Materiallar to'plami · Conference Proceedings
**"ZAMONAVIY TADQIQOTLAR VA BARQAROR RIVOJLANISH" respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi**
04 August 2026
UDK 54
**TABIIY FANLAR**

# LECIDEA FUSCOATRA SAKSIKOL LISHAYNIGINING IKKILAMCHI METABOLITLARI: DEPSID KIMYOSI VA BIOLOGIK FAOLLIK ISTIQBOLLARI

Gulnozaxon Islom qizi Qoraboyeva*
*Kimyo fanlari falsafa doktori (PhD) Registon Tibbiyot Texnikumi, Kimyo fani o'qituvchisi, Farg'ona*
✉ gulnozaxonqoraboyeva025@gmail.com

**ANNOTATSIYA**

Ushbu maqolada saksikol muhitda o'sadigan qobiqli lishaynik — Lecidea fuscoatra (Lecideaceae oilasi) ning ikkilamchi metabolitlari, ayniqsa depsid sinfiga mansub konfluentik kislota va uning O-metillangan hosilasi tahlil qilingan. Shuningdek, maqolada turning kimyoviy diagnostikasi (spot-test usullari), depsid biosintezi yo'llari va mumkin bo'lgan biologik faollik yo'nalishlari ko'rib chiqilgan. Alohida e'tibor lishaynik depsidlarining metall ionlari bilan koordinatsion birikma hosil qilish qobiliyatiga va bu turning endolishen mikobiotasi hali deyarli o'rganilmaganligiga qaratilgan.

**Kalit so'zlar**

Lecidea fuscoatra, depsid, konfluentik kislota, spot-test, ikkilamchi metabolit, lishaynik kimyosi, endolishen zamburug'lar, biologik faollik.

DOI: 10.5281/zenodo.21743246

## KIRISH

Lishayniklar zamburug' (mikobiont) va fotosintezlovchi sherik (fotobiont, ko'pincha yashil suvo'tlar yoki sianobakteriyalar) o'rtasidagi barqaror simbiotik organizmlar bo'lib, tabiatda mingdan ortiq o'ziga xos ikkilamchi metabolitning manbai hisoblanadi. Bu birikmalar orasida depsidlar, depsidonlar, dibenzofuranlar va makrolidlar alohida o'rin tutadi, chunki ular nafaqat lishaynik taksonomiyasida muhim diagnostik belgi, balki potensial farmakologik faollikka ega tabiiy birikmalar sifatida ham qiziqish uyg'otadi [1, B. 221].

*Lecidea Ach.* urug'i *Lecideaceae* oilasining eng yirik va taksonomik jihatdan murakkab guruhlaridan biri bo'lib, uning tarkibidagi turlar toshli substratlarda (saksikol muhit) keng tarqalgan. *Lecidea fuscoatra* (L.) Ach. shu urug'ning klassik vakillaridan biri sifatida uzoq vaqtdan beri lishaynik tadqiqotchilari e'tiborini tortib kelgan, chunki u depsid sinfiga mansub o'ziga xos metabolitlar ishlab chiqaradi [2, B. 493].

*Lecidea fuscoatra* qobiqli (crustose) o'sish shakliga ega bo'lib, asosan kremniyli tog' jinslari — granit, kvartsit va boshqa kislotali substratlarda uchraydi. Uning tallomi odatda kulrang-jigarrang tusli bo'lib, qora apoteciylari bilan ajralib turadi. Boshqa *Lecideaceae* vakillari singari, bu tur ham tog'li va tog'oldi mintaqalarida, ochiq tosh yuzalarida keng tarqalgan.

Ekologik nuqtai nazardan, saksikol lishayniklar tosh yuzasining nurash (biodeteriorasiya) jarayonlarida ishtirok etadi — ular ishlab chiqargan organik kislotalar mineral substratni sekin-asta parchalaydi, bu esa lishaynik kimyosi va geokimyo o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi [3, B. 101].

## ASOSIY QISM

*Lecidea fuscoatra* kimyosi bo'yicha eng aniq hujjatlashtirilgan natija — bu turdan yangi depsid birikmasi, ya'ni 2-O-metilkonfluentik kislotaning ajratib olinishi hisoblanadi. Huneck va Schreiber tomonidan

o‘tkazilgan klassik tadqiqotda ushbu birikma birinchi marta aynan *L. fuscoatra* tallomidan ajratib olingan va uning tuzilishi aniqlangan [1, B. 221].

