

№ 5 дәріс

Тақырыбы: Фотосинтез.

Дәріс мақсаты: Студенттерді өсімдіктердің көміртегімен қоректену типтерімен, фотосинтез процесінің маңызымен таныстыру.

Дәріс мазмұны: Фотосинтез және оның маңызы туралы жалпы ұғым. Фотосинтездің жарық сатысы. НАДФН және АТФ-тің циклді (айналымды) және айналымсыз электрондар тасымалдану арқылы пайда болуы.

Фотосинтез (Фото... және синтез) – жоғары сатыдағы жасыл өсімдіктердің, балдырлардың, фотосинтездеуші хлорофилл және басқа да фотосинтездік пигменттер арқылы күн сәулесі энергиясын сіңіруі нәтижесінде қарапайым қосылыстардан (көмірқышқыл газы, су) өздерінің және басқа организмдердің тіршілігіне қажетті күрделі органикалық заттар түзуі. Фотосинтез нәтижесінде жер жүзіндегі өсімдіктер жыл сайын 100 млрд т-дан астам органикалық заттар түзеді (мұның жартысынан көбін теңіз, мұхит өсімдіктері түзеді) және бұлкезде олар 200 млрд-тай CO_2 сіңіреді, оттегін бөледі.

Фотосинтезді алғаш зерттеушілер Швейцария ғалымдары Ж.Сенебье, Н.Соссюр және неміс химигі Ю.Майер болды. 19 ғ-ң 2-жартысында К.А.Тимирязев күн сәулесі энергиясы фотосинтез процесінде хлорофилл арқылы сіңірілетінін анықтады. 20 ғ-ң басында фотосинтездің физиологиясы мен экологиясына арналған маңызды зерттеулер жүргізіледі (В.В.Сапожников, С.П.Костычев, В.Н.Любищенко, А.А.Ничипорович т.б.). 20 ғ-ң орта кезінен бастап фотосинтезді зерттеуде жаңа әдістер (газ анализі, радиоизотопты әдіс спектроскопия. Электрондық микроскоп т.б.) дамыды.

Жоғары сатыдағы жасыл өсімдіктер, балдырлар (көп клеткалы жасыл, қоңыр, қызыл, сондай-ақ бір клеткалы эвглена, динофлагеллят, диатом балдырлар) фотосинтезінде сутек доноры және шығарылатын оттегі көзі су, ал сутек атомның негізгі акцепторы және көміртек көзі – көмірқышқыл газ. Фотосинтезге тек CO_2 мен H_2O пайдаланылса углевод түзіледі. Фотосинтез процесіне өсімдік углевод түзумен қатар құрамында азоты және күкірті бар аминқышқылдарын, белок, молекуласы құрамында азот болатын хлорофилл де түзеді. Бұл жағдайда көмірқышқыл газбен қатар сутек атомының акцепторы және азот, күкірт көзі нитрат және сульфат болады. Фотосинтездеуші бактериялар молекула оттекті пайдаланбайды, оны бөліп шығармайды (бұлардың көбі анаэробтар). Бұл бактериялар су орнына донор ретінде электрондарды не органикалық емес қосылыстарды (күкіртті сутек, тиосульфат, газ тәрізді сутекті) немесе органикалық заттарды (сүт қышқылы, изопропил спирті) пайдаланады.

