



UDK 547.913:615.322:582.998.1:543.422.25

Sherxon SHUKUROV,

Tayanch doktorant, O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: sherlenovo3@gmail.com ORCID: 0009-0008-1369-8870

Iroda GANIYEVA,

PhD, O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: www.irodaganieva.123.a@gmail.com

Marg'uba G'AFUROVA,

O'qituvchi, Marg'ilon shahar 33-sonli maktab, Farg'ona, O'zbekiston

E-mail: gafurovamarguba84@gmail.com,

Firdavs SOBIROV,

"SAMO" international school, Tashkent, O'zbekiston

E-mail: fsobirov38@gmail.com, ORCID: 0009-0003-3213-9365,

Ilyos XUDOYNABAYEV,

Dotsent, O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: ilyoshudoynabayev@gmail.com

Nodirali NORMAXAMATOV,

Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori Toshkent Farmatsevtika instituti, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: nodirali@gmail.com

Professor, k.f.d Sh.Shomuratov taqrizi asosida

ARTEMISIA ANNUA L. O'SIMLIGI TARKIBIDAGI AYRIM TERPENOIDLARNI AJRATIB OLISH, STRUKTURAVIY IDENTIFIKATSIYALASH VA SPEKTROSKOPIK XOSSALARINI O'RGANISH

Annotatsiya

Ushbu maqolada *Artemisia annua* o'simligidan borneol, kamfora, 1,8 sineol, izoborneol va α -terpinol kabi terpenoidlarni o'simlik quruq biomassasidan (asosan barg va gullaridan) ajratib olish va tozalash usullari hamda YaMR (Yadro magnit rezonansi) spektroskopik tahlil orqali ularni tuzilishi haqida olingan natijalar keltirilgan. Shu bilan birgalikda α -pinen, kamfora va evkaliptollarni o'simlikda yuqori unum bilan, borneol, α -terpinol, linalool, izoborneol kabi terpenoidlar nisbatan past unum bilan uchrashi haqida so'z boradi.

Kalit so'zlar: *Artemisia annua*, efir moylari, terpenoid, biologik faollik, borneol, α -pinen, kamfora, evkaliptol, 1,8-sineol, YaMR.

ВЫДЕЛЕНИЕ, СТРУКТУРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕРПЕНОИДОВ РАСТЕНИЯ *ARTEMISIA ANNUA* L

Аннотация

В данной статье представлены методы выделения и очистки терпеноидов, таких как борнеол, камфора, 1,8-цинеол, изоборнеол и α -терпинеол, из сухой биомассы (преимущественно листьев и цветков) растения *Artemisia annua*. Структурная идентификация данных соединений проведена методом ЯМР (ядерного магнитного резонанса), и приведены результаты спектроскопического анализа. Кроме того, отмечается, что α -пинен, камфора и эвкалиптол содержатся в растении с относительно высоким выходом, тогда как такие терпеноиды, как борнеол, α -терпинеол, линалоол и изоборнеол, присутствуют в сравнительно меньших количествах.

Ключевые слова: *Artemisia annua*, эфирные масла, терпеноиды, биологическая активность, борнеол, α -пинен, камфора, эвкалиптол, 1,8-цинеол, ЯМР.

ISOLATION, STRUCTURAL IDENTIFICATION AND SPECTROSCOPIC CHARACTERIZATION OF SELECTED TERPENOIDS FROM *ARTEMISIA ANNUA* L

Annotation

This article presents the methods for the isolation and purification of terpenoids such as borneol, camphor, 1,8-cineole, isoborneol, and α -terpineol from the dry biomass (primarily leaves and flowers) of *Artemisia annua*. The structural characterization of these compounds was carried out using NMR (Nuclear Magnetic Resonance) spectroscopic analysis, and the obtained results are discussed. In addition, it is reported that α -pinene, camphor, and eucalyptol are present in the plant at relatively high yields, whereas terpenoids such as borneol, α -terpineol, linalool, and isoborneol occur at comparatively lower yields.

