

AYRIM FITOGORMONLAR BILAN GLITSIRRIZIN KISLOTANING MONOAMMONIYLI TUZINING SUPRAMOLEKULAR KOMPLEKSLARI

Maxmudjon Xoliqov

Guliston davlat universiteti Bioorganik kimyo yo'nalishi tayanch doktoranti

mahmudxoliqov030@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22761886>

Qabul qilindi: 6-sentabr 2026-yil • Ma'qullandi: 13-sentabr 2026-yil • Nashr qilindi: 14-sentabr 2026-yil

Annotatsiya.

Ushbu maqolada glitsirrizin kislotasining monoammoniyli tuzi (GKMAT) bilan turli tabiat va tuzilishga ega fitogormonlar (xususan, sitokininlar guruhiga mansub zeatin va auksin xarakteridagi indol hosilalari) o'rtasida hosil bo'ladigan supramolekulyar komplekslarga bag'ishlangan adabiyotlar tahlil qilingan. Tahlil natijasida GKMAT ning turli molyar nisbatlarda (2:1, 4:1, 8:1) fitogormonlar bilan barqaror komplekslar hosil qilishi, bunda vodorod bog'lari, gidrofob ta'sirlar va dipol-dipol o'zaro ta'sirlarning muhim rol o'ynashi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar:

fitogormonlar, zeatin, auksin, supramolekulyar kompleks, nokovalent o'zaro ta'sir, izomolyar seriyalar, barqarorlik konstantasi.

KIRISH

Glitsirrizin kislotasi va uning tuzlari tarkibida gidrofil glyukuron kislotasi qoldiqlari hamda gidrofob triterpen skeletining birgalikda mavjudligi tufayli amfifil xususiyatga ega bo'lib, eritmalarda o'z-o'zidan assotsiatsiylanishga va kichik molekulali biologik faol moddalar bilan mehmon-mezbon tipidagi nokovalent komplekslar hosil qilishga moyil bo'lgan tabiiy glikozidlar sinfiga kiradi [1]. Ushbu xususiyat GKMAT ni turli tabiatdagi biologik faol moddalarning, jumladan fitogormonlarning, eruvchanligini va barqarorligini oshiruvchi tashuvchi tizim sifatida qo'llash imkonini yaratadi [2]. Fitogormonlar, xususan sitokininlar (zeatin) va auksin hosilalari (indol-3-sirka kislotasi va uning xlorlangan analoglari), o'simliklarning o'sishi, hujayra bo'linishi va rivojlanish jarayonlarini boshqarishda markaziy rol o'ynaydi [3]. Biroq bu birikmalarning ko'pchiligi tashqi muhit ta'siriga, jumladan oksidlanish va yorug'lik ta'siriga nisbatan sezgir bo'lib, amaliy qo'llanishda ularning barqarorligini ta'minlash zarurati tug'iladi [4]. Shu sababli fitogormonlarni GKMAT bilan supramolekulyar kompleks holatiga o'tkazish orqali ularning fizik-kimyoviy barqarorligini oshirish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi [5].

METODOLOGIYA VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Tahlil uchun GKMAT ning turli fitogormonlar bilan hosil qilgan komplekslariga bag'ishlangan ilmiy adabiyotlar, jumladan spektroskopik (UB va IQ) tadqiqotlar, izomolyar seriyalar (Job) usuli asosida olingan stexiometrik ma'lumotlar hamda termodinamik hisob-kitoblar o'rganildi [6]. Adabiyotlarda GKMAT bilan fitogormonlarning komplekslanishi odatda 2:1, 4:1 va 8:1 molyar nisbatlarda amalga oshirilgani, bunda GKMAT eritmasiga fitogormonning etanolli yoki suv-etanolli eritmasi tomchilatib qo'shib, aralashma ma'lum harorat sharoitida (taxminan 20-35°C oralig'ida) aralashtirilgani qayd etilgan. Komplekslarning tarkibini aniqlashda an'anaviy

