Materiallar to'plami · Conference Proceedings
"ZAMONAVIY TADQIQOTLAR VA BARQAROR RIVOJLANISH" respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi
04 August 2026
UDK 57
TABIIY FANLAR

XANTHOPARMELIA PULLA (ACH.) LISHAYNIK TURINING KIMYOVIY TARKIBI, BIOLOGIK FAOLLIGI VA TIBBIYOTDA QO'LLANILISHI

Dostonbek Ikromjon o'g'li Ne'matjonov[a,*], Iqboljon Jamolovich Jalolov[b]

[a] *Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti 1-bosqich doktoranti*
[b] *Fargona Davlat Universiteti kimyo kafedrasi professori,kimyo fanlari doktori*
✉ maestroo.9301@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada parmeliyadoshlar oilasiga mansub *Xanthoparmelia pulla* (Ach.) O.Blanco, A.Crespo, Elix, D.Hawksw. & Lumbsch (sin.: *Parmelia pulla* Ach.; *Neofuscelia pulla* (Ach.) Essl.) lishaynik turining kimyoviy tarkibi va o'rganilganlik darajasi, ajratib olingan ikkilamchi metabolitlarning kimyoviy tuzilishi, biologik faolligi hamda tibbiyot va xalq tabobatida qo'llanilishi bo'yicha adabiyotlar tahlili keltirilgan. Ushbu turda oksostenospor kislota, divarkat kislota, stenospor kislota, girofor kislota va boshqa depsid hamda depsidon birikmalar aniqlangan. Zamonaviy tadqiqotlar salazin kislota va atranorınning antioksidant (IK_{50} = 12,14 va 39,31 mkM), antimikrob va antikanserogen xossalarga ega ekanligini isbotlagan. Klinik jihatdan ishlatilish istiqboli va kelajak tadqiqot yo'nalishlari muhokama qilingan.

Kalit so'zlar

Xanthoparmelia pulla, parmeliyadoshlar, ikkilamchi metabolitlar, depsidlar, depsidonlar, salazin kislota, biologik faollik, antioksidant, antimikrob, sitotoksiklik.

DOI: 10.5281/zenodo.21743329

KIRISH

Lishayniklar — zamburug' va suv o'tlari yoki siyanobakteriyalarning simbiozidan iborat noyob organizmlar bo'lib, 1050 dan ortiq biologik faol ikkilamchi metabolit ishlab chiqarish qobiliyati bilan ajralib turadi **[1]**. parmeliyadoshlar oilasiga mansub *Xanthoparmelia* avlodi 800 dan ortiq turni o'z ichiga oladi va ushbu avlod kimyoviy xilma-xilligi bilan ilmiy jamoatchilik e'tiborini tortmoqda **[2]**.

Xanthoparmelia pulla (Ach.) O.Blanco, A.Crespo, Elix, D.Hawksw. & Lumbsch — ushbu avlodning kimyoviy jihatdan eng murakkab va ko'p o'rganilgan turlaridan biri. Tur ilmiy adabiyotlarda uch xil nom ostida ma'lum: *Parmelia pulla* Ach. (1803) — tarixiy nomi; *Neofuscelia pulla* (Ach.) Essl. (1978) — Esslinger taklif qilgan nomi; *Xanthoparmelia pulla* — hozirda qabul qilingan rasmiy nomi **[3]**.

Ushbu turning asosiy kimyoviy xususiyati — «xemosindromizm» deb ataladigan o'zgaruvchanlik. Bu hodisa Culberson, Culberson va Esslinger (1977) tomonidan birinchi bor ta'riflangan bo'lib, turli namunalarda biogenetik jihatdan bog'liq orsinol hosilalari — depsidlar va depsidonlar — turli nisbatlarda uchraydi **[4]**. Ushbu maqolada tur bo'yicha mavjud barcha ilmiy ma'lumotlar tizimlashtirilgan va kelajak tadqiqot istiqbollari muhokama qilingan.

