

2-Maruza

Xloroplastlarning harakati, Fotosintezning yorug'lik reaksiyalari, Fotosintezning qorong'ulik reaksiyalari

REJA:

1. Fotosintez va uning ahamiyati.
2. Fotosintezni o'rganish tarixi.
3. Bargning fotosintez uchun moslashib tuzilishi.
4. Xloroplastlar, tuzilishi, kimyoviy tarkibi hosil bo'lish yo'llari.
5. Yashil o'simliklarning asosiy pigment
6. O'simlik pigmentlari va ularning xususiyatlari.
7. Xlorofillarning asosiy funksiyalari.
8. Kartoinoidlarning asosiy funksiyalari.
- 9 Fikobilinlarning asosiy funksiyalari.

Tayanch iboralar:

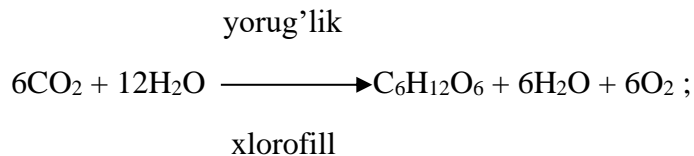
Fotosintez, yorug'lik energiyasi, kimyoviy energiya, sxematik tenglamasi, o'rganish bosqichlari, barg tuzilishi, funksiyalari, xloroplastlar, tuzilishi, kimyoviy tarkibi, hosil bo'lishi. Pigmentlar, xlorofillar, karotinoidlar, fikobilinlar, fikoeritrin, fikosianin, strukturalar, yorug'lik spektrlari.

O'quv adabiyotlari: 1. Beknazarov B.O. O'simliklar fiziologiyasi. 169-174- betlar
2. Xo'jayev J. O'simliklar fiziologiyasi. 45-58 betlar

Tabiatdagi barcha tirik organizmlarning hayotiy jarayonlari dinamik ravishda energiya bilan ta'minlanishga asoslangan. Bu energiyaning yagona manbasi quyosh energiyasi bo'lib, organizmlar uni to'g'ridan-to'g'ri emas, balki erkin kimyoviy energiya holidagina 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 ta'sirida anorganik moddalardan (CO_2 va H_2O) organik moddalarning hosil bo'lishiga fotozintez 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 manbaidir.

Fotosintez jarayonini quyidagi sxematik tenglama bilan ifodalash mumkin:



Yashil o'simliklarning hayoti uzluksiz ravishda organik moddalar to'plash va tabiatga molekulyar 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.Pristli 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 o'chmasdan yongan, sichqon esa yashagan.



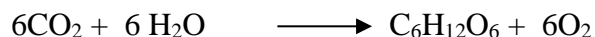


1779 yilda gollandiyalik vrach Ya.Ingenxauz juda ko'p marta Priestli tajribasini takrorladi va o'simliklar faqat yorug'likda havoni tozalaydi, qorong'ida esa hayvonlar kabi havoni buzadi, degan xulosaga keldi. Shunday qilib, Priestli va Ingenxauzlar o'simliklarda qarama-qarshi ikki xil jarayon mavjudligini aniqladilar. Lekin o'simliklar uchun buning nima ahamiyati borligini tushunmadilar.

Shvesariyalik olim J.Senebye 1782 yilda tajribalar natijasida o'simliklar yorug'likda kislorod ajratadi va shu bilan bir vaqtda buzilgan havoni (ya'ni CO₂ ni) yutadi, degan xulosaga keldi.

1804 yilda shvesariyalik olim T.Sossyur, o'simliklarning yorug'likda CO₂ ni yutib o'z tanasida uglerod to'plashini aniqladi. U qabul qilingan karbonat angidrid va ajralib chiqadigan kislorodning nisbati bir-biriga tengligini, organik modda hosil bo'lishi jarayonida karbonat angidrid bilan bir qatorda suv ham ishtirok etishini birinchi marta tajribalar asosida ko'rsatdi.

Fransuz agroximigi J.B.Bussengo 1840 yilda fotosintez sohasida qilinadigan ishlar natijalarini har tomonlama tekshirib ko'rdi va Sossyurning xulosalarini tasdiqladi, ilk bor fotosintezning sxematik tenglamasini tuzdi :



Yorug'likning fotosintez jarayonidagi rolini aniqlash masalasi bilan shuningdek amerikalik

fizik Dj.U.Dreper, keyinchalik Yu.Saks va V.Pfefferlar shug'ullandilar. Ular fotosintez

jarayoni yorug'lik spektrining sariq nurlarida eng yaxshi sodir bo'ladi degan xulosaga

keldilar. Lekin 1875 yilda yirik fiziolog olim K.A.Timiryazev bu xulosa xato ekanligini

aniqladi.

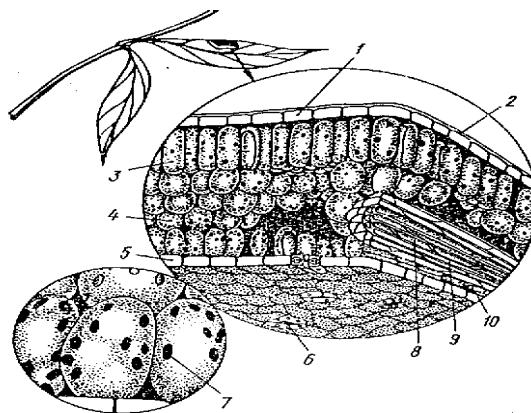
Tajribalar asosida u eng kuchli fotosintez jarayoni xlorofill molekulasini yutadigan qizil nurlarda sodir bo'lishini ko'rsatdi. Timiryazevning bu sohada bajargan ishlari " O'simliklarning yorug'likning o'zlashtirishi " (1875) mavzusida yozgan doktorlik dissertasiyasida va " Quyosh, hayot va xlorofill " (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, molekulyar kislorodning ajralishi, yorug'likning zarurligi, xlorofillning ishtiroki va organik moddalarning hosil bo'lishi.

