NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-10]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

02.00.00-KIMYO FANLARI
journal.namdu.uz
CHEMICAL SCIENCES

SILENE KUSCHAKEWICZII O‘SIMLIGINING FLAVONOID TARKIBINI FITOKIMYOVIY TADQIQ ETISH

Nilufar Salohiddinova
O‘zR FA O‘simlik moddalari kimyosi instituti, Mirzo Ulugbek ko‘chasi 77-uy, Toshkent 100170, O‘zbekiston
Ra’no Mamadaliyeva
Namangan UBS universiteti, Beshkapa ko‘chasi 111, Namangan 160100, O‘zbekiston
Nilufar Mamadaliyeva
O‘zR FA O‘simlik moddalari kimyosi instituti, Mirzo Ulugbek ko‘chasi 77-uy, Toshkent 100170, O‘zbekiston

Annotatsiya: *Markaziy Osiyoning tog‘li hududlarida tarqalgan endemik o‘simlik - Silene kuschakewiczii Regel & Schmalh. ning tarkibidagi tabiiy birikmalari kimyoviy jihatdan o‘rganildi. Avvalgi tadqiqotlarning davomi sifatida S. kuschakewiczii o‘simligining yer ustki qismlaridan olingan metanolli ekstrakt xromatografik usullar yordamida fraksiyalarga ajratildi va natijada uchta flavonoid C-glikozidi ajratib olindi. Ularning kimyoviy tuzilishi mass-spektrometriyasi ma’lumotlari hamda standart namunalar bilan taqqoslash asosida identifikatsiya qilindi. Ajratib olingan birikmalar izoskoparin, shaftozid va saponarin ekanligi tasdiqlandi. Olingan natijalar S. kuschakewiczii o‘simligining flavonoid tarkibini tavsiflashga hamda ushbu turning fitokimyoviy xilma-xilligi haqidagi mavjud ma’lumotlarni kengaytirishga xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *Silene kuschakewiczii, ekstrakt, flavonoid, C-glikozidlar, HR-ESI-MS.*

ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАВОНОИДНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ SILENE KUSCHAKEWICZII

Аннотация: *Проведено химическое исследование природных соединений эндемичного растения Silene kuschakewiczii Regel & Schmalh., произрастающего в горных районах Центральной Азии. В продолжение ранее проведённых исследований метанольный экстракт надземных частей растения S. kuschakewiczii был разделён на фракции с использованием хроматографических методов, в результате чего выделены три флавоноидных С-гликозида. Их химическая структура установлена на основании данных масс-спектрометрии и сравнения со стандартными образцами. Выделенные соединения идентифицированы как изоскопарин, шафтозид и сапонарин. Полученные результаты позволяют охарактеризовать флавоноидный состав растения S. kuschakewiczii и расширить имеющиеся сведения о фитохимическом разнообразии данного вида.*

Ключевые слова: *Silene kuschakewiczii, экстракт, флавоноиды, С-гликозиды, HR-ESI-MS.*

PHYTOCHEMICAL INVESTIGATION OF THE FLAVONOID COMPOSITION OF SILENE KUSCHAKEWICZII

Abstract: *The natural compounds present in Silene kuschakewiczii Regel & Schmalh., an endemic plant distributed in the mountainous regions of Central Asia, were investigated chemically. As a continuation of previous studies, the methanolic extract obtained from the aerial parts of S. kuschakewiczii was fractionated using chromatographic techniques, resulting in the isolation of three flavonoid C-glycosides. Their chemical structures were identified based on mass spectrometric data and comparison with authentic reference standards. The isolated compounds were confirmed to be isoscoparin, schaftoside, and saponarin. The findings contribute to the characterization of the flavonoid profile of S. kuschakewiczii and expand the existing knowledge of the phytochemical diversity of this species.*

