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

LECIDEA FUSCOATRA LISHAYNIGI IKKILAMCHI METABOLITLARINING KIMYOVIY XUSUSIYATLARI: DEPSIDLAR KIMYOSI, EKSTRAKSIYA TEXNOLOGIYALARI 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

Lishayniklar biologik faol ikkilamchi metabolitlarning muhim tabiiy manbalaridan biri bo'lib, ularning tarkibida uchraydigan depsidlar, depsidonlar, dibenzofuranlar va boshqa fenolik birikmalar farmatsevtika hamda bioorganik kimyo sohalarida katta ilmiy qiziqish uyg'otmoqda. Mazkur maqolada Lecidea fuscoatra saksikol lishaynigining ikkilamchi metabolitlari, ayniqsa depsidlar kimyosi, ularning biologik faolligi, ekstraksiya usullari va zamonaviy analitik tadqiqot metodlari bo'yicha ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi. Mavjud ma'lumotlar L. fuscoatra ning kimyoviy tarkibi hali yetarli darajada o'rganilmaganligini ko'rsatsa-da, Lecidea jinsining boshqa vakillari va qobiqsimon lishayniklar tarkibida atranorin, stiktik kislota, norstiktik kislota hamda boshqa depsid va depsidonlarning mavjudligi qayd etilgan. Shuningdek, ultratovush (UAE), mikrotolqin (MAE), bosimli suyuqlik ekstraksiyasi (PLE) va superkritik CO_2 (SFE) kabi zamonaviy "yashil ekstraksiya" texnologiyalarining biologik faol moddalarni ajratib olishdagi afzalliklari tahlil qilindi. YSSX-DAD, LC-MS/MS, ICP-MS va YMR kabi zamonaviy analitik usullar metabolitlarni aniqlash va tavsiflashda muhim vosita sifatida baholandi. Tadqiqot natijalari L. fuscoatra metabolomikasini chuqur o'rganish yangi biologik faol birikmalarni aniqlash, ularning farmakologik salohiyatini baholash hamda metallorganik va supramolekulyar tizimlar yaratishda istiqbolli ilmiy yo'nalish ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar

Lecidea fuscoatra, lishaynik, ikkilamchi metabolitlar, depsidlar, fenolik birikmalar, atranorin, ekstraksiya, LC-MS/MS, YSSX-DAD, biologik faollik.

DOI: 10.5281/zenodo.21743248

KIRISH

Lishayniklar zamburug' (mikobiont) va fotosintez qiluvchi hamkor organizm (yashil suv o'ti yoki sianobakteriya) o'rtasidagi murakkab simbiotik tizim bo'lib, Yer yuzining deyarli barcha ekologik hududlarida uchraydi. Ular yuqori tog' mintaqalari, qurg'oqchil cho'llar, qutb hududlari va boshqa ekstremal sharoitlarda ham yashay olishi bilan ajralib turadi. Bunday moslashuvchanlikning asosiy omillaridan biri lishayniklar tomonidan sintez qilinadigan o'ziga xos ikkilamchi metabolitlar hisoblanadi [1, B. 221].

Hozirgi kunga qadar lishayniklardan 1000 dan ortiq tabiiy birikmalar ajratib olingan bo'lib, ularning katta qismini fenolik tabiatga ega bo'lgan depsidlar, depsidonlar, dibenzofuranlar, ksantonlar, antraxinonlar va boshqa aromatik birikmalar tashkil etadi. Ushbu metabolitlar lishayniklarni ultrabinafsha nurlanish, oksidlovchi stress, mikroorganizmlar va o'txo'r organizmlardan himoya qilishda muhim ekologik vazifani bajaradi. Shu bilan birga, ularning antioksidant, antibakterial, antifungal, antiviral, yallig'lanishga qarshi va sitotoksik xususiyatlari farmatsevtika hamda biotibbiyot sohalarida keng tadqiq etilmoqda [1, B. 221].

So'nggi yillarda tabiiy mahsulotlar kimyosi yo'nalishida lishaynik metabolitlariga bo'lgan qiziqish yanada ortib bormoqda. Ayniqsa, fenolik tuzilishga ega depsidlarning biologik faolligi, metall ionlari bilan kompleks hosil qilish qobiliyati va molekulyar modifikatsiyaga moyilligi ularni yangi dori vositalari, antioksi-

dant preparatlar va funksional biomateriallar yaratishda istiqbolli tabiiy ligandlar sifatida namoyon qilmoqda. Shu sababli lishaynik metabolitlarini ajratib olish, identifikatsiya qilish va biologik xususiyatlarini baholash bo‘yicha zamonaviy analitik texnologiyalar tobora keng qo‘llanilmoqda [2, B. 493].

