

DOI: <https://doi.org/10.34921/amj.2025.3.25>**HEDYSARUM FORMOSUM VƏ HEDYSARUM ATROPATANUM KÖKLƏRİNDƏ OLAN
FENOL BİRLƏŞMƏLƏRİNİN, ANTIOKSİDATİV, ANTİBAKTERİAL VƏ ANTİFUNQAL
FƏALLIĞI****N.T.Babayeva¹, C.İ.İsayev¹, İ.Saracoğlu³, V.M.Kutluay⁴, T.H.Süleymanova²**¹Azərbaycan Tibb Universitetinin Farmakoqnoziya,²Tibbi mikrobiologiya və immunologiya kafedraları, Bakı, Azərbaycan³Lokman Hekim Universitetinin Farmakoqnoziya kafedrası,⁴Hacettepe Universitetinin Farmakoqnoziya kafedrası, Ankara, Türkiyə

Məqalədə köpükotu – *Hedysarum* cinsinə aid *H. formosum* və *H. atropatanum* bitkilərinin köklərindən alınmış metanollu ekstraktların antioksidativ, antibakterial, antifungal fəallığını və tərkibində olan fenolun ümumi miqdarını öyrənmək məqsədilə aparılmış tədqiqat işi haqqında məlumat verilmişdir. Ekstraktların antioksidativ fəallığının öyrənilməsi sərbəst radikalların (DPPH, SO[•], NO[•]) neytrallaşmasına əsasən kversetin və askorbin turşusu ilə müqayisəli şəkildə aparılmışdır. Ekstraktların antibakterial və antifungal xüsusiyyətləri ilkin mərhələdə disk/diffuziya üsulundan, növbəti mərhələdə isə seriyalarla durulaşma üsulundan istifadə edilməklə öyrənilmişdir. Ümumi fenol miqdarı isə Folin üsulu əsasında tədqiq edilmişdir.

Tədqiqat göstərmişdir ki, *H. formosum* bitkisindən əldə edilmiş ekstrakt *H. atropatanum* bitkisi ilə müqayisədə hər 3 üsulda daha aktiv antioksidativ təsirə malikdir. Ümumi fenol miqdarı Folin üsulu vasitəsilə 1 qram quru ekstraktdakı qall turşusu ekvivalenti ilə ifadə edilmişdir: nəticə *H. formosum* ekstraktı üçün 114,73 mq/q, *H. atropatanum* ekstraktı üçün isə 55,04 mq/q kimi təyin edilmişdir. Aparılan mikrobioloji tədqiqat nəticəsində göyçək köpükotu kökünün ekstraktının *S.aureus*, *B.anthracoïdes* və *P.aeruginosa* kulturalarına daha aktiv təsir göstərdiyi aşkar edilmişdir.

Açar sözlər: *Hedysarum*, antioksidativ, antibakterial və antifungal fəallıq, fenol birləşmələri

Ключевые слова: *Hedysarum*, антиоксидативный, антибактериальный и антигрибковый активность, фенольные соединения

Key words: *Hedysarum*, antioxidant, antibacterial, and antifungal, phenolic compounds

Antibiotiklərə qarşı rezistentliyin artması müasir səhiyyənin qarşısında duran ən mühüm global problemlərdən biridir. Bu vəziyyət çətin müalicə olunan infeksiyaların çoxalmasına, iltihabi xəstəliklərin terapiyasının mürəkkəbləşməsinə və səhiyyə xərclərinin əhəmiyyətli dərəcədə artmasına gətirib çıxarmışdır. Belə şəraitdə yeni antibakterial təsirə malik birləşmələrin axtarışı və təsir mexanizmlərinin elmi əsaslarla öyrənilməsi xüsusi aktualıq kəsb edir. Təbii mənşəli xammallar, xüsusilə də bitkilərin antibakterial xüsusiyyətlərinin araşdırılması və onların əsasında yeni dərman vasitələrinin hazırlanması bu istiqamətdə mühüm tədqiqat sahəsi kimi diqqət çəkir. Son onilliklərdə təbii antioksidantlara marağın artması müşahidə edilir. Bu, onların sintetik analoqlara nisbətən daha təhlükəsiz və bioloji cəhətdən daha uyğun alternativ hesab edilməsilə bağlıdır. Bitkilərin

tərkibində mövcud olan bioloji fəal maddələr orqanizmin oksidativ stressə qarşı davamlılığını artırmaqla yanaşı, patogen mikroorqanizmlərdən qorunmada mühüm rol oynayır. Xüsusilə flavonoidlər, liqnanlar və ksantonlar bu kontekstdə diqqətəlayiq birləşmələr hesab edilir [1, 2].

