

# *Acanthopanax senticosus* (*Eleutherococcus senticosus*) – nie tylko znany adaptogen

## *Acanthopanax senticosus* (*Eleutherococcus senticosus*) – not only a known adaptogen

**Grzegorz Kos, prof. dr hab. Agnieszka Szopa**

Katedra Botaniki Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński,  
*Collegium Medicum*

Agnieszka Szopa ORCID: 0000-0002-6351-4047

E-ISSN 2353-8597; ISSN 1231-028X; nr art. Lek.202404.05 © P

### Abstract

*Acanthopanax senticosus*, (syn. *Eleutherococcus senticosus*; *Araliaceae*) – colloquially called „siberian ginseng” is one of the best known adaptogens. The industry uses its rhizome (*Eleutherococci senticosi rhizoma*) or the bark of underground organs (*Acanthopanax cortex*). The biological activity of the plant material is caused by metabolites specific to this species – eleutherosides, glycoproteins and polysaccharides. In East Asian Medicine the species is considered to work similarly to panax ginseng. Siberian ginseng is popular in the modern phytotherapy due to its neuroprotective, anti-stress, enhancing body’s performance, immunostimulating, antioxidant, anti-aging and hypoglycemic properties.

**Keywords:** *Eleutherococcus senticosus*, *Acanthopanax senticosus*, siberian ginseng, phytochemical composition, biological activity, traditional chinese medicine.

### Streszczenie

*Acanthopanax senticosus* (syn. *Eleutherococcus senticosus*; *Araliaceae*) – eleuterokok kolczasty (tzw. żeń-szeń syberyjski) jest jednym z dobrze znanych gatunków roślin o właściwościach adaptogennych. W przemyśle wykorzystywane są ekstrakty z kłącza (*Eleutherococci senticosi rhizoma*) lub kora części podziemnych (*Acanthopanax cortex*). Za profil aktywności biologicznej surowca odpowiadają specyficzne dla tego gatunku metabolity – eleuterozydy oraz glikoproteiny i polisacharydy. W medycynie wschodnioazjatyckiej gatunek uznawany jest za działający podobnie do żeń-szenia właściwego. Eleuterokok kolczasty jest popularny we współczesnej fitoterapii ze względu na właściwości neuroprotektoryjne, przeciwstresowe, poprawiające wydolność organizmu, immunostymulujące, antyoksydacyjne, przeciwstarzeniowe oraz hipoglikemiczne.

**Słowa kluczowe:** *Eleutherococcus senticosus*, *Acanthopanax senticosus*, eleuterokok kolczasty, żeń-szeń syberyjski, skład fitochemiczny, aktywność biologiczna, tradycyjna medycyna chińska.

### Wprowadzenie

*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim), a według aktualnej systematyki roślin *Acanthopanax senticosus* (Rupr. & Maxim) to łacińska nazwa gatunkowa eleuterokoka kolczastego. Gatunek należy do rodziny Araliowatych (*Araliaceae*). W Europie i w Ameryce Północnej znany

jest pod nazwą potoczną „żeń-szeń syberyjski” (ang. *siberian ginseng*). Tradycyjnie *A. senticosus* określa się mianem „żeń-szenia”, mimo że nie należy on do rodzaju *Panax* (żeń-szeń). Ma to związek z podobnym wyglądem i zastosowaniem surowca do innych roślin rodzaju *Panax* [1]. Natomiast określenie „syberyjski” związane

jest zapewne z faktem, że początkowo surowiec do badań pozyskiwano głównie z Syberii [2]. W tradycyjnej medycynie chińskiej (TCM – ang. *traditional chinese medicine*) nazywany jest *ciuwujia* (刺五加), natomiast w medycynie koreańskiej występuje jako „gasiogapi” (가시오가피) [3–5].