XIX asrda fotosintezni o'rganish yanada jadalroq kechdi. Asosiy tajribalar fotosintetik organ - xloroplastlar, pigmentlar va asosan fotosintez mexanizmini o'rganishga qaratildi. Bu sohada M.S.Svet, V.N.Lyubimenko, A.A.Ivanov, A.A.Rixter, S.P.Kostichev, T.N.Godnev, O.Varburg, M.Kalvin, Ye.I.Rabinovich va boshqalarning xizmatlari katta bo'ldi. Hozirgi kunlarda A.A.Krasnovskiy, A.A.Nichiporovich, Yu.Tarchevskiy, A.L.Kursanov, A.T.Makronosov, Yu.Nosirov singari olimlar mazkur jarayonni o'rganish ustida ish olib bormoqdalar.

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 transpirasiya, nafas olish va asosan fotosintezga moslashib tuzilgan (1- rasm). 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 hujayralar og'izchalar vazifasini bajaradi. Ularning turgor holati o'zgarib turishi mumkin (shunga qarab ular o'rtasidagi teshikcha ochiladi yoki yopiladi). Og'izchalar ko'pchilik o'simliklarda bargning pastki tomonida, ayrimlarida esa ustki tomonida ham bo'lishi mumkin. Fotosintez jarayonida ana shu og'izchalar orqali karbonat angidrid yutilib, molekulyar kislorod ajralib chiqadi.



1-rasm . Bargning tuzilishi

1 - ustki epidermis, 2 - kutikula, 3- bir-biriga zich joylashgan cho'zinchoq hujayralar, 4 - bir-biri bilan bo'shliqlar hosil qilib joylashgan dumaloq hujayralar, 5 - ostki epidermis, 6 - og'izchalar, 7 - xloroplast, 8 - ksilema, 9 - floema, 10 - obkladka hujayralari

Ustki va pastki po'stlar orasida barg etini (mezofill) hosil qiluvchi hujayralar joylashgan. Aksariyat yer ustida o'suvchi o'simlik barglarida u ikki qavatdan iborat. Ustki po'st ostida joylashgan qavat tayoqchalarga o'xshash, cho'zinchoq bir-biriga zich joylashgan hujayralardan tashkil topgan. Bu hujayralarga xloroplastlar soni ko'p. Ular organik moddalarni sintez qiluvchi asosiy qavat hisoblanadi. Uning ostidagi hujayralar ko'pincha dumaloq shaklda bo'lib, bir-biri bilan bo'shliqlar hosil qilib joylashadi. Bo'shliqlar og'izchalar bilan tutashgan. Bu esa gazlarning almashinuvi uchun qulay sharoit yaratadi. Undan tashqari bu hujayralarda ham xloroplastlar bor, ya'ni ular fotosintez jarayonida qatnashadilar.

Barglarda fotosintez to'xtovsiz davom etishi uchun ular suv bilan ta'minlangan bo'lishlari kerak. Bunda og'izchalar ochiqligi katta ahamiyatga ega.

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

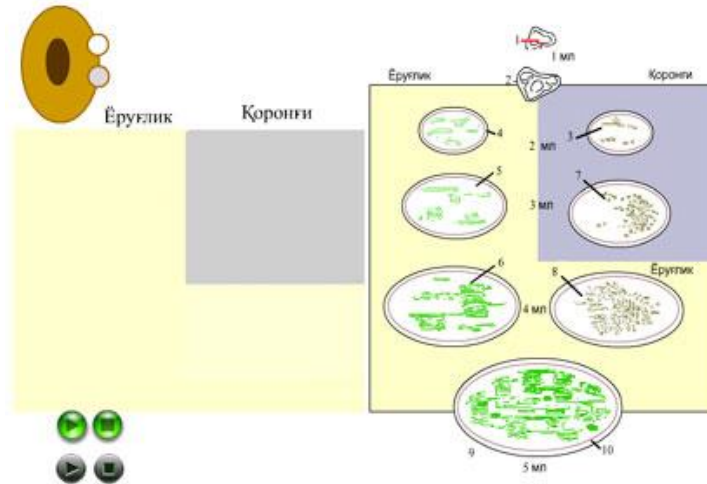


Bargning har bir hujayrasida oʻrtacha 20 - 50 gacha va ayrimlarida undan koʻproq ham xloroplastlar bor. Xlorofill pigmenti xloroplastlarda joylashganligi uchun ular yashil rangda boʻladi. Xloroplastlarda fotosintez jarayonining hamma reaksiyalari roʻy beradi: yorugʻlik energiyasining yutilishi, suvning fotolizi (parchalanishi) va kislorodning ajralib chiqishi, yorugʻlikda fosforlanish, karbonat angidridning yutilishi va organik moddalarning hosil boʻlishi. Shunga asosan ularning kimyoviy tarkibi va strukturaviy tuzilishi ham murakkab xarakterga ega

Xloroplastlar tarkibida suv koʻp, oʻrtacha 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 koʻp fermentlar va fotosintezda ishtirok etadigan hamma pigmentlar joylashgan.

Xloroplastlar qoʻsh qavatli membrana bilan oʻralgan boʻlib, ular yuqori funksional aktivlikka egadirlar. Ichki tuzilishi juda murakkab. Stroma (asosiy gavda) va granalardan iborat. Ular oʻz navbatida lamellyar va plastinkasimon tuzilishi bilan xarakterlanadi. Granalarda tilakoidlar joylashadi. Yosh xloroplast granalarida 3-6 ta tilakoid boʻlsa, voyaga yetganlarda bu son 45 tagacha yetishi mumkin. Lamellalarning yuzasi mayda boʻrtmachalar globulalar bilan qoplangan. Ular kvantosomalar deyiladi.