Köpükotu (*Hedysarum* L.) cinsi, xüsusilə göyçək köpükotu (*H. formosum* Fisch. & C.A.Mey. ex Basiner) və Azərbaycan köpükotu (*H. atropatanum* Bunge ex Boiss.) ənənəvi təbabətdə bir sıra xəstəliklərin müalicəsində istifadə edilsə də, onların antibakterial və antioksidativ xüsusiyyətləri haqqında elmi araşdırmalar hələ də məhduddur. İlkin fitokimyəvi tədqiqatlar nəticəsində bu növlərin tərkibində fenol birləşmələri, terpenoidlər və alkaloidlər kimi bioloji fəal maddələrin olduğu müəyyən edilmişdir. Bu da həmin bitkilərin antibakterial,

antifungal və antioksidativ təsirə malik ola biləcəyini göstərir. Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan florası yabani bitkilərlə zəngindir. Bu bitkilərin tərkibində flavonoidlər, efir yağları, iridoidlər və digər qrup birləşmələri aşkar edilmişdir. Son illər *Hedysarum* cinsinə aid bitkilər də daxil olmaqla yabani bitkilərə aid etnofarmakoloji tədqiqatlar yerinə yetirilmişdir. Etnofarmakoloji tədqiqatlar yabani bitkilərin ətraflı farmakognostik tədqiqi üçün zəmin yaradır [3-6].

Tədqiqatın məqsədi *H. formosum* və *H. atropatanum* kökü ekstraktlarının ümumi fenol məcmusunu, antioksidativ, antibakterial və antifungal fəallıqlarını öyrənməkdir [4].

Tədqiqatın materialı və metodları. Tədqiqat məqsədilə istifadə edilən göyçək köpükotu növü Naxçıvan Muxtar Respublikasının Şahbuz rayonunun Badamlı kəndinin, Azərbaycan köpükotu isə Sirab kəndinin ətrafından toplanmışdır. Hər iki bitkinin kökləri metanolla ekstraksiyaya uğradılaraq liofilizasiya edilmişdir (liofilizator: *Martin Christ Alpha 1-2 Ldplus*) [7].

Bitki ekstraktlarının ümumi fenol miqdarı Folin üsuluna əsasən müəyyən edilmiş, nəticələr qall turşusu ekvivalenti ilə ifadə olunmuş və quru ekstraktın 1 qramına düşən fenol miqdarı hesablanmışdır. Üsulun tətbiqi zamanı müxtəlif konsentrasiyalarda standart məhlullar hazırlanmış, ekstrakt nümunələri Folin reaktivi və Na_2CO_3 ilə reaksiyaya daxil edilmiş, 725 nm dalğa uzunluğunda optik sıxlıqları ölçülmüş və qall turşusu üçün kalibrə əyrisi qurulmuşdur [8].

Ekstraktların antioksidativ fəallığı üç fərqli radikalın neytrallaşdırılması üsullarına əsasən öyrənilmişdir. DPPH üsulunda 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil reaktivinin reduksiyası, $\text{NO}^\cdot$ radikalının neytrallaşdırılması üsulunda natrium-nitroprussid məhlulunun Griess reaktivi ilə reaksiyası, $\text{SO}^\cdot$ radikalının neytrallaşdırılması üsulunda isə superoksid radikalının nitro-tetrazolium abısı ilə rəngli diformazan əmələ gətirməsi əsas götürülmüşdür. Hər üç üsulla ekstraktların müxtəlif konsentrasiyalarda hazırlanmış məhlullarından istifadə edilmiş və nəticələr təbii antioksidantlar olan kversetin və askorbin turşusu ilə müqayisəli şəkildə qiymətləndirilmişdir [9-11].

