

ELŻBIETA JĘDRSZCZYK
Uniwersytet Rolniczy
im. H. Kołłątaja w Krakowie
ORCID: 0000-0001-7387-3679

ALEKSANDRA FIRA
Studentka Uniwersytetu
Rolniczego im. H. Kołłątaja
w Krakowie

DOI: 10.4467/12311960MN.24.023.20016

Zawartość substancji aktywnych w różnych częściach użytkowych trzech gatunków czosnków

The content of active compounds in various parts of three *Allium* genus

Summary

Common garlic (*Allium sativum* L.) is one of the oldest medicinal and spice plants in the world. The most popular and commonly used consumer part are onions, but the leaves and inflorescence are gaining more and more interest among consumers, especially in Asian countries. Wild garlic (*Allium ursinum* L.) is a wild plant in Poland, used because of the leaves. They are used mainly for salads and as seasoning for meat, which increases the assortment and vegetable diversity in the kitchen. Its bulbs and inflorescence shoots are also edible. Elephant garlic (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*) is not very widespread in Poland. This species is becoming popular in the United States because of its mild taste and smell, which creates it as alternative to common garlic.

The aim of the study was to compare chemical composition and the content of active compounds in leaves, inflorescences and onions of three tested garlic species.

Słowa kluczowe: czosnki, liście, pędy kwiatostanowe, cebule, wartość odżywcza, aktywność przeciwutleniająca

Keywords: *Allium* species, leaves, inflorescences, onions, nutritional value, antioxidant activity

Wstęp

Rośliny z rodzaju *Allium* L. to geofity zielne charakteryzujące się podziemnymi cebulami oraz specyficznymi zapachem i smakiem, wynikającymi z obecności olejków siarkowych. Co najmniej 20 gatunków z tego rodzaju jest uprawianych jako rośliny jadalne, popularne warzywa i rośliny przyprawowe, w tym ważna gospodarczo cebula (*A. cepa* L.), czosnek (*A. sativum* L.), cebula japońska, zwana siedmiolatką lub czosnkiem dętym (*A. fistulosum* L.), por (*A. ampeloprasum* L.), kartoflanka (*A. cepa* var. *aggregatum*) i szczypiorek (*A. schoenoprasum* L.)¹. Znanych jest także wiele gatunków czosnków o niezwykle dekoracyjnym charakterze, które wykorzystywane są w aranżacjach ogrodowych, jak czosnek olbrzymi (*A. giganteum* Regel), błękitny (*A. caeruleum* Pall.), główkowaty (*A. sphaerocephalon* L.), niedźwiedzi (*A. ursinum* L.) i wiele innych.

W ciągu ostatnich lat obserwowalny jest wzrost zainteresowania roślinami alternatywnymi, które mogą być źródłem związków aktywnych w leczeniu i profilaktyce licznych chorób, a w szczególności nowotworów, udaru mózgu czy choroby wieńcowej. Do takich roślin można zaliczyć gatunki z rodzaju *Allium*, będące cennym składnikiem diety człowieka. Związki czosnków wykazują silne działanie biologiczne² i od wieków stosowane są w medycynie naturalnej. Czosnki są także szeroko wykorzystywane jako przyprawy w kuchni wielu narodów.

Czosnek pospolity już od czasów starożytnych był ceniony za swoje właściwości bakteriobójcze, przeciwpasożytnicze, przeciwwirusowe i przeciwgrzybicze. Związki obecne w czosnku korzystnie wpływają na organizm przez wzmocnienie odporności i silne właściwości antyoksydacyjne. Czosnek obniża ciśnienie krwi, a także warunkuje utrzymanie prawidłowego poziomu cholesterolu i lipidów we krwi³.

¹ R.K. Dhall, *Fertility Restoration, True Seed production and Breeding of Garlic*, National Horticultural Research and Development Foundation, "Brain Storming Session On Garlic" 2016, s. 57–74; C. Emir, A. Emir, *Phytochemical analyses with LC-MS/MS and in vitro enzyme inhibitory activities of an endemic species "Allium stylosum O. Schwarz" (Amaryllidaceae)*, "S. Afr. J. Bot." 2021, nr 136, s. 70–75.

² S. Lachowicz, J. Oszmiański, R. Wiśniewski, *Determination of triterpenoids, carotenoids, chlorophylls, and antioxidant capacity in Allium ursinum L. at different times of harvesting and anatomical parts*, "European Food Research and Technology" 2018, nr 244, s. 1269–1280.

³ I.A. Sobenin, V.A. Myasoedov, M.I. Iltchuk, D.W. Zhang, A.N. Orekhovbe, *Therapeutic effects of garlic in cardiovascular atherosclerotic disease*, "Chin. J. Nat. Med." 2019, nr 17, s. 721–728; J. Ansary, T.Y. Forbes-Hernández, E. Gil, D. Cianciosi, J. Zhang, M. Elexpuru-Zabaleta, J. Simal-Gandara, F. Giampieri, M. Battino, *Potential Health Benefit of Garlic Based on Human Intervention Studies: A Brief Overview*, "Antioxidants" 2020, nr 9, s. 619; E. Tattelman, *Health effect of garlic*, "Am Fam Physician." 2005, nr 72(01), s. 103–106.

Dodatkowo wzmacnia i reguluje odpowiedź komórkową układu odpornościowego. Ze względu na skład można go nazwać naturalnym antybiotykiem. Wyniki współczesnych badań fitochemicznych i farmakologicznych potwierdzają obecność w czosnku substancji aktywnych o wyżej wymienionym działaniu. Najpopularniejszym i powszechnie stosowanym surowcem leczniczym są cebule czosnku pospolitego, lecz liście czosnku i jego kwiaty zdobywają coraz większe zainteresowanie wśród konsumentów, szczególnie w krajach azjatyckich. To doskonałe rozwiązanie, zapewniające dostęp do świeżego surowca spożywczego przez cały rok⁴. Czosnek niedźwiedzi jest dziko rosnącą rośliną w Polsce, wykorzystywaną głównie z uwagi na liście. Stosuje się je do sałatek i jako przyprawę do mięs, co zwiększa asortyment i różnorodność w kuchni. Jego cebulki i pędy kwiatostanowe również są jadalne. Czosnek słoniowy jest mało rozpowszechniony w Polsce, coraz popularniejszy staje się w Stanach Zjednoczonych ze względu na swój łagodny smak i zapach, co powoduje, że jest świetną alternatywą dla czosnku pospolitego.

Celem badań było zestawienie danych literaturowych na temat zawartości związków aktywnych w liściach, kwiatostanach i cebulach trzech gatunków czosnków: pospolitego (*Allium sativum* L.), niedźwiedziego (*Allium ursinum* L.) i słoniowego (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*) oraz ich wartości odżywczej i zastosowania.

Czosnek pospolity

Czosnek pospolity jest byliną, którą uprawia się jako roślinę jednoroczną. Osiąga wysokość 20–100 cm. Podziemną częścią rośliny jest cebula, zwana główką, złożona z kilku cebulek zwanych ząbkami. Blaszki liściowe są równowąskie, lancetowato wydłużone, barwy ciemnozielonej. Niektóre formy czosnku tworzą pędy kwiatostanowe zakończone główkowatym baldachem, w którym oprócz zmarniałych kwiatów znajdują się drobne cebulki powietrzne używane do rozmnażania lub do konsumpcji. Owoców i nasion czosnek prawie w ogóle nie wytwarza, dlatego rozmnaża się go niemal wyłącznie wegetatywnie⁵. W uprawie spotyka się wiele form lokalnych oraz odmian hodowlanych, różniących się wymaganiami klimatycznymi

⁴ E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, *The enhancing effect of plants growth biostimulants in garlic cultivation on the chemical composition and level of bioactive compounds in the garlic leaves, stems and bulbs*, "Not. Bot. Horti Agrobi." 2019, nr 47(1), s. 81–91.