Turli xil oʻsimliklarning xloroplastlari soni, shakli, hajmi bilan bir-biridan farq qiladi.Yashil oʻsimliklarning barglarida xloroplastlar uch xil yoʻl bilan hosil boʻlishi mumkin: 1) oddiy boʻlinish yoʻli bilan; 2) ayrim hujayralarning normal holatlarining buzilishi oqibatida kurtaklanish yoʻli bilan; 3) hujayra yadrosi orqali koʻpayishi. Bu yoʻl asosiy deb qabul qilingan. Dastlab hujayra yadrosining membranasida juda kichik boʻrtmacha yuzaga keladi. U asta-sekin yiriklashib, yadro membranasidan ajraladi, hujayra sitoplazmasiga oʻtadi va shu yerda toʻla shakllanadi (3 - rasm).



3 - rasm. Xloroplastlar ontogenezi

Chapda - xloroplastlarning yorug'likda rivojlanishi(lamellalar va granalar normal hosil bo'layotir). O'ngda - ularning qorong'ida rivojlanishi (prolamelyar tana hosil bo'layotir). 1 - inisial bo'rtmacha, 2 - ichki membrananing botib kirishi, 3 - proplastida , 4 - ichki lamellalar hosil bo'lishi, 5 - grana,6 - stroma lamellasi , 7 - prolamelyar tana, 8 - lamella hosil bo'lishi, 9 - yetilgan xloroplast, 10 - yog' tomchisi

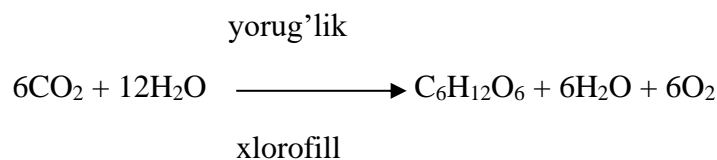
Xloroplastlarning to'la shakllanishi uchun yorug'likning bo'lishi shart.

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

FOTOSINTEZ REAKSIYALARI. FOTOSINTEZNING YOPUG'LIK BOSQICHI

FOTOSINTEZ REAKSIYALARI

Yashil o'simliklarda yorug'lik energiyasi ishtirokida organik moddalar hosil bo'lishi va molekulyar kislorod ajralib chiqishini ifodalovchi sxematik tenglamani ko'rsatgan edik.



Bu tenglama oddiy kimyoviy reaksiya tenglamasi bo'lmay, balki minglab reaksiyalar yig'indisini ifodalovchi xarakterga ega. Barcha reaksiyalar yig'indisi asosan ikkita bosqichni o'z ichiga oladi :1) yorug'likda boradigan reaksiyalar, 2) yorug'lik shart bo'lmagan - ya'ni qorong'ulikda boradigan reaksiyalar.

YORUG'LIKDA BORADIGAN REAKSIYALAR

Fotosintezning birinchi bosqichidagi reaksiyalar faqat yorug'lik ishtirokida boradi. Bu jarayon xlorofill "a" - ning boshqa yordamchi pigmentlar ishtirokida (xlorofill "b", karotinoidlar, fikobilinlar) yorug'lik yutishi va o'zlashtirishdan boshlanadi. Natijada suv yorug'lik energiyasi ta'sirida parchalanib, molekulyar kislorod ajralib chiqadi, NADF.N₂ (digidronikotinamid - adenin - dinukleotid fosfat) va ATF

(adenozintrifosfat) hosil bo'ladi.

YORUG'LIK ENERGIYASI. Yorug'lik energiyasi elektromagnit tebranish xarakteriga ega. U faqat kvantlar yoki fotonlar holida ajraladi va tarqaladi. Har bir kvant yorug'lik ma'lum darajada energiya manbasiga ega. Bu energiya miqdori asosan yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lib, quyidagi formula bilan aniqlanadi :

$$Ye = hc$$

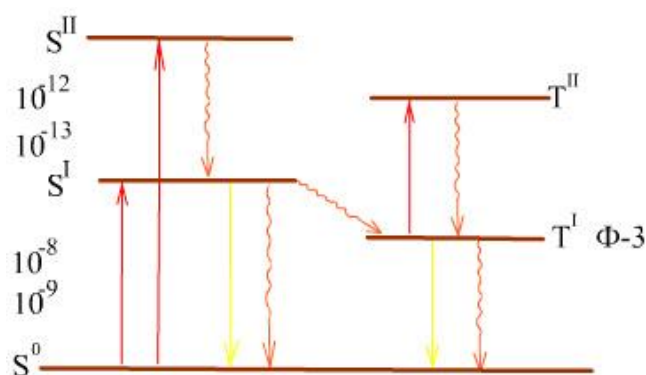
bu yerda Ye - kvant energiyasi, djoul (kJ) hisobida, h - yorug'lik konstantasi, doimiy son 6,26196 · 10⁻³⁴ Dj/s, - to'lqin uzunligi, S - yorug'lik tezligi 3 · 10¹⁰ sm/s.

