

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**AL-XORAZMIY NOMLI URGANCH DAVLAT
UNIVERSITETI**

D. Annamuratova, G‘. Yaqubov, Z. Matyakubov

FOTOSINTEZ VA NAFAS OLISH FIZIOLOGIYASI
(o‘quv-uslubiy qo‘llanma)

*Ushbu qo‘llanma universitet o‘quv uslubiy kengashi «___» _____
2014-yil ___ № ___ sonli qarorlari bilan nashrga tavsiya qilingan.*

Urganch 2014

UDK:577.355(072)

KBK:28.57

A63

O‘quv-uslubiy qo‘llanma “Fotosintez va nafas olish fiziologiyasi” fanini o‘qitadigan oily o‘quv yurtlari va uzluksiz ta’lim tizimidagi Biologiya bakalavriat va magistratura ta’lim yo‘nalishidagi o‘quv muassasalarining professor-o‘qituvchilari va talabalari uchun mo‘ljallangan.

Mas’ul muharrir **Z. Allaberganova**, biologiya fanlari nomzodi

Taqrizchilar: **Q. Jumaniyazov**, tibbiyot fanlari nomzodi,
 Y. Djumaniyozova, qishloq xo‘jalik fanlari
 nomzodi,



©Urganch davlat universiteti, 2014.

KIRISH

Mamlakatimiz amalga oshirilayotgan ta'lim islohotlarining hozirgi bosqichidagi muhim vazifalar qatorida quyidagilarni alohida ko'rsatish lozim:

- ta'lim sifatini oshirish;
- o'quv jarayoniga zamonaviy pedagogik va axborot texnologiyalarni kengroq joriy qilish;
- o'quv va uslubiy adabiyotlarning yangi avlodini yaratish.

Oliy ta'lim tizimidagi o'quv jarayoni sifatida ta'minlovchi asosiy omillardan biri □ bu o'quv va uslubiy adabiyotlar bilan ta'minlanganlik darajasi, ularning sifati va pedagogik xamda metodik talablarga muvofiqligi.

Yuqoridagilarni amalga oshirish maqsadida ushbu o'quv uslubiy qo'llanma ishlab chiqildi.

Mazkur o'quv uslubiy qo'llanma 5A140101- Biologiya yo'nalishi magistr'lari uchun mo'ljallangan.

O'quv uslubiy qo'llanma professor-o'qituvchini muayyan fan bo'yicha yaxlit, to'liq va barcha o'quv ishi turlarini qamrab oladi. O'quv kursini o'tkazish jarayonida rejali va ongli tarzda yondashuvni ta'minlaydi. O'quv kursi mazmuni va uni o'qitish jarayonini ta'lim standartlariga to'liq muvofiqlashtirishga erishish mumkin. Elektron tarzda bajarilgan o'quv-uslubiy majmualar soni va sifatini oshirish orqali zamonaviy pedagogik va axborot texnologiyalarini qo'llashga doir malaka va ko'nikmalarni shakllantirish. Muayyan fan bo'yicha o'quv-uslubiy adabiyotlar tanqisligi muammosini hal qilishga yordam beradi.

1-ma'ruza

KIRISH. FOTOSINTETIK APPARAT TUZILISHI HAQIDA

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1.Fotosintetik apparat. Barg-fotosintez qiluvchi organ. Fotosintetik apparatning makro va mikrostruktura tuzilishi haqidagi hozirgi zamon tushunchalari. 2.Membrana, tilakoidlar, granlar, stroma. Hloroplastlarning kimyoviy tarkibi. Hloroplastlar biogenezi. 3.O'simlik organizmi energiya va moddalar almashinuvi jarayonlarida fotosintezni o'rni.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda fotosintetik apparatning makro va mikrostruktura tuzilishi haqidagi hozirgi zamon tushunchalarini hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar fotosintetik apparatning strukturaviy tuzilishi haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari:	Ma'ruza, Aqliy hujum, BBB.
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich. 1.1. O'quv hujjatlarini	1.2.Plastidalar ontogenezi esga tushiriladi, O'quv mashg'ulotiga kirish davo-	Tinglashadi aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha

to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	mida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning Bilaman, Bilishni hohlayman grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. K. A. Temiryazovni fotosintezni o'rganishga qo'shgan xissalariga batafsil izoh beriladi. 2.2. Pegmentlarning funksional va ekologik ahamiyati misollar yordamida tushuntiriladi. 2.3. Xloroplastlarni ontogenezi va filogenezi tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalining Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi. 3.3. Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

KIRISH. FOTOSINTETIK APPARAT TUZILISHI HAQIDA

Reja:

1. Fotosintetik apparat: Barg-fotosintez qiluvchi organ. Fotosintetik apparatning makro va mikrostruktura tuzilishi haqidagi hozirgi zamon tushunchalari.

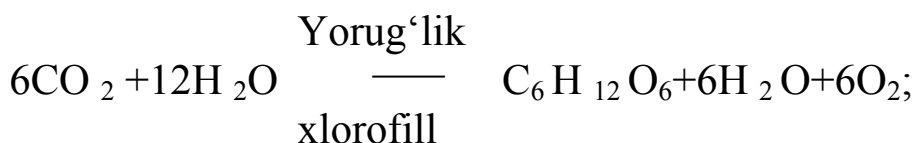
2. Membrana, tilakoidlar, granlar, stroma. Hloroplastlarning kimyoviy tarkibi. Hloroplastlar biogenezi.

3. O‘simlik organizmi energiya va moddalar almashinuvi jarayonlarida fotosintezning o‘rni.

Tabiatdagi barcha tirik organizmlarning hayotiy jarayonlari dinamik ravishda energiya bilan taminlanishga asoslangan. Bu energiyaning yagona manbasi quyosh energiyasi bo‘lib, organizmlar uni to‘g‘ridan to‘g‘ri emas, balki erkin kimyoviy energiya holatidagina o‘zlashtirish qobiliyatiga egalar. Bu organik moddalar tarkibidagi kimyoviy bog‘lar energiyasidir. Uni faqat yashil o‘simliklar va qisman avtotrof mikroorganizmlargina hosil qilishi mumkin.

Yashil o‘simliklar tanasida quyosh nuri tasirida anorganik moddalardan (CO_2 va H_2O) organik moddalarning hosil bo‘lishiga *fotosintez* deyiladi. Fotosintez yer yuzida quyosh energiyasini kimyoviy energiyaga aylantiruvchi yagona jarayondir. Hosil bo‘lgan organik moddalar jamiki organizmlar uchun energiya manbai, umuman hayot asosini tashkil etadi. Shu bilan birga, fotosintez tabiatdagi kislorodning ham yagona manbayidir.

Fotosintez jarayonini quyidagi sxematik tenglama bilan ifodalash mumkin:

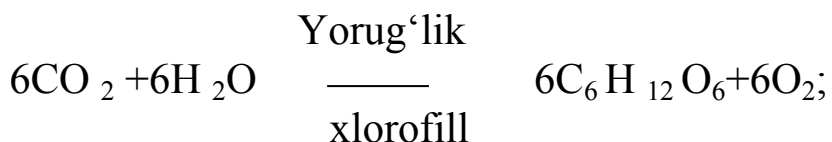


Yashil o‘simliklarning hayoti o‘zluksiz ravishda organik moddalar to‘plash va tabiatga molekular kislorod ajratish bilan xarakterlanadi. Shuning uchun ham tabiatdagi boshqa organizmlarning, jumladan, hayvonlar va odamlarning hayoti o‘simliklarda bo‘ladigan fotosintezga bog‘liq. Chunki bu organizmlar organik moddalarni tayyor holda faqat o‘simliklar orqali oladilar.

FOTOSINTEZNI O‘RGANISH TARIXI

Fotosintezni o‘rganish bo‘yicha birinchi tajribani ingliz kimyogari Dj. Priestli 1771-yilda o‘tkazdi. U sham yondirilishi yoki sichqonning nafas olishi natijasida havosi ”buzilgan” shisha qalpoq ostiga yashil yalpiz shoxchasini qo‘ygan va bir necha kundan keyin unda havo yaxshilanganini aniqlagan. ya’ni yalpiz saqlangan qalpoq ostida sham uzoq muddat uchmasdan yongan, sichqon esa yashagan.

Fransuz agroximigi J. B. Bussengo 1840-yilda fotosintez sohasida qilingan ishlar natijalarini har tomonlama tekshirib ko‘rdi va Sossyur-ning xulosalarini tasdiqladi, ilk bor fotosintezning sxematik tenglamasini tuzdi:



Yorug‘likning fotosintez jarayonidagi rolini aniqlash masalasi bilan shuningdek amerikalik fizik Dj. U. Dreper, keyinchalik Y. Saks va V. Pfefferlar shugullandilar. Ular fotosintez jarayoni yorug‘lik spektri-ning sariq nurlarida eng yaxshi sodir bo‘ladi, degan xulosaga keldilar. Lekin 1875-yilda yirik fiziolog olim K. A. Timiryazev bu xulosa xato ekanligini aniqladi.

Tajribalar asosida u eng kuchli fotosintez jarayoni xlorofill molekulasi yutadigan qizil nurlarda sodir bo‘lishini ko‘rsatdi. Timiryazevning bu sohada bajargan ishlari ”O‘simliklarning yorug‘likni o‘zlashtirishi” (1875) mavzusida yozgan doktorlik dissertatsiyasida va ”Quyosh, hayot va xlorofill” (1920) degan kitobida jamlangan.

Shunday qilib, XVIII va XIX asrlarda yashil o‘simliklarda sodir bo‘ladigan fotosintez jarayoni va uning asosiy tomonlari aniqlandi: karbonat angidridning yutilishi, molekular kislorodning ajralishi, yorug‘lik-ning zarurligi, xlorofillning ishtiroki va organik moddalarning hosil bo‘lishi.

BARG – FOTOSINTETIK ORGAN

Yashil o‘simliklarning bargi eng muhim organlardan biri bo‘lib, unda fotosintez jarayoni sodir bo‘ladi. Shuning uchun ham barg asosiy fotosintetik organ deb ataladi. Uning hujayraviy tuzilishi transpiratsiya, nafas olish va asosan fotosintezga moslashib tuzilgan.

Barg plastinkasining ustki va ostki tomoni po‘st bilan qoplangan. Qoplovchi to‘qima epidermis, bir qator zich joylashgan hujayralardan iborat. Bu hujayralar yupqa po‘stli, rangsiz va tiniq bo‘lib, yorug‘likni yaxshi o‘tkazadi. Po‘st hujayralari orasida joylashgan maxsus juft hujay-ralar og‘izchalar vazifasini bajaradi. Ularning turgor holati o‘zgarib turi-shi mumkin (shunga qarab ular o‘rtasidagi teshikcha ochiladi yoki yopi-ladi). Og‘izchalar ko‘pchilik o‘simliklarda bargning pastki tomonida, ayrimlarida esa ustki tomonida ham bo‘lishi mumkin. Fotosintez jarayo-

nida ana shu og'izchalar orqali karbonat angidrid yutilib, molekular kislorod ajralib chiqadi.

Xloroplastlar. Fotosintez jarayoni, asosan, barglarda va qisman yosh novdalarda sodir bo'lishining sababi, ularda xloroplastlarning borligidir. o'simliklarning fotosintez tizimi xloroplastlarda mujassamlashgan. Xloroplastlar barcha tirik organizmlar uchun kimyoviy energiya manbai – organik moddalarni tayyorlaydi.

Bargning har bir hujayrasida o'rtacha 50 tagacha va ayrimlarida undan ko'proq ham xloroplastlar bor. Xlorofill pigmenti xloroplastlarda joylashganligi uchun ular yashil rangda bo'ladi. Xloroplastlarda fotosintez jarayonining hamma reaksiyalari ro'y beradi: Yorug'lik energiyasining yutilishi, suvning fotolizi (parchalanishi) va kislorodning ajralib chiqishi, yorug'likda fosforlanish, karbonat angidridning yutilishi va organik moddalarning hosil bo'lishi. Shunga, asosan, ularning kimyoviy tarkibi va strukturaviy tuzilishi ham murakkab xarakterga ega.

Xloroplastlar tarkibida suv ko'p, o'rtacha 75 %ni tashkil etadi. Qolganlari quruq moddadan iborat. Umumiy quruq moddalar hisobida oqsillar 35 □ 55 %, lipidlar 20 □ 30%, qolganini mineral moddalar va nuklein kislotalari tashkil etadi. Xloroplastlarda juda ko'p fermentlar va fotosintezda ishtirok etadigan hamma pigmentlar joylashgan.

Turli xil o'simliklar xloroplastlar soni, shakli, hajmi bilan bir-biridan farq qiladi.

Yashil o'simliklarning barglarida xloroplastlar uch xil yo'l bilan hosil bo'lishi mumkin: 1) oddiy bo'linish yo'li bilan; 2) ayrim hujayralarning normal holatlarining buzilishi oqibatida kurtaklanish yo'li bilan; 3) hujayra yadrosi orqali ko'payishi. Bu yo'l asosiy deb qabul qilingan. Dastlab, hujayra yadrosining membranasida juda kichik burtmacha yuzaga keladi. U asta-sekin yiriklashib, yadro membranasidan ajraladi, hujayra sitoplazmasiga o'tadi va shu yerda to'la shakllanadi. Xloroplastlarning to'la shakllanishi uchun yorug'likning bo'lishi shart.

Qorong'iliqda xloroplastlarning stromasi va uning hajmi hosil bo'ladi. Lekin ichki tuzilishi – lamellalar, plastinkalar, granalar, tilakoidlar va xlorofill pigmentlari faqat yorug'likda hosil bo'ladi.

Xloroplast pigmentlari. Xloroplast tarkibida uchraydigan pigmentlar fotosintez jarayonida asosiy rol o'ynaydi. o'simlik pigmentlarini o'rganishda M. S. Svetning 1901 – 1913-yil kashf etgan adsorbsion xromotografik usuli juda katta ahamiyatga ega. M. S. Svet shu usuldan foy-

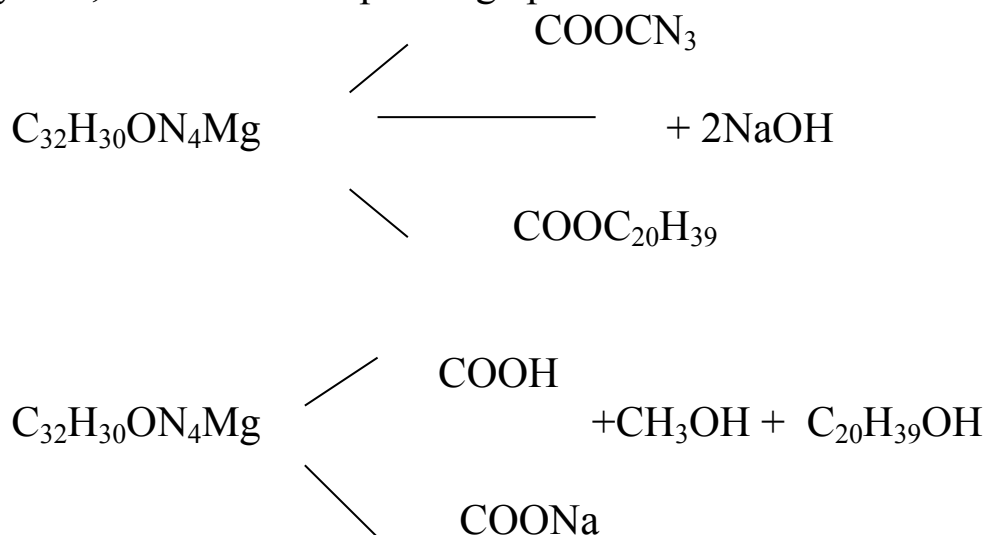
dalanib, 1910-yilda xlorofill “a” va “b” hamda sariq pigmentlarning gruppalari mavjud ekanligini aniqladi.

Xloroplastlar tarkibida uchraydigan pigmentlar, asosan, uchta sinfga bo‘linadi: 1) xlorofill; 2) karotinoidlar; 3) fikobilinlar.

Xlorofillar. Birinchi marta 1817-yilda fransuz kimyogarlari P. J. Pelte va J. Kavantular o‘simlik bargidan yashil pigmentni ajratib oladilar va uni *xlorofill* deb ataydilar. Bu grekcha “xlloros” yashil va “fillon” barg so‘zlaridan olingan.

1906 □ 1914-yillarda nemis kimyogari R. Vilshtetter xlorofillning kimyoviy tarkibini har tomonlama o‘rganish natijasida uning elementar tarkibini aniqladi: xlorofill “a” □ $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ va xlorofill “b” $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Nemis bioximigi G. Fisher esa 1930 – 1940-yillarda xlorofillning strukturaviy formulasini aniqladi.

Xlorofillar asosan to‘rtta pirrol halqasini birlashtirgan porfirin birikmalar bo‘lib, ular tarkibida magniy va fitol qismi bor. Fitol asosan to‘rtta tuyinmagan izopren uglevodorod molekulasidan tuzilgan. Umuman, xlorofill, xlorofillin dikarbon kislotasi bilan metil va fitol spirtlari-ning birikmasidan hosil bo‘ladi va murakkab efirlar gruppasiga kiradi. Shuning uchun ham natriy ishqori ta’sir etsa, u xlorofillin kislotasining natriy tuzi, metil va fitol spirtlariga parchalanadi.



Xlorofillin kislotasining natriyli tuzi. Xlorofill “b”ning xlorofill “a”dan farqi shundaki, uning strukturasi-
dagi bitta metil gruppasi aldegid gruppaga almashtirilgan.

Xlorofill “a”ning erish harorati 117 □ 120°Cga teng. Spirt-
da, ben-
zolda, xloroform, aseton va etil efirida yaxshi eriydi. Suvda erimaydi. Xlorofill “a” barcha fotosintetik organizmlar uchun umumiy yagona pig-

mentdir. Chunki bu pigment orqali yutilgan yorug'lik energiyasi to'g'ridan to'g'ri fotosintetik reaksiyalarda ishlatilishi mumkin.

Xlorofillning muhim xususiyatlaridan biri uning optik xususiyati-*fluoressensiyasidir*. Ya'ni xlorofill eritmalaridan o'zi yutgan nurlarni qaytaradi. Aks etgan yorug'likda xlorofill qizil rangda ko'rinadi. Uning fluoressensiya kobiliyati fotoximik faolligidan dalolat beradi.

O'simliklarning bargida xlorofill maxsus sharoitlar mavjudligida hosil bo'ladi. Rivojlangan plastidalar stromasi, yorug'lik, magniy, temir va boshqalar etarli bo'lishi kerak chunki pigmentlar faqat plastidalarning lamella va granalaridagina vujudga keladi. Magniy to'g'ridan to'g'ri xlorofill molekulasining tarkibiga, temir esa xlorofillning hosil bo'lishida ishtirok etuvchi fermentlar (xlorofillaza va boshqalar) tarkibiga kiradi. Xlorofill faqat yorug'likda o'sgan o'simliklarda hosil bo'ladi. Qorong'i joyda o'simliklarda u hosil bo'lmaydi. Shuning uchun ham bunday o'simliklar rangsiz yoki sariq (karotinoidlar bo'lgani uchun) rangda bo'ladi. Ular *etiollangan* o'simliklar deyilib, qorong'idan yorug'likka chiqarilsa, tezda yashil rangga kira boshlaydi, Chunki xlorofillning sintezi boshlanadi.

Umuman, xlorofillning sintezi ham, buzilishi ham tirik hujayralardagi murakkab modda almashinuvi jarayonining yo'nalishi asosida sodir bo'ladi. o'simliklarda xlorofillning miqdori ularning quruq og'irligiga nisbatan 0,6 □ 1,2 %ni tashkil qiladi.

Karotinoidlar. Yashil o'simliklarda xlorofill bilan birgalikda uchraydigan sariq, to'q-sariq va qizil rangdagi pigmentlar gruppasiga karotinoidlar deyiladi. Bu pigmentlar hamma o'simliklarning xloroplastlarida mavjud. Hatto o'simliklarning yashil bo'lmagan qismlaridagi xloroplastlarning ham tarkibiga kiradi. Masalan, xloroplastlar sabzi hujayralari tarkibida juda ko'p miqdorda bo'ladi va ular ham murakkab strukturaga ega.

Karotinoidlar xloroplastlarda xlorofill bilan birgalikda uchragani uchun ham sezilmaydi. Chunki xlorofillning miqdori ularga nisbatan o'rtacha uch marta ko'p. Lekin kuzda xlorofillarning parchalanishi sababli, karotinoidlar ko'rina boshlaydi.

Yaxshi o'rganilgan o'simlik karotinoidlari ikkita gruppaga bo'lina-di: 1) karotinlar; 2) ksantofillar.

Karotinlar ($C_{40}H_{56}$) turli xil bo'lib, ulardan α , ν -karotinlar xloroplastlarda xlorofil bilan birgalikda uchraydi. *Liqopin* ($C_{40}H_{56}$) mevalarda uchraydi. Bu pigmentlarning tarkibida kislorod yo'q va ranglari, asosan,

to‘q sariq yoki qizil bo‘ladi. Karotinning struktura formulasiga kelsak, u 8 molekula izopren koldigidan iborat. Uning ikkala tomonida to‘rtta izopren gruppasi halqa shaklida tutashib ion shaklini hosil qiladi. Ulardan yaxshi o‘rganilib fotosintez uchun muhim ahamiyatga ega bo‘lganlari a-va v-karotinlardir. Ularning umumiy formulalari bir-biriga o‘xshash ($C_{40}H_{56}$) faqat strukturaviy tuzilishida bir oz farq bor.

Ksantofillar tarkibida kislorod bor va ular, asosan, sariq rangda ko‘rinadi. Asosiy vaqillari *lyutein* ($C_{40}H_{56}O_2$), *violaksantin* ($C_{40}H_{56}O_4$) va boshqalar.

Karotinoidlar xlorofill, benzol, atseton kabi eritmalarda yaxshi eriydi. yuqori harorat, yorug‘lik kislotalar ta‘sirida yengil parchalanadi.

Karotinoidlar bir qancha fiziologik vazifalarni bajaradilar:

- 1) fotosintez uchun zarur bo‘lgan yorug‘lik nurlarini yutadilar;
- 2) xlorofill molekulasini kuchli yrug‘lik ta‘siridan muxofaza qiladilar;
- 3) fotosintez jarayonida molekular kislorodning ajralib chiqishida ishtirok etadilar.

Karotinoidlar to‘lqin uzunligi qisqa bo‘lgan (480–530 nm) ko‘k-bi-nafsha va ko‘k nurlarni qabul qilib, xlorofill “a”ga yetkazib beradi ham-da fotosintez jarayonida ishtirok etadi.

O‘simliklar bargida quruq og‘irligiga nisbatan 20 mg.gacha, ayrim o‘simlik turlari va organlarida, ayniqsa ayrim mevalar tarkibida ko‘proq bo‘lishi mumkin.

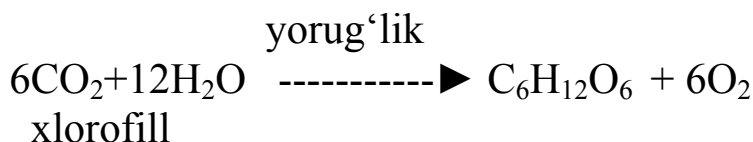
Fikobilinlar. Suv ostida yashovchi o‘simliklarda xlorofill “a” va karotinoidlardan tashqari, maxsus pigmentlar ham borki ularga *fikobilinlar* kiradi. Yaxshi o‘rganilganlari fikoeritrin va fikosianindir.

Fikoeritrin ($C_{34}H_{47}N_4O_8$)-qizil suv o‘tlarning pigmentidir. Qizil rangga ega. Fikosianin ($C_{34}H_{42}N_4O_9$) ko‘k yashil suv o‘tlarining pigmenti bo‘lib, ko‘k rangga ega. Fikobilinlar – bu murakkab oqsillar. Ularning tarkibiga ochiq zanjir holida birlashgan to‘rtta pirrol halqasi kiradi. Bu halqalar qo‘sh bog‘lar orqali to‘tashgan. Ularning molekulasida metall atomi yo‘q. Bu molekulalar oqsillar bilan mustaxkam birikma hosil qiladiki, ularni faqat qaynatib yoki kuchli kislota ta‘sirida parchalash mumkin.

Fikobilinlar yorug‘lik spektridan ma‘lum to‘lqin uzunligiga ega nurlarni yutadi va xlorofill “a”ga yetkazib beradi. Fikoeritrinlar asosan to‘lqin uzunligi 498 nm.dan 508 nm.gacha, fikosianinlar 585 nm.dan 630 nm.gacha bo‘lgan nurlarni yutadilar.

Umuman, fikobilinlar tomonidan yutilgan yorug‘lik energiyasidan 90 % ga yaqini xlorofill “a”ga yetkazib beriladi.

Fotosintez jarayonida suv va karbonat angidrididan organik moddalar sintezi amalga oshib, bunda quyosh energiyasi xlorofill ishtirokida organik moddalarning kimyoviy energiyasiga aylanadi. U quyidagi tenglama bilan izohlanadi:



Bu jarayon juda murakkab bo‘lib, bir qator biokimyoviy va biofizik jarayonlardan tashkil topgan. Fotosintez muhim biologik jarayon bo‘lib, yer yuzidagi hayotning asosini tashkil etadi. Hayotiy jarayonlar uchun zarur energiyaning hammasi fotosintez tufayli quyoshdan olingan. Yer sharidagi suv va quruqlikdagi yashil o‘simliklar yil davomida 174 mlrd. tonna CO_2 o‘zlashtirib, 450 mlrd. tonna *organik modda* va 500 mlrd. tonna O_2 ajratadi. Shu asosda *o‘simliklarning kosmik ahamiyatini* tushunish mumkin:

- O‘simliklar kosmosdan etib kelgan yorug‘lik energiyasi hisobiga suv va CO_2 ni o‘zlashtirishi tufayli kimyoviy energiyaga boy turli-tuman organik moddalar sintezlaydi. Bu organik moddalar insonlar, hayvonlar va boshqa geterotrof xayot kechiruvchi organizmlar uchun oziq moddalar bo‘lib xizmat qiladi.

- Aerob sharoitda hayot kechiruvchi geterotrof va avtotrof organizmlarning nafas olishi uchun zarur bo‘lgan O_2 bilan ta’minlaydi.

- Atmosferadagi CO_2 miqdorini bir me’yorda saqlaydi.

Fotosintez jarayoni faqat xlorofill molekulasini saqlagan barg to‘qimasidagina sodir bo‘ladi. Xlorofill elipssimon, duksimon, dumaloq va boshqa shakllardagi *xloroplastlarda* joylashgan. Bir hujayrada o‘rtacha 20 □ 50 donagacha xloroplast bo‘ladi. Hajmi 3 □ 10 *mkm* (mikron)dir. Ayrim olimlarning fikricha, xloroplastlar va mitoxondriylar yadro po‘stidan ajralib chiqqan initsial tanacha bo‘lakchalaridan hosil bo‘ladi. Xloroplastlar juda murakkab tuzilgan: usti 2 qavat membranadan tashkil topgan. Po‘stida mayda tirqishchalar bo‘lib, u orqali sitoplazma o‘rtasida uzviy bog‘lanish ta’minlanadi. Xloroplastning bo‘shliq qismida oqsil-lipoid tarkibli modda bo‘lib, *stroma* deb ataladi.

Stromada *lamella* deb ataluvchi 3 qavatli membranalar ma’lum tartibda joylashgan. Bu lamellalar hisobiga *tilakoid* deb ataluvchi tanachalar hosil bo‘ladi. Ular taxlangan tangachalar singari zich joylashgan. Ti-

lakoidlar tuplamiga *granulalar* deyiladi. Tilakoidlar 10 nm (millimikron) hajmdagi, nihoyatda mayda *kvantosoma* deb atalgan tanachalardan tashkil topgan. Har bir kvantosoma “*a*” va “*v*” xlorofill molekulalari, sariq-zarg‘aldoq rangli pigmentlar, boshqa organik moddalar, temir, mis, marganets elementlari, shuningdek, turli fermentlar mavjud.

Umuman, o‘simliklarning yashilligi xlorofill pigmenti tufaylidir. O‘rta hisobda o‘simlik quruq moddasining 1 % xlorofillga to‘g‘ri keladi. Xloroplastlarda xlorofilldan tashqari, sariq rangli *ksantofill* va sariq-zarg‘aldoqrangli *karotin* pigmentlari ham mavjud. Karotinga nisbatan xlorofillning 3 □ 4.5 marta ko‘p bo‘lganligi uchun barglar yashil rangda. Kuzda tashqi ta’sirlar ta’sirida xlorofill tarqalib, ksantofill va karotin pigmentlari ishtirokida barglar sariq rangli (ksantofill) yoki qizg‘ish rangli bo‘ladi.

Yosh hujayralarda xloroplastlar mayda granulalardan tashkil topgan bo‘lsa, qari hujayralarda yiriklashib, po‘sti erib ketadi, xlorofill molekulalari o‘z tabiiy holatini yo‘qotadi.

Xlorofill va boshqa pigmentlarning xossalarini bilish uchun ularni barg to‘qimalaridan ajratib olish zarur. Buning uchun organik erituvchilardan foydalaniladi. M. Tsvet (1901) xromotografik usulni ishlab chiqdi. Bu usulda oq bo‘r yoki shakar to‘ldirilgan shisha naydan pigmentli spirt o‘tkaziladi. Adsorbsiyalanish darajasiga ko‘ra, avval “*v*” *xlorofili* keyin “*a*” *xlorofili*, undan pastda *ksantofill*, *karotin* esa adsorbtsiyalanmay, naydan o‘tib ketadi.

Xlorofill – xlorofillindikarbon kislotasining murakkab efiri bo‘lib, bunda kislotadagi bir karboksilning vodorodi metil (C_3OH), ikkinchi karboksilning vodorodi fitol ($C_{20}H_{39}OH$) spirtlar qoldig‘iga almashingan.

Xlorofill va boshqa pigmentlarning fizik xossalaridan biri spektrdagi nurlarni tanlab yutish xususiyati. Quyoshdan kelgan oq yorug‘lik spektroskop orqali o‘tkazilganda, 7 xil – qizil, zargaldoq, sariq, yashil, havo rang, ko‘k, binafsha nurlardan tashkil topgan. Timiryazev ta’limotiga ko‘ra, fotosintez xlorofill yutgan qizil va ko‘k binafsha nurlar energiyasi hisobiga sodir bo‘lib, bunda yorug‘lik energiyasi kimyoviy energiyaga aylanadi, ya’ni xlorofill yorug‘lik energiyasini kimyoviy energiyaga aylantiradigan takomillashgan optik *sensibilizator*dir. Yorug‘lik energiyasi hisobiga energiyaga boy turli-tuman kimyoviy birikmalar (oqsillar, uglevodlar, yoglar va boshqalar) sintezlanadi.

K. A. Timiryazev fotosintez jarayoni quyidagi qonuniyatlarga bo'ysunishini aniqladi:

- Fotosintez jarayoni faqat xlorofill molekulalari yutgan yorug'lik energiyasi hisobiga sodir bo'ladi;
- Fotosintez miqdori yutilgan nurlar miqdoriga to'g'ri proporsional;
- Fotosintez jarayonida yutilgan nurning 1-3 % nigina o'simliklar o'zlashtiradi.

Fotosintez jarayoni yuqorida ko'rsatib o'tilgan sodda tenglama bilangina belgilanib qolmay, balki tirik organizm uchun bu muhim va juda murakkab hodisa bo'lib, birin-ketin izchillik bilan boradigan reaksiyalardan tarkib topgan.

Kliment Arkadyevich Timiryazev fotosintez jarayonini o'rganishga juda ko'p vaqtini, bilimi va kuch-quvvatini sarflagan olimdir. U o'zining klassik asarlari bilan fotosintez nazariyasini ishlab chiqish-ga katta hissa qo'shgan. Timiryazev quyosh nurining ta'sir etish mexanizmini birinchilar qatori to'la ravishda tushuntirib berish bilan bir vaqtda, yashil pigment-xlorofill o'simliklar hayotida juda katta ahamiyatga ega ekanligini ham isbotlab berdi.

“Yer yuzini energiya bilan ta'minlovchi quyosh va biz hayot deb ataydigan organik olamning faoliyatini bir-biriga bog'lovchi oraliq zveno o'simliklar yoki ular xos bo'lgan xlorofill donachalaridir. O'simliklarning kosmik ahamiyati ham ana shundadir”, deb yozgan edi.

Tirik organizmlarning yashashi uchun zarur bo'lgan energiya karbon manbayiga qarab ham, ular ma'lum guruhlariga ajratiladi. Energiyaning turlari ko'p bo'lsa-da, tirik organizmlar ularning faqat ikki turidan foydalanadi. Bular - yorug'lik va kimyoviy energiyalar.

Yorug'lik energiyasi hisobiga barcha organik birikmalarni hosil qiluvchi tirik organizmlar fototroflar deb ataladi.

Kimyoviy energiya hisobiga organik moddallarni hosil qiluvchi organizmlar xemotroflar deb ataladi.

Barcha tirik organizmlar bevosita yoki bilvosita (hayvonlar) fotosintez bilan bog'liqdir. Chunki fotosintez jarayoni quyosh energiyasini va karbonni tirik organizmlar yaratadi. Fotosintezning ahamiyati:

1. Quyoshning yorug'lik energiyasi organik moddalarida to'plan-gan kimyoviy energiyaga aylantiriladi.
2. Anorganik moddalardan organik moddalar sintez qilinadi.
3. Fotosintez jarayonida atmosfera erkin kislorod bilan boyitiladi.

4. Insoniyat fotosintez jarayoni tufayli hosil bo'lgan energiya-ning qazilma manbalari (toshko'mir, neft, torf)dan foydalanadi.

Fotosintez jarayoni tufayli 1 yil davomida tirik organizmlar tomonidan o'zlashtiriladigan karbon miqdori quyidagicha. Okeanda $40 \cdot 10^9$ t. Karbon. quruqlikda $35 \cdot 10^9$ t. Karbon. Shundan bir yil davomida quyidagi miqdordagi karbon $10 \cdot 10^9$ t. karbon o'simlik va hayvonlarning nafas olishi jarayonida $25 \cdot 10^9$ t. karbon Redusentlar (o'lik organizmlar bilan oziqlanuvchilar) tomonidan parchalanadi.

$5 \cdot 10^9$ t. karbon qazilma yoqilg'ilarini yonishida ajraladi. Bu atmosferadagi va okeandagi karbonat angidirni miqdorini asta-sekin ortib borishga yetarli ta'sir ko'rsatadi.

Fotosintez jarayonining o'rganish 17-asrdan boshlangan 1771-yilda D. Priestli yashil o'simliklar yorug'likda kislorod ajratishini ko'rsatadi. 1782-yilda J. Seneb'e yashil o'simliklar yorug'da karbonat angidridning o'zlashtirishini aniqladi va buni "karbon oziqlanish" deb atadi. 1817-yilda Pelte va Kavantu o'simliklardan pigmentlarni ajratib oladi. 1877-yilda bu jarayon fotosintez deb ataladi. Hozirgi vaqtda fotosintez jarayonining mexanizmlarini o'rganishga katta e'tibor berilmoqda.

1. Fotosintez jarayonining mexanizmlarini aniqlash undan muqobil energiya manbayi sifatida foydalanishga imkon yaratadi.

2. Qishloq ho'jalik ekinlarining mahsuldorligini oshirish ham fotosintez jarayonini o'rganish bilan to'g'ridan to'g'ri bog'liq.

O'simliklarning turli qismlarida xilma-xil pigmentlar uchraydi. Barg pigmentlari fotosintez jarayoni bilan bog'liq bo'lib, quyoshning yorug'lik energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirishda faol ishtirok etadi. Ular xloroplastlarda oqsillar bilan birikkan holda (xromoproteinlar) uchraydi.

Xlorofill yordamida quyosh nuri yutilib, CO_2 va H_2O ni o'zlashtirib, organik moddalar sintezlanadi va molekular kislorod ajraladi. Yashil o'simliklarda sintezlangan organik moddalar va ularda yig'ilgan energy-ya boshqa organizmlarning hayot faoliyatida foydalaniladi. O'simliklar quruq moddasining yarmiga yaqini miqdori ugleroddan tashkil topgan. Mabodo, atmosferada CO_2 gazi bo'lmasa, o'simliklarda organik moddalar to'planmay, ular nobud bo'ladi. Albatta, o'simliklarning normal ri-vojlanishi uchun CO zarur bo'lib, uning atmosferadagi miqdori 0,03 % ga teng.

“Keys” □ *case studies* ingliz tilidan olingan bo‘lib, jarayon yoki vaziyat degan ma‘noni beradi.

Dastlab, bu texnologiyadan biznesmen va tadbirkorlarni o‘qitishda foydalanilgan bo‘lib, hozirgi paytda o‘qitiladigan fanning mazmunidan kelib chiqqan holda, tirik organizmlarda boradigan jarayonlarning tashqi va ichki, obyektiv va subyektiv omillari yuzasidan muammoli vaziyatlar yaratilib, ularni hal etish uchun o‘quv munozaralari tashkil etiladi.

Fiziologiyani o‘qitishda dastur mazmunidagi fiziologik tushunchalar yetakchilik qilgan, shuningdek, munozarali “barg organoidlarining paydo bo‘lishi va rivojlanishi”, “O‘simlik organizmi energiya va moddalar almashinuvi jarayonlarida fotosintezni o‘rni” kabi mavzularni o‘qitishda foydalanish mumkin.

Ta’lim-tarbiya jarayonida keysdan foydalanish uchun o‘qituvchi:

- dastur mazmunidagi muammoli mavzularni aniqlashi, shu mavzularni o‘qitish uchun muammoli savol-topshiriqlar tuzishi;

- dars davomida muammoli savol-topshiriqlarning qiyinchilik darajasiga ko‘ra, yakka tartibda yoki talabalarning kichik guruhlarida mustaqil ishlarni tashkil etilishini aniqlashi;

- talabalarning bilish faoliyatini mazkur muammolarni hal etish, o‘quv munozaralari orqali bahsda qatnashtirish yo‘llarini rejalashtirishi;

- muammoli savol-topshiriqlar asosida tashkil etilgan o‘quv munozaralarida yakuniy fikrni vujudga keltirishi lozim.

Nazorat savollari?

1. Plastidli pigmentlarning vazifasi.
2. Karotinoidlarning tuzilishi va vazifasi.
3. Fotosintetik koeffitsiyent nima va uning ko‘rsatkichi nimaga bog‘liq?
4. Fotosintezda kvant chiqish va kvant sarflanish nima?
5. Kuzatiluvchi va haqiqiy fotosintez nima?

2-ma'ruza
FOTOSINTEZ QILUVCHI ORGANIZMLARNING
PIGMENT TIZIMLARI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Hlorofillning kimyoviy tuzilishi, spektral xossalari va vazifalari. 2. Hlorofillar biosintezining asosiy bosqichlari. 3. Karotinoidlar, kimyoviy tuzilishi, xossalari, fotosintezdagi vazifalari.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda o'simlik organizmi energiya va moddalar aymashinuvi jarayonlarida fotosintezning roli haqida tushuncha hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar fotosintetik apparatning strukturaviy tuzilishi haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari:	Ma'ruza, aqliy hujum, klaster.
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich. 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish	1.2. Plastidalar ontogenezi esga tushiriladi, O'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning Bilaman, Bilishni hohlayman grafalari to'ldi-	Tinglashadi aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.

(10 m.)	riladi.	
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. K. A. Temiryazovni fotosintezni o'rganishda qo'shgan hissalariga batafsil izoh beriladi. 2.2. Pigmentlarning funksional va ekologik ahamiyati misollar yordamida tushuntiriladi. 2.3. Xloroplastlarni ontogenezi va filogenezi tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalining Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi taxlil qilinadi 3.3 Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalining yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Hlorofillning kimyoviy tuzilishi, spectral xossalari va vazifalari.
2. Hlorofillar biosintezining asosiy bosqichlari.
3. Karotinoidlar, kimyoviy tuzilishi, xossalari, fotosintezdagi vazifalari.

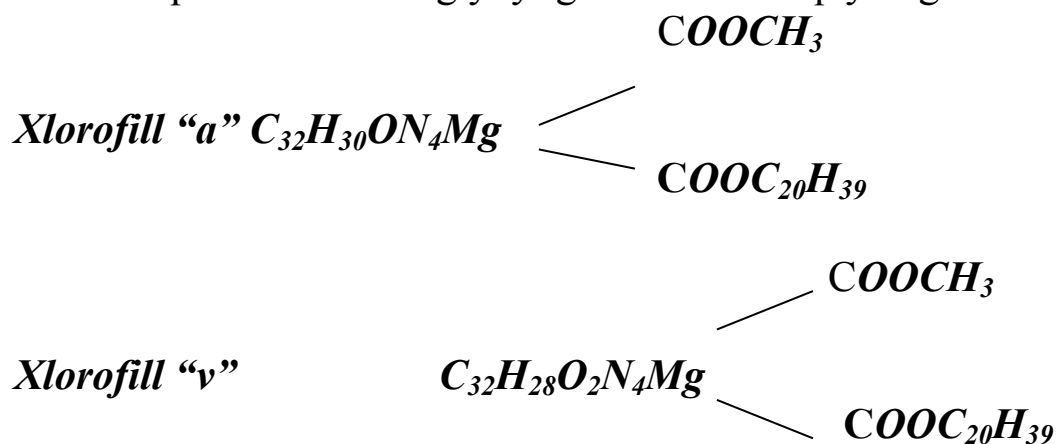
Pigmentlar va ularning xossalari: Barglardan pigmentlarni ajratish uchun spirt yoki atseton (organik erituvchilar) dan foydalaniladi. Ekstraktda quyidagi pigmentlar: yashil xlorofill "a" va xlorofill "b", sariq karotin va ksantofil (karotinoidlar) ajraladi.