Ekstraktların antibakterial və antifungal təsirlərin öyrənilməsi ilkin mərhələdə disk-diffuziya üsulu ilə aparılmışdır. Bu məqsədlə qram-müsbət bakteriyalardan *Staphylococcus aureus*, MRSA və *Bacillus anthracoides*, qram-mənfi bakteriyalardan *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* və *Klebsiella pneumoniae*, göbələklərdən isə *Candida albicans* istifadə edilmişdir. Standart bulanıqlıq üzrə hazırlanan mikroorqanizm suspenziyaları qida mühitlərinə inokulyasiya edilmiş, steril disklər isə tədqiq edilən ekstraktlarla hopdurularaq mühitin səthinə yerləş-

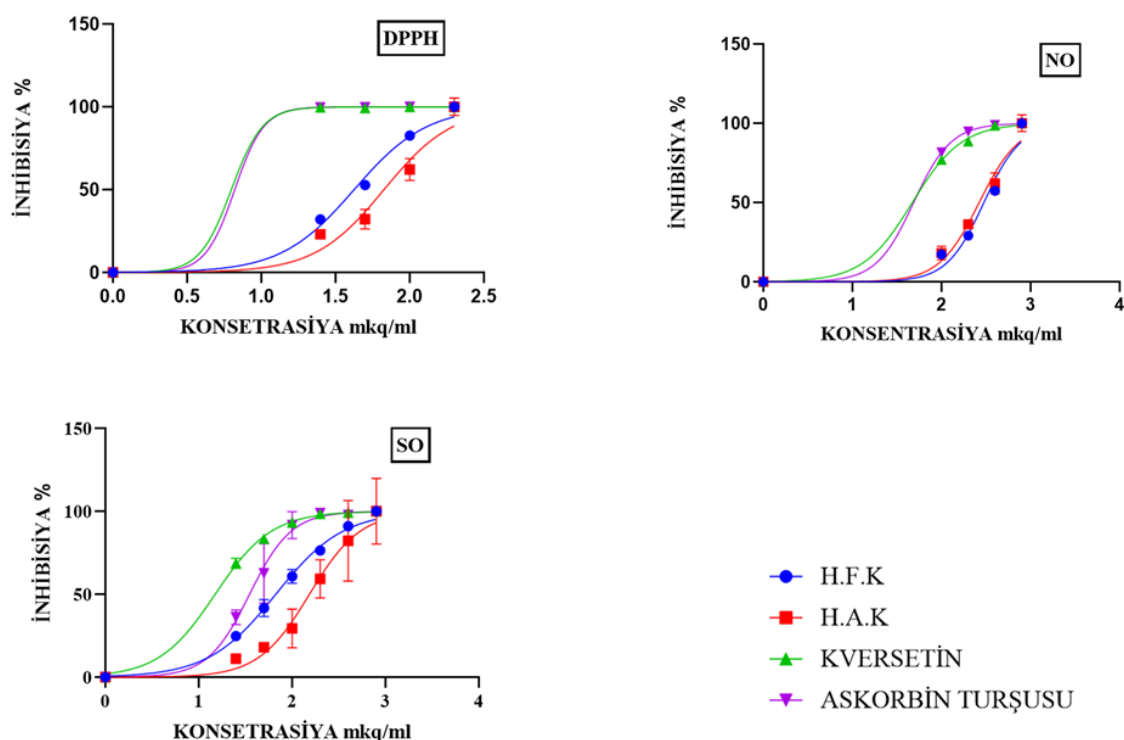
dirilmiş və müvafiq temperatur rejimlərində inkubasiya edilmişdir. Böyümə zonalarının diametrləri qeydə alınaraq nəticələr qiymətləndirilmişdir. Növbəti mərhələdə seriyalı durulaşdırma üsulu ilə ekstraktların minimum təsiredici konsentrasiyası təyin olunmuş, nəticələr mikroorqanizmlərin böyüməsinin müşahidə olunması və ya olmaması əsasında qeyd edilmişdir [12].