Quyosh yorug'ligining ko'zga ko'rinadigan va fotosintetik aktiv qismidagi (400-750 nm) nurlarda har bir kvantning energiyasi turlicha bo'ladi. Masalan, to'lqin uzunligi 400 nm ga teng bo'lgan spektrning bir kvantining energiyasi 299,36 kJ ga teng shu asosda 500 nm -239,48 kJ, 600 nm - 199,71 kJ, 700 nm - 170,82 kJ va hokazo. Ya'ni to'lqin uzunligi qisqa bo'lgan yorug'likning energiyasi ko'proq va uzunlariniki aksincha oz. Shuning uchun ham qisqa ultrabinafsha nurlar (to'lqin uzunligi 300 nm dan qisqa) yerdagi tirik organizmlarga zararli ta'sir qilishi mumkin. Chunki ularning energiyasi ko'p. To'lqin uzunligi 300-400 nm ga teng nurlar asosan o'sish va rivojlanishni boshqarishda ishtirok etadi. Bu nurlar ta'sirida hujayralarning bo'linib ko'payishi va o'simlikning rivojlanish jarayoni tezlashadi. To'lqin uzunligi 400-700 nm gacha bo'lgan nurlar fotosintezda ishtirok etadilar, chunki bu spektrlarning energiya darajasi fotosintetik reaksiyalarni yuzaga keltiradi. To'lqin uzunligi 750 nm va undan uzun nurlarning energiyasi juda kamligi sababli ular fotosintezda ishlatilmaydi.

Har bir pigment, jumladan xlorofill molekulasini bir kvant yorug'lik energiyasini yutish qobiliyatiga ega. Pigmentlarning bir molekulasini birdaniga ikki kvant monoxromatik yorug'likni yutolmaydi. Kvant yorug'lik pigment molekulasining bironta elektroni tomonidan yutiladi va bu elektron qo'zg'algan holatga o'tadi. Natijada pigment molekulasini ham qo'zg'algan holatda bo'ladi.

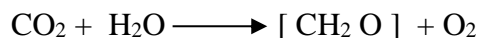
Xlorofill molekularining energetik darajalari 1-rasmda ko'rsatilgan. Ya'ni xlorofill molekulasini qizil nurlardan bir kvant yutganda elektron asosiy darajadan (S⁰) birinchi singlet (S¹)

darajaga o'tadi ($S^0 \rightarrow S^1$) ularning bu holati juda qisqa davom etib (10^{-8} - 10^{-9} sekundga teng), yuqori reaksiya qobiliyatiga ega. Shu qisqa muddat mobaynida elektron energiyasini sarflab, dastlabki tinch holatiga qaytadi ($S^1 \rightarrow S^0$) va boshqa kvant yorug'likni qabul qilishi mumkin. To'liq uzunligi qisqa bo'lgan ko'k-binafsha nurlardan bir kvant yutilganda esa elektron asosiy darajadan yanada yuqoriroq singlet (S^2) darajaga ($S^0 \rightarrow S^2$) o'tadi. Elektronlar ikkinchi singlet darajadan tezlik bilan (10^{-12} - 10^{-13} sek) birinchi singlet darajaga tushadi va bu jarayonda energiyaning bir qismi issiqlik energiyasiga aylanib sarflanadi. Fotokimyoviy reaksiyalarda asosan birinchi singlet (S^1) holatdagi elektronlar, ayrim paytlarda esa triplet (T^1) holatdagi elektronlar ishtirok etadi. Chunki bu jarayonda ($S^1 \rightarrow S^0$) to'g'ridan to'g'ri sodir bo'lish o'rniga $S^1 \rightarrow T^1 \rightarrow S^0$ yoki $S^1 \rightarrow T^1 \rightarrow T^2 \rightarrow S^0$ bo'lishi ham mumkin. Pigmentlarning triplet holati elektron harakatining yo'nalishi o'zgarishi S^1 (II) \rightarrow T^1 (II) natijasida ruyobga keladi. Elektronlarning T holatdan S^0 darajaga o'tishi uchun biroz ko'proq vaqt (10^{-7} dan bir necha sekundgacha) sarflanadi. Natijada bu holatdagi pigmentlar yuqoriroq kimyoviy faollikka ega bo'ladi. Xlorofill molekulasida yutgan kvant energiya bir necha jarayonlarda, ya'ni asosan fotosintetik reaksiyalarning sodir bo'lishida ishtirok etadi, molekuladan yorug'lik yoki issiqlik energiyasi holida ajralib chiqib ketadi.



1-rasm. Xlorofillning yorug'likda faollanish sxemasi

Olimlarning izlanishlari natijasida yorug'lik energiyasining fotosintetik reaksiyalardagi samaradorlik darajasi aniqlandi. Energiyaning samaradorligi, yutilgan kvant yorug'lik nuri hisobiga fotosintez jarayonida ajralib chiqqan O_2 yoki o'zlashtirilgan CO_2 ning miqdori bilan belgilanadi. Shuni hisobga olish zarurki yutilgan hamma nurlar (ayniqsa qizil) foydali bo'lsa ham ular energiyaning ancha qismi xlorofill molekulasida elektronlar ko'chishi jarayonida yo'qotiladi. Natijada bu energiya foydali koeffitsiyentning (F_k) kamayishiga sababchi bo'ladi. Bir molekula CO_2 ning to'la o'zlashtirilishi uchun 502 kDJ energiya sarflanadi. Demak bu reaksiyaning amalga oshishi uchun



to'liq uzunligi 700 nm ga teng bo'lgan qizil nurlarning uch kvanti yetarli bo'ladi. Chunki bu nurlarning har bir kvanti 171 kDJ energiyaga ega. Amalda esa bir molekula SO_2 ning to'la o'zlashtirilishi va O_2 ning ajralib chiqishi uchun 8 kvant talab etiladi. Ya'ni fotosintez jarayonida foydalaniladigan qizil nurlarning foydali koeffitsiyenti 40% ga yaqin bo'ladi. Ko'k-binafsha nurlarning foydali koeffitsiyenti yanada pastroq (21%) . O'simliklarga yorug'likning to'liq

uzunligi 400 nm ga teng ko'k spektri ta'sir ettirilsa, foydali koeffitsiyent 20,9 % ga teng bo'ladi (chunki har bir kvantning energiyasi 229kJ):