Mazkur sharh maqolaning maqsadi *Lecidea fuscoatra* va unga yaqin lishaynik turlari bo‘yicha mavjud ilmiy ma’lumotlarni tizimli tahlil qilish, ikkilamchi metabolitlarning kimyoviy tarkibi, ekstraksiya usullari, biologik faolligi hamda zamonaviy analitik tadqiqot metodlarini umumlashtirishdan iborat. Shuningdek, *L. fuscoatra* metabolomikasini chuqur o‘rganish, yangi biofaol moddalarni aniqlash va ularning farmatsevtika hamda koordinatsion kimyodagi istiqbolli qo‘llanilish yo‘nalishlarini baholash ushbu maqolaning asosiy vazifalaridan hisoblanadi.

ASOSIY QISM

Lecidea Ach. qobiqsimon (crustose) lishayniklar orasida keng tarqalgan jinslardan biri bo‘lib, uning ko‘plab vakillari tog‘ jinslari va silikat substratlarda o‘sadi. Mazkur jins vakillarining ayrim turlarida atranorin, stiktik kislota, norstiktik kislota va boshqa fenolik metabolitlar aniqlangan. Biroq *Lecidea fuscoatra* (L.) Ach. turining kimyoviy tarkibi va biologik faol metabolitlari bo‘yicha ilmiy ma’lumotlar juda cheklangan. Shu sababli ushbu turning metabolomik profili, biofaol birikmalari va farmakologik salohiyatini aniqlash dolzarb ilmiy vazifalardan biri hisoblanadi.

Bundan tashqari, ekstraksiya texnologiyalarining rivojlanishi lishayniklardan biologik faol moddalarni ajratib olish samaradorligini sezilarli darajada oshirdi. Klassik masseratsiya va Soxhlet usullari bilan bir qatorda ultratovush yordamidagi ekstraksiya (UAE), mikrotolqin yordamidagi ekstraksiya (MAE), bosimli suyuqlik ekstraksiyasi (PLE) va superkritik karbonat angidrid (SFE) texnologiyalari ekologik xavfsizligi, yuqori selektivligi va qisqa davom etishi bilan ajralib turadi. Ushbu metodlarning qo‘llanilishi lishaynik metabolitlarini yuqori tozalikda ajratib olish hamda ularning biologik faolligini saqlab qolish imkonini bermoqda [4, B. 247].

Lishayniklar tarkibidagi biologik faol ikkilamchi metabolitlarning miqdori va kimyoviy tarkibi tanlangan ekstraksiya usuliga bevosita bog‘liq. Erituvchi turi, ekstraksiya davomiyligi, harorat, zarracha o‘lchami va ekstraksiya texnologiyasi metabolitlarning ajralish samaradorligiga sezilarli ta'sir ko‘rsatadi. Shu sababli zamonaviy fitokimyoviy tadqiqotlarda biologik faol moddalarni maksimal darajada ajratib olish bilan bir qatorda ularning kimyoviy barqarorligini saqlab qolishga imkon beruvchi usullarni tanlash muhim hisoblanadi.

An'anaviy ekstraksiya usullari – masseratsiya va Soxhlet ekstraksiyasi – uzoq yillar davomida lishaynik metabolitlarini ajratib olishda asosiy metodlar sifatida qo‘llanilgan. Ushbu usullar oddiyligi va ishonchliligi bilan ajralib tursa-da, ko‘p miqdorda organik erituvchilar talab qilishi, ekstraksiya jarayonining uzoq davom etishi hamda issiqlikka sezgir ayrim metabolitlarning qisman parchalanish xavfi bilan cheklanadi.

So‘nggi yillarda ”yashil ekstraksiya” (green extraction) konsepsiyasining rivojlanishi natijasida ultratovush yordamidagi ekstraksiya (Ultrasound-Assisted Extraction, UAE), mikrotolqin yordamidagi ekstraksiya (Microwave-Assisted Extraction, MAE), bosimli suyuqlik ekstraksiyasi (Pressurized Liquid Extraction, PLE) va superkritik karbonat angidrid ekstraksiyasi (Supercritical Fluid Extraction, SFE) kabi zamonaviy texnologiyalar keng qo‘llanila boshladi. Mazkur usullar ekstraksiya vaqtini sezilarli darajada qisqartiradi, erituvchi sarfini kamaytiradi hamda ayrim metabolitlarni yuqori selektivlik bilan ajratib olish imkonini beradi.

Fenolik tabiatga ega lishaynik metabolitlari, jumladan depsidlar va depsidonlarni ajratishda etanol, metanol, atseton va etilatsetat eng ko‘p qo‘llaniladigan erituvchilar hisoblanadi. Xususan, usnik kislotasi kabi nisbatan qutbsiz metabolitlarni ekstraksiyalashda atseton va superkritik CO_2 yuqori samaradorlik ko‘rsatadi. Etanol esa nisbatan ekologik xavfsizligi va toksikligi pastligi sababli farmatsevtik tadqiqotlarda afzal erituvchi sifatida qo‘llaniladi.

