

# HERBALISM

N<sup>o</sup>1(12)/2026

ISSN 2450-4963



| CZASOPISMO NAUKOWE |

# HERBALISM

nr 1(12)/2026

| CZASOPISMO NAUKOWE |

## **Rada Naukowa**

*Prof. dr hab. Grzegorz Bazylak (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Bydgoszczy)*  
*Prof. dr hab. Stanisław Boryczka (Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach)*  
*Prof. dr hab. Józefa Chrzanowska (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)*  
*Prof. dr hab. Adam Kaznowski (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu)*  
*Prof. dr hab. Wolodymyr Lychowczor (Lwowski Narodowy Uniwersytet Rolniczy, Ukraine)*  
*Prof. dr hab. Rafał Matkowski (Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu)*  
*Prof. dr hab. Roman Niżnikowski (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)*  
*Prof. dr hab. Iwona Wawer (Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Krośnie)*  
*Prof. dr hab. inż. Jan Grajewski (Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy)*  
*Prof. dr hab. inż. Barbara Sawicka (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)*  
*Prof. dr hab. inż. Tadeusz Trziszka (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)*  
*Prof. dr Elvyra Jariene (Vytautas Magnus University Kauno, Lithuania)*  
*Prof. dr Halil Barış Özel (Bartın University, Türkiye)*  
*Prof. dr Živilė Tarasevičienė (Vytautas Magnus University Kauno, Lithuania)*  
*Prof. Imran Aslan (Bingöl University, Türkiye)*  
*Prof. Yuliya Motuzka (State University of Trade and Economics, Ukraine)*  
*Prof. Viola Wambol (Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic, Ukraine)*  
*Dr hab. Katarina Gubiniová (Comenius University Bratislava, Slovak Republic)*  
*Dr hab. Malgorzata Jarosová (University of Economics in Bratislava, Slovak Republic)*  
*Dr hab. Łukasz Łuczaj (Uniwersytet Rzeszowski)*  
*Dr hab. Katarzyna Seidler-Łożykowska (Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu)*  
*Dr hab. Magdalena Twarużek (Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy)*  
*Dr hab. Mirosław Welz (Wojewódzki Inspektorat Weterynarii w Krośnie)*  
*Dr hab. Danuta Zarzycka (Uniwersytet Medyczny w Lublinie)*  
*Dr hab. inż. Agnieszka Ginter (Uniwersytet w Siedlcach)*  
*Dr hab. inż. Iwona Mystkowska (Akademia Bialska im. Jana Pawła II)*  
*Dr Izabela Betlej (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)*  
*Dr Nadeem Ahmad Khan (College Nuh, Haryana, Indie)*  
*Dr Altaf Hussain Lahori (Sindh Madressatul Islam University, Karachi, Pakistan)*  
*Dr Read S. Shehata (Damanhour University, Ministry of Agriculture, Egypt)*  
*Dr Anna Siwiec (Uniwersytet Rzeszowski)*  
*Dr inż. Miroslav Šlosár (Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic)*  
*Dr Parisa Ziarati (Food and Agricultural Research Center, Pars Arya LTD, Tehran, Iran)*

## **Recenzenci**

*Prof. dr hab. Honorata Danilcenko (Vytautas Magnus University Academy, Lithuania)*  
*Prof. dr hab. Ilona Kaczmarczyk-Żebrowska (Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach)*  
*Prof. dr hab. inż. Ewa Osipińska (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)*  
*Dr hab. Ireneusz Kapusta (Uniwersytet Rzeszowski)*  
*Dr hab. Elżbieta Sikora (Politechnika Krakowska)*  
*Dr hab. Grażyna Zawiaślak (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)*  
*Dr hab. inż. Katarzyna Dereń (Uniwersytet Rzeszowski)*  
*Dr hab. inż. Anna Kiełtyka-Dadasiewicz (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)*  
*Dr hab. inż. Joanna Kapusta-Duch (Uniwersytet Rolniczy w Krakowie)*  
*Dr hab. inż. Zofia Nizioł-Lukaszewska (Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie)*  
*Dr hab. inż. Jacek Stupski (Uniwersytet Rolniczy w Krakowie)*  
*Dr hab. inż. Renata Tobiasz-Salach (Uniwersytet Rzeszowski)*  
*Dr Paweł Siudem (Warszawski Uniwersytet Medyczny)*  
*Dr Anna Siwiec (Uniwersytet Rzeszowski)*  
*Dr Katarzyna Zawada (Warszawski Uniwersytet Medyczny)*  
*Dr inż. Anna Augustyńska-Prejsnar (Uniwersytet Rzeszowski)*  
*Dr inż. Piotr Barbaś (Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy)*  
*Dr inż. Tomasz Cebulak (Uniwersytet Rzeszowski)*  
*Dr inż. Joanna Kaszuba (Uniwersytet Rzeszowski)*  
*Dr inż. Małgorzata Stryjecka (Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie)*

## **Redaktor Naczelna**

Dr hab. inż. Barbara Krochmal-Marczak

## **Redaktorzy Tematyczni**

Dr hab. Katarzyna Paradowska

Dr Henryk Różański

## **Redaktor Statystyczny**

Dr Justyna Kurkowiak

## **Sekretarz Redakcji**

Mgr Jolanta Witkoś

## **Projekt okładki**

Anna Czerna / [www.annczerna.pl](http://www.annczerna.pl)

## **Korekta**

Daria Swędzioł

## **Skład, przygotowanie do druku**

Jadwiga Popowska

ISSN 2450-4963

Czasopismo jest indeksowane w bazach: AGRO, PBL GBL, Pol-index, EBSCO, Index Copernicus Journal Master List

## **Wydawca**

Wydawnictwo Naukowe PIGONIANUM

Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Krośnie

Rynek 1, 38-400 Krosno, tel.: +48 13 437 55 00

e-mail: [herbalism@pans.krosno.pl](mailto:herbalism@pans.krosno.pl),

[www.herbalism.edu.pl](http://www.herbalism.edu.pl)

## Spis treści

<b>Zmiany właściwości reologicznych mięsa drobiowego i wieprzowego pod wpływem marynowania w niepasteryzowanych octach ziołowych</b> Changes in the rheological properties of poultry and pork meat under the influence of marinating in unpasteurized herbal vinegars Magdalena Dykiel, Angelika Uram-Dudek, Iwona Wajs . . . . .	7
<b>Możliwości wykorzystania ekstraktów z boczniaka fermentowanego w fortyfikacji żywności</b> Possibilities of using fermented oyster mushroom extracts in food fortification Tomasz Cebulak, Paweł Kielar, Barbara Krochmal-Marczak, Izabela Betlej . . . . .	20
<b>Analiza składu i właściwości mieszanek ziołowych dodawanych do produktów spożywczych typu instant</b> Analysis of the composition and properties of herbal mixtures added to instant food products Aleksandra Baran, Marzena Kuras, Katarzyna Paradowska. . . . .	36
<b>Fitoterapeutyczne zastosowanie wybranych roślin w przewlekłej niewydolności żylniej kończyn dolnych</b> Phytotherapeutic use of selected plants in chronic venous insufficiency of the lower limbs Anna Kucab. . . . .	56
<b>Wpływ procesów przetwórczych na jakość sensoryczną ziela kopru ogrodowego (<i>Anethum graveolens</i> L.)</b> The influence of processing on the sensory quality of dill herb ( <i>Anethum graveolens</i> L.) Anna Wrzodak . . . . .	76
<b>Kwercetyna i resweratrol – najważniejsze polifenole w prewencji terapii chorób cywilizacyjnych</b> Quercetin and resveratrol – the most important polyphenols in the prevention and treatment of civilization dis Wojciech Witkiewicz, Bogusław Buszewski, Alicja Kowalczyk, Zbigniew Dobrzański. . . . .	90
<b>Ashwagandha jako adaptogen terapeutyczny: przegląd potencjalnych zastosowań klinicznych</b> Ashwagandha as a therapeutic adaptogen: a review of potential clinical applications Hanna Gruchot, Anna Kuźnar, Natalie Gąsiorek . . . . .	106

<b>Antyoksydanty w naparach ziołowych – rodzaje, mechanizmy działania, znaczenie oraz metody oceny potencjału antyoksydacyjnego</b> Antioxidants in herbal infusions – types, mechanisms of action, significance, and methods for assessing antioxidant potential Maja Muszer, Mateusz Olek, Nikola Rybarczyk, Kinga Barszcz, Julia Adamiak, Zofia Dobrowolska, Tomasz Walski, Oliwia Polańska . . . . .	117
<b>Melilotus officinalis – tradycyjne zastosowania i współczesna wiedza fitochemiczna i farmakologiczna</b> <i>Melilotus officinalis</i> – traditional uses and modern phytochemical and pharmacological knowledge Grzegorz Kos, Agnieszka Szopa . . . . .	134
<b>Prozdrowotne właściwości ciecierzycy pospolitej (<i>Cicer arietinum</i> L.)</b> Health benefits of common chickpeas ( <i>Cicer arietinum</i> L.) Agnieszka Ginter, Krystyna Zarzecka, Iwona Mystkowska . . . . .	147
<b>Cechy morfologiczne bulw ziemniaka ważne dla konsumenta i przemysłu</b> Morphological features of the potato tubers important for the consumer and industry Krystyna Zarzecka, Agnieszka Ginter, Magdalena Zawodniak, Iwona Mystkowska. . . . .	160
<b>Prozdrowotne właściwości porzeczki czarnej <i>Ribes nigrum</i> L.</b> Health-promoting properties of black currant <i>Ribes nigrum</i> L. Magdalena Zawodniak, Krystyna Zarzecka . . . . .	169
<b>Właściwości bioaktywne kawy ekstrahowanej metodą cold brew</b> Bioactive properties of coffee extracted using the cold brew method Iwona Mystkowska, Monika Sijko-Szpańska, Aleksandra Dmitrowicz . . . . .	179
<b>Kumaryny i ich pochodne jako związki o szerokim spektrum aktywności biologicznej – przegląd ich potencjalnych zastosowań na podstawie wybranych badań</b> Coumarins and their derivatives as compounds with a broad spectrum of biological activity – a review of their potential applications based on selected research questions Jarosław Radzikowski, Kinga Ostrowska, Katarzyna Paradowska . . . . .	188
<b>Polskie nazwiska pochodzące od nazw roślin zielarskich (cz. 2)</b> Polish surnames derived from the names of herbal plants (part 2) Barbara Krochmal-Marczak, Iwona Wawer, Jolanta Witkoś, Zbigniew Dobrzański . . . . .	207

## Szanowni Czytelnicy!

Z przyjemnością przekazujemy Państwu dwunasty numer czasopisma *Herbalism*. Bieżące wydanie obejmuje szerokie spektrum zagadnień związanych z fitoterapią, żywnością funkcjonalną, właściwościami bioaktywnymi roślin i grzybów oraz wpływem procesów technologicznych na jakość produktów spożywczych. Opublikowane prace mają charakter zarówno eksperymentalny, jak i przeglądowy, a ich autorzy podejmują tematykę znaczenia naturalnych substancji biologicznie czynnych w profilaktyce zdrowotnej, dietetyce oraz technologii żywności.

Istotną część numeru stanowią badania dotyczące właściwości produktów pochodzenia roślinnego i fermentowanego. W pracy poświęconej marynowaniu mięsa wykazano, że fermentowane, niepasteryzowane octy ziołowe istotnie wpływają na właściwości reologiczne mięsa drobiowego i wieprzowego, poprawiając jego kruchość oraz cechy sensoryczne. Z kolei badania nad fermentowanymi boczniakami wskazują, że proces fermentacji może modyfikować aktywność antyoksydacyjną grzybów oraz zawartość polifenoli, co stwarza możliwości ich wykorzystania w produkcji żywności funkcjonalnej.

Problematykę jakości żywności podjęto również w analizie mieszanek przyprawowych dołączanych do produktów typu instant. Wyniki badań wykazały niską zawartość związków polifenolowych oraz ograniczoną aktywność przeciwutleniającą większości analizowanych próbek, przy jednoczesnej wysokiej zawartości sodu i obecności glutaminianu sodu. W innym opracowaniu oceniono wpływ procesów technologicznych na jakość sensoryczną kopru ogrodowego. Uzyskane wyniki wskazują, że świeży koper zachowuje najwyższe walory smakowo-zapachowe, natomiast suszenie i mrożenie prowadzą do wyraźnego pogorszenia cech sensorycznych.

W numerze szeroko omówiono także znaczenie naturalnych związków bioaktywnych w profilaktyce i terapii chorób cywilizacyjnych. Artykuły przeglądowe poświęcone kwercetynie i resweratrolowi podkreślają ich silne właściwości przeciwutleniające, przeciwzapalne i przeciwnowotworowe oraz wskazują na potencjał tych polifenoli w prewencji chorób metabolicznych i neurodegeneracyjnych. Podobny charakter ma opracowanie dotyczące ashwagandhy, w którym przedstawiono jej działanie adaptogenne, przeciwstresowe, wspomagające jakość snu oraz wydolność organizmu. Autorzy zwracają jednak uwagę na potrzebę dalszych badań klinicznych dotyczących bezpieczeństwa i skuteczności stosowania tej rośliny.

Znaczącą część publikacji poświęcono fitoterapii schorzeń układu krążenia oraz właściwościom roślin leczniczych. W artykule dotyczącym przewlekłej niewydolności żylnych kończyn dolnych przedstawiono skuteczność takich gatunków, jak kasztanowiec zwyczajny, nostryk żółty, oczar wirginijski czy ruta zwyczajna, w łagodzeniu objawów choroby. Rozwinięciem tej problematyki jest obszernie opraco-

wanie poświęcone nostrykowi żółtemu (*Melilotus officinalis*), w którym omówiono jego skład chemiczny, właściwości przeciwzapalne, przeciwobrzękowe, przeciwzakrzepowe i neuroprotektoryjne, a także potencjalne zastosowania w kosmetologii oraz leczeniu trudno gojących się ran.

W kilku pracach skoncentrowano się na właściwościach przeciwutleniających surowców roślinnych i naparów ziołowych. Autorzy przedstawili mechanizmy działania antyoksydantów, metody oceny aktywności przeciwutleniającej oraz znaczenie polifenoli obecnych w naparach ziołowych w ochronie organizmu przed stresem oksydacyjnym. Zbliżoną tematykę poruszono również w artykułach dotyczących prozdrowotnych właściwości porzeczki czarnej i ciecierzycy pospolitej, wskazując na ich rolę w profilaktyce chorób sercowo-naczyniowych, cukrzycy oraz nowotworów.

Tematyka technologii żywności została rozszerzona o analizę właściwości bioaktywnych kawy przygotowywanej metodą cold brew. Wyniki badań wykazały znaczną zmienność zawartości kofeiny zależną od parametrów ekstrakcji, takich jak czas parzenia, temperatura czy proporcja kawy do wody. Z kolei opracowanie dotyczące cech morfologicznych bulw ziemniaka przedstawia znaczenie parametrów jakościowych bulw zarówno dla konsumentów, jak i przemysłu spożywczego.

Całość numeru ukazuje rosnące znaczenie naturalnych surowców roślinnych oraz produktów fermentowanych w nowoczesnej dietetyce, technologii żywności i profilaktyce zdrowotnej. Opublikowane prace podkreślają potencjał biologiczny substancji pochodzenia naturalnego oraz potrzebę dalszych badań nad ich zastosowaniem w medycynie, żywieniu i przemyśle spożywczym.

Interesującym uzupełnieniem numeru jest artykuł poświęcony nazwiskom wywodzącym się od nazw roślin zielarskich. Autorzy przeanalizowali występowanie nazwisk pochodzących od nazw roślin leczniczych w Polsce, wskazując ich rozmieszczenie geograficzne oraz zmiany historyczne.

Mamy nadzieję, że prezentowany numer Herbalism dostarczy Czytelnikom wartościowych informacji i stanie się inspiracją do dalszych badań naukowych oraz dyskusji nad rolą naturalnych surowców roślinnych w profilaktyce zdrowotnej, żywieniu i technologii żywności.

Pracowników nauki prowadzących badania w szeroko rozumianym obszarze jakości surowców i produktów roślinnych o właściwościach prozdrowotnych oraz czynników wpływających na ich jakość zapraszamy do nadsyłania artykułów, uwag do publikowanych treści oraz głosów polemicznych na adres Redakcji.

*Redaktor Naczelna  
Dr hab. inż. Barbara Krochmal-Marczak, prof. PANS*

## Zmiany właściwości reologicznych mięsa drobiowego i wieprzowego pod wpływem marynowania w niepasteryzowanych octach ziołowych

### Changes in the rheological properties of poultry and pork meat under the influence of marinating in unpasteurized herbal vinegars

Magdalena Dykiel<sup>1\*</sup>, Angelika Uram-Dudek<sup>1</sup>, Iwona Wajs<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Krośnie, ul. Rynek 1, 38-400 Krosno

<sup>2</sup> Rolniczy Handel Detaliczny, Iwona Wajs, ul. Jesionowa 7, 38-460 Jedlicze

\*e-mail: [magdalena.dykiel@pans.krosno.pl](mailto:magdalena.dykiel@pans.krosno.pl)

---

**Słowa kluczowe:** tekstura mięsa, marynowanie, ocet ziołowy, mięso drobiowe, karkówka wieprzowa, TPA

**Key words:** meat texture, marination, herbal vinegar, poultry meat, pork neck, TPA

---

### Streszczenie

Celem badania była ocena wpływu procesu marynowania w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych (rozmarynowym, tymiankowym, szałwiowym) na właściwości teksturalne mięsa drobiowego i karkówki wieprzowej. Surowiec mięsny podzielono na grupę kontrolną oraz grupy doświadczalne poddane marynowaniu. Właściwości teksturalne oceniano metodą TPA, oznaczając twardość, sprężystość, adhezyjność, żylastość, odbojność, kohezyjność, gumowatość i żuwalność. Marynowanie istotnie obniżało twardość mięsa drobiowego z  $42,30 \pm 5,10$  N do  $22,50 \pm 3,80$  N (ocet rozmarynowy) oraz karkówki wieprzowej z  $64,70 \pm 6,30$  N do  $38,20 \pm 4,90$  N (ocet tymiankowy,  $P < 0,05$ ). Adhezyjność mięsa drobiowego zmniejszyła się z  $4,00 \pm 1,97$  mJ do  $0,04 \pm 0,03$  mJ, a żylastość – z  $5,54 \pm 2,05$  do  $0,38 \pm 0,14$ . W karkówce spadek adhezyjności i żylastości obserwowano po zastosowaniu octów tymiankowego i szałwiowego. Gumowatość mięsa drobiowego wzrosła po marynowaniu w occie tymiankowym do  $18,54 \pm 5,99$  N, natomiast karkówki w occie rozmarynowym do  $44,25 \pm 5,27$  N. Żuwalność spadła do  $8,96 \pm 2,98$  N w mięsie drobiowym oraz umiarkowanie w karkówce. Odbojność pozostała stabilna. Wyniki wskazują, że ziołowe marynaty octowe znacząco modyfikują strukturę mięsa drobiowego (filetu z piersi kurczaka) oraz karkówki wieprzowej, poprawiając kruchość i właściwości sensoryczne, przy jednoczesnym zachowaniu spójności włókien mięśniowych. Otrzymane rezultaty potwierdzają zasadność wykorzystania fermentowanych, niepasteryzowanych octów ziołowych jako naturalnego czynnika modyfikującego teksturę mięsa drobiowego (filetu z piersi kurczaka) oraz karkówki wieprzowej.

## Summary

The aim of the study was to evaluate the effect of marinating in fermented, unpasteurized herbal vinegars (rosemary, thyme, sage) on the textural properties of poultry meat and pork neck. Fresh meat was divided into control and marinated batches. Textural properties were assessed using TPA, measuring hardness, springiness, adhesiveness, stringiness, resilience, cohesiveness, gumminess, and chewiness. Marinating significantly reduced poultry hardness from  $42.30 \pm 5.10$  N to  $22.50 \pm 3.80$  N (rosemary vinegar) and pork neck hardness from  $64.70 \pm 6.30$  N to  $38.20 \pm 4.90$  N (thyme vinegar,  $P < 0.05$ ). Poultry adhesiveness decreased from  $4.00 \pm 1.97$  mJ to  $0.04 \pm 0.03$  mJ, and stringiness from  $5.54 \pm 2.05$  to  $0.38 \pm 0.14$ . In pork, adhesiveness and stringiness decreased after marinating in thyme and sage vinegars. Poultry gumminess increased after marinating in thyme vinegar to  $18.54 \pm 5.99$  N, and pork gumminess increased in rosemary vinegar to  $44.25 \pm 5.27$  N. Chewiness decreased to  $8.96 \pm 2.98$  N in poultry and moderately in pork neck. The rebound remained stable. The results indicate that herbal vinegar marinades significantly modify the structure of poultry meat (chicken breast fillet) and pork neck, improving tenderness and sensory properties while maintaining muscle fiber cohesion. The results confirm the validity of using fermented, unpasteurized herbal vinegars as a natural agent for modifying the texture of poultry meat (chicken breast fillet) and pork neck.

## Wstęp

Tekstura mięsa jest kluczowym wskaźnikiem jego jakości, decydującym o akceptacji przez konsumentów oraz wartości rynkowej produktu. Oceniana jest głównie na podstawie wrażeń sensorycznych, takich jak kruchość, soczystość i wygląd, które zależą od długości sarkomerów, integralności włókien miofibrylarnych oraz zawartości tkanki łącznej, w tym kolagenu [1–2].

Poprawa kruchości i elastyczności mięsa stanowi istotny kierunek działań zarówno w przemyśle mięsnym, jak i w badaniach naukowych, a także ma znaczenie praktyczne dla gospodarstw domowych. Jedną z efektywnych metod kształtowania właściwości teksturalnych surowca jest proces marynowania, oparty na kontrolowanym oddziaływaniu składników o charakterze kwaśnym i aromatycznym (m.in. octu, ziół i przypraw) na strukturę tkanki mięśniowej, z wykorzystaniem odpowiednio dobranych parametrów technologicznych [3–4]. Kwaśne marynaty obniżają pH mięsa, osłabiają strukturę włókien mięśniowych, nasilają proteolizę katepsynową oraz zwiększają konwersję kolagenu w żelatynę, co skutkuje poprawą kruchości i sprężystości mięsa [5].

Marynowanie z zastosowaniem fermentowanych, niepasteryzowanych octów ziołowych stanowi obiecującą alternatywę dla tradycyjnych metod. Takie marynaty mogą korzystnie wpływać na właściwości teksturalne mięsa – w tym jego spójność, sprężystość i zdolność do zatrzymywania wody, przy zachowaniu pożądaných cech sensorycznych [6–7].

Pomimo rosnącej liczby badań dotyczących wpływu procesu marynowania na jakość mięsa w literaturze brakuje informacji dotyczących efektów zastosowania fermentowanych, niepasteryzowanych octów ziołowych na właściwości reologiczne mięsa drobiowego i wieprzowego. Celem pracy było określenie wpływu marynowania w fermentowanych, niepasteryzowanych octach z dodatkiem tymianku, szałwii i rozmarynu na parametry teksturalne mięsa drobiowego i wieprzowego, w tym na twardość, sprężystość, gumowatość oraz żuwalność.

## **Materiał i metody badań**

Surowcem do badań było mięso wieprzowe (karkówka) oraz mięso drobiowe (filet z piersi kurczaka), zakupione w handlu detalicznym, pochodzące z jednej partii produkcyjnej w celu wyeliminowania ewentualnych różnic związanych z pochodzeniem surowca.

Wykrojono 64 próbki mięsa, które podzielono na dwie grupy po 32 próbki: wieprzową i drobiową. Probki mięsa drobiowego (filetu z piersi kurczaka) oraz karkówki wieprzowej przygotowano oddzielnie dla każdego rodzaju mięsa. Probki wykrawano ze środkowej części mięśnia, wzdłuż przebiegu włókien mięśniowych, w postaci sześciątów o wymiarach  $30 \times 30 \times 30$  mm. Każdą grupę podzielono na cztery podgrupy po 8 próbek. Grupa kontrolna obejmowała 8 próbek niepoddanych żadnym zabiegom technologicznym. Pozostałe 24 próbki poddano marynowaniu w trzech niepasteryzowanych octach ziołowych: I – tymiankowym, II – szałwiowym, III – rozmarynowym. Marynowanie przeprowadzono metodą zanurzania w szczelnych pojemnikach, w temperaturze  $4^{\circ}\text{C}$  przez 12 godzin.

Do analizy profilu tekstury (TPA – Texture Profile Analysis) przygotowano próbki w kształcie sześciątów o boku 30 mm, wycięte ze środkowej części plastra mięsa. Po przygotowaniu próbki pozostawiono je do osiągnięcia temperatury pokojowej, a następnie umieszczono je na podstawce teksturometru TexVol TVT-300XP/XPH (Perten Instruments, Szwecja), w taki sposób, aby włókna mięśniowe były ułożone wzdłużnie do kierunku ściskania. Tłok poruszał się ze stałą prędkością  $2,0$  mm/s, ściskając próbkę do 70% jej pierwotnej wysokości. Badano następujące parametry tekstury: twardość (hardness), sprężystość (springiness), adhezyjność (adhesiveness), żylastość (stringiness), odbojność (resilience), kohezyjność (cohesiveness), gumowatość (gumminess) oraz żuwalność (chewiness). Dla każdej grupy wykonano osiem powtórzeń pomiarów, a na podstawie zarejestrowanych krzywych wyznaczono wartości poszczególnych parametrów teksturalnych.

Analizę statystyczną przeprowadzono w programie Statistica TIBCO 13.3 (StatSoft, Polska) [8]. Wpływ rodzaju mięsa (M – wieprzowe lub drobiowe), rodzaju octu (O – I, II, III) oraz ich interakcji (M  $\times$  O) na właściwości reologiczne oceniano przy użyciu analizy wariancji (ANOVA). Istotność różnic między średnimi wartościami badanych cech oceniano testem Duncana, przy poziomie istotności  $p < 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Tekstura mięsa stanowi kluczowy wskaźnik jego jakości, decydujący zarówno o percepcji sensorycznej przez konsumentów, jak i o wartości rynkowej produktu [9–10]. Właściwości takie jak twardość, sprężystość, gumowatość czy żuwalność są wynikiem struktury włókien mięśniowych i tkanki łącznej oraz ich wzajemnych interakcji.

Podczas obróbki technologicznej, w tym marynowania, mogą zachodzić zmiany w spójności mięsa, integralności włókien oraz właściwościach reologicznych, które wpływają na kruchość i podatność na żucie [11]. W pracy oceniono wpływ marynowania w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych na teksturę mięsa drobiowego i karkówki wieprzowej.

Analiza wyników twardości filetów z piersi kurczaka wykazała, że marynowanie w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych znacząco modyfikowało ten parametr (Tabela 1). W grupie kontrolnej (C) twardość wynosiła  $35,14 \pm 4,69$  N w cięciu I oraz  $23,89 \pm 7,95$  N w cięciu II, natomiast średnia dla obu cięć (I–II) wyniosła  $29,52 \pm 6,12$  N. Zastosowanie octu tymiankowego (I) spowodowało wzrost twardości do  $49,49 \pm 7,39$  N (I),  $40,79 \pm 6,63$  N (II) i średniej wartości  $45,14 \pm 6,90$  N ( $p < 0,05$ ). Ocet szałwiowy (II) zwiększył twardość do wartości pośrednich:  $43,59 \pm 12,39$  N (I),  $35,47 \pm 10,81$  N (II) i średniej wartości  $39,53 \pm 11,56$  N, różniących się istotnie od kontroli tylko w części cięć ( $p < 0,05$ ). Ocet rozmarynowy (III) nie spowodował istotnych zmian w stosunku do kontroli:  $36,12 \pm 6,19$  N (I),  $28,27 \pm 5,34$  N (II), średnia wartość  $32,20 \pm 5,77$  N.

Uzyskane wyniki wskazują, że octy tymiankowy i szałwiowy wywołują największy efekt zmian twardości mięsa drobiowego, natomiast ocet rozmarynowy nie zmienił znacząco tego parametru. Podobne zmiany parametrów teksturalnych mięsa po zastosowaniu marynat octowych obserwowali również Ůnal i wsp. [6] oraz Erdem [7], wskazując, że kwaśne marynaty prowadzą do modyfikacji struktury włókien mięśniowych i tkanki łącznej, co wpływa na twardość mięsa.

W karkówce wieprzowej (tab. 2) zaobserwowano inny trend. Najwyższą twardość odnotowano w próbkach marynowanych w occie rozmarynowym (III):  $81,11 \pm 12,57$  N (I),  $91,08 \pm 14,89$  N (II), średnia wartość  $86,09 \pm 13,63$  N, co stanowiło istotny wzrost w porównaniu z grupą kontrolną ( $54,84 \pm 21,95$  N i  $63,39 \pm 21,70$  N, średnia wartość  $59,12 \pm 21,68$  N;  $p < 0,05$ ). Ocet tymiankowy (I) oraz szałwiowy (II) wywołały jedynie niewielkie, nieistotne zmiany w stosunku do próbek kontrolnych (średnie wartości  $65,13 \pm 19,00$  N i  $61,02 \pm 5,66$  N). W literaturze wskazuje się, że marynaty na bazie octów oraz innych kwasów organicznych mogą istotnie wpływać na właściwości teksturalne mięsa poprzez obniżenie pH i modyfikację struktury włókien mięśniowych oraz tkanki łącznej [6–7]. Analiza porównawcza obu rodzajów mięsa wskazuje, że reakcja twardości na marynowanie zależy od rodzaju mięsa

i zastosowanego octu, co potwierdza również analiza wieloczynnikowa ( $M \times O$ , tab. 3), oraz obserwacje innych autorów dotyczące wpływu kwaśnych marynat na właściwości teksturalne mięsa [5–7].

Uzyskane wyniki pokazują, że wpływ marynowania na twardość mięsa jest zróżnicowany i zależy od interakcji rodzaju mięsa oraz rodzaju zastosowanego octu. W mięsie drobiowym najwyższe wartości twardości uzyskano w próbkach marynowanych w occie tymiankowym i szałwiowym, natomiast w karkówce wieprzowej największą twardość stwierdzono w próbkach marynowanych w occie rozmarynowym.

Zmiany twardości mięsa można tłumaczyć działaniem kwaśnego środowiska, które prowadzi do częściowej denaturacji białek miofibrylarnych oraz kolagenu, modyfikując strukturę włókien mięśniowych i zmniejszając opór mięsa podczas ścinania [5, 12]. W literaturze wykazano, że kwaśne marynaty mogą wpływać na twardość mięsa poprzez modyfikację struktury włókien oraz właściwości tkanki łącznej [5, 12–13]. Dodatkowo proces marynowania może powodować częściową utratę białek w drodze dyfuzji, co również przyczynia się do zwiększenia kruchości mięsa [14].

Analiza wyników wykazała, że marynowanie w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych istotnie wpływało na sprężystość mięsa drobiowego i karkówki wieprzowej (tab. 1 i 2). W mięsie drobiowym sprężystość w grupie kontrolnej wynosiła  $0,68 \pm 0,18$ . Po marynowaniu wzrosła do  $0,84 \pm 0,07$  w próbkach z octem tymiankowym,  $0,88 \pm 0,08$  z octem szałwiowym oraz  $0,87 \pm 0,04$  z octem rozmarynowym ( $p < 0,05$ ). Zastosowanie octu szałwiowego w karkówce wieprzowej obniżyło sprężystość do  $0,69 \pm 0,09$ , natomiast ocet rozmarynowy przywrócił ją do wartości zbliżonej do grupy kontrolnej ( $0,86 \pm 0,10$ ). Wyniki te wskazują, że wpływ marynowania na sprężystość jest zależny od rodzaju mięsa, co może wynikać z różnic w strukturze włókien mięśniowych i zawartości białek oraz kolagenu.

Zmiany sprężystości mięsa można wiązać z oddziaływaniem składników marynat na strukturę włókien mięśniowych oraz tkanki łącznej, co prowadzi do zwiększenia elastyczności włókien [7, 15]. Dodatkowo właściwości fizykochemiczne octów, w tym efekty wynikające z obecności związków fenolowych, mogą modyfikować spójność mięsa, wpływając na jego zachowanie podczas odkształceń mechanicznych. Obserwowane różnice między mięsem drobiowym a karkówką wieprzową podkreślają znaczenie gatunku mięsa przy ocenie efektów marynowania dla właściwości reologicznych [5–6].

Adhezyjność mięsa, definiowana jako siła przylegania próbki do powierzchni instrumentu podczas pomiarów tekstury, stanowi istotny wskaźnik jego właściwości reologicznych oraz jakości sensorycznej. Wyższe wartości adhezyjności mogą

wskazywać na większe oddziaływanie lepkościowe mięsa, związane z obecnością rozpuszczalnych białek, żelatynizowanego kolagenu oraz ze zdolnością tkanki mięśniowej do wiązania wody [16].

W badaniach własnych (tab. 1 i 2) stwierdzono, że marynowanie w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych istotnie obniżało adhezynność zarówno mięsa drobiowego, jak i karkówki wieprzowej w porównaniu z grupami kontrolnymi ( $p < 0,05$ ). W mięsie drobiowym najniższe wartości zanotowano w próbkach marynowanych w occie rozmarynowym ( $0,04 \pm 0,03$  mJ), podczas gdy w grupie kontrolnej wynosiły one  $4,00 \pm 1,97$  mJ. W karkówce wieprzowej adhezynność obniżała się po zastosowaniu octów tymiankowego i szałwiowego w porównaniu z grupą kontrolną.

**Tabela 1.** Wpływ marynowania w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych na parametry teksturalne mięsa drobiowego (średnie  $\pm$  odchylenie standardowe, TPA)

**Table 1.** Effect of marination in fermented, unpasteurized herbal vinegars on the textural parameters of poultry meat (mean  $\pm$  standard deviation, TPA)

Parametry Parameter		Grupa/ Group								Wpływ Effects
		C		I		II		III		
		$\bar{x}$	$\pm$ SD	$\bar{x}$	$\pm$ SD	$\bar{x}$	$\pm$ SD	$\bar{x}$	$\pm$ SD	
Twardość (N) Hardness	I	35,14	$\pm 4,69^a$	49,49	$\pm 7,39^b$	43,59	$\pm 12,39^{ab}$	36,12	$\pm 6,19^a$	*
	II	23,89	$\pm 7,95^{ac}$	40,79	$\pm 6,63^b$	35,47	$\pm 10,81^{bc}$	28,27	$\pm 5,34^{ac}$	*
	I-II	29,52	$\pm 6,12^a$	45,14	$\pm 6,90^b$	39,53	$\pm 11,56^{ab}$	32,2	$\pm 5,77^a$	*
Sprężystość (-) Springiness		0,68	$\pm 0,18^a$	0,84	$\pm 0,07^b$	0,88	$\pm 0,08^b$	0,87	$\pm 0,04^b$	*
Adhezynność (mJ) Adhesiveness		4,00	$\pm 1,97^a$	1,00	$\pm 0,72^b$	0,27	$\pm 0,36^b$	0,04	$\pm 0,03^b$	*
Żyłastość (-) Stringiness		5,54	$\pm 2,05^a$	4,72	$\pm 1,40^a$	2,36	$\pm 2,48^b$	0,38	$\pm 0,14^b$	*
Odbojność (-) Resilience		0,37	$\pm 0,28$	0,30	$\pm 0,26$	0,26	$\pm 0,09$	0,36	$\pm 0,28$	NS
Kohezynność (-) Cohesiveness		0,29	$\pm 0,09^a$	0,37	$\pm 0,09^{ab}$	0,41	$\pm 0,09^b$	0,28	$\pm 0,06^a$	*
Gumowatość (N) Gumminess		9,80	$\pm 5,00^a$	18,54	$\pm 5,99^b$	17,80	$\pm 6,20^b$	10,61	$\pm 4,00^a$	*
Żuwalność (N) Chewiness		7,50	$\pm 5,20^a$	15,35	$\pm 4,73^b$	15,88	$\pm 5,68^b$	8,96	$\pm 2,98^a$	*

Grupa: C- kontrolna – niemarynowana, I – ocet tymiankowy, II- ocet szałwiowy, III - ocet rozmarynowy  
a, b, c – wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie przy  $P < 0,05$ ;  
\* wpływ statystycznie istotny danego parametru ( $P < 0,05$ ); NS – brak istotności statystycznej ( $P > 0,05$ )

Group: C – control – unmarinated, I – thyme vinegar, II – sage vinegar, III – rosemary vinegar  
a, b, c – mean values marked with different letters in rows differ statistically significantly at  $P < 0,05$ ;  
\* statistically significant effect of a given parameter ( $P < 0,05$ ); NS – no statistical significance ( $P > 0,05$ )

Źródło: badania własne

**Tabela 2.** Wpływ marynowania w fermentowanych niepasteryzowanych octach na właściwości reologiczne karkówki wieprzowej (średnie  $\pm$  odchylenie standardowe, TPA)

**Table 2.** Effect of marination in fermented, unpasteurized herbal vinegars on the textural parameters of pork neck (mean  $\pm$  standard deviation, TPA)

Parametry Parameter	Grupa/ Group								Wpływ Effects	
	C		I		II		III			
	$\bar{x}$	$\pm$ SD	$\bar{x}$	$\pm$ SD	$\bar{x}$	$\pm$ SD	$\bar{x}$	$\pm$ SD		
Twardość (N) Hardness	I	54,84	$\pm$ 21,95 <sup>x</sup>	61,43	$\pm$ 16,74 <sup>x</sup>	56,46	$\pm$ 4,91 <sup>x</sup>	81,11	$\pm$ 12,57 <sup>y</sup>	*
	II	63,39	$\pm$ 21,70 <sup>x</sup>	68,82	$\pm$ 21,26 <sup>x</sup>	65,58	$\pm$ 6,43 <sup>x</sup>	91,08	$\pm$ 14,89 <sup>y</sup>	*
	I-II	59,12	$\pm$ 21,68 <sup>x</sup>	65,13	$\pm$ 19,00 <sup>x</sup>	61,02	$\pm$ 5,66 <sup>x</sup>	86,09	$\pm$ 13,63 <sup>y</sup>	*
Sprężystość (-) Springiness		0,86	$\pm$ 0,05 <sup>x</sup>	0,83	$\pm$ 0,09 <sup>x</sup>	0,69	$\pm$ 0,09 <sup>y</sup>	0,86	$\pm$ 0,10 <sup>x</sup>	*
Adhezyjność (mJ) Adhesiveness		0,04	$\pm$ 0,06 <sup>x</sup>	0,34	$\pm$ 0,20 <sup>xy</sup>	0,64	$\pm$ 0,43 <sup>y</sup>	0,53	$\pm$ 0,27 <sup>y</sup>	*
Żyłastość (-) Stringiness		0,50	$\pm$ 0,61 <sup>x</sup>	2,87	$\pm$ 1,81 <sup>y</sup>	4,47	$\pm$ 2,49 <sup>y</sup>	3,19	$\pm$ 1,36 <sup>y</sup>	*
Odbojność (-) Resilience		0,42	$\pm$ 0,32 <sup>x</sup>	0,22	$\pm$ 0,08 <sup>xy</sup>	0,12	$\pm$ 0,01 <sup>y</sup>	0,15	$\pm$ 0,01 <sup>y</sup>	*
Kohezyjność (-) Cohesiveness		0,52	$\pm$ 0,12 <sup>x</sup>	0,52	$\pm$ 0,04 <sup>x</sup>	0,39	$\pm$ 0,02 <sup>y</sup>	0,49	$\pm$ 0,05 <sup>x</sup>	*
Gumowatość (N) Gumminess		34,41	$\pm$ 16,04	35,51	$\pm$ 10,25	25,68	$\pm$ 2,78 <sup>x</sup>	44,25	$\pm$ 5,27 <sup>y</sup>	*
Żuwalność (N) Chewiness		30,41	$\pm$ 15,48 <sup>x</sup>	29,07	$\pm$ 5,70 <sup>x</sup>	17,62	$\pm$ 3,15 <sup>y</sup>	37,69	$\pm$ 3,44 <sup>x</sup>	*

Grupa: C – kontrolna – niemarynowana, I – ocet tymiankowy, II - ocet szałwiowy, III - ocet rozmarynowy  
x, y, z – wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie przy  $P < 0,05$ ;

\* wpływ statystycznie istotny danego parametru ( $P < 0,05$ ); NS – brak istotności statystycznej ( $P > 0,05$ )

Group: C – control – unmarinated, I – thyme vinegar, II – sage vinegar, III – rosemary vinegar

x, y, z – mean values marked with different letters in rows differ statistically significantly at  $P < 0.05$ ;

\* statistically significant effect of a given parameter ( $P < 0.05$ ); NS – no statistical significance ( $P > 0.05$ )

Źródło: badania własne

Obniżenie adhezyjności można tłumaczyć modyfikacją struktury włókien mięśniowych i tkanki łącznej. Kwaśne środowisko wytwarzane przez octy ziołowe osłabia wiązania między włóknami mięśniowymi, stymuluje częściową denaturację białek miofibrylarnych oraz proteolizę katepsynową [5–7, 15], co skutkuje zmniejszeniem lepkości mięsa i jego przylegania do powierzchni pomiarowej.

Uzyskane wyniki są zgodne z danymi literaturowymi, w których wykazano, że marynowanie w kwaśnych roztworach, w tym octach owocowych i ziołowych, prowadzi do redukcji adhezyjności mięsa, przy jednoczesnym zwiększeniu jego kruchości oraz zachowaniu zdolności do zatrzymywania wody [6, 17]. Wyniki te sugerują, że zastosowanie octów ziołowych w procesie marynowania może korzystnie wpływać na właściwości sensoryczne mięsa, poprawiając komfort konsumpcji bez nadmiernego wysuszenia produktu.

**Tabela 3.** Wpływ gatunku mięsa (M), rodzaju octu (O) oraz ich interakcji (M × O) na parametry reologiczne mięsa (efekty istotne statystycznie,  $P < 0,05$ )

**Table 3.** Effect of meat type (M), vinegar type (O), and their interaction (M × O) on meat rheological parameters (statistically significant effects,  $P < 0.05$ )

Parametry/Parameter		Wpływ/Effects		
		M	O	M x O
Twardość (N) <i>Hardness</i>	I	*	*	*
	II	*	*	*
	I-II	*	*	*
Sprężystość (-) <i>Springiness</i>		NS	NS	*
Adhezyjność (mJ) <i>Adhesiveness</i>		NS	NS	*
Żyłastość (-) <i>Stringiness</i>		NS	*	*
Odbojność (-) <i>Resilience</i>		NS	NS	NS
Kohezyjność (-) <i>Cohesiveness</i>		*	NS	*
Gumowatość (N) <i>Gumminess</i>		*	NS	*
Żuwalność (N) <i>Chewiness</i>		*	NS	*

Objaśnienie: M- mięso, O- ocet, \* wpływ statystycznie istotny danego parametru ( $P < 0,05$ ); NS – brak istotności statystycznej

Explanation: M – meat, O – vinegar, \* statistically significant effect of a given parameter ( $P < 0.05$ ); NS – no statistical significance

Źródło: badania własne

Żyłastość mięsa określa jego zdolność do powrotu do pierwotnego kształtu po usunięciu obciążenia i stanowi wskaźnik sprężysto-elastycznych właściwości tkanki mięśniowej [7, 16]. Wysokie wartości żyłastości wskazują na zwartą i jędrną strukturę włókien mięśniowych, natomiast niższe – na mięso bardziej podatne na odkształcenia i łatwiejsze do deformacji podczas żucia [7, 16].

W badaniach własnych (tab. 1 i 2) wykazano, że marynowanie w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych istotnie wpływało na żyłastość mięsa drobiowego i karkówki wieprzowej ( $p < 0,05$ ). W mięsie drobiowym najwyższą żyłastość stwierdzono w grupie kontrolnej ( $5,54 \pm 2,05$ ), natomiast najniższe wartości obserwowano w próbkach marynowanych w occie rozmarynowym ( $0,38 \pm 0,14$ ). W karkówce wieprzowej żyłastość była najniższa w próbkach marynowanych w octach tymiankowym i szaflwiowym, natomiast najwyższa – w grupie kontrolnej ( $0,50 \pm 0,61$ ). Wyniki te wskazują na wyraźne obniżenie żyłastości mięsa pod wpływem kwaśnych roztworów octów, co sugeruje zmianę struktury włókien mięśniowych i tkanki łącznej.

Podobne obserwacje odnotowano w literaturze, gdzie marynaty octowe obniżały żyłastość mięsa poprzez kwasową degradację tkanki łącznej oraz rozluźnienie włókien mięśniowych [6–7]. W badaniach nad octami owocowymi wykazano m.in., że ocet ananasowy i truskawkowy znacząco redukowały twardość, siłę ścinania i energię ścinania mięsa drobiowego, natomiast ocet winogronowy obniżał te parametry w mięsie wołowym, co potwierdzają obserwacje z wykorzystaniem mikroskopii skaningowej. Dodatkowo proces marynowania może prowadzić do częściowej utraty białek przez dyfuzję, co również przyczynia się do zwiększenia kruchości produktu [14]. Uzyskane wyniki sugerują, że efekt zmiękczający mięsa drobiowego i wieprzowego wynika głównie z działania kwaśnego środowiska octów ziołowych, prowadzącego do degradacji włókien mięśniowych i tkanki łącznej, co przekłada się na obniżenie żyłastości oraz poprawę ogólnych właściwości teksturalnych mięsa.

Odbojność określa zdolność mięsa do powrotu do pierwotnego kształtu po usunięciu obciążenia i jest wskaźnikiem sprężysto-elastycznych właściwości tkanki mięśniowej [5–6, 16]. Wysokie wartości odbojności wskazują na zwartą i jędrną strukturę włókien mięśniowych, natomiast niższe – na mięso bardziej podatne i miękkie podczas żucia.

W badaniach własnych (tab. 1 i 2) odbojność mięsa drobiowego nie wykazała istotnych różnic między próbkami kontrolnymi a próbkami marynowanymi w różnych octach ziołowych (0,36–0,37,  $p > 0,05$ ). W karkówce wieprzowej wartości odbojności były bardziej zróżnicowane – najniższe odnotowano w próbkach marynowanych w occie rozmarynowym ( $0,15 \pm 0,01$ ), natomiast najwyższe w grupie kontrolnej ( $0,42 \pm 0,32$ ); jednak różnice te nie były istotne statystycznie. Analiza wieloczynnikowa (tab. 3) wskazuje, że wpływ rodzaju octu i gatunku mięsa na odbojność jest niewielki, a efekt marynowania jest mniej wyraźny niż w przypadku twardości czy sprężystości.

Brak istotnych zmian sugeruje, że zastosowane octy ziołowe nie wpływają znacząco na elastyczność mięsa. Odbojność zależy przede wszystkim od integralności włókien mięśniowych oraz ilości i rozmieszczenia kolagenu. Podobne obserwacje odnotowali Fencioğlu i wsp. [18], wykazując, że marynowanie w occie nie zmieniało parametrów elastyczności, mimo że twardość i sprężystość ulegały modyfikacjom.

Kohezyjność określa zdolność mięsa do utrzymania integralności strukturalnej pod wpływem sił mechanicznych i stanowi miarę spójności włókien mięśniowych oraz tkanki łącznej [16]. Parametr ten odzwierciedla stopień wewnętrznych wiązań w materiale mięsny i stanowi istotny wskaźnik jakości reologicznej oraz właściwości sensorycznych produktu.

W badaniach własnych (tab. 1 i 2) wykazano, że marynowanie w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych istotnie modyfikowało kohezyjność mięsa drobiowego i karkówki wieprzowej ( $p < 0,05$ ), przy czym kierunek zmian zależał od gatunku mięsa oraz rodzaju zastosowanego octu. W mięsie drobio

wym najwyższą kohezynność uzyskano po marynowaniu w occie rozmarynowym ( $0,41 \pm 0,09$ ), natomiast najniższe wartości odnotowano w grupie kontrolnej ( $0,29 \pm 0,09$ ). W karkówce wieprzowej obniżenie kohezynności stwierdzono po zastosowaniu octu szałwiowego, podczas gdy ocet rozmarynowy nie powodował istotnych zmian tego parametru.

Zmiany kohezynności można wiązać z obniżeniem pH oraz oddziaływaniem kwaśnych marynat na strukturę białek miofibrylarnych i kolagenu, prowadzącym do przebudowy wewnętrznych wiązań włókien mięśniowych [6–7, 19]. Wzrost kohezynności w mięsie drobiowym po marynowaniu w occie rozmarynowym może świadczyć o korzystnym uporządkowaniu struktury białkowej, natomiast obniżenie tego parametru w karkówce wieprzowej po zastosowaniu octu szałwiowego może wynikać z intensywniejszego oddziaływania związków fenolowych na kolagen. Zmiany kohezynności wraz ze spadkiem twardości i gumowatości wskazują, że marynaty octowe mogą poprawiać właściwości reologiczne mięsa, wzmacniając jego teksturę i akceptowalność sensoryczną bez nadmiernego rozpadu struktury mięśniowej.

Gumowatość definiuje się jako siłę wymagana do żucia próbki mięsa do konsystencji gotowej do przełknięcia; jest to parametr pochodny twardości oraz kohezynności. Wysokie wartości gumowatości wskazują na większą odporność mięsa na rozdrabnianie i dłuższy czas żucia, natomiast niższe wartości świadczą o bardziej kruchej i łatwiejszej do spożycia strukturze mięsa [16].

Na podstawie wyników badań własnych (tab. 1 i 2) wykazano, że marynowanie w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych istotnie wpływało na gumowatość mięsa drobiowego i karkówki wieprzowej ( $p < 0,05$ ). W mięsie drobiowym najwyższe wartości gumowatości zanotowano po zastosowaniu octu tymiankowego ( $18,54 \pm 5,99$  N), natomiast najniższe – w grupie kontrolnej ( $9,80 \pm 5,00$  N), podczas gdy ocet szałwiowy i rozmarynowy wywołały zmiany pośrednie. W karkówce wieprzowej największą gumowatość odnotowano w próbkach marynowanych w occie rozmarynowym ( $44,25 \pm 5,27$  N), natomiast w grupie kontrolnej wynosiła ona  $34,41 \pm 16,04$  N. Zastosowanie octów tymiankowego i szałwiowego powodowało umiarkowane zmiany w stosunku do grupy kontrolnej. Wyniki te pokazują, że wpływ octów ziołowych na gumowatość mięsa jest zależny zarówno od gatunku mięsa, jak i rodzaju zastosowanej marynaty.

Zmiany gumowatości można wiązać z modyfikacją struktury mięśni oraz tkanki łącznej w warunkach obniżonego pH. Kwaśne środowisko powoduje częściową denaturację białek miofibrylarnych i kolagenu, co zwiększa spójność włókien mięśniowych oraz odporność mięsa na rozdrabnianie podczas żucia [5, 16]. Podobne efekty opisano w literaturze; Ünal i wsp. [6] oraz Erdem [7] wykazali, że marynowanie w octach owocowych znacząco modyfikuje gumowatość mięsa drobiowego i wołowego poprzez redukcję twardości przy jednoczesnym zwiększeniu spójności

włókien. Tkacz i wsp. [17] stwierdzili wzrost gumowatości mięsa drobiowego po zastosowaniu marynat ziołowych, co tłumaczyli synergistycznym działaniem kwasów organicznych i bioaktywnych związków roślinnych na kolagen i miofibryle. Dykiel i wsp. [19], Erdem [7] oraz Ünal i wsp. [6] podkreślają, że wpływ marynaty na gumowatość jest uzależniony od wielu czynników, takich jak rodzaj mięsa, czas marynowania oraz chemiczny skład zastosowanego octu.

Żuwalność odnosi się do energii potrzebnej do przeżucia próbki mięsa do momentu połknięcia; jest to parametr pochodnym twardości, sprężystości oraz kohezji [16]. Wysokie wartości żuwalności wskazują na mięso bardziej odporne na rozdrabnianie, natomiast niska żuwalność świadczy o większej kruchości i łatwiejszej konsumpcji produktu.

W badaniach własnych (tab. 1 i 2) wykazano, że marynowanie w fermentowanych, niepasteryzowanych octach ziołowych istotnie obniżało żuwalność mięsa drobiowego i karkówki wieprzowej w porównaniu z grupami kontrolnymi ( $p < 0,05$ ). W mięsie drobiowym najniższą żuwalność stwierdzono w próbkach marynowanych w occie rozmarynowym ( $8,96 \pm 2,98$  N), podczas gdy w grupie kontrolnej wynosiła ona  $7,50 \pm 5,20$  N. W karkówce wieprzowej zastosowanie octów tymiankowego i szałwiowego prowadziło do istotnego obniżenia tego parametru. Wyniki wskazują, że marynowanie skutecznie modyfikuje strukturę mięsa, zmniejszając energię potrzebną do jego przeżuwania, a tym samym poprawiając kruchość i akceptowalność sensoryczną.

Obniżenie żuwalności można przypisać kilku mechanizmom. Po pierwsze, kwaśne środowisko wytwarzane przez octy osłabia wiązania między włóknami mięśniowymi a tkanką łączną, co ułatwia fragmentację mięsa. Po drugie, aktywacja proteolizy katepsynowej prowadzi do częściowej degradacji białek miofibrylarnych, takich jak aktyna, miozyna oraz tropomiozyna [7, 15].

Uzyskane wyniki są zgodne z danymi literaturowymi [6, 17, 20], w których wykazano, że marynaty na bazie octów owocowych i ziołowych obniżają twardość i żuwalność mięsa drobiowego oraz wołowego, jednocześnie poprawiając jego właściwości sensoryczne i ułatwiając konsumpcję. Obniżenie żuwalności przy zachowaniu spójności strukturalnej i zdolności mięsa do zatrzymywania wody sugeruje, że marynaty octowe korzystnie modyfikują właściwości reologiczne mięsa, bez nadmiernego rozluźnienia tkanki mięśniowej [6–7, 17, 20].

## Wnioski

Wyniki niniejszych badań wykazały, że rodzaj zastosowanego fermentowanego, niepasteryzowanego octu ziołowego istotnie wpływa na właściwości reologiczne mięsa drobiowego i karkówki wieprzowej, w szczególności na parametry teksturalne

oceniane metodą analizy profilu tekstury (TPA). Marynowanie w octach ziołowych prowadziło do istotnych zmian twardości, żylastości, żuwalności, adhezyjności, gumowatości i kohezji, podczas gdy odbojność (resilience) wykazywała mniejszą wrażliwość na proces marynowania.

Najkorzystniejsze efekty w zakresie poprawy kruchości zaobserwowano w próbkach mięsa drobiowego marynowanego w occie rozmarynowym, natomiast w karkówce wieprzowej istotne obniżenie parametrów związanych z oporem podczas żucia uzyskano po zastosowaniu octów tymiankowego i szałwiowego. Wyniki te potwierdzają skuteczną modyfikację struktury włókien mięśniowych i tkanki łącznej pod wpływem zastosowanych marynat.

Uzyskane wyniki mają praktyczne znaczenie dla optymalizacji składu marynat, umożliwiając świadomy dobór rodzaju octu ziołowego w celu kształtowania pożądanych właściwości reologicznych i sensorycznych mięsa. Fermentowane, niepasteryzowane octy ziołowe mogą stanowić naturalną alternatywę dla konwencjonalnych marynat stosowanych w przemyśle mięsnym.

Wyniki niniejszych badań mogą stanowić podstawę szerszego zastosowania niepasteryzowanych octów ziołowych w technologii przetwórstwa mięsnego oraz wspomagać rozwój innowacyjnych, naturalnych rozwiązań w przemyśle spożywczym.

*Artykuł powstał w ramach dofinansowania z Funduszu Stypendialnego im. Stanisława Pigonia Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Krośnie (PANS.SP.48.2025).*

## Literatura

- [1] Lee S.H., Kim S.C., Chai H.H., Cho S.H., Kim H.C., Lim D., Gondro C., Mutations in calpastatin and  $\mu$ -calpain are associated with meat tenderness, flavor and juiciness in Hanwoo (Korean cattle): Molecular modeling of the effects of substitutions in the calpastatin/ $\mu$ -calpain complex, *Meat Science*, 2014, 96(4), s. 1501–1508.
- [2] Han J., Morton J., Bekhit A., Sedcole J., Pre-rigor infusion with kiwifruit juice improves lamb tenderness, *Meat Science*, 2009, 82(3), s. 324–330.
- [3] Roudbari Z., Coort S. L., Kutmon M., Eijssen L., Melius J., Sadkowski T., Evelo C.T., Identification of biological pathways contributing to marbling in skeletal muscle to improve beef cattle breeding, *Frontiers in Genetics*, 2020, 10, 1370.
- [4] Yusop S., O'Sullivan M., Kerry J., Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products, [w:] *Processed Meats*, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Woodhead Publishing, 2011, s. 421–449.
- [5] Sengun I.Y., Turp G.Y., Cicek S.N., Avci T., Ozturk B., Kilic G., Assessment of the effect of marination with organic fruit vinegars on safety and quality of beef, *International Journal of Food Microbiology*, 2021, 336, 108904.

- [6] Ünal K., Babaoğlu A.S., Karakaya M., Improving the textural and microstructural quality of cow meat by black chokeberry, grape, and hawthorn vinegar-based marination, *Food Science & Nutrition*, 2023, 11(1), s. e3566.
- [7] Erdem N., Assessment of the Impact of Fruit Vinegars on the Tenderness and Quality Attributes of Spent Hen Meat, *Food Science & Nutrition*, 2025, 13(7), e70544.
- [8] Program Statistica TIBCO, wersja 13.3 (StatSoft).
- [9] Araújo P.D., Araújo W.M.C., Patarata L., Fraqueza M.J., Understanding the main factors that influence consumer quality perception and attitude towards meat and processed meat products, *Meat Science*, 2022, 193, 108952.
- [10] Novaković S., Tomašević I., Meat texture as an important quality attribute and sensory characteristic of meat, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017, 85, 012063.
- [11] Rodrigues S.S.Q., Leite A., Vasconcelos L., Teixeira A., Exploring the Nexus of Feeding and Processing: Implications for Meat Quality and Sensory Perception, *Foods*, 2024, 13, 3642.
- [12] Sharedeh D., Gatellier P., Astruc T., Daudin J.D., Effects of pH and NaCl levels in a beef marinade on physicochemical states of lipids and proteins and on tissue microstructure, *Meat Science*, 2015, 110, s. 24–31.
- [13] Augustyńska-Prejsnar A., Hanus P., Sokołowicz Z., Kačániová M., Assessment of technological characteristics and microbiological quality of marinated turkey meat with the use of dairy products and lemon juice, *Animal Bioscience*, 2021, 34(12), s. 2003–2011.
- [14] Szymczak M., Szymczak B., Koronkiewicz A., Felisiak K., Bednarek M. J., Effect of cover brine type on the quality of meat from herring marinades, *Journal of Food Science*, 2013, 78(4), s. 619–625.
- [15] Rostamani M., Baghaei H., Bolandi M., Prediction of top round beef meat tenderness as a function of marinating time based on commonly evaluated parameters and regression equations, *Food Science & Nutrition*, 2021, 9, s. 5006–5015.
- [16] Bourne M.C., *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*, Academic Press, San Diego 2002.
- [17] Tkacz K., Modzelewska-Kapituła M., Więk A., The influence of marinade composition on pork tenderness, *Proceedings of the Nutrition Society*, 2020, 79(OCE2), s. E576.
- [18] Fencioğlu H., Oz E., Turhan S., Proestos C., Oz F., The Effects of the Marination Process with Different Vinegar Varieties on Various Quality Criteria and Heterocyclic Aromatic Amine Formation in Beef Steak, *Foods*, 2022, 11, 3251.
- [19] Dykiel M., Uram-Dudek A., Wajs I., Effect of Marinade of Fermented Unpasteurised Fruit Vinegars on Poultry Meat Quality, *Gastronomy*, 2025, 3(7), s. 1–13.
- [20] Karatepe P., Akgöl M., Akdeniz İncili C., Tekin A., İncili G.K., Hayaloğlu A.A., Effect of hawthorn vinegar-based marinade on the quality parameters of beef tenderloins, *Food Bioscience*, 2023, 56, 103098.

## Możliwości wykorzystania ekstraktów z boczniaka fermentowanego w fortyfikacji żywności

### Possibilities of using fermented oyster mushroom extracts in food fortification

Tomasz Cebulak<sup>1</sup>, Paweł Kielar<sup>2</sup>, Barbara Krochmal-Marczak<sup>3</sup>, Izabela Betlej<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Rzeszowski, Instytut Technologii Żywności i Żywienia Człowieka, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów

<sup>2</sup> Wojewódzki Inspektorat Weterynarii w Krośnie, ul. P. Ściegiennego 6A, 38-400 Krosno

<sup>3</sup> Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Krośnie, Instytut Gospodarki, ul. Dmochowskiego 12, 38-400 Krosno

<sup>4</sup> Instytut Nauk o Drewnie i Meblarstwie, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

\*email: [tcebulak@ur.edu.pl](mailto:tcebulak@ur.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** boczniaka ostrygowaty, boczniak królewski, boczniak cytrynowy, właściwości antyoksydacyjne, polifenole ogółem

**Key words:** oyster mushroom, king oyster mushroom, golden oyster mushroom, antioxidant properties, total polyphenols

---

## Streszczenie

Przedmiotem prowadzonych badań była ocena aktywności antyoksydacyjnej oraz ogólnej zawartości polifenoli (TPC) owocników świeżych i fermentowanych trzech gatunków boczniaków: boczniaka ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.), boczniaka królewskiego (*Pleurotus eryngii*) oraz boczniaka cytrynowego (*Pleurotus citrinopileatus* (Singer)). Badany materiał pochodził z uprawy własnej, zlokalizowanej na terenie województwa podkarpackiego (49°36' N, 21°48' E). Zebrany i zabezpieczony w procesie liofilizacji materiał badawczy poddano ekstrakcji metanolowej wspomaganą ultradźwiękami, z różnym udziałem frakcji metanolowej (30%, 50% i 70%). Tak przygotowane ekstrakty poddano analizie aktywności antyoksydacyjnej z wykorzystaniem testów ABTS, DPPH i FRAP oraz oznaczeniu całkowitej zawartości polifenoli metodą Folina-Ciocalteu. Najwyższą aktywność antyoksydacyjną stwierdzono w ekstraktach z 70-procentowym metanolem. W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że proces kiszenia owocników boczniaka miał wpływ na kształtowanie się aktywności antyoksydacyjnej. Aktywność ta była uzależniona od zastosowanej mieszanki ekstrakcyjnej oraz metody pomiaru. Owocniki świeże wykazały wyższą aktywność antyoksydacyjną oznaczoną testem ABTS w porównaniu z owocnikami kiszonymi. Natomiast aktywność wobec rodnika DPPH była zróżnicowana w zależności od badanej matrycy. W przypadku kiszzonego boczniaka cytrynowego i ostrygowatego zmierzone wartości były

wyższe niż w owocnikach świeżych. Zdolność redukcji jonów żelaza, oznaczona metodą FRAP, wykazała wyższą aktywność jedynie w przypadku owocników fermentowanego bocznika cytrynowego. Całkowita zawartość polifenoli, określona na podstawie odbarwienia odczynnika Folina–Ciocalteu, uzależniona była od gatunku i formy badanego materiału. Najwyższe zdolności odbarwienia zaobserwowano w przypadku owocników fermentowanego bocznika cytrynowego.

## Summary

The subject of the study was the evaluation of antioxidant activity and total polyphenol content (TPC) in fresh and pickled fruiting bodies of three oyster mushroom species: oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.), king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*), and golden oyster mushroom (*Pleurotus citrinopileatus* (Singer)). The studied material originated from a self-owned cultivation located in the Podkarpackie Voivodeship (50°82' N, 23°54' E). The collected material was preserved by freeze-drying and subsequently subjected to ultrasound-assisted methanolic extraction using different proportions of methanol (30%, 50%, and 70%). The prepared extracts were analyzed for antioxidant activity using ABTS, DPPH, and FRAP assays, and the total polyphenol content was determined using the Folin–Ciocalteu method. The highest antioxidant activity was measured in the 70% methanolic extracts. The results demonstrated that the pickling process influenced the antioxidant activity of the oyster mushroom fruiting bodies. Antioxidant activity depended on both the extraction solvent composition and the analytical method applied. Fresh mushrooms exhibited higher antioxidant activity as determined by the ABTS assay compared to pickled fruiting bodies. In contrast, DPPH radical scavenging activity varied depending on the tested matrix. In the case of pickled golden oyster and oyster mushrooms, the measured values were higher than those of the fresh fruiting bodies. The ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay showed higher activity only in the case of pickled golden oyster mushroom fruiting bodies. The total polyphenol content, determined by the decolorization of the Folin–Ciocalteu reagent, depended on both the species and the form of the tested material. The highest decolorization capacity was observed in pickled golden oyster mushroom fruiting bodies.

## Wstęp

W ostatnich latach świadomość konsumentów na temat wpływu diety na zdrowie znacznie wzrosła. Przekłada się to na bardziej świadome wybory zakupowe, w tym wybór żywności fermentowanej, która wykazuje określone korzyści zdrowotne [1–3]. Do produkcji żywności fermentowanej wykorzystuje się szeroką gamę surowców pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Ze względu na rosnącą dostępność tego typu produktów, a tym samym zwiększone zainteresowanie konsumentów, prowadzone są intensywne badania nad tym asortymentem żywności [1, 4]. Wykazano, że

w fermentowanych produktach warzywnych, owocowych oraz mlecznych obecne są bakterie charakteryzujące się wysoką przeżywalnością w warunkach przewodu pokarmowego, a ich spożywanie wywiera korzystny wpływ na zdrowie [5–7]. Produkty fermentowane wykazują m.in. działanie przeciwnadciśnieniowe, przeciwnowotworowe, antyoksydacyjne oraz przeciwzapalne, a także korzystnie wpływają na funkcjonowanie układu pokarmowego [1].

Jednym z takich surowców, które można poddać procesom fermentacji, są grzyby, w tym boczniaki, stanowiące obecnie popularny i cenny surowiec spożywczy [7]. Charakteryzują się one pożądanymi walorami smakowymi oraz dużą odpornością na zmiany warunków przechowywania. Są również chętnie skupywane i przetwarzane [8]. W handlu najczęściej są dostępne w postaci świeżej. W rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 3 listopada 2022 r. podano klasyfikację grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych oraz innych środków spożywczych [9]. Rozporządzenie to zawiera wykaz grzybów, który w zakresie dotyczącym boczniaków wyróżnia: boczniaka cytrynowego – *Pleurotus citrinopileatus* (Singer), boczniaka florydzkiego – *Pleurotus florida* (Singer), boczniaka łyżkowatego – *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., boczniaka królewskiego – *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., pochodzącego wyłącznie z uprawy lub spoza terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, boczniaka ostrygowatego – *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., oraz boczniaka różowego – *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn. W warunkach środkowo-europejskich gatunek ten spotykany jest na martwych pniach, kłodach i karpach drzew liściastych. Może być uprawiany na różnych substratach wytworzonych z lignocelulozowych odpadów [8].

Owocniki boczniaka występują często w postaci grup składających się z kilkunastu większych i mniejszych okazów, wyrastających ze wspólnej podstawy lub ułożonych dachówkowato, jeden nad drugim [10]. Owocniki tych grzybów są źródłem łatwo przyswajalnego białka, kwasu foliowego, aminokwasów, witamin z grupy B oraz soli mineralnych. Według badań Villas-Bôas i wsp. [11], Szcześniaka i wsp. [12] oraz Singha i wsp. [13], owocniki tego gatunku zawierają lowastatynę, która obniża poziom cholesterolu we krwi. Zawierają również pleuran – substancję o działaniu immunostymulującym i przeciwnowotworowym [7, 10, 14–15]. Według Singha i wsp. [13] boczniak charakteryzuje się cennym składem mineralnym ze względu na zawartość licznych makroelementów, np. magnezu, wapnia, potasu, sodu i fosforu. Obok nich występują również mikroelementy, m.in.: żelazo (Fe), miedź (Cu), cynk (Zn) oraz mangan (Mn). Substancje mineralne występują w grzybach w różnych ilościach – więcej ich stwierdzono w kapeluszu niż w trzonie, a ich zawartość zależy również od średnicy kapelusza, wieku grzyba, jego gatunku, a także podłoża [13]. Boczniaki są tradycyjnie stosowane w medycynie ludowej krajów słowiańskich i azjatyckich, zwłaszcza w tradycyjnej medycynie chińskiej.

Według współczesnych badań naukowych zawierają one liczne metabolity wtórne o potencjale leczniczym [7, 16–20]. Związki te były izolowane zarówno z owocników grzybów, jak i z grzybni. Wiele z tych substancji bioaktywnych wykazuje właściwości antybakteryjne, przeciwtleniające i przeciwzapalne, a także działanie przeciwnowotworowe, przeciwcukrzycowe i przeciwmiażdżycowe [20–21]. Substancje pozyskiwane z grzybów mają również zdolność obniżania poziomu cholesterolu i triacylogliceroli we krwi, normalizowania ciśnienia oraz działania ochronnego na wątrobę. Obecnie grzyby uznawane są za żywność funkcjonalną. Pozytywny wpływ na zdrowie uzyskuje się poprzez bezpośrednie spożywanie owocników lub stosowanie suplementów diety w postaci preparatów zawierających ekstrakty grzybowe [22].

## Materiał i metody badań

Przedmiotem badań były owocniki trzech gatunków grzybów: bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.), bocznika królewskiego (*Pleurotus eryngii*) oraz bocznika cytrynowego (*Pleurotus citrinopileatus* (Singer)), pochodzące z uprawy własnej zlokalizowanej, na terenie województwa podkarpackiego (49°36' N, 21°48' E).

### Przygotowanie eksperymentu badawczego

Gotowe podłoża do uprawy bocznika ostrygowatego, bocznika królewskiego oraz bocznika cytrynowego zakupiono w wyspecjalizowanym sklepie detalicznym. Przerośnięte grzybnią baloty umieszczono w pomieszczeniu o temperaturze 16°C i wilgotności 85%. W początkowej fazie uprawy wzrost grzybni odbywał się w całkowitej ciemności, następnie, po pojawieniu się w otworach balotu pierwszych zawiązków grzybów, zapewniono im dostęp do światła przez 12 h na dobę. Pierwsze owocniki zebrano po 10 dniach od zakupu podłoża.

Owocniki podzielono na dwie grupy, przy czym pierwsza grupa została przeznaczona do suszenia liofilizacyjnego, a po procesie liofilizacji umieszczona w zamrażarce w temperaturze –24°C. Druga grupa została poddana fermentacji mlekowej przy użyciu szczepów bakterii probiotycznych. Do procesu fermentacji zastosowano mieszankę kultur bakterii kwasu mlekowego, obejmującą następujące szczepy: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* (NCFM®), *Lactobacillus paracasei* (Lpc-37), *Bifidobacterium lactis* (Bi-07), *Bifidobacterium lactis* (Bl-04), *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus pentosus* oraz *Lactobacillus plantarum*. Wymienione bakterie wykorzystano w formie gotowej zakwaszki fermentacyjnej. Proces fermentacji prowadzono równolegle w trzech powtórzeniach.

W celu przeprowadzenia procesu fermentacji zważono po 500 g owocników z każdego gatunku grzyba, a następnie układano je warstwami w szklanym słoju

o pojemności 1 l. Każdą warstwę owocników przesypanyo mieszaniną soli i sacharozy w ilości odpowiednio 2% i 1% w stosunku do całkowitej masy grzybów. Następnie dodano szczepionkę bakterii kwasu mlekowego w ilości 2 g i prowadzono fermentację w temperaturze 18–20°C przez 21 dni. Po tym czasie owocniki wyjęto z zalewy, zamrożono i poddano procesowi liofilizacji w liofilizatorze (ZIRBUS Technology GmbH, Niemcy). Po liofilizacji materiał przechowywano w zamrażarce w temperaturze –24°C do czasu przeprowadzania badań.

### **Przygotowanie ekstraktów**

Zabezpieczony materiał badawczy w postaci liofilizowanych owocników, zarówno świeżych, jak i fermentowanych, przygotowano do analiz poprzez zmielenie 20 g materiału w młynku nożowym (Grindomix GM 200, Niemcy), a następnie odważono po 1 g w trzech powtórzeniach dla każdej metody ekstrakcji. Zastosowano łącznie cztery sposoby ekstrakcji: w 30%, 50% i 70% roztworze metanolu oraz ekstrakcję wodną w temperaturze 40°C. Odważone liofilizowane owocniki boczniaków zalewano odpowiednimi mieszaninami ekstrakcyjnymi w stosunku (g/V) 1:10. Proces ekstrakcji prowadzono z wykorzystaniem ultradźwięków w łaźni ultradźwiękowej (POLSONIC, SONIC-10) przez 30 minut. Następnie mieszaninę ekstrakcyjną poddano wirowaniu w wirówce Eppendorf 5430 przy prędkości 7000 obr./min przez 10 minut. Po wirowaniu zdekantowano frakcję rozpuszczoną i przefiltrowano ją przez filtr strzykawkowy o wielkości porów 0,45. Tak przygotowany materiał przelano do fiolek o pojemności 2 ml, z których pobierano próbki do analiz potencjału antyoksydacyjnego.

### **Oznaczanie właściwości antyoksydacyjnych metodą DPPH**

Zdolność badanych próbek do zmiatania stabilnego wolnego rodnika 1,1-difenylo-2-pikrylohydrozylowego DPPH, (DPPH, Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) oznaczano według metody Brand-Williams i wsp. [23]. Zasada metody opiera się na kolorymetrycznym oznaczeniu stopnia redukcji rodnika 1,1-difenylo-2-pikrylohydrozylowego DPPH.

Przygotowanie próby ślepej: Do kuwet spektrofotometrycznych odmierzone 0,5 ml metanolu oraz 2 ml roztworu DPPH o początkowej absorpcji 0,9 przy  $\lambda = 517$  nm., po czym zawartość kuwet wymieszano i po 10 minutach wykonano pomiar na spektrofotometrze Thermo Evolution 300. Przygotowane próbki odpowiednio rozcieńczono, a następnie odmierzone po 0,5 ml do kuwet spektrofotometrycznych i dodano 2 ml roztworu DPPH. Zawartość kuwet wymieszano, a po upływie 10 minut wykonano pomiar stężenia DPPH przy długości fali  $\lambda = 517$  nm, wobec 96% metanolu. Krzywą wzorcową wykreślono w zakresie od 0,1 do 100  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  roztworu troloxu (Sigma-Aldrich, Co., St. Louis, MO, USA) w etanolu. Wyniki wyrażono jako  $\mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m.

### **Aktywność zmiatania rodnika ABTS**

Aktywność zmiatania rodnika ABTS oznaczono metodą Re i wsp. [24]. Aktywność obliczono z użyciem troloxu (0–140  $\mu\text{M}$ ), a wyniki wyrażono jako  $\mu\text{M}$  równoważnika troloxu na gram suchej masy ( $\mu\text{M}$  troloxu·g<sup>-1</sup> DW). Wykonanie oznaczenia: Przygotowano roztwór ABTS. Po wytworzeniu rodników roztwór rozcieńczano wodą do uzyskania absorbancji na poziomie 700 nm przy długości fali  $\lambda = 734$  nm. Pomiaru dokonano na spektrofotometrze Thermo Evolution 300. Następnie do kuwet spektrofotometrycznych odmierzone 3 ml roztworu ABTS i dodano 0,03 ml rozcieńczonych próbek. Tak przygotowany roztwór wymieszano i inkubowano w ciemności przez 6 minut. Po tym czasie dokonano pomiaru absorbancji przy długości fali  $\lambda = 734$  nm wobec wody destylowanej.

### **Oznaczenie właściwości antyoksydacyjnych metodą FRAP**

Test FRAP przeprowadzono zgodnie z metodą opisaną w pracy Benzie i Strain [25]. Zasada metody polega na redukcji związku TPTZ (kompleks żelazowo-2,4,6-tri-(2-pirydylo)-s-triazyny) pod wpływem przeciwutleniacza do intensywnie niebieskiego produktu o maksimum absorbancji przy długości fali 595 nm.

Przygotowanie odczynnika FRAP: Odczynnik przygotowano poprzez zmieszanie buforu octanowego (300 mM, pH 3,6), 10 mM TPTZ ( $M = 312,33$ ) w 40 mM HCl oraz 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 270,3$ ) w stosunku 10:1:1 (v/v/v).

Wykonanie oznaczenia: Do próbek o objętości 0,5 ml, dodano 3 ml roztworu odczynnika FRAP, dokładnie wymieszano i pozostawiono w ciemności w temperaturze 37°C przez 10 minut. Po tym czasie mierzono absorbancję roztworu przy długości fali  $\lambda = 593$  nm wobec wody destylowanej, z wykorzystaniem spektrofotometru Thermo Evolution 300 przy długości fali 700 nm. Wynik wyrażono jako  $\mu\text{mol Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$  s.m.

### **Oznaczenie zawartości polifenoli ogółem metodą Folina–Ciocalteu**

Oznaczenie całkowitej zawartości związków polifenolowych przeprowadzono metodą z wykorzystaniem odczynnika Folina–Ciocalteu zgodnie z procedurą opisaną przez Singleton i Rossi [26] (z modyfikacją własną). Zasada metody opiera się na kolorymetrycznym oznaczeniu niebieskoszarego kompleksu powstającego w wyniku reakcji związków fenolowych z odczynnikiem Folina–Ciocalteu. Zawartość związków polifenolowych określano na podstawie krzywej wzorcowej sporządzonej dla troloxu. Wykonanie oznaczenia: do kuwet spektrofotometrycznych pobierano 0,1 ml próbki, następnie dodawano 2,0 ml wody destylowanej, 0,2 ml odczynnika Folina–Ciocalteu oraz 1,0 ml 20% (w/v) roztworu węglanu sodu. Zawartość dokładnie mieszano, po czym próbki inkubowano w ciemności przez 60 minut. Absorbancję mierzono przy długości fali  $\lambda = 765$  nm z użyciem spektrofotometru Thermo Evolution 300.

## Analiza statystyczna

Wyniki przedstawiono jako średnią z trzech niezależnych pomiarów. Wszystkie analizy wykonano w programie Statistica v. 13.3 (StatSoft, Kraków, Polska). Istotność średnich zbadano za pomocą testu *post hoc* Duncana, stanowiącego element jednokierunkowej analizy wariancji (ANOVA). Różnice  $p < 0,05$  uznano za statystycznie istotne.

## Wyniki badań i dyskusja

Ekstrakty metanolowe owocników świeżych i fermentowanych boczniaka ostrygowatego, cytrynowego oraz królewskiego przebadano pod kątem aktywności antyoksydacyjnej z wykorzystaniem czterech testów: FRAP, ABTS, DPPH oraz Folina–Ciocalteau (TPC).

Otrzymane wyniki przedstawiono w tabelach 1–4. Całkowita zawartość związków redukujących i przeciwutleniających w analizowanych próbkach wskazała na istotne różnice pomiędzy badanymi próbkami. W ekstraktach ze świeżych owocników boczniaków najwyższe wartości w testach antyoksydacyjnych odnotowano dla boczniaka cytrynowego, natomiast najniższe dla boczniaka królewskiego. Wartości badanej cechy w ekstraktach ze świeżych boczniaków w teście ABTS kształtowały się następująco: boczniak cytrynowy > boczniak królewski > boczniak ostrygowaty. Nieco inaczej wyniki badań kształtowały się w teście DPPH, w którym najwyższymi właściwościami antyoksydacyjnymi charakteryzowały się ekstrakty z boczniaka ostrygowatego (tab. 1–2).

