



UDK: 665.52:577.15:543.544

Behruz B. TOSHBADALOV,

Tayanch doktorant, Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti, Milliy tadqiqot universiteti, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: toshbadalovbehruz9@gmail.com,

ORCID ID: ¹0000-0003-2098-322X,

Muzaffar E. SATTAROV,

Dotsent, Toshkent vaksina va zardoblar ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: sattarovmuzaffar710@gmail.com,

ORCID ID: ²0009-0003-5615-4164

TFI Biotexnologiya kafedra mudiri f.f.b PhD dotsent., F.S.Qayumov taqrizi asosida

ENZYMATIC MODIFICATION OF THE ESSENTIAL OIL COMPOSITION OBTAINED FROM *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L. SEEDS AND ITS GC-MS ANALYSIS

Annotation

Plant-derived essential oils are an important source of bioactive compounds and are widely used in pharmaceuticals and biotechnology. This study investigates the effect of enzymatic (cellulase) and biological (*Aspergillus terreus*) pretreatment on the chemical composition and biological activity of essential oil obtained from *Achillea millefolium* L. seeds. Essential oils were extracted by hydrodistillation and analyzed using GC-MS. The results showed that the yield of essential oil did not change significantly; however, notable alterations in its chemical composition were observed. In particular, an increase in chamazulene and levomenol content was detected. Enzyme-treated samples exhibited higher antioxidant activity, characterized by lower IC₅₀ values. In addition, these samples demonstrated strong antimicrobial activity. The findings confirm that enzymatic pretreatment enhances the biological properties of essential oils. This approach is promising for the production of natural products with high bioactivity.

Keywords: *Achillea millefolium* L., essential oil, enzymatic processing, cellulase, *Aspergillus terreus*; GC-MS analysis, antioxidant activity, antimicrobial activity

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ МОДИФИКАЦИЯ СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ СЕМЯН *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L., И ЕГО АНАЛИЗ МЕТОДОМ GC-MS

Аннотация

Эфирные масла растительного происхождения являются важным источником биоактивных соединений и широко применяются в фармацевтике и биотехнологии. В данном исследовании изучено влияние ферментативной (целлюлаза) и биологической (*Aspergillus terreus*) предобработки на химический состав и биологическую активность эфирного масла, полученного из семян *Achillea millefolium* L. Эфирные масла выделяли методом гидродистилляции и анализировали с использованием GC-MS. Результаты показали, что выход эфирного масла существенно не изменился, однако в его составе произошли значительные изменения. В частности, отмечено увеличение содержания хамазулена и левоменола. Образцы, обработанные ферментами, продемонстрировали более высокую антиоксидантную активность, характеризующуюся низкими значениями IC₅₀. Кроме того, данные образцы проявили выраженное антимикробное действие. Полученные результаты подтверждают, что ферментативная обработка способствует улучшению биологических свойств эфирного масла. Данный подход является перспективным для получения природных продуктов с высокой биологической активностью.

Ключевые слова: *Achillea millefolium* L., эфирное масло, ферментативная обработка, целлюлаза, *Aspergillus terreus*, ГХ-МС анализ, антиоксидантная активность, антимикробная активность