Xlorofill. Xlorofill suvda erimaydi, tuzlar, kislotalar va ishqorlar ta'sirida o'zgaradi. Xlorofillni ajratib olish uchun etil spirt yoki aseton dan foydalaniladi.

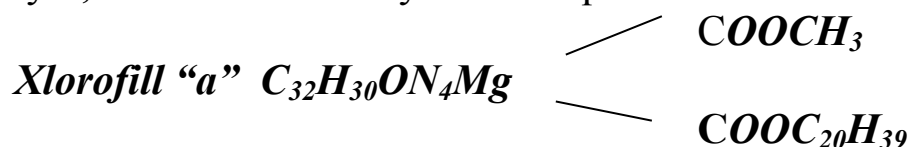
Xlorofill "a"ning empirik formulasi: $C_{55} H_{72} O_5 N_4 Mg$;

Xlorofill “b” niki $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ bo‘ladi.

Xlorofill “a” ikki atom H ko‘p va bir atom O kamligi bilan xlorofill “b” dan farqlanadi. Ularning yoyilgan formlas quyidagicha:



Xlorofill molekulasida Mg elementi asosiy o‘rin egallaydi. Bu elementni siqib chiqarish uchun eritmaga xlorid kislota qo‘shilsa bas, yashil pigment qo‘ng‘ir rangga o‘tib, feofitin hosil qiladi. Bunda Mg elementi o‘rnini ikki molekula H atomi egallab, qaytarilish reaksiyasi amalga oshadi. Ushbu eritmaning yashil rangini qayta tiklash uchun feofitin molekulasiga Mg element yoki og‘ir metall tutgan tuz ta’sir ettiriladi. Bundan ko‘rinib turibdiki, xlorofill molekulasining yashil rangi Mg elementiga bog‘liq ekan. Xlorofillning spirtli eritmasiga ishqor ta’sir ettirilganda, fitol va metil spirtlar ajraladi, bunda xlorofillning yashil rangi yo‘qolmaydi, chunki molekula yadrosi saqlanadi.



Bu reaksiya xlorofillning sovunlanish reaksiyasi deb ham yuritiladi. Hamma o‘simliklarda xlorofillning kimyoviy tarkibi bir xil bo‘ladi. Xlorofill “a” ning miqdori xlorofill “b” ga nisbatan uch marta ko‘p bo‘ladi. Xlorofillning umumiy miqdori quruq moddasiga nisbatan 1 %ni tashkil qiladi. Xlorofill kimyoviy tabiatiga ko‘ra, qon tarkibidagi gemoglobinga yaqin bo‘lib, molekulasida asosiy o‘rin egallaydigan Fe o‘rnida Mg tutadi. Shundan ular fiziologik funksiyasiga ko‘ra farq qiladi. Xlorofill o‘simliklarda fotosintez jarayonida faol ishtirok etsa, gemoglobin odam va hayvonlar organizmidagi nafas olish jarayonida ishtirok etib, kislorod va karbonat angidridni tashish vazifasini bajaradi.

Xlorofill quyosh energiyasini yutib, uni kimyoviy reaksiyalarning borishiga yo‘naltiradi. U nurni tanlab o‘tkazish xossasiga ega. Rangsiz nur prizma orqali o‘tkazilsa, yetti xil rang ko‘rinadi. Ular bir-biriga o‘tib boradi. Bunday nurda xlorofill eritmasi qizil va ko‘k binafsha nurlarni yaxshi yutadi. Yashil nurlar kam yutiladi, shuning uchun yuzaki nurlanganda xlorofill yashil rang beradi. Mabodo, nurlar konsentratsiyasi oshirilsa, xlorofillning nurlarni yutish chizig‘i kengayib, bir qism qizil nurlar yutilmaydi. Xlorofill “a” va “b”larning yutish spektrlari bir-biriga yaqin bo‘ladi. Qaytarilgan nurda xlorofill qizg‘ish rangda bo‘lib, yutgan nuri-ning to‘lqin uzunligini o‘zgartiradi. Bu holati xlorofillning flyuoressensiyasi deyiladi.

Karotin va ksantofill pigmentlari ko‘k va binafsha nurlarni yutadi. Bu pigmentlar yordamida yutilgan energiya xlorofill “a”ga berilib, u fotosintezda bevosita ishtirok etadi. Karotin provitamin A deyiladi, chunki uning parchalanishi natijasida ikki molekula vitamin A hosil bo‘ladi. Karotinning formulasi $C_{40}H_{56}$, ksantofillniki esa $C_{40}H_{54}(OH)_2$.

Xlorofill hosil bo‘lishi ikki fazada amalga oshadi. 1-qorong‘ilik fazasi, bunda xlorofillning asosi $\square$ protoxlorofill hosil bo‘ladi. 2-yorug‘lik fazasi bo‘lib, bunda protoxlorofilldan xlorofill hosil bo‘ladi. Xlorofill hosil bo‘lishi o‘simliklar turiga va tashqi sharoitga bog‘liq. Ba’zi o‘simliklar qorong‘ida ham (masalan, organlarning o‘simtalari), yorug‘liksiz yashil rangga kirishi mumkin, ammo ko‘pchilik o‘simliklarda xlorofill yorug‘likda protoxlorofilldan hosil bo‘ladi. Yorug‘lik bo‘lmagan taqdirda etiolirlangan o‘simliklar o‘sib, ularning poyasi nozik va cho‘zilgan barglari mayda va och-sariq bo‘ladi. Bu o‘simliklar yorug‘likka chiqarilsa, ularning bargi tezda yashil rangga kiradi, ya’ni barglardagi protoxlorofill yorug‘da tezda xlorofillga aylanadi.

Xlorofill hosil bo‘lishida harorat alohida ahamiyatga ega. Agar bahor sovuq kelsa, to kunlar isimaguncha, ba’zi o‘simliklarning bargi yashil rangga kirmaydi. Bu jarayonda past haroratda protoxlorofill hosil bo‘lishi susayadi. Xlorofill hosil bo‘lishi uchun past harorat $+2^{\circ}C$ bo‘lsa, yuqori harorat $+50^{\circ}C$ bo‘lar ekan. Haroratdan tashqari, xlorofill hosil bo‘lishi uchun mineral elementlardan *Fe* juda zarur. Mabodo, *Fe* yetishmasa, xloroz kasalligi yuzaga keladi. Protoxlorofill sintezlanishida *Fe* katalizatorlik rolini bajarishi mumkin. Xlorofill hosil bo‘lishi uchun *N* va *Mg* elementlari zarur, chunki ular molekula tarkibiga kiradi. Plastidalar-ning bo‘lishi ham asosiy shartlardan biridir, ular ko‘k rangga kiradi. Mabodo, plastidalar bo‘lmasa, o‘simliklar rangsizlanib, albinizm kasalligiga

uchraydi, zaxira moddalari tugaguncha yashab, keyin nobud bo‘ladi. Bu holat irsiy o‘zgarishlar natijasida yuzaga chiqadi.

O‘simliklarda xlorofill miqdori ko‘p bo‘lsa, past haroratda ham fotosintez jarayoni boraveradi. Bunday holat ma’lum davrgacha davom etadi. CO_2 ning yutilishi bilan xlorofill miqdori orasida bevosita bog‘liqlik bo‘lmaydi.

Barg yordamida assimilyatsiyalangan CO_2 bilan xlorofill soni orasida bog‘lanish bor. Bu ko‘rsatkich assimilyatsion son bo‘lib, vaqt davomida parchalangan CO_2 xlorofillning og‘irlik birligiga to‘g‘ri keladi.

Assimilyatsion son o‘zgaruvchan bo‘lib, xlorofill kam miqdorda bo‘lsa, u ko‘rsatkich katta bo‘ladi va barglarda uning soni ko‘p bo‘lsa, ko‘rsatkich kam. Xlorofill barglarda kam miqdorda bo‘lsa, mahsuldorligi ortadi va aksincha, xlorofillning miqdori ortsa, mahsuldorlik pasayadi.

Xlorofill o‘simliklarda ko‘p miqdorda bo‘ladi va hammasi ham fotosintezda ishtirok etmaydi. Fotosintezdagi fotokimyoviy reaksiyalar bilan birga kimyoviy reaksiyalar ham mavjud bo‘lib, ularga yorug‘lik shart emas. O‘simliklarda qorong‘ilik reaksiyalari yorug‘lik reaksiyalariga nisbatan sust boradi. Yorug‘lik reaksiyalarning tezligi 0,00001 sekund bo‘lsa, qorong‘ilik reaksiyalariniki 0,04 sekundga yetadi. Birinchi marta fotosintezning qorong‘ilik reaksiyalarini F. Blekman kuzatgan. Bunda qorong‘ilik reaksiyalari haroratga bog‘liq bo‘lib, harorat ko‘tarilishi bilan bu reaksiyalar tezlashishini aniqlagan. Yorug‘lik reaksiyalari davri juda qisqa bo‘lganligi sababli, fotosintez tezligi, asosan, qorong‘ilik jarayonining uzunligi bilan aniqlanadi.

K.A.Timiryazev tajribalarigacha fotosintez jarayoni spektrning sariq nurlarida yaxshi boradi deyilgan, ammo sariq nurlar xlorofill tomonidan yomon yutilar ekan. Sariq nurlar ta’sirida fotosintezning tezligi ortishi energiyaning saqlanish qonuniga bo‘ysunmas ekan. Bu o‘simliklarning har xil spektr nurlari ta’sirida o‘rganib aniqlangan, buning uchun quyosh nurini kichik teshik orqali o‘tkazib yuborgan. Bargning qizil nur bilan yortilgan joyida ko‘p miqdorda kraxmal sintezlanishi hamda ko‘k-binafsha nurlar tushgan joyida ham ko‘pgina kraxmal to‘planib, ya’ni xlorofill tomonidan intensiv yutilgan nurlar hisobiga amalga oshadi. Bu tajriba energiyaning saqlanish qonuniga bo‘ysunishini kuzatib, qanchalik ko‘p energiya yutsa, shunchalik ko‘p CO_2 gazi o‘zlashtirilgan ekan, bu, o‘z navbatida, organik moddalar sintezini ham oshiradi.

Fizika kvant nazariyasiga asosan fotosintezning yuqori intensivligi qizil nurlarga to'g'ri kelar ekan. Hozirgi kunda ma'lumki, quyosh nuri energiya to'plami sifatida, ya'ni kvantlar sifatida tarqaladi. Kvant kattaligi nurning to'liq uzunligiga bog'liq bo'ladi. To'liq uzunligi qancha katta bo'lsa, kvant energiyasi shuncha kichik bo'ladi, ammo ularning soni nisbatan qisqa to'liq uzunligidagi nurlardan (masalan, ko'k-binafsha nurlardan) ko'p bo'ladi. Shunday qilib, spektrning qizil nurlari o'zida ko'p sonli kvantlarni vaqt birligi va maydon birligiga nisbatan fotokimyoviy jihatdan mahsuldor bo'ladi.

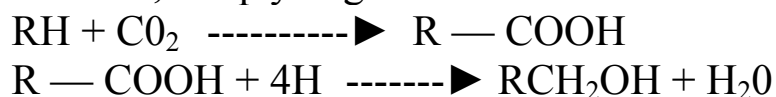
K. A. Timiryazevning aniqlashicha, barglarga tushgan energiya to'liq yutilmas ekan, bir qismi ulardan o'tib yutilmasligi aniqlangan. O'rtacha barg unga tushayotgan energiyaning 85 % yutar ekan. Bu energiyaning hammasini xlorofill yutmasdan, uning 90 % va undan ortig'i issiqlik energiyasiga aylanadi va suvning bug'ga aylanishida ishtirok etadi. Energiyadan organik moddalar hosil qilish uchun foydalanish ko'effitsiyenti 1 % ni tashkil qildi.

O'simlik fotosintetik organlaridagi xlorofillning miqdorini aniqlashning xatosiz yo'llarini tajribada asoslab, tavsiya qilingan. Ilgari ekinlarning hosildorligini aniqlashda barg ko'rsatkichlari va barglarning fotosintetik potentsiallari nazarga olib hisoblanar edi. Xlorofillning indeksi va xlorofillning fotosintetik potentsiallari o'simliklarning ontogenezida hisobga olishni tavsiya qilingan (Y. E. Andropova, L. A. Garchevskiy).

Fotosintez ximizmi va energiyasi. Xlorofill quyosh energiyasini kvantlar holida yutib, so'ngra qo'zg'algan holga o'tib, reaksiyaga kirishish xossasiga ega bo'ladi.

Har bir molekula xlorofillning qo'zg'algan holga o'tishi uchun bir kvant zarur bo'ladi. Qizil nurlar juda ko'p mayda kvantlarga ega bo'lganligi uchun, ularda katta miqdordagi xlorofill molekulalari qo'zg'algan bo'ladi. Xlorofill yutgan energiya, ya'ni quyosh energiyasi suvni parchalashga yo'naladi. Bunda suvning parchalanishi natijasida H va O ajraladi. Bu jarayon suvning *fitooksidlanishi* deyiladi. Suv kislorodi fotosintez hisobiga atmosferaga chiqadi.

Suvning vodorodi (H) esa fermentlar yordamida CO_2 ni qaytaradi. Ammo H bevosita CO_2 bilan birikmaydi, balki murakkab organik birikmaga birikadi, bu quyidagicha boradi:



Amerikalik olim M. Kalvinning aytishicha, 5 atomli uglevod molekulasiga CO_2 birikadi, bu modda ribulo-zadifosfat deyiladi. Sxemadagi R-COOH moddasi oraliq, 6 atomli uglerod bo'lib, u ikki molekula fosfogliserin kislotaga parchalanadi ($\text{CH}_2\text{-OH-CH-O-R-COOH}$). Bu birikma suvning H bilan qaytarilib, bir qancha murakkab o'zgarishlardan so'ng qand molekulasiga aylanadi ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Qandlarning bir qismi nafas olish jarayonida sarflanadi. Ikkinchi qismi esa murakkab uglevodlar (disaxaridlar, kraxmal, kletchatka) va oqsil sintezlanishida ishlatiladi.

Fotosintez jarayonida 6 molekula H_2O , 6 molekula CO_2 dan qand hosil bo'lishida 686 kkal quyosh energiyasi sarflanadi. Yutilgan nur energiyasi qand sintezlanishida sarflanishi mumkin. ATF molekulasida murakkab tuzilgan bo'lib, azot asosi adenin, riboza va uch molekula fosfat kislotasi qoldig'idan tashkil topgan bo'ladi. ATF molekulasida ikkita makroergik bog' (fosfat bog'lari) bo'lib, ular uzilganda 10,0 kkal energiya ajraladi. Fermentlar ta'sirida ATF bog'lari uzilib, ADF hosil bo'ladi, undan fosfat kislotasi ajralsa, AMP hosil bo'ladi. AMPda makroergik bog' bo'lmaydi. Fotosintezda ATF hosil bo'lishi quyosh energiyasi hisobiga amalga oshib, bu jarayonni fotosintetik fosforlanish deb ham yuritiladi.

Klaster (cluster) ingliz tilida shajara degan ma'noni anglatadi. Ushbu lokal texnologiya talabalar tomonidan o'zlashtirilgan va o'zlashtiradigan g'oya, nazariya, qonuniyat hamda tushunchalar o'rtasidagi bog'anishini anglash, bir-biriga uzviyligini tushunishga imkon yaratib tahliliy-tanqidiy fikr yuritish ko'nikmalarini rivojlantirishga zamin tayyorlaydi.

Klasterni tuzish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

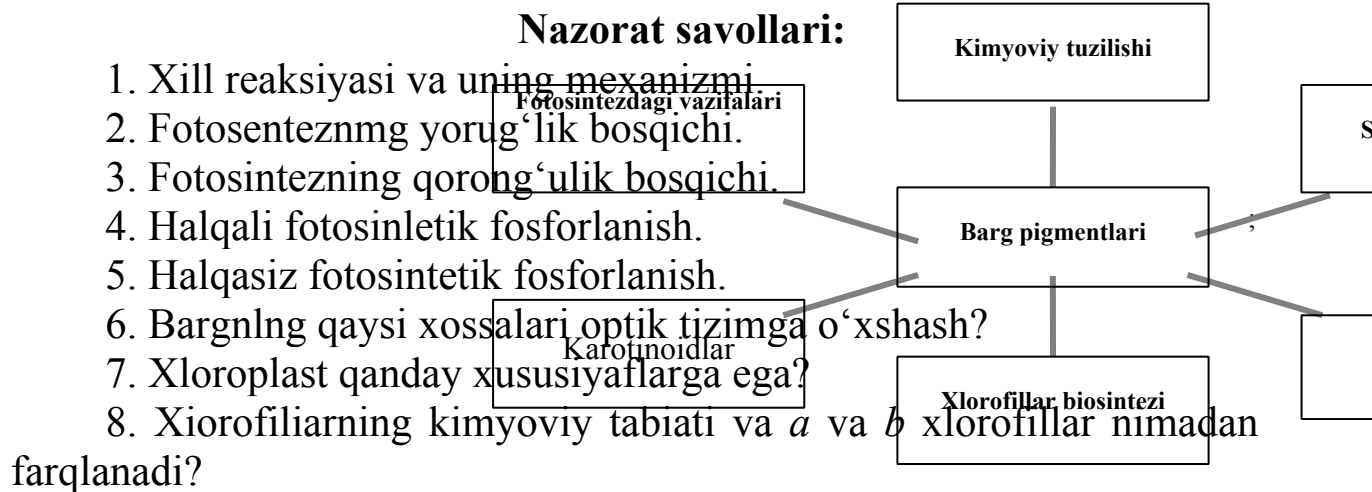
- fiziologiya kursi mazmunidagi muayyan g'oya doska yoki qog'oz o'rtasiga yoziladi;

- ushbu g'oya bilan bog'liq qonuniyatlarni, tushunchalar bir-biriga bog'liq holati ko'rsatkich bilan belgilanadi, so'ngra mazkur qonuniyat va tushunchalarning faktik ma'lumotlari grafik tarzda yoziladi va tarmoq hosil qilinadi;

- avval o'rganilgan mavzu va o'rganiladigan mavzu o'rtasidagi bog'lanishlar haqida xulosa chiqariladi.

Klasterdan foydalaniladigan darslarda talabalar teng sonli kichik guruhlariga ajratilib, ularga o'quv topshirig'ining didaktik maqsadi va bajarilish tartibi tushuntirilgandan so'ng, ular belgilangan vaqt ichida fikrlarini jamlab, o'zlari tuzgan klasterni himoya qilib, fikrlarini dalil-

lashga imkon yaratilib, eng yaxshi va asosli tuzilgan klaster aniqlanadi, g'oliblar rag'ballantiriladi. Klasterni bitta mavzu yoki bob bo'yicha yaxlit holda tuzish talabalarining tizimli fikr yuritishiga zamin yaratadi. Masterning asosidan asosiy g'oya yoki tushuncha o'rin oladi, masalan, hujayraning tuzilishi bo'yicha quyidagicha tuziladi:



3-ma'ruza FOTOSINTEZ MEHANIZMI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Fotosintez mexanizmi haqidagi tasavvurlar rivojlanishining asosiy bosqichlari. 2. Fotosintez – oksidlanish-qaytarilish jarayoni.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda fotosintez mexanizmi haqidagi tasavvurlar rivojlanishining asosiy bosqichlari, fotosintez – oksidlanish-qaytarilish jarayoni haqida tushuncha hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar Fotosintez mexanizmi xaqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari:	Ma'ruza, BBB, Venn diagrammasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich. 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	1.2. Plastidalar ontogenezi esga tushiriladi, O'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning Bilaman, Bilishni hohlayman grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	Tinglashadi aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.

2-bosqich Asosiy (50 min.)	2.1. Fotosintez mexanizmi haqidagi tasavvurlar rivojlanishining asosiy bosqichlari haqida batafsil izoh beriladi. 2 Fotosintez – oksidlanish-qaytarilish jarayoni tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalini Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi, va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi. 3.3.Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalining yakuniy grafasiga tushiradilar

Reja:

1. Fotosintez mexanizmi haqidagi tasavvurlar rivojlanishining asosiy bosqichlari.
2. Fotosintez – oksidlanish-qaytarilish jarayoni.

Nafas olishda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari va uning fermentlari yuqorida aytilganlarga binoan, nafas olish sistemasi vodorod donori bo'lgan metabolit, degidrogenaza fermenti, vodorodning oraliq tashuvchilari (KAD, NADF), prostetik gruppasi **Fe** va FAD bo'lgan flavoproteidlar, koenzim Q, tsitoxromlar va molekular kislorod-dan tashkil topadi. Substrat bevosita kislorod bilan reaksiyaga kirishmay, qator oraliq tashuvchilar orqali undan ajratilgan. Hujayra nafas olishidagi birinchi reaksiyada substrat spetsifik degidrogenaza ta'sirida degidririlanadi. Bu protsessda ajraladigan vodorod atomi (proton va elektron) degidrogenaza fermentining yuzasida NAD yoki NADF tomonidan qabul qilinadi, natijada nikotinamidadenin dinukleotidlarning qaytarilgan shakli hosil bo'ladi:



Qaytarilgan NAD dan vodorodni flavin fermentlar qabul qilib oladi. Natijada NAD-N₂ oksidlanib, qaytadan substrat bilan munosabatga kira oladigan (vodorod aktseptori) holatiga keladi, flavin ferment endi qaytarilgan shaklga o'tadi:

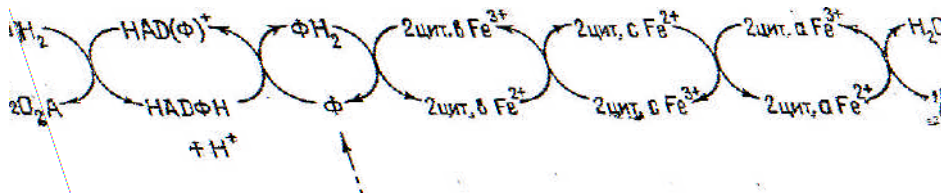
NAD(F)(N)₂+flavinli ferment FAD----->NAD(F)+flavinli ferment FAD(N)₂

Nafas olish zanjirining kelgusi qismi elektron tashuvchi sitoxromlar sistemasi bilan bog'liq (*\$N_2\$-sitoxrom-c-reduktaza* nomli ferment qaytarilgan koenzim Q bilan sitoxromni bog'lovchi zvenodir. Sitoxrom v □ bu enzimning tarkibiy qismi bo'lishi mumkin. Mana shu vositachi ishtirokida qaytarilgan koenzim Q ga bog'langan vodorod atomlarining elektronlari tsitoxrom s tarkibidagi uch valentli temirni qaytaradi, elektron ajralgandan so'ng vodorod atomidan qolgan proton muhit tarkibi-da bo'ladi. Qaytarilgan tsitoxrom s dan elektronlar tsitoxrom a (az) ishtirokida molekulyar kislorodga o'tkaziladi. Elektronlar bilan birga, kislorodga muhitdagi proton ham qo'shilib, suv yoki gidroperoksid N₂O₂ hosil bo'ladi. Bu protsessda har bir kislorod molekulasiga sitoxromlardan 4 elektron, muhitdan 4 proton ko'chiriladi. Kislorod bilan qaytarilgan sitoxrom s orasida vositachilik qiladigan tsitoxrom a₃ Varburgning nafas fermentiga o'xshash bo'lib, *sitoxromoksidaza* deb ataladi. Uning ta'sir mexanizmi va tarkibi hozircha to'la aniq emas, lekin aktiv oksidaza s va a tsitoxromlarning yig'indisi bo'lsa kerak deb taxmin tsilinadi. Sitoxromoksidaza tsianid, H₂S, azid va uglerod (P)-oksid (SO)ga juda ham sezgir. Bu birikmalar, umuman, metallar kataliz qiladigan oksidlanish reaksiyalarining yaxshi tanilgan ingibitorlaridir. Ulardan CO sitoxrom sistemaning sitoxromoksidaza qismini o'rganishda Varburg, Qeylin va Hartri tadqiqotlarida ingibitor sifatida keng qo'llanildi. Ma'lumki, uglerod (P) oksid gemoglobin kabi, gemproteid-larga birikadi, ammo sitoxromlarning ko'pchiligi bilan bog'lanmaydi. Shunday qilib, elektronni qaytarilgan flavin fermentlardan Q-koenzim (sitoxrom e kompleksi) ishtirokida molekular kislorodga ko'chirishda bir nechta tsitoxromdan iborat sistema: tsitoxrom e (koenzim Q-reduktaza kompleksida), sitoxrom s (ko'pincha, aerob sistema v va a tsitoxromlar orasida oraliq tashuvchi sifatida tarkibida sitoxrom C₁ ham

tutadi), tsitoxrom a va a_3 ishtirok etadi. Ularning elektron tashish zanjiriga birin-ketin qoʻshilishi oksidlanish va qaytarilish potentsialiga bogʻliq. Asosiy sitoxromlar a , e , c uchun bu koʻrsatkichlar quyidagi qimmatga ega:

sitoxrom v□ 0,04
 sitoxrom s +0,26
 sitoxrom a +0,29

Sitoxromoksidaza (sitoxrom a_3)ning qaytarilgan shakli bevosita molekular kislorod bilan munosabatga kiradi va unga elektronlarni uzatib, oʻzi oksidlanadi. Elektronlarni qabul qilgan kislorod esa endi proton ham qabul qilib, suvga qaytarilishga tayyor boʻladi. Hujayra nafas olishida yuqorida ayrim-ayrim qaralgan zvenolar hammasi doim toʻla qatnashmaydi. Quyida sxematik ravishda keltirilgan bu zanjirni biologik oksidlanishning hayvon hujayralaridagi asosiy yoʻli deb qabul qilish mumkin:



Suktsinat

Substrat----► degidrogenaza----► NAD(F)---► metallflavoproteid---
 -► (koen-zim Q)----► sitoxromlar (b , c , c_1 — c — a — a_3)----► kislorod.

Shu bilan birga, soddaroq oksidlanish sistemalari ham mavjud. Masalan, ksantin, aldegidlar va bir qator boshqa birikmalar quyidagi sxema boʻyicha oksidlanadi:

Substrat----► metallflavoproteidlar----► sitoxromlar----► kislorod.

Nihoyat, bir nechta muhim oksidlanish reaksiyalari oksidazalar, yaʼni flavoproteid fermentlar ishtirokida substratga toʻgʻridan toʻgʻri kislorod birikishi bilan oʻtadi. L- va D-aminokislota oksidazalar, gluksoksidaza ana shunday taʼsir etadi: substrat ----► flavoproteid ----► kislorod.

Biologik oksidlanishning hujayradagi asosiy oʻrni mitoxondriyalardir. Hujayrining *elektr stansiyalari* deb ataladigan □ bu subsellular komponentlar oksidlanish jarayonida ajralib chiqadigan energiyani organizm foydalana oladigan qulay shaklga □ energiyaga boy bogʻlarga aylantiradi. Metabolitlar oksidlanishining asosiy maʼnosini tashkil qiluvchi bu hodisa oksidlanishli fosforlanish deb ataladigan murakkab protsess davomida yuz beradi.

Oksidlanishli fosforlanish. Nafas olish zanjiri orqali elektron va protonlar o'tishida oksidlanish reaksiyasining energiyasi energiyaga boy bog'lar shaklida to'planadi. Nafas olish zanjirida reaksiyaning hamma energiyasi birdan emas, balki kichik ulushlar bilan ajralib chiqadi va zanjirning ma'lum nuqtalarida makroergik fosfat bog'i bittadan anorganik fosfat molekulasi hosil qilib, ularning esterlanishini ta'minlaydi. Nafas katalizatorlari zanjiri orqali vodorod NAD-N₂ dan molekulyar kislorodga ko'chirilganda, 3 molekula anorganik fosfat bog'lanishi va bu protsessda bir atom kislorod sarf bo'lishi aniqlangan. Hujayra nafas olishi jarayonida anorganik fosfatning makroergik bog'lar orqali birikkan fosfat efirlariga aylanishi, ya'ni nafas olish bilan fosforlanishning bir vaqtda borishi *oksidlanishli fosforlanish* deyiladi. Uning hosilasi yoki effekti bog'langan fosfor atomlarining yutilgan kislorod atomlari soniga nisbati (R/O) bilan belgilanadi. Anorganik fosfatning akseptori sifatida reaksiyada ADF qatnashadi va natijada ATF molekulalari hosil qilinadi.

Energiyaga boy bog'larning sintezlanishi nafas olishning jadalligiga bog'liq. Qulay sharoitda har bir kislorod atomiga 3 makroergik fosfat bog'i $\square$ 3 ATF molekulasi hosil bo'ladi, ya'ni oksidlanishli fosforlanishning effekti 3 ga teng bo'ladi. Hujayraning nafas olish zanjirida oksidlanish mitoxondrial membranada joylashgan enzimlar va koenzimlar sistemasida bajariladi. Hujayra mitoxondriyalarida oksidlanish ADFning anorganik fosfat bilan esterifikatsiyasiga qanday qilib bog'lanishi to'la aniq bo'lmasa ham, NADN₂ bilan kislorod orasida kamida uchta fosforlanish o'rni bor ekanligi belgilangan: ulardan biri tsitoxrom *s* bilan kislorod, ikkitasi NADN₂ bilan tsitoxrom *s* orasidadir. Fd NADN₂ dehidrogenaza flavoprotein (NADN₂ koenzim-O-reduktaza, F s -suksinat dehidrogenaza flavoprotein (suksinat koenzim-(2-reduktaza)dir, ularning tarkibida G'e bo'lib, u koenzim *Q* (ubixinon) ishtirokini talab qiladi. Nafas olish sistemasida oksidlanish reaksiyalari qanday qilib anorganik fosfatni esterifikatsiyaga olib kelishi, ya'ni oksidlanishli fosforlanish mexanizmi ko'p olimlar tomonidan qunt va izchillik bilan tadqiq qilingan. Ammo uning hamma reaksiyalari haligacha to'la aniqlangan emas. Bu juda murakkab jarayonning har bir bosqichini, uning komponentlarining birin-ketin kelishini va fosforlanish o'rinlarni aniqlashda tadqiqotchilar zanjirning ayrim zvenolarini va ma'lum reaksiyani katalizlovchi ferment preparatlarni ajratib olib tekshirish, nafas olishni zaharlovchi turli ingibitorlar qo'shib, alohida reaksiyalarni tormozlashdan keng ravishda foydalangan. Lenindjer fikricha, nafas olish zanjirining fosforlovchi har

uchta oʻrnida elektron koʻchirilishi energiyaga boy bogʻ hosil qilish bilan birga oʻtganda elektron tashuvchi fosfat yoki qandaydir boshqa komponent $\square$ (X) bilan birikadi. Bu oraliq mahsulot soʻngra oʻzi-da hosil boʻlgan $\square$ R bogʻni ADF ga uzatib, ATF beradi:

- 1) tashuvchi+X ----► tashuvchi $\square$ X
- 2) tashuvchi $\square$ X+P anorganik ----► tashuvchi+R $\square$ X
- 3) R $\square$ X+ADF----► X+ATF.

Bu fikr mitoxondriyalarda elektron tashish tamomila toʻxtatilganda ham, ATFning oxirgi fosfati ikki reaksiya orqali molekulada paydo boʻlishi bilan tasdiqlanadi. Bularning biri ATF bilan nishonlangan R^{32} orasida almashinuv reaksiyasi boʻlib, bunda R^{32} tezda va bevosita ATFning oxirgi fosfatida paydo boʻlishi mumkin. Ikkinchisida esa R^{32} yoki S^{14} bilan nishonlangan ADFning oʻzi yangidai ATF molekulasini hosil qiladi, $ATF \square ADF$ almashinuvidan iborat bu reaksiyaning fermenti ajratilgan va toza holda olingan. Har ikkala reaksiyaning ham oksidlanishli fosforlanishga bevosita aloqasi, bu jarayonni ingibirlovchi dinitrofenol bilan zaharlanishi asosida tasdiqlanadi.

Hujayra oksidlanishi protsessida kimyoviy energiyaning hujayralarni ishlovchi mexanizmlari bilan reaksiyaga kirishish, makroergik bogʻlarda toʻplangan energiyani issiqlikka aylantirmay, bevosita koʻchirish qobiliyatiga ega boʻlgan ATF sintezlanishi tirik tabiatning uzoq evolutsiyasi davomida paydo boʻlgan energiya transformatsiyasini taʼminlovchi ajoyib vositadir. Mana shu mexanizm orqali biologik sistemada oziq moddalar parchalanishi vaqtida ajraladigan, fotosintez jarayonida oʻzlashtiriladigan energiya organizmning hamma funksiyalari $\square$ muskul qisqarishi, oʻsish, rivojlanish, koʻpayish, nerv oʻtkazuvchanligi, murakkab molekulalar sintezi va hokazo harakatlarni taʼminlovchi birdan-bir va universal energiya manbayi ATFning makroerik bogʻlariga aylanadi. ATF kam miqdorda anaerob sharoitda, masalan, uglevodlar achishi jarayonida ham yaratiladi. Ammo organizmning hayoti uchun hujayra nafas olish zanjiri boʻyicha elektron va protonlar koʻchirilganda ADF va N_3RO_4 dan ATF sintezlanishi hal qiluvchi ahamiyatga ega boʻladi.

Rus olimlari Belitser va Sibanovalar tomonidan kashf etilgan oksidlanishli fosforlanish protsessi keyingi yigirma yil davomida har tomonlama tekshirilmoqda. Grin, Lenindjer, Sleyter, rus olimi S. E. Severin va boshqalar oksidlanishli fosforlanish mitoxondriyalarda joylanganini va bu protsess bir-biridan ajratilishi mumkin boʻlgan uchta ayrim bosqichlardan, uch karbon kislotala) tsiklida oksidlanish, nafas olish zan-

jirida proton va elektronlarni ko‘chirish hamda anorganik fosfatning esterifikatsiyasidan iborat ekanligini ko‘rsatdi. Makroergik fosfat bog‘larining paydo bo‘lishi bu protsesslarda ishtirok etadigan fermentlarning mitoxondriyalarda juda noziq tartibi saqlanishiga muhtojdir. Mitoxondriyalar strukturasiining biroz shikastlanishi, hatto ularning biroz vaqt gipotonik eritmada saqlanishi ham oksidlanishli fosforlanishni to‘xtatadi.

Ba’zi bir kimyoviy moddalar oksidlanishli fosforlanishni ajratish, ya’ni oksidlanishli fosforlanishdan uzish qobiliyatiga ega, Bunday ajratuvchi moddalar ta’sirida kislorod yutish davom etishi yoki ortishi bilan birga ATF hosil bo‘lishi kamayadi yoki butunlay bo‘lmaydi, ya’ni energiya behuda tarqalib ketadi. Nafas olish jarayonida bog‘langan fosforning yutilgan kislorodga nisbati (R:O) endi 3 dan ancha kam bo‘ladi. Oksidlanishli fosforlanishni ajratuvchi komponentlar qatoriga arsenat, 2, 4-dinitrofenol (DNF), dikumarin, pentaxlorfenol, Sa^{++} , gormon tiroksin va boshqalar kiradi. Ularning bu jarayonga ta’sir usullari bir xil emas. Klassik ajratuvchi agent hisoblangan dinitrofenol birlamchi “yuksak energiyali” fosfat efirining gidrolitik parchalanishini tezlatadi. Arsenat fosforlanishda fosfat bilan raqobatlashadi. Oksidlovchi-qaytaruvchi zaharlar sun’iy elektron tashuvchilar sifatida ta’sir etadi va shu yo‘l bilan elektronlarning ma’lum bir qismini normal elektron tashish sistemasining yonidan o‘tkazib qaytaradi. Sa^{++} va tiroksin, umuman, oksidlanishli fosforlanish enzimlarining ishiga aralashmaydi, balki mitoxondrial membranaga ta’sir etib, mitoxondriyalarni shishiradi va ulardagi fermentlar tartibini buzadi.

Б/БХ/Б жадвали

Биламан	Билишни хоҳлайман	Билиб олдим

Nazorat savollari

1. Fotosintez mexanizmini tushuntiring.
2. Fotosintez mexanizmi haqidagi tasavvurlar rivojlanishining asosiy bosqichlarini tushuntiring.
3. Fotosintezda oksidlanish-qaytarilish jarayonini tushuntiring.

4-ma'ruza

FOTOSINTEZNI BIRLAMCHI JARAYONLARI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Pigmentlarni electron qo'zg'algan holati (singlet, triplet). 2. Fotosintetik predmetlar tizimida energiyaning migrasiyasi. 3. Hloroplastlar electron transport zanjirining (ETZ) asosiy tarkibiy qismlari. Elektron transporti zanjirining tadqiqot usullari. 4. Ikki fotosistemaning (FS) biokimyoviy, tuzilma va funksional tavsifi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda pigmentlarni electron qo'zg'algan holati (singlet, triplet), fotosintetik predmetlar tizimida energiyaning migrasiyasi haqida tushuncha hosil qilish.	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar pigmentlarni electron qo'zg'algan holati, predmetlar tizimida energiyaning migrasiyasi haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, "Aqliy hujum", "Nima uchun" sxemasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich	1.2 Plastidalar ontogenezi	Tinglashadi aniqlashtirisha-

1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	esga tushiriladi, O'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning Bilaman, Bilishni hohlayman grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	di, savollar beradilar. Pigmentlar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni "Nima uchun" jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. Pigmentlarni electron qo'zg'algan holati (singlet, triplet) tushuntiriladi. 2.2. Fotosintetik predmetlar tizimida energiyaning migrasiyasi misollar yordamida tushuntiriladi. 2.3. Hloroplastlar electron transport zanjirining (ETZ) asosiy tarkibiy qismlari. Elektron transporti zanjirining tadqiqot usullariga batafsil izoh beriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2 Talabalarga BBB jadvalini Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi 3.3 Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Pigmentlarni electron qo'zg'algan holati (singlet, triplet).
2. Fotosintetik predmetlar tizimida energiyaning migratsiyasi.

3. Hloroplastlar elektron transport zanjirining (ETZ) asosiy tarkibiy qismlari. Elektron transporti zanjirini tadqiqot usullari.

4. Ikki fotosistemaning (FS) biokimyoviy, tuzilma va funksional tavsifi.

Fotosintez jarayoniga yana bir kuchli darajada ta'sir qiluvchi element bu kaliydir. O'simlik to'qimalarida kaliy miqdorning kamayib ketishi faqatgina fotosintez jadalligini pasaytirib qolmasdan, balki o'simlikdagi boshqa metabolik jarayonlarga ham ta'sir qiladi. Xususan, xloroplastlardagi granlar luzilishi buziladi, barg og'izchalari yorug'likda kuchsiz ochiladi, qorong'ulikda esa to'liq yopilmaydi. Buning natijasida barg hujayralarining suv rejimi yomonlashib fotosintez jarayonlari tubdan buziladi. Bular, o'z navbatida, kaliy ionlarining polifunksiolligidan (bir qancha metabolik jarayonlarda qatnashishidan) dalolat beradi.

Kislorodning ta'siri. Fotosintez odatda aerob sharoitda o'tishi tufayli ushbu jarayonda kislorodning o'рни beqiyosdir. Bu esa kislorod bilan muqobil ta'minlanishni talab qiladi. Ammo havoda kislorodning ko'payib ketishi fotosintezga salbiy ta'sir etishi ham mumkin. Shuni aytib o'tish lozimki, hozirgi vaqtda kislorodning atmosfera havosidagi miqdori fotosintez jarayoni uchun ko'plik qiladi. Masalan, havoda kislorodning ma'lum darajada kamayishi (3 %), yorug'likda nafas olish kuchli bo'lgan dukkakli o'simliklarda fotosintezni nisbiy darajada jadallashtirganligi kuzatilgan.

Kislorodning yuqori (25–30 %) miqdorlari fotosintez samaradorligini pasaytiradi (Varburg samarasi). V. V. Polevoyning (1989) fikricha, bunga quyidagilar sababchi bo'lishi mumkin. Kislorodning parsial bosimining oshishi va CO₂ miqdorining kamayishi yorug'likda nafas olish jarayonini kuchaytiradi. Shuningdek, kislorod RDF-karboksilaza fermenti faolligini ham pasaytirishi mumkin va oxir-oqibatda O₂ fotosintezning birlamchi mahsulotlarni ham oksidlashi mumkin.

Fotosintez jarayoniga tashqi sharoitning ta'siri. Fotosintezga ta'sir etuvchi tashqi omillarga quyosh nuri, harorat, atmosferadagi CO₂ miqdori va suv bilan ta'minlanish kiradi.