Keywords: *Silene kuschakewiczii, extract, flavonoids, C-glycosides, HR-ESI-MS.*

Kirish

Caryophyllaceae (chinniguldoshlar) oilasi 80 ga yaqin turkum va 2600 dan ortiq o‘simliklarni o‘z ichiga oladi. Ushbu oilaning vakillari butun dunyo bo‘ylab tarqalgan bo‘lib, manzarali, dorivor va oziq-ovqat maqsadida qo‘llanilishi bilan ajralib turadi va ularni amaliy ahamiyatga ega muhim o‘simliklar guruhiga aylantiradi [1]. *Silene* L. turkumi Afrika, Yevroosiyo va Amerikaning shimoliy hududlarida keng tarqalgan bo‘lib 700 dan ortiq turni o‘z ichiga olgadi. Markaziy Osiyoning tog‘li hududlarida ushbu turkumning 84 turi tarqalgan. Ushbu turkumga mansub bir qator turlar, jumladan *S. chalcedonica, S. alba, S. cognata, S. uniflora, S. virginica* va boshqalar manzarali o‘simlik sifatida o‘stiriladi [2].

Silene turkumi vakillarining fitokimyoviy tarkibini o‘rganish natijasida ulardan 450 dan ortiq ikkilamchi metabolitlar, asosan ekdisteroidlar, triterpen saponinlar, flavonoidlar va uchuvchan komponentlar ajratib olingan, hamda ularning biologik faolliklari baholangan. *Silene* turlari keng ko‘lamdagi farmakologik xususiyatlari, jumladan, mikroblarga, viruslarga va o‘smalarga qarshi, shuningdek, antioksidant, immunomodulyator, gepatoprotektiv va insektitsid ta’sirga ega ekanligi bilan ajralib turadi [3,4].

Silene kuschakewiczii Regel & Schmalh., mahalliy nomi Kushakevich zo‘rchasi, Markaziy Osiyo davlatlari - Afg‘oniston, Qozog‘iston, Qirg‘iziston, Tojikiston va O‘zbekiston uchun endemik o‘simlik hisoblanadi. U ko‘p yillik o‘simlik bo‘lib, bo‘yi 35 sm gacha yetadi. *S. kuschakewiczii* siyrak butalar hosil qiladi. O‘simlikning barcha qismlari uzun, oq, oddiy tuklar bilan qoplangan. Barglari kulrang-yashil, tojbarglari esa oq rangda bo‘ladi. U apreldan iyungacha gullaydi. *S. kuschakewiczii* dengiz sathidan 1200-2400 m balandlikda Nurota, Shimoliy Turkiston va Malguzar tog‘larining toshloq yonbag‘irlarida, qoyalarida hamda tosh uyumlari orasida uchraydi [2]. Oldingi tadqiqotlarda ushbu turning tarkibidagi metabolitlarini UHPLC-MS uslubi yordamida tahlil qilish uning tarkibida asosan flavonoidlar va oleanan triterpenlari uchrashini ko‘rsatgan. Ushbu tadqiqotda xromatografik usullarni qollash orqali o‘simlik metabolitlarini ajratib olish ustida kimyoviy tadqiqotlar olib borildi.

Tadqiqot metodologiyasi

O‘simlik materialini yig‘ish va tajribalarga tayyorlash

S. kuschakewiczii o‘simligining yer ustki qismlari (poyalari, barglari va gullari) O‘zbekistonning Jizzax viloyatidagi Nurota tizmasidan (dengiz sathidan 850 m balandlikda; kenglik: 40.508799N, uzunlik: 66.918672 E) yig‘ib olindi. Xomashyoning umumiy og‘irligi 1,2 kg ni tashkil etdi. Tajribalarni boshlashdan oldin namunalar muzlatildi va -4 °C haroratda saqlandi.