**Tabela 1.** Właściwości antyoksydacyjne ekstraktów owocników boczniaków świeżych i fermentowanych wyrażone testem ABTS (mg TE/100 g s.m.)

Rodzaj	ABTS 50	ABTS 30	ABTS 70	ABTS W
BC	41,00 ± 0,09 <sup>b</sup>	34,85 ± 0,80 <sup>c</sup>	49,20 ± 0,11 <sup>a</sup>	31,57 ± 0,07 <sup>d</sup>
BCF	22,42 ± 0,09 <sup>b</sup>	18,83 ± 0,08 <sup>c</sup>	29,59 ± 0,12 <sup>a</sup>	17,04 ± 0,07 <sup>d</sup>
BK	39,69 ± 0,09 <sup>b</sup>	33,34 ± 0,70 <sup>c</sup>	50,01 ± 0,11 <sup>a</sup>	29,77 ± 0,07 <sup>d</sup>
BKF	5,85 ± 0,06 <sup>b</sup>	4,80 ± 0,05 <sup>c,d</sup>	8,07 ± 0,08 <sup>a</sup>	4,27 ± 0,04 <sup>d</sup>
BO	34,50 ± 0,12 <sup>b</sup>	29,67 ± 0,10 <sup>c</sup>	40,02 ± 0,14 <sup>a</sup>	27,95 ± 0,10 <sup>d</sup>
BOK	8,05 ± 0,03 <sup>b</sup>	7,09 ± 0,03 <sup>c</sup>	9,75 ± 0,04 <sup>a</sup>	6,44 ± 0,02 <sup>d</sup>

BC – boczniak cytrynowy, BCF – boczniak cytrynowy fermentowany, BK – boczniak królewski, BKF – boczniak królewski fermentowany, BO – boczniak ostrygowaty, BOK – boczniak ostrygowaty fermentowany. DPPH 50 – 50% roztwór metanolu, DPPH 30 – 30% roztwór metanolu, DPPH 70 – 70% roztwór metanolu, DPPH W – woda destylowana.

Literki przy wartościach oznaczają statystycznie istotne różnice między średnimi, testowane analizą ANOVA z testem *post hoc* Scheffego.

Źródło: badania własne.

**Tabela 2.** Właściwości antyoksydacyjne ekstraktów owocników boczniaków świeżych i fermentowanych wyrażone testem DPPH (mg TE/100 g s.m.)

Rodzaj	DPPH 50	DPPH 30	DPPH 70	DPPH W
<b>BC</b>	0,489 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,450 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,435 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,413 ± 0,03 <sup>d</sup>
<b>BCF</b>	1,881 ± 0,12 <sup>a</sup>	1,677 ± 0,09 <sup>b</sup>	1,602 ± 0,04 <sup>cd</sup>	1,575 ± 0,04 <sup>dc</sup>
<b>BK</b>	0,933 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,821 ± 0,07 <sup>b</sup>	0,784 ± 0,03 <sup>cd</sup>	0,758 ± 0,01 <sup>dc</sup>
<b>BKF</b>	0,250 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,215 ± 0,03 <sup>bc</sup>	0,208 ± 0,01 <sup>cb</sup>	0,185 ± 0,03 <sup>d</sup>
<b>BO</b>	1,543 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,358 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,296 ± 0,03 <sup>c</sup>	1,218 ± 0,04 <sup>d</sup>
<b>BOK</b>	2,255 ± 0,02 <sup>a</sup>	2,052 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,939 ± 0,02 <sup>c</sup>	1,866 ± 0,11 <sup>d</sup>

BC – boczniak cytrynowy, BCF – boczniak cytrynowy fermentowany, BK – boczniak królewski, BKF – boczniak królewski fermentowany, BO – boczniak ostrygowaty, BOK – boczniak ostrygowaty fermentowany. DPPH 50 – 50% roztwór metanolu, DPPH 30 – 30% roztwór metanolu, DPPH 70 – 70% roztwór metanolu, DPPH W – woda destylowana.

Literki przy wartościach oznaczają statystycznie istotne różnice między średnimi, testowane analizą ANOVA z testem *post hoc* Scheffego.

Źródło: badania własne.

Podobne rezultaty uzyskali Arbaayah i wsp. [16], u których największą zdolność do redukcji wolnego rodnika stwierdzono również w próbkach z ekstraktów z *P. ostreatus*. Odmienne kształtowały się natomiast właściwości antyoksydacyjne w ekstraktach z kiszonych grzybów. W badaniach własnych różnice w uzyskanych wynikach zależały również od zastosowanego testu. W teście ABTS wartości właściwości antyoksydacyjnych kiszzonek były znacznie niższe niż w próbkach z grzybów suszonych. Rezultaty badań uzyskane przez Aguirre-Garcia i wsp. [27] wskazywały na podobną tendencję, w której fermentowanie grzybów wpłynęło na obniżenie właściwości antyoksydacyjnych badanych próbek.

W badaniach własnych w teście ABTS (tab. 1) zmierzone wartości fermentowanych grzybów kształtowały się następująco: cytrynowy > ostrygowaty > królewski. Natomiast w teście DPPH najwyższą aktywność antyoksydacyjną oznaczono w ekstrakcie z boczniaka ostrygowatego (2,225 mg TE/100 g s.m.), a najniższą w próbkach boczniaka królewskiego (0,185 mg TE/100 g s.m.) (tab. 2). Z kolei badania Kumla i wsp. [3] wykazały niewielkie różnice we właściwościach antyoksydacyjnych pomiędzy próbkami świeżych grzybów a próbkami grzybów kiszonych. Różnice w aktywności antyoksydacyjnej owocników świeżych i fermentowanych mogą wynikać z odmiennie prowadzonych procesów kiszenia.

W literaturze przedmiotu stosunkowo niewiele jest informacji na temat właściwości antyoksydacyjnych grzybów kiszonych [3]. Według badań Gupty i wsp. [19] boczniaki stają się atrakcyjną żywnością funkcjonalną na całym świecie ze względu na swoje właściwości odżywcze i lecznicze.

**Tabela 3.** Właściwości antyoksydacyjne ekstraktów owocników boczników świeżych i fermentowanych wyrażone testem FRAP (mg TE/100 g s.m.)

Rodzaj	FRAP 50	FRAP 30	FRAP 70	FRAP W
BC	2,409 ± 0,02 <sup>b</sup>	2,216 ± 0,12 <sup>c</sup>	2,771 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,120 ± 0,11 <sup>d</sup>
BCF	9,863 ± 0,02 <sup>b</sup>	8,877 ± 0,20 <sup>cd</sup>	11,441 ± 0,26 <sup>a</sup>	8,482 ± 0,02 <sup>d</sup>
BK	2,186 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,989 ± 0,09 <sup>c</sup>	2,580 ± 0,12 <sup>a</sup>	1,968 ± 0,09 <sup>d</sup>
BKF	2,224 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,980 ± 0,02 <sup>c</sup>	2,603 ± 0,24 <sup>a</sup>	1,891 ± 0,01 <sup>d</sup>
BO	3,384 ± 0,04 <sup>b</sup>	3,045 ± 0,06 <sup>cd</sup>	3,959 ± 0,08 <sup>a</sup>	2,944 ± 0,03 <sup>dc</sup>
BOK	2,180 ± 0,06 <sup>b</sup>	2,006 ± 0,06 <sup>c</sup>	2,529 ± 0,07 <sup>a</sup>	1,918 ± 0,06 <sup>d</sup>

BC – bocznik cytrynowy, BCF – bocznik cytrynowy fermentowany, BK – bocznik królewski, BKF – bocznik królewski fermentowany, BO – bocznik ostrygowaty, BOK – bocznik ostrygowaty fermentowany. DPPH 50 – 50% roztwór metanolu, DPPH 30 – 30% roztwór metanolu, DPPH 70 – 70% roztwór metanolu, DPPH W – woda destylowana.

Literki przy wartościach oznaczają statystycznie istotne różnice między średnimi, testowane analizą ANOVA z testem *post hoc* Scheffego.

Źródło: badania własne.

**Tabela 4.** Właściwości antyoksydacyjne ekstraktów owocników boczników świeżych i kiszonych wyrażone testem Folina–Ciocalteu (mg TE/100 g s.m.)

Rodzaj	FOLIN 50	FOLIN 30	FOLIN 70	FOLIN W
Bocznik cytrynowy	4,25 <sup>2,3,4,5,6</sup>	3,99 <sup>2,3,4,5,6</sup>	4,84 <sup>2,3,4,5,6</sup>	3,82 <sup>2,3,4,5,6</sup>
Bocznik cytrynowy kiszony	9,15 <sup>1,3,4,5,6</sup>	8,42 <sup>1,3,4,5,6</sup>	11,07 <sup>1,3,4,5,6</sup>	8,05 <sup>1,3,4,5,6</sup>
Bocznik królewski	3,71 <sup>1,2,4,5,6</sup>	3,34 <sup>1,2,4,5,6</sup>	4,35 <sup>1,2,4,5,6</sup>	3,19 <sup>1,2,4,5,6</sup>
Bocznik królewski kiszony	2,7 <sup>1,2,3,5,6</sup>	2,59 <sup>1,2,3,5,6</sup>	3,29 <sup>1,2,3,5,6</sup>	2,37 <sup>1,2,3,5,6</sup>
Bocznik ostrygowaty	3,93 <sup>1,2,3,4,6</sup>	3,62 <sup>1,2,3,4,6</sup>	4,41 <sup>1,2,3,4,6</sup>	3,42 <sup>1,2,3,4,6</sup>
Bocznik ostrygowaty kiszony	4,96 <sup>1,2,3,4,5</sup>	4,66 <sup>1,2,3,4,5</sup>	5,75 <sup>1,2,3,4,5</sup>	4,41 <sup>1,2,3,4,5</sup>

FOLIN 50 – 50% roztwór metanolu, FOLIN 30 – 30% roztwór metanolu, FOLIN 70 – 70% roztwór metanolu, FOLIN W – woda destylowana.

Cyfry przy wartościach oznaczają statystycznie istotne różnice między średnimi, testowane analizą ANOVA z testem *post hoc* Scheffego.

Źródło: badania własne.

Przeprowadzona analiza korelacji pomiędzy wynikami testów ABTS, DPPH, oznaczeniem polifenoli ogółem oraz FRAP wykazała następujące zależności. Pośród testów ABTS i DPPH stwierdzono słabą ujemną korelację ( $r = -0,217$ ),

co wskazuje na niewielkie, odwrotne powiązanie pomiędzy tymi dwoma pomiarami aktywności antyoksydacyjnej. Wyniki testu ABTS wykazały bardzo słabą do umiarkowanej korelację z testem polifenoli ogółem ( $r \approx -0,048$ ) oraz testem FRAP ( $r \approx -0,033$ ), co sugeruje minimalny lub brak związku pomiędzy analizowanymi parametrami. Między testem DPPH a zawartością polifenoli ogółem stwierdzono silną dodatnią korelację ( $r \approx 0,608$ ), wskazującą na istotne powiązanie pomiędzy aktywnością antyoksydacyjną oznaczoną metodą DPPH a poziomem związków redukujących w analizowanych próbkach. Bardzo silną dodatnią korelację ( $r \approx 0,939$ ) odnotowano pomiędzy oznaczeniem polifenoli ogółem a testem FRAP, co sugeruje, że obie metody oceniają zbliżone właściwości antyoksydacyjne próbek (tab. 5).

**Tabela 5.** Współczynniki korelacji pomiędzy testami ABTS, DPPH, zawartością polifenoli ogółem oraz FRAP

Zmienna	ABTS	DPPH	FOLIN	FRAP
ABTS	1	-0,217	-0,048	-0,032
DPPH	-0,21	1	0,608	0,430
POLIFENOLE OGÓŁEM	-0,048	0,608	1	0,938
FRAP	-0,032	0,430	0,938	1

Źródło: badania własne.

Redukcja rodnika ABTS dla ekstraktów z owocników badanych boczniaków zależała od zastosowanej mieszaniny ekstrakcyjnej, a także od gatunku i formy owocników (świeżych lub fermentowanych).

Najwyższe poziomy redukcji rodnika ABTS zaobserwowano w przypadku ekstrakcji 70% roztworem metanolu (tab. 1). Ekstrakty te – zarówno z materiału świeżego, jak i fermentowanego – wykazywały największą zdolność do redukcji rodnika ABTS wobec troloxu (TE). Dla oceny efektywności reakcji jako poziom odniesienia przyjęto ekstrakty 50%. W przypadku ekstraktu z boczniaka cytrynowego poziom redukcji rodnika ABTS w ekstrakcie 70% był o 20% wyższy niż w ekstrakcie 50%, natomiast w ekstraktach 30% oraz wodnym – odpowiednio niższy o 15% i 23%. Podobną zależność odnotowano dla boczniaka cytrynowego fermentowanego, jednak w tym przypadku wyjściowy poziom redukcji rodnika ABTS wynosił 22,42 mg/100 g s.m. (TE), wobec 41 mg/100 g s.m. (TE) dla świeżych owocników boczniaka cytrynowego.

W przypadku świeżego boczniaka królewskiego najwyższą aktywność wykazał ekstrakt 70% roztworu metanolu (50,01 mg/100 g s.m.) (TE), co stanowi wzrost o około 26% względem ekstraktu 50% (39,69 mg/100 g s.m.) (TE). Ekstrakt wodny

osiągnął wartość 29,77 mg/100 g s.m. (TE), co oznacza spadek o około 40% w porównaniu z ekstraktem 70%. Dla formy fermentowanej tego samego gatunku aktywność ogólna była niższa, przy czym ekstrakt 70% (8,07 mg/100 g s.m.) (TE) pozostawał najskuteczniejszy. Ekstrakt 50% osiągnął 5,85 mg/100 g s.m. (TE), a ekstrakt wodny jedynie 4,27 mg/100 g s.m. (TE). Mimo zachowania tej samej tendencji co w formie świeżej, skala aktywności była znacząco niższa (tab. 1).

Dla świeżego boczniaka ostrygowatego najwyższą aktywność wykazał ekstrakt 70% (40,02 mg/100 g s.m.) (TE), co oznacza wzrost o około 16% względem ekstraktu 50% (34,50 mg/100 g s.m.). Ekstrakt wodny osiągnął 27,95 mg/100 g s.m. (TE), co stanowi spadek o około 30%. W formie fermentowanej zaobserwowano podobną tendencję: najwyższy wynik uzyskał ekstrakt 70% (9,75 mg/100 g s.m.) (TE), natomiast najniższą aktywność wykazał ekstrakt wodny (6,44 mg/100 g s.m.) (TE).

W przypadku ekstraktów 50% roztworem metanolu wykazano, że świeży boczniak cytrynowy charakteryzował się największą zdolnością redukcji rodnika ABTS w porównaniu z boczniakiem królewskim oraz boczniakiem ostrygowatym w tej samej formie. Spośród owocników fermentowanych najwyższą aktywność wykazywał boczniak cytrynowy, natomiast najniższą – boczniak królewski.

Zdolność ekstraktów z owocników boczniaków do neutralizacji rodnika DPPH istotnie zależała od składu mieszaniny ekstrakcyjnej, a także od rodzaju i formy badanego materiału – świeżego lub fermentowanego. W większości przypadków najwyższy poziom redukcji rodnika DPPH obserwowano dla ekstraktów uzyskanych przy użyciu 50% roztworu metanolu, choć zakres zmian pomiędzy poszczególnymi ekstraktami był bardziej zróżnicowany niż w przypadku testu ABTS. W 50% ekstrakcie świeżego boczniaka cytrynowego oznaczono stosunkowo niską aktywność DPPH wynoszącą 0,489 mg/100 g s.m. (TE). Uzyskany wynik w porównaniu z ekstraktem o tym samym stężeniu metanolu stanowił 32% aktywności antyoksydacyjnej boczniaka ostrygowatego (1,544 mg/100 g s.m. TE) oraz 60% aktywności antyoksydacyjnej boczniaka królewskiego (0,93 mg/100 g s.m. TE). W przypadku ekstraktów z owocników boczniaka fermentowanego aktywność antyoksydacyjna była zdecydowanie wyższa niż w ekstraktach z owocników boczniaka liofilizowanego. W tym przypadku najwyższą aktywnością antyoksydacyjną wykazały się fermentowane owocniki boczniaka ostrygowatego, gdzie zmierzona aktywność antyoksydacyjna wobec rodnika DPPH wyniosła 2,26 mg/100 g s.m. TE, co stanowiło 146% wyniku owocników świeżych.

Zastosowanie innych stężeń mieszanin ekstrakcyjnych wiązało się ze zmiennością uzyskanych wyników. Wykorzystanie mieszanin 30%, 70% oraz wody skutkowało znacznie niższym poziomem neutralizacji rodnika DPPH, zarówno w przypadku owocników świeżych, jak i fermentowanych. Zakres zmian mieścił się w granicach 83–92% wartości uzyskanej dla 50% mieszaniny ekstrakcyjnej (tab. 2).

Aktywność przeciwutleniająca oznaczona metodą FRAP dla ekstraktów z owocników badanych boczniaków zależała od zastosowanej mieszaniny ekstrakcyjnej oraz od gatunku i formy owocników (świeżych lub fermentowanych). Najwyższy poziom aktywności FRAP zaobserwowano w przypadku ekstrakcji 70% roztworem metanolu. Ekstrakty te – zarówno z materiału świeżego, jak i fermentowanego – wykazywały najwyższą zdolność do redukcji jonów żelaza.

Dla oceny efektywności reakcji jako poziom odniesienia przyjęto ekstrakty 50%. W przypadku ekstraktu z boczniaka cytrynowego poziom FRAP w ekstrakcie 70% był o 15% wyższy niż w ekstrakcie 50%, natomiast w ekstraktach 30% oraz wodnym – odpowiednio niższy o 8% i 12%. Podobną zależność odnotowano dla boczniaka cytrynowego fermentowanego, choć w tym przypadku wyjściowy poziom FRAP wynosił 9,86 mg/100 g (TE), wobec 2,41 jednostek dla świeżych owocników boczniaka cytrynowego. W przypadku świeżego boczniaka królewskiego najwyższą aktywność wykazał ekstrakt 70% roztworem metanolu (2,60 mg/100 g s.m. TE), co stanowi wzrost o około 17% względem ekstraktu 50% (2,22 mg/100 g s.m. TE) (tab. 3). Ekstrakt wodny osiągnął wartość 1,89 mg/100 g s.m. (TE), co oznacza spadek o około 27% względem ekstraktu 70%. Dla formy fermentowanej tego samego gatunku aktywność ogólna była niższa, przy czym ekstrakt 70% (2,58 mg/100 g s.m. TE) pozostawał najskuteczniejszy. Ekstrakt 50% dał wynik 2,19 mg/100 g s.m. TE, a ekstrakt wodny – 1,97 mg/100 g s.m. TE (tab. 3). Mimo zachowania tej samej tendencji co w formie świeżej, skala aktywności była nieco niższa.

Dla świeżego boczniaka ostrygowatego najwyższą aktywność wykazał ekstrakt 70% (3,96), co oznacza wzrost o około 17% względem ekstraktu 50% (3,38). Ekstrakt wodny osiągnął wartość 2,94, co stanowi spadek o około 26%. W przypadku formy fermentowanej zaobserwowano podobną tendencję: najwyższy wynik uzyskał ekstrakt 70% (2,53), natomiast najniższą aktywność wykazał ekstrakt wodny (1,92). W przypadku ekstraktów 50% roztworem metanolu wykazano, że świeży boczniak ostrygowaty miał największą zdolność redukcji jonów żelaza względem boczniaka cytrynowego oraz boczniaka królewskiego w tej samej formie. Natomiast spośród fermentowanych owocników boczniak cytrynowy wykazywał najwyższą aktywność, a boczniak królewski – najniższą zdolność do redukcji jonów żelaza. W przypadku świeżych owocników boczniaka cytrynowego, ekstrakt 70% wykazał o 14% wyższą zawartość związków fenolowych w porównaniu z ekstraktem 50% (4,84 vs. 4,25). Ekstrakt 30% dał wynik niższy o 6%, natomiast ekstrakt wodny – o 10%. Z kolei fermentowana forma tego samego gatunku cechowała się znacznie wyższą zawartością fenoli, przy czym ekstrakt 70% osiągnął wartość 11,07, co stanowiło wzrost o 21% względem ekstraktu referencyjnego (9,15). Ekstrakt wodny dał wynik 8,05, czyli o 12% niższy. Dla świeżego boczniaka królewskiego zawartość fenoli ogółem w ekstrakcie 70% wynosiła 4,35, co oznaczało wzrost o 17% względem ekstraktu 50% (3,72) (tab. 4). Ekstrakty 30% oraz wodny były odpowiednio słabsze o 10% i 14%.

Fermentowana forma tego samego gatunku również wykazywała największą skuteczność w przypadku ekstraktu 70% (3,30), co stanowiło wzrost o 18% względem ekstraktu 50% (2,79).

Z kolei ekstrakt wodny osiągnął wartość 2,38, co oznaczało spadek o 15%. Boczniak ostrygowaty w formie świeżej wykazywał najwyższą zawartość związków fenolowych w ekstrakcie 70% (4,41), co przekładało się na wzrost o 12% względem ekstraktu 50% (3,94) (tab. 4).

Najniższą aktywność odnotowano dla ekstraktu wodnego – wynik 3,43, czyli o 13% mniej. W przypadku fermentowanego boczniaka ostrygowatego ekstrakt 70% uzyskał wartość 5,76, co oznaczało wzrost o 16% w porównaniu z ekstraktem 50% (4,96). Ekstrakt wodny dał wynik 4,42, czyli o 11% niższy. W analizie porównawczej ekstraktów 50% najwyższy poziom związków fenolowych stwierdzono w fermentowanym boczniaku cytrynowym (9,15), natomiast najniższy – w fermentowanym boczniaku królewskim (2,79) (tab. 4). Wśród form świeżych najwyższą zawartość fenoli ogółem wykazywał boczniak cytrynowy, natomiast najniższą – boczniak królewski. Najwyższą aktywność przeciwrodnikową w teście ABTS wykazały ekstrakty 70% roztworem metanolu dla wszystkich świeżych form boczniaków. Przykładowo, w przypadku świeżego boczniaka królewskiego odnotowano wartość 50,01 mg TE/100 g s.m., natomiast dla boczniaka cytrynowego – 49,20 mg TE/100 g s.m. Ekstrakty wodne cechowały się najniższą aktywnością, np. 29,77 mg s.m. TE/100 g s.m. dla boczniaka królewskiego.

Wyniki te są zgodne z doniesieniami Yim i in., którzy wskazali, że rozpuszczalniki o wyższej zawartości alkoholu, zwłaszcza 70% metanol, skuteczniej ekstrahują związki fenolowe odpowiedzialne za aktywność antyoksydacyjną [28]. W teście DPPH zaobserwowano wyraźnie odmienny profil aktywności. Największą aktywność wykazały fermentowane formy boczniaka ostrygowatego i cytrynowego – np. 50% ekstrakt metanolowy z boczniaka ostrygowatego fermentowanego osiągnął wartość 2,255 mg TE/100 g s.m., co jest wartością wyższą niż w przypadku form świeżych. Jest to zgodne z doniesieniami literaturowymi wskazującymi, że fermentacja może zwiększać rozpuszczalność lub biodostępność niektórych związków fenolowych [29]. W teście FRAP formy kiszzone wykazywały wyraźnie wyższą aktywność antyoksydacyjną niż świeże. Przykładowo, w przypadku fermentowanego boczniaka cytrynowego – ekstrakt 70%: 11,442 mg TE/100 g s.m., wobec 2,771 mg TE/100 g s.m. dla tej samej formy świeżej. Podobne różnice zaobserwowano u innych gatunków grzybów [30]. W oznaczeniu metodą Folina–Ciocalteu, podobnie jak w teście FRAP, formy fermentowanego charakteryzowały się wyższą zawartością związków fenolowych. W przypadku fermentowanego boczniaka cytrynowego zawartość ta wyniosła: 11,074 mg TE/100 g s.m. (ekstrakt 70%), natomiast dla formy świeżej: 4,845 mg TE/100 g s.m. Wskazuje to, że fermentacja może sprzyjać uwalnianiu lub syntezie związków fenolowych, co potwierdzają również inne badania [31].

## Wnioski

Przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Proces fermentacji owocników, w porównaniu z owocnikami świeżymi, wpływał na kształtowanie się aktywności antyoksydacyjnej boczniaka cytrynowego, ostrygowatego i królewskiego.
2. Aktywność antyoksydacyjna owocników badanych boczniaków była uzależniona od zastosowanej mieszaniny ekstrakcyjnej oraz metody pomiaru.
3. Aktywność antyoksydacyjna oznaczona testem ABTS była wyższa w przypadku materiału świeżego.
4. Aktywność wobec rodnika DPPH była zróżnicowana w zależności od badanej matrycy. W przypadku fermentowanych owocników boczniaka cytrynowego i ostrygowatego uzyskane wartości były wyższe niż w owocnikach świeżych.
5. Zdolność redukcji jonów żelaza, oznaczona metodą FRAP, wykazała wyższą aktywność jedynie w przypadku fermentowanych owocników boczniaka cytrynowego.
6. Całkowita zawartość polifenoli, oznaczona metodą Folina–Ciocalteu, była uzależniona od gatunku oraz formy badanego materiału. Najwyższe zdolności odbarwiania odczynnika zaobserwowano w przypadku fermentowanych owocników boczniaka cytrynowego.
7. Najwyższe aktywności antyoksydacyjne odnotowano w ekstraktach 70% roztworem metanolu.

## Literatura

- [1] Karwowska K. K., Kaczmarczyk D., Role and importance of fermented products in the diet, *Medycyna Ogólna Nauki Zdrowie*, 2023, 29(2), s. 79–88.
- [2] Knez E., Kadac-Czapska K., Grembecka M., Effect of fermentation on the nutritional quality of the selected vegetables and legumes and their health effects, 2023, 13(30), s. 1–24.
- [3] Kumla J., Suwannarach N., Tanruean K., Lumyong S., Comparative evaluation of chemical composition, phenolic compounds, and antioxidant and antimicrobial activities of tropical black bolete mushroom using different preservation methods, *Foods*, 2021, 10, s. 781.
- [4] Marco M. L., Heeney D., Binda S., Cifelli C. J., Cotter P.D., Foligné B., Gänzle M., Kort R., Pasin G., Pihlanto A., Smid E. J., Hutkins R., Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond, *Current Opinion in Biotechnology*, 2017, 44, s. 94–102.
- [5] Wajs J., Stobiecka M., Wpływ mlecznych produktów fermentowanych na zdrowie człowieka. [w:] *Zdrowie i style życia. Determinanty długości życia*, (red.) W. Nowak, K. Szalonki, red. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 2020, s. 133–152.

- [6] Di Renzo T., Reale A., Nazzaro S., Marena P., Rahim M. H. A., Mohd Zaini N. A., Daud N. A., Wan-Mohtar W., Performance of mushrooms in fermented beverages: A narrative review, *Beverages*, 2025, 11, s. 19.
- [7] Piska K., Sułkowska-Ziaja K., Muszyńska B., Edible mushroom *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom) – its dietary significance and biological activity, *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 2017, 16(1), s. 151–161.
- [8] Kondratowicz-Pietruszka E., Krochmal-Marczak B., Cebulak T., Piądlowska K., Vambol V., Betlej I., Zawartość wybranych metali w owocnikach bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*), *Herbalism*, 2024, 10, (1) s. 29–39.
- [9] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 3 listopada 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych, środków spożywczych zawierających grzyby oraz uprawnień klasyfikatora grzybów i grzyboznawcy Dz.U. 2022 poz. 2365.
- [10] Augustín J., Jaworska G., Dandár A., Cejpek K., Bocznik ostrygowaty (*Pleurotus ostreatus*) jako źródło  $\beta$ -d-glukanów, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 6(55), s. 170–176.
- [11] Villas-Bôas S. G., Esposito E., Mitchell D. A., Microbial conversion of lignocellulosic residues for production of animal feeds, *Animal Feed Science Technology*, 2002, 98, s. 1–12.
- [12] Szcześniak M., Grimling B., Meler J., Cynk – pierwiastek zdrowia, *Farmacja Polska*, 2014, 70(7), s. 363–366.
- [13] Singh A., Research P. D., Singh I. S., Pradesh U., Singh S., Nutritional and health importance of fresh and dehydrated oyster mushroom (*Pleurotus florida*), *Current Research in Food Science*, 2021, 2, s. 10–14.
- [14] Zhu F. B., Du Z.-X., Xu B., Beta-glukany z grzybów jadalnych i leczniczych: Charakterystyka, aktywności fizykochemiczne i biologiczne, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2015, 41, 165e173.
- [15] Younis A. M., Wu F. S., El Shikh H. H., Antimicrobial activity of extracts of the oyster culinary medicinal mushroom *Pleurotus ostreatus* (higher basidiomycetes) and identification of a new antimicrobial compound, *International Journal Medicine. Mushrooms*, 2015, 17, s. 579–590.
- [16] Arbaayah H. H., Umi Kalsom Y., Antioxidant properties in the oyster mushroom (*Pleurotus spp.*) and split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) ethanolic extracts, *Mycosphere*, 2013, 4(4), s. 661–673.
- [17] Arora S., Tandon S., Mushroom extracts induce human colon cancer cell (COLO-205) death by triggering the mitochondrial apoptosis pathway and G0/G1-phase cell cycle arrest, *Archives Iranian Medicine*, 2015, 18, s. 284–295.
- [18] Chen H., Li S., Polysaccharides from medicinal mushrooms and their antitumor activities, [w:] *Polysaccharides: Bioactivity and Biotechnology*, (red.) K. G. Ramawat., J. M. Mérillon, Springer International Publishing, Cham 2015, s. 1893–1910.
- [19] Gupta K. K., Agarwal S., Kushwaha A., Maurya S., Chaturvedi V. K., Pathak R. K., Verma V., Singh M. P., Oyster mushroom: A rich source of antioxidants, [w:] *Incredible world of biotechnology*, (red.) M. P. Singh, A. Kumar, V. Verma, A. K. Singh, New York 2017, s. 41–57.

- [20] Farag M. A., Kamal N., Hamezah H. S., Saleh M. J., Mediani A., Baky A. M., The role of microorganisms and microbial enzymes in commercial fermented mushroom production: A comprehensive review of their action mechanisms, quality attributes and health benefits, *Food Production Process and Nutrition*, 2025, 7(8), s. 1–13.
- [21] Krakowska A., Zięba P., Włodarczyk A., Kała K., Sułkowska-Ziaja K., Bernaś E., Sękara A., Ostachowicz B., Muszyńska B., Selected edible medicinal mushrooms from *Pleurotus* genus as an answer for human civilization diseases, *Food Chemistry*, 2020, 327, 127084.
- [22] Siwulski M., Sobieralski K., Sas-Golak I., Wartość odżywcza i prozdrowotna grzybów, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, 1(92), s. 16–28.
- [23] Brand-Williams W., Cuvelier M., Berset C., Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *LW – Food Science and Technology*, 2015, 28(1), s. 25–30.
- [24] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C., Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radical Biology and Medicine*, 1999, 26(9–10), s. 1231–1237.
- [25] Benzie I. F. F., Strain J. J., The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay, *Analytical Biochemistry*, 1996, 239(1), s. 70–76.
- [26] Singleton V. L., Rossi J. A., Colorimetry of total phenolics with phosphotungstic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal Enology Viticulture*, 1965, 16, s. 144–158.
- [27] Aguirre-Garcia Y. L., Chye FY., Tan CT., Ng T.C., Ho C.W., Lactic acid fermentation in the food industry and bio-preservation of food, *Fermentation*, 2024, 10(3), 168.
- [28] Yim H. S., Chye FY., Tan CT., Ng T.C., Ho C.W., Antioxidant activities and total phenolic content of aqueous extract of *Pleurotus ostreatus* (cultivated oyster mushroom), *Malysian Journal Nutrition*, 2010, 16(2), s. 281–291.
- [29] Sawada Y. Sato T., Fukushi R., Kohari Y., Takahashi Y., Tomii S., Yang L., Yamagishi T., Arai H., Fermentation of soybeans with *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus ostreatus* increases isoflavone aglycones, total polyphenol content and antioxidant activity, *Mycoscience*, 2023, 64(6), s. 156–165.
- [30] He M., Peng Q., Xu X., Shi B., Qiao Y., Antioxidant capacities and non-volatile metabolites changes after solid-state fermentation of soybean using oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) mycelium, *Frontiers in Nutrition*, 2024, 11, 1509341.

## **Analiza składu i właściwości mieszanek ziołowych dodawanych do produktów spożywczych typu *instant***

### **Analysis of the composition and properties of herbal mixtures added to instant food products**

Aleksandra Baran<sup>1</sup>, Marzena Kuras<sup>3</sup>, Katarzyna Paradowska<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Koło naukowe „Free radicals” przy Zakładzie Chemii Organicznej i Fizycznej, Wydziału Farmaceutycznego WUM, ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa

<sup>2</sup> Zakład Chemii Organicznej i Fizycznej, Wydział Farmaceutyczny WUM, ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa

<sup>3</sup> Katedra i Zakład Chemii Farmaceutycznej i Biomateriałów, Wydział Farmaceutyczny WUM, ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa

\*email: [katarzyna.paradowska@wum.edu.pl](mailto:katarzyna.paradowska@wum.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** glutaminian sodu (MSG), produkty instant, aktywność antyoksydacyjna

**Keywords:** monosodium glutamate (MSG), instant products, antioxidant activity

---

### **Streszczenie**

Świat nieustannie pędzi do przodu, a my mamy coraz mniej czasu na codzienne czynności, dlatego coraz większą popularność zyskuje „kultura typu instant”. Samo słowo *instant* oznacza „zaraz”, „szybko”, „od razu”. Wraz z licznymi zaletami dań gotowych, a także ich powszechną dostępnością, rynek tego typu produktów rozwija się w Polsce szybko i dynamicznie. Istnieje zatem potrzeba weryfikacji i oceny składu tego typu produktów. Analiza zawartości wybranych składników odżywczych i bioaktywnych, takich jak sód, potas, wapń, związki o charakterze polifenolowym oraz glutaminian sodu (MSG), w mieszanekach przyprawowych dołączanych do opakowań popularnych produktów typu *instant*, a także ocena ich aktywności antyoksydacyjnej z zastosowaniem dwóch niezależnych metod – FRAP oraz DPPH – mają istotne znaczenie. Celem badań była również próba określenia wpływu częstego spożywania dań gotowych na zdrowie konsumentów oraz zwiększenie ich świadomości. Zawartość składników mineralnych w badanych próbkach była zróżnicowana, natomiast ilość związków polifenolowych była niewielka, co znajduje swoje odzwierciedlenie w niskiej aktywności przeciwutleniającej większości próbek. Wyjątek stanowił MSG, który wykazywał wyraźny potencjał antyoksydacyjny w obu testach, osiągając wartości porównywalne do niektórych owoców bogatych w witaminę C.

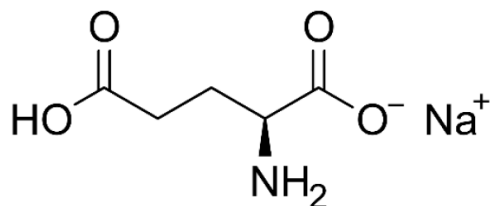
## Summary

In an age of relentless temporal progression, the world is rapidly evolving, resulting in diminished temporal resources available for routine activities. This phenomenon has given rise to the increasing prevalence of “instant culture”. The term itself signifies “right away,” “quickly,” or “immediately.” The appeal of ready-made meals, coupled with their ubiquity, has led to a rapid and dynamic growth in the market for ready-made products in Poland. Consequently, there is a necessity to verify and evaluate the composition of such products. The analysis of the content of selected nutrients and bioactive compounds, including sodium, potassium, calcium, polyphenolic compounds, and monosodium glutamate (MSG), was conducted in spice mixes included in the packaging of popular instant soups. The antioxidant activity of these spice mixes was then assessed using two independent methods. It is imperative to acknowledge the significance of FRAP and DPPH in this context. The objective of this research is twofold: firstly, to ascertain the impact of frequent consumption of ready-made meals on consumer health, and secondly, to raise consumer awareness. The mineral content of the samples exhibited variation, while the amount of polyphenolic compounds was found to be low, which is reflected in the low antioxidant activity of most samples. However, MSG exhibited notable antioxidant potential in both tests, achieving values comparable to certain fruits rich in vitamin C.

## Wstęp

Współczesne tempo życia i dążenie do maksymalnej efektywności w codziennych obowiązkach oraz karierze sprawiają, że coraz więcej osób sięga po produkty spożywcze typu *instant*. Ten typ produktów wpisuje się w potrzebę wygody, łatwości i szybkości przygotowania oraz łatwej dostępności, przy zachowaniu dobrego smaku i niskiej ceny. Dzisiejsze dania *instant* nie ograniczają się jedynie do produktów spożywczych tego typu, chociaż i te wyewoluowały od pojedynczego smaku kurczaka do setek różnorodnych wariantów. Na rynku dostępny jest szeroki wachlarz tego typu produktów w różnych formach i smakach, odpowiadających różnym wymaganiom dietetycznym oraz charakteryzujących się różnym stopniem przetworzenia. Żywność wygodna rozumiana jest obecnie jako produkt spożywczy, którego konsumpcję poprzedza bardzo krótki proces przyrządzania, a surowce, z których został wytworzony, są przetworzone zgodnie z dobrą praktyką technologiczną, zapewniającą odpowiednią trwałość oraz umożliwiającą jedynie minimalną obróbkę kulinarną. Ogólnie przyjmuje się, że im bardziej przetworzony jest produkt, tym mniejszej liczbie zabiegów należy go poddawać w celu przygotowania do spożycia [1]. Produkty błyskawiczne – „instant” – wpisują się w termin *convenience food*, który stał się nieodłącznym elementem nowoczesnych nawyków żywieniowych, w szczególności wśród osób młodych, aktywnych zawodowo czy studiujących. Dania błyskawiczne, czyli gotowe dania, zawierają jako substancję wzmacniającą smak glutaminian sodu (MSG).

MSG występuje często w przetworzonej żywności, takiej jak gotowe dania, zupy, mrożonki i tzw. „szybka żywność”, czyli pożywienie szybko przygotowywane i serwowane na poczekaniu, na ogół tanie. Chociaż niektóre badania łączą MSG z potencjalnymi negatywnymi skutkami zdrowotnymi, Agencja ds. Żywności i Leków (FDA) ogólnie uznaje go za bezpieczny [2]. Glutaminian sodu jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych wzmacniaczy smaku, obecnych w żywności przetworzonej. Można go znaleźć na liście składników w praktycznie każdym gotowym produkcie spożywczym, a także jest coraz częściej stosowany jako przyprawa kuchenna w tradycyjnym gotowaniu. Jego prawidłowa nazwa to glutaminian monosodowy, inaczej glutacyl. Pod względem chemicznym jest to L-glutaminian monosodowy, określane również jako glutaminian sodu (MSG). Na etykietach od 1957 r. występuje pod kodem E 621 [3]. Sumaryczny wzór związku to:  $C_5H_8NNaO_4$ , a jego strukturę przedstawiono na rysunku 1 [3].



**Rysunek 1.** Wzór strukturalny soli: glutaminian sodu [3]

**Figure 1.** Structural formula of salt: monosodium glutamate [3]

Źródło: [3].

MSG to monohydrat o masie molowej 169,11 g/mol. Jest to biały, praktycznie bezwonny, krystaliczny proszek. Rozkłada się w temperaturze 225°C. Łatwo rozpuszcza się w wodzie, natomiast praktycznie nie rozpuszcza się w etanolu; jego roztwór wodny (pH 6,8–7) świadczy o obojętnym charakterze chemicznym [4]. Stosowane są także inne sole tego kwasu, tj. glutaminian potasu (E 622), glutaminian wapnia (E 623), glutaminian amonu (E 624), oraz glutaminian magnezu (E 625), a także czysty kwas glutaminowy (E 620). Sam kwas glutaminowy jest aminokwasem budującym białka, naturalnie występującym u ludzi i zwierząt, ale także pojawiającym się w wolnej postaci, na przykład w pomidorach, sosie sojowym lub niektórych serach. Związek ten wchłania się i ulega metabolizmowi w jelicie cienkim. Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) określił maksymalny poziom dziennego spożycia dla tej grupy związków (E620–625), wynoszący 30 mg/kg masy ciała na dzień, w przeliczeniu na kwas glutaminowy. Przy takich stężeniach stosowanie ich jest bezpieczne i nie wykazuje żadnych negatywnych efektów. Niestety obserwuje się tendencję do przekraczania wspomnianych dopuszczalnych dawek poprzez wzrost stosowania przypraw zawierających z MSG, co zwiększa ryzyko występowania niepożądanych efektów.

Regulacje dotyczące dodawania czystych soli glutaminianu w Unii Europejskiej określają poziom 10 g/kg żywności. Należy jednak zaznaczyć, że dla substytutów soli i mieszanek przyprawowych nie określono maksymalnego dozwolonego poziomu glutaminianów, a zatem muszą być one stosowane zgodnie z dobrymi praktykami produkcyjnymi [5].

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie oznaczenia zawartości substancji wzmacniającej smak obecnej w składzie mieszanek przyprawowych – glutaminian sodu (MSG) – będących dodatkiem do produktów typu *instant* (czyli tzw. miksów przyprawowych), a także analiza ich właściwości fizykochemicznych. Określono zawartość wybranych składników odżywczych i bioaktywnych, takich jak sód, potas i wapń, całkowitą zawartość związków o charakterze polifenolowym oraz właściwości antyoksydacyjne. Do pomiarów wykorzystano metody spektrofotometryczne (UV-Vis), technikę emisyjnej fotometrii płomieniowej oraz testy zdolności antyoksydacyjnej, takie jak FRAP i DPPH, uwzględniając przy tym zasady zielonej chemii.

## Materiał i metody

Materiał do badań stanowiła zawartość dziewięciu saszetek z mieszankami przypraw pochodzących od siedmiu różnych producentów, dołączonych do opakowań zup błyskawicznych. Do analizy wybrano wyłącznie zupy o smaku kurczaka. Makaron oraz porcja tłuszczu (która nie była obecna w każdym pakiecie) zostały w tym eksperymencie pominięte. W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę materiału wraz z jego składem deklarowanym przez producenta oraz smakiem, jaki produkt ma imitować.

**Tabela 1.** Symboliczne oznaczenia próbek mieszanek przyprawowych wraz z ich składem deklarowanym przez producenta

**Table 1.** Symbolic designations of spice mixture samples along with their composition as declared by the manufacturer

Nr próbki	Smak	Skład mieszanki przyprawowej wg. deklaracji
1	2	3
1.	Kurczak	sól; smak kurczaka; glutaminian monosodowy; inozynian disodowy; guanylan disodowy; cukier; chili; pieprz; guma ksantanowa; karboksymetyloceluloza; węglan sodu; polifosforany; dwutlenek krzemu; kwas jabłkowy; karmel amoniakalny
2.	Kurczak złoty	sól; cukier; rafinowany olej palmowy; pieprz; cebula; czosnek; chili; glutaminian monosodowy; aromat kurczaka aromat mięsny; BHA (butylowany hydroksyanizol); BHT (butylowany hydroksytoluen)

1	2	3
3.	Kurczak złoty	sól; rafinowany olej palmowy; glutaminian monosodowy; inozynian disodowy; guanylan disodowy; cukier; orzeszki ziemne; sezam; pieprz; suszony por; czerwona szalotka; czosnek; hydrolizat białka sojowego; karmel; maltodekstryna; dwutlenek krzemu; tokoferol
4.	Kurczak łagodny	sól; rafinowany olej palmowy; glutaminian monosodowy; inozynian disodowy; guanylan disodowy; cukier; pieprz; suszony por; czosnek; maltodekstryna; karmel; karoteny; hydrolizat białka sojowego; dwutlenek krzemu; tokoferol
5.	Kurczak pieczony	sól; rafinowany olej palmowy; glutaminian monosodowy; inozynian disodowy; guanylan disodowy; cukier; chili; suszony por; czosnek; aromat; hydrolizat białka sojowego; karmel; maltodekstryna; dwutlenek krzemu; tokoferol
6.	Kurczak	sól; cukier; glutaminian monosodowy; inozynian disodowy; guanylan disodowy; cebula; czosnek; pieprz biały; szalotka; chili; imbir; hydrolizowane białko roślinne; dwutlenek krzemu; olej palmowy; aromat kurczaka; skrobia z tapioki ekstrakt drożdżowy; karmel amoniakalny
7.	Kurczak	sól; maltodekstryna; cukier; marchew; glutaminian monosodowy; inozynian disodowy; guanylan disodowy; kwas cytrynowy; skrobia ziemniaczana; cebula; natka pietruszki; aromat; pomidory; szczypiorek; papryka ostra; olej palmowy; olej słonecznikowy wysokooleinowy; dwutlenek krzemu; ryboflawina
8.	Kurczak pieczony	maltodekstryna; glutaminian monosodowy; inozynian disodowy; guanylan disodowy; sól; skrobia; aromaty; prażona cebula; szczypiorek; czosnek; chili; kurkuma; pieprz; nasiona selera; cukier; tłuszcz kurzy; ekstrakty z rozmarynu
9.	Kurczak Ramen	glutaminian monosodowy; inozynian disodowy; guanylan disodowy; sól; aromat kurczaka; maltodekstryna; cukier; czosnek; sos sojowy w proszku; sezam; imbir; szczypiorek; pieprz; ekstrakt drożdżowy; tłuszcz kurzy; karmelizowany cukier; kwas cytrynowy

Źródło: opracowanie własne.

Materiał został zakupiony w popularnych sieciach sklepów spożywczych. Wyselekcjonowano zostały produkty o podobnym wyglądzie i zawartości opakowania oraz odpowiadającym sobie smaku kurczaka.

Na rysunku 2 przedstawiono wygląd badanych mieszanek przyprawowych. Materiał był różnicowany zarówno pod względem koloru i stopnia rozdrobnienia, jak i zawartości suszonych ziół i warzyw.



**Rysunek 2.** Mieszanki przyprawowe znajdujące się w saszetkach obecne w każdym opakowaniu produktu *instant*

**Figure 2.** Spice mixes in sachets included in every package of instant product

Źródło: archiwum prywatne.

Próbki do badań przygotowano poprzez rozpuszczenie w 50 ml wody destylowanej naważki mieszanki przyprawowej (1 g). Powstałą mieszaninę poddano krótkotrwałemu działaniu ultradźwięków (przez 30 minut w temperaturze 25°C) w urządzeniu typu Sonic 5 (500 × 135 × 100 mm, Polsonic), a następnie przesączono. Otrzymane w ten sposób klarowne ekstrakty wykorzystano do oznaczeń.

### Badanie zdolności antyoksydacyjnej metodą FRAP

Oznaczenie zdolności antyoksydacyjnej mieszanek przyprawowych wykonano metodą FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) [6]. Technika ta opiera się na pomiarze stopnia redukcji związku TPTZ (kompleksu żelazowo-2,4,6-tripirydylo-S-tiazyny) w wyniku działania związków o charakterze antyoksydacyjnym. Obserwuje się zabarwienie bezbarwnego substratu na intensywnie niebieski kolor produktu reakcji, o maksimum absorpcji przy długości fali 593–595 nm. Intensywność barwy jest proporcjonalna do stężenia obecnych w próbce związków o charakterze redukującym, co umożliwia ilościową ocenę całkowitej aktywności antyoksydacyjnej.

Do przygotowania reagenta FRAP wykorzystano trzy odczynniki: bufor octowy (300 mM, pH 3,6), roztwór TPTZ (10 mM) oraz roztwór FeCl<sub>3</sub> (20 mM). Do 1 ml świeżo przygotowanego reagenta FRAP dodano 50 ml próbki (do ślepej próby dodano 50 ml wody). Po 4 min termostatowania próbki w 37°C zmierzono wartość

absorbancji przy długości fali 593 nm. Pomiarów dokonano na spektrofotometrze Thermo Fisher (Evolution 60S, USA). Dla każdej próbki wykonano po 3 powtórzenia. W celu sporządzenia krzywej kalibracyjnej przygotowano roztwór macierzysty Troloxu (6-hydroksy-2,5,7,8-tetrametylochroman-2-karboksylan) o stężeniu 1 mM. Jest to związek organiczny, pochodna witaminy E, rozpuszczalny w wodzie. Roztwór wyjściowy o stężeniu 1 mM rozcieńczano sekwencyjnie (kaskadowo), każdorazowo w stosunku 1:1. Uzyskano w ten sposób cztery roztwory o stężeniach: 62,5  $\mu$ M, 125  $\mu$ M, 250  $\mu$ M oraz 500  $\mu$ M. Następnie postępowano analogicznie jak w przypadku oznaczania zdolności antyoksydacyjnej metodą FRAP, otrzymując krzywą wzorcową. Uzyskane równanie prostej regresji ( $y = 0,0017x - 0,0062$ ) wykorzystano do przeliczenia wyników badanych próbek i wyrażenia ich zdolności antyoksydacyjnej jako równoważników Troloxu (TEAC, Trolox Equivalent Antioxidant Capacity).

#### Badanie zdolności antyoksydacyjnej metodą DPPH

Do oznaczenia potencjału antyoksydacyjnego posłużono się również metodą wykorzystującą spektrofotometryczny pomiar spadku absorbancji barwnego rodnika azowego DPPH, spowodowanego działaniem przeciwutleniacza. Zmianę koloru z ciemnofioletowego na różowy lub żółty (zależnie od mocy zastosowanego antyoksydantu), a tym samym postęp reakcji redukcji, mierzy się spektrofotometrycznie przy długości fali  $\lambda = 517$  nm ze względu na maksimum absorpcji DPPH [39].

W tym celu przygotowano wyjściowy roztwór DPPH, rozpuszczając 25 mg rodnika w 50 ml etanolu. Roztwór badanej próbki zmieszano w kolejnym kroku z przygotowanym w ten sposób roztworem DPPH w odpowiednich proporcjach 500  $\mu$ l: 1500  $\mu$ l lub 1000  $\mu$ l: 1000  $\mu$ l, bezpośrednio w kuwecie, a następnie odczekano 5 min na zajście reakcji, po czym zmierzono absorbancję przy długości fali 517 nm (A). Pomiarów dokonano na spektrofotometrze Thermo Fisher (Evolution 60S, USA). Dla każdej próbki wykonano po 6 powtórzeń.

#### Oznaczanie całkowitej zawartości polifenoli

Przy oznaczaniu całkowitej zawartości polifenoli w badanym materiale wykorzystano metodę Folina–Ciocalteu, która jest standardem przy oznaczaniu zawartości związków o charakterze fenolowym. Technika ta polega na pomiarze absorbancji kompleksu, który powstał w wyniku redukcji soli heteropolikwasów fosforowolframomolibdenowych. Roztwór tego reagenta, zwany odczynnikiem Folina–Ciocalteu, powstaje poprzez połączenie molibdenianu sodu ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ), wolframanu sodu ( $\text{Na}_2\text{WO}_4$ ), siarczanu litu ( $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ), wody bromowej i stężonych kwasów: solnego i fosforowego. Wskutek reakcji z polifenolami tworzy się niebieskie zabar-

wienie (o maksimum absorbancji przy  $\lambda = 765$  nm). Przyjmuje się, że zmiana koloru wynika z redukcji jonów Mo(VI) do Mo(V). Pomiary prowadzi się w środowisku zasadowym, ponieważ w takich warunkach związki fenolowe dysocjują, a powstałe fenolany mają niższy potencjał redoks i łatwiej wchodzi w reakcję z odczynnikami Folina–Ciocalteu (w środowisku kwaśnym czas reakcji jest wydłużony) [6].

Z przygotowanych wcześniej roztworów próbek pobrano 15  $\mu$ l (w ślepej próbie roztwór mieszanek przyprawowej zastąpiono 15  $\mu$ l wody) i umieszczono je w probówkach Eppendorfa o objętości 2 ml, a następnie dodano kolejno: 1,185 ml wody Millipore, 75  $\mu$ l odczynnika Folina–Ciocalteu oraz 225  $\mu$ l węglanu sodowego i dobrze wymieszano. Tak przygotowaną próbkę umieszczono w termostacie na 20 min w temperaturze 40°C. Po upływie tego czasu zawartość przelano do kuwety i zmierzono absorbancję względem ślepej próby przy długości fali  $\lambda = 765$  nm. Pomiarów dokonano na spektrofotometrze Thermo Fisher (Evolution 60S, USA). Dla każdej próbki wykonano po 4 powtórzenia. Całkowitą zawartość związków polifenolowych podano w przeliczeniu na kwas galusowy (mg GAE/ml) (krzywa kalibracyjna:  $y = 0,0008x + 0,0414$ ).

#### Oznaczanie zawartości Na, K i Ca techniką emisyjnej fotometrii płomieniowej

Emisyjna fotometria płomieniowa, a dokładniej emisyjna spektrometria atomów pobudzanych termicznie (ang. Flame Atomic Emission Spectrometry – F-AES), jest oparta na pomiarze promieniowania emitowanego przez wzbudzoną płomieniem palnika próbkę. Badany roztwór (przy użyciu sprężonego powietrza) jest zasysany z naczynia, a następnie ulega rozpyleniu w gazowym płomieniu, gdzie atomy analizowanej substancji ulegają spalaniu, emitując charakterystyczne widmo. Wydzielone światło przechodzi przez układ optyczny wyposażony w filtr, który przepuszcza jedynie promieniowanie charakterystyczne dla badanego pierwiastka. Następnie trafia ono na fotoogniwo, gdzie zostaje przekształcone w sygnał elektryczny proporcjonalny do stężenia analizowanej substancji [7].

W celu oznaczenia zawartości konkretnych pierwiastków odważono około 100 mg każdej mieszanek przyprawowej, a następnie zmineralizowano je, używając 5 ml 65% kwasu azotowego(V). Po rozтворzeniu próbek roztwory przeniesiono ilościowo do kolb miarowych o pojemności 25 ml, dopełniono wodą destylowaną do kreski i wymieszano. Przygotowane w ten sposób próbki przelano do naczynek i wprowadzono do urządzenia (w celu określenia sygnałów tła użyto wody destylowanej). Pomiarów dokonano na spektrometrze BWB – XP (MS Spektrum). Dla każdej próbki wykonano po 3 powtórzenia.

Do wykreślenia krzywych kalibracyjnych sporządzono równolegle po siedem roztworów wzorcowych dla każdego oznaczanego pierwiastka w następujących zakresach stężeń:

- 1) dla Na: od 2,00 do 35,00 ppm,
- 2) dla K: od 1,00 do 10,00 ppm,
- 3) dla Ca: od 0,20 do 6,00 ppm.

Wykonano w tym celu odpowiednie rozcieńczenia odczynników certyfikowanych, tak aby ich stężenia znajdowały się w pożądanym zakresie. Następnie dokonano pomiarów promieniowania emisyjnego, analogicznie jak w przypadku badanych próbek mieszanek przyprawowych, otrzymując następujące krzywe kalibracyjne:

- 1)  $y = 909,39x + 70,43$ ,
- 2)  $y = 1105,85938x - 204,96354$ ,
- 3)  $y = 611,72354x + 87,02222$ .

Oznaczanie zawartości glutaminianu sodu z zastosowaniem zasad zielonej chemii metodą spektrofotometrii

Spektrofotometryczne oznaczenie glutaminianu sodu, wpisujące się w założenia zielonej chemii, można przeprowadzić na kilka sposobów: poprzez reakcję MSG z NQS (1,2-naftochinono-4-sulfonianem sodu) z wytworzeniem pomarańczowo-czerwonego produktu lub poprzez reakcję MSG z kwasem askorbinowym (AA) z wytworzeniem fioletowo-purpurowego produktu [8].

W pracy tej skupiono się jednak na metodzie drugiej. Badania rozpoczęto od przygotowania 0,2% roztworu witaminy C. W tym celu odważono 100 mg substancji i rozpuszczono ją w 0,5 ml wody destylowanej. Następnie roztwór przeniesiono ilościowo do kolby miarowej o pojemności 50 ml, uzupełniono do kreski DMF (dimetyloformamid) i dokładnie wymieszano. Pobrano również 1 ml mieszaniny próbki, umieszczono ją w kolbie miarowej o pojemności 10 ml i dopełniono DMF do kreski. Z tak rozcieńczonego roztworu ponownie pobrano po 1 ml i umieszczono go w szklanej probówce z zakrętką, a następnie dodano kolejno po 1 ml uprzednio przygotowanego roztworu AA oraz DMF. Probówki umieszczono w łaźni wodnej i ogrzewano przez 45 min w temperaturze 80°C. Po upływie zadanego czasu doprowadzono je do temperatury pokojowej, a ich zawartość przeniesiono ilościowo do kolby miarowej o pojemności 10 ml i uzupełniono DMF. Następnie zmierzono absorbancję otrzymanych roztworów wobec ślepej próby (sporządzonej z samego DMF) przy długości fali 387 nm. Pomiarów dokonano na spektrofotometrze Thermo Fisher (Evolution 60S, USA). Dla każdej próbki wykonano po 5 powtórzeń.

W celu sporządzenia krzywej wzorcowej przygotowano roztwór podstawowy MSG o stężeniu 10 mg/ml. Z tak przygotowanego roztworu podstawowego pobrano 1 ml i przeniesiono go do kolby miarowej o pojemności 10 ml, a następnie uzupełniono DMF, uzyskując roztwór roboczy o stężeniu 1 mg/ml. Pobierając jego odpowiednią ilość, sporządzono szereg roztworów wzorcowych mieszczących się w zakresie 10–140 µg/ml. Następnie postępowano tak, jak przy oznaczaniu zawartości MSG w przypadku badanych próbek mieszanek przyprawowych, otrzymując następującą krzywą kalibracyjną:  $y = 0,0079x + 0,0373$ .

## Wyniki i dyskusja

Celem przeprowadzonych badań była analiza składu oraz właściwości wybranych produktów spożywczych typu *instant*, ze szczególnym uwzględnieniem mieszanek przyprawowych dołączanych do popularnych zup tego rodzaju (tzw. „zupek chińskich”). Produkty te, mimo powszechnej dostępności i dużej popularności, wciąż budzą wiele wątpliwości dotyczących ich wartości odżywczej oraz wpływu na zdrowie. Uzyskane wyniki dostarczyły wielu informacji na temat obecności określonych składników, w tym wzmacniaczy smaku (glutaminianu sodu), oraz ich właściwości fizykochemicznych.

Pomiary zdolności antyoksydacyjnych badanych mieszanek przyprawowych, występujących w zestawie analizowanych zup typu *instant*, a także czystego roztworu glutaminianu sodu, przeprowadzono z wykorzystaniem metod FRAP i DPPH. Wyniki zaprezentowano w tabeli 2.

Zdolność redukcji jonów żelaza (FRAP) mieściła się w zakresie od 6,12 µM/g (dla próbki 2) do 17,91 µM/g (dla próbki 8) i wykazywała istotne zróżnicowanie w analizowanych próbkach. Wyższymi wartościami FRAP charakteryzowały się próbki: 6 (12,61 µM/g), 9 (12,93 µM/g) oraz 8 (17,91 µM/g); jednocześnie próbka 8 odznaczała się także największym odchyleniem standardowym (SD = 3,01), co może wskazywać na większą zmienność w jej składzie chemicznym. Z kolei najniższe wartości stwierdzono w próbkach 2 (6,12 µM/g) oraz 5 (6,71 µM/g). W próbce oznaczonej symbolem MSG, czyli w roztworze czystego glutaminianu sodu, wartość FRAP wyniosła 32,74 µM/g ( $\pm 2,87$ ). Wartość ta jest istotnie wyższa niż w przypadku pozostałych próbek, co świadczy o aktywności redukcyjnej tej substancji. Możliwe jest więc, że potencjał antyoksydacyjny mieszanek przyprawowych jest spowodowany zawartością glutaminianu sodu w badanym materiale. Dodatkowo występujące różnice w wynikach pomiędzy poszczególnymi próbkami mogą być również następstwem odmiennego składu mieszanek (poza obecnością MSG), w tym użycia różnych dodatkowych składników, m.in. konserwantów, w procesie ich wytwarzania. Można również uznać, że glutaminian sodu jest dość

silnym antyoksydantem, ponieważ wartości FRAP, które dla niego uzyskano, są zbliżone do wartości, jakie uzyskuje się dla m.in. owoców bogatych w witaminę C (która jest powszechnie znana z właściwości przeciwutleniających). Przykładowo, potencjał redukcyjny świeżej truskawki wynosi 15,9  $\mu\text{M/g}$ , cytryny – 10,4  $\mu\text{M/g}$ , a kiwi – 8,2  $\mu\text{M/g}$  [9].

**Tabela 2.** Zdolność redukcji jonów żelaza (FRAP) [ $\mu\text{M/1 g}$ ], zdolność neutralizacji rodnika DPPH [mg/1 g] oraz całkowita zawartość polifenoli (TP) [mg GAE/1 g]

**Table 2.** Iron ion reduction capacity (FRAP) [ $\mu\text{M/1 g}$ ], radical neutralization mg DPPH [mg/1 g], and total polyphenol content (TP) [mg GAE/1 g]

Nr próbki	FRAP [ $\mu\text{mol TE/1 g}$ ] $\pm$ SD	DPPH [mg/1 g] $\pm$ SD	TP [mg GAE/1 g] $\pm$ SD
1.	7,27 $\pm$ 0,25	0,230 $\pm$ 0,040	nd
2.	6,12 $\pm$ 0,35	0,187 $\pm$ 0,002	nd
3.	8,04 $\pm$ 1,06	0,282 $\pm$ 0,002	nd
4.	7,36 $\pm$ 0,46	0,294 $\pm$ 0,006	nd
5.	6,71 $\pm$ 0,74	0,273 $\pm$ 0,003	nd
6.	12,61 $\pm$ 0,85	0,145 $\pm$ 0,001	nd
7.	11,35 $\pm$ 0,25	0,153 $\pm$ 0,001	nd
8.	17,91 $\pm$ 3,01	na	1,45 $\pm$ 1,43
9.	12,93 $\pm$ 0,92	na	1,28 $\pm$ 0,57
MSG	32,74 $\pm$ 2,87	1,720 $\pm$ 0,024	nd

nd – nie wykryto zawartości; na – nie analizowano

Źródło: opracowanie własne.

Zdolność neutralizacji trwałego rodnika DPPH w analizowanych próbkach przyprawowych mieściła się w zakresie od 0,145 mg DPPH/g (próbka 6) do 0,294 mg DPPH/g (próbka 4). Większość próbek charakteryzowała się zbliżonym poziomem aktywności przeciwutleniającej, w przeciwieństwie do wyników uzyskanych metodą FRAP. Badanie z wykorzystaniem trwałego rodnika DPPH zachodzi według innego mechanizmu (przeniesienia atomu wodoru) w porównaniu z reakcją redukcji w metodzie FRAP. Niestety dwie spośród badanych próbek, tj. nr 8 i nr 9, zostały wykluczone z tej analizy ze względu na bardzo szybkie mętnienie badanego roztworu po dodaniu wszystkich odczynników, co uniemożliwiło wykonanie prawidłowych pomiarów spektrofotometrycznych. Mogło być to spowodowane m.in. większym dodatkiem substancji białkowych w tych dwóch próbkach, które w środowisku reakcji uległy wytrąceniu. Dla porównania wyniki uzyskane dla czystego

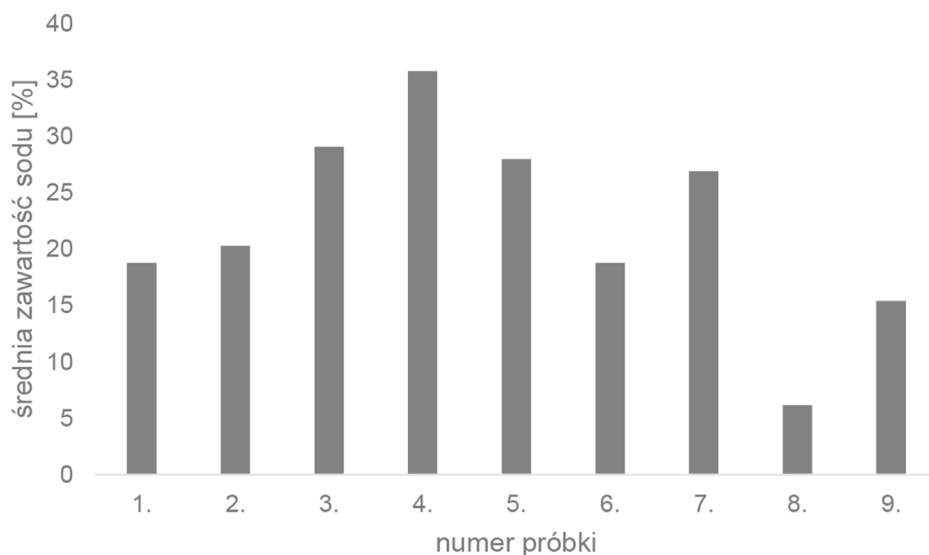
glutaminianu sodu (próbka oznaczona jako MSG) wykazały znacznie wyższą zdolność neutralizacji trwałego rodnika DPPH. Jego potencjał antyoksydacyjny określono na poziomie równym  $1,720 \pm 0,024$  mg DPPH/g. Może to wskazywać na istotny udział MSG w aktywności przeciwutleniającej badanych mieszanek przyprawowych, a wyniki uzyskane w tych pomiarach pokrywają się z wynikami otrzymanymi w przypadku badania z użyciem FRAP, w którym również odnotowano znacznie wyższą aktywność antyoksydacyjną.

W oznaczeniu całkowitej zawartości związków polifenolowych w miksach przypraw próbki 1–7 charakteryzowały się brakiem wykrywalnej zawartości tych związków. Może to wynikać z faktu, że mieszanki przyprawowe dołączane do tzw. „zupki chińskich” składają się w większości z soli, wzmacniaczy smaku, cukru, regulatorów kwasowości i sztucznych aromatów, czyli składników, które nie są źródłem naturalnych polifenoli (tab. 1). Przyczyną może być również fakt, że podczas przyrządzania dania nie były zachowane optymalne warunki umożliwiające przechodzenie związków polifenolowych do roztworu. Zgodnie z instrukcją dołączoną do opakowania danie to należy zalać wrzącą wodą i odstawić na kilka minut do „ugotowania”, podczas gdy najwyższe stężenia polifenoli w laboratorium uzyskuje się, stosując 30–50% etanol oraz prowadząc ekstrakcję w temperaturze około 40°C [10–11]. Może to również wskazywać na zbyt mały dodatek przypraw do mieszanek.

Niemniej jednak w próbkach nr 8 i 9 odnotowano niewielkie ilości TP, odpowiednio 1,45 mg/g i 1,28 mg/g ekwiwalentów GAE, co sugeruje, że w tych mieszanekach przyprawowych mogły znajdować się naturalne składniki roślinne bogate w związki fenolowe (tab. 1). Ich obecność przypuszczalnie wynika z większego dodatku, w porównaniu z resztą próbek, suszonych przypraw ziołowych, takich jak czosnek, cebula, papryka, kurkuma, pieprz, chili czy susze warzywne.

Jednak ze względu na znaczną przewagę próbek, w których nie udało się oznaczyć ich zawartości, oraz niski współczynnik powtarzalności pomiarów można ogólnie przyjąć, że mieszanki przyprawowe nie zawierały w swoim składzie związków polifenolowych.

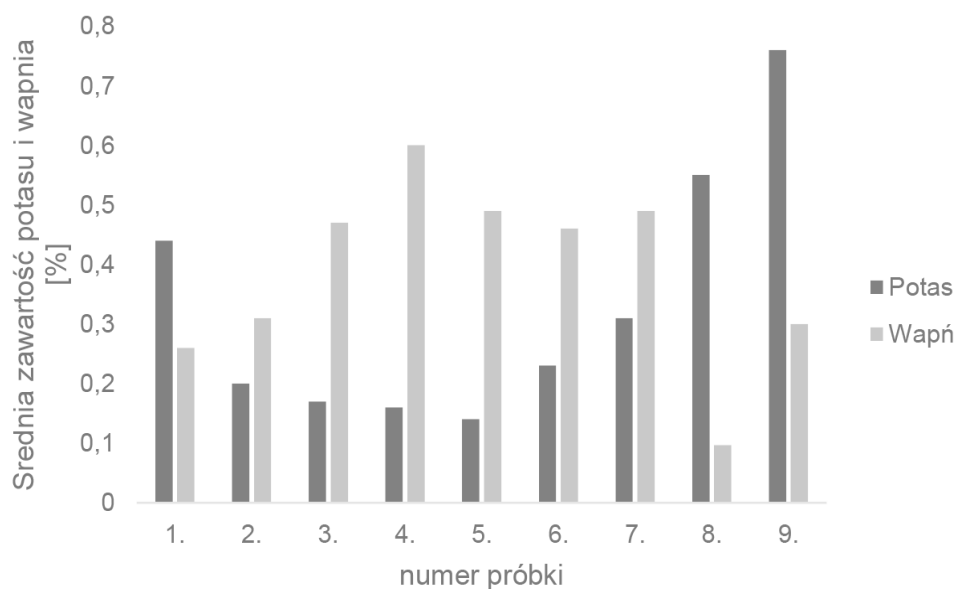
Oznaczanie zawartości Na, K i Ca przeprowadzono techniką emisyjnej fotometrii płomieniowej. Zawartość sodu w badanych próbkach była zdecydowanie najwyższa spośród wszystkich analizowanych pierwiastków. Mieściła się ona w przedziale od 6,16% (próbka 8) do 35,8% (próbka 4). Wysoką zawartość sodu stwierdzono również w próbkach nr 3 (29,1%), nr 5 (28,0%) oraz nr 7 (26,9%) (rys. 4). Może to wskazywać na dużą zawartość soli kuchennej (chlorku sodu) w wymienionych mieszanekach przyprawowych, ale także innych soli sodowych, do których należą wzmacniacze smaku, m.in. glutaminian monosodowy, inozynian disodowy i guanylan disodowy. Może to również oznaczać, że sól stanowi nawet ponad 1/3 zawartości saszetki z mieszanką przyprawową.



**Rysunek 3.** Zawartość sodu (Na) w badanych mieszankach przyprawowych  
**Figure 3.** Average content of sodium (Na) in the spice mixtures tested

Źródło: opracowanie własne.

Poziom potasu w badanych mieszankach przyprawowych był zdecydowanie niższy w porównaniu z poziomem sodu. Jego wartości nie przekraczały nawet 1%, mieszcząc się w zakresie 0,14% (próbka nr 5) – 0,76% (próbka nr 9). Prawie połowa zbadanych próbek miała poziom potasu niższy bądź równy 0,2% (próbki numer 2, 3, 4 i 5). Próbki nr 3, 4 i 5 były zbliżone do siebie pod względem zawartości potasu, a jego poziom to ok. 0,15% (rys. 5). Również zawartość wapnia w badanych mieszankach przyprawowych była równie niska i porównywalna z zawartością potasu. Jego poziom był również niższy niż 1%, a nawet 0,6%. Jednakże jego śladowe ilości były obecne i mieściły się w granicach od 0,097% (próbka 8) do 0,60% (próbka 4). Próbki nr 3, 5, 6 i 7 były zbliżone do siebie pod względem zawartości tego pierwiastka i osiągały wartości około 0,5%. Najniższą zawartość wapnia oznaczono w próbce nr 8 (rys. 5). Zawierała ona śladową ilość tego pierwiastka (mniej niż 0,01%). Podobnie jak w przypadku potasu tutaj również można wnioskować o znikomej zawartości wapnia w przyprawach dołączanych w saszetkach do tzw. „zupek chińskich”.



**Rysunek 4.** Zawartość K i Ca w badanych mieszanek przyprawowych  
**Figure 4.** Content of K and Ca in the spice mixtures tested.

Źródło: opracowanie własne.

Po przeliczeniu uzyskanych wartości procentowych oraz uśrednieniu wyników można określić zawartość pierwiastków w jednostce mg/100 g mieszanki przyprawowej, co ułatwia porównanie z istniejącymi badaniami na ten temat. W ten sposób uzyskano średnią (ze wszystkich badanych mieszanek przyprawowych): sodu równą 22 460 mg/100 g, potasu równą 330 mg/100 g, oraz z wapnia równą 385 mg/100 g.

Należy również zaznaczyć, że gramatura mieszanek przyprawowych dołączonych do opakowań wynosi 4–10 g. Zakładając średnią masę mieszanki przyprawowej, analogicznie jak w przypadku poziomu pierwiastków, tj. około 7 g, można określić przybliżoną ilość pierwiastków dostarczanych wraz ze spożyciem gotowego dania. Tak więc w przypadku sodu było to około 1572,2 mg, potasu 23,1 mg, oraz wapnia 26,95 mg. Zatem, jeśli mieszanka przyprawowa dołączona do opakowania nr 2 ważyła 9,75 g, to zgodnie z otrzymanymi wynikami zawierała 20,3%, co odpowiada 1979 mg sodu, 0,20%, co odpowiada 20 mg potasu, oraz 0,31%, co odpowiada 31 mg wapnia. Takie wartości zostałyby więc przyjęte przez organizm człowieka wraz ze spożyciem mieszanki przyprawowej dołączonej do tej konkretnej zupki chińskiej. Dla porównania, w badaniach Borkowskiej i wsp [12] produkt *instant* o tym samym smaku, przy założeniu, że mieszanka przyprawowa również ważyła około 10 g, zawierałaby 22,65 mg potasu i 6,32 mg wapnia (brak danych

dotyczących zawartości sodu). Poziom potasu był zbliżony, natomiast poziom wapnia był zdecydowanie niższy niż w przypadku próbki nr 2. Należy w tym miejscu spojrzeć na dzienne zapotrzebowanie na te pierwiastki u dorosłego, zdrowego człowieka. Wartości te zestawiono w tabeli nr 3 wraz z ilością tych pierwiastków dostarczoną po spożyciu mieszanki przyprawowej dołączonej do zupki nr 2 oraz z pokryciem dziennego zapotrzebowania na te pierwiastki [12].

**Tabela 3.** Dzielne zapotrzebowanie dorosłego człowieka na Na, K i Ca oraz zestawienie z wartościami dostarczonymi wraz ze spożyciem mieszanki przyprawowej dołączonej do zupki chińskiej nr 2 [mg]

**Table 3.** Daily requirement of Na, K, and Ca for an adult and comparison with the values provided by consuming spice mixture included with instant noodle soup no. 2 [mg]

Pierwiastek	Dzielne zapotrzebowanie [mg] [13]	Ilość dostarczona wraz ze spożyciem zupki nr 2 [mg]	% dziennego zapotrzebowania
Na	1500	1979	131,93%
K	4700	20	0,43%
Ca	2500	31	1,24%

Źródło: opracowanie własne na podstawie [13].

Największą uwagę zwraca zawartość sodu, którego ilość w jednej porcji zupki nr 2 wynosi 1979 mg, co stanowi aż 131,93% dziennego zapotrzebowania na ten pierwiastek dorosłego człowieka.

Oznacza to, że spożycie zaledwie jednego opakowania mieszanki przypraw powoduje przekroczenie rekomendowanej dziennej normy, co może mieć konsekwencje zdrowotne, zwłaszcza w kontekście nadciśnienia tętniczego oraz chorób sercowo-naczyniowych. Należy również podkreślić, że oznaczono jedynie ilość sodu pochodzącą z mieszanki przyprawowej, a zatem jego rzeczywista ilość dostarczana do organizmu może być jeszcze wyższa, jeśli uwzględnimy jego obecność w makaronie lub saszetce z olejem.

#### Oznaczanie zawartości glutaminianu sodu metodą zielonej spektrofotometrii

Zawartość glutaminianu sodu w badanych mieszankach przyprawowych oznaczono przyjazną dla środowiska metodą spektrofotometryczną, wykorzystującą reakcję glutaminianu sodu z kwasem askorbinowym (pomiar pośredni). Wyniki zaprezentowano w tabeli 4, a wartości wyrażono jako mg glutaminianu sodu zawartego w 1 g mieszanki przyprawowej.

**Tabela 4.** Zawartość glutaminianu sodu w badanych mieszankach przyprawowych  
**Table 4.** Average concentration of monosodium glutamate in the spice mixtures tested

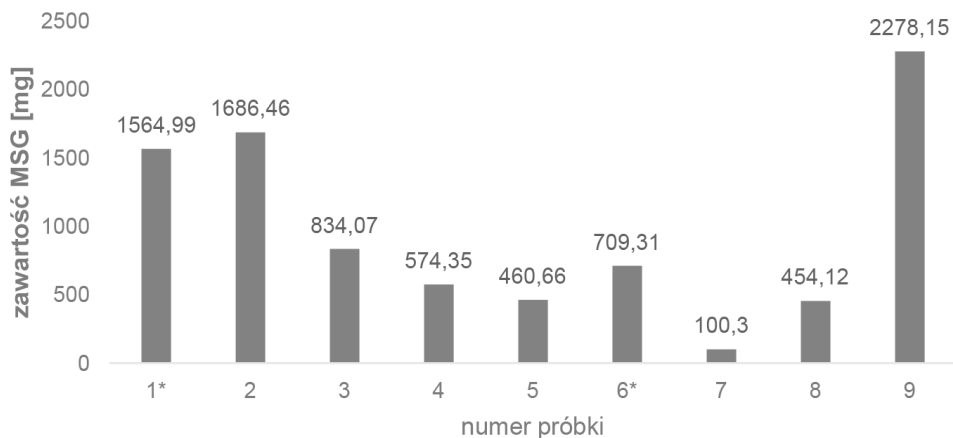
Nr próbki	MSG [mg/g] ± SD
1.	223,57 ± 2,03
2.	172,97 ± 0,32
3.	165,49 ± 0,00
4.	136,75 ± 0,00
5.	109,68 ± 0,45
6.	101,33 ± 0,00
7.	18,17 ± 0,45
8.	49,63 ± 0,00
9.	228,730,36

Źródło: opracowanie własne.

Zawartość glutaminianu sodu w badanych próbkach była bardzo zmienna i wahała się od 18,17 mg/g (próbka nr 7) do 228,73 mg/g (próbka nr 9). Różnica pomiędzy nimi była ponad dwunastokrotna. Próbka nr 8, podobnie jak próbka nr 7, również charakteryzowała się dość niską zawartością MSG, wynoszącą 49,63 mg. Próbki nr 2, 3, 4, 5 i 6 odznaczały się średnią w kierunku do wysokiej zawartością glutaminianu sodu i mieściły się w przedziale od 101,33 do 172,97 mg/g. Natomiast próbka nr 1 zawierała go aż 223,57 mg/g, co daje wynik niewiele mniejszy od najwyższego. Zakładając uśrednioną masę pojedynczej saszetki z przyprawami, wynoszącą 7 g, różnica w ilości glutaminianu sodu dostarczanego w jednej porcji między próbką o najniższej i najwyższej zawartości wynosiła aż 1437,8 mg (rys. 6). Daje to prawie 1,5-gramową, a więc znaczną różnicę w ilości dodatku tego wzmacniacza smaku, co – ze względu na to, że badane były produkty tego samego typu i o tym samym smaku – jest zastanawiające. Jednak, biorąc pod uwagę bardziej szczegółowe dane, okaże się, że różnica ta jest w rzeczywistości jeszcze wyższa. Mieszanka przyprawowa pozyskana z dania nr 7 zawierała około 5,5 g, podczas gdy ta z próbki nr 9 prawie 10 g glutaminianu sodu.

