XANTHOPARMELIA TURKUMI LISHAYNIKLARINING IKKILAMCHI METABOLITLARI VA ULARNI EKSTRAKSIYALASH SAMARADORLIGI: ZAMONAVIY SHARH

[a]Isakova Shaxnoza Shuxratovna
[a]Farg‘ona davlat universiteti tayanch doktoranti
ORCID: 0009-0001-5078-3993

[b]Mirzaolimov Mirjalol Muxammadjon o‘g‘li
[b]Farg‘ona davlat universiteti tayanch doktoranti
ORCID: 0009-0006-8547-4580

Annotatsiya. *Maqolada Xanthoparmelia turkumiga mansub lishayniklarning ikkilamchi metabolitlari, ularning kimyoviy tarkibi va turli erituvchilar yordamida ekstraksiya qilish samaradorligi tahlil qilingan. Mavzuning dolzarbligi shundaki, ushbu turkum 92 dan ortiq turli tuzilishdagi biologik faol birikma ishlab chiqaradi va ular farmatsevtikada antioksidant, antimikrob hamda saratonga qarshi vositalar sifatida istiqbolli hisoblanadi. Tadqiqotda nashr etilgan ilmiy adabiyotlarni tizimli tahlil qilish uslubiyatidan foydalanildi. Natijada erituvchining qutbliligi metabolitlar unumiga bevosita ta’sir qilishi, ya’ni qutbsiz erituvchilar usnik kislotasini, qutbli erituvchilar esa depsidonlarni samaraliroq ajratishi aniqlandi. Mualliflarning hissasi turli turlar va metodlar bo‘yicha ma’lumotlarni umumlashtirib, qiyosiy jadvallar shaklida tizimlashtirishdan iborat.*

Kalit so‘zlar: *Xanthoparmelia, lishaynik, ikkilamchi metabolitlar, usnik kislotasi, salazin kislotasi, depsidon, ekstraksiya, antioksidant faollik, yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi.*

KIRISH

Lishayniklar —zamburug‘larning fotosintezlovchi hamkor (ko‘k-yashil suvo‘t yoki sianobakteriya), shuningdek boshqa hali to‘liq o‘rganilmagan mikroorganizmlar bilan birgalikda murakkab simbioz birikma holida yashashidan kelib chiqqan noyob organizmlar hisoblanadi. Ularning shakli, rangi va o‘lchami turlicha bo‘lib, ko‘rinishi o‘simliklarga o‘xshaydi, lekin ular o‘simlik emas. Ular frutikoz (mayda, bargsiz novdasimon), folioz (yassi, bargsimon), krustoz (yuzalarga qalin, yopishqoq qatlam hosil qilib o‘suvchi) va leproz (kukunsimon) shakllarda uchraydi. Lishayniklar qadimdan an’anaviy tibbiyotda, farmatsevtika sanoatida hamda oziq-ovqat va to‘qimachilik sohalarida foydalanib kelingan o‘ziga xos simbiotik organizmlardir. Ulardan hozirgi kungacha mingdan ortiq turli ikkilamchi metabolit ajratib olingan bo‘lib, ularning aksariyati faqat shu organizmlarga xosdir. So‘nggi o‘n yilliklarda lishaynik metabolitlarining antimikrob, yallig‘lanishga qarshi, sitotoksik, antioksidant, antidiabetik va og‘riqsizlantiruvchi faolligi keng o‘rganilmoqda.

Xanthoparmelia (Parmeliaceae oilasi) — lishayniklarning eng yirik turkumlaridan biri bo‘lib, 800 dan ortiq turni o‘z ichiga oladi va asosan quruq hududlarda, jumladan, past va o‘rta balandlikdagi cho‘llar, o‘tloqlar va butazorlar, shuningdek, yuqori alp mintaqalarida uchraydi toshlarda (saksikol) o‘sadi. Ushbu turkumning kimyoviy boyligi alohida e’tiborga loyiq: u 92 dan ortiq turli tuzilishdagi

ikkilamchi metabolit (fenol birikmalar — depsidlar, depsidonlar, antraxinonlar, monosiklik birikmalar va alifatik kislotalar) ishlab chiqaradi. Biroq bu birikmalarni amaliyotga tatbiq etishda ekstraksiya samaradorligi muhim cheklovchi omil bo‘lib qolmoqda.

