

KAROTEONIDLARNING BIOSINTEZI VA TUZILISHI: YANGI KASHFIYOTLAR VA FARAZLAR

Xolmatova Madinabonu Akram qizi

Samarqand davlat tibbiyot universiteti talabasi

Marxabo Balxievna Usmonova

Samarqand davlat tibbiyot universiteti assistenti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15664011>

Annotatsiya: Karoteonidlar, o'simliklar, mikroorganizmlar va ba'zi hayvonlarda mavjud bo'lgan rang beruvchi moddalar bo'lib, ular yengil va qizil ranglarga ega. Karoteonidlarning biosintezi va tuzilishi ilm-fanda muhim ahamiyatga ega, chunki ular inson salomatligi va ekosistemalardagi rolini belgilaydi. Ushbu maqolada karoteonidlarning biosintez jarayoni, tuzilishi va bu sohadagi yangi kashfiyotlar hamda farazlar muhokama qilinadi.

Kalit soʻzlar: Karoteonidlar, o'simliklar, mikroorganizm, biosintez, yorug'lik, fototrof, ekosistema, karotin astaksantin ksantofill.

CAROTENOID BIOSYNTHESIS AND STRUCTURE: NEW DISCOVERIES AND HYPOTHESES

Abstract: Carotenoids are colorants found in plants, microorganisms, and some animals, which have light and red colors. The biosynthesis and structure of carotenoids is of great importance in science, as they determine their role in human health and ecosystems. This article discusses the process of carotenoid biosynthesis, structure, and new discoveries and hypotheses in this area.

Keywords: Carotenoids, plants, microorganisms, biosynthesis, light, phototrophs, ecosystem, carotene, astaxanthin, xanthophyll.

БИОСИНТЕЗ И СТРУКТУРА КАРОТИНОИДОВ: НОВЫЕ ОТКРЫТИЯ И ГИПОТЕЗЫ

Аннотация: Каротиноиды — красящие вещества, встречающиеся в растениях, микроорганизмах и некоторых животных, которые придают им светлый и красный цвет. Биосинтез и структура каротиноидов имеют научное значение, поскольку определяют их роль в здоровье человека и экосистемах. В статье рассматриваются процесс биосинтеза и структура каротиноидов, а также новые открытия и гипотезы в этой области.

Ключевые слова: Каротиноиды, растения, микроорганизмы, биосинтез, свет, фототроф, экосистема, каротин, астаксантин, ксантофилл.

KIRISH

Karotinoidlar – yorug'likni so'rib oluvchi va turli organizmlarda uchraydigan lipofillik pigmentlar guruhi. Fototrof organizmlarining hujayralarida karotinoidlar fotomuhofazaviy funksiyani bajaradi, ya'ni hujayralarning fotookislanishdan shikastlanishining oldini oladi, shuningdek, ular yordamchi yorug'lik yig'uvchi pigmentlar sifatida ham ishlaydi. Bundan tashqari, ushbu birikmalar antioksidant faollikka ega bo'lib, ular aktiv kislorod turlari (AKT) va erkin radikallarning (Römer, Fraser, 2005) inaktivatsiyasini amalga oshiradi.

METOD

Hozirgi kunda karotinoidlar guruhidan 750 dan ortiq birikmalar ma'lum (Takaichi, 2011). Ushbu pigmentlar ikki katta guruhga bo'linadi: karotinlar – uglerod va vodoroddan tashkil topgan

molekulalar va ksantofilllar – tarkibida gidroksi-, epoksi- yoki ketogruplarda kislorod atomlari mavjud bo'lgan birikmalar. Rasm 1-da β -karotin (karotin) va astaksantin (ksantofill) tasvirlangan.

Karoteonidlar izoprenoid birikmalar guruhiga kiradi va ularning asosiy tuzilishi $C_{40}H_{56}$ formulasiga ega bo'lgan gibridik polimerlardan iborat. Ular ikki turga bo'linadi: karotinlar (masalan, beta-karotin) va ksantofilllar (masalan, lutein). Karotinlar asosan o'simliklarning yashil qismida joylashgan kloroplastlarda hosil bo'ladi.