Po uwzględnieniu tych informacji w obliczeniach okaże się, że po spożyciu tej pierwszej do organizmu dostarczymy 100,3 mg glutaminianu sodu, natomiast po spożyciu tej drugiej – 2,3 g. Jak więc widać, różnica ta jest znacząca i wynosi dokładnie 2199,7 mg.

## Ilość glutaminianu sodu w mieszankach przyprawowych



**Rysunek 5.** Rys. 1. Zawartość glutaminianu sodu [mg] w badanych mieszankach przyprawowych. (\*) do wyliczeń użyta została uśredniona waga mieszanki przyprawowej (7 g), ze względu na brak tej informacji od producenta

**Figure 5.** Amount of monosodium glutamate [mg] present in each spice mixture tested. (\*) The average weight of the spice mixture (7 g) was used for calculations due to the lack of this information from the manufacturer

Źródło: opracowanie własne.

Zestawiając wyniki przedstawione na obu wykresach, można zauważyć podobne tendencje. Mieszanka przyprawowa nr 7 ponownie w zestawieniu zajmuje ostatnie miejsce pod względem zawartości glutaminianu sodu, natomiast mieszanka nr 9 odznacza się najwyższą zawartością MSG. W przypadku pozostałych analizowanych próbek można zaobserwować zmienną pozycję w zestawieniu. Po uwzględnieniu wszystkich danych okazuje się, że mieszanka nr 6 przewyższa pod względem zawartości MSG próbki nr 4 i 5, czego na poprzednim wykresie nie odnotowano. Podobny wzrost zawartości MSG obserwuje się w przypadku mieszanki nr 2, która w tym wypadku wyprzedza próbkę nr 1. W innych tego typu badaniach poziom glutaminianu sodu oznaczono na poziomie około 700 mg na opakowanie [13] oraz w zakresie 2,9–4,7% masy całego produktu (uwzględniając w tym również makaron) [14], co, przy założeniu, że jedna mieszanka przypraw waży około 7 g, przekłada się na ponad 2–3 g soli MSG. Wpływ na różnice może mieć oczywiście konkretny smak, firma czy kraj, z którego pochodzi dana zupka, natomiast nie zmienia to faktu, że wartości te są bardzo wysokie. Warto się w tym miejscu przyjrzeć dopuszczalnym normom spożycia tego wzmacniacza smaku. Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) określił tę wartość jako 30 mg/kg masy ciała na dobę [15].

Przyjmując, że dorosły, zdrowy człowiek waży ok. 70 kg, wartość MSG, jaką może dziennie spożyć, wynosi 2100 mg. Większość przebadanych mieszanek przyprawowych tego progu nie przekracza. Niestety nie można tego powiedzieć o daniu nr 9. Jego zawartość glutaminianu przewyższa dopuszczalne maksymalne spożycie o prawie 10%, co oznacza, że już jednorazowe spożycie tego produktu powoduje przekroczenie rekomendowanej dawki. Stosowanie diety bogatej w produkty o podwyższonej zawartości MSG może zatem przyczynić się do wystąpienia negatywnych skutków zdrowotnych. Należy również zauważyć, że człowiek spożywa w ciągu doby więcej niż jeden posiłek, a glutaminian sodu coraz częściej dodawany jest do różnego typu produktów, szczególnie tych gotowych do spożycia, jak również do mieszanek przyprawowych używanych w codziennym gotowaniu. Ponadto jest on naturalnie występującym składnikiem żywności, a zwłaszcza tej powstającej w procesie fermentacji oraz bogatej w białko. Przykładami takich produktów mogą być sery, konserwy i przetwory mięsne oraz wszelkiego rodzaju azjatyckie sosy, m.in. sos sojowy. Do grupy produktów bogatych w glutaminian należą również orzechy, owoce morza oraz grzyby (m.in. shiitake, które miały swój udział w odkryciu smaku umami) [16–17].

## Podsumowanie

Celem badań była analiza składu oraz właściwości mieszanek przyprawowych w wybranych produktach spożywczych typu *instant*. Produkty te, mimo powszechnej dostępności i dużej popularności, wciąż budzą wiele wątpliwości co do ich wartości odżywczej oraz wpływu na zdrowie. W trakcie badań potwierdzono obecność znacznych ilości glutaminianu sodu w niemal każdej z analizowanych próbek, co nie jest zaskoczeniem, zważywszy na charakter analizowanych produktów oraz rolę, jaką MSG pełni jako najpowszechniej stosowany wzmocniacz smaku. Może to wynikać zarówno z chęci poprawy walorów smakowych dania, jak i próby maskowania niskiej jakości surowców podstawowych. Mimo że sam glutaminian jest ogólnie uznawany za bezpieczny w umiarkowanych ilościach, jego nadmierne spożycie może wiązać się z pewnymi zagrożeniami zdrowotnymi, zwłaszcza w przypadku osób spożywających go regularnie. W pracy zastosowano spektrofotometryczną metodę oznaczania MSG, zgodną z zasadami zielonej chemii, co zapewniło ekologiczne podejście przy zachowaniu zadowalającej efektywności.

Równolegle do oznaczeń glutaminianu prowadzono badania zawartości składników mineralnych, takich jak sód, potas oraz wapń, które są istotne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Wyniki wykazały, że zawartość K i Ca w badanych próbkach nie jest szczególnie znacząca, podczas gdy zawartość Na była

niepokojąco wysoka. Stanowi to istotne ryzyko zdrowotne, szczególnie w kontekście nadciśnienia tętniczego oraz zaburzeń gospodarki wodno-elektrolitowej. Taka charakterystyka składu produktów *instant* potwierdza ich niską wartość odżywczą i ograniczoną przydatność jako elementu zbilansowanej diety.

Ocena zdolności antyoksydacyjnej analizowanych próbek, przeprowadzona z użyciem metod FRAP oraz DPPH, wykazała, że całkowita aktywność antyoksydacyjna była umiarkowana w przypadku mieszanek przyprawowych oraz wyraźna w przypadku czystego glutaminianu sodu. Może to sugerować jego istotny udział w ogólnej zdolności przeciwutleniającej produktów *instant*. Mimo to nie powinny być one traktowane jako znaczące źródło antyoksydantów w diecie, szczególnie w porównaniu z naturalnymi owocami i warzywami. Dodatkowo dokonano analizy całkowitej zawartości związków polifenolowych. Ich ilość w badanych mieszankach przyprawowych okazała się niewielka lub zbyt niska, aby możliwe było jej oznaczenie, co może wynikać z wysokiego stopnia przetworzenia produktów tego typu.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują jednoznacznie, że żywność typu *instant*, mimo swojej wygody i atrakcyjności, nie powinna stanowić podstawy codziennego żywienia. Produkty te cechuje wysoki poziom przetworzenia, niska wartość odżywcza oraz obecność licznych dodatków do żywności, które mogą mieć niekorzystny wpływ na zdrowie przy ich nadmiernym spożyciu. Uzyskane dane potwierdzają potrzebę zwiększania świadomości konsumentów w zakresie składu i jakości tego typu produktów oraz promowania świadomych wyborów żywieniowych.

## Literatura

- [1] Krełowska-Kułas M., Badanie preferencji konsumenckich żywności wygodnej, Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie, 2005, 678, s. 141–148.
- [2] Soroka M. D., Glutaminian sodu – smak niezdrowej chemii? 2017, Narodowe Centrum Edukacji Żywieniowej, <https://ncez.pzh.gov.pl/abc-zywienia/glutaminian-sodu-smak-niezdrowej-chemii/> (stan na dzień).
- [3] World Health Organisation, Monosodium L-Glutamate, 1987; <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/2257> (stan na dzień).
- [4] PubChem, Monosodium Glutamate (compound), <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/23672308#section=MeSH-Entry-Terms> (stan na dzień).
- [5] European Food Safety Authority, EFSA reviews safety of glutamates added to food, 2017, <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/170712> (stan na dzień).
- [6] Rumpf J., Burger R., Schulze M., Statistical evaluation of DPPH, ABTS, FRAP, and Folin-Ciocalteu assays to assess the antioxidant capacity of lignins, International Journal of Biological Macromolecules, 2023, 233, 23470.

- [7] Kijowska M., Koziara N., Rębacz M., Trzop N., Porównanie zawartości chromu i potasu w ekstraktach z wybranych rodzajów żużli, *Analit*, 2024, 14, s. 10–18.
- [8] Ali H. M., Hammad S., El-Malla S., Green spectrophotometric methods for determination of a monosodium glutamate in different matrices, *Microchemical Journal*, 2021, 1699(1), s. 106622.
- [9] Szeto Y. T., Tomlinson B., Benzie I. F., Total antioxidant and ascorbic acid content of fresh fruits and vegetables: implications for dietary planning and food preservation, *British Journal of Nutrition*, 2002, 87(1), s. 55–59.
- [10] Cheaib D., Rajha H. N., Maroun R. G., Louka N., systematic and empirical study of the dependence of polyphenol recovery from apricot pomace on temperature and solvent concentration levels, *Scientific World Journal*, 2018, 1, s. 8249184.
- [11] Huamán-Castilla N. L., Villegas Y., Allcca-Alca E., León-Calvo N., Ayma E., Vilca F., Mariotti-Celis M., Exploring a sustainable process for polyphenol extraction from olive leaves, *Foods*, 2024, 13(2), s. 265.
- [12] Jarosz M., Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja, Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012, s. 123–142.
- [13] Kamal A. H., El-Malla S. F., Elattar R. H., Mansour F. R., determination of monosodium glutamate in noodles using a simple spectrofluorometric method based on an emission turn-on approach, *Journal Fluorescence*, 2023, 33(4), s. 1337–1346.
- [14] Rachma A., Saptawati T., Analysis tolerance of monosodium glutamate (MSG) in instant noodles with Uv-Vis spectrophotometry, *Journal of Science and Technology Research for Pharmacy*, 2021, 1, s. 20–24.
- [15] European Food Safety Authority, EFSA reviews safety of glutamates added to food, 2017, <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/170712>] (stan na dzień).
- [16] Tennant D. R., Review of glutamate intake from both food additive and non-additive sources in the European Union, *Nutrition & Metabolism*, 2018, 73(5), s. 21–28.
- [17] Mikstas C., High glutamate foods, 2024, <https://www.webmd.com/diet/high-glutamate-foods/> (stan na dzień).

## **Fitoterapeutyczne zastosowanie wybranych roślin w przewlekłej niewydolności żylny kończyn dolnych**

### **Phytotherapeutic use of selected plants in chronic venous insufficiency of the lower limbs**

Anna Kucab

Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej, Instytut Biologii i Nauk o Ziemi, Katedra Botaniki,  
ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków  
e-mail: [anna.kucab@doktorant.uken.krakow.pl](mailto:anna.kucab@doktorant.uken.krakow.pl)

---

**Słowa kluczowe:** kończyny dolne, rośliny lecznicze, pielęgnacja skóry, pajęczki naczyniowe, wzmacnianie naczyń krwionośnych, żyłaki, niewydolność żylna

**Keywords:** lower limbs, medicinal plants, skin care, spider veins, strengthening blood vessels, varicose veins, venous insufficiency

---

### **Streszczenie**

Rośliny lecznicze mogą być ważnym elementem profilaktyki oraz terapii wielu chorób, takich jak przewlekła niewydolność żylna (CVI) kończyn dolnych, która jest jednym z najczęściej spotykanych schorzeń naczyniowych w krajach wysoko rozwiniętych. Niniejsze opracowanie stanowi przegląd sześciu wybranych gatunków roślin leczniczych – *Arnica montana*, *Fagopyrum esculentum*, *Aesculus hippocastanum*, *Melilotus officinalis*, *Hamamelis virginiana* oraz *Ruta graveolens* – stosowanych w fitoterapii CVI, ze szczególnym uwzględnieniem ich skuteczności w łagodzeniu objawów choroby oraz towarzyszących jej zmian skórnych. Celem publikacji było przedstawienie aktualnego stanu wiedzy dotyczącego wykorzystania surowców leczniczych pochodzących z wymienionych gatunków roślin w terapii CVI, w oparciu o dane bibliograficzne oraz wyniki badań naukowych. Analizę przeprowadzono z wykorzystaniem baz danych, takich jak PubMed, Google Scholar oraz Europe PMC. Aktywność omawianych gatunków została potwierdzona w licznych badaniach naukowych, a w zdecydowanej większości przypadków – również w badaniach klinicznych, które wykazały ich skuteczność w leczeniu i łagodzeniu objawów przewlekłej niewydolności żylny kończyn dolnych.

## Summary

Medicinal plants can play a crucial role in the prevention and treatment of various diseases, including chronic venous insufficiency (CVI) of the lower limbs, one of the most common vascular conditions in developed countries. This paper provides a review of six selected medicinal plant species – *Arnica montana*, *Fagopyrum esculentum*, *Aesculus hippocastanum*, *Melilotus officinalis*, *Hamamelis virginiana* and *Ruta graveolens* – used in phytotherapy for CVI, with particular emphasis on their effectiveness in alleviating the symptoms of the disease and associated skin lesions. This publication aimed to present the current state of knowledge regarding the use of medicinal raw materials from these plant species in CVI therapy, based on bibliographic data and research results. The analysis was conducted using databases such as PubMed, Google Scholar, and Europe PMC. The activity of the species discussed has been confirmed in numerous scientific studies, and in the vast majority of cases also in clinical studies, which have shown in the treatment and alleviation of symptoms of chronic venous insufficiency of the lower limbs.

## Wstęp

Żyłki i niewydolność żylna kończyn dolnych należą do najczęstszych jednostek chorobowych, dotyczą bowiem ponad 30% dorosłej populacji w krajach zachodnich [1–4]. W leczeniu tego schorzenia wykorzystuje się wiele fitoterapeutyków, które wykazują różnokierunkowe działanie, wywierając korzystny wpływ na stan naczyń żylnych i krążenie krwi. Mogą one działać przeciwzapalnie, przeciwkrwotocznie, ściągająco, przeciwbakteryjnie, wzmacniająco i uszczelniająco na ściany naczyń krwionośnych.

W niewydolności krążenia kończyn dolnych na tle żylnym stosuje się środki roślinne zarówno wewnątrznie (w postaci naparów i odwarów), jak i zewnętrznie (w formie okładów bądź maści i żeli) [3, 5–6].

Głównym celem opracowania jest wskazanie, w świetle badań naukowych, możliwości zastosowania surowców roślinnych w fitoterapii przewlekłej niewydolności żylny (PNŻ, CVI) kończyn dolnych. Omówiono tu wykorzystanie kilku wybranych gatunków leczniczych – *Arnica montana*, *Fagopyrum esculentum*, *Aesculus hippocastanum*, *Melilotus officinalis*, *Hamamelis virginiana* i *Ruta graveolens* – które wykazują skuteczność w leczeniu wymienionego schorzenia. Podano przykłady domowych sposobów przygotowywania preparatów fitoterapeutycznych, a także przeanalizowano dostępne preparaty komercyjne.

Publikacja ma charakter przeglądowy, i dotyczy aktualnego stanu wiedzy na temat analizowanych właściwości oraz zastosowań poszczególnych roślin. Aby osiągnąć zamierzony cel, przeprowadzono wnikliwą analizę artykułów naukowych (przeszukano zasoby, takie jak PubMed, Google Scholar i Europe PMC) oraz publikacji książkowych; korzystano również ze specjalistycznych stron internetowych.

## Niewydolność żylna kończyn dolnych jako proces chorobowy

Przewlekła niewydolność żylna (PNŻ) to nabyty lub wrodzony zespół zmian morfologicznych i czynnościowych w układzie żylnym, najczęściej dotyczący kończyn dolnych. Charakteryzuje się długotrwałym przebiegiem, nawrotowością oraz negatywnym wpływem na jakość życia pacjentów [7]. PNŻ jest silnie związana z poziomem uprzemysłowienia – częściej występuje w krajach wysoko rozwiniętych [8]. Szacuje się, że nawet 63% światowej populacji może cierpieć na to schorzenie [9], a ryzyko jego rozwoju wzrasta istotnie z wiekiem [10].

Podstawowym mechanizmem patofizjologicznym PNŻ jest zaburzenie prawidłowego odpływu krwi żyłnej z kończyn dolnych, co wiąże się z uszkodzeniem zastawek, refluksem żylnym oraz nadciśnieniem w układzie żylnym. Prowadzi to do poszerzenia naczyń i wtórnych zmian w otaczających tkankach, w tym do obrzęków, przebarwień skóry, bólu i uczucia ciężkości nóg [11–12]. Etiologia PNŻ może być pierwotna (wrodzona niewydolność zastawek) lub wtórna – w wyniku przebytych zakrzepic żył głębokich, zespołu pozakrzepowego, niewydolności żył miednicy czy zespołów uciskowych, częstych zwłaszcza w ciąży [13]. Istotnym czynnikiem prowadzącym do zmian patologicznych jest utrzymujące się nadciśnienie żyłne [3]. Nadciśnienie to może wynikać z zaburzeń funkcji mechanizmów wspomagających odpływ żylny, takich jak pompa mięśniowa łydki i stawu skokowego, pulsacje tętnicze, praca przepony oraz napięcie ścian żylnych [14–15]. Ich dysfunkcja prowadzi do zastojów krwi, cofania się jej ku obwodowi, przeciążenia naczyń i uszkodzenia tkanek [7, 16].



**Rysunek 1.** Objawy przewlekłej niewydolności żyłnej kończyn dolnych

**Figure 1.** Symptoms of chronic venous insufficiency of the lower limbs

Źródło: opracowanie własne na podstawie [13, 15, 17].

Source: own study based on [13, 15, 17].

Objawy choroby są zróżnicowane i zależne od stadium zaawansowania. Typowe objawy przedstawiono na rysunku 1. Zaawansowana postać może prowadzić do infekcji oraz znacznego pogorszenia komfortu życia [16].

PNŻ ma charakter wieloczynnikowy. Do czynników ryzyka zalicza się m.in. predyspozycje genetyczne (ryzyko PNŻ u potomstwa dwojga chorych rodziców sięga 90%), płeć żeńską, wiek, ciążę, terapię hormonalną, otyłość, brak aktywności fizycznej, palenie tytoniu, nieprawidłowe obuwie, zaburzenia budowy stóp, a także długotrwałą pozycję siedzącą lub stojącą [10, 16].

Warto wspomnieć, że przewlekłe choroby układu żylnego kończyn dolnych systematyzuje klasyfikacja CEAP, oparta na następujących kryteriach: C – klinicznych (objawy kliniczne), E – etiologicznych (zmiany wrodzone lub nabyte), A – anatomicznych (lokalizacja anatomiczna: żyły powierzchowne, głębokie i przesywające), P – patofizjologicznych (przyczyny procesu chorobowego). Kluczowym elementem tej klasyfikacji jest opis zmian klinicznych i stopnia zaawansowania choroby (C), zgodnie z tabelą 1 [10, 18].

**Tabela 1.** Ocena objawów klinicznych przewlekłej choroby żylniej w skali CEAP  
**Table 1.** Assessment of clinical symptoms of chronic venous disease on the CEAP scale

Stopień zaawansowania choroby	Opis zmian klinicznych
C-0	Brak widocznych lub wyczuwalnych zmian
C-1	Poszerzenia żylnie drobnych naczynek śródżylnych (teleangiektazje i żyły siatkowate)
C-2	Żyłaki leżące podskórnio (zwykle żyły odpiszczelowej lub jej dużych gałęzi – na udach bądź wzdłuż żyły odstrzałkowej)
C-3	Obrzęki kończyn dolnych, zazwyczaj w obrębie kostek i stóp, które zwiększają się w pozycji stojącej lub siedzącej; nasilenie obrzęków obserwuje się wieczorem
C-4a	Zmiany skórne (przebarwienia, wypryski), którym mogą towarzyszyć zmiany zapalne
C-4b	Lipodermatoskleroz (tłuszczowe stwardnienie skóry) lub atrofia biała
C-4c	Sieć powierzchownych, poszerzonych żyłek w okolicy kostki, tworzących koronę żylną
C-5	Zagojone owrzodzenia żylnie, często współwystępujące z zanikiem białym
C-6	Aktywne owrzodzenie żylnie, mogące współistnieć ze zmianami skórnymi i stanem zapalnym; najczęściej owrzodzenie rozwija się w okolicy kostki przyśrodkowej, może również obejmować goleń

Źródło: opracowanie własne na podstawie [18].

Source: own study based on [18].

W przypadku przewlekłej niewydolności żyłnej warto podkreślić znaczenie działań profilaktycznych, które mogą ograniczyć lub wyeliminować czynniki ryzyka, a tym samym zapobiegać rozwojowi choroby i poprawiać jakość życia pacjentów. Podstawą jest regularna aktywność fizyczna – zalecane są ćwiczenia o umiarkowanej intensywności, które wspomagają działanie pompy mięśniowej i zmniejszają ciśnienie żyłne. Wskazane są spacerowanie, nordic walking, pływanie, jazda na rowerze oraz ćwiczenia oddechowe. Profilaktyka obejmuje również odpowiednie nawodnienie, zdrową dietę, unikanie długotrwałego siedzenia lub stania, zimne prysznice na podudzia, masaż kończyn dolnych oraz unoszenie nóg (3 razy dziennie po 20 minut pod kątem 30°), co usprawnia krążenie żyłne i limfatyczne [10, 18]. Ponadto w pracy siedzącej zaleca się korzystanie z ergonomicznego stanowiska, unikanie zakładania nogi na nogę, aktywizowanie stóp oraz regularne przerwy na krótką aktywność. W pozycji stojącej warto natomiast okresowo przenosić ciężar ciała, stosować podnózek oraz wykonywać proste ćwiczenia [16].

## **Rośliny stosowane w fitoterapii niewydolności żyłnej kończyn dolnych**

W terapii szczególnie cenione są preparaty pochodzenia roślinnego, które stosuje się samodzielnie lub wspomagająco w połączeniu z innymi metodami leczenia. Wśród nich najczęściej wykorzystuje się flawonoidy, zwłaszcza diosminę i hesperydynę. Liczne badania potwierdzają skuteczność tych substancji w zmniejszaniu stanu zapalnego i poprawie jakości życia pacjentów z przewlekłą niewydolnością żylną [19–21]. W przypadku wielu związków roślinnych (takich jak diosmina, hesperydyna, rutyna, trokserutyna, oksyrytyna, escyna, ruscyna, ruskozzyd oraz proantocyjanidole) mechanizm działania polega na zwiększaniu napięcia naczyń krwionośnych oraz zmniejszaniu ich przepuszczalności [11, 22].

### **Arnika górską *Arnica montana* L.**

Arnika górską występuje naturalnie w północnej i środkowej Europie, na terenach górskich, w miejscach słonecznych i na glebach kwaśnych. W Polsce rośnie w Sudetach, Bieszczadach, na Dolnym Śląsku oraz w północno-wschodniej części kraju. Roślina ta objęta jest ścisłą ochroną gatunkową, dlatego w celach użytkowych pozyskuje się ją z upraw [23–24].

*Arnica montana* jest powszechnie znaną i cenioną rośliną leczniczą, wykorzystywaną również w przemyśle kosmetycznym. Surowcem zielarskim są głównie kwiatostany, rzadziej korzenie lub cała roślina. Do celów leczniczych koszycki arniki zbiera się w początkowym okresie kwitnienia, w słoneczne dni, po obceschnięciu

rosy, a następnie suszy się je w warunkach naturalnych (w miejscu zacienionym i przewiewnym) lub w suszarni ogrzewanej do 35°C. Według kategorii terapeutycznej arnika zaliczana jest do środków przeciwzapalnych i przyspieszających gojenie ran [25–27].

Kwiaty arniki zawierają flawonoidy (np. astragalinę, izokwercytrynę, luteolinę) oraz olejek eteryczny (zawierający m.in. kwasy tłuszczowe, triakontan, tymol, tymohydrochinon, ester izomasłowy tymolu oraz poliacetyleny – np. tridekadien i tridecen). W ich składzie chemicznym występują ponadto związki triterpenowe nienasycone (np. arnidiol, faradiol i  $\beta$ -amyrynę), laktony seskwiterpenowe (m.in. arnifolina, arnikolidy A, B, C i D), kwasy organiczne (takie jak kwas kawowy, chlorogenowy, galusowy i cynaryna), kumaryny (skopoletyna, umbeliferon), aminy, fitosterole, karotenoidy (ksantofil) oraz sole mineralne. Korzeń arniki zawiera olejek eteryczny (występuje w nim eter metylowy tymohydrochinonu, eter kwasu izomasłowego florolu) oraz fitosterole i arnicynę [25, 28].

Substancje czynne arniki są wchłaniane przez naskórek i docierają do naczyń włosowatych. Wzmacniają ściany tych naczyń i zwiększają aktywność fibrynolityczną krwi, co zapobiega powstawaniu zakrzepów żylnych. Podane doustnie działają korzystnie na układ sercowo-naczyniowy – poprawiają krążenie wieńcowe, mózgowe i obwodowe. Wykazują też słabe działanie przeciwzapalne i przeciwobrzękowe w obrębie żył obwodowych i naczyń mózgowych. Zewnętrznie arnika stosowana jest m.in. w owrzodzeniach żyłakowych podudzi, obrzękach, tępych urazach, oparzeniach, a także w stanach zapalnych skóry, jamy ustnej i gardła [29].

Zespół polskich badaczy przeprowadził badania z wykorzystaniem ekstraktu z arniki, mające na celu określenie aktywności antyoksydacyjnej i ocenę zdolności dyfuzyjnej ekstraktu z preparatów hydrożelowych. Na podstawie wyników stwierdzono, że ekstrakt z arniki cechuje się wysoką zawartością polifenoli, zwłaszcza flawonoidów, i w związku z tym wykazuje wysoki potencjał antyoksydacyjny. Wyniki badań dostępności farmaceutycznej wykazały, że modelowe preparaty hydrożelowe z udziałem badanego ekstraktu mogą stanowić podstawę do opracowania nowych środków leczniczych do stosowania w pielęgnacji skóry, leczeniu chorób skóry oraz przewlekłych schorzeń żylnych [30].

Niemieccy badacze, wykorzystując w badaniu ludzką krew żylną, wykazali, że działanie przeciwplateletarne arniki wynika głównie z zawartości laktonów seskwiterpenowych, tj. helenaliny i 11 $\alpha$ ,13-dihydrohelenaliny. Oba związki hamowały indukowaną kolagenem agregację płytek krwi, tworzenie tromboksanu i wydzielanie 5-hydroksytryptaminy w sposób zależny od stężenia. Stwierdzono, że helenalina i 11 $\alpha$ ,13-dihydrohelenalina hamują funkcję płytek krwi poprzez interakcję z grupami sulfhydrylowymi, co prawdopodobnie wiąże się ze zmniejszoną aktywnością fosfolipazy A2 [31].

Grupa polskich naukowców wskazała, że za przeciwzakrzepowe działanie arniki mogą odpowiadać obecne w roślinie kwasy heksuronowe oraz glikokoniugaty fenolowe [32].

*Arnica montana* wykazuje silne działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwgrzybicze, przeciwutleniające i immunomodulujące [33]. Przeprowadzono wiele eksperymentów przedklinicznych i klinicznych dotyczących skuteczności i bezpieczeństwa stosowania preparatów na bazie arniki, np. w procesach chorobowych związanych z bólem. Arnika w postaciach do stosowania zewnętrznego lub doustnego wykazała powtarzalne korzyści kliniczne, niekiedy porównywalne z lekami przeciwzapalnymi, takimi jak diklofenak [34], ibuprofen [35–36] oraz kortykosteroidami [37]. Badania potwierdzają skuteczność miejscowego stosowania zewnętrznego *A. montana*, m.in. w łagodzeniu ostrego bólu mięśni po nadmiernym wysiłku fizycznym [38] oraz w objawowym leczeniu choroby zwyrodnieniowej stawów [36, 39]. Działanie miejscowe wywierane jest na poziomie narządu ruchu: na mięśnie – łagodząc uczucie bolesności i ból [40], na stawy – zmniejszając obrzęk i ból spowodowany zaburzeniami reumatycznymi, a na naczynia włosowate i żyły – redukując krwiaki i wybroczyny oraz chroniąc naczynia krwionośne [38, 41].

Doustnie można stosować nalewkę arnikową przygotowaną z 1 części surowca na 10 części alkoholu o stężeniu 60–70% – o działaniu przeciwzakrzepowym, przeciwzapalnym oraz poprawiającym krążenie obwodowe – w kończynach, a także krążenie wieńcowe, mózgowe i skórne. Preparat ten zaleca się przyjmować 3 razy dziennie po 10 kropli lub 2 razy dziennie po 15 kropli [28].

Według Ożarowskiego nalewkę arnikową stosowaną wewnętrznie należy przyjmować rzadko, po 5–15 kropli nalewki w kieliszku wody, 1–2 razy dziennie po posiłkach, m.in. w przypadku spadku ciśnienia tętniczego. Zewnętrznie można wykorzystać ją do kompresów i okładów po dodaniu do 20 g nalewki arnikowej 50 g gliceryny, 60 g wody i 1/2 łyżeczki octu [25].

Z kwiatów arniki lub ziela można sporządzić napar, zalewając 1 łyżkę rozdrobnionego, suchego surowca 1 szklanką wrzącej wody. Następnie naczynie należy odstawić pod przykryciem na 30 minut, a czym napar przecedzić. W ciągu dnia zaleca się wypić 50 ml naparu. Kuracja doustna może trwać 14–18 dni, po czym należy przerwać stosowanie na co najmniej 1 miesiąc. Napar ten można ponadto stosować do okładów i przemywania [28].

Do użytku zewnętrznego, w formie okładów, można również zastosować odwar z arniki. W tym celu należy zalać 1/2 łyżki kwiatów 2 szklankami ciepłej wody, ogrzać do wrzenia i gotować łagodnie pod przykryciem przez 5 minut. Następnie odstawić odwar na 10 minut, a po tym czasie przecedzić. Do tak sporządzonego odwaru należy dodać 50 g gliceryny oraz 1 łyżeczkę octu [25].

## **Gryka zwyczajna *Fagopyrum esculentum* Moench**

Gryka zwyczajna pochodzi z Azji Środkowej i Północnej, natomiast w Europie i innych częściach świata jest uprawiana jako zboże oraz źródło flawonoidów. Surowcem wykorzystywanym w celach leczniczych jest kwitnące ziele gryki (w okresie od lipca do sierpnia), które ścina się ręcznie przy pomocy sekatora lub maszynowo. Zebrane ziele należy szybko przenieść do suszarni, pamiętając, by nie było ugniatane. Optymalna temperatura do suszenia ziela gryki wynosi 150°C; wówczas zawartość rutyny nie ulega zmniejszeniu [27, 42].

Ziele gryki działa uszczelniająco na naczynia krwionośne, zwiększając ich odporność mechaniczną. Aktywność surowca wynika z obecności flawonoidów, z których w największej ilości występuje rutyna (rutozyd), będąca pochodną kwercetyny. Kwiaty i nasiona zawierają diantrony, w tym fagopirynę. Rutyna i inne flawonoidy wykazują właściwości ochronne względem naczyń krwionośnych, działają ponadto przeciwzapalnie i przeciwutleniająco. Korzystnie wpływają na elastyczność żył i wspomagają układ krążenia. Wyciągi z ziela gryki wykorzystywane są również jako środki moczopędne, napotne, a także w leczeniu bielactwa, łuszczycy, miażdżycy, nadciśnienia, krwawień wewnętrznych i reumatyzmu [26–27, 42].

Na podstawie jednego z przeprowadzonych badań klinicznych wskazano, że leczenie herbatą z ziela gryki może mieć korzystny wpływ na pacjentów z przewlekłą niewydolnością żylną (C-6), a tym samym zapobiegać dalszemu rozwojowi obrzęku [43]. Inne badanie potwierdziło, że stosowanie flawonoidów (rutyny, hesperydyny) zawartych w gryce poprawia elastyczność naczyń i może przyczyniać się do zmniejszenia ryzyka sercowo-naczyniowego [44].

Rutyna zawarta w ziele kwitnącej gryki wchodzi w skład licznych preparatów dostępnych w aptekach i sklepach zielarskich (np. Rutinoscorbin, Essaven, Venescin). Wyciąg płynny z ziela jest natomiast składnikiem preparatów, takich jak Betasol, Fitoven i Rutisol [27].

## **Kasztanowiec zwyczajny *Aesculus hippocastanum* L.**

Kasztanowiec zwyczajny pochodzi z Półwyspu Bałkańskiego, a w Polsce jest nasadzany [45]. Wśród odmian hodowlanych spotyka się również kasztanowce o kwiatach żółtych, różowych i czerwonych, jednak w lecznictwie wykorzystywana jest wyłącznie odmiana kwitnąca na biało [25]. Surowcami leczniczymi pozyskiwanymi z kasztanowca zwyczajnego są kora, owoce (niedojrzałe i dojrzałe), nasiona, kwiaty, liście, pączki oraz gałązki. Korę zdejmuje się wiosną z młodych, gładkich i zdrowych gałązek, a następnie suszy w miejscu przewiewnym. Niedojrzałe owoce (czyli owocnia wraz z nasieniem) pozyskuje się w lipcu, natomiast dojrzałe – jesienią. Nasiona, po odrzuceniu kolczastej owocni, zbiera się, gdy są w pełni dojrzałe. Kwiaty należy

zbierać na początku lub w pełni okresu kwitnienia – w tym celu należy ściąć całe kwiatostany kasztanowca, oberwać pojedyncze kwiaty z szypułkami i suszyć, układając je cienką warstwą w miejscach zacienionych i przewiewnych. Liście należy zrywać w maju lub czerwcu. Pączki są najbardziej wartościowe na przedwiośniu i wiosną. Pędy roczne najlepiej pozyskiwać wiosną, łącznie z pączkami [25, 27, 46]. Kasztanowiec zawiera następujące składniki czynne:

- w liściach i pączkach: kumaryny (eskulina, fraksyna, fraksetyna, eskuletyna, skopolina, skopoletyna), żywica (bogata w terpeny), witaminę K, flawonoidy (kwercetyna, kwercytryna, kemferol, rutyna, astragalina), garbniki, alantoinę, kwas alantoinowy, saponiny oleananu (escyna), katechiny;
- w korze, pędach, nasionach i owocach: saponiny oleananu (escyna), garbniki, kumarynowce (eskulina, fraksyna, skopoletyna), flawonoidy (kwercetyna, kemferol, kwercytryna), kwasy organiczne (octowy, masłowy, izomasłowy, tyglinowy, angelikowy, glukuronowy, kumarowy), flawony [45–46].

Warto wspomnieć, że glikozydy kumarynowe (np. eskulina) i saponiny typu oleananu w największych ilościach występują w owocach kasztanowca [47]. Substancje wyizolowane – eskulina i escyna – są często stosowane w fitoterapii, przede wszystkim w leczeniu zaburzeń krążenia obwodowego. Escyna, będąca mieszaniną trzech form różniących się rozpuszczalnością ( $\beta$ -escyny, kryptoescyny i  $\alpha$ -escyny), izolowana jest z nasion, natomiast eskulina pozyskiwana jest z kory kasztanowca. Surowce pozyskane z kasztanowca znajdują zastosowanie lecznicze również dzięki zawartości flawonoidów, przy czym największa ich ilość występuje w kwiatach. Flawonoidy zmniejszają przepuszczalność i kruchość naczyń włosowatych. Wykorzystuje się je do leczenia stanów zapalnych żył podudzi, obrzęków pourazowych, a także guzków krwawniczych [29].

Przeprowadzono wiele eksperymentów klinicznych mających na celu ocenę skuteczności preparatów zawierających ekstrakt z nasion kasztanowca w leczeniu pacjentów z przewlekłą niewydolnością żylną (C-6). W jednym z badań klinicznych zmierzono obwód podudzia (kostki i łydki) oraz objętość nogi u ambulatoryjnych ochotników po 14 dniach stosowania 300 mg ekstraktu z kasztanowca (standaryzowanego na zawartość 50 mg escyny), podawanego dwa razy dziennie i zaobserwowano znaczące zmniejszenie objętości nogi. Zmiana obwodu nogi lub kostki jednoznacznie wskazywała, że zmniejszenie objętości wynikało ze zmniejszenia obrzęku nogi [48]. Ponadto w innych badaniach klinicznych, na podstawie podobnych wyników, wskazano, że ekstrakty z kasztanowca powodują statystycznie istotne zmniejszenie obrzęku u pacjentów z C-6 [49–51]. Przeprowadzono również eksperymenty oceniające skuteczność miejscowego stosowania preparatu zawierającego ekstrakt z nasion kasztanowca z dodatkiem heparyny (żel Essaven). U osób

z C-6 i ostrymi owrzodzeniami podudzia zauważono znaczną poprawę parametrów przepływu krwi i mikrokrążenia [52]. Poprawę mikrokrążenia oraz znaczne zmniejszenie owrzodzeń skóry w obrębie stopy obserwowano również po zastosowaniu tego preparatu u pacjentów z cukrzycą [53–54].

Wybrane przetwory z kasztanowca, jak również sposoby ich sporządzenia i stosowania, przedstawiono w tabeli 3.

**Tabela 3.** Przetwory z *Aesculus hippocastanum* stosowane w fitoterapii

**Table 3.** *Aesculus hippocastanum* preparations used in phytotherapy

Preparat	Przygotowanie	Stosowanie	Zastosowanie/ działanie
Intrakt z kwiatów	100 g świeżych kwiatów zalać 500 g gorącego wytrawnego wina	Zażywać 2 razy dziennie po 15 ml lub 1 dziennie po małym kieliszku	Uszczelniają i wzmacniają naczynia krwionośne oraz poprawiają krążenie mózgowe, obwodowe i wieńcowe. Hamują rozwój miażdżycy. Ponadto wzmagają diurezę, wspomagają odtruwanie organizmu, regulują przemianę materii oraz hamują stany zapalne w organizmie
Napar z kwiatów	1 łyżkę kwiatów zalać 1 szklanką wrzątku	Pić 2 razy dziennie po 200 ml przez 3–4 tygodnie	
Intrakt z niedojrzałych owoców lub dojrzałych rozdrobionych nasion	100 g surowca zalać 500 g gorącego alkoholu 30–40%, odstawić na 7 dni i przefiltrować	Zażywać 2 razy dziennie po 5–10 ml przez okres 2–6 miesięcy. Można również używać do okładów i wcierania	Do leczenia zaburzeń krążenia żylnego kończyn i mózgu, żyłaków kończyn i odbytu (hemoroidów). Podawane są w przypadku udaru, obrzęku mózgu, obrzęków pooperacyjnych lub pourazowych, w stanach zapalnych żył, przy zakrzepach, zawałach, profilaktyce zakrzepicy. Wyciągi z owoców i nasion zmniejszają przepuszczalność ścian naczyń, przywracają ich elastyczność, poprawiają krążenie obwodowe, mózgowe, wieńcowe i skórne. Hamują również stan zapalny oraz odczyn alergiczny
Intrakt z pędów	100 g młodych i świeżo zmielonych pędów kasztanowca zalać 500 g gorącego wina lub alkoholu 30–40%, odstawić na 7–10 dni i przefiltrować	Zażywać 2 razy dziennie po 5–10 ml (na wódce) lub 10–15 ml (na winie); można też stosować zewnętrznie do okładów i przemywania	Zalecane m.in. w stanach zapalnych naczyń krwionośnych i przy wysiękach zapalnych okołonaczyniowych. Działają ściągająco, przeciwzapalnie, antyseptycznie, przeciwobrzękowo, przeciwwysiękowo, przeciwbiegunkowo, silnie żółciotwórczo i żółciopędnie, pobudzająco na wydzielanie soku żołądkowego, odkażająco i pobudzająco na gojenie ran, owrzodzeń, oparzeń oraz wyprysków
Odwar z pędów lub kory	1 łyżkę zmielonego surowca zalać 1 szklanką wody, gotować przez 5 minut, odstawić na 20 minut i przecedzić	Pić 3–4 razy dziennie po ½ szklanki przez okres 1–6 miesięcy. Po 1–2 miesiącach zrobić przerwę w kuracji na 1–2 tygodnie i kontynuować stosowanie	

Ciąg dalszy tabeli 3

Preparat	Przygotowani	Stosowanie	Zastosowanie/ działanie
Intrakt z pączków	100 g świeżych lub suchych pączków zalać 300 g gorącego wina lub alkoholu 30–40%, odstawić na 7 dni, po czym przefiltrować	Zażywać 2 razy dziennie po 10–15 ml	Działają wzmacniająco na śródbłinki naczyń krwionośnych, przeciwwkrzepowo, przeciwzapalnie, przeciwalergicznie, wykrztuśnie, moczopędnie, odtruwająco, regenerująco. Hamują rozwój miażdżycy. Wyraźnie pobudzają regenerację tkanek, poprawiają elastyczność skóry. Leczą stany zapalne przewodu pokarmowego i układu oddechowego. Nadają się do kuracji „oczyszczających krew”
Napar z pączków	1 łyżkę rozdrobnionych świeżych lub suchych pączków zalać 1 szklanką wrzącej wody lub mleka, odstawić na 15 minut i przecedzić, można osłodzić miodem	Pić 2 razy dziennie po 1 szklance przez 2–3 tygodnie	
Preparaty standaryzowane na zawartość escyny	40 mg escyny 3 razy dziennie po jedzeniu przez 2–3 miesiące, następnie 40 mg escyny 2 razy dziennie		Escyna stosowana jest zwłaszcza w leczeniu przewlekłej niewydolności żyłnej, żylaków odbytu oraz obrzęków i krwiaków pooperacyjnych i pourazowych. Wykazuje działanie ochronne na naczynia krwionośne. Zmniejsza przepuszczalność ścian naczyń włosowatych, wzmacnia je, poprawia mikrokrążenie, działa przeciwobrzękowo i przeciw wysiękowo. Poprawia elastyczność i stan napięcia ścian naczyń żylnych, przeciwdziała zastojom żylnym

Źródło: opracowanie własne na podstawie [46, 55].

Source: own study based on [46, 55].

Należy mieć na uwadze, że liście kasztanowca zwiększają krzepliwość krwi, natomiast pączki, owoce i nasiona wykazują działanie odwrotne – zapobiegają powstawaniu zakrzepów [46].

### **Nostrzyk lekarski *Melilotus officinalis* (L.) Lam.**

Nostrzyk lekarski występuje pospolicie na terenie całej Polski. Można go spotkać na przydrożach, łąkach, ugorach, miedzach, nasypach kolejowych i w zaroślach. Preferuje słoneczne stanowiska oraz gleby głębokie, przepuszczalne, wapienne i piaszczyste. Jest również uprawiany jako roślina pastewna i miododajna [24, 27, 56]. Surowcem wykorzystywanym w lecznictwie jest ziele nostrzyka, pozyskiwane głównie ze stanowisk naturalnych. Na początku kwitnienia – w lipcu lub sierpniu – ścina się wierzchołki pędów o długości około 25 cm, wybierając okazy o cienkich łodygach,

obficie ulistnione i ukwiecone. Suszenie surowca powinno odbywać się w miejscach zacienionych i przewiewnych lub w suszarniach ogrzewanych w temperaturze nieprzekraczającej 35°C. Warto zaznaczyć, że zebrane we właściwym czasie i prawidłowo wysuszone ziele powinno zachować naturalną barwę oraz charakterystyczny zapach przypominający świeże siano. Równowartościowego surowca dostarcza nostrzyk wyniosły *Melilotus altissimus* Thuill., zajmujący podobne siedliska jak nostrzyk lekarski [25, 27].

Ziele nostrzyka zawiera kwasy fenolowe (kwas kawowy, p- i o-kumarowy, salicylowy oraz dihydrokumarowy), glikozyd trans-o-kumarowy (melilotozyd), glikozyd cis-o-kumarowy, kumaryny (3,4-dihydrokumaryna (melilotynę), hydroksykumarynę, skopoletynę oraz umbeliferon), flawonoidy (kemferol i glikozyd kwercetynowy), saponiny trójterpenowe, związki azotowe (m.in. trygonelinę, alantoinę oraz kwas alantoinowy, kwas moczowy) [25, 57].

Lecnicze właściwości nostrzyka były znane już w starożytności; roślinę tę opisywali Hipokrates i Dioskurydes. Wyciągi z ziele nostrzyka stosowane są w leczeniu niewydolności żylnych kończyn dolnych, hemoroidów, zapalenia żył, zastojów żylnych i limfatycznych a także w profilaktyce zakrzepicy oraz w przypadku łamliwości naczyń krwionośnych. Nostrzyk wykazuje działanie uspokajające, przeciwzapalne, żółciopędne, a także rozkurczowe w obrębie mięśni gładkich przewodu pokarmowego, układu wydalniczego i oddechowego [27, 57].

Nostrzyk najczęściej stosowany jest zewnętrznie w postaci naparu lub w formie okładów, służąc jako środek likwidujący zakrzepy oraz w leczeniu trądziku, czyraków, wrzodów, ropni mnogich i stanów zapalnych skóry. Mocne napary wykorzystywane są również do okładów i lewatyw przy żylakach, stłuczeniach, obrzękach i zapaleniu żył. Ponadto rozcieńczony napar stosuje się do przemywania oczu w stanach zapalnych spojówek i powiek. W medycynie od dawna stosowane są plastry nostrzykowe *Emplastrum Meliloti* o działaniu rozgrzewającym i przeciwzapalnym, używane w chorobach skórnych, owrzodzeniach i stanach zapalnych tkanki podskórnej. Ekstrakty z nostrzyka mogą być wykorzystywane do produkcji maści, kremów i żelów o działaniu przeciwzapalnym i rozmiękczającym [25, 27].

Skuteczność nostrzyka w leczeniu pacjentów z przewlekłą niewydolnością żylną była przedmiotem badań klinicznych. W jednym z nich potwierdzono skuteczność doustnego podawania *Melilotus officinalis* w połączeniu z alfa-tokoferolem, rutyną oraz *Centella asiatica*. Pod koniec okresu obserwacji uzyskano znaczącą poprawę symptomatologii klinicznej, charakteryzującą się zmniejszeniem obrzęku podpowięziowego [58]. Włoski zespół badaczy przeprowadził eksperyment, którego wyniki wskazują na korzystne efekty miejscowego stosowania kremu będącego formacją opartą na połączeniu ekstraktów z jeżyny, *Centella asiatica*, hialuronianu sodu, witaminy E oraz *Melilotus officinalis* (Flavofort 1500) – obserwowano złagodzenie objawów niewydolności żylnych kończyn dolnych [59].

Według niektórych źródeł ziele nostryka stosuje się doustnie jedynie jako składnik mieszanek ziołowych i zestawień recepturowych. Dr Róžański podaje jednak przepis na napar z czystego ziele nostryka do stosowania wewnętrznie. Aby go przygotować, należy zalać 1 łyżkę stołową surowca szklanką wrzątku, zaparzać pod przykryciem przez 30–40 minut, a następnie przecedzić. Napar ten należy przyjmować 2–3 razy dziennie po 100–150 ml. Mieszanek ziołową przeciw żylakom można przygotować według przepisu Aleksandra Ożarowskiego, łącząc 20 g ziele nostryka i kory kruszyny, 40 g korzenia arcydzięgla oraz 10 g korzenia goryczki (lub 20 g liści bobrka trójlistkowego). W celu przygotowania odwaru należy zalać 1 łyżkę stołową ziół 1 szklanką ciepłej wody, ogrzać do wrzenia i gotować przez 3 minuty pod przykryciem. Następnie odstawić na 10 minut i przecedzić. Tak przygotowany odwar należy pić 2 razy dziennie po 1/3–1/2 szklanki przed posiłkiem przez 3 tygodnie [25, 27, 57].

### **Oczar wirginijski *Hamamelis virginiana* L.**

Oczar wirginijski w stanie naturalnym występuje w Ameryce Północnej, na terenie Kanady i wschodnich stanów USA. W Europie gatunek ten jest sadzony w parkach i ogrodach. Preferuje gleby próchnicze, wilgotne i o niskiej zawartości wapnia. Surowcem wykorzystywanym do celów leczniczych są liście, kora i gałązki oczaru. Liście oczaru pozyskuje się od wczesnego lata do połowy lata, natomiast korę – wówczas, gdy łatwo odchodzi ona od drewna [26–27].

*Hamamelis virginiana* wykazuje działanie ściągające, przeciwwysiękowe, miejscowo przeciwkrwotoczne, przeciwbakteryjne, przeciwzapalne, przeciwbiegunkowe, uszczelniające, wzmacniające oraz obkurczające naczynia krwionośne, ochronne względem mięszu wątroby i detoksykacyjne. Surowiec zawiera garbniki (hamamelitanina, digallyhamameloza, gallotaniny), proantocyjanidyny, kwasy: galusowy, chinowy, kawowy, saponiny, cholinę, żywice, flawonoidy (kwercetyna, kemferol, astragalina, kwercytryna, afzelina, mirycytryna) oraz olejek eteryczny [59].

Dzięki działaniu przeciwzapalnemu oraz zdolności do poprawy mikrokrążenia, przepływu włócniczkowego i napięcia naczyń oczar może zapobiegać powikłaniom żylaków i hemoroidów [61–62]. Stwierdzono pozytywny wpływ środków leczniczych zawierających ekstrakty z *H. virginiana* na naczynia krwionośne i ukrwienie tkanek [63–64]. W związku z tym działaniem oraz zdolnością do łagodzenia podrażnień preparaty oczaru stosowane są również w leczeniu żylaków oraz guzków krwawniczych odbytu [65–66].

Ponadto ekstrakty oczaru wykazują działanie ściągające i poprawiające stan naczyń krwionośnych, dlatego są składnikami kosmetyków przeznaczonych do pielęgnacji cery naczynkowej oraz skóry nóg [67–68].

Najczęściej wykorzystuje się preparaty na bazie oczaru do użytku zewnętrznego. Są to odwary alkoholowe, wyciągi i maści stosowane w różnego rodzaju dolegliwościach skórnych, wynaczynieniach, obrzękach, świądzie skóry, niektórych egzemach oraz w żylakach odbytu. Destylowany wyciąg z oczaru jest środkiem o działaniu ściągającym, co wykorzystuje się m.in. do tamowania krwotoków. Preparat ten korzystnie działa również w leczeniu żylaków, hemoroidów i stłuczeń. Z uwagi na właściwości ściągające znajduje ponadto zastosowanie w kosmetyce [27].

### **Ruta zwyczajna *Ruta graveolens* L.**

Ruta zwyczajna pochodzi z południowo-wschodniej Europy. W Polsce uprawiana jest w ogrodach, czasem dziczeje na stanowiskach ruderalnych [43, 48]. Roślina wyróżnia się ostrym, nieprzyjemnym zapachem, gdyż wszystkie jej organy posiadają zbiorniki olejkowe. Jako surowiec leczniczy wykorzystuje się liście ruty lub całe ziele. Do zbioru ziela przystępuje się przed kwitnieniem lub na samym jego początku (zwykle na przełomie czerwca i lipca), ścinając rośliny na wysokości 10–15 cm. Drugi zbiór można przeprowadzić po odrośnięciu roślin (pod koniec sierpnia). Ziele suszy się w miejscach zacienionych i przewiewnych lub w suszarni, w temperaturze nieprzekraczającej 35°C. Po wysuszeniu należy oddzielić łodygi poprzez otrząsanie lub omłócenie. Podczas pracy z rutą należy zachować ostrożność, gdyż może ona powodować silne podrażnienia skóry. W związku z tym zaleca się stosowanie odzieży ochronnej i rękawic [27, 69].

Surowiec zielarski zawiera liczne związki chemiczne: olejek eteryczny (główne ketony – zwłaszcza 2-undekanon, ponadto pinen, limonen, cymen, aldehydy, kwasy i estry), kumaryny (umbeliferon, herniaryna, psoralen, bergapten, rutaryna, ksantotoksyna, ksantyletyna, izoimperatoryna, izopimpinolina), alkaloidy (chinolinowe – graweolina, graweolinina; furochinolinowe – np. fagaryna, kokusaginina, skimianina; akrydynowe – arborynina), flawonoidy (rutyna, kwercetyna), lignany (sawinina), gorycze, garbniki, kwasy organiczne oraz sole mineralne [26, 69–71].

Flawonoidy, w szczególności rutyna, uszczelniają ściany naczyń krwionośnych oraz zwiększają ich elastyczność. Rutyna unieczynnia kilka enzymów tkankowych, takich jak oksydaza askorbinowa, hialuronidaza i oksydaza adrenalinowa. Dzięki temu przedłuża działanie witaminy C, zapobiega depolimeryzacji kwasu hialuronowego pełniącego funkcję spoiwa w śródbłonkach naczyń włosowatych, oraz przedłuża działanie adrenaliny i noradrenaliny wywołujących skurcz naczyń krwionośnych. W podobny sposób, a niekiedy silniej, działa kwercetyna [25].

W licznych badaniach klinicznych potwierdzono aktywność rutyny polegającą m.in. na poprawie napięcia żylnego i elastyczności żył. Udowodniono jej skuteczność w kontrolowaniu przewlekłego nadciśnienia żylnego [72] i hemoroidów [73–74].

Wykazuje również skuteczność w nawracających krwawieniach, siniakach, białaczce niemowlęcej [75], obrzęku limfatycznym kończyn górnych [76] oraz w hemoroidach wewnętrznych u kobiet w ciąży [77]. Warto wspomnieć, że rutyna jest ważnym składnikiem odżywczym ze względu na zdolność wzmacniania i modulowania przepuszczalności ścian naczyń krwionośnych, w tym naczyń włosowatych. Ponadto znajduje również zastosowanie w leczeniu pęknięć naczyń włosowatych oraz uszkodzeń tkanek łącznych [78].

Z ziela ruty można przygotować napar. W tym celu należy zalać pół łyżki stołowej ziela szklanką wrzątku, pozostawić pod przykryciem na 15 minut, przeceścić i pić 2 razy dziennie po 1 filiżance. Napar ten stosuje się w dolegliwościach związanych z krążeniem jako środek pobudzający krążenie obwodowe, obniżający ciśnienie krwi, a także w przypadku braku apetytu, nerwowości, bólu głowy i w celu stymulacji menstruacji [27]. W stanach zwiększonej przepuszczalności i łamliwości naczyń krwionośnych zaleca się przyjmowanie gotowych preparatów z rutyną (w połączeniu z witaminą C) [25].

Należy pamiętać, by po zastosowaniu ruty unikać bezpośredniego działania promieniowania słonecznego, ponieważ roślina wykazuje działanie fotouczulające. Przetworów z ruty nie mogą stosować kobiety w ciąży, gdyż wywierają one działanie poronne. Warto też wspomnieć, że niektóre osoby mogą być uczulone na składniki olejku eterycznego ruty [70].

## Podsumowanie

Analizowane gatunki roślin są składnikami popularnych i ogólnie dostępnych preparatów handlowych oraz mogą być również wykorzystywane do samodzielnego przygotowywania przetworów. Ich aktywność została potwierdzona na podstawie licznych eksperymentów naukowych. Należy podkreślić, że w przypadku zdecydowanej większości tych roślin przeprowadzono badania kliniczne, które wykazały wyraźną zasadność stosowania ich jako środków skutecznych w leczeniu lub łagodzeniu dolegliwości związanych z przebiegiem niewydolności żyłnej kończyn dolnych. Rośliny te, dzięki zawartości związków aktywnych, takich jak flawonoidy, saponiny i kumaryny, wykazują działanie przeciwzapalne, ochronne na naczynia krwionośne oraz poprawiające mikrokrążenie. Ich wielopłaszczyznowy mechanizm działania sprawia, że skutecznie wspomagają leczenie zarówno we wczesnym, jak i w bardziej zaawansowanym stadium choroby.

## Literatura

- [1] Callam M. J., Epidemiology of varicose veins, *British Journal of Surgery*, 1994, 81, 2, s. 167–173.
- [2] Lee A. J., Evans C. J., Allan P. L., Ruckley C. V., Fowkes F. G., Fowkes F. G. R., Lifestyle factors and the risk of varicose veins: Edinburgh Vein Study, *Journal of Clinical Epidemiology*, 2003, 56, 2, s. 171–179.
- [3] Eberhardt R. T., Raffetto J. D., Chronic venous insufficiency, *Circulation*, 2005, 111(18), s. 2398–2409.
- [4] Robertson L., Evans C., Fowkes F. G. R., Epidemiology of chronic venous disease, *Phlebology*, 2008, 23(3), s. 103–111.
- [5] Onkaramurthy M., Vishwakarma K. K., Singh P., Hegde S., Azeemuddin M. M., Rafiq M., Rafiq M., Babu U. V., Herbal formulations ameliorates chronic venous insufficiency, venotonicity and elastase inhibition in the management of varicose veins: A preclinical study, *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2022, 84(4), s.1063–1070.
- [6] Wollina U., Abdel-Naser M. B., Mani R., A review of the microcirculation in skin in patients with chronic venous insufficiency: The problem and the evidence available for therapeutic options, *International Journal of Lower Extremity Wounds*, 2006, 5(3), s. 169–180.
- [7] Stolarczyk M., Przewlekła niewydolność żylna – przyczyny, profilaktyka i leczenie, 2021, <https://www.apteka-melissa.pl/blog/artykul/przewlekla-niewydolnosc-zylna-przyczyny-profilaktyka-i-leczenie,822.html> (stan na dzień 10 listopada 2025).
- [8] Jantet G., Chronic venous insufficiency: Worldwide results of the RELIEF study, *Angiology*, 2002, 53(3), s. 245–256.
- [9] Ziaja D., Abdel-Naser M. B., Mani R., Regional variations of symptoms of the chronic venous disease among primary health care patients in Poland, *Acta Angiologica*, 2015, 21(2), s. 31–39.
- [10] Zubilewicz R., Jaroszyński A., Przewlekła choroba żylna, *Forum Medycyny Rodzinnej*, 2015, 9(5), s. 400–404.
- [11] Neubauer-Geryk J., Bieniaszewski L., Przewlekła choroba żylna – patofizjologia, obraz kliniczny i leczenie, *Choroby Serca i Naczyn*, 2009, 6(3), s. 135–141.
- [12] Moneta G., Classification of lower extremity chronic venous disorders, 2017, <https://www.uptodate.com/contents/classification-of-lower-extremity-chronic-venous-disorders> (stan na dzień 18 października 2025).
- [13] Ramelet A. A., Monti M., *Flebologia. Przewodnik*, Via Medica, Gdańsk 2003.
- [14] Pearson J. D., Pathophysiological mechanisms involving leucocytes in chronic venous insufficiency, [w:] *Microcirculation in chronic venous insufficiency: 15th Bodensee Symposium on Microcirculation*, (red.) K. Messmer, S. Karger AG, Basel 1999, s. 82–90.
- [15] Zapalski S., Oszkinis G., *Ambulatoryjne leczenie chorób żył*, Via Medica, Gdańsk 2001.
- [16] Łastowiecka-Moras E., Przewlekła niewydolność żylna kończyn dolnych – schorzenie związane z rodzajem wykonywanej pracy, *Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka*, 2015, s. 16–19.

- [17] Żmudzińska M., Czarnecka-Operacz M., Przewlekła niewydolność żylna – aktualny stan wiedzy. Część I – patomechanizm, objawy, diagnostyka, Postępy Dermatologii i Alergologii, 2005, 22(2), s. 65–69.
- [18] Kozak M., Niewydolność żylna kończyn dolnych – przyczyny, objawy, leczenie, 2023, <https://www.arsestetica.pl/blog/niewydolnosc-zylna-konczyn-dolnych/> (stan na dzień 19 listopada 2025).
- [19] Abohashem S. T., El-Mahdy A. A., Soliman R. H., Kamal A. M., Diosmin as an anti-inflammatory agent in chronic venous insufficiency: Modulation of key inflammatory mediators, *Inflammation Research*, 2024, 73(1), s. 45–56.
- [20] Sham H., Park Y. S., Lyu H., Diosmin and hesperidin in lymphedema and lipedema: Mechanisms and therapeutic potential, *Journal of Pain Research*, 2023, 16, s. 2359–2370.
- [21] Serra R., Ielapi N., Bitonti A., Candido S., Fregola S., Gallo A., Loria A., Muraca L., Raimondo L., Velcean L., Guadagna S., Gallelli L., Efficacy of low-dose diosmin therapy on symptoms and quality of life in chronic venous disease: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial, *Nutrients*, 2021, 13(3), 999.
- [22] Marona H., Kornobis A., Patofizjologia rozwoju żylaków oraz wybrane metody ich leczenia – aktualny stan wiedzy, *Farmacja Polska*, 2009, 65(2), s. 88–92.
- [23] Krzyściak-Kosińska R., Kosiński M., Atlas roślin, Wydawnictwo Dragon, Bielsko-Biała 2012.
- [24] Fijolek M., Atlas dzikich roślin jadalnych, Wydawnictwo SBM, Warszawa 2017.
- [25] Ożarowski A., Jaroniewski W., Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1989.
- [26] Wyk B. E., Wink M., Rośliny lecznicze świata, MedPharm POLSKA, Wrocław 2008.
- [27] Senderski M. E., Prawie wszystko o ziołach i ziołolecznictwie, Mateusz E. Senderski, Podkowa Leśna 2017.
- [28] Różański H., Arnika – Arnica w ziołolecznictwie, 2009, <https://rozanski.li/914/arnika-arnica-w-ziololecznictwie/> (stan na dzień 19 października 2025).
- [29] Lamer-Zarawska E., Kowal-Gierczak B., Niedworok J., Fitoterapia i leki roślinne, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2020.
- [30] Michalak M., Błońska-Sikora E. M., Paradowska K., Zielińska A., Pharmaceutical availability of hydrogels with extracts of *Arnica montana*, *Aesculus hippocastanum* and *Ruscus aculeatus* and their potential use as antioxidant polyphenol-rich material, *Medical Studies/Studia Medyczne*, 2023, 39(3), s. 223–229.
- [31] Schröder H., Lösche W., Strobach H., Leven W., Willuhn G., Till U., Schrör K., Helenalin and 11 $\alpha$ ,13-dihydrohelenalin, two constituents from *Arnica montana* L., inhibit human platelet function via thiol-dependent pathways, *Thrombosis research*, 1990, 57(6), s. 839–845.
- [32] Pawlaczyk I., Lösche W., Strobach H., Leven W., Willuhn G., Till U., Schrör K., Polyphenolic-polysaccharide compounds from selected medicinal plants of Asteraceae and Rosaceae families: Chemical characterization and blood anticoagulant activity, *Carbohydrate Polymers*, 2009, 77(3), s. 568–575.

- [33] Kriplani P., Guarve K., Baghael U. S., *Arnica montana* L. – a plant of healing, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2017, 69(8), s. 925–945.
- [34] Karow J. H., Abt H. P., Fröhling M., Ackermann H., Efficacy of *Arnica montana* D4 for healing of wounds after hallux valgus surgery compared to diclofenac, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2008, 14(1), s. 17–25.
- [35] Moore R. A., Moore R. A., Tramèr M. R., Carroll D., Wiffen P. J., McQuay H. J., Quantitative systematic review of topically applied non-steroidal anti-inflammatory drugs, *The BMJ*, 1998, 316(7128), s. 333–338.
- [36] Widrig R., Suter A., Saller R., Melzer J., Choosing between NSAID and arnica for topical treatment of hand osteoarthritis in a randomised, double-blind study, *Rheumatology international*, 2007, 27, s. 585–591.
- [37] Totonchi A., Guyuron B., A randomized, controlled comparison between arnica and steroids in the management of postrhinoplasty ecchymosis and edema, *Plastic and Reconstructive Surgery*, 2007, 120(1), s. 271–274.
- [38] Schmidt C., A double-blind, placebo-controlled trial: *Arnica montana* applied topically to subcutaneous mechanical injuries, *Journal American Institute of Homeopathy*, 1996, 89, s. 186–192.
- [39] Knuesel O., Weber M., Suter A., *Arnica montana* gel in osteoarthritis of the knee: an open, multicenter clinical trial, *Advances in Therapy*, 2002, 19, s. 209–218.
- [40] Merfort I., *Arnica*: New insights on the molecular mode of action of a traditional medicinal plant, *Research in Complementary and Natural Classical Medicine*, 2003, 10, s. 45–48.
- [41] Klaas C. A., Wagner G., Laufer S., Sosa S., Della Loggia R., Bomme U., Pahl H. L., Merfort I., Studies on the anti-inflammatory activity of phytopharmaceuticals prepared from *Arnica* flowers, *Planta Medica*, 2002, 68(05), s. 385–391.
- [42] Mederska M., *Atlas roślin leczniczych*, Wydawnictwo SBM, Warszawa 2023.
- [43] Ihme N., Kiesewetter H., Jung F., Hoffmann K. H., Birk A., Müller A., Grützner K. I., Leg oedema protection from a buckwheat herb tea in patients with chronic venous insufficiency: A single-centre, randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial, *European Journal of Clinical Pharmacology*, 1996, 50, s. 443–447.
- [44] Perrin M., Ramelet A. A., Pharmacological treatment of primary chronic venous disease: Rationale, results and unanswered questions, *European journal of vascular and endovascular surgery*, 2011, 41(1), s. 117–125.
- [45] Szempliński W., *Rośliny zielarskie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Olsztyn 2017.
- [46] Różański H., *Kasztanowiec – *Aesculus* w fitoterapii*, 2008, <https://rozanski.li/156/kasztanowiec-aesculus-w-fitoterapii/> (stan na dzień 19 października 2025).
- [47] Kuźniewski E., Augustyn-Puziewicz J., *Przewodnik ziołolecznictwa ludowego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986.
- [48] Steine M., Hillemans H. G., Investigation of the oedema-protective action of a venous therapeutic agent, *Münchener Medizinische Wochenschrift*, 1986, 31, s. 551–552.

- [49] Rudofsky G., Neis A., Otto K., Siebel K., Ödemprotektive Wirkung und klinische Wirksamkeit von Roßkastaniensamenextrakt im Doppelblindversuch, *Phlebologie und Proktologie*, 1986, 15, s. 47–54.
- [50] Lohr E., Garanin G., Jesau P., Fischer H., Ödempräventive Therapie bei chronischer Veneninsuffizienz mit Ödemneigung, *Münchener medizinische Wochenschrift*, 1986, 128, s. 579–581.
- [51] Diehm C., Vollbrecht D., Amendt K., Comberg H. U., Medical edema protection – clinical benefit in patients with chronic deep vein incompetence. A placebo controlled double blind study, *VASA, Zeitschrift für Gefasskrankheiten*, 1992, 21(2), s. 188–192.
- [52] Cesarone M. R., Vollbrecht D., Amendt K., Comberg H. U., Two-week topical treatment with Essaven gel in patients with diabetic microangiopathy – a placebo-controlled, randomized study, *Angiology*, 2001a, 52(3), s. 43–48.
- [53] Cesarone M. R., De Sanctis M. T., Incandela L., Belcaro G., Griffin M., Microvascular changes in venous hypertension due to varicose veins after standardized application of Essaven gel – a placebo-controlled, randomized study, *Angiology*, 2001b, 52(3), s. 11–16.
- [54] Incandela L., Belcaro G., Nicolaidis A. N., Geroulakos G., Cesarone M. R., De Sanctis M. T., Microcirculation after standardized application of Essaven gel on normal skin – a placebo-controlled, randomized study, *Angiology*, 2001, 52(3), s. 5–10.
- [55] Pawlak M., Aescin – tabletki, działanie, wskazania, przeciwwskazania, dawkowanie, skutki uboczne, 2016, <https://www.medonet.pl/leki-od-a-do-z/miesnie-i-stawy,aescin,artykul,1581705.html> (stan na dzień 20 października 2025).
- [56] Mowszowicz J., *Dziko rosnące rośliny użytkowe*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1975.
- [57] Różański H., Czy nostrzyk – *Melilotus* zmniejsza krzepliwość krwi? 2009, <https://rozanski.li/889/czy-nostrzyk-melilotus-zmniejsza-krzepliwosc-krwi/> (stan na dzień 20 października 2025).
- [58] Cataldi A., Gasbarro V., Viaggi R., Soverini R., Gresta E., Mascoli F., Effectiveness of the combination of alpha tocopherol, rutin, melilotus, and *Centella asiatica* in the treatment of patients with chronic venous insufficiency, *Minerva Cardioangiologica*, 2001, 49(2), s. 159–163.
- [59] Romano A., Curcio A., Marchitto N., Paparello P. T., Pironti M., Raimondi G., A topical combination of blackberry, *Centella asiatica*, sodium hyaluronate, vitamin E and melilotus to relieve legs symptoms of venous insufficiency, *Veins and Lymphatics*, 2020, 9(1), s. 15–17.
- [60] Różański H., Oczar – *Hamamelis*; liść i kora oczaru – *Folium et Cortex Hamamelidis* w kosmetyce i fitoterapii, 2010, <https://rozanski.li/1833/oczar-hamamelis-lisc-i-kora-oczaru-folium-et-cortex-hamamelidis-w-kosmetyce-i-fitoterapii-2/> (stan na dzień 22 października 2025).
- [61] Duke J. A., *The green pharmacy herbal handbook: your comprehensive reference to the best herbs for healing*, Rodale Books, Pennsylvania 2000.
- [62] Barnes J., Anderson L. A., Phillipson J. D., *Herbal Medicines*. Third edition, Pharmaceutical Press, London 2007.

- [63] Draelos Z. D., Botanicals as topical agents, *Clinics in dermatology*, 2001, 19(4), s. 474–477.
- [64] Faivre C., Ghedira K., Goetz P., Le Jeune R., *Hamamelis virginiana* L. (Hamamelidaceae), *Phytothérapie*, 2009, 7(4), s. 215–220.
- [65] MacKay D., Hemorrhoids and varicose veins: a review of treatment options, *Alternative medicine review*, 2001, 6(2), s. 126–126.
- [66] Gupta P. J., Suppositories in anal disorders: A review, *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*, 2007, 11(3), s. 165–170.
- [67] Reuter J., Merfort I., Schempp C. M., Botanicals in dermatology: An evidence-based review, *American journal of clinical dermatology*, 2010, 11, s. 247–267.
- [68] Arct J., Pytkowska K., Dzierzgowski S., Neofitna M., Oczar wirginijski (*Hamamelis virginiana*) w kosmetyce, *Polish Journal of Cosmetology*, 2018, 21(2), s. 139–144.
- [69] Rumińska A., *Rośliny lecznicze: podstawy biologii i agrotechniki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1981.
- [70] Różański H., *Ruta graveolens* w praktycznej fitoterapii, 2010, <https://rozanski.li/440/ruta-graveolens-w-praktycznej-fitoterapii/> (stan na dzień 22 października 2025).
- [71] Macků J., Krejča J., *Atlas roślin leczniczych*, Ossolineum, Warszawa 1989.
- [72] Cesarone M. R., Belcaro G., Pellegrini L., Ledda A., Di Renzo A., Vinciguerra G., Ricci A., Gizzi G., Ippolito E., Fano F., Dugall M., Acerbi G., Cacchio M., HR, 0-(beta-hydroxyethyl)-rutosides, in comparison with diosmin+ hesperidin in chronic venous insufficiency and venous microangiopathy: An independent, prospective, comparative registry study, *Angiology*, 2005, 56(1), s. 1–8.
- [73] Sumboonnanonda K., Lertsithichai P., Clinical study of the Ginko biloba – Troxerutin-Heptaminol Hce in the treatment of acute hemorrhoidal attacks, *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet*, 2004, 87(2), s. 137–142.
- [74] Alonso-Coello P., Zhou Q., Martinez-Zapata M. J., Mills E., Heels-Ansdell D., Johanson J. F., Guyatt G., Meta-analysis of flavonoids for the treatment of haemorrhoids, *Journal of British Surgery*, 2006, 93(8), s. 909–920.
- [75] Strick R., Strissel P. L., Borgers S., Smith S. L., Rowley J. D., Dietary bioflavonoids induce cleavage in the MLL gene and may contribute to infant leukemia, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2000, 97(9), s. 4790–4795.
- [76] Cluzan R. V., Alliot F., Ghabboun S., Pascot M., Treatment of secondary lymphedema of the upper limb with CYCLO 3 FORT, *Lymphology*, 1996, 29(1), s. 29–35.
- [77] Buckshee K., Takkar D., Aggarwal N., Micronized flavonoid therapy in internal hemorrhoids of pregnancy, *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 1997, 57(2), s. 145–151.
- [78] Kishore K., Rutin (natural bioflavonoid): traditional and medicinal uses, 2010, <https://pharmacologyonline.silae.it/files/newsletter/2010/vol1/103.Kamal.pdf> (stan na dzień 23 października 2025).

## **Wpływ procesów przetwórczych na jakość sensoryczną ziela kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.)**

### **The influence of processing on the sensory quality of dill herb (*Anethum graveolens* L.)**

Anna Wrzodak

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Owoców i Warzyw, Instytut Ogrodnictwa  
– Państwowy Instytut Badawczy, ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice  
e-mail: [anna.wrzodak@inhort.pl](mailto:anna.wrzodak@inhort.pl)

---

**Słowa kluczowe:** koper ogrodowy, analiza sensoryczna, metoda profilowa, procesy przetwórcze  
**Key words:** garden dill, sensory analysis, profile method, processing

---

### **Streszczenie**

Celem niniejszych badań była ocena wpływu różnych procesów przetwórczych – suszenia, mrożenia oraz przechowywania – na jakość sensoryczną ziela kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.) pięciu odmian: ‘Ambrozja’, ‘Lukullus’, ‘Smaragd’, ‘Herkules’ i ‘Turkus’. Analizę sensoryczną przeprowadzono metodą ilościowej analizy opisowej (QDA – Quantitative Descriptive Analysis), natomiast wyniki opracowano za pomocą analizy składowych głównych (PCA – Principal Component Analysis). Badania wykazały, że koper świeży, niezależnie od odmiany, uzyskał najwyższe oceny sensoryczne, ze szczególnym uwzględnieniem zapachu i smaku typowego dla kopru oraz smaku ostrego. Odmiany ‘Smaragd’ i ‘Ambrozja’ wyróżniały się najwyższą jakością ogólną. Przechowywanie ziela, szczególnie odmian ‘Ambrozja’ i ‘Herkules’, nie wpłynęło istotnie na pogorszenie jego cech sensorycznych. Procesy suszenia i mrożenia obniżyły jakość sensoryczną kopru, powodując osłabienie intensywności zapachu i smaku oraz pojawienie się nut obcych, takich jak „sianowaty” i „przechowalniczy”. Wnioski wskazują, że koper świeży oraz odpowiednio przechowywany zachowuje wysoką jakość sensoryczną, natomiast procesy przetwórcze (suszenie, mrożenie) wymagają dalszej optymalizacji w celu minimalizacji strat sensorycznych. Wyniki mają istotne znaczenie dla przemysłu przetwórczego, wskazując na potrzebę stosowania nowoczesnych technologii utrwalania ziół, które pozwolą zachować ich walory smakowo-zapachowe oraz właściwości zdrowotne.

### **Summary**

The aim of this study was to evaluate the impact of different processing methods – drying, freezing, and storage – on the sensory quality of dill herb (*Anethum graveolens* L.) from five cultivars: ‘Ambrozja’, ‘Lukullus’, ‘Smaragd’, ‘Herkules’, and ‘Turkus’. Sensory analysis was

carried out by Quantitative Descriptive Analysis (QDA), while the results were processed by Principal Component Analysis (PCA). Sensory evaluation results were subjected to analysis of variance (ANOVA) and PCA. The study demonstrated that fresh dill, regardless of cultivar, received the highest sensory scores, particularly for typical dill aroma and flavor, as well as pungency. The cultivars 'Szmaragd' and 'Ambrozja' stood out with the highest overall quality. Storage of the herb, especially for the 'Ambrozja' and 'Herkules' cultivars, did not significantly deteriorate its sensory attributes. However, drying and freezing processes reduced the sensory quality of dill, causing a decrease in aroma and flavor intensity and the emergence of off-notes such as "hay-like" and "storage-related" odors. The findings indicate that fresh and properly stored dill maintains high sensory quality, whereas processing methods (drying, freezing) require further optimization to minimize sensory losses. These results are significant for the processing industry, highlighting the need for advanced herb preservation technologies that can retain flavor–aroma characteristics and health-promoting properties.

## Wstęp

Koper ogrodowy (*Anethum graveolens* L.) jest jednoroczną rośliną aromatyczną z rodziny selerowatych (*Apiaceae*, syn. *Umbelliferae*) i pochodzi z południowo-zachodniej oraz środkowej Azji [1]. Obecnie jest uprawiany w wielu częściach świata, w tym w południowo-wschodniej Europie, Indiach, Chinach, Pakistanie, Turcji, USA i Iranie. W Polsce jest to popularny surowiec zielarski o charakterze olejkowym, który znalazł szerokie zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym i spożywczym oraz jako przyprawa [2–3].

Ziele kopru znajduje szereg zastosowań kulinarnych, a konsumenci doceniają jego delikatny, korzenny smak i niezwykle, intensywny aromat kojarzony z tradycyjną wsią i domem rodzinnym. Koper doskonale komponuje się z warzywami, białymi serami, jajkami, zupami oraz mięsem. Świeże ziele jest znanym dodatkiem smakowym do młodych ziemniaków, natomiast świeże i podsuszone łodygi oraz kwiatostany znajdują zastosowanie w fermentacji, podkreślając smak kiszonych warzyw – głównie ogórków. Suszone ziele kopru jest wykorzystywane w sektorze żywności instant jako aromatyzujący składnik zup, sosów i bulionów [4].

Koper jest sezonowym, nietrwałym surowcem zielarskim, charakteryzującym się wysoką zawartością wody oraz wrażliwością na zmiany mikrobiologiczne i termiczne. Aby przedłużyć jego trwałość oraz zachować wartość odżywczą i właściwości sensoryczne, stosuje się głównie suszenie oraz zamrażanie. Suszenie jest jedną z najstarszych i najczęściej stosowanych metod konserwacji ziół, umożliwiającą ich długoterminowe przechowywanie i dystrybucję. Proces suszenia wymaga zastosowania optymalnych parametrów technologicznych – zwłaszcza odpowiedniej temperatury i wilgotności powietrza oraz wykorzystania odpowiednich urządzeń.

Badania wykazały, że zbyt wysokie temperatury podczas suszenia mogą prowadzić do rozkładu cennych składników, w tym olejków eterycznych, które odpowiadają za aromat i właściwości prozdrowotne kopru. Dlatego właściwy dobór parametrów suszenia jest niezbędny do zachowania jakości, także sensorycznej, oraz funkcjonalności przetwarzanego surowca [5–14].

Proces mrożenia pozwala zachować większą ilość składników odżywczych i zapachowych w porównaniu z suszeniem, jednak może wpływać na zmianę tekstury rośliny, co oddziałuje na percepcję smaku i aromatu. Reakcja tkanek roślinnych na proces mrożenia zależy zarówno od szybkości mrożenia, jak i od zawartości wody w komórkach. Szybkie mrożenie sprzyja powstawaniu drobnych kryształków lodu, co minimalizuje uszkodzenia strukturalne, natomiast wolne mrożenie prowadzi do formowania się większych kryształów lodu, które mogą uszkadzać ściany komórkowe. Wysoka zawartość wody zwiększa ryzyko takich uszkodzeń, co może negatywnie wpływać na cechy sensoryczne, takie jak tekstura, smak czy wygląd produktu po rozmrożeniu. Mrożone ziele kopru, jak każdy surowiec roślinny, jest podatne na zmiany jakościowe, takie jak utrata koloru, tekstury, smaku oraz aromatu, co może wynikać z uszkodzeń tkanek roślinnych podczas procesów przetwórczych [15–18].