Zgodnie z wytycznymi Farmakopei Europejskiej [6], Koreańskiej [7] oraz Japońskiej [8] surowiec *A. senticosus* stanowi kłącze (*Eleutherococci senticosi rhizoma*) dopuszczone do użytku z korzeniami lub sama kora części podziemnych (*Acanthopanax cortex*). Analogiczne surowce wskazują monografie Światowej Organizacji Zdrowia (WHO – World Health Organization) [9] i Europejskiej Agencji Leków (EMA – European Medicines Agency) [10]. Surowiec standaryzowany jest na zawartość eleuterozydów. Według wymogów Farmakopei Europejskiej sumaryczna zawartość eleuterozydu B i E powinna wynosić co najmniej 0,08% suchej masy surowca [6]. Oprócz części podziemnych eleuterokoka kolczastego coraz częściej wykorzystywane są ekstrakty z owoców. Ponadto z wysuszonych liści produkowane są m.in. herbaty ziołowe [11, 12]. *A. senticosus* jest też dopuszczony do użytku w produkcji kosmetyków jako surowiec łagodzący i poprawiający stan skóry. Takie właściwości przyporządkowuje mu Europejska Baza Składników Kosmetyków (CosIng – Cosmetic Ingredients Database).

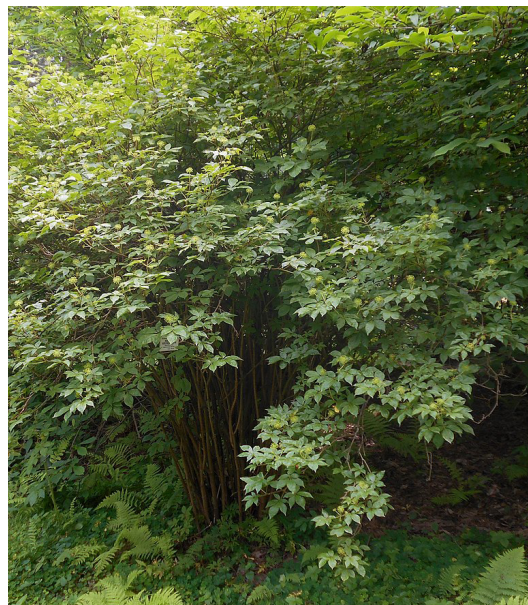
## Charakterystyka ekologiczno-botaniczna

Naturalne stanowiska występowania *A. senticosus* zlokalizowane są na obszarze północno-wschodniej Azji. Żeń-szeń syberyjski występuje głównie na terenie: Półwyspu Koreańskiego, Japonii, północno-wschodnich Chin oraz wschodniego wybrzeża Rosji [13]. Gatunek zasiedla stanowiska w podszybie górskich lasów mieszanych i iglastych [4].

*A. senticosus* to roślina o pokroju krzewiastym (ryc. 1). Dorasta do ok. 2,5 m wysokości. Posiada drewniejącą łodygę, która pokryta jest

cienkimi kolcami, wyrastającymi także z ogonków liściowych. Liście są pięciopzielne, o kształcie szpiczasto-jajowatym, całobrzegie, owłosione na nerwach. Kwiaty koloru białego zebrane są w kwiatostan typu baldach. Owoce to czarne pestkowce. Pędy nadziemne wyrastają z silnie rozgałęzionego kłącza o długości 15–30 cm i średnicy 1–2,5 cm. Roślina w warunkach naturalnych kwitnie od czerwca do lipca, natomiast owocuje od sierpnia do października [3, 8, 14].

Obecnie surowce eleuterokoka kolczastego pozyskiwane są głównie ze stanowisk naturalnych. W związku ze wzrastającym popytem na produkty zawierające *A. senticosus* jego zasoby naturalne ubożeją. W Korei gatunek ten został już wpisany na czerwoną listę gatunków zagrożonych [15]. Podejmowane są wobec tego próby sztucznej hodowli *A. senticosus*, głównie w ośrodkach badawczych, zwłaszcza w Chinach i Korei Południowej, ale nawet w Polsce [14, 16]. Główną przeszkodą w tradycyjnej uprawie eleuterokoka jest powolny proces kiełkowania z nasion. W związku z tym duże nadzieje wiąże się z technikami biotechnologii roślin i hodowlami kultur *in vitro* *A. senticosus* [17].



