўсимлик ва ҳайвон организмлари киради.

Прокариот хужайрада шаклланган ядро бўлмаслиги билан бирга унда рибосомалар сони эукариот хужайрадагига нисбатан минг баробар кўп бўлади. Бундан ташқари прокариот хужайрани эукариот хужайрадан фарқи, унда органоидлари бўлмади, уларнинг вазифаларини цитоплазматик мембрана инвагинациялари бажаради.

Ҳар бир ўсимлик хужайралардан тўзилган бўлиб, уларнинг тириклик хусусиятлари шу хужайраларда белгиланади. Модда алмашилиш жараёни фақат хужайрадагина содир бўлади. Бу жараённинг бирлиги тириклик материясининг ҳаракат формасини белгилайди.

Ўсимлик хужайралари кўриниши жихатидан 2 хил бўлиши мумкин, паренхиматик ва прозенхиматик.

Паренхиматик хужайралари-уларнинг эни бўйига тенг бўлиб, кўпроқ квадратга ўхшаш бўлади.

Прозенхиматик хужайралар-уларнинг бўйи энидан бир неча баробар катта бўлади.

Ўсимлик хужайраларнинг кўриниши ва бажарадиган функциялари ҳар хил бўлса ҳам, умумий тўзилишга эга.

Прокариот ва эукариот хужайралар тузилиши

Т / Р	Прокариот хужайралар тузилиши	Эукариот хужайралар тузилиши
1	Хужайра қобиги полисахарид ва полипептид моддалардан тузилган	Хужайра қобиги целлюлоза, гемицеллюлоза ва пектин моддалардан ташкил топган.
2	Шаклланган ядроси бўлмайди.	Шаклланган ядро элементлари мавжуд.
3	Рибосомалари субмикроскопик тузилишга эга, хужайрада 100 тадан	Рибосомалари микроскопик тузилишга, хужайрада 20тадан 100тагача бўлади.

	10000тагача бўлади.	
4	Шаклланган органоидларга эга эмас, модда алмашилиш инециал таначаларда амалга ошади.	Шаклланган органоидларга эга модда алмашилиш ана шу органоидларда амалга ошади.
5	Бактериялар, цианобактериялар, бир хужайрали сувўтлари.	Кўп хужайрали ва баъзи бир бир хужайрали сувўтлари, юксак ўсимликлар.

Муҳокама учун саволлар.

1. Организмларнинг структура бирлиги хужайра эканлигини далиллаб беринг?
2. Прокариот ва эукариот организмларни тавсифлаб беринг?
3. Бир хужайрали ва кўп хужайрали организмларга изох беринг?
4. Паренхиматик ва прозенхиматик хужайраларга мисоллар келтиринг?
5. Хужайра назариясини ўсимлик организмнинг тузилишига тадбик килинг ва исботлаб беринг?

2- асосий савол: Хужайра тузилишининг структура асослари.

2-савол бўйича дарс мақсади: хужайранинг структуравий тузилиши, органоидларнинг тузилиши функцияларини талабалар онгига етказиш.

Идентив ўқув мақсади:

- 2.1. Хужайранинг структура элементларини аниқлайди.
- 2.2. Хужайра пўсти тузилишини изохлайди.
- 2.3. Ядро-ирсий белгиларни сакловчи органоидлигини кўрсатиб беради.

2-савол баёни:

Ўсимлик хужайраларида даслаб хужайра қобиғини ва ички таркибий қисмини фарқлаш зарур. Ҳаётий хоссалар айнан хужайра ички қисми билан белгиланади. Ҳар бир вояга етган хужайрада пўст, цитоплазма, мембрана, органоидлар каби структура элементлари бўлади. Хужайранинг ички қисми протопласт дейилади ва у цитоплазма ва унда жойлашган йирик органоидлардан иборат.

Хужайра пўсти. У хужайрага механик мустахкамликни беради, протоплазматик мембранани гидростатик босимдан ҳимоя қилади.

Ёш хужайраларда пўст ўсиш қобилятига эга моддаларни ютилишида иштирок этади. У протопласт компонентларидан ҳосил бўлади.

Она хужайра бўлинаётганида иккита ёш хужайра оралигида парда тўсик пайдо бўлади, у эски пўст билан қўшилиб кетади ва ҳосил бўлган иккита хужайра ҳам авалги қаттиқ пўстга ўралади. Хужайра пўстининг 100 мкм юзасида 10-30та плазмодесмалар учрайди. Хужайра пўсти таркибида целюлоза, гемицелюлоза ва пектин моддалари

(30%, 40%, ва 25% нисбатда) учрайди. Хужайра пўсти уч қаватдан иборат. Асосан ички қават йўғонлашиши хусусиятига эга. Иккинчиси уч қатламдан иборат. Хужайра пўстида инвертаза, фосфотаза, аскорбатоксидаза каби ферментлар бўлиб, у ҳам энзиматик фаол ҳисобланади.

Маълумки хужайра пўсти сув ва сувда эриган моддаларни яхши ўтказдиради. Бироқ унинг ёғочлашиши ўтказувчанликни сезиларли камайтиради, пўкаклашиш эса ўтказувчанликни кескин камайтиради.

Эндоплазматик тўр. Уни 1945 йилда Портер аниқлаган. У каналча, пуфакчалар ва цистерналарнинг ўзаро туташган мураккаб шохланган тур системасини ташкил қилади. Эндоплазматик тўр цитоплазмада кенг тарқалган ва мураккаб мембрана структурасига эга. Мембрананинг қалинлиги 5-7 нм атрофида, диаметри 30-50 нм. Ички қисми суяқлик билан тўлган. Уларнинг юзаси силлиқ ёки донатор бўлади. Силлиқ мембранада асосан углеводлар, липидлар, терпеноидлар ҳосил бўлса, донатор мембраларда оксил, ферментлар синтезланади. Унинг мембранаси ядро Мембранаси ва ички мухитдаги алмашинувни бошқаради. Эндоплазматик тўр бир-бирлари билан тутшиб, моддалар алмашинувида иштирок этадилар.

Рибосомалар. 1955 йилда Паллада очган. Булар рибонуклеопротеидли заррачалар бўлиб, мембранаси бўлмайди. РНК ва оксилдан ташкил топган. Улар катта ва кичик бўлакчалардан тўзилган, каттасининг диаметри 12-15 нм кичиги 8-12 нм бўлади. У ядрода синтезланади ва цитоплазмада эркин ёки эндоплазматик тўр сиртида жойлашади. Рибосома ядрога, хлоропластлар ва митохондрийларда учрайди ва оксил синтезлайди.

Гольджи аппарати. Мембрана билан ўралган цистерналар тўплами. Улар эндоплазматик тўрдан ўзилиб чиқиб кетадиган пуфакчаларнинг ўзаро қўшилиши ва ўзгарилишидан юзага келади ва ажралиб, диск ёки таёкча кўринишида тўпланади. Хужайрада 100 га яқин Гольджи аппарати учраши мумкин. Гольджи аппаратининг мембранаси эндоплазматик тўр ва плазмолемма мембранаси билан туташган бўлади. Гольджи аппарати плазмолемма ва хужайра қобиғини шаклланишида иштирок этади, ҳамда шилимшиқ моддаларни чиқариб ташлашда иштирок этади.

Пластидалар. Пластидалар шаклан овалсимон ёки эллипсимон бўлади, икки қават мембрана билан ўралган.

Ўсимликлар хужайрасида 20-50 тагача пластида учрайди.

Улар уч хил бўлади: лейкопластлар (рангсиз), хромопластлар (рангли) ва хлоропластлар (яшил рангда). Хлоропластлар таркибида хлорофилл ва каротиноид пигментлари бўлиб, фотосинтезда иштирок этади.

Хромопластлар сариқ ёки ва зарғалдоқ рангда бўлиб, ўсимликнинг асосан гулларида ва мевасида учрайди. Уларда каротин, лютеин, виолаксантин пигментлари бўлади.

Лейкопластларда пигмент бўлмайди, уларда запас озиқ моддалар тўпланади. Ёруғликда лейкопластлар хлоропластларга айланиши мумкин.

Митохондрия. Қўш мембранали органоид, уларда энергетик жараёнлар кузатилади ва АТФ синтезланади. Ўсимликда митохондриялар думалок ёки

гантелсимон бўлиб, ҳужайрада 50-2000тагача учрайди. Ички мембранаси кристалар ҳосил қилади. Ҳар 5-10 кунда митохондриялар янгилашиб туради. Уларда ДНК, РНК ва рибосома бўлганлиги учун оксил синтезлаш қобилятига эга.

Лизасома. Мембрана билан ўралган органоид, улар эндоплазматик тўр ёки Гольджи аппаратида ҳосил бўлади. Уларда асосан гидролитик ферментлар жойлашади, булар нордон ферментлар бўлиб, моддаларни сув ёрдамида парчалайди.

Пероксисома. Кейинги йилларда очилган органоидлардан бири бўлиб, уни 1968 йилда Толберт аниқлаган. Пераксисомада каталаза, гликолатоксидаза каби ёруғликда нафас олишда иштирок этувчи ферментлар учрайди. Улар баргда кўп бўлади ва хлоропластлар билан узвий боғлиқ бўлади.

Глиоксисома. Улар униб чиқаётган ёг тўпловчи уруғларда кўп учрайди. Глиоксисомаларда ёгларни углеводга айлантиришда иштирок этувчи ферментлар учрайди ва улар нафас олишнинг глиоксалат циклида иштирок этадилар.

Сферасома. Улар аввал микросомалар дейилган. Думалок, ёруғликни синдириш имкониятига эга. Эндоплазматик тўрдан ҳосил бўлади ва ўзида липидларни тўплайди, шу туфайли липидли томчи деб ҳам аталади. Уларда липаза, эстераза, протеаза, РНКаза, ДНКаза ферментлари учрайди ва ёғ синтезида иштирок этади.

Микронайчалар. Цитоплазманинг ташқи таҳламида найчасимон органоид. Узунлиги 20-30 нм, қалинлиги 5-10 нм. Мембранаси йўқ, глобуляр оксил трубадан ташкил топган, цитоскелетни ҳосил қилади ва цитоплазма ҳаракатини амалга оширади.

Вакуола. Ўсимлик ҳужайраси учун характерли органоид. Унинг мембранаси тонопласт дейилади, ички суюқлик ҳужайра ширасидан иборат. Ширанинг 96-98%ни сув ташкил этади, колгани органик кислоталар, оксиллар, аминокислота, углеводлар, алколоидлар, тузлар, ошловчи моддалар ва пигментлар. Вакуола эндоплазматик тўр пуфакчаларининг қўшилишидан ҳосил бўлади. Вакуола ҳужайранинг осматик хусусиятини белгилайди, бу эса ҳужайрани сўриш кучи, тургор босими ва сув режимини белгилайди.

Ядро. Ирсий белгини сақловчи органоид кўриниши думалок, овал ёки ипсимон бўлади. Кўпинча битта, баъзан кўп микдорда бўлади. Ядро икки қават мембрана билан ўралган, 1-6 ядрочаси бўлади. Унинг таркиби 80% оксил ва 15-16% РНКдан иборат. Ядрога РНКни тақсимланишида иштирок этади. Ядро ядро шираси-нуклеоплазма билан тўлдирилган бўлади, унинг таркиби асосан оксиллар 74%, ДНК 14% ва РНК 12% дан иборат, бундан ташқари ядро яна липидлар, сув ва минерал элементлар мавжуд.

Ядронинг асосий вазифаси ҳужайра, тўқима, орган ва бутун ўсимлик учун зарур бўлган барча физиологик, биокимёвий жараёнларни бошқариб туради ва информацион марказ ҳисобланади

Ядро специфик оксиллар синтез қилиш ва ирсий белгиларни сақлаб, авлоддан-авлодга бериш программаси билан характерланади. Бу муҳим

вазифанинг бажарилишида ДНК асосий роль ўйнайди, чунки унда барча информация жойлашади.

Муҳокама учун саволлар:

1. Ҳужайранинг структура элементларига қайсилар киради?
2. Ядроча қандай таркиий қисимлардан ташкил топган?
3. Фотосинтез жараёнини қайси органоид амалга оширади?
4. Ирсий маълумот ядронинг қайси қисмида сақланади?
5. Ҳужайра органоидларнинг тузилиши ва функцияларини баён этиб беринг?
6. Ўсимлик ҳужайра пўсти тузилиши ва функциясини тушунтириб беринг?

3- асосий савол. Биологик мембраналарнинг тузилиши.

3-савол бўйича дарс мақсади: талабаларга биомембрананинг тузилиши ва функциясини тушунтириш.

Идентив ўқув мақсади:

- 3.1. Биологик мембраналар тузилиши ва хоссаларини шарҳлаб беради.
- 3.2. Мембрананинг биокимёвий ва функционал хилма-хиллигини фарқлайди.

3- савол баёни.

Ҳужайрани ташқи муҳит билан бўладиган алмашинув муносабатлари ва протопласт ичида бўй берадиган ҳаётий жараёнлар махсус мембрана системаси орқали амалга ошади.

Ҳар бир органоид протоплазма сингари ўзининг мембранаси билан характерланади. Шу мембранаси орқали цитоплазмадан ажралиб туради. Протопластни ташқи томондан ўраб турувчи плазмоллема қавати ҳужайра мембранаси деб аталади.

Ҳужайра мембранаси ярим ўтказгич хусусиятига эга бўлиб, сувни бемалол ўтказдиради. Лекин сувда эриган моддалар учун юқори даражада танлаб ўтказувчи тўсиқ вазифасини бажаради.

Мембрананинг бундай хусусияти ҳужайра учун кераксиз моддаларни ўтказмай фақат зарурини ўтказишда муҳим аҳамиятга эга.

Демак мембраналар ҳужайра метаболизми жараёнининг энг муҳим қисмларидан бири бўлган моддалар оқими ва энергиясини бошқаради.

Мембраналар асосан липопротеидли тизимлар бўлиб, 60% оқсил, 40% липидлардан, айниқса фосфолипидлардан иборат. Уларнинг қалинлиги 6-10 нм. Тузилишига кўра қўшаватли, оқсил липид молекулаларини орасида жойлашган бўлади. Мембрана шаклланишига гидрофоб боғга ўрин берилади: липид-липид, липид-оқсил, оқсил-оқсил. Мембранада яна ҳар хил функцияларни бажарувчи оқсиллар ҳам учрайди. Мембранада шакар ва аминокислотани ташувчи оқсиллар топилган. Мембранада полесахарид ва нуклеин кислоталар ҳам учрайди. Оқсил таркибида жуда юқори даражада сезувчи система-рецепторлар жойлашган. Бу система орқали ҳужайра

органонидлари ҳам функционал алоқада бўлади. Демак мембрана муҳим метаболитик функцияларни бажаради.

Умуман биомембраналар барьерлик, транспорт, осмотик, энергетик, биосинтетик функцияларни бажаради.

Муҳокама учун саволлар:

1. Биологик мембраналар қандай тўзилишга эга?
2. Гидрофоб, гидрофил боғлар деганда нимани тушанасиз? Изохлаб беринг?
3. Цитоплазматик мембрананинг мозаик тўзилиши билан глобуляр тўзилиши орасидаги фарқи ва уларнинг аҳамияти нимадан иборат?
4. Юксак ўсимликларнинг мембранаси қандай тўзилишга эга, тубан ўсимликлар мембрана тўзилиши билан фарқланадими?
5. Мембрананинг биокимёвий ва функционал хилма хиллигини тушинтиринг?
6. Мембраналарнинг хоссаларини санаб беринг?

4-асосий савол. Протоплазманинг физик кимёвий хоссалари.

4-савол бўйича дарс мақсади: протоплазманинг физик-кимёвий хоссаларига изоҳ бериш, талабаларда хужайра таркиби ҳақида тушунча ҳосил қилиш.

Идентиф ўқув мақсади:

- 4.1. Протоплазманинг кимёвий тўзилишини шархлайди.
- 4.2. Протоплазманинг физик хусусиятлари ва уларнинг аҳамиятини асослайди.

4 савол баёни:

Протоплазма хужайра ичидаги цитоплазма ва органонидлар билан бирга бир бутунни ташкил этади ва унда моддалар алмашинувининг реакциялари содир бўлади. Цитоплазма протоплазманинг асосий қисмини ташкил қилади ва у қаватдан иборат:

Плазмолемма, яъни ташқи мембранаси;

Мезоплазма қаватида барча фаол органонидлар жойлашади;

Тонопласт ички қават бўлиб, вакуола билан чегараланиб туради.

Цитоплазма шилимшиқ, тиниқ, рангсиз, ярим суюқ коллоид моддадир. Солиштирма оғирлиги 1,055 г/см³ тенг. У қовушқоқлик, эластиклик хусусиятга эга.

Протоплазмада хилма-хил органик ва аорганик бирикмалар учрайди. Тирик протоплазманинг 80-85 % сувдан иборат. Масалан карам барги мисолида, оксиллар-60%, ёғлар-20%, углеводлар-10% ва минерал моддалар-6% ни ташкил қилади. Тирик протоплазма доимо ҳаракатда бўлади, ёш хужайра цитоплазмаси айланма ва оқимсимон ҳаракатланади. Ундаги органонидлар ҳам бирга қўшилиб пассив ҳаракатда бўлади. Плазмолемма ва тонопласт

тинч туради. Айланма (ротацион) ҳаракат ҳам кузатилади, бунда протоплазма хужайра пўстига якин жойлашади. Окимсимон (циркуляцион ҳаракатда) протоплазма ингичка-ингичка оқимлар холида ҳар томонга йўналган. Протоплазманинг ҳаракати бирламчи ва иккиламчи бўлиши мумкин. Бирламчи ҳаракат нормал шароитда, иккиламчи ҳаракат нокулай шароитда амалга ошади.

Қовушқоқлик хужайранинг энг муҳим хусусиятларидир, унинг фаоллигини кўрсатади. Қовушқоқлик цитоплазманинг структурасини ва коллоид заррачаларини тортишув кучини белгилайди.

Эластиклик ҳам муҳим хусусиятлардан бири. Тирик протоплазманинг механик таъсири натижасида ўзининг аввалги ҳолатига қайтиш хусусияти эластик деб аталади. Протоплазманинг маълум структуралари унинг эластиклигига сабаб бўлади.

Муҳокама учун саволлар:

1. Протоплазма тузилиши, хоссалари ва функциясига изох беринг?
2. Протоплазма таркибидаги оқсиллар қандай вазифани бажарадилар?
3. Нима учун тирик протоплазманинг асосий қисмини сув (80-85%) ташкил этади?
4. Протоплазма таркибидаги сув миқдори нормадан камайса ўсимлик организмида қандай ўзгаришлар рўй беради?
5. Протоплазма қовушқоқлиги ва эластиклиги деганда нимани тушунасиш? Унинг қандай аҳмияти бор?

Мавзу: Биоэнергетиканинг асосий тушунчалари

Асосий саволлар:

1. Биоэнергетиканинг асосий тушунчалари.
2. Хужайранинг аденилат системаси.

Мавзуга оид таянч тушунча ва иборалар: аденилит система, фосфорил группа, пирофосфат боғ, термодинамика қонунлари, Эйнштейн тенгламаси, фосфорланиш потенциалли, АТФ, экзергоник реакция.

1-савол бўйича дарс мақсади: талабаларга биоэнергетиканинг асосий тушунчалари ва уларнинг ўсимлик организмидаги тадбиғи ҳақида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

- 1.1. Биоэнергетиканинг асосий тушунчаларини билади.
- 1.2. Термодинамиканинг қонунларини изохлайди.

1-савол баёни:

Маълумки ўсимлик организмларининг ҳаёт фойяти энергияни доимий истеъмол қилинишида содир бўлади. Қуёш радиацияси ўсимликлар томонидан органик моддаларни кимёвий энергиясига айланади. Органик моддаларнинг оксидланишини экзергоник жараёнлари, яъни диссимиляция манбалари ҳисобланади. Диссимиляцияни икки формаси мавжуд, булар нафас олиш ва ачишдир. Биологик моддаларни ҳосил бўлиши ёки эндергоник реакциялар ташқи мухитдаги моддаларни ўзлашириш учун энергияни сарф қилиш билан кузатилади. Бунга яққол мисол қилиб фотосинтезни келтириш мумкин. Табиатдаги барча организмлар энергияни истеъмол қилиш манбаларига қараб 3 гуруҳга бўлинади:

1. Хлорофил ўсимликлар-улар учун энергия манбаи бўлиб ёруғлик кванти (фотон) ҳисобланади.
2. Одам ва ҳайвонлар-улар энергияни органик моддаларнинг (углевод, ёғ, оксиллар) оксидланиши ҳисобига олади.
3. Микроорганизмлар-улар энергияни специфик бўлган органик ва анорганик моддаларнинг оксидланиши ҳисобига олади.

Ўсимлик ва бошқа тирик организмларда содир бўлувчи моддалар ва энергия алмашинуви физика ва кимёнинг қонунларига тўла бўйсинади, шунинг учун тирик системаларга бу қонун ва принципларни қўллаш мумкин.

Термодинамика ёки энергетика фани системалардаги энергиянинг хилма-хил формаларини ўзаро алмашинуви ва миқдорий ўзгаришини ўрганади.

Бу энергиялар-кимёвий, иссиқлик, механик, электрик, ёруғлик формаларида бўлади.

Система тушунчаси, катталиги, зичлиги, ҳарорат, босим, ранги, магнит ва электрик майдонлари бўлиши каби хоссалар билан ҳарактерланади.

Система гомоген ва гетероген бўлади. Гетероген система эса иккита ёки бир қанча айрим фазалардан иборат бўлиб, улар бир-биридан юзалари билан ажралиб туради.

Системалар очик ва ёпиқ бўлади. Ёпиқ системада масса ва энергия системани ўрганиш жараёнида кўпайиши ва камайиши мумкин эмас. Очик системада эса масса ва энергия камайиши ёки кўпайиши мумкин. Шунга кўра ўсимликлар очик системага киради. Агар системани таркиби ва хоссаси маълум узоқ вақт ичида ўзгармаса система мувозанат ҳолатида турибди дейилади. Бироқ кимёвий мувозанат доимий эмас. Мувозанат-бу реакцияни чапдан унга қандай тезликда ўтса, ўнгдан чапга ҳам шундай тезлик билан ўтиш ҳолатидир.

Термодинамиканинг биринчи қонуни.

Бу энергиянинг сақлаш қонунидир, уни Гелмгольц 1847йилда ифодалаб берди. А.Энштейн тенгламасига кўра $E=mc^2$ энергияни сақлаш қонуни, иш ва иссиқликнинг эквивалент қонунидир. Бунда энергиянинг ҳар хил формалари бир-бирига ўта бошлайди. Формулага кўра 1 грамм масса $9 \cdot 10^{20}$ эрг энергия бирлигига айланиши мумкин. Бу қонунга кўра ички энергия (E)

фақат иссиқлик холида энергияни кўчириш жараёнида ёки иш бажарилганда ўзгариши кузатилади, бошқача қилиб айтганда энергияни яратиш ва йўқ қилиш мумкин эмас.

Бажарилган иш механик, электрик ёки кимёвий (синтез) бўлиши мумкин. Ажратиб олинган системалар учун уларни ички энергиясини ўзгариши қуйидаги формула бўйича аниқланади- $E_k Q_k W$, яъни системанинг ички энергиясини кўпайиши унга берилган иссиқлик ва ташқи муҳитни система устида бажарган ишни йиғиндисига тенгдир.

Демак бу қонунга кўра энергия қайтадан ҳосил бўлмайди ва йўқолмайди фақат бир формадан иккинчи формага ўтади. Ажратиб олинган системанинг энергиясининг умумий миқдори доимий бўлади. Биринчи қонун тирик системаларга қўлланилиши мумкин.

Термодинамиканинг иккинчи қонуни.

Клаўзиус томонидан айтилган фикрга кўра иссиқлик иссиқ танадан совуққа узатилади, тескариси бўлиши мумкин эмас. Фақат системага ташқаридан иш сарфланганда кузатиш мумкин. Бу термодинамиканинг иккинчи қонунини очилишига олиб келади. Иккинчи қонунга кўра барча системалар ўз-ўзидан ўзгариб мувозанат ҳолатига интилади. М: сув юқоридан пастга оқади, эрувчи модда эритмада бир хил тақсимланади, тирик организмларда маълум ёшга етгандан кейин ўз-ўзидан қариш жараёни бошланади.

Энтропия бу ички ўзгариш маъносини беради. Системани энтропияси эса, уни мувозанатга яқинлашиш ўлчовидир. Энтропия (S) -бу системанинг ҳолатини кўрсатгичидир ва уни энтропия бирликларида ифода қилинади $\text{кДж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{мол}^{-1}$. Термодинамиканинг иккинчи қонуни бир вақтда энтропияни ва ҳароратни термодинамик шкаласини белгилайди. Муз эриганда, энтропия ошади, чунки унинг структураси соддалашади. Моддалар катта энергияли ҳолатида энтропия ошади. М: кристал ҳолатдаги сувни энтропияси 11, 5э, ед суюк-16,75 газ ҳолатдаги-45,11 э, ед. Организмлар учун энтропияни ошишига олиб келувчи жараёнларни тенглатиш ва уларни камайтирувчи алмашинув жараёнлари ҳарактерлидир.

Энтропия тушунчаси билан ўсимлик организмни бутун ҳаёт фаолиятини ҳарактерлаш мумкин эмас, бироқ сув алмашинуви нафас олиш, фотосинтез жараёнларига қўллаш мумкин.

Ўсимлик хужайраларида ферментлар иштирокида экзергоник реакциялар ўз-ўзидан кетиши мумкин, улар кимёвий потенциалини манфий ўзгариши билан ҳарактерланади. Шу билан бирга хужайраларда эндергоник жараёнлари содир бўлади, яъни оддий моддалардан мураккаб моддаларни синтези, унда энергия талаб қилинади ва у энергияни бир-бирига боғланган экзергоник жараёнлардан олади.

Демак, Гиббс эркин энергияси тушунчаси ушбу жараённи ўз-ўзидан кетиш кетмаслигини беради. Агар доимий ҳарорат ва босимда эркин энергияни ўзгариши маълум бўлса, жараённи ўз-ўзидан кетишини аввалдан айтиш мумкин.

Ички энергияни камайиши ва энтропияни ошиши эркин энергияни камайишига олиб келса ички энергияни ортиши ва энтропияни камайиши эркин энергияни ошишига олиб келади. Бу ҳол биологик системаларда яққол кузатилади, уларнинг масса ва энергияси ошади ва камаяди. Дастлаб ер юзида ҳаёт пайдо бўлгунга қадар қуёшдан келаётган бутун эркин энергия фойдасиз иссиқлик ҳолида тарқала бошлаган ва космик фазода нурланган. Кейинчалик ҳаёт пайдо бўлиши билан тирик системалар бу эркин энергияни маълум қисмини ютиб ўз фаолиятини давом эттирган ва бир қисмини тарқатган. Натижада тирик организмни стационар системаси эркин энергияни бир қисмига эга бўлади ва уни биосферада тутиб туради.

Муҳокама учун саволлар:

1. Энергияни истеъмол қилишига қараб тирик организмлар қандай гуруҳларга бўлинадилар?
2. Биоэнергетиканинг асосий тушунчаларини тушунтириб беринг?
3. Термодинамика қонунларини тушунтириб беринг?
4. Кўчириш потенциалини тушунтириб беринг?
5. Термодинамика қонунларини ўсимликга тадбик этиб беринг?

2-асосий савол. Хужайранинг аденилат системаси.

2-савол бўйича дарс мақсади: талабаларга хужайранинг аденилат системаси ҳақида маълумот бериш.

Идентив ўқув мақсадлари.

- 2.1. Хужайранинг аденилат системасини тушинади.
- 2.2. Аденилат системасининг фосфорланиш потенциалини баҳолай олади.

2-асосий масала баёни.

Тирик организмларда энергия алмашинувида марказий ўринни аденилат системаси эгаллайди. Буларга АТФ, АДФ, АМФ ва Mg^{+2} , H_3PO_4 киради.

АТФ-термодинамик турғун бўлмаган бирикмадир у АДФ ёки АМФ ҳосил қилиш йўли билан гидролизланади. АТФ юқори кўчириш потенциалига эга, бу эса уни кимёвий кўчириш функциясини бажаришга имконият беради. Натижада хужайрани энергияга бўлган талабини қондиришига маълум сезиларли даражада имконият беради. АТФ молекуласида пирогосфат боғ (фосфоангидрид) АДФ ва H_3PO_4 қўшилиши натижасида ҳосил бўлади. Бундай фосфорланиш реакцияларни хлоропласт, митохондрий ва бактерияларни мембраналарида кузатиш мумкин, бу жараёнлар O_2 ни ютилиши билан кузатилади. АМФни АДФга айланиши фосфарил группасини АТФ дан АМФ га кўчирилиши йўли билан ҳосил бўлади. Бу реакцияни барча хужайраларда учровчи аденилаткиназа ферменти катализлайди.