$$502 \cdot 100$$

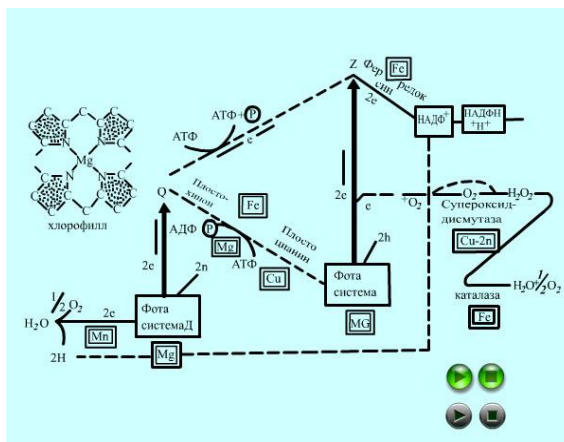
$$FK = \frac{\quad}{\quad} = 20,9\%$$

$$2229 \cdot 8$$

1957 yilda R.Emerson o'tkazgan tajribalar ko'rsatishicha, to'liq uzunligi 660-680 nm bo'lgan qizil nurlarning effektivlik darajasi eng yuqori ko'rsatgichga ega. To'liq uzunligi ulardan qisqa yoki uzun nurlarning effektivlik darajasi pasaya boradi. Bundan tashqari fotosintetik reaksiyalar uchun monoxromatik nurlarga nisbatan aralash spektrlar energiyasining samaradorligi yuqoriroqdir. Masalan, to'liq uzunligi 710 nm bo'lgan qizil nurlarning 1000 kvanti yutilganda 20 molekula kislorod ajralib chiqqan, 650 nm dan - 1000 kvant yutilganda esa 100 molekula kislorod ajralib chiqqan. Lekin 710 nm va 650 nm yorug'lik spektrlari bir vaqtda ta'sir ettirilganda esa 120 molekula o'rniga 160 molekula kislorod ajralib chiqqan. Demak, har xil to'liq uzunligiga ega nurlardan foydalanishning samaradorligi yuqoriroq bo'lib (40 molekula O_2 ko'p ajralgan), bu Emerson effekti deb yurgizila boshlandi.

Bu tajribalar yorug'lik energiyasidan fotosintezda samarali foydalanish qonuniyatlarini tushuntirib berdi. Ya'ni fotosintez jarayonining samaradorligi uchun faqat xlorofill "a" qabul qilgan energiya yetarli bo'lmay, qolgan pigmentlar, xlorofill "b" va karotinoidlarning ham faol ishtiroki katta ahamiyatga ega.

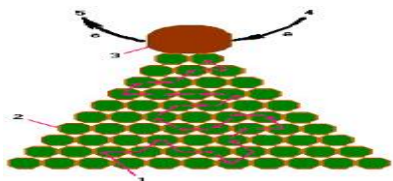
R.Emerson (1957) xloroplastlarda ikkita fotosistema mavjudligini taxmin qilgan edi. Bu taxmin keyinchalik tasdiqlandi. Differensial sentrifugalash va boshqa usullar yordamida fotosistema- 1 va fotosistema - P hosil qiluvchi oqsillar komplekslari ajratib olindi va o'rganildi. Fotosistemalar faoliyati natijasida kvantlarning yutilishi, elektronlar transporti va ATF larning hosil bo'lish jarayoni sodir bo'ladi (2-rasm).



2-rasm. Fotosistemalarda elektronlar harakati va ATF ning hosil bo'lishi

Har bir fotosistemada faol reaksiyalar markazi mavjud bo'lib, u xlorofill "a" yutadigan nurlarning eng yuqori to'liq uzunligi bilan xarakterlanadi (3 - rasm). Birinchi fotosistemada asosiy pigment, P₇₀₀ ikkinchi fotosistemada - P₆₈₀ ga teng. Xloroplastlardagi har bir fotosintetik

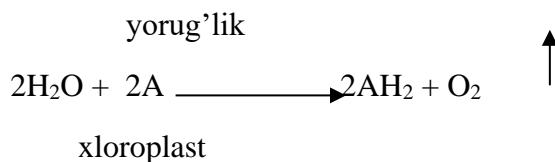
faol reaksiya markazida 200-400 molekula xlorofill "a" yordamchi pigmentlar , xlorofill "b" , karotinoidlar va fikobilinlar bor. Bularning asosiy vazifasi yorug'lik energiyasini yutish va uni reaksiya markaziga yetkazib berishdir.



3 - rasm. Fotosistemaning oddiy modeli

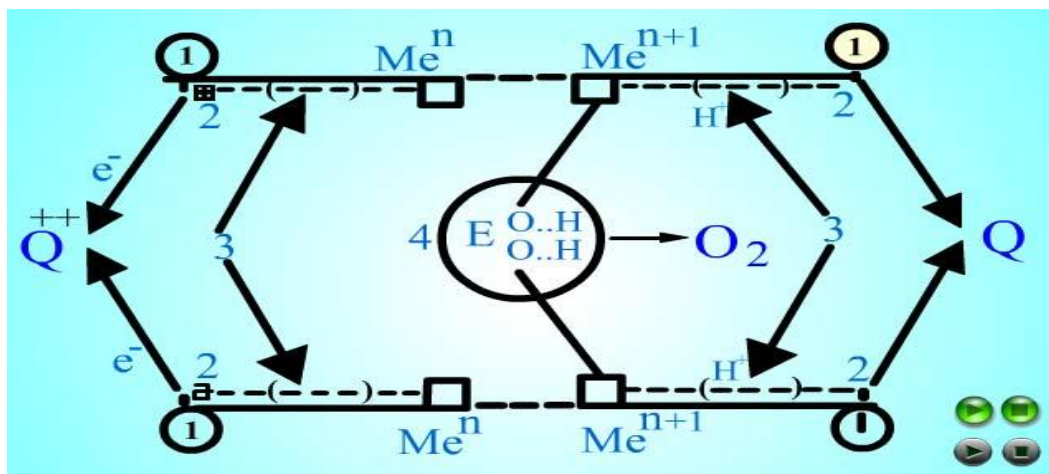
1 - kvant yorug'lik, 2 - xloroplastlardagi yorug'likni qabul qiluvchi pigmentlar, 3 - reaksiya markazi, 4 - donor, 5 – akseptor