**Rycina 1.** Wygląd morfologiczny *Acanthopanax senticosus* (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>, via Wikimedia Commons)

## Zastosowania tradycyjne

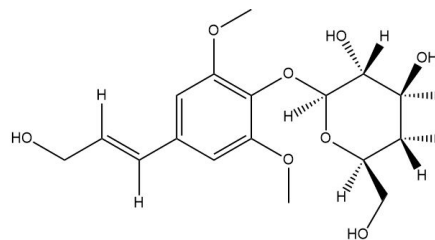
Eleuterokok kolczasty znany jest w TCM, a także w tradycyjnej medycynie koreańskiej i japońskiej [18]. Jako surowiec stosuje się głównie kłącze (*Eleutherococci senticosi rhizoma*), owoc i liść. *A. senticosus* uznawany jest za panaceum. Rekomendowany jest też do profilaktycznego stosowania celem prewencji chorób i utrzymania dobrego zdrowia ogólnego. To popularny adaptogen, stosowany w fizycznym i psychicznym wycieńczeniu organizmu oraz ekspozycji na długotrwały stres. *A. senticosus* jest też ceniony ze względu na działanie immunostymulujące i przeciwstarzeniowe [19, 20]. Jego tradycyjnym zastosowaniem jest działanie w bólach reumatycznych i chorobach kości [13]. Szczególnie ceniony jest także w etnomedycynie rosyjskiej, gdzie stosuje się go jako surowiec immunostymulujący [12].

## Skład chemiczny

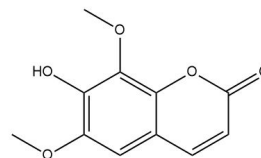
*A. senticosus* to gatunek charakteryzujący się specyficznym składem chemicznym. Najcenniejszą grupą związków, które w największych stężeniach występują w kłączu, są eleuterozydy. Jest to grupa metabolitów wtórnych, należąca generalnie do glikozydów. Do eleuterozydów zaliczają się związki znacznie różniące się między sobą budową chemiczną. Dzieli się je na dwie podgrupy: glikozydowe pochodne saponin triterpenowych (eleuterozydy I, K, L i M) oraz pochodne fenylopropanu (eleuterozydy B, D i E) [19]. Z wymienionych związków najistotniejsze pod względem aktywności biologicznej są eleuterozyd B oraz E [21] (ryc. 2). Eleuterozyd B jest tożsamy z syringiną – glikozydem, którego aglikon stanowi alkohol sinapinyłowy. [22]. Natomiast eleuterozyd E należy do lignanów i jest to związek specyficzny dla *A. senticosus* [23, 24]. Poza nimi w kłączach i korzeniach występują znaczące ilości izofraksydyny, należącej do kumaryn (ryc. 2). Związek ten występuje także w roślinach z rodzajów *Fraxinus* oraz *Artemisia*, jednak jego stężenie w surowcu *A. senticosus* jest wyższe [25, 26]. Istotna w profilu fitochemicznym *A. sen-*

*ticosus* jest również zawartość specyficznych glikoprotein (EN-SP) i polisacharydów [27].

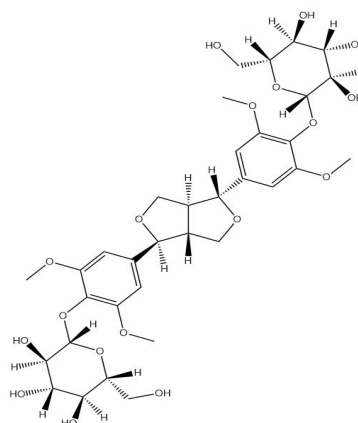
Najwięcej związków fenolowych z grupy kwasów fenolowych (kwas chlorogenowy i kwas kawowy) oraz flawonoidów (rutyna i kwercetyna) występuje w owocach i liściach *A. senticosus* [11, 28].