Mazkur maqolaning maqsadi — Xanthoparmelia turkumi turlarining ikkilamchi metabolitlari, ularning kimyoviy sinflari va turli erituvchilar yordamida ekstraksiya qilish samaradorligini tizimli ravishda umumlashtirish hamda qiyosiy tahlil qilishdan iborat. Ilmiy yangiligi turli manbalardagi tarqoq ma’lumotlarni yagona qiyosiy tizimga keltirilganidadir.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Xanthoparmelia turkumining kimyoviy tarkibi bo‘yicha bir qator fundamental tadqiqotlar mavjud. Hale (1990) [1] ushbu turkumning sinoptik tasnifini ishlab chiqib, tanlov-sinov (spot-test) va xromatografik usullar asosida turlarni farqlash tizimini taklif etgan. Elix va Stocker-Wörgötter (2008) [2] lishayniklar biokimyosi va ikkilamchi metabolitlar biosintezi masalalarini batafsil yoritgan.

Amo de Paz va hammualliflar [3] gradient elyutsiyali teskari fazali yuqori bosimli suyuqlik xromatografiyasi (RP-HPLC) metodini ishlab chiqib, salazin, usnik va stiktik kislotalarini bitta tahlil davomida ajratish va miqdorini aniqlash imkonini aniqladilar; bu birikmalarning antioksidant faolligi ORAC testi bilan baholandi. Dailey va hammualliflar [4] X. chlorochroa turida UPLC-MS/MS usuli yordamida salazin, norstiktik va usnik kislotalarini miqdoriy aniqlash metodini taqdim etdilar.

Serbiyaning Stara Planina mintaqasida olib borilgan tadqiqotda X. stenophylla turining atseton, metanol va geksan ekstraktlaridagi fenol va flavonoid miqdori hamda ularning antioksidant va antimikrob faolligi o‘rganilgan. Nature Scientific Reports jurnalida [5] X. conspersa ekstraktlarining HeLa hujayralaridagi signal yo‘llariga ta’siri tahlil qilingan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot tizimli adabiyotlar sharhi (systematic review) usulida amalga oshirildi. ScienceDirect, PubMed, Nature, ResearchGate va ITALIC ma’lumotlar bazalaridan Xanthoparmelia turkumining kimyoviy tarkibiga oid retsenziyalangan ilmiy maqolalar tanlab olindi. Ma’lumotlar quyidagi mezonlar bo‘yicha tizimlashtirildi: o‘rganilgan tur; ajratib olingan yoki aniqlangan modda; qo‘llanilgan erituvchi va analitik metod; aniqlangan miqdor yoki konsentratsiya; biologik faollik.

Solishtirma tahlilda asosiy e’tibor erituvchining qutbliligi va metabolitlar unumi o‘rtasidagi bog‘liqlikka qaratildi. Olingan ma’lumotlar qiyosiy jadvallar shaklida umumlashtirildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, Xanthoparmelia turkumining aksariyat turlarida asosiy birikmalar tarkibi o‘xshash: korteks (po‘stloq) qatlamida usnik kislotasi (sariq pigment, dibenzofuran), medulla (mag‘iz) qatlamida esa depsidonlar — eng ko‘p hollarda salazin yoki stiktik kislotasi joylashgan. Turli turlar bo‘yicha ajratib olingan moddalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Xanthoparmelia turlaridan ajratib olingan moddalar va erituvchilar [2; 4; 6]

№	Tur	Ajratib olingan moddalar	Erituvchi / metod	Asosiy modda
1	X. tinctina	Usnik, salazin, konsalazin, norstiktik, protosetrar kislotalari	TLC, HPLC, spot-test	Salazin kislotasi
2	X. conspersa	Usnik, stiktik, salazin kislotalari	Metanol, geksan; HPLC-UV	Geksanda usnik, metanolda stiktik
3	X. chlorochroa	Salazin, norstiktik, usnik kislotalari	Atseton + sonikatsiya; UPLC-MS/MS	Usnik kislotasi
4	X. stenophylla	Lekanor, obtuzin kislotalari, atranorin, usnik kislotasi	Atseton, metanol, geksan; HPLC	Usnik kislotasi
5	X. scabrosa	Loksodinol, loksodin, norlobaridon, usnik kislotasi	Organik ekstraksiya	Norlobaridon, usnik
6	X. micromaculata	Stiktik, usnik, konstiktik, norstiktik kislotalari	TLC, spot-test	Stiktik kislotasi

Ikkinchi muhim natija — erituvchining qutbliligi metabolitlar unumiga bevosita ta’sir qiladi. X. conspersa misolida geksan (qutbsiz) ekstraktida usnik kislotasi ustun komponent bo‘lsa, metanol (qutbli) ekstraktida stiktik kislotasi ustun bo‘lgan. Bu qonuniyat birikmalarning eruvchanlik xususiyatlari bilan izohlanadi: usnik kislotasi qutbsiz, depsidonlar esa nisbatan qutbli tabiatga ega.