HR-ESI-MS tahlili

Modda namunalarining HR-ESI-MS spektrlari Acquity-UHPLC (Waters Corporation, AQSh) tizimiga bog‘langan Nucleoshell RP18 (150 mm × 2 mm × 2,7 mkm; Macherey & Nagel, Germaniya) da olindi. Mass-spektrlar musbat va manfiy ionli elektrospreylash (elektrosprey ionization) rejimlarida, *m*/*z* 50-2000 diapazonida skanerlash, hamda 25 eV to‘qnashuv energiyasi (collision energy) qo‘llanilgan holda olindi. Mobil faza tarkibi suvda erigan 0,4 mM ammoniy formiat va 0,1% chumoli kislotasi (A eritmasi) hamda asetonitril (B eritmasi) dan iborat. Gradient rejimi quyidagicha belgilandi: 0-daqiqada 5% B; 2-daqiqada 5% B; 19-daqiqada 95% B; 21-daqiqada 95% B; 21,1-daqiqada 5% B; 24-daqiqada 5% B. Oqim tezligi 0,45 ml/min, avtosampler harorati esa 4°C etib belgilandi. Har bir birikmaning yakuniy identifikatsiyasi MS/MS spektrlarini tahlil qilish, shuningdek, tajribada olingan parchalanish (fragmentatsiya) tasvirlarini ma’lumotlar bazalari, adabiyotlar va tabiiy birikmalarga oid ilmiy maqolalardagi ma’lumotlar bilan taqqoslash orqali amalga oshirildi.

O‘simlikni ekstraksiya qilish

S. kuschakewiczii o‘simligining yer ustki qismlari ehtiyotkorlik bilan yuvildi, tabiiy sharoitda quritildi va so‘ngra kukun holiga keltirildi. Maydalangan 1.2 kg o‘simlik ultratovushli vannada 25°C haroratda 2 soat davomida metanol bilan (3×10 litr) ekstraksiya qilindi. Olingan metanolli ekstrakt rotorli bug‘latgichda erituvchidan haydab ajratib olindi va vaakuum ostida quritildi. Bunda olingan quruq ekstrakt unumi dastlabki xom ashyoga nisbatan 8.7% ni (105 g) ni tashkil qildi.

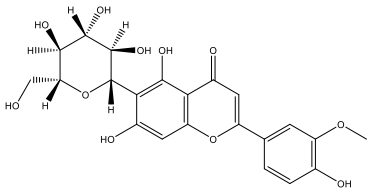
Ekstraktdan moddalarni ajratib olish

O‘simlikning quruq metanol ekstrakti (60 g) Sephadex LH-20 sorbenti bilan to‘ldirilgan ochiq kolonkada xromatografiya usuli yordamida fraksiyalarga ajratildi. Kolonkani yuvish suv-metanol sistemasi yordamida amalga oshirildi. Komponentlarni ajratish suv - metanol sistemasidan foydalanib erituvchining organik komponenti ulushi 0: 100 (hajmiy nisbat) dan 80:20 (h/n) ga bosqichma-bosqich oshirib borildi. Metanol va suvning hajmiy nisbatlari dastlabki tajribalar hamda yupqa qatlamli xromatografiya (YQX) natijalariga asoslanib tanlandi. Kolonkadan ajralib chiqayotgan elyuat, ya’ni ketma-ket fraksiyalar yig‘ildi. Har bir fraksiya YQX usuli yordamida tahlil qilindi va xromatografik profillari o‘xshash bo‘lgan fraksiyalar birlashtirildi. Natijada 6 ta fraksiya olindi. Izoskoparin, shaftosid va saponarin saqlagan 3-fraksiya keyingi tozalash bosqichiga yuborildi. Ushbu fraksiya qayta kolonkali xromatografiya usuli yordamida tozalandi. Olingan fraksiyalarning tozaligi YQX yordamida baholandi. Izoskoparin, shaftosid va saponarinning identifikatsiyasi standart moddalar bilan xromatografik taqqoslash hamda suyuqlik xromatografiyasi-mass-spektrometriyasi (LC-MS) ma’lumotlari asosida amalga oshirildi.