⁵ E. Frankowska, *Czosnek dla zdrowia i smaku*, Wyd. ASTRUM, Wrocław 2012.

i glebowymi, cyklem rozwojowym, wielkością i plonem cebul oraz ich składem chemicznym⁶.

Powszechnie stosowanym organem jadalnym czosnku pospolitego jest podzielona na ząbki cebula, natomiast liście i łodygi są odrzucane podczas obróbki technologicznej⁷. Niemniej jednak uprawa czosnku na zielone liście młodych roślin staje się w ostatnich latach coraz bardziej popularna⁸. Jest to alternatywa poszerzająca możliwość dostępności na rynku świeżych warzyw, zwłaszcza w okresie wiosennym – od marca do maja, gdy w sklepach brakuje już dobrej jakości główek czosnku. Dlatego uprawa czosnku nakierowana na zbiór młodych liści oraz młodej, jeszcze niepodzielonej cebuli mogłaby wzbogacić gamę warzyw dostępnych wiosną. W Polsce tego typu uprawa dopiero zaczyna nabierać rozpędu, natomiast w wielu krajach, zwłaszcza azjatyckich, o ugruntowanej kulturze spożywania warzyw liściastych, jest ona powszechna od wielu lat⁹. W Azji Środkowej, skąd pochodzi czosnek, w medycynie ludowej wykorzystuje się wszystkie jego części¹⁰. Kamruzzaman i in.¹¹ określają liście i łodygi czosnku jako zielony, jadalny materiał o charakterystycznym ostrym smaku i wysokiej zawartości białka. Bachmann i Hinman¹² podają, że zielone młode liście można zbierać z niedojrzałej jeszcze rośliny sadzonej jesienią. Zbiera się je na poziomie gruntu, wiąże w pęczki i pęczce. Liście muszą być delikatne i mieć ok. 20 cm długości. Zbiór można powtórzyć jeszcze dwukrotnie. Okres zbiorów liści w krajach o klimacie umiarkowanym

⁶ A. Rumińska, A. Ożarowski, *Leksykon roślin leczniczych*, PWRiL, Warszawa 1990, s.127, s. 135.

⁷ F. Kallel, D. Driss, F. Chaari, L. Belghith, F. Bouaziz, R. Ghorbel, S.E. Chaabouni, *Garlic (Allium sativum L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: Influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties*, "Industrial Crops and Products" 2014, nr 62, s. 34–41.

⁸ E. Rekowska, K. Skupień, *Ocena plonowania oraz składu chemicznego czosnku ozimego uprawianego na zbiór pęczkowy*, „Central European Agriculture” 2008, nr 9(4), s. 711–714.

⁹ C. Wu, M. Wang, Y. Dong, Z. Cheng, H. Meng, *Effect of plant age and vernalization on bolting, plant growth and enzyme activity of garlic (Allium sativum L.)*, "Scientia Horticulturae" 2016, nr 201, s. 295–305.

¹⁰ P. Mikaili, S. Maadirad, M. Moloudizargari, S. Aghajanshakeri, S. Sarahroodi, *Therapeutic uses and pharmacological properties of garlic, shallot and their biologically active compounds*, "Iranian Journal of Basic Medical Sciences" 2013, nr 16(10), s. 1031–1048; NC. Shah, *Allium sativum (Garlic): The folk and modern uses – part I*, "The Scitech Journal" 2014, nr 1(5), s. 31–36.

¹¹ M. Kamruzzaman, A. Torita, Y. Sako, M. Al-Mamun, H. Sano, *Effects of feeding garlic stem and leaf silage on rates of plasma leucine turnover, whole body protein synthesis and degradation in sheep*, "Small Ruminant Research" 2011, nr 99, s. 37–43.

¹² J. Bachmann, T. Himman, *Garlic: Organic Production*, "ATTRA – National Sustainable Agriculture Information Service" 2008.

przypada na koniec marca do końca kwietnia. W cieplejszym klimacie może to nastąpić wcześniej. W badaniach można znaleźć jeszcze inną możliwość wykorzystania czosnku – na zbiór młodych, niepodzielonych jeszcze cebul wraz z liśćmi. Taki zbiór można wykonać z upraw założonych z bardzo drobnych ząbków¹³ lub cebulek powietrznych¹⁴.

W dobie zainteresowania kulinarnego jadalnymi kwiatami zwraca się także uwagę na pozyskanie pędu kwiatostanowego czosnku. Już od dawna znana jest prawidłowość, że zabieg usuwania pędów w ściśle określonym momencie okresu wegetacyjnego czosnku może powodować wzrost plonu ogólnego cebul o ponad 30%, przyczynia się także do wzrostu odsetka cebul o większej średnicy. Efekt usuwania pędów jest w dużej mierze zależny od odmiany, warunków uprawy i czasu wykonania zabiegu¹⁵. Usunięte pędy kwiatostanowe mogą być wykorzystane jako źródło fitoncydów i zastosowane do produkcji naturalnych fungicydów i insektycydów¹⁶. W ostatnich czasach jednakże rozwija się trend konsumpcyjnego wykorzystania młodych pędów kwiatostanowych. Pędy nadają się na żywność, ponieważ ich wartość odżywcza jest porównywalna z wartością odżywczą cebul, a zawartość związków bioaktywnych, takich jak polifenole, i ich działanie przeciwutleniające jest jeszcze wyższe. Informacje na temat spożycia młodych pędów kwiatostanowych czosnku można znaleźć w raportach Gonzáleza i in.¹⁷ oraz Shiga i in.¹⁸ Kamruzzaman i in.¹⁹ podaje, że zielony materiał z czosnku, tj. liście i pędy kwiatostanowe, mogą być stosowane także jako pasza dla zwierząt.

¹³ Ibidem.

¹⁴ A. Kopeć, J. Skoczylas, E. Jędrszczyk, R. Francik, B. Bystrowska, J. Zawistowski, *Chemical composition and concentration of bioactive compounds in garlic cultivated from air bulbils*, "Agriculture" 2020, nr 10(2), s. 40.

¹⁵ C.I. Rosen, CBS. Tong, *Yield, dry matter partitioning, and storage quality of hardneck garlic as affected by soil amendments and scape removal*, "HortScience" 2001, nr 36(7), s. 1235–1239; N. Garg, K. Sekhon, *Earliness, yield and bulb parameters of hardneck garlic (Allium sativum L.) as influenced by leaf knotting and scape removal in north Indian plains*, "Journal of Spices and Aromatic Crops" 2016, nr 25(2), s. 182–186.

¹⁶ A. Buczkowska, M. Rochalska, *Wykorzystanie allomonów roślinnych do ochrony plantacji roślin uprawnych przed szkodliwymi owadami*, "Postępy Nauk Rolniczych" 2010, nr 3, s. 19–32.

¹⁷ R.E. González, M.M. Sance, V.C. Soto, C.R. Galmarini, *Garlic scape, an alternative food with human health benefits*, "Acta Horticulture" 2012, nr 969, s. 233–237.

¹⁸ Y. Shiga, S. Tsutsui, T. Mikami, *Morphological characteristics and ancestry of Japanese garlic clones – An overview*, "Journal of Applied Horticulture" 2015, nr 17(3), s. 210–212.

¹⁹ M. Kamruzzaman, A. Torita, Y. Sako, M. Al-Mamun, H. Sano, op. cit., s. 37–43.

