



O'SIMLIK PIGMENTLARINING KIMYOVIY XUSUSIYATLARI VA ULARNING FOTOSINTEZ JARAYONIDAGI AHAMIYATI

Ko'ptilewova Raziya Baxadurovna

Ixtiologiya va gidrobiologiya ixtisosligi magistri, Mirzo Ulug'bek
nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17500817>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 25-oktabr 2025 yil
Ma'qullandi: 28-oktabr 2025 yil
Nashr qilindi: 31-oktabr 2025 yil

KEYWORDS

*pigment, xlorofill, karotinoid,
antosiyenin, fotosintez,
energiya, elektron transport,
hujayra, xloroplast.*

ABSTRACT

Mazkur maqolada o'simlik pigmentlarining kimyoviy tuzilishi, fizik-kimyoviy xususiyatlari hamda fotosintez jarayonidagi o'rni batafsil tahlil qilingan. Xlorofill, karotinoid, antosiyenin va boshqa yordamchi pigmentlarning o'zaro munosabati, energiya almashinuvidagi roli, ekologik omillarga bog'liq o'zgarishlari va ularning biotexnologik ahamiyati ilmiy asosda yoritiladi.

O'simlik dunyosining yashil rangga kirishi bevosita pigment moddalarning mavjudligi bilan bog'liqdir. Pigmentlar – bu o'simlik hujayralaridagi rang beruvchi, yorug'likni yutuvchi va uni kimyoviy energiyaga aylantiruvchi organik moddalardir. Ularning eng muhim vakili, albatta, xlorofill hisoblanadi. Biroq, faqat xlorofill emas, balki karotinoidlar, ksantofillar, antosiyeninlar kabi yordamchi pigmentlar ham fotosintez jarayonining to'liq va barqaror kechishini ta'minlaydi. Shu bois, pigmentlarning kimyoviy xususiyatlarini chuqur o'rganish, o'simliklar hayot faoliyati va ekologik moslashuvini tushinishda muhim ahamiyatga ega [3].

Avvalo, xlorofill molekulasining kimyoviy tuzilishiga e'tibor beraylik. Xlorofill – bu porfirin halqasiga ega, markazida magnezium (Mg) atomi joylashgan murakkab organik birikma. U $C_{55}H_{72}MgN_4O_5$ formulasiga ega bo'lib, quyosh nurining ko'k va qizil qismlarini yutadi, yashil nurlarni esa aks ettiradi. Shu tufayli o'simlik barglari bizga yashil rangda ko'rinadi. Xlorofill molekulasini Quyosh nuri energiyasini yutib, uni elektron shaklida tashuvchi molekulalarga uzatadi. Bu jarayon fotosintezning dastlabki bosqichida sodir bo'ladi va natijada kimyoviy energiya hosil bo'ladi.

Shu bilan birga, xlorofillning bir necha turlari mavjud: xlorofill a, xlorofill b, xlorofill c va boshqalar. Masalan, yuqori o'simliklarda asosan "xlorofill a" va "xlorofill b" mavjud. "Xlorofill a" ko'k-binofsha spektrdagi nurlarni yutsa, "xlorofill b" qizil-to'q sariq nurlarni yutadi. Ularning o'zaro uyg'unligi fotosintezning samaradorligini oshiradi. Ayniqsa, quyosh nuri zaif tushadigan joylarda xlorofill b miqdorining ortishi o'simlikka yorug'likdan to'liqroq foydalanish imkonini beradi.

Karotinoidlar esa boshqa bir muhim pigment guruhidir. Ular asosan sariq va to'q sariq ranglarni beradi hamda antioksidant xususiyatga ega. Kimyoviy jihatdan ular izopren birikmalariga kiradi, ya'ni uglevodorod zanjirlaridan tashkil topgan. Karotinoidlar ikki asosiy turga bo'linadi: karotinlar va ksantofillar. Karotinlar (masalan, β -karotin) faqat uglerod va

vodoroddan tashkil topgan bo'lsa, ksantofillar (masalan, lutein) tarkibida kislorod atomlari ham mavjud.

Karotinoidlarning asosiy vazifasi — xlorofillni fotooksidlanishdan himoya qilish. Quyosh nuri haddan ortiq bo'lgan paytda xlorofill molekulasida ortiqcha energiya hosil bo'ladi va u oksidlovchi radikallar paydo bo'lishiga sabab bo'lishi mumkin. Ana shunday paytda karotinoidlar "energiyani yutuvchi bufer" vazifasini bajaradi va o'simlik hujayrasini shikastlanishdan saqlaydi. Shu sababli, karotinoidlar fotosintez tizimining muvozanatini saqlashda muhim o'rin tutadi [1, 54-56].