Tədqiqatın nəticələri və onların müzakirəsi. Göyçək köpükotu və Azərbaycan köpükotu bitkilərinin köklərindən əldə edilmiş ekstraktları da fenol miqdarı Folin üsulu ilə hesablanmışdır. Təcrübədə standart kimi qall turşusundan istifadə olunmuş və kalibrə əyrisi qurulmuşdur. Hesablamalar $y=0,0024x + 0,0394$ ($R^2 = 0,9$) tənliyinə əsasən aparılmış, nəticələr 1 qram quru ekstraktdakı qall turşusu ekvivalenti (mq) ilə ifadə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, fenol birləşmələrinin ümumi miqdarı *H. formosum* kökündə orta hesabla $114,73 \pm 3,02$ mq/q, *H. atropatanum* kökündə isə $55,04 \pm 1,71$ mq/q təşkil edir.

Ekstraktların DPPH radikalına qarşı antioksidativ fəallığı 25-200 mkq/ml konsentrasiya aralığında öyrənilmişdir. Əldə edilən nəticələr göstərir ki, *H. formosum* ekstraktının DPPH radikalına qarşı təsiri konsentrasiyadan asılı olaraq artmış və 100 mkq/ml-dən etibarən standartlarla müqayisə oluna biləcək səviyyəyə çatmışdır. $\text{NO}^\cdot$ radikalına qarşı antioksidativ fəallıq isə 100-800 mkq/ml konsentrasiyalarında təyin olunmuşdur. Burada *H. formosum* ekstraktının təsiri nisbətən aşağı olmuş, yalnız 400 və 800 mkq/ml konsentrasiyalarda standartlarla yaxın nəticələr göstərmiş, lakin maksimum səviyyədə belə standartların təsirinə tam çatmamışdır. *H. atropatanum* ekstraktının $\text{NO}^\cdot$ radikalına təsiri isə daha zəif qeydə alınmışdır.

$\text{SO}^\cdot$ radikalına qarşı aparılan sınaqlarda *H. formosum* ekstraktı konsentrasiyadan asılı şəkildə əhəmiyyətli inhibisiya göstərmişdir. 400 və 800 mkq/ml konsentrasiyalarda təsir gücü kversetin və askorbin turşusu standartları ilə müqayisə oluna biləcək səviyyəyə yüksəlmişdir. *H. atropatanum* ekstraktı isə yalnız 800 mkq/ml-də maksimum təsir göstərmişdir (şəkil).

Nəticələr ümumiləşdirilərək ekstraktların və standartların IC50 (inhibisiya konsentrasiyası) dəyərləri *GraphPad Prism* proqramı vasitəsilə hesablanmışdır (şəkil, cədvəl). IC50 göstəricisi maddənin müəyyən bioloji prosesin 50 %-ni inhibisiya etdiyi konsentrasiyanı göstərir və antioksidativ fəallığın qiymətləndirilməsində əsas



Şəkil. Ekstraktların antioksidativ fəallıqlarının müqayisəsi

Qeyd: H.F.K – *H. formosum* bitkisinin kökünün ekstraktı, H.A.K – *H. atropatanum* bitkisinin kökünün ekstraktı

Cədvəl 1. Ekstrakt və standartların IC50 dəyərlərinin müqayisəsi

Nümunələr	IC50 mkq/ml		
	DPPH (mkq/ml)	Sərbəst radikallar NO [•] (mkq/ml)	SO [•] (mkq/ml)
H.F.K	42,18 ± 1,05	226,01 ± 5,05	66,85 ± 1,36
H.A.K	67,03 ± 1,65	264,8 ± 2,05	153,3 ± 3,05
Kversetin	6,278 ± 0,18	47,04 ± 1,05	14,99 ± 0,76
Askorbin turşusu	6,62 ± 0,26	48,64 ± 1,12	35,04 ± 0,98

Qeyd: H.F.K – *H. formosum* bitkisinin kökünün ekstraktı, H.A.K – *H. atropatanum* bitkisinin kökünün ekstraktı, DPPH – 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil, IC50 – inhibisiya konsentrasiyası

parametrlərdən biridir. Hesablamalar göstərmişdir ki, *H. formosum* kökünün ekstraktı *H. atropatanum* ekstraktına nisbətən daha aşağı IC50 dəyərlərinə malikdir və bu da onun daha yüksək antioksidativ fəallıq göstərdiyini təsdiq edir.