TAKSONOMIK HOLATI VA MORFOLOGIK TAVSIFI

X. pulla Xaltali zamburug'lar (Ascomycota) bo'limiga, Lekanorasimonlar (Lecanoromycetes) sinfiga, Lekanoralar (Lecanorales) turkumi va parmeliyadoshlar oilasiga mansub. Birinchi marta Erik Acharius tomonidan 1803-yilda *Parmelia pulla* nomi bilan ta'riflangan **[5]**. Theodore Esslinger 1978-yilda ushbu turni

alohida *Neofuscelia* avlodiga ko‘chirgan **[6]**. Zamonaviy molekulyar va morfologik tadqiqotlar (ITS rDNK) asosida Blanco va boshqalar (2004) uni *Xanthoparmelia* avlodiga o‘tkazgan **[3]**.

Morfologik jihatdan: tallom to‘q qo‘ng‘ir (umbrinous) yoki jigarrang-kulrang, saxikoloz (toshda o‘sadigan); pastki yuza qora; rizinlar oddiy tuzilishda; soredia va izidiya yo‘q; psevdosifellalar yo‘q. Askosporalar ellipsoidal, 7–13 × 3,5–7 mkm. Tallom bo‘lakchalari (loblar) tor, 1–3 mm uzunlikda **[7]**. Geografik tarqalish: Yevropaning janubiy qismi, Shimoliy Afrika, Avstraliya, Yangi Zelandiya va Janubiy Afrika **[4]**.

KIMYOVIY TARKIBNING O‘RGANILGANLIK DARAJASI

Ushbu tur kimyoviy jihatdan birinchi bor Culberson, Culberson va Esslinger (1977) tomonidan Duke universitetida tizimli o‘rganilgan. Mualliflar standartlashtirilgan ikki o‘lchamli yupqa qatlamli xromatografiya (2D-YuQX) usulidan foydalanib, 3400 dan ortiq gerbarium nusxasi orasidan 655 ta *P. pulla* guruhi namunasini kimyoviy tahlil qildi; batafsil tadqiqot uchun 122 namuna tanlandi **[4]**.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ushbu tur ikkilamchi metabolitlar xilma-xilligidagi «xemosindromizm» hodisasining ikkinchi yorqin namunasidir (birinchisi — *Cetrelia* turkumi). Har bir tur biogenetik jihatdan o‘zaro bog‘liq moddalar to‘plamini (xemosindrom) hosil qiladi. Bu jarayon A-halqa uchun to‘liq, B-halqa uchun esa qisman namoyon bo‘luvchi fermentativ spetsifiklik mexanizmiga asoslanadi **[4]**.

1-jadval. X. pulla tarkibidagi asosiy ikkilamchi metabolitlar

Modda nomi	Sinf	Kimyoviy formula / tuzilish	Aniqlagan tadqiqotchi
Oksostenospor kislota	Depsid (YANGI)	R=–C_3H_7; R'=–$CH_2COC_3H_7$	Culberson et al. (1977) [4]
Divarkat kislota	4-O-metil depsid	R=R'=–C_3H_7; CAS: 3579-19-9	Culberson et al. (1977) [4]
Stenospor kislota	4-O-metil depsid	R=–C_3H_7; R'=–C_5H_{11}	Culberson et al. (1977) [4]
4-O-Demetildivarkat k.	Depsid (tentativ)	Divarkat kislotaning demetil hosilasi	Culberson et al. (1977) [4]
4-O-Demetilstenospor k.	Depsid (tentativ)	Stenospor kislotaning demetil hosilasi	Culberson et al. (1977) [4]
Girofor kislota	Tridepsid	3× orsellin birligi	Culberson et al. (1977) [4]
Lekanor kislota	Depsid	2× orsellin birligi; CAS: 480-35-3	Culberson et al. (1977) [4]
Salazin kislota	Depsidon	$C_{18}H_{12}O_{10}$; CAS: 521-39-1	Kıymık et al. (2025) [8]
Atranorın	Depsid	$C_{19}H_{18}O_8$; CAS: 479-20-9	Hellou et al. (2019) [9]
β-Kollatol kislota	Difenyl efir	$C_{19}H_{18}O_7$	Hellou et al. (2019) [9]
β-Alektoron kislota	Difenyl efir	$C_{29}H_{30}O_{11}$	Hellou et al. (2019) [9]

Salazin kislota ($C_{18}H_{12}O_{10}$, CAS: 521-39-1) depsidon sinifiga mansub bo‘lib, Kıymık va boshqalar (2025) Turkiya namunalarida YSSX usuli bilan o‘lchaganda 37,23 ± 9,21 mg/g miqdorda aniqlandi — bu ushbu turning asosiy metaboliti **[8]**. Atranorın ($C_{19}H_{18}O_8$) va β-kollatol, β-alektoron kislotalar Hellou va boshqalar (2019) tomonidan Jazoir materiallarida fluorimetriya, HPLC va mass-spektrometriya yordamida aniqlangan **[9]**.