Фотосинтез аппаратының негізі – клетка ішіндегі органелла-хлоропластар (көк жапырақ клеткасында 20-100 болады). Балдырлардың көпшілігінде фотосинтездік аппарат – клетка ішіндегі арнайы органелла-хроматофорлар, ал фотосинтездеуші бактериялар мен көк-жасыл балдырларда тилакоидтер. өсімдік фотосинтез процесінің негізі – тотығу-тотықсыздану. Мұнда квант энергиясы әсерінен 4 электрон мен протон су дәрежесінен (оның тотығуы) углевод дәрежесіне дейін көтеріледі. (CO_2 -ның тотықсыздануы). Сөйтіп углеводтар фотосинтезі былай өтеді: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}(\text{H}_2\text{O}) + \text{O}_2 + 120 \text{ ккал/моль}$ яғни CO_2 -ның бір молекуласының углевод дәрежесіне дейін тотықсыздануының бос энергиясы 120 ккал/моль болады. Демек, өсімдік фотосинтезі кезінде кем дегенде 3 квант («қызыл» кванттар энергиясы 40 ккал/моль) сіңірілуі қажет. әр түрлі жағдайда жасалған тәжірибе CO_2 -ның әр молекуласының тотықсыздануына 8–10 квант қажет екенін көрсетті. Көмірқышқыл газ да, су да, жарықты тікелей сіңірмейді, бұл қосылыстардың квантпен байланысқа түсуін хлоропласт не хроматофор структурасындағы хлорофилл а қамтамасыз етеді. Фотосинтездің биосферадағы маңызы да үлкен. Жер жүзіндегі, мысалы, көміртек, сутек, оттегі, сондай-ақ N, S, P, Mg, Ca т.б. элементтер айналымы процесіне қатысы бар. Жер қалыптасқаннан бері фотосинтез нәтижесінде маңызды элементтер мен заттар бірнеше мың рет толық цикл айналымынан өткен. өсімдік өнімін арттырудың бір жолы - өсімдіктің фотосинтездік әрекетін үдету. Бұл үшін жапырақ көлемін үлкейту, жапырақ тіршілігін ұзарту, егістіктегі өсімдік жиілігін реттеу керек. CO_2 , ауа, су, топырақтағы

қоректік элементтер жеткілікті болуы қажет. Фотосинтез аппаратының активтілігі жапырақтың анатомиялық құрылысына, фермент жүйесі активтілігіне, көміртек метаболизмі типіне байланысты болады. өсімдік селекциясының, яғни CO₂ ассимиляциясы тез жүретін өсімдік сорттарын шығарудың үлкен маңызы бар.

Фотосинтез. Өсімдіктердің көміртегімен қоректену типтері. Фотосинтез, фотосинтездің жалпы теңдеуі. Фотосинтездің ашылу тарихы және зерттелуі. К.А.Тимирязев жұмыстарының маңызы. Фотосинтездің космостық ролі, осы процесстің масштабы. Жапырақтың фотосинтез органы ретінде құрылысы. Көмір қышқыл газы диффузиясы жолындағы ішкі және сыртқы қарсылықтар. Хлоропласттар және олардың фотосинтез процесіндегі ролі. Жапырақ пигменттері. Пигменттер жарық қабылдауын қамтамасыз ететін зат екендігі. Пигменттерді бөлу әдістері. М.С.Цвет жұмыстары. Хлорофиллдер, олардың химиялық қасиеті. Хлоропласттардың хлорофиллдің күйі. Хлорофиллдің физикалық қасиеті. Флуоресценция. Хлорофиллдердің сіңіру (жұту) спектрлері.

Каротиноидтер, олардың химиялық құрылысы, сіңіру спектрлері, түзілу жағдайлары. Каротиноидтердің физиологиялық ролі. Фикобиллиндер, олардың химиялық құрылымы, сіңіру спектрлері. Фотосинтездердің энергиясы. Күн спектрінің әр түрлі бөліктеріне сипаттама. Күн спектрінің әр түрлі бөліктеріндегі фотосинтез процесінің маңызы. К.А.Тимирязев жұмыстары және басқа зерттеушілер. Фотосинтез процесіндегі кванттық шығын, фотосинтездің фотофизикалық этапы. Жарық кванттарын сіңіру және хлорофиллдің қозуы. Қозудың синглеттік және триплеттік деңгейлері. Қозу күйін дезактивизациялау мүмкіндігі. Қозу энергиясын тасымалдау. Реакциялық орталық және пигменттік система туралы түсінік.

Афототрофты және гетеротрофты жасушалар.