Аденилат системасининг реакцияларини тезлиги Mg^{++} ионларини концентрасиясига боғлиқ. Хулоса шуки, тирик ҳужайра энергияни 2 формасига эга.

1. Кимёвий энергия (АТФ).

2. Физик (электрик) ёки мембрана потенциалига ($\bar{\mu}H$). Энергиянинг 1 ва 2 формаси алмашинувининг вектор ҳарактерини белгилайди.

Муҳокама учун саволлар:

2.1.2. Аденилат системани тушунтириб беринг?

2.1.3. Аденилат системасининг ҳужайра фаолияти учун аҳамиятини тушунтиринг.

Мавзу: Фотосинтез.

Асосий саволлар:

1) Фотосинтез моҳияти ва аҳамияти.

2) Фотосинтетик апаратнинг структуравий тузилиши ва фотосинтез бирламчи жараёнлари.

3) Фотосинтез химизми.

4) Фотосинтез экологияси.

Мавзуга оид таянч тушунча ва иборалар: фотосинтез, пигментлар, фотосинтетик фосфорланиш, Хилл реакцияси, сув фотолизи, Кальвин цикли, Хейч ва Слэк цикли, хлорофил, каратиноид, автотроф озикланиш, фотосинтезнинг C_3 йули, фотосинтезнинг C_4 йўли, фотосинтезнинг САМ йўли, ёруғлик босқичи, қоронғулик босқичи, фотосистемалар, Эмерсон эффекти, реакцион марказ, антен комплекси, фотосинтез экологияси.

1-асосий савол бўйича дарс мақсади: фотосинтез моҳияти ва аҳамияти, ўсимлик организми энергия ва моддалар алмашинув жараёнларида фотосинтезнинг роли, фотосинтез–ёруғлик энергиясининг кимёвий боғлар энергиясига трансформацияланиш жараёни эканлигини тушунтириш.

Идентив ўқув мақсадлари:

1.1. Фотосинтез ва унинг аҳамиятини билади.

1.2. Фотосинтезни ўрганиш тарихини изоҳлайди.

1-асосий саволнинг баёни:

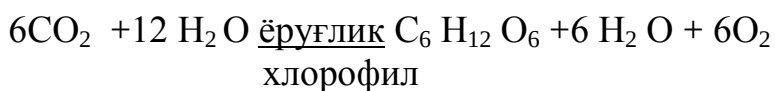
Табиатдаги барча тирик организмларнинг ҳаётий жараёнлари динамик равишда энергия билан таъминланишга асосланган. Бу энергиянинг ягона манбаси қуёш энергияси бўлиб, организмлар уни тўғридан–тўғри эмас, балки

эркин кимёвий холидагина ўзлаштириш қобилиятига эгалар. Бу органик моддалар таркибидаги кимёвий боғлар энергисидир. Уни фақат яшил ўсимликлар ва қисман автотроф микроорганизмларгина ҳосил қилиши мумкин.

Яшил ўсимликлар танасида қуёш нури таъсирида анорганик моддалардан (CO_2 ва H_2O) органик моддаларнинг ҳосил бўлишига фотосинтез дейилади.

Фотосинтез ер юзида қуёш энергиясини кимёвий энергияга айлантирувчи ягона жараёндир. Ҳосил бўлган органик моддалар жамики организмлар учун энергия манбаи умуман ҳаёт асосини ташкил этади. Шу билан бирга фотосинтез табиатдаги кислороднинг ҳам ягона манбаидир.

Фотосинтез жараёнини қуйдаги схематик тенглама билан ифодалаш мумкин:



Яшил ўсимликларнинг ҳаёти узликсиз равишта органик моддалар тўплаш ва табиатга молекуляр кислород ажратиш билан ҳарактерланади. Шунинг учун ҳам табиатдаги бошқа организмларнинг, жумладан ҳайвонлар ва одамларнинг ҳаёти ўсимликларда бўладиган фотосинтезга боғлиқ, чунки бу организмлар органик моддаларни тайёр ҳолда фақат ўсимликлар орқали оладилар.

Фотосинтезни ўрганиш тарихи.

Фотосинтезни ўрганиш бўйича биринчи тажрибани инглиз кимёгари Д.Ж.Пристли 1771 йилда ўтказди. У шам ёндирилиши ёки сичқоннинг нафас олиши натижасида ҳавоси «бузилган» шиша қалпоқ остига яшил ялпиз шохчасини қўйганда бир неча кундан кейин унда ҳаво яхшиланганлигини аниқлаган. Яъни ялпиз сақланган қалпоқ остида шам узок муддат ўчмасдан ёнган, сичқон эса яшаган.

1779 йилда голландиялик врач Я.Ингенхауз жуда кўп марта Пристли тажрибасини такрорлади ва ўсимликлар фақат ёруғликда ҳавони тозалайди, қоронғида эса ҳайвонлар каби ҳавони бузади, деган хулосага келди.

Шундай қилиб, Пристли ва Ингенхаузлар ўсимликларда қарама-қарши икки хил жараён мавжудлигини аниқладилар. Лекин ўсимликлар учун бунинг нима аҳамияти борлигини тушунмадилар.

Швецариялик олим Ж. Сенебье 1782 йилда тажрибалар натижасида ўсимликлар ёруғликда кислород ажратади ва шу билан бир вақтда бўзилган ҳавони(яъни CO_2 ни) ютади, деган хулосага келди.

1804 йилда швецариялик олим Т.Соссюр, ўсимликларнинг ёруғликда CO_2 ни ютиб, ўз танасидан углерод тўплашини аниқлади. У қабул қилинган карбонат ангидрид ва ажралиб чиқадиган кислороднинг нисбати бир-бирига тенглигини, органик модда билан бир қаторда сув ҳам иштирок этишини биринчи марта тажрибалар асосида кўрсатди.

Француз агрохимики Ж.Б.Буссенго 1840 йилда фотосинтез соҳасида қилинадиган ишлар натижаларини ҳар томонлама текшириб кўрди ва

Соссюрнинг хулосаларини тасдиқлади, илк бор фотосинтезнинг схематик тенгламасини тузди: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$.

Ёруғликнинг фотосинтез жараёнидаги ролини аниқлаш масаласи билан шунингдек америкалик физик Д. У.Дрепер, кейинчалик Ю. Сакс ва В.Префферлар шуғулландилар. Улар фотосинтез жараёни ёруғлик спектрининг сариқ нурларида энг яхши содир бўлади, деган хулосага келдилар. Лекин 1875 йилда йирик физиолог олим К.А. Тимирязев бу хулоса хато эканлигини аниқлади.

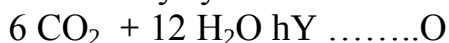
Тажрибалар асосида у энг кучли фотосинтез жараёни хлорофилл молекуласи ютадиган қизил нурларда содир бўлишини кўрсатди. Тимирязевнинг бу соҳада бажарган ишлари «Ўсимликларнинг ёруғликни ўзлаштириши» (1875) мавзусида ёзган докторлик диссертациясида ва «Қуёш, ҳаёт ва хлорофилл» (1920) деган китобида жамланган.

Шундай қилиб, 18-19 асрларда яшил ўсимликларда содир бўладиган фотосинтез жараёни ва унинг асосий томонлари аниқланди: карбонат ангидриднинг ютилиш, молекуляр кислороднинг ажралиши, ёруғликнинг зарурлиги, хлорофиллнинг иштироки ва органик моддаларнинг ҳосил бўлиши.

19 асрда фотосинтезни ўрганиш янада жадалроқ кечди. Асосий тажрибалар фотосинтетик орган –хлоропластлар, пигментлар ва асосан фотосинтез механизмини ўрганишга қаратилди. Бу соҳада М.С.Цвет, В.Н.Любименко, А.А.Иванов, А.А.Рихтер, С.П.Костичев, Г.Н.Годнев, О.Варбург, М.Кальвин, Е.И.Рабинович ва бошқаларнинг хизматлари катта бўлди. Хозирги кунларда А.А.Красновский, А.А.Ничипорович, Ю.Тарчевский, А.Л.Курсанов, А.Т.Макронос, О.Носиров сингари олимлар мазкур жараённи ўрганиш устида иш олиб бормокдалар.

Муҳокама учун саволлар:

- 1.Фотосинтез жараёнининг биосферадаги аҳамиятини изохланг.
- 2.Фотосинтез умумий тенгламасини тўлдириб ёзинг .



хл

- 3.Фотосинтезнинг ўрганиш тарихини изохланг.

2-асосий савол бўйича дарс мақсади: фотосинтетик аппаратнинг структуравий тузилиши, барг-фотосинтез қилувчи орган эканлигини, хлоропластларнинг онтогенези ва филогинези ҳақида. Пигментлар биосинтезининг регуляциясини. Пигментлар биосинтезининг ёруғлик интенсивлиги ва таркиби, CO_2 ва минерал элементлар билан таъминланиш даражасига боғлиқлигини тушунтиради.

Идентив ўқув мақсадлари:

- 2.1Фотосинтетик апаратнинг структуравий тузилишини билади.
- 2.2.Барг асосий фотосинтетик орган эканлигини асослайди.

2.3. Фотосинтетик пигментларни классификациялайди.

2-асосий масала баёни.

Яшил ўсимликларнинг барги энг мухим органлардан бири бўлиб, унда фотосинтез жараёни содир бўлади. шунинг учун ҳам барг асосий фотосинтетик орган деб аталади. Унинг хужайравий тузилиши транспирация, нафас олиш ва асосан фотосинтезга мослашиб тўзилган.

Барг пластинкасининг усти ва остки томони пўст билан қопланган. қопловчи тўқима эпидермис бир қатор зич жойлашган хужайралардан иборат. Бу хужайралар юпка пўстли, рангсиз ва тиник бўлиб, ёруғликни яхши ўтказди. Пўст хужайралари орасида жойлашган махсус жуфт хужайралар оғизчалар вазифасини бажаради. Уларнинг тургор ҳолати ўзгариб туриши мумкин. (шунга қараб улар ўртасидаги тешикча очилади ёки ёпилади). Оғизчалар кўпчилик ўсимликларда баргнинг пастки томонида, айримларида эса устки томонида ҳам бўлиши мумкин. Фотосинтез жараёнида ана шу оғизчалар орқали карбонат ангидрид ютилиб, молекуляр кислород ажралиб чиқади. Устки ва пастки пўстлар орасида барг этини (мезофилл) ҳосил қилувчи хужайралар жойлашган. Аксарият ер устида ўсувчи ўсимликлар баргларида у икки қаватдан иборат. Устки пўст остида жойлашган қават таёқчаларга ўхшаш, чўзинчок бир-бирига зич жойлашган хужайралардан ташкил топган. Бу хужайраларга хлоропластлар сони кўп. Улар органик моддаларнинг синтез қилувчи асосий қават ҳисобланади. Унинг остидаги хужайралар кўпинча думалоқ шаклда бўлиб, бир-бири билан бўшлиқлар ҳосил қилиб жойлашади. Бўшлиқлар оғизчалар билан туташган. Бу эса газларнинг алмашинуви учун қулай шароит яратади. Ундан ташқари бу хужайраларда ҳам хлоропластлар бор, яъни улар фотосинтез жараёнида қатнашадилар. Баргларида фотосинтез тўхтовсиз давом этиши учун улар сув билан таъминланган бўлишлари керак. Бунда оғизчалар очиклиги катта аҳамиятга эга.

Хлоропласт ва хлоропласт пигментлари.

Фотосинтез жараёни асосан баргларида ва қисман ёш новдаларида содир бўлишининг сабаби, уларда хлоропластларнинг борлигидир. Ўсимликларнинг фотосинтетик тизими хлоропластларида мужассамлашган. Хлоропластлар барча тирик организмлар учун кимёвий энергия манбаи – органик моддаларни тайёрлайди.

Баргнинг ҳар бир хужайрасида ўртача 20-50 тагача ва айримларида ундан кўпроқ хлоропластлар бор.

Хлорофил пигменти хлоропластларида жойлашганлиги учун улар яшил рангда бўлади. Хлоропластларида фотосинтез жараёнининг ҳамма реакциялари рўй беради: ёруғлик энергиясининг ютилиши, сувнинг фотолизи(парчаланиши) ва кислороднинг ажралиб чиқиши, ёруғликда фосфорланиши, карбонат ангидриднинг ютилиши. Шунга асосан уларнинг кимёвий таркиби ва структуравий тузилиши ҳам мураккаб ҳарактерга эга.

Хлоропластлар таркибида сув кўп, ўртача 75% ташкил этади қолганлари қуруқ моддадан иборат. Умумий қуруқ моддалар ҳисобида оксиллар 35-55%,

липидлар 20-30%, қолганини минерал моддалар ва нуклеин кислоталар ташкил этади. Хлоропластларда жуда кўп ферментлар ва фотосинтезда иштирок этадиган ҳамма пигментлар жойлашган.

Хлоропластлар қўш қаватли мембрана билан ўралган бўлиб, улар юқори функционал активликка эгадирлар. Ички тузилиши жуда мураккаб. Строма(асосий гавда) ва граналардан иборат. Улар ўз навбатида ламелляр ва пластинкасимон тузилиши билан характерланади. Граналарда тиллакоидлар жойлашади. Ёш хлоропласт граналарида 3-6 тиллакоид бўлса, вояга етканларида бу сон 45 тагача етиши мумкин. Ламелаларнинг юзаси майда бўртмачалар глабулалар билан қопланган. Улар квантосомалар дейилади.

Турли хил ўсимликларнинг хлоропластлари сони, шакли, хажми билан бир биридан фарқ қилади.

Яшил ўсимликларнинг баргларида хлоропластлар уч хил йўл билан ҳосил бўлиши мумкин:

- 1) оддий бўлиниш йўли билан;
- 2) айрим хужайраларнинг нормал ҳолатларининг бўзилиши оқибатида куртакланиш йўли билан;
- 3) хужайра ядроси орқали кўпайиши. Бу йўл асосий деб қабул қилинган. Дастлаб хужайра ядросининг мембранасида жуда кичик бўртмача юзага келади. У аста секин йириклашиб, ядро мембранасидан хужайра цитоплазмасига ўтади ва шу ерда тўла шаклланади.

Хлоропластнинг тўла шаклланиши учун қоронғуликнинг бўлиши шарт. Қоронғуликда хлоропластнинг стромаси ва унинг хажми ҳосил бўлади лекин ички тузилиши – ламеллалар, пластинкалар, граналар, тиллакоидлар ва хлорофил пигментлар фақат ёруғликда ҳосил бўлади.

Хлоропласт пигментлари. Хлоропласт таркибида учрайдиган пигментлар фотосинтез жараёнида асосий рол ўйнайди. Ўсимлик пигментларини ўрганишда М. С.Цветнинг 1901-1913 йилларда кашф этган адсорбцион хромотографик усули жуда катта аҳамиятга эга. М.С.Цвет шу усулдан фойдаланиб 1910 йилда хлорофил «а» ва «б», ҳамда сарик пигментларнинг группалари мавжуд эканлигини аниқлади.

Хлоропластлар таркибида учрайдиган пигментлар асосан учта синфга бўлинади:

- 1) хлорофиллар
- 2) каратиноидлар
- 3) фикобилинлар.

ХЛОРОФИЛЛ. Хлорофиллар биринчи марта 1817 йилда француз кимёгарлари П.Ж.Пелетье ва Ж.Кавантулар ўсимлик баргидан яшил пигментни ажаратиб оладилар ва уни хлорофилл деб атайдилар. Бу грекча «Chloros» яшил ва «phyllos» барг сўзларидан олинган.

1906 –1910 йилларда немис кимёгари Р.Вильштеттер хлорофиллнинг кимёвий таркибини ҳар томонлама ўрганиш натижасида унинг элементар таркибини аниқлади: хлорофилл « а » - $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ва хлорофил « б »- $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Немис биохимики Г.Фишер эса 1930-1940 йилларда хлорофиллнинг структуравий формуласини аниқлади.

Хлорофиллар асосан тўртта пиррол халқасини бирлаштирган профирин бирикмалар бўлиб, улар таркибида магний ва фитол қисми бор. Фитол асосан тўртта тўйинмаган изопрен углеводород молекуласидан тўзилган. Умуман хлорофилл, хлорофиллин декарбон кислотаси билан метал ва фитол спиртларининг бирикмасидан ҳосил бўлади ва мураккаб эфирлар группасига киради. Шунинг учун ҳам натрий ишқори таъсир этса у хлорофиллин кислотасининг натрий тузи, метал ва фитол спиртларига парчаланади.

Хлорофилл «б»нинг хлорофилл «а» дан фарқи шундаки, унинг структурасидаги битта метал группаси альдегид группага алмаштирилган.

Юксак ўсимликлар ва сувўтларида «а», «б», «с» каби хлорофиллар борлиги аниқланган. Шулардан хлорофилл «а» ва «б» жуда кўпчилик ўсимликларда синтез қилинади. Улар рангларига қараб ҳам бир-биридан фарқ қилади. Хлорофилл «а» тўқ яшил рангда, хлорофилл «б» эса сарикрок рангда. Нормал ривожланган барглarda хлорофилл «а» тахминан 1,2 - 1,41 баровар хлорофилл «б» дан кўп учрайди. Бу нисбат ўсимлик турлари, яшаш шароитлари ва бошқаларга қараб биров ўзгариши мумкин.

1921 йилда В.Н.Любименко хлорофиллнинг оксиллар билан боғлиқлигини кўрсатди. Ҳақиқатдан ҳам ўсимликлар баргини сув билан ишқаласа сувли тўқ яшил коллоид эритма ҳосил бўлади, лекин хлорофилл ажралмайди. Бунинг сабаби хлорофиллнинг оксиллар билан боғлиқлигидадир. Бундай эритма ёруғлик таъсирига ҳам чидамли бўлади. Агар барг спирт ёки ацетон эритмасида ишқаланса хлорофилл баргдан осонлик билан ажралади. Чунки бу эритмалар оксилларга актив таъсир этади ва денатурацияга учратади. Хлорофиллнинг спиртли ёки ацетонли эритмаси ёруғлик таъсирига чидамсиз бўлади ва рангини тез йўқотади. Умуман хлорофилл хлоропластларда хлорофилл-оксил комплекси шаклида бўлиб, уларнинг мустахкамлик даражаси бир неча хил (адсорбцион ёки кимёвий) бўлади. Кимёвий боғланган хлорофилл оксил комплекси жуда мустахкам бўлиб, ўсимликлар ноқулай шароитларга тушганда узок муддатда сақланади ва ўз функциясини бажаради.

Хлорофилл «а»нинг эриш ҳарорати $117-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ га тенг. Спиртда, бензолда, хлороформ, ацетон ва этил эфирида яхши эрийди. Сувда эрмайди. Хлорофилл «а» барча фотосинтетик организмлар учун умумий ягона пигментдир. Чунки бу пигмент орқали ютилган ёруғлик энергияси тўғридан-тўғри фотосинтетик реакцияларда ишлатилиши мумкин. Қолган барча пигментлар томонидан ютилган ёруғлик энергияси ҳам хлорофилл «а» га етказиб берилади ва у орқали фотосинтезда ишлатилади.

Этил эфирида ажратиб олинган хлорофилл молекулалари ёруғлик энергиясининг тўлқин узунлиги қисқароқ бўлган, кўк қисмидан биров ва асосан қизил нурларини ютади. Хлорофилл «а» қизил спектрдан 660-663 нм ва кўк спектрдан 428-430 нм, хлорофилл «б» эса қизил спектрдан 642-644 нм ва кўк спектрдан 452-455 нм га тенг бўлган нурларни ютади.

Хлорофилл молекулалари ёруғлик спектрининг яшил ва инфрақизил нурларини умуман ютмайди. Демак, хлорофилл ёруғлик нурларининг ҳаммасини ютмай, танлаб ютиш хусусиятига эгадир. Хлорофиллнинг бу

хусусияти унинг спиртли ёки ацетонли эритмасидан ёруғлик нурларини ўтказиб, спектроскопда кўриш усули билан аниқлаш мумкин. Спектроскопда хлорофилл ютган спектр нурларининг ўрни қорамтир бўлиб кўринади, нурларни қайтаради. Акс этган ёруғликда хлорофилл қизил рангда кўринади. Унинг флюоресценция қобилияти фотохимик фаоллигидан далолат беради.

Ўсимликларнинг баргида хлорофилл махсус шароитлар мавжудлигида ҳосил бўлади: ривожланган пластидалар стромаси, ёруғлик, магний, темир ва бошқалар. Чунки пигментлар фақат пластидаларнинг ламелла ва граналардагина вужудга келади. Магний тўғридан-тўғри хлорофилл молекуласининг таркибига, темир эса хлорофиллнинг ҳосил бўлишида иштирок этувчи ферментлар (хлорофиллаза ва бошқалар) таркибига киради.

Хлорофилл фақат ёруғликда ўсган ўсимликларда ҳосил бўлади. Қоронғи жойда ўсган ўсимликларда у ҳосил бўлмайди. Шунинг учун ҳам бундай ўсимликлар рангсиз ёки сариқ (каротиноидлар бўлгани учун) рангда бўлади. Улар этиолланган ўсимликлар дейилиб, қоронғудан ёруғликка чиқарилса тезда яшил рангга кира бошлайди, чунки хлорофиллнинг синтези бошланади.

Айрим ҳолларда ёруғликдага ўсимлик баргларида ҳам сарғайиш (рангсизланиш) ходисалари рўй беради. Бу ходисага хлороз дейилади. Хлороз кўпчилик ҳолларда тупроқда ўзлаштирадиган магний ёки асосан темирнинг етишмаслиги натижасида ассимиляция жараёнининг бўзилишидан келиб чиқади. Хлорофиллнинг синтези тўхтаб қолади. Бундай ходиса айниқса охак миқдори юқори тупроқларда кўп учрайди. Охакли тупроқларда темир тузлари эримайдиган шаклга ўтганлиги сабабли илдизлар тупроқдан темирни ололмайди.

Бундай ўсимликларга биронта темир тўзининг паст концентрацияли эритмаси пуркалса, улар яшил рангга кира бошлайди. Хлороз ходисаси бошқа минерал элементлар (азот, марганец, мис, рух, калий, олтингугурт ва бошқалар) етишмаганлигидан ҳам содир бўлиши мумкин.

Умуман хлорофиллнинг синтези ҳам, бўзилиши ҳам, тирик хужайралардаги мураккаб модда алмашинув жараёнининг йўналиши асосида содир бўлади. Ўсимликларда хлорофиллнинг умумий миқдори уларнинг қуруқ оғирлигига нисбатан 0,6-1,2%ни ташкил қилади.

КАРОТИНОИДЛАР - яшил ўсимликларда хлорофилл билан биргаликда учрайдиган ва сариқ, тўқ сариқ, қизил рангдаги пигментлар группасига каротиноидлар дейилади. Бу пигментлар ҳамма ўсимликларнинг хлоропластларида мавжуд. Хатто ўсимликларнинг яшил бўлмаган қисмларидаги хлоропластларининг ҳам таркибига киради. Масалан; хромопластлар сабзи хужайралари таркибида жуда кўп миқдорда бўлади ва улар ҳам мураккаб структурага эга.

Каротиноидлар хлоропластларда хлорофилл билан биргаликда учрагани учун ҳам сезилмайди. Чунки, хлорофиллнинг миқдори уларга нисбатан ўртача уч марта кўп. Лекин кузда хлорофиллнинг парчаланиши сабабли, каротиноидлар кўрина бошлайди. Яхши ўрганилган ўсимлик каротиноидлар 2 та группага бўлинади:

1) каротинлар; 2)ксантофиллар.

Каротинлар ($C_{40}H_{56}$) турли хил бўлиб, улардан а, В – каротинлар хлоропластларда хлорофилл билан биргаликда учрайди. Ликопин ($C_{40}H_{56}$) меваларида учрайди. Бу пигментларнинг таркибида кислород йўқ ва ранглари асосан тўқ сариқ ёки қизил бўлади. Каротиннинг структура формуласига келсак, у 8 молекула изопрен қолдиғидан иборат. Унинг иккала томонида тўртта изопрен группаси халка шаклида туташади. Булардан яхши ўрганиб фотосинтез учун муҳим аҳамиятга эга бўлганлари а ва б каротиноидлардир. Уларнинг умумий формулалари бир-бирига ўхшаш ($C_{40}H_{56}$) фақат структуравий тузилишида биров фарқ бор.

Ксантофиллар таркибида кислород бор ва улар асосан сариқ рангда кўринади. Асосий вакиллари лютеин ($C_{40}H_{56}O_2$), виолаксантин ($C_{40}H_{56}O_4$) ва бошқалар.

Каротиноидлар хлорофилл, бензол, ацетон каби эритмаларда яхши эрийди. Юқори ҳарорат, ёруғлик ва кислоталар таъсирида енгил парчаланади. Каротиноидлар бир қанча физиологик вазифаларини бажарадилар:

- 1) фотосинтез учун зарур бўлган ёруғлик нурларини ютадилар;
- 2) хлорофилл молекуласини кучли ёруғлик таъсиридан муҳофаза қиладилар;
- 3) Фотосинтез жараёнида молекуляр кислороднинг ажралиб чиқишида иштирок этади.

Каротиноидлар тўлқин узунлиги қисқа бўлган (480-530 нм) кўк - бинафша ва кўк нурларни қабул қилиб, хлорофилл «а»га етказиб беради ҳамда фотосинтез жараёнида иштирок этади. Ўсимликлар баргида қуруқ оғирлигига нисбатан 20 мг гача айрим мевалар таркибида кўпроқ бўлиши мумкин.

ФИКОБИЛИН. Сув остида яшовчи ўсимликларда хлорофилл «а» ва каротиноидлардан ташқари махсус пигментлар ҳам борки, уларга фикобилинлар дейилади. Уларга фикобилин ва фикоцианин киради.

Фикоэритрин ($C_{34}H_{47}N_4O_8$) – қизил сув ўтларининг пигменти. Қизил рангга эга.

Фикоцианин ($C_{34}H_{42}N_4O_9$) кўк яшил сув ўтларининг пигменти бўлиб, кўк рангга эга.

Фикобилинлар-бу мураккаб оксиллардир. Уларнинг таркибига очик занжир холида бирлашган тўртта пирол халқаси киради. Бу халқалар қўш боғлар орқали туташган. Уларнинг молекуласида метал атоми йўқ. Бу молекулалар оксиллар билан мустахкам бирикма ҳосил қиладики, уларни фақат қайнатиб ёки кучли кислота таъсирида парчалаш мумкин.

Фикобилинлар ёруғлик спектридан маълум тўлқин узунлигига эга нурларни ютади ва хлорофилл «а» га етказиб беради. Фикоэритринлар асосан тўлқин узунлиги 498 нм дан 508 нм гача, фикоцианинлар – 585 нм дан 630 нм гача бўлган нурларни ютадилар.

Чуқур сув остида ўсувчи ўсимликлар учун бу пигментларнинг роли жуда катта. Чунки сувнинг юқори қатлами хлорофилл молекулалари қабул қилиши мумкин бўлган қизил нурларни ютиб қолади. Масалан, денгиз ва

океанларда 34 м чуқурликда кизил нурлар тўла ютилиб қолади, 177 м чуқурликда—сарик нурлар, 322 м да эса яшил нурлар, чуқурлик 500м га етганда—кўк яшил нурлар ҳам тўла ютилиб қолади.

Умуман фикобилинлар томонидан ютилган ёруғлик энергиясидан 90% га яқини хлорофилл «а» га етказиб берилади.

Муҳокама учун саволлар:

- 1.Хлоропластларнинг фотосинтез жараёнидаги аҳамиятини тушунтиринг .
- 2.Хлорофилл «а» ва «б» ларнинг элементар формуласини тўлдириг С..Н.... ва С..Н.....
- 3.Хлорофилларнинг структура формуласини тузинг.
- 4.Нима учун фотосинтетик аппарат элементлари айнан баргда жойлашган?
- 5.Барг тузилишини ва функциясини гапириб беринг
- 6.Ассимиляциян тўқима хужайраларида.....жойлашади.
- 7.Нима учун айнан барг органида фотосинтез жараёни амалга ошади?
- 8.Фотосинтетик пигментлар гурухларини изохлаб беринг
- 9.Каротиноидларнинг фотосинтездаги ролини тушунтиринг.
- 10.Фикобилинларнинг сувўтлари, айниқса денгиз сув ўтлари уни аҳамияти катта нима учун?