SUVNING FOTOLIZI. Fotosintezning dastlabki fotokimyoviy reaksiyalaridan biri bu suv fotolizidir. Suvning yorug'lik energiyasi ta'sirida parchalanishi fotoliz deyiladi. Uning mavjudligini birinchi marta 1937 yilda R.Xill barglardan ajratib olingan xloroplastlarda aniqladi. Shuning uchun mazkur jarayon Xill reaksiyasi deb ataladi. Ya'ni ajratib olingan xloroplastlarga yorug'lik ta'sir etganda CO₂ siz sharoitda ham kislorod ajralib chiqishi kuzatiladi (A - vodorod) :



Bu Xill reaksiyasidan xloroplastlarning faollik darajasini aniqlashda foydalaniladi. Ajralib chiqayotgan molekulyar kislorodning manbasi suv ekanligini 1941 yilda A.P.Vinogradov va R.V.Teys izotoplar usulidan foydalanish yo'li bilan tasdiqladilar. Havodagi umumiy kislorodning: O¹⁶ - 99,7587% ni, O¹⁷ - 0,0374% ni va O¹⁸ - ,2039% tashkil etadi. Shu yilning o'zida amerikalik olimlar S.Ruben va M.Kamen H₂O va CO₂ larni og'ir izotop O¹⁸ bilan sintez qilish va fotosintez jarayonini kuzatish usuli bilan ajralib chiqayotgan kislorodning manbasi suv ekanligini yana bir marta tasdiqladilar.

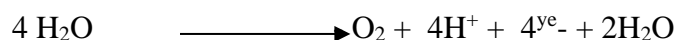
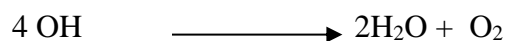
Natijada kislorod ajralib chiqadi. Hosil bo'lgan vodorod protoni va elektroni akseptorlar yordamida CO₂ ni o'zlashtirish manbai bo'lib hisoblanadi. Bu jarayonda to'rt molekula suvning ishtirok etishi Kutjurin sxemasida yanada yaqqol tasvirlangan (4-rasm).



4-rasm. Fotosintez jarayonida suvning parchalanish sxemasi

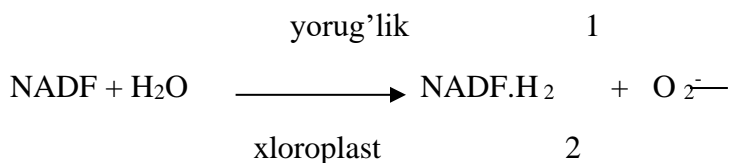
1 - energiya jamlanuvchi markaz, 2,3 - suv molekulari tizimi va oksidlanish impulsining o'zgaruvchan valentli metallga berilishi, 4 - molekulyar kislorodning ajralishida ishtirok etuvchi fermentlar tizimi, Q - fotosistema-P dagi elektronlar akseptori.

Suvning fotoliz jarayoni ikkinchi fotosistemadagi reaksiya markazida kechadi va bunga xlorofill molekulari yutgan to'rt kvant energiya sarflanadi.



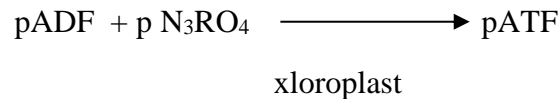
Vodorodning akseptori HADF bo'lib, uning qaytarilishi xloroplastlardagi maxsus fermentlar

ishtirokida amalga oshadi :



FOTOSINTETIK FOSFORLANISH. Yashil o'simliklarning muhim xususiyatlaridan biri quyosh energiyasini to'g'ridan-to'g'ri kimyoviy energiyaga aylantirishdir. Xloroplastlarda yorug'lik energiyasi hisobiga ADF va anorganik fosfatdan ATF hosil bo'lishiga fotosintetik fosforlanish deyiladi. Uning tenglamasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:

yorug'lik



Bu jarayon mitoxondriyalarda kechadigan oksidativ fosforlanishdan farq qiladi.

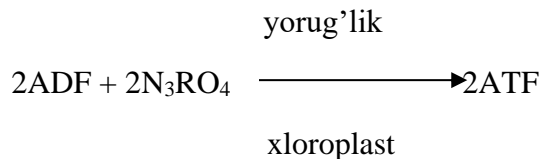
Yorug'likda bo'ladigan fosforlanishni 1954 yilda D.I.Arnon va uning shogirdlari kashf etdilar.

Yashil o'simliklarda fotosintetik fosforlanishning mavjudligi juda katta ahamiyatga ega. Chunki hosil bo'ladigan ATF molekulalari hujayradagi eng erkin kimyoviy energiya manbasidir. Har bir ATF molekulasida ikkita makroergik bog' mavjud. Ularning har birida 8 - 10 kkal energiya bor .

Makroergik bog'larning uzilishi natijasida ajralgan kimyoviy energiya hujayradagi reaksiyalarda sarflanadi.