Karoteonidlarning biosintezi bir necha bosqichdan iborat:

Karotinoidlar, bajaradigan funksiyalariga qarab, ikki guruhga bo'linadi: birlamchi va ikkilamchi. Birlamchi, yoki fotosintetik karotinoidlar, fotosintetik apparat (FSA) bilan yaqindan bog'liq bo'lib, ular yorug'lik yig'ish funksiyasini bajaradi, shuningdek, tripletli xlorofillning singlet holatiga o'tishida ishtirok etadi, AKTlarni yo'qotadi va oqsil-pigment komplekslarini barqarorlashtiradi (Lichtenthaler, 1987; Solovchenko, 2013; Ruban et al., 2007; Solovchenko, Merzlyak, 2008). Birlamchi karotinoidlarga β -karotin va ksantofilllar: lutein, neoksantin, zeaksantin, violoksantin va anteraksantin kiradi (Takaichi, 2011).

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Ikkizialik karotinoidlar fotosintetik jarayonlarda ishtirok etmaydi va tilakoid membranalaridan tashqarida maxsus tuzilmalar, masalan, plastoglobullarda (xloroplast ichida) va sitoplazmatik lipid globulalarda stress faktorlari ta'sirida to'planadi. Ushbu pigmentlar odatda β -karotin va astaksantin bilan ifodalanadi va yog'li kislotalar bilan murakkab efirlar shaklida to'planadi (Minyuk, Solovchenko, 2018). Taxmin qilinishicha, ikkilamchi karotinoidlar quyidagi funksiyalarni bajaradi: fotosintez mahsulotlarining ortiqchaliklarini olib tashlash, AKTlar hosil bo'lishini bostirish va ularni deaktivatsiya qilish (Hu et al., 2008; Solovchenko, 2013).

1. Izoprenoid Birikmalarining Sintetizasi: Karoteonid biosintezi mevalar yoki barglardagi kloroplastlarda boshlanadi. Sakkaridlardan asetil-CoA orqali isoprenoid birikmalari – geranylgeranyl diphosphate (GGDP) hosil bo'ladi.

2. Karotenning Sintetizasi: Geranylgeranyl diphosphate dan lycopene (birinchi karoten) sintetikasi amalga oshiriladi. Lycopene keyinchalik beta-karotin va boshqa karoteonidlarga aylantiriladi.

3. Modifikatsiya: Ba'zi karotinga xos modifikatsiyalar (masalan, oksigenlanish) natijasida ksantofilllar hosil bo'ladi.

Karotinoidlarning biosintezi bosqichlari yosunlarda eng batafsil tasvirlangan bo'lib, bu haqda yashil mikroskopik yosunlar (*Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Dunaliella* va *Haematococcus* turlari) misolida ma'lumotlar keltirilgan (Takaichi, 2011).

Karotinoidlarning asosiy biosintez bosqichlari karbon suyakchasining yig'ilishi, desaturatsiya, tsiklizatsiya va gidroksillanishni o'z ichiga oladi. Karbon suyakchasining yig'ilishi. Yashil mikroskopik yosunlarda karotinoidlarning prekursori izopentilpirifosfat (IPP) bo'lib, bu izoprenoidlar sinfiga kiruvchi modda hisoblanadi. Izoprenoidlar hosil qilish uchun ikkita yo'l mavjud: mevalonat yo'li (klassik yo'l), bu hayvonlar, arxeylar, xamirturushlar va o'simlik hujayralarining tsitozolida uchraydi, va alternativ yo'l (gliseraldegid-3-fosfat-piruvat yo'li), bu bakteriyalar va o'simliklar xloroplastlarida xarakterlidir. Yashil yosunlarning xloroplastlarida izoprenoidlar sintetikasi uchun gliseraldegid-3-fosfat-piruvat yo'li ishlaydi, natijada IPP hosil bo'ladi (Ersov, 2005). Keyinchalik, IPP-izomeraza fermenti hosil bo'lgan IPPni dimetilallilpirifosfat (DMAPP)ga aylantiradi – bu izoprenoid zanjirini sintez qilish uchun boshlang'ich modda. So'ngra, DMAPPga uchta IPP molekulasini "boshdan oxirigacha" qo'shiladi, natijada geranylgeranylpirifosfat (GGPP) hosil bo'ladi. Keyin, ikkita GGPP molekulasini

"boshdan boshgacha" kondensatsiyalanib, fitoinsintaza (PSY) fermenti yordamida fitoin hosil bo'ladi (Ersov, 2005).