Przechowywanie świeżego kopru jest najprostszą metodą zachowania jego aromatu i smaku, jednak w dłuższym okresie może prowadzić do utraty intensywności tych cech, zwłaszcza w wyniku utleniania składników aktywnych oraz ich degradacji pod wpływem światła i temperatury. Ponadto procesy metaboliczne zachodzące w tkankach roślinnych po zbiorze, takie jak oddychanie i aktywność enzymatyczna, przyczyniają się do szybkiego pogorszenia jakości sensorycznej i wartości odżywczej kopru ogrodowego. Wysoka wilgotność i niewłaściwe warunki przechowywania mogą również sprzyjać rozwojowi mikroorganizmów, co dodatkowo skraca trwałość świeżego surowca. Dlatego kluczowe jest stosowanie odpowiednich metod przechowywania, takich jak chłodzenie w temperaturze około 2–4°C, ograniczenie dostępu światła oraz zabezpieczenie przed nadmierną wilgocią. Nowoczesne technologie, takie jak pakowanie w atmosferze modyfikowanej czy zastosowanie naturalnych antyoksydantów, wykazują duży potencjał w zakresie przedłużania świeżości i zachowaniu właściwości aromatycznych koperku [16, 19].

Jakość sensoryczna kopru, obejmująca zapach, smak, teksturę i cechy wizualne, jest kluczowa dla jego akceptacji przez konsumentów. Zioła suszone, mrożone czy przechowywane mogą różnić się od świeżych zarówno pod względem intensywności zapachu, jak i smaku. W literaturze podkreśla się, że mimo iż procesy takie jak suszenie i mrożenie mogą zmieniać charakterystykę sensoryczną to odpowiednio przeprowadzone mogą w dużej mierze zachować walory świeżego kopru [20–22].

Współczesny rynek produktów spożywczych kładzie coraz większy nacisk na jakość sensoryczną, która – obok wartości odżywczej – odgrywa kluczową rolę w decyzjach zakupowych konsumentów. W odpowiedzi na rosnące oczekiwania dotyczące walorów smakowych, zapachowych czy wizualnych produktów analiza sensoryczna staje się istotnym narzędziem oceny ich jakości. Jedną z najbardziej precyzyjnych metod w tym zakresie jest ilościowa analiza opisowa (Quantitative Descriptive Analysis, QDA), pozwalająca na szczegółową charakterystykę cech sensorycznych, takich jak smak, zapach, barwa oraz tekstura. W połączeniu z analizą składowych głównych (PCA) umożliwia ona nie tylko identyfikację różnic pomiędzy próbkami, ale także wskazanie czynników mających największy wpływ na postrzeganie produktu.

Praktycznym uzasadnieniem podjęcia tego typu badań była potrzeba wyboru najbardziej efektywnej metody utrwalania i przechowywania kopru, umożliwiającej zachowanie jego intensywnego smaku, aromatu oraz wartości odżywczych przez dłuższy czas, co przekłada się na lepszą jakość przygotowywanych potraw i ograniczenie strat surowca. Ponadto badanie wpływu metod konserwacji surowca zielarskiego na cechy sensoryczne umożliwi dostosowanie technologii do indywidualnych potrzeb i warunków domowych, co zwiększa wygodę i ekonomiczność gospodarstwa domowego.

Głównym celem badawczym przeprowadzonych badań była ocena jakości sensorycznej kilku odmian ziela kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.) analizowanych bezpośrednio po zbiorze, po 10-dniowym przechowywaniu, a także po ich utrwaleniu poprzez proces suszenia (w temp. 38° C) i zamrażania (w temp. –20° C). Analiza sensoryczna została przeprowadzona z wykorzystaniem klasycznych metod sensorycznych oraz wspomagana nowoczesnymi narzędziami analitycznymi, co pozwoliło na kompleksową ocenę badanego surowca.

## **Materiał i metody**

Obiektem analizy sensorycznej było pięć odmian kopru ogrodowego: ‘Ambrozja’ (Polan Plantico), ‘Lukullus’ (PNOS), ‘Smaragd’ (Plantico), ‘Herkules’ (W. Legutko) i ‘Turkus’ (PNOS). Dobór odmian był podyktowany ich predyspozycjami do procesów przetwórczych. Materiał roślinny pochodził z uprawy polowej prowadzonej w warunkach standardowej agrotechniki w Instytucie Ogrodnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Skierniewicach. Zbiór dokonano w fazie pełnej dojrzałości użytkowej, w godzinach porannych, w celu ograniczenia strat związków lotnych. Doświadczenie przeprowadzono w trzech niezależnych partiach surowca (trzech zbiorach), traktowanych jako powtórzenia biologiczne. Świeże ziele kopru ogrodowego myto, czyszczono i cięto na fragmenty o długości około 1 cm. Tak przygo-

towany surowiec dzielono na porcje o masie  $50 \pm 1$  g i umieszczano w pojemnikach – każda kombinacja (odmiana  $\times$  metoda utrwalania) obejmowała trzy niezależne próbki (pojemniki), co stanowiło powtórzenia technologiczne. Tak przygotowany surowiec był oceniany sensorycznie bezpośrednio po zbiorze oraz po dziesięciodniowym okresie przechowywania (w odpowiednim opakowaniu). Ziele suszonego kopru oceniano po upływie trzech miesięcy, natomiast koper mrożony był oceniany po upływie dwóch miesięcy.

Do przechowywania próbek ziela kopru ogrodowego użyto przezroczystych pudełek polietylenowych, przeznaczonych do produktów spożywczych, o wymiarach  $154 \text{ mm} \times 98 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$  (dł.  $\times$  szer.  $\times$  wys.). Pojemność wynosiła 1,0 l (GUILLIN W1/059C). Po zapakowaniu pudełka zostały przykryte pokrywkami (GUILLIN W2/001), które miały 77 otworów umożliwiających wymianę powietrza. Wszystkie próbki przechowywano w temperaturze  $0^\circ\text{C}$ , przy wilgotności względnej powietrza wynoszącej 95–98%, przez 10 dni.

Pokrojony świeży koper utrwalano poprzez suszenie w piecu konwekcyjnym z wymuszonym obiegiem powietrza w temperaturze  $38^\circ\text{C}$  przez około 5 godzin. Grubość warstwy suszonego surowca wynosiła około 1 cm. Po wysuszeniu materiał przechowywano w szczelnych papierowych torebkach, w ciemności, w temperaturze  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  i wilgotności względnej wynoszącej około 60%.

Proces mrożenia prowadzono metodą szybkiego zamrażania. Przygotowany surowiec (50 g) umieszczano w woreczkach polietylenowych o grubości  $50 \mu\text{m}$ , przeznaczonych do kontaktu z żywnością, i rozkładano w warstwie nieprzekraczającej 2 cm. Zamrażanie prowadzono w zamrażarce szokowej w temperaturze  $-30^\circ\text{C}$  przez 2 godziny, co umożliwiło osiągnięcie temperatury  $-18^\circ\text{C}$  w centrum próbki. Następnie próbki przechowywano w temperaturze  $-20 \pm 1^\circ\text{C}$  przez 2 miesiące. Rozmrażanie prowadzono w warunkach chłodniczych ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ) przez 12 godzin, w zamkniętych opakowaniach, w celu ograniczenia strat wody i aromatu. Do oceny sensorycznej próbki podawano bezpośrednio po rozmrożeniu, bez dodatkowej obróbki.

Ocenę sensoryczną świeżego ziela, przechowywanego, suszonego oraz mrożonego przeprowadził 10-osobowy zespół, który był przeszkolony w zakresie opracowania wyróżników jakości i ich określeń brzegowych oraz wykonywania ocen. Do oceny wykorzystano metodę analizy opisowej (Quantitative Descriptive Analysis, QDA), czyli profilowania sensorycznego, zgodnie z procedurą ujętą w normie ISO [23]. Intensywność każdego wyróżnika oceniano na ciągłej skali graficznej o długości od 0 do 10 cm, oznaczonej odpowiednimi określeniami brzegowymi. Wszystkie oceny wykonano w dwóch niezależnych powtórzeniach. Opracowana przez oceniających lista wyróżników dotycząca świeżego kopru oraz przetworzonego ziela zawierała wyróżniki zapachu, barwy i smaku. Próbki podawano w loso-

wej kolejności, w jednakowej ilości (ok. 5 g na próbkę), w szczelnych pojemnikach o pojemności 125 ml, które zakodowano trzycyfrowym kodem. Oceny prowadzono w laboratorium sensorycznym spełniającym standaryzowane warunki oceny (temperatura pomieszczenia  $21 \pm 1^\circ\text{C}$ , neutralne oświetlenie dzienne, brak zakłóceń zapachowych). Jako neutralizator smaku pomiędzy próbkami stosowano wodę niegazowaną oraz niesolone suchary.

W ocenie wykonanej metodą analizy profilowej uwzględniono osiem wyróżników jakości, wybranych na podstawie przeprowadzonych badań wstępnych. Definicje wyróżników i ich oznaczenia brzegowe:

- **zapach kopru** – intensywność zapachu typowego dla kopru (mało intensywny – bardzo intensywny);
- **zapach obcy** – intensywność zapachu nietypowego dla kopru (mało intensywny – bardzo intensywny);
- **barwa** – wzrokowa ocena barwy kopru (jasna, lekko żółknąca – ciemnozielona, szmaragdowa);
- **smak kopru** – intensywność smaku charakterystycznego dla zieleń kopru (mało intensywny – bardzo intensywny);
- **smak ostry** – intensywność smaku charakterystycznego dla roślin olejkowych (mało intensywny – bardzo intensywny);
- **smak gorzki** – intensywność smaku podstawowego (mało intensywny – bardzo intensywny);
- **smak obcy** – intensywność smaku nietypowego dla kopru (mało intensywny – bardzo intensywny);
- **ocena ogólna jakości** – ogólne wrażenie sensoryczne odbierane podczas oceny próbki, obejmujące całość ocenianych wyróżników (zła – bardzo dobra).

## Metody obliczeń statystycznych

Wyniki analizy sensorycznej opracowane w programie ANALSENS poddano analizie statystycznej. Przeprowadzono analizę wariancji odpowiednią do przyjętych układów doświadczeń, z wykorzystaniem programu STATISTICA. Do obliczeń istotności różnic pomiędzy średnimi użyto testu HSD Tukeya przy prawdopodobieństwie  $P = 0,05$ ; średnie nieróżniące się pomiędzy sobą oznaczono w tabeli takimi samymi literami. Wykres projekcji PCA wykonano również w programie STATISTICA.

## Wyniki i ich omówienie

Wyniki oceny jakości sensorycznej odmian kopru ogrodowego z ziela świeżego, przechowywanego oraz przetworzonego uzyskano metodą QDA, następnie poddając je analizie składowych głównych (Principal Component Analysis – PCA) na podstawie macierzy korelacji. Na wykresie osypiska (rys. 1) pokazano osiem czynników, w tym dwa najbardziej istotne – PC1 i PC2 – odpowiadające za ponad 79% zmienności jakości sensorycznej badanych próbek.

Analizowane sensorycznie kombinacje kopru rozmieszczone są we wszystkich czterech ćwiartkach wykresu PCA, co świadczy o dużych różnicach w ich jakości sensorycznej. Największe zróżnicowanie pomiędzy badanymi próbkami zanotowano w intensywności zapachu i smaku ziela kopru oraz zapachu i smaku obcego (najdłuższe wektory). Silnie różnicowały obiekty również smak ostry i smak gorzki. Wyróżniki zapachu kopru i smaku ostrego oraz ocena ogólna jakości były ściśle ze sobą powiązane (wektory biegnące w tym samym kierunku).

Najwyższą jakością sensoryczną charakteryzował się koper świeży (wszystkich odmian), a także odmiany ‘Ambrozja’ i ‘Herkules’ po przechowaniu, w porównaniu z ziele suszonym i mrożonym (odmiany ziela świeżego były zlokalizowane w najbliższym otoczeniu wektora oceny ogólnej jakości oraz zapachu i smaku kopru, a także smaku ostrego). Świeże rośliny odmian ‘Ambrozja’ i ‘Smaragd’ znajdowały się najbliżej wektora oceny ogólnej jakości i zostały najwyżej ocenione w porównaniu z pozostałymi odmianami kopru świeżego, przechowywanego oraz przetworzonego. Wymienione obiekty charakteryzowały się również najwyższą intensywnością zapachu i smaku typowego dla ziela kopru oraz smaku ostrego. Uzyskane wyniki są zgodne z obserwacjami [6, 24, 25], które podkreślają, że świeże ziele zachowuje najpełniejszy profil aromatyczny i smakowy, natomiast suszenie i mrożenie – mimo że pozwalają na przedłużenie trwałości – mogą powodować pewne zmiany w intensywności zapachu i smaku. Również Kalalagh [9] wskazuje, że suszenie w wyższych temperaturach może powodować degradację związków aromatycznych w *Anethum graveolens*, co przekłada się na obniżenie walorów sensorycznych.

Zupełnie odmienną jakością sensoryczną charakteryzował się koper odmian ‘Turkus’, ‘Lukullus’ i ‘Herkules’ (mrożony i suszony), położony po przeciwnej stronie wyróżnika oceny ogólnej jakości, natomiast w pobliżu wyróżnika zapachu obcego. W analizie opisowej paneliści identyfikowali w tych próbkach nuty określone jako „sianowate” (głównie w próbkach suszonych) oraz „przechowalnicze” (w próbkach przechowywanych i mrożonych). Należy jednak podkreślić, że mimo wyraźnej percepcji tych nut przez oceniających, ich intensywność była niska (wartości bliskie dolnym zakresom skali) i nie wykazano istotnych statystycznie różnic ( $p > 0,05$ ) pomiędzy badanymi czynnikami doświadczenia w zakresie zapachu i smaku obcego (tab. 1).

**Tabela 1.** Wyniki sensorycznej analizy profilowej kopru świeżego, suszonego, mrożonego i przechowywanego; wartości średnie z ocen jednostkowych i sesji (skala od 0 do 10, jednostka umowna)

**Table 1.** Results of sensory profile analysis of fresh, dried, frozen and stored dill; mean values from unit and session evaluations (scale from 0 to 10)

Wyszczególnienie		zapach		barwa	smak				Ocena ogólna jakości
		kopru	obcy		kopru	ostry	gorzki	obcy	
Średnio dla odmiany	'Ambrozja'	6,7 b	0,1 a	7,0 a	7,1 b	0,4 a	0,6 a	0 a	7,2 a
	'Herkules'	6,0 ab	0,2 a	6,9 a	6,7 a	2,3 b	0,6 a	0 a	6,7 a
	'Smaragd'	6,6 b	0,2 a	7,5 b	6,8 a	0,5 a	0,6 a	0 a	7,6 b
	'Lukullus'	5,9 a	0,3 a	6,5 a	6,8 a	0,4 a	0,8 a	0 a	6,8 a
	'Turkus'	5,7 a	0,3 a	7,8 b	6,9 a	0,3 a	0,8 a	0,1 a	6,1 a
Średnio dla procesu przetwórczego	ziele świeże	7,9 b	0 a	7,7 b	8,4 c	0,7 a	0,4 a	0 a	8,0 b
	przechowywane	6,0 a	0,2 a	7,4 b	7,8 b	0,4 a	1,1 b	0,1 a	7,5 b
	suszone	5,8 a	0,3 a	6,8 a	6,1 a	0,3 a	1,0 b	0,1 a	6,1 a
	mrożone	4,8 a	0,4 a	6,8 a	6,1 a	0,2 a	0,5 a	0,1 a	6,6 a

Średnie nie różniły się między sobą według testu HSD Tukey'a przy  $P=0,05$  oznaczono takimi samymi literami, odpowiednio dla odmiany i zastosowanego procesu przetwórczego.

Źródło: badania własne.

Oznacza to, że obecność nut obcych miała charakter jakościowy (opisowy), a nie ilościowy (istotnie różnicujący próbki). Największą intensywność zapachu obcego (choć nadal na niskim poziomie) odnotowano w próbkach suszonych odmian 'Smaragd', 'Lukullus' i 'Turkus', co jest zgodne z obserwacjami literaturowymi dotyczącymi zmian zapachowych związanych z degradacją związków aromatycznych [25–27]. Z kolei w próbkach przechowywanych odnotowano nieznaczny wzrost intensywności smaku gorzkiego i nut określanych jako „przechowalnicze”, jednak również bez istotności statystycznej.

Zjawisko to ma kluczowe znaczenie przy ocenie przydatności suszonego kopru jako przyprawy i powinno być uwzględniane przy doborze metod utrwalania. Zbliżoną sensorycznie grupę stanowiły obiekty kopru przechowywanego odmian 'Smaragd', 'Lukullus' i 'Turkus', które również charakteryzowały się większą intensywnością smaku gorzkiego (zwłaszcza odmiana 'Turkus') i smaku obcego określanego jako „przechowalniczy”. Najbliżej wyróżnika barwy znajdowały się próbki kopru przechowywanego odmian 'Herkules' i 'Ambrozja', których ziele było najbardziej intensywnie zielone.

Analiza wyników ilościowych (tab. 1) potwierdziła, że intensywność zapachu i smaku typowego dla kopru była istotnie zależna od zastosowanego procesu przetwórczego. Ziele świeże uzyskało najwyższe wartości tych wyróżników, natomiast suszenie i mrożenie powodowały ich obniżenie.

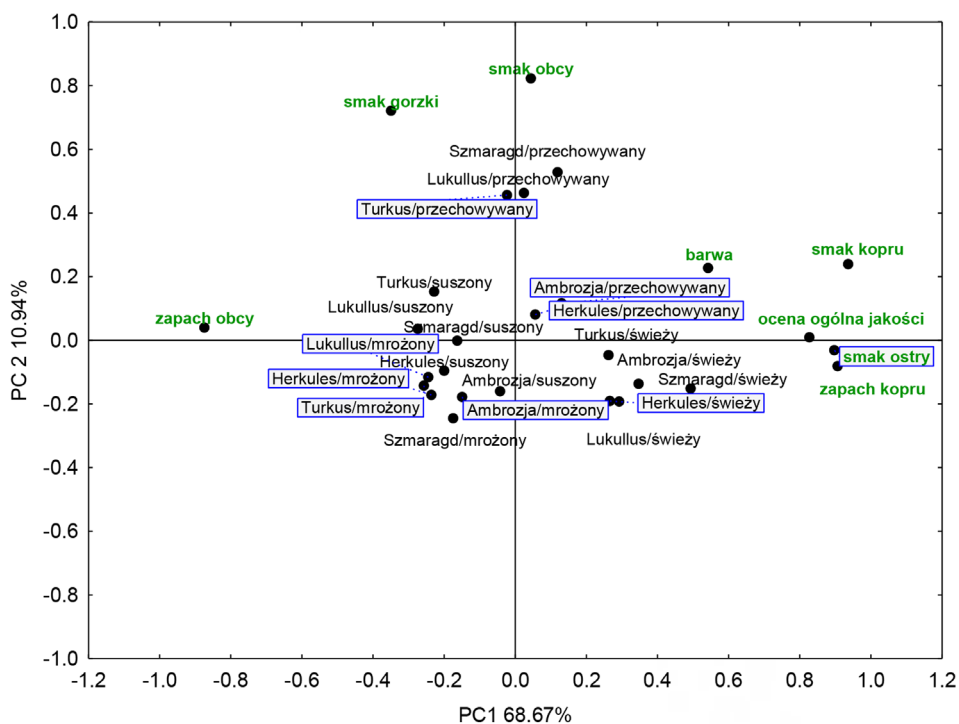
Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic pomiędzy próbkami suszonymi a mrożonymi, co wskazuje na porównywalny wpływ obu procesów na degradację cech sensorycznych.

Szczegółowa analiza wyników z tabeli 1 wykazała, że ziele kopru suszonego i mrożonego miało nieco większe nasilenie zapachu i smaku obcego w porównaniu z ziele ocenianym bezpośrednio po zbiorze, jednak różnice te mieściły się w granicach błędu. Zaobserwowano istotne statystycznie różnice pomiędzy odmianami w intensywności smaku typowego dla ziela kopru, na korzyść odmiany 'Ambrozja'. Nie zaznaczyły się istotne różnice w intensywności odczuwania smaku kopru pomiędzy próbkami suszonymi i mrożonymi, natomiast istotnie różniły się one w stosunku do ziela świeżego. Należy jednak zaznaczyć, że zespół oceniających przyznał wyższe noty intensywności smaku kopru w próbach przechowywanych, w porównaniu z obiektami suszonymi i mrożonymi. Smak gorzki występował w statystycznie nieistotnym nasileniu w ziele wszystkich odmian kopru, przy czym w próbkach przechowywanych intensywność ta była najwyższa. Wyniki dotyczące intensywności smaku gorzkiego, który był najwyższy w ziele przechowywanym, choć nieistotny statystycznie, są zbieżne z obserwacjami [27], które wykazały, że przechowywanie mrożonych warzyw przyprawowych może wpływać na wzrost intensywności gorzkich nut smakowych.

Ponadto brak istotnych różnic w intensywności smaku kopru pomiędzy próbkami suszonymi a mrożonymi, ale istotne różnice w porównaniu ze świeżym ziele, potwierdzają wyniki badań [6, 11], które podkreślają, że oba procesy utrwalania prowadzą do zmian w profilach sensorycznych, choć ich charakter i intensywność mogą się różnić.

Wyniki oceny ogólnej, uwzględniającej całokształt wrażenia sensorycznego, zależały istotnie od analizowanej odmiany i zastosowanego procesu przetwórczego. Ocena ogólnej jakości, najwyższa dla odmiany 'Smaragd' (7,6 pkt.) i najniższa dla 'Turkus' (6,1 pkt.), oraz wyższe noty dla ziela świeżego w porównaniu z suszonym i mrożonym są zgodne z wynikami badań [25] oraz Wrzodaka i Woszczyka [26], które potwierdzają, że świeże zioła cechują się lepszymi właściwościami sensorycznymi w porównaniu do prób suszonych i mrożonych. W przypadku obiektów przechowywanych noty oceny ogólnej jakości były tylko nieznacznie niższe w porównaniu z obiektami ocenianymi bezpośrednio po zbiorze (odpowiednio 7,5 pkt. i 8,0 pkt.), co może wskazywać na stosunkowo dobrą stabilność sensoryczną ziela kopru w krótkim czasie przechowywania.

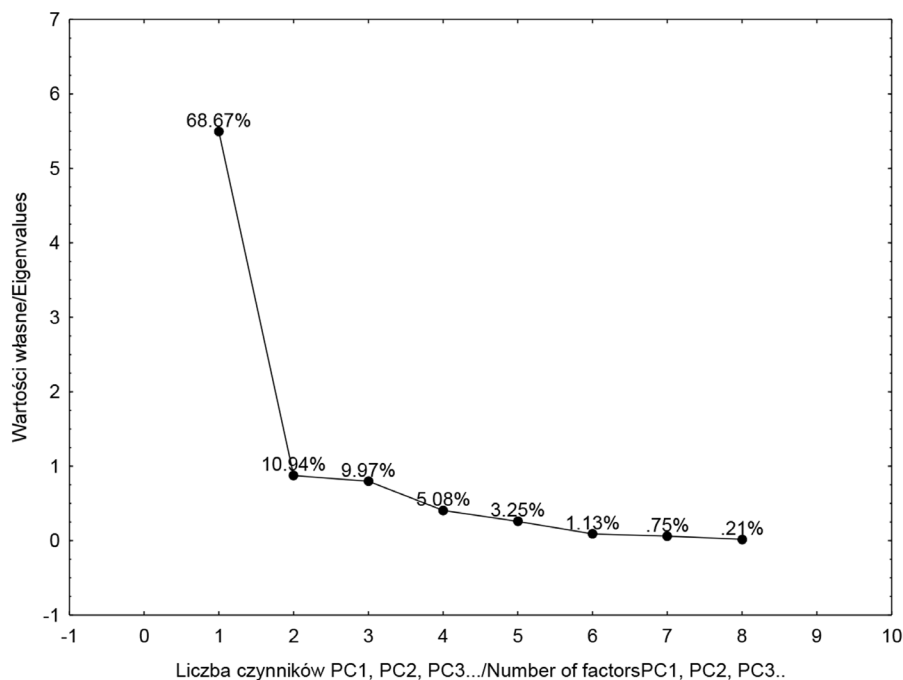
Podsumowując, wyniki badań wskazują, że chociaż procesy przetwórcze (suszenie i mrożenie) prowadzą do obniżenia intensywności cech pożądaných oraz pojawienia się nut obcych w ujęciu jakościowym, to ich natężenie pozostaje na niskim poziomie i nie stanowi istotnego statystycznie czynnika różnicującego próbki, co jest zgodne z literaturą [26–27]. Kluczowe znaczenie dla oceny jakości sensorycznej ma zatem przede wszystkim spadek intensywności zapachu i smaku typowego dla kopru, a nie wzrost intensywności cech niepożądanych. Optymalizacja warunków suszenia i przechowywania, np. poprzez kontrolę temperatury i czasu, może zatem przyczynić się do zachowania wysokiej jakości sensorycznej kopru, co potwierdzają także badania [9, 12].



**Rysunek 1.** Biplot PCA podobieństw i różnic w profilach sensorycznych świeżego, przechowywanego i przetworzonego ziela kopru

**Figure 1.** PCA biplot of similarities and differences in sensory profiles of fresh, stored and processed dill herb

Źródło: badania własne.



**Rysunek 2.** Wykres osypiska utworzony na podstawie uzyskanych wyników oceny sensorycznej kopru świeżego, przechowywanego i przetworzonego

**Figure 2.** Screen diagram formed based on results of sensory evaluation of fresh, stored and processed dill herb

Źródło: badania własne.

## Wnioski

1. Świeże ziele kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.) wykazuje najwyższą jakość sensoryczną, niezależnie od odmiany, szczególnie pod względem intensywności zapachu i smaku typowego dla kopru oraz smaku ostrego.
2. Odmiany 'Ambrozja' oraz 'Smaragd' charakteryzują się istotnie wyższą oceną ogólną jakości sensorycznej w porównaniu z pozostałymi badanymi odmianami, co sugeruje odmianowe zróżnicowanie profilu aromatyczno-smakowego oraz potencjał użytkowy tych genotypów w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym.
3. Przechowywanie świeżego ziele kopru w warunkach chłodniczych nie powoduje istotnego pogorszenia cech sensorycznych, zwłaszcza w odmianach 'Ambrozja' i 'Herkules', co wskazuje na efektywność tej metody w krótkoterminowym zachowaniu jakości surowca.
4. Proces suszenia konwekcyjnego oraz mrożenia prowadzą do istotnego obniżenia intensywności zapachu i smaku kopru, a także do pojawienia się niepożądanych nut zapachowych i smakowych, takich jak „sianowaty” i „prze-

- chowniczy”, co podkreśla konieczność dalszej optymalizacji parametrów technologicznych tych procesów w celu minimalizacji strat sensorycznych.
5. Znaczący wpływ na jakość sensoryczną kopru wykazują zarówno odmiana, jak i zastosowany proces przetwórczy, co wskazuje na potrzebę indywidualnego dostosowania metod utrwalania do specyfiki poszczególnych genotypów, aby zachować ich unikalne walory sensoryczne.
  6. Przedstawione wyniki wypełniają istotną lukę w literaturze naukowej, dostarczając kompleksowej oceny wpływu różnych procesów przetwórczych na jakość sensoryczną kopru ogrodowego, co ma bezpośrednie zastosowanie praktyczne dla producentów i przetwórców ziół, wspierając rozwój technologii utrwalania i podnoszenie jakości produktów końcowych.

## Literatura

- [1] Jana S., Shekhawat G. S., *Anethum graveolens*: An Indian traditional medicinal herb and spice, *Pharmacognosy Review*, 2010, 4(8), s. 179–184.
- [2] Food info, Koper (*Anethum graveolens*), <https://www.food-info.net/uk/products/spices/dill.htm>.
- [3] Biesiada A., Kędra K., Godlewska K., Szumny A., Nawirska-Olszańska A., Nutritional value of garden dill (*Anethum graveolens* L.), depending on genotype, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 2019, 47, (3), s. 784–791.
- [4] Mujović M., Šojić B., Peulić T., Kocić-Tanackov S., Ikonić P., Božović D., Teslić N., Županjac M., Novaković S., Jokanović M., Effects of dill (*Anethum graveolens*) essential oil and lipid extracts as novel antioxidants and antimicrobial agents on the quality of beef burger, *Foods*, 2024, 13, s. 896.
- [5] Bhatt S., Tewari G., Bisht M., Pande A., CH., Kanyal B., Akansha Rani A., Optimization of different drying methods and its impact on antioxidant potential of *Ocimum basilicum* L., *Discover Applied Sciences*, 2024, 6, s. 248.
- [6] Naidu M. M., Vedashree M., Satapathy P., Khanum H., Ramsamy R., Hebbar H. U., Effect of drying methods on the quality characteristics of dill (*Anethum graveolens*) greens, *Food Chemistry*, 2016, 1(192), s. 849–856.
- [7] Tezcan D., Sabancı S., Cevik M., Cokgezme O. F., Icier F., Infrared drying of dill leaves: Drying characteristics, temperature distributions, performance analyses and colour changes, *Food Science and Technology International*, 2021, 27(1), s. 32–45.
- [8] Kwaśniewska-Karolak I., Wpływ metody suszenia na zawartość polifenoli ogółem, chlorofili i witaminy C w kolendrze siewnej (*Coriandrum sativum* L.), *Przemysł Spożywczy*, 2023, 77(1), s. 15–18.
- [9] Kalalagh F., Mohebodini M., Fattahi R., Beyraghdar Kashkooli A., Davarpanah Dizaj S., Salehifar F., Mokhtari A. M., Drying temperatures affect the qualitative – quantitative variation of aromatic profiling in *Anethum graveolens* L. ecotypes as an industrial – medicinal – vegetable plant, *Frontiers in Plant Science*, 2024, 14, 1137840.

- [10] Thamkaew G., Sjöholm I., Galindo F. G., A review of drying methods for improving the quality of dried herbs, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2021, 61(11), s. 1763–1786.
- [11] Orphanides A., Goulas V., Gekas V., Drying technologies: Vehicle to high-quality herbs, *food engineering reviews*, 2016, 8(2), s. 164–180.
- [12] Nurhaslina C. R., Bacho S. A., Mustapa A. N., Review on drying methods for herbal plants, *Materials Today: Proceedings* 202, 63, S122–S139.
- [13] Tan U., Gören H. K., Influence of various drying methods on the antioxidant and essential oil content of *Salvia fruticosa* plant, *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2025, 12(2), s. 390–396.
- [14] Nowosad K., Sujka M., Wpływ metody suszenia na właściwości przeciwutleniające ziela bazylii, mięty oraz pietruszki, *Żywność Technologia Jakość*, 2021, 8, 4(129), s. 57–68.
- [15] Słupski J., Lisiewska Z., Kmiecik W., Effect of usable parts of dill and of preliminary processing on the quality of frozen products depending on the time and temperature od storage, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 2004, 3(2), s. 65–75.
- [16] Santos J. M., Herrero J. A., Mendiola M. T., Oliva-Teles C., Ibanez E., Delerue-Matos C., Oliveira M. B. P. P., Fresh-cut aromatic herbs: Nutritional quality stability during shelf-life, *Food Science and Technology*, 2014, 59, s. 101–107.
- [17] Grover Y., Negi P. S., Recent developments in freezing of fruits and vegetables: Striving for controlled ice nucleation and crystallization with enhanced freezing rates, *Journal Food Science*, 2023 88, s. 4799–4826.
- [18] Giannakouro M., Taoukis P., Changes during food freezing and frozen storage, *Foods*, 2021, 10, 2525.
- [19] Adamicki F., Czerko Z., *Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka*, PWRiL, Poznań 2002.
- [20] Singh K., Bala N., Verma A., An approach to assimilate and assess the organoleptic attributes along with shelf life of herbal brew, *International Journal of Multidisciplinary Educational Research*, 2020, 11(10), s. 52–58.
- [21] Witrowa-Rajchert D., M. Hankus E., Pawlak M., Wpływ metody suszenia na zawartość chlorofilu i barwę oregano oraz bazylii, *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2009a, 1(48), s. 70–71.
- [22] Witrowa-Rajchert D., Rząca M., Piekut A., Wpływ metod suszenia na jakość ziół, *Inżynieria Rolnicza*, 2009b, 13(2), s. 287–295.
- [23] International Organization for Standardization (ISO), ISO 13299:2016, Sensory, analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile, 2016, <https://www.iso.org/standard/58042.html>.
- [24] Bienia B., Baran J., Porównanie jakości sensorycznej świeżych oraz suszonych roślin przyprawowych, *Herbalism* 2021, 1(7), s. 45–56.
- [25] Hoffman M., Jakość sensoryczna wybranych warzyw przyprawowych liofilizowanych i suszonych konwencjonalnie, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 2(51), s. 91–97.

- [26] Wrzodak A., Woszczyk K., Wpływ odmiany na jakość sensoryczną świeżego i suszonego ziela kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.), *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa*, 2014, 13(3), s. 21–30.
- [27] Diaz-Maroto M. C., Perze-Coello M. S., Sánchez-Palomo E., González Viñas M. A., Impact of drying and storage time on sensory characteristics of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.), *Journal of Sensory Studies*, 2007, 22(1), s. 34–48.
- [28] Prusinowska R., Śmigielski K., Losses of essential oils and antioxidant during the drying of herbs and spices: A review, *Engineering Sciences and Technologies*, 2015, 2(17), s. 51–62.

## **Kwercetyna i resweratrol – najważniejsze polifenole w prewencji terapii chorób cywilizacyjnych**

### **Quercetin and resveratrol – the most important polyphenols in the prevention and treatment of civilization diseases**

Wojciech Witkiewicz<sup>1</sup>, Bogusław Buszewski<sup>2</sup>, Alicja Kowalczyk<sup>3</sup>,  
Zbigniew Dobrzański<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Ośrodek Badawczo-Rozwojowy, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu, ul. Kamieńskiego 73a, 51-124 Wrocław

<sup>2</sup> Kujawsko-Pomorskie Centrum Naukowo-Technologiczne im. prof. Jana Czochralskiego w Toruniu, ul. Zygmunta Krasińskiego 4/4A, 87-100 Toruń

<sup>3</sup> Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, ul. Chelmońskiego 38C, 51-630 Wrocław

\* e-mail: [zbigniew.dobrzanski@upwr.edu.pl](mailto:zbigniew.dobrzanski@upwr.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** resweratrol, kwercetyna, choroby cywilizacyjne

**Keywords:** resveratrol, quercetin, civilization diseases

---

### **Streszczenie**

Badania nad właściwościami chemicznymi i biologicznymi dwóch najczęściej badanych polifenoli naturalnych, tj. kwercetyny i resweratrolu, są zaawansowane. Dokonano przeglądu literatury dotyczącej działania tych fitozwiązków na organizm człowieka. Stwierdzono, że posiadają one duży potencjał farmakologiczny w zapobieganiu i leczeniu wielu chorób cywilizacyjnych, w tym związanych z wiekiem. W badaniach *in vitro* i *in vivo* wykazują one m.in. właściwości przeciwutleniające, przeciwzapalne, antyproliferacyjne, przeciwnowotworowe, przeciwcukrzycowe i przeciwwirusowe, a więc pośrednio pełnią funkcję ochronną przed starzeniem się organizmu. Polifenole te nie są lekami, a jedynie składnikami suplementów diety. Obecnie prowadzi się, głównie w Stanach Zjednoczonych, randomizowane badania kliniczne nad skutecznością i bezpieczeństwem tych substancji jako przyszłych leków.

### **Summary**

Research on the chemical and biological properties of the two most studied natural polyphenols, i.e. quercetin and resveratrol, is advanced. A review of the literature on the effects of these phytochemicals on the human body has been carried out. They have been found to have great pharmacological potential in the prevention and treatment of many civilization

diseases, including age-related diseases. They show *in vitro* and *in vivo* studies, among others, antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative, anticancer, antidiabetic and antiviral properties, and thus indirectly have a protective function against aging of the body. These polyphenols are not medicines, but only dietary supplements. Currently mainly in the USA, randomized clinical trials on the efficacy and safety of these substances as future drugs.

## Wstęp

Polifenole to klasa licząca wiele tysięcy związków fenolowych, powszechnie występujących w roślinach i niektórych produktach pochodzenia roślinnego. W tkankach roślinnych polifenole występują głównie w postaci glikozydów oraz aglikonów. Należą one do wtórnych metabolitów roślinnych o bardzo różnych właściwościach biologicznych. Polifenole charakteryzują się obecnością co najmniej dwóch pierścieni fenylowych oraz jednego lub większej liczby podstawników hydroksylowych. Skutkuje to powstaniem dużej liczby związków niejednorodnych pod względem ich złożoności chemicznej. Polifenole można podzielić na flawonoidy i nieflawonoidy [1].

Podstawowy podział polifenoli przedstawiono na rysunku 1. Należą do nich: kwasy fenolowe, lignany (Lgn), flawonoidy (Fln) i stilbeny (Stb). Te trzy ostatnie (Lgn, Fln, Stb) zalicza się do fitoestrogenów. Najwięcej tych roślinnych hormonów zawierają niektóre izoflawony, obecne m.in. w nasionach soi [2].

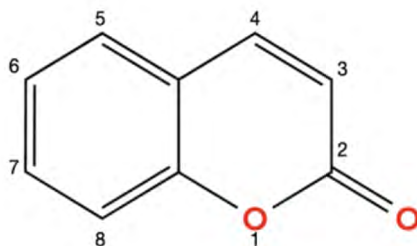
W roślinach polifenole pełnią funkcję barwników, przeciwutleniaczy oraz naturalnych insektycydów i fungicydów, które chronią je przed atakiem owadów i grzybów. Zabezpieczają również rośliny przed warunkami stresowymi, takimi jak nadmierne promieniowanie ultrafioletowe (UV), ekspozycja na wysoką temperaturę oraz infekcje bakteryjne i grzybicze [3–4].

Według danych szkockich [5] dobrym źródłem naturalnych polifenoli są owoce: aronii – 1756, czarnego bzu – 1359, czarnej jagody – 836, oliwki – 569, a następnie warzywa: karczochy (główki) – 260, czerwona cykorja – 235, czerwona cebula – 168 mg/100 g. Najwięcej polifenoli zawierają jednak goździki (przyprawa) – 15188 oraz mięta pieprzowa (sucha) – 11960, a także kakao w proszku – 3448 mg/100 g. Polifenole, oprócz warzyw, owoców i przypraw, są dostępne na rynku w postaci licznych suplementów diety, parafarmaceutyków z owoców cytrusowych, preparatów na bazie ziół oraz preparatów wieloskładnikowych [6].

Związki polifenolowe cieszą się dużym zainteresowaniem ze względu na ich szerokie spektrum działania biologicznego oraz potencjał farmakologiczny w zapobieganiu i leczeniu różnych zaburzeń zdrowotnych, w tym przewlekłych stanów zapalnych, nowotworów, powikłań sercowo-naczyniowych, zaburzeń glikemii, a także chorób neurodegeneracyjnych. Ich właściwości biologiczne zależą od budowy

chemicznej, mechanizmu działania i biodostępności. Jednak główny mechanizm, za pomocą którego związki te wywierają swoje efekty, nie jest jeszcze dobrze poznany [7–8]. Związki polifenolowe są składnikami tzw. diety epigenetycznej [9–10].

Spśród wielu związków polifenolowych dwa wykazują największy potencjał terapeutyczny dla zdrowia człowieka oraz pozostają przedmiotem badań na całym świecie. Są to kwercetyna (QUE) i resweratrol (RSV). Pierwszy z nich (QUE) należy do grupy flawonoidów, a konkretnie do flawonoli, natomiast drugi (RSV) jest pochodną stilbenu (rysunek 1).



**Rysunek 1.** Klasyfikacja związków polifenolowych

**Figure 1.** Classification of polyphenous compounds

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1]

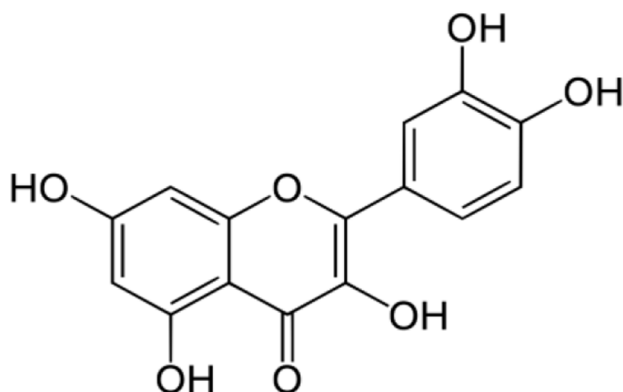
W internetowej bazie PubMed (największej na świecie bazie danych obejmującej artykuły z zakresu biomedycyny i nauk przyrodniczych) pod hasłem „QUE” figuruje 26,0 tys. publikacji, natomiast pod „RSV” 18,1 tys. prac naukowych (w latach 2005–2025), co daje w przeliczeniu średnio 6 publikacji dziennie.

Celem artykułu jest ocena aktualnego stanu badań naukowych nad wykorzystaniem QUE i RSV zarówno do celów medycznych (farmakologicznych), jak i nutraceutycznych (żywnościowych).

## Kwercetyna

Kwercetyna (QUE) (rys. 2) należy chemicznie do flawonoidów i może występować jako pochodna glikozydowa lub w stanie wolnym. Wzór chemiczny (sumaryczny) tego związku to  $C_{15}H_{10}O_7$ , nr CAS – 6151-25-3, a numer wzorca referencyjnego w Farmakopei Europejskiej (EP) – Y0001009.

QUE charakteryzuje się korzystnym profilem bezpieczeństwa – nie zaburza funkcjonowania układu hormonalnego, nie działa uczulająco na drogi oddechowe ani skórę, nie wykazuje działania mutagennego na komórki rozrodcze ani rakotwórczego. Jedynym obserwowanym działaniem niepożądanym jest drażnienie oczu. Toksyczność ostra substancji jest niska (LD50 po podaniu doustnym u szczurów: 161 mg/kg) [11].



**Rysunek 2.** Struktura chemiczna kwercetyny

**Figure 2.** Chemical structure of quercetin

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1]

Kwercetyna nie jest lekiem, niemniej jednak prowadzi się, głównie w Stanach Zjednoczonych, badania kliniczne w tym kierunku, a opinie naukowców są na ogół pozytywne [12–13]. Obecnie jest ona suplementem diety i zalicza się ją do żywieniowych senolityków [14]. QUE nie jest syntetyzowana w organizmie człowieka ani nie występuje w produktach żywnościowych pochodzenia zwierzęcego.

## Występowanie i zalecane dawki

Kwercetyna jest jednym z flawonoidów najliczniej reprezentowanych w świecie roślin. Jej nazwa pochodzi od łac. *quercetum* – „las dębowy”. Związek ten został odkryty w owocach cytrusowych w latach 30. XX wieku przez Alberta Szent-Györgyiego, węgierskiego biochemika, laureata Nagrody Nobla w dziedzinie medycyny. Początkowo nazywano ją witaminą P [6]. Kwercetyna występuje powszechnie w warzywach, owocach i używkach, jednak, poza kilkoma wyjątkami, w niewielkich stężeniach. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli 1. Jak wynika z zestawienia, największe ilości flawonoidów zawierają ziarna kakao (8,61 g/100 g), a następnie suszona pietruszka oraz przyprawy: oregano meksykańskie i pieprz tasmański.

Znaczne ilości flawonoidów występują w owocach jeżyny, czarnego bzu i aroinii oraz w kaparach. Natomiast najwięcej QUE stwierdzono w kaparach surowych (0,234 g/100 g), następnie w liściach lubczyka, a także w kilku warzywach: koprze, rukoli i cebuli. Dzielne spożycie kwercetyny u osób dorosłych wynosi w Japonii 9,3–18,3 mg [16], natomiast w Stanach Zjednoczonych w granicach 9–36,2 mg [17].

**Tabela 1.** Zawartość flawonoidów (w tym kwercetyny) w wybranych produktach żywnościowych w mg/100 g**Table 1.** Content of flavonoids (including quercetin) in selected foods product in mg/100 g

Nazwa produktu	Forma	Flawonoidy	Kwercetyna
Kakao	ziarna	8 607,0	0
Pietruszka	suszona	4854,0	0
Oregano meksyk.	suszony	1 546,0	42,0
Pieprz tasmański	suchy	752,7	0
Jeżyny	surowa	669,8	0
Czarny bez	jagoda	518,1	26,8
Kapary	surowe	493,0	233,8
Aronia	surowa	365,5	18,5
Kakao	suchy proszek	274,2	10,0
Herbata zielona	sucha	324,4	0
Kapary	puszkowane	303,9	172,6
Borówki	surowe	290,2	3,0
Pietruszka	świeża	233,4	0,3
Czekolada	niesłodzona	206,2	0
Wino czerwone	gat. Syrah i Shiraz	188,8	2,1
Lubczyk	liście surowe	177,0	170,0
Herbata czarna	parzona	118,3	2,3
Koper ogrodowy	świeży	112,0	55,1
Rukola dzika	surowa	68,8	66,2
Cebula czerwona	surowa	36,4	39,2
Pylek pszczele	niekonserwowany	26,1	21,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie [15].

Pewnym problemem jest niska biodostępność QUE dostarczanej wraz z pokarmami, która wynosi jedynie ok. 2%. Jednakże okazuje się, że prozdrowotne działanie wykazuje nie tyle sama QUE, co produkt jej przemian, tj. glikozyd kwercetyny, którego biodostępność jest już wyższa. Dostępne na rynku suplementy zawierają

od 50 do 680 mg związku w kapsułce. W postaci suplementu zalecane dawki wynoszą zazwyczaj od 50 mg do 500 mg kwercetyny dziennie. Jeśli QUE jest przyjmowana tylko z żywnością, rekomendowane dawki to ok. 20–40 mg dziennie. Z danych amerykańskich wynika [17], że nawet wysokie dawki, jak 5000 mg/dobę, przyjmowane przez 4 tygodnie, nie powodowały działań niepożądanych. W 2010 r. suplementy kwercetyny zostały w Stanach Zjednoczonych dodane do listy GRAS (ang. Generally Recognized as Safe) Agencji ds. Żywności i Leków (FDA) do stosowania jako składnik uzupełniający, dodawany do żywności i napojów w ilości do 500 mg na porcję [18].

Obliczenie pobrania QUE z żywnością jest dość proste, ponieważ w licznych źródłach internetowych dostępne są tabele z zawartością flawonoidów (w tym QUE) w kilkudziesięciu produktach żywnościowych [15].

## **Przegląd wyników badań**

Kwercetyna jest flawonoidem o bardzo szerokim działaniu na organizm człowieka i zwierząt. Związek pozostaje przedmiotem badań na całym świecie. Międzynarodowy zespół badaczy [12], po przeprowadzeniu metaanalizy 288 publikacji, stwierdził, że QUE korzystnie wpływa na efekty terapeutyczne w przypadku wielu chorób, takich jak cukrzyca i jej powikłania (cukrzycowe zaburzenia wątroby, nefropatia cukrzycowa, retinopatia cukrzycowa), choroby sercowo-naczyniowe (w tym nadciśnienie tętnicze), choroby neurodegeneracyjne (choroba Alzheimera), zapalenie stawów (w tym reumatoidalne) oraz różne choroby wątroby. Ponadto wykazuje działanie przeciwnowotworowe w przypadku nowotworów przewodu pokarmowego, jelita grubego, jamy ustnej, jajnika, piersi, szyjki macicy oraz białaczki i kostniakomięsaka.

QUE wykazuje reakcje autofagiczne, przeciw pasożytnicze, przeciwmiażdżycowe i przeciwzapalne, jest doskonałym przeciwutleniaczem oraz prawdopodobnie jednym z najsilniejszych wymiataczy reaktywnych form tlenu i reaktywnych form azotu, co wynika z obecności dwóch farmakoforów przeciwutleniających odpowiedzialnych za wymiatanie wolnych rodników [12]. Inny międzynarodowy zespół autorów [19] w najnowszej publikacji stwierdza również, że QUE wykazuje działanie terapeutyczne w chorobach układu krążenia, zespole metabolicznym, zaburzeniach neurodegeneracyjnych, chorobach układu oddechowego, chorobach układu kostnego, infekcjach bakteryjnych i grzybiczych, nowotworach, cukrzycy, toksyczności wywołanej żelazem, stresie oksydacyjnym i infekcjach wirusowych (w tym COVID-19). Jednak badania z udziałem ludzi (kliniczne) są nadal ograniczone, a optymalne dawkowanie przy użyciu różnych preparatów pozostaje do ustalenia [19].

Trwają prace nad zwiększeniem skuteczności terapeutycznej QUE przez połączenie jej z niektórymi cytostatykami. Przykładem są badania kliniczne, w których zastosowano połączenie dazatynibu z QUE [20]. Dazatynib jest lekiem stosowanym w leczeniu pacjentów z przewlekłą białaczką szpikową. Cytostatyk ten sprzyja apoptozie zależnej od aktywacji receptorów takich jak BCR-ABL, SRC i GFR. Dazatynib indukuje śmierć starzejących się ludzkich preadipocytów, jednak jest znacznie mniej skuteczny w przypadku starzejących się ludzkich komórek nabłonka żyły pępowinowej (ang. HUVEC). Z kolei QUE hamuje PI3K, a także inne kinazy oraz serpiny (inhibitory proteaz serynowych). Połączenie leku z QUE indukowało apoptozę obu tych starzejących się typów komórek (preadipocytów i HUVEC), skuteczniej niż leczenie pojedynczymi związkami. Ponadto kombinacja dazatynibu i QUE nie działała na komórki niestarzejące się, co jest korzystne z fizjologicznego punktu widzenia [20].

Warto nadmienić, iż w Stanach Zjednoczonych realizowany jest projekt pt. „Otwarte badanie interwencyjne mające na celu zmniejszenie starzenia się i poprawę stanu zdrowia u dorosłych, którzy przeżyli raka w dzieciństwie” (nr NCT04733534). Zakończono II fazę badań klinicznych, a cały projekt zakończy się w grudniu 2027 r. [20]. Uzyskanie pozytywnych wyników mogłoby stanowić podstawę do rejestracji QUE (w połączeniu z dazatynibem) jako leku przeciwstarzeniowego.

Z kolei autorzy indyjscy [21] uważają, że cząsteczka QUE ma charakter lipofilowy i może łatwo przekraczać barierę krew-mózg, a tym samym chronić przed chorobami neurodegeneracyjnymi. Przeprowadzone badania *in vitro* i *in vivo* wykazały rolę QUE jako środka leczniczego w neurodegeneracji, cukrzycy, raku oraz stanach zapalnych. Autorzy twierdzą, że QUE jest silnym przeciwutleniaczem, co wykorzystuje się obecnie w różnych farmaceutykach, także w nanopreparatach i liposomalnych preparatach kwercetyny. Wang i wsp. [22] wskazują, że w świetle zaawansowanych badań, w tym badań klinicznych, można oczekiwać, iż kwercetyna stanie się nowym lekiem. Liczne badania *in vivo* i *in vitro* wykazały, że QUE wykazuje dobre działanie farmakologiczne, m.in. wywiera korzystny wpływ na cukrzycę typu 2, a kwercetyno-3-O-glukuronid (metabolit QUE) odgrywa rolę ochronną w odniesieniu do nerek. Brakuje jednak randomizowanych badań klinicznych, co uniemożliwia uznanie QUE za lek. Takie są wymogi amerykańskiej Agencji ds. Leków i Żywności (ang. FDA) oraz Europejskiej Agencji Medycznej (ang. EMA), zwłaszcza że QUE może także wykazywać działania niepożądane.

Dla przykładu włoscy uczeni [23] cytują wyniki badań eksperymentalnych przeprowadzonych *in vitro* (z wykorzystaniem modelu gryzoni), które wykazały zdolność QUE do zakłócania metabolizmu hormonów tarczycy. Hamuje ona aktywność dejodynazy typu 1 (D1) – enzymu odpowiedzialnego za konwersję T4 do T3.

W kilku innych eksperymentach *in vitro* autorzy wykazali potencjalną rolę terapeutyczną kwercetyny w raku tarczycy (hamowanie wzrostu, adhezji i migracji komórek nowotworowych tarczycy). Podsumowując, uzyskane dane sugerują, że chociaż działanie kwercetyny może być korzystne w nadczynności tarczycy oraz raku tarczycy, należy zachować ostrożność przy stosowaniu wysokich dawek tego związku ze względu na jego właściwości przeciwtruczycowe.

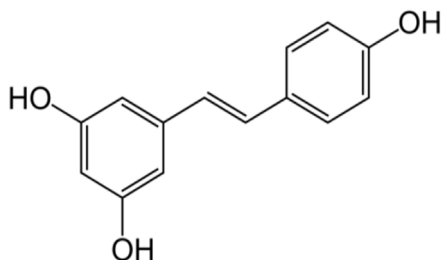
Inni autorzy [24], na podstawie badań na zwierzętach, zidentyfikowali niektóre potencjalnie krytyczne aspekty bezpieczeństwa, takie jak potencjał QUE do wzmacniania działania nefrotoksycznego w uprzednio uszkodzonej nerce lub wspomagania rozwoju nowotworu, zwłaszcza w przypadku raka zależnego od estrogenów. Ponadto badania na zwierzętach i ludziach wykazały interakcje między QUE a niektórymi lekami, prowadzące do zmienionej biodostępności tych ostatnich. Williamson i Clifford [25] twierdzą, że istnieje rozbieżność między stężeniami stosowanymi *in vitro* a stężeniami w osoczu obserwowanymi po posiłku lub suplementacji u ludzi. Przede wszystkim brakuje czułych metod analitycznych umożliwiających oznaczanie stężenia QUE w osoczu poniżej 100 nmol/l, jak również ukierunkowanych badań mających na celu zidentyfikowanie mechanizmów działania występujących przy niskich stężeniach w dłuższym okresie, co obserwuje się w przypadku stosowania typowej diety (bez suplementów QUE).

Droga do uznania QUE za lek stosowany w chorobach cywilizacyjnych jest nadal długa. Należy jednak zaznaczyć, że stosowanie tego związku jako suplementu diety nie stwarza zagrożeń, o ile odbywa się w odpowiednich dawkach oraz jest poprzedzone konsultacją z lekarzem i dietetykiem.

## Resweratrol

Resweratrol (RSV) należy do polifenoli, jednak nie jest flawonoidem, lecz stilbenem. RSV może występować w postaci dwóch izomerów geometrycznych: *cis* i *trans*. Naturalnie występuje izomer *trans* i tylko on wykazuje aktywność biologiczną. Terminy „resweratrol” i „*trans*-resweratrol” są stosowane zamiennie. Wzór chemiczny (sumaryczny) tego związku to  $C_{14}H_{12}O_3$ , nr CAS – 501-36-0, a numer wzorca referencyjnego w Farmakopei Europejskiej (EP) – Y0001194. Strukturę chemiczną RSV przedstawiono na rysunku 3. RSV jest wrażliwy na promieniowanie UV, tlen, zasadowe pH oraz podwyższone temperatury.

RSV nie wywołuje skutków toksykologicznych (toksyczność ostra, LD50 po podaniu doustnym, 200 mg/kg u myszy), nie wykazuje właściwości zaburzających funkcjonowanie układu hormonalnego, nie przejawia działania uczulającego na drogi oddechowe ani skórę, nie wykazuje działania mutagennego na komórki rozrodcze ani działania rakotwórczego. Stwierdzono jedynie jego działanie drażniące na oczy [26].



**Rysunek 3.** Struktura chemiczna resweratrolu

**Figure 3.** Chemical structure of resveratrol

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1]

## Występowanie i zalecane dawki

Resweratrol został po raz pierwszy wyizolowany w Japonii w 1939 r. przez M. Takaokę [27] z rośliny ciemieżycy (*Veratrum grandiflorum*). RSV występuje w ponad 70 gatunkach roślin, jednak jego wysokie stężenia obserwuje się głównie w skórcie czerwonych winogron, herbacie japońskiej (Itadori) oraz w korzeniu rdestowca japońskiego (*Polygonum cuspidatum*). W tabeli 2 zestawiono najważniejsze źródła resweratrolu. Najwięcej RSV można uzyskać z rdestowca (korzenia) – nawet 9,7–13,7 mg/g, jednak proces jego ekstrakcji jest stosunkowo złożony [32]. Skiełkowane orzeszki ziemne, poddane procesom wysokociśnieniowym oraz obróbce ultradźwiękowej, wykazują zwiększone stężenie RSV, sięgające 46,5 µg/g s.m. [30]. Herbata Itadori stanowi dobre źródło RSV i od dawna jest stosowana w Japonii oraz Chinach jako tradycyjny preparat ziołowy w leczeniu chorób serca oraz udarów [28].

RSV jest suplementem diety, a jego dawkowanie wynosi zazwyczaj 150–400 mg dziennie (1–2 kapsułki), w zależności od zaleceń producenta. Najczęściej suplementy RSV zawierają od 125 do 1200 mg tego związku w jednej dawce. Należy dodać, iż resweratrol (forma trans) pochodzenia mikrobiologicznego został uznany przez UE za tzw. nową żywność (ang. *novel food*) [35]. W Stanach Zjednoczonych trwają obecnie badania kliniczne nad wykorzystaniem RSV do produkcji leków. Na razie związek ten pozostaje suplementem diety i jest zaliczany do żywieniowych senoterapeutyków [14], a także do kosmeceutyków, czyli substancji poprawiających zdrowie skóry [36].

Resweratrol jest intensywnie badany od trzydziestu lat, odkąd w 1992 r. wprowadzono termin „francuski paradoks”, opisujący stosunkowo niską częstość występowania chorób sercowo-naczyniowych w populacji francuskiej, pomimo stosunkowo wysokiego spożycia tłuszczów nasyconych w diecie i wysokiej konsumpcji czerwonego wina. Przeprowadzono kilka badań medycznych, w których wykazano pozytywne związki biologiczne i kliniczne między spożyciem czerwonego wina a chorobami układu krążenia oraz śmiertelnością. Autorzy włoscy [37] twierdzą, że umiarkowane spożycie czerwonego wina wywołuje „kalejdoskop” potencjalnie

korzystnych efektów, ukierunkowanych na wszystkie fazy procesu miażdżycowego – od wczesnego rozwoju i wzrostu płytki miażdżycowej po zakrzepicę. Składniki czerwonego wina, zwłaszcza alkohol, resweratrol i inne związki polifenolowe, mogą zmniejszać stres oksydacyjny, zwiększać odpływ cholesterolu ze ścian naczyń krwionośnych (głównie poprzez zwiększenie poziomu cholesterolu lipoprotein o dużej gęstości), hamować utlenianie lipoprotein i zapobiegać tworzeniu się komórek piankowatych. W konkluzji autorzy wskazują, że istnieje coraz więcej dowodów potwierdzających korzystny wpływ umiarkowanego spożycia czerwonego wina (jedna lub dwie lampki dziennie, 10–30 g alkoholu) na układ sercowo-naczyniowy w większości populacji [37]. Z opinią tą nie w pełni zgadzają się autorzy niemieccy [38]. Cytują oni badania kliniczne wskazujące, że ten polifenol nie ma znaczącego wpływu na stan zdrowia ani na ryzyko śmiertelności, między innymi ze względu na jego słabą bioprzyswajalność oraz zbyt niskie spożycie w codziennej diecie (nawet przy konsumpcji wina). Autorzy sugerują natomiast podjęcie działań zwiększających dostęp do tego stilbenu. RSV może być izolowany i oczyszczany ze źródeł biologicznych lub syntetyzowany z wysoką wydajnością.

**Tabela 2.** Zawartość resweratrolu w wybranych surowcach produktach żywnościowych ( $\mu\text{g/g}$  św. m.)  
**Table 2.** Content of resveratrol in selected raw materials and foods product ( $\mu\text{g/g}$  f. w.)

Nazwa produktu	Forma	Zawartość
Winogrona	odmiana Merlot	5,5-7,80
	odmiana Cabernet S.	1,65-2,70
Orzeszki ziemne	trzy różne odmiany	0,03-0,14
	skiełkowane (s.m.)	śr. 4,03
	prażone	0-0,13
Masło orzechowe	handlowa	0,27-0,70
Herbata Itadori Japonia	korzeń	śr. 2170
	młode liście	śr. 876
Rdestowiec japoński	korzeń (mg/g)	9,72-13,69
<b>Wina czerwone mg/L</b>		
Merlot	francuskie szczone winorośli	2,00
Cabernet, S.		0,98-13,8
Pinot Noir		18,0
<b>Inne</b>		
Herbata Itadori	parzona (napój)	9,74 mg/l
Ryż (ziarna)	transgeniczny	2,6 $\mu\text{g/g}$ s.m.
Pomidor	skórka	18,4 $\mu\text{g/g}$ s.m.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [28–34].

Aby dodatkowo skomplikować problem „francuskiego paradoksu”, należy przytoczyć wyniki dziewięcioletniego badania kohortowego przeprowadzonego w „winiarskim” regionie Toskanii (Włochy). U starszych osób dorosłych badano wpływ RSV, pobieranego wraz z codzienną dietą, na wskaźniki fizjologiczne. Całkowite stężenie metabolitu resweratrolu w moczu nie było związane z markerami stanu zapalnego, chorobami sercowo-naczyniowymi ani nowotworami, a także nie stanowiło predyktora śmiertelności z jakiegokolwiek przyczyny. W konkluzji autorzy tego badania kohortowego stwierdzili, że poziomy RSV osiągane w „diecie zachodniej” nie mają znaczącego wpływu na stan zdrowia i ryzyko śmiertelności. Wyniki te potwierdzają, że stężenie polifenoli w winie jest zbyt niskie, by mogły one istotnie wpłynąć na stan zdrowia osób żyjących w kulturze kulinarnej regionu Morza Śródziemnego [39].

Opinia ta pozostaje kontrowersyjna. Fernández i wsp. [40] stwierdzili, że oprócz RSV w czerwonym winie obecne są również dwa inne antyoksydanty: hydroksytyrozol i melatonina. Związki te mogą działać synergicznie, zapewniając silniejsze działanie cytoprotekcyjne przeciwko stresowi oksydacyjnemu, co dodatkowo potwierdza hipotezę o prozdrowotnych właściwościach czerwonego wina. Norata i wsp. [41] również wykazali, że w czerwonym winie występują dwa inne polifenole: kwas kawowy i katechiny, które „współpracują” z RSV. Pomimo stosunkowo niskich stężeń w osoczu przy umiarkowanym spożyciu wina synergia pięciu polifenoli zapewnia im istotną aktywność biologiczną, taką jak hamowanie stresu oksydacyjnego. Interakcja między tymi polifenolami może również wpływać na ich kinetykę i metabolizm.

W opinii badaczy chińsko-singapurskich [42] większość badań nad RSV koncentrowała się na jego działaniu przeciwnowotworowym, mechanizmach komórkowych i szlakach transdukcji sygnału *in vitro* oraz *in vivo*. Mimo pewnych nadziei istnieją przyczyny, które uniemożliwiają stosowanie RSV w leczeniu raka. Wśród różnych ograniczeń wymienia się słabą farmakokinetykę, szybki metabolizm oraz niską skuteczność tego stilbenu. Ponadto nefrotoksyczność wywołana RSV u pacjentów ze szpiczakiem mnogim utrudnia jego dalszy rozwój jako leku przeciwnowotworowego. Autorzy uważają, że należy zwiększyć biodostępność RSV za pomocą nowych preparatów.

Walle [43] wskazuje, że doustne wchłanianie RSV u ludzi wynosi ok. 75%, natomiast intensywny metabolizm w jelitach i wątrobie skutkuje biodostępnością poniżej 1%. Dlatego też niezbędne są syntetyczne analogi, które poprawią przyswajalność RSV. Badacze z Indii proponują inne rozwiązanie. W najnowszej publikacji [44] przedstawili nowe możliwości rozwoju technologii i produkcji ekstraktów RSV do celów nutraceutycznych i medycznych. Zwracają uwagę na ograniczone źródła naturalne (winogrona, orzeszki ziemne, rdestowce) oraz znaczne koszty pozyskiwania tego roślinnego związku polifenolowego.

Sugerują wykorzystanie w tym celu grzybów endofitycznych (mikroorganizmów roślinnych), które wykazują wysoką wydajność i podatność na modyfikacje genetyczne. Nie opracowano jeszcze przemysłowej technologii pozyskiwania RSV z tych źródeł, mimo zaawansowanych badań.

W kompleksowym przeglądzie obejmującym 143 prace naukowe, dokonany przez autorów kanadyjskich [45], wykazano, że zarówno aktualne dowody z badań przedklinicznych (modele zwierzęce), jak i nieliczne dowody kliniczne wspierają rolę RSV jako bardzo obiecującej substancji bioaktywnej o szerokim zakresie działania kardioprotekcyjnego w kontekście choroby niedokrwiennej serca i niewydolności serca. W badaniach klinicznych RSV umiarkowanie obniżał skurczowe ciśnienie krwi u pacjentów z nadciśnieniem, a także stężenie glukozy we krwi u pacjentów z cukrzycą. Autorzy twierdzą, że potrzebne są dalsze badania kliniczne, aby ocenić potencjał translacyjny RSV w tych i innych chorobach, szczególnie u osób w podeszłym wieku. Niezbędne są również badania nad interakcją RSV z innymi lekami, szersze poznanie mechanizmów działania oraz działań niepożądanych, a przede wszystkim opracowanie nowych sposobów dostarczania, co mogłoby poprawić niską bioprzyswajalność RSV [43].

Warto podkreślić, że w 2022 r. w Stanach Zjednoczonych rozpoczęto badanie pilotażowe mające na celu ocenę bezpieczeństwa i skuteczności metforminy, dazatynibu, rapamycyny i suplementów diety (bio-kwercetyny, bio-fisetynu, glukozaminy, rybozydu nikotynamidu oraz trans-resweratrolu) w zmniejszaniu klinicznych wskaźników starzenia się u osób starszych (badanie kliniczne nr NCT04994561). Za projekt odpowiedzialny był interdyscyplinarny zespół naukowy, jednak po pierwszym etapie projekt został wstrzymany.

Natomiast w pozytywnymi wynikami zakończono badanie kliniczne nr NCT02523274 pt. „Resweratrol i ćwiczenia w leczeniu ograniczeń funkcjonalnych w późnym okresie życia”.

Było to pilotażowe, randomizowane, kontrolowane badanie kliniczne (ang. RCT) z udziałem 60 osób (średni wiek 71,8 lat), w którym dawki RSV wynosiły 500 oraz 1000 mg/dobę przez 12 tygodni. Stwierdzono, że zastosowane dawki RSV połączone z ćwiczeniami fizycznymi mogą istotnie poprawiać funkcję mitochondriów mięśni szkieletowych oraz wskaźniki sprawności fizycznej związane z mobilnością. Autorzy sugerują przeprowadzenie większego badania, które byłoby niezbędne do formalnego przetestowania tych hipotez, co mogłoby otworzyć drogę do rejestracji RSV jako leku przeciwstarzeniowego.

W zakończeniu należy dodać, że QUE i RSV zostały zakwalifikowane przez członków prestiżowej nowojorskiej AHLR (Akademia Zdrowia i Długowieczności): L. Guarent'a (Massachusetts Institute for Technology, Cambridge), D. A. Sinclaira (Harvard Medical School, Boston) oraz G. Kroemera (Sorbonne Université, Paris)

do jednej z ośmiu grup substancji przeciwstarzeniowych, które są lub będą objęte randomizowanymi badaniami klinicznymi (RCT). Wyniki tych badań zdecydują o ewentualnej rejestracji QUE i RSV jako skutecznych środków przeciwstarzeniowych.

## Podsumowanie

Właściwości chemiczne i biologiczne tych dwóch substancji (QUE i RSV) są na tyle dobrze poznane, że stanowią one na światowym rynku atrakcyjne produkty nutraceutyczne (suplementy diety). Zwiększenie ich spożycia wraz z codzienną dietą jest trudne, gdyż występują w żywności w niskich stężeniach, a ponadto ich biodostępność jest niewielka. Wydaje się, że przyszłość tych polifenoli zależy od wyników prowadzonych badań klinicznych oraz rejestracji leków na bazie tych fitozwiązków, co jest procesem długotrwałym, prowadzonym od wielu lat, głównie w Stanach Zjednoczonych. Stwierdzony potencjał farmakologiczny QUE i RSV stwarza nadzieję na ich wprowadzenie do profilaktyki oraz leczenia chorób cywilizacyjnych, a także do terapii przeciwstarzeniowych. Należy podkreślić, że proces biologicznego starzenia się został uznany przez Międzynarodową Klasyfikację Chorób (WHO) za chorobę (kod XT9T), co będzie wiązało się z potrzebą medykalizacji coraz większej populacji osób w podeszłym wieku.

## Literatura

- [1] Singla R. K., Dubey, A. K., Garg, A., Sharma, R. K., Fiorino, M., Ameen, S. M., Haddad, M. A., Al-Hiary, M., Natural polyphenols, chemical classification, definition of classes, subcategories, and structures, *Journal of AOAC International*, 2019, 102(5), s. 1397–1400.
- [2] Mense S. M., Hei T. K., Ganju R. K., Bhat H. K., Phytoestrogens and breast cancer prevention possible mechanisms of action, *Environmental Health Perspectives Journal*, 2008, 116(4), s. 426–433.
- [3] Pecyna P., Wargula J., Murias M., Kucinska M., More than resveratrol: New insights into stilbene-based compound, *Biomolecule*, 2020, 10(8), s. 1111.
- [4] Sharma A., Shahzad B., Rehman A., Bhardwaj R., Landi M., Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress, *Molecules*, 2019, 24(13), s. 2452.
- [5] Joseph M., The top 100 foods high in polyphenol, 2024, [https:// michaeljoseph, msc, anutr.](https://michaeljoseph.msc.anutr.com) (stan na dzień 30 stycznia 2025).
- [6] Wieloch A., Michocka K., Cieszyńska A., Polifenole w żywności, lekach oraz suplementach diety, *Zeszyty Naukowe UE w Poznaniu*, 2010, 244, s. 83–101.

- [7] Sun W., Shahrajabian M. H., Therapeutic potential of phenolic compounds in medicinal plants-natural health products for human health, *Molecule*, 2023,28(4), s.1845.
- [8] Leri M., Scuto M., Ontario M. L., Calabrese V., Healthy effects of plant polyphenols: molecular mechanism, *International Journal of Molecular Sciences*, 2020, 21(4), s.1250.
- [9] Fila M., Chojnacki C., Chojnacki J., Blasiak J., Is an “epigenetic diet” for migraines justified? the case of folate and DNA methylation, *Nutrients*, 2019,11(11), s. 2763.
- [10] Chun S., Kim M. J., Shin P. K., Park S. J., Yang H. J., Kim J. H., Lee K. H., Hong M., Kwon D. Y., Friso S., Lee H. J., Kim M. S., Choi S.W., Traditional Korean diet high in one-carbon nutrients increases global DNA methylation, implication for epigenetic diet, *European Journal Nutrition*, 2024, 63(7), s. 2511–2519.
- [11] Karta charakterystyki, QUERCETIN, Sigma-Aldrich, Merck Life Science, sp. z o.o. Poznań 2023, s. 1–12.
- [12] Saleh B., Machin L., Monzote L., Sharifi-Rad J., Ezzat S. M., Salem M. A., Merghany R. M., El Mahdy N. M., Kılıç C. S., Sytar O., Sharifi-Rad M., Sharopov F., Martins N., Martorell M., Cho W. C., Therapeutic potential of quercetin, new insights and perspectives for human health, *ACS Omega*, 2020, 20, s. 11849–11872.
- [13] Mahmud A. R., Ema T. I., Siddiquee M. F., Shahriar A., Ahmed H., Mosfeq-Ul-Hasan M., Rahman N., Islam R., Uddin M. R., Mizan M. F. R., Natural flavonols, actions, mechanisms, and potential therapeutic utility for various disease, *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 2023, 12(1), s. 47.
- [14] Calabrò A., Accardi G., Aiello A., Caruso C., Galimberti D., Candore G., Senotherapeutics to counteract senescent cells are prominent topics in the context of anti-ageing strategies, *International Journal of Molecular Sciences*, 2024, 25(3), s.179.
- [15] Haytowitz D. B., Wu X., Bhagwat S., USDA database for the flavonoid content of selected foods, Release 3.3. US. Department of Agriculture, ARS, Nutrient Data Laboratory Home Page, Beltsville 2018.
- [16] Nishimuro H., Ohnishi H., Sato M., Ohnishi-Kameyama M., Matsunaga I., Naito S., Ippoushi K., Oike H., Nagata T., Akasaka H., Saitoh S., Shimamoto K., Kobori M., Daily intake and seasonal food sources of quercetin in Japan, *Nutrients*, 2015, 7, s. 2345–2358.
- [17] Dabeek W. M., Marra M. V., Dietary quercetin and kaempferol, bioavailability and potential cardiovascular-related bioactivity in humans, *Nutrients*, 2019,11(10), s. 2288.
- [18] Notice Inventory-Agency Response, 2010, <https://wayback.archive-it.org/7993/20171031012354> (stan na dzień 30 stycznia 2025).
- [19] Kerna N. A., Ngwu D. C., Akuma O. M., Holets H. M., Chawla S., Flores J. V., Pruitt K. D., Carsrud N. D. V., McKee D., Okpo N. C., Jomsky B. M., Azi C. I., Quercetin: Exploring its unique flavonol properties, bioavailability, safety profile, and therapeutic potential in high-impact medical conditions, *European Journal of Medical Research*, 2024, 2, s. 178–198.
- [20] Sanchez-Diaz L., Espinosa-Sanchez A., Blanco J. R., Carnero A., Senotherapeutics in cancer and HIV, *Cells*, 2022, 11(7), s.1222.

- [21] Deepika D., Maurya P. K., Health benefits of quercetin in age-related diseases, *Molecules*, 2022, 27(8), s. 2498.
- [22] Wang G., Wang, Y., Yao, L., Gu, W., Zhao, S., Shen, Z., Lin, Z., Liu, W., Yan, T., Pharmacological activity of quercetin: An updated review, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, s. 3997190.
- [23] Giuliani C., Di Dalmazi G., Bucci I., Napolitano G., Quercetin and thyroid, *Antioxidants (Basel)*, 2024, 13(10), s. 1202.
- [24] Andres S., Pevny S., Ziegenhagen R., Bakhiya N., Schäfer B., Hirsch-Ernst K.I., Lampen A., Safety aspects of the use of quercetin as a dietary supplement, *Molecular Nutrition & Food Research*, 2018, 62, s. 17000447.
- [25] Williamson G., Clifford M. N., A critical examination of human data for the biological activity of quercetin and its phase-2 conjugates, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2024, 8, s. 1–37.
- [26] Karta charakterystyki, Resweratrol, Sigma-Aldrich, Merck Life Science sp. z o.o. Poznań 2024, s. 1–13.
- [27] Takaoka M., Resveratrol: A new phenolic compound, from *Veratrum grandiflorum*, *Journal of Japan Society of Chemistry*, 1939, 60, s. 1090–1100.
- [28] Burns J., McMichael R. W., Hendrix K. W., Plant foods and herbal sources of resveratrol, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, 50(11), s. 3337–3340.
- [29] Sanders T. H., McMichael R. W., Hendrix K. W., Occurrence of resveratrol in edible peanuts, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, 48 (4), s. 1243–1246.
- [30] Hung C-H., Chen S-D., Study of inducing factors on resveratrol and antioxidant content in germinated peanuts, *Molecules*, 2022, 27, s. 5700.
- [31] Lee S., Kim M., Chun J., Cheong Y. K., Lee J., Analysis of trans-resveratrol in peanuts and peanut butters consumed in Korea, *Food Research International*, 2004, 37, s. 247–251.
- [32] Wang C., Liu X., Zhang M., Shao H., Zhang M., Wang X., Wang Q., Bao Z., Fan X., Li H., Efficient enzyme-assisted extraction and conversion of polydatin to resveratrol from *Polygonum cuspidatum* using thermostable cellulase and immobilized  $\beta$ -glucosidase, *Frontiers in Microbiology*, 2019, 10, s. 445.
- [33] Monmai C., Kim J. S., Baek S. H., Use of germination to enhance resveratrol content and its anti-inflammatory activity in lipopolysaccharide-stimulated RAW264.7, *Cells, Molecules*, 2023, 28, s. 4898.
- [34] Ragab A. S., Van Fleet J., Jankowski B., Park J. H., Bobzin S. C., Detection and quantitation of resveratrol in tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, 54(19), s. 7175.
- [35] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2022/672 z dn. 22 kwietnia 2022 r. zmieniające rozporządzenie wykonawcze (UE) 2017/2470 w odniesieniu do specyfikacji nowej żywności trans-resweratrol (ze źródła mikrobiologicznego).
- [36] Lephart E. D., Resveratrol, 4' acetoxy resveratrol, R-equol, racemic equol or S-equol as cosmeceuticals to improve skin health, *International Journal of Molecular Sciences*, 2017, 18, s. 119.

- [37] Lippi G., Franchini M., Favaloro E. J., Targher G., Moderate red wine consumption and cardiovascular disease risk: Beyond the “French paradox”, *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 2010, 36, s. 59–70.
- [38] Weiskirchen S., Weiskirchen R., Resveratrol: How much wine do you have to drink to stay healthy? *Advances of Nutrition*, 2016, 15, s. 706–718.
- [39] Semba R. D., Ferrucci L., Bartali B., Urpí-Sarda M., Zamora-Ros R., Sun K., Cherubini A., Bandinelli S., Andres-Lacueva C., Resveratrol levels and all-cause mortality in older community-dwelling adults, *JAMA Internal Medicine*, 2014, 174, s. 1077–1084.
- [40] Fernández-Mar M., Mateos R, García-Parrilla M. C, Puertas B., Cantos-Villar E., Bioactive compounds in wine: Resveratrol, hydroxytyrosol and melatonin: A review, *Food Chemistry*, 2012, 130, s. 797–813.
- [41] Norata G. D., Marchesi P, Passamonti S., Pirillo A., Violi F., Catapano A. L., Anti-inflammatory and anti-atherogenic effects of catechin, caffeic acid and trans-resveratrol in apolipoprotein E deficient mice, *Atherosclerosis*, 2007, 191, s. 265–712.
- [42] Ren B., Kwah M. X., Liu C., Ma Z., Shanmugam M. K., Ding L., Xiang X., Ho P. C., Wang L., Ong P. S., Goh B. C., Resveratrol for cancer therapy: Challenges and future perspective, *Cancer Letters*, 2021, 515, s. 63–72.
- [43] Walle T., Bioavailability of resveratrol, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2011, 1215, s. 9–15.
- [44] Kaur G., Kaur R., Sodhi G.K., George N., Rath S.K., Walia H.K., Dwibedi V., Saxena S., Stilbenes: A journey from folklore to pharmaceutical innovation, *Archiv of Microbiology*, 2024, 206(5), s. 229.
- [45] Raj P., Thandapilly S.J., Wigle J., Zieroth S., Netticadan T.A., comprehensive analysis of the efficacy of resveratrol in atherosclerotic cardiovascular disease, Myocardial Infarction and Heart Failure, *Molecules*, 2021, 26(21), s. 6600.
- [46] Guarente L., Sinclair D.A., Kroemer G., Human trials exploring anti-aging medicines, *Cell Metabolism*, 2024, 36(2), s. 354–376.