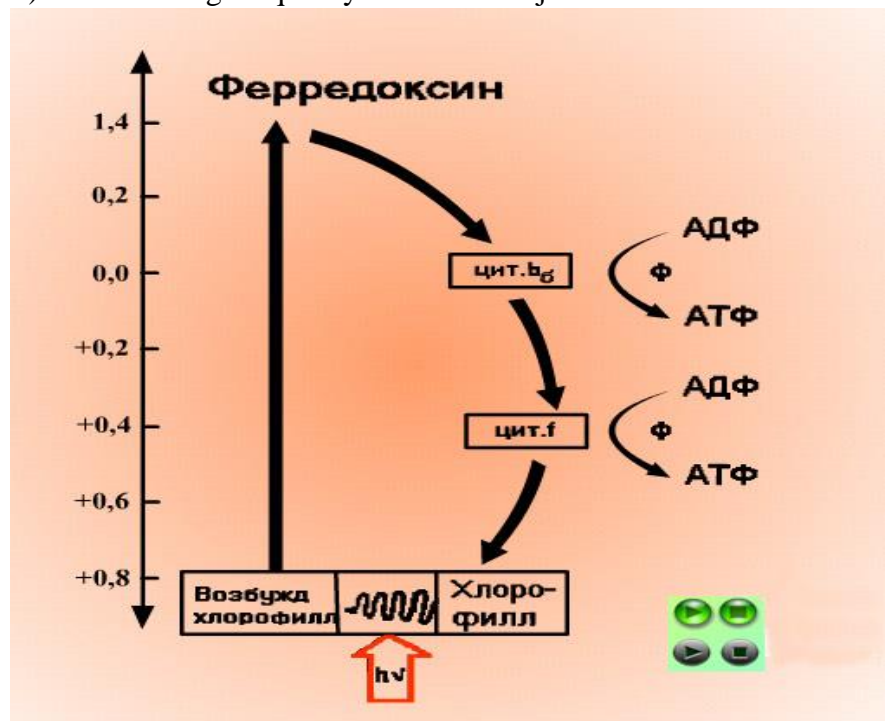
Xloroplastlardagi yorug'likda fosforlanish reaksiyalari ikki asosiy tipga bo'linadi: 1) siklik fotosintetik fosforlanish 2)siklsiz fotosintetik fosforlanish.

Birinchisida xlorofill molekulasi yutgan va samarali hisoblangan barcha yorug'lik energiyasi ATF sintezlanishi uchun sarflanadi. Reaksiya tenglamasini quyidagicha ko'rsatish mumkin :



Quyoshning yorug'lik energiyasini yutgan xlorofill qo'zg'algan holatga o'tadi va uning molekulasi elektronlar donori sifatida yuqori energetik potensialga ega bo'lgan tashqi qavatdagi elektronlardan bittasini

chiqarib yuboradi (6 - rasm). Elektronning chiqarib yuborilishi natijasida xlorofill molekulas

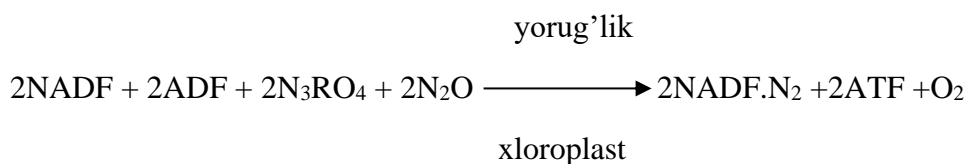


musbat zaryadlanib qoladi.

6 - rasm. Siklik fotosintetik fosforlanishning sxemasi

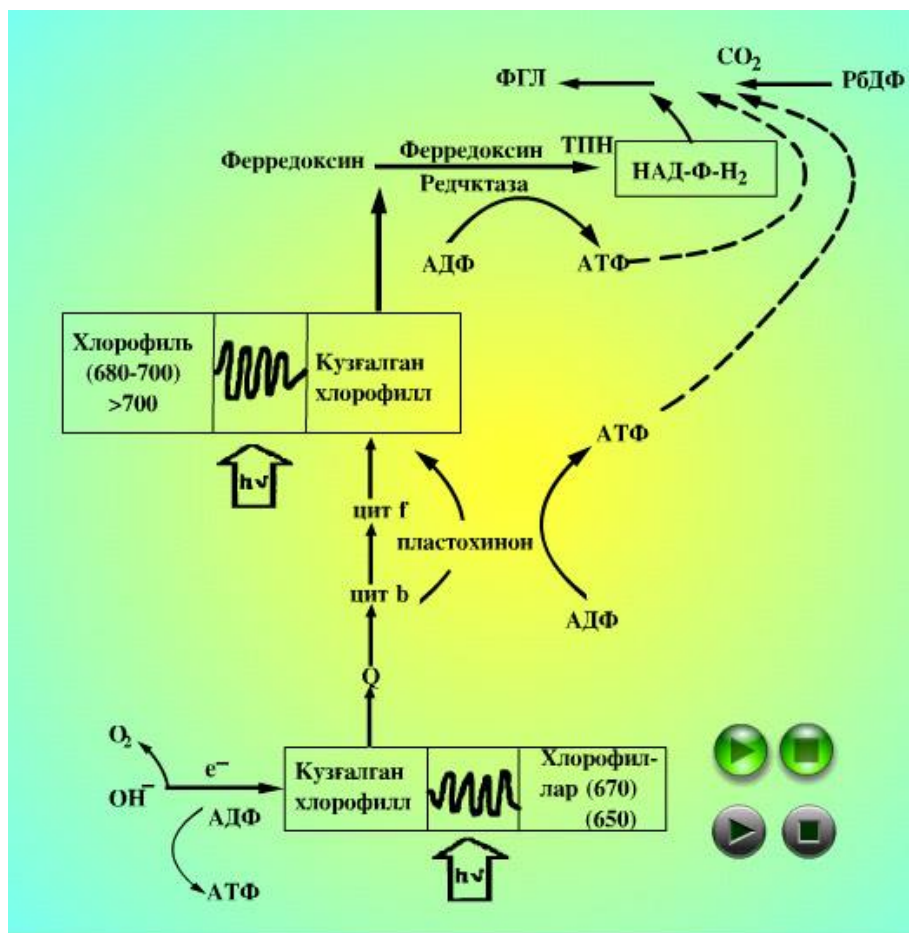
Qisqa muddat ichida (10^{-8} - 10^{-9} sek) elektron ma'lum elektron o'tkazuvchi (ferredoksin va sitoxrom oqsillari) tizim orqali ko'chirilib, musbat zaryadli dastlabki xlorofill molekulasi qaytadi. Bu yerda xlorofill akseptorlik vazifasini bajarib, yana tinch holatga o'tadi. Xloroplastlarda bu jarayon siklik ravishda takrorlanib turadi. Elektron harakati mobaynida energiyasi ATF sintezlanishiga sarflanadi. Natijada birinchi fotosintetik tizimdagi har bir xlorofill molekulasiga yutgan bir kvant energiya hisobiga ikki molekula ATF sintezlanadi.