Czosnek niedźwiedzi

Czosnek niedźwiedzi (*Allium ursinum* L.) to dzika bylina szeroko rozpowszechniona w Europie i Azji, z wyjątkiem terenów położonych powyżej 1900 m n.p.m. Faza aktywnego wzrostu czosnku dzikiego trwa od trzech do czterech miesięcy i rozpoczyna się wczesną wiosną, od końca lutego do początku marca, i trwa do początku lata²⁰. Roślina osiąga wysokość od 15 do 50 cm i charakteryzuje się podziemną, wąską, wydłużoną na 2–6 cm cebulą. Liście są duże, osadzone na długich ogonkach. Błazka liściowa ma długość 10–25 cm oraz 4–7 cm szerokości²¹, jest miękka i żywo zielona, o bardzo intensywnym aromacie. Roślina tworzy zazwyczaj dwa liście, czasem trzy²². Kwiatostan czosnku niedźwiedziego składa się z małych, śnieżnobiałych, gwiazdkowatych kwiatów, zebranych w szczytowy, kulisty, bezcebulkowy baldaszek. Owocem jest torebka zawierająca 6 nasion. Kwitnienie przypada na okres od kwietnia do maja. Kwiaty są samopylne, mimo to chętnie odwiedzane przez pszczoły i inne owady. Mają bardzo przyjemny, miodowy zapach. Po przekwitnięciu czosnek niedźwiedzi dość szybko traci liście²³. Pęd z dojrzałym owocostanem na wierzchołku przewraca się, a nasiona wysiewają w pobliżu rośliny macierzystej, co gwarantuje odnowienie się populacji. Wkrótce potem cała roślina zanika, by następnej wiosny pojawić się znowu²⁴. Czosnek niedźwiedzi zbierany jest zazwyczaj jako gatunek rośliny dzikiej z siedlisk naturalnych, jednak w niektórych krajach, w tym w Polsce, gatunek ten znajduje się na liście roślin chronionych, dlatego nie ma możliwości jego swobodnego pozyskiwania ze stanowisk naturalnych²⁵. Zezwolenie Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska dopuszcza możliwość zbioru ręcznego ze stanowisk na obszarze województwa śląskiego, małopolskiego i podkarpackiego, z tym że należy pozostawić nie mniej, jak 75% populacji.

Jadalne są wszystkie części rośliny, ale najczęściej spożywane są cebule i liście. Do spożycia liście zbiera się w okresie kwitnienia. W wielu krajach, od Anglii po Kamczatkę, są popularną przyprawą.

²⁰ D. Sobolewska, I. Podolak, J. Makowska-Wąs, *Allium ursinum: botanical, phytochemical and pharmacological overview*, "Phytochem." 2015, Rev. 14, s. 81–97.

²¹ F. Rose, C. O'Reilly, *The Wild Flower*, "Key" 2006, s. 515.

²² F. Cincura, V. Ferakova, J. Majovsky, L. Somsak, J. Zaborsky, *Pospolite rośliny środkowej Europy*, PZWŁ, Warszawa 1990, s. 312.

²³ A. i W. Bilińscy, *Rośliny chronione w Polsce*, Videograf II, Katowice 2006, s. 17.

²⁴ U. Bühring, *Wszystko o ziołach*, „Świat Książki” 2010, s. 58–61.

²⁵ Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunków roślin, Dz.U. z 2012 r. poz. 81.

Wykorzystuje się je do przygotowania sałatek, pesto czy marynaty do mięs. Można je także jeść na świeżo w celu wzmacniania odporności na wiosnę, w postaci dodatku do kanapek. W niektórych gospodarstwach agroturystycznych w Polsce wykorzystuje się pędy kwiatostanowe czosnku niedźwiedziego, zarówno w postaci świeżej, jak i marynowanej. Cebule czosnku dzikiego natomiast wykorzystuje się w taki sam sposób, jak cebule czosnku zwyczajnego²⁶.

Do celów leczniczych natomiast wykorzystuje się liście lub ziele (*Allii ursini folium*/*Allii ursini herba*) zbierane w kwietniu i maju oraz cebule (*Allii ursini bulbus*) zbierane we wrześniu i październiku²⁷.

Czosnek słoniowy

Czosnek słoniowy (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum* L.) przypomina wyglądem czosnek pospolity, ale jest od niego większy. Roślina może osiągnąć wysokość 80–100 cm. Blisko spokrewniony z porem czosnek słoniowy wytwarza bardzo dużą główkę, osiągającą masę nawet 500 g, złożoną zaledwie z 3–5 dużych ząbków, o łagodnym smaku czosnku²⁸. Kwiatostan jest podobny do pora, z różowymi lub białoróżowymi kwiatami w kulistych baldachach. Liście ma duże, lancetowate, niebieskawozielone. Zachodzą ściśle na siebie, tworząc, podobnie jak u pora, łodygę rzekomą. Rozmnaża się go z ząbków lub cebulek przybyszowych, wyrastających u podstawy cebuli, rzadko z nasion²⁹. Jego nazwa nie tyle wywodzi się od wielkości cebul, ile od koloru kojarzącego się z kością słoniową.

Czosnek słoniowy jest najsłabiej rozpropagowany w produkcji i konsumpcji, jednakże obserwuje się, iż jego popularność od kilku lat rośnie w USA z powodu łagodniejszego smaku i zapachu niż czosnek pospolity. Stanowi dobrą alternatywę w kuchni, zachowując korzystne

²⁶ E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, *The enhancing effect of plants growth biostimulants in garlic cultivation on the chemical composition and level of bioactive compounds in the garlic leaves, stems and bulbs*, "Not. Bot. Horti Agrobo." 2019, nr 47(1), s. 81–91; D. Sobolewska, I. Podolak, J. Makowska-Wąs, op. cit., s. 81–97; C. Wu, M. Wang, Y. Dong, Z. Cheng, H. Meng, *Effect of plant age and vernalization on bolting, plant growth and enzyme activity of garlic (*Allium sativum* L.)*, "Scientia Horticulturae" 2016, nr 201, s. 295–305; N.S. Radulović, A.B. Miltojević, M.B. Stojković, P.D. Blagojević, *New volatile sulfur-containing compounds from wild garlic (*Allium ursinum* L., Liliaceae)*, "Food Research International." 2015, nr 78, s. 1–10.

²⁷ S. Lachowicz, J. Oszmiański, R. Wiśniewski, op. cit., s. 1269–1280.

²⁸ R. Engeland, *Growing Great Garlic: The Definitive Guide for Organic Gardeners and Small Farmers*, "Filaree Farms" 1991, s. 226.

²⁹ R.K. Dhall, *Fertility Restoration, True Seed production and Breeding of Garlic. National Horticultural Research and Development Foundation*, "Brain Storming Session On Garlic" 2016, s. 57–74.

wartości odżywcze, i poszerza ofertę gatunków zwiększającą bioróżnorodność wśród warzyw. Jego cebule są bogate w białko i składniki mineralne, zwłaszcza potas, magnez i wapń³⁰. Gough³¹ sugeruje, że jest to specjalność dla osób, które chcą łagodniejszego czosnku lub potrzebują większego zębka ze względu na zmniejszoną sprawność ruchową lub artretyzm. Na Ukrainie podejmowane są próby wprowadzenia go do uprawy, gdyż z ekonomicznego punktu widzenia jego produkcja jest bardziej opłacalna niż czosnku pospolitego³².

Tradycyjnie wykorzystywanym organem spożywczym czosnku słońskiego jest cebula oraz łodyga rzekoma, utworzona przez nachodzące na siebie liście. Organy te są spożywane jako warzywo lub jako przyprawa w wielu krajach śródziemnomorskich. Jako warzywo bywa spożywane na surowo, częściej jednak gotowane i doprawiane oliwą i octem, smażone lub mieszane z innymi składnikami³³. Podobnie jak w czosnku pospolitym zabieg usunięcia pędu kwiatostanowego zwiększa plonowanie, przy czym u czosnku pospolitego jest to na poziomie 24,5–27,9% w zależności od odmiany, natomiast u słońskiego 35,0–35,5%³⁴.