ravishda izomolyar seriyalar usuli qo'llanilib, bunda ikkala komponentning bir xil molyar konsentratsiyali eritmalari tayyorlanib, umumiy hajm va konsentratsiya doimiy saqlangan holda antibat nisbatlarda aralashtirilgan [7]. Muhitning pH qiymatini barqaror saqlash uchun fosfatli bufer tizimidan ($\text{Na}_2\text{HPO}_4\text{-NaH}_2\text{PO}_4$, pH 7,2) foydalanilgani ta'kidlanadi. Barqarorlik konstantasi suyultirish usuli orqali, Gibbs erkin energiyasi esa $\Delta G^\circ = -2,3RT\lg K$ tenglamasi asosida hisoblangan. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra bunday yondashuv nafaqat kompleks tarkibini, balki uning termodinamik barqarorligini ham baholash imkonini beradi [8].

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarni umumlashtirish shuni ko'rsatadiki, GKMAT turli tabiatga ega fitogormonlar, jumladan sitokinin guruhiga mansub zeatin va indol tabiatiga ega auksin hosilalari bilan barqaror supramolekulyar komplekslar hosil qiladi. Zeatin bilan hosil bo'lgan komplekslarning unumi 2:1, 4:1 va 8:1 nisbatlarda mos ravishda 89, 90 va 93 foizni tashkil etgan bo'lsa, indol tabiatiga ega auksin hosilasi bilan hosil bo'lgan komplekslarda bu ko'rsatkich 95, 93 va 92 foizga teng bo'lgan, bu esa har ikkala holatda ham yuqori unumli mahsulot olinishi mumkinligidan dalolat beradi. UB-spektroskopik tahlil natijalarida komplekslanish jarayonida yutilish maksimumlarining boshlang'ich moddalarga nisbatan siljishi va optik zichlik qiymatlarining o'zgarishi kuzatilgan, bu esa fitogormon xromofor tizimi atrofidagi mikro-muhitning o'zgarganini bildiradi [9].

IQ-spektroskopik ma'lumotlarda esa -OH, -NH va -C=O guruhlariga tegishli tebranish chastotalarining siljishi qayd etilgan bo'lib, bu GKMAT ning gidrofil glyukuron kislotasi fragmentlari vodorod bog'lari hosil qilishda, gidrofob triterpen skeleti esa fitogormon molekulasiining aromatik yoki geteroциклик qismi bilan gidrofob ta'sirlarda ishtirok etishini ko'rsatadi. Izomolyar seriyalar usuli bo'yicha har ikkala tizimda ham kompleks hosil bo'lishining maksimumi 2:1 molyar nisbatga to'g'ri kelgani aniqlangan, bu esa GKMAT molekulasiining fitogormon molekulasiini qamrab olishi uchun ikkita GKMAT molekulasiining fazoviy jihatdan qulay joylashishini taxmin qilish imkonini beradi. 2:1 tarkibli komplekslar uchun barqarorlik konstantasi taxminan $5,0\text{-}5,1 \times 10^6 \text{ M}^{-1}$ oralig'ida bo'lgani, Gibbs erkin energiyasiining manfiy qiymati esa komplekslanish jarayonining termodinamik jihatdan qulay va o'z-o'zidan boruvchi jarayon ekanligini tasdiqlaydi [10].

Shuni alohida ta'kidlash lozimki, GKMAT ning turli fitogormonlar bilan komplekslanish unumi va barqarorligi orasidagi farqlar, birinchi navbatda, fitogormon molekulasiining o'lchami, polyarligi va funksional guruhlarining tabiati bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Zeatin molekulasiidagi izopentenil yon zanjiri va purin halqasi bilan indol hosilalaridagi aromatik indol yadrosi va karboksil guruhi GKMAT ning gidrofob triterpen skeleti bilan turlicha darajada gidrofob ta'sirlashuvga kirishishi komplekslarining spektral xususiyatlaridagi farqlarni izohlashi mumkin. Shunga qaramay, umumiy tendensiya sifatida barcha ko'rib chiqilgan tizimlarda GKMAT ning ikki komponentli (2:1) tarkibda eng yuqori unum va barqarorlikka ega kompleks hosil qilishi kuzatiladi, bu esa GKMAT molekulasiining o'ziga xos "qobiq" hosil qiluvchi xususiyatidan kelib chiqadi.