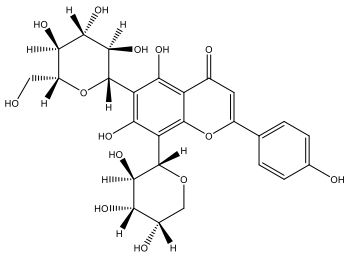
Natijalar va ularning tahlili

Oldingi tadqiqotlarda *S. kuschakewiczii* metanol ekstraktining asosiy tarkibiy komponentlarini aniqlashni UHPLC-MS/MS usuli yordamida, musbat va manfiy ionlanish rejimlarida amalga oshirilgan edi [2]. Natijada 20 ta ikkilamchi metabolit, jumladan, 14 ta flavonoid, 5 ta triterpen glikozid va 1 ta fenol birikmalari identifikatsiya qilingan edi. Tadqiqotlarni davom ettirgan holda *S. kuschakewiczii* yer ustki qismlari (poyalari, barglari va gullari) dan olingan metanolli

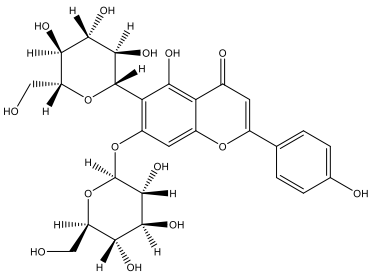
ekstraktdan xromatografik usullar yordamida 3 ta modda ajratib olindi va analitik tahlillar ularni C-glikozid flavonoidlari qatoriga kirishini ko‘rsatdi.



Izoskoparin (**1**)

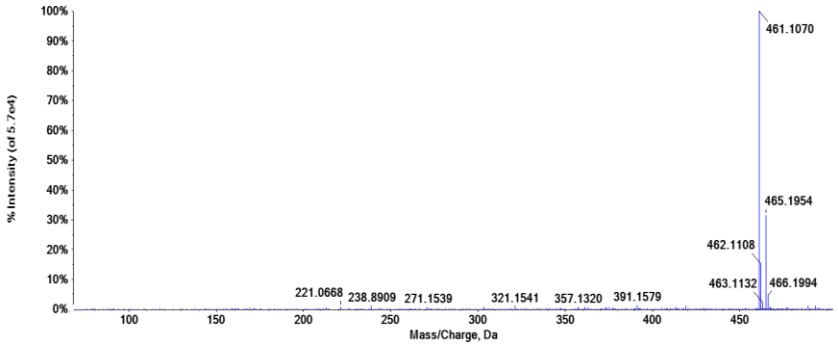


Shaftosid (**2**)



Saponarin (**3**)

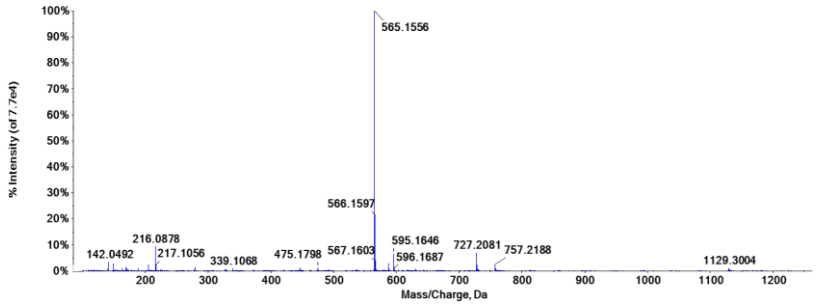
Ajratib olingan **1**-moddaning manfiy ESI-MS spektri tahlil qilinganda spektrda eng intensiv ion cho‘qqisi *m/z* 461.1070 kuzatildi. Ushbu signal izoskoparinning molekulyar ioniga, ya’ni $[M-H]^-$ ioniga mos keladi. $C_{22}H_{22}O_{11}$ molekulyar formulasi uchun hisoblangan nazariy *m/z* qiymati taxminan 461.1090 ni tashkil etadi. Spektrda *m/z* 462.1108 va 463.1132 ion cho‘qqilari kuzatiladi va ular izotop signallari bilan bog‘liq. Spektrda molekulaning parchalanishidan hosil bo‘ladigan *m/z* 221.0668, 238.8909, 271.1539, 321.1541, 357.1320 va 391.1579 qiymatlaridagi ion signallari ham qayd etilgan. Olingan natijalar **1**-birikmaning izoskoparin bilan aynan mosligi mass spektr natijalari va standart bilan solishtish orqali tasdiqlandi.