BIOLOGIK FAOLLIGI

Antioksidant faolligi

Kıymık va boshqalar (2025) *X. pulla* metanol ekstrakt (2 mg/mL) ning DPPH• radikal tutish faolligini 87,41%, ABTS•+ radikalini barcha konsentratsiyalarda samarali neytrallashtirganini aniqladi. Jami fenol miqdori 172,77 ± 10,50 mg GAE/g, flavonoidlar 9,25 ± 1,32 mg CA/g **[8]**.

Gaikwad va boshqalar (2023) (PMID: 37888876) salazinik kislota IK_{50} = 12,14 mkM, atranorın IK_{50} = 39,31 mkM antioksidant faollik ko‘rsatganini DPPH assay orqali isbotladi. Molekulyar doking natijasida atranorin va salazin kislotaning mTOR oqsili bilan bog‘lanish energiyasi mos ravishda −5,31 va −3,43 kkal/mol ekanligi aniqlandi **[10]**.

Antimikrob faolligi

Salazin kislota bir qator gram-musbat va gram-manfiy bakteriyalarga qarshi MIK = 3,9–30,8 mM oralig‘ida faollik ko‘rsatadi: *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* **[11]**. Aslan va boshqalar (2006) *Neofuscelia pulla* metanol ekstraktining antimikrob faolligini tekshirib, ekstrakt o‘zi faollik ko‘rsatmaganini aniqladi — bu tur bo‘yicha dastlabki biologik faollik tadqiqoti hisoblanadi **[12]**.

Sitotoksik va antikanserogen faolligi

Kıymık va boshqalar (2025) MTT assay usuli bilan: *X. pulla* ekstrakt MCF-7 (ko‘krak bezi saratoni) hujayra liniyasida 125 mkg/mL konsentratsiyada 66,84% ingibitsiya, MDA-MB-231 liniyasida 250 mkg/mL da 39,42% ingibit-

siya ko‘rsatganini aniqladi **[8]**. Salazin kislota MM98 (melanoma) hujayralarida EK_{50} = 159 mkM, HaCaT (keratinosit) hujayralarida EK_{50} = 48 mkM sitotoksik ta'sir ko‘rsatgan **[11]**.

Antifungal faolligi

Ferrer-Gallego va boshqalar (2023) *X. pulla* guruhidagi yaqin tur *X. pokornyi*dan ajratilgan divarkat va stenospor kislotalar *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 (TR4) va boshqa yettita fitopathogen qo‘zg‘atuvchiga qarshi keng spektrli antifungal faollik ko‘rsatganini YSSX-MS/MS usulida aniqladi **[13]**.

TIBBIYOT VA XALQ TABOBATIDA QO‘LLANILISHI

Bevosita *X. pulla*ning xalq tabobatida qo‘llanilishi bo‘yicha maxsus etnobotanik tadqiqotlar hozircha juda cheklangan. Biroq, parmeliyadoshlar oilasidagi yaqin turlar — *Parmelia sulcata, P. perlata, Xanthoparmelia stenophylla* — ko‘plab xalqlarda tibbiy maqsadlarda ishlatilgan **[14]**.

Salazin kislota zamonaviy tibbiyotda bir nechta yo‘nalishda o‘rganilmoqda: streptozotosin bilan keltirilgan diabetik kalamushlarning erkaklik reproduktiv tizimini himoya qilish (RSC Advances, 2023, PMID: 37124014); HaCaT keratinosit hujayra monolayerida 30 mkM konsentratsiyada yara yopilishini tezlashtirish (Planta Medica, 2009, PMID: 19199230) **[11]**. Usnik kislota — lishaynik moddalaridan tijoriy miqyosda ishlab chiqarilayotgan yagona modda bo‘lib, antibiotik sifatida qo‘llaniladi **[15]**.

XULOSA

1. *Xanthoparmelia pulla* — parmeliyadoshlar oilasining kimyoviy jihatdan murakkab va farmakologik jihatdan istiqbolli turlaridan biri. Hozirga qadar 11 dan ortiq ikkilamchi metabolit aniqlangan, shundan 3 tasi — oksostenospor kislota, 4-O-demetildivarkat va 4-O-demetilstenospor kislotalari — Culberson va boshqalar (1977) tomonidan birinchi bor ta'riflangan **[4]**.