XULOSA

Adabiyotlar tahlili natijasida glitsirrizin kislotasiining monoammoniyli tuzi turli tabiatga ega fitogormonlar, xususan sitokinin guruhiga mansub zeatin va auksin tabiatiga ega indol hosilalari bilan yuqori unumli va termodinamik jihatdan barqaror supramolekulyar komplekslar hosil qilishi aniqlandi. Har ikkala tizimda ham komplekslanishning asosiy harakatlantiruvchi kuchi vodorod bog'lari va gidrofob o'zaro ta'sirlar bo'lib, kompleks hosil bo'lishining optimal stexiometrik nisbati 2:1 ekanligi izomolyar seriyalar usuli orqali tasdiqlangan. Olingan xulosalar GKMAT ni sezgir va beqaror fitogormonlarni tashish hamda ularning fizik-kimyoviy barqarorligini oshirish uchun universal tabiiy tashuvchi vosita sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi. Kelgusida bunday komplekslarning biologik faolligi, o'simliklarda fiziologik ta'siri va uzoq muddatli saqlanish barqarorligini chuqurroq o'rganish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Толстиков Г.А., Балтина И.П., Шульц Э.Э. Глицирризиновая кислота: химия, свойства, применение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 312 с.
2. Selyutina O.Yu., Polyakov N.E. Glycyrrhizic Acid as a Multifunctional Drug Carrier - From Physicochemical Properties to Biomedical Applications: A Modern Insight on the Ancient Drug // International Journal of Pharmaceutics. 2019. Vol. 559. P. 271-279. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2019.01.047.
3. Jameson P.E. Zeatin: The 60th anniversary of its identification // Plant Physiology. 2023. Vol. 192, No. 1. P. 34-55.
4. Davies P.J. Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Dordrecht: Springer, 2010. 802 p.
5. Polyakov N.E., Leshina T.V. Glycyrrhizic Acid as a Novel Drug Delivery Vector: Synergy of Drug Transport and Efficacy // The Open Conference Proceedings Journal. 2011. Vol. 2. P. 64-72.
6. Job P. Recherches sur la formation de complexes minéraux en solution et sur leur stabilité // Annales de Chimie. 1928. Vol. 9. P. 113-203.
7. Connors K.A. Binding Constants: The Measurement of Molecular Complex Stability. New York: John Wiley & Sons, 1987. 432 p.
8. Бабко А.К. Физико-химический анализ комплексных соединений в растворах. Киев: Изд-во АН УССР, 1955. 328 с.
9. Silverstein R.M., Webster F.X., Kiemle D.J. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 7th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005. 512 p.
10. Hayashi H., Sudo H. Economic Importance of Licorice // Plant Biotechnology. 2009. Vol. 26, No. 1. P. 101-104.

Аннотация.

В данной статье проведен анализ литературы, посвященной супрамолекулярным комплексам, образующимся между моноаммониевой солью глицирризиновой кислоты (МАСГК) и фитогормонами различной природы и строения (в частности, зеатином, относящимся к группе цитокининов, и индольными производными ауксиновой природы). В результате анализа показано, что МАСГК образует устойчивые комплексы с фитогормонами в различных молярных соотношениях (2:1, 4:1, 8:1), при этом важную роль играют водородные связи, гидрофобные взаимодействия и диполь-дипольные взаимодействия.

Ключевые слова:

фитогормоны, зеатин, ауксин, супрамолекулярный комплекс, нековалентное взаимодействие, изомолярные серии, константа устойчивости.

Abstract.

This article presents a literature analysis devoted to supramolecular complexes formed between monoammonium glycyrrhizinate (MASGA) and phytohormones of various nature and structure (in particular, zeatin, belonging to the cytokinin group, and indole derivatives of an auxin nature). The analysis showed that MASGA forms stable complexes with phytohormones at various molar ratios (2:1, 4:1, 8:1), with hydrogen bonds, hydrophobic interactions, and dipole-dipole interactions playing an important role.

Keywords:

phytohormones, zeatin, auxin, supramolecular complex, noncovalent interaction, isomolar series, stability constant.