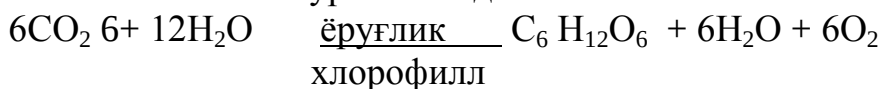
3-асосий савол бўйича дарс мақсади: фотосинтезнинг бирламчи жараёнлари, пигментларнинг электрон кўзгалган даври, фотосинтез электрон транспорт занжирининг таркибий қисм компонентлари, циклик ва ноциклик оким, фотофосфорланиш, фотосинтезининг қоронғулик босқичлари, C_3 ва C_4 йўли ва бошқа йўллари эритиб бериш.

Идентив ўқув мақсади:

- 3.1. Фотосинтезнинг бирламчи жараёнларини билади.
- 3.2.Фотосинтезнинг электрон транспорт занжирининг таркибий қисм компонентларини фарқлайди.
- 3.3.Фотосинтетик фосфорланиш турларини тушунтириб беради.
- 3.4.Фотосинтезда карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиш йўллари изохлайди.
- 3.5.Ёруғликда нафас олишни митохондриял нафас олишдан фарқлай олади.

3-асосий саволнинг баёни: *Фотосинтез реакциялари.*

Яшил ўсимликларда ёруғлик энергияси иштирокида органик моддалар ҳосил бўлиши ва молекуляр кислород ажралиб чиқишини ифодаловчи схематик тенгламани кўрсатган эдик.



Бу тенглама оддий кимёвий реакция тенгламаси бўлмай, балки минглаб реакциялар йигиндисини ифодаловчи характерга эга. Барча реакциялар йигиндиси асосан иккита босқични ўз ичига олади.

Ёруғликда борадиган реакциялар.

Ёруғлик шарт бўлмаган — яъни қоронғуликда борадиган реакциялар.

Фотосинтезнинг биринчи босқичидаги реакциялар фақат ёруғлик иштирокида боради. Бу жараён хлорофилл «а» нинг бошқа ёрдамчи пигментлар иштирокида ёруғлик ютиши ва ўзлаштирилишдан бошланади. Натижада сув ёруғлик энергияси таъсирида парчаланиб, молекуляр кислород ажралиб чиқади, НАДФ·Н₂ (дигидроникотинамид-аденин-денулоитид фосфат) ва АТФ (аденозинтрифосфат) ҳосил бўлади.

Ёруғлик энергияси. Ёруғлик энергияси электромагнит тебраниш характерга эга. У фақат квантлар ёки фотонлар холида ажралади ва тарқалади. Ҳар бир квант ёруғлик маълум даражада энергия манбасига эга. Бу энергия миқдори асосан ёруғликнинг тўлқин узунлигига боғлиқ бўлиб, қуйдаги формула билан аниқланади:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

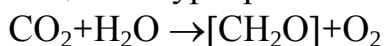
Бу ерда E- квант энергияси джоул (кДЖ) ҳисобида, h-ёруғлик константаси-доимий сон 6,26196 · 10⁻³⁴ Дж/с, λ-тўлқин узунлиги, c-ёруғлик тезлиги 3 · 10¹⁰ см/с.

Ҳар бир пигмент жумладан хлорофилл молекуласи бир квант ёруғлик энергиясини ютиш қобилиятига эга. Пигментларнинг бир молекуласи бирданига икки квант монохроматин ёруғликни юта олмайди. Квант ёруғлик пигмент молекуласининг биронта электрони томонидан ютилади ва бу электрон кўзгалган ҳолатига ўтади. Натижада пигмент молекуласи ҳам кўзгалган ҳолатда бўлади.

Хлорофилл молекуласи қизил нурлардан бир квант ютганда электрон асосий даражадан(S⁰) биринчи синглет (S¹) даражага ўтади (S⁰ > S¹) уларнинг бу ҳолати жуда қисқа давом этиб (10⁻⁸ - 10⁻⁹ секундга тенг) юқори реакцион қобилиятга эга. Шу қисқа муддат мабойнида электрон энергиясини сарфлаб, дастлабки тинч ҳолатига қайтади. (S¹ -----> S⁰) ва бошқа квант ёруғликни қабул қилиши мумкин. Тўлқин узунлиги қисқа бўлган кўк-бинафша нурлардан бир квант ютилганда эса электрон асосий даражадан янада юқорироқ синглет (S²) даражага (S⁰ -----> S²) утади. Электронлар иккинчи синглет даражадан тезлик билан (10⁻¹² – 10⁻¹³ сек) биринчи синглет даражага тушади ва бу жараёнда энергиянинг бир қисми иссиқлик энергиясига айланиб сарфланади. Фотокимёвий реакцияларда асосан биринчи синглет (S¹) ҳолатдаги электронлар, айрим пайтларда эса триплет (T¹) ҳолатдаги электронлар иштирок этади. Чунки бу жараёнда (S¹ ----> S⁰) тўғридан тўғри содир бўлиш ўрнига S¹ -----> T¹ -----> S⁰ ёки S¹ ----> T¹ -----> T² -----> S⁰ бўлиши ҳам мумкин.

Пигментларнинг триплет ҳолати электрон ҳаракатининг йўналиши ўзгариши S¹ (↑↓) -----> T¹ (↓↓) натижасида руёбга келади. Электроннинг T ҳолатидан S⁰ даражага ўтиш учун бир оз кўпроқ вақт (10⁻⁷ дан бир неча секундгача) сарфланади. Натижада бу ҳолатдаги пигментлар юқорироқ кимёвий фаолликка эга бўлади. Хлорофилл молекуласи ютган квант энергия бир неча жараёнларда, яъни асосан фотосинтетик реакцияларнинг содир бўлишида иштирок этади, молекуладан ёруғлик ёки иссиқлик энергияси холида ажралиб чиқиб кетади.

Олимларнинг изланишлари натижасида ёруғлик энергиясининг фотосинтетик реакцияларидаги самарадорлик даражаси аниқланди. Энергиянинг самарадорлиги, ютилган квант ёруғлик нури ҳисобига фотосинтез жараёнида ажралиб чиққан O_2 ёки ўзлаштирилган CO_2 нинг миқдори билан белгиланади. Шунинг ҳисобига олиш зарурки ютилган ҳамма нурлар фойдали бўлса ҳам уларнинг энергиясининг анча қисми хлорофилл молекуласида электронлар кўчиши жараёнида йўқотилади. Натижада бу энергия фойдали коэффициентнинг (ФК) камайишига сабаб бўлади. Бир молекула CO_2 нинг тўла ўзлаштирилиши учун 50 кДж энергия сарфланади. Демак бу реакциянинг амалга ошиши учун тўлқин узунлиги 700 нм га тенг бўлган қизил нурларнинг 3 кванти етарли бўлади.



Чунки бу нурларнинг ҳар бир кванти 171 кДж энергиясига эга. Амалда эса бир молекула CO_2 нинг тўла ўзлаштирилиши талаб этилади. Яъни фотосинтез жараёнида фойдаланиладиган қизил нурларнинг фойдали коэффициенти 40 % га яқин бўлади.

Кўк бинафша нурларнинг фойдали коэффициенти янада пастроқ (21%). Ўсимликларга ёруғликнинг тўлқин узунлиги 400 нм га тенг Кўк спектри таъсир эттирилса, фойдали коэффициент 20,9 % га тенг бўлади (чунки бир квантнинг энергияси 229 кДж):

$$ФК = \frac{502 \cdot 100}{2229} \approx 22,5\%$$

1957 йилда Р.Эмерсон ўтказган тажрибалар кўрсатишича, тўлқин узунлиги 660-680 нм бўлган қизил нурларнинг эффективлик даражаси энг юқори кўрсаткичга эга. Тўлқин узунлиги улардан қисқа ёки узун нурларнинг эффективлик даражаси пасая боради. Булардан ташқари фотосинтетик реакциялар учун монохроматик нурларга нисбатан аралаш спектрлар энергиясининг самарадорлиги юқоридир. Масалан, тўлқин узунлиги 710 нм бўлган қизил нурларнинг 1000 кванти ютилганда 20 молекула кислород ажралиб чиққан, 650 нм дан–1000 квант ютилганда эса 100 молекула кислород ажралиб чиққан. Лекин 710 нм ва 650 нм ёруғлик спектрлари бир вақтда таъсир эттирилганда эса 120 молекула ўрнига 160 молекула кислород ажралиб чиққан. Демак, ҳар хил тўлқин узунлигига эга нурлардан фойдаланиш самарадорлиги юқорироқ бўлиб, (40 молекула кислород кўп ажралган), бу *Эмерсон эффекти* дейилади.

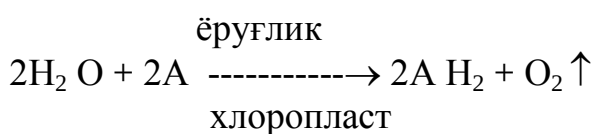
Бу тажрибалар ёруғлик энергиясидан фотосинтезда самарали фойдаланиш қонуниятларини тушунтириб беради.

Р.Эмерсон (1957) хлоропластларда иккита фотосистема мавжудлигини тахмин қилган эди. Бу тахмин кейинчалик тасдиқланди. Дифференциал центрофугалаш ва бошқа усуллар ёрдамида фотосистема –1 ва фотосистема –2 ҳосил қилувчи оксиллар комплекслари ажратиб олинди ва ўрганилди. Фотосистемалар фаолияти натижасида квантларнинг ютилиши, электронлар транспорти ва АТФ ларнинг ҳосил бўлиш жараёни содир бўлади.

Ҳар бир фотосистемада фаол реакциялар маркази мавжуд бўлиб, у хлорофилл «а» ютадиган нурларнинг энг юқори тўлқин узунлиги билан

характерланади. Биринчи фотосистемада асосий пигмент P_{700} , иккинчи фотосистемада $-P_{680}$ га тенг. Хлоропластлардаги ҳар бир фотосинтетик фаол реакция марказида 200-400 молекула хлорофилл «а» ёрдамчи пигментлар, хлорофилл «б» каротиноидлар ва фикобилинлар бор. Буларнинг асосий вазифаси ёруғлик ютиш ва уни реакцион марказга етгазиб бериш.

Сувнинг фотолизи. Фотосинтезнинг дастлабки фотохимёвий реакцияларидан бири бу сув фотолизидир. Сувнинг ёруғлик энергияси таъсирида парчаланиши фотолиз дейилади. Унинг мавжудлигини биринчи марта 1937 йилда Р.Хилл барглардан ажратиб олинган хлоропластларда аниқлади. Шунинг учун мазкур жараён *Хилл реакцияси* деб аталади. Яъни ажратиб олинган хлоропластларга ёруғлик таъсир этганда CO_2 сиз шароитда ҳам кислород ажратиб чиқиши кўрсатилади. (А-водород):



Бу Хилл реакциясидан хлоропластларнинг фаоллик даражасини аниқлашда фойдаланилади. Ажралиб чиқаётган молекуляр кислороднинг манбаси сув эканлигини 1941 йилда А.П.Виноградов ва Р.В.Тэйс изотоплар усулидан фойдаланиши йўли билан тасдиқладилар. Ҳаводаги умумий кислороднинг- O^{16} - 99,75 % ни, O^{17} - 0,0374 % ни ва O^{18} -, 2039 % ни ташкил этади. Шу йилнинг ўзида америкалик олимлар С.Рубин ва М.Камен H_2O ва CO_2 ларни оғир изотоп O^{18} билан синтез қилиш ва фотосинтез жараёнини кузатиш усули билан ажралиб чиқаётган кислороднинг манбаси сув эканлигини яна бир марта тасдиқладилар.

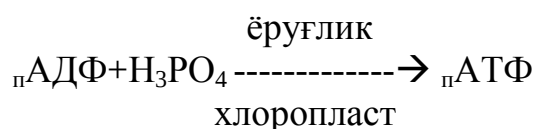
Сувнинг парчаланиши натижасида кислород ажралиб чиқади. Ҳосил бўлган водород протони ва электрони акцепторлар ёрдамида CO_2 ни ўзлаштириш манбаи бўлиб ҳисобланади. Бу жараёнда тўрт молекула сувнинг иштирок этишини Кутюрин схемасида яққол тасвирланган.

Сувнинг фотолиз жараёни иккинчи фотосистемадаги реакция марказида кечади ва бунга хлорофилл молекулалари ютган тўрт квант сарфланади.

Водороднинг акцептори НАДФ бўлиб, унинг айтарилиши хлоропластлардаги махсус ферментлар иштирокида амалга ошади.

Фотосинтетик фосфорланиш .

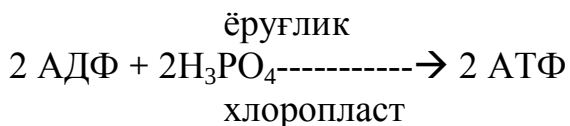
Яшил ўсимликларнинг муҳим хусусиятларидан бири қуёш энергиясини тўғридан-тўғри кимёвий энергиясига айлантиришиди. Хлоропластларга ёруғлик энергияси ҳисобига АДФ ва анорганик фосфатдан АТФ ҳосил бўлишига фотосинтетик фосфорланиш дейилади. Унинг тенгламасини қуйидагига кўрсатиш мумкин:



Бу жараён митохондрияларда кечадиган оксидатив фосфорланишдан фарк қилади. Ёруғликда борадиган фосфорланишни 1954 йилда Д.И. Арнон ва унинг шогирдлари кашф этдилар. Яшил ўсимликларда фотосинтетик фосфорланишнинг мавжудлиги жуда катта аҳамиятга эга. Чунки ҳосил бўладиган АТФ молекулалари хужайрадаги энг эркин кимевий энергия манбасидир. Ҳар бир АТФ молекуласида иккита микроэргик боғ мавжуд. Унинг ҳар бирида 8-10 ккал энергия бор. Макроэргик боғларининг узилиши натижасида кимевий энергия хужайрадаги реакцияларда сарфланади. Хлоропластлардаги ёруғликдаги фосфорланиш реакциялари иккита асосий турга бўлинади:

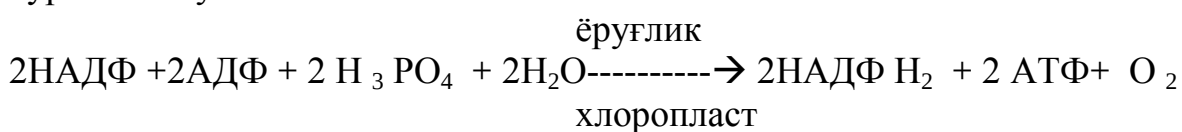
1. Циклик фотосинтетик фосфорланиш.
2. Циклсиз фотосинтетик фосфорланиш.

Биринчисида хлорофилл молекуласида ютган ва самарали ҳисобланган барча ёруғлик энергияси АТФ синтезланиш учун сарфланади. Реакция тенгламасининг қуйидагича кўрсатиш мумкин:



Қуёшнинг ёруғлик энергиясини ютган хлорофилл кўзгалган ҳолатга ўтади ва унинг молекуласи электронлар донори сифатида юқори энергетик потенциалга эга бўлган ташқи қаватдаги электронлардан биттасини чиқариб юборади. Электроннинг чиқарилиб юборилиши натижасида хлорофилл молекуласи мусбат зарядланиб қолади. Қисқа муддат ичида ($10^{-8} - 10^{-9}$ сек) электрон маълум электрон ўтказувчи (ферредоксин ва цитохром оксиллари) тизими орқали кўчирилиб мусбат зарядли дастлабки хлорофилл молекуласига қайтади. Бу ерда хлорофилл акцепторлик вазифасини бажариб яна тинч ҳолатга ўтади. Хлоропластларда бу жараён циклик равишда такрорланиб туради. Электрон ҳаракати мобайнида энергия АТФ синтезланишга сарфланади. Натижада биринчи фотосинтетик тизимдаги ҳар бир хлорофилл молекуласи ютган бир квант энергия ҳисобига икки молекула АТФ синтезланади.

Циклсиз ёруғликда фосфорланишда АТФ синтези билан бир қаторда сув фотолизи содир бўлади. Натижада молекуляр кислород ажралиб чиқади ва НАДФ қайтарилади. Яъни фотосинтезнинг ёруғлик босқичидаги реакциялар тизими тўла амалга ошади. Реакция тенгламасини қуйидагича кўрсатиш мумкин:



Бу реакцияларда иштирок этадиган электронларнинг кўчирилиш йўли циклик фотосинтетик фосфорланиш жараёнига нисбатан анча мураккаб. Циклсиз ёруғликда фосфорланишда иккита тизм иштирок этади. Биринчи фотосинтетик тизим 680-700 нм узунликдаги нурларни ютувчи хлорофилл «а»дан иборат. У ёруғлик спектрининг энергияси камроқ кизил нурларни ютиш хусусиятига эга.

Иккинчи фотосинтетик тизим 650-670 нм узунликдаги нурларни ютувчи хлорофилл «а» хлорофилл «б» ва каротиноидлардан иборат. У ёруғлик спектрининг энергияси кўп бўлган нурларни ютади. Бунда икки фотохимиявий тизимнинг ўзаро таъсири натижасида молекуляр кислород ажралиб чиқади ва АТФ, НАДФ Н₂ О ҳосил бўлади. Ёруғлик энергияси таъсиридан иккинчи фотосинтетик тизимда ҳам реакция бошланади ва сувнинг фотолизи рўй беради. Бу ерда кўзғалган хлорофиллдан ажралиб чиккан электрон яъна шу хлорофилл молекуласига қайтмайди. Мусбат зарядланган хлорофилл молекуласи ўзининг аввалги тинч ҳолатига қайтиш учун электронни сувнинг фотолизи натижасида ҳосил бўлган гидроксил группасидан олади. Хлорофилл молекуласидан ажралиб чиккан электрон эса дастлабки фермент цитохром Q га, кейинчалик пластохинонга, ундан – цитохром b га ўтади. Шу ораликда электрон энергияси ҳисобига бир молекула АТФ синтез бўлади. Цитохром б₃ дан электрон пластоцианинга ўтказилади. Пластоциониндан чиққан электрон биринчи фотосинтетик тизимининг реакцион марказини ташкил тувчи пигмент P₇₀₀ ни қайтаради. Яъни бу пигментлар электрон учун акцепторлик вазифасини бажаради.

Чунки ёруғлик энергияси таъсиридан кўзғалган фотосинтетик тизимнинг реакцион марказидаги хлорофилл «а» нинг электрони пластоцианин ва бошқалар ферментлар орқали ферредоксинга ўтказилади. Бу жараёнда ҳам бир молекула АТФ синтезланади ва НАДФ Н₂ ҳосил бўлади. Умуман ёруғликда фосфорланиш механизми мураккаб ҳарактерга эга бўлиб, унинг муҳим хусусиятларидан бири электроннинг кўчишида иштирок этадиган оралиқ моддалардир. Бу моддалардан пластохинон, пластоцианин цитохромлар ва ферредоксининг хусусиятлари анча яхши ўрганилган. Лекин электронлар ҳаракатлари зоналарида хали аниқланмаган моддалар ҳам бор. Хлорелла билан ўтказилган тажрибаларнинг натижаси кўрсатишича ёруғликда фосфорланиш жараёнида ҳосил бўлган умумий АТФ миқдорининг 70-80% циклик ва 20% циклсиз фотосинтетик фосфорланишнинг маҳсулоти экан. Лекин яшил ўсимликларда бу нисбат бошқача ҳам бўлиши мумкин.

Фотосинтезда карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиши.

Фотосинтезнинг иккинчи босқичи- қоронғулик босқичи дейилади. Чунки бу босқичда борадиган реакциялар ёруғлик талаб қилмайди ва СО₂ нинг ўзлаштирилиши билан ҳарактерланади. Ёруғлик босқичининг асосий

махсулоти бўлган АТФ ва НАДФ H_2 лар карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиб углеводлар ҳосил бўлишида иштирок этади.

Карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиши ҳам оддий жараён эмас. У жуда кўп биохимик реакцияларни ўз ичига олади. Бу реакцияларнинг характерлари тўғрисида батафсил маълумотлар биохимиянинг янги усуллари қўллаш натижасидагина олинади.

Хозирги пайтда CO_2 ни ўзлаштиришнинг бир неча йўли аниқланган:

1) C_3 -йўли (Кальвин цикли);

C_4 -йўли (Хетч ва Слэк цикли);

Фотосинтезнинг САМ-йўли.

Фотосинтезнинг C_4 - йўли. Фотосинтез жараёнида CO_2 нинг ўзлаштириш йўлини 1946-1956 йилларда Калифорния дорилфунунида, америкалик биохимик М.Кальвин ва унинг ходимлари аниқладилар. Шунинг учун ҳам у Кальвин цикли деб аталади. Кейинги йиллардаги изланишларнинг натижалари кўрсатишича, бу цикл ҳамма ўсимликларда содир бўлади.

Биринчи асосий вазифа CO_2 ўзлаштирилиши оқибатида вужудга келадиган дастлабки органик моддани аниқлаш эди. Айтиш лозимки, мазкур жараёнда ҳосил бўладиган углеводларни аниқлаш жуда қийин, чунки миқдор жихатидан кам бўлган турли-туман оралик моддалар ҳосил бўлади.

Бу вазифани хал қилиш учун М. Кальвин углеводнинг радиоактив атомларидан (нишонланган ^{14}C) фойдаланилади. Радиоактив ^{14}C нинг емирилиш даври 5220 йулга тенг бўлиб, тажриба ўтказиш учун жуда қулай ҳисобланади. Бир ҳужайрали сув ути хлорелла нишонланган $^{14}CO_2$ бўлган шароитда ҳар хил муддатларда сақланади ва фиксацияланади. Фиксацияланган сув ўтларида ҳосил бўлган органик моддалар хроматография усули билан бир-биридан ажратилади ва радиоавтография усулини қўллаш билан ҳар бир органик модда таркибидаги ^{14}C миқдори аниқланди. Натижада 5 секундда ^{14}C нинг 87 фосфоглицерат кислотасида қолганлари эса бошқа моддалар таркибида топилди. Бир минутдан кейин эса нишонланган ^{14}C бир қанча органик ва аминокислоталар таркибида қайд этилди. Шундай қилиб, карбонат ангидриднинг ўзлаштирилиши натижасида ҳосил бўладиган дастлабки модда фосфоглицерат кислота эканлиги маълум бўлди.

М.Кальвин нишонланган P^{32} ва C^{14} дан фойдаланиш натижасида фосфоглицерат кислотасининг ҳосил бўлиши йўлини ҳам аниқланди. Унинг назарияси бўйича CO_2 нинг дастлабки ўзлаштирилиши учун акцепторлик вазифасини рибулоза 1,5 дифосфат бажаради:

Рибулоза 1,5-дифосфатенол шакли карбонат ангидридни бириктириш натижасида олти углеродли беқарор оралик модда ҳосил бўлади ва у дархол сув ёрдамида парчаланади ва 3- фосфоглицерат кислотаси ҳосил бўлади:

Бу реакция рибулозадифосфаткарбоксилоза ферментининг иштирокида содир бўлади.

Дастлабки органик модда –3-фосфоглицерат кислотасидан иборат бўлганлиги учун бу йўлга фотосинтезнинг C_3 йўли дейилади. Хлоропластларда ҳосил бўлган 3-фосфоглицерат кислотасидан хлоропластларда ёки ҳужайра цитоплазмасида бошқа углеводлар: оддий, мураккаб шаклар ва крахмал синтезланади. Бу жараёнда (яъни Кальвин циклида) ёруғлик босқичида ҳосил бўлган 12 НАДФ H_2 ва 18 АТФ сарфланади. М.Кальвин цикли бўйича фотосинтез жараёни содир бўладиган ҳамма ўсимликларни C_3 -ўсимликлар дейилади.

Фотосинтезнинг C_4 -йўли. Дастлабки Козон дорилфунунинг олимлари Ю.С.Карпов (1960) М.А.Тарчевский (1963) айрим ўсимликларда бирламчи органик моддалар уч углеводли бўлмай балки тўрт углеводли эканлигини аниқладилар. Австралиялик олимлар М.Ю.Хетч ва К.Р.Слэк (1966-1969) тажрибалар асосида тасдиқладилар. Шунинг учун ҳам фотосинтезнинг бу йўли Хетч ва Слэк цикли дейилади. Фотосинтезнинг C_4 йўли асосан бир паллали ўсимликларда (маккажухори, ок жухори, шакаркамиш, тарик ва бошқалар) содир бўлади. Бу ўсимликларда фотосинтезнинг дастлабки маҳсулоти сифатида оксалоацетат ва малат ҳосил бўлади. Чунки нишонланган C^{14} дастлаб бу кислоталарнинг туртинчи углеводида тўпланади ва фақат кейинчалик фосфоглицерин кислотасининг биринчи углеводида пайдо бўлади.

М.Хетч, К.Слэк ва бошқа олимларнинг кўрсатишича бу циклда CO_2 нинг акцепторлик вазифасини фосфоенолпируват кислотаси бажаради:

Кўпчилик бир паллали ва айрим икки паллали ўсимликлар баргидаги най ва тола бойламлари атрофида бир катор хлоропластларга эга ҳужайралар бўлиб (улар обкладка ҳужайралари деб юритилади), уларда фотосинтез C_3 -йўли билан (Кальвин цикли) содир бўлади. Баргнинг мезофилл қатламини ҳосил қилган ҳужайраларда эса фотосинтез C_4 - йўли (Хетч ва Слэк цикли) содир бўлади.

Бу ўсимликларнинг обкладка ҳужайраларида жойлашган хлоропластлар йирикрок бўлади ва улар ламелляр тўзилишга эга бўлиб, граналари бўлмайд. Мезофилл ҳужайралардаги хлоропластлар асосан грануляр тўзилиш характерига эга. Маккажухори баргидаги умумий хлоропластнинг 80% мезофилл ҳужайраларга ва қолган 20% обкладка ҳужайралари хлоропластларига тўғри келади.

Мезофилл ҳужайраларидаги хлоропластларда Хетч ва Слэк цикли билан ҳосил бўлган дастлабки углеводлар (оксалоацетат ва малат кислоталари) ўтказувчи найларга ва обкладка ҳужайраларига ўтказилади. Обкладка ҳужайрасидаги хлоропластларга ўтган тўрт углеводли бирикмалар яна Кальвин циклида иштирок этади ва крахмалга ўзгаради. Шунинг учун ҳам бу хлоропластларда крахмалнинг миқдори кўпрок бўлади. Обкладка ҳужайраларидаги хлоропластларда малатнинг парчаланиши натижасида ҳосил бўлган пируват кислотаси яна мезофилл хлоропластларига ўтказилади ва фосфоенол пируватга айланиб яна CO_2 нинг акцептори вазифасини бажаради.

Бундай тизим орқали фотосинтез содир бўладиган ўсимликларга C_4 ўсимликлар дейилади. Бундай ўсимликларда оғизчалар ёпик бўлса ҳам фотосинтез жараёни давом этади. Чунки обкладка хужайраларидаги хлоропластлар аввал ҳосил бўлган малат (аспарат)дан фойдаланади. Бундан ташқари фотодўхание (ёруғлик таъсирида нафас олиш) жараёнида ажралиб чиққан CO_2 дан ҳам фойдаланади. Шунинг учун ҳам C_4 ўсимликлари қурғокчиликка, шўрликка нисбатан чидамли бўлади. Бундай ўсимликлар оддатда ёруғликни сезувчи бўладилар ва сутка давомида қанча узайтирилган кун билан таъсир эттирилса, шунча органик моддалар ҳам кўп ҳосил бўлади.

Фотосинтезнинг САМ –йўли. Онтогенезнинг кўпчилик даври жуда қурғокчилик шароитида ўтадиган ўсимликларга фотосинтез C_4 - йўли билан бориб, улар асосан кечаси (оғизчалар очик вақтда) малатларни тўплайди. Чунки кундуз кунлари оғизчалари тўла ёпик бўлади. Оғизчаларнинг ёпик бўлиши уларни танасидаги сувнинг транспирация учун сарфланишидан сақлайди. Кечаси оғизчалар очик бўлганда қабул қилинган CO_2 ва нафас олиш жараёнида ҳам ажралиб чиққан CO_2 лар ферментлар ёрдамида оксалоацетат (ОСК) ҳосил бўлади. Оксалоацетат кислотаси эса НАДФ ёрдамида малатга айланади ва хужайра вакуолаларида тўпланади. Кундўзи ҳаво жуда иссиқ бўлганида малат цитоплазмага ўтади ва у ерда малатдегидрогеназа ферменти ёрдамида CO_2 ва пируватга парчаланади. Ҳосил бўлган CO_2 хлоропластларга ўтади ва Кальвин цикли бўйича шакарларни ҳосил бўлишида иштирок этади. Ҳосил бўлган пируват (ФГК) кислотаси ҳам крахмал ҳосил бўлиши учун сарфланади.