Keywords: *Artemisia annua*, essential oils, terpenoids, biological activity, borneol, α -pinene, camphor, eucalyptol, 1,8-cineole, NMR.

Kirish. Bugungi kunda zamonaviy tibbiyotda tabiiy birikmalar asosida yangi turdagi patogen mikroorganizmlarga qarshi vositalar yaratish tibbiyotining ustivor masalalaridan hisoblanadi. Jumladan dorivor o'simliklar tarkibining asosini tashkil qiluvchi biologik faol moddalar: terpenoidlar (α -pinen, kamfora, 1,8 sineol, α -terpinol va b.), polifenollar, alkaloidlar biologik faolligi bilan muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa terpenoidlar patogen mikroorganizmlarga ta'siri jihatidan yuqori samaradorlikka ega ekanligi

ularni kimyoviy va fizik tadqiqot usullari orqali chuqurroq tadqiq qilish va yangi avlod dorilarini ishlab chiqishda muhim rol o'ynaydi.

Tibbiyotda hozirgi kunda qo'llaniladigan dorivor vositalarning 38-40% ini o'simliklardan olinadigan preparatlar tashkil qiladi. Ba'zi og'ir kasalliklarni davolashda ishlatiladigan muhim ahamiyatli ayrim dorivor preparatlarni (yurak glikozidlari, steroid, fenolli birikmalar va boshqa biologik faol moddalarni) faqat sintez yo'li bilan emas balki o'simliklar tarkibidan ajratib olish samarali foyda berishi aniqlangan. Hozirgi vaqtda tibbiyotda 250 ga yaqin dorivor o'simliklar mahsulotlaridan foydalaniladi. Shu ko'rsatilgan dorivor o'simliklar maxsulotining 48% yovvoyi holda o'sadigan o'simliklardan, 30% jamoa va davlat xo'jaliklarining dorivor o'simliklar o'stiriladigan dalalarda plantatsiyalarda tayyorlanadi. Qolgan 22% «aralash» guruhni tashkil kiladi.

Adabiyotlar sharhi. *Artemisia annua* L.da kompleks dorivor moddalarning mavjudligi tibbiy davolashda potentsial ajralmas rol o'ynaydi. *Artemisia annua* tarkibidagi boshqa birikmalar ham artemisininning hamda boshqa terpenoidlarning bioaktivligini oshirishga yordam berishi mumkin, ammo bu ta'sir o'simlik damlamasidan farqli ravishda quritilgan barglarni qabul qilishda sezilarli bo'ladi. [1] *Artemisia annua* o'simligi barglaridagi artemisinin tarkibi uzoq vaqt davomida barqaror saqlanadi. Dorivor o'simliklardan foydalanish rivojlanayotgan mamlakatlarda mavjud sog'liqni saqlash tizimlariga ham mos keladi.

Ma'lumki, *Artemisia annua* tarkibida uchraydigan biologik faol moddalarning konsentrasiyalari turli hududlar va iqlim sharoitlariga bevosita bog'liq bo'ladi.[2]

Rossianing Buryatiya florasidagi *A.annua* ning umumiy yer ustki qismidan olingan efir moyining unumi 0,66% ga to'g'ri kelgan bo'lib, gul va barglarida 1,99% ni tashkil etgan. Yer ustki qismidan olingan efir moyining tarkibida terpenoidlarning miqdori yuqori ekanligi aniqlangan: (E)- β -farnesen (2,32-3,71%), germakra-4(15),5,10(14)-trien-1-ol (1,08-3,61%), artemiziya spirti 3-metilbutanoat (1,13-metilbutanoat (1,13-3,02%), artemisiya spirti (3-fenilpropionat) (1,50-2,98%), a-kopaen (1,58-2,83%), 1,8-sineol (0,47-1,86%) [3].