DPPH və SO[•] radikallarına qarşı *H. formosum* ekstraktı daha güclü antioksidativ təsirə malik olmuş, NO[•] radikalına təsiri isə nisbətən zəif qalmışdır (cədvəl). Nəticələr göstərir ki, göyçək köpükotu kökünün ekstraktı Azərbaycan köpükotu kökünün ekstraktına nisbətən daha yüksək antioksidativ fəallığa malikdir.

Göyçək köpükotu və Azərbaycan köpükotu köklərinin ekstraktlarının antibakterial və

antifungal təsirləri disk-diffuziya və seriyalarla durulaşdırılma üsulları istifadə edilməklə öyrənilmişdir. Disk-diffuziya üsulunda nümunələrin əmələ gətirdiyi inhibisiya zonalarının diametri millimetrlərlə ölçülmüşdür (şəkil).

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, göyçək köpükotu kökü ekstraktının antibakterial təsiri inhibisiya zonalarını 5-19 mm arasında dəyişmişdir. Maksimal təsir *S. aureus* (19 mm), *B. anthracoides* (15 mm) və *P. aeruginosa* (12 mm) kulturalarına qarşı müşahidə olunmuşdur. Minimal təsir MRSA (8 mm) və *E. coli* (5 mm) kulturalarında qeydə alınmış, *K. pneumoniae* və *C. albicans* kulturalarına qarşı isə təsir müşahidə

edilməmişdir. Azərbaycan köpükotu kökünün ekstraktı isə zəif antibakterial aktivlik göstərmiş, inhibisiya zonalarının diametri 5–11 mm arasında dəyişmiş, antifungal təsir isə qeydə alınmamışdır. Kontrol olaraq istifadə edilən 50 %-li etanol yalnız *K. pneumoniae* kulturasına zəif təsir göstərmişdir.

Seriyaı durulaşma üsulu ilə aparılan tədqiqatlarda eyni nəticələr alınmışdır.

Seriyaı durulaşdırma üsulu ilə aparılan təcrübələr disk-diffuziya nəticələrini təsdiq etmişdir. Göyçək köpükotu kökünün ekstraktı *S. aureus* kulturasına qarşı yüksək dərəcədə aktiv olmuş, nativ, 1:2 və 1:4 durulaşmalarında bakterianın inkişafını tam inhibisiya etmiş, yalnız 1:8 durulaşmasında zəif inkişaf müşahidə edilmişdir. Orta aktiv təsir *P. aeruginosa* və *B. anthracoides* kulturalarında qeydə alınmış, *MRSA* və *E. coli* kulturalarına təsir isə yalnız nativ formada müşahidə edilmişdir. *K.pneumoniae* və *C.albicans* kulturalarına təsiri isə ümumiyyətlə qeydə alınmamışdır. Azərbaycan köpükotu kökünün ekstraktı bütün bakterial kulturalara yalnız nativ halda zəif təsir göstərmiş, durulaşdı-

rıldıqda təsir müşahidə edilməmişdir. Kontrol nümunəsi kimi təqdim edilən 50 %-li etanol isə heç bir antibakterial və antifungal təsir göstərməmişdir.

Beləliklə, aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, göyçək köpükotu kökünün ekstraktı Azərbaycan köpükotu kökünün ekstraktı ilə müqayisədə daha yüksək antibakterial fəallığa malikdir. Bu, onun tərkibində ümumi fenol miqdarının daha yüksək olması ilə əlaqələndirilə bilər. Eyni zamanda aparılan analizlər fenol birləşmələrinin miqdarı artdıqca antioksidativ aktivliyin də yüksəldiyini təsdiq etmişdir. Beləliklə, hər iki üsul üzrə nəticələr *H. formosum* kökü ekstraktının həm antioksidativ, həm də antibakterial təsir baxımından daha üstün olduğunu göstərmişdir.