Konfluentik kislota va uning metillangan analoglari kimyoviy jihatdan orsellin kislotasi asosidagi depsid guruhiga mansub bo‘lib, ular ikkita fenolik halqaning esterik bog‘ orqali birikishidan hosil bo‘ladi. Bunday depsidlar odatda lishaynik tallomining medulla (ichki) qismida to‘planadi va UB nurlanishidan himoya qilish, shuningdek antimikrob faollik vazifalarni bajaradi [4, B. 247].

Depsid va depsidonlarning tizimli identifikatsiyasi uchun yupqa qatlamli xromatografiya (YQX) standart usul hisoblanadi; bu borada Huneck va Yoshimuraning fundamental qo‘llanmasi hamon asosiy metodologik manba bo‘lib xizmat qilmoqda [1, B. 221]. Lishaynik turlarini dala sharoitida tezkor aniqlash uchun spot-test (nuqta reaksiyasi) usuli keng qo‘llaniladi. Bu usulda tallom yoki medulla yuzasiga kaliy gidroksidi (K), natriy gipoxloriti (C), para-fenilendiamin (P) kabi reagentlar tomiziladi va hosil bo‘lgan rang o‘zgarishi orqali metabolit sinfi haqida dastlabki xulosa chiqariladi [3, B. 101].

Depsid sinfiga mansub birikmalar, jumladan konfluentik kislota guruhi odatda K− yoki kuchsiz K+ sariq reaksiyasini beradi, bu esa ularni depsidon sinfidagi kuchli K+ qizil reaksiya beruvchi birikmalardan (masalan, stiktik yoki norstiktik kislotalardan) ajratishga yordam beradi. Biroq spot-testlar faqat dastlabki taxmin berishi, aniq identifikatsiya uchun YQX yoki YSSX kabi instrumental usullar zarurligini alohida ta’kidlash lozim [4, B. 247].

Lishaynik depsidlari umumiy sinf sifatida antimikrob, antioksidant va sitotoksik faollikka ega ekanligi ko‘plab tadqiqotlarda tasdiqlangan. Xususan, atranorin, perlatolik kislota va konfluentik kislota qatoriga mansub birikmalar qon-miya to‘sig‘idan o‘ta olish qobiliyatiga ega ekanligi va glioma hujayralariga qarshi faollik ko‘rsatishi aniqlangan. Ushbu bu tadqiqotlar bevosita *L. fuscoatra* emas, balki unga turdosh lishayniklardan ajratib olingan depsidlar ustida olib borilgan [5, B. 280]. Konfluentik kislota tuzilishiga o‘xshash boshqa depsidlar (masalan, perlatolik kislota) turli lishaynik turlarida, jumladan yaqin qarindosh *Lecanoroid* guruhlarida ham topilgan, bu esa ushbu kimyoviy sinfning kengroq biologik ta’sir doirasiga ega bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi [6, B. 188].

Alohida ahamiyatga molik jihat — *L. fuscoatra* tallomida yashovchi endolishen zamburug‘lar (endolichenic fungi) hisoblanadi. So‘nggi yillarda bunday mikroorganizmlar mustaqil ravishda antibakterial, antifungal va o‘smaga qarshi faollikka ega yangi metabolitlar (poliketidlar, alkaloidlar, terpenoidlar) manbai sifatida faol o‘rganilmoqda [7, B. 188]. Biroq *L. fuscoatra* ning o‘ziga xos endolishen mikobiotasi hozirgacha tizimli tekshirilmagan — bu istiqbolli, ammo ochiq qolgan ilmiy yo‘nalishdir.

Depsid va depsidonlarning fenolik gidroksil hamda karbonil guruhlari o‘tish metallari ($Cu^{2+}$, $Fe^{3+}$, $Zn^{2+}$) bilan koordinatsion bog‘ hosil qilish uchun qulay xelatlovchi markazlar hisoblanadi. Bunday metall-lishaynik kislotasi kompleksi tabiatda lishayniklarning og‘ir metallarga chidamliligi va mineral substrat bilan o‘zaro ta’sirida muhim rol o‘ynashi mumkin [8].