1-Rasm. Izoskoparin (1) ning (-) ESI-MS spektri

Izoskoparin (**1**) tabiiy C-glikozillangan flavon turiga mansub flavonoid bo‘lib, uning kimyoviy formulasi $C_{22}H_{22}O_{11}$, molekulyar massasi esa 462,4 g/mol ni tashkil etadi. U *Gentiana algida* va *Gentiana depressa* kabi turli o‘simlik turlarida uchraydi hamda sezilarli antioksidant va adipogenezga qarshi faolliklarni namoyon etadi. Ushbu birikmadan semizlikning oldini olish va uni davolash usullarini o‘rganishga qaratilgan tadqiqotlarda foydalanish mumkin. Izoskoparin (**1**) azot oksidi (NO) va o‘sma nekrozi omili alfa (TNF-α) ishlab chiqarilishini sezilarli darajada bostiradi [5].

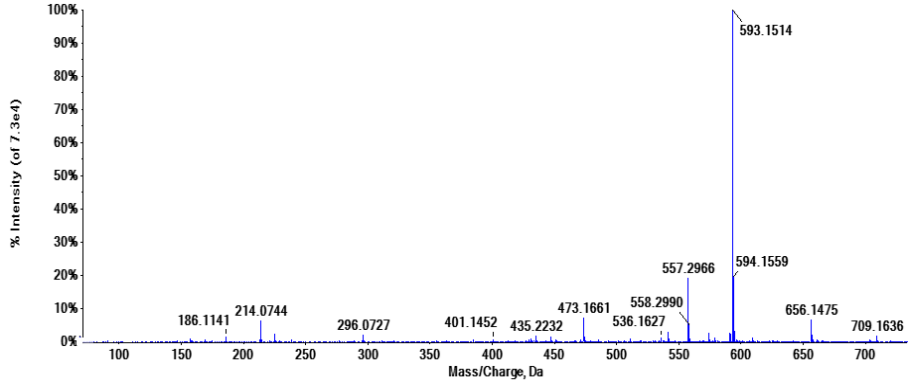
2-Moddaning musbat ionlanish rejimida olingan ESI-MS spektrida eng intensiv cho‘qqi *m/z* 565.1556 qiymatida kuzatildi. Bundan tashqari, spektrda *m/z* 727.2081, 595.1646, 475.1798 va 216.0878 qiymatlarida boshqa ion signallari qayd etilgan. Spektrdagi *m/z* 565.1556 ioni shaftozid molekulasiga proton birikishi natijasida hosil bo‘ladigan $[M+H]^+$ ioniga mos keladi. $C_{26}H_{28}O_{14}$ molekulyar formulasi uchun hisoblangan nazariy qiymat taxminan 565.1551 ni tashkil etadi. Tajribaviy va nazariy qiymatlarning o‘zaro mostligi va standart namuna bilan solishtirish orqali **2**-moddani shaftozid bilan aynanligi uzil kesil tasdiqlandi.