Фотосинтезнинг бу йўли асосан кучли қурғокчиликка чидамли бўлган (Crassulaceae) оиласи (кактуслар, алоэ, агава ва б.) вакилларида содир бўлади. Бу инглизча Crassulaceae oeid metabolism тушунчасидан келиб чикиб-САМ-йўли дейилади.

Ёруғликда нафас олиш (фотодыхание).

Ўсимликларда ёруғлик таъсирида кислороднинг қабул қилиниши ва карбонат ангидриднинг ажралиб чиқишига ёруғликда нафас олиш дейилади. Нафас олишнинг бу типи, митохондрияларда бўладиган ва кимёвий энергия ажралиши билан борадиган оксидатив нафас олишдан фарқ қилади. Ёруғликда нафас олиш жараёнида учта органоид: хлоропласт, пераксисома ва митохондриялар иштирок этадилар.

Ёруғликда нафас олиш хлоропластларда бошланади. Унда фотосинтез жараёнида оралик маҳсулот сифатида гликолат кислота ҳосил бўлади:

Гликолат хлоропластлардан пероксисомаларга ўтади ва ташқаридан қабул қилинадиган кислород ёрдамида то глиоксилат кислотасигача оксидланади.

Оралик маҳсулот сифатида ажралган водород пероксид каталога ферменти ёрдамида парчаланади. Глиоксилат аминланиш йўли билан глицинга айланади:

Ҳосил бўлган глицин митохондрияларга ўтказилади ва у ерда икки молекула глициндан серин ҳосил бўлади ва CO_2 ажралади. Серин яна

периоксисомаларга ўтказилади оралик реакциялар натижасида глицерат хлоропластларга ўтказилади ва Кальвин циклида иштирок этади.

Бу жараён гликолат кислотасининг ҳосил бўлишидан бошланганлиги учун гликолат йўли ҳам дейилади. Бу йул C_3 - ўсимликларида яхши сезиларли даражада содир бўлади. Айрим ҳолларда ёруғликда нафас олиш жараёнини жадаллиги фотосинтез жадаллигининг 50% гача етади. Лекин бу жараён C_4 ўсимликларида яхши сезилмайди. Чунки ажралиб чиққан CO_2 мезофилл хужайраларида ушланиб, фосфоенолпируват (ФЕП) билан қўшилиш натижасида оксалоацетат ва малат кислоталари ҳосил бўлади. Кейинчалик улардан ажралган CO_2 хлоропластларга ўтади ва фотосинтезда иштирок этади. Шунинг учун ҳам C_4 ўсимликларда фотосинтез маҳсулдорлиги юқори бўлади.

Муҳокама учун саволлар

1. Фотосинтезнинг ёруғлик босқичида амалга ошадиган жараёнлар
2. Хлорофилнинг қўзғалиш даражаларини тушунтиринг
3. 1 квант энергия ютилиши ҳисобидан ажралиб чиққан O_2 ёки боғланган CO_2 миқдори.....дейилади.
4. Фотосинтетик фосфорланиш деб.....айтилади.
5. Циклик ва ноциклик фосфорланишларни тушунтириб беринг
6. Фотосинтезнинг коронгилик босқичини изохлаб беринг .
7. Нима учун суккулент ўсимликларда фотосинтезнинг САМ йули боради?
8. Кальвин циклида (C_3 - йули) охириги ҳосил булган маҳсулот 3-фосфоглицерин альдегид. Ундан шаккар ҳосил бўлишини кўрсатинг .
9. Ёруғликда нафас олиш жараёнини изохлаб беринг?
10. Ёруғликда нафас олиш жараёнида митохондрийларда ҳосил бўлган моддалар.

4-асосий савол бўйича дарс мақсади: фотосинтезнинг ташқи шароит ва организм ҳолатига боғлиқлиги, фотосинтезнинг суткалик ва мавсумий ритмлари маҳсулдорлиги ҳақида маълумот бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

- 4.1. Фотосинтез маҳсулдорлигига ташқи омилларнинг таъсирини изохлайди.
- 4.2. Фотосинтезнинг кунлик ва мавсумий жадаллигини таърифлайди.
- 4.3. Фотосинтез ҳосилдорлиги ва маҳсулдорлигини фарқлайди.

4-асосий савол баёни

Фотосинтез экологияси деганда, фотосинтез маҳсулдорлиги ташқи шароит омилларининг таъсирига боғлиқ эканлиги тушунилади. Бу

омилларнинг таъсири ва ўсимликларнинг бу таъсуротларга мослашув ўсимликшуносликда катта аҳамиятга эга. Чунки фотосинтез жадаллиги ва махсулдорлиги шу муносабатга боғлиқ.

Фотосинтез жадаллиги деб бир метр квадрат ёки бир дециметр квадрат барг юзаси ҳисобига бир соат давомида ўзлаштирилган CO_2 ёки ҳосил бўлган органик модда миқдорига айтилади.

Фотосинтезнинг соф махсулдорлиги деб бир сутка давомида ўсимлик куруқ массасининг барглари юзаси ҳисобига ортиш нисбатига айтилади. Кўпчилик ўсимликлар учун бу 5-12 г/м га тенг.

Фотосинтез энг муҳим физиологик жараёнларидан бири бўлиб, у ўсимликлар томонидан бошқарилади ва ўсимликларнинг бошқа функцияларига ҳам таъсир этади. Шунинг учун бу жараёнга ташқи ва ички омилларнинг таъсирини ўрганиш катта аҳамиятга эга.

Ёруғлик. Ёруғлик фотосинтезнинг асосий ҳаракатлантирувчи кучи бўлиб, унинг жадаллиги ва спектрал таркиби катта аҳамиятга эга. Ёруғлик спектридаги фоал (400-700нм) нурларнинг 80-85%ни барглар ютади. Лекин шундан фақат бир ярим икки фоиз фотосинтез учун сарфланади. Яъни кимёвий энергияга айланиб органик моддалар таърибида (микроэргик боғларда) тўпланади. Қолган энергиянинг 45% транспирация учун ва 35% иссиқлик энергиясига айланади.

1880 йилда А.С. Фаминциннинг кўрсатишича фотосинтез энг паст ёруғликда, ҳатто керосин лампасининг ёруғлигида ҳам бўлиши мумкин. Айрим олимларнинг кўрсатишича фотосинтез кечки номозшом _ва баъзи регионалдаги ёруғ кечаларида (ок тун) кучсиз бўлса ҳам давом этади.

Кўпчилик ўсимликларда фотосинтез тезлиги ёруғликнинг жадаллигига боғлиқ. У тўла қуёш ёруғлигининг 1/3гача ошиб боради. Ёруғликсевар ўсимликларда эса тўла қуёш ёруғлигининг 1ғ2 гача ошиб боради. Ёруғлик кучининг бундан ошиб бориши фотосинтезга камрок таъсир этади. Фотосинтезнинг ёруғликка тўйинган ҳолати ўсимлик турларига боғлиқ. Бу даражада ёруғлик севар ўсимликларда анча юқори, сояга чидамлиларда эса паст бўлади. Масалан: айрим сояга чидамли ўсимликларда (маршанция мохида) фотосинтезнинг ёруғликка тўйинган ҳолати ёруғлик 1000 лк бўлганда юз беради. Ёруғликсевар ўсимликларда эса – 10000-40000 лк да юз беради. Кўпчилик кишлок хужалик ўсимликлари ёруғликсевар ўсимликлар группасига киради. Ёруғликнинг максимал даражадан юқори бўлиши хлорофилнинг ва хлоропластнинг бўзилишига сабабчи бўлиши мумкин, натижада ўсимликларнинг махсулдорлиги камаяди.

Энг юқори ёруғликда фотосинтез жадаллиги ўсимликларнинг нафас олиш тезлигидан сезиларли даражада баланд бўлади, яъни фотосинтез учун ютилган CO_2 нинг миқдори, нафас олиш жараёнида ажралиб чиққан CO_2 нинг миқдоридан кўп бўлади. Ёруғликнинг пасайиб бориши натижасида эса CO_2 лар ўртасидаги фарқ ҳам камайиб боради. Фотосинтез жараёнида ютилган CO_2 нинг миқдори билан нафас олишдан ажралиб чиққан CO_2 нинг миқдори бир-бирига тенг бўлган ёруғлик даражаси – *ёруғликнинг компенсацион нуктаси* дейилади. Ёруғликнинг компенсацион нуктаси сояга

чидамли ўсимликларда қуёш ёруғлигининг 1%да ёруғликсевар ўсимликларда 3-5% да содир бўлади.

Ёруғликнинг фотосинтездаги эффективлигига бошқа омиллар ҳам таъсир этади. Масалан: хаводаги CO_2 нинг миқдори кам ва ҳарорат паст бўлганда ёруғлик жадаллигининг ошиб бориши жуда кам таъсир этади. Хаво таркибидаги CO_2 нинг миқдори билан ёруғликнинг биргаликда ошиб бориши фотосинтез тезлигини ҳам оширади. Фотосинтезда ёруғлик нурларининг спектрал таркиби ҳам муҳим роль ўйнайди. Спектрнинг қизил нурлари таъсирида фотосинтез жадаллиги энг юқори даражада кечади. Чунки бу нурларнинг 1 квантининг энергияси 42ккал мольга тенг бўлиб, хлорофилл молекуласининг кўзгалган ҳолатга ўтказди ва энергияси фотохимёвий реакциялар учун тўла фойдаланилади. Спектрнинг кўк қисмида нурларнинг бир квантида 70ккал/моль энергия бўлиб, уни қабул қилган хлорофилл молекуласи кўзгалган ҳолатнинг юқори даражасига ўтади ва то фотохимёвий реакцияларда фойдаланилганча бир қисми иссиқлик энергиясига айланиб атрофга тарқалади. Шунинг учун ҳам бу нурларнинг унумлиги камроқ бўлади. Лекин фотосинтез учун энг қулай бўлган қизил нурларга тўйинган қизил нурлар ҳисобида 20% кўк нурлар қўшилса фотосинтезнинг тезлиги ошади.

Карбонат ангидриднинг концентрацияси. Фотосинтез учун энг зарур бўлган бирикмалардан бири CO_2 ҳисобланади. Унинг миқдори хаво таркибида 0,03%ни ташкил этади. 1гектар ер устидаги 100 м хаво қатламида 550 кг CO_2 бўлади шундан 1 сутка мабойнида ўсимликлар 120 кг CO_2 ни ютади лекин атмосферадаги CO_2 нинг миқдори, табиатда мавжуд бўлган карбонат ангидриднинг доимий миқдорини сақлаб қолади. Хатто атмосфера таркибида CO_2 нинг аста секин кўпайиш жараёнлари сезилмоқда.

Хаво таркибидаги CO_2 нинг миқдори 0,03% дан то 0,3% гача кўпайтириш фотосинтез жадаллигини ҳам оширади. Ўсимликларнинг кўшимча CO_2 билан озиклантириш, айниқса иссиқ хоналарда ўстириладиган кишлоқ хўжалик экинлари учун фойдалидир. Бу усул билан уларнинг ҳосилдорлигини ошириш мумкин. Аммо кўшимча CO_2 билан озиклантириш фақат C_3 -ўсимликларнинг ҳосилдорлигини оширишга кучли таъсир этади. C_4 - ўсимликларига эса таъсир этмайди. Чунки C_4 ўсимликлари ўртасида CO_2 тўплаш ва ундан фойдаланиш хусусиятига эга. Иссиқ хоналарда хаво таркибидаги CO_2 нинг миқдорини 0,2-0,3% га етказиш айниқса сабзаёт ўсимликларига яхши таъсир этиб, уларнинг ҳосилдорлигини 20-50% ва хатто 100% гача кўпайтириши мумкинлиги аниқланган.

Ҳарорат. Ҳарорат ўсимликларнинг ҳамма тириклик жараёнларига таъсир этади. Фотосинтез жараёни учун асосан 3 та ҳарорат нуктаси мавжуддир:

минимал-бу даражада фотосинтез бошланади;

оптимал – фотосинтез жарани энг қулай ҳарорат даражаси;

максимал – бу энг юқори ҳарорат даражаси бўлиб, ундан озгина ошса фотосинтез тўхтаб қолади.

Ҳарорат нукталарининг даражаси ўсимлик турларига боғлиқ бўлади. Минимал ҳарорат шимолий кенгликда ўсадиган ўсимликлар учун -15°C ,

тупроқ ўсимликлари учун эса 4-8⁰С атрофида бўлади. кўпчилик ўсимликлар учун ҳарорат 25-35⁰С бўлганда энг жадал фотосинтез содир бўлади. Ҳароратнинг ундан ошиб бориши фотосинтезни ҳам секинлаштиради ва 40⁰С га етганда тўхтаб қолади.

Ҳарорат 45⁰С га етганда эса айрим ўсимликлар ўла бошлайди. Айрим чўл ва адирларда яшайдиган ўсимликларда 58⁰С да ҳам фотосинтез тўхтаб қолмайди.

Сув. Фотосинтез жараёнида сув жуда катта омилдир. Чунки сув асосий оксидатив субстрат ҳавога ажралиб чиқадиган молекуляр кислород ва СО₂ ни ўзлаштириш учун водород манбаси бўлиб, ҳисобланади. Бундан ташқари барглarning нормал сув билан таъминланиши, оғизчаларнинг очилиш даражасини ва СО₂ ning ютилишини, барча физиологик жараёнларнинг жадаллигини, ферментатив реакцияларнинг йўналишини таъминлайди. Барг тўқималарида сувнинг жуда кўп ёки камлиги (айниқса қурғоқчилик шароитида) оғизчаларнинг ёпилишига, натижада фотосинтез жадаллигига ҳам таъсир этади. Сув танқислиги ёки камчилигининг узок муддатга давом этиши электронларнинг циклик ва циклиқсиз транспорти, ёруғликда фосфорланиш, АТФ ларнинг ҳосил бўлиш жараёнларига салбий таъсир этади.

Илдиз орқали озикланиши: ўсимликларнинг илдиз орқали тупроқдан кўп элементлар (N,P,K, Ca, S, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al ва бошқалар) ўзлаштирилади. Бу элементлар хлоропластлар, пигментлар, ферментлар, оксиллар, ёғлар, углеводлар ва бошқаларнинг таркибига киради. Шунинг учун ҳам ўсимликларнинг ҳаводан ва тупроқдан озикланиши узвий равишда бир-бири билан боғлиқ.

Хлоропластларнинг структуравий тизилши фақат нормал илдиз орқали озикланиш шароитида ривожланади. Азот ва фосфор етишмаган шароитда хлоропластларнинг структуравий тузилиши емирала бошлайди. Пигментларнинг синтез жараёни секинлашади ва хатто тўхтаб қолади.

Азот ва магний хлорофилнинг таркибига киради. Демак улар етмаса хлорофилл ҳосил бўлмайди ва фотосинтезга таъсир этади.

Темир ҳам цитохромлар, ферредоксин, хлорофиллаза ва бошқа ферментларнинг таркибига киради. Мис пластоцианин ферментининг таркибига киради. Бу ферментларнинг активлиги фотосинтез жадаллигини характерлайди. Озука таркибида фосфорнинг етишмаслиги натижастида фотосинтезнинг ёруғликда ва қоронғиликда бўладиган реакциялари бўзилиши мумкин. Умуман фотосинтез жадаллигини пасайтиради.

Ўсимликларнинг минерал элементлар билан таъминлаш даражаси фотосинтезнинг маҳсулдорлигини белгилайди. Уларни даражада минерал элементлар билан таъминлаш ёруғлик энергиясини ютиш ва ўзлаштиришини, СО₂ миқдоридан самарали фойдаланишни оширади. Бу эса қишлоқ хўжалик экинзорларида ҳосилдорликни кескин оширишни таъминлайди.

Кислород. Барча ўсимликларда фотосинтез жараёни аэроб шароитда содир бўлади ва эволюция жараёнида ўсимликлар шунга мосланган. Шунинг

учун ҳам анаэроб шароит ва ҳаво таркибида кислороднинг миқдори 21%дан кўп бўлиши фотосинтезга салбий таъсир этади. Ёруғликда нафас олиш жараёни кучли бўлган ўсимликларда (C_3 - ўсимликлар) кислород миқдорининг 21% дан 3% гача камайиши фотосинтезнинг жадаллаштирганлиги, ёруғликда нафас олиш жараёни кучсиз бўлган ўсимликларда (C_4 - ўсимликларда) фотосинтез ўзгармаганлиги аниқланган. Атмосферада кислород концентрациясининг 25-30%дан ортиши фотосинтезни пасайтиради ва ёруғликда нафас олиш жараёнининг тезланишига сабаб бўлади.

Фотосинтезнинг кунлик ва мавсумий жадаллиги.

Юқорида кўриб ўтилган ташқи шароит омиллари фотосинтезга биргаликда комплекс ҳолатда таъсир этади.

Айниқса ёруғлик, ҳарорат ва сув миқдори кучли таъсир этиб, уларнинг кун давомида ўзгариши натижасида фотосинтезнинг кунлик жадаллиги характерланади.

Эрталаб куёшнинг чиқа бошлашидан фотосинтез ҳам бошланади. Куннинг ўрта қисмигача фотосинтез жадалилиги ортиб боради. Чунки ёруғликнинг ва ҳароратнинг ортиб бориши бунга сабаб бўлади. Энг юқори фотосинтез куннинг ўрта қисмида (соат 12-14ларда) содир бўлади. Кечга томон яна фотосинтез жадаллиги пасайиб боради, бу ҳам ёруғликнинг ва ҳароратнинг ўзгариши асосида содир бўлади. Фотосинтезнинг бу типига бир максимумли (ёки бир чуққили) дейилади. Бир чуққили фотосинтез кўп ўсимликларда ва айниқса ўрта иқлим шароитларида содир бўлади.

Фотосинтезнинг иккинчи типига икки чуққили (максимумли) дейилади. Фотосинтезнинг бу типи жуда иссиқ шароитда яшайдиган ўсимликларда содир бўлади. Масалан, Ўзбекистон шароитида, ёз кунларида кузатиш мумкин. Эрталаб ёруғликнинг бошланиши билан фотосинтез жараёни ҳам бошланиб, соат 10-11 ларда энг юқори жадалликка эришади. Чунки бу соатларда ўсимликлар энг қулай ёруғлик, ҳарорат ва сув билан таъминланган бўлиб, оғизчалар очиқ ва CO_2 нинг ютилиши ҳам жадаллашган бўлади. Куннинг ўрта қисмлари (соат 13-14 ларда) фотосинтез секинлашган ёки тўхтаган бўлиши мумкин. Чунки куннинг ўрта қисмига яқинлашганда ҳарорат максималга яқинлашган ёки ундан ошган бўлиши мумкин. Ундан ташқари сувнинг кам бўлиши сабабли оғизчаларнинг ёпилиши ва CO_2 нинг ютилиши камаяди.

Бундай куннинг ўрта қисмида фотосинтезнинг секинлашиши ёки тўхтаб қолишига – *фотосинтез депрессияси* дейилади. Куннинг иккинчи ярмида фотосинтез яна жадаллашиб юқори нуктага кўтарила бошлайди ва кечга томон яна пасая боради. Фотосинтезнинг бу типига-икки чуққили дейилади.

Ўсимликларнинг онтогенезида ҳам фотосинтез жадаллиги ўзгаради. Кўпчилик ўсимликларда фотосинтез жадаллиги ўсишнинг бошланишидан то шоналаш-гуллаш фазасигача ортиб боради ва максимал даражага эришади. Кейинчалик эса аста секин пасая боради. Бу асосан ўсимликларнинг модда алмашинуви жараёнининг фаоллиги натижасидир. Вегетация даври киска бўлган, эфемер ўсимликларнинг фотосинтез

жадаллигининг максимал даражаси март ойининг охири апрел ойининг бошларига яъний мева тугишнинг бошланиш даврига тўғри келади. Бутасимон ва дарахтчил кўп йиллик ўсимликларнинг бошланишидан олдин содир бўлади. Кузга томон фотосинтезнинг жадаллиги пасаяди.

Фотосинтез ва ҳосилдорлик.

Фотосинтез жараёнида ўсимликларда органик модда ҳосил бўлади ва тўплана боради. Бу органик модданинг умумий миқдори фотосинтез ва нафас олиш жараёнларининг жадаллигига боғлиқ яъни фотосинтез жараёнида ҳосил бўлаётган органик модданинг нафас олиш жараёни учун сарфланаётган органик модда нисбатига боғлиқ бўлади.

А қ F-D

Бу ерда А-органик модда миқдори, F- фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган органик модда миқдори, Д-нафас олиш жараёнига сарфланган органик модда миқдори .

Дала шароитида органик модданинг ҳосил бўлишини ва тўпланишини ифодаловчи фотосинтезнинг соф махсулдорлигини қуйдаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$\Phi + \frac{B_2 - B_1}{1.62(L_1 + L_2)T}$$

Бу ерда B_1 ва B_2 тажрибанинг бошланишида ва охирида ўсимликда ҳосил бўлган куруқ модда миқдори (г); L_1 ва L_2 – тажрибанинг бошланишида ва охирида ўсимлик баргининг сатхи (m^2); T – тажриба давомидаги кунлар сони; Φ – тўпланган органик модданинг миқдори ($г/м^2$ сутка).

Сутка давомида тўпланадиган органик модданинг миқдори вегетация давомида ўзгариб туради ва у жуда оз миқдордан бошлаб то 15- 18 $г/м^2$ гача бўлиши мумкин.

Фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган ва тўпланган органик модда икки гурпуага бўлинади: 1) биологик ($Y_{биол}$) 2) хўжалик ($Y_{хуж}$).

Ўсимлик танасида вегетация даврида синтез бўлган куруқ модданинг умумий миқдори *биологик ҳосил* дейилади. Биологик ҳосилнинг хўжалик мақсадларига ишлатиладиган қисми (донлари, уруглари, илдизмевалари ва бошқалари) *хўжалик ҳосили* дейилади. Хўжалик ҳосили миқдори ҳар хил ўсимликларда турлича бўлади ва бу коэффициент ($K_{хуж}$) билан ифодаланади:

$$K_{хуж} = \frac{Y_{хуж}}{Y_{биол}}$$

Умуман қуйидаги шароитлар яратилганда энг юқори ҳосилдорлик даражасига эришиш мумкин: 1) экинзорларда барг сатҳини кўпайтириш. 2) фотосинтетик органнинг фаол ишлаш даврини узайтириш. 3) фотосинтезнинг жадаллигини ва махсулдорлигини ошириш. 4) фотосинтез жараёнида синтезланган органик моддаларнинг ҳаракатини ва ўсимлик азоларида қайта тақсимланишини тезлатиш ва ҳаказо.

Бунинг учун эса ҳамма агротехник тадбир ва чоралар (ўғитлаш, суғориш ерга ишлов бериш, зараркундаларга қарши курашиш ва хаказо) ўз вақтида сифатли ўтказилиши зарур.

Муҳокама учун саволлар:

- 1.Фотосинтез жадаллигига ташқи мухит омилларининг таъсирини изохланг
- 2.Фотосинтез жараёнида ютилган CO_2 миқдори билан нафас олишдан ажралиб чиккан CO_2 нинг миқдори бир-бирига тенг бўлган ёруғлик даражасидейилади.
- 3.Фотосинтез жараёнини бориши учун O_2 керакми? Жавобингизни тахлил килинг.
- 4.Биологик ҳосил деб.....айтилади.
- 5.Кандай усуллар ёрдамида ўсимликнинг хужалик ҳосилдорлигини ошириш мумкин .

Мавзу: Нафас олиш жараёни.

Асосий саволлар.

- 1.Нафас олиш жараёни ва биологик аҳамияти.
- 2.Органик бирикмаларнинг хужайрада оксидланиш йўллари. Нафас олиш коэффиценти.
- 3.Углеводлар диссимиляциясининг асосий йўллари.
- 4.Митохондриялар тузилиши ва функциялари. Электрон –транспорт занжири.
- 5.Нафас олиш экологияси.

Мавзуга оид таянчтушунча ва иборалари: биоэнергия, нафас олиш коэффиценти, гликолиз, пероксид назария, водороднинг фаоллаштириш назарияси, бижгиш жараёни, оксидланиш-кайтарилиш реакцияси, электрон занжир, пероксид, каталаза, аэроб нафас олиш, Кребс цикли, пентозомонофосфат цикли, глеоксалат цикли, митохондрий, криста, фермент дегидрогеназалар, АТР, биологик оксидланиш, НАД H_2 , ФМН, ФАД.

1-савол бўйича дарс мақсади: нафас олиш жараёни, унинг биологик аҳамияти, каталитик тузилиши, кислороднинг активлаш механизмлари, ҳамда радикалларнинг оксидланиш жараёнларидаги роли ҳақидаги ҳозирги замон тасаввурлари тўғрисида маълумот бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

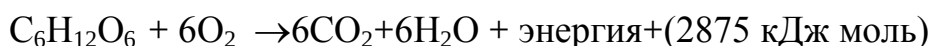
- 1.1.Нафас олиш жараёнининг биологик аҳамиятини изохлайди.
- 1.2.Нафас олишнинг каталитик тўзилишларини системалаштиради.
- 1.3.Субстрат ва молекуляр кислородларни активлаш механизмларини ажратади.

1 – асосий савол баёни.

Фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган шакарлар ва бошқа органик моддалар ўсимлик хужайраларининг асосий озиқа моддалари ҳисобланади. Бу органик моддалар таркибида кўп миқдорда энергия тўпланган бўлиб, нафас олиш жараёнида маълум қисми биоэнергияларга (АТФ) ларга айланади.

Ўсимликларнинг хужайраларида борадиган оксидатив реакциялар органик моддаларнинг кислород иштирокида аноорганик моддаларга, яъни CO_2 ва сувга парчаланиши ва биоэнергия ажралиб чиқиши жараёнига нафас олиш дейилади.

Бу жараённинг схематик тенгламасини қуйдагича кўрсатиш мумкин:



Нафас олиш муҳим физиологик жараён бўлиб, ҳамма тирик организмлар учун хосдир. Бунда углеводлар муҳим аҳамиятга эга, чунки улар нафас олишнинг асосий субстрати вазифасини ўтайдилар. Уларнинг пачаланишида бир қатор оралиқ бирикмалар ҳосил бўлади. Бу бирикмалар ўсимликлар танасида учрайдиган бошқа органик моддаларнинг (ёғлар, аминокислоталар ва бошқа) асосини ташкил этади.

Ўсимликларда махсус нафас олиш аъзолари бўлмайди, шу сабабли кислородни ютиш ва карбонат ангидридни чиқариш жараёнлари одам ва ҳайвон организмидан фарқли барча хужайра ва тўқималарида мустақил амалга оширилади. Барча тирик хужайраларнинг органоиди саналган митохондриялар нафас олиш аъзоси ҳисобланади. Ана шу митохондрияда мураккаб органик бирикмалар ферментлар тизими иштирокида кислород ёрдамида оксидланиб сув ва CO_2 га парчаланади. Бу реакциялар тизимига биологик оксидланиш дейилади.

Оксидланиш – қайтарилиш реакциялари учун хос бўлган асосий хусусият электронларнинг кўчишидир. Моддалар оксидланганда таркибидаги электрон ажралади, қайтарилганида электронни бириктириб олади. Электрон ажратувчи моддаларга *донор*, қабул қилувчи модда *акцептор* дейилади. Донор билан акцептор биргаликда оксидланиш қайтарилиш тизимини ташкил этади. Бу реакцияларни бошқарувчи ферментларга оксидоредуктазалар дейилади.

Оксидоредуктазалар уч гуруҳга бўлинади:

Анаэроб дегидрогеназалар;

Аэроб дегидрогеназалар;

Оксигеназалар.

Анаэроб дегидрогеназалар-электронларни кислороддан ташқари оралиқ акцепторларга етказиб берадилар. Булар икки компонентли ферментлар, коферменти НАД⁺ (никотинамидадениндинуклеотид) бўлиши мумкин. Оксидланиш натижасида НАД⁺ қайтарилган НАД Н ҳолатга ўтади. Бу ферментларга алькогольдегидрогеназа, лактадегидрогеназа, малатдегидрогеназа ва бошқалар киради.