Konfluentik kislota va uning O-metillangan hosilalari uchun bunday koordinatsion birikmalar hali sintez qilinmagan va tizimli o‘rganilmagan, holbuki tuzilishan yaqin bo‘lgan boshqa lishaynik depsidonlari (masalan, norstiktik kislota) uchun mis kompleksi allaqachon tasdiqlangan [9. B. 495-503]. Shu sababli *L. fuscoatra* depsidlari asosida yangi metallorganik va supramolekulyar tuzilmalar yaratish — bioorganik va koordinatsion kimyo chorrahasidagi istiqbolli tadqiqot yo‘nalishi bo‘lib qolmoqda.

## XULOSA

*Lecidea fuscoatra* saksikol lishaynigi tarkibida uchraydigan ikkilamchi metabolitlar, ayniqsa depsidlar, o‘zining murakkab kimyoviy tuzilishi va keng biologik faolligi bilan ilmiy hamda amaliy jihatdan muhim tabiiy birikmalar hisoblanadi. Ushbu birikmalar antioksidant, antimikrob, yallig‘lanishga qarshi va sitotoksik xususiyatlari tufayli farmatsevtika, biotexnologiya hamda tabiiy mahsulotlar kimyosi yo‘nalishlarida istiqbolli biofaol moddalardan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Depsidlarning molekulyar tuzilishidagi fenolik gidroksil va karboksil guruhlari ularning metall ionlari bilan kompleks hosil qilish qobiliyatini ta'minlaydi hamda yangi funksional materiallar yaratish imkoniyatlarini kengaytiradi. Shu sababli, *L. fuscoatra* depsidlari asosida yangi metallorganik va supramolekulyar tuzilmalar yaratish bioorganik hamda koordinatsion kimyo chorrahasidagi

eng istiqbolli tadqiqot yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qolmoqda. Kelgusida bu yo‘nalishda olib boriladigan kompleks fitokimyoviy, farmakologik va materialshunoslik tadqiqotlari ushbu tabiiy birikmalarning innovatsion dori vositalari, funksional biomateriallar va yuqori samarali koordinatsion tizimlar yaratishdagi amaliy ahamiyatini yanada oshirishga xizmat qiladi.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Huneck S., Schreiber K. 2-O-Methylconfluentinsäure: ein neues Depsid aus *Lecidea fuscoatra* // *Phytochemistry*. – 1974. – Vol. 13. – P. 221.
2. Huneck S., Yoshimura I. *Identification of Lichen Substances*. – Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1996. – 493 p.
3. Orange A., James P. W., White F. J. *Microchemical Methods for the Identification of Lichens*. – London: British Lichen Society, 2001. – 101 p.
4. Kukwa M., Czarnota P., Łubek A., et al. Recent Progress in the Chemistry of Lichen Substances // *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*. – Cham: Springer. 247-p. – DOI: 10.1007/978-3-7091-8717-3_2.
5. Bessadóttir M., Sigurgeirsson B., Ómarsdóttir S., et al. Lichen Secondary Metabolites Inhibit the Wnt/β-Catenin Pathway in Glioblastoma Cells and Improve the Anticancer Effects of Temozolomide // *Cancers*. – 2022. – 280-p. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8997913/.
6. Latkowska E., Stocker-Wörgötter E., et al. Secondary Metabolites from Australian Lichens *Ramalina celastri* and *Stereocaulon ramulosum* Affect Growth and Metabolism of Photobiont *Asterochloris erici* through Allelopathy // *Plants*. – 2024- 188-p. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11477754/.
7. Wethalawe A. N., Alwis Y. V., Udukala D. N., Paranagama P. A. Antimicrobial Compounds Isolated from Endolichenic Fungi: A Review // *Molecules*. – 2021. – Vol. 26. -320-p. – DOI: 10.3390/molecules26133901.
8. *Lecideaceae* // Wikipedia: The Free Encyclopedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lecideaceae.
9. Karagöz Y., Aslan A., Yılmaz S., et al. Biological Activities of *Toninia candida* and *Usnea barbata* Together with Their Norstictic Acid and Usnic Acid Constituents // *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*. – 2012. – Vol. 11, No. 2. – P. 495–503.