2-Rasm. Shaftosid (2) ning (+) ESI-MS spektri

Shaftosid (**2**) Fabaceae, Lamiaceae, Araceae va Hypericaceae kabi turli o‘simlik oilalarida keng tarqalgan, tabiiy ravishda uchraydigan biologik faol flavonoid birikma hisoblanadi. Uning tuzilishi apigenin asosidan tashkil topgan bo‘lib, C-6 holatiga C-glukozil guruhi, C-8 holatiga esa C-arabinozil guruhi birikkan. Ushbu guruhlar barqaror C–C glikozid bog‘larini hosil qiladi. Shaftozidning sistematik nomi 6-C-glukozil-8-C-arabinozil apigenin bo‘lib, uning molekulyar formulasi $C_{26}H_{28}O_{14}$, molekulyar massasi esa 564,49 g/mol ni tashkil etadi. O‘ziga xos C-glikozid tuzilishi tufayli shaftozid turli farmakologik faolliklarni, jumladan, yallig‘lanishga qarshi, gepatoprotektiv (jigarni himoya qiluvchi), antioksidant va neyroprotektiv (asab tizimini himoya qiluvchi) ta’sirlarni namoyon etadi [6].

3-Birikmaning manfiy ionlanish rejimida olingan ESI-MS spektrida asosiy ion cho‘qqisi *m*/*z* 593.1514 qayd etildi. Ushbu signal saponarin molekulasidan proton ajralishi natijasida hosil bo‘ladigan $[M-H]^-$ ioniga mos keladi. $C_{27}H_{30}O_{15}$ molekulyar formulasi uchun hisoblangan nazariy *m*/*z* qiymati taxminan 593.1512 ni tashkil etadi. Tajribada olingan qiymatning nazariy qiymatga juda yaqinligi saponarinning molekulyar formulasi bilan moslikni ko‘rsatadi. Spektrda, shuningdek, *m*/*z* 557.2966 $[M-2H_2O]^-$, 473.1661, 435.2232, 401.1452, 296.0727, 214.0744 va 186.1141 ion signallari mavjud. Spektrda *m*/*z* 593.1514 qiymatidagi intensiv $[M-H]^-$ ionining kuzatilishi saponarinning molekulyar massasiga mos keladi va standart bilan solishtirish uning identifikatsiyasini tasdiqlaydi.



3-Rasm. Saponarin (3) ning (-) ESI-MS spektri

Saponarin - flavonoid glikozid bo‘lib, kimyoviy jihatdan apigenin-6-C-glukozil-7-O-glukozid hisoblanadi. U o‘ziga xos kimyoviy tuzilishga ega bo‘lib, ushbu tuzilish uning biologik faolligini belgilashda muhim rol o‘ynaydi. Molekulyar formulasi $C_{27}H_{30}O_{15}$ bo‘lgan saponarin apigenindan hosil bo‘lgan 15 uglerod atomli flavon asosini (A, B va C halqalarini) o‘z ichiga oladi. Uning tuzilishi C-6 holatida C-glikozillanish va C-7 holatida glyukoza qoldiqlari bilan O-glikozillanish orqali modifikatsiyalangan. Saponarin hozirgi vaqtda jigar kasalliklari, neyrodegenerativ kasalliklar, saraton, qandli diabet hamda yurak-qon tomir kasalliklarini o‘z ichiga olgan turli kasalliklarni davolashda qo‘llash imkoniyatlari bo‘yicha klinikagacha bo‘lgan tadqiqotlarda o‘rganilayotgan istiqbolli birikma hisoblanadi. Odatda faqat bitta glikozillanish markaziga ega bo‘lgan vitexin, izovitexin va orientin kabi boshqa flavonoid glikozidlardan farqli ravishda, saponarin C-6 holatidagi C-glikozillanish va C-7 holatidagi O-glikozillanishni birgalikda o‘zida mujassam etgani bilan ajralib turadi. Saponarinni Gypsophila va Saponaria turkumlariga mansub o‘simliklardan ajratib olish mumkin [7].