Xitoyning Shinjon provinsiyasi (CN2) va Rossianing Buryatiya "Osiyo" guruhi efir moylarida β -selin, karyofilin va karyofilin oksidi, artemiziya keton, germakren D, α -kopaenlarning unimi yuqoriligi bilan ajralib turadi. *A. annua* o'simligining yer ustki qismidagi efir moyining antioksidantlik xususiyatlar yuqori ekanligi bilan ajralib turadi, ayniqsa gullar va barglaridan ajratib olingan efir moyi tarkibidagi terpenoidlarning unumi yer ustki qismining boshqa a'zolariga qaraganda 1,4 barobar ko'proq bo'lishi aniqlangan. [4]

Vengriyaning Budapesht yaqinidan o'suvchi *Artemisia annua* L. ning 85 % efir moylarining kimyoviy tarkibi GX yordamida aniqlangan. Unga ko'ra efir moyi miqdori 0,48 dan -0,81% gacha bo'lishi aniqlangan. Gul kurtaklardan olingan moyning asosiy komponentlari quyidagilardan iborat ekanligi aniqlandi: artemisia keton (33-75%) va artemisia spirti (15-56%). Efir moylari taribining qolgan qismlari GX/MS yordamida o'rganilgan. *A. annua* efir moylarining tarkibi quyidagiga tahrirlandi: (a) 41% artemisia keton (75%) va artemisia spirt (15%) [5].

Tadqiqot usullari. Yuqoridagilardan kelib chiqqan xolda olib borilgan tadqiqotlarda bir nechta terpenoidlarni ajratib olish, tozalash, quritish va spektroskopik usullar yordamida tuzilishini tahlil qilinib va ularni tibbiyotda qo'llash maqsadida ishlab chiqarish sxemasi yaratildi. Izlanishlar Surxondaryo viloyatida o'suvchi o'simliklarning gullash fazasida terib olingan namunalari bilan olib borildi.

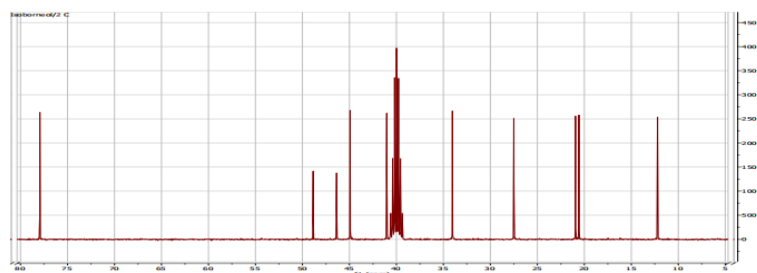
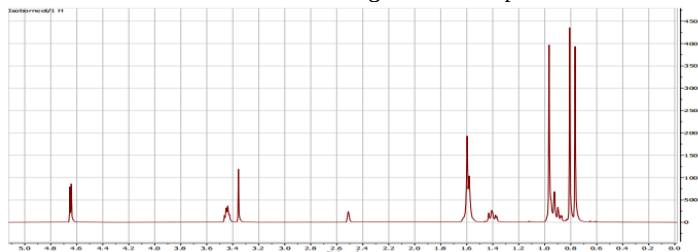
Artemisia annua o'simligi tarkibidagi terpenoidlarni toza holda ajratib olish va tuzilishini o'rganish maqsadida turli xil fizik-kimyoviy usullardan foydalanildi. Jumladan (gidrodistillatsiya, ekstraksiya, ajratib olish, tozalash, fraksiyalash va YuSSX) va fizik-kimyoviy tadqiqot usullardan (YaMR spektroskopiyasi) dan foydalanildi. O'simliklardan terpenoidlarni ajratib olishning bir qator usullari bor. Terpenoidlarni o'simlik xom ashyosidan ajratib olishda qo'llaniladigan an'anaviy va zamonaviy usullar, ularning afzalliklari, kamchiliklari va qo'llanish sohalari quyida keltirilgan (1-jadval).