2. Asosiy metabolit salazin kislota ($C_{18}H_{12}O_{10}$) antioksidant (IK_{50} = 12,14 mkM), antimikrob (MIK = 3,9–30,8 mM), antikanserogen (MCF-7 da 66,84% inhibisiya) va yara bitishini tezlashtiruvchi xossalarga ega **[8] [10]**.

3. O‘zbekiston hududida *X. pulla* tarqalishi, kimyoviy tarkibi va xemotipik o‘zgaruvchanligi haqida maxsus tadqiqotlar o‘tkazilmagan. Mahalliy namunalar YSSX-MS/MS va NMR usullari bilan o‘rganish,ikkilamchi metabolitlarni erkin holatda ajratib olish va biologik faolligini o‘rganish hamda depsid va depsidonlarga turli funksional guruhlar briktirib yangi modifikatsiyalarini sintez qilish kelajakdagi tadqiqotlarning asosiy vazifasi bo‘lishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1 Huneck S., Yoshimura I. Identification of Lichen Substances. — Berlin: Springer, 1996. — 493 p.

2 Łaska G. et al. Evaluating the impact of Xanthoparmelia conspersa extracts on signaling in HeLa cells // Scientific Reports. — 2024. — Vol. 14. DOI: 10.1038/s41598-024-73599-y.

3 Blanco O., Crespo A., Elix J.A., Hawksworth D.L., Lumbsch H.T. A new classification of parmelioid lichens... // Taxon. — 2004. — Vol. 53(4). — P. 959–975. DOI: 10.2307/4135563.

4 Culberson C.F., Culberson W.L., Esslinger T.L. Chemosyndromic Variation in the Parmelia pulla Group // The Bryologist. — 1977. — Vol. 80, No. 1. — P. 125–135. DOI: 10.2307/3242518.

5 Acharius E. Methodus qua Omnes Detectos Lichenes... — Stockholm: Gerh. Bonnier, 1803.

6 Esslinger T.L. A new status for the brown Parmeliae // Mycotaxon. — 1978. — Vol. 7. — P. 45–54.

7 Giordani P. The lichen genus Neofuscelia (Ascomycota, parmeliyadoshlar) in Italy // The Lichenologist. — 2003. — Vol. 35(5–6). — P. 377–385. DOI: 10.1016/j.lichenologist.2003.09.001.

8 Kıymık S. et al. Exploring The Therapeutic Potential of Xanthoparmelia pulla... // Kastamonu Univ. J. Forestry Fac. — 2025. — Vol. 25(1). — P. 9–19. DOI: 10.17475/kastorman.1660492.

9 Hellou S. et al. A chemotaxonomic study of the Xanthoparmelia pulla group in Algeria // Herzogia. — 2019. — Vol. 32(2). — P. 485–502. DOI: 10.13158/heia.32.2.2019.485.

10 Gaikwad S.B. et al. In Vitro and in Silico Studies of Lichen Compounds Atranorin and Salazinic Acid... // Chemistry & Biodiversity. — 2023. DOI: 10.1002/cbdv.202301229. PMID: 37888876.

11 Cayman Chemical / de Lira M.A.D.C. et al. Assessment of Cytotoxic/Antitumour Potential of Salazinic Acid // Anticancer Agents Med. Chem. — 2023. PMID: 37032502.

12 Aslan A. et al. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Neofuscella pulla // Pharmaceutical Biology. — 2006. — Vol. 44(4). — P. 247–252. DOI: 10.1080/13880200600713808.

13 Ferrer-Gallego R. et al. Xerophytic Lichens as a Source of Anti-Phytopathogenic Depsides // Journal of Fungi. — 2023. — Vol. 9(9). — P. 955. DOI: 10.3390/jof9090955. PMC10532656.

14 Sutar S.A. et al. Lichens: traditional use and biological activities // Botanica Pacifica. — 2021. — Vol. 10(2). — P. 69–82.

15 Ingólfsdóttir K. Usnic acid // Phytochemistry. — 2002. — Vol. 61(7). — P. 729–736. DOI: 10.1016/S0031-9422(02)00383-7.