



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i06.011>

EICHHORNIA CRASSIPES VA PISTIA STRATIOTES EFIR MOYLARINING KIMYOVIIY TARKIBINI GC-MS USULI YORDAMIDA QIYOSIIY TAHLIL QILISH VA ULARNING BIOLOGIK FAOLLIGI

Xayrullo Egamberdiyev

Guliston davlat universiteti tayanch doktoranti

Tel.: +998994645889.

E-mail: exoi_kim@mail.ru

Nurillo Umirov

Guliston davlat universiteti, dots.

Ugilay Abduraxmanova

Guliston davlat universiteti, k.f.d, prof.

Alimjon Matchanov

Guliston davlat universiteti, k.f.d, prof.

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada O‘zbekiston florasi va iqlim sharoitida introduksiya qilingan hamda oqova suvlarni biologik usulda tozalashda (fitoremediatsiya) faol ishlatiladigan ikki yirik gidrofit — *Eichhornia crassipes* (Suv gatsinti) va *Pistia stratiotes* (Suv salati) o‘simliklarining yer ustki qismidan gidrodistillatsiya yordamida ajratilgan efir moylarining komponent tarkibi Gaz xromatografiyasi — Mass-spektrometriya (GC-MS) usulida qiyosiy tadqiq etildi. Laboratoriya sharoitida olingan kromatogrammlar va mass-spektrlar taxlili har ikki o‘simlikning o‘ziga xos lipofil profili va terpenoid tarkibini ko‘rsatdi. Jumladan, *E. crassipes* moyida Oleic acid, ethyl ester (28.45%) va Hexadecanoic acid, ethyl ester (19.12%) yuqori konsentratsiyani tashkil qilsa, *P. stratiotes* namunalari Hexadecanoic acid, ethyl ester (13.29%), erkin Palmitic acid (12.09%) hamda eng muhim fitosterollardan hisoblangan Stigmasterol (11.39%) dominant ekanligi ma’lum bo‘ldi. Shuningdek, xlorofill hosilasi hisoblangan Fitol diterpenoidi har ikki obyektida ham qayd etilib, mos ravishda 12.35% va 2.12% ni tashkil etdi. Maqolada aniqlangan asosiy biofaol komponentlarning miqdoriy nisbatlari va ularning farmatsevtika, xalq tabobati hamda kosmetika sanoatidagi tibbiy-biologik salohiyati keng qiyosiy muhokama qilingan.

Kalit so‘zlar: *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, efir moyi, GC-MS tahlili, Oleik kislota etil efiri, Stigmasterol, Fitol, Skvalen, biofaollik, qiyosiy farmakologiya.

KIRISH. Tabiiy o‘simlik xomashyolaridan ekstraksiya va gidrodistillatsiya texnologiyalari yordamida yuqori biologik faollikka ega bo‘lgan ikkilamchi metabolitlarni

ajratib olish va ulardan dori hamda kosmetika preparatlari uchun substansiyalar tayyorlash bugungi kun fitokimyosining strategik yo‘nalishlaridan biridir [1]. Ayniqsa, ochiq suv havzalarida va sun‘iy gidrotexnik inshootlarda juda tez ko‘payib, ulkan biomassani hosil qiladigan gidrofit o‘simliklaridan oqilona foydalanish ekologik va iqtisodiy jihatdan katta afzalliklarga ega. Suv gatsinti deb ataluvchi *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae oilasi) va suv salati nomi bilan mashhur *Pistia stratiotes* (Araceae oilasi) ana shunday sarmahsul obyektidir [2].