Quyosh nuri intensivligi fotosintez jarayoniga katta ta'sir ko'rsatadi. Nur intensivligi ortishi bilan fotosintez ham tezlashadi. Har xil o'simliklarda tushayotgan nur miqdoriga qarab, fotosintez intensivligi turlicha bo'ladi. Nurlar intensivligiga qarab, ikki guruhga bo'linadi:

1. Yorug'likni sevuvchi o'simliklar.

2. Soyasevar o'simliklar.

Birinchi guruhda o'simliklar ochiq joylarda, quyosh nuri yorug'ligida, ikkinchi guruhdagilar soyada yaxshi o'sadi. Soyasevar o'simliklarda maksimal fotosintez jarayoni, nisbatan kam yorug'lik berilganda, amalga oshadi.

Yorug'likni sevuvchi va soyasevar o'simliklar anatomik tuzilishi va fiziologik xossalari bilan farq qiladi. Yorug'likni sevuvchi o'simliklar bargi nisbatan qalin bo'lib, mezofill to'qimalari yaxshi rivojlangan, bir necha qavat parenximal to'qimalari va qalin kutikula qavati bo'ladi. Ularning hujayralari mayda, xloroplastlari kichik bo'ladi. Bundan tashqari, ular tarkibida soyasevar o'simliklarga nisbatan kamroq xlorofill tutadi. Soyasevar o'simliklarning barg plastinkasi yupqa, bir qavat ustunimon parenximal to'qimalaridan iborat bo'lib, kam rivojlangan, labchalari kam hamda hujayralari yirik bo'lib, xloroplastlari ham katta ekanligi ko'rinib turadi.

Labchalarning ko'pligi yaxshi o'tkazuvchi sistema va katta transpiratsiya holatlarida yuqori nurlar ta'sirida qizib ketmasdan tez-tez suv bilan ta'minlab turishi kuzatiladi.

Soyasevar o'simliklarda xlorofill miqdorining ko'p bo'lishi kichik intensiv nurlarda ham fotosintez jarayonini amalga oshadi. Soyasevar o'simliklarga kuchli nur berilsa, ular tezda nobud bo'ladi. Chunki kun miqdordagi xlorofill pigmentlari nurlarni yutib, natijada transpiratsiya ortishi bilan kuchsiz o'tkazuvchi sistemada barglarga suv kelishi susayadi.

Kompensatsiya nuqtasi deb nur intensivligida fotosintezda hosil bo'lgan organik moddalar miqdorining uni nafas olishga sarflangan miqdoriga teng xolatiga aytiladi. O'simliklarni sun'iy yoritish bilan o'stirish mumkin, bunda elektr lampalardan foydalaniladi. Ammo bu yoritish natijasida o'simliklar etioliyatsiya belgilariga ega bo'ladi, bunda ko'k binafsha nurlar kam bo'lganligi uchun shunday holat yuz beradi.

Keyingi vaqtda to'liq nur beradigan lampalar topilib, ular 10 - 15000 luks yorug'lik beradi, ulardan samara olish mumkin.

Harorat fotosintez jarayoniga katta ta'sir ko'rsatadi. Haroratni 10°C ga ko'targanda, fotosintez intensivligi ikki marta ortadi.

+35°, +40°C gacha bunday harorat yaxshi samara beradi, bundan yuqori ko'tarilsa, fotosintez pasayib to'xtashi ham mumkin. Asosan, bizning sharoitda o'sadigan o'simliklarchun optimal harorat +25°, +30°C ga teng

Atmosferadagi CO_2 miqdori ham tashqi omillar qatoriga kiradi va fotosintez intensivligiga ta'sir ko'rsatadi. Atmosferadagi CO_2 miqdori o'rtacha 0,03 %ga teng bo'lib, mabodo, u kamaysa, tuproqdagi mikroorganizmlar harakati yordamida normaga yetkazib turiladi. Aksincha, atmosferada CO_2 miqdori ko'paysa, fotosintez tezlashadi.

Fotosintez jarayoni CO_2 miqdori 0,06 %ga borguncha tezlashib boradi. Ertalab issiqxona va oranjereyalarda fotosintez intensiv borayotgan vaqtda, CO_2 miqdori normadan kamayib (0,05% dan), o'simliklarda yetishmovchilik seziladi. Shuning uchun bunday sharoitda (berk xonalarda) CO_2 miqdorini oshirish kerak bo'ladi. Bunda bir vaqtning o'zida ham CO_2 ni, ham yorug'lik intensivligini oshirish shart bo'ladi, chunki bunday holatda fotosintez intensivligi oshiriladi.

O'simliklardagi suvning miqdori fotosintez intensivligiga juda katta ta'sir ko'rsatadi, chunki suv va CO_2 dan organik moddalar sintezlanadi. Suv yetishmasa labchalar yopilib, CO_2 kirishi susayib, natijada fotosintez pasayishi kuzatiladi. Suv bilan yetarli ta'minlanmagan holda mezofill hujayralar qobig'i qurib, xloroplastlarga tomon CO_2 harakatini to'xtatadi. Suv fotosintez fermentlarining faoliyatida ishtirok etib, ularning qayta ishlashida qatnashadi. Suv tanqisligi vaqtida hosil bo'lgan moddalarning barglardan poyaga va ildizga borishi tormozlanadi. Suvning ko'pligi, ya'ni ortiqcha namlik ham fotosintez intensivligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, ya'ni labchalar yopilib, CO_2 barglar ichiga o'ta olmaydi.

Fotosintez jarayonini agrotexnik usullar yordamida tezlashtirib, yuqori hosil olish imkoniyati yaratiladi. Bunda o'simliklarning 1 m²dagi soni va qatorlarning yo'nalishi alohida ahamiyatga ega. Ekinlar zich ekilganda fotosintez pasayishi mumkin. Yorug'sevar o'simliklar keng qatorlab ekilsa, ular yorug'likdan to'liq foydalanadi. Bunda ular yaxshi yoritilishi bilan birga, ozuqa maydoni ham katta bo'lishi kuzatiladi. Yorug'lik nuridan unumli foydalanish uchun o'simliklar qatorlarini yo'naltirish alohida ahamiyatga ega. Shimoli g'arbiy zona sharoitida qatorlarni shimoldan janubga qaratib, janub sharoitida esa g'arbdan sharqqa qaratib yo'naltirish kerak bo'ladi.

Yuqori hosil olish uchun yerga go'ng, torf va boshqa organik o'g'itlar solish, tuproqning ustki qismini CO_2 bilan to'yintirish kerak.

Tuproq tarkibida chirindi ko'p bo'lsa, 1 gektar yerdan 100 - 250 kg CO_2 gazi ajralib chiqadi. Bundan tashqari, organik o'g'itlar tuproq tarkibini yaxshilashi mumkin. Qo'shimcha oziq sifatida issiqxona va oranjereyalarga CO_2 gazi berilsa, hosildorlik 2 - 2,5 baravar ortishi kuza-

tilgan. O'simliklarni sun'iy yorug'lik yordamida o'stirish natijasida har xil o'simliklar ko'chatini yetishtirish mumkin. Fototronlar tashkil qilib, ularda yil davomida yoki boshqa o'simliklarni o'stirish mumkin.

O'simliklarda organik moddalar to'planishi. Fotosintez jarayoni yakunida o'simliklarda, asosan, uglevodlar to'planishi kuzatilgan. Ba'zi o'simliklarda saxaroza disaxaridi (qand lavlagi va shakarqamishida) to'plansa, ko'pgina o'simliklarda kraxmal to'planadi (donli o'simliklar, bug'doy, sholi, kartoshka va hokazo), uglevodlar bilan bir qatorda, o'simliklarda fotosintez jarayonida oqsillar ham sintezlanadi.

Tajribalarda kuzatilishicha, yorug'likda, qorong'ilikka nisbatan ko'proq oqsillar hosil bo'lar ekan. O'simliklarda oqsilning ko'p to'planadigan fazasi gullashga to'g'ri keladi. Qizil nurlar uglevodlar sintezini oshirsa, ko'k nurlar esa oqsil va organik kislotalar sintezini ko'paytirar ekan.

Yil davomida o'simliklar tomonidan o'zlashtirilgan CO_2 miqdori 175 mid tonna bo'lib, undan 20 mlrd. tonnasi quruqlikdagi o'simliklarga to'g'ri kelsa, qolgan 155 mlrd tonnasi suvo'tlarga to'g'ri kelar ekan. Butun yer yuzasidagi o'simliklar sintezlagan organik moddalar glukozaga hisobida 450 mlrd. t., yiliga hisoblansa, fotosintez tufayli atmosferaga chiqarilgan kislorod miqdori 460 mlrd. tonnani tashkil qiladi.

K. A. Timiryazev fikricha, yashil o'simliklarning yerdagi roli quyidagilardan:

- 1) o'simliklarning atmosferaga kislorod chiqarishi;
- 2) organik moddalar to'planishi;
- 3) quyoshdan olingan potensial energiyani to'plashdan iborat.

Fotosintez va hosil. Fotosintez jarayonida organik moddalar to'planishi amalga oshadi. Hosil bo'lgan organik moddalar miqdoriga qarab fotosintezga baho berib bo'lmaydi. Chunki fotosintezning barcha mahsulotlari ham o'simlik tanasida to'planavermaydi, balki har xil reaksiyalarda ishtirok etib, parchalanib ketishi mumkin. O'simliklarda umumiy to'plangan organik moddalar miqdori nafaqat fotosintez jarayonida balki nafas olish jarayonining ham mahsulotidir. Nafas olish jarayoni o'simliklarda to'xtovsiz boradi, ular fotosintez jarayonida hosil bo'lgan moddalarni hisobiga amalga oshadi. Shuning uchun to'plangan organik moddalarning miqdori fotosintezda hosil bo'lgan moddalarning nafas olishda sarflanishi natijasidagi farqdan chiqariladi.

O'simliklarning uglerod o'zlashtirishi. Organizmlar uglerod o'zlashtirishiga ko'ra ikki guruhga: avtotrof va geterotroflarga bo'linadi.

Avtotrof organizmlarga uglerodni CO_2 gazidan quyosh yoki kimyoviy energiya yordamida o'zlashtiradigan organizmlar kiradi. Geterotrof organizmlar esa tayyor organik moddalar bilan oziqlanadi.

Avtotroflarga hamma yashil o'simliklar va fotosintetik bakteriyalar kiradi. Fotosintetik bakteriyalar kimyoviy energiya sarflab CO_2 gazini o'zlashtiradi. Bunday jarayon *xemosintez* deyiladi.

Xemosintetik bakteriyalarga nitrifikatorlar, ammiakni nitrat kislotagacha oksidlovchi bakteriyalar, temirbakteriyalari, oltingugurt bakteriyalari, vodorod sulfidni sulfat kislotalargacha oksidlovchi bakteriyalar kiradi. Qolgan organizmlar uglerodni tayyor organik moddalardan o'zlashtiradigan saprofitlar bo'lib, ular nobud bo'lgan organizmlar uglerodini o'zlashtiradi yoki parazitlar turiga kiruvchi organizmlar bo'lib, ular uglerodni tirik organizmlar hisobiga o'zlashtiradi.

Fotosintez jarayonida havodagi CO_2 gazi o'zlashtirilib, organik moddalar hosil bo'ladi. Bunda ishtirok etadigan yashil o'simliklardan tashqari, qizg'ish, nitrifikator, temir bakteriyalari va oltingugurt bakteriyalar ham o'z hissasini qo'shar ekan.

Mikroorganizmlar to'playdigan organik moddalarning oz qismini tashkil qilsada, uglerod almashinuvi jarayonida katta rol o'ynaydi.

Yer yuzida o'simliklarning bir necha asr davomida juda katta zaxirasi chirindalaridan ko'mir, neft va torf yig'ilgan. Ular ishlatilishida oksidlanish natijasida CO_2 va H_2O hosil bo'ladi. CO_2 odam, hayvonlar va o'simliklar nafas olishida ham ajraladi.

Fotosintez va hosildorlik. Fotosintez jarayonida o'simliklarda organik modda hosil bo'ladi va to'plana boradi. Organik moddalarning umumiy miqdori, fotosintez va nafas olish jarayonlarining jadalligiga bog'liq. Ya'ni u fotosintez jarayonida hosil bo'layotgan organik moddaning nafas olish jarayoni hosil bo'layotgan organik moddaning nafas olish jarayoni uchun sarflanayotgan organik modda ayirmasiga bog'liq bo'ladi:

$$A = G - D$$

bu yerda: **A** — to'plangan organik modda miqdori;

G — fotosintez jarayonida hosil bo'lgan organik modda miqdori;

D — nafas olish jarayotniga sarflangan organik modda miqdori.

Shuni aytib o'tish lozimki, fotosintez jarayonida xloroplastlarda sintezlanadigan asosiy organik modda kraxmal donchalarining ko'rinishi turli o'simliklarda har xil bo'lishi mumkin. O'simlik tanasida vegetatsiya davrida sintez bo'lgan quruq moddaning umumiy miqdori biologik

uning hosili deyiladi. Biologik hosilning xo‘jalik maqsadlariga ishlatiladigan qismi (donlar urug‘lari, ildizmevalari va boshqalar) xo‘jalik hosili deyiladi. Xo‘jalik hosilining miqdori har xil o‘simliklarda turlicha bo‘ladi va bu koeffitsiyent ($K_{xo'j}$ bilan) ifodalanadi. Umuman, quyidagi sharoitlar yaratilgandagina o‘simliklarda eng yuqori hosildorlik darajasiga erishish mumkin:

- 1) ekinzorlardagi o‘simliklarning umumiy barg sathini ko‘paytirish;
- 2) fotosintetik organning faol ishlash davrini uzaytirish;
- 3) fotosintez jadalligini hamda mahsuldorligini oshirish;
- 4) fotosintez jarayonida sintezlangan organik moddalarning harakatini va o‘simlik organlari o‘rtasida qayta taqsimlanishini tezlatish va hokazolar. Buning uchun esa hamma agrotexnik tadbirlar va shoralarni (o‘g‘itlash, sug‘orish, yerga ishlov berish, zarakunandalarga qarshi kurashish va hokazolar) o‘z vaqtida hamda sifatli o‘tkazilishi zarur.

Yashil o‘simliklarning biosferadagi ahamiyati. Yashil o‘simliklarning biosferadagi o‘rniga birinchi bor ta’rif bergan olim bu K. A. Timiryazevdir. U birinchi bor o‘simliklarning kosmik o‘rni haqida ma’ruza qilar ekan, ushbu muammoni quyidagicha tariflagan: „Quyosh nurlari bug‘doy maysalariga tushib eruvchan qandlarga aylanadi...so‘ngra kraxmalga aylanib bizga oziq sifatida xizmat qiladi. U bizning muskullarimizga nervga aylanadi. Ushbu quyosh nurlari bizlarni isitadi, bizni harakatlantiradi. Ehtimol, ushbu daqiqalarda ham u bizning miyamizdadir“ Haqiqatdan ham fotosintez Yer sharida juda katta masshtabda keladigan va quyosh nurlarining energiyasini kimyoviy bog‘larning energiyasiga aylantiradigan yagona jarayondir. Ushbu yashil o‘simliklar tomonidan yig‘ilgan energiya yer sharidagi barcha geterotrof organizmlar, ya’ni bakteriyalardan tortib, to insongacha bo‘lgan organizmlarning hayot faoliyati uchun sarflanadi. Hozirgi vaqtda o‘simliklarning kosmik va planetadagi, asosan, beshta ahamiyatiga katta e’tibor beriladi

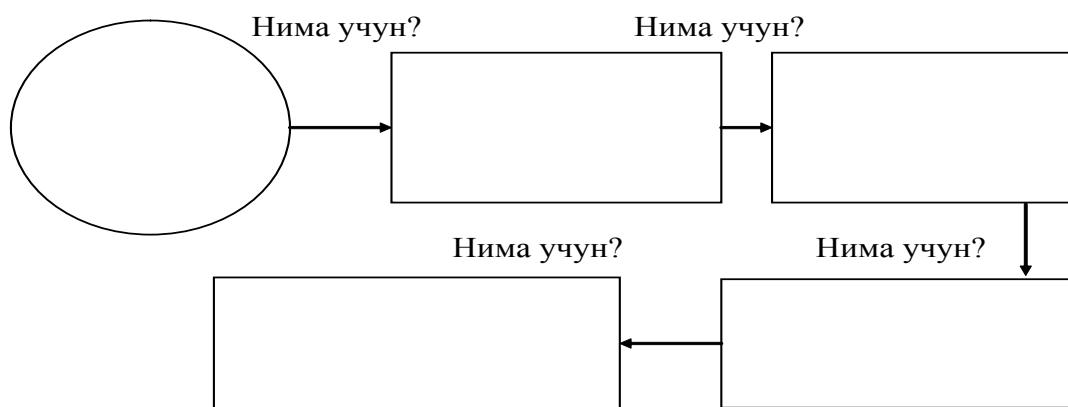
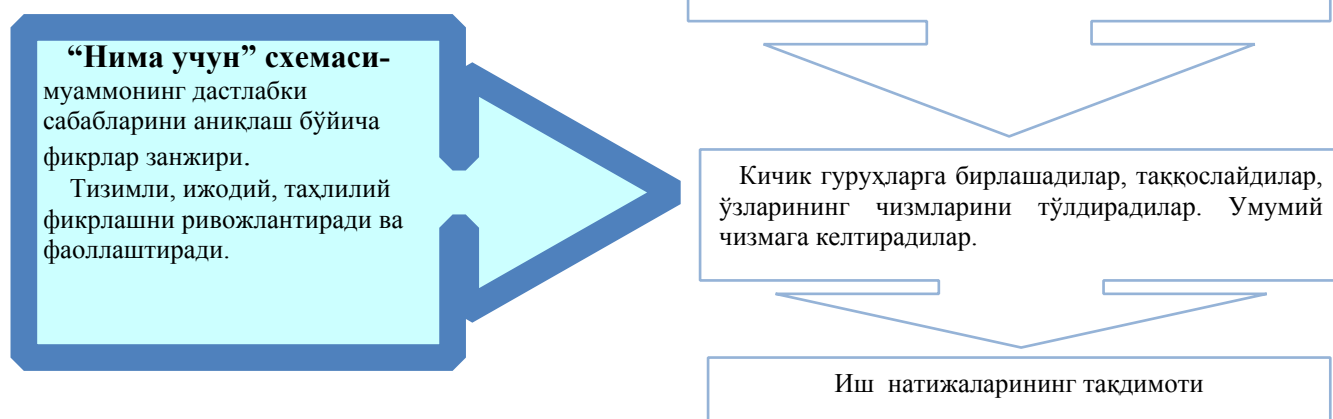
1. Organik massaning yig‘ilishi. Yashil o‘simliklar tomonidan har yili (quruq massaga hisoblaganda) yer osti o‘simliklari (tomonidan 100–170 mlrd. t, dengiz va okeanlar o‘simliklari tomonidan 60–70 mlrd. t biomassa yig‘iladi. Yer sharidagi o‘simliklarning umumiy massasi 2402,7 mlrd. t.ni tashkil qiladi. Ushbu miqdorning 90 % sellulozaga to‘g‘ri keladi. Umuman yer osti o‘simliklarining hissasiga 2402,5 quruq massa to‘g‘ri ketadi. Gidrosferaning hissasi esa bor-yo‘g‘i 0,2 mlrd. (yorug‘lik etishmagani uchun). Bu yerda shuni aytib

o'tish lozimki, yer ostidagi barcha mikroorganizmlar va hayvonlarning massasi 23 mlrd t. yoki o'simliklarning umumiy massasidan 1 % atrofidadir. Ushbu ko'r-satkichdan 20 mlrd, t quruqlik organizmlari bo'lib, 3 mlrd.t gidrosfera-ning mikroorganizmlari va hayvonot olamiga to'g'ri keladi. Yerda ha-yotning paydo bo'lishi davridan boshlab, o'simliklar va hayvon qoldiq-lari yig'ila borgan va vaqt o'tishi davomida bir ko'rinishdan ikkinchi ko'rinishga, Masalan, gumus, torf, ko'mir va boshqa birikmalarga ayla-na borgan. Okean va dengizdagi o'simliklarning suv tubiga cho'kishi na-tijasida suv osti qatlamlari hosil qilgan hamda mikroorganizmlarning fa-oliyati tufayli neft va gazga aylangan. Hozirgi vaqtdagi hisob kitoblar bo'yicha o'simlik qatlami, gumus va torfning miqdori mos ravishda 194, 220 va 2500 mlrd. t.ni tashkil qiladi. Neft va gaz miqdori esa 10000-12000 mlrd. t.ni tashkil qiladi. Agarda uglerodga hisoblaganda, barcha organik moddalar va cho'kma qatlamlarning miqdori 20.000.000 mlrd. t. tashkil qiladi. Organik massaning o'ta jadal to'plangan davri bundan 300 mln. yil avval paleozoy erasida ro'y bergan. Eramizning keyingi 200-yili mobaynida, o'tgan vaqtlar mobaynida o'simliklar faoliyati natijasida hosil bo'lgan ko'mir, neft va gaz mahsulotlari insoniyat tomonidan keng foydalanilib kelmoqda.

2. Atmosferadagi CO₂ miqdorini bir maromda ushlab turish. Bu yerda shuni aytib o'tish lozimki, gumus, cho'kma qatlam va yoqilg'i moddalarning hosil bo'lganligi natijasida anchagina CO₂ uglerod aylani-shidan chiqib ketgan. Buning natijasida almosferadagi CO₂ miqdori yil-dan yilga kamayib borgan va hozirgi vaqtda hajm jihatdan 0,03% miq-dorida, massa jihatidan 711 mlrd. t.ni tashkil qiladi.

Umuman, atmosferadagi CO₂ miqdori kaynozoy erasidan boshlab turg'unlagha boshlagan. Hozirgi vaqtda esa CO₂ miqdori faqatgina ke-chasi va kunduzi qisman o'zgarishi mumkin. Har yili atmosfera havosi-ga CO₂ gazining miqdoran o'tishi quyidagichadir (mlrd. t. hisobida) o'simliklarning nafas olishi tufayli 10, mikroorganizmlarning nafas oli-shi va bijg'ishi tufayli 25, insonlarning va hayvonlarning natas olishi tu-fayli 1,6 insonlarning ishlab chiqarish faoliyati tufayli 5 geokimyoviy jarayonlari tufayli 0.05 mlrd.t. Agarda yuqoridagi jarayonlar bo'lma-ganda edi, atmosferadagi barcha CO₂ fotosintez natijasida 6□7 yilda tu-gagan bo'lar edi. Shuni aylib o'tish lozimki, CO₂ birikmasining eng kat-ta miqdori (atmosferadagiga nisbatan 60 baravar ko'p) okean suvlariga erigan holatdadir. Fotosintez, bir tomondan, nafas olish, okean suvlari,

ikkinchi tomondan, atmosferadagi CO₂ miqdorini doimiy miqdorda turi-shiga yordam beradi. Ammo keyingi vaqtlarda insoniyat tomonidan yo-qilg'i mahsulotlarini ko'plab yondirilishi va o'rmonlar daraxtlarining ja-dal kesilishi va gumus moddalarining parchalanishi natijasida almosfe-radagi CO₂ miqdori birmuncha oshmoqda. Ushbu ko'rsatkich bir yilda CO₂ birikmasining umumiy miqdoriga nisbatan -0,23 % atrofidadir.



Б/БХ/Б жадвали

Биламан	Билишни хоҳлайман	Билиб олдим

Nazorat savollari:

1. Kalvin sikli nima uchun C₃ tsikli deyiladi va uning asosiy fer-menti qaysi?
2. Qaysi o'simliklar C₄ o'simliklar deyiladi va ularda CO₂ mod-dasining qaytarilishi qanday ro'y beradi?

3. CO₂ gaa konsentratsiyasining fotosintez jadaliigiga ta'siri.
4. Kislorod miqdori fotosintezga qanday ta'sir qiladi?
5. Fotosintezda haroratning o'zni.

5-ma'ruza

FOTOSINTEZNI KISLOROD AJRALISHI BILAN BOG'LIQ REAKSIYALARI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. II FS akseptor qismi. Gerbisidlar-ning ta'sir mehanizmi. 2. Hloroplast hinonlarining asosiy gurihlari, ularning kimyoviy tuzilishi, fiziologik roli. 3. Hloroplast sitohromlarining fizik-kimyoviy tavsifi, asosiy funksiyalari.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda gerbisidlarning ta'sir mehanizmi, hloroplast hinonlarining asosiy gurihlari, ularning kimyoviy tuzilishi, fiziologik roli haqida tushuncha hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar II FS akseptor qismi, gerbisidlarning ta'sir mehanizmi, hloroplast hinonlarining asosiy gurihlari xaqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, BBB, Venn diagrammasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bos- qichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning

1-bosqich. 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	1.2. Plastidalar ontogenezi esga tushiriladi, O'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning <i>Bilaman, Bilishni hohlayman</i> grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	Tinglashadi aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Hloroplast hinonlarining asosiy gurihlari bo'yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. II FS akseptor qismi, gerbisidlarining ta'sir mehanizmi. 2.2. Hloroplast hinonlarining asosiy gurihlari, ularning kimyoviy tuzilishi, fiziologik roli. 2.3. Hloroplast sitohromlarining fizikkimyoviy tavsifi, asosiy funksiyalari tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalini bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi. 3.3. Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

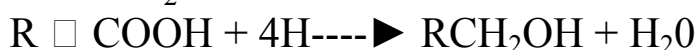
1. FS akseptor qismi. Gerbisidlarining ta'sir mehanizmi.
2. Hloroplast hinonlarining asosiy gurihlari, ularning kimyoviy tuzilishi, fiziologik roli.

3. Hloroplast sitohromlarining fizik-kimyoviy tavsifi, asosiy funksiyalari.

Xlorofill quyosh energiyasini kvantlar holida yutib, soʻngra qoʻzgʻalgan holga oʻtib, reaksiyaga kirishish xossasiga ega boʻladi.

Har bir molekula xlorofillning qoʻzgʻalgan holga oʻtishi uchun bir kvant zarur boʻladi. Qizil nurlar juda koʻp mayda kvantlarga ega boʻlganligi uchun, ularda katta miqdordagi xlorofill molekulari qoʻzgʻalgan boʻladi. Xlorofill yutgan energiya, yaʼni quyosh energiyasi suvni parchalashga yoʻnaladi. Bunda suvning parchalanishi natijasida H va O ajraladi. Bu jarayon suvning *fitooksidlanishi* deyiladi. Suv kislorodi fotosintez hisobiga atmosferaga chiqadi.

Suvning vodorodi (H) esa fermentlar yordamida CO_2 ni qaytaradi. Ammo H bevosita CO_2 bilan birikmaydi, balki murakkab organik birikmaga birikadi. Bu quyidagicha boradi:



Amerikalik olim M. Kalvinning aytishicha, 5 atomli uglevod molekulasiga CO_2 birikadi, bu modda ribulozadifosfat deyiladi. Sxemadagi R-COOH moddasi oraliq, 6 atomli uglerod boʻlib, u ikki molekula fosfogliserin kislotaga parchalanadi ($\text{CH}_2\text{-OH-CH-O-R-COOH}$). Bu birikma suvning H bilan qaytarilib, bir qancha murakkab oʻzgarishlardan soʻng qand molekulasiga aylanadi ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Qandlarning bir qismi nafas olish jarayonida sarflanadi. Ikkinchi qismi esa murakkab uglevodlar (disaxaridlar, kraxmal, kletchatka) va oqsil sintezlanishida ishlatiladi.

Fotosintez jarayonida 6 molekula H_2O , 6 molekula CO_2 dan qand hosil boʻlishida 686 kkal quyosh energiyasi sarflanadi. Yutilgan nur energiyasi qand sintezlanishida sarflanishi mumkin. ATF molekulasini murakkab tuzilgan boʻlib, azot asosi $\square$ adenin, riboza va uch molekula fosfat kislotasi qoldigʻidan tashkil topgan boʻladi. ATF molekulasida ikkita makroergik bogʻ (fosfat bogʻlari) boʻlib, ular uzilganda 10,0 kkal energiya ajraladi. Fermentlar taʼsirida ATF bogʻlari uzilib, ADF hosil boʻladi, undan fosfat kislotasi ajralsa, AMP hosil boʻladi, unda makroergik bogʻ boʻlmaydi. Fotosintezda ATF hosil boʻlishi quyosh energiyasi hisobiga amalga oshib, bu jarayonni fotosintetik fosforlanish deb ham yuritiladi.

Fotosintezning yorugʻlik bosqichi. Yorugʻlikdan kvantlar va fotonlar holida yutilgan energiya xlorofill molekulasini qoʻzgʻalgan holatga olib kelishi, uning elektronining asosiy jihatdan singlet holatga oʻti-

shida elektron energiyatarining sarflashi, ATFni sintezlanishi, fotokimyoviy reaksiyalardan suvning fotolizi, natijada kislorodni ajralishi, NADF qaytarilishining mexanizmlari tahlil qilinadi.

Avval aytib o'tganimizdek, fotosintez, asosan, ikkita fiziologik va biokimyoviy jarayondan tashkil topgan, ya'ni yorug'likda boradigan ($12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 12(\text{H}_2) + 6\text{O}_2$) va qorong'ilikda boradigan reaksiyalar ($6\text{CO}_2 + 12(\text{H}_2) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}$).

Fotosintezning yorug'lik reaksiyalari xloroplastlar xlorofilining quyosh yorug'lik energiyasi kvantlari yoki fotonlarini yutishdan boshlanadi va buning natijasida qaytaruvchi modda $\square$ agent NADF-N-H⁺ hamda energiya (ATF) hosil bo'ladi.

Yorug'likda boradigan reaksiyalar. Ushbu jarayonda barcha pigmentlar qatnashadi va yorug'lik ishtirokida bo'ladi, natijada esa suv yorug'lik energiyasi ta'sirida parchalanib O₂, NADFH₂ hamda ATF hosil bo'ladi.

Yorug'lik energiyasi. Quyoshning yorug'lik energiyasi kvantlar yoki fotonlar holida tarqaladi va elektromagnit tebranish xarakteriga ega. Fotosintez jarayonida ko'proq fo'lqin uzunligi 400–720 nm bo'lgan nurlar ishtirok etadi. Quyosh nurlari to'lqinlarining undan yuqorisi (720) fotosintezda nisbatan juda kam ishtirok etadi. Xlorofill molekulasida yorug'lik energiyasini kvantlar yoki fotonlar holida yutadi. Buning natijasida xlorofilldagi elektronlar qo'zg'algan holatga o'tadi va pigment ham qo'zg'ayadi. Bunda elektron asosiy darajadan (C⁰) birinchi singlet darajaga (C¹) o'tadi va bu juda qisqa vaqt davom etadi (10⁹ sek.). Shu qisqa vaqt ichida elektron energiyasi sarflanib, pigment avvalgi tinch holatiga (C¹ $\square$ C⁰) qaytadi va yangidan boshqa kvanti yutishi mumkin. Agar elektron to'lqin uzunligi qisqa ko'k binafsha nurlardan bir kvant yutsa, yana-da yuqoriroq singlet (C²) darajasiga o'tadi (C⁰ $\square$ C²). Elektronlar qisqa vaqt ichida (10¹¹–3 sek.) ikkinchi singlet darajadan birinchi singlet darajaga tushadi (C² $\square$ C¹). Bu vaqtda kvant energiyasining bir qismi, issiq-likka aylanib, sarf bo'ladi. Fotokimyoviy jarayonlarda, asosan, birinchi singlet (C¹) holatdagi elektronlar, ayrim hollarda esa triplet (T¹) holatdagi elektronlar ishtirok etadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqiladiki, xlorofill molekulasida yutgan kvant energiya, asosan, fotosintetik reaksiyalarning sodir bo'lishi uchun sarf bo'ladi.

Fotosintez jarayonining muhim xususiyatlaridan biri karbonat angidridning qaytarilishi natijasida organik birikmalar hosil bo'lishidir.

Lekin o'simliklarda uchraydigan bu organik birikmalarning hech biri yorug'lik ta'siriga bevosita bog'liqligi hozirgacha aniqlanmagan. O'simliklar tarkibidagi organik birikmalarning hammasi ma'lum darajada birlamchi fotoximiyaviy reaksiyalarda hosil bo'lgan moddalar ishtirokida qorong'ida sintezlanadi. Yorug'likda boradigan fotosintez reaksiyalarida hosil bo'ladigan birlamchi turg'Yn moddalar qaytarilgan nikotinamid-adenindinuqleotidfosfat ($\text{HADF} \cdot \text{H}_2$) va adenzin-trifosfat (ATF)dir, Bu moddalar qorong'ida karbonat angidridni o'zlashtirish bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalarda muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun Arnon $\text{HADF} \cdot \text{H}_2$ bilan ATFni o'zlashtiruvchi faktor (assimilation faktor) deb atagan.

Yorug'da boradigan fotosintez reaksiyalarida $\text{HADF} \cdot \text{H}_2$ va ATF hosil bo'lishi bilan bor vaqtda molekular kislorod ham ajralib chiqadi. Fotosintez jarayonini xloroplastlarda tekshirish butun.. bargdagiga nisbatan ancha oson hisoblanadi. Chunki ajratib olingan xloroplastlar hujayrada sodir bo'ladigan moddalar almashinuvi jarayonining murakkab reaksiyalaridan holi bo'ladi. Lekin ajratib olingan xloroplastlarda elektronlarning ma'lum akseptorlari ishtirokida kislorod ajralib chiqishini tajribada aniqlangan. U elektronlarning akseptori sifatida temirning kompleks tuzlaridan foydalangan. Bu reaksiyalarda uch valentli temir qaytarilib, ikki valentli temirga aylanadi.

Bu reaksiya Xill reaksiyasi yoki xloroplastlar reaksiyasi deyiladi. Keyinchalik bu reaksiyalarda akseptor sifatida boshqa moddalardan ham foydalanish mumkinligi aniqlangan. Xill o'z tajribalarida CO_2 dan oksidlovchi kofaktor sifatida foydalana olmagan va bu reaksiyada CO_2 ishtirok etmaydi, degan xulosaga kelgan.

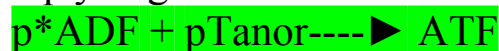
Shu sababli ko'p vaqtgacha fotosintez jarayoni bilan Xill reaksiyasining o'zaro bog'liqligi to'g'risidagi masala yechilmay kelayotgan edi. Chunki vodorodning sun'iy akseptorlaridan hech biri qaytarilgan holda CO_2 ni qaytarishda ishtirok etolmaydi. Bu masala 1956-yilda Arnon tomonidan hal qilindi. U o'z tajribalarida nishonlangan C^{14} tommlaridan foydalanib, xloroplastlarda CO_2 o'zlashtiradigan maxsus fermentativ apparat mavjudligini hosil bo'lgan mahsulotlarga qarab aniqlagan. Arnon bu reaksiyalarda Xill qo'llamagan bir qator kofaktorlardan foydalanib, yuqoridagi masalani hal qildi. Bu kofaktorlardan biri HADF bo'lib, uning qaytarilishi xloroplastlardagi maxsus ferment-fotosintetik piridin-nuqleotid-reduktazaning (FPR) ishtirok etishini taqozo qiladi.

Xill reaksiyasining o'ziga xos xususiyatlaridan biri yorug'lik energiyasini ximiyaviy energiyaga aylantirish bo'lsa, ikkinchisi bu reaksiyada ajralib chiqqan kislorod manbai CO_2 emas, balki suv ekanligi nishonlangan H_2O^{18} yordamida isbotlangan. Bu reaksiyani turli o'simliklardan (ismaloq, dukkakli o'simliklar: qand lavlagi va boshqalardan) ajratib olingan xloroplastlarda ko'rish mumkin. Biroq hamma o'simliklardan fotoximiyaviy jihatdan aktiv bo'lgan xloroplastlar ajratib olish qiyin. Bunga o'simliklarning hujayra shirasidagi fotoximiyaviy reaksiyalarning ingibitorlari hisoblangan birikmalar (saponin, tannin, gossipol)ning ko'p miqdorda uchrashi sabab bo'lsa kerak. Bunday o'simliklardan aktiv xloroplast ajratib olish uchun yuqoridagi birikmalar ta'sirini yo'qotuvchi moddalar qo'shish kerak. Masalan, g'o'za barglariga albumin oqsili qo'shiladi. Hozirgi vaqtda Xill reaksiyasidan bargning yoki xloroplastlarning fotosintetik faoliyatini ko'rsatuvchi belgi sifatida foydalaniladi.

Fotosintetik qobiliyatiga ega bo'lgan organizmlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri qo'yosh energiyasini bevosita ximiyaviy energiyaga aylantirishidir. Ximiyaviy energiya fotosintetik organizmlar hujayrasida energiyaga boy bo'lgan fosfat bog'lar sifatida ATFda to'planadi.

O'simliklar xloroplastida yorug'da ADF va anorganik fosfatdan ATF sintezlanishi fotosintetik fosforlanish jarayonlari, oqsidagi fosforlanishdan birmuncha farq qilib, kislorod ishtirok etishini talab qilmaydi. Bu, birinchidan, xloroplastlarda boradigan fotosintetik fosforlanishni mitoxondriylarda boradigan oqsidagi fosforlanishdan alohida o'rganishga yordam bersa, ikkinchidan, xloroplast va mitoxondriylarda ATF sintezlanishining ba'zi bosqichlari turli ferment sistemalar ishtirokida boradi, deb faraz qilishga imkon beradi.

Fotosintetik fosforlanish jarayonini 1954-yilda Arnon (AQSH) kashf etgan. O'simliklar xloroplastida kecnadigan bu jarayonni umumiy tarzda quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:



Fotosintetik fosforlanish jarayonida ATF hosil bo'lishi turli tipdagi reaksiyalarga bog'liq bo'lib, ular bir-biridan reaksiyalarda ishtirok etuvchi kofaktorlari va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan mahsulotlar bilan farq qiladi.

Fotosintetik fosforlanish reaksiyalari ikki asosiy tipga: tsiklik (halqali) fotosintetik fosforlanish va siklik bo'lmagan (halqasiz) fotosintetik fosforlanishga bo'linadi. Fotosintetik fosforlanish reaksiyalarining bunday bo'linishi bu jarayonda elektronlar ma'lum sistema bo'ylab tashili-

shi (ko'chishi) xususiyatiga bog'liq. Bu jarayonda bioximiyaviy jihatdan samarali hisoblangan barcha yorug'lik ATF sintezlinishi uchun sarflanaadi. Tsiklik fotofosforlanish reaksiyalarning umumiy formulasiga mos keladi. Bu reaksiya anaerob sharoitda borgani uchun kislorod ishtirok etishini talab qilmaydi. Reaksiya davomida kislorod yutilmaydi ham, ajralib chiqmaydi ham.

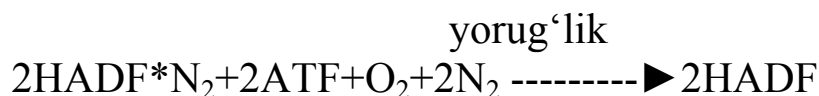
Tsiklik fosforlanish jarayonida yorug'lik ta'sirida qo'zg'algan xlorofill molekulasidan ajralgan elektronlarning kuchidagi bir qator kofaktorlar ishtirok etadi. Bo'larga flavinmononuqleotid (FMN), K₃ vitamin, fenazinmetasYlfat (FMC) va boshqa birikmalar misol bo'ladi. Turli xossaga ega bo'lgan bunday moddalarning fotofosforlanish jarayonlarida elektronlar ko'chishida ishtirok etishi ularning oqsidlanish-qaytarilish xususiyatiga bog'liq. FMN va K₃ vitamin xloroplastlardan topilganligi sababli ular in vivo sharoitidagi fotofosforlanish reaksiyalarining ishtirokchisi, deb tahmin qilinadi. Shu sababli ular fiziologik kofaktorlar deb ham yuritiladi. D. Arnonning fikricha, in vivo sharoitida ishtirok etadigan muhim kofaktorlardan biri ferodoqsin oqsili hisoblanadi.

Tsiklik fotofosforlanish jarayoni elektronlar ma'lum tsikl hosil qilib ko'chishiga bog'liq. Agar elektronlar shu yo'ldan boshqa tomonga chalg'itiladigan bo'lsa, unda fosforlanish reaksiyasi to'xtashi aniqlangan. Xloroplastlarda siklik fotofosforlanish reaksiyalari mavjudligini ferrisianid bilan o'tkazilgan tajribalarda yaqqol ko'rsatish mumkin. Ma'lumki, ferrisianid elektronlarning aktiv akseptori hisoblanadi. Agar xloroplastlar suspenziyasiga ferrisianid qo'shilsa, fosforlanish reaksiyasi to'xtashi aniqlang. Bu moddaning qaytarilgan shakli □ ferrosianid esa hech qanday natija bermagan. Demak, ferrosianid elektronlar oqimini o'ziga tortib, ularni halqa orqali HADFni ham, xuddi ferrisianid kabi, tsiklik fosforlanish reaksiyasini syokinlashtiradi. Yuqoridagi tajribalar xloroplastlarda haqiqatda ham tsiklik fotofosforlanish reaksiyalari mavjudligini ko'rsatuvchi dalillardan biri hisoblanadi.

Elektronlarning elektron o'tkazuvchi zanjir orqali ko'chishida yana bir qator kofaktorlar □ sitoxromlar va plastixinon oqsillari ishtirok etishi aniqlangan. Bo'lar ustida keyinroq to'xtalamiz.