Пластикалық (анобализм) алмасу сипатына сәйкес табиғаттағы барлық жасушалар екі топқа бөлінеді. Хлорофилл бар өсімдік жасушаларының тірі табиғат үшін маңызы өте зор, себебі онда өзіне тән ерекше әрекеттер (процестер) жүріп жатады. Ол әрекеттер фотосинтез деген атпен ғылымға әйгілі. Фотосинтез дегеніміз күн сәулесі энергиясын химиялық байланыстар энергиясына айналдыратын күрделі механизмді әрекет.

Тынысалу және фотосинтез

Ағзалар тыныс алғанда қоректік заттар толық ыдырау үшін оттегі қажет екендігі баршамызға белгілі. Тынысалудың ең соңғы өнімі – көміртегі оксиді су және бос энергия. Бұл соңғы өнімдер — фотосинтезге қажетті негізгі қосылыстар болып табылады. Сондықтан, тынысалу фотосинтез кезіндегі энергияны жоққа шығарады. Алайда, тынысалу кезінде жұмсалған пайдалы энергия фотосинтез кезіндегі алынған күн энергиясынан аз болатындығын төменгі тізбектен көруге болады.

Энергияның ең көбі — күн сәулесінікі, қоректік заттар одан аз, ең азы көміртегі оксиді, су және оттегі. Фотосинтез кепсатылы күрделі әрекет. Мұнда күн сәулесі энергиясын химиялық байланыс энергиясына айналдыруда басты рөлді хлоропластар атқарады. Пластидтердің үш түрге бөлінетіндігі белгілі, олар: лейкопластар, хромопласт және хлоропласт. Бұл үшеуінің де негізі — строма деп аталатын ақуыз. Ал, фотосинтез әрекеті хлорофилл пигменті (жасыл түс беретін) бар хлоропласт жасушасында жүреді. Ол үшін хлоропласт жасушасының құрылысымен танысайық.

Хлоропластың құрылысы. Биологиядағы барлық органоидтар сияқты, хлоропластың құрамы оның қызметіне сай күрделі болады. Хлорофилдер көк және қызыл түсті сәулелерді жұтып, жасылды шағылыстырады. Ол сәуле хлоропласт жасушасын жасыл етіп көрсетеді.

Хлоропластарда хлорофилдерден басқа сары, қоңыр, қызғылт сары түсті каротиноидтар болады. Ол пигменттер ұзындығы басқа толқындағы сәулелерді шағылыстырып, өз энергиясын хлорофилдерге беріп, фотосинтездің жүрісін тездетеді. Каротиноидтар жасыл хлорофилдермен бүркеніп, көрінбейді, бірақ күзде, хлорофилдер

бұзылғаннан кейін, оның жарқыраған түсі көрінеді. Сондықтан да күзде жапырақтардың түсі сары және қызғылт көрініс береді.

Хлоропластағы хлорофилл пигменті граналарда орналасқан. Граналар бірінін үстіне бірін жинап қойған күміс акша сияқты тақташалардан тұрады. Тақташалар өзара шұрықтармен байланысады да, ал фотосинтез әрекеті бүкіл хлоропласт жасушасында емес осы граналарда жүреді.

Кейбір фотосинтезге қатысатын молекулалар мен пигменттер хлоропластағы фотосинтетикалық қабықшаны құрастыруға қатысады. Фотосинтетикалық қабықшалардың строма немесе хлоропластың негізгі заты қоршайды. Строманың өзі хлоропласт және жасушаның цитоплазмасын бөлетін қабықшадан тұрады. Фотосинтез әрекеті кезінде, АДФ-тің ағзаларда атқаратын рөлі зор. АДФ — ағзалар деп отырғанымыз АТФ синтезіне Н — қоймасындағы энергияны пайдаланатын ферменттер.

Сұрақтар:

1. Фотосинтездің ашылуы мен зерттелу тарихы.
2. Фотосинтез энергетикасы.
3. Фотосинтездің жарық реакциялары.
4. Фотосинтездің фотофизикалық кезеңі.
5. Фотофосфорилдену химизмі.