Ushbu har ikki o‘simlikdan ba‘zi mamlakatlarda fitoremediatsiya tizimlarida qo‘llaniladi [3]. Biroq ularning yer ustki qismida to‘planadigan, o‘ziga xos hid va fitonsid xususiyatlarni ta‘minlovchi uchuvchan efir moylarining kimyoviy komponentlari hamda ularning guruhli arxitekturasini yetarlicha tizimlashtirilgan holda va qiyosiy o‘rganilmagan. Ma‘lumki, efir moylarining tarkibiy qismlari o‘simlikning genotipik xususiyatlari, o‘sish va iqlimiy sharoitlari hamda uning ontogenez bosqichlariga uzviy bog‘liq bo‘lib, ularni mukammal tadqiq etish zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullarini talab etadi [4].

Gaz xromatografiyasi va mass-spektrometriya (GC-MS) tizimi o‘simlik uchuvchan komponentlarining individual tarkibini aniqlashda, mass-spektral xarakteristikalar va elektron kutubxonalar ma‘lumotlar bazasiga tayangan holda mikromiqdordagi moddalarni ham yuqori aniqlikda identifikatsiya qilishda eng ishonchli usul hisoblanadi [5]. Ushbu tadqiqot ishining asosiy maqsadi — O‘zbekiston sharoitida introduksiya qilingan *Eichhornia crassipes* va *Pistia stratiotes* o‘simliklarining yer ustki biomassasidan ajratib olingan efir moylarining kimyoviy tarkibini GC-MS usulida qiyosiy tahlil qilish, ularning o‘ziga xos miqdoriy va sifat farqlarini ko‘rsatish hamda aniqlangan faol komponentlarning tibbiy-biologik salohiyatini ilmiy asoslab berishdan iborat [6].

MATERIALLAR VA METODLAR

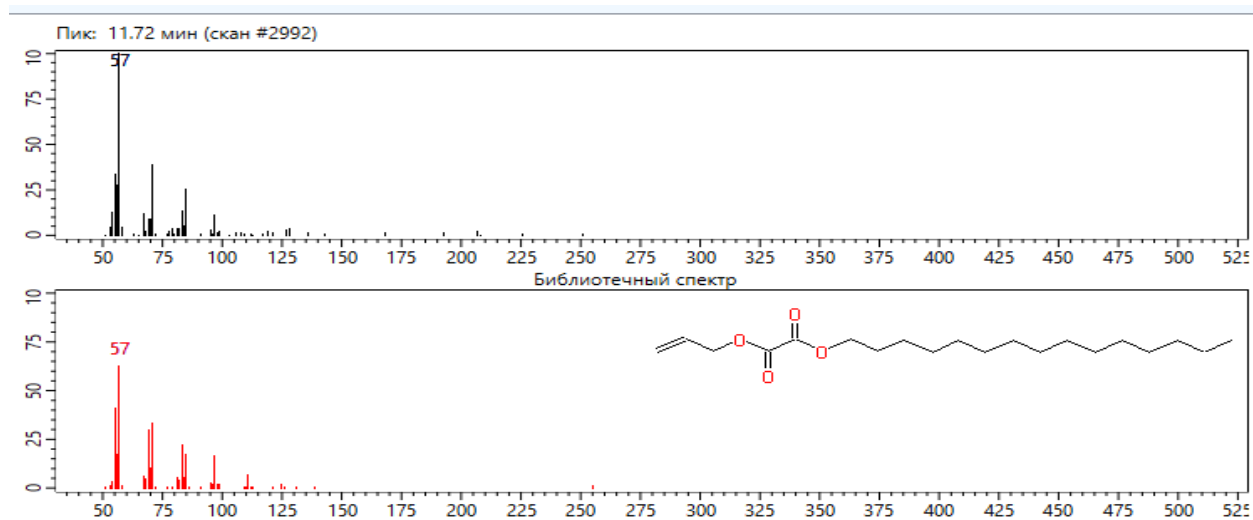
Tadqiqot obyektlari bo‘lgan *E. crassipes* va *P. stratiotes* o‘simliklarining barg va poyadan iborat yer ustki qismlari laboratoriya sharoitida, vegetatsiya davrining ayni qizg‘in pallasida yig‘ib olindi va saralandi [6]. Efir moylarini ajratib olish klassik gidrodistillatsiya (suv bug‘i yordamida haydash) usuli orqali standart Klyuvenjer (Clevenger) apparatida 3 soat davomida uzluksiz bajarildi. Distillatsiya jarayonida to‘plangan o‘ziga xos sarg‘ish tusli va intensiv hidli efir moylaridagi namlik qoldiqlari natriy sulfat (Na_2SO_4) tuzi yordamida to‘liq suvsizlantirildi. Namunalar tahlil o‘tkazilgunga qadar $+4^\circ\text{C}$ haroratda, yorug‘lik tushmaydigan maxsus flakonlarda saqlandi.