Wartość odżywcza czosnku pospolitego i zawartość substancji bioaktywnych

Cebula czosnku pospolitego charakteryzuje się dużą wartością energetyczną, 100 g dostarcza aż 104–149 kcal, co było cenione już w starożytności, gdzie spożywano ją w celach energetyzujących. Cebule czosnku zawierają również dużą ilość białka (5,3–6,4%) i węglowodanów (28,2–32,6%). Spośród składników mineralnych zawartością wyróżnia się potas (373–400 mg/100 g), magnez (25 mg/100 g), żelazo (1,7–2,2 mg/100 g) oraz fosfor (64–153 mg/100 g)³⁵. Czosnek pospolity

³⁰ P. Dey, K. Khaled, *An extensive review on Allium ampeloprasum a magical herb*, Department of home science, Calcutta University, 20B, Judges Court Road, Kolkata-27, India 2015.

³¹ R. Gough, *Growing Garlic in Montana*, Montana State University Extension Service, "Publication# MT 9904 Agriculture" 1999.

³² O. Ulianych, V. Yatsenko, I. Didenko, N. Vorobiova, O. Kuhnyuk, O. Lazariev, S. Tretiakova, *Agrobiological evaluation of Allium ampeloprasum L. variety samples in comparison with Allium sativum L. cultivars*, "Agronomy Research", nr 17(4), s. 1788–1799.

³³ P. Dey, K. Khaled, op. cit.

³⁴ J. Bachmann, T. Himman, op. cit.

³⁵ NC. Shah, op. cit., s. 31–36; S. Ourouadi, H. Moumene, N. Zaki, A. Boulli, A. Ouattmane, A. Hasib, *Garlic (Allium sativum): a source of multiple nutraceutical and functional components (Review)*, "Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences" 2016, nr 1, s. 9–21.

jest rośliną bogatą w witaminy. Zawiera szczególnie dużo witaminy C (14–30 mg/100 g św.m.) i witaminy B₆ (1,2 mg/100 g św.m.), a także kwas foliowy (3 mg/100 g św.m.)³⁶.

Swoje właściwości lecznicze cebula czosnku zawdzięcza głównie związkom siarki, zawartym w dużych ilościach (1–3%) w ząbkach³⁷. Najbardziej aktywna biologicznie jest alliocyna, która nie występuje w czosnku o nienaruszonej strukturze komórkowej, gdyż powstaje w wyniku enzymatycznej reakcji dopiero po jej zmiążdżeniu³⁸. Wtedy to enzym alliinaza znajdujący się pierwotnie w wakuolach łączy się z nieaktywną alliną, bezbarwną, bezzapachową, krystaliczną substancją i w zaledwie kilka sekund przekształca ją do alliicyny³⁹. To właśnie alliocyna jest odpowiedzialna za charakterystyczny smak i zapach czosnku i jego silne działanie prozdrowotne⁴⁰. Ząbki czosnku zawierają ok. 1,7% alliiny i 2,8% alliinazy. Ilość powstałej w reakcji alliicyny jest niestała i waha się od 1,61–13,03% suchej masy. Młode cebule czosnku także zawierają alliocynę, choć w mniejszej ilości⁴¹.

Innymi biologicznie czynnymi substancjami w cebuli czosnku są γ -glutamylcysteina, ajoen, S-allilocysteina, S-metylocysteina, S-alliomeraptocysteina oraz flawonoidy, m.in. kwercetyna i kempferol⁴². Świeże cebule zawierają 0,09–0,35% olejku eterycznego, który można wyodrębnić metodą destylacji parowej. Jego głównymi składnikami są siarczki diallilowy (57%) oraz siarczki allilo-metylowy (37%)⁴³.

Liście czosnku zawierają od 13,08 do 17,76% suchej masy, w tym 4,56–6,60% cukrów, są bogate w witaminę C (16,21–19,66 mg/100 g św.m.), błonnik (1,35–2,18%) i chlorofil (1,012–1,601 mg/kg św.m.).

³⁶ G. Goncagul, E. Ayaz, *Antimicrobial Effect of Garlic (Allium sativum) and Traditional Medicine*, "Journal of Animal and Veterinary Advances" 2010, nr 9, z. 1, s. 1–4; S. Ourouadi, H. Moumene, N. Zaki, A. Boulli, A. Ouattmane, A. Hasib, op. cit., s. 9–21; H. Kunachowicz, I. Nadolna, K. Iwanow, B. Przygoda, *Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw*, Wyd. PZWŁ, Warszawa 2015.

³⁷ S. Ankri, D. Mirelman, *Antimicrobial properties of alliin from garlic*, "Microbes and Infection" 1999, nr 2, s. 125–129.

³⁸ M. Arzanlou, S. Bohlooli, *Introducing of green garlic plant as a new source of alliin*, "Food Chemistry" 2010, nr 120, s. 179–183.

³⁹ NC. Shah, op. cit., s. 31–36.

⁴⁰ L. Gitin, R. Dinica, C. Neagu, L. Dumitrascu, *Sulfur compounds identification and quantification from Allium spp. fresh leaves*, "Journal of Food and Drug Analysis" 2014, nr 22, s. 425–430.

⁴¹ M. Arzanlou, S. Bohlooli, op. cit., s. 179–183.

⁴² NC. Shah, op. cit., s. 31–36.

⁴³ K. Tripathi, *A Review – Garlic, the Spice of Life (Part –I)*, "Asian J. Research Chem." 2009, nr 2, s. 8–13; A. Kędzia, *Olejek czosnkowy – skład chemiczny, działanie farmakologiczne i lecznicze*, "Postępy fitoterapii" 2009, nr 9, z. 3, s. 198–203.

Dyduch i Najda⁴⁴ podkreślają, że skład liści jest porównywalny do innych warzyw, takich jak kapusta włoska, brukiew, brukselka, jarmuż, biała kapusta. Badania Piątkowskiej i in.⁴⁵ wskazują, że zawartość allicyny w liściach jest na podobnym poziomie albo wyższa niż w cebulach. Badania Skoczylas i in.⁴⁶ wykazały 17 związków polifenolowych w ząbkach i liściach czosnku, przy czym liście zawierały statystycznie większe ilości wszystkich oznaczonych polifenoli, z wyjątkiem epikatechiny, kwasu kawowego (mniej niż w ząbkach) i mirycetyny (bez różnic). Na podstawie badań stwierdzono, że liście są porównywalnym lub wyższym źródłem składników aktywnych niż cebule czosnku.

Baliga i in.⁴⁷ wykazali, że pędy kwiatostanowe czosnku pospolitego są bogatym źródłem białka (1,4–12,1%), węglowodanów (9,4–81%), błonnika (0,8–6,9%), witaminy C (44–379,3 mg%), wapnia (25–215 mg%), fosforu (46–397 mg%) oraz żelaza (0,9–7,8 mg%), dlatego warto prześledzić ich konsumpcję i wdrożyć ich spożycie na co dzień. W uprawie czosnku jest to część rośliny, której i tak pozbywamy się, gdy tylko się pojawia, dlatego warto znaleźć dla niej wykorzystanie w sztuce kulinarnej. Pędy kwiatostanowe z pewnością sprawdzą się w różnego rodzaju sałatkach czy orientalnych daniach kuchni azjatyckiej.