Eleuterozyd B



Izofraksydyna



Eleuterozyd E

**Rycina 2.** Struktura chemiczna związków charakterystycznych dla *A. senticosus*

## Aktywność farmakologiczna

Ekstrakty z surowców *A. senticosus* wykazują szeroki zakres aktywności farmakologicznej. Intensywnie prowadzone badania nad tą rośliną

umożliwiły poszerzenie wiedzy o jej właściwościach prozdrowotnych, które wykraczają poza tradycyjne zastosowania.

W przypadku eleuterokoka kolczastego działanie adaptogenne jest szczególnie istotne. Wiąże się ono ze zwiększaniem zdolności organizmu do radzenia sobie z wysiłkiem fizycznym, stresem oraz obciążeniem psychicznym [1].

*A. senticosus* ma też pozytywny wpływ na wytrzymałość fizyczną organizmu [20]. Przeprowadzono w tym zakresie badania kliniczne na osobach uprawiających sport. Wykazano, że preparaty zawierające *A. senticosus* istotnie usprawniają działanie układu krwionośnego podczas wysiłku, co poprawia wydolność organizmu. Zwiększają one także ilość metabolizowanych tłuszczów prostych. Badani informowali, że czują się pewniej i silniej w trakcie wykonywanych ćwiczeń, przy braku skutków ubocznych [29]. Poprawa sprawności fizycznej oraz spadek uczucia zmęczenia zostały potwierdzone również w innym badaniu – testami sprawnościowymi na grupie pływaków. Osoby przyjmujące eleuterokoka mogły istotnie dłużej pływać, nim pojawiło się u nich wyraźne zmęczenie, uniemożliwiające dalszą aktywność [30].

Z efektem adaptogennym preparatów zawierających eleuterokoka kolczastego związane jest też ich działanie neuroprotektoryjne. Ekstrakty z *A. senticosus* mają zdolność hamowania procesów neurodegeneracyjnych, które stanowią podłoże wielu chorób neurologicznych. Badania *in vitro* na komórkach mikrogleju i hipokampu wykazały, że związki zawarte w żeń-szeniu syberyjskim hamują apoptozę neuronów wywołaną stanem zapalnym. Ponadto wykazują właściwości przeciwutleniające [31]. Właściwości te zostały potwierdzone w badaniach na szczurach, u których sztucznie wywoływano niedokrwienie mózgu. Zwierzęta, którym podawano ekstrakt z kory *A. Senticosus*, wykazywały mniejszy spadek sprawności w rozwiązywaniu zadań niż grupa kontrolna [32].

W tradycyjnych zastosowaniach eleuterokoka dużą uwagę zwraca się na jego działanie immunostymulujące [19]. Aktywność ta została potwierdzona w badaniach klinicznych i jest uwarunkowana obecnością w surowcu specyficznych polisacharydów oraz glikoprotein (EN-SP). Przyczyniają się one do zwiększenia ilości leukocytów we krwi oraz stymulują produkcję przeciwciał. Na wzmocnienie odporności u pacjentów wpływa szczególnie eleuterozyd E, który wykazuje właściwości immunomodulujące [27]. Ponadto w badaniach na myszach ze sztucznie wywołaną sepsą stwierdzono zwiększoną przeżywalność zwierząt, którym podawano ekstrakt z części podziemnych eleuterokoka. Co interesujące, dawka 400 mg/kg masy ciała umożliwiała przeżycie 100% mysz z tej próby do 72 godzin. Dla porównania – spośród myszy, którym nie podawano ekstraktu, zgon następował u wszystkich już w ciągu 10 godzin [33].

Obecnie coraz większą uwagę w badaniach zwraca się na działanie hipoglikemiczne *A. senticosus*. Przypisuje się je eleuterozydom B i E. Dla obu tych związków przeprowadzono badania na zwierzętach chorujących na cukrzycę typu 2. Wykazano w ten sposób, że istotnie zmniejszają one stężenie glukozy w osoczu w porównaniu z próbą kontrolną. Stwierdzono także, że eleuterozyd E ma zdolność ochrony komórek  $\beta$  trzustki oraz usprawnia odpowiedź komórek na insulinę. Wyniki te nie zostały jednak jeszcze potwierdzone w badaniach klinicznych [24, 34].