Shuningdek, antosiyaninlar ham pigmentlar orasida alohida o'rin egallaydi. Ular suvda eriydigan flavonoid tabiatli moddalar bo'lib, o'simlikning gullari, mevalari va ayrim barglariga qizil, binafsha yoki ko'k rang beradi. Antosiyaninlarning rang ohangi pH muhitga bog'liq: kislotali muhitda ular qizil, neytralda binafsha, ishqoriy muhitda esa ko'k tusga kiradi. Bu xususiyat ularni tabiiy indikator sifatida ham ishlatish imkonini beradi.

Antosiyaninlar fotosintezda bevosita ishtirok etmaydi, ammo ular quyosh nurlarining zararli qismini yutish orqali fotosintetik apparatni himoya qiladi. Bundan tashqari, ular sovuqqa, qurg'oqchilikka va ultrabinafsha nurlanishga chidamlilikni oshiradi. Shu bilan birga, ular antioksidant sifatida hujayralardagi erkin radikallarni neytrallaydi.

Fotosintez jarayonining o'zi ham pigmentlar faoliyatisiz sodir bo'la olmaydi. Bu jarayon ikki bosqichda kechadi: yorug'lik bosqichi va qorong'ilik bosqichi. Yorug'lik bosqichida pigmentlar Quyosh nuri energiyasini yutib, uni elektron transport zanjiri orqali kimyoviy energiyaga aylantiradi. Shu bosqichda ATP va NADPH shaklida energiya yig'iladi. Qorong'ilik bosqichida esa bu energiya CO₂ ni organik moddalarga aylantirish uchun ishlatiladi [4].

Ayniqsa, xlorofill va karotinoidlarning muvozanatli ishlashi bu jarayonning samaradorligini belgilaydi. Masalan, quyosh nuri kuchli bo'lgan sharoitlarda karotinoidlar miqdori oshadi, bu esa ortiqcha nurlanishni yutib, xlorofillni himoya qiladi. Aksincha, soyali muhitda xlorofill miqdori ortib, o'simlik ko'proq yorug'likni yutish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Zamonaviy biologik tadqiqotlar pigmentlarning genetik nazorat ostida sintezlanishini ham isbotlagan. Xlorofill sintezi jarayoni murakkab fermentativ bosqichlardan iborat bo'lib, u magnit, temir va marganets kabi elementlarga bog'liq. Shu sababli, tuproqdagi mineral yetishmovchiligi pigment hosil bo'lishini cheklaydi va natijada fotosintez pasayadi.

Shuni alohida ta'kidlash joizki, pigmentlarning kimyoviy va biokimyoviy xususiyatlarini o'rganish nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga ham ega. Chunki ular orqali o'simliklarning hosildorligini oshirish, qurg'oqchilikka bardoshli navlar yaratish, shuningdek, tabiiy bo'yoqlar ishlab chiqarish imkoniyati yaratiladi. Masalan, karotinoidlar oziq-ovqat sanoatida, farmatsevtika va kosmetika sohasida keng qo'llaniladi. Ular inson salomatligi uchun foydali bo'lib, antioksidant xususiyati tufayli yurak-qon tomir kasalliklari, ko'rish organlari muammolari va hatto saraton kasalliklarining oldini olishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu jihatdan, o'simlik pigmentlari nafaqat o'simlik hayotining ajralmas qismi, balki inson hayotida ham muhim biologik va iqtisodiy ahamiyatga ega komponentlardir.

Shuningdek, o'simlik pigmentlarining miqdori va faoliyati tashqi muhit omillariga sezilarli darajada bog'liq. Masalan, yorug'likning kuchi, harorat, suv ta'minoti, tuproqdagi oziqa moddalari miqdori va havo tarkibidagi karbonat angidrid pigment sinteziga ta'sir ko'rsatadi. Yorug'lik yetishmasligi xlorofillning parchalanishiga olib keladi, natijada barglar sarg'ayadi.

Aksincha, to'g'ri yorug'lik rejimida pigmentlarning sintezi kuchayadi, fotosintez intensivligi ortadi va o'simlikning o'sish sur'ati yaxshilanadi.

Issiqlik ham pigmentlar barqarorligiga bevosita ta'sir qiladi. Haddan ortiq yuqori harorat xlorofillning parchalanishiga, antosiyaninlarning rang o'zgarishiga olib keladi. Shuningdek, qurg'oqchilik sharoitida pigment sintezi sekinlashadi, ammo ba'zi o'simliklarda, masalan, cho'l o'simliklarida, bu jarayon teskari kechadi — ular ultrabinafsha nurlardan himoya sifatida ko'proq antosiyanin sintez qiladi. Bu esa o'simliklarning moslashuvchanlik mexanizmlaridan biridir.

Fotosintez jarayonida pigmentlarning muhim roli shundan iboratki, ular yorug'lik energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirish jarayonining boshlang'ich bosqichini tashkil etadi. Bu jarayon bo'lmasa, atmosferadagi kislorod miqdori ortmas edi, shuningdek, o'simliklar va hayvonot dunyosi uchun zarur organik moddalarning sintezi ham imkonsiz bo'lardi. Shu sababdan, pigmentlar — sayyoramizdagi hayotning asosi hisoblanadi.