Bu fotofosforlanish reaksiyasi faqat yashil o'simliklarga xosdir. Fotofosforlanish jarayonining bu tipi fotosintezning muhim tomonlaridan birini tashqil qiladi. Chunki tsiklik bo'lmagan fotofosforlanish reaksiyasida ATF hosil bo'lishi bilan bir qatorda, HADF qaytariladi va mo-

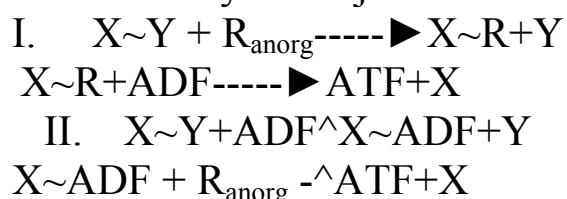
lekular kislorod ajralib chiqadi. Bu jarayon quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Reaksiyalar natijasida hosil bo'ladigan ATP, HADF $\cdot$ H₂ va O₂ ning steriometrik miqdori 1:1:1 nisbatda bo'ladi. Demak, CO₂ qaytariishi uchun kerakli "o'zlashtiruvchi faktor"lar tsiklik bo'lmagan fotofosforlanish jarayonida hosil bo'lar ekan. Tsiklik bo'lmagan fotofosforlanish jarayonida ishtirok etadigan elektronning ko'chish yo'li birmuncha murakkabdir.

Yorug'lik ta'sirida qo'zgalgan xlorofilldan ajralib chiqqan elektron yana shu xlorofilning o'ziga qaytmaydi. Balki Y HADFning qaytarilishida ishtirok etadi. Musbat zaryadlangan xlorofil molekulasida o'zining avvalgi holatiga qaytishi uchun elektronni suvning parchalanishi natijasida hosil bo'lgan gidroqsid gro'ppadan oladi. Hozirgi tu shunchalarga ko'ra, tsiklik bo'lmagan fotofosforlanish reaksiyalarida ikkita pigment sistema ishtirok etishi aniqlangan.

Fotofosforlanish reaksiyalarida ATP hosil bo'lish mexanizmi to'g'risida hozirgacha aniq ma'lumot yo'q. Bu reaksiyalar mexanizmini aniqlashda ham, nafas olish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan fosforlanish reaksiyalaridagi kabi, oraliq makroergik mahsulotlar hosil bo'ladi, deb taxmin qilinadi. Agar elektron o'tkazuvchi zanjirning fosforlanish bilan bog'liq bo'lgan qismida oqsidlanish-qaytarylish reaksiyalari natijasida energiyaga boy X-Y birikma hosil bo'ladi, deb faraz qilsak, unda ATP hosil bo'lishi uchun ikki xil imkoniyat mavjud.

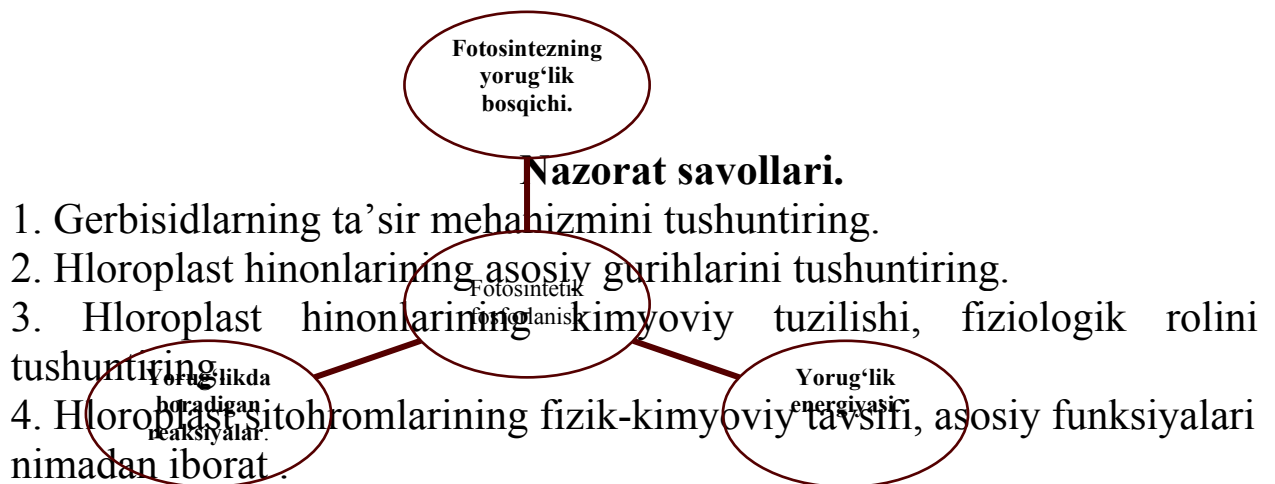


Fotofosforlanish reaksiyalarida ATP hosil qilish mexanizmini ko'rsatuvchi I va II reaksiyalarning bir-biridan farqi kuchli energiyaga boy bo'lgan (X~Y) birikmalarning fosfat kislota bilan turlicha birikishidadir.

Fotofosforlanish jarayoni mexanizmini P. Mitchelning xemosmotik gipotezasiga asoslanib tushuntirish ham mumkin. Bu gipotezaga ko'ra, fotofosforlanish jarayonida ATP hosil bo'lishi yorug'lik ta'sirida xloroplastlarda elektronlar oqimi tufayli vujudga keladigan H⁺ ionlar harakatiga bog'liq. Agar yoritilgan xloroplastlarda elektronlar oqimi siklik harakterga ega bo'lgan sharoit yaratilsa, tashqi muhitdagi H⁺ ionlari

ularning membranasi orqali uning ichiga o'ta boshlaydi, natijada xloroplastlar ichidagi pH kislotali bo'ladi. Xuddi shu yo'l bilan xloroplastlar membranasi tashqi va ichki muhiti o'rtasida pH gradienti (transmembrana gradienti) hosil bo'ladi. Bu gradient ATF hosil qilish uchun yetarli darajada bo'lgan elektroximiyaviy potensialni vujudga keltiradi. Binobarin, mazko'r gipotezaga ko'ra, yorug'lik ta'sirida hosil bo'ladigan makroergik birikma (X~Y) qandaydir ximiyaviy modda emas, balki pHning transmembrana gradienti bilan bog'liq bo'lgan xloroplastning yuqori energetik holatidir. Lekin shuni ta'kidlab o'tish kerakki, har ikkala gipoteza ham elektronlarning ko'chishi jarayonida ADFdan qanday qilib ATF hosil bo'lishini aniq tushuntirib bera olmaydi.

Venn diagrammasi



6-ma'ruza

FOTOFOSFORLANISH VA UNING O'SIMLIK ENERGETIKASIDAGI ROLI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Fotofosforlanish asosiy turlarining tavsifi.

	2. Makroergik birikmalar hosil bo'lishining mexanizmi. 3. Mitchelning hemiosmotik nazariyasi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda fotofosforlanish asosiy turlarining tavsifi, makroergik birikmalar hosil bo'lishining mexanizmi, mitchelning hemiosmotik nazariyasi haqida tushuncha hosil qilish.	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar fotosintetik apparatning strukturaviy tuzilishi haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, "Aqliy hujum", "Qanday diagrammasi".
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich. 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	1.2. Plastidalar ontogenezi esga tushiriladi, O'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning <i>Bilaman, Bilishni xolhayman</i> grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	Tinglashadi aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. Fotofosforlanish asosiy turlarining tavsifi, mitchelning hemiosmotik nazariyasiga batafsil izoh	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.

	beriladi. 2.2. Makroergik birikmalar hosil bo'lishining mehanizmi misollar yordamida tushuntiriladi.	
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalini Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi 3.3. Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Fotofosforlanish asosiy turlarining tavsifi.
2. Makroergik birikmalar hosil bo'lishining mehanizmi.
3. Mitchelning hemiosmotik nazariyasi.

Fotosintezning yorug'lik bosqichi. Yorug'likdan kvantlar va fotonlar holida yutilgan energiya xlorofill molekulasini qo'zg'algan holatga olib kelishi, uning elektronining asosiy jihatdan singlet holatga o'tishida elektron energiyatarining sarflashi, ATFni sintezlanishi, fotokimyoviy reaksiyalardan suvning fotolizi, natijada kislorodni ajralishi, NADF qaytarilishining mexanizmlari tahlil qilinadi.

Avval aytib o'tganimizdek, fotosintez, asosan, ikkita fiziologik va biokimyoviy jarayondan tashkil topgan, ya'ni yorug'likda boradigan ($12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 12(\text{H}_2) + 6\text{O}_2$) va qorong'ilikda boradigan reaksuyalar ($6\text{CO}_2 + 12(\text{H}_2) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}$).

Fotosintezning yorug'lik reaksiyalari xloroplastlar xlorofilining qu-yosh yorug'lik energiyasi kvantlari yoki fotonlarini yutishdan boshlanadi va buning natijasida qaytaruvchi modda $\square$ agent NADF-N-H⁺ hamda energiya (ATF) hosil bo'ladi.

Yorug'likda boradigan reaksiyalar. Ushbu jarayonda barcha pigmentlar qatnashadi va yorug'lik ishtirokida bo'ladi, natijada esa suv

yorug'lik energiyasi ta'sirida parchalanib O_2 , $NADPH_2$ hamda ATF hosil bo'ladi.

Yorug'lik energiyasi. Quyoshning yorug'lik energiyasi kvantlar yoki fotonlar holida tarqaladi va elektromagnit tebranish xarakteriga ega. Fotosintez jarayonida ko'proq fo'lqin uzunligi $400 \square 720$ nm bo'lgan nurlar ishtirok etadi. Quyosh nurlari to'lqinlarining undan yuqorisi (720) fotosintezda nisbatan juda kam ishtirok etadi. Xlorofill molekulasida yo-rug'lik energiyasini kvantlar yoki fotonlar holida yutadi. Buning natija-sida xlorofilldagi elektronlar qo'zg'algan holatga o'tadi va pigment ham qo'zg'ayadi. Bunda elektron asosiy darajadan (C^0) birinchi singlet dara-jaga (C^1) o'tadi va bu juda qisqa vaqt davom etadi (10^9 sek.). Shu qisqa vaqt ichida elektron energiyasi sarflanib, pigment avvalgi tinch holatiga ($C^1 \square C^0$) qaytadi va yangidan boshqa kvanti yutishi mumkin. Agar elektron to'lqin uzunligi qisqa ko'k binafsha nurlardan bir kvant yutsa yana-da yuqoriroq singlet (C^2) darajasiga o'tadi ($C^0 \square C^2$). Elektronlar qisqa vaqt ichida ($10 \square 13$ sek.) ikkinchi singlet darajadan birinchi singlet dara-jaga tushadi ($C^2 \square C^1$). Bu vaqtda kvant energiyasining bir qismi, issiq-likka aylanib sarf bo'ladi. Fotokimyoviy jarayonlarda, asosan, birinchi singlet (C^1) holatdagi elektronlar, ayrim hollarda esa triplet (T^1) holatda-gi elektronlar ishtirok etadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqiladiki, xlorofill molekulasida yutgan kvant energiya, asosan, fotosintetik reaksiyalarning sodir bo'lishi uchun sarf bo'ladi.

Fotosintez jarayonining muhim xususiyatlaridan biri karbonat anhidridning qaytarilishi natijasida organik birikmalar hosil bo'lishidir. Lekin o'simliklarda uchraydigan bu organik birikmalarning hech biri yorug'lik ta'siriga bevosita bog'liqligi hozirgacha aniqlanmagan. O'simliklar tarkibidagi organik birikmalarning hammasi ma'lum darajada birlamchi fotoximiyaviy reaksiyalarda hosil bo'lgan moddalar ishtirokida qorong'ida sintezlanadi. Yorug'likda boradigan fotosintez reaksiyalarida hosil bo'ladigan birlamchi turg'yn moddalar qaytarilgan nikotinamid-adenin dinukleotidfosfat ($HADF \cdot H_2$) va adenzintrifosfat (ATF)dir, Bu moddalar qorong'ida karbonat anhidridni o'zlashtirish bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalarda muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun Arnon $HADF \cdot H_2$ bilan ATFni o'zlashtiruvchi faktor (assimilatsion faktor) deb atagan.

Yorug'da boradigan fotosintez reaksiyalarida $HADF \cdot H_2$ va ATF hosil bo'lishi bilan bor vaqtda molekular kislorod ham ajralib chiqadi.

Fotosintez jarayonini xloroplastlarda tekshirish butun bargdagiga nisbatan ancha oson hisoblanadi. Chunki ajratib olingan xloroplastlar hujayrada sodir bo'ladigan moddalar almashinuvi jarayonining murakkab reaksiyalaridan holi bo'ladi. Lekin ajratib olingan xloroplastlarda elektronlarning ma'lum akseptorlari ishtirokida kislorod ajralib chiqishini tajribada aniqlangan. U elektronlarning akseptori sifatida temirning kompleks tuzlaridan foydalangan. Bu reaksiyalarda uch valentli temir qaytarilib, ikki valentli temirga aylanadi.

Bu reaksiya Xill reaksiyasi yoki xloroplastlar reaksiyasi deyiladi. Keyinchalik bu reaksiyalarda akseptor sifatida boshqa moddalardan ham foydalanish mumkinligi aniqlangan. Xill o'z tajribalarida CO_2 dan oqsidlovchi faktor sifatida foydalana olmagan va bu reaksiyada CO_2 ishtirok etmaydi, degan xulosaga kelgan.

Shu sababli ko'p vaqtgacha fotosintez jarayoni bilan Xill reaksiyasining o'zaro bog'liqligi to'g'risidagi masala yechilmay kelayotgan edi. Chunki vodorodning sun'iy akseptorlaridan hech biri qaytarilgan holda CO_2 ni qaytarishda ishtirok etolmaydi. Bu masala 1956-yidda Arnon tomonidan hal qilindi. U o'z tajribalarida nishonlangan C^{14} atomlaridan foydalanib, xloroplastlarda CO_2 o'zlashtiradigan maxsus fermentativ apparat mavjudligini hosil bo'lgan mahsulotlarga qarab aniqlagan. Arnon bu reaksiyalarda Xill qo'llamagan bir qator kofaktorlardan foydalanib, yuqoridagi masalani hal qildi. Bu kofaktorlardan biri HADF bo'lib, uning qaytarilishi xloroplastlardagi maxsus ferment-fotosintetik piridin-nukleotid-reduktazaning (FPCR) ishtirok etishini taqozo qiladi.

Xill reaksiyasining o'ziga xos xususiyatlaridan biri yorug'lik energiyasini ximiyaviy energiyaga aylantirish bo'lsa, ikkinchisi bu reaksiyada ajralib chiqqan kislorod manbai CO_2 emas, balki suv ekanligi nishonlangan H_2O^{18} yordamida isbotlangan. Bu reaksiyani turli o'simliklardan (ismaloq, dukkakli o'simliklar, qand lavlagi va boshqalardan) ajratib olingan xloroplastlarda ko'rish mumkin. Biroq hamma o'simliklardan fotoximiyaviy jihatdan aktiv bo'lgan xloroplastlar ajratib olish qiyin. Bunga o'simliklarning hujayra shirasidagi fotoximiyaviy reaksiyalarning ingibitorlari hisoblangan birikmalar (saponin, tannin, gossipol)ning ko'p miqdorda uchrashi sabab bo'lsa kerak. Bunday o'simliklardan aktiv xloroplast ajratib olish uchun yuqoridagi birikmalar ta'sirini yo'qotuvchi moddalar qo'shish kerak. Masalan, g'o'za barglariga albumin oqsili qo'shiladi. Hozirgi vaqtda Xill reaksiyasidan bargning yoki xloroplastlarning fotosintetik foaliyatini ko'rsatuvchi belgi sifatida foydalaniladi.

Fotosintetik qobiliyatiga ega bo'lgan organizmlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri qo'yosh energiyasini bevosita ximiyaviy energiyaga aylantirishidir. Ximiyaviy energiya fotosintetik organizmlar hujayrasida energiyaga boy bo'lgan fosfat bog'lar sifatida ATFda to'planadi.

O'simliklar xloroplastida yorug'da ADF va anorganik fosfatdan ATF sintezlanishi fotosintetik fosforlanish jarayonlari, oqsidagi fosforlanishdan birmuncha farq qilib, kislorod ishtirok etishini talab qilmaydi. Bu, birinchidan, xloroplastlarda boradigan fotosintetik fosforlanishni mitoxondriylarda boradigan oqsidagi fosforlanishdan alohida o'rganishga yordam bersa, ikkinchidan, xloroplast va mitoxondriylarda ATF sintezlanishining ba'zi bosqichlari turli ferment sistemalar ishtirokida boradi, deb faraz qilishga imkon beradi.

Fotosintetik fosforlanish jarayonini 1954-yilda Arnon (AQSH) kashf etgan. O'simliklar xloroplastida kecnadigan bu jarayonni umumiy tarzda quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:



Fotosintetik fosforlanish jarayonida ATF hosil bo'lishi turli tipdagi reaksiyalarga bog'liq bo'lib, ular bir-biridan reaksiyalarda ishtirok etuvchi kofaktorlari va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan mahsulotlar bilan farq qiladi.

Fotosintetik fosforlanish reaksiyalari ikki asosiy tipga: siklik (halqali) fotosintetik fosforlanish va siklik bo'lmagan (halqasiz) fotosintetik fosforlanishga bo'linadi. Fotosintetik fosforlanish reaksiyalarining bunday bo'linishi bu jarayonda elektronlar ma'lum sistema bo'ylab tashilishi (ko'chishi) xususiyatiga bog'liq. Bu jarayonda bioximiyaviy jihatdan samarali hisoblangan barcha yorug'lik ATF sintezlanishi uchun sarflanadi. Tsiklik fotofosforlanish reaksiyalarining umumiy formulasiga mos keladi. Bu reaksiya anaerob sharoitda borgani uchun kislorod ishtirok etishini talab qilmaydi. Reaksiya davomida kislorod yutilmaydi ham, ajralib chiqmaydi ham.

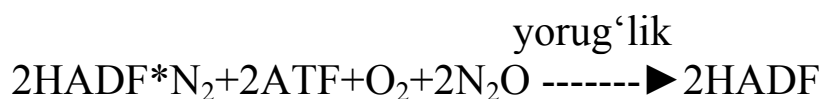
Tsiklik fosforlanish jarayonida yorug'lik ta'sirida qo'zg'algan xlorofill molekulasidan ajralgan elektronlarning kuchidagi bir qator kofaktorlar ishtirok etadi. Bo'larga flavinmononuqleotid (FMN), K₃ vitamin, fenazinmetasYlfat (FMC) va boshqa birikmalar misol bo'ladi. Turli xos-saga ega bo'lgan bunday moddalarning fotofosforlanish jarayonlarida elektronlar ko'chishida ishtirok etishi ularning oqsidlanish-qaytarilish xususiyatiga bog'liq. FMN va K₃ vitamin xloroplastlardan topilganligi sababli ular in vivo sharoitidagi fotofosforlanish reaksiyalarining ishti-

rokchisi, deb tahmin qilinadi. Shu sababli ular fiziologik kofaktorlar deb ham yuritiladi. D. Arnonning fikricha, in vivo sharoitida ishtirok etadigan muhim kofaktorlardan biri ferredoksin oksidli hisoblanadi.

Tsiklik fotofosforlanish jarayoni elektronlar ma'lum tsikl hosil qilib ko'chishiga bog'liq. Agar elektronlar shu yo'ldan boshqa tomonga chalg'itiladigan bo'lsa, unda fosforlanish reaksiyasi to'xtashi aniqlangan. Xloroplastlarda tsiklik fotofosforlanish reaksiyalari mavjudligini ferrisianid bilan o'tkazilgan tajribalarda yaqqol ko'rsatish mumkin. Ma'lumki, ferrisianid elektronlarning aktiv akseptori hisoblanadi. Agar xloroplastlar suspenziyasiga ferrisianid qo'shilsa, fosforlanish reaksiyasi to'xtashi aniqlang. Bu moddaning qaytarilgan shakli $\square$ ferrosianid esa hech qanday natija bermagan. Demak, ferrosianid elektronlar oqimini o'ziga tortib, ularni halqa orqali HADFni ham, xYddi ferrisianid kabi, tsiklik fosforlanish reaksiyasini syokinlashtiradi. Yuqoridagi tajribalar xloroplastlarda haqiqatda ham tsiklik fotofosforlanish reaksiyalari mavjudligini ko'rsatuvchi dalillardan biri hisoblanadi.

Elektronlarning elektron o'tkazuvchi zanjir orqali ko'chishida yana bir qator kofaktorlar $\square$ sitoxromlar va plastixinon oksidli ishtirok etishi aniqlangan. Bo'lar ustida keyinroq to'xtalamiz.

Bu fotofosforlanish reaksiyasi faqat yashil o'simliklarga xosdir. Fotofosforlanish jarayonining bu tipi fotosintezning muhim tomonlaridan birini tashqil qiladi. Chunki tsiklik bo'lmagan fotofosforlanish reaksiyasida ATF hosil bo'lishi bilan bir qatorda, HADF qaytariladi va molekular kislorod ajralib chiqadi. Bu jarayon quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Reaksiyalar natijasida hosil bo'ladigan ATF, $\text{HADF} \cdot \text{H}_2$ va O_2 ning steriometrik miqdori 1:1:1 nisbatda bo'ladi. Demak, CO_2 qaytariishi uchun kerakli "o'zlashtiruvchi faktor"lar siklik bo'lmagan fotofosforlanish jarayonida hosil bo'lar ekan. Tsiklik bo'lmagan fotofosforlanish jarayonida ishtirok etadigan elektronning ko'chish yo'li birmuncha murakkabdir.

Yorug'lik ta'sirida qo'zgalgan xlorofilldan ajralib chiqqan elektron yana shu xlorofillning o'ziga qaytmaydi. Balki Y HADFning qaytarilishida ishtirok etadi. Mucbat zaryadlangan xlorofill molekulasida o'zining avvalgi holatiga qaytishi uchun elektronni suvning parchalanishi natijasida hosil bo'lgan gidroksid gro'ppadan oladi. Hozirgi tushunchalarga

ko'ra, tsiklik bo'lmagan fotofosforlanish reaksiyalarida ikkita pigment sistema ishtirok etishi aniqlangan.

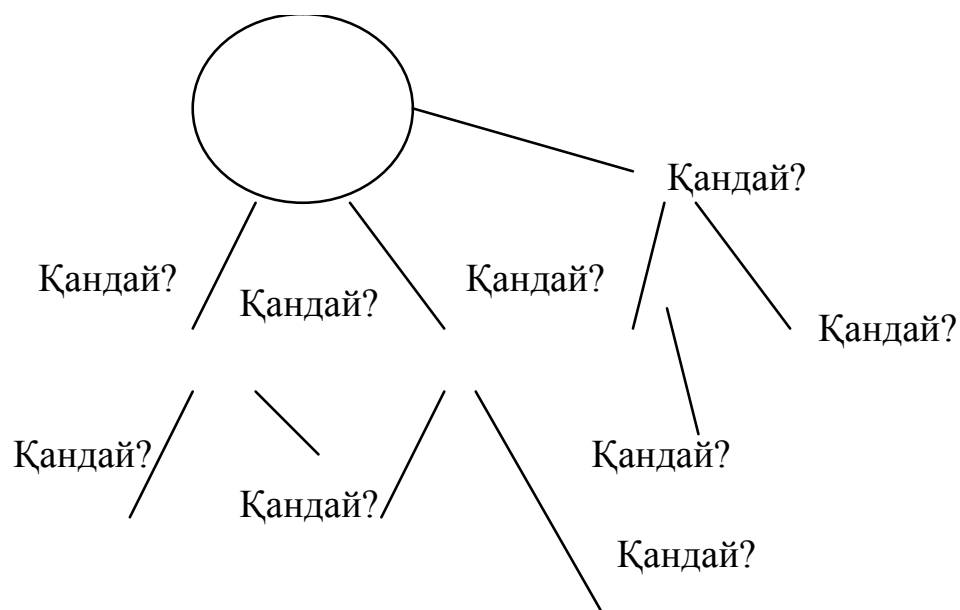
Fotofosforlanish reaksiyalarida ATF hosil bo'lish mexanizmi to'g'risida hozirgacha aniq ma'lumot yo'q. Bu reaksiyalar mexanizmini aniqlashda ham, nafas olish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan fosforlanish reaksiyalaridagi kabi, oraliq makroergikmahsulotlar hosil bo'ladi, deb taxmin qilinadi. Agar elektron o'tkazuvchi zanjirning fosforlanish bilan bog'liq bo'lgan qismida oqsidlanish-qaytarylish reaksiyalari natijasida energiyaga boy $X \sim Y$ birikma hosil bo'ladi, deb faraz qilsak, unda ATF hosil bo'lishi uchun ikki xil imkoniyat mavjud.



Fotofosforlanish reaksiyalarida ATF hosil qilish mexanizmini ko'rsatuvchi I va II reaksiyalarning bir-biridan farqi kuchli energiyaga boy bo'lgan $(X \sim Y)$ birikmalarning fosfat kislota bilan turlicha birikishidadir.

Fotofosforlanish jarayoni mexanizmini P. Mitchelning xemosmotik gipotezasiga asoslanib tu shuntirish ham mumkin. Bu gipotezaga ko'ra, fotofosforlanish jarayonida ATF hosil bo'lishi yorug'lik ta'sirida xloroplastlarda elektronlar oqimi tufayli vujudga keladigan H^+ ionlar harakatiga bog'liq. Agar yoritilgan xloroplastlarda elektronlar oqimi siklik harakterga ega bo'lgan sharoit yaratilsa, tashqi muhitdagi H^+ ionlari ularning membranasi orqali uning ichiga o'ta boshlaydi. Natijada xloroplastlar ichidagi pH kislotali bo'ladi. XYddi shu yo'l bilan xloroplastlar membranasing tashqi va ichki muhiti o'rtasida pH gradienti (transmembrana gradienti) hosil bo'ladi. Bu gradient ATF hosil qilish uchun yetarli darajada bo'lgan elektroximiyaviy potensialni vujudga keltiradi. Binobarin, mazko'r gipotezaga ko'ra, yorug'lik ta'sirida hosil bo'ladi-gan makroergik birikma $(X \sim Y)$ qandaydir ximiyaviy modda emas, balki pHning transmembrana gradienti bilan bog'liq bo'lgan xloroplastning yuqori energetik holatidir. Lekin shuni ta'kidlab o'tish kerakki, har ikkala gipoteza ham elektronlarning ko'chishi jarayonida ADFdan qanday qilib ATF hosil bo'lishini aniq tushuntirib bera olmaydi.

Қуйидан юқорига босқичма-босқич бўйсунувчи “Қандай?”
диаграммаси



Nazorat savollari

1. Fotofosforlanish asosiy turlarining tavsifini ayting.
2. Makroergik birikmalar hosil bo'lishining mehanizmini tushuntiring.
3. Mitchelning hemiosmotik nazariyasini tushuntiring.

7-ma'ruza

FOTOSINTEZ HIMIZMI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Karbonad angidridni fotosintetik o'zlashtirilishining fotokimyoviy reaksiyalari bilan bog'liqligi. 2. CO ₂ birlamchi akseptorlarining tabiati. 3. Kalvin-Binson sikli reaksiyalari, asosiy fermentlari. 4. Fotosintezning birlamchi birikmalari va ularning o'zgarishi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda karbonad angidridni fotosintetik o'zlashtirilishining fotokimyoviy reaksiyalari bilan bog'liqligi, CO₂ birlamchi akseptorlarining tabiati, Kalvin-Binson sikli reaksiyalari, asosiy fermentlari haqida tushuncha hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar karbonad angidridni fotosintetik o'zlashtirilishining fotokimyoviy reaksiyalari bilan bog'liqligi haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, BBB, Venn diagrammasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bos- qichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich 1.1. O'quv hujjatlarini	1.2. karbonad angidridni fotosintetik o'zlashtirili- shining fotokimyoviy	Tinglashadi aniqlashtiri- shadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha

to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	reaksiyalari bilan bog'liqligini o'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning <i>Bilaman, Bilishni hohlayman</i> grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	dastlabki tushunchalar ni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich Asosiy (50 min.)	2.1.Karbonad angidridni fotosintetik o'zlashtirili shining fotokimyoviy reaksiyalari bilan bog'liqligi. 2.2.CO ₂ birlamchi akseptorlarining tabiati. tushuntiriladi. Kalvin-Binson sikli reaksiyalari, asosiy fermentlari tushuntiriladi. 2.3.Fotosintezning birlamchi birikmalari va ularning o'zgarishiga batafsil izoh beriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalini bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi 3.3.Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Karbonad angidridni fotosintetik o'zlashtirilishining fotokimyoviy reaksiyalari bilan bog'liqligi.
2. CO₂ birlamchi akseptorlarining tabiati.
3. Kalvin-Binson sikli reaksiyalari, asosiy fermentlari.
4. Fotosintezning birlamchi birikmalari va ularning o'zgarishi.

Yorug'lik talab qilmaydigan fotosintez reaksiyalari. Fotosintezning yorug'lik reaksiyalarida hosil bo'lgan HADFN₂ va ATF karbonat angidridni o'zlashtirish uchun sarflanadi. Bu jarayon quyidagi yo'llar bilan amalga oshiriladi.

1. Asosiy yo'l. Bu yo'l Kalvin tsikli deb ataladi. Keyingi yillarda bu yo'lni fotosintezning C₃-tipi deb yuritiladi. Shu yo'l bilan CO₂ni o'zlashtiruvchi o'simliklar C₃ o'simliklar deb ataladi. Bunday o'simliklar, asosan, mo'tadil iqlim mintaqalarida o'sadi. CO₂ni o'zlashtirish uchun zarur bo'lgan harorat 20 □ 25°C ga teng.

2. Qo'shimcha yo'l. O'simliklar karbonat angidridni boshqa yo'llar bilan ham o'zlashtirishi aniqlangan:

a) Xetch-clayk yo'li. Bu yo'lni fotosintezning C₄-tipi deb ham yuritiladi. Bu yo'lda CO₂ o'zlashtiradigan o'simliklar C₄ o'simliklar deb ataladi.

b) sukkulentlarda organik kislotalar metabolizmi (COQM) yoki Crassnlacean acid metabolist (SAM)-o'simliklar. Bu o'simliklar quruq cho'l va sahrolarda o'sadi. Qo'shimcha yo'lda CO₂ni o'zlashtiruvchi o'simliklar Kalvin siklidagi reaksiyalardan tashqari yana boshqa reaksiyalarni o'z ichiga oladi.

Qorong'ida boradigan reaksiyalarda karbonat angidrid uglevodlarga qaytariladi. Lekin Y o'ta oqsillangan modda bo'lganligicha uglevodlarga qaytarilishida ma'lum miqdor energiya sarflanishi kerak. Bu energiyani ular fotosintez jarayonining yorug'lik reaksiyalarida hosil bo'lgan ATF dan oladi. Kalvin nazariyasiga muvofiq, karbonat angidridning akseptori ribuloza-1,5-difosfatdir. Ribuloza-1,5-difosfat ribuloza-5-fosfatning ATF hosibiga fosforlanishi natijasida hosil bo'ladi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan ribuloza-1,5-difosfat yuqori reaksiya xususiyatiga ega bo'ladi, shuning uchun Y CO₂ni biriktirish hisobiga osonlik bilan karboksillanadi. Ribuloza-1,5-difosfat reaksiyalari mexanizmi yaxshi o'rganiladi. Avvalo, bu birikma enol shaklda o'tadi. Ribuloza-1,5-di-

fosfatning enol shakli karbonat angidridni biriktirishi natijasida olti uglevodli beqaror oraliq modda hosil bo'ladi.

Demak, ribuloza-1,5-difosfatning karboksillanishi natijasida 3-fosfoglisarat kislota hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan 3-fosfoglisarat kislota 1,3-difosfoglisarat kislota aylanadi. Bu jarayonda yana bir molekula ATF sarflanadi. Bu reaksiyalarda hosil bo'lgan 1,2-difosfoglisarat kislota yuqori reaksiya xususiyatga ega bo'lganligidan osonlikcha reaksiyaga kirishadi. Fermentativ reaksiya natijasida 1,3-difosfoglisarat kislota 3-fosfoglisarin al'degid hosil bo'ladi. Bu reaksiyada siklik bo'lmagan fotofosforlanishda ATF bilan bir qatorda hosil bo'lgan HADF*H₂ ham ishtirok etadi. Reaksiya triozafosfatdegidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi.

Bu reaksiya karbonat angidridning uglevodlargacha qaytarilishi tsiklining birdan-bir qaytaruvchi bosqichidir. Yuqoridagi reaksiyalar fotosintez jarayonining yorug'da va qorong'ida boradigan reaksiyalari bir-biriga bog'liqligini ko'rsatuvchi dalildir. Karbonat angidrid qaytarilishidagi boshqa reaksiyalar fotosintez jarayoniga xos emac. Ular uglevodlar almashinuvidagi boshqa reaksiyalar bilan bog'liq bo'lib, nafas olish, glikoliz, pentozafosfat sikllarda borishi mumkin. Kalvin nazariyasiga muvofiq, ribulozadifosfat va CO₂dan fosfoglisarat kislota hosil bo'lishi tsiklik xarakterga ega.

Ribuloza-5-fosfatning fosforlanishi natijasida (1-reaksiya) ribuloza-1,5-difosfat hosil bo'ladi. Karbonat angidrid o'zlashtirish siklida ribuloza-5-fosfat katalizatorlik vazifasini bajaradi, deyish ham mumkin. Shuning uchun bu birikma doim yangidan hosil bo'lib turishi kerak. Ribuloza-5-fosfat asosan uglevodlarning bevosita oksidlanishi tsiklida hosil bo'ladi. Fotosintez jarayonida hosil bo'ladigan birlamchi barqaror modda □ fosfoglisarat kislota hisoblanadi. Agar bir molekula HADF*H₂ sarflansa, unda 1 molekula fosfoglisarat kislota hosil bo'lishi uchun 9 molekula ATF va 6 molekula HADF*H₂ sarflanadi.

Karbonat angidridning qaytarilishi bilan bog'liq bo'lgan barcha reaksiyalarni katalizlovchi fermentlar o'simliklardan topilgan. Bu esa uglevodning qaytarilishi bilan bog'liq bo'lgan siklning mavjudligini bildiradi. Fotosintez jarayonida hosil bo'ladigan asosiy mahsulotlar miqdori va tarkibi o'simlikning fiziologik holatida va tevarak-atrof muhitga bog'liq. Ko'pchilik hollarda o'zlashtirilgan CO₂ uglevodlar sifatida to'planadi.

Xetch-clayk yo‘li. C_4 o‘simliklar (makkajo‘hori) asosiy tropik iqlim sharoitida yaxshi o‘sadi. Biroq bu tipga mansub o‘simliklar boshqa joylarda ham o‘sadi. Yorug‘lik ko‘p harorat $30 \square 35^{\circ}\text{C}$ da yaxshi o‘sadi. Bu o‘simliklar C_3 -tipga nisbatan CO_2 ni ikki barobar ko‘p o‘zlashtiradi. Bular qo‘shimcha yo‘lda CO_2 ni yutish xususiyatiga ega. Karbonat angidridni biriktirib oluvchi dastlabki modda forfoenolpiruvat bo‘lib, natijada C_4 -birikma, ya‘ni malat yoki aqpartat kislota hosil bo‘ladi. Bu yo‘l issiq haroratli qurg‘oqchil zonalarida o‘suvchi o‘simliklarni moslashuvi bilan bog‘liq deb ataladi. Fotosintez jarayonida kuzatiladigan reaksiyalarning ayrimlari faqat yorug‘lik nuri ta‘sirida vujudga kelsa, boshqa xil reaksiyalarning o‘tishi uchun yorug‘lik bo‘lishi shart emas. Chunki bu reaksiyalar maxsus fermentlar ishtirokida davom etadi. Yorug‘lik reaksiyalarida sintezlangan ATF va NADF H_2 molekulalaridagi energiya hisobiga suv va karbonat angidrididan dastlabki uglevodlar hosil qilinadi.

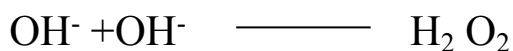
1905-yilda ingliz olimi F. Blexman fotosintez jarayoni ikki fazadan iborat ekanligini tasdiqladi. Uning aytishicha, *fotosintezning “yorug‘lik” fazasida* yorug‘lik energiyasi sarflansa, *”qorong‘ilik” fazasida*, ya‘ni enzimatik-fermentativ reaksiyalar o‘tishi uchun yorug‘lik energiyasi bevosita ishtirok etmas ekan. *”Qorong‘ilik” fazasi – “Blexman reaksiyalari”* deb ham yuritiladi. O. Varburg (1919 $\square$ 1924) va R. Emerson (1932) dalillariga ko‘ra, yorug‘lik energiyasi hisobiga yunaladigan reaksiyalar tez fursatda – 0.00001 sekund davomida o‘tib ulgursa, *”qorong‘ilik” fazasidagi fermentativ reaksiyalar o‘tishi uchun 0,04 sekund davomida vaqt talab etiladi.*

Fotosintezning *”yorug‘lik” fazasi* ikki bosqichdan iborat bo‘lib, biri *fotofizikaviy* bosqich deyilib, unda xlorofill va boshqa pigmentlar tomonidan yorug‘lik energiyasining yutilishi bilan xarakterlanadi. Shu vaqtda yorug‘lik energiyasini yutgan xlorofill molekulalari kuzgalgan, ya‘ni energiyaga boy holatga utib, shu energiyani *”yorug‘lik” fazasining* ikkinchi bosqichidagi fotokimyoviy jarayonlarning utishini ta‘minlash uchun jo‘natadi. Fotokimyoviy bosqichdagi yorug‘lik energiyasi suvni parchalash, ATF va NADF $\cdot\text{H}_2$ molekulalarini sintezlash uchun sarflandi.

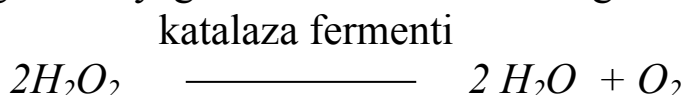
Yorug‘lik energiyasi ishtirokida suvning parchalanishiga fotooksidatsiya yoki *fotoliz* deb ataladi. Bu reaksiya quyidagicha ifodalanadi:



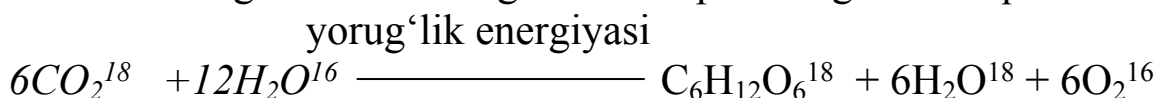
Suvning parchalanishida □ fotoliz jarayonida hosil boʻlgan OH⁻ gu-ruhlarini oʻzaro munosabatiga kirishishidan vodorod peroksid (H₂O₂) sintezlanadi:



Zaharli vodorod peroksid, oʻz navbatida, katalaza fermenti ishtirokida suv va erkin kislorodga parchalanadi. Boʻshab chiqqan kislorod quyidagi reaksiyaga muvofiq tashki muxitga chiqariladi:



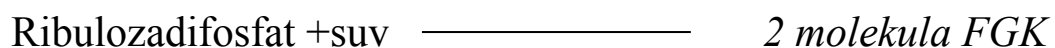
XX asrning 40-yillarigacha fotosintezda ajralib chiqqan kislorod karbonat angidrid tarkibidagi kislorod deb qelingan. 1941-yilda rus olimlari A. Vinogradov va R. Teyslar bu masalani hal etishda tabiatda tarqalgan kislorodning 3 xil izotopi, yaʼni O¹⁶, O¹⁷ va O¹⁸lar uchraganligini nazarda tutib, suv va karbonat angidrid tarkibidagi kislorodning izotoplarini belgilab olib, fotosintez jarayonida ajralib chiqqan kislorodni suv tarkibidagi O¹⁶ izotopi, organik modda (glukoza) tarkibidagi kislorod karbonat angidrid tarkibidagi O¹⁸ izotop ekanligini tasdiqladilar:



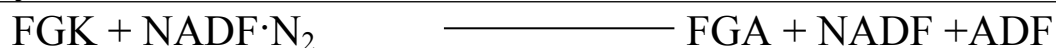
Fotosintezda vujudga kelgan suv molekulariga *metabolitik suv* deyiladi.

Soʻnggi maʼlumotlarga qaraganda, fotosintez jarayonining qorongʻilik fazarsida havodan qabul qilingan CO₂ oʻsimlik toʻqimasidagi faol birikmalar bilan reaksiyaga kirishib bogʻlanadi. Bu faol moddalarga *akseptorlar* deyiladi. Amerikalik olim M. Kalvin ribulozadifosfatni akseptor deb belgiladi va shu asosda karbonat angidridning uzlashtirish sxemasini tavsiya etdi:

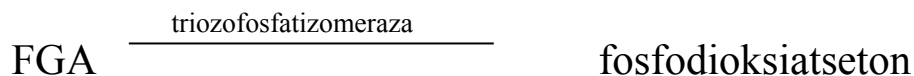
1) havodan qabul qilingan CO₂ karboksidismutaza fermenti ishtirokida ribuloza-1,5 difosfatga birikishidan olti uglerodli organik kislota hosil boʻladi. Bu kislota tezda 2 molekula 3-fosfoglitsirin kislota (FGK) gacha parchalanadi:



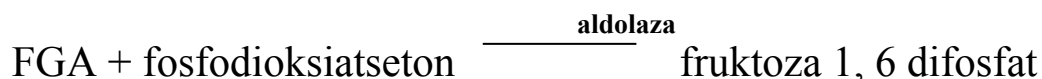
2) hosil bulgan FGK ATF ishtirokida NADF·H₂ (nikotinamide-nindinukleotid fosfat) vodorodi xisobiga 3-fosfoglitsirin aldegid(FGA) gacha kaytariladi:



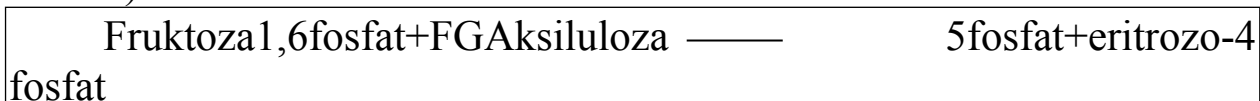
3) bu aldegid molekularining bir qismi triozofosfatizomeraza fermenti jadalligida fofodioksiatseton molekulasiga aylanadi.