## **Ashwagandha jako adaptogen terapeutyczny: przegląd potencjalnych zastosowań klinicznych**

### **Ashwagandha as a therapeutic adaptogen: a review of potential clinical applications**

Hanna Gruchot\*, Anna Kuźnar, Natalie Gąsiorek

Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Radomskiego im. Kazimierza Pułaskiego, ul. Jacka Malczewskiego 29, 26-600 Radom

\*email: [hanna.gruchot.edu@gmail.com](mailto:hanna.gruchot.edu@gmail.com)

---

**Słowa kluczowe:** ashwagandha, *Withania somnifera*, witanolidy, działanie przeciwstresowe  
**Keywords:** ashwagandha, *Withania somnifera*, withanolides, anti-stress effects

---

### **Streszczenie**

Ashwagandha (*Withania somnifera*) jest rośliną adaptogenną szeroko wykorzystywaną w ajurwedzie, zawierającą liczne związki bioaktywne, spośród których kluczowe znaczenie przypisuje się witanolidom. Praca stanowi przegląd danych przedklinicznych i klinicznych dotyczących potencjalnych zastosowań terapeutycznych ashwagandhy. Omówiono jej aktywność przeciwdrobnoustrojową, działanie kardioprotekcyjne obserwowane w modelach niedokrwienia i reperfuzji oraz możliwą rolę w modulacji osi podwzgórze–przysadka–nadnercza (HPA, ang. Hypothalamic–Pituitary–Adrenal axis) i redukcji markerów stresu. Najlepiej udokumentowanym efektem działania ashwagandhy jest redukcja stresu i lęku oraz poprawa parametrów snu. Przedstawiono również wyniki badań wskazujących na korzystny wpływ ashwagandhy na wydolność (VO<sub>2</sub>max), siłę i regenerację u osób aktywnych. Zwrócono również uwagę na potencjał przeciwnowotworowy witanolidów oraz ich działanie przeciwzapalne. Autorzy badań podkreślają obiecujące właściwości ashwagandhy, przy jednoczesnym wskazaniu potrzeby prowadzenia dalszych, dobrze zaprojektowanych badań klinicznych, które mogą pomóc w ocenie jej skuteczności i bezpieczeństwa.

### **Summary**

Ashwagandha (*Withania somnifera*) is an adaptogenic plant widely used in Ayurveda and contains numerous bioactive compounds, with withanolides considered to be of key importance. This paper provides a review of preclinical and clinical data on the potential therapeutic applications of ashwagandha. Its antimicrobial activity is discussed, as well as cardioprotective effects observed in ischemia – reperfusion models and a possible role in modulating the HPA axis and reducing stress markers. The best – documented effect

of ashwagandha is the reduction of stress and anxiety and the improvement of sleep parameters. The results of studies indicating a beneficial impact of ashwagandha on performance (VO<sub>2</sub>max), strength, and recovery in physically active individuals are also presented. Attention is also drawn to the anticancer potential of withanolides and their anti-inflammatory effects. The researchers emphasize the promising properties of ashwagandha while also highlighting the need for further well-designed clinical trials to evaluate its efficacy and safety.

## Wstęp

Ashwagandha (*Withania somnifera*), znana także jako zimowa wiśnia lub indyjski żeń-szeń, to wiecznie zielony krzew z rodziny psiankowatych (*Solanaceae*). Rośnie na Wyspach Kanaryjskich, w Afryce Południowej, na Bliskim Wschodzie, na Sri Lance, w Chinach, Indiach, a także w cieplejszych rejonach Europy i Australii. Nazwa ashwagandha pochodzi z sanskrytu i łączy ze sobą dwa wyrazy: *ashwa* („koń”) oraz *gandha* („zapach”). Jest ona związana z właściwościami ashwagandhy, ponieważ korzeń rośliny pachnie jak końska skóra, a jego spożycie miało obdarzać człowieka „siłą konia”. Z kolei epitet gatunkowy *somnifera* („niosący sen”) nawiązuje do uspokajających właściwości rośliny [1].

Najstarsze wzmianki o ashwagandzie znajdują się w traktatach ajurwedyjskich, gdzie jest opisana jako zioło wzmacniające, afrodyzjak oraz środek poprawiający płodność. Przez kolejne ponad 3000 lat pozostawała filarem ajurwedy jako *rasayana* – preparat odmładzający i wspierający długowieczność [2].

Ashwagandha jest bogata w liczne związki, głównie alkaloidy oraz witanolidy, przy czym za najważniejszą grupę uznaje się witanolidy, określane też jako związki „markerowe” dla rodzaju *Withania*. Są to steroidowe związki typu ergostanu zbudowane z 28-węglowego laktonu steroidowego, którego struktura jest modyfikowana przez obecność grupy hydroksylowej lub ketonowej. Posiadają charakterystyczny pierścień δ-laktonowy, zlokalizowany między atomami C-22 i C-26 oraz utlenioną pozycją C-1. W różnych częściach rośliny wykazano ponad 40 witanolidów, a jako dominujące wskazano m.in. witanolid D oraz witaferynę A [3].

## Działanie przeciwdrobnoustrojowe

Ashwagandha jest coraz częściej analizowana pod kątem potencjalnych właściwości przeciwbakteryjnych, a wyniki badań przedklinicznych sugerują, że jej ekstrakty mogą hamować wzrost wybranych drobnoustrojów. Zaobserwowano, że ekstrakt z liści *Withania somnifera* skutecznie hamował wzrost bakterii gram-dodatnich, takich jak metycylinyoporny *Staphylococcus aureus* oraz *Enterococcus* spp. [4].

Wykazano również działanie przeciwbakteryjne ashwagandhy wobec bakterii gram-ujemnych, w tym *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* oraz *Salmonella typhi*, przy czym największą aktywność obserwowano wobec *S. typhi* [5].

Badano również potencjalne działanie przeciwgrzybicze ashwagandhy w warunkach laboratoryjnych. W badaniach *in vitro* ashwagandha wykazywała działanie przeciwgrzybicze wobec *Candida albicans*, natomiast nie zaobserwowano aktywności wobec *Aspergillus flavus* ani *Aspergillus niger* [6].

Oprócz aktywności przeciwbakteryjnej i przeciwgrzybiczej wykazano, że ashwagandha hamuje rozwój *Leishmania donovani in vitro*, a jako główny składnik aktywny wskazano witaferynę A [7].

### **Działanie kardioprotekcyjne**

Według WHO choroby sercowo-naczyniowe pozostają główną przyczyną zgonów na świecie, dlatego rośnie zainteresowanie znalezieniem sposobów skutecznego obniżenia ryzyka sercowo-naczyniowego pacjentów [8]. W szczególności rośnie zainteresowanie niefarmakologicznymi metodami poprawy kardioprotekcji, pozbawionymi istotnych skutków ubocznych. Kryteria takie spełnia tytułowa ashwagandha.

Mohanty i wsp. [9] sprawdzili, czy przyjmowanie *Withania somnifera* może wykazywać działanie ochronne w przypadku zawału mięśnia sercowego. W badaniu przedklinicznym, podczas którego u szczurów wywoływano zawał izoprenalina, wykazano kardioprotekcyjne działanie ashwagandhy.

W grupie szczurów, którym podano ashwagandhę, zaobserwowano zwiększenie aktywności enzymów antyoksydacyjnych, obniżenie ciśnienia końcoworurkowego w lewej komorze oraz poprawę kurczliwości serca, co może świadczyć o korzystnym działaniu ashwagandhy na funkcję mięśnia sercowego w warunkach niedokrwienia [9].

Dalsze badania Mohanty i wsp. [9] potwierdziły kardioprotekcyjny potencjał ashwagandhy. W badaniu tym szczury podzielono na trzy grupy: grupę, której podawano sól fizjologiczną; grupę, której najpierw podawano sól fizjologiczną, a następnie poddano ją procedurze niedokrwienia i reperfuzji bez leczenia; oraz grupę, której przez 30 dni podawano ekstrakt z *Withania somnifera*, a następnie również poddano ją procedurze niedokrwienia. Wyniki histologiczne były jednoznaczne i również potwierdziły kardioprotekcyjne właściwości rośliny – w sercach szczurów z grupy leczonej ekstraktem z *Withania somnifera* obserwowano znacznie mniejszy stopień martwicy, obrzęku i stanu zapalnego w porównaniu z nieleczonymi zwierzętami, co wskazuje na działanie ochronne ashwagandhy wobec

strukturalnego uszkodzenia mięśnia sercowego. Zwrócono również uwagę na ekspresję proapoptotycznych i antyapoptotycznych białek. Badania wykazały bowiem, że ashwagandha zmniejszała ekspresję proapoptotycznego białka Bax i zwiększała ekspresję antyapoptotycznego białka Bcl-2, co sugeruje, że ograniczała apoptozę komórek mięśnia sercowego wywołaną niedokrwieniem i reperfuzją [10].

Ashwagandha może wywierać pośredni wpływ na układ sercowo-naczyniowy poprzez redukcję stresu, który jest dobrze udokumentowanym czynnikiem ryzyka chorób serca. Długotrwały stres aktywuje oś podwzgórze–przysadka–nadnercza (HPA) oraz układ współczulny, prowadząc do podwyższenia poziomu kortyzolu i adrenaliny, co w konsekwencji może przyczyniać się do rozwoju nadciśnienia i miażdżycy oraz zwiększać ryzyko zawału serca [11–12].

### **Działanie przeciwstresowe i przeciwłękowe**

Ashwagandha jako adaptogen działa normalizująco na odpowiedź organizmu na stres, obniżając poziom kortyzolu oraz wykazując działanie uspokajające i przeciwłękowe. W badaniu klinicznym przeprowadzonym przez Loprestiego stwierdzono, że suplementacja ekstraktem z ashwagandhy w dawce 240 mg dziennie przez 60 dni znacząco obniżyła poziom porannego kortyzolu oraz poprawiła nastrój i zmniejszyła poziom lęku, oceniany przy użyciu skal DASS-21 (Depression, Anxiety, and Stress Scale-21) i HAM-A (Hamilton Anxiety Rating Scale) [13].

Podobnie w badaniu Salve i wsp. [14] wykazano, że 8-tygodniowa suplementacja dawkami 250 mg i 600 mg dziennie również prowadziła do redukcji poziomu kortyzolu oraz subiektywnego odczuwania stresu w skali PSS (Perceived Stress Scale), co sugeruje efekt zależny od dawki.

Zbliżony efekt działania ashwagandhy zaobserwowali w RCT Majeed i wsp. [15], którzy przez 60 dni podawali badanym 500 mg ekstraktu z korzenia ashwagandhy lub placebo. Badacze oceniali skuteczność interwencji, wykorzystując m.in. odpowiednie skale, takie jak PSS do oceny subiektywnie odczuwanego stresu, GAD-7 (Generalized Anxiety Disorder) do pomiaru nasilenia objawów lęku uogólnionego, QOL (Quality of Life) jako wskaźnik jakości życia i funkcjonowania w codzienności, wynik w teście CANTAB (Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery) służący do oceny funkcji poznawczych, a także poziom kortyzolu w ślinie. Zaobserwowano, że u pacjentów przyjmujących ekstrakt z korzenia ashwagandhy w porównaniu z grupą przyjmującej placebo istotnie poprawiły się wyniki w skalach PSS, GAD-7 i QOL. W teście CANTAB zaobserwowano, że badani, którzy przyjmowali ekstrakt z ashwagandhy, osiągnęli lepsze wyniki w zakresie wykonywania wielu zadań jednocześnie, mieli lepszy poziom koncentracji oraz szybciej podejmowali decyzje w porównaniu z grupą placebo. Dodatkowo w grupie

przyjmującej ashwagandhę zaobserwowano redukcję stężenia porannego kortyzolu w ślinie, co ma znaczenie kliniczne, ponieważ kortyzol stanowi jeden z kluczowych biomarkerów fizjologicznej odpowiedzi organizmu na stres [15].

### **Ashwagandha a sen**

Wpływ ashwagandhy na sen jest przedmiotem wielu badań klinicznych. Ashwagandha może poprawiać parametry snu, szczególnie u osób z bezsennością, co potwierdzają zarówno badania kliniczne, jak i analizy zbiorcze [16–18].

Działanie nasenne ashwagandhy zbadali Langade i wsp. [16], podając pacjentom z bezsennością ekstrakt z korzenia ashwagandhy w dawce 300 mg 2 × dziennie, podczas gdy grupa kontrolna otrzymywała placebo. Po 10 tygodniach leczenia zauważono, że w porównaniu z grupą placebo wśród pacjentów przyjmujących ashwagandhę skrócił się czas potrzebny na zaśnięcie, wzrosła efektywność snu oraz długość snu, mierzona w badaniu aktygraficznym, a także obniżył się poziom nasilenia lęku, mierzony za pomocą skali Hamiltona (HAM-A). Odnotowano również spadek wyniku w kwestionariuszu jakości snu Pittsburgh (PSQI), w którym wyższy wynik oznacza gorszą jakość snu [16].

Pozytywny wpływ ashwagandhy na sen potwierdziła metaanaliza przeprowadzona przez Cheah i wsp., obejmująca pięć randomizowanych, podwójnie zaślepionych badań klinicznych z grupą placebo, w których udział wzięło łącznie 400 uczestników [17]. Do metaanalizy włączono następujące badania: Salve i wsp. [14], Langade i wsp. [16] oraz Deshpande i wsp. [18]. W badaniach włączonych do metaanalizy uczestnikom podawano doustnie standaryzowany ekstrakt ashwagandhy w dawkach 120 mg, 250 mg lub 600 mg na dobę przez okres od 6 do 12 tygodni. Wyniki metaanalizy wykazały niewielki, ale statystycznie istotny korzystny wpływ ashwagandhy na jakość snu. Efekty były szczególnie wyraźne w grupie pacjentów z rozpoznaną bezsennością przy dawkach  $\geq 600$  mg/dobę oraz czasie suplementacji ashwagandhy  $\geq 8$  tygodni. Metaanaliza potwierdziła również pozytywny wpływ ashwagandhy na redukcję lęku i poprawę czujności umysłowej po przebudzeniu [17].

W badaniu Deshpande i wsp. [18] pacjentów podzielono na grupę przyjmującą 120 mg standaryzowanego ekstraktu ashwagandhy raz dziennie przez 6 tygodni oraz grupę otrzymującą placebo. W porównaniu z placebo suplementacja ashwagandhy wiązała się z wyraźniejszą poprawą subiektywnie ocenianej regeneracji snu w kwestionariuszu RSQ-W (Restorative Sleep Questionnaire – Weekly). Ponadto suplementacja ashwagandhy wiązała się z istotną poprawą efektywności snu, wydłużeniem całkowitego czasu snu, skróceniem latencji zasypiania oraz zmniejszeniem czasu wybudzeń po zaśnięciu [18].

## **Ashwagandha a sprawność fizyczna**

Wpływ ashwagandhy na sprawność fizyczną został m.in. zbadany przez Verma i wsp. [19]. Uczestnicy tego badania przez 8 tygodni realizowali ten sam program treningu oporowego, a równolegle przyjmowali albo ekstrakt z korzenia ashwagandhy w dawce 300 mg dwa razy dziennie, albo placebo. Po zakończeniu badania zaobserwowano wyraźny wzrost wydolności tlenowej ( $VO_2\max$ ) w grupie badanych przyjmujących ashwagandhę w porównaniu z grupą placebo, co jest istotne, ponieważ  $VO_2\max$  uznaje się za jeden z najlepszych wskaźników ogólnej wydolności krążeniowo-oddechowej i zdolności organizmu do intensywnego wysiłku. Ponadto w badaniu odnotowano wyraźne przyrosty siły i obwodu mięśni. Siłę mięśniową oceniano testem 1RM (maksymalny ciężar na jedno powtórzenie) w wyciskaniu na ławce oraz w wyciskaniu nóg na suwnicy.

Po 8 tygodniach badania w grupie przyjmującej ashwagandhę odnotowano większy przyrost siły, mierzony jako wzrost 1RM względem wartości wyjściowej, w obu ćwiczeniach, w porównaniu z grupą placebo. W grupie przyjmującej ashwagandhę zaobserwowano również większy przyrost obwodów mięśni ramienia, klatki piersiowej oraz uda u osób obu płci [19].

Korzystny wpływ ashwagandhy na wydolność tlenową potwierdzono w metaanalizie Pérez-Gómez i wsp. [20], w której stwierdzono istotny wzrost  $VO_2\max$  po suplementacji ashwagandhą u osób zdrowych oraz sportowców.

W badaniu przeprowadzonym przez Coope i wsp. [21] oceniano wpływ krótkoterminowej suplementacji ashwagandhą na regenerację powysiłkową u zawodowych piłkarek. Zawodniczki losowo podzielono na dwie grupy: jedna otrzymywała ekstrakt z ashwagandhy w dawce 600 mg/dobę przez 28 dni, a druga placebo. Po zakończeniu badania w grupie przyjmującej ashwagandhę zaobserwowano znaczący wzrost wyniku w skali odczuwanej regeneracji TQR (Total Quality Recovery), co ma istotne znaczenie praktyczne, ponieważ wskaźnik ten odzwierciedla ogólną relację między poziomem obciążenia wysiłkiem a regeneracją organizmu i tym samym pomaga ocenić gotowość sportowca do kolejnych jednostek treningowych.

W porównaniu z placebo w grupie przyjmującej ashwagandhę odnotowano również poprawę subiektywnej jakości snu, widoczną już po 14 dniach suplementacji. Lepszy sen jest kluczowy dla sportowców, ponieważ sprzyja regeneracji mięśni oraz ogólnemu dobrostanowi fizycznemu i psychicznemu [21].

## **Onkologia wspomagająca**

Związki bioaktywne obecne w ashwagandzie, określane jako witanolidy, są szczególnie perspektywiczne pod względem działania przeciwnowotworowego. Ich znaczenie wiąże się m.in. z udziałem w aktywacji programowanej śmierci komórki, co

uznaje się za jeden z kluczowych mechanizmów ograniczania przeżywalności komórek nowotworowych. W piśmiennictwie opisano aktywność ashwagandhy w modelach różnych typów nowotworów, m.in. piersi, jelita grubego, płuca, prostaty oraz nowotworów układu krwiotwórczego. W przypadku raka płuc wykazano hamowanie aktywności szlaku PI3K/Akt i zapobieganie proliferacji komórek nowotworowych, co zostało potwierdzone metodą immunoblottingu. W przypadku raka jajnika i raka jelita grubego również wykazano zdolności hamujące wzrost komórek macierzystych. Ashwaganda wykorzystywana jest głównie w leczeniu długofalowym, ponieważ komórki macierzyste raka są w głównej mierze odpowiedzialne za nawrót nowotworów [22].

Witaferyna A zawarta w ashwagandzie może nasilać w komórkach nowotworowych stres oksydacyjny poprzez zwiększenie wytwarzania reaktywnych form tlenu (ROS), co wiąże się z zaburzeniem funkcji mitochondriów i w konsekwencji sprzyja uruchomieniu szlaków apoptozy. Witaferyna A aktywuje p53 oraz wpływa na spadek ekspresji białek antyapoptotycznych, takich jak Bcl-2 i Bcl-xL, co w konsekwencji może zwiększać podatność komórek nowotworowych na apoptozę [23].

W badaniu przeprowadzonym przez Khan i wsp. [24] wykazano, że witaferyna A może działać jako element terapii wspomagającej w onkologii poprzez hamowanie glikolizy tlenowej, czyli preferowanego przez komórki nowotworowe sposobu pozyskiwania energii. W liniach komórkowych raka piersi witaferyna A obniżała pobór glukozy, produkcję mleczanu i wytwarzanie ATP poprzez hamowanie ekspresji kluczowych enzymów glikolizy (GLUT1, HK2, PKM2) oraz regulatora c-Myc, co przekładało się na spadek żywotności komórek raka piersi i ich zdolności do tworzenia kolonii [24].

Ashwagandha może działać wspomagająco w onkologii również poprzez zmniejszanie zmęczenia związanego z chemioterapią oraz poprawę jakości życia. Biswal i wsp. [25] w swoim badaniu objęli obserwacją 100 pacjentek z rakiem piersi poddanych chemioterapii, gdzie jedna grupa otrzymywała dodatkowo ekstrakt z korzenia *Withania somnifera* przez cały okres chemioterapii, a grupa kontrolna – samą chemioterapię. Oceniano zmęczenie i jakość życia za pomocą skal PFS, SCFS-6 oraz EORTC QLQ-C30. W grupie suplementującej ashwagandhę odnotowano istotnie mniejsze nasilenie zmęczenia oraz korzystniejsze wyniki w wybranych domenach jakości życia w porównaniu z grupą kontrolną [25].

## **Działanie przeciwzapalne**

Ashwagandha wykazuje silne właściwości przeciwzapalne w wielu modelach badawczych. Sikandan i wsp. [26] wykazali, że ekstrakt z jej korzenia w ludzkiej linii keratynocytów HaCaT hamował szlaki kinazy białkowej aktywowanej mitogenami MAPK i NF- $\kappa$ B, obniżał poziom ekspresji mRNA cytokin prozapalnych (np.

IL-2, IL-8 oraz TNF), a jednocześnie zwiększał ekspresję mRNA cytokiny o działaniu przeciwzapalnym (np. TGF- $\beta$ ). Działanie ashwagandhy sprawdzono również w modelu *in vivo*, aplikując ekstrakt z jej korzenia na zranioną skórę myszy. Po zastosowaniu preparatu z ashwagandhy na skórę myszy również zaobserwowano spadek ekspresji mRNA cytokin prozapalnych oraz wzrost ekspresji mRNA cytokin przeciwzapalnych. Wyniki tego badania sugerują, że ashwagandha może mieć potencjalne zastosowanie w leczeniu stanów zapalnych skóry [26].

Wpływ ashwagandhy jest badany również w kontekście reumatoidalnego zapalenia stawów, a w badaniach przedklinicznych często wykorzystuje się model CIA (collagen-induced arthritis), który odtwarza u zwierząt wiele cech zapalenia stawów obserwowanych w przebiegu RZS (reumatoidalnego zapalenia stawów). W jednym z badań wywołano CIA u szczurów, a następnie badacze podawali im wodny ekstrakt z korzenia ashwagandhy oraz oceniali przebieg zapalenia i poziom mediatorów stanu zapalnego. Zauważono, że ekstrakt zmniejszał nasilenie choroby i obniżał poziom cytokin prozapalnych (TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-6) oraz aktywność NF- $\kappa$ B, a jednocześnie zwiększał poziom IL-10 i poprawiał obraz tkankowy stawu (mniejszy naciek zapalny i mniejsza destrukcja tkanek), co autorzy interpretują jako działanie przeciwzapalne i ochronne w modelu RZS [27].

Działanie przeciwzapalne ashwagandhy było również oceniane w badaniach klinicznych – w jednym z nich sprawdzono jej wpływ na ból, funkcję i obrzęk stawu kolanowego. Pacjentom z bólem i dyskomfortem kolana podawano przez 12 tygodni standaryzowany wodny ekstrakt z *Withania somnifera* w kapsułkach w dawce 125 mg lub 250 mg dwa razy dziennie, natomiast grupa kontrolna otrzymywała identyczne placebo. Efekt końcowy był korzystny i zależny od dawki – po 12 tygodniach w obu grupach przyjmujących ashwagandhę odnotowano istotne zmniejszenie nasilenia dolegliwości w skali mWOMAC (Modified Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) oraz, co najważniejsze w kontekście przeciwzapalnym, istotne obniżenie wskaźnika obrzęku stawu kolanowego KSI (knee swelling index).

Równolegle istotnie spadły wyniki w skali VAS (Visual Analogue Scale) dla bólu, sztywności i niesprawności. Najszybszy początek działania odnotowano w grupie przyjmującej 250 mg *Withania somnifera* – efekt terapeutyczny był widoczny już po 4 tygodniach [28].

## Podsumowanie

Ashwagandha może stanowić wartościowy produkt o działaniu prozdrowotnym – najbardziej spójne i najlepiej udokumentowane klinicznie są dane dotyczące redukcji stresu i lęku. W badaniach randomizowanych obserwowano obniżenie porannego

poziomu kortyzolu oraz poprawę wyników w skalach oceniających stres, lęk i jakość życia, a także wybrane parametry funkcji poznawczych. W obszarze snu wyniki badań klinicznych i analiz zbiorczych sugerują poprawę jakości snu (m.in. skrócenie latencji zasypiania i wzrost efektywności snu), szczególnie u osób z bezsennością. W kontekście sprawności fizycznej i regeneracji wyniki badań wskazują, że suplementacja ashwagandhy wpływa na poprawę wydolności tlenowej ( $VO_2$  max) oraz korzystne zmiany w parametrach siły i wybranych wskaźnikach regeneracji, co może mieć znaczenie praktyczne u osób aktywnych fizycznie oraz sportowców. Zgromadzone dane wskazują również na potencjał przeciwzapalny ashwagandhy. Choć doniesienia o działaniu przeciwdrobnoustrojowym, kardioprotekcyjnym i przeciwnowotworowym ashwagandhy są zachęcające, większość dowodów pochodzi na razie z badań laboratoryjnych i modeli zwierzęcych, co ogranicza możliwość bezpośredniego przenoszenia wyników na praktykę kliniczną. Przedstawione wyniki sugerują, że ashwagandha prezentuje szeroki potencjał jako interwencja wspierająca, jednakże wciąż potrzebne są nowe, prowadzone na większej grupie pacjentów i bardziej rygorystyczne badania kliniczne, aby potwierdzić skuteczność i bezpieczeństwo ashwagandhy w konkretnych jednostkach chorobowych, zwłaszcza tam, gdzie dotychczasowe wnioski opierają się głównie na badaniach przedklinicznych.

## Literatura

- [1] Mandlik Ingawale D. S., Namdeo A. G., Pharmacological evaluation of ashwagandha highlighting its healthcare claims, safety, and toxicity aspects, *Journal of Dietary Supplements*, 2021, 18(2), s. 183–226.
- [2] Mukherjee P. K., Banerjee S., Biswas S., Das B., Kar A., Katiyar C. K., *Withania somnifera* (L.) Dunal – Modern perspectives of an ancient Rasayana from Ayurveda, *Journal of Ethnopharmacology*, 2021, 264, 2021,113157.
- [3] Paul S., Chakraborty S., Anand U., Dey S., Nandy S., Ghorai M., Saha S. C., Patil M. T., *Withania somnifera* (L.) Dunal (ashwagandha): A comprehensive review on ethnopharmacology, pharmacotherapeutics, biomedicinal and toxicological aspects, *Biomedicine Pharmacotherapy*, 202, 143, 112175.
- [4] Bisht P., Rawat V., Antibacterial activity of *Withania somnifera* against Gram-positive isolates from pus samples, *Āyurvedāloka*, 2014, 35(3), s. 330–332.
- [5] Alam N., Hossain M., Mottalib M. A., Sulaiman S. A., Gan S. H., Khalil M. I., Methanolic extracts of *Withania somnifera* leaves, fruits and roots possess antioxidant properties and antibacterial activities, *BMC Complementary Alternative Medicine*, 2012, 12(1), s. 175–184.
- [6] Singh G., Kumar P., Evaluation of antimicrobial efficacy of flavonoids of *Withania somnifera* L., *Indian Journal Pharmaceutical Sciences*, 2011, 73(4), s. 473–478.

- [7] Sharma U., Velpandian T., Sharma P., Singh S., Evaluation of anti-leishmanial activity of selected Indian plants known to have antimicrobial properties, *Parasitology Research*, 2009, 105(5), s. 1287–1293.
- [8] World Health Organization, Cardiovascular diseases, [https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1) (dostęp: 12.11.2025)
- [9] Mohanty I., Arya D. S., Dinda A., Talwar K. K., Joshi S., Gupta S. K., Mechanisms of cardioprotective effect of *Withania somnifera* in experimentally induced myocardial infarction, *Basic Clinical Pharmacology Toxicology*, 2004, 94, s. 184–190.
- [10] Mohanty I. R., Arya D. S., Gupta S. K., *Withania somnifera* provides cardioprotection and attenuates ischemia-reperfusion-induced apoptosis, *Clinical Nutrition*, 2008, 27, s. 635–642.
- [11] Walker B. R., Glucocorticoids and cardiovascular disease, *European Journal of Endocrinology*, 2007, 5(157), s. 545–559.
- [12] Tsigos C., Chrousos G. P., Hypothalamic–pituitary–adrenal axis, neuroendocrine factors and stress, *Journal of Psychosomatic Research*, 2002, 4(53), s. 865–871.
- [13] Lopresti A. L., Smith S. J., Malvi H., Kodgule R., An investigation into the stress – relieving and pharmacological actions of an ashwagandha (*Withania somnifera*) extract: A randomized, double-blind, placebo-controlled study, *Medicine*, 2019, 98, e17186.
- [14] Salve J., Pate S., Debnath K., Langade D., Adaptogenic and anxiolytic effects of ashwagandha root extract in healthy adults: A double-blind, randomized, placebo-controlled clinical study, *Cureus Journal of Medical Science*, 2019, 11, e6466.
- [15] Majeed M., Nagabhushanam K., Mundkur L., A standardized ashwagandha root extract alleviates stress, anxiety, and improves quality of life in healthy adults by modulating stress hormones: Results from a randomized, double-blind, placebo-controlled study, *Medicine*, 2023, 102(41), e35521.
- [16] Langade D., Kanchi S., Salve J., Debnath K., Ambegaokar D., Efficacy and safety of ashwagandha (*Withania somnifera*) root extract in insomnia and anxiety: A double-blind, randomized, placebo-controlled study, *Cureus Journal of Medical Science*, 2019, 11(9), e5797.
- [17] Cheah K. L., Norhayati M. N., Husniati Yaacob L., Abdul Rahman R., Effect of ashwagandha (*Withania somnifera*) extract on sleep: A systematic review and meta-analysis, *PLOS ONE*, 2021, 16(9), e0257843.
- [18] Deshpande A., Irani N., Balkrishnan R., Benny I. R., A randomized, double blind, placebo controlled study to evaluate the effects of ashwagandha (*Withania somnifera*) extract on sleep quality in healthy adults, *Sleep Medicine*, 2020, 72, s. 28–36.
- [19] Verma N., Gupta S. K., Patil S., Tiwari S., Mishra A. K., Effects of ashwagandha (*Withania somnifera*) standardized root extract on physical endurance and VO2max in healthy adults performing resistance training: An eight-week, prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study, *Randomized Controlled Trial*, 2024, 8(12), s. 335.

- [20] Pérez-Gómez J., Villafaina S., Adsuar J. C., Merellano-Navarro E., Collado-Mateo D., Effects of ashwagandha (*Withania somnifera*) on VO<sub>2</sub>max: A systematic review and meta-analysis., *Nutrients*, 2020, 12(4), 1119.
- [21] Coope O. C., Reales Salguero A., Spurr T., Páez Calvente A., Domenech Farre A., Jordán Fisas E., Lloyd B., Gooderick J., Abad Sangrà M., Roman-Viñas B., Effects of root extract of ashwagandha (*Withania somnifera*) on perception of recovery and muscle strength in female athletes, *European Journal Sport Science*, 2025, 25(3), e12265.
- [22] Singh N., Yadav S. S., Rao A. S., Nandal A., Kumar S., Ganaie S. A., Narasihman B., Review on anticancerous therapeutic potential of *Withania somnifera* (L.) Dunal, *Journal Ethnopharmacology*, 2021, 24(270), 113704.
- [23] Kumar S., Mathew S. O., Aharwal R. P., Tulli H. S., Mohan C. D., Sethi G., Ahn K. S., Webber K., Sandhu S. S., Bishayee A., Withaferin A: A pleiotropic anticancer agent from the Indian medicinal plant *Withania somnifera* (L.) dunal, *Pharmaceuticals* (Basel), 2023, 16(2), s. 160.
- [24] Khan A., Rehman A. U., Siddiqui S., Khan J., Massey S., Singh P., Saluja D., Husain S. A., Iqbal M. A., Withaferin A decreases glycolytic reprogramming in breast cancer, *Scientific Reports*, 2024, 14, 23147.
- [25] Biswal B. M., Sulaiman S. A., Ismail H. C., Zakaria H., Musa K. I., Effect of *Withania somnifera* (ashwagandha) on the development of chemotherapy-induced fatigue and quality of life in breast cancer patients, *Integrative Cancer Therapies*, 2013, 12(4), s. 312–322.
- [26] Sikandan A., Shinomiya T., Nagahara Y., Ashwagandha root extract exerts anti-inflammatory effects in HaCaT cells by inhibiting the MAPK/NF- $\kappa$ B pathways and by regulating cytokines, *International Journal of Molecular Medicine*, 2018, 42(1), 425–434.
- [27] Khan M. A., Ahmed R. S., Chandra N., Arora V. K., Ali A., In vivo, extract from *Withania somnifera* root ameliorates arthritis via regulation of key immune mediators of inflammation in experimental model of arthritis, *Anti-Inflammatory & Anti-Allergy Agents in Medicinal Chemistry*, 2019, 18(1), s. 55–70.
- [28] Ramakanth G. S., Uday Kumar C., Kishan P. V., Usharani P., A randomized, double blind placebo controlled study of efficacy and tolerability of *Withania somnifera* extracts in knee joint pain, *Journal Ayurveda Integrative Medicine*, 2016, 7(3), s. 151–157.
- [29] Agata K., Kusiak J., Stępień B., Bergier K., Kuźniak E., Bioaktywne metabolity wtórne roślin z rodzaju *Physalis*, *Postepy Hig Med Dosw* (online), 2010; 64: 665–673.

## **Antyoksydanty w naparach ziołowych – rodzaje, mechanizmy działania, znaczenie oraz metody oceny potencjału antyoksydacyjnego**

### **Antioxidants in herbal infusions – types, mechanisms of action, significance, and methods for assessing antioxidant potential**

Maja Muszer<sup>1</sup>, Mateusz Olek<sup>2</sup>, Nikola Rybarczyk<sup>1</sup>, Kinga Barszcz<sup>1</sup>,  
Julia Adamiak<sup>1</sup>, Zofia Dobrowolska<sup>3</sup>, Tomasz Walski<sup>3\*</sup>, Oliwia Polańska<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Akademiczne Koło Naukowe BioNanopor działające na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki, Katedra Inżynierii Biomedycznej, Politechnika Wrocławska, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

<sup>2</sup> Wydział Nauk Medycznych w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, pl. Traugutta 2, 41-800 Zabrze

<sup>3</sup> Katedra Inżynierii Biomedycznej, Politechnika Wrocławska, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

\*email: [tomasz.walski@pwr.edu.pl](mailto:tomasz.walski@pwr.edu.pl), [oliwia.polanska@pwr.edu.pl](mailto:oliwia.polanska@pwr.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** całkowita pojemność antyoksydacyjna, reaktywne formy tlenu, wolne rodniki, zioła  
**Key words:** total antioxidant capacity, reactive oxygen species, free radicals, herbs

---

### **Streszczenie**

Wolne rodniki i reaktywne formy tlenu powstają zarówno w wyniku naturalnych procesów metabolicznych, jak i pod wpływem czynników zewnętrznych. Nadmiar tych cząsteczek prowadzi do stresu oksydacyjnego, co może powodować uszkodzenia komórkowe i przyczynić się do rozwoju chorób cywilizacyjnych. Antyoksydanty, zarówno endogenne, jak i egzogenne, odgrywają kluczową rolę w neutralizacji wolnych rodników, chroniąc organizm przed ich szkodliwym działaniem. Szczególną grupę przeciwutleniaczy stanowią związki naturalnie występujące w roślinach, zwłaszcza polifenole obecne m.in. w naparach ziołowych. W artykule przedstawiono mechanizmy działania antyoksydantów, ich klasyfikację i zastosowania w medycynie oraz w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym. Omówiono także metody oceny aktywności przeciwutleniającej oraz potencjalne korzyści zdrowotne wybranych naparów ziołowych.

### **Abstract**

Free radicals and reactive oxygen species are generated both because of natural metabolic processes and due to external factors. Excess of these reactive molecules leads to oxidative stress,

which can cause cellular damage and contribute to the development of various civilization-related diseases. Antioxidants, both endogenous and exogenous, play a crucial role in neutralizing free radicals, thereby protecting the body from their harmful effects. A particularly important group of antioxidants consists of naturally occurring plant-derived compounds, especially polyphenols, which are abundant in herbal infusions. This article discusses the mechanisms of antioxidant action, their classification, and their applications in medicine, the food industry, and pharmaceuticals. Additionally, various methods for assessing antioxidant activity and the potential health benefits of selected herbal infusions are reviewed.

## Wprowadzenie

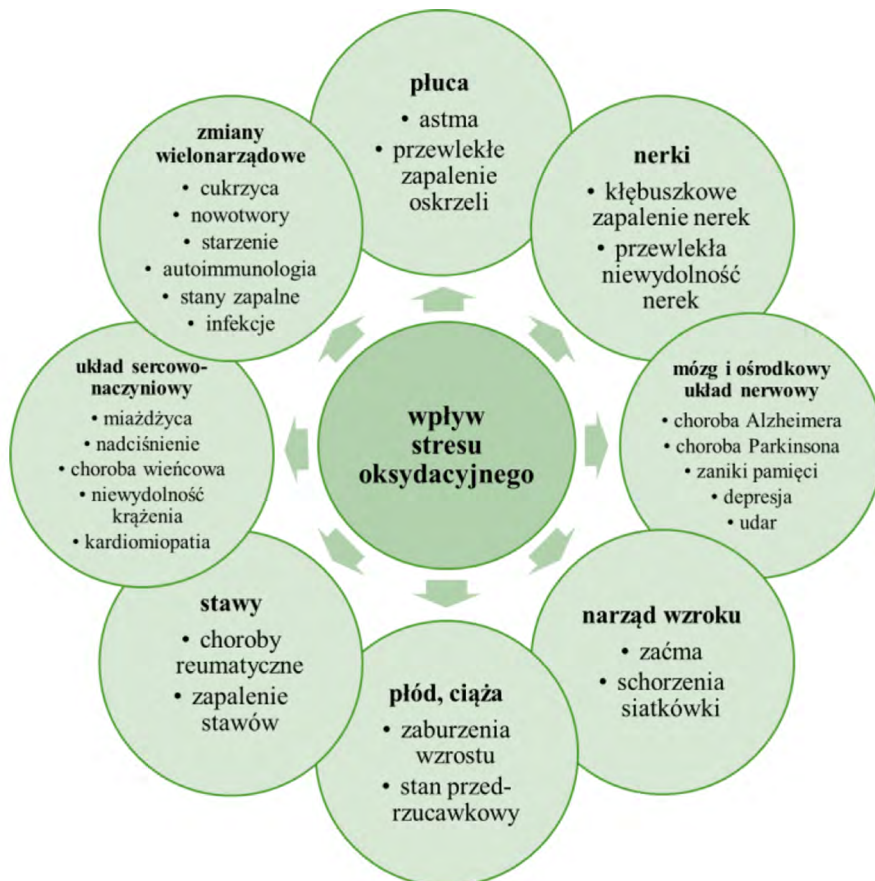
W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie naturalnymi źródłami związków o właściwościach antyoksydacyjnych, zwłaszcza pochodzenia roślinnego. Wśród nich szczególne miejsce zajmują napary ziołowe, które stanowią łatwo dostępny i powszechny element diety oraz bogate źródło substancji biologicznie aktywnych, zdolnych do neutralizacji wolnych rodników (WR). Ze względu na ich rolę w ograniczaniu stresu oksydacyjnego i profilaktyce chorób cywilizacyjnych, napary te są przedmiotem licznych badań.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wybranych naparów ziołowych jako źródeł antyoksydantów, omówienie występujących w nich związków oraz zaprezentowanie metod oceny całkowitej pojemności antyoksydacyjnej (CPA). W pierwszej kolejności scharakteryzowano WR i reaktywne formy tlenu (RFT) jako podstawę do zrozumienia mechanizmów działania antyoksydantów. Przegląd opracowano na podstawie aktualnej literatury specjalistycznej.

## Wolne rodniki i reaktywne formy tlenu

Naturalne procesy zachodzące w żywych organizmach oraz ekspozycja na różnorodne czynniki zewnętrzne przyczyniają się do powstawania wysoce reaktywnych cząsteczek, do których należą WR oraz RFT. WR oznaczają indywidua chemiczne zawierające co najmniej jeden niesparowany elektron, odpowiedzialny za ich wysoką reaktywność. Jednym z najprostszych, a zarazem najpowszechniej występujących rodników organicznych jest rodnik metylowy ( $\text{H}_3\text{C}^\bullet$ ) [1]. Z kolei jako RFT określa się produkty niecałkowitej redukcji cząsteczki tlenu, charakteryzujące się wysoką reaktywnością, które szybko wchodzi w reakcje z innymi cząsteczkami w komórce. Należą do nich m.in. tlen singletowy ( $^1\text{O}_2$ ) oraz nadtlenek wodoru ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Pewne cząsteczki, takie jak rodnik hydroksylowy ( $\text{HO}^\bullet$ ) oraz anionrodnik ponadtlenkowy ( $\text{O}_2^{\bullet-}$ ), ze względu na powstawanie na drodze niecałkowitej redukcji tlenu oraz obecność niesparowanych elektronów, mogą być zakwalifikowane jednocześnie do obu tych grup, jednakże nie wszystkie RFT są WR [1–2].

RFT pojawiają się w organizmie najczęściej jako produkty uboczne metabolizmu mitochondriów (głównie w procesie oddychania), zarówno w warunkach fizjologicznych, jak i patologicznych. WR w organizmie mogą być generowane przez czynniki wewnętrzne, takie jak aktywacja komórek układu odpornościowego, stany zapalne, infekcje, nowotwory, stres czy starzenie. Produkcja WR może również wynikać z ekspozycji organizmu na czynniki zewnętrzne, takie jak zanieczyszczenia środowiskowe, metale ciężkie, niektóre leki, rozpuszczalniki chemiczne, dym papierosowy, alkohol oraz promieniowanie UV lub jonizujące. Po przedostaniu się tych czynników do organizmu są one degradowane lub metabolizowane, w wyniku czego WR są generowane jako produkty uboczne, natomiast promieniowanie może indukować ich powstawanie na drodze mechanizmów fizykochemicznych [3–4].



**Rysunek 1.** Skutki długotrwałego stresu oksydacyjnego

**Figure 1.** Effects of Long-Term Oxidative Stress

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4].

W niewielkich ilościach WR oraz RFT są niezbędnymi elementami utrzymania homeostazy w komórkach organizmów żywych. Zapewniają właściwy przebieg wielu procesów fizjologicznych, takich jak regulacja procesów redukcji i oksydacji (redoks), odpowiedź układu immunologicznego na patogeny, udział w sygnalizacji komórkowej odpowiedzialnej za kluczowe procesy życiowe (w tym skurcze mięśni gładkich), tworzenie się skrzepów, aktywność neuronów czy podziały komórkowe [4–5]. W sytuacji, gdy produkcja WR oraz RFT przewyższa zdolności antyoksydacyjne organizmu, a homeostaza w komórce zostaje zachwiana, dochodzi do zjawiska zwanego stresem oksydacyjnym. Występujący wówczas nadmiar WR oraz RFT prowadzi do uszkodzenia struktur błon komórkowych oraz podstawowych składników komórki: białek, lipidów, lipoprotein oraz kwasów nukleinowych. Na poziomie tkankowym prowadzi to do rozwoju wielu schorzeń, w tym licznych chorób cywilizacyjnych [4, 6]. Przykłady takich chorób przedstawiono na rysunku 1.

## Antyoksydanty

Organizmy dysponują mechanizmami obronnymi, które chronią przed szkodliwym działaniem WR oraz RFT. Kluczową rolę w tych procesach odgrywają **antyoksydanty** [4, 7–9]. Z chemicznego punktu widzenia są to związki, które już w niewielkich stężeniach chronią przed utlenieniem lub znacznie opóźniają proces utleniania substratu [7, 10]. W efekcie możliwe jest zmniejszenie negatywnych skutków działania WR i RFT. Neutralizacja ich nadmiaru, ograniczenie powstawania form reaktywnych lub zatrzymywanie reakcji wolnorodnikowych zapewniają ochronę komórek organizmu przed toksycznym działaniem tych związków oraz możliwymi uszkodzeniami oksydacyjnymi molekuł lub zaburzeniami ich struktury i funkcji. Procesy te pozwalają zapobiegać chorobom i powikłaniom zdrowotnym [4, 7–9, 11].

## Mechanizmy działania antyoksydantów

Przeciwutleniacze różnią się zdolnością do neutralizacji WR i RFT. Wskazuje się, że aktywność antyoksydacyjna może być powiązana z liczbą aktywnych grup funkcyjnych (np. hydroksylowych lub aminowych) oraz położeniem tych podstawników. Antyoksydanty działają za pośrednictwem różnorodnych mechanizmów, takich jak „zmiatanie” WR, sekwestracja jonów metali przejściowych, rozkład nadtlenu wodoru lub wodoronadtlenków, wygaszanie aktywnych prooksydantów, wzmacnianie endogennych mechanizmów antyoksydacyjnych, a także naprawa i minimalizacja powstałych uszkodzeń komórkowych [7].

W systemie obrony antyoksydacyjnej w komórkach organizmów wyróżnia się trzy etapy:

- **pierwsza linia obrony** (antyoksydanty prewencyjne) – zapobieganie powstawaniu WR, za co odpowiedzialne są przede wszystkim enzymy antyoksydacyjne oraz białka nieenzymatyczne (m.in. ceruloplazmina, białka hemowe);
- **druga linia obrony** (antyoksydanty interwencyjne, właściwe) – terminacja łańcucha reakcji wolnorodnikowych, za co odpowiedzialne są antyoksydanty małowcząsteczkowe (m.in. witaminy A, C, E, glutation, flawonoidy);
- **trzecia linia obrony** (enzymy antyoksydacyjne naprawcze) – naprawa uszkodzeń spowodowanych działaniem form reaktywnych, za co odpowiedzialne są m.in. enzymy o aktywności oksydoredukcyjnej (m.in. paraoksonaza – redukcja produktów peroksydacji lipidów, tioredoksyna – redukcja mostków disiarczkowych powstałych np. na skutek peroksydacji DNA lub utlenienia grup tiolowych białek) [2, 12].

## Antyoksydanty w medycynie i przemyśle

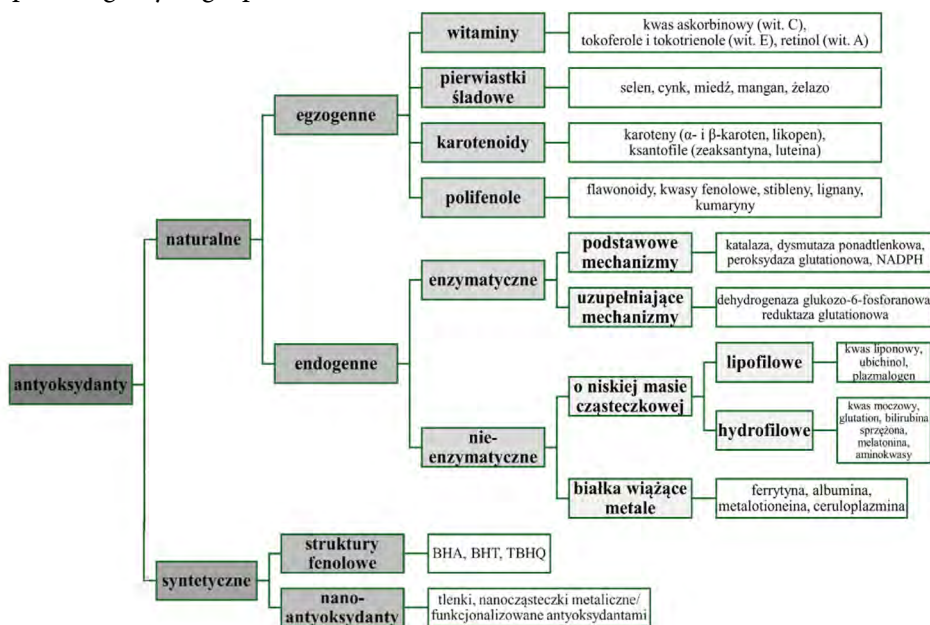
Przedstawiona powyżej charakterystyka działania antyoksydantów przekłada się na ich szerokie znaczenie i zastosowanie w medycynie oraz w przemyśle. W medycynie antyoksydanty pomagają w leczeniu chorób układu krążenia, takich jak miażdżyca, przerost serca, kardiomiopatia, niewydolność serca, przebudowa komór, uszkodzenie niedokrwiennie-reperfuzyjne i zawał mięśnia sercowego [13]. Badania wykazały, że dieta bogata w antyoksydanty zmniejsza ryzyko zachorowania na określone nowotwory [9, 14], a ich włączenie do radioterapii jest istotne ze względu na obecność WR, które są wytwarzane w trakcie terapii onkologicznych [14]. W dermatologii antyoksydanty zapobiegają uszkodzeniom komórek i tkanek. Stosuje się je również w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym, gdyż zapobiegają utlenianiu niestabilnych składników substancji leczniczych [15].

W przemyśle spożywczym dodatek antyoksydantów chroni żywność przed procesem utleniania, który prowadzi do pogorszenia smaku, zapachu, koloru i właściwości odżywczych. Dzięki temu żywność jest dłużej zdatna do spożycia. Przykładowo dodatek antyoksydantów zapobiega jełczeniu tłuszczów [16], a także zwiększa stabilność olejów spożywczych, które naturalnie ich nie zawierają [7].

## Klasyfikacja antyoksydantów i ich źródła

Zgodnie z podstawowym kryterium antyoksydanty dzieli się na związki naturalne i sztuczne [7, 17]. Wśród przeciwutleniaczy naturalnych wyróżnia się przeciwutleniacze egzogenne (dostarczane z zewnątrz wraz z dietą) oraz endogenne (wytwarza-

ne w organizmie, *in situ*). Antyoksydanty endogenne mogą mieć charakter enzymatyczny lub nieenzymatyczny [5, 7, 17]. W poszczególnych grupach antyoksydantów występują związki o różnorodnych mechanizmach działania, co determinuje specyficzne funkcje każdego z nich w organizmie oraz to, który z nich może zostać użyty w reakcji z określonym WR lub RFT [2, 18]. W reakcji na stres oksydacyjny uczestniczy cała grupa antyoksydantów, gdyż ten sam WR lub RFT może oddziaływać na różne struktury docelowe w organizmie [2]. Na rysunku 2 schematycznie przedstawiono klasyfikację antyoksydantów oraz wskazano przykłady związków w poszczególnych grupach.



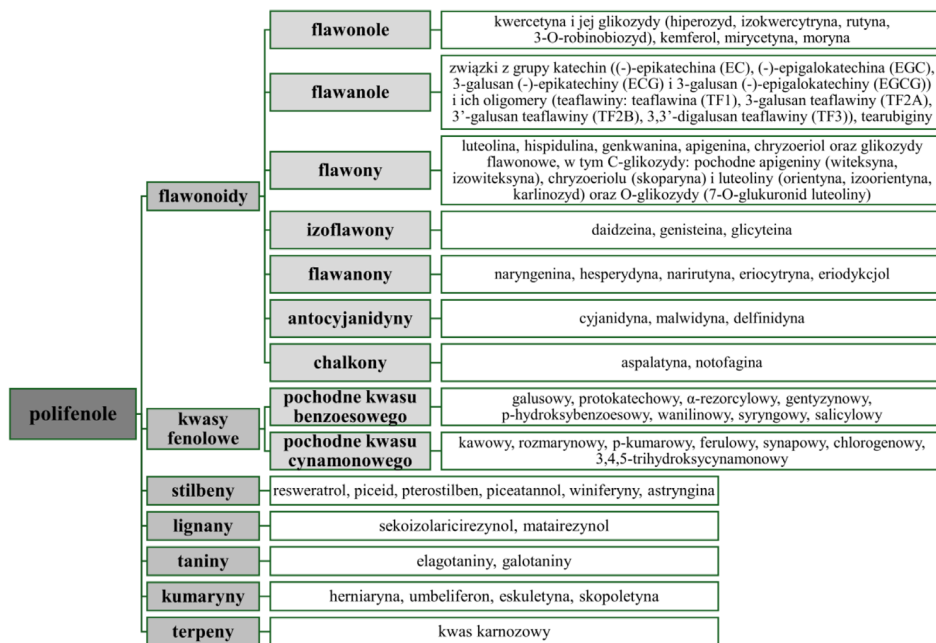
**Rysunek 2.** Klasyfikacja antyoksydantów wraz z przykładami dla poszczególnych grup (NADPH – zredukowany fosforan dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego, BHA – butylowany hydroksyanizol, BHT – butylowany hydroksytoluen, TBHQ – tert-butylhydrochinon)

Figure 2. Classification of antioxidants with examples for each group (NADPH – reduced nicotina-mide adenine dinucleotide phosphate, BHA – butylated hydroxyanisole, BHT – butylated hydroxy-toluene, TBHQ – tert-butylated hydroquinone)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7].

Mając na uwadze nieenzymatyczny charakter antyoksydantów naturalnych, można także dokonać ich podziału na metaboliczne i odżywcze. Antyoksydanty metaboliczne (należące do endogennych), takie jak kwas liponowy, glutation, melatonina, kwas moczowy, transferyna oraz białka chelatujące, są wytwarzane na drodze przemian metabolicznych w organizmie. Natomiast antyoksydanty odżywcze (należące do egzogennych) nie mogą być wytwarzane w organizmie, lecz

muszą zostać dostarczone z pożywieniem. Są to m.in. witamina E, witamina C, karotenoidy, flawonoidy, pierwiastki śladowe (takie jak selen, mangan i cynk) oraz kwasy tłuszczowe omega-3 i omega-6 [5]. Największą grupę stanowią polifenole. Ich szczegółowy podział przedstawiono na rysunku 3.



**Rysunek 3.** Klasyfikacja polifenoli wraz z przykładami

Figure 3. Classification of polyphenols with examples

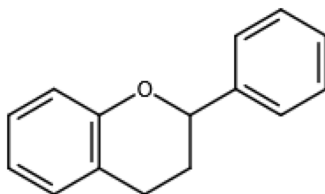
Źródło: opracowanie własne na podstawie [19–29].

Ważnym źródłem antyoksydantów w diecie jest żywność pochodzenia roślinnego [17]. Innym sposobem dostarczania przeciwutleniaczy są suplementy, w których związki antyoksydacyjne uzyskiwane są na drodze ekstrakcji z materiału pochodzenia naturalnego lub syntezy chemicznej [5]. Źródłem antyoksydantów mogą być również mikroorganizmy, m.in. bakterie, grzyby oraz porosty. Organizmy te szybko rozmnażają się i rosną w kontrolowanych warunkach, co może przekładać się na ich efektywne zastosowanie w medycynie i przemyśle jako źródła substancji przeciwutleniających [7]. Suplementacja antyoksydantami, zwłaszcza przy uwzględnieniu odpowiednich dawek, od wielu lat jest przedmiotem zainteresowania i dyskusji [5, 7, 17, 30].

Naturalne przeciwutleniacze pochodzą przede wszystkim z roślin. Największą grupę antyoksydantów tego pochodzenia stanowią polifenole, wykazujące dużą aktywność przeciwrodnikową i przeciwutleniającą. Istotnym źródłem związków tej grupy są napary ziołowe [7, 11, 31], których właściwości i działanie antyoksydacyjne omówiono szerzej w dalszej części pracy.

## Antyoksydanty występujące w naparach

Flawonoidy stanowią jedną z najliczniejszych grup polifenoli obecnych w naparach ziołowych. Podstawą struktury flawonoidów jest układ flawanu, złożony z trzech pierścieni. W związkach tych między dwoma pierścieniami benzenowymi znajduje się heterocykliczny pierścień pironu lub piranu. Strukturę chemiczną flawanu przedstawiono na rysunku 4. Układ ten może ulegać modyfikacjom w wyniku hydroksylacji, glikozylacji oraz metoksyacji, polegających na przyłączeniu odpowiednio grup hydroksylowych, reszt cukrowych oraz grup metoksylowych do atomów węgla budujących pierścienie. Prowadzi to do dużej różnorodności tych związków. Obecność grup hydroksylowych warunkuje właściwości antyoksydacyjne tych pochodnych, przy czym ich aktywność wzrasta wraz z liczbą wprowadzonych grup -OH [32–34].



**Rysunek 4.** Budowa chemiczna układu flawanu – podstawy struktury chemicznej flawonoidów  
**Figure 4.** Chemical structure of the flavan core – the basis of the chemical structure of flavonoids

Źródło: opracowanie własne na podstawie [34].

Każdy rodzaj naparu wykazuje wiele korzyści zdrowotnych. Najczęściej są to właściwości przeciwzapalne, przeciwbakteryjne oraz wspomagające układ trawienny. W tabeli 1 przedstawiono wybrane rodzaje naparów ziołowych wraz z ich prozdrowotnymi właściwościami oraz zawartymi antyoksydantami.

**Tabela 1.** Wybrane napary oraz ich właściwości zdrowotne wraz z przykładowymi antyoksydantami, które w nich występują

**Table 1.** Selected infusions and their health benefits along with examples of antioxidants they contain

Nazwa	Właściwości	Antyoksydanty
<b>Mięta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– łagodzenie zaburzeń trawiennych</li> <li>– działanie przeciwbakteryjne, przeciwnowotworowe, przeciwwirusowe i przeciwinfekcyjne</li> <li>– łagodzenie skurczów mięśni</li> </ul>	<p>FLAWONOIDY:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– flawony (luteolina i jej pochodne, apigenina)</li> <li>– flawanony (ericytryna, hesperydyna, pochodne naryngeniny, eriodykcjol)</li> <li>– flawonole (kwercetyna, rutyna)</li> </ul> <p>KWASY FENOLOWE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– kwas rozmarynowy</li> </ul> <p>SKŁADNIKI OLEJKÓW ETERYCZNYCH:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– terpeny (mentol, eukaliptol)</li> <li>– terpenoidy (menton)</li> </ul>

## Antyoksydanty w naparach ziołowych – rodzaje, mechanizmy działania...

Nazwa	Właściwości	Antyoksydanty
<b>Melisa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- działanie uspokajające i przeciwlękowe</li> <li>- poprawa jakości snu</li> <li>- ochrona serca (przed arytmia i uszkodzeniami na skutek niedokrwienia)</li> <li>- właściwości przeciwzapalne, przeciwwirusowe i przeciwnowotworowe</li> <li>- wsparcie w chorobach neurodegeneracyjnych (np. choroba Alzheimera), a także ochrona przed wrzodami żołądka</li> <li>- wspieranie zdrowia nerek i wątroby</li> <li>- neuroprotekcja</li> </ul>	<p><b>FLAWONOIDY:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- flawonole (kwercetyna)</li> <li>- flawony (luteolina, apigenina)</li> </ul> <p><b>KWASY FENOLOWE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kwas rozmarynowy, kawowy, galusowy, chlorogenowy, ferulowy, p-kumarowy</li> </ul> <p><b>SKŁADNIKI OLEJKÓW ETERYCZNYCH:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- terpeny i terpenoidy (cytral: neral i geranial, linalool, geraniol, mentol)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TANINY i witamina E</li> </ul>
<b>Pokrzywa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- działanie przeciwzapalne</li> <li>- wspomaganie leczenia anemii</li> <li>- zastosowanie w leczeniu chorób zapalnych (np. artretyzmu)</li> <li>- wspomaganie układu odpornościowego</li> <li>- zapobieganie chorobom serca i nowotworowym</li> <li>- zmniejszenie ryzyka niedoboru mikroskładników</li> </ul>	<p><b>FLAWONOIDY:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- flawony (luteolina, apigenina)</li> <li>- flawanole (katechina, EC, ECG, EGCG)</li> <li>- flawonole (kemferol, mirycetyna)</li> </ul> <p><b>KWASY FENOLOWE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kwas syryngowy, kawowy, ferulowy, galusowy, chlorogenowy</li> </ul> <p><b>KUMARYNY:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eskuletyna, skopoletyna</li> </ul> <p><b>KAROTENOIDY:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- karoteny (<math>\beta</math>-karoten)</li> <li>- ksantofile (luteina, zeaksantyna)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- witaminy A i C</li> </ul>
<b>Rumianek</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwskurczowe oraz przeciwnowotworowe</li> <li>- łagodzenie problemów żołądkowo-jelitowych (kolka, niestrawność, wrzody)</li> <li>- leczenie chorób skóry (egzema, oparzenia, rany)</li> <li>- wsparcie w leczeniu przeziębienia i grypy</li> <li>- działanie uspokajające i wspomagające sen</li> <li>- zmniejszenie ryzyka chorób serca</li> </ul>	<p><b>FLAWONOIDY:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- flawony (apigenina, luteolina)</li> <li>- flawonole (kwercetyna)</li> </ul> <p><b>KUMARYNY:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- herniaryna, umbeliferon</li> </ul> <p><b>SKŁADNIKI OLEJKÓW ETERYCZNYCH:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- terpeny i terpenoidy (<math>\alpha</math>-bisabolol, chamazulen)</li> </ul>

Nazwa	Właściwości	Antyoksydanty
<b>Szałwia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- leczenie łagodnej niestrawności</li> <li>- redukcja nadmiernego pocenia się</li> <li>- łagodzenie stanów zapalnych gardła</li> <li>- właściwości przeciwcukrzycowe (hipoglikemiczne)</li> <li>- właściwości przeciwzapalne</li> <li>- działanie antybakteryjne</li> </ul>	<p>FLAWONOIDY:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- flawony (glukuronid-7-O-luteoliny [wersja PL])</li> <li>- flawanony (hesperetyna)</li> <li>- flawony (hispidulina, genkwanina)</li> </ul> <p>SKŁADNIKI OLEJKÓW ETERYCZNYCH:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- terpeny (tujon, eukaliptol, kamfora)</li> </ul> <p>- witamina E</p>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 35–44, 48].

Aby ocenić właściwości przeciwutleniające wybranych związków chemicznych, powszechnie określa się ich CPA. Parametr ten może znaleźć zastosowanie także w badaniach naparów ziołowych [49–50]. W tym celu wykorzystuje się wiele testów, których przykłady opisano w dalszej części pracy.

## Metody wyznaczania CPA

Techniki służące do wyznaczania CPA dzieli się na spektroskopowe, elektrochemiczne oraz chromatograficzne. Techniki spektroskopowe opierają się na reakcjach rodnikowych, kompleksach przeciwutleniaczy lub kationach rodnikowych, które mogą oddawać atom wodoru. Reakcje te są ilościowo monitorowane za pomocą takich metod jak kolorymetria, zanik fluorescencji, chemiluminescencja, widma emisji oraz widma wzbudzenia i emisji fluorescencji. Techniki elektrochemiczne są rzadziej stosowane, a do najpopularniejszych z nich należą woltamperometria cykliczna oraz miareczkowanie biamperometryczne. Metody chromatograficzne są powszechnie stosowane do rozdzielania i identyfikacji przeciwutleniaczy przed zastosowaniem metod spektrofotometrycznych lub elektrochemicznych, które służą dalszej ocenie CPA [51]. Ze względu na dostępność i szerokie zastosowanie w praktyce laboratoryjnej szczególną uwagę warto zwrócić na metody spektroskopowe:

- **Test DPPH** (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl) jest techniką wykorzystującą stabilny WR 2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl, który, ze względu na nieparzysty elektron, wykazuje silną absorpcję przy 517 nm, co nadaje roztworowi ciemnofioletową barwę. Gdy elektron zostanie sparowany, absorpcja zanika, a odbarwienie roztworu jest stechiometryczne w stosunku do pobranych elektronów [52]. DPPH jest odbarwiany przez cysteinę, glutation, kwas askorbinowy, tokoferol, związki polihydroksyaromatyczne oraz aminy aromatyczne. Grupy

-SH białek są utleniane, ale nie w sposób stechiometryczny. DPPH nie ma wystarczająco wysokiego potencjału redoks, aby utlenić glukozę, i w zwykłych warunkach nie utlenia puryn, pirymidyn ani związków aromatycznych z tylko jedną grupą hydroksylową [52]. Test ten można z powodzeniem przekształcić w metodę elektrochemiczną, stosując miareczkowanie biamperometryczne, co pozwala na uzyskanie wyższej dokładności [53]. Należy jednak zauważyć, że metoda spektroskopowa jest łatwiejsza w zastosowaniu, stąd jej częstsze użycie.

- **Test ABTS** (2,2'-azobis(3-etylo-benzotiazolino-6-sulfonian)) opiera się na zdolności przeciwutleniacza do stabilizacji barwnego rodnika kationowego ABTS<sup>•+</sup>, który może być wcześniej utworzony w wyniku utleniania ABTS przez methemoglobinę i nadtlenek wodoru [54]. W obecności antyoksydantów i donorów wodoru absorbancja tego kationu rodnikowego jest wygaszana w stopniu zależnym od CPA dodanego płynu, w przypadku braku związków zakłócających. Zmodyfikowana technika generowania kationorodnikowego chromoforu ABTS<sup>•+</sup> obejmuje bezpośrednie wytwarzanie zielononiebieskiego chromoforu i prowadzenie pomiaru absorbancji przy 734 nm w reakcji między ABTS a nadsiarczanem potasu [1]. Test ten często jest określany jako TEAC (ang. Trolox Equivalent Antioxidant Capacity), ponieważ szybkość reakcji jest zazwyczaj wyznaczana na podstawie krzywej wzorcowej Troloxu (analog witaminy E) jako standardu antyoksydacyjnego [55].
- **Test FRAP** (ang. Ferric Reducing Antioxidant Power) opiera się na redukcji kompleksu jonu żelaza (III)-TPTZ (2,4,6-tri(2-pirydylo)-1,3,5-triazyna) przez przeciwutleniacze w niskim pH. Powstały kompleks żelaza (II) z ligandem tworzy intensywną granatową barwę. Absorbancję tego kompleksu przy długości fali 593 nm można zmierzyć w celu oceny ilości zredukowanego żelaza, co koreluje z ilością przeciwutleniaczy [51, 56–57]. Istnieje również test **CUPRAC** (ang. CUPric Reducing Antioxidant Capacity), będący modyfikacją FRAP, w której jony żelaza zastępuje się jonami miedzi, które absorbują przy długości fali 450 nm [55].
- **Test ORAC** (ang. Oxygen Radical Absorbance Capacity) opiera się na zdolności przeciwutleniaczy do hamowania utleniania substratów przez egzogenne utleniacze. 2,2'-azobis-(2-amidynopropan) dichlorowodorek (AAPH) jest silnym utleniaczem, który może inicjować powstawanie rodników nadtlenkowych. Do detekcji rodników w tym teście wykorzystuje się sondy fluorescencyjne, takie jak B-fikoerytryna, fluoresceina oraz H2DCFDA. Gdy rodniki nadtlenkowe reagują z tymi sondami, obserwuje się spadek fluorescencji. Z tego względu stężenie przeciwutleniaczy jest odwrotnie proporcjonalne proporcjonalne do szybkości jej wygaszania [57].

- **Test TRAP** (ang. Total Reactive Antioxidant Potential) opiera się na zdolności przeciwutleniaczy do hamowania reakcji między rodnikami nadtlenkowymi a cząsteczkami docelowymi. Wykorzystuje on chemiluminescencję do monitorowania reakcji z rodnikami nadtlenkowymi, przy czym wartość TRAP jest określana na podstawie czasu, przez który próbka wygasza sygnał chemiluminescencji [51]. Rodniki nadtlenkowe są generowane przez związek azotu przez związek azowy (AAPH), a w procesie tym mierzy się zużycie tlenu, co pozwala określić zdolność antyoksydacyjną próbki [56].

Wady i zalety powyższych testów wraz z krótką charakterystyką podsumowano w tabeli 2.

**Tabela 2.** Podsumowanie przedstawionych testów wraz z ich zaletami i wadami  
**Table 2.** Summary of the tests presented along with their advantages and disadvantages

Test	Charakterystyka	Zalety	Wady
DPPH	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stabilny wolny rodnik WR</li> <li>– pochłania światło przy 517 nm – zanik barwy oznacza neutralizację rodnika przez przeciwutleniacze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– prosty i łatwy w zastosowaniu</li> <li>– stabilność DPPH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stechiometria reakcji zależna od struktury antyoksydantu</li> </ul>
ABTS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oparty na wygaszaniu rodnika kationowego ABTS<sup>+</sup> przez przeciwutleniacze</li> <li>– pomiar absorbancji przy 734 nm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– może być stosowany do antyoksydantów hydrofilowych i lipofilowych,</li> <li>– prosty, szybki i bardzo czuły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stabilność rodnika ABTS<sup>+</sup> wymaga odpowiednich warunków przechowywania</li> </ul>
FRAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oparty na redukcji żelaza przez przeciwutleniacze, prowadzący do powstania kompleksu żelaza (II)</li> <li>– maksymalna absorpcja przy 593 nm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– szybki, tani i stosunkowo prosty test</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– odczynnik FRAP nie jest stabilny przez dłuższy czas</li> <li>– przygotowanie próbek jest czasochłonne</li> </ul>
ORAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mierzy zdolność przeciwutleniaczy do hamowania utleniania substratów</li> <li>– fluorescencja wygasa proporcjonalnie do ilości WR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stosowany w żywności</li> <li>– wysoka powtarzalność wyników</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ograniczony do hydrofilowych przeciwutleniaczy i rodników nadtlenkowych</li> </ul>
TRAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oparty na chemiluminescencji, ocenia zdolność przeciwutleniaczy do wygaszania sygnału po generacji rodników nadtlenkowych przez AAPH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wysoka specyficzność i czułość,</li> <li>– stosowany w badaniach osocza i płynów biologicznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– złożony, czasochłonny</li> <li>– wymaga zaawansowanej aparatury</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [52, 55, 58–60].

Każdy z opisanych testów posiada zarówno zalety, jak i ograniczenia, które mogą wpływać na dokładność i powtarzalność uzyskanych wyników. Niektóre testy charakteryzują się wysoką czułością i selektywnością, podczas gdy inne wyróżniają się prostotą wykonania i krótszym czasem analizy. Wybór odpowiedniego testu powinien uwzględniać specyfikę badanej próbki, zakres zastosowania oraz wymagania dotyczące precyzji pomiarów.

CPA może być wyrażana w różny sposób, w zależności od zastosowanej metody badawczej. Najczęściej stosuje się jednostki oparte na ekwiwalentach standardów, np. Troloxu, co umożliwia porównywanie różnych próbek [55]. Ponadto istnieją parametry pomocnicze służące do oceny poziomu potencjału antyoksydacyjnego. W niektórych testach aktywność antyoksydacyjna może być wyrażona jako procent inhibicji reakcji rodnikowej, odpowiadający zdolności badanego antyoksydantu do przeciwdziałania reakcji utleniania (np. liczbie wygaszonych rodników DPPH w tej metodzie) [10]. Z kolei wartość  $IC_{50}$ , definiowana jako stężenie próbki powodujące 50% zahamowanie aktywności rodnika, stanowi parametr porównawczy siły działania przeciwutleniającego – im niższa jej wartość, tym wyższa aktywność antyoksydacyjna [61].

## Podsumowanie

Naparom ziołowym przypisuje się liczne właściwości prozdrowotne, które są związane z obecnymi w nich antyoksydantami. Dzięki zdolności do neutralizacji WR i RFT mogą one odgrywać istotną rolę w ochronie organizmu przed stresem oksydacyjnym, który przyczynia się do rozwoju wielu chorób. Regularne spożywanie naparów ziołowych może wspierać funkcjonowanie układu sercowo-naczyniowego, nerwowego oraz immunologicznego, a także wykazywać działanie przeciwzapalne i przeciwnowotworowe.

Przedstawione w artykule informacje podkreślają znaczenie naparów jako naturalnego źródła antyoksydantów oraz wskazują na konieczność dalszych badań nad ich składem, biodostępnością i mechanizmami działania. Lepsze zrozumienie tych aspektów może przyczynić się do bardziej efektywnego wykorzystania naparów ziołowych w profilaktyce zdrowotnej.

## PODZIĘKOWANIA

Wkład autora T. W. został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki (UMO-2022/47/D/ST7/02938).

## Literatura

- [1] Nakai K., Kozo D., What are reactive oxygen species, free radicals, and oxidative stress in skin diseases? *International Journal of Molecular Sciences* 2021, 22(19), s. 10799.
- [2] Łuczewska A., Reactive oxygen species-physiological and pathological function in the human body, *Reumatologia*, 2007, 45(5), s. 284–289.
- [3] Puzzino G., Irrera N., Cucinotta M., Pallio G., Mannino F., Arcoraci V., Squadrito F., Altavilla D., Bitto A., Oxidative stress: harms and benefits for human health, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, s. 8416763.
- [4] Phaniendra A., Jestadi D. B., Free radicals: Properties, sources, targets, and their implication in various diseases, *Indian Journal Clinical Biochemistry*, 2015, 30, s. 11–26.
- [5] Pham-Huy L. A., He H., Free radicals, antioxidants in disease and health, *International Journal of Biomedical Science*, 2008, 4(2), s. 89–96.
- [6] Ağagündüz D., Determination of the total antioxidant and oxidant status of some galactagogue and herbal teas, *Food Science and Human Wellness*, 2020, 9(4), s. 377–382.
- [7] Flieger J. i wsp., Antioxidants: classification, natural sources, activity/capacity measurements, and usefulness for the synthesis of nanoparticles, *Materials*, 2021, 14(15), s. 4135.
- [8] Abali E. E., Flieger W., Baj J., Maciejewski R., Lippincott illustrated reviews: Biochemia, (red. wyd. pol.) D. Chlubek, Edra Urban & Partner, Wrocław 2024.
- [9] Bańkowski E., Biochemia. Podręcznik dla studentów uczelni medycznych, Edra Urban & Partner, Wrocław 2004.
- [10] Zych I., Krzepiło A., Pomiar całkowitej zdolności antyoksydacyjnej wybranych antyoksydantów i naparów metodą redukcji rodnika DPPH, *Chemia Dydaktyka Ekologia Metrologia*, 2010, 1(15), s. 51–54.
- [11] Puzanowska-Tarasiewicz H. i wsp., Antyoksydanty a reaktywne formy tlenu, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2010, 1, s. 9–14.
- [12] Falkowski M., Kuźmicka L., Tarasiewicz M., Stres oksydacyjny w jamie ustnej – przyczyny i konsekwencje [w:] *Holistyczny wymiar współczesnej medycyny*. T. 1, (red.) E. Krajewska-Kułak C. Łukaszuk, J. Lewko, W. Kułak, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku 2015.
- [13] Jain A., Mehra N. K., Swarnakar N. K., Role of antioxidants for the treatment of cardiovascular diseases: Challenges and opportunities, *Current Pharmaceutical Design*, 2015, 21, s. 4441–4455.
- [14] Fuchs-Tarlovsky V., Role of antioxidants in cancer therapy, *Nutrition*, 2013, 29(1), s. 15–21.
- [15] Addor F., Antioxidants in dermatology, *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 2017, 92(3), s. 356–362.
- [16] Karre L., Lopez K., Getty K. J., Natural antioxidants in meat and poultry products, *Meat Science*, 2013, 94(2), s. 220–227.

- [17] Wnęk D., Antyoksydanty – rola, podział i właściwości, 2023, <https://www.mp.pl/pacjent/dieta/zasady/331612,antyoksydanty-rola-podzial-i-wlasciwosci> (22.04.2025).
- [18] Chandra P., Sharma R. K., Arora D. S., Antioxidant compounds from microbial sources: A review, *Food Research International*, 2020, 129, s. 108849.
- [19] Das A. K., Islam N., Faruk O., Dungani A. R., Review on tannins: extraction processes, applications and possibilities, *South African Journal of Botany*, 2020, 135, s. 58–70.
- [20] Chan E. W. C., Soh E. Y., Tie P. P., Law Y. P., Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*, *Pharmacognosy Research*, 2011, 3(4), s. 266–272.
- [21] Ambigaipalan P., Oh W. Y., Shahidi F., Epigallocatechin (EGC) esters as potential sources of antioxidants, *Food Chemistry*, 2020, 309, s. 125609.
- [22] Leung L. K., Su Y., Chen R., Zhang Z., Huang Y., Chen Z. Y., Theaflavins in black tea and catechins in green tea are equally effective antioxidants, *The Journal of Nutrition*, 2001, 131(9), s. 2248–2251.
- [23] Poblócka-Olech L., Marcinkowska K., Krauze-Baranowska M., Naryngenina i jej pochodne – flawanony o wielokierunkowej aktywności farmakologicznej, 2006, [www.czytelniamedyczna.pl](http://www.czytelniamedyczna.pl) (22.04.2025).
- [24] Sarnowska M., Gawron-Gzella A., Rooibos (*Aspalathus linearis* (Burm. f.) R. Dahlgren) – substancje biologicznie aktywne i działanie farmakologiczne, *Postępy Fitoterapii*, 2016, 3, s. 189–199.
- [25] Sokół-Łętowska A., Kucharska A., Comparison of the quality of mint teas available in the retail network, *Herbalism*, 2020, 1(6), s. 32–43.
- [26] Domańska A., Mertas A., Król W., Flawonoidy jako środki przeciwzapalne w leczeniu chorób przyzębia, *Postępy Fitoterapii*, 2008, 1, s. 32–36.
- [27] Wilczyńska A., Retel M., Oszacowanie pobrania związków fenolowych z diety z uwzględnieniem udziału miodów pszczelich, *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2011, 92(4), s. 709–712.
- [28] Kozłowska M., Czekala Ł., Stilbenes and their role in disease resistance, *Progress in Plant Protection*, 2017, 57(1), s. 27–35.
- [29] Włodarczyk M., *Fitochemia. Struktury substancji pochodzenia naturalnego: skrypt do nauki farmakognozji dla studentów farmacji, Katedra i Zakład Farmakognozji Akademii Medycznej we Wrocławiu, Wrocław 2007.*
- [30] Murray R. K., Granner D. K., Rodwell V. W., *Biochemia Harpera ilustrowana*, PZWL, Warszawa 2017.
- [31] Yan Z., Zhong Y., Duan Y., Chen Q., Li F., Antioxidant mechanism of tea polyphenols and its impact on health benefits, *Animal Nutrition*, 2020, 6(2), s. 115–123.
- [32] Bešlo D., Golubić N., Rastija V., Agić D., Karnaš M., Šubarić D., Lučić B., Antioxidant activity, metabolism, and bioavailability of polyphenols in the diet of animals, *Antioxidants*, 2023, 12(6), s. 1141.
- [33] Flórez M., Cazón P., Vázquez M., Antioxidant extracts of nettle (*Urtica dioica*) leaves: Evaluation of extraction techniques and solvents, *Molecules*, 2022, 27(18), s. 6015.