1-jadval. Terpenoidlarni o'simlik xom ashyosidan ajratib olishda qo'llaniladigan an'anaviy va zamonaviy usullar, ularning afzalliklari, kamchiliklari va qo'llanish sohasi

Usul	Qo'llaniladigan erituvchi / sharoit	Afzalligi	Kamchiligi
Gidrodistillatsiya	Suv, yuqori harorat	Oddiy, arzon	Harorat sezgir terpenoidlar parchalanadi
Bug' distillatsiyasi	Bug', 100°C atrofida	Yumshoq, sifatli moy	Jihoz talab qiladi
Sokslet ekstraksiyasi	Organik erituvchilar (etanol, geksan)	Yuqori miqdorda ekstrakt	Erituvchi qoldiqlari xavfi
Superkritik CO ₂ ekstraksiyasi	CO ₂ , yuqori bosim	Ekologik toza, sof fraksiya	Qimmat uskunalar talab etadi
Mikroto'lqin ekstraksiyasi	Qisqa muddatli qizdirish	Tez, energiya tejaydi	Katta hajmda qiyin
Ultratovush ekstraksiyasi	Ultratovush, past harorat	Past harorat, sezgir moddalarga mos	Fraksiyalash uchun qo'shimcha usul kerak

Olib borilgan tadqiqotlarda mahsulotlar unumi 8,5% ga teng ekanligi aniqlandi. Kolonkali xromatografiya usuli yordamida turli xil erituvchilarda erigan terpenoidlarning xloroformli fraksiyalari tanlab olindi. Ajratib olingan fraksiyalar flash xromatografiya usuli yordamida turli fraksiyalarga ajratildi. Ajratib olingan terpenoidlarning fraksiyalarining tuzilishi YaMR spektroskopiya usuli yordamida tahlil qilindi.

Natijalar tahlili. O'tkazilgan YaMR spektroskopik natijalar tahliliga ko'ra 1,8-sineolning ¹³C spektrida (1- va 2-rasm) kuzatilgan 22.87-32,86 m.u. oralig'idagi siljishlar metil (-CH₃) va metilen (-CH₂-) uglerod atomlariga tegishli bo'lib, moddaning to'yinagan alifatik uglerod atomlariga ega ekanligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga 27-29 m.u. oralig'idagi cho'qqilar molekulada bir xil kimyoviy muhitdagi uglerod atomlari mavjudligini ko'rsatadi. Spektrda 31.6-32.8 m.u. atrofida signallar ham ichki siklik struktura elementlariga tegishli. Bundan tashqari, 68.94, 69.47, 72.80, 73.34 m.u. dagi siljishlar esa kislorod bilan bog'langan uglerod atomlari (C-O) mavjudligini isbotlaydi. ¹H spektrida 0.9-1.3 m.u. oralig'ida metil protonlariga xos signallar, 1.2-2.0 m.u. da metilen va metin protonlari signallari kuzatiladi. Shuningdek, 3.0-4.0 m.u. oralig'idagi signallar kislorodga yaqin joylashgan

3-rasm. Izoborneolning ^{13}C YaMR spektri4-rasm. Izoborneolning ^1H YaMR spektri

Natijalar muhokamasi. Ajratib olingan efir moylarining kimyoviy tarkibi o'rganilganda ba'zi terpenoidlar unumi yuqori bo'lishi aniqlandi: (α -pinen, 1,8-sineol, kamfora), (izoborneol, α -terpinol, linalool) terpenoidlari esa nisbatan pastroq unumda bo'lishi aniqlandi. O'simlikni kimyoviy tarkibi adabiyot ma'lumotlari bilan tahlil qilinganda ularning miqdori o'rtasidagi farqlar bevosita iqlim sharoitlariga bog'liqligi ko'rinadi. Shu bilan birgalikda turli erituvchilar yordamida olingan ekstraktlar tarkibi va gidrodistillatsiya usuli bilan olingan efir moyi tarkibi keskin farqi terpenoidlarni ajratib olishda foydalanilayotgan ekstraksiya unumining organik erituvchilar tabiati (qutblilik indeksi) hamda texnologik jarayon parametrlari korrelyatsiyasiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq ekanligini anglatadi.