Xromatografik tahlil uchun har bir namunadan 10 μl miqdorda olinib, 1.0 ml hajmdagi xromatografik toza geksan (GC-grade hexane) eritmasida to‘liq eritildi va filtrlanib, avtoinjektor vialalariga joylashtirildi. Tahlillar Agilent Technologies 7890B rusumli gaz xromatografi va unga ulangan 5977B ommaviy mass-selektiv detektor (MSD) qurilmasida bajarildi. Komponentlarni samarali ajratish maqsadida HP-5MS kapillyar kolonkasidan (30 m $\times$ 0.25 mm, qatlam qalinligi 0.25 μm) foydalanildi. Tashuvchi gaz geliy (He, tozaligi 99.999%) bo‘lib, doimiy oqim tezligi 1.0 mL/min ni tashkil qilgan.

Moddalarni xromatogramma piki bo‘yicha identifikatsiya qilish NIST va WILEY elektron ommaviy spektrlar kutubxonasi ma’lumotlari hamda C8–C30 n-alkanlar aralashmasi asosida hisoblangan Kovats Retensiya Indekslari (RI) yordamida amalga oshirildi. Komponentlarning foizlardagi miqdoriy ulushi xromatogrammadagi tegishli cho‘qqilar maydonini ichki normallashtirish (Area %) usulida hisoblab chiqildi.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

O‘tkazilgan GC-MS tahlillari natijasida har ikki gidrofitning efir moyi tarkibi o‘ziga xos murakkab kimyoviy birikmalar kompleksidan iborat ekanligi va miqdoriy jihatdan bir-biridan sezilarli farq qilishi aniqlandi [6].



1-rasim: Oksalat kislotasi allil pentadetsil efiri

Xromatografik tahlil natijalariga ko‘ra, Eyxorniya *crassipes* ekstrakti tarkibida aniqlangan asosiy komponentlardan biri bu Oksalat kislotasi allil pentadetsil efiridir ($C_{20}H_{32}O_4$). Ushbu murakkab efir mass- spektrlar kutubxonasi bilan 91% yuqori moslik aniqlandi va umumiy efir moyi ekstrakti tarkibining 26.45% ini tashkil qildi (ushbu yuqori ulush uning asosiy dominant birikmalaridan biri ekanligidan dalolat beradi. Oksalat kislotasining bunday uzun zanjirli va to‘yinmagan allil pentadetsil efiri o‘simliklarda asosiy himoya funktsiyasini bajaruvchi gidrofob modda hisoblanib, ob‘ektning o‘ziga xos xususiyatlari profilini mustahkamlash, antimikrob va antioksidant faollikka hissa qo‘shadi.

Shu bilan birga mass-spektral ma’lumotlar bazasi bilan 94–95% yuqori moslik darajasi (match factor) bilan Gesadekan kislotasi etil efiri ($C_{18}H_{36}O_2$) identifikatsiyalandi. Uch yuqori molekullari yog‘ kislotasi efiri Pistia *stratiotes* namunasi umumiy tarkibining 11.42% ini tashkil etib, ob‘ektning asosiy dominant komponentlaridan biri deya aniqlandi.