Tab. 1. Wartość odżywcza i aktywność antyoksydacyjna liści, pędów kwiatostanowych oraz cebul czosnku pospolitego

Badany parametr	Liście	Pędy kwiatostanowe	Cebule	Piśmiennictwo
Sucha masa (%)	13,31	24,02	40,44	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, op. cit., s. 81–91.
	14,40	19,42	41,51	badania własne

⁴⁴ J. Dyduch, A. Najda, *Yielding and quality of garlic leaves. Part II. Primary metabolites*, "Electronic Journal of Polish Agricultural Universities" 2011, nr 14, z. 2.

⁴⁵ E. Piątkowska, A. Kopeć, T. Leszczyńska, *Basic chemical composition, content of micro and macroelements and antioxidant activity of different varieties of garlic's leaves polish origin*, "Żywność. Nauka. Technologia. Jakość." 2015, nr 1 (98), s. 181–189.

⁴⁶ J. Skoczylas, E. Jędrszczyk, K. Dziadek, E. Dacewicz, A. Kopeć, *Basic chemical composition, antioxidant activity and selected polyphenolic compounds profile in garlic leaves and bulbs collected at various stages of development*, "Molecules" 2023, nr 28, s. 6653.

⁴⁷ M. Baliga, A.R. Shivashankara, P.L. Palatty, J.J. Dsouza, *Protective effect of garlic (Allium sativum L.), "Against Atherosclerosis"* 2013, s. 591–607.

Zawartość substancji aktywnych w różnych częściach użytkowych...

Białko (g/100 g s.m.)	29,25	13,94	20,32	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, op. cit., s. 81–91.
Tłuszcz (g/100 g s.m.)	3,18	1,3	0,97	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, op. cit., s. 81–91.
Węglowodany ogółem (g/100 g s.m.)	57,22	81,36	73,32	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, op. cit., s. 81–91.
Węglowodany przyswajalne (g/100 g św.m.)	1,785	3,810	5,475	badania własne
Błonnik (g/100 g s.m.)	38,86	25,44	26,82	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, op. cit., s. 81–91.
Popiół (g/100 g s.m.)	10,36	3,4	5,39	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, op. cit., s. 81–91.
Witamina C (mg/100 g s.m.)	201,38-434,18	-	23,60-31,40	J. Skoczylas, E. Jędrszczyk, K. Dziadek, E. Dacewicz, A. Kopeć, op. cit., s. 6653.
Witamina C (mg/100 g św.m.)	9,65	6,67	6,48	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, op. cit., s. 81–91.
	88,88	87,27	43,61	badania własne
Glutation (μ g/1g św. m.)	60	28	28	badania własne

Polifenole ogółem (mg/100 g św.m.)	1344,73	-	373,08	J. Skoczylas, E. Jędrszczyk, K. Dziadek, E. Dacewicz, A. Kopeć, op. cit., s. 6653.
	241,73	144,95	38,67	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, P. Bucki, A. Ambroszczyk, B. Skowera, op. cit., s. 81–91.
	1937	1684	741	badania własne
Aktywność antyoksydacyjna (% DPPH)	31,26	-	6,46	J. Skoczylas, E. Jędrszczyk, K. Dziadek, E. Dacewicz, A. Kopeć, op. cit., s. 6653.
	63,58	18,84	29,67	badania własne

Źródło: opracowanie własne.

Wielu autorów podkreśla, że skład chemiczny czosnku zmienia się wraz z wiekiem rośliny. Skoczylas i in.⁴⁸ wykazali, że młode liście czosnku pospolitego, zebrane w maju, były lepszym źródłem białka, tłuszczu i witaminy C niż liście rośliny w pełni rozwiniętej (zebrane w lipcu). W miarę rozwoju rośliny w liściach wzrósł jedynie poziom węglowodanów ogółem. W ząbkach czosnku natomiast stwierdzono mniejszą zmienność składu chemicznego podczas rozwoju. Młode ząbki, zebrane w maju, w porównaniu do tych w pełni rozwiniętych, zebranych w lipcu, zawierały więcej białka, tłuszczu i popiołu. Także badania Kopeć i in.⁴⁹ wskazują, że czosnek pospolity uprawiany z cebulek powietrznych i zebrany w maju jako roślina niedojrzała miał najlepsze cechy pod względem składników bioaktywnych. Autorzy podkreślają, że profil bioaktywny czosnku jest zależny od terminu zbioru, a stężenie substancji bioaktywnych maleje wraz z dojrzałością rośliny. Dlatego młody, niedojrzały czosnek, spożywany z niepodzieloną cebulą wraz z liśćmi ma największy potencjał do wykorzystania ze względu na swoje korzyści zdrowotne. Podobną zależność zmian

⁴⁸ J. Skoczylas, E. Jędrszczyk, K. Dziadek, E. Dacewicz, A. Kopeć, op. cit., s. 6653.

⁴⁹ A. Kopeć, J. Skoczylas, E. Jędrszczyk, R. Francik, B. Bystrowska, J. Zawistowski, op. cit., s. 40.

w aktywności związków zauważyli Voca i in.⁵⁰ badając czosnek niedźwiedzi. Liście młodego czosnku niedźwiedziego, pobrane jeszcze przed kwitnieniem, odznaczały się wyższą zawartością witaminy C (średnio 55,64 mg/100 g s.m.), związków polifenolowych (średnio 173,18 mg GAE/100 g s.m.) i flawonoidowych (średnio 100,4 mg GAE/100 g s.m.) i odznaczały się wyższą aktywnością antyoksydacyjną w porównaniu do liści starszych, pobranych po kwitnieniu. W starszych liściach autorzy wykazali wzrost jedynie barwników chlorofilowych i karotenoidowych.

Wartość odżywcza czosnku niedźwiedziego i zawartość substancji bioaktywnych

Czosnek niedźwiedzi od dawna stosowany jest w medycynie ludowej w leczeniu wielu dolegliwości. Jednakże badania dotyczące jego składu chemicznego i odżywczego oraz aktywności farmakologicznej są prowadzone od stosunkowo niedawna i w niewielkiej liczbie. Voca i współpracownicy⁵¹ wręcz podkreślają, iż czosnek niedźwiedzi jest jednym z najmniej docenianych gatunków roślin, zwłaszcza pod względem żywieniowym.

Badania Jędrszczyk i in.⁵² wykazały, iż czosnek niedźwiedzi jest cennym źródłem składników odżywczych i przeciwutleniaczy, a jego wartość odżywcza i lecznicza zależy od części użytkowej. Największą wartość odżywczą miały liście, następnie pędy kwiatostanowe i cebule. Autorzy podkreślili, że liście były najlepszym źródłem białka (22,93%) i tłuszczu (3,65%), a także witaminy C (36,95 mg%). Odnaczały się także wyższą niż cebule zawartością magnezu, potasu, fosforu i manganu. Także w liściach stwierdzono najwyższą aktywność przeciwutleniającą, głównie ze względu na dużą zawartość kwasu askorbinowego, glutationu i związków fenolowych. Piątkowska i in.⁵³ Podkreśla, że liście czosnku niedźwiedziego zawierają dużo składników mineralnych, takich jak potas, cynk, żelazo i magnez, co czyni je doskonałym uzupełnieniem codziennej diety.

⁵⁰ S. Voca, J. Šic Žlabur, S. Fabek, M. Peša, N. Opačič, S. Radman, S. *Neglected Potential of Wild Garlic (Allium ursinum L.)—Specialized Metabolites Content and Antioxidant Capacity of Wild Populations in Relation to Location and Plant Phenophase.* "Horticulturae" 2022, s. 8, 24.

⁵¹ Ibidem.

⁵² E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, *Proximate chemical composition and concentrations of selected bioactive compounds in the leaves, stems and bulbs of wild garlic (Allium ursinum L.)*, "Fresenius Environmental Bulletin" 2019, nr 28, z. 6, s. 4778–4785.