ACHILLEA MILLEFOLIUM L. URUG'LARIDAN OLINGAN EFIR MOYI TARKIBINING FERMENTATIV MODIFIKATSİYASI VA GC-MS TAHLILI

Annotatsiya

O'simlik asosidagi efir moylari bioaktiv birikmalarning muhim manbai hisoblanadi va farmatsevtika hamda biotexnologiyada keng qo'llaniladi. Ushbu tadqiqotda *Achillea millefolium* L. urug'laridan olingan efir moyining kimyoviy tarkibi va biologik faolligiga fermentativ (sellulaza) hamda biologik (*Aspergillus terreus*) ishlov berishning ta'siri o'rganildi. Efir moylari gidrodistillatsiya usuli bilan ajratilib, GC-MS yordamida tahlil qilindi. Natijalar efir moyi chiqimi sezilarli o'zgarmaganini, ammo tarkibida muhim o'zgarishlar yuz berganini ko'rsatdi. Xususan, kamazulen va levomenol miqdorining ortishi kuzatildi. Fermentativ ishlov berilgan namunalarda antioksidant faollik yuqori bo'lib, past IC₅₀ qiymatlari aniqlandi. Shuningdek, bu namunalar kuchli antimikrob ta'sir ko'rsatdi. Olingan natijalar fermentativ ishlov berish efir moyining biologik xossalarni yaxshilashini tasdiqlaydi. Mazkur yondashuv yuqori biofaollikka ega tabiiy mahsulotlar olishda istiqbolli hisoblanadi.

Kalit so'zlari: *Achillea millefolium* L., efir moyi, fermentativ ishlov berish, sellulaza, *Aspergillus terreus*, GC-MS tahlil, antioksidant faollik, antimikrob faollik.

Kirish. So'nggi yillarda o'simlik asosidagi dorivor vositalarga bo'lgan qiziqish ortib borayotgani sababli tabiiy xom ashyo manbalaridan samarali foydalanish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Mamlakatimizda dorivor o'simliklarni

yetishtirish, qayta ishlash va ulardan oqilona foydalanish bo'yicha keng ko'lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Xususan, 2022–2026-yillarga mo'ljallangan “Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi” hamda “O'zbekiston – 2030” strategiyasida mahalliy xomashyo bazasidan samarali foydalanish va yuqori qo'shilgan qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarishni rivojlantirish ustuvor yo'nalishlardan biri sifatida belgilangan [1].

Shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4670 (2020-yil 10-aprel), PQ-4901 (2020-yil 26-noyabr) va PQ-251 (2022-yil 20-may) sonli qarorlarida dorivor o'simliklarni muhofaza qilish, ularni madaniy holda yetishtirish va qayta ishlashni rivojlantirish bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan [2–4]. Mazkur hujjatlar dorivor o'simliklar asosida farmatsevtika mahsulotlari ishlab chiqarishni kengaytirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirishga xizmat qilmoqda.

Achillea millefolium L. (oddiy bo'yimadaron) Asteraceae oilasiga mansub bo'lib, dorivor va aromatik o'simlik sifatida keng tarqalgan hamda xalq tabobatida qadimdan qo'llanilib kelinadi [5–8]. Ushbu o'simlikning biologik faolligi asosan uning efir moyi tarkibidagi bioaktiv birikmalar bilan bog'liq bo'lib, ular antibakterial, antifungal, antioksidant va boshqa muhim farmakologik xossalarga ega [6–15].

A. millefolium efir moyi tarkibida asosan mono- va seskviterpenlar, jumladan 1,8-sineol, kamfora, kamazulen va boshqa birikmalar mavjud bo'lib, ularning nisbiy miqdori o'simlikning biologik faolligini belgilaydi [5–9,12–19]. Shu bilan birga, efir moyi tarkibi o'simlikning o'sish sharoiti, fenologik bosqichi va qayta ishlash usullariga bog'liq ravishda o'zgaradi [7,9,13–17].

Hozirgi kunda efir moylari tarkibini modifikatsiya qilish va ularning biofaolligini oshirishda fermentativ va biologik ishlov berish usullariga katta qiziqish bildirilmoqda [7,8,19]. Biroq *A. millefolium* urug'laridan olingan efir moyiga bunday ishlov berishning ta'siri yetarlicha o'rganilmagan.