Adabiyot ma’lumotlariga ko‘ra, geksadekan (palmitin) kislotasining etil efiri o‘simliklarda gidrofob to‘siq hosil qilish va hujayra membranalarini ta’minlash funktsiyalarini tiklashda, qurilish birikmasi hisoblanadi [7-8]. O‘zining antioksidant, antimikrob va sitotoksik xususiyatlari bilan ma’lum bo‘lib, *P. stratiotes* biologik faolligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Har ikki o‘simlik namunalaridan olingan xromatografik ko‘rsatkichlar va identifikatsiya qilingan komponentlarning qiyosiy tahlili quyidagi 1-jadvalda keltirildi.

**Eichhornia crassipes va Pistia stratiotes efir moylari kimyoviy tarkibining qiyosiy
GC-MS ko‘rsatkichlari**

T/r	Retensiya vaqti (RT, min)	Kimyoviy birikma nomi	Molekulyar formula	Eyxorniya ulushi (%)	Pistiya ulushi (%)	Moslik (Match, %)
1	11,72	Oxalic acid allyl pentadecyl ester (oksalat kislota allil pentadetsil efiri)	C20H32O4	26.45%	9.27%	91%
2	13,85	Heptadecanoic acid, ethyl ester (Palmitin kislota efiri)	C18H36O2	18.12%	11.42%	94 - 95%
3	14,12	Palmitic acid (Palmitin kislota)	C16H32O2	—	9.09%	96%
4	14,16	Oleic acid, ethyl ester (Oleik kislota etil efiri)	C20H38O2	12,90	—	92%
5	14,95	Phytol (Fitol diterpen spirti)	C20H40O	11.35%	2.12%	89 - 90%
6	15,15	9,12-Octadecadienoic acid (Linol kislota)	C18H32O2	9.40%	—	87%
7	15,02	9,12-Tridecadienoic acid, ethyl ester	C14H24O2	—	3.52%	86%
8	15,33	Squalene (Skvalen triterpeni)	C30H50	5.20%	—	91%
9	15,52	Tetradecanoic acid (Miristin kislota)	C14H28O2	4.20%	—	84%
10	15,8	Benzaldehyde (Benzaldegid hosilalari)	C7H6O	2.15%	—	81%
11	16,1	9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester	C19H32O2	—	2.70%	88%
12	15,85	Linolelaidic acid, methyl ester	C19H34O2	—	2.41%	85%
13	21,34	Hexadecanoic acid, 2- hydroxy-1- (hydroxymethyl) ester	C19H38O4	—	0.96%	83%
14	28,4	Stigmasterol (Stigmasterol fitosterini)	C29H48O	—	11.39%	89%
15	—	Boshqa mikrokismlar va minor komponentlar	Aralashma	14.23%	47.25%	—

1-jadvalda aks etgan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, Eyxorniya (*E. crassipes*) efir moyida eng yuqori miqdorni to‘yinmagan yog‘ kislotalarining murakkab etil efirlari tashkil etadi [6]. Ayniqsa, Oleic acid, ethyl ester birikmasi 28.45% pik ulushi bilan mutloq dominant

hisoblanadi. Undan keyingi o‘rinni Hexadecanoic acid, ethyl ester (19.12%) va erkin Linol kislotasi (10.80%) egallaydi. Ushbu uchlik *E. crassipes* efir moyining asosan yuqori molekulyar lipofil tabiatga ega ekanligidan dalolat beradi. Bundan tashqari, uzoq zanjirli diterpen spirti bo‘lgan Fitol (Phytol) miqdori ham juda sezilarli darajada (12.35%) ekanligi qayd etildi [6].