Аэроб дегидрогеназалар-электронларни ҳар хил оралик акцепторларига ва кислородга етказиб беради. Булар ҳам икки компонентли ферментлар бўлиб, флавопротеинлар дейилади. Буларнинг таркибига оксилдан ташқари рибофлавин (витамин В₂) ҳам киради. Икки хил кофермент мавжуд:

- 1) Флавинмононуклеотид (ФМН),
- 2) Фламинадениндинуклеотид (ФАД)

ФМН таркибига кирувчи фермент-диметилизоаллоксазин, ФАД-сукцинат дегидрогеназа. Буларнинг акцепторлари хинонлар, цитохромлар ва кислород.

Оксидазалар-элктронларни факат кислородга етказиб беради. Аэроб характерга эга. Бу ферментлар иштирокида уч хил бирикма ҳосил бўлади: 1) сув, 2) водород пероксид, 3) кислороднинг супероксид аниони.

Водород ва супероксид аниони (О₂-) зарарли бўлгани учун хужайрада ферментлар ёрдамида нейтралланади:

Сувнинг ҳосил бўлишида ферментлардан цитохромоксидазалар, полифенолоксидазалар ва бошқалар, водород пероксидининг ҳосил бўлишида-флавопротеиноксидлар, кислороднинг супероксид аниони ҳосил бўлишида-ксантиноксидазалар иштирок этади.

Оксигеназалар ҳам, оксидазалар каби муҳим аҳамиятга эга. Бу ферментлар ёрдамида кислород актив ҳолатга келади ва органик моддалар билан бирикади.

Нафас олишда органик моддаларнинг кислород ёрдамида анорганик моддаларга пачаланиши мазкур жараённинг ўзига хос хусусиятлари борлигини кўрсатади, чунки организмдан ташқарида бу органик моддалар молекуляр кислород билан реакцияга киришади. Нафас олиш жараёнининг ана шу ўзига хос хусусиятларини аниқлаб, нафас олиш химизмининг ҳозирги замон тушунчасига асос солган олимлар: А.Н.Бах, В.И.Палладин ва С.П.Костичевлар ҳисобланади.

А.Н.Бах биологик оксидланишнинг пероксид назариясини 1897 йилда ишлаб чикди. Унга кўра атмосферадаги молекуляр кислород инерт ҳолатда бўлиб, органик моддаларни оксидлай олмайди. Бунинг учун унинг таркибидаги кўш боғнинг биттаси ўзилиши ва фаол ҳолатга ўтиши зарур:

О+О	-О-О-
инерт	фаол
кислород	кислород.

А. Н.Бах кислородни фаолловчи моддаларни оксигеназалар деб атади. Оксигеназаларга ўсимликлар тўкимасида тарқалган ҳар хил кимёвий бирикмалар киради. Оксигеназалардаги фаоллашган кислород оксидланаётган субстратга кўчирилади. Маълум вақт фанда бу жараёнда пероксидаза ферменти аҳамиятга эга деган фикр ҳуқум сурди. Лекин 1955 йилда Японияда (О Хаяиши ва б.), АКШда (Г.Мэзон ва б.) молекуляр кислороднинг моддалар билан бирикиши мумкинлигини исботлашди.

Хозирги вақтга келиб, маълум бўлишича Бах назариясининг нафас олишга алоқаси йўқ. Аммо у нафас олиш жараёнининг химизимини ўрганишга йўл очиб беради, чунки бу назарияда кислородни фаоллаштиришнинг замонавий механизмини ишлаб чиқишга асос солган эди.

Мухокама саволлари.

1. Нафас олиш жараёнларида қандай гуруҳ ферментлар иштирок этишини изохлаб беринг?
2. Аэроб дегидрогеназалар электронларни ҳар хил оралик.....ва етказиб берадилар.
3. Анаэроб ва аэроб дегидрогеназалар структура тузулишини аниқланг.
4. Ўсимликларда нафас олиш жараёнини бошқа биронта жараён билан алмаштириш мумкинми? .
5. Ўсимликларда анаэроб нафас олиш борми ? Бўлса у қандай боради ва унинг аҳамиятини изохланг.

2-асосий савол бўйича дарс мақсади: органик бирикмаларнинг хужайрада оксидланиш йўллари, нафас олиш субстратининг активланиш механизмлари тўғрисида тушунчалар ҳосил қилиш.

Идентив ўқув мақсадлари.

- 2.1. Нафас олиш субстратининг активланиш йўллариини фарқлайди.
- 2.2. Оксидланиш-қайтарилиш жараёнлар турларини билади ва изохлайди.
- 2.3. Водород назариясини изохлайди.
- 2.4. Нафас олиш коэффицентини ҳисоблайди.

2-асосий савол баёни:

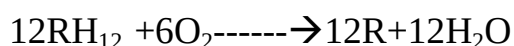
Нафас олиш субстратларининг фаоллаштирилиши ферментлар иштирокида амалга ошади. Ферментлар оксил табиатли католлизаторлар бўлиб, бир катор хусусиятларга эгадир: кучли фаолик ва лабиллик, спецификлик.

Биологик оксидланиш жараёнининг механизмини ўрганишда, В.И.Палладиннинг (1912) ишлари муҳим аҳамиятга эга бўлади. Унинг назариясига кўра ўсимлик хромогенлари субстратдаги водородни ўзига бириктириб олади ва кейинги уларни кислородга ўтказди. Бу назария «Водороднинг фаоллаштириши» назарияси дейилади, у икки босқичдан иборат:

1) Анаэроб



2) Аэроб



R-рангли нафас пигменти; RH_2 -рангсиз нафас олиш хромогени. Биринчи реакцияда редуктаза ферменти ёрдамида субстратдан водород атомлари кабул килиниб, нафас олиш пигментига (R) ўтказилади ва нафас олиш хромогени (RH_2) ҳосил бўлади. Ҳамма CO_2 ҳам шу анаэроб жараёнида ажралиб чиқади. Иккинчи реакцияда молекуляр кислород иштирок этиб, хромогенларни (RH_2) нафас олиш пигментларига оксидлайди ва улар яна водороднинг акцептори вазифасини бажаради. Бу реакцияларда кислород RH_2 дан электронлар ва протонларни тортиб олади ва натижада сув ҳосил бўлади.

Кейинги изланишларда В.Палладин назарияси тўлиқ исботланди.

1912 йилда немис биохимики Г.Виланд ҳам биологик оксидланиш водороднинг ажратиб олиниши билан боғлиқ эканлигини кўрсатган эди.

Нафас олишда сувнинг иштирок этиши ва кислород водороднинг охириги акцептори эканлигини 1955 йилда Б.Б.Вартапетян ва Л.А.Курсанов тажриба асосида исботладилар.

Нафас олиш коэффиценти.

Ўсимликларнинг нафас олиш жараёнида ажралиб чиккан карбонат ангидриднинг ютилган кислородга бўлган нисбатига-нафас олиш коэффиценти (НК) дейилади.:

$$НК + \frac{n CO_2}{n O_2}$$

Биологик оксидланиш жараёнида углеводлардан ташқари бошқа органик моддалар (ёғлар, ёғ кислоталар, оксиллар ва бошқалар ҳам иштирок этиши мумкин. Шунинг учун нафас олиш жараёнида иштирок этадиган органик модда турига қараб нафас олиш коэффицентининг даражаси ҳам ҳар хил бўлади. Нафас олишда углеводлар ишлатилса НК бирга тенг бўлади:



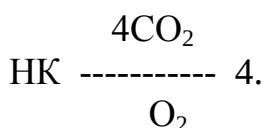
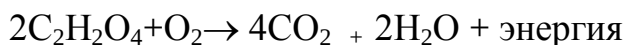
$$НК = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1;$$

Агар нафас олиш жараёнида ёғ кислоталар ёки оксил ишлатилса НК бирдан кичик бўлади, чунки бу органик моддаларнинг таркибида кислороднинг миқдори углевод ва водородга нисбатан жуда кам шунинг учун уларни оксидлантириш учун кўпроқ кислород сарф этилади:



$$НК = \frac{18CO_2}{26O_2} = 0,69;$$

Нафас олишда органик кислота ишлатилса НК бирдан юқори бўлади:



Нафас олиш коэффициентининг даражаси нафас олиш маҳсулотига боғлиқлиги факат кислород миқдори етарли шароитда содир бўлади. Лекин оксидланиш кислородсиз (анаэроб) муҳитда борганида НК нинг даражаси ўзгариши мумкин. Масалан: уруғлар кислород кам ёки анаэроб шароитида нафас олганда хаводан O_2 ютилмайди, лекин CO_2 ажралиб чиқади. Бунда НК бирдан юқори бўлади.

Муҳокама саволлари.

1. Юксак ўсимликларда нафас олиш шароитининг бориши қайси биологик оксидланиш йўли билан боришлигини изоҳланг?
2. Бах назариясининг ҳозирги даврда қандай аҳамияти бор?
3. Нафас олиш субстратини активлаш нима учун керак?
4. Водород назария қандай босқичлардан иборат.
5. Г. Вилантнинг биологик оксидланишда водороднинг ажратиб олиниши бўйича қилган ишини тарифлаб беринг .
6. НК нима ва у қандай аҳамиятга эга?

3-асосий савол бўйича дарс мақсади: углеводлар диссимеляциясининг асосий йўллари ҳақида маълумот бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

- 3.1. Глюкоза оксидланишининг пентозамонифосфат йўлини изоҳлайди.
- 3.2. Гликолиз даражаёнини изоҳлайди.
- 3.3. Ачиш билан нафас олиш жараёнларини фарқлайди.
- 3.4. Кребс ва глиоксалат цикллариини изоҳлайди.
- 3.5. Гликолиз, Кребс, пентозамонифосфат циклларида ҳосил бўлган энергияни ҳисоблайди.

3-савол баёни.

Углеводлар диссимеляциясини бир неча йўллари бўлиб, шулардан бири пентозамонифосфат йўли ҳисобланади. Бу цикл ўсимликлар тўқималарида 1935 –1938 йилларда О.Варбург, Ф.Диккенс, В.Энгергалд ва кейинроқ Ф.Липманлар томонидан аниқланган. Пентозамонифосфат цикли ҳужайра

цитоплазмасининг эрувчан қаватида, пропластидалар ва хлоропластларда кечади.

Бу цикл глюкоза –6 –фосфатнинг бевосита оксидланиши билан бошланади. Бунда глюкоза –6-фосфатда бир молекула CO_2 ажралиб чиқади ва беш углеродли бирикмалар-пентозалар ҳосил бўлади, шунинг учун ҳам бу йўл пентоза фосфат ёки апотамик парчаланиш дейилади.

Биринчи босқичда глюкоза-6-фосфат оксидланиб, 6-фосфат-глюколоктон кислота ҳосил бўлади. Бу реакция глюкоза-6- фосфат-дегидрогеназа ферменти иштирокида бўлади. Ферментнинг актив қисмини NADP ташкил қилиб, у NADP Нга қайтарилади. 6-фосфатглюколоктон кислота сув иштирокида 6-фосфат глюконат кислотага айланади ва бу кислота дикарбоксилланиш реакцияси натижасида пентоза фосфат ҳосил қилади. Реакция натижасида бир молекула CO_2 ва NADP Н ҳосил бўлади. Умуман бир атом углероднинг оксидланиш натижасида икки молекула NADP Н ҳосил бўлади.

Иккинчи босқичда рибулоза –5-фосфат изомерланиб, рибоза- 5-фосфатга ва ксилулоза-5-фосфатга айланади. Булардан транскетолаза ва трансалдолаза ферментлари иштирокида седогентулоза-7-фосфат ва 3-фосфоглицерин альдегиди ҳосил бўлади, кейин эритроза-4-фосфат ва фруктоза–6-фосфат ҳосил бўлади. Фруктоза – 6 – фосфат изомерланиб, якуний махсулот глюкоза –6-фосфатга айланади.

Кейинчалик ҳар бир молекула NADPH оксидланганда 3-молекула АТФ синтезланади. Демак 12 NADPH молекуласи оксидланиб 36 молекула ҳосил қилади. Бу циклда ҳосил бўлган органик махсулотлар-пентозалар организм учун зарур бўлган моддалар (нуклеин кислота ва б.) ҳосил қилишда иштирок этади. У айниқса синтетик жараёнлар кучли бораётган ҳужайраларда фаол характерга эга бундай ҳужайраларда мембраналарнинг липид компонентлари, нуклеин кислоталар, ҳужайра девори ва фенол бирикмалар фаол равишда синтезланади.

Нафас олиш химизми.

С.П. Костигев 1910 йилда, нафас олиш ва бижгишлар (ачиш) бир хил жараёнлар билан шакарларнинг пачаланишидан бошланишини кўрсатиб берган эди. Кейинчалик нафас олиш CO_2 ва сувнинг, бижгиши эса CO_2 ва спиртнинг ҳосил бўлиши билан якунланади.

Кейинги йилларда К. Нейберг, С.Костичев ва бошқалар илмий изланишлари асосида аниқланишича нафас олиш ва бижгиш жараёнлари бири-бири билан оралиқ махсулот пирозум кислота орқали боғлиқдир.

Хозирда аэроб характерга эга бўлган нафас олиш жараёни икки босқичдан иборат эканлиги тасдиқланди. Биринчи босқич –анаэроб нафас олиш жараёнида мураккаб органик моддалар оддий органик моддаларга парчаланади.

Иккинчи босқич –аэроб шароитда пируват кислотаси карбонат ангидрид ва сувга парчаланади.

Углеводларнинг анаэроб шароитда парчаланиши *гликолиз* деб аталади. Бу жараёнда кам миқдорда энергия ажралади ва охирги босқич махсулоти пируват ҳосил бўлади. Гликолиз –аэроб нафас олиш ва бижгиш жараёнларнинг бошланғич босқичидир.

Нафас олишнинг асосий махсулоти бўлган моносахаридларнинг реакция қобилияти анча паст бўлиб, кейинги алмашинув жараёнида иштирок этиш учун уларни бироз энергия билан таъминлаш зарур. Бунга моносахаридларни энергияга бой бўлган бирикмалар билан реакцияга киритиш ва фосфорли эфирлар ҳосил қилиш йўли билан эришилади.

Гликолизнинг биринчи босқичида глюкоза гексокиназа ферменти иштирокида фосфорланади ва глюкоза –6- фосфатга айланади. Бунинг учун бир молекула АТР сарфланади Глюкоза-6-фосфат фосфоглюкомутаза иштирокида изомерланиб,фруктоза-6-фосфатга айланади, у иккинчи молекула АТР иштирокида фосфорланиб фруктоза-1,6-дифосфатга айланади.Бу жараёнда фосфофруктокиназа ферменти иштирок этади.

Навбатдаги реакцияда фруктоза-1,6-дифосфат альдоза иштирокида 3-фосфоглицерин алдегиди (3ФГА) ва фосфодиоксиацетонга парчаланади. Фосфодиоксиацетон осонлик билан триозафосфатизомераза иштирокида 3ФГА га айланади. Бу ерда реакциялар иккита уч углеродли бирикма ҳосил бўлиши билан борганлиги учун бу йўл дихотомик оксидланиши ҳам дейилади.

Гликолизнинг иккинчи босқичида 3ФГА оксидланиб, 3-фосфоглицерат кислота (3ФГК) ҳосил қилади, унда триозафосфатдегидрогеноза иштирок этади. Бу ферментнинг актив қисмини НАД ташкил қилади, реакцияда АДР ва фосфат кислота иштирок этиб, АТР ҳосил бўлади. Реакция давомида ҳосил бўлган ацилфермент фосфоролизга учрайди ва натижада макроэргик карбоксифосфатга эга бўлган 1,3 дифосфатглицерат кислота ҳосил бўлади. 1,3 ДФГК АДР билан қайта фосфорланиб АТР ва 3ФГК ҳосил бўлади.

Гликолизнинг охирги босқичида 3ФГК фосфоглицератмутаза ферменти иштирокида изомерланиб, 2ФГК га айланади ва у бир молекула сувни ажратиб,фосфопируват кислотасининг енол шаклига айланади . Бу реакцияда енолоза ферменти иштирок этади. Фосфоенолпируват (ФЕП) ўз навбатида пируваткиназа ферменти иштирокида, АДР билан реакцияга киришиб, АТР ҳосил қилади. Енолпируват пируватга (пирузум кислотага) айланади.

Бир молекула глюкозанинг парчаланишида 2 молекула пируват ҳосил бўлади. Бу реакциялар натижасида энергияга бой бўлган бирикмалар-4 молекула АТР ва 2 молекула қайтарилган НАД H_2 ҳосил бўлади. Ҳар бир молекула НАД H_2 ёки НАДР H_2 оксидланишидан 3 молекула АТР, жами 6 молекула АТР ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган 4 та молекула АТРнинг 2 таси субстратни активлантиришга кетади, натижада 8 молекула АТР ҳосил бўлади. Ҳар бир АТРнинг энергияси 10ккал деб ҳисобласак, унда гликолиз жараёнида 80 ккал энергия ҳосил бўлади.

АЭРОБ НАФАС ОЛИШ.

Нафас олишнинг аэроб босқичи иккинчи асосий босқич саналади. Бу босқичда пирозум кислота CO_2 билан сувга тўлиқ парчаланади. Бу жараён аэроб шароитида содир бўлиб, бир катор оралиқ моддалар, ди- ва трикарбон кислоталар иштирок этади. Уларнинг бир-бирига айланиши халқадан иборат. Шунинг учун ҳам ди- ва трикарбон кислоталар цикли деб аталади. Бу реакциялар тузилишини (хайвонлар организмида) 1937 йилда инглиз биохимики Л. А. Кребс таклиф қилганлиги сабабли унинг номи *Кребс цикли* деб ҳам аталади. Ўсимликларда ҳам шу тизим мавжудлигини 1939 йилда инглиз олими А.Чибнелл аниқлаган.

Пируват кислота аэроб шароитида аввало фаоллашган бирикма ацетил- CoA га айланади. Фаоллашган ацетил CoA нинг оксидланишидан циклик жараёнлар бошланади. Кребс циклининг биринчи босқичида ацетил CoA оксалоацетат билан ўзаро реакцияга киришиб, цитрат кислота (лимон кислота) ҳосил қилади. Бу реакцияда цитратсинтетаза ферменти иштирок этади ва бу халқадаги энг муҳим маҳсулотлардан бири ҳисобланади. Шунинг учун бу жараён *цитрат цикли* деб ҳам аталади.

Цитрат кислота аконитаза ферменти иштирокида дегидратацияланади ва цис-аконит ҳосил қилади, цис-аконит кислота яна бир молекула сув бириктириб олиб изоцитрат кислотага айланади.

Изоцитрат кислота дегидратацияга учраб, оксалосукцинат кислотага айланади. Бу реакцияда изоцитратдегидрогеназа ферменти иштирок этади. Унинг фаол қисмини НАДР ташкил қилади ва у реакцияда НАДР H га қайтарилади, тезликда оксалосукцинат кислота декарбоксилланиб, α -кетоглутар кислотага айланади. α -кетоглутар кислота яна декарбоксилланади ва натижада CO_2 ажралиб чиқади, НАД H ва сукцинил- CoA ҳосил бўлади.

Сукцинил- CoA -синтетаза ферменти АДР ва фосфат кислота иштирокида энергияга бой бўлган сукцинил- CoA дан сукцинат кислота (кахрабо кислота) ҳосил бўлади ва АТР ажралиб чиқади. Сукцинат кислота оксидланиб, фумарат кислотага айланади, реакцияда сукцинатдегидрогенеза ферменти иштирок этади. Бу ферментнинг фаол қисми ФАД бўлиб, у ФАД H_2 га қайтарилади.

Фумарат кислота бир молекула сувни бириктириб, фумараза ферменти иштирокида малат кислотага айланади. Бу кислота ўз навбатида малатдегидрогеназа ферменти иштирокида оксалоацетат кислотага айланади. Ферментнинг фаол қисмини НАД қилиб, у реакция жараёнида НАД H га қайтарилади.

Доиранинг якунида ҳосил бўлган оксалоацетат кислота ўз-ўзидан тезда енол шаклга ўтади ва янги ацетил CoA молекула билан бирикиб, янги циклни бошлайди.

Шундай қилиб ҳар бир циклда бир молекула пирозум кислотасидан уч молекула CO_2 ажралади, уч молекула сув иштирок этади ва беш жуфт водород атоми иштирок этади.

Реакцияларда 3 НАД H , НАДР H , ФАД H_2 ва бир молекула АТР ажралади. Агар ҳар бир молекула НАД H ва НАДР H ларнинг энергияси уч

молекула АТРга тенг (3 $\times$ 363 кДж) бўлса, у ҳолда 12 молекула АТР бўлади. Бир молекула ФАД Н₂ нинг энергияси икки молекула АТРга тенг бўлса ва реакция натижасида бир молекула ажралиб чиққан АТР билан биргаликда умумий миқдор уч молекула АТРни ташкил қилади. Натижада бир молекула пируватнинг оксидланишидан 15 молекула АТР ҳосил бўлади. Агар бир молекула глюкозани гликолиз натижасида икки молекула пирозим кислота ҳосил бўлишини ҳисобга олсак, 30 молекула АТР нафас олишнинг аэроб босқичида ҳосил бўлади. Бундан ташқари 8 молекула АТР бошланғич анаэроб босқичда ҳосил бўлади. Демак бир молекула глюкозанинг парчаланишидан 38 молекула АТР ҳосил бўлиб, унинг энергияси 380 ккал моль бўлади. Агар гликолизнинг парчаланиши натижасида ажралиб чиққан эркин энергияни ҳам қушиб ҳисобласак 686 ккал/моль бўлади ва ишлатилган энергия эффекти нисбатан юқори бўлади:

Бундан ташқари бу циклда ҳосил бўлган оралик маҳсулотлар янги органик моддаларни синтез қилиш учун сарфланади. Аввало органик кислоталарнинг азот алмашинувида, оксиллар синтези ва парчаланишидаги хиссасини кўрсатиб ўтиш керак. Кетокислоталардан қайта алмашилиш ва аминланишини тиклаш натижасида аминокислоталар ҳосил бўлади. Пирозим кислотасидан алонин, оксалоацетат кислота ва α -кетогулотор кислотадан аспарагин ва глутамин кислоталар ҳосил бўлади. Ацетил СоА иштирокида липидлар, полиизопрен ва бошқа бирикмалар ҳосил бўлади.

Глиоксалат цикли.

Бу цикл 1957 йилда биринчи марта Г.А.Коренберг ва Г.Кребслар томонидан бактериялар ва моғор замбуруғларида аниқлаган эди. Кейинчалик аниқлашчи у май тупловчи ўсимлик органларида амалга оширилган экан.

Глиоксалат цикли ҳужайрадаги махсус органоид-глиоксисомаларда амалга ошади. Бу циклда захирадаги ёғлар шакарга айлантирилади (глюконогенез). Хайвон ҳужайрасида бу цикл бўлмайди.

Глиоксалат цикли Кребс циклининг ўзгарилган шакли бўлиб, то изоцитрат кислота ҳосил бўлгунча Кребс цикли каби бўлади. Кейин изоцитрат кислота изоцитратлиаза иштирокида глиоксил ва сукцинат кислоталарга парчаланadi. Глиоксилат малатсинтетаза иштирокида 2-чи молекула ацетил – СоА билан ҳамкорликда малат кислота ҳосил қилади ва у яна оксалоацетат кислотага айланади.

Шундай қилиб, Кребс циклидан фарқли уларок, глиоксалат циклида икки молекула ацетил-СоА иштирок этади ва бу фаоллашган ацетил оксидланишида эмас, балки сукцинат кислота ҳосил бўлишида ишлатилади. Сукцинат кислота циклдан чиқиб, глюконогенезда иштирок этади. Бундан ташқари ҳар икки молекула ацетил-СоА ҳисобига бир молекула НАД Н кайтарилади ва унинг энергияси митохондрияларда АТР синтезига сарф бўлиши мумкин. Глиоксилат кислота гликокол аминокислотасининг ҳосил бўлиши учун дастлабки модда ҳисобланади.

Муҳокама саволлари.

1. Пентозомонофосфат циклини изохлаб беринг? .

2. Гликолиз жараёнида иштирок этган ферментлар номларини русча, лотинча ва узбекча айтиб беринг.
3. Хайвон организмида ҳам гликолиз жараёни мавжудми? Агар мавжуд бўлса, ўсимлик организмидаги гликолиздан нима билан фаркланади?
4. Нафас олиш ва ачиш (бижғиш)нинг ўзаро алоқасини изохланг
5. Бижғиш турларини баён этинг.
6. Ўсимликлар ноқулай яъний кислородсиз муҳитга тушиб қолса маълум давргача яшаши, узоқ давом этса халок бўлиши мумкин. Бунга сабаб нима?

4-асосий савол..

Митохондриялар тузилиши ва функциялари. Электрон-транспорт занжири. **Дарс мақсади.** талабаларга митохондрияларнинг тузилиши ва функциялари, уларда жойлашган электрон-транспорт занжири компонентлари, электронлар ҳаракати ҳақида тушунча ҳосил қилиш.

Идентив ўқув мақсадилари:

- 4.1. Митохондриялар тузилиши ва функциясини изохлайди.
- 4.2. Электрон-транспорт занжирининг структураси ва асосий компонентларини, уларнинг оксидланиш-қайтарилиш потенциалини таҳлил қилади.
- 4.3. Чанс бўйича нафас олишнинг электронлар транспорти билан боғлиқ 5 та ҳолатини классификациялайди.

4-асосий савол баёни.

Ўсимлик хужайрасида митохондриялар юмалоқ ёки гантелсимон шаклда бўлиб, диаметри 0,4-0,5 мкм ва узунлиги 1-5 мкм бўлади. Битта хужайрада учтадан икки минггача митохондрий бўлиши мумкин (унинг сони хужайра онтогенезида функционал ҳолатига қараб ўзгарилиб туради). Органоид 5-6 мкм қалинликдаги ташқи ва ички мембраналар билан чегараланган. Ички мембраналар бўртмалар-кристалар ҳосил қилади. Митохондрийнинг ички муҳитини матрикс ташкил этиб, унда рибосома ва митохондриял ДНК бўлади. ДНК халқасимон тўзилишга эга.

Митохондрияларда хужайранинг энергияга бўлган талабини қондирувчи аэроб нафас олиш ва оксидланувчи фосфорланиш тизимлари жойлашган. Ички мембранасида электрон транспорт занжири компонентлари жойлашган. Матриксда нафас олиш жараёнида иштирок этувчи ферментлар тизими жойлашади.

Кребс, глиоксилат ва пентозамонофосфат цикларида O_2 иштирок этмаса ҳам бу циклар фақат аэроб шароитида амалга ошади. Кребс циклида сукцинил – СоА даражасида АТРнинг субстрат фосфорланиш натижасида ҳосил бўлишини назарда тутмасак, бу цикларда АТР ҳосил бўлмайди. O_2 нафас олишнинг охириги босқичида, қайтарилган НАД Н ва ФАД H_2 ларнинг электрон транспорт занжирида (ЭТЗ) оксидланиши даврида керак бўлади. ЭТЗ бўйлаб электронларнинг ҳаракатланиши натижасида АТР синтезланади.

Нафас олиш ЭТЗ си митохондрийларнинг кристаларида жойлашади ва электронларни қайтарилган субстратлардан O_2 га узатишда хизмат қилади,

бу H^K ионларини трансмембран ҳаракати билан кузатилади. Шундай қилиб митохондрийлар ЭТЗси оксидловчи-қайтарувчи H - помпалар вазифасини ўтайди.

Д.Грин 1961 йилда митохондрий мембранасида электрон ўтказгичлари 4 та комплексга гурухлаштирилганлигини аниқлайди.