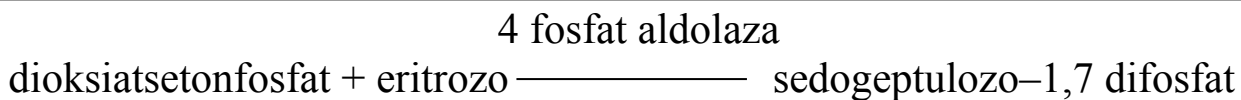
4) FGA va fosfodioksiatseton molekulari aldolaza fermenti jadal-ligida reaksiyaga kirishib, fruktoza – 1,6 difosfat hosil kiladi:



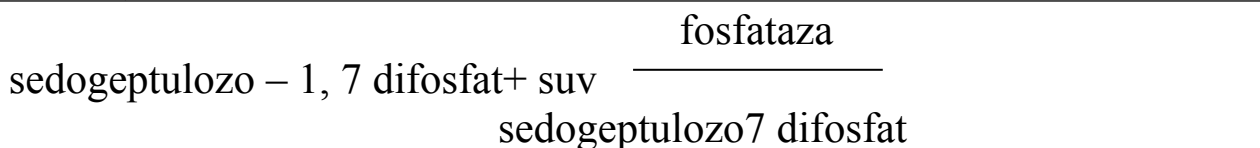
5)



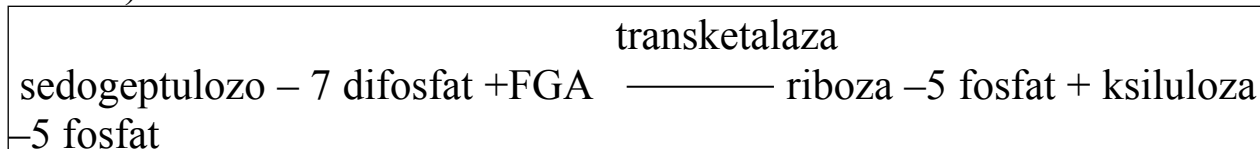
6) dioksiatseton fosfat bilan eritroza – 4 fosfat aldolaza fermenti ishtirokida o‘zaro birikib, 7 uglerodli sedogeptuloza – 1, 7 difosfat hosil qiladi:



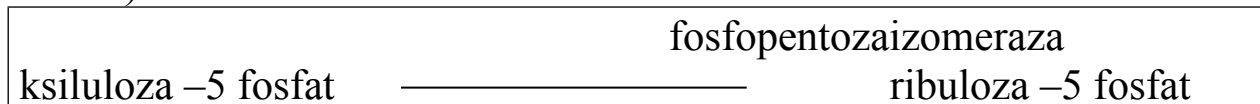
7)



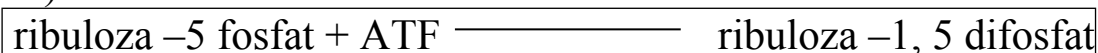
8)



9)



10)



Ribuloza – 1,5 difosfat havodan qabul qilingan yangi CO_2 bilan reaksiyaga kirishadi va yuqorida ko‘rsatilgan reaksiyalar izchillik bilan takrorlanadi.

Organik kislotalar metabolizmi. Qurg‘oqchil va cho‘l zonalarida o‘suvchi Sukkulent o‘simliklarning barg og‘izchalari kunduzi yopiq,

kechasi ochiq bo‘ladi. Kechasi o‘zlashtirilgan CO₂ xuddi C₄-tip o‘simliklariga o‘xshab malat kislota hosil qiladi.

Fosfoenolpiruvat + CO₂—malat

Malat kislota kunduzi parchalanadi va CO₂ni ajratadi. Bu yo‘lni C₄-o‘simliklardan farqi CO₂ kechasi o‘zlashtiriladi, kunduzi esa kavlin siklida foydalaniladi. Agar atmosferada CO₂ miqdori kam bo‘lib kislorod ko‘p bo‘lsa, unda Kalvin halqasini ishlashi sekinlashadi va ribuloza-difosfat oksidlana boshlaydi. Bu jarayon xloroplastlarda boradi va mitoxondriydagi oqsidlanishdan kechin farq qiladi. Bu jarayon fotonafas olish deb ataladi. Bu fotosintez jarayoni samarasini pasaytiradi.

8-ma’ruza

FOTOSINTEZ EKOLOGIYASI

Ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasining modeli

O‘quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O‘quv mashg‘ulotining tuzilishi Ma’ruza rejasi	1. Fotosintezning tashqi sharoit va organism holatiga bog‘liqligi. 2. Harorat, yoritilish sharoiti, karbonat angdrid miqdori, mineral oziqlanish va suv bilan ta’minlanishning fotosintezga ta’siri. 3. Fotosintetik jarayonlarning sutkalik va mavsumiy ritmlari.
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda fotosintezning tashqi sharoit va organism holatiga bog‘liqligi, harorat, yoritilish sharoiti, karbonat angdrid miqdori, mineral oziqlanish va suv bilan ta’minlanishning fotosintezga ta’siri, fotosintetik jarayonlarning sutkalik va mavsumiy ritmlari haqida tushuncha hosil qilish.	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo‘yicha tushunchalarni shakllantirish.	O‘quv faoliyatining natijalari: Talabalar fotosintezning tashqi sharoit va organism holatiga bog‘liqligi haqida tasavvurga ega bo‘ladilar, asosiy ma’lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta’lim usullari	Ma’ruza, BBB, Venn diagrammasi

O‘quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta’lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O‘quv mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O‘qituvchining	Talabanning
1-bosqich 1.1. O‘quv hujjatlarini to‘ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	1.2.Fotosintetik jarayon larning sutkalik va mavsumiy ritmlari esga tushiriladi, O‘quv mashg‘ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarlarga BBB jadvali taklif etiladi va uning <i>Bilaman, Bilishni hohlayman</i> graflari to‘ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to‘ldirilganidan so‘ng, ma’ruza boshlanadi.	Tinglashadi aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo‘yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma’lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1.Fotosintezning tashqi sharoit va organizm holatiga bog‘liqligi. batafsil izoh beriladi. 2.2.Harorat, yoritilish sharoiti, karbonat angdrid miqdori, mineral oziqlanish va suv bilan ta’minlanishning fotosintezga ta’siri tushuntiriladi. 2.3.Fotosintetik jarayon larning sutkalik va mavsumiy ritmlari tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo‘yicha savollar beradilar.
3-bosqich.	3.1. Mavzu bo‘yicha xulosa	O‘rganilgan mavzuni

Yakuniy natijalar (15 min.)	qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalini Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi 3.3.Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.
-----------------------------	---	--

Reja:

1. Fotosintezning tashqi sharoit va organism holatiga bog'liqligi.
2. Harorat, yoritilish sharoiti, karbonat angdrid miqdori, mineral oziqlanish va suv bilan ta'minlanishning fotosintezga ta'siri.
3. Fotosintetik jarayonlarning sutkalik va mavsumiy ritmlari.

Fotosintez ekologiyasi deganda uning mahsuldorligiga tashqi muhit omillarining (yorug'lik miqdori va uning sifati, CO₂ miqdori, harorat, barglarning suv rejimi, mineral oziqlanish va boshq.) ta'siri tushuniladi. Fotosintez mahsuldorligi esa 1 m barg yuzasi hisobiga 1 soat davomida o'zlashtirilgan CO₂, yoki hosil bo'lgan organik modda miqdori bilan o'lchanadi. Fotosintezning sof mahsuldorligi deyilganda esa o'simlik quruq massasining uning barglari yuzasi hisobiga, bir kecha kunduz davomidagi miqdorining ortishi tushunuladi.

Yorug'lik va uning sifatining ta'siri. Yorug'lik fotosintez jarayoni ni asosiy harakatga keltiruvchi kuchdir. O'simliklar barglar tomonidan o'rtacha yorug'lik nurlarining fotosintetik faol (400□700nm) qismining 80□85 % va infraqizil nurlarning 25 %, ya'ni jami quyosh nurlari umumiy radiatsiyasining 55 % yutiladi. Ammo barglar tomonidan yutilgan quyosh nurlarining faqatgina 1,5 □ 2 % fotosintez jarayoni uchun sarf bo'ladi. Qolgan energiya transpiratsiya jarayoni uchun sarflanadi va issiqlik holida tarqaladi. Fotosintez kuchsiz yorug'likda ham kuzatiladi. Masalan, lampachiroq yorug'ligida ham fotosintez jarayoni ro'y berishi mumkin. Ammo fotosintez jarayonining jadalligi turli o'simliklar uchun har xildir. Masalan, yorug'sevar o'simliklar uchun ushbu ko'rsatkich 10000 □ 40000 luks (Lk) bo'lsa, soyaga chidamli o'simliklar uchun esa 10 baravar kam □ 1000 Lk. Barglardagi fotosintez mahsuldorlining

yuqori miqdori (100 %) quyosh yorug'ligining yarmi miqdori darajasida ro'y beradi. Yorug'lik miqdori ma'lum bir o'simlik uchun haddan tashqari ko'p bo'lsa, ular barglaridagi xlorofill va xloroplastlarni buzilishi ro'y beradi va mahsuldorlik anchagina pasayadi.

Fotosintezning mahsuldorligi o'simliklarning turlariga ham bog'liqdir. Masalan, soyada o'suvchi marshansiya moxida maksimum fotosintez 1000 lk kuzatilsa, ayrim yorug'likni sevuvchi daraxtlarda 10-40 ming lk va undan ham yuqori bo'lishi mumkin. Bizning mintaqamizda joylashgan Tyan-Shan va Pomir tog'lari quyosh nurlari eng ko'p tushuvchi joylar hisoblanadi (180 ming lk) va ularning yuqori cho'qqilarida o'suvchi o'simliklarda maksimal fotosintez 60 ming lk darajasida ro'y beradi. Agar biz C_3 va C_4 o'simliklari fotosintezini bir-biriga solishtiradigan bo'lsak, unda C_4 o'simliklarida fotosintezning yuqori ko'rsatkichi kuchliroq quyosh nurlarida borishini ko'rishimiz mumkin.

Fotosintezda sarf bo'lgan CO_2 miqdorining nafas olishda ajralib chiqqan CO_2 miqdoriga teng bo'lgan yorug'lik darajasi yorug'likning kompensatsion nuqtasi deyiladi. Ushbu ko'rsatkich $20^\circ C$ haroratda va havoda 0,03 % CO_2 mavjud bo'lganda o'lchanadi. O'simliklarning muqobil o'sishi va rivojlanishi uchun, yorug'lik miqdori kompensatsion nuqtadagiga nisbatan birmuncha yuqori bo'lishi lozim. Shuni aytib o'tish lozimki, yorug'likning kompensatsion nuqtasi faqatgina soyaga chidamli (quyosh fo'la yorug'ligidan 1 %) yoki quyoshni sevuvshi (3-5 % yorug'lik) o'simliklarda, balki ayni o'simlikning novdalari yaruslari barglari bo'yicha ham farqlanishi mumkin hamda havodagi CO_2 miqdoriga bog'liqdir.

Fotosintez jadalligiga harorat ham katta ta'sir qiladi. Masalan, havo harorati $12^\circ C$ bo'lganda nurlarning ta'siri samaradorligi juda kam bo'ladi. Shuni aytib o'tish lozimki, C_3 o'simliklarida maksimum fotosintez harorat $25 - 35^\circ C$ bo'lganda ro'y beradi. Agarda harorat bilan birgalikda CO_2 miqdori ham oshira borilsa fotosintezning mahsuldorligi ortadi.

Fotosintez uchun nurlarning spektral tarkibi ham katta ahamiyatga ega. Masalan, qizil nurlar ta'sirida fotosintez jarayoni o'ta jadallashadi, chunki bir kvant qizil nur energiyasi 42 kkal/mol.g'a teng. Yutilgan qizil nurlar keyinchalik fotosintez uchun to'la-foydalanilishi mumkin. Ko'k nurlarning bir kvantida 70 kkal/mol energiya mavjud. Ushbu nurlarni yutib xlorofill qo'zg'aladi. Ammo ushbu nurlar energiyasi fotokimyoviy reaksiyalarda foydalanganicha energiyaning bir qismi issiqlik energiya-

siga aylanadi va tarqalib ketadi. Shuning uchun ko'k nurlarning samaradorligi past bo'ladi.

Fotosintez mahsuldorligiga qizil va ko'k nurlarning samaradorligini solishtirganda boshqa bir qancha hollarni ham hisobga olish zarur. O'simliklarni qizil va ko'k nurlarda ularning kvant energiyasini moslab o'stirgan holatda fotosintez mahsulotlarining tarkibi ham turlicha bo'ladi. Agarda, o'simlikga qizil nurlarning to'la ko'rsatkichidan 20 % miqdorida ko'k nurlar berilsa, fotosintezning jadalligi oshib uning samaradorligi ham yuqori bo'ladi. Ehtimol, bu hol fotosintezning fotokimyoviy bosqichi ko'k nurlar tomonidan boshqarilishi bilan bog'liqligidan dalolat berishi mumkin.

Havodagi CO₂ miqdorining ta'siri. Ma'lumki, fotosintez jarayoni uchun CO₂ eng zarur substratdir. CO₂ gazining atmosfera havosidagi miqdori nisbatan anchagina kam~0,03 % atrofida. Bir gektar maydon hisobiga 100 m balandlikgacha bo'lgan hajmda CO₂ miqdori 550 kg atrofida. Shundan o'simliklar tomonidan bir sutka mobaynida 120 kg CO₂ o'zlashtiriladi, xolos. Fotosintez jarayoni atmosferada 0,008 % CO₂ mavjud bo'lganda boshlanadi va uning miqdori oshib borishi bilan jadallashib, 0,3 % ko'rsatkichda eng yuqori darajaga yetadi. CO₂ gazining havodagi mavjud 0,03 % miqdorida fotosintez mahsuldorligi uning maksimal (0,3 % CO₂) ko'rsatkichidan yarmini tashkil qiladi. Bu hol, o'z navbatida, o'simliklardagi fotosintez jarayoni atmosfera havosida nisbatan katta bo'lganda yuzaga kelganligidan dalolat beradi. Shuning uchun ham issiqxonalarda o'stirilayotgan o'simliklarni qo'shimcha ravishda CO₂ bilan oziqlantirish hisobiga hosildorligini oshirish mumkin. Bu esa o'simliklarni go'ng bilan oziqlantirish yo'li bilan ham oshadi. Ammo bu hol faqatgina C₃ o'simliklarga xos bo'lib C₄ o'simliklarga deyarli ta'sir etmaydi. Chunki avval aytib o'tganimizdek, C₄ o'simliklarida yig'ishning o'ziga xos mexanizmi mavjud.

Haroratning ta'siri. Fotosintezning birlamchi fotofizik jarayonlari (energiyaning yutilishi va kuchirilishi, qo'zg'algan holga o'tishi) haroratga bog'liq emas. Ammo haroratga nisbatan fotosintetik fosforirlanish jarayoni o'ta sezgir hisoblanadi. Fotosintez jarayonidagi fermentativ reaksiyalar tezligi harorat har 10°C oshganda 2-3 baravar ortadi ($Q=2-3$).

Umumiy fotosintez jarayoniga haroratning ta'siri uch qismga bo'lib qarash mumkin, ya'ni minimal, optimal va maksimal. Ammo Yer shariining turli qutblaridagi o'simliklar uchun ushbu ko'rsatkichlar turlicha

bo'ladi. Masalan, shimoliy kenglik o'simliklarida fotosintez jarayoni-ning borishi uchun eng past harorat -15°C bo'lsa, tropik o'simliklarda nisbatan past haroratlar chegarasida, ya'ni $4 \div 8^{\circ}\text{C}$ atrofida bo'ladi.

Mo'tadil iqlim sharoitlarida o'suvchi o'simliklarda fotosintez uchun optimal harorat $20 \div 25^{\circ}\text{C}$ hisoblanib, haroratning bundan keyingi oshishi (40°C) fotosintez jarayonini ingibirleydi va hatto o'simliklarning halokatiga (45°C) ham sababchi bo'lishi mumkin. Ammo ayrim cho'l o'simliklari 58°C haroratda ham fotosintez jarayonini amalga oshirishi mumkin. Ayrim o'simliklar fotosintezi uchun harorat chegarasini ularni chiniqtirish va moslashtirish orqali yoki bu arajada surish mumkin. Shu-ni aytib o'tish lozimki, haroratga nisbatan fotosintezning karboksillanish fruktoza-6 saxaroza va kraxmalga aylanishi hamda qandlarning barglar-dan o'simlikning boshqa organlariga oqishi jarayonlari nisbatan sezgir hisoblanadi.

Suvning mohiyati. Ma'lumki, suv fotosintezda bevosita ishtirok etuvchi asosiy moddalardan biridir, ya'ni substrat sifatida oksidlanadi va O_2 manbayi bo'lib hisoblanadi. Fotosintezga suvning boshqa bir ta'siri shundaki, barglarning suvlilik darajasi barg og'izchalarining ochilib yopilishiga va shu yo'l bilan o'simlikga CO_2 yutilishiga bevosila ta'sir qiladi. Biz bilamizki, fotosintez jarayonining asosiy ishtirokchilaridan biri bu CO_2 birikmasidir. O'simlikni suv bilan muqobil ta'minlanishi, barg og'izchalarining holati va faoliyatini belgilaydi. Chunki bargning ortiqcha suvliligi ham fotosintez jarayoniga ingibirlovchi ta'sir ko'rsatadi. Shuningdek, haddan tashqari qurg'oqchilik ham hujayralarda ko'plab ABK gormonining ishlab chiqarilishi tufayli barg og'izchalarining yopilishiga olib keladi. Barcha biokimyoviy va fiziologik jarayonlarning jadaligi hujayralarning suv bilan ta'minlanishiga bevosita bog'liqdir. Suv yetishmasligi elektronlarning halqali va halqasiz tashilishiga hamda fosforirlanishga salbiy ta'sir etib ATF/NADPH nisbatining buzilishiga olib keladi. Chunki ushbu holda ATF birikmasi sintezining ingibirlanishi ro'y beradi. Fotosintezning maksimal miqdori barglarda qisman suv yetishmaganda (suvga to'la to'yingan darajadan $5 \div 20\%$ atrofida) barg og'izchalari ochiq bo'lgan holatda ro'y beradi.

Ildizning oziqlanishi, mineral elementlarning o'rni. Ildiz tuproqdan juda ko'p ozuqa elementlarini o'zlashtiradi. Bu elementlar hujayra va uning organoidlari va tashkil qiluvchilarni tarkibiga kiradi. O'simliklardagi ikki tomonlama oziqlanish jarayonlari-ildizlari orqali tuproqdan va barglari orqali havodan oziqlanishi bir-biriga uzviy bog'liqdir.

Shuningdek, fotosintetik apparatning muqobil ishlashi uchun ham o‘simlik barcha makro va mikroelementlar hilan ta‘minlangan bo‘lishi lozim. Umuman mineral elementlarning fotosintez jarayonidagi o‘rni, makro- va mikroelementlarning pigmentlarning shakllanishiga, elektron tashuvchi zanjir komponentlari, xloroplastlarning katalitik markazi, tuzilma va tashuvchi oqsillarning biosinteziga ta‘siri hamda ularning yangilanishi va faoliyatiga ta‘siri bilan izohlanadi. Bu elementlar yetishmasa xloroplastlar tuzilishida va funksiyasida chuqur o‘zgarishlar sodir bo‘ladi.

Magniy ionlari xlorofill tarkibiga kirib, ATF sintezida qatnashuvchi oqsillarning faoliyatida ishtirok etadi hamda karboksillanish va NADF birikmasining qaytarilishida ishtirok eladi. Ushbu moddaning yetishmasligi ham fotosintezga salbiy ta‘sir qiladi.

Temirning qaytarilgan formalari xlorofill biosintezi va xloroplastlarning temir saqlovchi birikmalari (sitoxromlar, ferrodoksin) sintezi uchun zarurdir. Hujayralarda temir yetishmasligi halqali va xalqasiz fosforlanishni hamda pigmentlar sinteziga salbiy ta‘sir qilib xloroplastlarning tuzilishini buzadi. Yashil o‘simliklar fotosintezi uchun marganesning zarurligi ushbu element ionlarining suvning fotooksidlanishdagi o‘rni bilan belgilanadi. Shuning uchun ham muhitda marganesning yetishmasligi fotosintez jarayoni jadalligiga salbiy ta‘sir qiladi. Bu yerda shuni ham aytib o‘tish lozimki, suvning fotooksidlanishi reaksiyalarida xlor ionlari ham qatnashadi.

Mis plastotsianin kabi moddalar tarkibiga kiradi va uning yetishmasligi ham fotosintezga salbiy ta‘sir qiladi.

Azotning o‘simliklarga yetishmasligi barglar hujayralaridagi pigmentlar tizimiga, xloroplastlarning tuzilishiga va ularning umumiy faolligiga kuchli ta‘sir qiladi. Shuningdek, RDF-karboksilaza fermentining miqdori va faolligi azotning miqdori bilan belgilanadi.

Fosfor fotosintezning yorug‘lik va qorong‘ilik stadiyalarida sodir bo‘luvchi jarayonlarda, fosforirlanishda ishtirok etadi va fotosintez mahsuldorligiga bevosita ta‘sir etadi. Fosfor yetishmasligi ayniqsa yuqori yorug‘likda kuchli seziladi. Ammo fosfor elementining haddan tashqari ko‘p bo‘lishi ham fotosintezga salbiy ta‘sir qiladi. Bu ehtimol membranalar o‘tkazuvchanligining buzilishi bilan ro‘y berishi mumkin.

Fotosintez jarayoniga yana bir kuchli darajada ta‘sir qiluvchi elementlardan □ bu kaliy. O‘simlik to‘qimalarida kaliy miqdorning kamayib ketishi faqatgina fotosintez jadalligini pasaytirib qolmasdan, balki o‘simlikdagi boshqa metabolik jarayonlarga ham ta‘sir qiladi Xususan,

xloroplastlardagi granlar luzilishi buziladi, barg og'izchalari yorug'likda kuchsiz ochiladi, qorong'ulikda esa to'liq yopilmaydi. Buning natijasida barg hujayralarining suv rejimi yomonlashib fotosintez jarayonlari tubdan buziladi. Bular, o'z navbatida, kaliy lonlarining polifunksiolligidan (bir qancha metabolik jarayonlarda qatnashishidan) dalolat beradi.

Kislorodning ta'siri. Fotosintez odatda aerob sharoitda o'tishi tufayli ushbu jarayonda kislorodning o'rni beqiyosdir. Bu esa kislorod bilan muqobil ta'minlanishni talab qiladi. Ammo havoda kislorodning ko'payib ketishi fotosintezga salbiy ta'sir etishi ham mumkin. Shuni aytib o'tish lozimki, hozirgi vaqtda kislorodning atmosfera havosidagi miqdori fotosintez jarayoni uchun ko'plik qiladi. Masalan, havoda kislorodni ma'lum darajada kamayishi (3 %), yorug'likda nafas olish kuchli bo'lgan dukkakli o'simliklarda fotosintezni nisbiy darajada jadallashtirganligi kuzatilgan.

Kislorodning yuqori (25–30 %) miqdorlari fotosintez samaradorligini pasaytiradi (Varburg samarasi). V. V. Polevoyning (1989) fikricha, bunga quyidagilar sababchi bo'lishi mumkin. Kislorodning partial bosimining oshishi va CO₂ miqdorining kamayishi yorug'likda nafas olish jarayonini kuchaytiradi. Suningdek, kislorod RDF-karboksilaza fermenti faolligini ham pasaytirishi mumkin va oxir oqibatda O₂ fotosintezning birlamchi mahsulotlarni ham oksidlashi mumkin.

Fotosintez jarayoniga tashqi sharoitning ta'siri. Fotosintezga ta'sir etuvchi tashqi omillarga quyosh nuri, harorat, atmosferadagi CO₂ miqdori va suv bilan ta'minlanish kiradi.

Quyosh nuri intensivligi fotosintez jarayoniga katta ta'sir ko'rsatadi. Nur intensivligi ortishi bilan fotosintez ham tezlashadi. Har xil o'simliklarda tushayotgan nur miqdoriga qarab, fotosintez intensivligi turlicha bo'ladi. Nurlar intensivligiga qarab, ikki guruhga bo'linadi:

1. Yorug'likni sevuvchi o'simliklar.
2. Soyasevar o'simliklar.

Birinchi guruhda o'simliklar ochiq joylarda, quyosh nuri yorug'ligida, ikkinchi guruhdagilar soyada yaxshi o'sadi. Soyasevar o'simliklarda maksimal fotosintez jarayoni, nisbatan kam yorug'lik berilganda amalga oshadi.

Yorug'likni sevuvchi va soyasevar o'simliklar anatomik tuzilishi va fiziologik xossalari bilan farq qiladi. Yorug'likni sevuvchi o'simliklar bargi nisbatan qalin bo'lib, mezofill to'qimalari yaxshi rivojlangan, bir necha qavat paxlamto'qimalari va qalin kutikula qavati bo'ladi.

Ularning hujayralari mayda, xloroplastlari kichik bo'лади. Bundan tashqari, ular tarkibida soyasevar o'simliklarga nisbatan kamroq xlorofill tutadi. Soyasevar o'simliklarning barg plastinkasi yupqa, bir qavat ustunsi-mon parenxima to'qimalaridan iborat bo'lib, kam rivojlangan, labchalari kam hamda hujayralari yirik bo'lib, xloroplastlari ham katta ekanligi ko'rinib turadi.

Labchalarning ko'pligi yaxshi o'tkazuvchi sistema va katta transpiratsiya holatlarida yuqori nurlar ta'sirida qizib ketmasdan tez-tez suv bilan ta'minlab turishi kuzatiladi.

Soyasevar o'simliklarda xlorofill miqdorining ko'p bo'lishi kichik intensiv nurlarda ham fotosintez jarayonini amalga oshadi. Soyasevar o'simliklarga kuchli nur berilsa, ular tezda nobud bo'лади. Chunki kun miqdordagi xlorofill pigmentlari nurlarni yutib, natijada transpiratsiya ortishi bilan kuchsiz o'tkazuvchi sistemada barglarga suv kelishi susayadi.

Kompensatsiya nuqtasi deb, nur intensivligida fotosintezda hosil bo'lgan organik moddalar miqdorining uni nafas olishga sarflangan miqdoriga teng xolatiga aytiladi. O'simliklarni sun'iy yoritish bilan o'stirish mumkin, bunda elektr lampalardan foydalaniladi. Ammo bu yoritish natijasida o'simliklar etiolyatsiya belgilariga ega bo'лади, bunda ko'k binafsha nurlar kam bo'lganligi uchun shunday holat yuz beradi.

Keyingi vaqtda to'liq nur beradigan lampalar topilib, ular 10-15000 lyuks yorug'lik beradi, ulardan samara olish mumkin.

Harorat fotosintez jarayoniga katta ta'sir ko'rsatadi. Haroratni 10°C ga ko'targanda, fotosintez intensivligi ikki marta ortadi.

+35°, +40°C gacha bunday harorat yaxshi samara beradigan yuqori ko'tarilsa, fotosintez pasayib to'xtashi ham mumkin. Asosan, bizning sharoitda o'sadigan o'simliklarchun optimal harorat +25°, +30°C ga teng

Atmosferadagi CO₂ miqdori ham tashqi omillar qatoriga kiradi va fotosintez intensivligiga ta'sir ko'rsatadi. Atmosferadagi CO₂ miqdori o'rtacha 0,03 %ga teng bo'lib, mabodo, u kamaysa, tuproqdagi mikroorganizmlar harakati yordamida normaga yetkazib turiladi. Aksincha, atmosferada CO₂ miqdori ko'paysa, fotosintez tezlashadi.

Fotosintez jarayoni CO₂ miqdori 0,06 %ga borguncha tezlashib boradi. Ertalab issiqxona va oranjereyalarda fotosintez intensiv borayotgan vaqtda, CO₂ miqdori normadan kamayib (0,05 %dan), o'simliklarda yetishmovchilik seziladi. Shuning uchun bunday sharoitda (berk xonalar-

da) CO_2 miqdorini oshirish kerak bo'ladi. Bunda bir vaqtning o'zida ham CO_2 ni, ham yorug'lik intensivligini oshirish shart bo'ladi, chunki bunday holatda fotosintez intensivligi oshiriladi.

O'simliklardagi suvning miqdori fotosintez intensivligiga katta ta'sir ko'rsatadi, chunki suv va CO_2 dan organik moddalar sintezlanadi. Suv yetishmasa labchalar yopilib, CO_2 kirishi susayib, natijada fotosintez pasayishi kuzatiladi. Suv bilan yetarli ta'minlanmagan holda mezofill hujayralar qobig'i qurib, xloroplastlarga tomon CO_2 harakatini to'xtatadi. Suv fotosintez fermentlarining faoliyatida ishtirok etib, ularning qayta ishlashida qatnashadi. Suv tanqisligi vaqtida hosil bo'lgan moddalarning barglardan poyaga va ildizga borishi tormozlanadi. Suvning ko'pligi, ya'ni ortiqcha namlik ham fotosintez intensivligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, ya'ni labchalar yopilib, CO_2 barglar ichiga o'ta olmaydi.

Fotosintez jarayonini agrotexnik usullar yordamida tezlashtirib, yuqori hosil olish imkoniyati yaratiladi. Bunda o'simliklarning 1 m²dagi soni va qatorlarning yo'nalishi alohida ahamiyatga ega. Ekinlar zich ekilganda fotosintez pasayishi mumkin. Yorug'sevar o'simliklar keng qatorlab ekilsa, ular yorug'likdan to'liq foydalanadi. Bunda ular yaxshi yoritilishi bilan birga oziqa maydoni ham katta bo'lishi kuzatiladi. Yorug'lik nuridan unumli foydalanish uchun o'simliklar qatorlarini yo'naltirish alohida ahamiyatga ega. Shimoli g'arbiy zona sharoitida qatorlarni shimoldan janubga qaratib, janub sharoitida esa g'arbdan sharqqa qaratib yo'naltirish kerak bo'ladi.

Yuqori hosil olish uchun yerga go'ng, torf va boshqa organik o'g'itlar solish, tuproqning ustki qismini CO_2 bilan to'yintirish kerak.

Tuproq tarkibida chirindi ko'p bo'lsa, 1 gektar yerdan 100 - 250 kg CO_2 gazi ajralib chiqadi. Bundan tashqari, organik o'g'itlar tuproq tarkibini yaxshilashi mumkin. Qo'shimcha oziq sifatida issiqxona va oranjereyalarga CO_2 gazi berilsa, hosildorlik 2 - 2,5 baravar ortishi kuzatilgan. O'simliklarni sun'iy yorug'lik yordamida o'stirish natijasida har xil o'simliklar ko'chatini yetishtirish mumkin. Fototronlar tashkil qilib, ularda yil davomida yoki boshqa o'simliklarni o'stirish mumkin.

O'simliklarda organik moddalar to'planishi. Fotosintez jarayoni yakunida o'simliklarda, asosan, uglevodlarni to'planishi kuzatilgan. Ba'zi o'simliklarda saxaroza disaxaridi (qand lavlagi va shakarqamishida) to'plansa, ko'pgina o'simliklarda kraxmal to'planadi (donli o'simliklar, bug'doy, sholi, kartoshka va hokazo), uglevodlabilan bir qatorda o'simliklarda fotosintez jarayonida oqsillar ham sintezlanadi.

Tajribalarda kuzatilishicha, yorug'likda, qorong'ilikka nisbatan ko'proq oqsillar hosil bo'lar ekan. O'simliklarda oqsilning ko'p to'planadigan fazasi gullashga to'g'ri keladi. Qizil nurlar uglevodlar sintezini oshirsa, ko'k nurlar esa oqsil va organik kislotalar sintezini ko'paytirar ekan.

Yil davomida o'simliklar tomonidan o'zlashtirilgan CO_2 miqdori 175 mlrd tonna bo'lib, undan 20 mlrd. tonnasi quruqlikdagi o'simliklarga to'g'ri kelsa, qolgan 155 mlrd tonnasi suvo'tlarga to'g'ri kelar ekan. Bu-tun yer yuzasidagi o'simliklar sintezlagan organik moddalar glyukoza hisobida 450 mlrd. t., yiliga hisoblansa, fotosintez tufayli atmosferaga chiqarilgan kislorod miqdori 460 mlrd. tonnani tashkil qiladi.

K. A. Timiryazev fikricha, yashil o'simliklarning yerdagi roli quyidagilardan:

- 1) o'simliklarning atmosferaga kislorod chiqarishi;
- 2) organik moddalar to'planishi;
- 3) quyoshdan olingan potensial energiyani to'plashdan iborat.

Fotosintez va hosil. Fotosintez jarayonida organik moddalar to'planishi amalga oshadi. Hosil bo'lgan organik moddalar miqdoriga qarab fotosintezga baho berib bo'lmaydi. Chunki fotosintezning barcha mahsulotlari ham o'simlik tanasida to'planavermaydi, balki har xil reaksiyalarda ishtirok etib, parchalanib ketishi mumkin. O'simliklarda umumiy to'plangan organik moddalar miqdori nafaqat fotosintez jarayoni, balki nafas olish jarayonining ham mahsulotidir. Nafas olish jarayoni o'simliklarda to'xtovsiz boradi, ular fotosintez jarayonida hosil bo'lgan moddalarni hisobiga amalga oshadi. Shuning uchun to'plangan organik moddalarning miqdori fotosintezda hosil bo'lgan moddalarning nafas olishda sarflanishi natijasidagi farqdan chiqariladi.

O'simliklarning uglerod o'zlashtirishi. Organizmlar uglerod o'zlashtirishiga ko'ra ikki guruhga: avtotrof va geterotroflarga bo'linadi. Avtotrof organizmlarga uglerodni CO_2 gazidan quyosh yoki kimyoviy energiya yordamida o'zlashtiradigan organizmlar kiradi. Geterotrof organizmlar esa tayyor organik moddalar bilan oziqlanadi.

Avtotroflarga hamma yashil o'simliklar va fotosintetik bakteriyalar kiradi. Fotosintetik bakteriyalar kimyoviy energiya sarflab, CO_2 gazini o'zlashtiradi. Bunday jarayon *xemosintez* deyiladi.

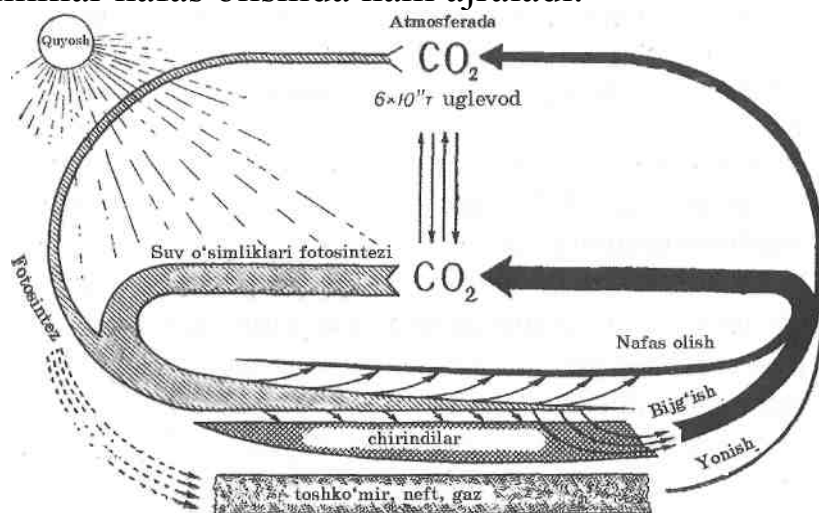
Xemosintetik bakteriyalarga nitrifikatorlar, ammiakni nitrat kislotagacha oksidlovchi bakteriyalar, temirbak-teriyalari, oltingugurt bakte-

riyalari, vodorod sulfidni sulfat kislotalargacha oksidlovchi bakteriyalar kiradi. Qolgan organizmlar uglerodni tayyor organik moddalardan o'zlashtiradigan saprofitlar bo'lib, ular nobud bo'lgan organizmlar uglerodini o'zlashtiradi yoki parazitlar turiga kiruvchi organizmlar bo'lib, ular uglerodni tirik organizmlar hisobiga o'zlashtiradi.

Fotosintez jarayonida havodagi CO_2 gazi o'zlashtirilib, organik moddalar hosil bo'ladi. Bunda ishtirok etadigan yashil o'simliklardan tashqari, qizg'ish, nitrifikator, temir bakteriyalari va oltingugurt bakteriyalar ham o'z hissasini qo'shar ekan.

Mikroorganizmlar to'playdigan organik moddalarning oz qismini tashkil qilsada, uglerod almashinuvi jarayonida katta rol o'ynaydi.

Yer yuzida o'simliklarning bir necha asr davomida juda katta zaxirasi chirindalaridan ko'mir, neft va torf yig'ilgan. Ular ishlatilishida oksidlanish natijasida CO_2 va H_2O hosil bo'ladi. CO_2 odam, hayvonlar va o'simliklar nafas olishida ham ajraladi.



1-rasm. Tabiatda uglerodning aylanishi.

O'simliklar va hayvonlar nobud bo'lgandan so'ng, tuproqda parchalanib, CO_2 gazi ajratadi. Bu gaz atmosferaga chiqib, uning miqdori bir me'yorda saqlanadi, unga o'simliklarning fotosintetik faoliyati sabab bo'ladi. Bu uglerod (CO_2) ning tabiatda aylanish jarayonidir (1-rasm).

Fotosintezning kunlik va mavsumiy jadalligi. Fotosintez erta tongdan boshlanadi va kunning o'rtasigacha jadallashib borib, samaradorligi ham yuqori bo'ladi. Bunga asosiy sabab, harorat va yorug'lik miqdorining ortib borishidir. Yuksak o'simliklarda eng yuqori fotosintez ko'rsatkichi kunning o'rta qismiga (soat 12-13) to'g'ri keladi. Kechga tomon, harorat va yorug'lik miqdori kamaya borishi tufayli fotosintez jadalligi ham pasayadi. Buni bir maksimumli fotosintez deyiladi. Issiq o'l-

kalarda o'sadiga o'simliklarda ikki cho'qqili fotosintez kuzatiladi. Bizning respublikamiz sharoiti ham bunga misol bo'lishi mumkin. Masalan, O'zbekiston sharoitida fotosintez ertalab boshlanib, soat 10 □ 11 atroflarida birinchi yuqori jadallikka ko'tariladi. Bu paytda yorug'lik, harorat, namlikning miqdori fotosintez uchun eng qulay bo'ladi. Kinning o'rtasida, ya'ni soat 13 □ 14 atroflarida quyosh yorug'ligi va harorati eng yuqori bo'lganligi sababli barg og'izchalari qisman yoki butunlay yopili-shi fotosintezning sekinlashishiga yoki to'xtashiga olib keladi. Chunki ushbu holatlar CO₂ moddasining kam yutilishiga ham olib keladi. Kun-ning o'rtasida fotosintezni sekinlashishi yoki to'xtab qolishiga fotosintez depressiyasi deyiladi. Kunning ikkinchi yarmida fotosintez yana jadalla-shib, yuqori nuqtaga ko'tarila boshlaydi, lekin kechga yaqin yana pasaya boradi. Buni ikki cho'qqili fotosintez deyiladi. O'simliklar ontogenez davrida ham fotosintez jadalligi o'zgaradi. Ko'pincha, o'simlikning sho-nalash va gullash davrigacha fotosintez ortib borsa, keyinchalik asta-se-kin pasaya boradi. Efemer o'simliklarda fotosintezning eng yuqori dara-jasi mart-aprel oylariga to'g'ri keladi. Buta va daraxt o'simliklarida ko'z-ga yaqin fotosintez jadalligi anchagina pasayadi.

Fotosintez va hosildorlik. Fotosintez jarayonida o'simliklarda organik modda hosil bo'ladi va to'plana boradi. Organik moddalarning umumiy miqdori, fotosintez va nafas olish jarayonlarining jadalligiga bog'liq. Ya'ni u fotosintez jarayonida hosil bo'layotgan organik moddaning nafas olish jarayoni hosil bo'layotgan organik moddaning nafas olish jarayoni uchun sarflanayotgan organik modda ayirmasiga bog'liq bo'ladi:

$$A=G-D$$

bu yerda, **A** □ to'plangan organik modda miqdori;

G □ fotosintez jarayonida hosil bo'lgan organik modda miqdori;

D □ nafas olish jarayotniga sarflangan organik modda miqdori.