Miqdoriy ko‘rsatkichlar bo‘yicha eng aniq ma’lumotlar X. chlorochroa va X. stenophylla turlari uchun mavjud. Ushbu ko‘rsatkichlar 2-jadvalda jamlangan.

2-jadval

Ayrim turlarda aniqlangan miqdoriy ko‘rsatkichlar [5; 6]

№	Tur	Aniqlangan miqdor	Metod
1	X. chlorochroa	Usnik kislotasi ~2% (quruq vazn)	LC-UV, 282 nm
2	X. stenophylla	Umumiy fenol 167,03 mg GAE/g; flavonoid 178,84 mg QE/g (atseton ekstrakti)	Spektrofotometriya
3	X. stenophylla	Antioksidant DPPH IC50 = 81,22	DPPH testi
4	X. conspersa	Sitotoksik tanlovchanlik: FaDu SI 7,36; HeLa SI 2,19	MTT testi

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, eng yuqori antioksidant faollik odatda atseton ekstraktida kuzatiladi, bu yuqori fenol va flavonoid miqdori bilan bog‘liq. Antimikrob faolligi esa ko‘pincha geksan ekstraktida kuchliroq namoyon bo‘ladi, chunki bu fraksiyada usnik kislotasi konsentratsiyasi yuqori. Demak, maqsadli birikmaga qarab ekstraksiya erituvchisini tanlash farmatsevtik ahamiyatga ega.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Olib borilgan tizimli tahlil asosida quyidagi xulosalarga kelindi. Birinchidan, usnik kislotasi Xanthoparmelia turkumining deyarli barcha turlarida uchraydigan umumiy korteks pigmenti hisoblanadi, medulla qatlamining asosiy moddasi esa turga qarab salazin yoki stiktik kislotasi bo‘lishi mumkin. Ikkinchidan, ekstraksiya unumi erituvchining qutbliligiga kuchli bog‘liq: geksan usnik kislotasi uchun, metanol va atseton esa depsidonlar uchun samaraliroq.

Taklif sifatida, kelgusi tadqiqotlarda har bir tur uchun aniq mg/g unum ko‘rsatkichlarini standartlashtirilgan sharoitda aniqlash hamda o‘ta kritik CO_2 ekstraksiyasi kabi zamonaviy, ekologik toza usullarni qo‘llashni tavsiya etish mumkin. Bu Xanthoparmelia metabolitlarining farmatsevtik salohiyatini to‘liqroq ochishga imkon beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Hale M.E. A synopsis of the Lichen Genus Xanthoparmelia (Vainio) Hale (Ascomycotina, Parmeliaceae). Smithsonian Contributions to Botany. – Washington, 1990. – Vol. 74. – P. 1–250.

2. Elix J.A., Stocker-Wörgötter E. Biochemistry and secondary metabolites // Lichen Biology / Ed. T.H. Nash III. – Cambridge University Press, 2008. – P. 104–133.

3. Amo de Paz G., Cubas P., Crespo A. va b. HPLC isolation of antioxidant constituents from Xanthoparmelia sp. // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. – 2010. – Vol. 53, № 2. – P. 165–171.

4. Dailey R., Siemion R., Raisbeck M., Jesse C. Analysis of Salazinic, Norstictic, and Usnic Acids in Xanthoparmelia chlorochroa by UPLC/MS-MS // Journal of AOAC International. – 2010. – Vol. 93, № 4. – P. 1137–1142.

5. Evaluating the impact of Xanthoparmelia conspersa extracts on signaling in HeLa cells // Nature Scientific Reports. – 2024. – Article s41598-024-73599-y.

6. Mitrović T., Stamenković S. va b. Phytochemical Analysis, Antioxidant, Antimicrobial and Cytotoxic Activity of Different Extracts of Xanthoparmelia stenophylla // International Journal of Molecular Sciences. – 2022. – PMC9269301.