Desaturatsiya va tsiklizatsiya. Fitoin molekulasida to'rt desaturatsiya reaksiyasidan o'tadi, bu reaksiyalar fitoindesaturaza (PDS) va ζ -karotindesaturaza (ZDS) fermentlari tomonidan katalizlanadi, natijada fitoftluin, ζ -karotin, neyrosporin va likopin hosil bo'ladi. Plasmid terminal oksidaza (PTOX) mikroskopik yosunlarda desaturaza fermentlarining kofaktori sifatida ishlaydi va hujayralarni oksidlanish stressidan himoya qilishga yordam beradi. Desaturatsiya – ikkilamchi karotinoidlarning biosintezini bosqichida cheklovchi bosqich hisoblanadi. Membranaga bog'langan β -likopintsiklaza (LCY- β) va ϵ -likopintsiklaza (LCY- ϵ) fermentlari desaturaza fermentlari (PDS, ZDS) bilan murakkab komplekslar hosil qilib, β - va α -yanon halqalari (β - va α -karotinlarni sintez qilish) hosil bo'lishida ishtirok etadi (Cunningham et al., 1996). β -karotinga keta-guruhining qo'shilishi bilan uning bir halqasida ekhinon, va ikkala halqasiga keta-guruhining qo'shilishi bilan kantaksantin hosil bo'ladi, bu esa astaksantinning prekursoridir. Quyida astaksantin biosintez sxemasi keltirilgan (rasm 2).

So'nggi yillarda biotexnologiya sohasidagi taraqqiyot karoteonid biosintezini yanada chuqurroq o'rganishga imkon berdi:

- Genetik Modifikatsiya: O'simliklarning genetik modifikatsiyasi orqali karoteonid ishlab chiqarishni oshirish mumkinligi aniqlangan. Masalan, "Golden Rice" loyihasi beta-karotin ishlab chiqaradigan genlarni qo'shgan holda yaratilgan.

- Mikroorganizmlar: Ba'zi mikroorganizmlar (bakteriyalar va qo'ziqorinlar) yordamida karoteonidlarni ishlab chiqarishning yangi usullari topildi. Bu jarayon ko'p hollarda iqtisodiy jihatdan samaraliroq hisoblanadi.

- Ekologik Ta'sir: Karoteonidlarning ekosistemalar uchun ahamiyati haqida yangi ma'lumotlar paydo bo'lmoqda. Ular fotosintez jarayonini qo'llab-quvvatlash bilan birga, hayvonot olamida oziq-ovqat zanjirining muhim qismidir.

Karoteonidlar – bu o'simliklarda va ba'zi hayvonlarda uchraydigan tabiiy pigmentlar bo'lib, ular asosan yashil, sariq va qizil ranglarni beradi. Ular karotin, lutein, zeaksantin va boshqa bir qator birikmalarni o'z ichiga oladi. Karoteonidlar ikki asosiy guruhga bo'linadi: karotinlar (masalan, alfa-karotin va beta-karotin) va ksantofilllar (masalan, lutein va zeaksantin).

Karoteonidlarning tuzilishi quyidagi xususiyatlarga ega:

1. Kimyoviy tuzilish: Karoteonidlarning asosiy tuzilishi izopren birikmalaridan tashkil topgan uzun uglevodlardan iboratdir. Ularning ko'pchiligi C₄₀H₅₆ formulasiga ega bo'lgan tetraterpenoidlardir.

2. Benzol halqalari: Karoteonidlarning ko'pchiligi benzen halqalari bilan bog'langan uglerod zanjirlariga ega bo'lib, bu ularni rang beruvchi sifatini oshiradi.

3. Konjugatsiya tizimi: Karoteonidlar konjugatsiya tizimiga ega bo'lib, bu ularga yorug'likni so'rish xususiyatini beradi. Bu xususiyat karoteonidlarning ranglarini aniqlaydi.

4. Qayta ishlaniishi: O'simliklar tomonidan karoteonidlar fotosintez jarayonida hosil qilinadi va ular o'simlikning turli qismlarida (mevalar, barglar) to'planishi mumkin.

5. Biologik ahamiyati: Karoteonidlar inson organizmi uchun muhim antioksidant hisoblanadi va A vitamini shakliga aylanib, ko'rish imkoniyatini yaxshilaydi hamda immunitetni kuchaytirishga yordam beradi.