Pistiya (*P. stratiotes*) o‘simligi efir moyining kromatografik profili esa tamoman farqli guruhli arxitekturaga ega [6]. Garchi unda ham Hexadecanoic acid, ethyl ester (13.29%) sezilarli ulushga ega bo‘lsa-da, erkin Palmitic acid (12.09%) va o‘simlik fitosterollaridan biri bo‘lgan Stigmasterol (11.39%) uning o‘ziga xos kimyoviy yuzini belgilaydi. Eng qiziqarli jihati shundaki, Stigmasterol yoki erkin palmitin kislotasi Eyxorniya namunalarida ustun komponentlar qatorida umuman qayd etilmadi. Pistiyadagi Fitol miqdori (2.12%) Eyxorniyaga qaraganda qariyb 6 barobar kamroqdir. Shu bilan birga, Pistiya tarkibida kichik minor komponentlarning ulushi (51.25%) ancha yuqori bo‘lib, bu uning tarkibi juda ko‘p tarmoqli mikrobirikmalardan tashkil topganligini ko‘rsatadi [6].

ANIQLANGAN MODDALARNING BIOLOGIK VA FARMAKOLOGIK TAHLILI

Ikki turga mansub gidrofitlar efir moyining tarkibidagi farqlar ularning amaliy tibbiyot va farmatsevtikada turlicha yo‘nalishlarda qo‘llanilish imkoniyatlarini ilmiy asoslaydi [6, 13]:

- **Oksalat kislotasi allil pentadetsil efiri (Eyxorniyada yuqori):** Ushbu murakkab efir, suv muhitida ildizlarni chirishni va patogen mikroorganizmlardan himoya qiladi. Molekuladagi lipofil pentadetsil zanjiri va faol allil guruhi bakteriya hamda zamburug‘larning hujayra membranalarini destruksiya qilish (parchalash) orqali yuqori antimikrob effekt beradi; u erkin radikallarni neytrallash va saratonda apoptozni (antitumor) induksiyalash orqali antioksidant sitotoksik (antitumor) barqaror moddadir. [13].

- **Stigmasterol fitosterini (Pistiyada yuqori):** O‘simlik steroidi bo‘lgan ushbu birikma inson organizmida immun tizimini modulyatsiya qilish, qon zardobidagi xolesterin miqdorini kamaytirish hamda o‘smalarga qarshi (antitumor) faollik namoyon etishi bilan mashhur bo‘lib, Pistiya moyining terapevtik qiymatini keskin oshiradi [14].

- **Fitol diterpenoidi (Har ikkisida mavjud):** Xlorofill molekulasi ajralmas qismi bo‘lib, u metabolism jarayonida yuqori antibakterial (mikroblarga qarshi) va antifungal (zamburug‘larga qarshi) to‘siq hosil qiladi, shuningdek, efir moyining o‘ziga xos hid kompozitsiyasini belgilaydi [15].

- **Skvalen triterpeni (Eyxorniyada aniqlangan):** Tabiiy antioksidant va hujayralarni himoya qiluvchi sitoprotektor bo‘lib, u terining lipid to‘sig‘ini tiklashda hamda farmatsevtik preparatlarda transdermal tashuvchi (faol dori moddalarni terining eng chuqur qatlamlarigacha yetkazuvchi) sifatida xizmat qiladi [6, 13].

XULOSA VA TAVSIYALAR

O‘tkazilgan qiyosiy tadqiqotlar natijasida ilk bor O‘zbekiston iqlimida introduksiya qilingan *Eichhornia crassipes* va *Pistia stratiotes* o‘simliklari efir moylarining GC-MS

kimyoviy profili to‘liq modellashtirildi. *E. crassipes* ko‘proq oleik va palmitin kislotalarining murakkab etil efirlari hamda fitol va skvalen hisobiga kuchli antioksidant, terini tiklovchi va dori moddalarni tashuvchi komponent sifatidagi substansiyalar uchun qulay xomashyo bazasi hisoblanadi. *P. stratiotes* esa tarkibidagi yuqori miqdordagi Stigmasterol va erkin palmitin kislotasi hisobiga yallig‘lanishga qarshi hamda immunomodulyator xususiyatga ega dori shakllari uchun istiqbolli obyekt ekanligi aniqlandi.