Əldə edilmiş nəticələr göstərir ki, tədqiq olunan *Hedysarum* növlərinin köklərindən alınmış ekstraktlar antibakterial, antifungal və antioksidativ xüsusiyyətlərə malik bioloji aktiv maddələrin perspektivli mənbəyi olub, gələcəkdə yeni dərman vasitələrinin hazırlanması üçün elmi əsas yarada bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. AlSheikh H.M.A., Sultan I., Kumar V., et al. Plant-Based Phytochemicals as Possible Alternative to Antibiotics in Combating Bacterial Drug Resistance // Antibiotics (Basel). 2020, 9(8), p. 480. doi:10.3390/antibiotics9080480.
2. Isayev J.I., Hajiyeva E.M., Mustafayeva Kh.N., Yagubov K.M., Babayeva N.T., Safarova N.M., Gadimli A.I., Jafarova G.S. Ethnopharmacological study of the treatment of diseases of the respiratory system in the Zuvand geobotanical territory of Azerbaijan // Azerbaijan medical journal, 2024, (3), p. 121-127. <https://doi.org/10.3492/amj.2024.3.021>.
3. Isayev J.I. Studyng of Pharmacological characteristics and medical use of some plants in the flora of Azerbaijan //Azerbaijan Medical Journal. 2006, 2, p.48-54.
4. Isayev J.I., Hajiyeva E.M., Babayeva N.T., Jafarova G.S., Safarova N.M., Gadimli A.I. Ethnopharmacological study of the treatment of diseases of the digestive system in the geobotanical region of Azerbaijan Nakhichevan Highlands // Azerbaijan medical journal, 2024, (4), p. 151-157. <https://doi.org/10.3491/amj.2024.4.024>.
5. Olennikov, D.N., Kashchenko, N.I., Gadimli, A.I., Isaev J.I. Polysaccharides from Three Species of *Gentiana* // Chemistry of Natural Compounds, 2022, 58, p. 799-803. <https://doi.org/10.1007/s10600-022-03801-y>
6. Kerimov Yu.B., Abyshev A.Z., Serkerov S.V., Isaev D.I., Bairamov P.B. Phenol derivatives from the roots of *Ferula persica* // Chemistry of Natural Compounds, 1993, 28(5), p. 506.
7. Isayev J.I., Babayeva N.T., Abbasov N.K. Morphological and anatomical study of raw material of sweetvetch (*Hedysarum atropatanum*) // Azerbaijan Pharmaceutical and Pharmacotherapy Journal, 2017, 17 (2), p. 5–9
8. Srinivasan R., Chandrasekar M.J.N., Nanjan M.J., Suresh B. (2007). Antioxidant activity of *Caesalpinia* // Ethnopharmacology, 113 (2), p. 284-291.
9. Özaslan M.S., Sağlamtaş R., Demir Y., Genç Y., Saraçoğlu İ., Gülçin İ. Isolation of Some Phenolic Compounds from *Plantago subulata* L. and Determination of Their Antidiabetic, Anticholinesterase, Antiepileptic and Antioxidant Activity, // Chem Biodivers., 2022, 19(8), e202200280. doi:10.1002/cbdv.202200280.
10. Jensen S.R., Gotfredsen C.H., Harput U.S., Saracoglu I. Chlorinated Iridoid Glucosides from *Veronica longifolia* and Their Antioxidant Activity // Journal of Natural Products, 2020, 73 (9), 1593-1596.
11. Jensen S.R., Gotfredsen C.H., Harput U.S., Saracoglu I. Chlorinated Iridoid Glucosides from *Veronica longifolia* and Their Antioxidant Activity // Journal of Natural Products, 2010, 73 (9), p. 1593-1596.
12. Gadimli A.I., Suleymanova T.H., Isayev J.I. Study of antimicrobial and antifungal properties of some species of *Gentiana* L. distributed in Azerbaijan // Azerbaijan medical journal, 2024, № 2, p. 131-135. <https://doi.org/10.34921/amj.2024.65.47.001>

**СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, АНТИОКСИДАНТНОЙ,
АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ И АНТИГРИБКОВОЙ АКТИВНОСТИ КОРНЕЙ
HEDYSARUM FORMOSUM И *HEDYSARUM ATROPATANUM***

Н.Т.Бабаева¹, Дж.И.Исаев¹, И.Сараджоглу³, В.М.Кутлуай⁴, Т.Х.Сулейманова²

¹*Кафедры фармакогнозии, ²медицинской микробиологии и иммунологии,
Азербайджанского Медицинского Университета, Баку, Азербайджан*

³*Кафедра фармакогнозии Университета Локман Хеким,*

⁴*Кафедра фармакогнозии Университета Хаджетепе, Анкара, Турция*

Резюме. В статье отражены результаты исследования, направленного на изучение антиоксидантной, антибактериальной и антимикробной активности, а также количественного содержания фенольных соединений в метанольных экстрактах, полученных из корней видов *Hedysarum formosum* и *Hedysarum atropatanum*. Антиоксидантная активность экстрактов определялась по их способности нейтрализовать свободные радикалы (DPPH, супероксид, оксид азота) и сравнивалась с активностью стандартных антиоксидантов, таких как кверцетин и аскорбиновая кислота. Антибактериальные и противогрибковые свойства были исследованы на первом этапе методом дисковой диффузии, а на следующем — методом серийных разведений. Общее содержание фенольных соединений определялось по методу Фолина.

Результаты показали, что экстракт *H. formosum* проявил более высокую антиоксидантную активность по всем трём тест-системам по сравнению с *H. atropatanum*. Общее содержание фенолов, выраженное в пересчёте на эквивалент галловой кислоты (GAE) на грамм сухого экстракта, составило 114,73 мг/г для *H. formosum* и 55,04 мг/г для *H. atropatanum*. Микробиологические испытания показали, что экстракт из корней *H. formosum* обладает более выраженной активностью в отношении культур *Staphylococcus aureus*, *Bacillus anthracoides* и *Pseudomonas aeruginosa*.

**PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT, ANTIBACTERIAL, AND ANTIFUNGAL
ACTIVITIES OF THE ROOTS OF *HEDYSARUM FORMOSUM* AND *HEDYSARUM
ATROPATANUM***

N.T.Babayeva¹, J.I.Isayev¹, I.Sarajoglu³, V.M.Kutluay⁴, T.H.Suleymanova²

¹*Department of Pharmacognosy, ²Department of Medical Microbiology and Immunology,
Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan*

³*Department of Pharmacognosy, Lokman Hekim University,*

⁴*Department of Pharmacognosy, Hacettepe University, Ankara, Turkiye*

Summary. The article provides information on a study conducted to investigate the antioxidant, antibacterial, and antifungal activities, as well as the total phenolic content, of methanolic extracts obtained from the roots of *Hedysarum formosum* and *Hedysarum atropatanum*, species belonging to the *Hedysarum* L. genus. The antioxidant activity of the extracts was assessed by their ability to neutralize free radicals (DPPH, superoxide, and nitric oxide) and was compared to standard antioxidants such as quercetin and ascorbic acid. Antibacterial and antifungal properties were evaluated initially using the disk diffusion method, followed by serial dilution techniques for further analysis. The total phenolic content was determined using the Folin–Ciocalteu method.

The results revealed that the extract from *H. formosum* exhibited higher antioxidant activity across all three radical-scavenging assays compared to *H. atropatanum*. Total phenolic content, expressed as gallic acid equivalent (GAE) per gram of dry extract, was found to be 114.73 mg/g for *H. formosum* and 55.04 mg/g for *H. atropatanum*. Microbiological assays demonstrated that the extract from the roots of *H. formosum* exhibited stronger activity against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus anthracoides*, and *Pseudomonas aeruginosa* cultures.

Müəlliflə əlaqə üçün:

Babayeva Nərin Təyyar qızı – Azərbaycan Tibb Universitetinin Farmakognosiya kafedrası,
Bakı, Azərbaycan

E-mail: narminyusif23@gmail.com

Təqdim edilmişdir: 19.03.2025

Qəbul edilmişdir: 25.07.2025