## Formy podania, dawkowanie i toksyczność

Ze względu na swoją popularność *A. senticosus* występuje w wielu preparatach farmaceutycznych oraz suplementach diety. Dostępne są ekstrakty wodne lub alkoholowe, przygotowywane ze sproszkowanych kłączy. W preparatach stosowane są również cięte, suszone fragmenty korzenia, które mogą być np. wykorzystane do przyrządzania naparu. W krajach wschodnioazjatyckich dostępne są również suplementy

w formie herbat z suszonych nadziemnych części rośliny [35]. Przegląd oferowanych na rynku polskim suplementów diety zawierających kłącze eleuterokoka wskazuje, że tabletki i kapsułki są dominującą postacią.

Schemat dawkowania eleuterokoka kolczastego nie został do tej pory ustalony szczegółowo. Monografia WHO zaleca codzienne przyjmowanie 2–3 g suchego surowca [9]. We wspomnianym wyżej badaniu przeprowadzonym na osobach uprawiających sport stosowano dawkę 800 mg/dzień w kapsułkach po 100 mg. Dawka ta po 8-tygodniowej kuracji okazała się skuteczna w poprawianiu wydolności fizycznej badanych [29]. W innych badaniach stosowano dawki od 200 do 500 mg standaryzowanego ekstraktu dziennie, które także pozwoliły uzyskać oczekiwane efekty. Najczęściej podawano ekstrakty etanolowe lub etanolowo-wodne w stosunku 10:1 [19].

Na podstawie opublikowanych do tej pory wyników badań skutki uboczne przyjmowania tych preparatów zawierających *A. senticosus* są bardzo rzadkie. Do tych zgłaszanych należy m.in. senność. Związana jest ona najprawdopodobniej z efektem hipoglikemicznym, ponieważ podanie pewnej ilości cukru skutecznie ją niwelowało. Sporadycznie pojawiać mogą się: bezsenność, arytmia i bóle głowy [10]. Obserwacji tych dokonano jednak podczas badań prowadzonych w ZSRR ok. 50 lat temu [2]. Obecnie według danych EMA nieopóźnane reakcje dla żeń-szenia syberyjskiego są słabo poznane [10]. Co więcej, nie przeprowadzono też badań nad skutkami długotrwałego przyjmowania tej rośliny.

Według danych zamieszczanych w monografii WHO preparaty z eleuterokokiem kolczastym nie powinny być przyjmowane przez kobiety w ciąży oraz osoby z nadciśnieniem [9]. Jednak żadne współczesne badania nie wskazują na występowanie zagrożenia dla tych osób. Nie stwierdzono, aby suplementy z eleuterokokiem kolczastym powodowały powikłania w przypadku nadciśnienia – sugeruje się wręcz, że mogą mieć działanie prze-

ciwnadciśnieniowe [36]. Mniej badań związanych jest z bezpieczeństwem stosowania żeń-szenia syberyjskiego u kobiet w ciąży. Nie wykazano, aby miał on działanie teratogenne, a starsze badania na ciężarnych kobietach nie stwierdzały powikłań [2,9]. Konieczne jest jednak przeprowadzenie nowszych badań w tym zakresie.

Wykazano, że stosowanie eleuterokoka może wpływać na wchłanianie niektórych leków przyjmowanych drogą pokarmową. Taką zależność wykazano m.in. dla digoksyny, której stężenie w osoczu istotnie wzrasta podczas jednoczesnego stosowania preparatów z *A. senticosus*. Podobny, choć słabszy efekt zaobserwowano w przypadku deksametazonu i diazepamu [37].