XULOSA

Hozirgi kunda mavjud bo'lgan karotinoidlarni biotexnologik ishlab chiqarish asosan mikroskopik yosunlarni yetishtirishga asoslangan – bu yosunlar bir turdagi karotinoidlarni ishlab

chiqaruvchilardir va ular bir qator cheklovlarga ega, buning sabablarini kontaminatsiya xavfi, shuningdek, ma'lum shartlar bilan bog'liq past ishlab chiqarish samaradorligi va karotinogenez induktsiyasi bosqichida hujayra biomassasining yo'qolishi tashkil etadi. Shu sababli, bir vaqtning o'zida bir nechta turdagi karotinoidlarni ishlab chiqarishga qodir mikroskopik yosunlarni ko'rib chiqish, ularning metabolizmini o'rganish va ushbu birikmalarni ishlab chiqarishning yangi yondashuvlarini, jumladan, genetik muhandislik usullari yordamida ishlab chiqarishni ko'rib chiqish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Эшкobilова М. Э. , Насимов А. М. Газоанализатор (Тпг-Сн4) Для Мониторинга Метана На Основе Термокatalитических И Полупроводниковых Сенсоров //Universum: Химия И Биология. – 2019. – №. 6 (60). – С. 17-20.
2. Усманова, М. , Эрнazarова, М. , Куйлиева, М. , & Хасанова, Г. (2021). Дорихона Фаолиятини Ташкил Этиш, Дорилар Саклаш Чора Тадбирлари. Экономика И Социум,(11), 90(6).
3. Хасанова, Г. Р. , Усманова, М. Б. , & Нажмитдинов, Х. Б. (2022). Витаминга Бой Ловия (Phascolus) Ўсимлигининг Умумий Хусусиятлари. Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural And Social Sciences, 2(9), 333-336.
4. Хасанова, Г. Р. , & Усмонова, М. Б. (2022). Применение Фасоли (Phascolus) В Медицине. Science And Education, 3(11), 117-125.
5. Юлдашев, С. , Халимбетов, Ю. , Усманова, М. И Зс, Н. (2021). Национальные Процессы В Узбекистане И Формирование Интернационалистской Зрелости Молодого Поколения. Американский Журнал Медицинских Наук И Фармацевтических Исследований , 3 (06), 167-175.
6. Шкурова, Д. , Усманова, М. , & Имамова, Ю. (2021). Порошоларинг Хусусий Тухнологияси Тузгувчи, Буёвчи Ва Кийин Майдаланувчи Модддалар, Экстрактлар Ва Эфир Мойлари Билан Порошоклар Таййорлаш. Экономика И Социум, 11, 90.
7. Усманова, М. Б. , & Имамова, Ю. А. (2022). Лук Репчатый–Применение В Медицине. Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural And Social Sciences, 2(Special Issue 4-2), 914-917.
8. Имамова, Ю. А. , & Усманова, М. Б. (2022). Родиолы Розовая Для Повышения Работоспособности Организма. Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural And Social Sciences, 2(Special Issue 4-2), 901-904.
9. Qo'lyiyeva, M. U. , Ernazarova, M. , & Usmonova, M. (2021). Chilonjiyda Haqida Umumiy Ma'lumot, Tarkibi, Xalq Tabobatida Qo'llanilishi, Xususiyatlari Va Ularning Har Xil Turlari, O'stirish Uchun Sharoit. Экономика И Социум, (11-1 (90)), 476-480.
10. Jasmina B. A. , Sevinch D. O. , Ersashev S. S. , Usmanova M. B. & Eshkobilova M. E. (2025). Design And Operating Principle Of A Semiconductor Sensor For Methane And Natural Gas. Development Of Science, 6(2), Pp. 152-160. <https://doi.org/0>
11. Усмонова М. Б. (2025). Современные Образовательные Технологии В Подготовке Медицинских И Фармацевтических Кадров. Development Of Science, 6(3), Pp. 387-395.
12. Эшкobilов III. А. , Эшкobilова М. Э. , Абдурахманов Э. А. Определение Природного Газа В Атмосферном Воздухе И Технологических Газах //Экологические Системы И Приборы. – 2015. – №. 9. – С. 11-14.
13. Eshkobilova M. E. , Xodieva N. , Abdurakhmanova Z. E. Thermocatalytic And Semiconductor Sensors For Monitoring Gas Mixtures //World Journal Of Agriculture And Urbanization. – 2023. – T. 2. – №. 6. – С. 9-13.