Shuni aytib o'tish lozimki, fotosintez jarayonida xloroplastlarda sinlezlanadigan asosiy organik modda kraxmal donchalarining ko'rinishi turli o'simliklarda har xil bo'lishi mumkin. O'simlik tanasida vegetatsiya davrida sintez bo'lgan quruq moddaning umumiy miqdori biologik uning hosili deyiladi. Biologik hosilning xo'jalik maqsadiariga ishlatiladigan qismi (donlar urug'lari, ildizmevalari va boshqalar) xo'jalik hosili deyiladi. Xo'jalik hosilining miqdori har xil o'simliklarda turlicha bo'ladi va bu koeffitsiyent ($K_{xo'j}$ bilan) ifodalanadi. Umuman, quyidagi sharo-

itlar yaratilgandagina o'simliklarda eng yuqori hosildorlik darajasiga erishish mumkin:

1) ekinzorlardagi o'simliklarning umumiy barg sathini ko'paytirish;

2) fotosintetik organning faol ishlash davrini uzaytirish;

3) fotosintez jadalligini hamda mahsuldorligini oshirish;

4) fotosintez jarayonida sintezlangan organik moddalarning harakatini va o'simlik organlari o'rtasida qayta taqsimlanishini tezlatish va hokazolar. Buning uchun esa hamma agrotexnik tadbirlar va shoralarni (o'g'itlash, sug'orish, yerga ishlov berish, zarakunandalarga qarshi kurashish va hokazolar) o'z vaqtida hamda sifatli o'tkazilishi zarur.

Yashil o'simliklarning biosferadagi ahamiyati. Yashil o'simliklarning biosferadagi o'rniga birinchi bor ta'rif bergan olim bu K. A. Timiryazevdir. U birinchi bor o'simliklarning kosmik o'zni haqida ma'rufa qilgan ekan ushbu muammoni quyidagicha tariflagan: „Quyosh nurlari bug'doy maysalariga tushib eruvchan qandlarga aylanadi...so'ngra kraxmalga aylanib bizga oziq sifatida xizmat qiladi. U bizning muskullarimizga nervga aylanadi. Ushbu quyosh nurlari bizlarni isitadi, bizni harakatlantiradi. Ehtimol ushbu daqiqalarda ham u bizning miyamizdadir“. Haqiqatdan ham, fotosintez Yer sharida juda katta masshtabda keladigan va quyosh nurlarining energiyasini kimyoviy bog'larning energiyasiga aylantiradigan yagona jarayondir. Ushbu yashil o'simliklar tomonidan yig'ilgan energiya yer sharidagi barcha geterotrof organizmlar, ya'ni bakteriyalardan tortib, to insongacha bo'lgan organizmlarning hayot faoliyati uchun sarflanadi. Hozirgi vaqtda o'simliklarning kosmik va planetadagi, asosan, beshta ahamiyatiga katta e'tibor beriladi

1. Organik massaning yig'ilishi. Yashil o'simliklar tomonidan har yili (quruq massaga hisoblaganda) yer osti o'simliklari (tomonidan 100 □ 170 mlrd. t, dengiz va okeanlar o'simliklari tomonidan 60 □ 70 mlrd. t biomassa yig'iladi. Yer sharidagi o'simliklarning umumiy massasi 2402,7 mlrd. t.ni tashkil qiladi. Ushbu miqdorning 90 % sellulozaga to'g'ri keladi. Umuman, yer osti o'simliklarining hissasiga 2402,5 quruq massa to'g'ri ketadi. Gidrosferaning hissasi esa bor-yo'g'i 0,2 mlrd. (yorug'lik etishmagani uchun). Bu yerda shuni aytib o'tish lozimki, yer ostidagi barcha mikroorganizmlar va hayvonlarning massasi 23 mlrd t. yoki o'simliklarning umumiy massasidan 1 % atrofidadir. Ushbu ko'rsatkichdan 20 mlrd, t quruqlik organizmlari bo'lib, 3 mlrd.t gidrosferaning mikroorganizmlari va hayvonot olamiga to'g'ri keladi. Yerda ha-

yotning paydo bo'lishi davridan boshlab, o'simliklar va hayvon qoldiqlari yig'ila borgan va vaqt o'tishi davomida bir ko'rinishdan ikkinchi ko'rinishga, Masalan, gumus, torf, ko'mir va boshqa birikmalarga aylanib borgan. Okean va dengizdagi o'simliklarning suv tubiga cho'kishi natijasida suv osti qatlamlari hosil qilgan hamda mikroorganizmlarning faoliyati tufayli neft va gazga aylangan. Hozirgi vaqtdagi hisob kitoblar bo'yicha o'simlik qatlami, gumus va torfning miqdori mos ravishda 194, 220 va 2500 mlrd. t tashkil qiladi. Neft va gaz miqdori esa 10000–12000 mlrd. t tashkil qiladi. Agarda uglerodga hisoblaganda barcha organik moddalar va cho'kma qatlamlarning miqdori 20.000.000 mlrd. t. tashkil qiladi. Organik massaning o'ta jadal to'plangan davri bundan 300 mln. yil avval paleozoy erasida ro'y bergan. Eramizning keyingi 200-yili mo-baynida, o'tgan vaqtlar mobaynida o'simliklar faoliyati natijasida hosil bo'lgan ko'mir, neft va gaz mahsulotlari insoniyat tomonidan keng foy-dalanilib kelinmoqda.

2. Atmosferadagi CO₂ miqdorini bir maromda ushlab turish. Bu yerda shuni aytib o'tish lozimki, gumus, cho'kma qatlam va yoqilg'i moddalarning hosil bo'lganligi natijasida anchagina CO₂ uglerod aylanishidan chiqib ketgan. Buning natijasida almosferadagi CO₂ miqdori yildan yilga kamayib borgan va hozirgi vaqtda hajm jihatdan 0,03 % miqdorida, massa jihatidan 711 mlrd. t. tashkil qiladi.

Umuman, atmosferadagi CO₂ miqdori kaynozoy erasidan boshlab turg'unlagha boshlagan. Hozirgi vaqtda esa CO₂ miqdori faqatgina kechasi va kunduzi qisman o'zgarishi mumkin. Har yili atmosfera havosiga CO₂ gazining miqdoran o'tishi quyidagichadir (mlrd. t. hisobida) o'simliklarning nafas olishi tufayli 10, mikroorganizmlarning nafas olishi va bijg'ishi tufayli 25, insonlarning va hayvonlarning natas olishi tufayli 1,6 insonlarning ishlab chiqarish faoliyati tufayli 5 geokimyoviy jarayonlarni tufayli 0.05 mlrd.t. Agarda yuqoridagi jarayonlar bo'lmas ganda edi atmosferadagi barcha CO₂ fotosintez natijasida 6–7 yilda tugagan bo'lar edi. Shuni aylib o'tish lozimki, CO₂ birikmasining eng katta miqdori (atmosferadagiga nisbatan 60 baravar ko'p) okean suvlariga erigan holatdadir. Fotosintez bir tomondan nafas olish, okean suvlari ikkinchi tomondan atmosferadagi CO₂ miqdorini doimiy miqdorda turishiga yordam beradi. Ammo keyingi vaqtlarda insoniyat tomonidan yoqilg'i mahsulotlarini ko'plab yondirilishi va o'rmonlar daraxtlarining jadal kesilishi hamda gumus moddalarining parchalanishi natijasida almosfe-

radagi CO₂ miqdori birmuncha oshmoqda. Ushbu ko'rsatkich bir yilda CO₂ birikmasining umumiy miqdoriga nisbatan -0,23 % atrofidadir.

3. Issiqlikka ta'siri. Ma'lumki yerning ustki qismi, asosan, quyoshdan issiqlik oladi. Ushbu energiyaning bir qismi infraqizil nurlar holida kosmosga qaytariladi. Kosmosga qaytuvchi energiyaning bir qismi atmosferadagi suv va CO₂ tufayli ushlab qolinadi va shu sababii yerning issiqlik holati saqlanib qoladi. Mikroorganizmlar va o'simliklarning nafas olish va bijg'ish jarayonlari tufayli atmosferaga anchagina miqdorda (85 %) CO₂ ajraladi. Buning natijasida yer sharining issiqlik rejimi o'zgaradi.

4. Atmosferada kislorodning yig'ilishi. Shuni aytib o'tish lozimki, birlamchi davrlarda Yer atmosferasidagi O₂ miqdori juda kam bo'lgan. Hozirgi vaqtda havo hajmiga nisbatan O₂ miqdori 21 % atrofidadir. Atmosfera havosida kislorodning yig'ilishi va to'planishi yashil o'simliklar bilan bog'liqdir. O'simliklar tufayli har yili atmosfera havosiga 70 □ 120 mlrd. t. O₂ va u geterotrof organizmlar, xususan, mikro□organizmlar, zamburug'lar, hayvonlar va insonlarning hamda kechasi o'simliklarning nafas olishi uchun zarurdir.

Nazorat savollari:

1. Kalvin sikli nima uchun C₃ tsikli deyiladi va uning asosiy fermenti qaysi?
2. Qaysi o'simliklar C₄ o'simliklar deyiladi va ularda CO₂ moddasining qaytarilishi qanday ro'y beradi?
3. CO₂ ga konsentratsiyasining fotosintez jadalligiga ta'siri?
4. Kislorod miqdori fotosintezga qanday ta'sir qiladi?
5. Fotosintezda haroratning o'rni.
6. Fotosintez jadalligi doimo ham xlorofil miqdoriga bogliqmi?
7. Fotosintez regulatsiyasida o'simliklarning qaysi tizimlar qatnashadi?

9-ma'ruza
FOTOSINTEZGA OMILLAR MAJMUASINING TA'SIRI
Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Turli ekologik guruh o'simliklarida fotosintez xususiyatlari. 2. Fotosintetik mahsuldorlik nazariyasi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda turli ekologik guruh o'simliklarida fotosintez xususiyatlari, fotosintetik mahsuldorlik nazariyasi haqida tushuncha hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar turli ekologik guruh o'simliklarida fotosintez xususiyatlari haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, BBB, Venn diagrammasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	1.2. Turli ekologik guruh o'simliklarida fotosintez xususiyatlari esga tushiriladi, o'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning Bilaman, Bilishni	Tinglashadi aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.

	<i>hohlayman</i> grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. Turli ekologik guruh o'simliklarida fotosintez xususiyatlariga batafsil izox beriladi. 2.2. Fotosintetik mahsuldorlik nazariyasi. tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalini bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi, va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi 3.3. Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

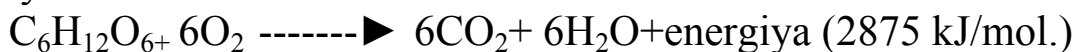
1. Turli ekologik guruh o'simliklarida fotosintez xususiyatlari.
2. Fotosintetik mahsuldorlik nazariyasi.

Ma'lumki, har bir tirik organizm tashqi muhit bilan doimiy ravishda uzluksiz aloqada bo'lib turadi. Shulardan biri tirik hujayralarning nafas olishidir. Bu jarayon o'ta murakkab bo'lib, organizmni energiya va oraliq mahsulotlar bilan ta'minlashda muhim o'rin tutadi. Bu energiya o'sish va rivojlanishda moddalarning yutilishi hamda tashiluvi uchun sarf bo'ladi. Hujayra darajasida oziq moddalaridan foydalanish bu nafas olish jarayonidir. *Hujayraning nafas olishi* bu oksidlanish jarayoni bo'lib, kislorod ishtirokida oziq moddalarining, y'ni fotosintez jarayonida hosil bo'lgan organik birikmalarning parchalanishi bilan boradi. Bunda ajralib chiqqan kimyoviy faol metabolitlar va energiya hujayraning hayot faoliyati uchun foydalaniladi.

Nafas olish jarayonida kislorodning oʻrni haqidagi ilmiy taʼlimot birinchi bor A. L. Lavuaze (1773–1778) tomonidan yaratilgandir. U hay-vonlarning nafas olishi hamda yonish jarayonini bir vaqtda oʻrganib ik-kala holatda O₂ yutilishi va shuning bilan bir vaqtda CO₂ gazining hosil boʻlishini kuzatgan. Ushbu ikkala holatda issiqlik ajraladi. Demak yo-nish jarayoni O₂ birikishidan iborat. Nafas olish jarayoni esa tirik orga-nizmlarda oziq moddalarining sekin yonishi jarayonidir.

Keyinchalik Y. Ingenxauz (1778–1780) yashil oʻsimliklar qorongʻilikda, oʻsimlikning yashil boʻlmagan qismi esa yorugʻlikda va qorongʻilikda O₂ yutib, CO₂ ajratishini kuzatgan. Ammo nafas olish taʼlimoti-ni-ning asoschisi boʻlib N. T. Sossyura (1797–1804) hisoblanadi. U miqdo-riy analiz asosida qorongʻulikda oʻsimliklar tomonidan ajratilgan CO₂ yutilgan O₂ miqdoriga teng ekanligini ya'ni CO₂:O₂=1 ekanligini isbotla-gan. Ushbu jarayonda CO₂ bilan bir vaqtda H₂O ham ajraladi. Shuni ay-tib oʻtish lozimki, ushbu nazariyaga uzoq vaqtlar shubha ostida qara-l-gan.

Keyinchalik oʻsimliklarda hayvonlardagi singari nafas olish organi boʻlmasada, ularning nafas olish jarayonlari bir xil ekanligi va ikkala holda qandlar parchalanishi bir nechta tajribalar orqali isbotlandi Masa-lan, I. P. Borodin (1876) oʻsimliklar ustida qator tajribalar oʻtirazib bargli oʻsimliklarda nafas olish jarayoni jadalligi, birinchi navbatda, ularning yorugʻlikda toʻplagan uglevodlar miqdoriga bogʻliq ekanligini isbotlagan. Hujayradagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari fermentlar tomonidan katalizlanadi. Tabiiy nafas olish uchun muhitda kislorod boʻ-lishi kerak, bunda organik moddalar toʻla anorganik moddalarga parcha-lanadi va tegishli miqdorda energiya ajralib chiqadi. Buni quyidagi teng-lama boʻyicha ifodalash mumkin

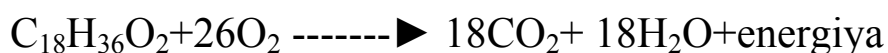


Uglevodlar bilan bir qatorda boshqa organik moddalar yogʻlar, oq-sillar ham nafas olishda oʻz oʻrniga ega. Oʻsimlikning har bir tirik hujay-rasi nafas oladi. Bunda hujayra organoidlaridan mitoxondriyalar faol qatnashadi va organik modda toʻla oksidlanib, CO₂ va H₂O hosil boʻladi. Bu jarayon biologik oksidlanish deb ataladi, Nafas olish fiziologik jara-yon boʻlib, qorongʻu va yorugʻlikdagi har bir tirik organizmga xosdir. Nafas olish jarayonini har bir tirik organ, toʻqima va hujayraga xos fizi-oiogik jarayon deb qarash zarur. Nafas olishning toʻxtashi organizmning nobud boʻlishidan dalolat beradi.

Nafas olish koeffitsiyenti. Nafas olish jarayonida ajralib chiqqan CO_2 miqdorining o'simlik tomonidan yutilgan O_2 miqdoriga nisbatan nafas olish koeffitsiyenti (NOK) deyiladi va u quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

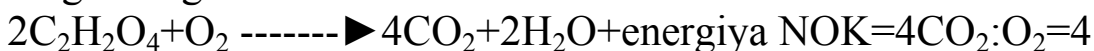
$$\text{NOK} = n\text{CO}_2 : n\text{O}_2$$

Agarda nafas olish substrati sifatida boshqa organik moddalar ishlatilsa (oqsil, yog'lar), u holda $\text{NOK} < 1$ bo'ladi. Chunki ushbu murakkab organik moddalarning tarkibida kislorod miqdorining anchagina kamligi tufayli, ularning oksidlanishi uchun ham O_2 moddasining ko'plab sarf bo'lishiga olib keladi. Bunga biz stearin kislotasining biologik oksidlanishini misol qilishimiz mumkin.



$$\text{NOK} = 18\text{CO}_2 : 26\text{O}_2 = 0,69$$

Ammo nafas olish jarayonida substrat sifatida organik kislotalar ishlatilsa, $\text{NOK} > 1$ bo'ladi. Chunki uning molekulasida kislorod ko'pligi tufayli, oksidlanish uchun O_2 kam talab qilinadi. Masalan, oksalat kislotalarining biologik oksidlanish $\text{NOK} = 4$ bo'ladi

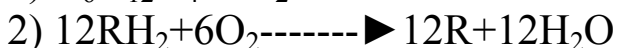


Nafas olish kimyosi. Tabiiy nafas olish jarayonini to'la xarakterlay oladigan tenglama mavjud emas, bo'lishi ham qiyin, chunki oksidlanish ko'p pog'onali reaksiyalardan iborat bo'lib, bunda energiyalar ozozdan ajralib chiqadi va o'zlashtiriladi, ma'lum qismi esa issiqlik holida tarqaladi. Nafas olish jarayoni ko'plab olimlarni qiziqtirgani uchun ularning ilmiy yo'nalishlarining asosini tashkil qiladi. Ushbu olimlarga biz A. N. Bax, B. I. Palladin, O. Barburg va boshqalarni misol qilib ko'rsatishimiz mumkin.

A. N. Bax kislorodni faollovchi moddalarni oksigenazalar deb atadi. Biroq keyingi izlanishlar shuni ko'rsatdiki Bax nazariyasining nafas olish jarayoniga deyarli aloqasi yo'q, ammo nafas olish jarayonining mexanizmini ochib berishga yordam beradi. Chunki bunda kislorodni faollashishini tushuntiruvchi mexanizm ishlab chiqilgan. Olmon biokimyogari O. G. Barburg (1921) va inglizlik biokimyogar D. Keylinlar (1925) fikricha, hujayralarda O_2 yutilishiga yordam beruvchi sitoxrom oksidaza fermenti va sitoxromlar mavjuddir. Nafas olishning yakunlovchi bosqichida esa kislorodga elektronlar va protonlar tashiluvining natijasida H_2O va H_2O_2 hosil bo'ladi.

Palladinning vodorodni faollashatirish nazariyasi. Organik birikmalar ulardan vodorod tortib olinishi natijasida ham oksidlanishi

mumkin. O‘simliklardagi xromogenlar substratdan vodorodni olib kislorodga o‘tkazadi. Nafas olish ikki bosqichda o‘tadi, ya’ni anaerob va aerob:



R □ rangli nafas olish pigmend;

RH □ rangsiz xromogen.

Ushbu reaksiyada kislorod RH_2 birikmasidan elektron va protonlarni tortib oladi va suv hosil bo‘ladi. Shuni aytib o‘tish lozimki, olmon tabiatshunos olimi G. Viland ham biologik oksidlanish bu vodorodni ajratib olishdan iborat degan. Umuman olganda, nafas olish va bijg‘ish o‘zaro bog‘liq jarayontardir.

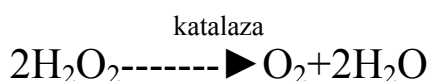
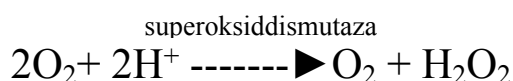
Nafas olish va bijg‘ishning o‘zaro aloqadorligi. Bu jarayonlar uglevodlarning parchalanishidan boshlanadi va quyidagi sxema bo‘yicha o‘tadi. Birinchi anaerob nafas olishda qand pirouzum kislotasiga aylanadi. Ikkinchi aerob nafas olishda piruvatning parchalanishidan CO_2 va H_2O hosil bo‘ladi. Bunda fermentlar tizimi ham ishtirok etadi.

Nafas olish substratlari parchalanishning asosiy yo‘llari. Nafas olish jarayonida substratlarning oksidlanishi fermentlar ishtirokida boradi. Fermentlar neorganik katalizatorlardan farqli o‘laroq yuksak faollikga, aniq bir substratni parchalash xususiyatiga va ularga turli muhitlarda ishlashga yordam beruvchii yuqori o‘zgaruvchanlikka ega. Oksido-reduktazalar uch guruhga bo‘linadi:

1. Anaerob degidrogenazalar-elektronni kislorodga va oraliq akseptorlarga uzatadi. Bular ikki komponentli fermentlardir. Masalan, NADH_2 oksidlanib qaytarilgan NADH_2 holatga o‘tadi.

2. Aerob degidrogenazalar-elektronlarni har xil oraliq akseptorlar va kislorodga uzatadi. Bular ikki komponentli fermentdir (flavoprotein). Kofermentlari ikki xil (FAD, FMN). FMN *dimetilizoalloksazin* fermentini tarkibiga kiradi. FAD esa *suksenaldegidrogenaza* tarkibida uchraydi.

3. Oksitdazalar-elektronlarni faqat kislorodga beradi. Bunda uch xil birikma hosil bo‘ladi H_2O_2 va O_2 hujayra uchun zaharli. Shuning uchun ushbu birikmalar maxsus fermentlar yordamida neytrallanadi:



Molekular kislorodni elektronlar akseptori sifatida ishlatuvchi fermentlarning yana bir turkumi bu oksigenazalardir. Oksigenazalar ham oksidazalar bilan bir qatorda turadi. Ular kislorodni faol holatga o'tkazib, organik moddalarga birlashtiradi. Substrat molekulasiga ikki atom kislorodni biriktiruvchi oksigenazalarni dioksidgenazalar deyiladi. Agar bir atom kislorodni biriktirsa monooksigenazalar yoki gidroksilazalar deyiladi. Oksigenazalar elektronlar donori sifatida NAD(P)H, FADH₂ va boshqalardan foydalanishadi.

Oksigenazalar barcha hujayralarda uchraydi. Ular ko'pchilik endogen birikmalarni, xususan. aminokislotalar, fenollar, stearinlar va boshqalarni gidroksillashda va hujayra uchun begona moddalar, masalan, ksenobiotiklarni detoksikatsiyalash (chiqarish) jarayonini amalga oshirishda qatnashadi. Yuqorida ko'rsatib o'tilgan nafas olish fermentlari hujayra mitoxondriyalarida joylashgandir.

10-ma'ruza

NAFAS OLISH SUBSTRATLARI, NAFAS OLISH KOEFFISIENITI VA NAFAS OLISHNI ANIQLASH USHLUBLARI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Nafas olish substratlarini aktivlash mehanizmlari va ularning biologik oksidlanish jarayonlariga kirish yo'llari. 2. Nafas olish koefitsiyenti. 3. Nafas olishni aniqlash ushlublari.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda nafas olish substratlarini aktivlash mehanizmlari va ularning biologik oksidlanish jarayonlariga kirish yo'llari haqida tushuncha hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'y- yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar nafas olish substratlarini aktivlash mehanizmlari va ularning biologik oksidlanish jarayonlariga kirish yo'llari haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, BBB, Venn diagrammasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bos- qichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish 5 m.	1.2. nafas olish substratlarini aktivlash mehanizmlari va ularning biologik oksidlanish jarayonlariga kirish yo'llari esga tushiriladi, o'quv	Tinglashadi aniqlashtiri- shadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalar ni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.

1.2. Kirish (10 m.)	mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning <i>Bilaman, Bilishni hohlayman</i> grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. Nafas olish substratlarini aktivlash mexanizmlari va ularning biologik oksidlanish jarayonlariga kirish yo'llari tushuntiriladi. 2.2. Nafas olish koeffitsiyenti tushuntiriladi.. 2.3. Nafas olishni aniqlash uslublari tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2 Talabalarga BBB jadvalining Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi, va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi 3.3.Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Nafas olish substratlarini aktivlash mexanizmlari va ularning biologik oksidlanish jarayonlariga kirish yo'llari.
2. Nafas olish koeffitsiyenti.
3. Nafas olishni aniqlash uslublari.

Nafas olish ko'effitsiyenti. O'simliklarning nafas olish jarayonida ajralib chiqqan karbonat angidridning yutilgan kislorodga bo'lgan nisbatiga – *nafas olish ko'effisienti* deyiladi (NK): $NK = nCO_2/nO_2$

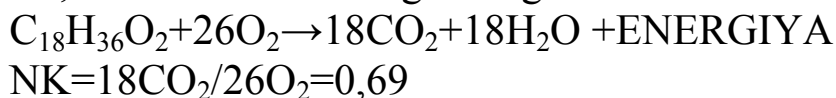
Biologik oksidlanish jarayonida uglevodlardan tashqari boshqa organik moddalar (yog'lar, yog' kislotalari, oqsillar va boshqalar) ham ishtirok etishi mumkin. Shuning uchun nafas olish jarayonida ishtirok etadigan organik modda turiga qarab nafas olish ko'effitsiyentining darajasi ham har xil bo'ladi.

Nafas olish jarayonida uglevodlar ishlatilsa – ko'effitsiyent birga teng bo'ladi:

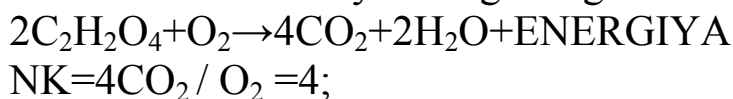
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ENERGIYA}$$
$$HK = 6CO_2/6O_2 = 1$$

Chunki bir molekula glyukozaning oksidlanishi uchun olti molekula kislorod yutiladi va olti molekula karbonat angidrid ajralib chiqadi.

Nafas olish jarayonida yog' kislotalari va oqsillar ishlatilsa, nafas olish ko'effisienti birdan kichik bo'ladi. Chunki bu organik moddalarning tarkibida kislorodning miqdori uglerod va vodorodga nisbatan juda kam, shuning uchun ularni oksidlantirish uchun kislorod ko'proq sarf etiladi. Masalan, stearin kislotasining biologik oksidlanishi:



Nafas olish jarayonida organik kislotalar ishlatilsa, nafas olish ko'effitsiyenti birdan yuqori bo'ladi. Chunki bu molekula tarkibida kislorod uglerod va vodorodga nisbatan ko'p va uni oksidlantirish uchun kamroq kislorod sarflanadi. Masalan, otquloq kislotasining biologik oksidlanishida nafas olish ko'effitsiyenti 4 ga teng bo'ladi.



Nafas olish ko'effitsiyentining darajasi nafas olish mahsulotiga bog'liqligi faqat kislorod miqdori etarli sharoitda sodir bo'ladi. Lekin oksidlanish kislorodsiz (anaerob) muhitda borganda nafas olish ko'effitsiyentining darajasi o'zgarishi mumkin. Masalan, urug'lar kislorod kam yoki anaerob sharoitda nafas olganda (suvga botirilib saqlansa) havodan O_2 yutilmaydi, lekin CO_2 ajralib chiqadi. Bunda nafas olish ko'effisienti birdan yuqori bo'ladi.

O'simliklarning nafas olish jarayoni ulardagi modda almashinuvi-ning muhim qismini tashkil etib, o'sish, rivojlanish va hosildorlikning asosini tashkil etganidek, etishtirilgan mahsulotlarni uzoq muddatga va sifatli saqlash nafas olish tezligini boshqarishga asoslangan.

Mahsulotlarni saqlashda nafas olish jadalligi qancha past bo'lsa, organik moddalarning miqdori shuncha kam sarflanadi va ular sifatli saqlanadi. Nafas olish jadadligining darajasi, eng avvalo, harorat va namlik miqdoriga bog'liq.

Donlarning tarkibidagi suv miqdorini va ular saqlanadigan omborlar haroratini boshqarish katta ahamiyatga ega.

Suv miqdori gallasimonlarning donlarida 14 % va moyli o'simliklarning donlarida 8 □ 9 % dan oshmaganda, harorat esa 0⁰ atrofida bo'lganda nafas olish eng past darajada saqlanadi. Namlikning miqdori 18 □ 22 % va harorat 45 □ 50⁰ga etganda nafas olish jadalligi ham keskin oshadi. Natijada urug'lardagi zapas organik moddalar tezlik bilan sarflanadi. Buning natijasida ajralib chiqqan kimyoviy energiya issiqlik energiyasiga aylanadi, omborlarning harorati yanada oshadi va har xil chirituvchi mikroorganizmlarning rivojlanishiga sharoit yaratiladi. Bunday sharoitda saqlangan donlar unib chiqish qobiliyatini yo'qotadi. Shuning uchun ham donlarni saqlashda namlik kam miqdorda bo'lishi maqsadga muvofiq.

Meva sabzavotlarni saqlash donlarni saqlashdan biroz farq qiladi. Chunki ularning tarkibida suv juda ko'p (75 □ 90 % gacha). Suvni kamaytirish ular sifatining pasayishiga sabab bo'lishi mumkin. Shuning uchun ham meva-sabzavotlarni saqlashda bosh omil harorat hisoblanadi. Eng qulay harorat 0⁰ atrofida bo'lishi aniqlangan. Maxsus xonalarda va muzlatkichlarda saqlanganda ham harorat 3 □ 7⁰ S dan oshmasligi kerak. Masalan, kartoshka uchun saqlash harorati 2 □ 4⁰ S, karam uchun 0⁰ dan - 1⁰ S, qolgan meva va sabzavotlar uchun +0+1⁰ S eng qulay ekanligi aniqlangan. Bunda nafas olish tezligi past bo'lib, mahsulotlar sifatli saqlanadi. Meva va sabzavotlarni saqlashda CO₂ning miqdori ham katta ahamiyatga ega. U ko'p bo'lsa, nafas olish jadalligi pasayadi.

11-ma'ruza
UGLEVODLAR DISSIMILYASIYASINING ASOSIY
YO'LLARI. GLIKOLOZ. KREBS TSIKLI
Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Glioksilat tsikli. 2. Mitohondriyalarning tarkibi va funksiyalari. Organizmning funksional holatiga qarab mitohondriyalarning ultrasutruk turalarining o'zgarishi. 3. Oksidlanishli fosforlanish, substratli fosforlanish. 4. Nafas olish zanjiridagi fosforlanish.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda glioksilat tsikli, mitohondriyalarning tarkibi va funksiyalari, organizmning funksional holatiga qarab mitohondriyalarning ultrasutruk turalarining o'zgarishi, oksidlanishli fosforlanish, substratli fosforlanish haqida tushuncha hosil qilish.	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar glioksilat tsikli, mitohondriyalarning tarkibi va funksiyalari, organizmning funksional holatiga qarab mitohondriyalarning ultrasutruk turalarining o'zgarishi haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, BBB, Venn diagrammasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob
O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi	
Ishlash bos-	Faoliyat mazmuni

qichlari, vaqti		
	O'qituvchining	Talabanning
1-bosqich 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. kirish10m.	1.2. Glioksilat tsikli esga tushiriladi, o'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning Bilaman, Bilishni hohlayman grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	Tinglashadi, aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. Glioksilat tsikli tushuntiriladi. 2.2.Mitohondriyalarning tarkibi va funksiyalari. Organizmning funksional holatiga qarab mitohondriyalarning ultrasutruk turalarining o'zgarishi tushuntiriladi.. 2.3. Oksidlanishli fosforlanish, substratli fosforlanish tushuntiriladi.. 2.4. Nafas olish zanjiridagi fosforlanish tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalini Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi. 3.3.Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Glioksilat tsikli.
2. Mitohondriyalarning tarkibi va funksiyalari. Organizmning funksional holatiga qarab mitohondriyalarning ultrasutrukturalarining o'zgarishi.
3. Oksidlanishli fosforlanish. Substratli fosforlanish.
4. Nafas olish zanjiridagi fosforlanish.

Uglevodlar dissimilyatsiyasining asosiy yo'llari (glikoliz va krebs tsikli). Uglevodlarni anaerob sharoitda parchalanishi glikoliz deyiladi va uning oxirgi mahsuloti piruvatdir. **Glikolizning bosqichlari, substrat darajasida fosforlanish.** Glikolizning asosini tashkil qiluvchi reaksiyalarni shartli ravishda uchta bosqichga bo'lish mumkin.

I. Tayyorgarlik bosqichi. Bu geksozaning fosforirlanishi va uning parchalanishi natijasida ikkita fosfouchlikka aylanishidir.

II. Birinchi substrat fosforirlanish. Bu 3-fosfoglitserinaldegiddan boshlanib, 3-fosfoglitserin-kislotasining hosil bo'lishi bilan tugaydi. Aldegidning kislotagacha oksidlanishi jarayoni energiya ajralishi bilan boradi. Ushbu jarayonda har bir fosfouchlik hisobiga bir mol. ATF sintezlanadi.

III. Ikkinchi substratli fosforirlanish. Bunda 3-fosfoglitserin kislotasi ichki molekulyar oksidlanish hisobiga bir molekula fosfatni ATF sintezi uchun beradi. Binobarin, glikolizning II bosqichi ATF va NADPH hosil bo'ladi. *Glikoliz jarayonining energetikasi* Yuqorida aytib o'tilganidek glikoliz jarayonida bir mol. glukozadan ikki mol. pirouzum kislotasi hosil bo'ladi. Shuning bilan birgalikda glikolizda 4 mol. ATF va 2 mol. NADH₂ hosil bo'ladi. Ammo glikoliz jarayonining birinchi bosqichida 2 mol ATF geksozaning fosforirlanishiga sarf bo'ladi. Binobarin, glikolizning substratli fosforlanishi jarayonining toza energetik balansi 2 mol. ATF moddasining hosil bo'lishidir. Bundan tashqari glikolizning ikkinchi bosqichida fosfouchlikning har bir molekulasiga bir molekuladan NADH qaytariladi. Mitoxondriylarning nafas olish zanjirida O₂ ishtirokida har bir molekula 3 mol. ATF sintezlanadi. Demak, glikoliz jarayonida 2 mol. NADH hisobiga 6 mol. ATF birikmasi sintezlanadi. Bundan kelib chiqadiki, glikoliz jarayonida 8 mol. ATF sintezlanadi. Demak, glikoliz jarayonida jami (NADH molekulasini oksidlanishi mumkin bo'lgan sharoitda) sakkiz molekula ATF hosil bo'ladi.

Glikoliz sxemasidan ko‘rinib turibdiki, inert glukoza, ATF va geksokinaza ferment ishtirokida birmuncha faol birikma bo‘lgan glyukoza-6-fosfatga aylanadi va u fosfoglukomutaza ishtirokida izomerlanib, fruktoza-6-fosfatga aylanadi. U esa ikkinchi marotaba ATF va fosfofruktokinaza ishtirokida fosforirlanib, fruktoza-1,6-fosfatga aylanadi. Hosil bo‘lgan fruktoza-1,6-fosfat aldolaza ta'sirida ikkila uch uglerodli birikmaga, 3-FGA va fosfodioksiatseton moddalarini hosil qiladi. Ularning bir-birlariga aylanishi triozofosfatizomeraza fermenti ishtirokida bo‘ladi. Ayrim hollarda glukoza molekulasi ikki molekula fosfochlikka aylanishi jarayonini glukoza oksidlanishining dixotomik yo‘li ham deb ataladi.

Glikoliz jarayonining asosiy bosqichlaridan bin bu uch fosfoglitserinaldegidning (3-FGA) oksidlanib, 3-fosfoglitserin kislolasiga (3-FGK) aylanishidir. Ushbu jarayonni triozofosfat dehidrogenaza fermenti katalizlaydi. Uning kofermenti NAD^+ birikmasidir. Fosfoglitserin aldegidning fosfoglitserin kislotasiga aylanish jarayonida ferment-substrat kompleksida *yuqori energetik bog‘* hosil bo‘ladi. Shuning bilan birgalikda bu jarayonda ADF va fosfat kislota ishtirok etib, ATF hosil qiladi. Ushbu jarayon *substratli fosforiltanish* deb ham aytiladi.

Glikolizning oxirgi bosqichi □ ikkinchi substratli oksidlanish natijasida hosil bo‘lgan 3-FGK, fosfoglitsertmutaza ta'sirida izomerlanib, 2 fosfoglitserat kislotasiga aylanadi. 2 fosfoglitserat kislotasi tarkibidan yenolaza fermenti ishtirokida o‘zidan bir mol. suv ajralib chiqadi. Ushbu reaksiya birikma tarkibidagi energiya o‘zgarishlari bilan boradi. Buning natijasida esa tarkibida yuqori energiyali fosfat bog‘li fosfoenolpiruvat hosil bo‘ladi. Fosfoenolpiruvat o‘z navbatida piruvatkinaza fermenti ta'sirida ADF moddasidan ATF birikmasi hosil bo‘lishiga olib keladi. Fosfoenolpiruvat esa turg‘un modda bo‘lgan piruvat-pirouzum kislotasiga aylanadi. Binobarin glikolizning oxirgi mahsuloti pirouzum kislotasidir.

Biz bilamizki, hujayra ichki sharoitlarida bir molekula ATF birikmasining parchalanishi natijasida 41,863 kJ/mol (10 kkal) erkin energiya hosil bo‘ladi. Demak, 8 mol. ATF moddasining erkin energiyasi 335 kJ/mol yoki 80 kkal.ga tengdir.

Glikolizning hujayradagi vazifasi:

1) nafas olish substratlari bi-lan Krebs sikli orasidagi bog‘liqlikni ta’minlaydi;

2) hujayraning energetik ehtiyojlari uchun zarur bo'lgan har bir molekula glukoza molekulasi hisobiga 2mol. ATF va 2mol NADF sintezlanadi;

3) hujayradagi sintez jarayonlari uchun har xil intermediantlar hosil bo'lishiga, masalan, lignin va fenol birikmalarning biosintezi uchun zarur bo'lgan fosfoenol piruvat hosil bo'lishiga yordam beradi;

4) xloroplastlarda glikolitik reaksiyalar natijasida NADFH birikmasiga bog'liq bo'lmagan ATF biosintezi uchun sharoit yaratadi. Bundan tashqari, xloroplastlarda zaxiralangan kraxmal metabolik jarayonlar natijasida 3 fosfor birikmalariga aylanib, xloroplastlarda tashiladi.

Aerob nafas olish (Krebs tsikli). Biz yuqorida ko'rib o'tdikki, glikolizning oxirgi mahsuloti pirouzum kislotasidir. Bu bosqichning asosiy mohiyati shundaki, ushbu jarayon kislorodli muhitda ro'y berib, piruvatdan bir qator *ikki va uch karbon kislotalar*, va oxirgi mahsulot sifatida CO_2 va H_2O hosil bo'ladi. Ushbu jarayonni birinchi bor ingliz biokimyogari G. Krebs (1937) hayvonlar organizmi misolida ko'rsatganligi uchun ko'pchilik hollarda Krebs sikli deb ham yuritiladi

O'simliklarda ham ushbu jarayonning mavjudligini ingliz tadqiqotchisi A. Shibnell (1939) aniqlagan. Shuni aytib o'tish lozimki o'simliklarda ushbu jarayonda qatnashuvchi barcha kislotalar va ularning metabolik o'zgarishida qatnashuvchi fermentlar aniqlangan. Ko'rsatilganki, suksinatdegidrogenaza fermentining ingibitori bo'lgan malonat piruvatning oksidlanishini to'xtatadi va o'simliklarning nafas olish jarayoni uchun zarur bo'lgan O_2 gazining yutilishini keskin kamaytiradi. Krebs siklining ko'pchilik fermentlari mitoxondriyalarda joylashgandir. Ayrim fermentlar, masalan, akonitaza va suksinatdegidrogenaza mitoxondriyalarning ichki membranasida joylashgandir.

Krebs siklining ketma-ketligi, organik kislotalarning nafas olish jarayonida qatnashishi haqidagi fikr avvaldan bir qancha olimlarning diqqatini o'ziga tortib kelgan. Masalan, shved kimyogari T. Tunberg (1910) hayvon to'qimalarida ayrim organik kislotalardan (qahrabo, olma, limon) vodorodni tortib oluvchi fermentlar mavjudligini aniqlagan. Keyinchalik venger olimi A. Sent-Derde muskul to'qimalarining gomogenatiga oz miqdorda qahrabo, olma va shavelsirka kislotasining qo'shili-shi to'qimalar tomonidan kislorod yutilishini keskin ko'paytirishini kuzatgan.

Yuqoridagilardan kelib chiqib G. A. Krebs (1937) migratsiyaluvchi kaptarlar muskuli misolida ikki va uch karbon kislotalarining oksidlanib, CO_2 moddasigacha aylanishi jarayonlarining ketma ketligini va ushbu jarayonning limon kislotasi hosil bo'lishi bilan borishi hamda uning vodorodni tortib olinishi natijasida bo'lishini ko'rsatgan. Ushbu tsiklda piruvat bevosita oksidlanmaydi, ya'ni u kislorodli sharoitda, faol modda, Atsetil-CoA birikmasiga aylanganidan so'ngina uning oksidlanishi boshlanadi.

Dastlab, atsetil-CoA oksoloatsetat kislotasi bilan reaksiyaga kirishib, sitrat-sintetaza fermenti ishtirokida sitrat kislotasini hosil qiladi. Sitrat kislotasi akonitaza ishtirokida degidririlanadi va sisakonitni hosil qiladi. U esa bir mol. suv biriktirib izositrat kislotasini hosil qiladi. Izo-sitrat degidririlanib oksolosuksenat kislotaga aylanadi. Shuning bilan birgalikda bu reaksiyada NADFH hosil bo'ladi. Oksolosuksenat kislota dekarboksillanib a-ketoglutarat kislotaga aylanadi. U ham yana dekarboksillanib, NADH va sukaenil CoA hosil bo'ladi. Energiyaga boy suksenil-KoA birikmasidan suksenat kistota va ATF hosil bo'ladi.