## Aspekty badań z zakresu biotechnologii roślin

Jak wcześniej wspomniano, uprawa gruntowa eleuterokoka kolczastego jest nieefektywna, co wiąże się z długim procesem stratyfikacji, jaki muszą przejść nasiona. Ponadto specyficzne wymagania środowiskowe tej rośliny sprawiają, że przykładowo w Chinach surowiec uzyskiwany z upraw niejednokrotnie nie spełnia farmakopealnych wymagań dotyczących zawartości eleuterozydów [38].

Z powyższych przyczyn prowadzone są liczne badania nad hodowlą kultur *in vitro* *A. senticosus*. Dobrze opisane są wszystkie rodzaje kultur: kalusowe na pożywkach stałych, zawieszinowe oraz kultury organów w bioreaktorach. Przeprowadzono także pilotażowe badania na skalę pół-przemysłową [39]. Techniki biotechnologii roślin stosuje się zarówno do produkcji związków czynnych, jak i do mikropropagacji roślin [17].

Zawartość eleuterozydów w biomacie kultur *in vitro* jest znacznie mniejsza niż w surowcu pochodzenia naturalnego. W badaniach biotechnologicznych otrzymywano stężenia od 0,140 do 0,475 mg sumarycznej masy eleuterozydów B i E na 1 g suchej masy. Dla porównania – w korzeniu zawartość ta wynosi ok. 1,30 mg/1 g suchej masy [17, 40]. Znacz-



na poprawa tego parametru jest obserwowana po dodaniu elicitora (jasmonianu metylu). Zabieg ten umożliwia wzrost produkcji eleuterozydów nawet do 1,20 mg/1 g suchej masy tkanki [40].

## Podsumowanie

Eleuterokok kolczasty to niewątpliwie jeden z najpopularniejszych gatunków roślin użytkowych, ceniony w przemyśle farmaceutycznym, jak również w spożywczym oraz kosmetycznym. Popularność gatunku sprawia, że jest on coraz trudniej dostępny na stanowiskach naturalnych. Dlatego we współczesnych badaniach naukowych poszukuje się alternatywnych źródeł pozyskiwania surowca, co związane jest z rozwojem badań z zakresu biotechnologii roślin nad tym gatunkiem.

Liczne badania naukowe dowodzą specyficznego składu chemicznego tego surowca, w którym dominują eleuterozydy, glikoproteiny i polisacharydy. Ekstrakty z eleuterokoka kolczastego są jednym z częściej stosowanych środków o działaniu adaptogennym i immunostymulującym.

Najważniejszymi surowcami pozyskiwanymi z *A. senticosus* są kłącza z korzeniami, jednak prowadzone są badania nad składem chemicznym i właściwościami prozdrowotnymi pozostałych części rośliny.

Nadesłano: 11-04-2024

Adres do korespondencji: redakcja@lekwpolsce.pl

## Piśmiennictwo:

- Todorova V, Ivanov K, Delattre C, et al (2021) Plant adaptogens—history and future perspectives. *Nutrients* 13(8):2861. <https://doi.org/10.3390/nu13082861>.
- Gerontakos S, Taylor A, Avdeeva AY, et al (2021) Findings of Russian literature on the clinical application of *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.): A narrative review. *J Ethnopharmacol* 278:114274. doi: 10.1016/j.jep.2021.114274.
- Flora of China (2007) *Eleutherococcus senticosus*. [http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=2&taxon\\_id=220004653](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=220004653). Accessed 4 Jan 2024.
- Guo S, Wei H, Li J, et al (2019) Geographical distribution and environmental correlates of eleutherosides and isofraxidin in *Eleutherococcus senticosus* from natural populations in forests at northeast China. *Forests* 10: <https://doi.org/10.3390/f10100872>.
- The World Flora Online 'WFO (2024): *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim. In: 2023. <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000948117#B>. Accessed 31 Jan 2024.
- Council of Europe, European Pharmacopoeia Commission, European Directorate for the Quality of Medicines & Healthcare (2019) *European Pharmacopoeia*.
- Korean Pharmacopoeia 10th Edition (2016) *Monographs, Part II*.
- Japanese Pharmacopoeia 18th Edition (2021) *Crude Drugs and Related Drugs*.