Компонентлар	Т а в с и ф и	E_0, V
1	2	3
НАДН	1-комплекс (N A Д Н:С о Q – оксидоредуктаза) қайтарилган никотин амидадениндинуклеотид	-0,320
FMN	Фловинмононуклеотид, эндоген	-0,070
	НАД Н оксидловчи дегидрогеназа коферменти	-0,300
FeS _{N1}	Олтингугурт темир оксиллари:	-0,305
FeS _{N2}	N ₁ -2FeS; N ₂ ; N ₃ -4Fe4S	-0,245
FeS _{N3}		-0,020
ФАД	2-комплекс (сукцинат:убихинон-оксидаредуктаза) Флавинадениндинуклеотид-сукцинатдегидрогеназа коферменти	-0,045
FeS _{s1}	Темиролтингугурт оксиллари:	-0,007
FeS _{s2}	S ₁ , S ₂ -2 FeS-тур	(0,230)
FeS _{s3}	S ₃ -4 FeS 4S- тур	Қ0,080
Q	Убихинон – бир ва икки электронли липид эритувчи ўтказгич	Қ0,070
	$ \begin{array}{c} O \\ \\ H_3CO \quad \quad CH_3 \quad \quad CH_3 \\ \\ H_3CO \quad \quad (CH_2-CH+C-CH_2)_{10}H \\ \\ O \end{array} $	

Цитохром B_{556} B_{560} Цит C_1 FeS_R Цит.с	3-комплекс(убихинон: цитохром с-оксидоредуктаза) кавалентсиз боғланган генлари бор гемопротеин Цитохром C_{552} -гемопротеин, оксил билан ген кавалент боғланган Риеке темиролтингугурт оксили ($2Fe\ 2\ 8$) Цитохром C_{550} – гемопротеин, сувда эрувчи гем ва оксилнинг кавалент боғи	$K0,075$ $K0,080$ $K0,235$ $K0,280$ $K0,235$
Цит.а Si_A Цит a_3 Si_B O_2, H_2O	4-комплекс (цитохром с: кислород-оксидоредуктаза; цитохромоксидаза) Цитохром а-гемопротеин, гем ва оксилнинг кавалентсиз боғи ютилиш спектри максимум (77K): 559, 438 ва 445 нм Мис атоми, редокс-компонент комплекс сифатида цит.а билан функцияланиши Цитохром a_3 -гемопротеин; O_2 билан алоқа қилади. O_2 билан комплекс ҳосил қилишда цит. a_3 билан алоқа қилувчи мис атоми $1/2\ O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$	$K0,190$ $K0,210$ $K0,385$ $K0,816$

Муҳокама саволлари:

- 1.Митохондрияларнинг тузилишини изохланг.
- 2.Эукариот ва прокариот ҳужайраларнинг митохондрийлари орасидаги фарк ва ўхшашликларни тушунтиринг.
- 3.Митохондрийларнинг эволюцион ривожланишини изохлаб беринг.
- 4.Электрон транспорт занжирини изохланг
- 5.ЭТЗ нинг аҳамиятини тушунтиринг.
6. O_2 нинг нафас олишдаги аҳамиятини тушунтиринг.
- 7.Д.Грин ишларини тушунтиринг.

5-асосий савол: Нафас олиш экологияси.

Дарс мақсади: нафас олиш ўсимликнинг биологик хусусиятлари, ёшига, тўқималар турига, ривожланишига боғлиқлигини, ҳосилни сақлашда нафас олишнинг аҳамиятини тушунтириш.

Идентив ўқув мақсадлари:

- 5.1.Нафас олишнинг ички ва ташки омилларига боғлиқлигини изохлайди.

5.2. Дон, мева ва сабзавотларни сақлашда нафас олишнинг аҳамиятини тушунади.

5-савол баёни.

Нафас олиш тезлиги ўсимликларнинг турига, ёшига ва яшаш шароитларидаги омиллар таъсирига боғлиқ. Хатто бу тезлик бир ўсимликнинг ҳар-хил қисмларида турлича содир бўлади. ўсимлик қанча ёш ва модда алмашинув жараёни қанча фаол бўлса нафас олиш ҳам шунча кучли бўлади. Ўсимликнинг қариш жараёнида нафас олиш тезлиги ҳам пасая боради. Пишиб етилган, қуруқ уруғларда нафас олиш тезлиги жуда паст унаётган уруғларда эса фаол бўлади. Масалан таркибида 10-12% суви бўлган бир килограмм арпа уруғи бир суткада 0,3-0,4 мг CO_2 ажратади. Тўла бўртган ва унаётган уруғларда эса нафас олиш тезлиги 10 минг мартадан юқори бўлади. Умуман ўсимликларнинг нафас олиш тезлиги 10 минг мартадан юқори бўлади. Умуман ўсимликларнинг нафас олиш тезлиги ички ва ташқи омиллар таъсирига боғлиқ.

Кислороднинг миқдори. Нафас олиш жараёни учун кислороднинг миқдори энг муҳим омиллардан бири ҳисобланади. Хаво таркибидаги кислород (21%) ўсимликларнинг эркин нафас олишига тўла етарли бўлиб, хатто унинг миқдори 9% гача камайса ҳам ўсимликларга зарарли таъсир қилмайди. Фақат атмосферада кислород миқдори 5% га тушгандан сўнггина унинг етишмаслиги сезила бошлайди. Ўсимлик тўқималаридаги кислород миқдори атмосфера таркибидаги кислороддан камроқ бўлиб, ўзгариб туради. Масалан, қанд лавлагисининг барг тўқималарида бу кўрсаткич миқдори бир сутка давомида 7,1% дан 17,4% гача ўзгаради. Демак атмосферадаги кислород ўсимликлар учун тўла етади. Аммо илдиз тизими жойлашган тупроқда тез-тез кислород етишмаслик ҳоллари содир бўлиши мумкин. Айниқса, структураси бўзилган, чиринди (гумус) моддалари кам, сув босиб узоқ муддатга сақланиб қолган қаткалоқ ҳосил бўлган ерларда кислороднинг тупроқ заррачалари орасига кириб туриш жараёни бўзилади ва илдизлар учун анаэроб шароит юзага келади. Илдиз тизими жойлашган тупроқ муҳитида кислороднинг етишмаслиги, анаэроб нафас олиш ўрнига бижғиш жараёнини фаоллаштиради ва натижада запас органик моддалар кўпроқ сарфланади. Оралиқ моддалар сифатида спиртлар ажралиб тўпланиб ўсимлик илдизлари чирий бошлайди. Бу узоқ давом этса ўсимликларнинг ўсиш ва ривожланиши, ҳосилдорлиги кескин камаяди ва хатто ўсимлик ўлиши ҳам мумкин. Шунинг учун бундай ерларга қўшимча ишлов бериш, тупроқни юмшатиш қаткалоққа йўл қўймаслик, ўғитлаш (органик ва минерал) зарур.

Карбонат ангидриднинг миқдори. Карбонат ангидриднинг миқдори ҳам нафас олиш жараёнида маълум аҳамиятга эга. Тўқималарда у кўп миқдорда тўпланганда нафас олиш тезлиги пасаяди. Карбонат ангидриднинг тўпланиши кўпинча пишиб етилган ва қаттиқ пўст билан

копланган уруғларда содир бўлади. Кўпчилик ёввойи ўсимликларнинг каттиқ пўст ўралган уруғлари узоқ йиллар давомида ўзининг кўкариш қобилиятини йўқотишмайди, чунки уларнинг пўсти остида тўпланган карбонат ангидрид таъсиридан нафас олиш тезлиги жуда суст бўлиб, органик модда тезда сарфланмайди. Омборларда CO_2 нинг миқдори кўп бўлганда мевалар узоқ муддатгача яхши сақланади.

Ҳарорат. Ўсимликларнинг нафас олиш жараёни ҳарорат таъсирига узвий боғлиқ. Бу боғлиқлик маълум ҳарорат даражаларида Вант-Гофф қондасига бўйсинади. Яъни ҳарорат ҳар сафар 10^0 га кўтарилганда нафас олиш тезлиги икки баробар ошади. Масалан, у 0^0 дан 20^0 гача ошиб борганда реакция тезлиги ҳам 2-3 марта ошиб боради. Лекин 20^0 С дан юқори ҳароратда реакция тезлиги камроқ ошиб боради. Ўсимлик турлари ва аъзоларининг ҳарорат чегаралари бўлади (минимал, оптимал ва максимал). Нафас олишнинг минимал (пастки) чегараси кўпчилик ўсимликлар учун жуда паст. Масалан, қарағай ва арчалар учун – 25^0 С Албатта иссиқсевар ўсимликлар учун бу кўрсаткич анча юқори, айримлари учун 0^0 С атрофида бўлади. Ҳарорат ошганда нафас олиш кучи ҳам ошади ва у 40^0 С етгунча Вант-Гофф қондасига бўйсинади. Кўпчилик маданий ўсимликларда, 40^0 С дан ошгач, нафас олиш ҳам дархол юқorigа кўтарилади, 50^0 С атрофида кескин пасайиб қолади ва ўсимлик каттиқ зарарланади. Шунинг учун ҳам нафас олиш дастлаб кучайиб сўнгра пасаядиган ҳарорат эмас, балки бу жараён доим юқори даражада бўладиган ҳарорат оптимал дейилади. Кўпчилик ўсимликлар учун 30^0 - 40^0 С айрофида бўлади. Бу фотосинтезнинг оптимум даражасидан 5 - 10^0 С юқори. Максимал ҳарорат эса 45 - 55^0 С атрофида бўлиб, ҳар бир ўсимлик оксилининг хусусиятларига боғлиқ. Нафас олишнинг оптимал ҳарорат даражаси танадаги модда алмашинув жараёнидаги барча биохимик реакциялар ва ферментларнинг фаоллиги учун ҳам анча қулайдир.

Сув режими. Нафас олиш тизимига ҳужайраларнинг сув билан таъминланиш даражаси ҳам катта таъсир этади. Ўсимликларнинг баргларида бирданига сувнинг камайиши сабабли даставвал нафас олиш тезлашади. Кейинчалик эса сув танқислиги ортиб бориши билан нафас олиш тезлиги ҳам пасая боради. Буни уруғларда яхши кузатиш мумкин. Етилмаган уруғларда сув миқдори кўп нафас олиш ҳам нисбатан кучлироқ бўлади. Уруғлар пишиб етилгач сув миқдори ҳам энг кам 10-11% бўлади. Бундай уруғларда нафас олиш ҳам энг паст даражада бўлиб, улар яхши сақланади. Экиш олдида ивигилган уруғлар сувни 30-35% гача шимиб олгандан сўнг уларнинг нафас олиш тезлиги бир неча минг мартадан ошиб кетади ва униш жараёни бошланади. Уруғларда кечадиган бу физиологик жараёнларни бошқариш йўли билан донларни сифатли сақлаш, улардан юқори даражада фойдаланиш мумкин. Уруғлар ошиқча сувни шимиб олганда ҳам аэрация жараёни бўзилиб, бижғиш

бошланиши ва уруғлар нобуд бўлиши мумкин. Бундай ҳолларда уруғ қорайиб қолади ва унувчанлик қобилиятини йўқотади.

Ёруғлик. Ёруғлик яшил ўсимликларга таъсир этганда ҳароратнинг кўтарилиши кузатилади ва бунинг натижасида нафас олиши ҳам тезлашади. Фотосинтезга ёруғликнинг таъсири натижасида эса нафас олиш жараёни учун энг зарур органик модда ҳосил бўлади. Демак ёруғлик яшил ўсимликларнинг нафас олишига туғридан-туғри таъсир этмас, балки бошқа физиологик жараёнлар орқали таъсир этади. Ёруғликнинг таъсирини яшил бўлмаган ўсимликларда ўрганиш натижасида унинг маълум миқдори туғридан-туғри таъсир этиши ҳам мумкинлиги кузатилган. Нафас олиш жараёнининг фаолияти ёруғлик спектрининг ультрабинафша (380 нм) ва кўк яшил (400-500 нм) нурларнинг ютилиши натижасида кузатилади. Масалан, маккажўҳорининг этиоланган баргига ёруғликнинг кук спектр нурлари билан таъсир этганда қоронғидаги баргларига нисбатан нафас олиш жадаллиги икки баравардан кўпроқ кўтарилган.

Дон, мева ва сабзавотларни сақлашда нафас олишининг аҳамияти.

Ўсимликларнинг нафас олиш жараёни, улардаги модда алмашинувининг муҳим қисмини ташкил этиб, ўсиш, ривожланиш ва ҳосилдорликнинг асосини ташкил этганидек, етиштирилган маҳсулотларни узоқ муддатга ва сифатли сақлаш ҳам нафас олиш тезлигини бошқаришга асосланган. Маҳсулотларни сақлашда нафас олиш жадаллигининг қанча паст бўлса, органик моддаларнинг миқдори шунча кам сарфланади ва улар сифатли сақланади. Нафас олиш жадаллигининг даражаси энг аввало ҳарорат ва намлик миқдорига боғлиқ. Донларнинг таркибидаги сув миқдорини ва улар сақланадиган омборлар ҳароратини бошқариш катта аҳамиятга эга. Сув миқдори ғалласимонларнинг донларида 14% ва мойли ўсимликларнинг донларида 8-9% дан ошмаганда, ҳарорат эса 0° атрофида бўлганда нафас олиш энг паст даражада сақланади. Намликнинг миқдори 18-22% ва ҳарорат 45-50° га етганда нафас олиш жадаллиги ҳам кескин ошади. Натижада уруғлардаги запас органик моддалар тезлик билан сарфланади. Бунинг натижасида ажралиб чиққан кимёвий энергия иссиқлик энергиясига айланади, омборларнинг ҳарорати янада ошади ва ҳар хил чиритувчи микроорганизмларнинг ривожланишига шароит яратади. Бундай шароитда сақланган донлар униб чиқиш қобилиятини йўқотади. Шунинг учун ҳам донларни сақлашда намлик кам миқдорда бўлиши мақсадга мувофиқ.

Мева сабзавотларни сақлаш донларни сақлашдан биров фарқ қилади. Чунки уларнинг таркибида сув жуда кўп (75-90% гача) сувни камайтириш улар сифатининг пасайишига сабаб бўлиши мумкин. Шунинг учун ҳам мева сабзавотларни сақлашда бош омил ҳарорат ҳисобланади. Энг қулай ҳарорат 0° атрофида бўлиши аниқланган. Маҳсул хоналарда ва

музлатгичларда сақланганда ҳам ҳарорат $3-7^{\circ}\text{C}$ дан ошмаслиги керак. Масалан, картошка учун сақлаш ҳарорати $2-4^{\circ}\text{C}$, карам учун 0° дан 1°C , қолган мева ва сабзавотлар учун 0°C қулай эканлиги аниқланган. Бунда нафас олиш тезлиги паст бўлиб, махсулотлар сифатли сақланади. Мева сабзавотларни сақлашда CO_2 нинг миқдори ҳам катта аҳамиятга эга. У кўп бўлса, нафас олиш жадаллиги пасаяди.

Муҳокамо саволлари:

1. Ўсимликларнинг нафас олиш тезлиги нималарга боғлиқлигини изоҳланг.
2. Хаво таркибидаги ва ўсимлик тўқимасидаги кислороднинг миқдори камайиши ўсимлик учун таъсирини изоҳлаб беринг.
3. Омборларда.....нинг миқдори кўп бўлганда мевалар узокроқ муддатгача сақланади.
4. Махсулотларни сақлашда нафас олиш жадаллиги.....бўлса, органик моддаларнинг миқдори шунчасарфланади ва улар сифатли сақланади.
5. Қуйидаги меваларни сақлашда энг қулай ҳароратни белгиланг.
 - 1) Карам учун-
 - 2) Картошка -
 - 3) Қолган мевалар учун-

Ўсимликларда сув алмашинув физиологияси.

Асосий саволлар.

1. Ўсимликлар ҳаёти фоліятида сувнинг ҳолати, шакли ва аҳамияти.
2. Сувнинг ўсимлик бўйлаб ҳаракатланиш механизмлари ва ўсимликларни суғоришнинг физиологик аҳамияти.
3. Транспирация жараёни ва унинг физиологик аҳамияти.
4. Ўсимликларнинг сув алмашинув экологияси.

Мавзуга оид таянч тушунча ва иборалар: диффузия, осмос, осмотик босим, тургор, плазмолиз, гравитацион сув, капиляр сув, пардасимон сув,

гигроскопик сув, имбибицион сув, эркин сув, боғланган сув, симпласт, апопласт трансвокуляр, транспирация, транспирация жаддалиги, транспирация миқдори, антитранспиратлар, ксерофитлар, сукулентлар, сув танқислиги.

1-асосий савол бўйича дарс мақсади: ўсимликлар ҳаёт фаолиятида сувнинг ҳолати ва фракцион таркиби, эркин ва боғланган сув, ҳужайрага сув ютилишининг асосий қонуниятлари, биоколлоидларнинг бўкиши ва осмос, ўсимлик сув режимининг термодинамик кўрсаткичлари ҳақида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

- 1) Ўсимликлар ҳаётида сувнинг аҳамияти ва сув шакллари билади.
- 2) Ўсимлик ҳужайрасининг осмотик хусусиятларини изоҳлайди.
- 3) Ўсимликлар сув режимининг босқичларини фарқлайди.

1-асосий саволнинг баёни:

Сув тирик организмларнинг яшаши учун асосий муҳитлардан биридир. Сувсиз шароитда организмлар нобуд бўлади ва анабиоз ҳолатига ўтади. Ўсимликлар танасида сувнинг миқдори 70% дан то 90% гача бўлиши мумкин. Яъни бу уларнинг тур ва навларига, ёшига, яшаш муҳитига ҳар хил органларига ва ҳатто ҳужайра органолларига боғлиқ. Айниқса ўсимликнинг ёш ҳужайра органолларида сув миқдори кўп бўлади. Ўсимликнинг ёш аъзоларида, баргида бу кўрсаткич 90% гача бориши мумкин. Сув миқдори ҳужайра протоплазмасида 80%, ширасида 98%, пўстида 50% гача етиши мумкин. Айрим ҳўл меваларда жуда кўп - бодрингда 98%, помидорда 94%, тарвузда 92%, картошкада 77% гача бўлади.

Ўсимликлар ҳаётий жараёнида сув қуйидаги вазифаларни бажаради:

- 1) биокимёвий реакцияларининг содир бўлиши учун асосий муҳит бўлиб ҳисобланади;
- 2) кимёвий бирикма бўлганлиги учун муҳим реакцияларда: гидролиз, синтез, оксидланиш ва қайтарилиш реакциялари да (фотосинтез, нафас олиш, минерал элементларни ўзлаштириш ва ҳаказо) тўғридан тўғри иштирок этади.
- 3) ўсимликларни кучли иссиқлик таъсиридан сақлайди, уларнинг ҳароратини пасайтиради (транспирация);
- 4) ўсимликларнинг тупроқдан қабул қилган минерал элементлари, унинг танасида ҳосил бўлган органик моддаларни ҳаракати ва қайта тақсимланиши ҳам сув ҳисобига содир бўлади.

Табиатда яшовчи ҳар бир ўсимлик ўзининг онтогенезида жуда кўп миқдорда сув сарфлайди (асосан, танаси орқали буғлатади).

Масалан: маккажўхори вегетация давомида 200 л гача, буғдой эса бир тонна қуруқ модда ҳосил қилиш учун 300 т сув сарфлайди. Умуман ўсимлик орқали ўтган сув миқдорини 1000 қисм деб олсак, шундан 1,5-2 қисмигина

органик моддаларнинг ҳосил бўлишида иштирок этиб, қолган 998,5 қисми тана орқали буғланиб кетади.

Ўсимлик ўз онтогенезида сарфлайдиган сув миқдори кўп ёки оз бўлиши иқлим шароитига боғлиқ. Масалан иссиқ ва қуруқ иқлимда бу кўрсаткич сернам иқлимдагидан кўра 2-3 марта кўп бўлиши мумкин. Қолаверса бунга тупроқдаги сув миқдори ҳам таъсир қилади.

Диффўзия ва осмос.

Ҳужайранинг ҳаётийлиги ундаги доимий модда алмашинув жараёнининг мавжудлигига боғлиқ. Яъни ҳужайралар ташқи шароитдан ёки ёнма-ён жойлашган ҳужайралардан тўхтовсиз қабул қилинади, айрим моддаларни эса аксинча ўзидан чиқаради, яъни ўсимликнинг ҳаёти учун ташкил қилган ҳужайраларнинг ташқи ва ички муҳит омиллари билан муносабати орқали амалга ошади. Булардан энг муҳими ҳужайраларга ташқи муҳитдан сув ва унда эриган моддаларнинг кириши ва ҳужайралараро ҳаракатидир. Ана шу жараёнларда ўсимлик ҳужайраларида мавжуд бўлган осмотик потенциал катта роль ўйнайди. Бу эса диффўзия ва осмос қонунларидан келиб чиқади. Умумий системада моддаларнинг бир жойдан иккинчи жойга силжишига *диффўзия* дейилади. Диффўзияланувчи модда ўз йўлида парда учратса, унинг тарқалиши анча қийинлашади. Ҳужайранинг целлюлоза, гемицеллюлозадан иборат пўсти ҳам шунга ўхшаш пардалар қаторига киради. Суюқ ва эриган моддаларнинг парда орқали диффўзияланиш ходисасига *осмос* дейилади. Эритманинг парда орқали ичкарига киришига *эндоосмос*, ташқарига чиқишига эса *экзоосмос* дейилади. Кейинги йилларда ўтказилган текширишларнинг кўрсатишича фақат эритувчиларни (сув) ўтказиб, эриган моддаларни бутунлай ўтказмайдиган пардалар ҳам борлиги аниқланди. Бундай пардалар *танлаб ўтказувчи пардалар* деб аталади.

Осмотик босим. Экзоосмосдан кўра экдоосмоснинг кучлироқ бўлиши натижасида ривожланиб пуфакнинг ички томонидан итарувчи гидростатик босим-осмотик босим деб аталади. Бундай босимнинг мавжудлигини биринчи марта 1826 йилда француз ботаники Дютроше исботлаб берган. Буни исботлашда қўлланилган асбоб эса Дютроше осмометри дейилади. Бу осмометр билан осмотик қонуниятларни куриб чиқиш учун хайвон қовуғидан ёки пергамент қоғозидан халта тайёрлаб, уни тез диффўзия қилмайдиган модда билан (сахароза, глюкоза) тўлғазиб сувга солсак, халтача шима бошлайди, унинг деворлари таранг бўлиб қолади. Ичкаридан ҳосил бўлган босимга чидаолмай ёрилади. Агар халтачани огзини бутунлай боғлаш ўрнига шиша най ўрнатилса, унинг ичидаги суюқлик баланлиги ички босим таъсирида кўтарила бошлайди. Бу жараён дастлаб тез бориб, кейинчалик секинлашади ва тўхтаб қолади, кейин эса яна пасая бошлайди. Чунки Дютроше ишлатган парда (плёнка) ярим ўтказгич хусусиятига эга эмас эди.

Бу тажрибани 1877 йилда В.П.Пфеффер ўсимлик ҳужайрасига яқинроқ ҳолда ўтказган. Бунинг учун у майда тешикчали чинни цилиндр ичига мис кўпораси эритмасини солган ва цилиндрни сариқ қон тузи $K_4[Fe(rN_6)]$

эритмаси ичига тушўрган. Натижада ўсимлик хужайрасига яқинроқ ярим ўтказгич мембрана ҳосил бўлган.

Пфеффер осмотик босимнинг қиймати турли шароитга боғлиқ бўлганлигини шу осмометр ёрдамида текшириб, унинг эритма концентрациясига нисбатан тўғри пропорционал эканлиги аниқланган.

Ўсимликларнинг хужайрасида ҳам шундай жараён содир бўлиши мумкин, яъни ўсимлик хужайрасининг пўсти эластиклик хусусиятига эга бўлиб, чўзилиш қобилиятига эга. Сув ва эриган моддаларни ўзида ўтказди. Лекин протоплазма мембрана қаватларини мавжудлиги плазмолемма ва танопласт сабабли турли моддаларга нисбатан танлаб ўтказувчанлик хусусиятига эга. Унинг бу хусусияти сувда эриган моддаларни хужайра ширасига турли тезликда ўтишига асосланади. Ўсимлик хужайрасининг вакуоласида жуда кўп осмотик актив моддалар тўпланади. Буларга шакарлар, органик кислоталар ва тузлар киради. Хужайра шираси осмотик актив моддалар қанча кўп тўпланса, унда осмотик босим шунча юқори бўлади.

Хужайранинг осмотик босимини Вант Гофф формуласи бўйича аниқласа бўлади: $P_{\text{кRTCi}}$, бу ерда P - осмотик босим, C - эритманинг изотоник концентрацияси, R - газларнинг доимий коэффиценти-0,08207 га тенг, T - абсолют ҳарорат, i -изотоник коэффицент бўлиб электролит эритмалар учун 1 га ва электролитмас эритмалар учун 1,5 га тенг.

Осмотик босим ўсимлик турларига, уларнинг яшаш шароитларига ва ҳатто органларига ҳам боғлиқ, яъни кўпчилик мезофитларнинг илдизида 0,3-1,2 МПа тенг. Шўр тупроқларда яшовчи ўсимликларда (галофитларда) энг юқори –15 МПа гача бўлади.

Тургор ва плазмолиз. Тирик хужайрага моддаларнинг киришида протоплазманинг плазмолемма кавати асосий вазифани бажаради. Бу кават ўтказувчи бўлиб, сувни яхши ўтказди, сувда эриган моддаларнинг баъзиларини осон ёки ёмон ўтказса, айримларини умуман ўтказмайди.

Агар ўсимлик хужайрасини тоза сув ичига туширсак хужайра ширасининг концентрацияси эритма бўлган ва протоплазма сувни осонлик билан ўтказганлиги сабабли хужайра сувни тортиб ола бошлайди. Хужайра ширасининг осмотик босими қанчалик юқори бўлса, шунча куч билан сув вакуолага тортилади. Сув хужайра пўсти, плазмолемма, мезоплазма ва танопласт орқали диффузияланиб, хужайра ширасига қўшила бошлайди. Бу жараён хужайрада пўстнинг қаршилиги билан ширанинг осмотик босими тенглашганча давом этади. Яъни сувнинг ичкарига кириши тўхтади. Чунки хужайранинг тургор ҳолати содир бўлади. тирик хужайра пўсти тўла сув билан таъминлаши натижасида таранг туришига тургор дейилади. Хужайра пўстининг тарангланиши натижасида ҳосил бўлган ва ичкарига итарадиган куч тургор босими дейилади.

Хужайранинг тургор ҳолатида юзага келган умумий таранглик бутун ўсимлик организмнинг таранг ҳолда туришини, барглар, новдаларнинг тик туриши ҳолатини, умуман ўсимликнинг нормал физик ҳолатини таъминлайди.

Агар ҳужайра концентрацияси ҳужайра ширасининг концентрациясидан юқори бўлган эритмага (ош тузи ёки шакар эритмаси) солинса тургорнинг аксини кузатиш мумкин.

Ташки эритманинг концентрацияси юқори бўлганлиги сабабли, ҳужайра ширасидан сув ташқи эритмага чиқа бошлайди. Бунинг натижасида вакуоланинг ҳажми кичраиб, ҳужайра ширасининг концентрацияси ортиб боради. Вакуола қисқарган сари уни ўраб турган протоплазма ҳам қисқариб, охири у ҳужайра пўстидан ажрала бошлайди. Ташқи эритма эса пўст билан протоплазма ўртасида ҳосил бўлган бўшлиқни эгаллай бошлайди. Протоплазма қисқариб, ҳужайра пўстидан ажралишига плазмолиз дейилади. Плазмолизланган ҳужайра яна тоза сувга солинса, у яна сувни шимиб олиб тургор ҳолатига қайтиши мумкин. Бу жараёнга деплазмолиз дейилади. Ҳужайраларда содир бўладиган плазмолиз икки хил шаклда учраши мумкин. Дастлаб протоплазма ҳужайра бурчакларидан ажрала бошлайди, сўнгра ҳамма деворларидан ажралади. Лекин анча вақтгача ҳужайранинг айрим жойларида протопласт пўст билан бириккан ҳолда қолади ва ботик чегарали шаклга киради. Бунга ботик формали плазмолиз дейилади. Агар протопласт ҳужайра пўстидан тўла ажралиб, тўпланиб қолса, думалоқ шаклга киради. Плазмолизнинг бундай формасига каварик плазмолиз дейилади. Умуман ўсимликлар ҳужайра ширасининг осмотик босими улар яшаётган муҳит эритмасининг осмотик босимидан юқорироқ бўлиши шарт. Шундагига ўсимлик ҳужайраларининг тургор ҳолати сақланади.

Ҳужайранинг сўриш кучи.

Ўсимлик ҳужайрасининг коллоид ва осмотик хусусиятлари ҳужайрага ташқи муҳитдан сув ўтиш қонунларини белгилайди. Қуруқ уруғларга сувнинг шимиши улардаги запаси органик моддаларнинг коллоид мицеллаларининг бўртиши натижасида содир бўлади. Оксил моддалари энг кўп, крахмал камроқ бўртиш қобилиятига эга. Шунинг учун ҳам таркибида оксил ёки крахмал бўлган қуруқ уруғлар бўртган вақтида сувни жуда катта куч билан тортади. Бу куч 1000 атмосферагача етади. Лекин уруғ ҳужайралари сув билан таъминланиши жараёнида, уларни сув тортиш кучи камая боради. Уруғларнинг бу қобилияти уларнинг униб чиқишини таъминлашда катта аҳамиятга эга.