14. Эшкobilова М. Э. , Насимов А. М. Газоанализатор (Тпг-Сн4) Для Мониторинга Метана На Основе Термокаталитических И Полупроводниковых Сенсоров //Universum: Химия И Биология. – 2019. – №. 6 (60). – С. 17-20.
15. Эшкobilова М. Э. И Др. Метанни Аниқловчи Тяг-Сн4 Газ Анализаторининг Метрологик Тавсифларига Турли Омилларнинг Таъсири //Research Focus. – 2023. – Т. 2. – №. 11. – С. 17-22.
16. Абдурахманов Э. Д. , Сидикова Х. Г. , Эшкobilова М. Э. Катализатор Для Селективного Сенсора Метана //Евразийский Союз Ученых. Серия: Медицинские, Биологические И Химические Науки. – 2021. – №. 4. – С. 21. М. А. , Abduraxmonova Z. E. , Eshkobilova M. E. Gazlar Aralashmasi Tarkibini Nazorat Qilishning Elektrokimyoviy Usullari Va Analizatorlari //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 8-13.
17. Abdurakhmanov E. Et Al. Template Synthesis Of Nanomaterials Based On Titanium And Cadmium Oxides By The Sol-Gel Method, Study Of Their Possibility Of Application As A Carbon Monoxide Sensor (Ii) //Journal Of Pharmaceutical Negative Results. – 2022. – Т. 13. – С. 1343-1350.
18. Abdurakhmanov E. Et Al. Development Of A Selective Sensor For The Determination Of Hydrogen //Iop Conference Series: Earth And Environmental Science. – Iop Publishing, 2021. – Т. 839. – №. 4. – С. 042086.
19. Сидикова Х. Г. , Эшкobilова М. , Абдурахмонов Э. Термокаталитический Сенсор Для Селективного Мониторинга Природного Газа //Vi-Международные Научные Практической Конференции Global Scien Ceand Innovations. – 2019. – С. 235-238.
20. Eshkabilova M. Et Al. Development Of Selective Gas Sensors Using Nanomaterials Obtained By Sol-Gel Process //Journal Of Physics: Conference Series. – Iop Publishing, 2022. – Т. 2388. – №. 1. – С. 012155.
21. Абдурахманов Э. И Др. Химический Сенсор Для Мониторинга Оксиды Углерода Из Составы Транспортных Выбросов //Science And Education. – 2020. – Т. 1. – №. 1. – С. 37-42.
22. Эшкobilов Ш. А. , Эшкobilова М. Э. , Абдурахманов Э. А. Разработка Катализатора Для Чувствительного Сенсора Природного Газы //Символ Науки. – 2015. – №. 3. – С. 7-12.
23. Komiljonovna M. M. , Safarovich T. O. , Ergashboyevna E. M. Gidrazidlarning Biologik Faolligi Fosforlangan Karboksilik Kislotalar Va Ularning Hosilalari //Ta'limda Raqamli Texnologiyalarni Tadbiiq Etishning Zamonaviy Tendensiyalari Va Rivojlanish Omillari. – 2024. – Т. 31. – №. 2. – С. 126-130.
24. Eshkobilov Sh A. , Eshkobilova M. E. , Abdurakhmanov E. Determination Of Natural Gas In Atmospheric Air And Technological Gases //Ecological Systems And Devices. – 2015. – Т. 9. – С. 11-5.
25. Ergashboy A. Eshkobilova Mavjuda. Zol-Gel Synthesis Of Nanocomposites And Gaseous Materials //The International Conference On" Energy-Earth-Environment-Engineering". Сtp. - 2023. - С. 84-85.
26. Eshkobilova M. E. , Khudoyberdieva F. B. Composition And Structure Of Composite Building Materials //International Journal Of Social Science & Interdisciplinary Research Issn: 2277-3630 Impact Factor: 8. 036. – 2023. – Т. 12. – №. 01. – С. 1-4.
27. Gulomovna S. X. , Ergashboyevna E. M. , Ergashboy A. Range Of Measuring Of Base Error Of Selective Thermocatalytical Sensor On Methane //European Science Review. – 2020. – №. 1-2. – С. 140-143.
28. Ergashboyevna E. M. , Gulomovna S. X. , Ergashboy A. Selective Thermocatalytic Sensor For Natural Gas Monitoring //Austrian Journal Of Technical And Natural Sciences. – 2019. – №. 9-10. – С. 49-51.