- World Health Organization (2002) WHO monographs on selected medicinal plants. 2:89–93.
- European Medicines Agency (2016) Herbal medicine: summary for the public *Eleutherococcus* root *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) *radix*.
- Wang YH, Meng Y, Zhai C, et al (2019) The chemical characterization of *Eleutherococcus senticosus* and Ci-wu-jia tea using UHPLC-UV-QTOF/MS. *Int J Mol Sci* 20(3):475. <https://doi.org/10.3390/ijms20030475>.
- Graczyk F, Orzechowska B, Franz D, et al (2021) The intractum from the *Eleutherococcus senticosus* fruits affects the innate immunity in human leukocytes: from the ethnomedicinal use to contemporary evidence-based research. *J Ethnopharmacol* 268:113636. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113636>.
- Jia A, Zhang Y, Gao H, et al (2021) A review of *Acanthopanax senticosus* (Rupr and Maxim.) harms: from ethnomedicinal use to modern application. *J Ethnopharmacol* 25:268:113586. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113586>.
- Graczyk F, Strzemiński M, Balcerek M, et al (2021) Pharmacognostic evaluation and HPLC–PDA and HS–SPME/GC–MS metabolomic profiling of *Eleutherococcus senticosus* fruits. *Molecules* 26(7):1969. <https://doi.org/10.3390/molecules26071969>.
- National Institute of Biological Resources (2014) *Korean Red List of Threatened Species Second Edition*.
- Zhang S, Zhang H, Ding L, et al (2023) Evaluation and Selection of Excellent Provenances of *Eleutherococcus senticosus*. *Forests* 14(7), 1359. <https://doi.org/10.3390/f14071359>.
- Murthy HN, Kim YS, Georgiev MI, Paek KY (2014) Biotechnological production of eleutherosides: current state and perspectives. *Appl Microbiol Biotechnol* 98:7319–7329.
- Davydov, M., & Krikorian, A. D. (2000). *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim. (Araliaceae) as an adaptogen: a closer look. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(3), 345–393. doi:10.1016/s0378-8741(00)00181-1
- Arouca A, Grassi-Kassisse DM (2013) *Eleutherococcus senticosus*: studies and effects. *Health N Hav* 05:1509–1515. <https://doi.org/10.4236/health.2013.59205>.
- Zhang XL, Ren F, Huang W, et al (2011) Anti-fatigue activity of extracts of stem bark from *Acanthopanax senticosus*. *Molecules* 16:28–37. <https://doi.org/10.3390/molecules16010028>.
- Baygildieva DI, Braun A V, Stavrianiidi AN, Rodin IA (2020) Determination of Eleutheroside B and Eleutheroside E in Extracts from *Eleutherococcus senticosus* by Liquid Chromatography/Mass Spectrometry. *Journal of Analytical Chemistry* 75:1832–1837. <https://doi.org/10.1134/S1061934820140051>.
- Rao MU, Zin T, Abdurrazak M, Ado Ahmad B (2015) Chemistry and pharmacology of syringin, a novel bioglycoside: a review. 8 (3), 15.
- Niu HS, Liu IM, Cheng JT, et al (2008) Hypoglycemic effect of syringin from *Eleutherococcus senticosus* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Planta Med* 74:109–113. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1034275>.
- Ahn J, Um MY, Lee H, et al (2013) Eleutheroside E, an active component of *Eleutherococcus senticosus*, ameliorates insulin resistance in type 2 diabetic db/db mice. *Evid Based Complement Altern Med* 2013: <https://doi.org/10.1155/2013/934183>.
- Majnooni MB, Fakhri S, Shokohinia Y, et al (2020) Isofraxidin: synthesis, biosynthesis, isolation, pharmacokinetic and pharmacological properties. *Molecules* 25, 2040. <https://doi.org/10.3390/molecules25092040>
- Jin L, Schmiech M, El Gaafary M, et al (2020) A comparative study on root and bark extracts of *Eleutherococcus senticosus* and their effects on human macrophages. *Phytomedicine* 68:153181. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2020.153181>, <http://doi:10.1016/j.phymed.2020.153181>
- Lau KM, Yue GGL, Chan YY, et al (2019) A review on the immunomodulatory activity of *Acanthopanax senticosus* and its active components. *Chinese Medicine* 14:25. <https://doi.org/10.1186/s13020-019-0250-0>.
- Jang D, Lee J, Eom SH, et al (2016) Composition, antioxidant and antimicrobial activities of *Eleutherococcus senticosus* fruit extracts. *J Appl Pharm Sci* 6:125–130. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2016.60322>.
- Kuo J, Chen KWC, Cheng IS, et al (2010) The effect of eight weeks of supplementation with *Eleutherococcus senticosus* on endurance capacity and metabolism in human. *Chinese Journal of Physiology* 53:105–111. <https://doi.org/10.4077/CJP.2010.AMK018>.
- Zhang X, Zhu W (2022) Image Effect Observation of *Acanthopanax senticosus* on Antifatigue Activity after Exercise. *Scanning* 2022.
- Jin ML, Park SY, Kim YH, et al (2013) *Acanthopanax senticosus*