- [34] Sadowska M., Świdorski F., Kromołowska R., Polifenole – źródła naturalnych przeciwutleniaczy, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2011, 1, s. 108–111.
- [35] McKay D., Blumberg J., A Review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.), *Phytotherapy research*, 2006, 20(8), s. 619–633.
- [36] Inarejos-Garcia A. M., Heil J., Martorell P., Álvarez B., Llopis S., Helbig I., Liu J., Quebbeman B., Nemeth T., Holmgren D., Morlock G. E., Effect-directed, chemical and taxonomic profiling of peppermint proprietary varieties and corresponding leaf extracts, *Antioxidants*, 2023, 12(2), s. 476.
- [37] Draginic N., Andjic M., Jeremic J., Zivkovic V., Kocovic A., Tomovic M., Bozin B., Kladar N., Bolevich S., Jakovljevic V., Milosavljevic I., Anti-inflammatory and antioxidant effects of *Melissa officinalis* extracts: A comparative study, *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 2022, 2(1), e126561.
- [38] Miraj S., Rafeian-Kopaei M., Kiani S., *Melissa officinalis* L: A review study with an antioxidant prospective, *Journal of Evidence-based Complementary & Alternative Medicine*, 2017, 22(3), s. 385–394.
- [39] Lana Y. M., Sarguul H. S., Aveen N. A., *Melissa officinalis* gastroprotective and antioxidant efficacy, *Journal of Functional Foods*, 2023, 105, s. 105550.
- [40] Shonte T. T., Duodu K. G., de Kock H. L., Effect of drying methods on chemical composition and antioxidant activity of underutilized stinging nettle leaves, *Heliyon*, 2020, 6(5), e03938.
- [41] Bhusal K. K., Magar S. K., Thapa R., Lamsal A., Bhandari S., Maharjan R., Shrestha S., Shrestha J., Nutritional and pharmacological importance of stinging nettle (*Urtica dioica* L.): A review, *Heliyon*, 2022, 8(6), e09717.
- [42] Repajić M., Cegledi E., Zorić Z., Pedisić S., Elez Garofulić I., Radman S., Palčić I., Dragović-Uzelac V., Bioactive compounds in wild nettle (*Urtica dioica* L.) leaves and stalks: Polyphenols and pigments upon seasonal and habitat variations, *Foods*, 2021, 10(1), s. 190.
- [43] Srivastava J. K., Shankar E., Gupta S., Chamomile: A herbal medicine of the past with a bright future, *Molecular medicine reports*, 2010, 3(6), s. 895–901.
- [44] Gerolis L. G. L., Lameiras F. S., Krambrock K., Neves M. J., Effect of gamma radiation on antioxidant capacity of green tea, yerba mate, and chamomile tea as evaluated by different methods, *Radiation Physics and Chemistry*, 2017, 130, s. 177–185.
- [45] Tomac I., Budić L., Bobovec J., Jakobek L., Matic P., Determination of sage tea polyphenols and their antioxidant effects using an electrochemical DNA-based biosensor, *Beverages*, 2023, 9(3), s. 76.
- [46] Walch S. G., Tinzoh L. N., Zimmermann B. F., Antioxidant capacity and polyphenolic composition as quality indicators for aqueous infusions of *Salvia officinalis* L. (sage tea), *Frontiers in Pharmacology*, 2011, 2, s. 79.
- [47] İlyasoglu H., Zenzemoglu T. E. A., Effect of brewing conditions on sensorial and antioxidant properties of sage tea, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 2022, 25, s. 214–221.

- [48] Poullos E., Giaginis C., Vasios G. K., Current state of the art on the antioxidant activity of sage (*Salvia* spp.) and its bioactive components, *Planta medica*, 2020, 86(4), s. 224–238.
- [49] Ağagündüz D., Determination of the total antioxidant and oxidant status of some galactagogue and herbal teas, *Food Science and Human Wellness*, 2020, 9(4), s. 377–382.
- [50] Zhao C. N., Tang G. Y., Cao S. Y., Xu X. Y., Gan R. Y., Liu Q., Mao Q. Q., Shang A., Li H. B., Phenolic profiles and antioxidant activities of 30 tea infusions from green, black, oolong, white, yellow and dark teas, *Antioxidants*, 2019, 8(7), s. 215.
- [51] Pisoschi A., Negulescu G., Methods for total antioxidant activity determination: A review, *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 2012.
- [52] Blois M. S., Antioxidant determinations by the use a stable free radical, *Nature*, 1958, s. 1199–1200, 11(1).
- [53] Pisoschi A. M., Cheregi M. C., Danet A. F., Total antioxidant capacity of some commercial fruit juices: Electrochemical and spectrophotometrical approaches, *Molecules*, 2009, 14(1), s. 480–493.
- [54] Miller N. J., Rice-Evans C., Davies M. J., Gopinathan V., Milner A., A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates, *Clinical Science*, 1993, 84(4) s. 407–412.
- [55] Silvestrini A., Meucci E., Ricerca B. M., Mancini A., Total antioxidant capacity: biochemical aspects and clinical significance, *International Journal of Molecular Sciences*, 2023, 24(13), 10978.
- [56] Usda J. M., Oxidative stress status in vivo total antioxidant capacity: Comparison of different analytical methods, *Free Radical Biology & Medicine*, 1999, 27(11–12), s. 1173–1181.
- [57] Gupta S., Meucci E., Ricerca B. M., Mancini A., Total antioxidant capacity – relevance, methods and clinical implications, *Andrologia*, 2021, 53(2), e13624.
- [58] Molyneux P., The use of the stable radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Journal of Science & Technology*, 2004, 26(2), s. 211–219.
- [59] Rice-Evans C. A., Miller N. J., Bolwell P. G., Bramley P. M., Pridham J. B., The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids, *Free Radical Research*, 1995, 22(4), s. 375–383.
- [60] Chanput W., Krueyos N., Ritthiruangdej P., Anti-oxidative assays as markers for anti-inflammatory activity of flavonoids, *International Immunopharmacology*, 2016, 40, s. 170–175.
- [61] Ye Y., Krueyos N., Ritthiruangdej P., Quality analysis and antioxidant activity of different types of tea powder, *Food Production, Processing and Nutrition*, 2024, 6(36).

## **Melilotus officinalis – tradycyjne zastosowania i współczesna wiedza fitochemiczna i farmakologiczna**

### **Melilotus officinalis – traditional uses and modern phytochemical and pharmacological knowledge**

Grzegorz Kos<sup>1,2</sup>, Agnieszka Szopa<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Studenckie Koło Naukowe Biotechnologii Roślin i Grzybów Leczniczych, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

<sup>2</sup> Katedra Biotechnologii Roślin i Grzybów Leczniczych, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

\*e-mail: [a.szopa@uj.edu.pl](mailto:a.szopa@uj.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** nostryk żółty, nostryk lekarski, kumaryna, działanie przeciwzapalne, właściwości przeciwutleniające, ekstrakty roślinne, zastosowanie w fitoterapii i kosmetologii

**Keywords:** melilot, melilotus officinalis, coumarin, anti-inflammatory effect, antioxidant properties, plant extracts, use in phytotherapy and cosmetology

---

### **Streszczenie:**

*Melilotus officinalis* (nostryk żółty) to gatunek rośliny leczniczej o wielowiekowej tradycji stosowania, który obecnie zyskuje na zainteresowaniu naukowym. W ramach pracy omówiono cechy ekologiczne i botaniczne, skład chemiczny, działanie farmakologiczne oraz potencjalne zastosowania *M. officinalis* w lecznictwie i kosmetologii. Ziele nostryka zawiera szereg związków biologicznie czynnych, w tym kumarynę i jej pochodne, flawonoidy, saponiny, sterole, kwasy fenolowe oraz związki azotowe. Szczególną uwagę zwrócono na dikumarol, produkt metabolizmu kumaryny, będący prototypem nowoczesnych leków przeciwzakrzepowych. Ekstrakty z ziela nostryka wykazują właściwości antyoksydacyjne, przeciwzapalne, wazoprotekcyjne, przeciwochrząstkowe oraz przyspieszają gojenie ran. Najnowsze doniesienia naukowe wskazują na nowe kierunki aktywności surowca – działanie anksjolityczne oraz neuroprotektoryjne. Ekstrakty z *M. officinalis* mają zastosowanie w leczeniu trudno gojących się ran, takich jak owrzodzenia w przebiegu zespołu stopy cukrzycowej. Roślina jest również wykorzystywana w kosmetologii jako składnik o działaniu pielęgnacyjnym i aromatyzującym. Pomimo rosnącej liczby badań wciąż brakuje danych dotyczących wykorzystania kultur *in vitro* *M. officinalis* jako alternatywnego źródła związków czynnych. Praca wskazuje na potrzebę kontynuacji badań nad biotechnologicznym i klinicznym potencjałem tej rośliny oraz propagowania jej zastosowań w produktach leczniczych, dietetycznych i kosmetycznych.

## Abstract

*Melilotus officinalis* (yellow melilot) is a species of medicinal plant with a centuries-old tradition of use, which is currently gaining scientific interest. The paper discusses the ecological and botanical features, chemical composition, pharmacological activity and potential applications of *M. officinalis* in medicine and cosmetology. The melilot herb contains a number of biologically active compounds, including coumarin and its derivatives, flavonoids, saponins, sterols, phenolic acids and nitrogen compounds. Particular attention was paid to dicoumarol, a product of coumarin metabolism, which is a prototype of modern antithrombotic drugs. Melilot herb extracts exhibit antioxidant, anti-inflammatory, vasoprotective, anti-edematous and wound healing properties. The latest scientific reports indicate new directions of the raw material's activity – anxiolytic and neuroprotective effects. *M. officinalis* extracts are used in the treatment of difficult-to-heal wounds, such as ulcers in the course of diabetic foot syndrome. The plant is also used in cosmetology as an ingredient with care and aromatizing effects. Despite the growing number of studies, there is still a lack of data on the use of in vitro cultures of *M. officinalis* as an alternative source of active compounds. The work indicates the need to continue research on the biotechnological and clinical potential of this plant and the need to promote its use in medicinal, dietary and cosmetic products.

## Wprowadzenie

Wśród roślin leczniczych szczególną grupę stanowią te, których wieloletnie zastosowanie tradycyjne zyskuje potwierdzenie we współczesnych badaniach i rekomendacjach instytucji zdrowia publicznego. Interesującym z tego punktu widzenia gatunkiem leczniczym, wprowadzonym między innymi do Farmakopei Europejskiej oraz Farmakopei Polskiej, jest gatunek *Melilotus officinalis* L. (nostrzyk żółty), należący do rodziny *Fabaceae* (bobowate) [1] – znany z medycyny starożytnej i ludowej, a obecnie zyskujący na zainteresowaniu. Wzmianki o powszechnym stosowaniu *M. officinalis* pojawiły się już w dziele Dioskurydesa „Materia Medica” z około 70 roku n.e. Wspominał o nim w swoich pracach również Galen, a także inni autorzy średniowiecznych i nowożytnych traktatów medycznych [2]. Tradycyjnie ziele nostrzyka stosowano w leczeniu owrzodzeń i stanów zapalnych skóry [3]. W monografii Farmakopea Polska XIII za substancję roślinną uznaje się ziele nostrzyka (*Meliloti herba*), które powinno zawierać nie mniej niż 0,3% kumaryny w suchej masie surowca [4]. Ziele nostrzyka żółtego jest również wykorzystywane w tradycyjnej medycynie chińskiej (Traditional Chinese Medicine – TCM) i posiada swoją monografię w Farmakopei Chińskiej Republiki Ludowej, gdzie przypisuje się mu głównie działanie detoksyfikujące [5].

Według wytycznych Europejskiej Agencji Leków (European Medicines Agency – EMA) ziele nostrzyka żółtego może być stosowane w leczeniu uczucia ciężkości nóg związanego z niewielkimi zaburzeniami krążenia oraz w łagodzeniu stanów

zapalnych skóry. Wskazania te opracowano na podstawie długotrwałego, tradycyjnego stosowania surowca, z zaznaczeniem, że może on być stosowany bez nadzoru lekarza [6]. W europejskiej bazie składników kosmetyków CosIng ekstrakt z ziela nostrzyka figuruje jako dopuszczony do stosowania składnik zapachowy (Baza Cosmetic Ingredients). Wszystko to sprawia, że *M. officinalis* jest składnikiem wielu leków i suplementów diety sprzedawanych bez recepty, a także produktów spożywczych i kosmetyków.



**Rysunek 1.** Wygląd morfologiczny gatunku *Melilotus officinalis*

**Figure 1.** Morphological appearance of the species *Melilotus officinalis*

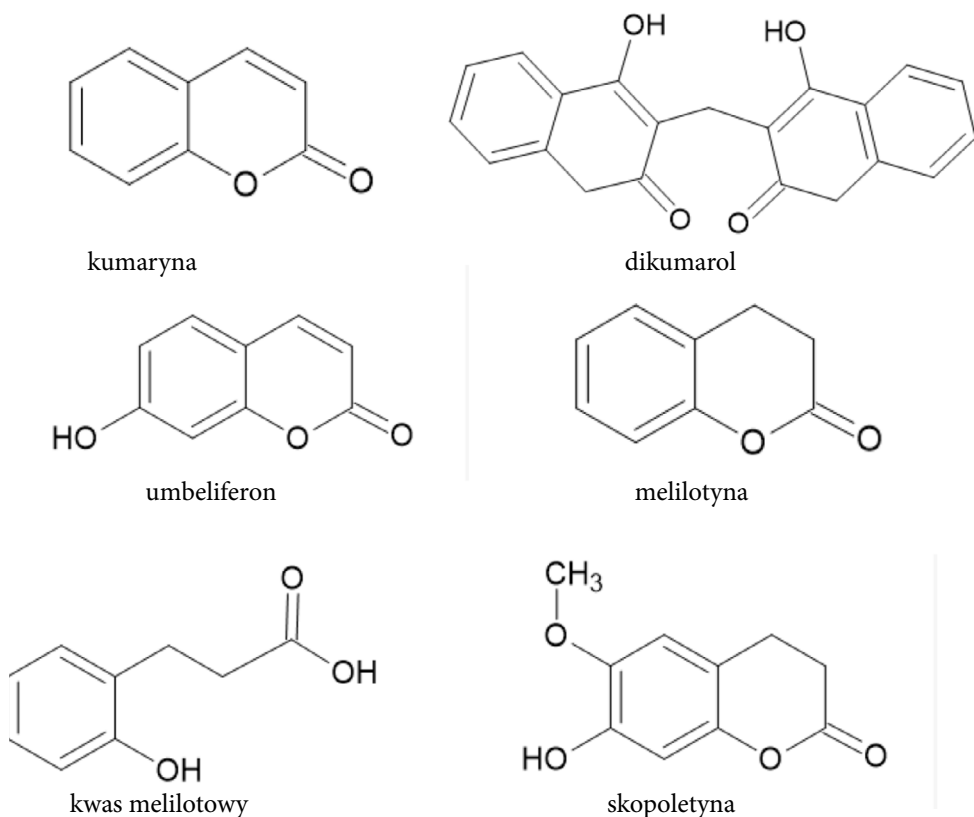
Źródło: Douglas Goldman, CC4.0, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MelilotusO13.jpg> [17, 26].

### **Charakterystyka ekologiczna i botaniczna gatunku**

Nostrzyk żółty jest rośliną zielną występującą w formie jednorocznej lub dwuletniej. Osiąga wysokość do 250 cm. Trójlistkowe liście złożone wyrastają z prostych, wzniesionych łodyg, zazwyczaj silnie rozgałęzionych. Na ich szczytach występują kwiatostany typu grona o długości do 10 cm, złożone z licznych kwiatów motylkowych o płatkach barwy żółtej lub kremowej [8]. Zielone pędy rozwijają się najczęściej wczesną wiosną, natomiast kwitnienie przypada na okres od lipca do

października. Z kwiatów rozwijają się strąki długości 3–4 mm, zawierające po jednym nasieniu. System korzeniowy jest silnie rozwinięty – główny korzeń palowy może sięgać głębokości nawet 120 cm. Charakterystyczną cechą rośliny jest zapach, określany jako woń suszącej się trawy [9–11] (rys. 1).

Naturalny obszar występowania *M. officinalis* obejmuje Europę i Azję, w tym tereny Bliskiego Wschodu oraz zachodnią część Syberii. Z tych obszarów *M. officinalis* został introdukowany między innymi do Chin, Ameryki Północnej i Południowej, Afryki Południowej oraz Australii [11]. Rozprzestrzenianie się *M. officinalis* wiąże się z uprawami prowadzonymi w celu pozyskania wysokiej jakości paszy dla zwierząt lub poprawy jakości gleby [11]. *M. officinalis* jest gatunkiem o niskich wymaganiach glebowych, zaliczanym do tzw. roślin pionierskich [13–14]. W Stanach Zjednoczonych *M. officinalis* został uznany za gatunek inwazyjny i jest zwalczany w wielu ekosystemach ze względu na wypieranie rodzimych gatunków roślin [15–16].



**Rysunek 2.** Wybrane składniki bioaktywne zawarte w ziele nostrzyka żółtego  
**Figure 2.** Selected bioactive compounds present in yellow sweet clover herb

Źródło: opracowanie własne na podstawie [18, 24].

## Skład chemiczny surowca

Ziele nostrzyka żółtego jest przede wszystkim znanym źródłem związków z grupy kumaryn [17] (rys. 2). Ponadto zawiera fitoskładniki z grupy flawonoidów, saponin, steroli, karotenoidów oraz kwasów fenolowych [18].

Zawartość wolnej kumaryny w świeżo zebranych roślinach jest niewielka. Występują w nich głównie glikozydy kwasu trans-o-hydroksycynamonowego (melilotozyd) oraz glikozydy kwasu o-kumarowego. Po uszkodzeniu tkanek oraz podczas suszenia ziela glikozydy ulegają hydrolizie pod wpływem obecnej w roślinie  $\beta$ -glukozydazy. W efekcie z glikozydów powstaje kwas o-kumarynowy, który następnie ulega wewnętrznej estryfikacji prowadzącej do powstania kumaryny [19] (rys. 3). Zawartość kwasu o-hydroksycynamonowego w ziele nostrzyka wynosi około 5,3% suchej masy [20]. Z kolei zawartość kumaryny w przeliczeniu na suchą masę surowca może wahać się od 0,3% do 1,5% [17, 21].

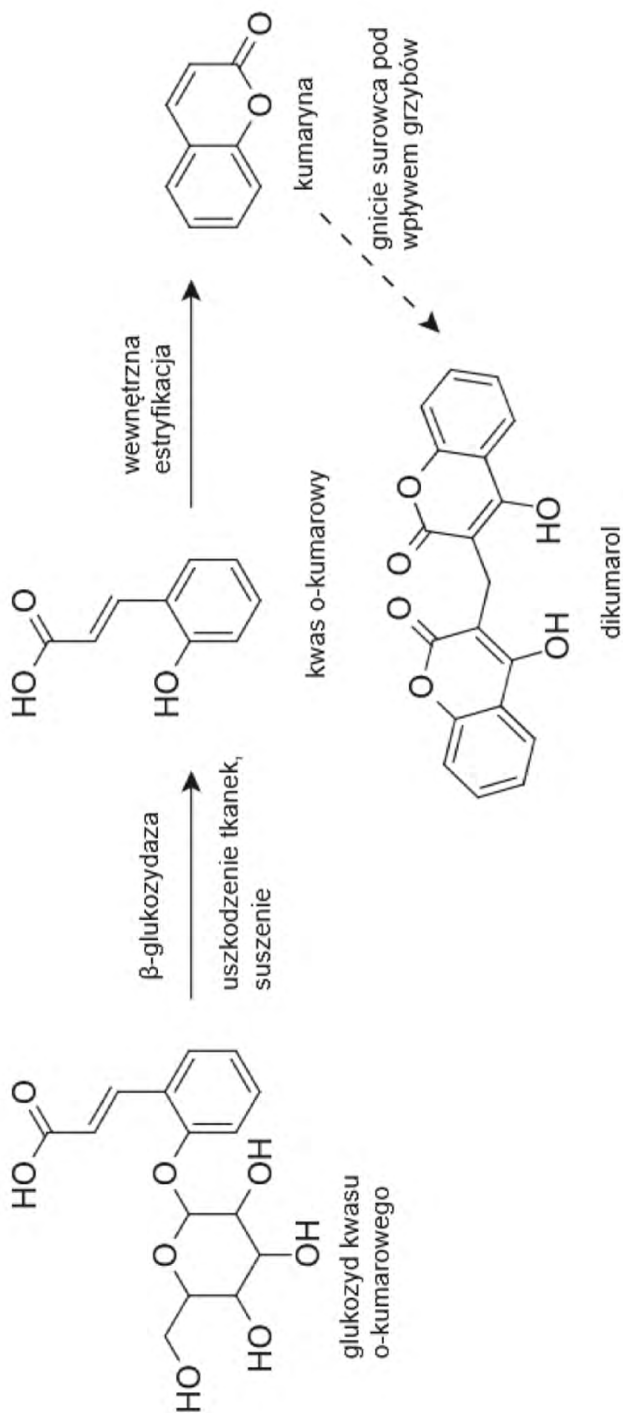
Do występujących w ziele nostrzyka hydroksykumaryn zalicza się umbeliferon (7-hydroksykumaryna), skopoletyna (7-hydroksy-6-metoksykumaryna) oraz melilotynę (3,4-dihydrokumaryna) [22].

Szczególnym związkiem z grupy kumaryn obecnym w ziele nostrzyka jest dikumarol. Po raz pierwszy został on zidentyfikowany jako związek powodujący krwawienia u bydła karmionego paszą zawierającą przegniłe ziele nostrzyka żółtego [22]. Badania wykazały, że dikumarol powstaje w procesie dimeryzacji kumaryny, zachodzącym pod wpływem grzybów z rodzaju *Aspergillus* lub *Penicillium*, powodujących gnienie surowca [24]. Dikumarol jest antagonistą witaminy K, a jego struktura chemiczna stała się podstawą do opracowania warfaryny, będącej powszechnie stosowanym lekiem przeciwzakrzepowym [5]. Odpowiednio przechowywane suszone ziele nostrzyka nie zawiera istotnych ilości dikumarolu [26].

Poza kumarynami najważniejszymi związkami o budowie fenolowej występującymi w surowcu są kwasy fenolowe, takie jak kwas melilotowy, kwas p-kumarowy, kwas o-kumarowy, kwas kawowy, kwas ferulowy, kwas p-hydroksybenzoesowy oraz kwas salicylowy, jak również flawonoidy, takie jak rutozyd, hyperozyd i hesperydyna, które razem tworzą istotną komponentę związków fenolowych [18, 27].

W ziele nostrzyka żółtego należy wyróżnić również frakcję saponinową, w której dominują saponiny triterpenowe, takie jak melitogenina, sojasaponina I, wistariasaponina D oraz astragalozyd VII [28].

Surowiec zawiera również związki azotowe: alantoinę, kwas alantoinowy oraz trygonelinę [27]. Alantoina jest pochodną mocznika i u roślin stanowi produkt pośredni katabolizmu puryn [29]. Trygonelina z kolei jest alkaloidem pirydynowym – pochodną niacyny (witaminy B3) [30].



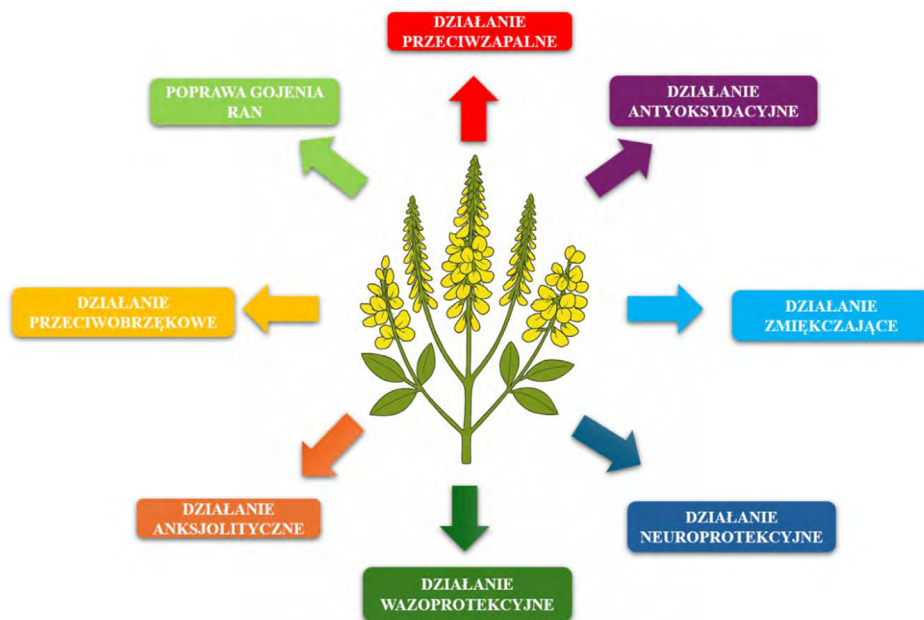
**Rysunek 3.** Proces powstawania kumaryny oraz dikumarolu w ziele *Melilotus officinalis*  
**Figure 3.** The process of coumarin and dicoumarol formation in the herb of *Melilotus officinalis*  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [18, 24].

## Aktywność farmakologiczna

Ekstrakty z zieleńca nostryka żółtego wykazują szerokie spektrum aktywności farmakologicznej, co determinuje szerokie zastosowanie surowca zarówno w podaniu zewnętrznym, jak i wewnętrznym. Wśród najważniejszych kierunków działania ekstraktów z tego surowca wymienić należy działanie antyoksydacyjne, przeciwzapalne, wazoprotekcyjne, przeciwobrzękowe, zmiękczające oraz przyspieszające gojenie ran (rys. 3).

Działanie antyoksydacyjne ekstraktów z zieleńca nostryka żółtego związane jest z wysoką zawartością związków fenolowych. Mladenović i wsp. wykazali, że najwyższa całkowita zawartość flawonoidów w przeliczeniu na rutynę jest uzyskiwana poprzez ekstrakcję surowca acetonem i wynosi 53 mg/g suchego ekstraktu. Z kolei najwyższa całkowita zawartość związków fenolowych, w przeliczeniu na kwas galusowy, uzyskiwana jest przez ekstrakcję wodą i wynosi 36 mg na 1 g suchego ekstraktu. W tym samym badaniu wykazano, że zdolność ekstraktów z zieleńca nostryka żółtego do zmiatania wolnych rodników ustalona w oparciu o test DPPH jest wyższa niż w przypadku ekstraktów z owocu aronii czarnej i jest istotnie skorelowana z zawartością związków fenolowych w ekstrakcie [31]. Działanie antyoksydacyjne surowca zostało potwierdzone również w badaniach zdolności zmiatania wolnych rodników ABTS<sup>•+</sup>, HO<sup>•</sup> oraz O<sub>2</sub><sup>•</sup> metodą spektroskopii EPR (electron paramagnetic resonance) oraz zdolności chelatowania jonów żelaza [32–33].

Właściwości przeciwzapalne ekstraktu z zieleńca nostryka żółtego potwierdzono w badaniach na królikach, u których wywoływano ostrą reakcję zapalną. Wykazano, że ekstrakt wodno-etanolowy z tego surowca osłabia proces zapalny. U zwierząt, którym podano wyciąg drogą dootrzewnową, obserwowano zmniejszenie zdolności leukocytów do fagocytozy, spadek liczby neutrofilów oraz obniżenie ilości wytwarzanego w fagocytach tlenku azotu (NO). Efekt ten był podobny do obserwowanego u zwierząt, którym podawano standaryzowany roztwór kumaryny [34]. Dodatkowo na podstawie przeprowadzonych badań *in vitro* stwierdzono, że związki czynne zawarte w ekstraktach z zieleńca *M. officinalis* mogą wywierać efekt przeciwzapalny na drodze interakcji z receptorami adenozynowymi A<sub>2A</sub>, które odgrywają istotną rolę w ograniczaniu stanu zapalnego. Związki obecne w ekstrakcie etanolowym z zieleńca nostryka wykazały znaczne powinowactwo do tych receptorów w badaniu wypierania wzorcowego radioliganda [35].



**Rycina 4.** Wybrane kierunki działania ekstraktów z ziele *Melilotus officinalis*  
**Figure 4.** Selected directions of activity of extracts from the herb of *Melilotus officinalis*

Źródło: opracowanie własne na podstawie [27, 31, 36].

Ziele nostrzyka żółtego było tradycyjnie stosowane w leczeniu ran i owrzodzeń. Przygotowywano z niego plaster nostrzykowy (*Emplastrum Meliloti*), będący rodzajem maści nakładanej na opatrunek i przykładanej do ran i owrzodzeń w celu poprawy oraz przyspieszenia ich gojenia [37]. Współcześnie udowodniono, że stosowane zewnętrznie ekstrakty z ziele *M. officinalis* pozytywnie wpływają na proces gojenia ran, w tym trudno gojących się, takich jak owrzodzenia w przebiegu zespołu stopy cukrzycowej. Badania *in vitro* przeprowadzone przez Pastorino i wsp. na keratynocytach i fibroblastach wykazały, że ekstrakt etanolowy z ziele *M. officinalis* o stężeniu 50 µg/ml przyspiesza proces zasklepienia wytworzonej na płytce hodowlanej rany o 600% względem próby kontrolnej [36]. Z kolei w badaniach klinicznych na grupie 75 pacjentów z zespołem stopy cukrzycowej ekstrakty etanolowe z ziele *M. officinalis* wykazały pozytywne efekty przy jednoczesnym podaniu dożylnym i miejscowym. Odnotowano m.in. statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) zmniejszenie obszaru owrzodzenia [38]. Istotną rolę w tych przypadkach odgrywa działanie przeciwbakteryjne ekstraktów z ziele *M. officinalis*. Badania Mladenović i wsp. wykazały, że suche ekstrakty (etanolowy i acetonowy) z ziele nostrzyka wykazują zdolność hamowania rozwoju bakterii Gram-dodatnich, takich jak *Staphylococcus aureus*. Wykazano także słabe działanie przeciwgrzybicze tych ekstraktów. Stwierdzono dodatkowo, że ekstrakt acetonowy wykazuje zdolność ograniczania rozwoju biofilmu [31].

Prowadzono również badania mające na celu opracowanie opatrunków zawierających wyciąg z ziela *M. officinalis* o działaniu przeciwbakteryjnym, jednak nie przeprowadzono dla nich testów *in vivo* [39].

Na podstawie wyników badań Zhao i wsp. stwierdzono, że ekstrakt z ziela nostrzyka może wykazywać właściwości neuroprotektcyjne. W ramach tych badań przeprowadzono eksperyment na szczurach, u których sztucznie wywołano niedokrwienie mózgu. Zwierzętom w trzech grupach badanych podawano ekstrakt wodny z ziela *M. officinalis* w dawkach 100, 200 i 500 mg/kg masy ciała. Badane szczury wykazywały statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) zmniejszenie zaburzeń neurologicznych w porównaniu ze szczurami z grupy kontrolnej. Na podstawie przeprowadzonych sekcji stwierdzono również, że rozmiar obszaru tkanki mózgowej objętej zawałem był u nich istotnie ( $p < 0,05$ ) mniejszy i zmniejszał się ze wzrostem dawki ekstraktu. Ponadto w badanej tkance mózgowej zwierząt z grup doświadczalnych stwierdzono istotnie ( $p < 0,05$ ) obniżoną zawartość czynników proapoptotycznych [40].

Badania Kaur i wsp. przeprowadzone na myszach wykazały istotny efekt anksjolityczny ekstraktu etanolowego z ziela *M. officinalis*. Przeprowadzone testy uniesionego labiryntu krzyżowego (elevated plus maze – EPM) oraz komory luster (mirror chamber test) wykazały znaczny spadek nasilenia reakcji związanych ze strachem u myszy, którym podawano ekstrakt etanolowy, w porównaniu z grupą kontrolną. Uzyskane wyniki były niemal porównywalne z rezultatami uzyskanymi w grupie referencyjnej, w której myszom podawano diazepam. Podobnego działania nie wykazywały ekstrakty z części podziemnych rośliny ani ekstrakty wodne, chloroformowe i eterowe z ziela. Skład ekstraktu etanolowego zbadano metodą wysokosprawnej chromatografii cienkowarstwowej (HPTLC) z analizą densytometryczną. Wykazano, że zawierał on flawonoidy, garbniki, aminokwasy, kumarynę oraz węglowodany. Nie podano jednak konkretnych związków z tych grup poza kumaryną [41].

## Zastosowania kosmologiczne surowca

Ziele *M. officinalis* jest dość powszechnie wykorzystywane w kosmologii. Ekstrakty, ze względu na właściwości zmiękczające skórę, przeciwzapalne i antyoksydacyjne, mają zastosowanie jako składniki kosmetyków do pielęgnacji skóry. Pastorino i wsp. w badaniach na keratynocytach i fibroblastach wykazali, że ekstrakt etanolowy z ziela nostrzyka o stężeniu 50  $\mu\text{g/ml}$  istotnie nasila wytwarzanie kolagenu typu I przez fibroblasty. Jednocześnie wykazuje on zdolność do nasilania lipolizy w ludzkich adipocytach, co skutkuje zmniejszaniem się objętości kropeł tłuszczu wewnątrz tych komórek [36]. Brak jest jednak dostępnych wyników badań *in vivo* w tym zakresie.

Ziele *M. officinalis* jest również źródłem substancji zapachowych stosowanych jako składniki perfum. Otrzymuje się z niego między innymi olejek eteryczny zawierający przede wszystkim kumarynę oraz *cis*-3-heksen-1-ol, będące związkami o słodkim, trawiastym zapachu [42]. Inną substancją zapachową otrzymaną z ziela nostrzyka żółtego jest dihydrokumaryna. Olaharski i wsp. w badaniu przeprowadzonym w warunkach *in vitro* wykazali, że może ona hamować proces starzenia tkanek poprzez inhibicję enzymów z grupy sirtuin, które odpowiadają między innymi za regulację ekspresji genów związanych z procesem starzenia [43]. Inne badania Quijano-Celis i wsp. nie wykazały jednak obecności dihydrokumaryny w olejku otrzymanym metodą destylacji liści nostrzyka żółtego [42].

### **Stan badań nad kulturami *in vitro* *M. officinalis***

Mimo silnej pozycji ziela *M. officinalis* w lecznictwie oraz licznych współczesnych badań dotyczących jego zastosowania badania biotechnologiczne nad kulturami tkankowymi *M. officinalis* prowadzonymi w warunkach *in vitro* pozostają nieliczne. Jedyne dostępne badanie przeprowadzone z wykorzystaniem kultur *in vitro* *M. officinalis* dotyczy potwierdzenia ich zdolności do endogennej akumulacji ołowiu [44]. Zaproponowanie kultur *in vitro* *M. officinalis* jako źródła związków biologicznie czynnych jest potencjalnie interesującym tematem badań naukowych.

### **Podsumowanie**

Nostrzyk żółty jest rośliną leczniczą o zarówno ugruntowanym zastosowaniu tradycyjnym, jak i o potwierdzonych badaniami właściwościach leczniczych. Mimo że jest on znany od starożytności jako środek przeciwzapalny i poprawiający gojenie ran, współczesne badania pozwalają nadal odkrywać nowe, potencjalne kierunki zastosowania *M. officinalis*. Doniesienia o kierunkach działania ekstraktów z tego surowca, takich jak efekt anksjolityczny czy neuroprotektyny, są obiecujące, jednak wymagają dalszych badań. Brak jest również badań biotechnologicznych nad kulturami *M. officinalis* prowadzonymi w warunkach *in vitro*, których wyniki mogą przynieść nowe informacje na temat zastosowania tej rośliny. W związku z tym dla dalszego rozwoju wiedzy na temat zastosowań medycznych tego gatunku istotne będą badania biotechnologiczne, a także szersze badania kliniczne, zwłaszcza pod kątem zastosowania ekstraktów w leczeniu trudno gojących się ran.

## Literatura

- [1] The World Flora Online, *Melilotus officinalis* (L.) Lam, <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0001055378> (stan na dzień 1 lutego 2025).
- [2] Cutler T., *Melilotus officinalis* – The source of dicoumarol which gave rise to warfarin, [w:] *Modern medicines from plants*, t. 28, (red.) H. Oakeley, CRC Press, Boca Raton, 2024, s. 219–223.
- [3] Senderski M., *Prawie wszystko o ziołach i ziołolecznictwie*, t. II, Mateusz E. Senderski, Podkowa Leśna 2015.
- [4] URPLW MiPB, *Meliloti herba*, *Farmakopea Polska XIII*, Warszawa 2023.
- [5] Sun C., Zhao W., Wang X., Sun, Y., Chen X., A pharmacological review of dicoumarol: An old natural anticoagulant agent, *Pharmacological Research*, 2020, 160, 105193.
- [6] European Medicines Agency, *Melilot: Summary for the public*, 2018, <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/herbal/meliloti-herba> (stan na dzień 16 lutego 2025).
- [7] Komisja Europejska, *Ingredient: Melilotus officinalis herb extract, cosmetic ingredients*, <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cosing/details/40052> (stan na dzień 30 marca 2025).
- [8] Akhalkatsi M., Pfauth M., Calvin C. L., Structural aspects of ovule and seed development and nonrandom abortion in *Melilotus officinalis* (Fabaceae), *Protoplasma*, 1999, 208, s. 211–223.
- [9] United States Forest Service, *Yellow Sweetclover (Melilotus officinalis)*, 2015, <https://www.fs.usda.gov/database/feis/plants/forb/melspp/all.html#Botanical%20description> (stan na dzień 17 lutego 2025).
- [10] Turkingtoni R. A., Cavers P. B., Rempel E., The biology of Canadian weeds: 29. *Melilotus alba* Desr. and *M. officinalis* (L.) Lam, *Canadian Journal Plant Science*, 1978, 5E: s. 523–537.
- [11] *Plants of the world online*, *Melilotus officinalis* (L.) Lam, 2025, <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30429323-2> (stan na dzień 17 lutego 2025).
- [12] Nogues I., Passatore L., Bustamante M. Á., Pallozzi E., Luz J., Traquete F., Ferreira A. E. N., Sousa Silva M., Cordeiro C., Cultivation of *Melilotus officinalis* as a source of bioactive compounds in association with soil recovery practices, *Frontiers Plant Science*, 2023, 12(14).
- [13] Rogers M. E., Colmer T. D., Frost K., Henry D., Cornwall D., Hulm E., Deretic J., Steven Hughes S., Craig A. D., Diversity in the genus *Melilotus* for tolerance to salinity and waterlogging, *Plant Soil*, 2008, t. 304, 1–2(304), s. 89–10.
- [14] Van Riper L. C., Larson D. L., Role of invasive *Melilotus officinalis* in two native plant communities, *Plant Ecology*, 2009, 1(200), s. 129–139.
- [15] Conn J. S., Beattie K. L., Shephard M. A., Carlson M. L., Lapina I., Hebert M., Gronquist R., Densmore R., Rasy M., Alaska *Melilotus* invasions: Distribution, origin, and susceptibility of plant communities, *Arctic, Antarctic Alpine Research*, 2008, 2(40), s. 298–308.

- [16] Zhang J., Di H., Luo K., Jahufer Z., Wu F., Duan Z., Stewart A., Yan Z., Wang Y., Coumarin content, morphological variation, and molecular phylogenetics of melilotus, *Molecules*, 2018, 4(23), nr 4, 2018, 810.
- [17] Liu Y. T., Gong P. H., Xiao F. Q., Shao S., Zhao D. Q., Yan M. M., Yang X. W., Chemical constituents and antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumor activities of melilotus officinalis (linn.) pall, *Molecules*, 2018, 2(23), 2711.
- [18] Brown S. A., Wright D., Towers G. H. N., Biosynthesis of the coumarins. Tracer studies on coumarin formation in *Hierochloe odorata* and *Melilotus officinalis*, *Canadian Journal Biochemistry Physiology*, 1960, 38, s. 143–156.
- [19] Gorz H. J., Haskins F. A., Occurrence of o-hydroxycinnamic acid in species *Melilotus* and *Trigonella*, 1964, 2(4), s. 193–196.
- [20] Nair, R. R., Whittall A., Hughes S. J., Craig A. D., Revell D. K., Miller S. M., Powell T. M., Auricht G. C., Variation in coumarin content of *Melilotus* species grown in South Australia, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 2010, 3(53), s. 201–213.
- [21] Marshall M. E., Kervin K., Benefield C., Umerani A., Albainy-Jenei S., Zhao Q., Kha-zaeli M. B., Growth-inhibitory effects of coumarin (1,2-benzopyrone) and 7-hydroxy-coumarin on human malignant cell lines in vitro, *Journal of Cancer Research Clinical Oncology* 1994, 120, s. 3–10.
- [22] Campbell H. A., Link K. P., Studies on the hemorrhagic sweet clover disease. IV. The isolation and crystallization of the hemorrhagic agent, *Journal of Biological Chemistry*, 1941, s. 21–83.
- [23] Ruiz H., Lacasta D., Ramos J. J., Quintas H., Ruiz de Arcaute M., Ramo M. Á., Villanueva-Saz S., Ferrer L. M., Anaemia in ruminants caused by plant consumption, *Animals*, 2022, 18(12), s. 2373.
- [24] Sun C., Zhao W., Wang X., Sun Y., Chen X., A pharmacological review of dicoumarol: An old natural anticoagulant agent, *Pharmacological research*, 2020, 160, 105193.
- [25] Hroboňová K., Machyňáková A., Čižmárik J., Determination of dicoumarol in *Melilotus officinalis* L. by using molecularly imprinted polymer solid-phase extraction coupled with high performance liquid chromatography, *Journal Chromatography A*, 2018, t. 1539, s. 93–102.
- [26] Szymański M., Szajkowski, D., Szymański A., Analiza fitochemiczna gatunków *Melilotus officinalis* i *Melilotus alba*, *Postępy Fitoterapii*, 2020, 4(21), s. 207–213.
- [27] Hirakawa T., Okawa M., Kinjo J., Nohara T., A New oleanene glucuronide obtained from the aerial parts of *Melilotus officinalis*, 2000, 2(48), s. 286–287.
- [28] Kaur H., Chowrasia S., Gaur V. S., Mondal T. K., Allantoin: Emerging role in plant abiotic stress tolerance, *Plant Molecular Biology Reporter*, 2021, 39(1), s. 648–661.
- [29] Nguyen V., Taine E. G., Meng D., Cui T., Tan W., Pharmacological activities, therapeutic effects, and mechanistic actions of trigonelline, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 2024, 6(25), 3385.
- [30] Mladenović K. G., Muruzović Ž., Stefanović M., Vasić O. D., Čomić, R., Antimicrobial, antioxidant and antibiofilm activity of extracts of *Melilotus officinalis* (L.) pall, *Journal of Animal Plant Sciences*, 2016, 5(26), s. 1436–1444.

- [31] Braga P. C., Sasso M. D., Lattuada N., Marabini L., Calò R., Antonacci R., Bertelli A., Falchi M., Verducci P., Antioxidant activity of *Melilotus officinalis* extract investigated by means of the radical scavenging activity, the chemiluminescence of human neutrophil bursts and lipoperoxidation assay, *Journal of Medicinal Plants Research*, 2013, 7(7), s. 358–365.
- [32] Sheikh N. A., Desai T. R., Tirgar P. R., Investigation into iron chelating and antioxidant potential of *Melilotus officinalis* in iron dextran induced iron overloaded sprague dawley rat model, *Drug Research*, 2016, 12(66), s. 618–627.
- [33] Pleșca-Manea L., Pârvu A. E., Pârvu M., Taămaș M., Buia R., Puia M., Effects of *Melilotus officinalis* on acute inflammation, *Phytotherapy Research*, 2002, 4(16), s. 316–319.
- [34] Merighi S., Travagli A., Tedeschi P., Marchetti N., Gessi S., Antioxidant and anti-inflammatory effects of *Epilobium parviflorum*, *Melilotus officinalis* and *Cardiospermum halicacabum* plant extracts in macrophage and microglial cells, *Cells*, 2021, 10(10), 2691.
- [35] Ożarowski A., Jaroniewski W., *Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie*, t. I, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1987.
- [36] Pastorino G., Marchetti C., Borghesi B., Cornara L., Ribulla S., Burlando B., Biological activities of the legume crops *Melilotus officinalis* and *Lespedeza capitata* for skin care and pharmaceutical applications, *Industrial Crops and Products*, 2017, t. 96, s. 158–164.
- [37] Chorepsima S., Tentolouris K., Dimitroulis D., Tentolouris N., *Melilotus*: Contribution to wound healing in the diabetic foot, *Journal of Herbal Medicine*, 2013, 3(3), s. 81–86.
- [38] Shahrousvand M., Haddadi-Asl V., Shahrousvand M., Step-by-step design of poly ( $\epsilon$ -caprolactone) /chitosan/*Melilotus officinalis* extract electrospun nanofibers for wound dressing applications, *International Journal Biological Macromolecules*, 2021, 180, s. 36–50.
- [39] Zhao G., Yuan Y., Chai F., Ji F., Effect of *Melilotus officinalis* extract on the apoptosis of brain tissues by altering cerebral thrombosis and inflammatory mediators in acute cerebral ischemia, *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 2017, 89, s. 1346–1352.
- [40] Kaur S. i wsp., Evaluation of anxiolytic effect of *Melilotus officinalis* extracts in mice, *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2017, 6(10), s. 396–399.
- [41] Quijano-Celis C. E., Pino J. A., Morales G., Chemical composition of the leaves essential oil of *Melilotus officinalis* (L.) pallas from Colombia, *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 2010, 3(13), s. 313–315.
- [42] Olaharski A. J., Rine J., Marshall B. L., Babiarz J., Zhang L., Eric Verdin E., Smith M. T., The flavoring agent dihydrocoumarin reverses epigenetic silencing and inhibits sirtuin deacetylases, *PLoS Genet*, 2005, 6(1), s. 0689–0694.
- [43] Fernández R., Bertrand A., García J. I., Tamés R. S., González A., Lead accumulation and synthesis of non-protein thiolic peptides in selected clones of *Melilotus alba* and *Melilotus officinalis*, *Environmental Experimental Botany*, 2012, t. 78, s. 18–24.

## **Prozdrowotne właściwości ciecierzycy pospolitej (*Cicer arietinum* L.)**

### **Health benefits of common chickpeas (*Cicer arietinum* L.)**

Agnieszka Ginter<sup>1\*</sup>, Krystyna Zarzecka<sup>1</sup>, Iwona Mystkowska<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Uniwersytet w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

<sup>2</sup> Zakład Dietetyki, Akademia Białska im. Jana Pawła II, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

\*e-mail: [agnieszka.ginter@uws.edu.pl](mailto:agnieszka.ginter@uws.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** ciecierzycza pospolita, właściwości prozdrowotne, zdrowie człowieka  
**Key words:** *Cicer arietinum* L., health benefits, human health

---

### **Streszczenie**

*Cicer arietinum* L., nazywana również grochem włoskim, jest rośliną z rodziny bobowatych i choć nie ma dużego znaczenia jako roślina uprawna w Polsce, to warto sięgać po jej wyjątkowo cenne nasiona. Ma imponujący profil odżywczy, a regularnie włączana do codziennej diety może przynieść wiele korzyści prozdrowotnych. Jest powszechnie znana w kuchni śródziemnomorskiej, jednak jej popularność w ostatnich latach w Polsce znacząco wzrosła ze względu na coraz większą świadomość zdrowego stylu życia i znajomość żywności funkcjonalnej. Ciecierzycza pospolita stanowi nie tylko bazę do przygotowania hummusu, ale przede wszystkim źródło wsparcia dla zdrowia serca oraz pomoc w kontrolowaniu poziomu cukru we krwi. Z badań wynika, że groch włoski oraz zawarte w nim składniki odżywcze korzystnie wpływają na procesy metaboliczne, a także wspierają pracę układu nerwowego. Spożywanie *Cicer arietinum* L. zapewnia dostarczanie organizmowi antyoksydantów, które pełnią funkcję ochronną komórek przed uszkodzeniami powodowanymi przez wolne rodniki. Celem publikacji było przedstawienie i omówienie pochodzenia ciecierzycy pospolitej, jej głównych cech morfologicznych oraz ukazanie jej właściwości prozdrowotnych.

### **Summary**

*Cicer arietinum* L., also known as Italian peas, is a plant from the *Fabaceae* family and is not of great importance as a crop plant, in Poland it is worth to reach for its exceptionally valuable seeds. It has an impressive nutritional profile and, when regularly included in the daily diet, can provide many health benefits. It is widely known in Mediterranean kitchen, however its popularity in Poland has grown significantly in recent years due to greater awareness of healthy lifestyles and knowledge of functional foods. Chickpeas is not only the basis for tasty

hummus, but above all, it supports heart health and helps control blood sugar level. Studies show that Italian peas and the nutrients they contain have a beneficial effect on metabolic processes and support the nervous system. Consuming *Cicer arietinum* L. provides the body with antioxidants, which protect cells from damage caused by free radicals. The aim of this publication was to present and discuss the origin of chickpeas, its main morphological features, and its valuable health benefits.

## Wstęp

Rośliny z rodziny bobowatych (łac. *Fabaceae*), do których należy ciecierzycza, są uznawane za jedne z najcenniejszych przyrodniczo w praktyce agronomicznej [1]. Wpływają one m.in. na wzrost plonu roślin następczych i umożliwiają zachowanie większej wilgotności gleby (szczególnie wiosną). *Cicer arietinum* L., dzięki zdolności wiązania azotu atmosferycznego, pozytywnie oddziałuje na strukturę gleby, redukując w ten sposób zapotrzebowanie na nawozy mineralne [2–3]. Dzięki różnorodności morfologicznej i fizjologicznej rośliny strączkowe wykazują zdolność adaptacji ekologicznej, co sprawia, że ciecierzycza dobrze radzi sobie na glebach lekkich i przepuszczalnych, które nie zatrzymują wody. Nasiona roślin strączkowych są jednym z najstarszych elementów diety człowieka i były spożywane przez ludy azjatyckie [4]. Ciecierzycza pochodzi z Bliskiego Wschodu, prawdopodobnie z zachodniej Azji, gdzie była znana już 6500 lat p.n.e., skąd następnie dotarła do Europy [5]. Rośliny strączkowe są przede wszystkim bogatym źródłem białka o wysokiej wartości biologicznej (od 19,1% do 44,3%).

W przypadku ciecierzycy zawartość protein waha się od 20% do 25%. Cecha ta sprawia, że wśród rosnącej liczby konsumentów poszukujących białka roślinnego staje się ona produktem coraz bardziej popularnym. Z tego względu może być ciekawą alternatywą dla mięsa. *Cicer arietinum* L. wyróżnia się wyjątkowo wysoką zawartością błonnika pokarmowego, sprzyjając prawidłowej przemianie materii poprzez pozytywny wpływ na pracę jelit [6]. Ciecierzycza, o delikatnym, orzechowym posmaku, jest kluczowym składnikiem hummusu i falafeli, bardzo znanych dań kuchni bliskowschodniej. Hummus składa się z przetartych, ugotowanych nasion ciecierzycy z różnymi dodatkami, np. oliwą z oliwek, sokiem z cytryny oraz przyprawami. W zależności od wersji smakowej hummus może zawierać m.in. suszone pomidory lub świeże zioła. Z kolei falafele to smażone kulki lub kotleciki z ciecierzycy, często serwowane z hummusem.

Według Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego [7] rośliny strączkowe odgrywają istotną rolę w dietach roślinnych, w których stanowią zamiennik mięsa czerwonego. Zawarte w nich białko charakteryzuje się składem aminokwasowym zbliżonym do białka zwierzęcego. Nasiona roślin strączkowych (potocznie zwane

strączkami) zawierają średnio około 25% białka, dlatego stanowią dobrą alternatywę dla produktów pochodzenia zwierzęcego. Z tego względu na Talerzu Zdrowego Żywienia znajdują się w tej samej grupie co mięso, ryby, jaja i produkty mleczne, zajmującej ¼ objętości talerza. Stosowanie właściwie zbilansowanej diety, ze szczególnym uwzględnieniem produktów roślinnych, wywiera działanie przeciwnowotworowe [8–9].

O ciecierzycy coraz częściej mówi się i pisze [10]. Potrawy z jej udziałem znajdują się w ofercie wielu restauracji i barów. Wzrastający popyt konsumentów na tę roślinę sprawia, że również rolnicy i ogrodnicy coraz częściej interesują się jej uprawą. W Polsce 65–70% produkowanych nasion roślin strączkowych przeznaczają się na paszę, głównie dla zwierząt nieprzeżuwających, a około 25% – jako pożywienie dla ludzi [11]. Rośliny strączkowe są po zbożach najważniejszym roślinnym źródłem białka dla człowieka. Wśród licznych gatunków roślin strączkowych uprawianych na świecie za najistotniejsze gospodarczo uznaje się m.in. soję, różne gatunki fasoli, groch oraz ciecierzycę [12].

Artykuł stanowi przegląd dostępnej literatury dotyczącej pochodzenia, głównych cech morfologicznych i właściwości prozdrowotnych ciecierzycy pospolitej – szczególnego daru natury zaliczanego do produktów określanych mianem „superżywności”. Ma również na celu zachęcenie czytelników do spożywania nasion *Cicer arietinum* L., które są łatwo dostępne, przystępne cenowo oraz powinny być włączane do codziennego jadłospisu.

## **Pochodzenie i uprawa ciecierzycy pospolitej w Polsce**

Indie są największym producentem ciecierzycy na świecie (przed Australią i Turcją), odpowiadając za około 66,2% globalnej produkcji, natomiast ich udział w całkowitej produkcji tej rośliny w Azji wynosi 86,0% [13]. W Polsce uprawia się wiele gatunków roślin strączkowych, z których największą popularnością cieszą się łubin wąskolistny, groch siewny i soja [14]. W 2021 roku, według danych Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, pochodzących z rejestru upraw prowadzonego na podstawie wniosków o przyznanie płatności bezpośrednich (przysługujących do powierzchni roślin strączkowych), zanotowano około 2,5 ha upraw ciecierzycy w kraju (dokładnie 2,41 ha). Ograniczona uprawa ciecierzycy wynika głównie z uwarunkowań klimatycznych, jednak nie oznacza to trudności z dostępnością tego produktu na rynku. Polska jest importerem suszonej ciecierzycy, a jej głównymi dostawcami są nie tylko kraje Unii Europejskiej, lecz także znaczący eksporterzy z rynków światowych (tab. 1). W 2023 roku na rynek polski trafiło ponad 5 tys. ton grochu włoskiego bogatego w białko, błonnik pokarmowy oraz witaminy.

**Tabela 1.** Główni dostawcy ciecierzycy pospolitej do Polski w 2023 roku  
**Table 1.** Main suppliers of common chickpea to Poland in 2023

Kraj pochodzenia	Wolumen w tonach
Niemcy	1 917
Rosja	1 189
Turcja	1 124
Kanada	332
Niderlandy	316
Argentyna	183
Ukraina	153

Źródło: opracowanie własne na podstawie [15].

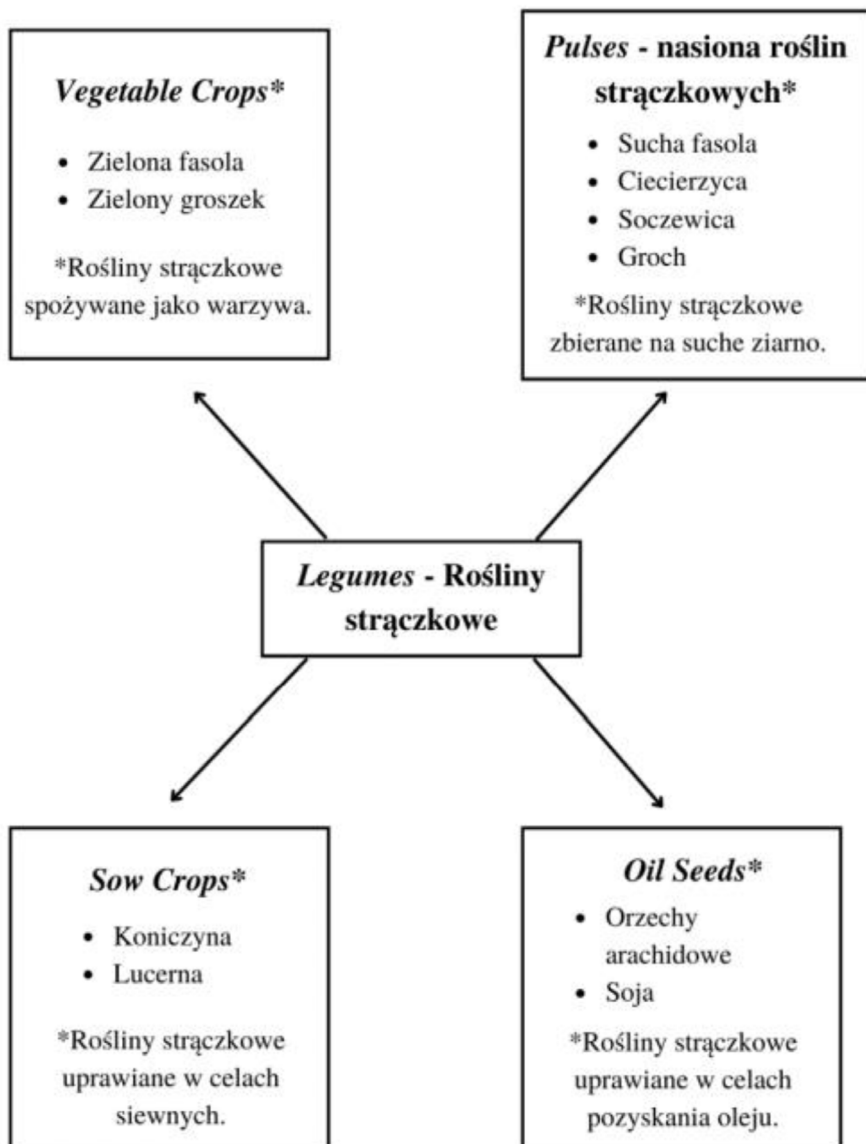
*Cicer arietinum* L. jest importowana głównie z Niemiec (około 2 tys. ton), Federacji Rosyjskiej (około 1,2 tys. ton) oraz Turcji (około 1,1 tys. ton) [15]. W krajach Unii Europejskiej przysługuje płatność do powierzchni upraw roślin strączkowych na ziarno [16]. W 2025 roku jej wysokość ukształtowała się na poziomie 206,09 euro/ha. Płatność przysługuje do powierzchni uprawy następujących roślin: łubinu białego, łubinu wąskolistnego, łubinu żółtego, soi zwyczajnej, bobiku oraz grochu siewnego, w tym peluszek (z wyłączeniem grochu siewnego cukrowego i grochu siewnego łuskowego), jeżeli dokonano zbioru ziarna. Płatność ta przysługuje również w przypadku uprawy tych roślin w formie mieszanek, z wyłączeniem mieszanek z roślinami innymi niż wymienione. W związku z powyższym należy postulować włączenie ciecierzycy pospolitej do grupy roślin strączkowych, do których przysługuje wsparcie finansowe. Zmiana ta mogłaby przyczynić się do zwiększenia powierzchni jej uprawy w kraju, zwłaszcza, że minimalny areal wymaganej działki rolnej wynosi 0,1 ha. Biorąc pod uwagę niską cenę tego surowca oraz brak barier ekonomicznych, spożycie nasion roślin strączkowych może ulec zwiększeniu [17].

Ciecierzycza, zaliczana do jednych z pierwszych roślin hodowanych przez człowieka, nie występuje w stanie dzikim. Ceniona za walory odżywcze i żywieniowe, staje się rośliną coraz bardziej docenianą przez konsumentów stosujących tradycyjną dietę, a także przez wegan i wegetarian [18].

## Główne cechy morfologiczne ciecierzycy pospolitej

Ciecierzycza pospolita jest jednoroczną rośliną zielną z rodziny *Fabaceae* i cechuje się morfologią charakterystyczną dla roślin bobowatych grubonasiennych (strączkowych), które zbiera się na suche ziarno (rys. 1). Częścią jadalną są owoce,

tzw. strąki, które mogą być spożywane w całości. W jednym strąku znajdują się najczęściej dwa lub trzy nasiona (rys. 2). Suche nasiona, w stanie nieprzetworzonym, mogą być przechowywane nawet przez kilka lat w odpowiednich warunkach, tj. w chłodnym i suchym pomieszczeniu [19].



**Rysunek 1.** Podział roślin strączkowych ze względu na ich wykorzystanie  
Figure 1. Classification of legumes according to their use

Źródło: [20].



**Rysunek 2.** Nasiona ciecierzycy pospolitej

**Figure 2.** Seeds of common chickpea

Źródło: archiwum prywatne.

*Cicer arietinum* L. rozgałęzia się od podstawy, przypominając niewielki, silnie rozgałęziony krzew. Większa część rośliny pokryta jest licznymi, gęstymi włoskami. Pełnią one ważną funkcję ochronną, zapobiegając nadmiernej utracie wilgoci oraz umożliwiając bardzo oszczędne gospodarowanie wodą. Zbiór strąków zawierających nasiona ciecierzycy pospolitej zaleca się wykonywać w rękawiczkach.

Uprawiane są dwie ogrodowe odmiany ciecierzycy, które różnią się wielkością i kolorem nasion:

- desi – rośliny są niskie, mają małe listki i fioletowe kwiaty, nasiona natomiast są drobne, o nieco kanciastym kształcie, a ich barwa może być kremowa, żółta, zielona lub brązowa;
- kabuli (kabulska) – rośliny są średniej wysokości lub wysokie, mają duże listki i białe kwiaty, a ich nasiona są duże (masa 100 nasion powyżej 25 g), okrągłe lub w kształcie baraniej głowy, o kremowej barwie; w przeciwieństwie do odmiany desi, odmiana kabuli nie zawiera antocyjanów [21].

## Wartość prozdrowotna *Cicer arietinum* L.

Ciecierzycza odgrywa coraz większą rolę w dostarczaniu zdrowych i zrównoważonych składników roślinnych o wartości dodanej dla przemysłu spożywczego [22]. Jest produktem niskokalorycznym, a wartość energetyczna 100 g ugotowanych nasion tej rośliny wynosi 120–164 kcal, w zależności od stopnia nawodnienia (tab. 2). Charakteryzuje się niskim indeksem glikemicznym (IG), wynoszącym około 30 dla formy ugotowanej, co sprawia, że może być polecana osobom dbającym o sylwetkę. Zawarte w niej składniki, takie jak lektyny hamujące  $\alpha$ -amylazę i  $\alpha$ -glukozydazę, określane jako inhibitory enzymów trawiennych, mogą przyczyniać się do wolniejszego, stopniowego wzrostu poziomu glukozy we krwi. Spożywanie jej nasion ma istotne znaczenie dla utrzymania stabilnego poziomu energii. Może być zalecane osobom z cukrzycą lub nadwagą, ponieważ sprzyja lepszej kontroli apetytu, a także korzystnie wpływa na samopoczucie [23]. Kluczowe makroskładniki, takie jak węglowodany, tłuszcze i białka, przetwarzane przez organizm, stanowią główne źródło energii, a ciecierzycza pospolita jest ich istotnym źródłem [24].

**Tabela 2.** Zawartość podstawowych składników pokarmowych w 100 g ugotowanej ciecierzycy, jej kaloryczność i indeks glikemiczny

**Table 2.** Content of basic nutrients in 100 g of cooked chickpea, caloric value, and glycemic index

Wyszczególnienie	Zawartość w g/100 g
Węglowodany	27,42
Tłuszcz	2,59
Błonnik	7,6
Białko	8,86
Kaloryczność	120–164 kcal
Indeks glikemiczny	30

Źródło: opracowanie własne na podstawie [25].

Ciecierzycę można określić mianem żywności funkcjonalnej, a także „superżywności”, gdyż łączy w sobie unikalne cechy pozytywnie wpływające na zdrowie człowieka. Charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą, zapewniając znacznie więcej korzyści niż żywność konwencjonalna, oraz stanowi optymalny wybór dla osób dążących do poprawy stanu zdrowia [26]. Już od kilku dekad żywność funkcjonalna jest przedstawiana jako koncepcja, zgodnie z którą żywność może korzystnie wpływać na jedną lub więcej określonych funkcji organizmu, wykraczając poza działanie wyłącznie odżywcze *sensu stricto*. Cechą charakterystyczną tego rodzaju produktów jest to, że w porównaniu z tradycyjną żywnością zapewniają one dodatkowe korzyści zdrowotne dla organizmu lub przyczyniają się do zmniejszenia ryzyka rozwoju chorób dzięki obecności wartościowych składników odżywczych [27].

Stosunkowo niedawno wprowadzony termin „superfoods”, czyli „superżywność”, służy do opisywania żywności o szczególnych właściwościach zdrowotnych. Pojęcie to jest szeroko wykorzystywane w mediach, jednak ze względu na brak jednoznacznie przyjętej definicji niemal każda żywność może być nim określana [28]. Termin „superfoods” jest używany do promowania produktów spożywczych uważanych za mające znaczące właściwości prozdrowotne – a takie można przypisać ciecierzycy pospolitej. Twierdzi się, że artykuły lub surowce zaliczane do „superfoods” zapobiegają chorobom lub poprawiają ogólny stan zdrowia. Zazwyczaj „superfoods” są bogate w określone składniki odżywcze [29].

Ciecierzycza zawiera składniki aktywne, takie jak flawonoidy, które mogą wykazywać synergiczne lub antagonistyczne działanie w odniesieniu do różnych procesów biologicznych, takich jak przeciwutlenianie oraz działanie przeciwnowotworowe, hipolipidemiczne i hipoglikemiczne [30]. Nasiona *Cicer arietinum* L. zawierają skrobię oporną czyli rodzaj węglowodanów, które nie są wchłaniane przez organizm i działają jak błonnik pokarmowy. Ten typ skrobi charakteryzuje się odpornością na działanie enzymów trawiennych, dzięki czemu wykazuje właściwości prozdrowotne [31]. Stanowi ona pożywkę dla korzystnych bakterii jelitowych, pomagając w ten sposób zapobiegać infekcjom jelitowym, bieguncie oraz zaparciom [32]. Stwierdzono, że nie tylko nasiona ciecierzycy, lecz także pędy, strąki, łupiny i korzenie tej rośliny stanowią naturalne źródło związków przeciwutleniających, przeciwzapalnych oraz przeciwbakteryjnych [33]. Minerale zawarte w 100 gramach ugotowanej ciecierzycy, wśród których najwięcej jest fosforu i potasu, wspomagają proces tworzenia kości, a zawartość witamin, szczególnie z grupy B, pozytywnie wpływa na funkcjonowanie układu nerwowego (tab. 3). Nasiona ciecierzycy są bogate w minerały, takie jak żelazo, cynk czy magnez [34]. Warto zamieścić w tym miejscu praktyczną wskazówkę dotyczącą procesu namaczania nasion, który jest zalecany w przypadku opisywanej rośliny przed jej ugotowaniem. Przede wszystkim, warto pamiętać, aby dodać kilkanaście nasion naturalnie suszonego kminku zwyczajnego (*Carum carvi* L.) w celu zapobiegania dolegliwościom trawiennym, tj. wzdęciom. Roślina ta korzystnie działa na układ pokarmowy, poprawiając trawienie [35]. Po drugie, należy dokładnie opłukać nasiona przed namoczeniem, najlepiej na noc, aby skrócić czas gotowania.

Dzięki zawartości błonnika, potasu i magnezu spożywanie ciecierzycy korzystnie wpływa na zdrowie serca. Regularne jej spożywanie może przyczynić się do obniżenia poziomu cholesterolu LDL oraz trójglicerydów, co ma istotne znaczenie w profilaktyce chorób sercowo-naczyniowych. Cynk zawarty w ciecierzycy – jako minerał niezbędny dla prawidłowego funkcjonowania procesów poznawczych – wspomaga pamięć oraz proces uczenia się. Ponadto cynk i witamina E, jako składniki o działaniu przeciwutleniającym, wzmacniają odporność organizmu, co ma znaczenie w profilaktyce przebiegów oraz różnego rodzaju infekcji.

Prozdrowotne właściwości ciecierzycy pospolitej (*Cicer arietinum* L.)

**Tabela 3.** Zawartość minerałów i witamin w ugotowanej ciecierzycy (w mg/100 g)

**Table 3.** Content of minerals and vitamins of boiled chickpea (in mg/100g)

Minerały		Witaminy	
Symbol	Zawartość	Nazwa	Zawartość
K	291,00	B1 Tiamina	0,12
P	168,00	B2 Ryboflawina	0,06
Na	125,00	B3 Niacyna	0,53
Ca	49,00	B4 Cholina	42,80
Mg	48,00	B5 kwas pantotenowy	0,29
Fe	2,89	B6 Pirydoksyna	0,14
Zn	1,53	E jako alfa-tokoferol	0,35

Źródło: opracowanie własne na podstawie [25].

Zawarte w nasionach *Cicer arietinum* L. aminokwasy, będące podstawowym budulcem białek, regulują metabolizm oraz zapewniają obronę immunologiczną (tab. 4). Ich rola jest szczególnie ważna w okresach zwiększonego zapotrzebowania, takich jak stres czy obniżenie odporności. Dzięki ich kluczowej funkcji w komunikacji międzykomórkowej organizm może rozwijać się prawidłowo oraz odpowiednio reagować na zmiany środowiskowe [36].

**Tabela 4.** Zawartość aminokwasów niezbędnych w ugotowanej ciecierzycy (w g/100g)

**Table 4.** Amino acids content in boiled chickpea (in g/100g)

Wyszczególnienie	Zawartość
Fenylalanina	0,48
Histydyna	0,24
Izoleucyna	0,38
Leucyna	0,63
Lizyna	0,59
Metionina	0,12
Treonina	0,33
Tryptofan	0,09
Walina	0,37

Źródło: opracowanie własne na podstawie [25].

Aminokwasy niezbędne to aminokwasy egzogenne, które nie są syntetyzowane przez organizm ludzki i muszą być dostarczane z pożywieniem. Ich znajomość jest istotna, ponieważ pozwala na odpowiednie komponowanie posiłków. Szczególne znaczenie mają izoleucyna, leucyna i walina, które nazywane są aminokwasami rozgałęzionymi ze względu na swoją specyficzną budowę chemiczną. Występują one przede wszystkim w tkance mięśniowej człowieka, a ich niedobór może powodować zawroty i bóle głowy oraz przewlekłe zmęczenie [37]. Według Szpetnar [38] w przypadku ich niedoboru lub zbyt małej podaży może dojść nawet do niebezpiecznych dla życia zmian w funkcjonowaniu organizmu, m.in. do opóźnienia wzrostu.

Należy podkreślić, że wpływ prozdrowotnych właściwości *Cicer arietinum* L. na organizm ludzki w znacznej mierze zależy od ukształtowanych nawyków żywieniowych, a przede wszystkim od przyjętych zasad spożywania produktów żywnościowych. Prawidłowa dieta polega na regularnym spożywaniu takich pokarmów, które zapewniają organizmowi odpowiednią ilość energii oraz składników odżywczych, dostosowaną do aktualnego zapotrzebowania, co pomaga utrzymać zdrowie przez całe życie. Polskie zalecenia żywieniowe określają liczbę porcji roślin strączkowych zalecanych do spożycia w profilaktyce zdrowotnej. W rekomendacjach podkreślono, że przynajmniej dwa razy w tygodniu należy spożywać dania na bazie roślin strączkowych.

Ponadto nawet bez stosowania diety roślinnej, warto korzystać z ich walorów smakowych oraz odżywczych. Zgodnie z zaleceniami częściowe zastąpienie białka zwierzęcego białkiem roślinnym stanowi istotny element profilaktyki otyłości oraz chorób niezakaźnych [39].

## Podsumowanie

W XXI wieku, wraz ze wzrostem świadomości zdrowego stylu życia oraz poszukiwaniem zbilansowanych źródeł pożywienia, nasiona roślin strączkowych, w tym łatwo dostępnej ciecierzycy pospolitej, powinny znajdować się w centrum uwagi nie tylko dietetyków. Te niepozorne, roślinne, a jednocześnie wartościowe dary natury, znane od tysięcy lat, stanowią bogate źródło składników odżywczych oraz oferują liczne korzyści prozdrowotne.

Ponadto jej uprawa, dzięki proekologicznym oddziaływaniom, wpisuje się w ideę zrównoważonego rozwoju, pełniąc pozytywne funkcje w ekosystemie. Z całą pewnością *Cicer arietinum* L. zasługuje na uwagę i powinna znajdować się w codziennym jadłospisie. Warto sięgać po nią regularnie, aby przygotowywać różnorodne i wartościowe posiłki, a nie jedynie od święta. Nasiona ciecierzycy pospolitej stanowią prawdziwy skarb dla ludzkiego zdrowia.

## Literatura

- [1] Prorok A., Uprawa roślin bobowatych, Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Wrocław, 2020, s. 1–3.
- [2] Wiśniewska A., Bobowate – rośliny motylkowe, Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Olsztyn, 2020, s. 1–8.
- [3] Florek J., Możliwości wykorzystania roślin strączkowych do produkcji pasz w Polsce, Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, 2017, XIX (4), s. 40–45.
- [4] Bijak R., Znaczenie uprawy roślin bobowatych, Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu, 2026, <https://www.wodr.poznan.pl/doradztwo/produkcja-rolinna/uprawa-bobowatych> (stan na dzień 29 grudnia 2025).
- [5] Polonorama, Ciecierzycy, 2026, <https://polonorama.com/ciecierzycy-cieciorka> (stan na dzień 29 grudnia 2025).
- [6] Zdrowo najedzona, Rośliny strączkowe – zdrowe źródło białka w diecie roślinnej, 2026, <https://zdrowonajedzona.pl/rosliny-straczkowe-zdrowe-zrodlo-bialka-w-diecie-roślinnej> (stan na dzień 29 grudnia 2025).
- [7] Wolnicka K., Strączkowe są zdrowe, Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2021, s. 1–31.
- [8] Zegartowska P., Wpływ żywienia na występowanie nowotworów, Medycyna Rodzinna, 2019, 4, s. 189–193.
- [9] Malczyk E., Majchrzak Ż., Żywnościowe czynniki rozwoju raka piersi, Problemy Higieny Epidemiologicznej, 2015, 96(1), s. 67–76.
- [10] Haliniarz M., Ciecierzycy uprawna – coraz popularniejsza roślina strączkowa, 2026, <https://nawozy.eu/wiedza/porady-ekspertow/rosliny/ciecierzycy-uprawna-coraz-popularniejsza-roslina-straczkowa> (stan na dzień 31 grudnia 2025).
- [11] Bojarszczuk J., Księżak J., Stan obecny i perspektywy uprawy roślin strączkowych w Polsce, Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, 2018, 20(5), s. 15–20.
- [12] Kawka A., Kędzior Z., Białka pochodzenia roślinnego ich charakterystyka i znaczenie w żywności, [w:] Białka w żywności i żywieniu, J. Gawęcki (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań 2003, s. 51–68.
- [13] Kaur R., Prasad R., Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*) – a review, Trends in Food Science and Technology, 2021, 109, s. 448–463.
- [14] Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Rejestr upraw na podstawie wniosków o przyznanie płatności bezpośrednich 2024, 2024, <http://www.gov.pl/web/rolnictwo/wnioski-o-doplaty-bezposrednie-w-2024-r> (stan na dzień 31 grudnia 2025).
- [15] World Integrated Trade Solution, Dried chickpeas, shelled – export by country in 2023, 2023, <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/POL/year/2023> (stan na dzień 29 grudnia 2025).

- [16] Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Rejestr upraw na podstawie wniosków o przyznanie płatności bezpośrednich 2024, 2024, <https://www.gov.pl/web/arimr/platnosc-do-powierzchni-upraw-roslin-straczkowych-na-ziarno-21> (stan na dzień 31 grudnia 2025).
- [17] Bienia B., Bogacz A., Dykiel M., Krochmal-Marczak B., Preferencje kulinarne wykorzystania roślin strączkowych w aspekcie ich właściwości prozdrowotnych, *Herbalism*, 2022, 1(18), s. 105–118.
- [18] Kaczmarek-Cichosz R., Ciecierzycza pospolita (*Cicer arietinum* L.) – możliwości jej uprawy w gospodarstwach ekologicznych rejonu środkowopomorskiego, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2009, 54(3), s. 115–117.
- [19] Górnicka M., Pierzynowska J., Wiśniewska M., Frąckiewicz J., Analiza spożycia suchych nasion roślin strączkowych w latach 1999–2008 w Polsce, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2011, 44(4), s. 1034–1038.
- [20] Skórska-Bober K., Nawyki żywieniowe dotyczące spożycia roślin strączkowych w populacji polskiej oraz ich wpływa na status redoks i wskaźniki metaboliczne, *Rozprawa doktorska, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wrocław 2023*.
- [21] Singh F., Diwakar B., Chickpea botany and production practices, *ICRISAT – International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Hyderabad*, 1995, s. 1–64.
- [22] Augustin M. A., Chen J. Y., Ye J. H., Processing to improve sustainability of chickpea as a functional food ingredient, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2024, 104(14), s. 8379–8413.
- [23] Baran J., Ciecierzycza – właściwości zdrowotne, odżywcze, kalorie, zastosowanie, 2026, <https://ktomalek.pl/blog/ciecierzycza-wlasciwosci-zdrowotne-wartosci-odzywcze-kalorie-zastosowanie/w-4552> (stan na dzień 02 stycznia 2026).
- [24] Begum N., Khan Q. U., Liu L. G., Li W., Liu D., Haq I. U., Nutritional composition, health benefits and bio-active compounds of chickpea (*Cicer arietinum* L.), *Frontiers in Nutrition*, 2023, 28(10), 1218468.
- [25] Nutrionio, Ciecierzycza gotowana – skład, korzyści i szkody, 2026, <https://www.nutrionio.com/pl/food/chickpeas/cooked--boiled> (stan na dzień 02 stycznia 2026).
- [26] Banach K., Rutkowska B., Glibowski P., Polska „superżywność” w prewencji chorób nowotworowych, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2027, 2, s. 106–114.
- [27] Arai S., Global view on functional foods: Asian perspectives, *British Journal of Nutrition*, 2002, 2(S2), s. 139–143.
- [28] Proestos C., Superfoods: Recent data on their role in the prevention of diseases, *Current Research in Nutrition and Food Science*, 2018, 6(3), s. 576–593.
- [29] Barsby J. P., Cowley J. M., Leemaqz S. Y., Grieger J. A., McKeating D. R., Perkins A. V., Bastian S. E. P., Nutritional properties of selected superfood extracts and their potential health benefits, *PeerJ*, 2021, 26(9), e12525.
- [30] Wang J., Li Y., Li A., Liu R., Gao X., Li D., Kou X., Xue Z., constituent and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review, *Food Research International*, 2021, 150 (Part A), 110790.

- [31] Piecyk M., Cichocka J., Worobiej E., Ocena wiedzy konsumentów na temat skrobi odpornej, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2016, 49(3), s. 589–603.
- [32] Leal K., Chickpeas: 11 health benefits, nutrition fact and how to eat, 2026, <https://www.tuasaude.com/en/chickpeas/> (stan na dzień 2 stycznia 2026).
- [33] Faridy J. M., Stephanie C. M., Gabriela M. M., Cristian J. M., Biological activities of chickpea in human health (*Cicer arietinum* L.): A review, *Plant Foods for Human Nutrition*, 2020, 75(2), s. 1420153.
- [34] Kumar N., Hong S., Zhu Y., Garay A., Yang J., Henderson D., Zhang X., Xu Y., Li Y., Comprehensive review of chickpea (*Cicer arietinum*): Nutritional significance, health benefits, techno-functionalities, and food applications, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2025, 24(2), e70152.
- [35] Seidler-Łożyskowska K., Król D., Bocianowski J., Zawartość olejku eterycznego i jego skład w owocach pochodzących z kolekcji kminku zwyczajnego (*Carum carvi* L.). *Rośliny oleiste: wyniki badań*, 2010, 1(31), s. 145–158.
- [36] Elango R., Ball R. O., Pencharz P. B., Amino acid requirements in humans: with a special emphasis on the metabolic availability of amino acids, *Amino Acids*, 2009, 7(1), s. 19–27.
- [37] Drywień M. J., Dźwigala J., Staszewska-Skurczyńska M., Znaczenie aminokwasów rozgałęzionych w żywieniu człowieka oraz profilaktyce i przebiegu niektórych chorób, *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 2013, 19(3), s. 379–384.
- [38] Szpetnar M., Aminokwasy, peptydy, białka, [w:] *Chemia organizmów żywych*, (red.) J. Kurzepa, Wydawnictwo Radomskie Towarzystwo Naukowe, Radom 2014, s. 96–115.
- [39] Bondyra-Wiśniewska B., Pawluk I., Kaczorek M., Pacyna S., Wolnicka K., Wedziuk A., Nagel P., *Wiem, że dobrze jem – talerz zdrowego żywienia w praktyce*, Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2021, s. 1–43.