Suksenat kislota SDG fermenti ishtirokida fumarat kislotasiga aylanadi. Fermentni kofermenti FAD bo'lib, u jarayon mobaynida FADH_2 hosil qiladi. Fumarat kislota fumaraza ishtirokida 1 mol suvni biriktirib, olma kislotasiga aylanadi. Olma kislotasi malatdegidrogenaza (MDG) fermenti ishtirokida oksidlanib oksoloatsetat kislotasiga aylanadi va qaytarilgan NADH hosil qiladi. Oksoloatsetat kislota yangi atsetil CoA bilan reaksiyaga kirishib, yangi siklni boshlaydi. Demak, ushbu siklda piruvatdan 3 mol. CO_2 ajralib, 3 mol. H_2O birikadi hamda besh juft vodorod ajraladi. Nafas olish zanjirinning ma'lum joylarida elektron energiyasi ajralib, fosforirlanishga sarf bo'ladi va ATF sintezlanadi. Bunda nafas olish zanjiridan o'tgan bir juft elektron hisobiga 3 molekula ATF sintezlanadi.

Mitoxondriyalardagi ATF molekulasi sintezlanishi jarayonini oksidlanishli fosforirlanish deyiladi. Krebs tsiklining energetikasi va uning azot almashinuvi bilan bog'liqligi. Yuqorida keltirilgan ma'iumotlardan ko'rinib turibdiki, Krebs tsiklining reaksiyalarida 3 mol. NADH, NADFH, FADH va substratli fosforirlanish hisobiga 1 mol. ATF hosil bo'ladi. Har bir qaytarilgan NADFH hisobiga 3 mol. ATF hosil bo'ladi. Ushbu holda esa 12 mol ATF sintezlanadi. Bir molekula FADH_2 hisobiga 2 mol. ATF sintezlanadi. Demak, hammasi bo'lib bir molekula piruvatning oksidlanishidan 15 mol. ATF hosil bo'ladi. Demak, ushbu jara-

yonda ikki molekula piruvat ishtirok etishini hisobga olsak, ushbu jarayonda jami 30mol ATF hosil bo'lishini ko'rishimiz mumkin. Agarda glikoliz jarayonida hosil bo'luvchi 8 mol. ATF ham inobatga olinsa, bir molekula glukoza to'la oksidlanganda 36 mol ATF hosil bo'lar ekan.

Shuni aytib o'tish lozimki, Krebs siklining ahamiyati faqatgina hujayraning energetik jarayoniga hissasi bilan o'lchanmaydi. Bundan tashqari, ushbu siklda xilma-xil oraliq mahsulotlar ham hosil bo'ladi Ular protoplast tarkibiga kiruvchi moddalar sinteziga sarf bo'ladi Avvalo, ushbu siklda hosil bo'luvchi bir qator organik kislotalarning hujayralarda boradigan azot almashinuvida, oqsil moddalarining sintezi va parchalanishida ishtirok etishini ta'kidlab o'tishi lozim. Masalan, ketokislotalarning qayta aminlanish jarayonlari natijasida aminokislotalar hosil bo'ladi.

Pirouzum kislotasidan alanin, shavelsirka kislotasidan esa a ketoglutarat kislotasi undan esa aspartat va glutamat kislotalari hosil bo'ladi. Shuningdek, atsetil-CoA birikmasi lipidlar, polizoprenlar, uglevodlar va boshqa bir qancha birikmalar sintezlanadi

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, hujayralar metabolizmida Krebs sikli markaziy o'rinni tutadi. Ushbu tsiklning yanada bir muhim tomoni faqat Krebs sikli orqali biopolimer moddalarning xususan, oqsillar, uglevodlar va yog'lar orasidagi almashinuv ta'minlanadi.

Nafas olishning gliksilat va pentozofosfat yo'li. Gliksilat tsikli. Nafas olishning gliksilat yo'lini Krebs siklining modifikatsiyalashgani deb qarash mumkin. Ushbu sikl G. L. Karnberg va G. A. Krebs (1957) tomonidan tuban organizmlar, ya'ni bakteriyalar va zamburug'lar misolida kashf etilgan. Keyinchalik ushbu jarayonning ko'pgina moyli o'simliklarning unuvchi urug'lari va boshqa o'simliklar, ya'ni zaxira yog'larning uglevodlarga aylanishi xarakterli (glikogenez) o'simliklar uchun xosligi isbotlangan. Gliksilat sikli Krebs tsikliga o'xshab mitoxondriyalarda emas, balki hujayraning maxsus mikrotanachalarda-gliksisomalarda ketadi.

Nafas olishning gliksilat yo'lida shavelsirka kislotasi va atsetil-CoA birikmasidan limon kislotasi sintezlanadi va Krebs sikliga o'xshash sisokonit va izolimon (izotsitrat) kislotasi hosil bo'ladi. So'ngra izolimon kislotasi izotsitratliaza fermenti ta'sirida gliksilat va qahrabo kislotalariga aylanadi. Gliksilat malatsintetaza ishtirokida ikkinchi atsetil-CoA birikmasi bilan reaksiyaga kirishadi va buning natijasida olma kis-

lotasi sintezlanadi. Olma kislotasining oksidlanishi natijasida shavelsirka (ShSK) kislotasi hosil bo'ladi.

Demak, nafas olishning gliksilat siklida Krebs siklidan farqli o'laroq, har bir aylanishda bir molekula emas, balki ikki molekula atsetil-CoA qatnashadi. Faollashgan atsetil oksidlanish uchun emas balki qahrabo kislotasining sintezi uchun foydalaniladi. So'ngra qahrabo kislotasi gliksisomadan chiqib ShSK birikmasiga aylanadi va u glukoneogenez hamda biosintezning boshqa jarayonlari uchun foydalaniladi.

Binobarin gliksilat sikli zaxira yog'larning parchalanib atsetil-CoA molekulalari hosil bo'lishini ta'minlaydi. Bundan tashqari ikki mol atsetil-CoA, 1 mol NADFH birikmasining qaytarilishiga olib keladi. U mitoxondriyaning nafas olish zanjirida 3 mol ATF sinteziga sababchi bo'ladi.

Gliksilat kislota glikogol, amino kislotasi biosintezi uchun manba hisoblanadi. Gliksilat tsiklining asosiy mohiyati zaxira yog'larning sarflanishi ya'ni yog'larning parchalanishidan oraliq modda-atsetil CoA hosil bo'lishidan iboratdir.

Nafas olishning pentozofosfat yo'li O. Varburg va V. Engelgardt (1935–1938) hamda keyinchalik F. Lipman tomonidan yaxshi o'rganilgan. Bu jarayon glukoza-6-fosfatning oksidlanishidan boshlanadi va CO₂ ajralib, 5 uglerodli birikma hosil bo'ladi. Shuning uchun u bu yo'lni apotomik parchalanish ham deb ataladi.

Olimlar tomonidan ko'rsatishicha, nafas olishning pentozofosfat yo'li hujayra sitoplazmasining eruvchan qismida keladi. Ushbu jarayon, shuningdek, xloroplastlar va proplastidlarda ham ketishi mumkin. Nafas olishning pentozofosfat yo'li jadalligi ayniqsa membrananing lipid birikmalari, nuklein kislotalar, hujayra devori, fenol birikmalari sintezlanayotgan joytalda yuqori bo'ladi. Pentozofosfat yo'li ham xuddi Krebs tsikli singari siklik jarayondir.

Pentozofosfat nafas olish yo'lining energetikasi va uning moddalar almashinuvidagi o'rni. Shuni aytib o'tish lozimki, nafas olishning elektron tashuvchi zanjirida vodorodning universal donori bo'lib NADH xizmat qiladi. O'simlik to'qimalarida ushbu birikmaning miqdori NADFH birikmasiga nisbatan doimo yuqori bo'ladi. Muqobil sharoitda o'simlik to'qimalari hujayralaridagi NADF⁺, NADFH birikmasining qaytarilgan holatida bo'ladi. Ammo NAD⁺ oksidlangan holatda bo'ladi.

Izlanishlarda tasdiqlanishicha NADH birikmasiga nisbatan NADFH sekin oksidlanadi. Agarda substratlarning oksidlanishi natijasi-

da, masalan, glukoza-6-fosfatning apotomik oksidlanishidagi kabi, to vodorod atomlari elektron tashuvchi zanjirga kirishidan oldin transgidrogenaza reaksiyasidagi kabi, NAD birikmasiga berilishi lozim. Agarda glukoza-6-fosfatning nafas olishining penfozofosfat yoʻlidagi kabi barcha 12 juft elektron NADFH molekulasidan elektron tashuvchi zanjirda kislorodga uzatilganda, nafas olish zanjirida NADFH oksidlanib 3 mol ATF hosil qilishi sababli, yuqoridagi jarayonda 36 mol ATF hosil boʻladi ($3 \text{ ATF} \times 12 \text{ q } 36 \text{ ATF}$). Buning energiyasi $41,868 \text{ kJ} \times 36 \text{ q } 1507 \text{ kJ/mol}$ demakdir. Amaliy jihatdan ushbu koʻrsatkich glukozaning nafas olishli jarayonida dixotomik yoʻl (glukoliz va Krebs tsikli) bilan oksidlangandagi energiyasiga tengdir ($38 \text{ mol. ATF} = 1591 \text{ kJ/mol}$).

Biroq nafas olishning pentozofosfat yoʻlining asosiy mohiyati uning hujayra energetik almashinuvda qatnashish emas balki hujayralardagi plastik almashinuvda qatnashishidir. Pentozofosfat yoʻlining plastik almashinuvda qatnashishi bir necha jabhalardan iboratdir:

1. Maʼlumki, NADFH, asosan, bir qancha sintetik reaksiyalarda qatnashadi. Nafas olishning pentozofosfat yoʻli (NOPY) esa yogʻ kislotalari sintezi, yogʻlar, izoprenoidlar, piruvatning qaytarilishi karboksillanishi, nitratlar va sulfatlar va boshqa bir qancha birikmalarning qaytarilishi uchun zarur boʻlgan NADFH birikmasining xloroplastlar va mitoxondriyalardan tashqarida hosil boʻlishining asosiy manbasi hisoblanadi. Shuningdek, NADFH hujayradagi CH-birikmalarining qaytarilishi jarayonini muqobil ushlab turishda qatnashadi, chunki u glutationning birlamchi qaytaruvchisi hisoblanadi.

2. NOPY jarayonida nuklein kislotalar va turli nukleotidlar (piridinlar, flavinlar, adenilat va boshq.) tarkibiga kiruvchi pentozalar sintezlanadi. Shuni aytib oʻtish lozimki, hayvonlar va boshqa geterotrof organizmlarda ribozalar va dezoksiribozalar hosil boʻlishida qatnashuvchi pentozalar hosil boʻlishining birdan bir yoʻli bu NOPY usulidir. Ribozalar ATF, GTF, UTF va boshqa nukleotidlarning sintezi uchun zarurdir. Kofermentlar: NAD, NADF, FAD, koenzim-A ham nukleotidlardir va ularning tarkibiga ham riboza kiradi.

3. NOPY hujayra metabolitik jarayonlari uchun zarur boʻlgan uglerodning C_3 - C_7 birikmalari hosil boʻlishida katta ahamiyatga ega. Masalan, NOPY jarayonida hosil boʻluvchi eritroza-4-fosfat hujayra devorlari lignin moddasi, dubil hamda oʻstiruvchi moddalar, aromatik aminokislotalar, vitaminlar sintezlanishida zarur boʻlgan koʻpchilik aroma-

tik birikmalarning hosiladori bo'lmish shikim kislolatasining sintezi uchun zarurdir.

4. NOPY hosilalari, masalan, ribulozo-5-fosfat va NADFH, CO_2 moddasining qorong'ilikda fiksatsiyalanishida qatnashadi. NOPY, tabiatan, Kalvinning fotosintetik siklining o'girilgan shaklidir. Fotosintezdagi Kalvin tsiklida qatnashuvchi o'n beshta reaksiyadan faqatgina ikkitasi NOPY va glikoliz jarayonlariga uchramaydi xolos.

5. Xloroplastlarda oksidlanishli NOPY qorong'ulikda ro'y beradi. Bu esa yorug'lik yetishmaganda miqdoriy o'zgarib ketishi mumkin bo'lgan NADFH miqdorining keskin o'zgarishini oldini olib, uning miqdorini muqobil darajada ushlab turadi. Bundan tashqari, ushbu tsiklida hosil bo'luvchi triozofosfatlar xloroplastlarda 3-FGK aylanadi. Bu birikma esa qorong'ilikda hujayradagi ATF miqdoriy darajasini ushlab turadi.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, NOPY moyinida glukozaning oksidlanishi 12 bosqich reaksiyalardan iborat. Solishtirish uchun aytish lozimki, glukozaning dixotomik (glikolitik) pirouzum kislotasini hosil qilish, so'ngra ikki va uchkarbon kislotalari hosil qilish yo'li bilan oksidlanishi jarayoni bosqichlari 30 va undan ortiqdir. Binobarin glukoz-6-fosfatning NOPY jarayonidagi oksidlanishi bosqichlari har doim ham hujayrada oxirigacha ketmasligi mumkin. Ko'pchilik hollarda NOPY jarayoni bosqichlarining birida u glikolitik yo'lga o'tib ketishi mumkin. Masalan, mana shunday bosqichlardan biri transketolaz reaksiyasi bo'lishi, bunda esa ksiloza-5-fosfat va eritroza-4-fosfat glikoliz va NOPY jarayonlarining umumiy substratlari bo'lgan, fruktoza-6-fosfatga hamda 3-FGK aylanishi mumkin.

Qandlarning oksidlanishi to'g'risida gap ketganda ayrim bakteriyalar, zamburug'lar, hayvonlar hamda fotosinlezlovchi dengiz suv o'tlarida kuzatilgan qandlarning to'g'rtan to'g'ri oksidlanishi mumkinligini ham e'tiborga olish lozim. Bunda glukoz nafas olishning glikolitik yo'lidagi kabi geksozaning ikki marotaba fosforlanishi yoki pentozofosfat yo'lidagi kabi bir marotaba fosforlanib, so'ngra oksidlanmasdan, to'g'ridan to'g'ri oksidlanadi. Ammo yuksak o'simliklarda qandlarning to'g'ridan to'g'ri oksidlanishi haqida ishonarli dalillar hozircha yo'q.

Tekshirish uchun savollar:

1. Nafas olish jarayonida fosforning ahamiyati nimadan iborat?
2. Elektron ko'chiruvchi zanjirni qisqacha ta'riflab bering.

3. Pentozafofot yo‘lida qanday asosiy reaksiyalar amalga oshiriladi?
4. Krebs tsiklining moddalar almashinuvdagi ahamiyati qanday?
5. Nafas olish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
6. Peroksid nazariyasining moniyatini ayting.
7. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali deb nimaga aytiladi?

12-ma'ruza

NAFAS OLIISH XIMIZMI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Nafas olish nazorati. 2. Elektronlar tashilish jarayonining ATF hosil bo'lish bilan bog'liqlik mexanizmi va ushbu jarayonning energitik effektivligi. 3. Elektron tashilishi va fosforlanish regulyasiyasi. 4. A. N. Baxning peroksid nazariyasi va uning mohiyati.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda nafas olish nazorati, elektronlar tashilish jarayonining ATF hosil bo'lish bilan bog'liqlik mexanizmi va ushbu jarayonning energitik effektivligi, elektron tashilishi va fosforlanish regulyasiyasi, A. N. Baxning peroksid nazariyasi va uning mohiyati, V. I. Palladinning vodorodni faollashtirish nazariyasi haqida tushuncha hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar nafas olish nazorati xaqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, BBB, Venn diagrammasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich. 1.1. O'quv hujjatlarini	1.2. Nafas olish nazorati esga tushiriladi, o'quv mashg'ulotiga kirish davo-	Tinglashadi aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha

to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	mida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning Bilaman, Bilishni hohlayman grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. Nafas olish nazorati tushuntiriladi. 2.2. Elektronlar tashilish jarayonining ATF hosil bo'lish bilan bog'liqlik mexanizmi va ushbu jarayonining energetik effektivligi tushuntiriladi. 2.3. Elektron tashilishi va fosforlanish regulyatsiyasi tushuntiriladi. 2.4. A. N. Baxning peroksid nazariyasi va uning mohiyati tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi. Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalining Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi, va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi taxlil qilinadi. 3.3. Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Nafas olish nazorati.
2. Elektronlar tashilish jarayonining ATF hosil bo'lish bilan bog'liqlik mexanizmi va ushbu jarayonning energetik effektivligi.
3. Elektron tashilishi va fosforlanish regulyatsiyasi.

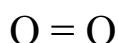
4. A. N. Baxning peroksid nazariyasi va uning mohiyati.
5. V. I. Palladinning vodorodni faollashtirish nazariyasi.
6. Nafas olish va bijgishning o'zaro aloqasi.
7. Nafas olish bosqichlari. Anaerob nafas olish.
8. Aerob nafas olish. Krebs tsikli va uning mohiyati.
9. Nafas olishning pentozofosfat tsikli.

Nafas olishning sxematik tenglamasi bu murakkab fiziologik jarayonni to'la xarakterlay olmaydi. Chunki juda ko'p oraliq reaksiyalar so'dir bo'ladi, natijada kimyoviy energiya oz-ozdan ajralib chiqadi va o'zlashtiriladi. O'zlashtirilmay qolganda esa issiqlik energiyasiga aylanadi va tarqaladi.

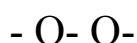
Nafas olishda organik moddalarning kislorod yordamida anorganik moddalarga parchalanishi mazkur jarayonning o'ziga xos xususiyatlari borligini ko'rsatadi. Chunki organizmdan tashqarida bu organik moddalar molekulyar kislorod bilan reaksiyaga kirishmaydi.

Nafas olish jarayonining o'ziga xos xususiyatlarini aniqlab nafas olish ximizmining hozirgi zamon tushunchasiga asos solgan olimlar: A. N. Bax, V. I. Palladin va S. P. Kostichevlar hisoblanadilar.

A. N. Baxning peroksid nazariyasi. 1897-yilda A. N. Bax biologik oksidlanishning peroksid nazaryasini ishlab chiqdi. Unga ko'ra, atmosferadagi molekulyar kislorod inert holatida bo'lib, organik moddalarni oksidlay olmaydi. Buning uchun uning tarkibidagi qo'sh bog'ning bittasi o'zilishi va faol holatga o'tishi zarur:

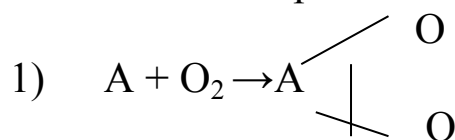


Inert kislorod

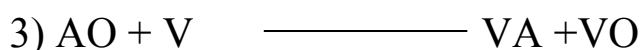
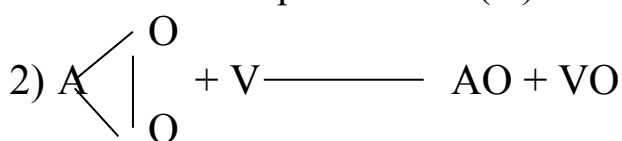


Faol kislorod

Kislorod oson oksidlanuvchi modda (A) bilan birikib qo'sh bog'dan bittasi o'ziladi va peroksid (AO_2) hosil qiladi:



A. N. Baxning fikricha akseptor (A) bilan birlashib faol holatga o'tgan kislorod boshqa moddani (V) ham oksidlantirishi mumkin:



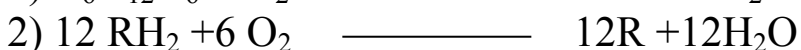
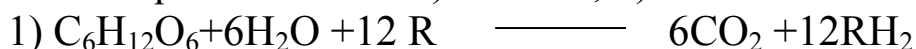
Natijada akseptor vazifasini bajaruvchi osonlik bilan oksidlanuvchi modda (A) yana ajralib qoladi. Organik modda (V) esa to'la oksidlanadi.

A. N. Bax kislorodni faollovchi moddalarni oksigenezalar deb atadi. Oksigenezalarga o'simliklar to'qimasida ko'p tarqalgan har xil kimyoviy birikmalar kiradi. Oksigenezalardagi faollashgan kislorod oksidlanayotgan substratga kuchiriladi. Ma'lum vaqt fanda, bu jarayonda peroksidaza fermenti muhim ahamiyatga ega degan fikr hukm surdi.

Lekin 1955-yilda Yaponiyada (O. Xayaishi va boshqalar) va AQSHda (G. S. Mezon va boshqalar) molekular kislorodning organik moddalar bilan birikishi mumkinligini isbotlashdi.

Hozirgi vaqtga kelib, ma'lum bo'lishicha, A. N. Bax nazariyasining nafas olishga aloqasi yo'q. Ammo u nafas olish jarayonining ximizmini o'rganishga yo'l ochib berdi. Chunki bu nazariyada kislorodni faollashtirishning zamonaviy mexanizmini ishlab chiqish uchun asos solingan edi.

V. I. Palladinning vodorodni faollashtirish nazariyasi. Biologik oksidlanish jarayonining mexanizmini o'rganishda V. I. Palladinning (1912) ishlari muhim ahamiyatga ega bo'ldi. Uning nazariyasiga ko'ra, o'simlik xromogenlari substratdagi vodorodni o'ziga biriktirib oladi va keyinchalik ularni kislorodga o'tkazadi. Bu nazariya bo'yicha nafas olish ikki bosqichdan iborat: 1) anaerob; 2) aerob:



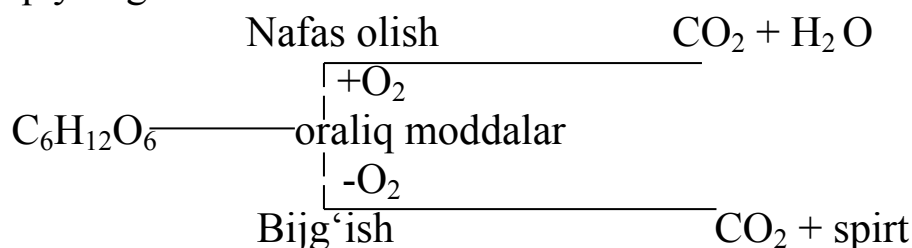
Birinchi reaksiya nafas olish jarayonining anaerob, ikkinchi reaksiya – aerob bosqichini ifodalaydi. R–rangli nafas pigmenti, RH_2 – rangsiz nafas olish xromogeni. Birinchi reaksiyada reduktaza fermenti yordamida substratdan vodorod atomlari qabul qilinib, nafas olish pigmentiga (R) o'tkaziladi va nafas olish xromogeni (RH_2) hosil bo'ladi. Hamma CO_2 ham shu anaerob jarayonda ajralib chiqadi. Ikkinchi reaksiyada molekular kislorod ishtirok etib, xromogenlarni (RH_2) nafas olish pigmentlarigacha oksidlaydi va ular yana vodorodning akseptori vazifasini bajaradi. Bu reaksiyalarda kislorod RH_2 dan elektronlar va protonlarni tortib oladi va natijada suv hosil bo'ladi. Keyingi izlanishlarda, V. I. Palladin nazariyasi, ya'ni nafas olishda anaerob va aerob bosqichlarning mavjudligi hamda bunda suv ishtirok etishi to'la tasdiqlandi.

1912-yilda nemis bioximigi G. Viland ham biologik oksidlanish vodorodning ajratib olinishi bilan bog'liq ekanligini ko'rsatgan edi.

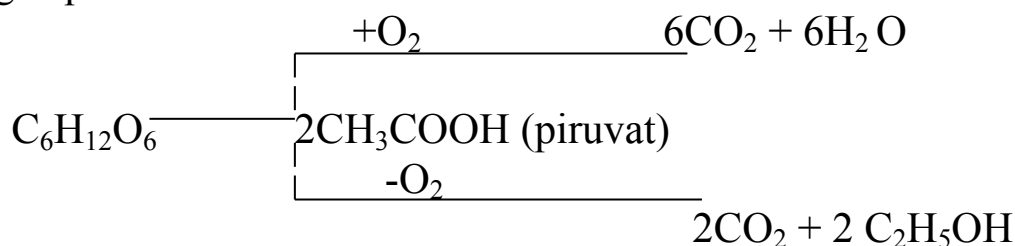
Nafas olishda suvning ishtirok etishi va kislorod vodorodning oxirgi akseptori ekanligini 1955-yilda B. B. Vartapetyan va L. A. Korsanov

tajriba asosida isbotladilar. Buning uchun ular izotoplar (O^{18}) usilidan foydalandilar.

Nafas olish va bijg'ishning o'zaro aloqasi. S.P.Kostichev (1910) ko'rsatishi bo'yicha nafas olish va bijg'ishlar bir xil jarayonlar bilan shakrlarning parchalanishidan boshlanadi. Keyinchalik nafas olish CO_2 va suvning, bijg'ish esa CO_2 va spirtning hosil bo'lishi bilan yakunlanadi. Buni quyidagi sxemada ko'rsatish mumkin:

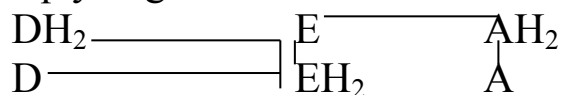


Keyingi yillarda nemis bioximigi K. Neyberg, S. P. Kostichev va boshqalarning ilmiy izlanishlari asosida aniqlanishicha nafas olish va bijg'ish jarayonlari bir-biri bilan oraliq mahsulot pirouzum kislota orqali bog'liqdir.



Hozirda aerob xarakterga ega bo'lgan nafas olish jarayoni ikki bosqichdan iborat ekanligi tasdiqlandi. Birinchi, boshlang'ich – anaerob nafas olish jarayonida murakkab organik moddalar (uglevodlar) oddiy organik moddalarga parchalanadi (pirouzum kislotasiga). Ikkinchi, asosiy – aerob sharoitda piruvat kislotasi karbonat angidrid va suvga parchalanadi. Bunda fermentlar tizimi ham faol ishtirok etadi.

Fermentlar tizimi. Oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari uchun xos bo'lgan asosiy xususiyat elektronlarning ko'chishidir. Moddalar oksidlanganda tarkibidan elektron ajraladi, qaytarilganda esa elektronni biriktirib oladi. Elektron ajratuvchi moddalar donor, qabul qiluvchi moddalar akseptor deyiladi. Donor bilan akseptor birgalikda oksidlanish – qaytarilish tizimini tashkil etadi. Bu reaksiyalarni boshqaruvchi fermentlarga oksidoreduktazalar deyiladi. Fermentlarning donor va akseptor bilan aloqasini quyidagicha izohlash mumkin:

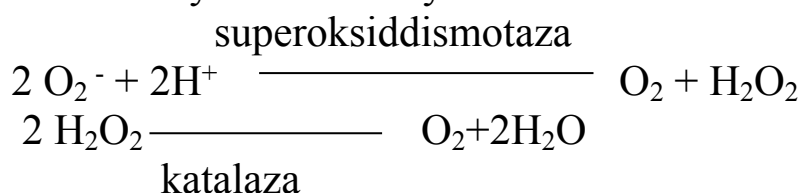


Bu erda D – donor elektron va protonlarini ajratadi, E – ferment ta-shuvchilik reaksiyasini bajaradi, A – akseptor ularni qabul qiladi.

Oksidoreduktazalar uch gruppaga bo‘linadi: 1) anaerob digidrogenazalar; 2) aerob digidrogenazalar; 3) oksigenazalar.

Oksidazalar – elektronlarni faqat kislorodga yetkazib beradi. Aerob xarakterga ega. Bu fermentlar ishtirokida uch xil birikma hosil bo‘ladi: 1) suv; 2) vodorod peroksid; 3) kislorodning superoksid anioni.

Vodorod va superoksid anioni (O_2^-) zararli bo‘lgani uchun hujayrada fermentlar yordamida neytrallanadi:



Suvning hosil bo‘lishida fermentlardan sitoxromoksidazalar, polifenoloksidazalar va boshqalar, vodorod peroksidning hosil bo‘lishida – flavoproteinoksidazalar, kislorodning superoksid anioni hosil bo‘lishida – ksantinoksidazalar ishtirok etadi. Bu fermentlar yordamida kislorod aktiv holatga o‘tadi va organik moddalar bilan birlashadi.

Anaerob nafas olish. Uglevodlarning anaerob sharoitda parchalanishi glikoliz ham deb ataladi. Bu jarayonda juda kam miqdorda energiya ajralib chiqadi va oxirgi bosqich mahsuloti pirouzum kislotasi hosil bo‘ladi. Glikoliz – aerob nafas olish va bijg‘ish jarayonlarining boshlang‘ich bosqichidir.

Navbatdagi reaksiyada fruktoza-1,6-fosfat aldolaza fermenti ishtirokida 3-fosfogliserin aldegidi va fosfodioksiasetonga parchalanadi. Fosfodioksiaseton osonlik bilan triozofosfatizomeraza fermenti ishtirokida 3-fosfogliserin aldegidiga aylanadi. Bu yerda reaksiyalar ikkita uch uglerodli birikma hosil bo‘lishi bilan borganligi uchun bu yo‘l *dixotomik* oksidlanish ham deyiladi.

Glikolizning ikkinchi bosqichi – 3-fosfogliserin aldegidining oksidlanib, 3-fosfogliserat kislotaga aylanishidan boshlanadi. Bu glikolizning asosiy reaksiyalaridan biri bo‘lib, unda trizafosfatdigidrogenaza ishtirok etadi. Bu fermentning aktiv qismini NAD tashkil qiladi. Reaksiyalarda ADF va fosfat kislota ishtirok etib, ATF hosil bo‘ladi. Reaksiya davomida hosil bo‘lgan asilferment fosforolizga uchraydi va natijada makroergik karboksifosfatga ega bo‘lgan 1,3-difosfogliserat kislota hosil bo‘ladi. 1,3-difosfogliserat kislota ADF bilan qayta fosforlanib, ATF va 3-fosfogliserat kislota hosil bo‘ladi.

Glikolizning oxirgi bosqichida 3-fosfoglisarat kislota fosfoglisaramotaza fermenti ishtirokida izomerlanib, 2-fosfoglisarat kislota aylanadi va u bir molekula suvni ajratib, fosfopiruvat kislota enol shakliga aylanadi. Bu reaksiyada enolaza fermenti ishtirok etadi. Fosfoenolpiruvat, o'z navbatida, piruvatkinaza fermenti ishtirokida ADF bilan reaksiyaga kirishib ATF hosil bo'ladi. Enolpiruvat kislota pirouzum kislota aylanadi:



Natijada nafas olishning boshlang'ich anaerob bosqichi pirouzum kislota hosil bo'lishi bilan tugaydi. Bir molekula glyukozaning oksidlanishi natijasida ikki molekula pirouzum kislota hosil bo'ladi.

Bu reaksiyalar natijasida energiyaga boy bo'lgan birikmalar 4 molekula ATF va 2 molekula qaytarilgan NADH_2 hosil bo'ladi. NAD va NADH_2 molekulalari tarkibida ham makroergik bog'lar mavjud. Lekin glikolizning birinchi bosqichida ikki molekula ATF sarflanadi. Shuning uchun ham bu bosqichda ikki molekula samarali ATF ajraladi deb hisoblash mumkin. Har bir molekula NADHning mitoxondriyalarda oksidlanishi natijasida ajralgan kimyoviy energiya ham uchta ATF ga teng. Demak, ikki molekula NADH ning energiyasi ham 6 molekula ATFga teng. Shunday qilib, glikoliz jarayonida ajralib chiqqan umumiy foydali energiya sakkiz molekula ATF ga teng bo'ladi. Har bir ATF ning energiyasi 10 kkal deb hisoblasak, u holda glikoliz jarayonida ajralib chiqqan energiyaning umumiy miqdori 80 kkal ga teng bo'ladi.

Aerob nafas olish. Nafas olishning aerob bosqichi – ikkinchi asosiy bosqich sanaladi. Bu bosqichda pirouzum kislota karbonat anhidrid bilan suvga to'liq parchalanadi. Bu jarayon aerob sharoitda sodir bo'lib, bir qator oraliq moddalar, di- va trikarbon kislotalar ishtirok etadi. Ularning bir-biriga aylanishi halqadan iborat. Shuning uchun ham *di-* va trikarbon tsikli deb ataladi. Bu reaksiyalar tizimini (hayvonlar organizmi-da) 1937-yilda ingliz bioximigi G. Krebs taklif qilganligi uchun uning nomi bilan Krebs tsikli ham deb ataladi. Bu tizimning o'simliklarda ham mavjudligini birinchi marta ingliz olimi A. Chibnell (1939) isbotlagan.

Fumarat kislota bir molekula suvni biriktirib, fumaraza fermenti ishtirokida malat kislotaga aylanadi. Bu kislota o'z navbatida malatdi-gidrogenaza fermenti ishtirokida oksaloasetat kislotaga aylanadi. Fermentning faol qismini NAD tashkil qilib, u reaksiya jarayonida NADH_2 ga qaytariladi.

Doiraning yakunida hosil bo'lgan oksaloasetat kislota o'z-o'zidan tezda enol shaklga o'tadi va yangi asetil SoA molekulasi bilan reaksiyaga kirishi, yangi siklni boshlaydi.

Shunday qilib, har bir siklda bir molekula pirouzum kislotasidan uch molekula CO_2 ajraladi, uch molekula suv ishtirok etadi, bu yosh juft vodorod atomlari ajratiladi. Bu sikl o'simliklar tanasidagi modda almashinuv jarayonida katta ahamiyatga ega. U faqat uglevodlar oksidlanishining yakuniy bosqichi bo'lmay, balki boshqa organik moddalarga (oqsillar, yoglar va boshqalar) ham taalluqlidir.

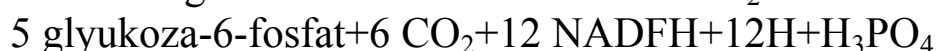
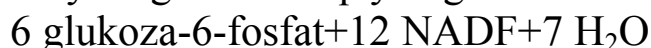
Bundan tashqari, bu siklda hosil bo'lgan oraliq mahsulotlar yangi organik moddalarni sintez qilish uchun sarflanadi (oqsillar, yoglar va boshqalar). Krebs sikli reaksiyalari to'la mitoxondriyalarda sodir bo'ladi va nafas olish jarayonining asosiy yo'li hisoblanadi.

Nafas olishning pentozafosfat tsikli. Bu sikl glukoza – 6-fosfatning bevosita oksidlanishi bilan boshlanadi. Bunda glukoza –6-fosfatdan bir molekula CO_2 ajralib chiqadi va besh uglerodli birikmalar pentozalar hosil bo'ladi. Shuning uchun ham bu yo'l pentozafosfat (yoqi apotomik) parchalanish deyiladi. Uni geksozomonofosfat sikli ham deb ataydilar. Bu yo'l 1935–1938-yillarda O.Varburg, F. Dikkene, V. A. Engelgard va F. Lipman kabi olimlarning izlanishlari natijasida ochildi. Ya'ni o'simliklarda asosiy hisoblanadigan glikoliz va Krebs sikli bilan bir qatorda glyukozaning yana bir muhim yo'l bilan oksidlanishi aniqlandi.

Pentozafosfat yo'li ham, glikolizga uxshaydi, bunda oksidlanuvchi birlamchi mahsulot glyukoza-6-fosfat hisoblanadi. Bu reaksiyalar, asosan, ikki bosqichdan iborat.

Birinchi bosqichda glukoza-6-fosfat oksidlanib, 6-fosfat-glyukolakton kislota hosil qiladi. Bu reaksiya glukoza-6-fosfat-dyog'idrogenaza fermenti ishtirokida boradi. Fermentning aktiv qismini NADP tashkil qilib, u NADPH_2 ga qaytariladi. 6-fosfatglyukolakton kislota suv ishtirokida 6-fosfatglyukonat kislotaga aylanadi va bu kislota dekarboksillanish reaksiyasi natijasida pentozofosfat hosil qiladi. Reaksiya natijasida bir molekula CO_2 va NADPH_2 hosil bo'ladi. Umuman, bir atom uglerodning oksidlanishi natijasida ikki molekula NADP hosil bo'ladi.

Umuman, pentozafofat yoʻlida olti molekula glukoza-6-fosfat ishtirok etsa, uning umumiy tenglamasini quyidagicha koʻrsatish mumkin:



Keyinchalik har bir molekula NADH oksidlanganda 3 molekula ATF sintezlanadi. Demak 12 NADH molekulasi oksidlanganda 36 molekula ATF hosil boʻladi. Bu tsiklda hosil boʻlgan oraliq mahsulotlar – pentozalar organizm uchun juda zarur boʻlgan moddalar (nuklein kislotalar va boshqalar) hosil qilishda ishtirok etadi. Bu yoʻlning hamma reaksiyalari hujayra sitoplazmasining eruvchi qismida protoplastidalar va xloroplastlarda sodir boʻladi. Nafas olishning pentozafofat yoʻli ayniqsa sintetik jarayonlar kuchli borayotgan hujayralarda faol xarakterga ega. Bunday hujayralarda membranalarning lipid komponentlari, nuklein kislotalar, hujayra devori va fenol birikmalar faol ravishda sintezlanadi.

Gliksilat tsikli. Bu tsikl (1957) birinchi marta G. L. Korenberg va G. A. Krebs tomonidan bakteriyalar va mogʻor zamburugʻlarida aniqlangan edi. Keyinchalik aniqlanishicha, u moyli oʻsimliklarning unayotgan urugʻlarida va zapas yogʻlar, shakarlarga aylanishi kerak boʻlgan organlarida sodir boʻlar ekan. Gliksilat sikli hujayradagi maxsus organoid-gliksisomalarda sodir boʻladi. Mitoxondriyalarda, shuningdek, hayvon hujayralarida ham bu tsikl boʻlmaydi.

Gliksilat sikli asosan moyli oʻsimliklarning nafas olishidagi aerob bosqichida Krebs tsikli oʻrnida sodir boʻladi, chunki u Krebs siklining maʼlum miqdorda oʻzgargan yoʻlidir:

1) Krebs tsiklining bir qismida: izositrat kislota — a-ketoglutarat kislota — suksinil — CoA — suksinat kislota — fumarat kislota — malat kislota...

3) gliksilat siklining shu qismida:
izositrat kislota — suksinat kislota — gliksalat kislota — asetil CoA — malat kislota...

Koʻrinib turibdiki, Krebs tsiklidan farqli oʻlaroq bu tsiklda gliksilat kislota va asetil CoA hosil boʻladi va natijada har bir doirada ikki molekula asetil CoA ishtirok etadi. Umuman, gliksalat sikli zapas yogʻlarni sarflaydi va yogʻlarning parchalanishida oraliq modda – asetil CoA hosil boʻladi.

13-ma'ruza

NAFAS OLISHNING O'SIMLIK HAYOTIDAGI AHAMIYATI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Nafas olish o'simliklarning hayotiy jarayoni. 2. O'simliklarni yoshi va holatiga qarab har hil nafas olish yo'llari-ning aktivlanishi. 3. Nafas olish va fotosintezni o'simliklar mahsuldorligidagi o'rni.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda nafas olish o'simliklarning hayotiy jarayoni, o'simliklarni yoshi va holatiga qarab har hil nafas olish yo'llari-ning aktivlanishi, nafas olish va fotosintezni o'simliklar mahsuldorligidagi o'rni haqida tushuncha hosil qilish.	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar nafas olish o'simliklarning hayotiy jarayoni haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, BBB, Venn diagrammasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich. 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni	1.2. Nafas olish o'simliklarning hayotiy jarayoni esga tushiriladi, o'quv mashg'ulotiga kirish davo-mida, dastlab,	Tinglashadi, aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni

olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning Bilaman, Bilishni hohlayman grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	BBB jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich. Asosiy (50 min.)	1. Nafas olish o'simliklarning hayotiy jarayoni tushuntiriladi. 2. O'simliklarni yoshi va holatiga qarab har hil nafas olish yo'llarining aktivlanishi tushuntiriladi.. 3. Nafas olish va fotosintezni o'simliklar mahsuldorligidagi o'rni tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalining Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi, va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi taxlil qilinadi 3.3.Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalining yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Nafas olish o'simliklarning hayotiy jarayoni.
2. O'simliklarni yoshi va holatiga qarab har hil nafas olish yo'llarining aktivlanishi.
3. Nafas olish va fotosintezni o'simliklar mahsuldorligidagi o'rni.

Fotosintez jarayonida hosil bo'lgan shakarlar va boshqa organik moddalar o'simlik hujayralarining asosiy oziq moddalari hisoblanadi.

Bu organik moddalar tarkibida ko'p miqdorda kimyoviy energiya to'plab, nafas olish jarayonida ajralib chiqadi va hujayradagi barcha sintez reaksiyalarini energiya bilan ta'minlaydi. O'simliklar hujayralarida boradigan oksidativ reaksiyalar organik moddalarning kislorod ishtirokida anorganik moddalarga (CO_2 va H_2O) parchalanishi va kimyoviy energiya ajralib chiqish jarayoniga nafas olish deyiladi. Bu jarayonning sxematik tenglamasini qo'yidagicha ko'rsatishimiz mumkin:



Nafas olish muhim fiziologik jarayon bo'lib, barcha tirik organizmlarga xos xususiyatdir. Bunda uglevodlar muhim ahamiyatga ega. Biroq uglevodlarning tirik organizmlarda bajaradigan vazifasi faqat ularga energiya etkazib berish bilan yakunlanmaydi. Ularning parchalanishida bir qator oraliq birikmalar hosil bo'ladi. Bu birikmalar o'simliklar tanasida uchraydigan boshqa organik moddalarning (yog'lar, aminokislotalar va boshqalar) asosini tashkil etadi. Demak, o'simlik tanasida organik moddalarning turli xilligida nafas olishining ahamiyati katta.