Xulosa

Mazkur tadqiqot natijalari *Silene kuschakewiczii* o‘simligining ikkilamchi metabolitlarga boy ekanligini ko‘rsatdi hamda uning kimyoviy tarkibida flavonoid birikmalar muhim o‘rin tutishini tasdiqladi. Olingan natijalar avvalgi tadqiqotlarda keltirilgan ma’lumotlarni to‘ldirib, ushbu o‘simlikning flavonoid tarkibi haqidagi ilmiy tasavvurlarni yanada kengaytiradi. Tadqiqot davomida C-glikozid flavonoidlar *S. kuschakewiczii* o‘simligidan ilk bor ajratib olindi. Ajratilgan birikmalarning kimyoviy tuzilishlari zamonaviy analitik usullar yordamida aniqlanib, olingan spektral ma’lumotlarni adabiyotlarda keltirilgan natijalar bilan taqqoslash asosida tasdiqlandi. Ushbu natijalar mazkur o‘simlikning kimyoviy tarkibini tavsiflash va uning flavonoidlar xilma-xilligini aniqlash borasida muhim ilmiy ahamiyatga ega. Olingan ilmiy ma’lumotlar *Silene* turkumiga mansub o‘simliklarning kimyoviy tarkibi, ikkilamchi metabolitlari va biologik faolligini yanada chuqur o‘rganish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Shu bilan birga, ajratib olingan birikmalarning farmakologik xususiyatlarini, jumladan, antioksidant, yallig‘lanishga qarshi va boshqa potensial biologik faolliklarini maqsadli tadqiq etish istiqbolli yo‘nalishlardan hisoblanadi. Kelgusida ushbu birikmalarning biologik samaradorligi, ta’sir mexanizmlari va xavfsizligini tegishli eksperimental tadqiqotlar asosida baholash ularning farmatsevtik tadqiqotlardagi potensialini aniqlash hamda yangi biologik faol preparatlarni ishlab chiqish uchun ilmiy zamin yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Jakimiuk, K., Wink, M., Tomczyk, M. Flavonoids of the Caryophyllaceae. Phytochem.Rev.2022, 21, 179–218.https://doi.org/10.1007/s11101-021-09755-3

2. Mamadalieva, N.Z., Khatib, S., Salohiddinova, N., Jalilov, F.S., Jamalova, D., Albaik, M., Zengin, G. Metabolite profiling, in vitro biological activities and in silico molecular docking analysis of Silene kuschakewiczii. Natural Product Research. 2026, 40(15), 4596–4604. https://doi.org/10.1080/14786419.2025.2534682

3. Mamadalieva, N.Z., Lafont, R., Wink, M. Diversity of Secondary Metabolites in the Genus Silene L. (Caryophyllaceae)—Structures, Distribution, and Biological Properties. Diversity. 2014, 6(3), 415-499; https://doi.org/10.3390/d6030415

4. Kuh, M., Yildiz, K., Minareci, E. A taxonomic study of the Silene sections Behenantha and Dichotomae (Caryophyllaceae) in Turkey based on the micromorphology of their seed and pollen. Turk J Bot. 2017, 41(5), 493–504. https://doi.org/10.3906/bot-1610-23

5. Luyen, B.T., Tai, B.H., Thao, N.P., Cha, J.Y., Lee, Y.M., Kim, Y.H. A new phenolic component from Triticum aestivum sprouts and its effects on LPS-stimulated production of nitric oxide and TNF-α in RAW 264.7 cells. Phytother Res. 2014;28(7):1064-70. https://doi.org/10.1002/ptr.5097

6. Wang, M., Ren, S., Zhang, L., Zheng, Y., Zhang, J., Zhao, M., Zhao, S., Yu, Q., Wang, W., Bian, R., Xu, X. Advances in Schaftoside Research: Pharmacological Mechanisms, Pharmacokinetics, and Therapeutic Perspectives. Drug Des Devel Ther. 2026, 20, 645951. https://doi.org/10.2147/DDDT.S645951

7. Abdel-Rasol, M.A., El-Sayed, W.M. Saponarin: Therapeutic Potential, Pharmacological Insights, and Future Directions. Chem Biol Drug Des. 2026, 107(6), e70339. https://doi.org/10.1111/cbdd.70339