## Cechy morfologiczne bulw ziemniaka ważne dla konsumenta i przemysłu

### Morphological features of the potato tubers important for the consumer and industry

Krystyna Zarzecka<sup>1\*</sup>, Agnieszka Ginter<sup>1</sup>, Magdalena Zawodniak<sup>2</sup>,  
Iwona Mystkowska<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Uniwersytet w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

<sup>2</sup> Mazowiecki Szpital Wojewódzki im. św. Jana Pawła II w Siedlcach, ul. Ks. J. Poniatowskiego 26, 08-110 Siedlce

<sup>3</sup> Katedra Dietetyki, Akademia Białska Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

\*e-mail: [krystyna.zarzecka@uws.edu.pl](mailto:krystyna.zarzecka@uws.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** wielkość bulwy, kształt bulwy, głębokość oczek, wygląd skórki  
**Keywords:** tuber size, tuber shape, depth of eyes, skin appearance

---

### Streszczenie

W pracy, na podstawie analizy dostępnego piśmiennictwa, dokonano charakterystyki najważniejszych cech morfologicznych bulw ziemniaka przeznaczonych do konsumpcji, przetwórstwa spożywczego, przemysłowego oraz produkcji sadzeniaków. Cechy morfologiczne, zaliczane do tzw. cech zewnętrznych bulw, w istotnym stopniu determinują ich wartość użytkową w zależności od kierunku zagospodarowania. Przedstawiono i omówiono kluczowe parametry jakościowe, takie jak wielkość bulw, kształt i regularność ich kształtu, głębokość oczek, wygląd oraz barwę skórki, a także barwę miąższu, z uwzględnieniem odmian zarejestrowanych w Polsce w 2024 roku.

### Summary

This study, based on an analysis of the available literature, presents a characterization of the most important morphological traits of potato tubers intended for table consumption, food processing, industrial processing, and seed potato production. Morphological traits, classified as the so-called external characteristics of tubers, significantly determine their utility value depending on the intended direction of use. The key quality parameters discussed include tuber size, shape and shape regularity, eye depth, skin appearance and color, as well as flesh color, taking into account cultivars registered in Poland in 2024.

## Wstęp

Ziemniak (*Solanum tuberosum* L.) jest istotną czwartą rośliną spożywczą na świecie, po pszenicy, kukurydzy i ryżu [1–3]. W latach 2012–2016 ziemniak awansował z czwartej na trzecią pozycję, stając się najważniejszą rośliną żywnościową po ryżu i pszenicy [4]. Jest on jedną z priorytetowych upraw ze względu na wartość odżywczą bulw, potencjał plonowania oraz wartość ekonomiczną, zapewniającą bezpieczeństwo żywnościowe [5]. Bulwa ziemniaka jest cennym źródłem energii i związków ważnych w diecie człowieka, takich jak węglowodany, białko, witaminy, błonnik pokarmowy, oraz liczne składniki mineralne i prozdrowotne [6–7]. Stąd ziemniak jako podstawowy produkt żywnościowy jest doceniany przez człowieka od dawna bywa określany „chlebem ubogich” [8], a obecnie coraz częściej „drugim chlebem”, gdyż – podobnie jak chleb – nigdy się nie znudzi [6, 9], lub „królem warzyw” [10]. Bulwy ziemniaka mają wielostronne wykorzystanie: jako podstawowe źródło pożywienia (bezpośrednie spożycie), w przetwórstwie spożywczym, przetwórstwie przemysłowym [11–13], na paszę oraz do rozmnażania jako sadzeniaki [14]. Wymagania jakościowe bulw są ściśle związane z kierunkiem ich użytkowania. Kupując ziemniaki do bezpośredniej konsumpcji, szczególną uwagę zwraca się na wygląd zewnętrzny bulw i cenę.

Przemysł natomiast stawia dość rygorystyczne wymagania wobec cech morfologicznych, a zależą one od wytwarzanego produktu [15]. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie znaczenia i wymagań jakościowych cech morfologicznych (zewnętrznych) w różnych kierunkach produkcji ziemniaka – bulw jadalnych, do przetwórstwa spożywczego i przemysłu skrobiowego – ważnych z punktu widzenia producenta, konsumenta i handlowca. Należy też nadmienić, że większość badań i analiz prezentowanych w literaturze skupia się na wydajności plonu *Solanum tuberosum* L., cechach składu chemicznego i właściwościach sensorycznych bulw, natomiast badania dotyczące cech morfologicznych bulw są nieliczne i często fragmentaryczne.

## Cechy jakościowe bulw ziemniaka decydujące o wartości użytkowej

W ocenie jakości bulw ziemniaka występują dwie grupy określeń:

**I grupa**, w której wyróżnia się:

- 1) **cechy zewnętrzne**, inaczej morfologiczne, obejmujące: wielkość bulw, kształt bulw, regularność kształtu, głębokość oczek, wygląd skórki i jej barwę, barwę miąższu;

- 2) **cechy wewnętrzne**, do których należą głównie: zawartość suchej masy, zawartość skrobi, suma cukrów, cukrów redukujących, witamin, makro- i mikroelementów, smakowitość, typ kulinarny, podatność miąższu na ciemnienie bulw surowych i po ugotowaniu, miąższ bez wad wewnętrznych, takich jak rdzawa plamistość i pustowatość [16–18].

**II grupa**, którą stanowią:

- 1) **cechy morfologiczne**, inaczej wygląd bulw: wielkość i kształt bulw, regularność kształtu, głębokość oczek, deformacje, typ skórki, choroby skórki, zazielenienia oraz wady miąższu, takie jak rdzawa plamistość i pustowatość;
- 2) **cechy sensoryczne i technologiczne**, to głównie: smak, typ kulinarny, ciemnienie miąższu surowego i po ugotowaniu, ciemnienie produktów smażonych, jednorodność miąższu oraz szklistość;
- 3) **skład chemiczny bulw**: zawartość suchej masy, skrobi, cukrów ogółem i redukujących, zawartość witamin, w tym szczególnie witaminy C, zawartość makro- i mikroelementów, zawartość antyutleniaczy itp. [6, 15].

Na wymienione cechy w różnym stopniu wpływa wiele czynników – głównie z nich to: właściwości genetyczne odmian, zabiegi agrotechniczne wykonywane na plantacji, warunki klimatyczne i glebowe w okresie wegetacji roślin oraz system gospodarowania [13, 19–22].

## **Cechy morfologiczne bulw ziemniaka**

### **Wielkość bulw ziemniaka**

Wielkość bulw w zakresie jakości handlowej ziemniaka wczesnego i ziemniaka jadalnego określa rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi [23]. Wielkość bulw dla ziemniaków wczesnych (młodych) wynosi minimum 28 mm średnicy poprzecznej dla bulw okrągłych, okrągło-owalnych i podłużnych, natomiast dla ziemniaków jadalnych – minimum 35 mm średnicy dla bulw okrągłych i okrągło-owalnych, a dla bulw podłużnych średnica poprzeczna wynosi 30 mm, a podłużna dwukrotnie większa od poprzecznej. Przywołane rozporządzenie [23] podaje także, że maksymalny łączny udział wagowy bulw niehandlowych w ziemniakach jadalnych powinien wynosić do 8%. Obejmuje on bulwy zazieleniałe, z wadami wewnętrznymi, drobne, czyli o mniejszej średnicy niż określona powyżej, uszkodzone, niekształtne, porażone zgnilizną i parchem zwykłym.

Wielkość bulw przeznaczonych do produkcji frytek, określona poprzeczną średnicą, wynosi minimum 50 mm, a udział bulw wadliwych powinien być jak najmniejszy; do produkcji chipsów optymalna wielkość to 40–80 mm, a udział bulw

mniejszych niż 35 mm wynosi maksymalnie 4%, a bulw uszkodzonych i z wadami – do 6%. Wymagana wielkość bulw stanowiących surowiec do produkcji suszu oraz udział bulw wadliwych są takie same jak dla ziemniaków jadalnych [15, 25]. Minimalna średnica bulw, według zakładów przemysłowych, dla przemysłu skrobiowego wynosi powyżej 28 mm; bulwy nadmarznięte i porażone chorobami powinny stanowić do 3%, a bulwy silnie uszkodzone – do 15%. Bulwy drobne, czyli poniżej 28 mm, gdy stanowią 25–30%, powodują zmniejszenie ciężaru netto surowca o 10%, a gdy stanowią ponad 50%, partie nie są przyjmowane [24].

Niektóre cechy morfologiczne bulw przeznaczonych na sadzeniaki odgrywają istotną rolę w agrotechnice ziemniaka. Do tych cech należą: wymiary bulw ich kształt oraz liczba oczek [25–26]. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi [27] optymalna wielkość sadzeniaków wynosi 35–50 mm, a w jednej partii różnica między najmniejszym i największym wymiarem bulw nie może być większa niż 25 mm. Suma wad, w zależności od kategorii sadzeniaków (elitarne i kwalifikowane), waha się od 0,0 do 8%.

Wielkość bulw ziemniaka znajdująca się w wykazie odmian zarejestrowanych w liście opisowej odmian roślin rolniczych z 2024 roku [28] przedstawiona jest w skali 9-stopniowej. Zarejestrowane w 2024 roku odmiany, w liczbie 117, mają wartości: 5, 6, 7, 8, 9, a dominują odmiany o wartościach 7, 8 i 9. Skala 5-stopniowa oznacza, że 31–40% stanowi frakcja bulw powyżej 50 mm, natomiast skala 9-stopniowa oznacza, że frakcja bulw powyżej 50 mm stanowi ponad 70%. Takie dane o wielkości bulw danej odmiany stanowią ważną i praktyczną informację dla producentów, konsumentów oraz przetwórców, zainteresowanych danym kierunkiem uprawy i użytkowania ziemniaka.

### **Kształt bulw i regularność kształtu**

Kształt bulw i regularność kształtu są kolejnymi ważnymi cechami przy wykorzystaniu do bezpośredniego spożycia i podejmowaniu decyzji w przemyśle przetwórczym (chipsy, frytki, produkty mrożone, ziemniaki potrawowe) [9, 13]. Kształt określa wskaźnik stosunku długości do największej szerokości bulwy, a regularność kształtu podaje się w skali 9-stopniowej, w której 9 oznacza kształt idealny, 5 – średni, a 1 – wybitnie zdeformowany [28–29]. Ziemniaki jadalne powinny posiadać kształt okrągły, owalny lub okrągło-owalny; bulwy przeznaczone na frytki powinny być podłużne i owalne; na chipsy – okrągłe do okrągło-owalnych; na susze i produkty konserwowane – okrągłe do owalnych, a regularność kształtu – od bardzo regularnego do regularnego [15, 18]. Odmiany wpisane do krajowego rejestru w Polsce w 2024 roku mają zróżnicowany kształt: okrągły, owalny, okrągło-owalny, podłużno-owalny, podłużny; przy czym dominują bulwy owalne i okrągło-owalne,

a regularność kształtu oceniana w skali 9-stopniowej kształtuje się od 5 do 8, a przeważają bulwy bardzo regularne w skali 7–8 [28]. Lutomirska i Jankowska [30] stwierdziły, że obecność bulw z defektami kształtu (deformacje i spękania) wśród ziemniaków przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji utrudnia obróbkę i zwiększa ubytki w trakcie przygotowywania do spożycia, w przypadku partii ziemniaków przetwarzanych na cele spożywcze bulwy wadliwe ograniczają możliwość uzyskania produktu finalnego wysokiej jakości oraz pogarszają wykorzystanie surowca. Zdaniem wielu autorów występowanie w plonie bulw z wadami kształtu stanowi cechę odmianową, ale właściwość ta podlega wyraźnej zmienności środowiskowej [31–33] oraz zabiegom agrotechnicznym [34].

Kształty bulw zgodne z wymaganiami jakościowymi oraz ich bardzo dobra i dobra regularność są cechami bardzo pożądanymi, gdyż decydują one o wielkości strat masy bulw powstających przy obieraniu. Ponadto bulwy o regularnych kształtach są mniej podatne na uszkodzenia podczas zbioru, konfekcjonowania oraz przerobu [2, 10, 13, 18, 35].

### **Głębokość oczek**

Głębokość oczek jest cechą odmianową, a w mniejszym stopniu zależną od środowiska [36]. U ziemniaka jadalnego i do przetwórstwa spożywczego pożądane są oczka płytkie ze względu na mniejsze straty i łatwość obierania [29, 36–37]. Obecnie zdecydowana większość odmian, które zostały wprowadzone do obrotu w ostatnim dziesięcioleciu, cechuje się płytkimi lub bardzo płytkimi oczkami [38]. Odmiany wpisane do krajowego rejestru w 2024 roku posiadają głębokość oczek 6–8 w skali 9-stopniowej, a zdecydowana większość odmian wyróżnia się oczkami płytkimi oraz płytkimi, ale wyczuwalnymi [28]. Prabawardani i wsp. [36] oraz Zarzyńska [25, 39] podkreślają, że w agrotechnice i obróbce ziemniaka – zwłaszcza uprawianego na sadzeniaki – ważną cechą jest nie tylko głębokość oczek, ale także ich liczba na bulwie. Zarzyńska [39] wykazała, że liczba oczek na bulwie zależy w sposób istotny od wielkości bulwy oraz udowodniła liniową zależność dotyczącą tych cech, co stanowi ważną informację dla hodowcy i producenta.

### **Wygląd skórki, barwa skórki i barwa miąższu**

Barwa skórki i barwa miąższu (choć ta druga cecha jest najczęściej zaliczana do właściwości wewnętrznych) to cechy odmianowe o dużej stabilności, w małym stopniu modyfikowane przez środowisko. Określane są też jako stałe cechy genetyczne [9]. Odmiany ziemniaka zarejestrowane w 2024 roku mają różne barwy skórki: żółtą, fioletową, różową, jasnoczerwoną, jasnobezową, czerwoną, jednak dominują

odmiany o barwie żółtej [28]. Wygląd skórki oceniany jest w skali 9-stopniowej, gdzie 9 oznacza skórkę bardzo cienką, gładką i błyszczącą, natomiast 3–2–1 – skórkę grubą, szorstką, lekko do mocno spękaną [29, 40–41]. Wygląd skórki, jej barwa, grubość, szorstkość, popękania oraz uszkodzenia mechaniczne mają dla kupujących głównie znaczenie wizualne i estetyczne. Jednak kupujący chętniej wybierają odmiany o skórcie niepopękanej, gładkiej, cienkiej, a nawet lśniącej, o apetycznym wyglądzie; ponadto skórka ta łatwiej daje się oddzielić po ugotowaniu i stanowi dużą zaletę ziemniaka jadalnego. Należy jednak pamiętać, że bulwy o cienkiej skórcie są bardziej wrażliwe na zazielenienie podczas ekspozycji na światło w dużych marketach [13, 37–38]. Kolory skórki i miąższu bulw są powiązane z niektórymi składnikami, określanymi jako fitoskładniki [2, 42]. Barwa miąższu odmian wpisanych do krajowego rejestru obejmuje: białą, kremową, jasnobezową, jasnożółtą, żółtą, fioletową i niebieską [28]. Miąższ większości odmian bulw ziemniaka jest zabarwiony na jasnożółto i żółto, co jest wskaźnikiem obecności karotenoidów [43]. Ziemniaki o czerwonej i fioletowej skórcie mają dwukrotnie więcej kwasów fenolowych niż ziemniaki o białej skórcie, podczas gdy ziemniaki o czerwonym i fioletowym miąższu mają trzy do czterech razy więcej kwasów fenolowych niż ziemniaki o białej skórcie oraz zawierają antocyjany [42, 44–45].

Zgórska i Grudzińska [16], a także Zgórska [46] podkreślają, że bulwy przeznaczone do przerobu na produkty spożywcze powinny charakteryzować się takimi samymi cechami zewnętrznymi, jak bulwy do bezpośredniego spożycia. Cechy te mają duże znaczenie, ponieważ decydują o wydajności produkcji, co ma związek ze stratami powstającymi podczas obróbki wstępnej – obierania i krojenia.

### Podsumowanie

Ziemniak jest jednym z czterech głównych źródeł pożywienia na świecie. Jednocześnie wyróżnia się wszechstronnym wykorzystaniem bulw na cele jadalne oraz w przetwórstwie spożywczym i przemysłowym, obejmującym szeroką gamę różnorodnych produktów. Stąd cechy jakościowe bulw ziemniaka, zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne, decydują o wartości użytkowej bulw konsumpcyjnych i wytwarzanych produktów. Szczególną uwagę poświęca się plonowaniu i składowi chemicznemu bulw, co ma zasadnicze znaczenie w hodowli i produkcji. Istotne są także parametry morfologiczne ziemniaków, takie jak wielkość bulw, kształt bulw, regularność kształtu, głębokość oczek oraz wygląd skórki i jej barwa, gdyż decydują one o wielkości plonu użytkowego, stratach podczas zbioru, obróbki wstępnej bulw i procesów przetwórczych. Nowe odmiany ziemniaka powinny spełniać rygorystyczne wymagania dotyczące plonu, cech odpornościowych oraz cech jakościowych – zewnętrznych i wewnętrznych.

## Literatura

- [1] De Haan S., Rodriguez F., Potato origin and production, advances in potato chemistry and technology, Cambridge Academic Press, Cambridge 2016, s. 1–32.
- [2] Ndongutse V., Ngoda P. M. N., Vasanthakaalam H., Shakala E. K., Faraj A. K., Morphological and phytochemical composition of selected potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars grown in Rwanda, *Annals. Food Science and Technology*, 2019, 20(1), s. 393–401.
- [3] Monneveux P., Ramírez D. A., Pino M. T., Drought tolerance in potato (*S. tuberosum* L.). Can we learn from drought tolerance research in cereals? *Plant Science*, 2013, s. 76–86.
- [4] Aliche E. B., Oortwijn M., Theeuwens T. P. J. M., Bachem C. W. B., Visser R. G. F., van der Linden C. G., Drought response in field grown potatoes and the interactions between canopy growth and yield, *Agricultural Water Management*, 2018, 206, s. 20–30.
- [5] Wang Z., Liu H., Zeng F., Yang Y., Xu D., Zhao Y., Liu X., Kaur L., Liu G., Singh J., Potato processing industry in China: Current scenario, future trends and global impact, *Potato Research*, 2023, 66, s. 543–562.
- [6] Leszczyński W., Żywnieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przeгляд literatury), *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2012, 266, s. 5–20.
- [7] Kaplan M., Ulger I., Kokten K., Uzun S., Oral E. V., Ozaktan H., Temizgu R., Kale H., Nutritional composition of potato (*Solanum tuberosum* L.) haulms, *Progress in Nutrition*, 2018, 20, Supplement 1, s. 90–95.
- [8] Pilana M., Merovci N., Jashari M., Tmava A., Shaqiri F., Potato market and consumption, *International Journal of Sustainable Economies Management*, 2018, 7(3), s. 19–30.
- [9] Stypa I., Zgórska K., Ziemniak nasz powszedni, Wyd. IHAR-PIB, Bonin 2010, s. 1–24.
- [10] Kosariya Y. K., Jogdand S. V., Victor V. M., Study on the physico-engineering and morphological characteristics of different seed potato tubers, *The Pharma Innovation Journal*, 2021, 10(7), s. 1661–1666.
- [11] Bienia B., Sawicka B., Krochmal-Marczak B., Czynniki biotyczne kształtujące plon i jakość bulw ziemniaka, *Herbalism*, 2017, 1(3), s. 125–136.
- [12] Zaheer K., Akhtar M. H., Potato production, usage, and nutrition: A review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2016, 56(5), s. 711–721.
- [13] Zarzecka K., Gugala M., Mystkowska I., Zarzecka M., Ocena jakości morfologicznej i kulinarnej bulw ziemniaka jadalnego pochodzącego z regionu środkowo-wschodniej Polski, *Proceeding of ECOpole*, 2014, 8(1), s. 325–330.
- [14] Gonzales I. C., Kiswa C. G., Bautista A. B., Sustainable potato production in the Philippine Cordillera Region, *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2016, 3(6), s. 29–37.
- [15] Nowacki W., Profesjonalna produkcja ziemniaka, Wyd. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Brwinów 2020, s. 1–86.
- [16] Zgórska K., Grudzińska M., Jakość ziemniaków pasteryzowanych pakowanych próżniowo, *Ziemniak Polski*, 2011, 2, s. 1–5.

- [17] Michałowska D., Zasady identyfikacji botanicznej, charakterystyki morfologicznej oraz oceny wartości użytkowej odmian ziemniaka, *Ziemniak Polski*, 2022, 1, s. 19–23.
- [18] Felczak A., Wymagania jakościowe stawiane ziemniakom przeznaczonym do produkcji frytek, *Ziemniak Polski*, 2021, 1, s. 42–48.
- [19] Das S., Mitra B., Luthra S. K., Saha A., Hassan M. M., Hossain A., Study on morphological, physiological characteristics and yields of twenty-one potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars grown in eastern Sub-Himalayan Plains of India, *Agronomy*, 2021, 11, 335.
- [20] Krochmal-Marczak B., Sawicka B., Zabiegi agrotechniczne stosowane w uprawie ziemniaka w opinii właścicieli gospodarstw ekologicznych na Podkarpaciu, *Polish Journal of Agronomy*, 2016, 26, s. 56–65.
- [21] Hill D., Nelson D., Hammond J., Bell L., Morphophysiology of potato (*Solanum tuberosum*) in response to drought stress: Paving the way forward, *Frontiers in Plant Science*, 2021, 11, 597554.
- [22] Zarzyńska K., Wierzbicka A., Grudzińska M., Ekologiczna produkcja ziemniaka gwarancją jego cech prozdrowotnych, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2016, 279, s. 77–87.
- [23] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej ziemniaków, 2003, Dz.U. Nr 194, poz. 1900 z 2003 roku.
- [24] Stowarzyszenie Polski Ziemniak, Jakość ziemniaka, 2026, <https://polski ziemniak.pl/jakosc-ziemniaka/wymagania-jakosciowe> (stan na dzień 28 listopada 2024).
- [25] Zarzyńska K., Wpływ wielkości sadzeniaka i gęstości sadzenia na liczbę pędów i plony ziemniaków, *Ziemniak Polski*, 2012, 3, s. 19–22.
- [26] Krzysztofik B., Wpływ wielkości sadzeniaków ziemniaka i gęstości sadzenia na plon bulw i jego jakość, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2012, 266, s. 215–223.
- [27] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 maja 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie terminów składania wniosków o dokonanie oceny polowej materiału siewnego poszczególnych grup roślin lub gatunków roślin rolniczych i warzywnych oraz szczegółowych wymagań w zakresie wytwarzania i jakości materiału siewnego tych roślin, 2020, Dz.U., dnia 2 czerwca 2020 r., poz. 975.
- [28] Paczocha J., Lenartowicz T., Lista opisowa odmian roślin rolniczych. *Ziemniak*, Wyd. COBORU, Słupia Wielka 2024, s. 1–40.
- [29] Hara-Skrzypiec A., Śliwka J., Jakuczun H., Zimnoch-Guzowska E., QTL for tuber morphology traits in diploid potato, *Journal of Applied Genetics*, 2018, 59, s. 123–132.
- [30] Lutomirska B., Jankowska J., Występowanie deformacji i spękań bulw ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych i odmiany, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2012, 266, s. 131–142.
- [31] Lutomirska B., Szutkowska M., Nowacki W., Pietraszko M., Jankowska J., Występowanie wad kształtu bulw w plonie odmian i zaawansowanych materiałów hodowlanych ziemniaka, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2013, 267, s. 121–130.

- [32] Hill D., Nelson D., Hammond J., Bell L., Morphophysiology of potato (*Solanum tuberosum*) in response to drought stress: Paving the way forward, *Frontiers in Plant Science*, 2021, 11 597554.
- [33] Boguszewska-Mańkowska D., Odporność ziemniaka na suszę glebową i metody oceny, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2016, 279, s. 65–75.
- [34] Ginter A., Zarzecka K., Gugala M., Mystkowska I., The impact of the use of biostimulants and herbicide on reducing the occurrence of defects and small tubers in the potato yield, *Journal of Plant Protection Research*, 2024, 64(3), s. 298–306.
- [35] Marwaha R. S., Pandey S. K., Dinesh K., Singh S. V., Parveen K., Potato processing scenario in India: Industrial constraints, future projections, challenges ahead and remedies – A review, *Journal of Food Science and Technology*, 2010, 47(2), s. 137–156.
- [36] Prabawardani S., Yogi D. J., Mawikere N. L., Gari N. M., Noya A. I., Taberima, S., Djuna I. A. F., Luhulima F. D. N., The identification of potato genotype diversity based on morpho-agronomy and nutritional traits in the highland areas of Papua, Indonesia, *Biodiversitas*, 2023, 24(9), s. 5634–5642.
- [37] Lenartowicz T., Odmiany jadalne do różnych zastosowań i terminów nasadzeń, [w:] *Ziemniak jadalny, Zeszyt uprawowy*, Wyd. Plantpress, Kraków 2023, s. 14–20.
- [38] *Metodyka Integrowanej Produkcji Ziemniaka*, (red.) A. Wójtowicz, P. Strażyński, M. Mrówczyński, Wyd. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań–Warszawa 2023.
- [39] Zarzyńska K., Znaczenie cech morfologicznych sadzaniaków w agrotechnice ziemniaka, *Ziemniak Polski*, 2003, 3, s. 2–7.
- [40] Stypa I., Michałowska D., Charakterystyka odmian ziemniaka i cech zewnętrznych bulw po zbiorze, Wyd. Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Bonin 2015, s. 1–51.
- [41] *Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka*, Wyd. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Jadwisin 2022, s. 1–44.
- [42] Ezekiel R., Singh N., Sharma S., Kaur A., Beneficial phytochemicals in potato: A review, *Food Research International*, 2013, 50, s. 487–496.
- [43] Lachman J., Hamouz K., Orsak M., Kotikova Z., Carotenoids in potatoes: A short overview, *Plant, Soil and Environment*, 2016, 62(10), s. 474–481.
- [44] Zarzecka K., Ginter A., Gugala M., Mystkowska I., *Ziemniak kolorowy – uprawiany wczoraj, dziś i jutro*, *Herbalism*, 2022, 1(8), s. 130–139.
- [45] Hamouz K., Lachman J., Pazderů K., Tomášek J., Hejtmánková K., Pivec V., Differences in anthocyanin content and antioxidant activity of potato tubers with different flesh colour, *Plant, Soil and Environment*, 2011, 57(10), s. 478–485.
- [46] Zgórska K., Wykorzystanie ziemniaka do celów spożywczych i przemysłowych, *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 2013, 3/4(7), s. 5–9.

## **Prozdrowotne właściwości porzeczki czarnej *Ribes nigrum* L.** **Health-promoting properties of black currant *Ribes nigrum* L.**

Magdalena Zawodniak<sup>1</sup>, Krystyna Zarzecka<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Mazowiecki Szpital Wojewódzki im. św. Jana Pawła II w Siedlcach, ul. Ks. J. Poniatowskiego 26, 08-110 Siedlce

<sup>2</sup> Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Uniwersytet w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
\*e-mail: [krystyna.zarzecka@uws.edu.pl](mailto:krystyna.zarzecka@uws.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** składniki odżywcze, związki bioaktywne, znaczenie prozdrowotne  
**Keywords:** nutrients, bioactive compounds, health benefits

---

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono biologię porzeczki czarnej, historię jej uprawy, skład chemiczny oraz wartość prozdrowotną. Omówiono składniki chemiczne owoców porzeczki czarnej i porównano je z owocami porzeczki czerwonej i białej. Zwrócono uwagę na związki bioaktywne, ze szczególnym uwzględnieniem witaminy C i polifenoli, które odgrywają istotną rolę w profilaktyce i leczeniu wielu chorób cywilizacyjnych, takich jak cukrzyca, miażdżyca, choroby serca oraz nowotwory. Jednocześnie wykazują one działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe i antytoksyczne. Owoce i liście porzeczki czarnej mają szerokie zastosowanie w przetwórstwie spożywczym (soki, nektary, dżemy, galaretki, napary, wyroby cukiernicze, naturalne barwniki i aromaty), w produkcji napojów alkoholowych, produktów kosmetycznych i perfumeryjnych oraz w zielarstwie.

### **Summary**

This paper presents the biology of blackcurrants, their cultivation history, chemical composition, and health benefits. The chemical components of blackcurrant fruit are discussed and compared to those of red and white currants. Attention is drawn to bioactive compounds, with particular emphasis on vitamin C and polyphenols, which play an important role in the prevention and treatment of many lifestyle diseases, such as diabetes, atherosclerosis, heart disease, and cancer. They also exhibit anti-inflammatory, antibacterial, antiviral, and antitoxic properties. Blackcurrant fruit and leaves are widely used in food processing (juices, nectars, jams, jellies, infusions, confectionery, natural colors and flavors), and in the production of alcoholic beverages, cosmetics, and perfumery, and in herbal medicine.

## Charakterystyka porzeczki czarnej

Porzeczka czarna (*Ribes nigrum* L.) jest krzewem owocowym należącym do rodziny agrestowatych (*Grossulariaceae*), dorastającym do 2 m wysokości [1–2]. Liście są dłoniaste, 3–5-klapowe, a pod spodem występują żywiczne gruczołki wydzielające silny, charakterystyczny zapach. Kwiaty są drobne, zielonkawe i zebrane w wielokwiatowe grona. Owocem jest kulista jagoda o średnicy do 1 cm, o czarnym zabarwieniu skórki, z nieregularnie rozmieszczonymi gruczołkami oraz lekko kwaskowatym, aromatycznym smaku. Cała roślina wydziela intensywny, specyficzny zapach, dlatego dawniej nazywano ją potocznie „bździuchem” lub „smrodynią” [3]. Owoce – najbardziej cenna część rośliny – spożywane są w postaci świeżej oraz przetworzonej – w postaci soków, dżemów, konfitur i galaretek [4–5]. Ponadto owoce, liście i pączki, ze względu na bogaty skład chemiczny, są surowcami leczniczymi w medycynie ludowej i są szeroko wykorzystywane w farmacji jako suplementy diety. Wykorzystuje się je także w zielarstwie, kosmetyce i innych dziedzinach [6–10]. Porzeczka czarna od 1957 roku była w Polsce objęta częściową ochroną gatunkową, której nie podlega od 2014 roku [11].

## Pochodzenie i uprawa porzeczki czarnej

Człowiek od zarania dziejów wykazywał zainteresowanie roślinami pokarmowymi, dietetycznymi oraz leczniczymi. Poszukiwał i zbierał je ze stanowisk naturalnych [1]. Porzeczka czarna pochodzi z umiarkowanego klimatu Europy i Azji. Owoce *Ribes nigrum* L. były pierwotnie zbierane z roślin dziko rosnących, głównie do celów leczniczych. Porzeczka czarna występowała dawniej i nadal rośnie w stanie dzikim w Europie Zachodniej, na Ukrainie, w Kazachstanie, Rosji, Mongolii i Chinach, a w Polsce – na całym niżu, w pasie wyżyn oraz w parkach narodowych i licznych rezerwach przyrody [2, 4]. Pewne źródła historyczne podają, że o właściwościach leczniczych dziko rosnącej porzeczki wiedział już w XI wieku perski lekarz i filozof Avicenna [12–13]. Przypuszcza się, że porzeczka czarna była uprawiana już około 1400 roku, początkowo w Holandii i Danii, a następnie w Anglii i Francji. Pierwsze udokumentowane wzmianki dotyczące porzeczki czarnej znajdują się w zapiskach XVII-wiecznych zielarzy, którzy wykorzystywali owoce jako składniki mikstur leczniczych i herbat. W Rzeczypospolitej Obojga Narodów uznawana była za „krzew dla zdrowia” i chętnie sadzona w ogrodach przyklasztornych, m.in. w ogrodzie benedyktynów w Tyńcu. W XVIII w. ksiądz Krzysztof Kluk zachwalał czarne porzeczki, a w połowie XIX w. Józef Gerald-Wyżycki opisywał przetwory z czarnej porzeczki [2, 14]. Uprawa towarowa tego gatunku została zapoczątkowana pod koniec XIX wieku w Austrii, natomiast w Polsce – dopiero w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia. Dopiero odkrycie w XX wieku dużych ilości witaminy C w owocach spopularyzowało ten krzew i upowszechniło jego przetwórstwo [12].

Rekordowe zbiory porzeczki czarnej w Polsce odnotowano w 2012 roku i wynosiły one 150 tys. ton. W ostatnich pięciu latach (2021–2025) zbiory porzeczki czarnej w naszym kraju kształtowały się w przedziale 66–111 tys. ton. W 2025 r. produkcja wynosiła 79 tys. ton, a porzeczki czarne uprawiano na 47 tys. ha w ok. 18 tys. gospodarstw. Uprawa *Ribes nigrum* skupia się w centralnej i południowo-wschodniej Polsce, głównie w pięciu województwach: lubelskim, mazowieckim, łódzkim, świętokrzyskim i podkarpackim, które razem tworzą pas uprawy porzeczki w Polsce [15–17]. Porzeczka czarna jest znanym i cenionym owocem jagodowym w naszym kraju, a Polska jest jej największym producentem wśród krajów Unii Europejskiej i drugim, po Rosji, producentem na świecie. Zbiory porzeczek w naszym kraju stanowią 25% zbiorów światowych oraz ok. 70–75% zbiorów w Unii Europejskiej [15, 18].

W 2025 roku na liście odmian roślin sadowniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce znajdowało się 10 odmian porzeczki czarnej o różnych terminach dojrzwania (wczesny, średni, późny) [19]. Polskie odmiany porzeczki czarnej są ważnym nośnikiem postępu biologicznego – pozwalają utrzymać wysoką pozycję i konkurencyjność polskiego sadownictwa, z uwzględnieniem zasad ochrony środowiska i bezpiecznej produkcji żywności, zgodnie z wymogami obowiązującymi w UE [20].

### **Skład chemiczny a wartość odżywcza *Ribes nigrum* L.**

Porzeczka czarna jest cennym i popularnym owocem ze względu na walory smakowe i skład chemiczny, który warunkuje wartość odżywczą i prozdrowotną. W 100 g owoców czarnej porzeczki znajduje się średnio 1,3 g białka, 0,2 g tłuszczu, 14,9 g węglowodanów, 7,8 g błonnika i 100–300 mg witaminy C. Czarne porzeczki są bogatym źródłem polifenoli, wielu innych witamin, takich jak B1, B2, B6, PP oraz składników mineralnych, m.in. potasu, sodu, żelaza, wapnia, a także związków siarki i magnezu. Ponadto zawierają liczne mikroelementy, m.in. chlor, cynk, miedź, bor, jod, molibden i mangan (tab. 1) [4, 15, 21–23]. Dzięki temu zestawowi składników porzeczka czarna plasuje się wysoko wśród owoców jagodowych, ziół i roślin fitoterapeutycznych o udokumentowanej skuteczności [2, 14].

Zawartość poszczególnych składników zależy od odmiany, warunków klimatyczno-glebowych i zabiegów stosowanych na plantacji [4, 12, 20, 23]. W Polsce występują trzy gatunki, charakteryzujące się różną barwą i smakiem owoców oraz odmiennym składem chemicznym: porzeczka czarna (*Ribes nigrum* L.), porzeczka czerwona (*Ribes rubrum* L.) i porzeczka biała (*Ribes niveum* L.). Niezależnie od barwy, porzeczki należą do grupy bardzo wartościowych owoców o licznych cechach prozdrowotnych [24].

**Tabela 1.** Skład chemiczny owoców porzeczki czarnej, czerwonej i białej  
**Table 1.** Chemical composition of black, red and white currant fruits

Składniki (w 100 g)	Porzeczka czarna	Porzeczka czerwona	Porzeczka biała
Wartość energetyczna	51 kcal	46 kcal	45 kcal
Węglowodany	14,9 g	13,8 g	13,1 g
Białko	1,3 g	1,1 g	1,0 g
Tłuszcz	0,2 g	0,2 g	0,2 g
Błonnik	7,8 g	7,7 g	6,4 g
Beta-karoten	81 µg	24 µg	0 µg
Witamina C	182,6 mg	45,8 mg	40 mg
Witamina B1 (tiamina)	0,062 mg	0,040 mg	0,080 mg
Witamina B2 (ryboflawina)	0,032 mg	0,022 mg	0,020 mg
Witamina B6 (pirydoksyna)	0,08 mg	0,04 mg	0,05 mg
Foliany	16,0 µg	11,0 µg	5,0 µg
Potas	336 mg	259 mg	275 mg
Sód	2 mg	2 mg	1 mg
Żelazo	1,2 mg	0,9 mg	1,0 mg
Wapń	39 mg	36 mg	30 mg
Magnez	20 mg	12 mg	12 mg

Źródło: opracowanie własne na podstawie [21].

Cenne i wyróżniające – z żywieniowego punktu widzenia – są właściwości owoców czarnej porzeczki wynikające z wysokiej zawartości składników o charakterze bioaktywnym, w tym m.in. witaminy C, polifenoli, pektyn oraz kwasów organicznych [10, 18]. Zawartość witaminy C w porzeczce czarnej jest znacznie większa niż w poziomkach i truskawkach, czterokrotnie większa niż w owocach cytrusowych oraz aż pięćdziesięciokrotnie większa niż w soku jabłkowym. Ponadto witamina ta pozostaje stosunkowo stabilna, prawdopodobnie ze względu na obecność dużej ilości związków fenolowych, które działają ochronnie wobec kwasu askorbinowego. Zalicza się ją do witamin antyoksydacyjnych [2–3, 23, 25–26].

Związki fenolowe dzieli się na dwie grupy: flawonoidy, do których należą flawonole, izoflawony, katechiny i antocyjany, oraz cząsteczki nieflawonoidowe, obejmujące kwasy fenolowe, taniny i stilbeny [7, 10]. Antocyjany występują głównie w skórkach owoców porzeczki czarnej, ale w niewielkich ilościach są obecne również w liściach i stanowią znaczną część wszystkich związków polifenolowych w *Ri-*

*bes nigrum* [7, 10, 27]. Według Ejaz [28] antocyjany stanowią prawie 80% wszystkich związków fenolowych. W tabeli 2 przedstawiono zawartość polifenoli i antocyjanów w ekstraktach porzeczki czarnej oraz innych roślin jagodowych. Kwasy fenolowe odgrywają kluczową rolę w obronie przed czynnikami biotycznymi i abiotycznymi oraz wykazują znacznie wyższą aktywność antyoksydacyjną niż witaminy przeciwutleniające [29].

**Tabela 2.** Zawartość polifenoli i antocyjanów w ekstraktach wybranych owoców jagodowych  
**Table 2.** Content of polyphenols and anthocyanins in extracts of selected berries

Gatunki rośliny	Polifenole ogółem w mg/g suchej masy	Antocyjany w mg/g suchej masy
Porzeczka czarna	40,9	15,3
Porzeczka czerwona	13,0	2,3
Żurawina	20,1	3,1
Borówka wysoka (borówka amerykańska)	26,4	6,3
Borówka czernica (czarna jagoda)	55,1	26,3
Malina właściwa	39,0	4,4
Jeżyna	42,5	10,0
Truskawka	22,5	2,4
Aronia czarna	287,5-393,5	20,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2].

## Właściwości prozdrowotne porzeczki czarnej

Porzeczka czarna, ze względu na bogactwo związków bioaktywnych, jest szeroko wykorzystywana w przemyśle spożywczym, ceniona w przetwórstwie domowym oraz charakteryzuje się szerokim spektrum działania prozdrowotnego [6, 9]. Wielu autorów podkreśla, że naturalne przeciwutleniacze zawarte w owocach porzeczki czarnej odgrywają istotną rolę w profilaktyce i leczeniu chorób cywilizacyjnych, takich jak cukrzyca, miażdżycy, choroby serca oraz nowotwory [2, 7, 27, 30]. Gopalan i wsp. [31] oraz Lee i Lee [32] wykazali, że owoce czarnej porzeczki oraz sporządzone z nich preparaty są pomocne w profilaktyce chorób układu krążenia, chorób nowotworowych i metabolicznych (w tym cukrzycy typu 2), we wspieraniu odporności oraz poprawie zdrowia oczu, a także wykazują silne działanie przeciwzapalne. Oczkowski [18] oraz Yoshida i wsp. [33] wskazują, że antocyjany zawarte w czarnej porzeczce poprawiają ukrwienie okolic nerwów wzrokowych oraz gałek ocznych, co przekłada

się na poprawę widzenia, a regularne spożywanie produktów bogatych w te związki może spowolnić rozwój jaskry. Również liście czarnej porzeczki wykazują działanie przeciwbakteryjne i przeciwzapalne oraz są stosowane jako środki przeciwwirusowe, antytoksyczne, antyseptyczne, a także przeciwnowotworowe. Napary i ekstrakty z liści mogą być również wykorzystywane jako wartościowe dodatki do żywności, podnosząc jej walory funkcjonalne [4, 10, 34–35].

W medycynie ludowej owoce i napary z liści stosowano jako antidotum m.in. w leczeniu anginy, stanów zapalnych jamy ustnej, chorób reumatycznych, wrzodów żołądka, kamicy układu moczowego, nadciśnienia tętniczego, miażdżycy, migreny oraz gorączki [2, 30]. Ponadto nasiona czarnej porzeczki zawierają duże ilości kwasów tłuszczowych, w tym kwasu linolenowego o działaniu łagodzącym. W związku z tym olej z owoców może być stosowany w profilaktyce i leczeniu atopowego zapalenia skóry, a także zewnętrznie – w celach pielęgnacyjnych i regeneracyjnych, bez ryzyka wystąpienia skutków ubocznych [2, 9, 36].

Wyniki badań wskazują, że regularne spożycie owoców przyczynia się do obniżenia ryzyka wielu chorób, a także może wpływać na zdrowie psychiczne, obniżając poziom zmęczenia oraz nasilenie zaburzeń depresyjnych i lękowych, jednocześnie poprawiając koncentrację i nastrój [18, 37–38].

### **Inne możliwości wykorzystania porzeczki czarnej**

Porzeczka czarna to roślina o wielu obliczach. Ekstrakty z czarnej porzeczki (liście, pączki, owoce i nasiona) włączane są do różnych formułacji kosmetycznych służących do pielęgnacji ciała, takich jak: kremy nawilżające, żele, balsamy oraz emulsje [8, 39–40], a także stosowane w mikrokapsułkach do odżywiania włosów. Należy dodać, że kosmetyki te są bezpieczne, ekologiczne i przyjazne dla środowiska [41]. Czarna porzeczka jest prawdziwym skarbem w świecie perfumerii – łączy w sobie słodycz dojrzałych owoców z żywą, niemal pikantną świeżością. Jednym z najbardziej znanych przykładów ich użycia są perfumy Chamade marki Guerlain z 1969 roku.

Zapach czarnej porzeczki występuje w popularnych perfumach i wodach perfumowanych, takich jak kompozycje marek Giorgio Armani, Byredo, Givenchy – Amalige oraz Christian Dior – Rouge Trafalgar. Obecnie istnieje wiele firm perfumowych, a perfumiarze konkurują między sobą o tworzenie unikatowych kompozycji zapachowych [42]. Kolekcja „Otuleni zapachem” oferuje nie tylko perfumy, ale też wiele innych produktów, takich jak odświeżacze, dyfuzory oraz aerozapachy do domu i samochodu o szerokiej gamie zapachowej [8, 43]. Owoce i pąki czarnej porzeczki są również powszechnie wykorzystywane do produkcji napojów alkoholowych (wina, likiery, spirytus i piwo), olejków eterycznych oraz barwników i aromatów

spożywczych [3, 7–8, 28, 31]. Ten ostatni sektor komercyjny stanowi wprawdzie niewielką część produkcji, jednak odgrywa istotną rolę w gospodarce, szczególnie w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym [28].

Produkt uboczny po produkcji soków (tzw. wytloki), jest bogatym źródłem związków fenolowych i wykazuje działanie antyoksydacyjne, stąd może stanowić odżywczy dodatek do bezglutenowych ciasteczek, krakersów, mrożonej herbaty owocowej, galaretek oraz suplementów diety [18, 44–45]. Porzeczka czarna może też stanowić ciekawy element dekoracyjny ogrodu, gdyż czarne grona z drobnymi owocami nie tylko dobrze smakują, ale również ładnie wyglądają. Ponadto raz posadzony krzew plonuje przez około 10–15 lat [30].

## Podsumowanie

Porzeczka czarna (owoce, liście i nasiona), ze względu na bogaty skład chemiczny i obecność wielu związków bioaktywnych, wyróżnia się wśród owoców jagodowych, wysoką wartością odżywczą i dietetyczną. Jagody porzeczki czarnej są przetwarzane na wiele produktów, takich jak: soki, nektary owocowe, dżemy, galaretki, napoje alkoholowe i bezalkoholowe oraz mrożone i suszone owoce. Ponadto są wykorzystywane do produkcji naturalnych barwników. *Ribes nigrum* odgrywa ważną rolę w profilaktyce i leczeniu chorób cywilizacyjnych. Wykazuje działanie przeciwzapalne, przeciwnowotworowe, łagodzące stres oksydacyjny, obniżające stężenie cholesterolu we krwi oraz normalizujące glikemię, a także korzystnie wpływające na ostrość widzenia i niektóre schorzenia narządu wzroku. Jest również szeroko wykorzystywana w recepturach kosmetycznych i perfumeryjnych ze względu na bogactwo cennych właściwości.

Porzeczka czarna jest rośliną powszechnie uprawianą w Polsce, a w dobie wzrostu zainteresowania naturalnymi produktami i farmaceutykami jej potencjał jest odkrywany na nowo i coraz szerzej doceniany.

## Literatura

- [1] Nowiński M., Dzieje upraw i roślin leczniczych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1983, s. 1–329.
- [2] Jessa J., Hozyasz K. K., Czarna porzeczka i olej z jej nasion – fitoterapeutyczne panaceum? Problemy Higieny i Epidemiologii, 2016, 97(1), s. 14–23.
- [3] Mazik M., Czarna porzeczka – właściwości lecznicze i zastosowanie, 2026, <https://www.drmax.pl/czarna-porzeczka-wlasciwosci> (stan na dzień 5 lutego 2026).
- [4] Struk O., Starchenko G., Koshovy O., Stremoukhov O., Klymenko Y., Raal A., Mineral composition of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) fruits and leaves, The Open Agriculture Journal, 2024, 18, s. 1–8.

- [5] Narwojsz A., Borowska E. J., Zmiany składników strukturotwórczych owoców porzeczki czarnej podczas maceracji miazgi a uwalnianie polifenoli do soku, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 1(74), s. 87–98.
- [6] Sun Q., Wang N., Xu W., Zhou H., Genus *Ribes* Linn. (Grossulariaceae): A comprehensive review of traditional uses, phytochemistry, pharmacology and clinical applications, *Journal of Ethnopharmacology*, 2021, 276, 114166.
- [7] Cortez R. E., de Mejia G. E., Blackcurrants (*Ribes nigrum*): A Review on chemistry, processing, and health benefits. *Journal of Food Science*, 2019, 84(9), s. 2387–2401.
- [8] Barańska A., Czarna porzeczka – niedoceniany składnik kosmetyków, 2026, <https://biotechnologia.pl> (stan na dzień 05 lutego 2026).
- [9] Bylinowska J., Porzeczki – 11 właściwości jednego z najzdrowszych owoców lata, 2026, <https://dietetycy.org.pl> (stan na dzień 05 lutego 2026).
- [10] Staszowska-Karkut M., Materska M., Phenolic composition, mineral content, and beneficial bioactivities of leaf extracts from black currant (*Ribes nigrum* L.), raspberry (*Rubus idaeus*), and aronia (*Aronia melanocarpa*), *Nutrients*, 2020, 12(2), 463.
- [11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin, Dz.U. z 2014 r. poz. 1409.
- [12] Ochmian I., Dobrowolska A., Strzelecki R., Kozos K., Porównanie jakości owoców trzech odmian porzeczki czarnej (*Ribes nigrum* L.) w zależności od ich wielkości, *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Agriculture, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica*, 2013, 304(26), s. 97–106.
- [13] Sweet V., Hildegard of Bingen and the greening of medieval medicine, *Bulletin of the History of Medicine*, 1999, 73(3), s. 381–403.
- [14] Porzeczka czarna (*Ribes nigrum*), 2026, <https://satilabs.pl> › porzeczka-czarna-ribes-nigrum (stan na dzień 05 lutego 2026).
- [15] Czarna porzeczka – polski superowoc, Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa, Biuro Analiz i Strategii, Warszawa 2021, s. 1–4.
- [16] Porzeczki czarne, 2026, <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/porzeczki-czarne> (stan na dzień 10 lutego 2026).
- [17] GUS – wielki urodzaj czarnej porzeczki, 2026, <https://igit.pl/arttykul/gus-wielki-urodzaj-czarnej-porzeczki> (stan na dzień 10 lutego 2026).
- [18] Oczkowski M., Health-promoting effects of bioactive compounds in blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) berries, *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 2021, 72(3), s. 229–238.
- [19] Lista odmian roślin sadowniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce, wyd. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka 2025, s. 1–35.
- [20] Pluta S., Seliga L., Plonowanie polskich odmian porzeczki czarnej w ostatnich latach, *Jagodnik*, 2024, 1, s. 66–70.
- [21] Kunachowicz H., Przygoda B., Nadolna I., Iwanow K., Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wydanie II zmienione, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2017, s. 1–624.

- [22] Rachtan-Janicka J., Ponder A., Hallmann E., The effect of organic and conventional cultivations on antioxidants content in blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) species, *Applied Sciences*, 2021, 11, 5113.
- [23] Woznicki T. L., Heide O. M., Sønsteby A., Wold A. B., Remberg S. F., Yield and fruit quality of black currant (*Ribes nigrum* L.) are favoured by precipitation and cool summer conditions, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 2015, 65(8), s. 702–712.
- [24] Jurgiel-Małecka G., Buchwał A., Charakterystyka składu chemicznego owoców porzeczki uprawianej w regionie Pomorza Zachodniego, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 6(109), s. 90–101.
- [25] Padayatty S. J., Katz A., Wang Y. H., Eck P., Kwon O., Lee J. H., Chen S. L., Corpe C., Dutta A., Dutta S. K., Levine M., Vitamin C as an antioxidant: Evaluation of its role in disease prevention, *Journal of the American College of Nutrition*, 2003, 22(1), s. 18–35.
- [26] Soloshenko V., Comparative assessment of the content of vitamin C and carbohydrates in the fruits of *Ribes* L. species, *Plant Introduction*, 2025, 107, s.15–20.
- [27] Teleszko M., Wojdyło A., Comparison of phenolic compounds and antioxidant potential between selected edible fruits and their leaves, *Journal of Functional Foods*, 2015,14, s.736–746.
- [28] Ejaz A., Waliat S., Afzaal M., Saeed F., Ahmad A., Din A., Ateeq H., Asghar A., Shah J. A., Rafi A., Khan M. R., Biological activities, therapeutic potential, and pharmacological aspects of blackcurrants (*Ribes nigrum* L): A comprehensive review, *Food Science & Nutrition*, 2023, 11, s. 5799–5817.
- [29] Baldi S., Tristán Asensi M., Pallecchi M., Sofi F., Bartolucci G., Amedei A., Interplay between lignans and gut microbiota: Nutritional, functional and methodological aspects, *Molecules*, 2023, 28, 343.
- [30] Szubierajska J., Porzeczka czarna owoc – właściwości, witaminy i wartości odżywcze porzeczki czarnej, 2025, <https://www.ekologia.pl/styl-zycia/porzeczka-czarna> (stan na dzień 9 lutego 2026).
- [31] Gopalan A., Reuben S. C., Ahmed S., Darvesh A. S., Hohmann J., Bishayee A., The health benefits of blackcurrants, *Food & Function*, 2012, 3(8), s. 795–809.
- [32] Lee Y., Lee J. Y., Blackcurrant (*Ribes nigrum*) extract exerts an anti-inflammatory action by modulating macrophage phenotypes, *Nutrients*, 2019, 11(5), 975.
- [33] Yoshida K., Ohguo I., Ohguo H., Black currant anthocyanins normalized abnormal levels of serum concentrations of endothelin-1 in patients with glaucoma, *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*, 2013, 29(5), s. 480–487.
- [34] Minasyan A., Pires V., Gondcaille C., Ginovyan M., Mróz M., *Ribes nigrum* leaf extract downregulates pro-inflammatory gene expression and regulates redox balance in microglial cells, *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 2025, 25(1), s. 1–49.
- [35] Gorzkowska M., Ziola. Jak zbierać, przetwarzać, stosować, Wydawnictwo Bosz, Olsztyn 2022, s. 1–184.

- [36] Boelsma E., Hendriks H. F., Roza L., Nutritional skin care: Health effects of micro-nutrients and fatty acids, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2001, 73(5), s. 853–864.
- [37] Guzek D., Głąbska D., Groele B., Gutkowska K., Fruit and vegetable dietary patterns and mental health in women: A systematic review, *Nutrition Reviews*, 2022, 80(6), s. 1357–1370.
- [38] Watson A. W., Okello E. J., Brooker H. J., Lester S., McDougall G. J., Wesnes K. A., The impact of blackcurrant juice on attention, mood and brain wave spectral activity in young healthy volunteers, *Nutritional Neuroscience*, 2019, 22(8), s. 596–606.
- [39] Ivanković A. P., Čorović M., Milivojević A., Blagojević S., Radulović A., Pjanović R., Bezbradica D., Assessment of enzymatically derived blackcurrant extract as cosmetic ingredient-antioxidant properties determination and in vitro diffusion study, *Pharmaceutics*, 2024, 16, 1209.
- [40] Wyzga B., Kamiński K., Hąc-Wydro K., The influence of blackcurrant extract-based cosmetic antimicrobial agent on skin cells and skin model membranes, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2024, 703, 135411.
- [41] Zhang S., Ye T., Preparation of natural composite microcapsules containing orchid black currant fragrance and its sustained-release properties on hair bundle, *Journal of Polymers and the Environment*, 2022, 30(1), s. 136–150.
- [42] Blackcurrant, 2026, <https://perfumesociety.org/blackcurrant> (stan na dzień 10 lutego 2026).
- [43] Otuleni zapachem– tworzymy prawdziwe perfumy, 2026, <https://www.otulenizapachem.pl> (stan na dzień 10 lutego 2026).
- [44] Gagnetten M., Archaina D. A., Salas M. P., Leiva G. E., Salvatori D. M., Schebor C., Gluten-free cookies added with fibre and bioactive compounds from blackcurrant residue, *International Journal of Food Science & Technology*, 2021, 56(4), s. 1734–1740.
- [45] Schmidt C., Geweke I., Struck S., Zahn S., Rohm H., Blackcurrant pomace from juice processing as partial flour substitute in savoury crackers: Dough characteristics and product properties, *International Journal of Food Science & Technology*, 2018, 53(1), s. 237–245.

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów

## **Właściwości bioaktywne kawy ekstrahowanej metodą *cold brew***

### **Bioactive properties of coffee extracted using the cold brew method**

Iwona Mystkowska<sup>1\*</sup>, Monika Sijko-Szpańska<sup>2</sup>, Aleksandra Dmitrowicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zakład Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu, Akademia Bialska im. Jana Pawła II,  
ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

<sup>2</sup> Regionalne Centrum Badań EKO-AGRO-TECH, Akademia Bialska im. Jana Pawła II,  
ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, Wydział Nauk o Zdrowiu, ul. Sidorska 95/97,  
21-500 Biała Podlaska

\*e-mail: [i.mystkowska@dyd.akademiabialska.pl](mailto:i.mystkowska@dyd.akademiabialska.pl)

---

**Słowa kluczowe:** kawa na zimno, kofeina, ekstrakcja

**Key words:** cold brew coffee, caffeine, extraction

---

### **Streszczenie**

Kawa jest jednym z najczęściej spożywanych napojów na świecie, a jej produkcja i konsumpcja od lat wykazują tendencję wzrostową. Jej popularność wynika nie tylko z cennych walorów sensorycznych, takich jak charakterystyczny smak i intensywny aromat, lecz także z obecności licznych związków bioaktywnych, do których należą m.in. kofeina, kwasy chlorogenowe, kwasy organiczne, melanoidyny oraz trygonelina. *Cold brew* to alternatywna metoda przygotowywania kawy, polegająca na długotrwałej ekstrakcji palonych ziaren kawy w zimnej wodzie. Celem pracy była analiza zawartości kofeiny w kawie przygotowanej metodą *cold brew* na podstawie przeglądu dostępnej literatury naukowej. Wykazano znaczną zmienność zawartości kofeiny, mieszczącą się w zakresie 48,00–180,10 mg/100 ml oraz 605,00–4080,76 mg/100 g, wynikającą z różnych sposobów jej oznaczania i prezentacji wyników. Analiza wskazuje, że kluczowe znaczenie dla poziomu kofeiny mają takie czynniki, jak czas parzenia, temperatura ekstrakcji oraz stosunek kawy do wody. Proces przygotowywania *cold brew* jest złożony i zależy od wielu wzajemnie powiązanych parametrów, co wpływa na końcową charakterystykę naparu.

### **Summary**

Coffee is one of the most widely consumed beverages in the world, and its production and consumption have been on the rise for years. Its popularity stems not only from its valued sensory qualities, such as its distinctive taste and intense aroma, but also from the presence of numerous bioactive compounds, including caffeine, chlorogenic acid, organic acids, me

lanoidins and trigonelline. Cold brew is an alternative method of preparing coffee involving the prolonged extraction of roasted coffee beans in cold water. The aim of this study was to analyse the caffeine content in coffee prepared using the Cold Brew method based on a review of the available scientific literature. Significant variability in caffeine content was demonstrated, ranging from 48.00 to 180.10 mg/100 ml and 605.00 to 4080.76 mg/100 g, which is due to different methods of determination and presentation of results. The analysis indicates that factors such as brewing time, extraction temperature and the coffee-to-water ratio are crucial for the caffeine content. The Cold Brew preparation process is complex and depends on many interrelated parameters, which affect the final characteristics of the brew.

## Wstęp

Kawa (*Coffea* sp.) jest jednym z najpopularniejszych i najczęściej spożywanych napojów na świecie, a jej produkcja i konsumpcja wykazują tendencję wzrostową [1]. Dwa główne komercyjne gatunki kawy to *Coffea arabica* (kawa arabica) oraz *Coffea canephora* (odmiany conilon i robusta), których ziarna różnią się cechami morfologicznymi oraz składem chemicznym, co wpływa na proces ekstrakcji związków podczas przygotowywania napoju. Zawartość kofeiny w nasionach waha się od 0,3% do 2,5% i jest dwukrotnie wyższa w kawie robusta niż w kawie arabica. Kawa charakteryzuje się wyjątkowymi walorami smakowymi, intensywnym aromatem oraz obecnością licznych składników bioaktywnych, takich jak kofeina, kwasy chłorogenowe, kwasy organiczne, melanoidyny oraz trygonelina [1–3]. Regularna konsumpcja kawy może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka rozwoju wielu chorób przewlekłych [4–5]. Zależność między spożyciem kawy a niższym ryzykiem rozwoju zespołu metabolicznego (MetS) nabiera szczególnego znaczenia w kontekście jego wysokiej częstości występowania na świecie, co podkreśla potencjalne znaczenie kliniczne i zdrowotne tego napoju [6].

Korzystny efekt zdrowotny zależy m.in. od liczby wypijanych filiżanek i w dużej mierze jest związany z zawartością kofeiny. Należy jednak podkreślić, że pojedyncza porcja kawy, określana jako filiżanka, może mieć bardzo zróżnicowaną objętość w zależności od kultury i przyjętych zwyczajów – od 15 ml skoncentrowanego espresso do około 250 ml kawy filtrowanej. Różne techniki parzenia są powiązane z lokalnymi tradycjami, a ich nazwy często wywodzą się z regionów, w których zostały opracowane. Według Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności [7] dzienne spożycie kofeiny ze wszystkich źródeł u osób dorosłych nie powinno przekraczać 400 mg.

Monitorowanie zawartości kofeiny w naparze jest istotne dla zapobiegania nadmiernemu spożyciu oraz minimalizowania potencjalnych skutków ubocznych dla zdrowia. Na ilość kofeiny i innych związków bioaktywnych w kawie wpływa wiele czynników, w tym odmiana botaniczna, stopień palenia ziaren oraz metoda parzenia.

W ostatnich latach coraz większą popularność zyskuje kawa parzona na zimno (ang. *cold brew*), której specyfika ekstrakcji może prowadzić do odmiennego profilu chemicznego naparu w porównaniu z tradycyjnymi metodami parzenia na gorąco.

Analiza właściwości bioaktywnych kawy stanowi istotny element badań nad wpływem różnych metod parzenia na skład chemiczny i potencjalne działanie zdrowotne naparu. Celem niniejszego przeglądu literatury była analiza zawartości kofeiny w kawie palonej, przygotowanej metodą *cold brew*, z uwzględnieniem kluczowych czynników, takich jak czas parzenia, temperatura oraz stosunek kawy do wody. Przeanalizowano dostępne badania naukowe opublikowane w latach 2000–2025. Artykuły wyszukiwano na podstawie słów kluczowych, tytułów i abstraktów, korzystając z baz danych PubMed i ScienceDirect.

### **Cold brew**

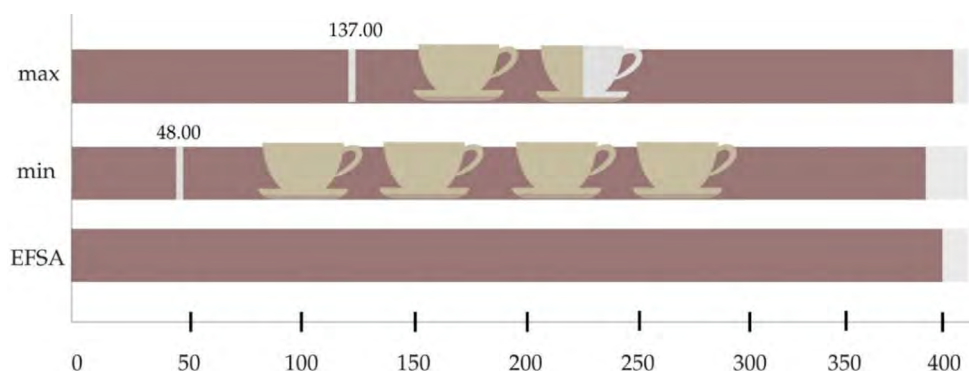
Kawa parzona na zimno stanowi alternatywną metodę przygotowywania naparu, która w ostatnich latach zyskuje na popularności w branży kawowej [8]. Pomimo rosnącego zainteresowania tą techniką nadal brakuje jednolitych międzynarodowych standardów oraz precyzyjnej definicji określającej warunki wytwarzania kawy typu *cold brew* [9–10]. Wzrost popytu na wysokiej jakości kawę przyrządzaną tą metodą wynika m.in. z wcześniejszych doświadczeń konsumentów z kawami mrożonymi, które charakteryzowały się obniżoną jakością, wynikającą z zastosowania nieoptymalnych baz kawowych [11]. Proces ekstrakcji w tej metodzie polega na długotrwałym kontakcie zmielonych ziaren kawy z wodą o temperaturze pokojowej lub niższej przez okres od kilku do kilkudziesięciu godzin. Tradycyjnie kawa *cold brew* jest przygotowywana przez ekstrakcję wodą trwającą 24 godziny [10].

Zastosowanie obniżonej temperatury ekstrakcji (około 8°C) wpływa nie tylko na profil sensoryczny uzyskanego naparu, lecz także na jego skład chemiczny oraz właściwości mikrobiologiczne. Potencjalne zagrożenia mikrobiologiczne związane z metodą *cold brew* wynikają głównie z braku etapu ekstrakcji w wysokiej temperaturze oraz wydłużonego czasu parzenia, co może sprzyjać rozwojowi mikroorganizmów. Ryzyko to jest zazwyczaj ograniczane w przypadku kawy palonej i świeżo parzonej metodami na gorąco [12].

Profil smakowy kawy parzonej na zimno różni się od profilu kawy parzonej na gorąco i jest bardziej owocowy oraz słodszy [13]. Zastosowanie podczas procesu parzenia wysokiego ciśnienia [14] lub pasteryzacji [15] może zmniejszać ryzyko mikrobiologiczne, przy jednoczesnym zachowaniu jakości napoju. Metoda parzenia na zimno wpływa również na obecność i stężenie związków bioaktywnych w kawie. W naparze *cold brew* obecne są m.in. kofeina, kwasy chlorogenowe, melanoidyny oraz inne polifenole, które wykazują działanie antyoksydacyjne i mogą korzystnie

wpływać na zdrowie konsumenta. W porównaniu z tradycyjnymi metodami parzenia na gorąco ekstrakcja w niskiej temperaturze może prowadzić do niższej kwasowości i łagodniejszego profilu sensorycznego przy jednoczesnym zachowaniu wielu istotnych związków bioaktywnych [10]. Zawartość kofeiny w kawie typu *cold brew* zależy od wielu czynników, takich jak gatunek i odmiana botaniczna kawy, pochodzenie surowca, stosunek kawy do wody, czas ekstrakcji oraz stopień zmielenia i palenia ziaren. Analiza tych parametrów jest kluczowa dla określenia wpływu metody parzenia na skład chemiczny oraz potencjalne właściwości zdrowotne naparu, co stanowi istotny kierunek dalszych badań nad kawą *cold brew* [11].

Na podstawie przeanalizowanych artykułów oceniono wpływ wybranych parametrów na zawartość kofeiny w naparze. Najczęściej stosowaną metodą analityczną oznaczania kofeiny była wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC). Ze względu na stosowanie różnych jednostek miary w analizowanych publikacjach dane dotyczące zawartości kofeiny przeliczono na mg/100 ml lub mg/100 g w celu umożliwienia ich porównania. Zawartość kofeiny w kawie przygotowanej metodą *cold brew* charakteryzowała się znaczną zmiennością i mieściła się w zakresie 48,00–137,00 mg/100 ml (rys. 1) oraz 605,00–4080,76 mg/100 g. Stwierdzone różnice pomiędzy wartościami wynikały głównie z odmiennych sposobów wyrażania zawartości kofeiny. Wartości podawane w jednostkach mg/100 g były istotnie wyższe, gdyż odnosiły się do zawartości kofeiny w suchej masie kawy, a nie w gotowym naparze. Uwzględniając najniższą oraz najwyższą zawartość kofeiny (po wykluczeniu wartości skrajnych metodą przedziału międzykwartylowego) oraz zalecenia EFSA [7], za bezpieczne można uznać dzienne spożycie 1,5–4 porcji (po 200 ml) kawy typu *cold brew* (rys. 1).



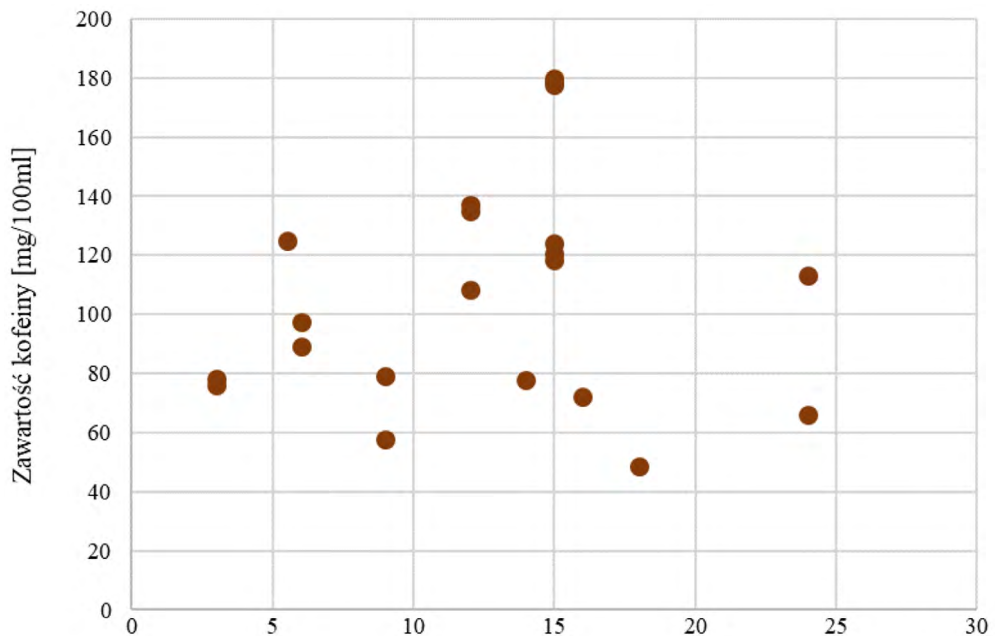
**Rysunek 1.** Zawartość kofeiny w kawie *cold brew* oraz liczba porcji, która jest uznawana za bezpieczną do spożycia zgodnie z zaleceniami EFSA

**Figure 1.** Caffeine content in cold brew coffee and the number of servings considered safe for consumption according to EFSA recommendations

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7].

W analizowanych artykułach czas parzenia był zróżnicowany i wynosił od 3 do 24 h. Aby skrócić czas ekstrakcji oraz zwiększyć stężenie kofeiny w naparze, niektórzy autorzy stosowali dodatkowe czynniki wspomagające proces, takie jak cykle obniżonego ciśnienia [16]. W większości badań stosowano wodę o temperaturze pokojowej, podobnie jak w metodzie tradycyjnej. Wyższą zawartość kofeiny odnotowano przy dłuższym czasie parzenia [17].

Badania przeprowadzone w zbliżonych warunkach eksperymentalnych (ten sam gatunek kawy, identyczny stosunek kawy do wody oraz zbliżona temperatura wody w zakresie 22–24°C), lecz przy różnych czasach parzenia (3, 6 oraz 12 h), potwierdziły zależność pomiędzy czasem ekstrakcji a zawartością kofeiny [18] (rys. 2).

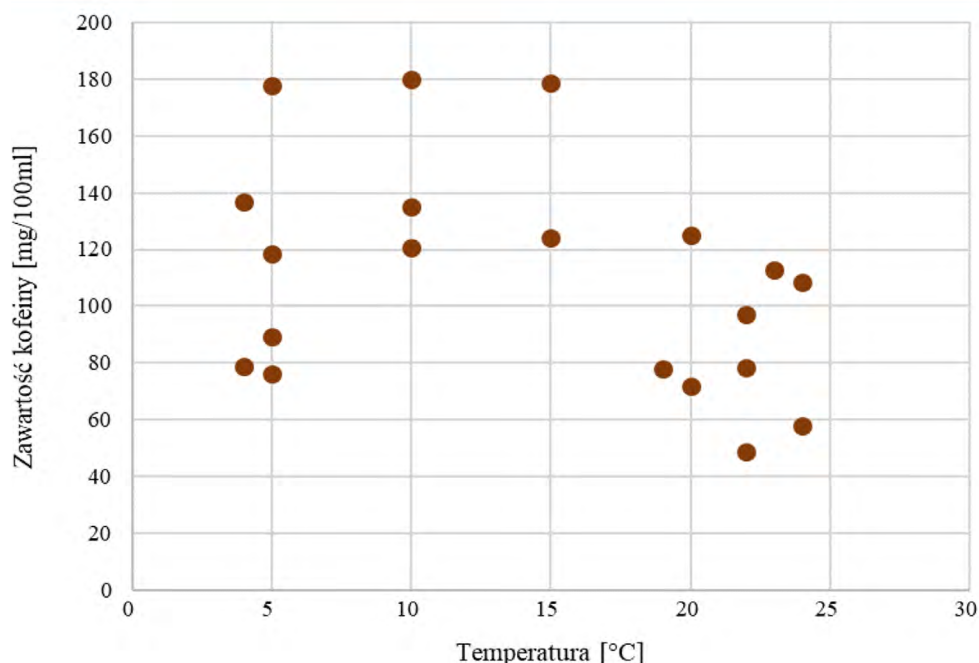


**Rysunek 2.** Czas parzenia a zawartość kofeiny w kawie *cold brew*

**Figure 2.** Brewing time and caffeine content in cold brew coffee

Źródło: opracowanie własne na podstawie [18].

W kilku pracach analizowano również wpływ temperatury wody na efektywność ekstrakcji kofeiny [17, 19]. Wykazano, że podwyższenie temperatury z 5°C do 22°C skutkowało wzrostem zawartości kofeiny o około 3% przy 3-godzinnej ekstrakcji oraz o blisko 9% przy 6-godzinnyim czasie parzenia [19]. W badaniu [17] zaobserwowano analogiczną zależność w przypadku kawy arabica, natomiast w przypadku kawy robusta, podobnie jak w pracy [19], temperatura ekstrakcji nie wpływała istotnie na zawartość kofeiny (rys. 3).



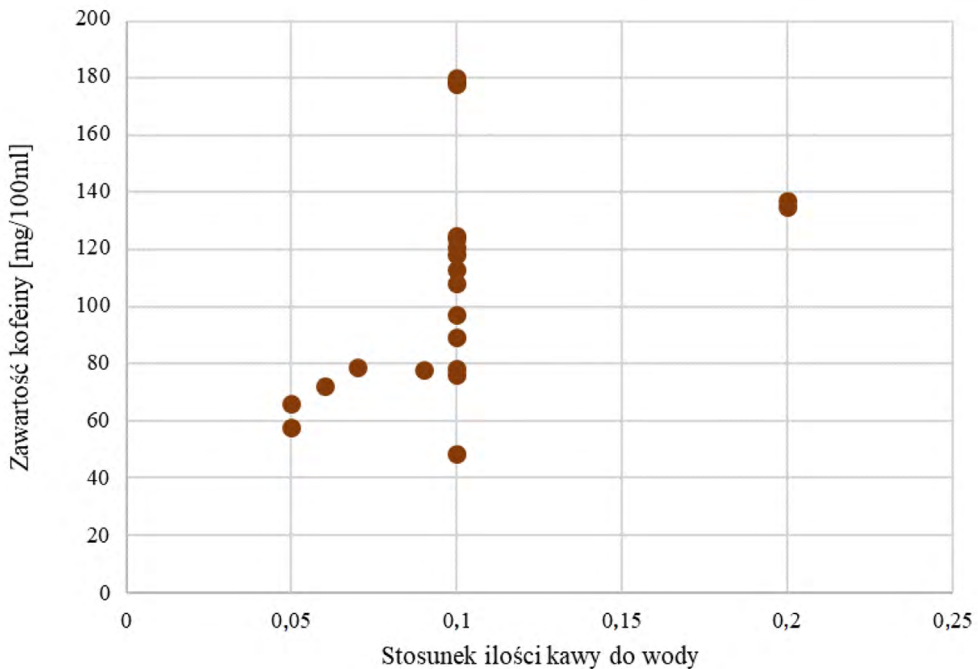
**Rysunek 3.** Temperatura wody a zawartość kofeiny w kawie *cold brew*

**Figure 3.** Water temperature and caffeine content in cold brew coffee

Źródło: opracowanie własne.

Stosunek kawy do wody również okazał się istotnym parametrem wpływającym na zawartość kofeiny. Badacze zastosowali stosunek kawy do wody 5:10, uzyskując dwukrotnie niższą zawartość kofeiny [20] w porównaniu z wynikami autorów stosujących proporcję 10:100 w zbliżonych warunkach czasu i temperatury parzenia [21]. W innych pracach wykorzystano wyższy udział kawy względem wody (20:100), co skutkowało uzyskaniem jednych z najwyższych wartości zawartości kofeiny wyrażonych w mg/100 ml [19] (rys. 4).

W wielu dostępnych badaniach analizowano głównie jeden gatunek kawy, przy czym brakowało szczegółowych informacji dotyczących stopnia palenia ziaren, a pochodzenie surowca było zróżnicowane. Utrudniało to jednoznaczne określenie wpływu tych czynników na zawartość kofeiny w naparze. W większości badań jako materiał badawczy stosowano kawę o różnym stopniu palenia, najczęściej średnio paloną, pochodzącą z różnych krajów, co dodatkowo ograniczało możliwość porównania wyników i sformułowania ogólnych wniosków dotyczących zależności między pochodzeniem surowca, stopniem palenia a zawartością kofeiny.



**Rysunek 4.** Stosunek kawy do wody a zawartość kofeiny w kawie *cold brew*

**Figure 4.** The ratio of coffee to water and the caffeine content in cold brew coffee

Źródło: opracowanie własne.

## Podsumowanie

Wykazano, że czas i temperatura ekstrakcji były kluczowymi czynnikami wpływającymi na poziom kofeiny w naparze. Dłuższy czas parzenia oraz wyższa temperatura wody sprzyjały zwiększeniu zawartości kofeiny. Istotny wpływ miał również stosunek kawy do wody – wyższy udział kawy względem wody zazwyczaj skutkowało wyższą zawartością kofeiny. Pozostałe czynniki, takie jak gatunek kawy, stopień palenia i mielenia ziaren, a także mechaniczne procesy wspomagające ekstrakcję, również mogły wpływać na poziom kofeiny w naparze. Analiza literatury potwierdza złożoność procesu przygotowywania kawy *cold brew*, który zależy od wielu wzajemnie powiązanych czynników (m.in. czasu i temperatury parzenia oraz stosunku kawy do wody). Standaryzacja parametrów parzenia mogłaby przyczynić się do uzyskania bardziej spójnych wyników dotyczących zawartości kofeiny oraz jakości naparu. Ponadto istnieje potrzeba przeprowadzenia kompleksowych badań obejmujących szeroki zakres gatunków kawy, co pozwoliłoby precyzyjnie określić czynniki wpływające na poziom kofeiny w kawie typu *cold brew*.

## Literatura

- [1] Ludwig I. A., Clifford M. N., Lean M. E. J., Ashihara H., Crozier A., Coffee: Biochemistry and potential impact on health, *Food Function*, 2014, 5(8), s. 1695–1717.
- [2] Yeager S. E., Batali M. E., Guinard J. X., Ristenpart W. D., Acids in coffee: A review of sensory measurements and meta-analysis of chemical composition, *Food Science and Nutrition*, 2023, 63(8), s. 1010–1036.
- [3] Coffee: Consumption and health implications, (red.) A. Farah, Royal Society of Chemistry, Croydon 2019.
- [4] Shang F. i wsp., Coffee consumption and risk of the metabolic syndrome: A meta-analysis, *Diabetes & Metabolism*, 2016, 42(2), s. 80–87.
- [5] Miranda J., Monteiro L., Albuquerque R., Pacheco J. J., Khan Z., Lopez-Lopez J., Warnakulasuryia S., Coffee is protective against oral and pharyngeal cancer: A systematic review and meta-analysis, *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, 2017, 22(5), s. e554–e561.
- [6] Nila I. S., Villagra Moran V. M., Khan Z. A., Hong Y., Effect of daily coffee consumption on the risk of Alzheimer’s disease: A systematic review and meta-analysis, *Journal of Lifestyle Medicine*, 2023, 13(2), s. 83–89.
- [7] EFSA panel on dietetic products, nutrition and allergies, scientific opinion on the safety of caffeine, *EFSA Journal*, 2015, 13(5).
- [8] Patel D., Cold coffee revolution in Southeast Asia, *Asia Pacific Food Industry*, 2017, 1, s. 2–73.
- [9] Puro E., Cold brew with caution, Food safety and quality concerns for the growing market, *Roast*, 2016, 7–8, s. 36–49.
- [10] Claassen L., Rinderknecht M., Porth T., Röhnisch J., Seren H. Y., Scharinger A., Gottstein V., Noack D., Schwarz S., Winkler G., Lachenmeier D. W., Cold brew coffee – pilot studies on definition, extraction, consumer preference, chemical characterization and microbiological hazards, *Foods*, 2021, 10(4), s. 865.
- [11] Mendez D. W., What’s so hot, about cold brew coffee, *Total Food Serv*, 2016, 26(46), s. 106.
- [12] Kwok R., Lee Wee Ting K., Schwarz S., Claassen L., Lachenmeier D. W., Current challenges of cold brew coffee – roasting, extraction, flavor profile, contamination, and food safety, *Challenges*, 2020, 11(2), s. 26.
- [13] Cai Y., Xu Z., Pan X., Gao M., Wu M., Wu J., Lao F., Comparative profiling of hot and cold brew coffee flavor using chromatographic and sensory approaches, *Foods*, 2022, 11(19), s. 2968.
- [14] Polanco-Estibález B., García-Santa-Cruz R., Queirós R. P., Serment-Moreno V., González-Angulo M., Tonello-Samson C., Rivero-Pérez M. D., High-pressure processing for cold brew coffee: Safety and quality assessment under refrigerated and ambient storage, *Foods*, 2023, 12(23), 4231.
- [15] Maksimowski D., Oziembłowski M., Kolniak-Ostek J., Stach M., Zubaidi M. A., Nawirska-Olszańska A., Effect of cold brew coffee storage in industrial production on the physical-chemical characteristics of final product, *Foods*, 2023, 12(20), 3840.