⁵³ E. Piątkowska, A. Kopeć, T. Leszczyńska, op. cit., s. 181–189.

Czosnek niedźwiedzi należy do gatunku *Allium* typu metiina/alliina, co oznacza, że zawiera głównie mieszaninę sulfotlenku (+)-S-metylo-L-cysteiny (metyny) i (+)-S-allilo-L-cysteiny. O jego wartości prozdrowotnej decydują też związki polifenolowe. Liście dzikiego czosnku zawierają duże ilości kwasu ferulowego, wanilinowego, kwasu p-kumarowego, a także flawonoidów⁵⁴. Ponadto różne części czosnku niedźwiedziego zawierają 18 związków należących do naturalnych barwników roślinnych: karotenoidów (11) i chlorofilów (7). Stwierdzono, że najwięcej związków aktywnych zawierały liście, a najmniejszą ich zawartość stwierdzono w cebulach⁵⁵.

Badania Jędrszczyk i in.⁵⁶ wykazały, że pędy kwiatostanowe czosnku niedźwiedziego okazały się najlepszym w porównaniu do liści i cebul źródłem węglowodanów (4,58 g/100 g), ale najślabszym źródłem białek (11,18 g/100 g). Pędy odznaczały się też najniższą aktywnością antyoksydacyjną.

Badania Lachowicz i in.⁵⁷ uszeregowały poziom aktywności antyoksydacyjnej (analiza metodą FRAP oraz ABTS) w poszczególnych organach czosnku niedźwiedziego następująco: liście > cebule > kwiaty > pędy (Tab. 2).

Tab. 2. Aktywność antyoksydacyjna poszczególnych organów czosnku niedźwiedziego ($\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$)

	Liście	Cebule	Kwiaty	Pędy
ABTS	91,7	50,9	45,1	37,1
FRAP	11,7	5,8	5,3	2,7

Źródło: S. Lachowicz, J. Oszmiański, R. Wiśniewski, *Determination of triterpenoids, carotenoids, chlorophylls, and antioxidant capacity in Allium ursinum L. at different times of harvesting and anatomical parts*, "European Food Research and Technology" 2018, nr 244.

Sobolewska i in.⁵⁸, powołując się na badania Sendla i Wagnera (1991), podają, że zawartość tiosulfinianów w ekstraktach chloroformowych z liści i cebulek czosnku niedźwiedziego (alliicyny, tiosulfinianu alliilometylu i/lub metyloalliilu oraz tiosulfinian dimetylu) była wyższa w cebulach.

⁵⁴ D. Sobolewska, I. Podolak, J. Makowska-Wąs, op. cit., s. 81–97.

⁵⁵ S. Voca, J. Šic Žlabur, S. Fabek, M. Peša, N. Opačić, S. Radman, op. cit., s. 8, 24.

⁵⁶ E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.

⁵⁷ S. Lachowicz, J. Oszmiański, R. Wiśniewski, op. cit., s. 1269–1280.

⁵⁸ D. Sobolewska, I. Podolak, J. Makowska-Wąs, op. cit., s. 81–97.

Tab. 3. Wartość odżywcza i aktywność antyoksydacyjna liści, pędów kwiatostanowych oraz cebul czosnku niedźwiedziego

Badany parametr	Liście	Pędy kwiatostanowe	Cebule	Piśmiennictwo
Sucha masa (%)	10,28	10,43	27,26	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.
	7,44	12,65	23,33	Badania własne
Białko (g/100 g s.m.)	22,93	11,18	20,22	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.
Tłuszcz (g/100 g s.m.)	3,65	1,2	0,79	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.
Węglowodany ogółem (g/100 g s.m.)	2,36	4,58	1,84	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.
Węglowodany przyswajalne (g/100 g s.m.)	1,09	1,185	1,185	badania własne
Popiół (g/100 g s.m.)	7,73	7,06	3,41	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.
Witamina C (mg/100 g św.m.)	36,95	29,81	5,77	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.
	49,84	74,76	49,84	badania własne

Glutation ($\mu\text{g}/1\text{g}$ św.m.)	48,36	0	23,28	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.
	43	30	30	badania własne
Polifenole ogółem ($\text{mg}/100\text{ g}$ św.m.)	342	280	165	E. Jędrsz- czyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.
	1239	887	1475	badania własne
Aktywność antoksy- dacyjna (% DPPH)	12,36	11,84	12,56	E. Jędrszczyk, A. Kopeć, M. Szymanowski, B. Skowera, op. cit., s. 4778–4785.
	25,27	12,72	12,97	badania własne

Źródło: opracowanie własne.

Wartość odżywcza czosnku słonowego i zawartość substancji bioaktywnych

Dey i Khaled⁵⁹ wykazały, że cebule czosnku słonowego dostarczają w 100 g: 35 kcal, 1,9 g białka, 5,9 g cukrów, 3,3 g błonnika. Czosnek słonowy jest także bogaty w potas (310 mg%), wapń (63 mg%), mangan (188 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) oraz dostarcza 1,1 mg żelaza. Autorzy wykazali także, że jest źródłem witaminy C (18 mg%), β -karotenu (49 $\mu\text{g}\%$) oraz folianów (86 $\mu\text{g}\%$). Zdecydowanie wyższą zawartość składników odżywczych w cebulach podaje Ulijach i in.⁶⁰ Autorzy badali dwa ekotypy czosnku słonowego i wykazali (na 100 g): 152,3–159,7 kcal, 4,5–6,1 g białka, 0,12–0,15 g tłuszczu, 31,7–35,1 g węglowodanów.

W literaturze brak badań porównujących wartość odżywczą i aktywność antyoksydacyjną poszczególnych organów jadalnych czosnku słonowego. Wobec powyższego w tabeli 4 znajdują się głównie wyniki badań własnych przeprowadzonych w 2022 r.

⁵⁹ P. Dey, K. Khaled, op. cit.

⁶⁰ O. Ulianych, V. Yatsenko, I. Didenko, N. Vorobiova, O. Kuhnyuk, O. Lazariev, S. Tretiakova, op. cit., s. 1788–1799.

Tab. 4. Wartość odżywcza i aktywność antyoksydacyjna liści, pędów kwiatostanowych oraz cebul czosnku słoniowego

Badany parametr	Liście	Pędy kwiatostanowe	Cebule	Piśmiennictwo
Węglowodany (g/100 g św.m.)	2,075	2,535	9,905	badania własne
Witamina C (mg/100 g św.m.)	88,88	137,07	43,61	badania własne
Glutation ($\mu\text{g}/1\text{ g św.m.}$)	82	26	42	badania własne
Polifenole ogółem ($\mu\text{g}/\text{mg}$ ekstaktu)	10,32–15,27	9,55–14,75	12,75–17,18	C. Emir, G. Coban, A. Emir, op. cit., s. 49–59
Polifenole ogółem (mg/100 g św.m.)	1796	2159	889	badania własne
Aktywność antyoksydacyjna (% DPPH)	27,91	31,78	31,91	badania własne

Źródło: opracowanie własne.

Właściwości lecznicze czosnku słoniowego wynikają głównie z obecności wielu bioaktywnych składników zawierających siarkę, do których należą: disiarczek dimetylu, disiarczek metylu propenyłu, disiarczek propylu propenyłu, trisiarczek dimetylu, trisiarczek metylu i propylu, trisiarczek metylu propenyłu, sulfotlenek S-metylocysteiny, sulfotlenek S-propylocysteiny, sulfotlenek S-propenylocysteiny oraz N-(γ -glutamilo)-S-(E-1-propenylo)cysteina. Dey i Kallied⁶¹ wykazali, że czosnek słoniowy wyróżnia się w rodzaju *Allium* ze względu na zawartość ośmiu różnych tiosulfonianów, znanych z właściwości przeciwbakteryjnych. Badania sugerują, że może być równie silny jak standardowy czosnek w działaniu antybiotycznym.