Shu sababli ushbu tadqiqotning maqsadi *A. millefolium* urug'laridan olingan efir moyining kimyoviy tarkibi va biologik faolligiga fermentativ va biologik oldindan ishlov berishning ta'sirini o'rganishdan iborat.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Mazkur tadqiqot yo'nalishida olib borilgan ilmiy ishlar tahlili shuni ko'rsatadiki, o'simlik asosidagi efir moylari, xususan *Achillea millefolium* L. efir moyi kimyoviy tarkibi va biologik faolligi bo'yicha keng o'rganilgan. Ko'plab tadqiqotlarda ushbu o'simlik efir moyining asosiy komponentlari sifatida 1,8-sineol, kamfora, kamazulen, α -terpineol va boshqa mono- hamda seskviterpenlar aniqlangan [5–9,12–15]. Ushbu birikmalar antibakterial, antifungal va antioksidant xossalarga ega bo'lib, ularning miqdoriy tarkibi efir moyining biologik samaradorligini belgilaydi [6–11]. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, efir moyi tarkibi va chiqimi o'simlikning geografik kelib chiqishi, ekologik sharoiti, fenologik bosqichi va yig'ish vaqtiga bog'liq ravishda sezilarli darajada o'zgaradi [9,10,14]. Ayrim tadqiqotlarda o'simlikning turli qismlaridan olingan efir moylarining tarkibi o'rtasida ham farqlar mavjudligi aniqlangan [5,8,11].

So'nggi yillarda efir moylari tarkibini yaxshilash va biofaolligini oshirish maqsadida fermentativ va biologik ishlov berish usullaridan foydalanishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Jumladan, fermentativ ishlov berish hujayra devorlarini parchalanishini tezlashtirib, bioaktiv komponentlarning ajralib chiqishini kuchaytirishi aniqlangan [7]. Shuningdek, mikroorganizmlar ishtirokida olib boriladigan biotexnologik jarayonlar efir moyining kimyoviy tarkibini modifikatsiya qilish va uning biologik faolligini oshirishga xizmat qilishi ko'rsatib berilgan [8,19].

Biroq mavjud ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, *A. millefolium* asosan yer ustki qismlari keng o'rganilgan bo'lib, urug'laridan olingan efir moyining tarkibi va xossalari, ayniqsa fermentativ va biologik oldindan ishlov berish sharoitida yetarli darajada tadqiq etilmagan.

Shu sababli mazkur tadqiqot *A. millefolium* urug'laridan olingan efir moyining kimyoviy tarkibi va biologik faolligiga zamonaviy ishlov berish usullarining ta'sirini o'rganishga qaratilgan bo'lib, ushbu yo'nalishda mavjud ilmiy bo'shliqni to'ldirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot obyekti sifatida odiy bo'yimadaron (*Achillea millefolium* L.) o'simligining yetilgan urug'lari tanlab olindi. Urug' namunalari begona aralashmalardan tozalandi, xona haroratida quritildi va tajriba o'tkazilgunga qadar quruq hamda yorug'lik tushmaydigan sharoitda saqlandi.

Tadqiqotda uch xil tajriba varianti qo'llanildi:

- 1) nazorat varianti - 50 g maydalangan urug'ga distillangan suv qo'shildi;
- 2) fermentativ variant - 50 g urug'ga sellulaza fermenti eritmasi qo'shildi;
- 3) biologik ferment varianti - 50 g urug'ga *Aspergillus terreus* zamburug'ining kultural suyuqligi qo'shildi. Har bir variant bir xil miqdordagi xomashyo asosida olib borildi.

Sellulaza fermenti (4000 U/ml) optimalga yaqin sharoitda (45°C, pH 4.8-5.2) ishlatildi. *Aspergillus terreus* kultural suyuqligi oldindan filtratsiya qilinib, ferment manbai sifatida qo'llanildi.

Barcha tajriba variantlari bir xil sharoitda fermentativ gidrolizga uchratildi: namunalar 45°C haroratda 1 soat davomida inkubatsiya qilindi. Ushbu sharoit o'simlik hujayra devori komponentlarini qisman parchalash va efir moyi ajralishini oshirish maqsadida tanlandi.