O'simliklar tarkibida keng tarqalgan biologik faol monoterpenlar qatoriga kiruvchi 1,8-sineol va izoborneol farmakologik hamda sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan tabiiy birikmalar hisoblanadi. 1,8-sineolning antibakterial, yallig'lanishga qarshi, balg'am ko'chiruvchi, bronxlarni kengaytiruvchi, og'riq qoldiruvchi, insektitsid va antioksidant xususiyatlarga ega ekanligi ilmiy manbalarda qayd etilgan. Izoborneol esa o'zining aromatik, antiseptik va antibakterial xossalari tufayli parfyumeriya, kosmetika, farmatsevtika hamda oziq-ovqat sanoatida keng qo'llaniladi. Ushbu birikmalarning amaliy ahamiyatini inobatga olgan holda ularni sof holda ajratib olish va kimyoviy tuzilishini tasdiqlash bo'yicha tadqiqotlar olib borildi. Natijada 1,8-sineol hamda *Artemisia annua* L. efir moyi tarkibida 0,021 % miqdorda uchraydigan izoborneol individual va yuqori tozalik darajasida ajratib olindi. Ajratib olingan birikmalarning kimyoviy tuzilishi yadro magnit rezonansi (YaMR) spektroskopiyasi usuli yordamida o'rganilib, tasdiqlandi. Olingan natijalar ushbu terpenoidlardan farmatsevtika va boshqa sanoat tarmoqlari uchun biologik faol moddalarning istiqbolli manbai sifatida foydalanish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

Xulosa. Mazkur tadqiqotda *Artemisia annua* L. o'simligining yer ustki qismlaridan terpenoidlarni ajratib olish, tozalash va ularning kimyoviy tuzilishini aniqlash bo'yicha kompleks tadqiqotlar amalga oshirildi. Gidrodistillatsiya, kolonkali va flash xromatografiya usullaridan foydalanish natijasida bir qator monoterpenoidlar yuqori tozalik darajasida ajratib olindi. Spektroskopik tahlillar natijasida ajratilgan birikmalarning kimyoviy tuzilishi yadro magnit rezonansi (^1H va ^{13}C YaMR) usullari yordamida tasdiqlandi.

Tadqiqot davomida o'simlik efir moyi tarkibida α -pinen, kamfora va 1,8-sineol asosiy komponentlar sifatida yuqori miqdorda uchrashi, izoborneol, α -terpineol va linalool esa nisbatan kam miqdorda mavjudligi aniqlandi. Xususan, farmakologik va sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan 1,8-sineol hamda efir moyi tarkibida 0,021 % miqdorda uchraydigan izoborneol individual holda ajratib olinib, ularning tuzilishi spektroskopik usullar yordamida ishonchli ravishda identifikatsiya qilindi.

Olingan natijalar *Artemisia annua* L. o'simligining biologik faol terpenoidlar manbai sifatidagi yuqori salohiyatini ko'rsatadi hamda ushbu birikmalardan farmatsevtika, kosmetika va oziq-ovqat sanoatida foydalanish istiqbollari kengaytiradi. Shuningdek, ishlab chiqilgan ajratish va tozalash usullari terpenoidlar asosida yangi avlod tabiiy preparatlari yaratish hamda ularning biologik faolligini chuqur o'rganish uchun ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

ADABAIYOTLAR

1. Lubbe, A., Seibert, I., Klimkait, T., Van Der Kooy, F., 2012. Ethnopharmacology in overdrive: the remarkable anti-HIV activity of *Artemisia annua*. *Journal of Ethnopharmacology* 141, 854–859.
2. N. S. Radulovic, P. J. Randjelovic, N. M. Stojanovic, P. D. Blagojevic, Z. Z. Stojanovic-Radic, I. R. Ilic, V. B. Djordjevic, *Food Chem. Toxicol.* 2013, 58, 37.
3. Liu, C., Zhao, Y., Wang, Y., 2006. Artemisinin: current state and perspectives for biotechnological production of an antimalarial drug. *Applied Microbiological Biotechnology* 72, 11–20.
4. Zhigzhitzhapova, S. V., Dylenova, E. P., Gulyaev, S. M., Randalova, T. E., Taraskin, V. V., Tykheev, Z. A., & Radnaeva, L. D. (2019). Composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia annua* L. *Natural Product Research*, 1–4. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1548461>