

## № 7 дәріс

**Тақырыбы:** Фотосинтездік фосфорлану.

**Дәріс мақсаты:** Студенттерді фотосинтез процесінің қараңғы сатысы мен таныстыру.

**Дәріс мазмұны:** Фотосинтездің қараңғы сатысы. Оның негізгі бағыттары.

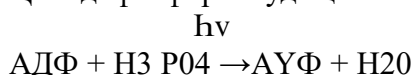
Фотосинтездің қараңғылық фазасы. Фотосинтез кезіндегі көміртегі метаболизмін зерттеу әдістері. Кальвин зерттеуі. Рибозодифосфат көмір қышқыл газы акцепторы екендігі. Көмір қышқыл газын фотосинтетикалық сіңіру - С<sub>3</sub> жолы (Кальвин циклы). Кальвин циклінің жеке фазалары: карбоксилдеу, тотықсыздандыру, регенерация. Кальвин цикліне АТФ мен НАДФН пайдалану. Транскетолаздық реакцияның маңызы. С<sub>4</sub> жолы (Хетч-Слэк-Карпилов циклы). Оның ерекшелігі.

Жарық кезеңі пигменттер жүйесінің сіңірген сеуле қуатын АТФ ембебап қуаттың эквивалентіне және тотықсызданған НАДФНН<sup>+</sup> коферментіне айналдыру үрдісі болып санап ады. Қараңғы кезеңде бұл эквиваленттердің қуаты көмір қышқыл газын сіңіруге және фотосинтездің ақырғы ендірімін - органикалық заттарды түзуге жұмсалады.

Бірінші кезеңде ететін үдерістер, Д.И.Арнонның жұмыстарынан кейін, фотосинтетикалық фосфорлану деген атау алды және екі түртекке бөлінеді: циклді және циклсіз. Біріншісі тек 1- фотожүйе (P<sup>TM</sup>,) қатысуымен іске асады, екіншісінде екі фотожүйе (P700 және P680) бірлесіп ерекет етеді.

Циклді фосфорлану кезінде жарықтың квантымен өршіген хлорофилл а-ның молекуласы I пигмент жүйесінің реакциялық орталығында жоғары қуатты екі электрон бөліп шығарады, ал олар электронды көлік тізбегінің аралық тасымалдаушылар арқылы өтіп, хлорофилл а -ның молекуласына қайтып оралады да, пайда болған бос орынды тоятырады.

Циклді фосфорланудың мәнін мынадай жинақы формуламен көрсетуге болады:



Циклсіз фосфорлану үдерісі II пигмент жүйесінің реакциялық орталығын хлорофилл а -ны жарық квантымен өршігуден басталады.

Бөлінген өкі электрон электронды тасымалдану тізбегімен өтіп, қуатының белігін АДФ-ны фосфорлауға және АҮФ-ы түзуге жоғалтады. Олар, жарықтың әсерінен ершу күйіне көшетін және электрон бөліп шығаратын I (P700) - фотожүйедегі бос орынды толтыра отырып өз жолдарын аяқтайды. Сонғылар тасымалдаушылардың бірнешеуінен өтіп, алдымен ферродоксинді, сосын НАДФ-ы тотықсыздандырады. (P680)-дегі бос орындар (тесіктер) Мп бар тасымалдаушының екі электронымен толтырылады, ол өз кезегімен аралық реакция арқылы судың электронының есебінөн тотықсызданады. Мұндайда судың фотолизі жүреді де оттегі бөлініп шығады.