García-Herrera i in.⁶² wskazali na obecność fenoli i flawonoidów oraz kwasów organicznych w dzikich populacjach czosnku słoniowego. Potwierdzają to badania Emira i in.⁶³, który z cebul czosnku słoniowego.

⁶¹ P. Dey, K. Khaled, op. cit.

⁶² P. García-Herrera, P. Morales, P. Fernández-Ruiz, V. Sánchez-Mata, M. Cámara, M. Carvalho, A. Ferreira, I. Pardo-de-Santayana, M. Molina, J. Tardio, *Nutrients, phytochemicals and antioxidant activity in wild populations of Allium ampeloprasum L., a valuable underutilized vegetable*, "Int. Food Res. J." 2014.

⁶³ C. Emir, G. Coban, A. Emir, *Metabolomics profiling, biological activities, and molecular docking studies of elephant garlic (Allium ampeloprasum L.)*, "Process Biochemistry" 2022, nr 116, s. 49–59.

wego wyizolowali kwas 3-hydroksybenzoesowy i kwas p-kumarowy i określili je jako główne związki w *A. ampeloprasum* var. *ampeloprasum*. Autorzy w znacznych ilościach wykryli też flawonoidy, w tym kwercetynę, 3-O-metylokwercetynę, kemferol, izorhamnetynę, morinę, fizetynę i galanginę, które mają potwierdzone znaczenie biologiczne. Z cebul *A. ampeloprasum* var. *ampeloprasum* wyizolowano także saponiny steroidowe. Stąd wynika jego działanie przeciwbakteryjne, przeciwtleniające, przeciwcukrzycowe i przeciwbólowe.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury można stwierdzić, że liście i pędy kwiatostanowe czosnków są porównywalnym lub większym źródłem składników aktywnych niż powszechnie konsumowane cebule. Zawierają szczególnie dużo witaminy C oraz polifenoli i odznaczają się wyższą aktywnością antyoksydacyjną. Cebule natomiast odznaczają się wyższą zawartością cukrów. Czosnek słonowy i pospolity cechują się zbliżonym składem chemicznym, przy czym słonowy ma dużo więcej cukrów. Najniższe parametry odżywcze cechują czosnek niedźwiedzi.

Bibliografia

- Abbas M.A., *Analgesic effect of Allium ampeloprasum: Evidence for the involvement of beta-adrenergic system*, "J. Funct. Foods." 2019, nr 57, s. 1–6.
- Ankri S., Mirelman D., *Antimicrobial properties of allicin from garlic*, "Microbes and Infection" 1999, nr 2, s. 125–129.
- Ansary J., Forbes-Hernández T.Y., Gil E., Cianciosi D., Zhang J., Elexpuru-Zabaleta M., Simal-Gandara J., Giampieri F., Battino M., *Potential Health Benefit of Garlic Based on Human Intervention Studies: A Brief Overview*, "Antioxidants" 2020, nr 9, s. 619.
- Arzanlou M., Bohlooli S., *Introducing of green garlic plant as a new source of allicin*, "Food Chemistry" 2010, nr 120, s. 179–183.
- Bachmann J., *Garlic: Organic Production*, "ATTRA – National Sustainable Agriculture Information Service" 2008.
- Baliga M., Shivashankara A.R., Palatty P.L., Dsouza J.J., *Protective effect of garlic (Allium sativum L.)*, "Against Atherosclerosis" 2013s. 591–607.
- Bewster L.J., *Onions and Other Vegetable Alliums*, "CAB International" Wallingford 1994.

- Bilińscy A. i W., *Rośliny chronione w Polsce*, Videograf II, Katowice 2006.
- Bongiorno P., Fratellone P., LoGiudice P., *Potential health benefits of garlic (Allium sativum): A narrative review*, "Journal of complementary and integrative medicine" 2008.
- Buczowska A., Rochalska M., *Wykorzystanie allomonów roślinnych do ochrony plantacji roślin uprawnych przed szkodliwymi owadami*, "Postępy Nauk Rolniczych" 2010, nr 3, s. 19–32.
- Bühning U., *Wszystko o ziołach*, „Świat Książki” 2010, s. 58–61.
- Cincura F., Ferakova V., Majovsky J., Somsak L., Zaborsky J., *Pospolite rośliny środkowej Europy*, PZWL, Warszawa 1990.
- Dey P., Khaled K., *An extensive review on Allium ampeloprasum a magical herb*, Department of home science, Calcutta University, 20B, Judges Court Road, Kolkata-27, India 2015.
- Dhall R.K., *Fertility Restoration, True Seed production and Breeding of Garlic*. National Horticultural Research and Development Foundation, "Brain Storming Session On Garlic" 2016, s. 57–74.
- Dyduch J., Najda A., *Yielding and quality of garlic leaves. Part II. Primary metabolites*, "Electronic Journal of Polish Agricultural Universities" 2011, nr 14, s. 2.
- Emir C., Coban G., Emir A., *Metabolomics profiling, biological activities, and molecular docking studies of elephant garlic (Allium ampeloprasum L.)*, "Process Biochemistry" 2022, nr 116, s. 49–59.
- Emir C., Emir A., *Phytochemical analyses with LC-MS/MS and in vitro enzyme inhibitory activities of an endemic species "Allium stylousum O. Schwarz" (Amaryllidaceae)*, "S. Afr. J. Bot." 2021, nr 136, s. 70–75.
- Engeland R.L., *Growing Great Garlic: The definitive guide for organic gardeners and small farmers*, "Filaree Farms" 1991, s. 226.
- Frankowska E., *Czosnek dla zdrowia i smaku*, Wyd. ASTRUM, Wrocław 2012.
- Gao X., Xue Z., Ma Q., Guo Q., Xing L., Kumar Santhanam R., Zhang M., Chen H., *Antioxidant and antihypertensive effects of garlic protein and its hydrolysates and the related mechanism*, "J. Food Biochem." 2019, nr 44.
- García-Herrera P., Morales P., Fernández-Ruiz P., Sánchez-Mata V., Cámara M., Carvalho M., Ferreira A., Pardo-de-Santayana I., Molina M., Tardío J., *Nutrients, phytochemicals and antioxidant activity in wild populations of Allium ampeloprasum L., a valuable underutilized vegetable*, "Int. Food Res. J." 2014.