Gidrolizdan so'ng namunalar distillangan suv bilan yuvildi va ortiqcha namlik quritish shkafida kamaytirildi. Efir moyini ajratib olish Klevenger apparati yordamida gidrodistillyatsiya usulida amalga oshirildi. Har bir namuna 3 soat davomida distillyatsiya qilindi.

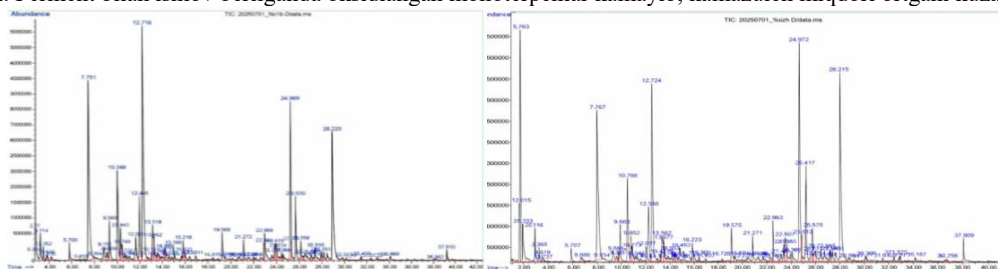
Olingan distillyat n-geksan yordamida ekstraksiya qilinib, suvsiz natriy sulfat bilan quritildi va erituvchi bug'latilgandan so'ng efir moyi ajratib olindi. Efir moyi chiqimi quruq xomashyo massasiga nisbatan foiz hisobida aniqlandi.

Efir moyining kimyoviy tarkibi gaz xromatografiyasi–massa-spektrometriya (GC–MS) usulida tahlil qilindi. Tahlillar Agilent 7890A gaz xromatografi va Agilent 5975C massa-spektrometri yordamida olib borildi. Ajratish HP-INNOWax kapillyar kolonkasi orqali amalga oshirildi. Komponentlarni identifikatsiya qilish Wiley va NIST kutubxonalari bilan solishtirish hamda ushlab turish indeksleri asosida bajarildi.

Har bir tajriba uch martadan takrorlandi.

Natijalar va tahlil. Tadqiqot natijalariga ko'ra, *Achillea millefolium* L. urug'laridan olingan efir moylari barcha variantlarda ko'k rangli, o'tkir hidli va suyuq konsistensiyaga ega bo'ldi. Rangning ko'kligi tarkibida kamazulen mavjudligi bilan izohlanadi. Efir moyi chiqimi variantlar o'rtasida sezilarli farq ko'rsatmadi ($p > 0.05$), ya'ni fermentativ va biologik ishlov berish miqdoriy jihatdan ta'sir qilmagan.

GC–MS tahlili barcha namunalarda ko'p komponentli tarkib mavjudligini ko'rsatdi. Umumiy ion xromatogrammasida asosiy piklar 2–40 daqiqa oralig'ida kuzatildi. (1-rasm). Nazorat namunada monoterpenlar (ayniqsa evkaliptol va γ -terpinen) ustun bo'ldi. Ferment bilan ishlov berilganda oksidlangan monoterpenlar kamayib, kamazulen miqdori ortgani kuzatildi (2-rasm).



Biologik ishlov berishda esa komponentlar nisbatan muvozanatli taqsimlandi va kamazulen o'rtacha darajada oshdi (3-rasm). Fermentativ ishlov berish hujayra devorining parchalanishini tezlashtirib, ayrim faol komponentlarning ajralib chiqishini kuchaytirgani aniqlandi. Biologik usul esa kimyoviy tarkibni keskin o'zgartirmasdan, nisbatan barqaror modifikatsiyani ta'minladi.

Oldindan ishlov berish usullari efir moyi chiqimiga sezilarli ta'sir ko'rsatmagan, biroq uning kimyoviy tarkibini o'zgartirib, sifat ko'rsatkichlariga ta'sir etgan.