- exerts neuroprotective effects through HO-1 signaling in hippocampal and microglial cells. *Environ Toxicol Pharmacol* 35:335–346. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2013.01.004>.
32. Lee D, Park J, Yoon J, *et al* (2012) Neuroprotective effects of *Eleutherococcus senticosus* bark on transient global cerebral ischemia in rats. *J Ethnopharmacol* 139:6–11. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.05.024>.
  33. Lin QY, Jin LJ, Cao ZH, *et al* (2008) Protective effect of *Acanthopanax senticosus* extract against endotoxic shock in mice. *J Ethnopharmacol* 118:495–502. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.05.018>.
  34. Niu HS, Liu IM, Cheng JT, *et al* (2008) Hypoglycemic effect of syringin from *Eleutherococcus senticosus* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Planta Med* 74:109–113. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1034275>.
  35. Li T, Ferns K, Yan ZQ, *et al* (2016) *Acanthopanax senticosus*: Photochemistry and Anticancer Potential. *American Journal of Chinese Medicine* 44:1543–1558. <https://doi.org/10.1142/S0192415X16500865>.
  36. Schmidt M, Thomsen M, Kelber O, Kraft K (2014) Myths and facts in herbal medicines: *Eleutherococcus senticosus* (Siberian ginseng) and its contraindication in hypertensive patients. *Botanics: Targets and Therapy*, 4, 27–32. <https://doi.org/10.2147/BTAT.S60734>
  37. Takahashi T, Kaku T, Sato T, *et al* (2010) Effects of *Acanthopanax senticosus* HARMS extract on drug transport in human intestinal cell line Caco-2. *J Nat Med* 64:55–62. <https://doi.org/10.1007/s11418-009-0371-3>.
  38. Xu MY, Wu KX, Liu Y, *et al* (2020) Effects of light intensity on the growth, photosynthetic characteristics, and secondary metabolites of *Eleutherococcus senticosus* harms. *Photosynthetica* 58:881–889. <https://doi.org/10.32615/ps.2020.045>.
  39. Shohael AM, Murthy HN, Paek KY (2014) Pilot-scale culture of somatic embryos of *Eleutherococcus senticosus* in airlift bioreactors for the production of eleutherosides. *Biotechnol Lett* 36:1727–1733. <https://doi.org/10.1007/s10529-014-1534-1>.
  40. Jin Kwon Ahn, Youngki Park, Wi Young Lee, So-Young Park (2007) Increase of Eleutherosides and Antioxidant Activity in *Eleutherococcus senticosus* Adventitious Root by Jasmonic acid. *Journal of Korean Forest Society* 96(5), 539-542.

Praca powstała w ramach projektu badawczego finansowanego ze środków Ministra Nauki pt. „Badanie wpływu stosowania napojów energetyzujących i wybranych adaptogenów roślinnych na zdrowie i stan psychiczny młodych dorosłych”.



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego



Minister  
Nauki