Zamonaviy ekstraksiya texnologiyalari klassik Soxhlet va masseratsiya usullariga nisbatan ekologik, iqtisodiy hamda texnologik afzalliklarga ega. Ayniqsa, UAE va MAE usullari ekstraksiya davomiyligini bir necha baravar qisqartirishi bilan birga fenolik metabolitlarning yuqori miqdorda ajralishini ta'minlaydi. Shu sababli ular zamonaviy fitokimyoviy tadqiqotlarda tobora keng qo‘llanilmoqda.

Turli ekstraksiya usullarini qiyoslash shuni ko‘rsatadiki, ekstraksiya samaradorligi nafaqat texnologiyaning o‘ziga, balki erituvchi turi, biomassa tayyorlash usuli va metabolitlarning kimyoviy tabiatiga ham bog‘liq. Adabiyotlar tahliliga ko‘ra ultratovush va mikrotolqin yordamidagi ekstraksiya usullari

fenolik metabolitlar uchun eng yuqori samaradorlikni namoyon etadi.

Lecidea fuscoatra bo‘yicha maxsus ekstraksiya tadqiqotlari hozircha juda kam. Shu sababli ushbu tur uchun metodologik yondashuv *Lecidea* jinsining boshqa vakillari hamda qobiqsimon lishayniklar ustida olib borilgan tadqiqotlar natijalariga asoslanadi.

Quyidagi ketma-ketlik istiqbolli metodika sifatida tavsiya etilishi mumkin:

1. Namunalarni 35–40 °C haroratda quritish;
2. Biomassani 0,5–1,0 mm zarracha o‘lchamigacha maydalash;
3. 70–80 % etanol yoki atsetonda ultratovush yordamida 30–40 daqiqa ekstraksiya qilish;
4. Ekstraktni filtrlash va vakuum ostida konsentratsiyalash;
5. YSSX-DAD yoki LC-MS/MS yordamida fenolik metabolitlar, depsidlar va lishaynik kislotalarini sifat hamda miqdor jihatdan aniqlash;
6. ICP-MS yoki ICP-OES yordamida mineral va og‘ir metall tarkibini baholash.

Mazkur metodologiya boshqa lishaynik turlarida yuqori samaradorlik ko‘rsatgan bo‘lsa-da, aynan *Lecidea fuscoatra* uchun uning eksperimental tasdig‘i kelgusidagi tadqiqotlarning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

Lecidea fuscoatra uchun maxsus optimallashtirilgan ekstraksiya protokollari hali ishlab chiqilmagan. Shu sababli UAE, YSSX-DAD, LC-MS/MS va ICP-MS usullarini o‘z ichiga olgan kompleks yondashuv ushbu turning metabolomik profili, biologik faol moddalar tarkibi va farmakologik salohiyatini aniqlashda eng istiqbolli metodologiya sifatida baholanadi.

Lishayniklar tabiiy biologik faol birikmalarning muhim manbalaridan biri bo‘lib, ular tarkibida organizmning ekologik moslashuvi va himoya mexanizmlarida ishtirok etuvchi ko‘plab ikkilamchi metabolitlar mavjud. Hozirgi kunga qadar lishayniklardan 1000 dan ortiq tabiiy birikmalar ajratib olingan bo‘lib, ularning asosiy qismini depsidlar, depsidonlar, dibenzofuranlar, ksantonlar, antraxinonlar, terpenoidlar va turli fenolik birikmalar tashkil etadi.

Lishaynik metabolitlari asosan mikobiont (zamburug‘) komponenti tomonidan biosintez qilinadi va lishaynikning tashqi muhit ta’siridan himoyalanishida muhim biologik vazifalarni bajaradi. Jumladan, fenolik birikmalar ultrabinafsha nurlanishni yutish, reaktiv kislorod shakllarini neytrallash va mikroorganizmlarning rivojlanishini cheklash xususiyatiga ega.

XULOSA

Lecidea fuscoatra (L.) Ach. saksikol qobiqsimon lishaynik bo‘lib, asosan silikat jinslar yuzasida uchraydi. Ushbu tur bo‘yicha to‘g‘ridan-to‘g‘ri kimyoviy tadqiqotlar soni cheklangan bo‘lsa-da, *Lecidea* jinsining boshqa vakillari va unga yaqin ekologik guruhlarga mansub qobiqsimon lishayniklarda depsidlar, depsidonlar va boshqa fenolik metabolitlar keng tarqalganligi aniqlangan. Lishayniklarning biologik faolligi ko‘p jihatdan ularning tarkibidagi fenolik metabolitlar bilan bog‘liq. Ayniqsa, depsidlar va depsidonlar molekulasida mavjud aromatik halqalar hamda gidroksil guruhlari antioksidant va mikroblarga qarshi faollikni ta'minlaydi. Shu sababli *L. fuscoatra* metabolitlarini baholashda qiyosiy kimyotaksonomik yondashuv muhim ahamiyatga ega. Bunda *Lecidea* jinsiga xos metabolit profillari, yashash muhiti va morfologik xususiyatlari asosida istiqbolli kimyoviy markerlarni aniqlash mumkin.

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.