Fotosintez mexanizmini chuqurroq tahlil qiladigan bo'lsak, xlorofill molekulasida yorug'lik kvantini yutgach, yuqori energiyali holatga o'tadi va elektronini maxsus tashuvchi molekullarga beradi. Bu elektronlar zanjiri bo'ylab harakatlanar ekan, energiya bosqichma-bosqich ATP va NADPH shaklida yig'iladi. Shu jarayon davomida suv molekulasida parchalanib, kislorod ajraladi — bu fotosintezning eng muhim natijasidir. Karotinoidlar esa bu paytda ortiqcha energiyani yutish orqali xlorofillni "sovtadi" va fotoinhibitsiya jarayonini oldini oladi.

Bundan tashqari, pigmentlarning o'zaro ta'siri "energiya rezonans ko'chishi" deb ataluvchi hodisaga asoslanadi. Bu hodisa orqali yordamchi pigmentlar — masalan, karotinoid yoki xlorofill b — o'zlari yutgan yorug'lik energiyasini xlorofill a molekulasiga o'tkazadi. Natijada energiya yo'qotilmaydi, balki to'liqroq foydalaniladi. Shunday qilib, pigmentlar bir-birini to'ldiruvchi yagona tizim sifatida ishlaydi.

Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, o'simlik pigmentlari fotosintezdan tashqari, o'simlikning boshqa fiziologik jarayonlarida ham ishtirok etadi. Masalan, pigmentlar o'sish gormonlari bilan o'zaro ta'sir qilib, barglarning qarish jarayonini kechiktiradi, urug'larning unish darajasini oshiradi va hatto patogenlarga qarshi himoya reaksiyalarini faollashtiradi. Shu sababdan, pigmentlarning kimyoviy tuzilishi va funksional faolligini o'rganish nafaqat ekologiya, balki qishloq xo'jaligi biotexnologiyasi uchun ham dolzarb masaladir.

Shuningdek, so'nggi yillarda olimlar fotosintetik pigmentlar asosida yangi texnologiyalar yaratish bo'yicha qator izlanishlar olib bormoqda. Masalan, xlorofill va karotinoid molekullari quyosh panellari uchun tabiiy fotoaktiv material sifatida ishlatilmoqda. Bu yo'nalish "biofotosintez texnologiyasi" deb ataladi. Shu orqali o'simliklardagi tabiiy energiya aylanish mexanizmini sun'iy tizimlarda qo'llash imkoniyati yaratilmoqda.

Xulosa qilib aytganda, o'simlik pigmentlari nafaqat o'simliklarning tashqi ko'rinishini belgilovchi, balki ularning hayotiy faoliyatini ta'minlovchi eng muhim biologik molekullardir. Ularning kimyoviy tuzilishi, fizik xossalari va fotosintezdagi roli bir-biri bilan uzviy bog'liq. Ayniqsa, xlorofillning energiya almashinuvidagi ishtiroki, karotinoidlarning himoya vazifasi va antosiyaninlarning moslashuvchanlikdagi o'rni o'simlik dunyosining murakkab, ammo uyg'un mexanizmini namoyon etadi. Shu boisdan, pigmentlarning kimyoviy xususiyatlarini chuqur o'rganish — o'simlik fiziologiyasi, ekologiyasi va biotexnologiyasi sohalarida yangi ilmiy yutuqlarga yo'l ochadi. Bu bilimlar asosida insoniyat nafaqat tabiiy jarayonlarni yanada chuqur

tushunadi, balki ularni barqaror rivojlanish maqsadlarida amaliyotga tatbiq etish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Begaliyeva, D. (2024). Xujayra fiziologiyasi va osimlik hujayrasining oziga xos xususiyatlari. PROBLEMS AND SOLUTIONS OF SCIENTIFIC AND INNOVATIVE RESEARCH, 1(7), 54-56.
2. Maribjanovna, M. M. (2025). FOTOSINTEZ JARAYONI XUSUSIYATLARI. Научный информационный бюллетень, 6(1), 323-327.
3. Sobirova, R. A., Abrorov, O. A., Inoyatova, F. X., & Aripov, A. N. (2006). Biologik kimyo. Toshkent "Yangi asr avlodi"-2006 y.
4. X.Sh. Dosov "Fotosintez va ekologik fiziologiya", nashr yillari: 1970-1980 yillar oralig'ida
5. Yunusaliyev, D., Bahromov, A., & To'ychiyev, U. (2024). Hujayra fiziologiyasi va o'simlik hujayrasining o'ziga xos xususiyatlari. Journal of science-innovative research in Uzbekistan, 2(11), 445-448.