Lekin o'simliklarning (hayvon va odamlarnikiga o'xshash) maxsus nafas olish a'zolari bo'lmaydi. Ularning barcha hujayralari va to'qimalari mustaqil nafas olish xususiyatiga ega. Barcha tirik hujayralarning organoidi sanaladigan mitoxondriyalar nafas olish a'zosi hisoblanadi. Ana shu mitoxondriyalarda murakkab organik birikmalar (asosan, uglevodlar) fermentlar tizimi ishtirokida kislorod yordamida oksidlanib, suv va CO_2 ga parchalanadi. Bu reaksiyalar tizimiga biologik oksidlanish deyiladi.

Tirik organizmlarda boradigan nafas olish jarayonida kislorodning rolini dastlab XVIII asrning oxirlarida fransuz olimi A. L. Lavuaze ilmiy asoslab bergan edi. U o'zining 1773–1783-yillarda o'tkazgan bir qator tajribalarida nafas olish va yonish jarayonlarining o'xshashligini isbotlab berdi. U nafas olishda ham, xuddi yonishdagidek, atmosferadan kislorod yutiladi va atmosferaga karbonat angidrid ajralib chiqadi, deb ta'kidladi. A. L. Lavuaze o'z kuzatishlariga asoslanib, nafas olish bu kislorod yordamida organik moddalarning juda ham sekinlik bilan yonishidir degan xulosaga keldi. Taxminan, shu vaqtlarda (1777) Sheele urug'lar bilan o'tkazgan tajribalari asosida, unayotgan urug' solingan yopiq idishda kislorodning miqdori kamayib, CO_2 miqdorini ko'payganini aniqladi.

1778 – 1780-yillarda Y. Ingenxauz yashil o'simliklar qorong'ida kislorodni yutib karbonat angidrid chiqaradi va bu jihatdan hayvonlarga

o'xshaydi, o'simliklarni yashil bo'lmagan qismlari esa yorug'likda ham kislorod yutishi mumkin, degan xulosaga keldi.

O'simliklarning nafas olishini N. T. Sossyur asoslab berdi. U 1797 □ 1804-yillarda birinchi marta miqdoriy analizlar o'tkazdi va qorong'ida o'simliklar qancha O₂ yutsa, shuncha CO₂ ajratib chiqishini isbotladi. Ya'ni yutilgan kislorod ajralib chiqqan karbonat angidrid bilan bir qator-da, suv va energiya ham hosil bo'lishini isbotladi. Ammo Sossyurning bu muhim fikrlari boshqa olimlar tomonidan uzoq muddatgacha e'tibor-ga olinmadi. Ajralib chiqayotgan CO₂ fotosintezda ishlatilmay qolgan CO₂ bo'lib, u qayta chiqadi, uning nafas olishiga aloqasi yo'q, deb tu-shuntirildi. Shu olimlar qatorida taniqli nemis fiziologi Y. Libix (1942) ham bor edi.

Keyingi yillarda ayniqsa XIX asrning oxiri □ XX asrning boshlarida juda ko'p olimlarning (Borodin, Bax, Palladin, Kostichev, Varburg va boshqalar) tajribalari asosida o'simliklarning nafas olishi muhim fiziolo-gik jarayon ekanligi, asosan shu jarayon natijasida ajralib chiqqan kim-yoviy energiya hujayralardagi sintetik reaksiyalarni energiya bilan ta'-minlashi mumkinligi isbotlandi.

Umuman, o'simliklarning nafas olishi muhim fiziologik jarayon bo'lib, u qorong'ilik yoki yorug'likdan qat'iy nazar tirik hujayralarda doimiy xarakterga ega, hatto omborlarda saqlanadigan urug'larda, o'sish va rivojlanishi to'xtab tinch holga o'tgan daraxtlarda (qish faslida), tinch holdagi ildiz va ildiz mevalarda, boshqa tirik hujayra va to'qimalarda nafas olish to'xtamaydi. Faqat uning jadalligi past bo'lishi mumkin. Nafas olishning to'xtab qolishi organizmning nobud bo'lishi bilan yakunlanadi.

Nafas olish koeffitsiyenti. O'simliklarning nafas olish jarayonida ajralib chiqqan karbonat angidridning yutilgan kislorodga bo'lgan nisbatiga – nafas olish koeffitsiyenti deyiladi (NK):

$$NK=nCO_2/nO_2$$

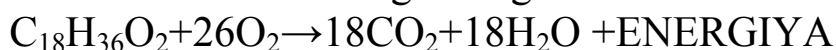
Biologik oksidlanish jarayonida uglevodlardan tashqari, boshqa organik moddalar (yog'lar, yog' kislotalari, oqsillar va boshqalar) ham ishtirok etishi mumkin. Shuning uchun nafas olish jarayonida ishtirok etadigan organik modda turiga qarab nafas olish koeffisientining darajasi ham har xil bo'ladi.

Nafas olish jarayonida uglevodlar ishlatilsa–koeffitsiyent birga teng bo'ladi: $C_6H_{12}O_6+6O_2\rightarrow 6CO_2+6H_2O+ENERGIYA$

$$HK=6CO_2/6O_2 = 1$$

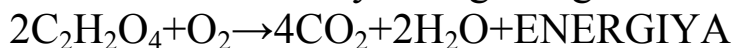
Chunki bir molekula glyukozaning oksidlanishi uchun olti molekula kislorod yutiladi va olti molekula karbonat angidrid ajralib chiqadi.

Nafas olish jarayonida yog‘ kislotalari va oqsillar ishlatilsa, nafas olish koeffisienti birdan kichik bo‘ladi. Chunki bu organik moddalarning tarkibida kislorodning miqdori uglerod va vodorodga nisbatan juda kam, shuning uchun ularni oksidlantirish uchun kislorod ko‘proq sarf etiladi. Masalan stearin kislotasining biologik oksidlanishi:



$$\text{NK} = 18\text{CO}_2 / 26\text{O}_2 = 0,69;$$

Nafas olish jarayonida organik kislotalar ishlatilsa, nafas olish koeffitsiyenti birdan yuqori bo‘ladi. Chunki bu molekula tarkibida kislorod uglerod va vodorodga nisbatan ko‘p va uni oksidlantirish uchun kamroq kislorod sarflanadi. Masalan, otquloq kislotasining biologik oksidlani-shida nafas olish koeffitsiyenti 4ga teng bo‘ladi.



$$\text{NK} = 4\text{CO}_2 / \text{O}_2 = 4;$$

Nafas olish koeffisientining darajasi nafas olish mahsulotiga bog‘liqligi faqat kislorod miqdori etarli sharoitda sodir bo‘ladi. Lekin oksidlanish kislorodsiz (anaerob) muhitda borganda nafas olish koeffisientining darajasi o‘zgarishi mumkin. Masalan, urug‘lar kislorod kam yoki anaerob sharoitda nafas olganda (suvga botirilib saqlansa) havodan O_2 yutilmaydi, lekin CO_2 ajralib chiqadi. Bunda nafas olish koeffisienti birdan yuqori bo‘ladi.

O‘simliklarning nafas olish jarayoni ulardagi modda almashinuvining muhim qismini tashkil etib, o‘rish, rivojlanish va hosildorlikning asosini tashkil etganidek, etishtirilgan mahsulotlarni uzoq muddatga va sifatli saqlash nafas olish tezligini boshqarishga asoslangan.

Mahsulotlarni saqlashda nafas olish jadalligi qancha past bo‘lsa, organik moddalarning miqdori shuncha kam sarflanadi va ular sifatli saqlanadi. Nafas olish jadadligining darajasi, eng avvalo, harorat va namlik miqdoriga bog‘liq.

Donlarning tarkibidagi suv miqdorini va ular saqlanadigan omborlar haroratini boshqarish katta ahamiyatga ega.

Suv miqdori gallasimonlarning donlarida 14 % va moyli o‘simliklarning donlarida 8 □ 9 %dan oshmaganda, harorat esa 0° atrofida bo‘lganda nafas olish eng past darajada saqlanadi. Namlikning miqdori 18 □ 22 % va harorat 45 □ 50° ga etganda nafas olish jadalligi ham keskin oshadi. Natijada urug‘lardagi zapas organik moddalar tezlik bilan sarf-

lanadi. Buning natijasida ajralib chiqqan kimyoviy energiya issiqlik energiyasiga aylanadi, omborlarning harorati yanada oshadi va har xil chirituvchi mikroorganizmlarning rivojlanishiga sharoit yaratiladi. Bunday sharoitda saqlangan donlar unib chiqish qobiliyatini yo'qotadi. Shuning uchun ham donlarni saqlashda namlik kam miqdorda bo'lishi maqsadga muvofiq.

Meva sabzavotlarni saqlash donlarni saqlashdan biroz farq qiladi. Chunki ularning tarkibida suv juda ko'p ($75 \div 90$ % gacha). Suvni kamaytirish ular sifatining pasayishiga sabab bo'lishi mumkin. Shuning uchun ham meva-sabzavotlarni saqlashda bosh omil harorat hisoblanadi. Eng qulay harorat 0° atrofida bo'lishi aniqlangan. Maxsus xonalarda va muzlatgichlarda saqlanganda ham harorat $3 \div 7^{\circ} \text{C}$ dan oshmasligi kerak. Masalan, kartoshka uchun saqlash harorati $2 \div 4^{\circ} \text{C}$, karam uchun 0° dan $\div 1^{\circ} \text{C}$, qolgan meva va sabzavotlar uchun $+0 \div +1^{\circ} \text{C}$ eng qulay ekanligi aniqlangan. Bunda nafas olish tezligi past bo'lib, mahsulotlar sifatli saqlanadi. Meva va sabzavotlarni saqlashda CO_2 ning miqdori ham katta ahamiyatga ega. U ko'p bo'lsa, nafas olish jadalligi pasayadi.

14-ma'ruza
NAFAS OLIISH EKOLOGIYASI

Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1. Nafas olish ekologivasi. 2. Ontogenez davomida nafas olib jadalligining o'zgarishi. 3. Mexanik ta'sirlar va zararlanish. 4. Mineral moddalarning ta'siri. 5. Suv rejimi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda nafas olish ekologivasi roli haqida tushuncha hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Ynagi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar nafas olish ekologivasi haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, BBB, Venn diagrammasi
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bos-qichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich. 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	1.2. Nafas olish ekologivasi esga tushiriladi, o'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning Bilaman, Bilishni hohlayman grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilganidan so'ng ma'ruza boshlanadi.	Tinglashadi, aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalar ni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.

2-bosqich. Asosiy (50 min.)	2.1. Nafas olish ekologivasi tushuntiriladi. 2.2. Ontogenez davomida nafas olish jadalligining o'zgarishi. 2.3. Mexanik ta'sirlar va zararlanish. 2.4. Mineral moddalarning ta'siri. 2.5. Suv rejimi tushuntiriladi.	Konspekt yozishadi, tinglashadi, Mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1. Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2. Talabalarga BBB jadvalini Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi. 3.3. Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalini yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Nafas olish ekologivasi.
2. Ontogenez davomida nafas olish jadalligining o'zgarishi
3. Mexanik ta'sirlar va zararlanish.
4. Mineral moddalarning ta'siri.
5. Suv rejimi.

Nafas olish ekologivasi. Nafas olish o'simliklarning turiga, yoshiga va yashash muhitiga bog'liqdir. Yosh organizmlarda nafas olish kuchli bo'ladi. Ontogenezning oxirida esa nafas olish jadalligi pasayib boradi. Tinim holatdagi urug'larda nafas olish jadalligi juda past bo'ladi.

Kislorodning ta'siri. Ma'lumki, atmosfera havosida 21 % O₂ bor. Ushbu miqdor nafas olish jarayonining juda yaxshi kelishi uchun bema'lol yetadi. Chunki uning miqdori ikki baravar kamayganda ham (-5 %) nafas olish jadalligi pasaymaydi. Ammo havodagi toza kislorodning

miqdori 5 % bo'lganda, yosh o'simliklarning nafas olish jadalligiga ta'sir qilishi mumkin. Ammo CO_2 birikmasining ajralishi kamaymaydi. Chunki o'simliklarga O_2 yutilishiga ixtisoslashgan sitoxromoksidaza fermenti faolligi kislorod kam bo'lgan sharoitda ham pasaymaydi.

Bularning barchasi o'simliklardagi nafas olish jarayoni evolutsiya mobaynida atmosfera havosida kislorod kam bo'lgan sharoitda vujudga kelganligidan dalolat beradi hamda o'simliklar hujayralari energetik darajasining kislorod kam sharoitda ham yaxshi ketishidan dalolat beradi.

Masalan, qandlavlari barglari to'qimalaridagi kislorodning miqdori sutka mobaynida 7,1% $\square$ 17,4 % oralig'ida o'zgarib turishi mumkin. Bu yerda shuni ham aytib o'tish lozimki, C O_2 miqdori 0,9 $\square$ 5,1% oralig'ida o'zgarib turishi mumkin. Olma mevasining mag'zida 7,5 % CO_2 va 13,9 % O_2 bo'lsa, limonda ushbu ko'rsatkichlar mos ravishda 8,5% va 1,5% miqdori tashkil qiladi. O'simlikning rivojlanishida faqatgina uning yer ostki organlarida birmuncha O_2 yetishmasligi sezilib turadi. Tuproqda suv ko'p bo'lgan holatlarda, shuningdek, qatqaloqli sharoitlarda O_2 kam bo'lganligi tufayli bijg'ish jarayoni ustunlik qila boshlaydi. Buning natijasida hujayralarda spirt to'plana boshlaydi. Buning natijasida o'simlik itdizlari choriydi va u nobud bo'ladi. Doimiy ravishda kislorod yetishmasligi sharoitida o'suvchi o'simliklarda ushbu holga nisbatan birqancha moslanishlar vujudga kelgan. Masalan, ular poyalari va itdizlarida parenximalarning mavjudligi, nitratlar kislorodidan foydalanish (nitratni nafas olish), achish mahsulotlarini (etanol, sut kislotasi) chiqarilishi va ulardan moddalar almashinuvida foydalanish mexanizmlarining mavjudligi shular jumlasidandir.

Atmosfera faqat toza kislorod bo'lgan holatida o'simliklarning nafas olish jadalligi susayadi va bu holat uzoq davom etsa o'simlik halok bo'ladi. Ushbu holat o'simlik hujayralarida ko'plab erkin radikallarining hosil bo'lishi, membrana lipidlarining jadal oksidlanishi tufayli moddalar almashinuvi jarayonlarining buzilishi natijasida yuzaga keladi.

Qishloq xo'jaligi amaliyotida o'simliklar itdizlariga kislorod yetishmasligining oldini olish uchun doimiy ravishda tuproqlarni yumshatish tadbirlari o'tkazilib turilishi lozim va bu tadbir yuqori hamda sifatli olishning asosiy garovlaridan biridir.

CO_2 gazining ta'siri. O'simlik hujayralarida oxirgi mahsulot sifatida CO_2 miqdorining ko'payib kelishi nafas olish jadalligini pasaytiradi. Chunki hujayralarda CO_2 miqdorining ko'payib ketishi dekarboksillanish jarayoni to'xtaydi, NOK kamayadi va CO_2 gazining ajratilishi kama-

yib, suksinatdegidrogenaza fermenti faoiligi ham keskin pasayib ketadi. Shuningdek, CO₂ yog'larda yaxshi eriganligi uchun uning hujayralarda ko'payib ketishi membranalar o'tkazuvchanligiga salbiy ta'sir qilishi mumkin. O'simliklarga ushbu gazning narkotik ta'siri ham bo'lishi mumkin. Anaerob sharoitda o'simliklar metabolizm CO₂ tufayli boshqariladi degan fikrlar ham yo'q emas. Barglardagi CO₂ gazining yuqori miqdori uning og'izchalarining yopilishiga olib kelib, nafas olish jarayoniga ham ta'sir qilishi mumkin.

Atmosfera havosida ushbu gaz miqdorining ko'payishi o'simlik to'qimalarida nafas olish tezligining pasayishiga olib keladi. Shuning uchun ham urug' po'slida CO₂ qanchalik ko'p bo'lsa u o'zining unib chiqish qobiliyatini shunchalik yo'qotmaydi. Qishloq xo'jalik mahsulotlari saqlanayotgan omborlarida meva va poliz mahsulotlarning uzoq saqlanishi, muhitdagi CO₂ miqdoriga bog'liq, ya'ni ushbu gaz miqdorining ko'p bo'lishi ularning nisbatan uzoq saqlanishiga olib keladi.

Binobarin, to'qimalarda CO₂ miqdorining ko'p bo'lishi urug'larning uzoq vaqt tinim holatida bo'lishiga yordam beradi.

Haroratning ta'siri. Nafas olishga bevosita ta'sir etuvchi omillardan biri bu haroratdir. Nafas olish jadalligida haroratning uch chegarasi mavjud, ya'ni minimal, maksimal va optimal. Ammo bu holat har bir tur o'simlik uchun turlichadir. Masalan, minimal harorat archa va qarag'ayda -25 C bo'lsa, issiqsevar o'simliklarda bu ko'rsatkich 0°C atrofida Haroratning ma'lum darajasigacha nafas olish jadalligi kimyoviy reaksiyalarning borishiga nisbatan yaratilgan Vant Goff qoidasiga bo'ysunadi ya'ni haroratning har 10°C oshishi jarayon jadalligining ikki marotaba ortishiga olib keladi. Masalan, haroratning 0° 20X ortishi nafas olish jadalligini ikki-uch baravar oshiradi ($Q=2 \times 3$). Ammo bu holning ham chegarasi mavjud, ya'ni harorat 0° 20°C ko'rsatkichdan yuqori bo'lganda Q_{10} ham pasayadi. Ko'pchilik o'simliklarda harorating 50°C 55°C darajasi nafas olish jadalligining pasayishiga va o'simlikning qattiq zararlanishiga olib keadi. Buning sabablaridan biri yuqori haroratlarda kislorodning suyuqliklarda yaxshi erimasligi bo'lishi mumkin. Shuningdek, nafas olishga harorating ta'siri boshqa ta'sirlar, masalan, atmosfera havosida kislorodning kamayishi yoki karbonat angidrid gazining ortishi bilan borishi mumkin. Har bir tur o'simlik uchun haroratning yuqori pastki chegaralari mavjud. Masalan, sovuq iqlim o'simliklari (ignalilar, yel, qarag'ay) uchun ushbu ko'rsatkichning pastki chegarasi -25°C. Harorating yuqori chegarasi

fotosinlezz jarayoniga nisbatan $5-10^{\circ}\text{C}$ yuqori bo'lad va ko'pchilik hollarda $45-55^{\circ}\text{C}$ atrofida bo'ladi.

Umuman ko'pchilik o'simliklar uchun nafas olish jadalligi uchun muqobil maksimal harorat, $45-55^{\circ}\text{C}$ atrofida bo'ladi. Bu uining oqsillarining xususiyatlariga bog'liqdir. Haroratning ushbu darajasi deyarli barcha biokimyoviy reaksiyalar va fermentlarning eng yuqori faolligi uchun qulaydir.

Haroratning muqobil ta'siri uning ta'sir etish vaqtiga ham bog'liq. Masalan, grechka o'simligida harorating muqobil ta'siri $116,60^{\circ}\text{C}$ haroratda 30 davomida bo'lsa, 44°C haroratda 2 soat, 42°C ko'rsatkichida esa 6 soatga teng.

Suv rejimi. O'simlik to'qimalarida suv balansining o'zgarishi nafas olish jadalligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillardan biridir. O'simliklarning birlamchi suv tanqisligida to'qimalarda nafas olish tezlashadi, keyinchalik esa pasayadi. O'simliklar maysalariga to'satdan suv yetishmaganida nafas olish jadaltigi qisman oshishi mumkin.

To'qimalardagi suv miqdorining nafas olish jadalligiga ta'sirini urug'lar misolida yaqqol ko'rish mumkin. Masalan, quruq unig'larining ($10-11\% \text{H}_2\text{O}$) nafas olishi deyarli sezilarli emas.

Pishmagan urug'larda suv ko'p bo'lishligi sababli nafas olish kuchli bo'ladi. Pishgan urug'larda suv miqdori -10% bo'ladi. Shuning uchun ham ushbu sharoitda nafas olish jadalligi pasayib, urug' uzoq vaqt o'z unuvchanligini yo'qolmasdan saqlanadi. Ivitilgan urug'larda esa, aksincha, nafas olish jadalligi oshadi va unish boshlanadi. Masalan, urug'lar namligining $14-15\%$ bo'lishi nafas olish jadalligini quruq urug'lardagiga nisbatan $4-5$ marta oshiradi.

Urug'lar namligini $30-35\%$ ga oshirish nafas olish jadalligini 10^3 marotabagacha oshirishi mumkin. Ammo bunda haroratning ta'siri ham kattadir. Masalan, bir xil namlik darajasining $0-10^{\circ}\text{C}$ haroratdagi nafas olish jadalligiga ta'siri $18-25^{\circ}\text{C}$ haroratdagiga nisbatan past bo'ladi. Urug'ning unuvchanligini uzoq vaqt saqlash uchun, uning namlik chegarasini oshishiga yo'l qo'ymaslik zarur. Shuni alohida ta'kidlab o'tish lozimki, urug'lar namligining yuqori bo'lishi ularning yonib ketishiga ham olib keladi. Bu, ayniqsa, moyli osimliklarda ko'p uchraydi. Shuning uchun ham respublikamiz qishloq xo'jaligining asosiy texnik ekini bo'lgan paxta hosilini xirmonlashdan oldin, uning namligi laboratoriyalarda yaxshilab tekshiriladi va namlik chegarasi 10% bo'lgandagina, paxta hosilini xirmonlashga (buntlashga) tavsiya qilinadi. Paxta qabul qilish

zavodlarida bitta paxta xirmoniga odatda 35–700 t. atrofida paxla bosilganligi sababli ularda xirmonning uzun iga kichkina g'or shaklida yo'lak qilinadi va zarur hollarda shamollatgichlar yordamida havo haydab turiladi.

Shuni aytib o'tish lozimki, qishloq xo'jalik mahsulotlarini saqlashda nafas olish jarayonining ahamiyati juda katta. Chunki yetishtirilgan mahsulotlarni saqlash muddati ulardagi nafas olish tezligiga bog'liq. Nafas olish jadalligi qanchalik past bo'lsa, mahsulotlarning organik moddasi ham shunchalik kam sarf bo'ladi va sifatli saqlanadi. Shuningdek, ushbu jarayon harorat va mahsulotlar tarkibidagi suv miqdoriga bevosita bog'liqdir. Masalan, boshqodoshlar donlarida 13–14 % suv bo'lsa, moyli o'simlik uig'ida 8–9 % bo'lishi mumkin. Nafas olish jadalligi 0 °C haroratda o'ta past bo'ladi. Ammo muhitda harorat va namlikning o'r-tishi nafas olish jadailigining tezda ortib ketishiga olib keladi.

Havo namligi 20–25 %, harorati 40–45 °C bo'lsa nafas olish jadalligi keskin oshadi. Buning natijasida urug'lar tarkibidagi organik moddaning sarflanishi ortadi va ko'plab issiqlik ajralib omborxona harorati oshadi. Bu hol, o'z navbatida, mikroorganizmlarining tez o'sishiga olib keladi.

Ma'lumki, sabzavotlar va poliz ekinlari mevalari suv miqdori anchagina ko'p (70–78 %) bo'ladi. Ular tarkibidagi suvning kamayishi esa mahsulotlar sifatining buzilishiga olib keladi. Shuning uchun bu yerda hal qiluvchi omil harorat hisoblanadi. Uzoq vaqtli tajribalar natijalaridan kelib chiqqan holda omborxonalardagi harorat 3–7 °C atrofida bo'lishi tavsiya etiladi. Ammo ushbu ko'rsatkich ham barcha ekinlar uchun bir xil emas. Masalan, muqobil harorat kartoshka uchun 2–4 °C bo'lsa, karam uchun 0 °C, boshqa ko'pchilik mevalar uchun esa 0–1 °C eng qulay haroratdir. Shuningdek, qishloq xo'jalik mahsulotlarini saqlashda omborxonalar muhitidagi CO₂ miqdori ham alohida o'rin tutadi, ya'ni uning miqdori qanchalik ko'p bo'lsa, nafas olish jadalligi ham shunchalik past bo'ladi va ushbu mahsulotlar anchagina uzoq saqlanadi.

Yorug'likning ta'siri. Yorug'likning yashil barglar nafas olish jadalligiga ta'siri kam o'rganilgandir. Chunki yorug'likda nafas olish bilan birgalikda fotosintez jarayoni ham ketadi. Nafas olish jarayonida o'simlik tomonidan chiqarilgan CO₂ miqdorining fotosintez jarayonida yutilgan O₂ miqdoriga teng bo'lgan holatidagi yorug'lik miqdori uning kompensatsion punkti deyiladi. Yorug'lik fotosintez jarayonini tezlashtirgani

kabi haroratni oshirishi ham mumkinligi tufayli nafas olish jarayonini ham jadallashtiradi,

Yorug'lik nafas olish jarayoniga fizbiologik jarayonlar orqali ta'sir etadi. Yashil bo'lmagan o'simliklarda yorug'lik to'g'ridan to'g'ri ta'sir etishi kuzatilgan.

Etiollangan barglarda, yorug'lik ta'sirida nafas olish ikki marotaba jadallashishi mumkin, Chunki yashil bo'lmagan o'simlik qismlarining nafas olish jadalligi ultrabinafsha (380 nm), ko'k va yashil nurlar (400 – 500 nm) ta'irida faollashadi.

Quyosh nurlarining 380 – 600 nm qismi karotinoidlar, flavinlar va mitoxondriyalar nafas olish zanjirining barcha sitoxromlari tomonidan yaxshi qabul qilinadi.

Nafas olish jadalligining kuchayishi bu yorug'lik qabul qiluvchi komponentlarga nurlarning to'g'ridan to'g'ri tushishi bilan ifodalanishi mumkin.

Yorug'likda yashil o'simliklarda nafas olish va fotosintez jarayonlarining bir-biriga munosabati to'la ma'lum emas. Hozirgi vaqtda fotofosforirlanish jarayonida hosil bo'lgan ATF moddasining foydalanilishi haqida ikkita fikr mavjud.

1. Xloroplastlar fotofosforirlanish jarayonida hosil bo'lgan ATF birikmasidan ko'proq uglevodlarning sintezi uchun foydalanadilar va juda oz qismini hujayraning boshqa energelik ehtiyojlari uchun berishi sitoplazma uchun ATF moddasini mitoxondriyalar beradi. Qorag'ulikda xloroplastlarning o'zi sitoplazmadan energiya kelishiga muhtojdir.

2. Fotosintezdagi ATF faqatgina CO₂ gazini o'zlashtirish uchun emas, balki boshqa energiya talab jarayonlarni ham energiya bilan ta'minlaydi.

Yorug'likda mitoxondriyalardagi oksidlanishli fosforirlanish sekinlashadi. Krebs siklida esa kuchayadi, chunki uning oraliq mahsulotlari xloroplastlarning faoliyati uchun zarurdir.

Mineral moddalarning ta'siri. O'simliklarning nafas olish jadalligiga mineral moddalarning ta'siri hozircha yaxshi o'rganilmagan hisoblanadi. Masalan, o'simliklar o'sayotgan muhitga tuz sepish ularning il-dizlarida nafas olish jadalligini kuchaytiradi va u sho'rli nafas olish no-mini olgan, Bu holat o'simliklarda moddalat almashinuvining kuchayishi bilan bog'liq deb qaraladi. Ammo bu holat yaxshi o'rganilmagan. Ayrim hollarda eritmadan tuz ajratib olingandan so'ng ham nafas olish jadalligining yuqori darajasi saqlanib qolgan. Shuningdek, o'simlikning

boshqa organlari to'qimalarida tuzlarning ushbu samarasi doimo ham kuzatilavermaydi.

Mexanik ta'sirlar va zararlanish. O'simliklar bargiariga mexanik tavsivlar yoki ularning zararlanishi to'qimalar tomonidan O_2 yutilishini qisqa vaqiga (bir necha daqiqadan bir soatgacha) oshishiga olib keladi. Mexanik ta'sirlarning xili ham barglar nafas olish jarayoniga har xil ta'sir qiladi. Biz buni quyidagicha ifodalashimiz mumkin qirqish>egish> bosish. Barglarni jarohatlangandagi nafas olish jadalligining oshishiga quyidagi uchta hol sababchi bo'lishi mumkin:

1. Zararlangan hujayra vakuolalaridan chiqqan fenol birikmalari va boshqa moddalaning oksidazalar ta'sirida to'la oksidlanishi.

2. Nafas olish uchun zarur substratlar miqdorining oshishi.

3. Zararlangan hujayra tuzilmalarining va membrana potentsiallarining tiklanish jarayonlarining faollanishi.

Onfogenez davomida nafas olish jadalligining o'zgarishi, O'simliklarning nisbatan yosh organlari va to'qimalarida ham faol o'sish bosqichida nafas olish jadalligi yuqori bo'ladi. Yosh barglar yoyilib va kengayib borgan sari ulardagi nafas olish jadalligi (NOJ) ortib boradi. Qachonki barg o'sishdan to'xtasa, ya'ni hujayralarning umumiy soni va o'lchami o'zgaras bo'lib qoigan taqdirda NOJ miqdori ham o'sishdan to'xtaydi. So'ngra NOJ maksimal miqdorining deyarli yarmiga kamayadi va uzoq vaqt o'zgarasdan qoladi. O'simliklarning gullash va meva hosil qilish davri ushbu organlarning NOJ miqdorining ham ko'payishi bilan xarakterlanadi. Bu hol o'z navbatida o'simlikda moddalar almashinuvi juda yuqori darajada bo'lgan yangi organlar hamda to'qimalarning paydo bo'lishi bilan ifodalanadi. Mevalarning pishishi davridagi oxirgi 2 □ 3 kunda (yumshashi davrida) NOJ yanada baland bo'lib so'ngra pasaya boradi. Xuddi shunga o'xshash hol barglarning sarg'ayishi davrida ham kuzatiladi. Yuqorida keltirilgan ikki holatda ham etilen gormonining miqdori ko'payadi va ikki xil ta'sir qilishi Birinchidan, membranalarning o'tkazuvchanligi ortadi va oqsillarning gidrolizi (parchalanishi) tezlashadi. Buning natijasida esa nafas olish substratlarining miqdori ko'payadi.

Ikkinchidan, ehlamol ayrim fermentlar va oqsillarning sintezlanish jarayoni kuchayadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib aytish mumkinki, nafas olish jarayoni o'simlikning o'sishi, rivojlanishi bosqichlarida uning talabiga va tashqi muhit sharoitlariga qarab o'zgarib turishi mumkin.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Nafas olishda qurg'oqchilikning va CO₂ gazi miqdorining ta'siri?
2. Paster effekti nima?
3. Nafas olishda qaysi omillar substrat, qaysilari boshqaruvchi va zifasini bajaradi?
4. Nafas olish genotipga va geograik ketib chiqishga bog'liqmi?
5. O'simliklar nafas olishni qanday boshqaradi?
6. Nafas olish fennentlari faolligi qanday boshqariladi?
7. Nafas olish jarayonining halqaligining ahamiyati nimada?
8. O'simliklar nafas olish jarayonini qaysi darajada boshqaradi?

15-ma'ruza
HOSILNI SAQLANISHIDA NAFAS OLISHNI O'RNI
Ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasining modeli

O'quv vaqti: 80 minut	Talaba soni
O'quv mashg'ulotining tuzilishi Ma'ruza rejasi	1.Hosilni saqlanishida nafas olishni o'rni. 2. Aneksiya va adaptatsiya.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: talabalarda hosilni saqlanishida nafas olishni o'rni, aneksiya va adaptatsiya haqida tushuncha hosil qilish.</i>	
Pedagogik vazifalar: Yangi mavzu bilan tanishtirish, mavzuga oid ilmiy atamalarni ochib berish, asosiy masalalar bo'yicha tushunchalarni shakllantirish.	O'quv faoliyatining natijalari: Talabalar hosilni saqlanishida nafas olishni o'rni haqida tasavvurga ega bo'ladilar, asosiy ma'lumotlarni konspektlashtiradilar.
Ta'lim usullari	Ma'ruza, BBB,"Aqliy hujum"
O'quv faoliyatini tashkil qilish shakli	Ommaviy
Ta'lim vositalari	Slaydlar, marker, flipchart
Qayta aloqa usullari va vositalari	Savol-javob

O'quv mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ishlash bosqichlari, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabaning
1-bosqich. 1.1. O'quv hujjatlarini to'ldirish va davomatni olish (5 m.) 1.2. Kirish (10 m.)	1.2. Hosilni saqlanishida nafas olishni o'rni esga tushiriladi, o'quv mashg'ulotiga kirish davomida, dastlab, talabalarga BBB jadvali taklif etiladi va uning <i>Bilaman, Bilishni hohlayman</i> grafalari to'ldiriladi. Jadvalning ikkita grafasi to'ldirilgandan so'ng ma'ruza boshlanadi.	Tinglashadi, aniqlashtirishadi, savollar beradilar. Plastidalar turlari bo'yicha dastlabki tushunchalarni ifodalovchi ma'lumotlarni BBB jadvaliga tushiradilar.
2-bosqich.	2.11.Hosilni saqlanishida	Konspekt yozishadi, tingla-

Asosiy (50 min.)	nafas olishni o'rni. 2. Aneksiya va adaptatsiya tushuntiriladi.	shadi, mavzu bo'yicha savollar beradilar.
3-bosqich. Yakuniy natijalar (15 min.)	3.1.Mavzu bo'yicha xulosa qilish. 3.2.Talabalarga BBB jadvalining Bilib oldim grafasini to'ldirish taklif etiladi, va o'quv mashg'ulotning maqsadiga erishish darajasi tahlil qilinadi. 3.3.Mavzu yuzasidan o'quv vazifasi beriladi.	O'rganilgan mavzuni umumlashtiradilar. O'rganilgan mavzu bo'yicha olgan ma'lumotlarni BBB jadvalining yakuniy grafasiga tushiradilar.

Reja:

1. Hosilni saqlanishida nafas olishni o'rni.
2. Aneksiya va adaptatsiya.

Fotosintez jarayonida o'simliklarda organik modda hosil bo'ladi va to'plana boradi. Bu organik moddani umumiy miqdori fotosintez va nafas olish jarayonlarining jadalligiga bog'liq. Ya'ni fotosintez jarayonida hosil bo'layotgan organik moddaning nafas olish jarayoni uchun sarflayotgan organik modda nisbatiga bog'liq bo'ladi:

$$A = F - D$$

Bu yerda A □ to'plangan organik modda miqdori; F □ fotosintez jarayonida hosil bo'lgan organik modda miqdori; D □ nafas olish jarayonida sarflangan organik modda miqdori.

Dala sharoitida hosil bo'lgan organik moddaning hosil bo'lishini va to'planishini ifodalovchi fotosintezning sof mahsuldorligini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$B_2 - B_1$$

$$F = \frac{B_2 - B_1}{X(L_1 + L_2)T}$$

Bu erda V_1 va V_2 tajribaning boshlanishida va oxirida o'simlikda hosil bo'lgan quruq modda miqdori (g); L_1 va L_2 – tajribaning boshlanishida va oxirida o'simlik bargining sathi (m^2); T □ tajriba davomidagi kunlar soni; F – to'plangan organik moddaning miqdori (g/m^2 sutka).

Sutka davomida to'planadigan organik moddaning miqdori vegetasiya davomida o'zgarib turadi va u juda oz miqdordan boshlab to 15 □ 18 g/m²gacha bo'lishi mumkin.

Fotosintez jarayonida hosil bo'lgan va to'plangan organik modda ikki guruhga bo'linadi: 1) biologik (U – biol.); 2) xo'jalik (U □ xo'j).

O'simlik tanasida vegetasiya davrida sintez bo'lgan quruq moddaning umumiy miqdori biologik hosil deyiladi. Biologik hosilning xo'jalik maqsadlariga ishlatiladigan qismi (donlar, urug'lari, ildiz mevalari va boshqalar) xo'jalik hosili deyiladi.

Xo'jalik hosilning miqdori har xil o'simliklarda turlicha bo'ladi va bu koeffitsient (K_{xuj}) bilan ifodalanadi:

$$K_{xo'j} = U_{xo'j} / U_{biol}$$

Umuman, quyidagi sharoitlar yaratilganda eng yuqori hosildorlik darajasiga erishish mumkin: 1) ekinzorlarda barg sathini ko'paytirish; 2) fotosintetik organning faol ishlash davrini uzaytirish; 3) fotosintezning jadalligini va mahsuldorligini oshirish; 4) fotosintez jarayonida sintezlangan organik moddalarning harakatini va o'simlik a'zolarida qayta taqsimlanishini tezlatish va hokazo.

Buning uchun esa hamma agrotexnik tadbir va choralar (o'g'itlash, sug'orish, yerga ishlov berish, zararkunandalarga qarshi kurashish va hokazo) o'z vaqtida sifatli o'tkazilishi zarur.

Foydalaniladigan darslik va o'quv qo'llanmalari ro'yxati

1. Beknazarov B.O. O'simliklar fiziologiyasi. T.; "Aloqachi", 2009. 536 c.
2. Xo'jaev J. O'simliklar fiziologiyasi. T.: «Mehnat» 2004. 223 s.
3. Полевой В.В. Физиология растений. М., «Высшая школа», 1989.464 с.
4. Рубин Б.А., Гавриленко В.Ф. Биохимия и физиология фотосинтеза. М.: Изд-во МГУ, 1977.
5. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.М. Физиология растений. М.: Высшая школа. 2005.
6. Гавриленко В.Ф., Гусев М.В., Никитина К.А., Хоффманн П. Избранные главы физиологии растений. М.: Изд. МГУ, 1986.
7. Холл Д., Рао К. Фотосинтез. М.: Мир, 1983.
8. Эдвардс Дж, Уокер Д. Фотосинтез С 3 – С 4 растений: механизмы и регуляция. М.: Мир, 1986.

9. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. М.: Наука, 1974.
10. G.D. Mustaqimov. O'simliklar fiziologiyasi va mikrobiologiya asoslari. T. "O'qituvchi". 1995

Web сайтлар:

www.ziyonet.uz;

www.naukaran.ru;

www.maik.ru;

www.rusplant.ru;

www.floranimal.ru.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
1-Ma'ruza. Kirish. Fotosintetik apparat tuzilishi haqida.....	4
2-Ma'ruza. Fotosintez qiluvchi organizmlarning pigment tizimlari	17
3-Ma'ruza. Fotosintez mehanizmi	25
4-Ma'ruza. Fotosintezni birlamchi jarayonlari	32
5-Ma'ruza. Fotosintezni kislorod ajralishi bilan bog'liq reaksiyalari.....	42
6-Ma'ruza. Fotofosforlanish va uning o'simlik energetikasidagi roli.....	51
7-Ma'ruza. Fotosintez himizmi	59
8-Ma'ruza. Fotosintez ekologiyasi.....	66
9-Ma'ruza. Fotosintezga omillar majmuasining ta'siri.....	82
10-Ma'ruza. Nafas olish substratlari, nafas olish koeffisienti va nafas olishni aniqlash uslublari.....	88
11-Ma'ruza. Uglevodlar dissimilyasiyasining asosiy yo'llari. Glikoloz. Krebs tsikli	92
12-Ma'ruza. Nafas olish ximizmi.....	103
13-Ma'ruza. Nafas olishning o'simlik hayotidagi ahamiyati.....	112
14-Ma'ruza. Nafas olish ekologiyasi.....	118
15-Ma'ruza. Hosilni saqlanishida nafas olishni o'rni.....	127

D.Annamuratova, G'.Yoqubov, Z. Matyakubov

**“FOTOSINTEZ VA NAFAS OLISH
FIZIOLOGIYASI”**

(o'quv-uslubiy qo'llanma)

Muharrir: **Yo'ldashev Ro'zimboy**
Texnik muharrir: **Sherali Yo'ldashev**
Musahhih: **Tamara Turumova**

UrDU noshirlik bo'limi O'zbekiston matbuot va axborot agentligining
2009- yil 9-avgustdagi № 148 raqamli buyrug'i
bilan qayta ro'yhatdan o'tkazilgan.

Terishga berildi: 22.12.2014.

Bosishga ruhsat etildi: 27.12.2014

Offset qog'ozi. Qog'oz bichimi 60x84

Tayms garniturası. Adadi 50. Buyurtma №.56

Hisob-nashriyot tabag'i 6.4.

Shartli bosma tabag'I 6.0

UrDU noshirlik bo'limida tayyorlandi.

Manzil:220110.Urganch shaxri,

H.Olimjon ko'chasi, 14-uy.

Telefon: (0-362)-224-66-01.

UrDU bosmaxonasida chop etildi.

Manzil:220110.Urganch shaxri,

H.Olimjon ko'chasi, 14-uy.

Telefon: (0-362)-224-66-01.