Siklsiz yorug'likda fosforlanishda ATF sintezi bilan bir qatorda suv fotolizi sodir bo'ladi. Natijada molekulyar kislorod ajralib chiqadi va NADF qaytariladi. Ya'ni fotosintezning yorug'lik bosqichidagi reaksiyalar tizimi to'la amalga oshadi. Reaksiya tenglamasini quyidagicha ko'rsatish mumkin :



Bu reaksiyalarda ishtirok etadigan elektronlarning ko'chirilish yo'li siklik fotosintetik fosforlanish jarayoniga nisbatan ancha murakkab. Siklsiz yorug'likda fosforlanishda ikkita tizim ishtirok etadi. Birinchi fotosintetik tizim 680-700 nm uzunlikdagi nurlarni yutuvchi xlorofill " a " dan iborat. U yorug'lik spektrining energiyasi kamroq qizil nurlarini yutish xususiyatiga ega.

Ikkinchi fotosintetik tizim 650-670 nm uzunlikdagi nurlarni yutuvchi xlorofill "a", xlorofill "b" va karotinoidlardan iborat. U yorug'lik spektrining energiyasi ko'p bo'lgan nurlarini yutadi (7 - rasm).



7 - rasm. Siklsiz fotosintetik fosforlanishning sxemasi

Bunda ikki fotoximiyaviy tizimning o'zaro ta'siri natijasida molekulyar kislorod ajralib chiqadi va ATP.NADF . N₂ hosil bo'ladi. Yorug'lik energiyasi ta'siridan ikkinchi fotosintetik tizimda ham reaksiya boshlanadi va suvning fotolizi ro'y beradi. Bu yerda qo'zg'algan xlorofilldan ajralib chiqqan elektron yana shu xlorofill molekulasiga qaytmaydi. Musbat zaryadlangan xlorofill molekulasi o'zining avvalgi tinch holatiga qaytish uchun elektronni suvning fotolizi natijasida hosil bo'lgan gidroksil gruppadan oladi. Xlorofill molekuladan ajralib chiqqan elektron esa dastlabki ferment sitoxrom Q ga, keyinchalik plastoxinonga, undan - sitoxrom b ga o'tadi. Shu oraliqda elektron energiyasi hisobiga bir molekula ATF sintez bo'ladi. Sitoxrom b3 dan elektron plastosianinga o'tkaziladi. Plastosianindan chiqqan elektron birinchi fotosintetik tizimning reaksion markazini tashkil etuvchi pigment P₇₀₀ ni qaytaradi. Ya'ni bu pigmentlar elektron uchun akseptorlik vazifasini bajaradi. Chunki yorug'lik energiyasi ta'siridan qo'zg'algan fotosintetik tizimning reaksion markazidagi xlorofill " a " ning elektroni plastosianin va boshqa fermentlar orqali ferredoksinga o'tkaziladi. Bu jarayonda ham bir molekula ATF sintezlanadi va NADF.N₂ hosil bo'ladi.

Umuman yorug'likda fosforlanish mexanizmi murakkab xarakterga ega bo'lib, uning muhim xususiyatlaridan biri elektronlarning ko'chishida ishtirok etadigan oraliq moddalardir. Bu moddalardan plastoxinon, plastosianin, sitoxromlar va ferredoksinning xususiyatlari ancha yaxshi o'rganilgan. Lekin elektronlar harakati zonlarida hali aniqlanmagan moddalar ham bor.

Xlorella bilan o'tkazilgan tajribalarning natijasi ko'rsatashicha yorug'likda fosforlanish jarayonida hosil bo'lgan umumiy ATF miqdorining 70-80% siklik va 20% siklsiz fotosintetik fosforlanishning mahsuloti ekan. Lekin yashil o'simliklarda bu nisbat boshqacha ham bo'lishi mumkin.

Takrorlash uchun savollar

1. Qaysi darajada xlorofill "a" yutgan energiyani fotosintezda ishlata boshlaydi?
2. Fotosintez jarayonida ajralib chiqadigan kislorod manbasi suv ekanligini kimlar aniqladi?
3. Fotosintez jarayonida bir molekula geksoza hosil bo'lishi uchun necha molekula suv ishtirok etadi?
4. C_3 o'simliklarda CO_2 ning birlamchi akseptori vazifasini nima bajaradi?
5. Fotosintez jarayonida ajralib chiqadigan kislorod manbasi suv ekanligi qachon aniqlandi?
6. Fotosintezda qizil nurlar samardorligini kashf etgan olim?
6. C_4 -o'simliklarda CO_2 ning birlamchi akseptori vazifasini nima bajaradi