АДФ - ның фосфорлану механизміне келетін болсақ, ол электронның тасымалдануымен және қуаттың босауымен ілеседі, бұл үдеріс 1961-1966 жж. П.Миттчелл әзірлеген хемиосмостық теориямен түсіндіріледі. Оның мәні мынаған саяды. Тотығу-тотықсыздану фадентіне сәйкес әрекет жасайтын электрондар мен протондарды тасымалдайтын тізбек жарғақты қайта байлағанда, сутегінің электрондары мен протондарын жарғақ арқылы бір жағына (тилакоидтың ішіне қарай) тасымалдау, тек соны ғана екінші жаққа тасымалдаумен кезектеседі. Механизмнің (Н<sup>+</sup>-сорып) осындай қызметінің нәтижесінде жарғақтың бір жағында артық протон шоғырланады және Н<sup>+</sup> иондарының электрохимиялық (яғни электрлі және концентратты) потенциалы пайда болады, ол қордағы қуат формасы болып табылады, Н<sup>+</sup> АҮФ протон арнасы арқылы ілеспелі фактор деген атау алған Н<sup>+</sup> ионының кері енжар ағымы, АҮФ-ң жоғары қуатты фосфатты байланысын құрауды қабаттастырады

Фосфоэнолпирожүзім қышқылы көмір қышқыл газының акценторлы екендігі. Бактериялардағы фотосинтез ерекшеліктері. Фотосинтез өнімдер эволюциясы. Фотосинтез өнімдерінің алуан түрлілігі (А.А.Ничипорович жұмыстары). Углеводтардың

фотосинтетикалық түзілуі. Амин қышқылдарының фотосинтетикалық түзілуі. Хлоропласттардан ассимиляттардың шығуы (клетка ішіндегі транспорт). Эволюция процесінде фотосинтез пайда болуы. Өсімдік құрамындағы заттарға анализ жасау нәтижесінде бұл заттардың 90-95%-ы фотосинтез процесінде түзілетіні анықталды. Демек, өсімдіктерде фотосинтез неғұрлым активті өтетін болса, өсімдіктің салмағы соғұрлым артады да, түсім соғұрлым жоғары болады.

Алайда органикалық заттардың тыныс алуы, мүшелер мен ұлпалардың табиғи жойылуына, сондай-ақ тамырдың топыраққа заттар бөліп шығаруына жұмсалуды фотосинтездің түсімін кемітеді. Органикалық заттар энергия бөліп шығару арқылы ақырғы минералдық өнімдерге дейін ыдырай отырып, тыныс алу процесі барысында жұмсалады. Фотосинтездің әлсіз өтуі кезінде түзілген органикалық заттардың бәрі де тыныс алуға жұмсалуды мүмкін. Мұндай жағдай жапырақтың түсуі жеткіліксіз болған кезде ұшырасады. Тыныс алуға жұмсалатын заттардың мөлшері фотосинтез кезінде түзілетін заттардың мөлшеріне тең болатын мұндай жарық түсу күші *компенсациялық нүкте* деп аталады. Фотосинтез кезінде әдетте мүшелер мен ұлпалардың тыныс алуына қажетті шамадан артық мөлшерде заттар жиналады. Алайда, тыныс алуға жұмсалатын заттар шығыны айтарлықтай шамаға жетеді. Мәселен, қыша өсімдігі егіс тік жағдайында тыныс алуға бүкіл органикалық заттардың 27%-на дейінгі мөлшерін жұмсайды, бұл одан алынатын ақырғы түсімді кемітеді. Ағаш тектес өсімдіктер де органикалық заттарының осындай мөлшерін тыныс алуға жұмсайды. Онтогенз барысында мүшелер мен ұлпалар біртіндеп қартаяды да, өсімдіктер ескі жапырақтарының біразын түсіреді, қабығынан, сабағынан, түйіндерінен айырылады. Өсімдіктердің мұндай табиғи шығындары да олардың фотосинтез нәтижесінде жинаған органикалық заттарының жалпы мөлшерін кемітеді, бұл оның ақырғы түсімінің мөлшеріне әсер етеді.

#### **Сұрақтар:**

1. Фотосинтез кезіндегі көміртегі метаболизмін зерттеу әдістері.
2. Фотосинтез қараңғы кезеңінің негізгі бағыттары.
3. Фотосинтездің C<sub>3</sub> жолы, оның кезеңдері.
4. Фотосинтездің C<sub>4</sub> жолы, ерекшелігі.