Ёш нихолларнинг ва ўсимликларнинг сув билан таъминланишига ҳужайрадаги осмотик босим сабабчи бўлади. Ҳужайранинг сувни сўриш кучи унинг осмотик босимига тўғри пропорционалдир. Яъни ҳужайрага сувни кириш кучига ҳужайранинг *сўриш кучи* дейилади. Яъни бу куч ҳужайра ширасининг осмотик ва тургор босимлари муносабати билан белгиланади:

$$S = \kappa P - T$$

Бу ерда S -ҳужайранинг сўриш кучи (атм), P -осмотик босим (атм), T -тургор босим (атм).

Формуладан кўринганидек осмотик босим қанча юқори бўлса-сўриш кучи ҳам ортиб боради. Тургор босими камайган сари сўриш кучи ортиб боради ва $T \rightarrow 0$ бўлган вақтда ҳужайранинг сўриш кучи энг юқори кўрсаткичга эга бўлади.

Сувнинг шимилиши ва ҳаракати.

Барча куруқликда яшовчи ўсимликларнинг танасида тўхтовсиз сув алмашилиши жараёни содир бўлиб туради. Бундай жараёнга ўсимликларнинг *сув режими* дейилади. У уч босқичдан иборат:

- 1) сувнинг илдиз томонидан сўрилиши;
- 2) ўсимлик танаси бўйлаб ҳаракати ва тақсимланиши;
- 3) барглар орқали буғланиши-транспирация.

Бу босқичларнинг ҳар бири бир қанча жараёнларни ўз ичига олади. Ўсимликларнинг сувга бўлган талабининг жуда оз қисмини ер устки аъзолари (асосан барглар) орқали таъминлайдилар. Бу асосан ёғинғарчилик ва хаво намлиги юқори бўлган даврлардагина юз бериши мумкин. Нормал ўсиш ва ривожланишни таъминлайдиган асосий сув миқдори тупроқдан илдиз системаси орқали олинади.

Тупроқдаги сув формалари.

Тупроқдан сув олиш учун ўсимлик илдиз хужайраларининг сўриш кучи тупроқ эритмасининг сўриш кучидан бирмунча юқори бўлиши шарт. Чунки тупроқда бундай сўришга қаршилик қилувчи кучлар мавжудки, улар сувни ушлаб турувчи кучлар дейилади. Одатда тупроқ таркибида сув тоза эмас, балки концентрацияли эритма холида бўлади. Эритманинг концентрацияси тупроқдаги сувда эрувчи тузлар ва бошқа моддаларнинг миқдорига боғлиқ. Бундан ташқари тупроқда осмотик қаршилик билан бир қаторда адсорбцион ҳарактердаги қаршилик ҳам бор. У сув молекулаларининг тупроқ доначалари билан бўлган ўзаро муносабатидан келиб чиқади. Яъни сув тупроқ доначалари билан ҳар хил даражада бирикади ва натижада тупроқдаги ҳар хил шакллари ҳосил бўлади. Булар қуйидагилар:

1. Гравитацион сув - сув билан тўлдирилган ва ҳаракатчан йирикроқ тупроқ капилярлари. Бундай сув яхши ўзлаштирилади.
2. Капиляр сув-тупроқнинг торроқ капилярларидаги сув менискаларининг юзага тортилиши натижасида ушланиб туради ва оғирлик кучига бўйсиниб пасга тушмайди, бу сувни ушлаб турадиган куч жуда оз, шунинг учун уни илдиз тукчалари бемалол суради.
3. Падасимон сув-бу сув тупроқ доначалари сатҳида молекуляр тортув кучлари адсорбция билан ушланиб туради, бу кучлар анча юқори ва парда юпқалашгани сари ошиб боради. Бундай сувларни ўсимликлар қийинчилик билан ўзлаштиради.
4. Гигроскопик сув-бу сувни тупроқ кучлари жуда катта куч (1000 атм яқин) билан ушланиб туради ва уни ўсимликлар мутлақо ўзлаштира олмайди, бу тупроқ доначаларининг катта-кичиклигига қараб 0,5%дан (йирик қумларда) тортиб то 14% гача (оғир саз тупроқда) бўлиши мумкин.
5. Имбибицион сув-кимёвий жихатдан бириккан бўлиб, тупроқ ичида коллоид моддалар қанча кўп булса, у ҳам шунча кўп бўлади. бундай сув айниқса торфли тупроқларда кўп ва ўзлаштирилмайди.

Умуман тупроқдаги сув формалари икки гуруппага бўлинади:

1. Эркин сув – ўсимлик танасидан осонлик билан ўзлаштириладиган сув формалари (гравитацион, капиляр ва қисман падасимон)

4) Боғланган, яъни ўсимлик / ўзлаштирилмайдиган сув шакллари / гигроскопик ва имбибицион.

Тупроқдаги эркин ўзлаштириладиган сув шакллари 1,2 М Па ва ўзлаштирилиши қийин бўлган сув шакллари 0,25-3,0 мПа гача бўлган куч билан ушланиб туради.

Ўсимликлар ўзлаштира олмайдиган *сувга сувнинг улик запаси* дейилади. Ўлик запасининг миқдори одатда тупроқ турига ва таркибига қараб ўзгариб туради.

Тупроқнинг тўла нам билан таъминланиш қобилиятига – тўла нам сиғими дейилади. Тўла нам сиғими ҳам тупроқ турларига қараб ҳар хил миқдорга эга: йирик кум –23,4%, майда кум 28,0% енгил қумлоқ-33,4% оғир қумлоқ-47,2% оғир соз-64,6% ва бошқалар.

Муҳокама соволлари.

1. Ўсимлик ҳаётидаги сувнинг аҳамиятини изоҳланг?
2. Хужайрадаги боғланган сув шакллари..... вазифаларини бажаради.
3. Нима учун хужайра плазмолизга учрайди?
 4. Сув мувозанати деб нимага айтилади ва у қай маҳал бузилиши мумкин?
 5. Сув шаклларини санаб беринг.
 6. Эркин сувнинг аҳамиятини изоҳланг.

2-асосий савол бўйича дарс мақсади: сувнинг ўсимлик бўйлаб ҳаракатланиш механизмлари, яқин ва узоқ ташилиш йўллари, илдиз босими ва унинг ўсимлик ҳаётидаги роли, транспирациянинг миқдорий кўрсаткичлари: интенсивлиги, махсулдорлиги, транспирация коэффиценти кутукуляр ва лабча транспирацияси, лабчаларнинг тузилиши ва ҳаракатланиш механизмлари, ёруғлик таъсири, транспирация интенсивлигига ташқи муҳит омилларининг таъсирини ўргатиш.

Идентив ўқув мақсадлари:

- 2.1. Илдиз системаси ва унинг сувни сўришини изоҳлайди.
- 2.2. Илдиз пўстлоқ тўқима хужайралари орқали сувнинг ҳаракат йўллариининг фарқлайди.
- 2.3. Ўсимликларда йиғлаш ва гуттация ходисаларини асослайди.
- 2.4. Илдиз тизимининг сувни сўришига ташқи шароит омилларининг таъсирини фарқлайди.

2-асосий савол баёни:

Илдиз системаси ва унинг сувни сўриши.

Ўсимликларнинг тўла сув билан таъминланиши жараёнида илдиз системаси асосий роль ўйнайди. Шунинг учун ҳам илдизнинг ривожланиши жадаллиги морфологик анатомик тузилишлари тупроқдан сув ва сувда эриган минерал элементларни сўришга мослашган. Илдизнинг энг фаол бирламчи тузилишида бир қанча қисмларни кўриш мумкин: илдиз кини, апикал меристема, ризодерма, бирламчи пўстлоқ, эндодерма, перицикл ва

ўтказувчи тўқималар. Илдизнинг ўсувчи қисми узунлиги 1см атрофида бўлиб меристема (1,5-2,0 мм) ва чўзиш (2-7 мм) қисмларини ўз ичига олади. Илдизнинг меристема қисмидаги хужайралар тўхтовсиз бўлиниб туради. Ҳар бир хужайра ўз ҳаётида 6-7 мартагача бўлинади ва илдизларнинг ўсишини таъминлайди. Хужайралар бўлинишидан тўхтагандан сўнг чўзилиш бошланади. Илдизнинг чўзилиш қисмида хужайраларнинг дифференцировкаси тугалланиб, илдизларнинг тукчалик қисми бошланади ва у ерда илдизнинг асосий тукималарининг шаклланиши тугайди: ризодерма, бирламчи пўстлоқ, эндодерма ва марказий цилиндр тўқималари.

Ризодерма бир қават бўлиб жойлашган хужайралардан иборат. Асосан илдиз тукчаларини ҳосил қилади ва бунинг натижасида илдизнинг сув ва сувда эриган минерал моддаларни сўрувчи юзасини бир неча баробар оширади. Илдизнинг тукчалар қопланган қисми канча кўп булса, унинг умумий сувни сўрувчи сатҳи ҳам шунча кўп бўлади. Бундай тукчаларнинг ҳар бири тупроқ капилляри ичига кириб, ундаги сувни сўради ва ўзини асосий физиологик функциясини бажаради.

Илдизнинг тукчалик қисмидан юқориси пассив характерга эга. Чунки бирламчи пўстлоқ хужайраларини девори қалинлашади, пўкаклашади ва хатто айрим хужайралар нобуд бўлади. Бунинг натижасида сув ва унда эриган моддаларни ола олмайди.

Кўпчилик ер устида яшовчи ўсимлик отогенезининг биринчи босқичида илдиз системаси устки қисмига нисбатан тез ривожланади ва атрофга мустаҳкам, кенг тарқалади. |
/алласимонларнинг илдизи 1,5-2м чуқурликка етиши мумкин. Бир туп кузги сулининг илдизи энг қулай шароитда яхши ривожланиб ён шохлари тез жуда кўпаяди 143 та бирламчи, 35 минг иккиламчи, 2 млн 300 минг –учламчи, 11,5млн тўртламчи тартибдаги илдизлар ҳосил бўлади. Илдизларнинг умумий сони 14 млн га етиб, узунлиги 600 км тенг бўлади. Бу илдизларда 15 миллиард тукча бўлиб, умумий узунлиги 10 минг км атрофида. Умуман ўсимликнинг илдиз сатҳи ер устки қисмига нисбатан 100 мартадан кўпроқ бўлади.

Мевали дарахтлардан 5-7 шохчаси бўлган олма дарахтида 50 мингдан ортиқ илдиз ҳосил бўлади.

Илдиз хужайраларининг сувни актив шимиши ва сиқиб юқорига чиқариши илдизларда модда алмашинуви сабабли рўй беради. Натижада илдиз системаси сувни тупроқ бўшлиғидан сўриб олиб маълум бир йўналишда тукчалардан то ўтказувчи найчаларгача ҳаракатга келтиради. Бу ҳаракат илдиз тукчалари, илдиздаги пўстлоқни ҳосил қилувчи паренхима хужайралар эндодерма, перицикл маркази паренхима ва ўтказувчи найчаларгача давом этади. Анчайин фаол характерга эга мазкур ҳаракат механизмига фақат асримизнинг 80 йилларидагина аниқлик киритилди. Илдизнинг пўстлоқ тўқимаси хужайралари орқали сув ҳаракати уч йўл билан содир бўлиши мумкин: апопласт, симпласт ва трансвокуоляр.

Симпласт ҳаракат сувнинг хужайра цитоплазмаси орқали ҳаракатланиши осмос қонунлари асосида содир бўлади. Бу ҳаракатга қисман АТФ ҳам

сарфланади. Умуман сув илдиз тукчаларидан то ўтказувчи найларигача симпласт йўли билан ҳаракат қилади.

Апопласт ҳаракат деб сувнинг хужайра пўсти орқали ҳаракатланишига айтилади. Хужайра пўстининг сувга нисбатан қаршилиги цитоплазмага қараганда анча камлиги апопласт ҳаракатининг активлигига сабаб бўлади. Бу ҳаракат ризодерма – илдиз тукчалари хужайраларигача давом этади. Эндодермага келган сув ўз йўналишини апопласт йўли билан давом эттира олмайди. Чунки бу ерда пўсти жуда қалинлашган (каспар белбоги) ва сув ўтказмайдиган хужайралар қавати жойлашган. Бироқ улар орасида махсус ўтказувчи хужайралар борки, улар илдизнинг ксилема хужайралари билан туташган апопласт йўли билан эндодермагача келган сув ўтказувчи хужайраларининг цитоплазмасига ўтади ва симпласт йўли билан ўтказувчи найларгача давом этади.

Трансвокуоляр ҳаракат сувнинг хужайра шираси орқали ҳаракатланиши билдиради. Хужайрага сувнинг кириши ва ҳаракатланиши тўла хужайра ширасининг осмотик босимига боғлиқ. Осмотик босим қанча юқори бўлса бу ҳаракат ҳам шунча фаол бўлиши мумкин, чунки хужайранинг сўриш кучини оширади.

Шундай қилиб сув ксилема найларига ўтади ва уларда пастдан юқорига итарувчи гидростатик босим ҳосил қилади. Бу босим *илдиз босмидир*. У ксилема найларига эритманинг илдизидан ер устки қисмларигача етиб боришини таъминлайди.

Агар ўсимлик танасини илдизга яқин жойидан кесиб қолган қисмига резина найча кийгизилса ва унга калта шиша найча ўтказилса, у холда илдиз хужайраларининг босими туфайли шиша найчадаги эритма кўтарила бошлайди. Сув тўплайдиган найча ўрнига симоб монометри ўрнатилса илдиз босимини ўлчаш мумкин. Ксилемага поядан эритманинг оқиб чиқишига ўсимликларнинг *йиғлаши ходисаси* деб аталади. Ажралиб чиққан эритмага шира дейилади. Чунки унинг таркибида органик ва аорганик моддалар эриган холда бўлади ва маълум концентрацияни ташкил этади. Ўсимликларнинг илдиз босими ҳар хил ўтчил ўсимликларда 1-3 атм атрофида ёғочли ўсимликларда эса бироз кўпроқ. Йиғлаш ходисаси ҳам ҳамиша ўсимликларда бир хил эмас. Баъзиларида (кунгабоқар, маккажўхори ва бошқалар) унинг борлиги жуда осон аниқланса бошқалари (қарағай, арча) деярли сезилмайди. қолаверса бу ходиса йил фасилларига ҳам боғлиқ, масалан баҳорда кучили бўлади. Баъзиларининг (оққайин, ток) кесилган пояларида кўп эритма оқиб чиқади. Бу илдиз босимининг жуда юқорилигидан далолат беради. Бу даврда асосий пояда босим 10 атмосферагача етади. Танадан ажралаётган ширани йиғиб олиб кимёвий анализ қилиш йўли билан илдизнинг функционал фаолиятини ўрганиш мумкин. Агарда тувакда ўстириляётган ўсимлик бир неча соатга нам атмосферага жойлаштирилса ёки устига шиша қалпоқ ёпиб қуйилса баргларининг учларида сув томчилари пайдо бўлади, улар вақти-вақти билан томиб тушади ва ўрнига янгилари вужудга келади. Бундай ҳолат *гуттация* деб аталади, уни нам хавода кўпчилик ўсимликларда кузатиш мумкин. Бунда

ҳам илдиз босими асосий роль ўйнайди. Гуттацион томчиларининг ҳосил бўлиши айниқса тропик ўсимликларга хос хусусиятдир, чунки улар кўпроқ намлик шароитида сувнинг юқорига кўтарилиши асосан илдиз босими ҳисобига рўй беради.

Илдиз тизимининг сувнинг сўришига таъсири шароит омилларининг таъсири.

Ҳарорат илдизнинг сувни сўриш тизимиғача таъсир қиладиган энг муҳим омилдан биридир. Агар тупроқ ҳаракати пасая бошласа илдизнинг сувни сўриш қобилияти ҳам сусая боради. Бу ходисани кузатиш учун ўсимлик ўсиб турган тувак атрофини муз билан ўраб кўпайиш керак. Кўп ўтмай ўсимлик сўлий бошлайди, чунки тупроқ совуганда илдизларга жуда ҳам сусти борадиган сув ўсимликларда бугланиб сарфланадиган сув миқдорини қоплай олмайди. Тувак нормал ҳароратга ўтказилса, ўсимлик аввалги ҳолатига қайтади. Паст ҳароратда сувни сўриш қобилиятининг пасайиши ҳужайра протоплазмаси қовушқоқлик даражасининг ошиб кетиши туфайли рўй беради деб тушунтирилади. Тупроқ ҳаракати кескин пасайганда ўсимликнинг сўлиши натижасида ҳамма физиологик жараёнлар ҳам бузилади: оғизчалар ёпилади, транспирация ва фотосинтез жараёнлари кескин пасаяди.

Минерал элементларнинг ютилиши ҳам тўхтаб қолади. Бундай ҳолат узокроқ давом этса ўсимликлар нобуд бўлиши мумкин. Сувнинг илдизга кириш тезлигига ҳаводаги кислород миқдори ҳам таъсир этади. Ҳужайра протоплазмаси сувни ҳаракатга келтириш учун маълум миқдорда энергия сарфлайди. Бу энергия эса нафас олиш жараёнида ҳосил бўлади шунинг учун ҳам зич тупроқли қатқалоқли ёки узокроқ муддатга сув билан қопланган ерларда ўсимликлар яхши ривожланмайди ва нобуд бўлади. Чунки бундай ерларда кислород етмай қолади ва натижада илдизларнинг нафас олиши секинлашади ёки тўхтаб қолади. Ҳужайраларда модда алмашинув жараёни ҳам бузилади натижада спиртлар, углеводлар ва органик кислоталар тўплана бошлайди. Протоплазманинг осмотик хусусиятлари ҳам ўзгариб кетади. Шунинг учун ҳам тупроққа яхши ишлов бериб, агротехник тадбир-чораларни тўғри қўллаш ва аэрация таъминотига эришиш илдизларнинг активлигини оширади.

Илдизнинг сувни сўриш ва ҳаракатга келтириш қобилиятига тупроқ эритмасининг концентрацияси ва рН даражаси ҳам таъсир этади. Илдиз ҳужайраси ширасининг концентрацияси тупроқ эритмаси концентрациясидан юқори бўлсагина сув илдизга сўрила бошлайди. Акс ҳолда илдиз тупроқдан сув олиш у ёқда турсин, ўзида мавжуд сувни ҳам йўқотиши мумкин. Шунинг учун ҳам шўр тупроқларда фақат осмотик босими юқори ўсимликлар (шўралар ва бошқалар) яшай олади. Чунки уларнинг ҳужайраларида туз тўпланиши ҳисобига осмотик босим жуда юқори бўлади. тупроқ эритмасининг рН жуда паст (2-3 яъни нордан реакцияга эга) бўлган эритмалардан кўпчилик ўсимликларнинг илдизлари сувни ўзлаштира олмайди. Реакция нейтрал даражага яқинлашган сари сувнинг ўзлаштирилиши ҳам активлаша боради.

Муҳокама саволлари.

- 1.Илдиз тузилишини ва унинг сув қабул қилишдаги аҳамиятини изохланг.
- 2.Ризодерма бўлиб жойлашган ҳужайралардан иборат.
- 3.Трансвокуоляр ҳаракат йўлининг қандай аҳамияти бор?
- 4.Кесилган поядан эритманинг оқиб чиқишига.....дейлади.
- 5.Нима учун ғўза ўсимлигида гуттация ходисасини кузатиб бўлмайди?

3-асосий савол бўйича дарс мақсади: транспирация ва уларнинг физиологик аҳамияти, транспирациянинг миқдорий кўрсаткичлари: интенсивлиги, максималлиги, транспирация коэффиценти, кутикуляр ва лабча транспирацияси, лабчаларнинг тузилиши ва ҳаракатланиш механизмлари ёруғлик таъсири, транспирация интенсивлигига ташқи муҳит омилларининг таъсирини тушунтириш.

Идентиф ўқув мақсадлари:

- 3.1.Транспирациянинг физиологик аҳамияти, миқдорий кўрсаткичларини билиш, транспирация турларини фарқлайди.
- 3.2.Устица аппаратининг тузилиши ва ҳаракатланиш механизмларини изохлайди.
- 3.3.Транспирация интенсивлигига ташқи муҳит омилларининг таъсирини тавсифлайди.

3-асосий саволнинг баёни.

Ўсимликлар танаси орқали сувнинг буғланишига *транспирация жараёни* дейлади. Транспирация ўсимликлар танасида содир бўладиган энг асосий муҳим физиологик жараёнлардан биридир. Асосий транспирация органи баргдир. Ўсимликлар юзасининг катталиги CO_2 нинг кўп ютилиши, ёруғлик энергиясидан эффектив фойдаланиш ва сув буғлатувчи юзанинг кенг бўлишини таъминлайди. Сув барг юзасидан асосан оғизчалар орқали буғланади. Бунинг натижасида барг ҳужайраларида сув миқдори камаёди ва сўриш кучи ортади. Баргларда сўриш кучининг ортиши ўз навбатида барг томирлари ва найларидан сувни тортиб олиш жараёнини фаоллаштиради. Юқоридан тортиб олувчи кучнинг пайдо бўлиши, ўсимлик танаси бўйлаб сув ҳаракатини яна тезлаштиради. Шундай қилиб, юқоридан ҳаракатга (тортувчи) келтирувчи куч транспирация натижасида вужудга келади. Транспирация фаолиятига қараб, бу куч ҳам шунча юқори бўлади. Транспирация фаоллиги ҳароратга, ўсимлик турларига, яшаш шароитларига ва бошқаларга боғлиқ. Уларни бир бири билан солиштириш ва ўрганиш учун транспирация жадаллиги деган тушунча мавжуд. *Транспирация жадаллиги* деб ҳар бир метр квадрат барг юзасидан бир соат давомида буғлатилган сув миқдorigа айтилади. Кўпчилик ўсимликлар учун транспирация жадаллиги бир ўртача бир соатда кундузи 15-250г/м² 52,0 кечаси 1-20г/м² 520 га тенг бўлади. Айрим ҳолларда бу кўрсаткич юқори бўлиши ҳам мумкин.

Ўрта Осиё шароитида ёзнинг иссиқ кунларида ғўзанинг транспирация жадаллиги 450-1200 г/м² 520 гача кўтарилиши мумкин. Сувдан унумли фойдаланиш ўсимлик организмнинг энг муҳим хусусиятларидан биридир.

Бу хусусият маълум миқдорда ҳосил қилиш учун сарфланган сув миқдори билан белгиланади ва *транспирация коэффиценти* деб аталади. Бу кўрсаткич ҳам жуда кўп омилларга боғлиқ. Масалан, ғўзанинг ҳар бир навлари ўртасида 891дан 1040 г гача (Итон 1955) ғўзанинг ўсиш ва ривожланиш жараёнида 600 дан 1420г гача бўлиши мумкин (Рижов, 1948) Умуман кўпчилик ўсимликлар учун бу сон 125-1000 г, ўртача эса 300 бўлади. Яъний 1 тонна органик модда олиш учун 300г сув сарфланади. *Транспирация унумдорлиги* деб 1000г сарфланган сув ҳисобига ҳосил бўлган органик модда миқдorigа айтилади. Бу кўпчилик ўсимликлар учун 1-8г га тенг, ўтрача 3 г атрофида бўлади. Бошқача қилиб айтганда бутун ўсимлик танаси орқали буғланган сувнинг 99,8 % транспирацияга қолган 0,2% органик модда ҳосил қилиш учун сарфланади.

Транспирация мураккаб физиологик ходиса бўлиб ўсимликлар ҳаётида ҳар томонлама катта роль уйнайди. Масалан, ғўза қанча тез ўсса ва транспирация жадаллиги юқори бўлса, у сувдан шунчалик унумли фойдаланади. Ўсимликлар ҳаётида транспирация серқиррали аҳамиятга эга. Бироқ асосан сув ва ҳар хил моддаларни ўсимлик танасининг пастки қисмидан юқорисига томон ҳаракатга келтиради. Транспирация натижасида сўриш кучининг ҳосил бўлишини тажрибада кўриш мумкин. Бунинг учун 2-3 баргли шохчани кесиб олиб пастки қисмини сувлик идишга солиб қўйилса, у идишдаги сувни сўра бошлайди. Сув барглар орқали қанча тез буғланса, идишдаги сув ҳам шунча камайиб боради. Агар шохчадаги барглар кесиб ташланса, сувнинг сарфланиши ҳам тўхтайди.

Умуман транспирациянинг сўриш кучи ўсимлик турларига ҳам боғлиқ. Дарахтчил ўсимликларда бу куч илдиз босимида бир неча марта юқори. Ўтчил ўсимликларда эса аксинча илдиз босими юқори, лекин шунга қарамай транспирациянинг сўриш кучи ҳам муҳим аҳамиятга эга.

Транспирация ўсимликларни юқори ҳарорат таъсиридан сақлайди. Одатда транспирация туфайли ўсимлик танаси ҳарорати атмосфера ҳароратидан бир неча градус паст бўлади. Бироқ айрим ўсимликларда юқорироқ ҳам бўлиши мумкин. Масалан, сахролардаги ўсимликлар баргларининг ҳарорати қуёшнинг кучли иссиқлик энергиясини ютишига қарамасдан, соядаги баргларга нисбатан 6-7⁰ С га кўп. Бу эса ёзнинг иссиқ кунларида ўсимликнинг бутун ҳаётий жараёни учун катта аҳамиятга эга. Чунки оғизчаларнинг очиклиги CO₂ нинг ўзлаштирилишини фаоллаштиради. Протоплазма коллоид мицеллаларининг, хлоропластлар структураси ва функциялари фаолиятига сабабчи бўлади.

Агар сув етишмаслиги оқибатида транспирация жадаллиги пасайса ёки тўхтаб қолса, ўсимлик ҳарорати тез ошиб кетади. Бу эса ундаги барча жараёнларнинг ўзгариб кетишига олиб келади. Протоплазманинг коллоид хоссаси бузилади, фотосинтез тўхтайди, нафас олиш тезлашади. Бу узоқроқ давом этса ўсимликлар нобуд бўлади.

Баргнинг пластинкасимон (кенг) тузилиши фотосинтез ва транспирация жараёнлари учун энг қулай шароит яратади. Баргнинг асосий қисми – мезофиллдир. У бир қатор жойлашган эпидермис ҳужайралари

билан қопланган. Қопловчи тўқима – эпидермис хужайраларининг орасида энг махсус хужайралар оғизчалар жойлашган. Барг мезофилли одатда икки қаватдан иборат: устунсимон хужайралар устки эпидермиснинг остида ва булутсимон хужайралар баргнинг пастки қисмида жойлашган. Кўпчилик ўсимликларда оғизчалар баргнинг пастки эпидермисида жойлашган. Натижада булутсимон хужайралар орасидаги кенгроқ бўшлиқлар, сув алмашилиши ва буғланиши учун қулайлик туғдиради. Барг эпидермиси аксарият холда кутикула қавати ва тирик ёки ўлик тукчалар билан қопланган. Барглардаги транспирация икки босқични ўз ичига олади: 1) сувнинг барг томирларидан мезофиллга ўтиши, 2) мезофилл хужайраларининг деворидан буғланган сув хужайралараро бўшлиқларга ва ундан оғизчалар ёки кутикула қавати орқали атмосферага чиқиши.

Транспирация асосан барг оғизчалари орқали идора қилинади. Яъни транспирация натижасида буғланган сувнинг 95-97% оғизчалар ва қолган қисми кутикула орқали атмосферага тарқалади. Шунинг учун ҳам транспирация жадаллиги баргдаги оғизчаларнинг сонига ва уларнинг очик ёки ёпиқлигига ҳам боғлиқ. Оғизчаларнинг сони 1 м^2 .

Барг юзасида 50-500 та ва ундан кўпроқ ҳам бўлиши мумкин. Бу кўпроқ ўсимлик турларига, навларига ва сув билан таъминланиш шароитларига боғлиқ. Оғизчалар очик ёки ёпиқ бўлиши мумкин. Бунга ҳар хил омиллар сабаб. Энг муҳими сув билан таъминлашдир. Сув етарли шароитда оғизчалари очилади ва камлигида аксинча ёпилади. Кўпчилик ўсимликларнинг баргидаги оғизчалар ёруғликда очилиб, қоронғиликда ёпилиши ҳам мумкин.