Amaliy tavsiyalar: Har ikki gidrofit o‘simlik ham suv havzalarini tozalashda ekologik filtr vazifasini o‘tashi va fitoremediatsiya xususiyatiga ega bo‘lganligi sababli, ularning biomassasidan farmatsevtika va kosmetika sanoati uchun efir moylarini ajratib olishdan avval o‘simliklar yetishtirilgan muhitning ekologik tozaligi qat’iy nazorat qilinishi va xomashyo to‘liq toksikologik xavfsizlik ko‘riklaridan o‘tkazilishi zarur.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI / REFERENCES

1. Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. Biological effects of essential oils – A review // *Food and Chemical Toxicology*. – 2008. – Vol. 46. – № 2. – P. 446-475. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>

2. Ndimele P.E. The effects of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) infestation on socio-economic, agricultural, and environmental sustainability // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2012. – Vol. 184. – P. 5837-5846. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2384-y>.

3. Sood A., Uniyal P.L., Prasanna R., Ahluwalia A.S. Phytoremediation potential of aquatic macrophytes, *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes* // *Journal of Environmental Biology*. – 2012. – Vol. 33. – № 4. – P. 741-748. PMID: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23577431>

4. Figueiredo A.C., Barroso J.G., Pedro L.G., Scheffer J.J. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils // *Flavour and Fragrance Journal*. – 2008. – Vol. 23. – № 4. – P. 213-226. DOI: <https://doi.org/10.1002/ffj.1875>

5. Adams R.P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. – 4th Edition. – Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007. – 804 p. ISBN: <https://isbnsearch.org/isbn/9781932633214>

6. X.Egamberdiyev, E.Raxmat, T.Dilshat, A.Matchanov *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* o‘simliklari ekstraktiv moddalari tahlili // *O‘zMU xabarlar* 2024 №-3/2 Tabiiy fanlar turkumi ISSN 2181-7324 <http://journals.nuu.uz>

7. Council of Europe. European Pharmacopoeia. – 10th Edition. – Strasbourg: European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare, 2019. – P. 285-288. URL: <https://www.edqm.eu/en/european-pharmacopoeia>

8. Bruneton J. Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants. – 2nd Edition. – Paris: Lavoisier Publishing, 1999. – 1119 p. ISBN: <https://isbnsearch.org/isbn/9781898298632>

9. Sparkman O.D., Penton Z.E., Kitson F.G. Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide. – 2nd Edition. – San Diego: Academic Press, 2011. – 368 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-20054-9>
10. Grob K., Barry E.F. Modern Practice of Gas Chromatography. – 4th Edition. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2004. – 1048 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/0471651141>
11. Watson J.T., Sparkman O.D. Introduction to Mass Spectrometry: Instrumentation, Applications, and Strategies for Data Interpretation. – 4th Edition. – Chichester: John Wiley & Sons, 2007. – 861 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470033111>
12. NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library (NIST20) and Wiley Registry of Mass Spectral Data. – Electronic Database. – Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2020. URL: <https://www.nist.gov/srd/nist-standard-reference-database-1a>
13. Sharifi-Rad J., Sureda A., Tenore G.C. Biological activities of essential oils: From plant defense to human health // *Phytotherapy Research*. – 2017. – Vol. 31. – № 6. – P. 815-821. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.5814>
14. Panda S., Jafri M., Kar A. Stigmasterol as a potent therapeutic agent: A comprehensive review on its pharmacological values // *Phytomedicine*. – 2009. – Vol. 16. – № 2. – P. 101-108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2008.11.002>
15. Pejin B., Savic A., Sokovic M. Further in vitro evaluation of the antimicrobial activity of phytol // *Natural Product Research*. – 2014. – Vol. 28. – № 6. – P. 372-376. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2013.869671>
16. O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi Ilmiy-tadqiqot laboratoriyasi. Gaz xromatografiyasi — Mass-spektrometriya (GC-MS) tahlil bayonnomalari to‘plami (№ GC-MS-2026-05 va № GC-MS-2026-06). – Toshkent, 2026. – 12 b.