- Garg N., Sekhon K., *Earliness, yield and bulb parameters of hardneck garlic (Allium sativum L.) as influenced by leaf knotting and scape removal in north Indian plains*, "Journal of Spices and Aromatic Crops" 2016, nr 25(2), s. 182–186.
- Gitin L., Dinica R., Neagu C., Dumitrascu L., *Sulfur compounds identification and quantification from Allium spp. fresh leaves*, "Journal of Food and Drug Analysis" 2014, nr 22, s. 425–430.
- Goncagul G., Ayaz E., *Antimicrobial effect of garlic (Allium sativum) and traditional medicine*, "Journal of Animal and Veterinary Advances" 2010, nr 9, z. 1, s. 1–4.
- González RE., Sance MM., Soto VC., Galmarini CR., *Garlic scape, an alternative food with human-health benefits*, "Acta Horticulturae" 2012, nr 969, s. 233–237.
- Gough R., *Growing Garlic in Montana. Montana State University Extension Service*, "Publication# MT 9904 Agriculture" 1999.
- Gumowska I., *Uzdrowiający czosnek*, "Prószyński i S-ka", Warszawa 1995.
- Huang Z., Ren J., *Antibacterial activity of elephant garlic and its effect against U2OS human osteosarcoma cells*, "Iran J Basic Med Sci." 2013 Oct., nr 16(10), s. 1088–1094.
- Jędrszczyk E., Kopeć A., Bucki P., Ambroszczyk A., Skowera B., *The enhancing effect of plants growth biostimulants in garlic cultivation on the chemical composition and level of bioactive compounds in the garlic leaves, stems and bulbs*, "Not. Bot. Horti Agrobi." 2019a, nr 47(1), s. 81–91.
- Jędrszczyk E., Kopeć A., Szymanowski M., Skowera B., *Proximate chemical composition and concentrations of selected bioactive compounds in the leaves, stems and bulbs of wild garlic (Allium ursinum L.)*, "Fresenius Environmental Bulletin" 2019b, nr 28, z. 6, s. 4778–4785.
- Kallel F., Driss D., Chaari F., Belghith L., Bouaziz F., Ghorbel R., Chaabouni S.E., *Garlic (Allium sativum L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: Influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties*, "Industrial Crops and Products" 2014, nr 62, s. 34–41.
- Kamruzzaman M., Torita A., Sako Y., Al-Mamun M., Sano H., *Effects of feeding garlic stem and leaf silage on rates of plasma leucine turnover, whole body protein synthesis and degradation in sheep*, "Small Ruminant Research" 2011, nr 99, s. 37–43.

- Kędzia A., *Olejek czosnkowy – skład chemiczny, działanie farmakologiczne i lecznicze*, “Postępy fitoterapii” 2009, nr 9, z. 3, s. 198–203
- Kopeć A., Skoczylas J., Jędrszczyk E., Francik R., Bystrowska B., Zawistowski J., *Chemical composition and concentration of bioactive compounds in garlic cultivated from air bulbils*, “Agriculture” 2020, nr 10(2), s. 40.
- Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B., *Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw*, Wyd. PZWL, Warszawa 2015.
- Lachowicz S., Oszmiański J., Wiśniewski R., *Determination of triterpenoids, carotenoids, chlorophylls, and antioxidant capacity in Allium ursinum L. at different times of harvesting and anatomical parts*, “European Food Research and Technology” 2018, nr 244, s. 1269–1280.
- Lidiková J., Čeryová N., Tóth T., Musilová J., Vollmannová A., Mamadova K., Ivanišová E., *Characterization of bioactive compounds and related health benefits*, 2022.
- Mikaili P., Maadirad S., Moloudizargari M., Aghajanshakeri S., Sarahroodi S., *Therapeutic uses and pharmacological properties of garlic, shallot and their biologically active compounds*, “Iranian Journal of Basic Medical Sciences” 2013, nr 16(10), s. 1031–1048.
- Ourouadi S., Moumene H., Zaki N., Boulli A., Ouatmane A., Hasib A., *Garlic (Allium sativum): a source of multiple nutraceutical and functional components (Review)*, “Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences” 2016, nr 1, s. 9–21.
- Pavlović D., Veljković M., Stojanović, Cočmanac-Ignajtović M., Mihalov-Krstev T., Branković S., Skolović D., Marčetić M., Radulović N., Radenković M., *Influence of different wild-garlic (Allium ursinum) extracts on the gastrointestinal system: spasmolytic, antimicrobial and antioxidant properties*, “Journal of Pharmacology” 2017, nr 69, s. 1208–1218.
- Pelter G.Q., Sorensen E.J., Van Denburgh R.W., Hannan R.M., *Effect of scape removal on garlic yield bulb in central Washington*, “Acta Horticulturae” 2005, nr 688, s. 323–326.
- Piątkowska E., Kopeć A., Leszczyńska T., *Basic chemical composition, content of micro and macroelements and antioxidant activity of different varieties of garlic’s leaves polish origin*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.” 2015, nr 1(98), s. 181–189.
- Radulović N.S., Miltojević A.B., Stojković M.B., Blagojević P.D., *New volatile sulfur-containing compounds from wild garlic (Allium ur-*

- sinum* L., *Liliaceae*), "Food Research International." 2015, nr 78, s. 1–10.
- Rahimi-Madiseh M., Heidarian E., Kheiri S., Rafieian-Kopaei M., *Effect of hydroalcoholic Allium ampeloprasum extract on oxidative stress, diabetes mellitus and dyslipidemia in alloxan-induced diabetic rats*, "Biomed. Pharmacother." 2017, nr 86, s. 363–367.
- Rekowska E., Skupień K., *Ocena plonowania oraz składu chemicznego czosnku ozimego uprawianego na zbiór pęczkowy*, „Central European Agriculture” 2008, nr 9, z. 4, s. 711–714.
- Rose F., O’Reilly C. *The Wild Flower*, "Key." 2006, nr 515.
- Rosen C.J., Tong CBS. *Yield, dry matter partitioning, and storage quality of hardneck garlic as affected by soil amendments and scape removal*, "HortScience" 2001, nr 36(7), s. 1235–1239.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunków roślin, Dz.U. z 2012, poz. 81.
- Rumińska A., Ożarowski A., *Leksykon roślin leczniczych*, PWRiL, Warszawa 1990.
- Shah N.C., *Allium sativum (Garlic): The folk and modern uses – part I*, "The Scitech Journal" 2014, nr 1(5), s. 31–36.
- Shiga Y., Tsutsui S., Mikami T., *Morphological characteristics and ancestry of Japanese garlic clones – An overview*, "Journal of Applied Horticulture" 2015, nr 17(3), s. 210–212.
- Skoczylas J., Jędrszczyk E., Dziadek K., Dacewicz E., Kopeć A., *Basic chemical composition, antioxidant activity and selected polyphenolic compounds profile in garlic leaves and bulbs collected at various stages of development*, "Molecules" 2023, nr 28, s. 6653.
- Sobenin I.A., Myasoedov V.A., Iltchuk M.I., Zhang D.W., Orekhovbe A.N., *Therapeutic effects of garlic in cardiovascular atherosclerotic disease*, "Chin. J. Nat. Med." 2019, nr 17, s. 721–728.
- Sobolewska D., Podolak I., Makowska-Wąs J., *Allium ursinum: botanical, phytochemical and pharmacological overview*, "Phytochem." 2015, Rev. 14, s. 721–728.
- Tattelman E., *Health effect of garlic*, "Am Fam Physician." 2005, nr 72(01), s. 103–106.
- Treben M., *Apteka Pana Boga. Porady i praktyka stosowania ziół leczniczych*, Wydawnictwo Ex Libris, Warszawa 2015.
- Tripathi K., *A Review – Garlic, the Spice of Life (Part I)*, "Asian J. Research Chem." 2009, s. 8–13.
- Ulianych O., Yatsenko V., Didenko I., Vorobiova N., Kuhnyuk O., Lazarev O., Tretiakova S., *Agrobiological evaluation of Allium ampelo-*

- prasum L. variety samples in comparison with Allium sativum L. cultivars*, "Agronomy Research", nr 17(4), s. 1788–1799.
- Voca S., Šic Žlabur J., Fabek S., Peša M., Opačić N., Radman S., *Neglected potential of wild garlic (Allium ursinum L.) specialized metabolites content and antioxidant capacity of wild populations in relation to location and plant phenophase*, "Horticulturae" 2022, nr 8, s. 24.
- Wu C., Wang M., Dong Y., Cheng Z., Meng H., *Effect of plant age and vernalization on bolting, plant growth and enzyme activity of garlic (Allium sativum L.)*, "Scientia Horticulturae" 2016, nr 201, s. 295–305.
- Wu H., Dushenkov S., Ho C.T., Sang S., *Novel acetylated flavonoid glycosides from the leaves of Allium ursinum*, "Food Chem." 2009, nr 115(2), s. 592–595.