Кўпчилик ўсимликларнинг оғизчалари тонг отганда очила-бошлайди, эрталабки соатлар уларнинг энг кўп очилган вақти бўлади. Туш вақтларида оғизчаларнинг очиклиги ёки торая бошлаши ўсимликларнинг сув билан таъминланиш даражасига боғлиқ. Кечга томон ёпила бошлайди. Хаво жуда иссиқ ва қуруқ вақтларда кун бўйи ёпиқ туради ва эрталабгина қисқа муддатга очилади. Оғизчалар ҳолатининг суткалик динамикасига қараб транспирация жадаллиги ҳам ўзгаради. Бу ўзгариш ҳамма ўсимликларга хос, фақат уларнинг жадалликларида фарқ бор. Кўпчилик ўсимликларда транспирация жадаллиги эрталабки соатлардан куннинг ўрта қисмига томон ортиб боради ва энг юқори даражага етади, сўнггра яна кучсизлана бошлайди. Бу кўпинча қуёшнинг ўзгариши натижасида ҳосил бўладиган ҳароратнинг ортиши ва оғизчаларнинг ҳолатига боғлиқ. Хаво жуда иссиқ ва сув миқдори камроқ кунларда транспирация асосан эрталабки соатларда ва кечга томон жадал бориб, куннинг ўрта соатларида жуда паст бўлиши мумкин. Бундай ҳолатлар ўз навбатида ўсимлик турларига ҳам боғлиқ.

Оғизчалар ёпиқ вақтда сув буғларининг ташқарига чиқиши тўхтайдиган ва хужайра ораликлари намлик хавога тўлади. Натижада транспирация жадаллиги ҳам секинлашиб, тўхташ ҳолатига яқинлашади.

Бундай вақтларда кутикуляр транспирациясигина давом этади. У оғизчалар орқали бўладиган транспирациядан 10-20 мартагача секин.

Кутикуляр транспирациянинг жадаллиги кутикуланинг калинлигига ҳам боғлиқ. Яъни кутикуласи жуда юпқа бўлган ёш баргларда кучлироқ, кутикула қавати қалинлашган қариоқ баргларда секин бўлади.

Умуман транспирация ўсимликлар учун зарур физиологик жараёндир. Унинг жадаллиги жуда кўп ички ва ташқи омилларга боғлиқ.

Барг оғизчалари газ алмашинувида сув буғлатилишида муҳим функцияларни бажаради. Устица аппарати иккита ёки ундан ортиқ қамровчи ҳужайра ва устица (барг оғизчаси) дан иборат. Улар барг пластинкасининг иккала томонидан ёки бир томонида жойланиши мумкин. Устица аппаратининг очилиши ўзаро боғланган бир нечта механизмлар билан бошқарилади. Устица ҳажмининг ўзгарилиши қамровчи ҳужайраларда тургор ҳолатнинг ўзгарилиши туфайли амалга ошади. Гидропассив, гидроактив ва фотоактив механизмлар ажратилади.

Гидропассив –ёпилиш қамровчи ҳужайраларни, сувга тўйиниб, тўла тургорга эга бўлган хлоренхима ҳужайраларининг қисиб қўйиш туфайли бўлади.

Гидропассив очилиш зайиф сув танқислиги туфайли хлоренхимма ҳужайраларининг тургорининг қисман йўқолишлиги туфайли рўй беради.

Гидроактив ёпилиш барглар орқали сувнинг буғлатилиш тезлиги, илдиз орқали сув сўрилиш тезлигидан ошганида (иссиқ хавода) амалга ошади. Бу ҳолатда қамровчи ҳужайралар тургори критик нуқтага етади.

Фотоактив механизм. Қамровчи ҳужайраларда хлоропластлар бўлиб, ёруғликда устицалар очилади, ёруғлик миқдори айниқса кўк спектор миқдори қанчалик кўп бўлса барг оғизчаси шунчалик кенг очилади. Фотосинтез натижасида ҳосил бўлган углеводлар қамровчи ҳужайралар сўриш кучини оширади натижада сув ютилиш тезлашади (барг оғизчалар очилади). Сув танқислиги туфайли устицалар бекилади.

Устицалар ҳолати CO_2 миқдорига ҳам боғлиқ агар CO_2 миқдори 0,03% дан камайса барг оғизчалар очилади. Бу кўпинча қуёш чиқиши билан боғлиқ чунки қуёшда фотосинтез бўлиши сабабли CO_2 миқдори тўқималарда камаяди. Ташқи муҳитда CO_2 миқдори ошиб кетса (кечаси) устица ёпилади.

Транспирациянинг сутка давомида боришига қараб, ўсимликлар гидростабиль ва гидролабиль турларга бўлинади. *Гидростабиль* (дарахтлар, соя севар ўсимликлар, кўпчилик донли ўсимликлар) транспирация жараёнини бошқара оладилар. Шу сабабли транспирация жадаллиги тушки пайтгача максимумга етиб, туш пайти тушади. Куннинг иккинчи ярмида яна кутирилади. *Гидролабиль* ўсимликларда бир ўрқачли чизик яъни битта максимал жадаллик кун ярмида бўлади. Гидростабиль турларда барг оғизчаларининг кун ярмида бекилишига сабаб юқори ҳарорат таъсирида нафас олиш ва ёруғликда нафас олиш жараёнларининг фаоллашуви натижасиди барг тўқимасида CO_2 миқдорининг ошиши ҳам, сув танқислиги ҳам бўлиши мумкин.

Кутикуляр ва лабча транспирацияси, тузилиши ва ҳаракатланиш механизмлари.

Баргнинг пластинкасимон (кенг) тузилиши фотосинтез ва транспирация жараёнлари учун энг қулай шароит яратади. Баргнинг асосий қисми –

мезофиллдир. У қатор жойлашган эпидермис хужайралари билан қопланган. Қопловчи тўқима эпидермис хужайраларининг орасида эса махсус хужайралар-оғизчалар жойлашган. Барг мезофилли одатда икки қаватдан иборат. Устунсимон хужайралар устки эпидермиснинг остида ва булутсимон хужайралар баргнинг пастки қисмида жойлашган. Кўпчилик ўсимликларда оғизчалар баргнинг пастки эпидермисида жойлашган. Натижада булутсимон хужайралар орасидаги кенгрок бўшлиқлар, сув алмашилиши ва буғланиши учун қулайлик туғдиради. Барг эпидермиси аксарият холда кутикула қавати ва тирик ёки ўлик тукчалар билан қопланган. Баргдаги транспирация икки босқични ўз ичига олади:

Сувнинг барг томирларидан мезофиллга ўтиши;

2) Мезофилл хужайраларининг деворидан буғланган сув хужайралараро бўшлиқларга ва ундан оғизчалар ёки кутикула қавати орқали атмосферага чиқиши.

Транспирация асосан барг оғизчалари орқали идора қилинади. Яъни траспирация натижасида буғланган сувнинг 95-97% оғизчалар ва қолган қисми кутикулалар орқали атмосферага тарқалади. Шунинг учун ҳам транспирация жадаллиги баргдаги оғизчаларнинг сонига ва уларнинг очик ёки ёпиқлигига ҳам боғлиқ. Оғизчаларнинг сони 1 м² барг юзасида 5-500 та ва ундан кўпроқ ҳам бўлиши мумкин. Бу кўпроқ ўсимлик турларига, навларига ва сув билан таъминланиш шароитларига боғлиқ. Оғизчалар очик ёки ёпиқ бўлиши мумкин. Бунга ҳар хил омиллар сабаб. Энг мухими сув таъминлашдир. Сув этарли шароитда оғизчалар очилади ва камлигида аксинча ёпилади. Кўпчилик ўсимликларнинг баргидаги оғизчалар ёруғликда очилиб, қоронғуликда ёпилиши ҳам мумкин.

Кўпчилик ўсимликларнинг оғизчалари тонг отганда очила бошлайди, эрталабки соатлар уларнинг энг кўп очилган вақти бўлади. Туш вақтларида оғизчаларнинг очиклиги ёки торая бошлаши ўсимликларнинг сув билан таъминланиш даражасига боғлиқ. Кечга томон ёпила бошлайди. Хаво жуда иссиқ ва қуруқ вақтларида кун бўйи ёпиқ туради ва эрталабгина қисқа муддатга очилади. Оғизчалар ҳолатининг суткалик динамикасига қараб транспирация жадаллиги ҳам ўзгаради. Бу ўзгариш ҳамма ўсимликларга хос, фақат уларнинг жадалликларида фарқ бор. Кўпчилик ўсимликларда транспирация жадаллиги эрталабки соатларда куннинг ўрта қисмига томон ортиб боради ва энг юқори даражага етади, сўнгра яна кучсизлана бошлайди. Бу қуёшнинг ўзгариши натижасида ҳосил бўладиган ҳароратнинг ортиши ва оғизчаларнинг ҳолатига боғлиқ. Хаво жуда иссиқ ва сув миқдори камроқ кунларда транспирация асосан эрталабки соатларда жуда паст бўлиши мумкин. Бундай ҳолатлар ўз навбатида ўсимлик турларига ҳам боғлиқ.

Оғизчалар ёпиқ вақтида сув буғларнинг ташқарига чиқиши тўхтайдиган ва хужайра ораликлари намлик ҳавога тўлади. Натижада транспирация жадаллиги ҳам секинлашиб, тўхташ ҳолатига яқинлашади.

Бундай вақтларда кутикуляр транспирациясигина давом этади. У оғизчалар орқали бўладиган транспирациядан 10-20 мартагача секин кутикуляр транспирациянинг жадаллиги кутикуланинг қалинлигига ҳам

боғлиқ. Яъни кутикула жуда юпқа бўлган ёш баргларда кучлироқ, кутикула қавати қалинлашган қариоқ баргларда секин бўлади.

Умуман транспирация ўсимликлар учун зарур физиологик жараён. Унинг жадаллиги жуда кўп ички ва ташқи омилларга боғлиқ. Ўсимликлар танасига сувнинг кириши ва сарфланиши сув мувозанати дейилади. Яъни бунда ўсимлик танасига кираётган сув билан сарфланаётган сув миқдори бир-бирига тўғри келиши лозим.

Лекин ёзги очик кунларда қуёш нурлари таъсиридан транспирация кучайиши ва ўсимлик қабул қилаётган сув унинг ўрини қоплай олмаслиги натижасида нисбий тенглик бузилади. Оқибатда сув дефицитлиги (такчиллиги) рўй беради. Аксарият ҳолларда дефицит 5-10% тенг ва ўсимликларга кўп зарар қилмайди. Чунки асосан туш вақтида бўладиган бундай сув камчилиги одатдаги ходиса ҳисобланади. Ўсимлик унинг таъсирида транспирация жадаллигини тартибга солиб туриш қобилиятига эга бўлади. Бу сув камчилигининг ошиб кетишига йўл қўймайди.

Транспирация жуда кучайиб кетганда тупроқда сувнинг миқдори камайиб кетса, ўсимликларга кираётган сувнинг миқдори, ҳам жуда камайиб кетади ва ўсимликларнинг сув мувозанати анча қаттиқ бузилади. Бу айниқса сутканинг энг иссиқ соатларида содир бўлади. Сув такчиллиги рўй берганида барглар сўлиб ва осилиб қолади. Сув такчиллигини қуйдаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$D = \frac{(1 - M)}{M_1} \cdot 100$$

Бу ерда D-сув такчиллиги; M-барг кесмаларининг(доирача)сувга солгунча бўлган оғирлиги, г; M_1 -барг кесмаларининг 60мин давомида сувда сақлангандан кейинги оғирлиги, г.

Сўлиган ўсимлик ўз вақтида сув билан таъминланса у яна (нормал) тургор холига қайтади. Ўсимликлар вақтинча ёки узоқ вақтгача сўлиши мумкин. Вақтинча сўлиш ҳаво жуда иссиқ ва қуруқ бўлганда рўй беради. Яъни сув мувозанати бузилади. Лекин кечга томон транспирация пасайиб қолиши билан ўсимликка ўтадиган сув миқдори билан ундан чиқиб кетадиган сув миқдори яна бараварлашади ва ўсимликлар ўзларининг аввалги ҳолатига қайтади. Вақтинча сўлиш ўсимликка кўп зарар қилмаса ҳам ҳосилни камайтиради. Чунки бу пайтда фотосинтез ва ўсиш тўхтайдди. Тупроқда сув миқдори камайганда эса сўлиш узоқ вақт давом этади. Бундай ҳолатда ҳужайрадаги сув камчилиги тезда тикланмайди ва ҳатто кечаси ҳам нормал физиологик жараён бошланмайди. Кечаси тикланмай қолган сув миқдори қолдиқ дефицит дейилади. Бундай ҳолга учраган ўсимликлар кўпроқ зарарланадилар.

Узоқ давом этган сўлиш қайтмас ўзгаришларга сабаб бўлади, бундай суғоргандан кейин ҳам қуриб қолиши мумкин. Сўлиш ўсимликнинг айниқса ёш генератив органларига кўпроқ таъсир этади. Гул органларининг шаклланиши кечикади, генератив органларининг тўкилиши кучаяди ва

ҳосилдорлик кескин камаяди. Донли ўсимликларда бошоқлар яхши етишмайди, донлар сони кам ва пуч бўлади, ғўзада эса шоналар, гуллар ёки кўсақлар камроқ ҳосил бўлади.

Умуман сув тақчиллигининг зарарли таъсири ҳамма ўсимликларда бир хил эмас. Бунга чидамлилиқ ўсимлик турларига боғлиқ. Масалан, ёруғсевар ўсимликлар (кунгабоқар, картошка) танасидаги сувнинг 25-30%ни йўкотганда ҳам уларда сўлишнинг ташқи белгилари яхши сезилмайди. Сояга чидамли ўсимликлар сувларни 13-15% йўқотиши билан сўлиб қоладилар. Ботқоқликда яшовчи ўсимликлар энг чидамсиз бўлиб сув тақчиллиги 7% бўлганда қуриб қолади.

Ўсимликларни системали равишда сув билан таъминланиб туриш, уларнинг танасидаги физиологик ва биохимик жараёнларнинг бузилмасдан нормал ҳолда содир бўлишини таъминлайди. Бу эса мумкин қадар кўпроқ ҳосил олиш учун шароит яратади.

Антитранспирантлар.

Кейинги йилларда бир қанча моддалар олиндики, уларни ўсимликларга пуркалганда транспирация жадаллиги сезиларли даражада пасаяди. Бундай хусусиятга эга бўлган моддаларга антитранспирантлар дейилади.

Ҳамма антитранспирантлар икки гурппага бўлинади:

- 1) оғизчаларнинг ёпилишини таъминлайдиган моддалар;
- 2) барг устида юпқа парда ҳосил қилувчи моддалар

Оғизчаларнинг ёпилишини таъминлайдиган моддаларга фенилмеркурацетат, додесенилсукцинат, абциз кислотаси киради. Бу моддалар ўсимликка пуркалганда оғизчаларни ташкил қилган ҳужайранинг тургори камаяди ва улар ёпилади. Масалан: маккажўхори, тамаки, тапинамбур, қарағай баргларида, фенилмеркурацетатнинг 10^{-4} М эритмаси пуркалганда, оғизчалар икки ҳафта мобайнида ёпиқ бўлган. Транспирация жадаллиги эса 50% гача пасайган.

Иккинчи гурппа моддаларга полимерлар полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилелорид кабилар киради. Булар баргларнинг устида плёнка қавати ҳосил қилади ва натижада сув бугларининг ажралиб чиқишига механик тўсиқ ҳосил бўлади. Текширишлар натижасига кўра транспирация жадаллиги 50%дан кўпроқ камаяди. Фотосинтез ва минерал элементларни ўзлаштиришнинг жадалликлари ўзгармайди. Айрим ўтказилган тажрибалар ўсимликларнинг ҳосилдорлигини ошириш мумкинлигини кўрсатади.

Муҳокама саволлари.

1. Транспирация жараёнини изохлаб беринг.

2. 1грамм органик модда ҳосил бўлиши учун сарфланган сув миқдорига.....дейилади.

3. Нима учун транспирация жадаллиги юқори ҳарорат таъсирида аввал фаоллашади, маълум вақт ўтгач секинлашади ?

4.Сув танқислиги ўсимликларнинг ҳосилининг камайишига ҳар доимо ҳам таъсир этадими?

4-асосий савол бўйича дарс мақсади: турли экологик гуруҳларида ўсадиган ўсимликларнинг сув алмашинувининг хусусиятлари, ташқи омиллари таъсирига мосланиш реакцияларидаги ўзига хосликни суғориш – ўсимликлар ҳосилдорлигини оширишнинг бир йўли эканлиги ва суғоришнинг физиологик асослари ҳақида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

4.1.Ўсимликларнинг сув алмашинув экологиясини билади.

4.2.Сувга бўлган талабига қараб, ўсимликлар гуруҳларини фарқлайди.

4.3.Ўсимликларни суғоришнинг физиологик асосларини асослайди.

4-асосий савол баёни:

Ер юзида яшайдиган барча ўсимликлар сувга бўлган муносабатига кура асосан 2 гуруҳга ажратилади:

Сувда яшайдиган ўсимликлар.

Қуруқликда яшайдиган ўсимликлар.

Сувда яшовчи ўсимликларга *гидрофитлар* киради. Сувда яшовчи ўсимликлар гидрофитлар деб аталади. Улар сув ўсимликлари ҳисобланиб, бутунлай ёки бир қисми сувга ботиб яшайди. Бу гуруҳга барча сув ўтлари (сув айиктовни, лотос, элодия, ряска, валиснерия ва бошқалар) киради. Сув ўсимликларнинг яшаш муҳити сув бўлганлиги учун ҳам характерли хусусиятлари ошқоча сувнинг танага киришидан сақланишга мослашган. Сув ўсимликлари сўзиб юрувчи сатхининг катта бўлиши, механик тўқималарнинг суст ривожланганлиги, вегетатив органларининг шилимшиқ бўлиши, қоплагич тўқималарнинг суст ривожланганлиги, сузувчи баргларнинг устки томонида кўплаб оғизчалар жойланиши, барг мезофили устунсимон ва булутсимон тўқималарга ажралмаганлиги, илдиз тизимининг жуда кучсиз ривожланганлиги кўпроқ вегетатив йўл билан кўпайиши ва бошқалар билан ажралиб турадилар.

Сув қатламларида ва остида яшовчи ўсимликларда оғизчалар бўлмайди. Уларга фотосинтез учун зарур бўлган (кизил) ёруғлик нурларининг ҳаммаси етиб бормайди. Шунинг учун ҳам уларнинг хлоропласталарида хлорофиллар билан биргаликда, тўлқин узунлиги қисқа 500-600нм га тенг бўлган нурларни қабул қилувчи, қўшимча пигментлар фикобилин (фикоэритрин ва фикоцианинлар) ҳам бўлади.

Сув ўсимликларнинг тўқималарида жуда кўп ҳужайралараро бўшлиқлар бўлиб, улар газлар билан тўлиқ ва яхши аэренхимани ҳосил қилади. Бундай ўсимликлар ўз гавдасини сувда яхши сақлайди. Шунинг учун ҳам механик тўқималари яхши ривожланмаган. Ўтказувчи найлари ҳам кам ривожланган ёки бутунлай бўлмайди. Танадаги эпидермис қавати жуда юпқа бўлиб, кутикула бўлмайди, бўлса ҳам жуда юпқа бўлиб, сув ўтказишга қаршилиқ қилмайди. Осмотик босим ва ҳужайранинг сўриш кучи 1-2 атм га тенг бўлади. Метоболитик жараёнлар учун зарур сувни бутун гавдаси орқали

шимиб олади. Бу ўсимликларни сувдан чиқариб олинса, бир неча минут ичида ҳамма сувни йўқотади ва нобуд бўлади.

Сув ўсимликлари танасида ҳужайрааро бушлиқларнинг бўлиши газ алмашув жараёнларини ҳам мутадиллаштиради. Фотосинтез жараёнидан уларда кислород тўпланади ва нафас олиш учун сарфланади. Нафас олиш жараёнида ва айниқса кечки (қоронғи) мудатларда кўпроқ карбонат ангидрид тўпланади ва улар ёруғликда фотосинтез учун фойдаланилади.

Қуруқликда яшайдиган ўсимликлар намлик шароитига мослашишига кўра учта экологик гуруҳларга бўлинади: гигрофитлар, мезофитлар ва ксерофитлар.

1.Гигрофитлар намликка тўла тўйинган ва сернам муҳитда яшайдиган ўсимликлар гигрофитлар гуруҳига киритилади. Одатда бундай муҳит дарёлар, кўллар, ботқоқликлар, сернам ўрмонлар ва соя жойларда мавжуд бўлади. Бу гуруҳга кирувчи ўсимликларга: қамиш, шоли, лох, қиёқ, ингичка баргли папоротниклар ва бошқаларни кўрсатиш мумкин. Бу экологик гуруҳ ўсимликлари ҳам ортиқча намлик шароитига мослашиш белгилари билан характерланади. Бу ўсимликлар тўла сув билан таъминланган шароитда яшаганликлари туфайли уларнинг танасида транспирация жараёнига қаршилик қилувчи белгилар жуда кам ёки бўлмайди. Ҳужайра эпидермиси жуда юпка ва юпка кутикула қавати бўлади. Оғизчалари баргнинг устига жойлашган ва кўпроқ муддатда очиқ бўлади. Ҳужайра аро бўшлиқларнинг йирик бўлиши сув буғлатувчи сатхнинг кенг бўлишини таъминлайди. Транспирация жадаллигининг юқори бўлиши танадаги эритмалар ҳаракатини тезлаштиради. Уларда махсус гиттототларнинг бўлиши ортиқча сувнинг суюқ-томчилар холида танадан чиқиб туришини таъминлайди. Бу ўсимликлар тупроқ ва ҳаво қурғоқчилиги таъсирида чидамсиз бўлади.

2.Мезофитлар бу гуруҳга кирувчи ўсимликлар ўртача чидамлик билан таъминланган шароитда яшовчи ўсимликлар бўлиб, уларга кўпчилик маданий ва айрим ёвойи ҳолда ўсувчи ўсимликлар киради. Маданий турларга ғўза, маккажухори, буғдой, арпа, сули, қовун, тарвуз, бодринг, помидор ва бошқалар кирса, ёвойи ҳолда ўсувчиларга марваридгул, себарга, буғдойик ва бошқа кўпчилик ўсимликлар киради. Мезофитларнинг илдиз тизими яхши ривожланган, барглари йирик ер устки қисми ҳам яхши ривожланган. Барглари устунсимон ва булутсимон мезофилга ажралган оғизчалари одатда баргнинг пастки эпидермисида жойлашган. Транспирация жараёнида, сув сарфи асосан оғизчалар орқали бошқарилади. Ҳужайра ширасининг осмотик босими ва 25 атм. атрофида бўлади.

3.Ксерофитлар Бу ўсимликлар гуруҳига қурғоқчил иқлим шароитда яшашга мослашганлар киради. Улар тупроқ ва атмосфера қурғоқчилиги таъсирига чидамли бўлиб, сув балансини тез ўзгартирмайди.

Сув жуда кам бўлган чўл ва дашт зоналарида кенг тарқалган барча ксерофитларни икки гуруҳга бўлиб ўрганиш мумкин: сукулентлар ва склерофитлар.

Сукулентлар. Уларнинг танаси қалин этли, сер сув, поясида ёки баргида сув сақлай оладиган кўп йиллик ўсимликлар. Уларнинг айримлари

сувни поясида сақлайдилар (кактуслар). Сувни поясида сакловчиларнинг барглари тиканларга ёки тангачаларга айланган, баргнинг функциясини яшил, этдор поялари бажаради.

Баргида сув сакловчи сукулентларда эса аксинча пояси кучсиз ривожланган бўлади. Барглари этли, серсув (агава, алоэ, семизак) бўлади.

Умуман сукулентларнинг сув сакловчи паренхима тўқимаси кучли ривожланган бўлади. Фаслнинг ёғингарчилик кўп бўладиган муддатларида сувни ғамлаб олади ва ундан узоқ муддатда фойдаланилади.

Сукулентларнинг механик тўқимаси яхши тараққий этмаган. Эпидермис ҳужайраларининг девори калинлашган ва калин кутикула билан қопланган, туклар кўп, оғизчалар сони кам ва махсус чуқурчаларга жойлашган бўлади. Оғизчалар кечаси очилиб, кундуз хаво иссиқ муддатларда ёпиқ бўлади.

Склерофитлар-бу гуруҳга кирувчи ўсимликлар қурғоқчиликка чидамли кўп йиллик барглари кучли редуцияланган ва тиканларга айланган. Уларга саксаул, янтоқ, кизилча, шувоқ, жузғун, эфдро ва бошқалар киради. Уларнинг танаси ва барги дағал ва қаттиқ бўлиб, (грекча склерос-дағал, қаттиқ) калин кутикула билан қопланган. Оғизчаларининг махсус чуқурчаларга жойланиши уларнинг ҳарактерли белгиларидир. Умуман ксерофорф белгилари кўп бўлиб, улар транспирацияни камайтиришга қаратилган эпидермоснинг юзаси ҳар хил мумсимон моддалар ажратилади. Айрим ўсимликларда мумсимон моддаларнинг қалинлиги 5 мм гача бўлади. Қалин кутикула, мумсимон моддалар ва туклар сув буғлатишни пасайтиради. Айрим ўсимликлар баргнинг устки томонида оғизчалар жойлашган. Барг қирраларидаги чуқурчаларда мотор ҳужайралар деб аталадиган юпқа деворли йирик ва хажмини ўзгартира оладиган тирик ҳужайралар жойлашган. Сув танқислиги бошланганда бу ҳужайраларнинг (мотор) хажми камайиб, барг япроғи ўралиб най ҳосил қилади. Натижада оғизчалар ўралган най ичида қолади ва транспирация ҳам жуда паст ёки тўхтади.

Ёз ойлари жуда иссиқ бўладиган, жазирама чўлларда яшайдиган ўсимликлар (саксаул, испан дроки, жузғун каби буталар) баргларнинг редуцияси улар учун ҳарактерлидир. Бу ўсимликларнинг барглари яхши ривожланмаган бўлади ёки баҳорда тўкилиб кетади. Фотосинтез вазифасини асосан уларнинг поялари бажаради. Чунки бундай ўсимликлар поясида палисад тўқима яхши ривожланган бўлиб, ёруғлик режимига яхши мослашган. Кўпчилигининг илдиз тизими, ер устки органларига нисбатан бир неча марта яхши ривожланган. Поялари ёғочланган, ҳужайра ширасининг осмотик босими юқори, сувни нихоятда тежаб сарфлайди, ёзни тиним ҳолатида ўтказади. Буларга жузғун, астрагаллар ва бошқалар мисол бўлади (Тўхтаев, 1994).

Кўпчилик ксерофитлар, кечаси оғизчалар очик пайтида, CO_2 ни ютиб олади ва ҳужайра вакуаласида олма кислотаси – малатни тўплайди. Кундузи хаво иссиқ ва оғизчалар ёпиқ пайтда, малат цитоплазмага ўтади ва у ерда малатдегидрогенеза ферменти ёрдамида CO_2 хлоропластларга ўтади ва

фотосинтез жараёнида иштирок этади (фотосинтезнинг САМ йули). Фотосинтез жараёнида ажралиб чиққан кислород хужайрааро бўшлиқларда тўпланади ва нафас олиш жараёнига сарфланади. Ўз навбатида нафас олиш жараёнида ажралиб чиққан CO_2 ҳам фотосинтез учун сарфланади. Фотосинтезнинг бу йўли кучли қурғоқчиликка чидамли ўсимликлар – суккулентлар ва жазирама чўлларда яшайдиган ўсимликларда содир бўлади.

Муҳокама саволлари.

1. Ўсимликлар сув алмашиниш экологиясини баён этиш.
2. Ўсимликлар сув алмашиниши ташқи муҳит факторларга боғлиқлигини тушунтириш.
3. Сувда яшовчи ўсимликлар.....деб аталади.
4. Ўсимликларни суғоришнинг физиологик асосларини изоҳланг.

Тавсия қилинган адабиётлар.

1. Хўжаев Д. Ўсимликлар физиологияси. Тошкент, 2004.
2. Хўжаев Д. Ўсимликлар физиологияси. 3 т. Самарканд 1999.
3. Полевой В.В. Физиология растений М.В.Ш. 1989.
4. Асомов Д. Ўсимликлар физиологиясидан маруза матнлари Уз.Му 1999.
5. Алимбеков М.У ва бошқалар «Ўсимликлар физиологиясидан ёзги амалий машғулотлар» Тошкент 1977.
6. Викторов Д.П. «Практикум по физиологии растений» Изд. Воронежского университета 1991.
7. Мустакимов. Г.Д. Ўсимликлар физиологияси ва микробиология асослари. Тошкент. 1995.
8. Бекназаров. О. Ўсимликлар физиологияси. Тошкент, 2009.