- [16] Kyroglou S., Thanasouli K., Varelziz P., Process characterization and optimization of cold brew coffee: Effect of pressure, temperature, time and solvent volume on yield, caffeine and phenol content, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2021, 101(11), s. 4789–4798.
- [17] Portela C. D. S., Almeida I. F. D., Mori A. L. B., Yamashita F., Benassi M. D. T., Brewing conditions impact on the composition and characteristics of cold brew Arabica and Robusta coffee beverages, *LWT*, 2021, 143, 111090.
- [18] Lapčíková B., Lapčík L., Barták P., Valenta T., Dokládálová K., Effect of extraction methods on aroma profile, antioxidant activity and sensory acceptability of specialty coffee brews, *Foods*, 2023, 12(22), s. 4125.
- [19] Zhai X., Yang M., Zhang J., Zhang L., Tian Y., Li C., Bao L., Ma C., Abd El-Aty A. M., Feasibility of ultrasound-assisted extraction for accelerated cold brew coffee processing: Characterization and comparison with conventional brewing methods, *Frontiers in Nutrition*, 2022, 9, 849811.
- [20] Muzykiewicz-Szymańska A., Nowak A., Wira D., Klimowicz A., The effect of brewing process parameters on antioxidant activity and caffeine content in infusions of roasted and unroasted Arabica coffee beans originated from different countries, *Molecules*, 2021, 26(12), 3681.
- [21] Fuller M., Rao N. Z., The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee, *Scientific Reports*, 2017, 7(1), 17979.

## **Kumaryny i ich pochodne jako związki o szerokim spektrum aktywności biologicznej – przegląd ich potencjalnych zastosowań na podstawie wybranych badań**

### **Coumarins and their derivatives as compounds with a broad spectrum of biological activity – a review of their potential applications based on selected research questions**

Jarosław Radzikowski<sup>1</sup>, Kinga Ostrowska<sup>2</sup>, Katarzyna Paradowska<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Koło Naukowe „Free Radicals” przy Zakładzie Chemii Organicznej i Fizycznej, Wydział Farmaceutyczny, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa

<sup>2</sup> Zakładzie Chemii Organicznej i Fizycznej, Wydział Farmaceutyczny, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa

\*e-mail: [jaroslaw.t.radzikowski@gmail.com](mailto:jaroslaw.t.radzikowski@gmail.com), [katarzyna.paradowska@wum.edu.pl](mailto:katarzyna.paradowska@wum.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** kumaryny, surowce kumarynowe, fototerapia, aktywność przeciwnowotworowa, przeciwwirusowa, przeciwbakteryjna, choroby układu krążenia, choroby neurodegeneracyjne

**Key words:** coumarins, natural sources of coumarins, phototherapy, anticancer activity, antiviral activity, antibacterial activity, cardiovascular diseases, neurodegenerative diseases

---

### **Streszczenie**

Kumaryny i ich pochodne to związki o zróżnicowanej budowie chemicznej, wykazujące szerokie spektrum aktywności biologicznej. Występują w wielu surowcach roślinnych, a współcześnie dostępne są również w preparatach farmaceutycznych i kosmetycznych. O ich wszechstronnym zastosowaniu świadczy również wykorzystanie tych związków w tradycyjnej medycynie ludowej. Kumaryny wykazują działanie przeciwwakcyjne, przeciwnowotworowe, przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne i neuroprotektoryjne, co sprawia, że mają potencjalne zastosowanie w terapii chorób układu krążenia, nowotworów oraz chorób neurodegeneracyjnych. Obecnie bada się i syntetyzuje coraz nowsze pochodne kumaryny, modyfikując ich szkielet w celu uzyskania nowych cząsteczek o ulepszonych właściwościach biologicznych i terapeutycznych. Testowanie nowych związków pozwala na identyfikację potencjalnych zastosowań tych substancji w nowoczesnej farmakologii.

### **Summary**

Coumarins and their derivatives are compounds with diverse chemical structures that exhibit a wide spectrum of biological activities. They occur in many plant materials and are now also available in pharmaceutical and cosmetic formulations. Their versatile use is

further demonstrated by the role these compounds have played in tradition and folk medicine. Coumarins show anticoagulant, anticancer, antiviral, antibacterial, and neuroprotective effects, which makes them potentially useful in therapies for cardiovascular diseases, cancers, and neurodegenerative disorders. Currently, increasingly new coumarin derivatives are being studied and synthesized, with modifications to their core structure aimed at obtaining new molecules with improved biological and therapeutic properties. Testing new compounds allows researchers to identify potential applications in modern pharmacology.

## Wstęp

Świat nauki od dawna dostrzega znaczenie substancji pochodzenia naturalnego, które znajdują szerokie zastosowanie zarówno w medycynie, jak i w codziennym funkcjonowaniu człowieka. Tradycja wykorzystywania roślin leczniczych towarzyszy ludzkości od wieków – preparaty z mięty pieprzowej stosowano w łagodzeniu dolegliwości gastrycznych, a owoce czarnego bzu – w terapii objawów przeziębienia. Przykłady te stanowią jedynie fragment bogatego dorobku fitoterapii, która przez stulecia stanowiła podstawowe źródło środków wspomagających leczenie chorób. Bliskość natury oraz powszechna dostępność surowców roślinnych sprzyjały wykorzystywaniu ich potencjału terapeutycznego na długo przed rozwojem nowoczesnych metod analitycznych.

Postęp technologiczny umożliwił szczegółową analizę składu chemicznego roślin oraz identyfikację związków odpowiedzialnych za ich aktywność biologiczną. Badania nad strukturą chemiczną substancji naturalnych pozwoliły na określenie ich szkieletów węglowych, obecności pierścieni oraz charakteru i rozmieszczenia podstawników. Zrozumienie zależności między budową a działaniem biologicznym (ang. *structure–activity relationship*, SAR) otworzyło drogę do celowej modyfikacji cząsteczek poprzez wprowadzanie lub eliminowanie określonych grup funkcyjnych, co umożliwia optymalizację ich właściwości farmakologicznych. Równolegle rozwinięto metody ekstrakcji i koncentracji substancji czynnych, zwiększając ich biodostępność oraz siłę działania.

Współczesna medycyna koncentruje się na poszukiwaniu związków o wysokiej selektywności wobec określonych celów molekularnych, o minimalnym profilu działań niepożądanych oraz zdolności do oddziaływania na różne szlaki patofizjologiczne. W tym kontekście szczególne zainteresowanie budzą związki kumarynowe, które – zgodnie z licznymi doniesieniami literaturowymi – wykazują szerokie spektrum aktywności biologicznej. Ich potencjał terapeutyczny oraz różnorodność strukturalna czynią je obiecującym przedmiotem dalszych badań nad nowymi strategiami farmakologicznymi.

### **Gdzieś w gujańskiej dżungli... *Comarouna Odorata***

Historia kumaryny ma swój początek we florze Ameryki Południowej. Na terenach Gujany Francuskiej Jean-Baptiste Christophe Fusée-Aublet opisywał nieznaną do tychczas nauce gatunki roślin, w tym *Comarouna Odorata*. To właśnie z tego południowoamerykańskiego drzewa w 1820 roku, dwaj naukowcy – August Carl Vogel oraz Nicolas-Jean-Baptiste-Gaston Guibourt – niezależnie od siebie wyizolowali kumarynę [1]. Francuski naukowiec nazwę związku oparł na karaibskim określeniu *coumarou*, używanym przez mieszkańców Gujany. Współcześnie *Comarouna Odorata* występuje pod nazwą *Dipteryx odorata*, czyli tonkowiec wonny. W przeszłości roślina ta była głównym surowcem do pozyskiwania kumaryny, dziś wykorzystuje się ją w przemyśle perfumeryjnym – m.in. przez firmy Tom Ford i Yves Rocher.

### **Kumaryny w tradycji i medycynie ludowej**

Surowce kumarynowe od dawna znajdowały szerokie zastosowanie w gospodarstwie domowym i medycynie ludowej. Jeszcze zanim wyizolowano z nich pojedyncze związki, wykorzystywano je w kuchni, ogrodzie, garderobie, a nawet podczas kąpieli. Wśród roślin stosowanych tradycyjnie wymienia się nostrzyka, macierzankę oraz ziele ruty.

Nostrzyk żółty, zwany miodownikiem lub słodką koniczyną, służył do przygotowywania nalewek oraz marynowania mięsa. W Szwajcarii używano go także przy produkcji sera Gruyère. Kwiaty nostrzyka swoim słodkim aromatem przyciągały pszczoły do ogrodu, a suszone liście były skutecznym środkiem na mole ubraniowe. Stosowano także kąpiele z dodatkiem kwiatów, które miały poprawiać samopoczucie i łagodzić stany melancholijne. W medycynie ludowej nostrzyk ceniono przede wszystkim za działanie antyseptyczne. Suszone ziele stosowano jako dodatek do maści, rozcieńczonym naparem przemywano oczy, a zaparzone zioła podawano w celu poprawy trawienia i łagodzenia bólu głowy. Świeże liście przykładano natomiast do bolesnych zwichnięć stawów i niewielkich skaleczeń [2].

Macierzanka wonna zawdzięcza swój charakterystyczny zapach siana kumarynie obecnej w liściach. Słodko pachnące girlandy z tej rośliny wykorzystywano do ozdabiania świątyń oraz wypychania materacy. Podobnie jak w przypadku nostrzyka, liście macierzanki wkładano pod dywany i prześcieradła, aby odstraszać mole. Zmiażdżone liście stosowano na rany w celach antyseptycznych, natomiast napar z macierzanki podawano w celu łagodzenia bólu brzucha [2].

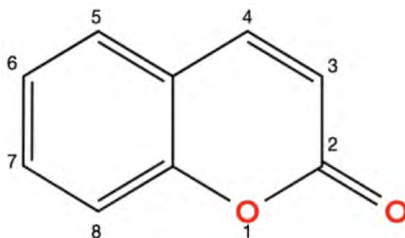
Ziele ruty – pierwowzór trefli w kartach – miało chronić przodków przed zarazą. Żłodzięje zażywali napój zawierający rutę w celu profilaktyki przed dżumą, którą mogli się zarazić od ofiar rabunku. Grecy stosowali rutę jako dodatek do uniwersalnej odtrutki. Napar z ziele miał stymulować apetyt i menstruację. Zalecano jej stosowanie przy problemach z ciśnieniem, histerii oraz drgawkach [2].

W medycynie ludowej kora tonkowca wonnego była wykorzystywana jako środek ściągający i przeciwgorączkowy, a odwar z niej, czasami łączony z lokalnymi ziołami, podawano dzieciom w celu wzmocnienia organizmu. Nasiona *Dipteryx odorata*, dzięki zawartości kumaryny, stosowano w leczeniu astmy, gruźlicy, drgawek oraz jako wsparcie dla serca i układu rozrodczego. Tradycyjnie rośliny tej używano także przy kaszlu, biegunkach i chorobach pasożytniczych, takich jak schistosomatoza. Odwar z nasion podawano w czasie przeziębienia, a wyciąg alkoholowy na rumie służył do nacierania przy ukąszeniach węży, stłuczeniach oraz dolegliwościach reumatycznych. Olej tłoczony z nasion stosowano przy problemach żołądkowych, aftach w jamie ustnej oraz w celu wspomagania wzrostu włosów. Zimnych naparów z nasion używano do płukania gardła lub ucha w przypadku bólu i podrażnienia [3].

## Budowa i właściwości kumaryn

### Budowa

Kumaryny należą do grupy związków, które w swojej cząsteczce posiadają strukturę benzo- $\alpha$ -pironu, złożoną z połączenia pierścieni benzenu i  $\alpha$ -pironu. Ze względu na budowę szkieletu węglowego można je również określić jako etery wewnętrzne hydroksykwasów oraz laktony kwasu cis-o-hydroksycynamonowego (kumarynowego), który, jako związek nietrwały, stabilizuje swoją cząsteczkę, samoistnie estryfikując się do zamkniętego pierścienia laktonu (ze względu na bliskie sąsiedztwo grup hydroksylowych i karboksylowych) (rys. 1).



Rysunek 1. Struktura kumaryny

Figure 1. Chemical structure of coumarin

Źródło: opracowanie własne.

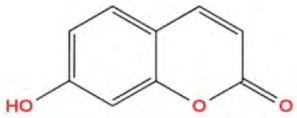
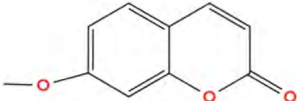
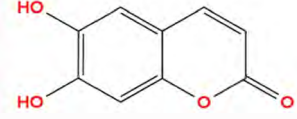
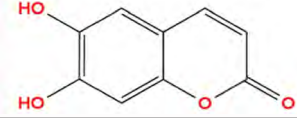
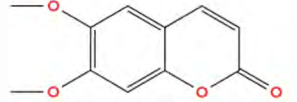
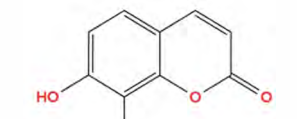
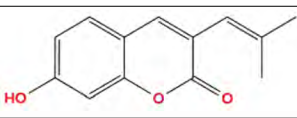
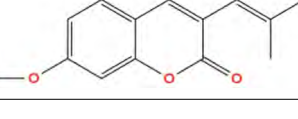
Kumaryny, w zależności od budowy podstawowej struktury, dzieli się na:

- kumaryny proste (z mostkiem tlenowym w pozycji 1);
- izokumaryny (z mostkiem tlenowym w pozycji 2);
- furanokumaryny (z dołączonym do benzo- $\alpha$ -pironu pierścieniem furanu):
  - typ psoralenu (forma liniowa) – pierścień furanu dołączony w pozycji C6–C7;
  - typ angelicyny (forma angularna) – pierścień furanu dołączony w pozycji C7–C8;

- piranokumaryny (z dołączonym do benzo- $\alpha$ -pironu pierścieniem piranu):
  - typ ksantyletyny – pierścień piranu dołączony w pozycji C6–C7;
  - typ seseliny – pierścień piranu dołączony w pozycji C7–C8.

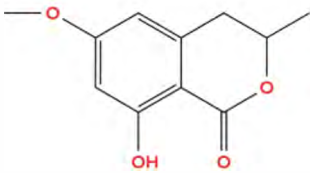
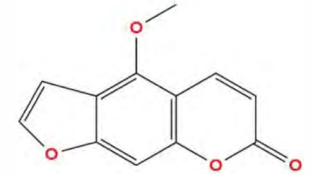
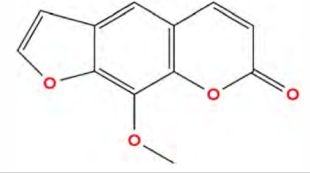
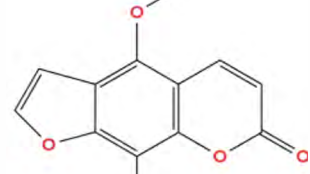
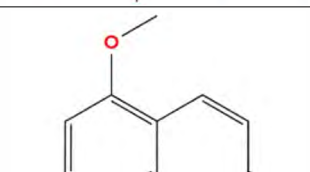
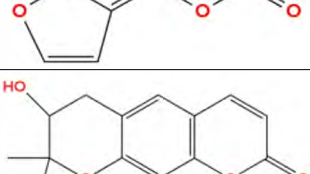
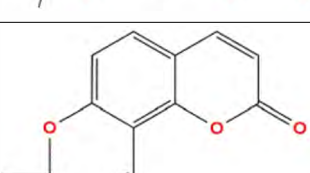
Najczęstsze podstawienia kumaryn występują przy atomach węgla: C–7, C–6, C–8, rzadziej C–5 i C–3. Dotyczą one grup hydroksylowych, metoksyłowych oraz łańcuchów alifatycznych.

**Tabela 1.** Podział kumaryn na typy wraz z przykładami  
**Table 1.** Classification of coumarins, types with examples

Typ kumaryny	Nazwa związku	Miejsce podstawnika	Wzór chemiczny
Kumaryny proste	Umbeliferon	7-hydroksykumaryna	
	Herniaryna	7-metoksykumaryna	
	Eskuletyna	6,7-dihydroksykumaryna	
	Skopoletyna	6-metoksy-7-hydroksykumaryna	
Kumaryny proste	Skoparon	6,7-dimetoksykumaryna	
	Dafnetyna	7,8-dihydroksykumaryna	
	Ostenol	7-hydroksy-3-metylobut-2-en-1-ylokumaryna	
	Ostol	7-metoksy-3-metylobut-2-en-1-ylokumaryna	

Kumaryny i ich pochodne jako związki o szerokim spektrum aktywności...

Ciąg dalszy tabeli 1

<b>Izokumaryny</b>	6-metoksy-3-metylo-8-hydroksy-3,4- dihydroisokumaryna		
<b>Furanokumaryny (typ psoralen)</b>	Bergapten	5-metoksy-psoralen	
<b>Furanokumaryny (typ psoralen)</b>	Ksantotoksyna	8-metoksy-psoralen	
	Izopimpinelina	5,8-dimeto-ksypsoralen	
<b>Furanokumaryny (typ angeliczny)</b>	Izobergapten	5-metoksyangelicyna	
<b>Piranokumaryny (typ ksantyletyny)</b>	Dekursinol	(3'-hydroksy-2',2'-dimetylopirano[5,6:6,7] kumaryna)	
<b>Piranokumaryny (typ typ seseliny)</b>	Seselina	(2',2'-dimetylo-3-pireno[6,5:7,8] kumaryna)	

Źródło: opracowanie własne [14].

Szkielet kumarynowy zawierają również związki, takie jak dikumarol, kumestrol i aflatoksyny, uważane za pochodne kumaryn. Dikumarol został odkryty na początku lat 20. XX wieku. Kanadyjski lekarz weterynarii, prof. Frank Schofield, odkrył, że związek ten powstaje w zgniłej koniczynie [4].

Natomiast kumestrol został po raz pierwszy zidentyfikowany jako związek o właściwościach estrogennych przez Emanuela M. Bickoffa w koniczynie ladino i lucernie w 1957 roku. Ostatnie wymienione pochodne – aflatoksyny – to grupa związków chemicznych zaliczanych do mykotoksyn. Są wytwarzane przez grzyby z rodzaju *Aspergillus*.

### **Właściwości fizykochemiczne**

W środowisku silnie zasadowym kumaryny tworzą rozpuszczalne w wodzie sole sodowe, które po obniżeniu pH powracają do postaci laktonu. W tkankach roślinnych związki te mogą występować w postaci wolnej lub glikozydowej. Postacie związane z cukrem są hydrofilowe i lepiej rozpuszczają się w wodzie niż kumaryny nieglukozydowane oraz furanokumaryny, które mają charakter lipofilowy [5].

Związki z tej grupy dobrze rozpuszczają się w etanolu, metanolu, benzenie, chloroformie oraz eterze etylowym lub naftowym, a na zimno – w acetonie i acetonitrylu. Podstawione kumaryny rozpuszczone w wodzie lub etanolu mają zdolność do fluorescencji. Kumaryny łatwo sublimują, mogą ulatniać się z parą wodną oraz wchodzić w skład frakcji olejkowej. Często nadają też specyficzną, słodką woń siana, zwłaszcza wysuszonym roślinom. Proces suszenia powoduje przekształcenie glikozydów kumarynowych w postać laktonową. Bardziej reaktywne chemicznie laktony mogą prowadzić do reakcji alergicznych.

### **Surowce zawierające kumaryny**

W przyrodzie kumaryny występują w roślinach naczyniowych, paprociach, rzadziej w grzybach z rodzaju *Aspergillus* i promieniowcach z rodzaju *Streptomyces*. Obficie gromadzą się w owocach, korzeniach, nasionach i pączkach liściowych.

Do najpopularniejszych surowców kumarynowych (które są bogatym źródłem kumaryn – tab. 2) zalicza się: *Fraxini folium*, *Fraxini cortex*, *Meliloti herba*, *Rutae folium*, *Rutae herba*, *Ammi majoris fructus* [6].

**Tabela 2.** Wybrane surowce roślinne zawierające kumaryny

**Table 2.** Selected plant raw materials containing coumarins

Roślina (gatunek, rodzina)	Surowiec roślinny	Zawarte w surowcu kumaryny
<i>Fraxinus excelsior L.</i> – jesion wyniosły <i>Oleaceae</i> – oliwkowate	<i>Fraxini folium, cortex</i> – liść, kora jesionu	fraksetyna i 8-glukozyd fraksetyny (fraksyna), fraksydyna, izofraksydyna i 7-glukozyd izofraksydyny (kalikantozyd) oraz eskuletyna i 6-glukozyd eskuletyny (eskulina), skopoletyna
<i>Melilotus officinalis L.</i> – nostrzyk żółty <i>Melilotus altissimus</i> <i>Thuill.</i> – nostrzyk wyniosły <i>Fabaceae</i> – bobowate	<i>Meliloti herba</i> – ziele nostrzyka	3,4-dihydrokumaryna (melilotyna), umbeliferon (7-hydroksykumaryna), skopoletyna (7-hydroksy-6-metoksykumaryna)
<i>Ruta graveolens L.</i> – ruta zwyczajna <i>Rutaceae</i> – rutowate	<i>Rutae folium, herba</i> – liść, ziele ruty	furanokumaryny typu psoralenu: psoralen, bergapten, ksantotoksyna, izopimpinolina, rutaryna, izoimperatoryna, piranokumaryny: ksantyletyna, hydroksykumaryna: umbeliferon; metoksykumaryna: herniaryna
<i>Ammi majus L.</i> – aminek większy <i>Apiaceae</i> – selerowate	<i>Ammi Majoris fructus</i> – owoc aminka większego	furanokumaryny typu psoralenu (około 1%), głównie ksantotoksyna (ammoidyna), bergapten, imperatoryna, izopimpinolina oraz marmezyna i glukozyd marmezyny (marmezynina).

Źródło: opracowanie własne [5, 6].

## Preparaty zawierające kumaryny dostępne na polskim rynku

Środki zawierające kumaryny od dawna są wykorzystywane w leczeniu różnych schorzeń i dolegliwości. Są to zarówno preparaty dostępne bez recepty, jak i leki wymagające jej posiadania. Na rynku spotyka się zarówno związki syntetyczne, jak i produkty roślinne bogate w te substancje.

Do najważniejszych syntetycznych środków należy warfaryna – antagonistą witaminy K o działaniu przeciwzakrzepowym, stosowany w profilaktyce i terapii chorób układu krążenia, m.in. w leczeniu zakrzepicy żył głębokich oraz zatorowości płucnej. Podaje się ją doustnie w postaci tabletek.

Podobne właściwości wykazuje acenokumarol, który również blokuje działanie witaminy K. Lek ten stosuje się w zapobieganiu i leczeniu powikłań zakrzepowo-zatorowych, w tym zatorów, zakrzepicy żył głębokich oraz udarów niedokrwiennych u pacjentów z migotaniem przedsionków. Podobnie jak w przypadku warfaryny, preparaty z acenokumarolem dostępne są w formie tabletek stosowanych doustnie.

Kumaryny obecne są także w produktach pochodzenia roślinnego, które wspomagają krążenie żyłne, zmniejszają obrzęki i łagodzą dolegliwości związane z hemoroidami. Nostrzyk żółty działa przeciwobrzękowo i wzmacnia naczynia krwionośne. Stosuje się go w postaci okładów i płukanek przy stanach zapalnych skóry.

Kasztanowiec uszczelnia ściany naczyń krwionośnych, redukując ich podatność na pęknięcie. Jest składnikiem kosmetyków poprawiających napięcie skóry, zwłaszcza przy cerze naczynkowej lub dojrzałej. Jego ekstrakty pomagają również przy obrzękach, krwiakach, zapaleniu ścięgna oraz żyłkach.

Arcydzięgiel litwor dostępny jest w postaci syropów, kropli, płynów doustnych oraz suszu ziołowego. Zawarte w nim furanokumaryny stosuje się w terapii bielactwa i łuszczyca w połączeniu z promieniowaniem ultrafioletowym. Roślina wykazuje również działanie rozkurczowe i żółciopędne. Poza zastosowaniami leczniczymi kumaryna bywa wykorzystywana w kosmetyce i perfumerii jako utrwalacz zapachu, nadając produktom ciepły, lekko orientalny aromat.

## **Działanie związków kumarynowych w świetle wybranych badań**

We współczesnej medycynie i farmacji nieustannie prowadzi się poszukiwania nowych cząsteczek, które mogłyby stać się alternatywą dla obecnie stosowanych terapii. Rosnąca oporność bakterii na antybiotyki oraz potrzeba opracowania metod leczenia nowotworów o mniejszej toksyczności wobec zdrowych komórek sprawiają, że zapotrzebowanie na innowacyjne rozwiązania jest coraz większe. Szczególnym zainteresowaniem cieszą się związki, które działają wielokierunkowo – czyli potrafią wpływać na przebieg za pomocą więcej niż jednego mechanizmu.

Coraz więcej badań wskazuje, że kumaryny mogą stanowić obiecującą alternatywę dla dotychczasowych terapii. Te naturalne związki wykazują szerokie spektrum aktywności biologicznej – działają przeciwnowotworowo, przeciwwirusowo i przeciwbakteryjnie, a dodatkowo są badane pod kątem zastosowania w terapii chorób neurodegeneracyjnych oraz schorzeń układu krążenia. Co więcej, ich podstawowa struktura chemiczna – szkielet benzo- $\alpha$ -pironu – stanowi punkt wyjścia do syntezy nowych pochodnych kumaryn. Cecha ta sprawia, że możliwości wykorzystania kumaryn w medycynie są bardzo szerokie, a badacze wciąż odkrywają kolejne potencjalne zastosowania tych związków.

### **Choroby nowotworowe**

W literaturze związkom kumarynowym przypisuje się właściwości przeciwnowotworowe. W badaniach pochodnych benzo- $\alpha$ -pironu aktywność tę tłumaczy się między innymi mechanizmem apoptozy zależnej od kaspaz [7]. Testowano także

wpływ kumaryn na ekspresję onkoprotein Bcl-2 i Bax w raku płuca (linie komórkowe A427 i Calu-1) metodą Western blot. Kumaryna i jej pochodna, 7-hydroksykumaryna, dodane do hodowli komórek A427, obniżały ekspresję białka Bcl-2 i zwiększały ilość białka Bax [8], tym samym wykazując działanie przeciwnowotworowe.

W innym badaniu analizowano właściwości antyproliferacyjne hybryd kumaryn z trifenyloetylenem. Jeden ze związków – TCH-5c – hamował m.in. angiogenezę poprzez zatrzymywanie wydzielania VEGF, zwiększał ekspresję białka p21, indukując zatrzymanie cyklu w fazie G0/G1, oraz hamował powstawanie guzów wywołanych przez komórki SK-BR-3 in vivo (badania na modelu myszy nagiej) [9]. Wyniki wskazały na potencjalne znaczenie pochodnych kumaryn w opracowywaniu nowych strategii terapii raka piersi.

W kolejnym eksperymencie metodą Western blot zbadano wpływ eskuletyny (6,7-dihydroksykumaryny) na ludzkie komórki białaczki HL-60. Związek ten występuje głównie w korze oraz nasionach kasztanowca. Wyniki badań obejmowały:

- wzrost poziomu białka pRb;
- spadek poziomu białka CDK4;
- nadekspresję białka p27;
- spadek poziomu cykliny D1.

Wpływ pochodnej kumaryny na powyższe regulatory cyklu komórkowego sugeruje, że eskuletyna może hamować wzrost ludzkich komórek białaczki HL-60, zatrzymując je w fazie G1 cyklu komórkowego [10].

W następnym badaniu analizowano działanie indolilokumaryny nazwanej coufiną na nowotwór nerkowokomórkowy. Stwierdzono, że związek ten blokował przejście cyklu komórkowego do fazy G2/M, indukował następnie proces apoptozy, hamował tworzenie mikrotubul i wykazywał silną aktywność przeciwnowotworową wobec hodowli monowarstwowych oraz sferoidów – trójwymiarowych skupiskach komórek nowotworowych. Ponadto pochodna kumaryny zmniejszała aktywność pomp P-gp i BCRP [11]. Właściwość ta może być niezwykle istotna przy poszukiwaniu alternatywy dla ksenobiotyków ulegających wypompowaniu z komórek organizmu przez powyższe białka.

### **Choroby układu krążenia**

W terapii chorób układu krążenia wspierająco stosuje się pochodne kumaryny, które charakteryzują się właściwościami przeciwzakrzepowymi. Do tej grupy należą związki syntetyczne, takie jak wspomniany wcześniej acenokumarol oraz dihydroksykumaryna (tab. 1), które są wykorzystywane zarówno w profilaktyce, jak i leczeniu zakrzepicy żyłnej oraz zatorów. Ponadto leki te znajdują zastosowanie w prewencji

powikłań sercowo-naczyniowych, na przykład w chorobie niedokrwiennej serca oraz u pacjentów z migotaniem przedsionków, u których zmniejszają ryzyko udaru mózgu. Warto przy tym zaznaczyć, że terapia kumarynowa wymaga regularnego monitorowania krzepliwości krwi (INR), aby uniknąć ryzyka krwawień lub niedostatecznej antykoagulacji.

Pochodne benzo- $\alpha$ -pironu opisuje się także jako cząsteczki wykazujące działanie hipotensyjne. W jednym z badań ekstrahowano związki z kory *Mammea africana* metodą maceracji. Za pomocą chromatografii flash przeprowadzono frakcjonowanie. Jedną z uzyskanych frakcji, zawierającą bioaktywne pochodne kumaryny (4-n-propylokumaryny, 4-fenylokumaryny), wykazywała efekt wazorelaksacyjny, powodujący rozkurcz mięśni gładkich w ścianie naczyń krwionośnych. Przypuszcza się, że związki te mogły mieć wpływ na rozszerzenie naczyń krwionośnych [12].

W badaniu oceny aktywności naczyniowej związków kumarynowych i flawonoidowych pozyskanych z nasion gatunków *Casimiroa* zaobserwowano wazorelaksację tętnic u szczurów. Wśród wyizolowanych związków wymienia się: heraniarynę, imperatorynę oraz 8-geranyloksypsoralen. Wskazano, że imperatoryna rozszerza naczynia skuteczniej niż acetylocholina i posiada istotne właściwości antyoksydacyjne, co sugeruje, że może odegrać ważną rolę w zwalczaniu nadciśnienia i chorób naczyń [13]. W literaturze wymieniane są także inne pochodne kumaryny, wykazujące działanie hipotensyjne, m.in. skopoletyna, wisnadyna czy wyizolowany z *Phlojodicarpus sibiricus* khellacton [14].

W innych badaniach dla pochodnych kumaryny wykazano aktywność wspierającą mięsień sercowy. Sprawdzano działanie piranokumaryny: 3'-angeloyloksy-4'-acetoksy-3',4'-dihydroselesiny (Pd-Ia) na hemodynamikę sercowo-naczyniową oraz regionalną dysfunkcję mięśnia sercowego po przemijającej niedokrwistości u znieczulonych psów z otwartą klatką piersiową. Stwierdzono, że Pd-Ia działa jak antagonistą kanałów wapniowych ( $\text{Ca}^{2+}$ ), podobnie jak diltiazem, lecz jest około 10 razy mniej skuteczny w obniżaniu średniego ciśnienia aortalnego, iloczynu ciśnienia oraz częstości skurczów. Dodatkowo poprawia funkcję niedokrwionego i reperfundowanego mięśnia sercowego [15]. Cechy te mogą wskazywać, że piranokumaryna jako analog diltiazemu wykazuje również potencjalne właściwości kardioprotekcyjne.

W kolejnym badaniu oceny aktywności biologicznej kumaryny i jej pochodnych w kontekście uszkodzenia niedokrwienno-reperfuzyjnego serca zwrócono uwagę na pochodną 4-metylo-7-fenylokumaryny. Cząsteczka ta istotnie zmniejszyła obszar zawału w izolowanym modelu serca szczura, zwiększała ciśnienie w lewej komorze oraz prawdopodobnie aktywowała kanały wapniowe typu L (efekt zniesiony w eksperymencie przez nifedypinę – lek stosowany w leczeniu nadciśnienia, będący blokerem kanałów wapniowych) [16]. Wyniki sugerują, że 4-metylo-7-fenylokumaryna może być w przyszłości stosowana w leczeniu niewydolności serca.

### **Choroby wirusowe**

Szereg badań wskazuje na aktywność przeciwwirusową związków kumarynowych. W jednym z nich testowano właściwości zsyntetyzowanych nienukleozydowych analogów amidowych, w tym pochodnej kumaryny – [2-(pirydyn-2-ylometoksy) fenylo]amidu kwasu 2-oksy-2H-chromeno-3-karboksyowego (HL1). Zaobserwowano, że związek ten unieczynniał wirusa HSV-1F i redukował liczbę płytek wirusowych, wykazując działanie przeciwwirusowe ( $EC_{50} = 37,20 \mu\text{g/ml}$ , gdzie  $EC_{50}$  to stężenie substancji, przy którym obserwuje się 50% maksymalnego efektu biologicznego danego związku; im niższa wartość  $EC_{50}$ , tym silniejsze działanie związku), słabsze niż w przypadku acyklowiru ( $EC_{50} = 2,8 \mu\text{g/ml}$ ) [17]. Związek HL1 mógłby być rozważany jako alternatywa w leczeniu HSV-1F, zwłaszcza w przypadkach oporności na standardowe leki nukleozydowe [17].

W kolejnym badaniu wykazano aktywność pochodnej kumaryny – 1-[(2",3",4",6"-tetra-O-acetyloglukopiranozylo)-1"-yl]-2-[(6'-bromokumaryn-3'-yl)metylotiono]benzimidazolu względem wirusa zapalenia wątroby typu C. Przy stężeniu  $5,0 \mu\text{M}$  związek ten hamował replikację RNA HCV w 90%, nie wpływając jednocześnie na proliferację komórek [18]. Obserwowane zahamowanie HCV nie wynikało z toksyczności cząsteczki wobec komórek, lecz jej ukierunkowanego działania na wirusa, co czyni ją obiecującym środkiem leczniczym przeciw HCV.

Literatura opisuje grupy kumaryn hamujące aktywność enzymów HIV: proteazy i integrazy. Należą do nich m.in. 4-hydroksykumaryny, furanokumaryny oraz 3- i 4-fenylokumaryny. Ponadto wykazano silne działanie tricyklicznej pochodnej kumaryny 5-metoksy-2,2-dimetylo-6-(2-metylo-1-okso-2-butenylo)-10-propylo-2H,8H-benzo [1,2-b;3,4-bo]dipiran-8-onu pozyskiwanej z kory *Calophyllum brasiliense*. Cząsteczka ta hamuje aktywację NF- $\kappa$ B i zmniejsza płynność błon, utrudniając wnikanie wirusa.

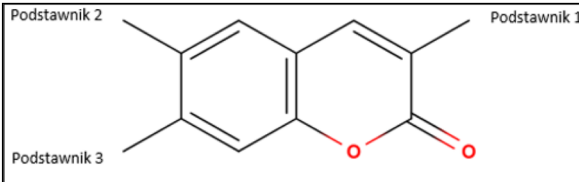
Opisane zostały także pochodne kumaryn działające na białka wirusa grypy H1N1 oraz H3N2. Tiazolilokumaryny i biskumaryny hamują neuraminidazę i hemaglutyninę, utrudniając wnikanie wirusa do wnętrza komórki i jego uwalnianie po replikacji. Innej pochodnej – eleuterozydowi B1 – przypisano silne działanie przeciwwirusowe, jeśli jest podawany w ciągu 6 godzin od zakażenia wirusem grypy. Stwierdzono, że związek ten hamuje ekspresję białek strukturalnych wirusa oraz ekspresję chemokin i cytokin [1].

### **Choroby bakteryjne**

W przypadku pochodnych kumaryn obserwuje się także aktywność przeciwbakteryjną. Badano wpływ tych związków na fitopatogen *Ralstonia solanacearum*. Stwierdzono, że cząsteczki dafnertyny, eskuletyny i umbeliferonu ograniczają rozwój bakterii (MIC odpowiednio 64, 192 i 256 mg/l, gdzie MIC to z ang. *minimum*

*inhibitory concentration* – minimalne stężenie hamujące; najniższe stężenie substancji (np. antybiotyku, związku chemicznego, ekstraktu roślinnego), które całkowicie hamuje wzrost danego mikroorganizmu *in vitro*). Dodatkowo wykazano, że grupy –OH przyłączone do struktury benzo- $\alpha$ -pironu w pozycjach C-6, C-7 lub C-8 mogą zwiększać aktywność przeciwbakteryjną związku. Wśród mechanizmów działania wymienia się mechaniczne niszczenie błony komórkowej oraz hamowanie tworzenia biofilmu [19].

W innym badaniu zsyntetyzowano dwie serie związków: pochodne 3-arylokumaryny (rys. 2) oraz analogi kumaryny z podstawnikiem arylowym związanym poprzez grupę etynylową (rys. 3). Związki te testowano w hodowlach czterech popularnych bakterii: *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Bacillus cereus* (*B. cereus*), *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) i *Escherichia coli* (*E. coli*). Bakterie te są różnorodne pod względem budowy, środowiska życia oraz wpływu na organizmy żywe. Niektóre są częścią naturalnej flory jelitowej (np. *E. coli*), a inne mogą powodować choroby, np. *S. aureus* czy *P. aeruginosa*. Wśród testowanej grupy związków wyróżniono aktywność przeciwbakteryjną pochodnej kumaryny, jednej z pochodnych podstawowych grupą metoksy (–OMe) w pozycji C-3. Wykazywała ona najniższe wartości MIC (minimalne stężenie hamujące) wśród analizowanych związków. Dodatkowo charakteryzowała się wysokim powinowactwem wiązania i istotnymi wartościami hamowania wzrostu, podobnie jak pochodne o symbolach A5, B6 i B8 (rys. 2 i rys. 3) [20].



Numer związku	Podstawnik 1	Podstawnik 2	Podstawnik 3
A1	4-bromofenylo	H	H
A2	4-metylofenylo	H	H
A3	4-metoksyfenylo	H	H
A4	1-naftylo	H	H
A5	3,4,5-trimetoksyfenylo	H	H
A6	3-cyjanofenylo	H	H
A7	4-metoksyfenylo	OCH <sub>3</sub>	H
A8	4-chlorofenylo	OCH <sub>3</sub>	H
A9	benzylo	OCH <sub>3</sub>	H
A10	1-naftylo	OCH <sub>3</sub>	H
A11	1-naftylo	H	Cl
A12	4-metoksyfenylo	Br	H
A13	2-fluorofenylo	H	OCH <sub>3</sub>
A14	2-bromo-4-metoksyfenylo	Br	H
A15	4-bromofenylo	OCH <sub>3</sub>	H

**Rysunek 2.** Zestaw podstawników dla 3-arylokumaryn

**Figure 2.** A set of substituents for 3 arylcoumarins

Źródło: opracowanie własne na podstawie [20].

## Kumaryny i ich pochodne jako związki o szerokim spektrum aktywności...

Podstawnik 2		Podstawnik 1	
Numer związku	Podstawnik 1	Podstawnik 2	
B1		H	
B2		H	
B3		H	
B4			
B5		OCH <sub>3</sub>	
B6		OCH <sub>3</sub>	
B7		H	
B8			
B9			
B10			

**Rysunek 3.** Zestaw podstawników dla kumaryny z podstawnikiem arylowym związanym poprzez grupę etynylową

**Figure 3.** A set of substituents for coumarins with an aryl substituent linked via an ethynyl group

Źródło: opracowanie własne na podstawie [20].

Kolejny eksperyment obejmował wpływ ekstraktu z *Aegle marmelos* na bakterię *Shigella dysenteriae* i zainfekowany nią organizm. Zauważono, że ekstrakt ten przyczynia się do utraty wirulencji i zmniejszenia przeżywalności bakterii. Za mechanizm działania przeciwbakteryjnego uznano stres oksydacyjny, któremu ulega *S. dysenteriae*, w wyniku hamowania aktywności dysmutazy ponadtlenkowej miedziowo-cynkowej (Cu-Zn SOD) – enzymu chroniącego bakterie przed wolnymi rodnikami. Badania wykazały, że za hamowanie dysmutazy odpowiedzialna jest imperatoryna – pochodna kumaryny, będąca składnikiem ekstraktu z *Aegle marmelos* [21].

### Choroby skóry

Jedną z form terapii praktykowaną w dermatologii jest fotochemioterapia, nazywana inaczej PUVA. Stosuje się ją w leczeniu chorób skóry, takich jak łuszczyca, atopowe zapalenie skóry (AZS), bielactwo czy egzema. Terapia ta polega na przyj-

mowaniu przez pacjenta psoralenu (furanokumaryny), który ma właściwości fotouczulające, przez co zwiększa wrażliwość skóry na światło. Kolejnym etapem jest ekspozycja skóry chorego na promieniowanie ultrafioletowe typu A, które hamuje proliferację komórek odpowiedzialnych za choroby skóry. W zależności od rodzaju PUVA ciało pacjenta naświetlane jest w całości (terapia klasyczna) bądź miejscowo (PUVA topical).

Badacze wyjaśniają mechanizm działania terapii PUVA poprzez powstawanie fotoproduktów w błonach komórkowych. Związki te indukują kinazy regulujące proliferację keratynocytów i zmniejszające aktywność limfocytów T. Dodatkowo zmiana profilu wydzielanych cytokin oraz nadekspresja białek apoptotycznych [22] skutkują zmniejszeniem stanu zapalnego, ustępowaniem zmian skórnych i wydłużeniem remisji chorób skóry.

Inną aktywność biologiczną przypisano natomiast eskuletynie, będącej jednym z głównych składników ekstraktu z *Fraxinus chinensis*. Badacze wykazali, że ta pochodna kumaryny ma silne działanie antyoksydacyjne względem rodnika DPPH ( $IC_{50} = 2,1 \mu\text{g/mL}$ ) i anionów ponadtlenkowych ( $IC_{50} = 0,6 \mu\text{g/mL}$ ), gdzie wartość  $IC_{50}$  definiuje się jako stężenie inhibitora, przy którym hamowanie określonej reakcji biologicznej wynosi 50%. Im niższa wartość  $IC_{50}$ , tym bardziej aktywny związek. Sam ekstrakt z rośliny wykazywał słabsze wartości:  $IC_{50}$  DPPH =  $50 \mu\text{g/mL}$  oraz  $IC_{50}$  dla anionów ponadtlenkowych =  $19,8 \mu\text{g/mL}$ . Dodatkowo zaobserwowano, że eskuletyna powoduje zależny od dawki spadek ekspresji mRNA i białka MMP-1 w fibroblastach wystawionych na ekspozycję UVA [23]. Stąd można wskazać eskuletynę jako potencjalny środek spowalniający starzenie skóry.

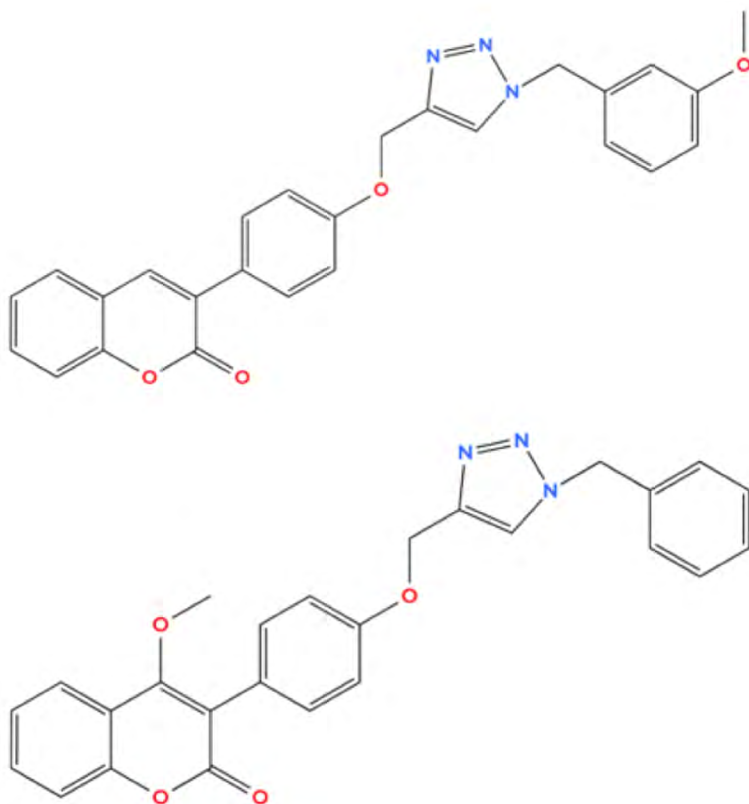
### **Choroby neurodegeneracyjne**

Pochodne kumaryn obserwuje się również pod kątem ich korzystnego wpływu na układ nerwowy. Badano pochodne benzo- $\alpha$ -pironu: LM-031 i jego analogi w komórkach linii SH-SY5Y w modelu sprzyjającym agregacji białka tau (jednego z patomechanizmów chorób neurodegeneracyjnych). Wykazano, że związki kumarynowe zmniejszają agregację patogennego białka oraz ilość wolnych rodników. Ponadto ograniczają apoptozę komórek poprzez hamowanie kaspaz 1, 3 i 6 oraz sprzyjają wzrostowi wypustek nerwowych. Udowodniono także oddziaływanie cząsteczek LMDS-1/2 (analogów LM-031) z receptorem TRKB dla czynnika neurotroficznego BDNF, który wspiera funkcjonowanie neuronów [24].

W ostatnich latach badano wpływ wielu naturalnych i syntetycznych kumaryn na centralny układ nerwowy. Eksperymentowano z pochodnymi kumaryn i ich wielokierunkowym działaniem w leczeniu choroby Alzheimerera (AD). Choroba ta jest nieuleczalną chorobą neurodegeneracyjną, której towarzyszy przewlekły proces

zapalny. Wybrany związkom (rys. 4) przypisano zdolność do umiarkowanego hamowania butyrylocholinoesterazy oraz redukcji stanów zapalnych poprzez inhibicję lipooksygenazy. Dodatkowo stwierdzono, że zbadane pochodne kumaryn działają neuroprotekcyjnie w kontekście ochrony komórek przed wolnymi rodnikami tlenowymi [25]. Pomimo że zdolność do inhibicji badanych cząsteczek jest umiarkowana, to w zestawieniu z aktywnością antyoksydacyjną i przeciwzapalną stanowi cenne połączenie mechanizmów, które mogłyby być wykorzystane w opracowywaniu wielokierunkowych leków stosowanych w leczeniu choroby Alzheimera.

W innym badaniu testowano alkilowane pochodne kumaryn jako inhibitory enzymów związanych z degeneracją neuronów. Zaobserwowano aktywność hamującą oksydazę monoaminową (MAO) oraz anhydrazę węglanową [26]. Inhibicja tych enzymów skutkuje redukcją procesów neurozapalnych oraz ograniczeniem uszkodzeń neuronów przez wolne rodniki. Dlatego też pochodne kumaryn mogą być rozpatrywane jako środki zdolne do spowolnienia postępu choroby Alzheimera.



**Rysunek 4.** Pochodne kumaryn – inhibitory butyrylocholinoesterazy oraz lipooksygenazy

**Figure 4.** Coumarin derivatives – inhibitors of butyrylcholinesterase and lipoxygenase

Źródło: [20].

## Podsumowanie

Kumaryny i ich pochodne stanowią wszechstronną oraz biologicznie aktywną klasę związków o istotnym znaczeniu dla farmacji, chemii medycznej oraz biotechnologii. Ich różnorodność strukturalna oraz możliwość ukierunkowanej modyfikacji chemicznej przekładają się na szerokie spektrum aktywności biologicznej, w tym właściwości przeciwutleniające, przeciwzapalne, neuroprotektoryjne oraz przeciwnowotworowe. Coraz liczniejsze badania podkreślają, że kumaryny są obiecującymi cząsteczkami wykorzystywanymi w rozwoju nowoczesnej medycyny i mogą stanowić podstawę do opracowania skuteczniejszych i bardziej selektywnych strategii terapeutycznych.

## Literatura

- [1] Mishra S., Pandey A., Manvati S., Coumarin: An emerging antiviral agent, *Heliyon*, 2020, 6(1), e03217.
- [2] Bremness L., *Wielka księga ziół*, Wiedza i Życie, Warszawa 1991.
- [3] *Salvia Paradise*, Kumaru (*Dipteryx odorata*) – właściwości i zastosowanie, <https://www.salviaparadise.pl/zielnik-roslin/kumaru-dipteryx-odorata/c-1212.html> (stan na dzień 27 lutego 2025).
- [4] Norn S., Permin H., Kruse E., Kruse P. R., On the history of vitamin K, dicoumarol and warfarin, *Dan Medicinhist Arbog*, 2014, 42, s. 99–119.
- [5] Kohlmunzer S., *Farmakognozja. Podręcznik dla studentów farmacji*, PZWL, Warszawa 1997.
- [6] Matławska I., *Farmakognozja*, Wydawnictwo UM, Poznań 2008, s. 183–188.
- [7] Küpeli Akkol E., Genç Y., Karpuz B., Sobarzo-Sánchez E., Capasso R., Coumarins and coumarin-related compounds in pharmacotherapy of cancer, *Cancers (Basel)*, 2020, 12(7), 1959.
- [8] Elinos-Báez C. M., León F., Santos E., Effects of coumarin and 7OH-coumarin on Bcl-2 and Bax expression in two human lung cancer cell lines in vitro, *Cell Biology International*, 2005, 29(8), s. 703–708.
- [9] Cui N., Lin D.-D., Shen Y., Shi J.-G., Wang B., Zhao M.-Z., Zheng L., Chen H., Shi J.-H., Triphenylethylene-coumarin hybrid TCH-5c suppresses tumorigenic progression in breast cancer mainly through the inhibition of angiogenesis, *Anticancer Agents Medicinal Chemistry*, 2019, 19(10), s. 1253–1261.
- [10] Wang C. J., Hsieh Y. J., Chu C. Y., Lin Y. L., Inhibition of cell cycle progression in human leukemia HL-60 cells by esculetin, *Cancer Letters*, 2002, 183(2), s. 163–168.
- [11] Champelovier P., Barbier P., Daras E., Douillard S., Toussaint B., Persoon V., Curri V., Peyrot V., Combes S., The indolylcoumarin COUFIN exhibits potent activity against renal carcinoma cells without affecting hematopoietic system, *Anticancer Agents Medicinal Chemistry*, 2014, 14(6), s. 862–871.

- [12] Dongmo A. B., Azebaze A. G. B., Nguelefack T. B., Ouahouo B. M., Sontia B., Meyer M., Nkengfack A. E., Kamanyi A., Vierling W., Vasodilator effect of the extracts and some coumarins from the stem bark of *Mammea africana* (Guttiferae), *Journal of Ethnopharmacology*, 2007, 111(2), s. 329–334.
- [13] Bertin R., Chen Z., Martínez-Vázquez M., García-Argaéz A., Frolidi G., Vasodilation and radical-scavenging activity of imperatorin and selected coumarinic and flavonoid compounds from genus *Casimiroa*, *Phytomedicine*, 2014, 21(5), s. 586–594.
- [14] Bielawska K., Malinowska M., Cyuńczyk M., Wpływ kumaryny na organizm człowieka, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2014, 47(2), s. 213–221.
- [15] Chang T. H., Adachi H., Mori N., Saito I., Okuyama T., Effects of a pyranocoumarin compound isolated from a Chinese medicinal plant on ischemic myocardial dysfunction in anesthetized dogs, *European Journal Pharmacology*, 1994, 258(1-2), s. 77–84.
- [16] Figueroa-Valverde L., Rosas-Nexticapa M., Alvarez-Ramirez M., Melgarejo-Gutiérrez M., Mateu-Armand V., Garcimarrero-Espino A., Biological activity of a coumarin derivative on heart failure using an ischemia/reperfusion injury model, *Drug Res (Stuttg)*, 2024, 74(2), s. 47–52.
- [17] Mahapatra A. D., Patra C., Sepay N., Sinha C., Chattopadhyay D., Anti-HSV nucleoside and non-nucleoside analogues: spectroscopic characterisation of naphthyl and coumarinyl amides and their mode and mechanism of antiviral action, *3 Biotech*, 2023, 13(7), s. 245.
- [18] Hwu J. R., Singha R., Hong S. C., Chang Y. H., Das A. R., Vliegen I., De Clercq E., Neyts J., Synthesis of new benzimidazole-coumarin conjugates as anti-hepatitis C virus agents, *Antiviral Research*, 2008, 77(2), s. 157–162.
- [19] Yang L., Ding W., Xu Y., Wu D., Li S., Chen J., Guo B., New insights into the antibacterial activity of hydroxycoumarins against *Ralstonia solanacearum*, *Molecules*, 2016, 21(4), 468.
- [20] Prabhala P., Sutar S. M., Savanur H. M., Joshi S. D., Kalkhambkar R. G., In vitro antimicrobial combat, molecular modelling and structure activity relationship studies of novel class of aryl-ethyne tethered coumarin analogues and some 3-aryl coumarin derivatives, *European Journal of Medicinal Chemistry Reports*, 2022, 5, 100048.
- [21] Raja S. B., Murali M. R., Roopa K., Devaraj S. N., Imperatorin, a furocoumarin, inhibits periplasmic Cu-Zn SOD of *Shigella dysenteriae* thereby modulating its resistance towards phagocytosis during host-pathogen interaction, *Biomed Pharmacother*, 2011, 65(8), s. 560–568.
- [22] Zarebska Z., Waszkowska E., Caffieri S., Dall'Acqua F., PUVA (psoralen + UVA) photochemotherapy: processes triggered in the cells, *Il Farmaco*, 2000, 55(8), s. 515–520.
- [23] Lee B. C., Lee S. Y., Lee H. J., Sim G.-S., Kim J.-H., Kim J.-H., Cho Y.-H., Lee D.-H., Pyo H.-B., Anti-oxidative and photo-protective effects of coumarins isolated from *Fraxinus chinensis*, *Arch Pharm Res*, 2007, 30(10), s. 1293–1301.

- [24] Lin T.-H., Küçükkılınç T. T., Khoshtale F., Ayazgök B., Nadri H., Farokhi Alashti F., Forootanfar H., Akbari T., Shafiei M., Foroumadi A., Sharifzadeh M., Shafiee Ardestani M., Abaee M. S., Firoozpour L., Khoobi M., Mojtahedi M. M., Neuroprotective action of coumarin derivatives through activation of TrkB–CREB–BDNF pathway and reduction of caspase activity in neuronal cells expressing pro-aggregated tau protein, *International Journal Molecular Sciences*, 2022, 23(21), 12734.
- [25] Pourabdi L. i wsp., Synthesis of new 3-arylcoumarins bearing N-benzyl triazole moiety: Dual lipoxygenase and butyrylcholinesterase inhibitors with anti-amyloid aggregation and neuroprotective properties against Alzheimer's disease, *Frontiers Chemistry*, 2022, 9, 810233.
- [26] Berrino E., Carradori S., Carta F., Melfi F., Gallorini M., Poli G., Tuccinardi T., Fernández-Bolaños J. G., López Ó., Petzer J. P., Petzer A., Guglielmi P., Secci D., Supuran C. T., A multitarget approach against neuroinflammation: alkyl substituted coumarins as inhibitors of enzymes involved in neurodegeneration, *Antioxidants*, 2023, 12(12), 2044.

## **Polskie nazwiska pochodzące od nazw roślin zielarskich (cz. 2)**

### **Polish surnames derived from the names of herbal plants (part 2)**

Barbara Krochmal-Marczak<sup>1</sup>, Iwona Wawer<sup>1</sup>, Jolanta Witkoś<sup>1</sup>,  
Zbigniew Dobrzański<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Krośnie, Rynek 1, 38 -400 Krosno

<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chełmońskiego 38C, 51-630 Wrocław

\*e-mail: [zbigniew.dobrzanski@upwr.edu.pl](mailto:zbigniew.dobrzanski@upwr.edu.pl)

---

**Słowa kluczowe:** nazwy roślin zielarskich, nazwiska polskie

**Keywords:** names of herbal plants, polish surname

---

### **Streszczenie**

Na podstawie baz nazwisk dostępnych w słowniku ISNP, rejestrze PESEL, bazach AF i Geneteka oraz zagranicznych portalach Forebears i Geogen, przedstawiono polskie nazwiska wywodzące się z nazw krajowych roślin zielarskich. Jest ich ok. 40, przy czym obejmują one nazwiska od litery „A” do litery „J”. Oprócz nazwisk prymarnych podano także formy derywowane, formy z adaptacją graficzną oraz nazwiska podobne fonetycznie występujące poza granicami Polski. Najwięcej osób noszących nazwiska o proveniencji zielarskiej odnotowano w woj. podkarpackim, a największą liczebność wykazują trzy nazwiska: Chmiel (14,1 tys. osób), Cebula (8,1 tys. osób) i Gorczyca (6,8 tys. osób). Całkowitemu zanikowi w ciągu ostatnich 100 lat uległy nazwiska: Aronia, Arnika, Bazylia, Bodziszek, Bukwica, Cząber, Czosnaczek i Jeżówka. W następnej części analizą zostaną objęte nazwiska od „K” do „Ż”.

### **Summary**

Based on surname databases available in the ISNP dictionary, the PESEL register, the AF and Geneteka databases, and the international portals Forebears and Geogen, we present Polish surnames derived from the names of Polish herbal plants. There are approximately 40 of them, including surnames from the letters „A” to „J”. In addition to primary surnames, derived forms, graphic adaptations, and phonetically similar forms outside Poland are also listed. The largest number of people with the herbal surname live in the Podkarpackie Voivodeship, with the largest numbers found in three surnames: Chmiel (14,100), Cebula (8,100), and Gorczyca (6,800). The following surnames have completely disappeared over the last 100 years: Aronia, Arnika, Bazylia, Bodziszek, Bukwica, Cząber, Czosnaczek, and Jeżówka. The next section will analyze surnames from „K” to „Ż”.

## Wstęp

W cz. 1, poza zagadnieniami ogólnymi, krótką historią nazwisk, aspektami prawnymi (zmianą nazwiska) oraz danymi statystycznymi dotyczącymi liczebności nazwisk, omówiono nazwiska pochodzące od wyrazów: „ziele”, „zioło” i „ziółko” wraz z formami pochodnymi [1]. W cz. 2 przedstawiono nazwiska pochodzące od nazw poszczególnych gatunków, wykorzystując atlas roślin leczniczych, w którym opisano 232 gatunki roślin leczniczych oraz listę polskich roślin zielarskich obejmującą 184 gatunki i podgatunki. Rośliny zielarskie dzielą się na trzy grupy: rośliny lecznicze, rośliny przyprawowe oraz rośliny olejkodajne. Mogą to być rośliny zielne, byliny, pnącza, warzywa, krzewinki i krzewy, a także niektóre drzewa [2–4]. Spośród nich wytypowano ok. 40 roślin zielarskich (od litery „A” do „J”), których polskie nazwy występują również w krajowych bazach nazwisk. Warto wspomnieć, że Zawadzki [5] dokonał podziału nazwisk ze względu na treść zawartą w rdzeniu i obliczył, że nazwiska z rdzeniem „roślinnym” stanowią 8,3% ogółu nazwisk, co przekłada się na ok. 70 tys. nazwisk męskich i żeńskich w Polsce. Stanowią one jednak niewielką część ogółu nazwisk występujących w kraju. Analiza polskich nazwisk pochodzących od roślin zielarskich ukazuje ścisłą więź człowieka z przyrodą oraz jest przejawem humanizacji nauk rolniczych..

## Metodologia i wykorzystane bazy nazwisk

W cz. 2 przedstawiono, w porządku alfabetycznym, nazwiska związane z polskimi nazwami roślin zielarskich, przy czym nie uwzględniono takich roślin, jak drzewa, zboża i warzywa (będą one przedmiotem odrębnego opracowania), a także roślin objętych ochroną oraz niewystępujących naturalnie w kraju (gatunków obcych). Charakterystykę botaniczną omawianych roślin przedstawiono w tab. 1. Przy opracowaniu nazwisk wykorzystano dostępne w Internecie cztery krajowe i dwie międzynarodowe bazy nazwisk. Są to:

- PESEL – zawiera aktualny rejestr osób żyjących w kraju (dane z początku 2025 r.), z uwzględnieniem nazwisk męskich i żeńskich oraz ich liczebności w poszczególnych województwach. Rejestrem zarządza Ministerstwo Cyfryzacji RP [6].
- ISNP (Internetowy słownik nazwisk polskich) – polski onomastykon opracowywany przez Instytut Języka Polskiego PAN w Krakowie od 2014 r. w ramach projektu NPRH. Słownik od 2022 r. był uzupełniany o nazwiska o mniejszej frekwencji. Pod koniec 2025 r. ukazała się wersja 2, obejmująca lata 2025–2030 [7].
- ActaFlow (rozkład występowania nazwisk w powiatach, AF) – dane pochodzą z publikacji Rymuta [8], zawierającej nazwiska występujące w Polsce na początku XXI wieku (2002 r.). Bazą zarządza firma informatyczna Zbigniew Bronk z Gdańska [9].

Geneteka (genealogiczna wyszukiwarka nazwisk, GW) – dane pochodzą z lat 1918–2025 i obejmują wszystkie obecne województwa oraz dawne ziemie polskie sprzed 1939 r. (Litwę, Białoruś i Ukrainę). Administratorem Geneteki jest Polskie Towarzystwo Genealogiczne (PTG) [10].

Forebears (z ang. „przodkowie”, FRS) – platforma internetowa stanowiąca bazę danych geoprzestrzennych dotyczącą rozmieszczenia imion i nazwisk oraz danych demograficznych z uwzględnieniem 227 suwerennych państw i terytoriów. Obecnie Forebears (DMCC) ma siedzibę w Dubaju (ZEA) [11].

Geogen (genealogia geograficzna, GG) – witryna uruchomiona w 2005 r. w Niemczech, zawierająca mapy nazwisk w Niemczech i Austrii. Ostatnia aktualizacja danych miała miejsce w 2020 r. (wer. 4). Pomysłodawcą Geogenu jest Christoph Stöpel z Ludwigsfelde (Niemcy) [12].

Wykorzystywano głównie elektroniczny słownik ISNP oraz rejestr PESEL, natomiast gdy omawiane nazwisko nie figurowało w tych źródłach, korzystano z danych z baz AF oraz GW. Nazwiska bazowe (prymarne) oraz pochodne od nich (nazwiska derywowane) przedstawiono w układzie alfabetycznym. Uwzględniono formy żeńskie, zarys historyczny, pochodzenie, geografę danego nazwiska w Polsce i na świecie oraz liczbę użytkowników. Podano też nazwiska zmodyfikowane graficznie (bez polskich znaków diakrytycznych) oraz tzw. formy podobne fonetycznie (nazwiska zagraniczne). Nie uwzględniono nazwisk o liczebności nieprzekraczającej 3 osób. Podano rangę nazwisk polskich, czyli częstość występowania (RN), ale tylko wtedy, gdy liczebność była wyższa niż 400 osób (im niższa wartość RN, tym większa liczebność danego nazwiska). Warianty męskie i żeńskie o odmianie przymiotnikowej traktowano jako jedno nazwisko (np. Dobrowolscy, Różańscy itp.). Do tłumaczenia nazw polskich oraz obcojęzycznych wykorzystano wielojęzyczny Wikisłownik [13] oraz *Wielki słownik słowiański* [14].

## Nazwiska pochodzące od nazw roślin zielarskich

W tej części pracy omówiono nazwiska pochodzące od nazw roślin zielarskich w porządku alfabetycznym. Podano formy bazowe (podstawowe), a w kilku przypadkach także nazwiska derywowane. Wymieniono również elementy morfologiczne tych roślin, które stanowią surowiec zielarski (sur. ziel.). Do grupy tej należą: **Arnika, Aronia, Babka, Bagno, Barszcz, Barwinek, Bazylia, Bez, Bluszcz, Bodziszek (Budziaszek), Borówka, Bukszpan, Bukwica, Bylica, Cebula (Cebulak), Chaber, Chmiel, Czarnuszka, Cząber, Czeremcha, Czosnek, Czosnaczek, Czystek, Dereń, Drapacz, Dziurawiec, Fiołek, Głowienka, Głóg, Gorczyca, Gorysz, Groszek, Imbir, Jagoda, Janowiec, Jałowiec, Jarząb (Jarząbek), Jastrzębiec, Jemioła, Jeżówka, Jeżyna.**

**ROŚLINA:** arnika (astrowate), surowiec zielarski: arnika górską (kwiaty).

**ARNIKA** (f. żeńska: Arnikowa, Arnikówna) – nazwisko nie figuruje w głównych polskich bazach nazwisk [6–7, 9]; jedynie w bazie PTG [10] odnotowano, że od 1918 r. w Warszawie i woj. mazowieckim stwierdzono 7 małżeństw oraz 2 zgony osób o nazwisku Arnika. Nazwisko to jest jednak dość popularne na świecie, np. w Bangladeszu mieszka ok. 0,9 tys. osób o tym nazwisku, a w Indonezji – ok. 0,3 tys. osób. Arnika funkcjonuje również jako imię; nosi je ok. 8,2 tys. osób, najwięcej w Bangladeszu (5,4 tys.), Indiach (1,2 tys.) i Indonezji (0,4 tys., głównie mężczyźni). W Niemczech i Gruzji imię to występuje zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn. Także w Polsce funkcjonuje to żeńskie imię, jednak jest ono rzadkie – nosi je ok. 80 kobiet [15]. Pochodzi ono od łac. *Arnica* (niejasna etymologia), a pierwszy zapis odnotowano w 1810 r. [16].

**ROŚLINA:** aronia (rózowate), surowiec zielarski: aronia czarna (owoce świeże lub suszone).

**ARONIA** (f. żeńska: Aroniowa, Aroniówna) – nazwisko nie figuruje w polskich bazach nazwisk [6, 7, 9]; jedynie w bazie PTG odnotowano, że od 1918 r. na terenie Polski stwierdzono 21 urodzeń osób o tym nazwisku (w tym 10 w woj. mazowieckim) [10]. W formie oryginalnej (Aronia) notowane jest w kilkunastu krajach i terytoriach, m.in. w Meksyku (145), Abhazji (142) i Gruzji (68 osób), a także na Filipinach, w Rosji, na Wyspach Salomona, w Ugandzie i Indiach. Nazwiska podobne fonetycznie to m.in. Oronia (Meksyk, USA i Filipiny, łącznie 1,2 tys. osób), Argonia i Garonia (Filipiny, 825 osób), Haronia (Mauritius, 71 osób), Aronija (Estonia, 24 osoby) itd. [11].

**ROŚLINA:** babka (babkowate), surowiec zielarski: babka płesznik (nasiona).

**BABKA** (f. żeńska: Babczyna, Babczanka) – nazwisko nie figuruje w bazie ISNP. Jego etymologia nie jest pewna, jednak najprawdopodobniej stanowi ono zdrobnienie od wyrazu „baba”. „Babka” może oznaczać także roślinę z rodzaju *Plantago*, jednak znaczenie to uznawane jest za wtórne i metaforyczne [15]. W Polsce nazwisko to noszą 143 osoby; najczęściej występuje ono w woj. podkarpackim [6]. Nazwisko Babka notowane jest w wielu krajach, np. w Czechach (0,7 tys. osób), na Ukrainie (0,5 tys. osób), w USA (0,4 tys. osób), na Słowacji, Węgrzech, w Rosji, Serbii i Austrii itd. W formie zmodyfikowanej Babko występuje na Ukrainie (1,5 tys. osób), w Bośni i Hercegowinie (0,8 tys. osób), w USA, na Łotwie i w Kazachstanie (razem 110 osób). Natomiast na Węgrzech notowane jest nazwisko Babkó, a na Słowacji – Babčo (łącznie 70 osób). W Niemczech spotykane są nazwiska: Babka, Babke i Bobka (ok. 500 osób). W kilku krajach (Rosja, Afganistan, Burkina Faso, Indie) Babka może funkcjonować również jako imię męskie lub żeńskie [7, 11].

**ROŚLINA:** bagno (wrzosowate), surowiec zielarski: bagno zwyczajne (liście i młode pędy).

**BAGNO** (f. żeńska: Bagnowa, Bagnówna) – nazwisko znajdujące się obecnie w fazie zaniku; w Polsce nosi je jedynie 9 osób (woj. zachodniopomorskie), mimo że od 1918 r. urodziły się 94 osoby o tym nazwisku (w tym 43 osoby w woj. łódzkim) [6, 10]. W formie oryginalnej (Bagno) występuje ono w kilkunastu krajach; najliczniejsze grupy jego nosicieli mieszkają w Rosji (0,9 tys. osób), we Włoszech (0,6 tys.) i Brazylii (0,2 tys.). Nazwisko notowane jest także w Nigerze, USA, na Wybrzeżu Kości Słoniowej i w Izraelu itd. Nazwiska podobne fonetycznie to: Bogno (Kamerun, 1,7 tys. osób), Bagnoud (Szwajcaria, 0,9 tys.) i Bagnou (Niger, 0,3 tys.). Na Filipinach mieszka ok. 3,0 tys. osób noszących nazwiska: Bagnol, Bangno, Bagnos, Bagnot i Begno, jednak ich znaczenie w językach narodowych tych krajów nie jest jasne [11].

**ROŚLINA:** barszcz (selerowate), surowiec zielarski: barszcz zwyczajny (ziele, owoce i korzeń).

**BARSZCZ** (f. żeńska: Barszczowa, Barszczanka, Barszczówna) – nazwisko przezwiskowe pochodzące od apelatywu „barszcz”, oznaczającego pierwotnie barszcz polski (*Heracleum sphondylium*), czyli roślinę jadalną, a następnie także zupę przygotowywaną z tej rośliny. Nazwa ta początkowo nie była związana z burakiem ćwikłowym; dopiero od XVIII w. oznaczała zupę z kiszonych buraków. Ranga nazwiska (RN) wynosi 860. W Polsce mieszka 5266 osób noszących to nazwisko; najwięcej w woj. mazowieckim (1635), w tym w gminie Radom (211 osób) [7]. W formach podobnych fonetycznie nazwisko występuje w wielu krajach; np. na Ukrainie funkcjonuje forma Borshch (10,3 tys. osób), spotykana także w Bośni i Hercegowinie (3,1 tys.) oraz w USA (0,1 tys.). W Niemczech notowane są formy Barsch (2,0 tys. osób), Baarsch (0,1 tys.) i Borsch (1,4 tys.). Ostatnia z wymienionych form występuje również w byłych republikach radzieckich (Rosja, Białoruś, Kazachstan, Mołdawia – łącznie ok. 1,4 tys. osób). W USA spotyka się również nazwiska: Barscz, Bearsch, Baarsh i Borschowa (łącznie ok. 300 osób) [11, 12].

**Nazwiska derywowane** (z rdzeniem „barszcz”): Barszczak, Barszczewicz, Barszczewscy, Barszczowscy, Barszczów, Barszczuk, Barszczyk, Barszczykiewicz, Barszczyńscy [9].

**ROŚLINA:** barwinek (toinowate), surowiec zielarski: barwinek pospolity (ziele).

**BARWINEK** (f. żeńska: Barwinkowa, Barwinkówna) – nazwisko pochodzi od wyrazu pospolitego, apelatywu „barwinek”, oznaczającego nazwę rośliny. Najwcześniejszy znany zapis tego nazwiska pochodzi z 1416 r. (Jakub Barwinek).

Nazwisko to nosi 294 osoby; najwięcej mieszka w woj. świętokrzyskim (91), w tym 43 osoby w gminie Chęciny [7]. Poza Polską występuje ono w formie oryginalnej (Barwinek) w Niemczech i Austrii (łącznie 70 osób). Notowane jest w formach podobnych fonetycznie lub formie adaptacji graficznej w kilku krajach: w Czechach (Barvíněk, 195 osób), w Austrii (Barvinek, 102), w USA (Barvenik, 48), natomiast w Niemczech, Austrii i Kanadzie funkcjonuje nazwisko Warbinek (124 osoby) [11].

**ROŚLINA:** bazylija (jasonotowate), surowiec zielarski: bazylija pospolita (liście).

**BAZYLIA** (f. żeńska: Bazylija) – nazwisko nie figuruje w polskich bazach nazwisk [6–7, 9]; jedynie w bazie PTG znajduje się informacja o 119 urodzeniach osób o tym nazwisku na terenie Polski od 1918 r. (w tym 55 w woj. mazowieckim) [10]. W formach podobnych fonetycznie nazwisko to występuje w wielu krajach. Np. nazwisko Basilia funkcjonuje na Filipinach (511 osób), w Gruzji (259), Dominikanie (108 osób), Brazylii i Indonezji itd. Kolejne nazwisko, Bacilla, notowane jest w Dominikanie i w Meksyku (ok. 100 osób), Bazila – w Tanzanii (341), a Bazilia – w Brazylii (32 osoby). Warto wspomnieć, że w Polsce występuje również wariantywna forma Bazela (610 osób, głównie w woj. wielkopolskim). Jest to nazwisko pochodzenia greckiego, oznaczające „król”. Bazylija po angielsku to *basil*, po francusku – *basilic*, po hiszpańsku – *albahaca*, a w języku portugalskim – *manjeriçã* [13].

**ROŚLINA:** bez (piżmaczkowate), surowiec zielarski: bez czarny (kwiaty i owoce).

**BEZ** (f. żeńska: Bezowa, Bezówna) – nazwisko nie figuruje w bazie ISNP; jednak najprawdopodobniej pochodzi od nazwy rośliny (krzewu lub niewielkiego drzewa). Jego najstarszy zapis pochodzi z XV w. [17]. Według rejestru PESEL nazwisko to noszą obecnie 62 osoby, głównie w woj. dolnośląskim [6]. Od 1918 r. urodziło się w Polsce 120 osób o tym nazwisku, najwięcej w woj. mazowieckim (28 osób) [10]. Nazwisko Bez jest popularne również poza granicami Polski; funkcjonuje w ok. 40 krajach, a liczba jego nosicieli wynosi 10,3 tys. Najwięcej osób noszących to nazwisko mieszka w Indiach (2,8 tys.), Brazylii (2,5 tys.) i Francji (1,1 tys.), a także we Włoszech, Niemczech, Dominikanie i USA itd. Formy podobne fonetycznie to: Beaz (Liban, 0,8 tys. osób), Biez (Francja, 0,5 tys.), Becz (Węgry, 0,5 tys.) i Bezz (Brazylia i USA, 54 osoby). Natomiast w Niemczech funkcjonują nazwiska: Beetz, Beez, Betz i Beitz (razem ok. 23 tys. osób) [11].

**ROŚLINA:** borówka (wrzosowate), surowiec zielarski: borówka czarna (owoce).

**BORÓWKA** (f. żeńska: Borówczyna, Borówczanka) – nazwisko przezwiskowe pochodzące od wyrazu pospolitego (apelatywu) „borówka”. Pierwszy zapis historyczny tego nazwiska pojawił się w 1789 r., chociaż wyraz „borówka” jako

nazwę krzewinki odnotowano ponad 300 lat wcześniej, tj. w 1460 r. [18]. Nazwisko to nosi 1355 osób; najwięcej mieszka w woj. śląskim (525), w tym 97 osób w gm. Poręba. Jego ranga wynosi 4207. W formie adaptacji graficznej (Borowka) występuje ono w Niemczech (240 osób), na Słowacji i we Francji (95 osób). Forma Borovko funkcjonuje w Bośni i Hercegowinie (0,7 tys. osób) oraz na Ukrainie (0,6 tys.), a także na Litwie i Łotwie (76 osób). W Czechach występują formy Borovka i Borůvka (975 osób), natomiast w Niemczech – Borufka, Boroffka i Borofka (łącznie 312 osób). Również w USA spotyka się „borówkowe” nazwiska: Borowko, Borofka i Borufka (łącznie 145 osób).

**ROŚLINA:** bluszcz (araliowate), surowiec zielarski: bluszcz zimozielony (liście).

**BLUSZCZ** (f. żeńska: Bluszczowa, Bluszczówna) – nazwisko pochodzi od wyrazu pospolitego, ap. „bluszcz”, oznaczającego nazwę rośliny; pierwszy zapis tego nazwiska datowany jest na 1551 r. Ranga nazwiska wynosi 7823; występuje u 752 osób, najwięcej mieszka w woj. śląskim (360), a spośród gmin – w Płońsku (42 osoby). Poza Polską notowane jest w Niemczech (120 osób) i we Francji (6 osób), zapewne wśród osób o polskich korzeniach [7]. Nazwiska podobne fonetycznie to: Blutz (USA, 1,2 tys. osób), Blust (Niemcy, 0,9 tys.), Blish (USA i Kanada, 0,8 tys.), Blyshch (Ukraina, 0,2 tys.), Blusch i Bliesch (Niemcy, 160 osób), Blishch (Białoruś, 158), Bliszc (USA i Kanada, 56) oraz Bluch (Austria, Pakistan i Brazylia, 43 osoby) [11–12].

**ROŚLINA:** bodziszek (bodziszkowate), surowiec zielarski: bodziszek cuchnący (ziele).

**BODZISZEK** (f. żeńska: Bodziskowa, Bodziskówna) – nazwisko nie występuje w aktualnych polskich bazach nazwisk [6–7, 9], chociaż od 1918 r. zanotowano w Polsce aż 258 urodzeń osób o tym nazwisku (najwięcej w woj. mazowieckim – 98 osób) [10]. Być może uległo ono modyfikacji – w kraju notowane są formy: Budzisiak i Budziszak, Budziaszek. To ostatnie (Budziaszek) jest najliczniejsze – nosi je 198 osób, głównie w woj. małopolskim, jednak jego etymologia nie jest związana z „bodziszkiem” (pochodzi od nazwy osobowej Budziasz) [7]. W formie o podobieństwie fonetycznym, jako Bozicek, występuje we Francji (46 osób), w Urugwaju (15 osób) oraz w USA, Argentynie, Brazylii i Anglii [11].

**ROŚLINA:** bukszpan (bukspanowate), surowiec zielarski: bukszpan (liście).

**BUKS** (f. żeńska: Buksowa, Buksówna) – nazwisko pochodzi od wyrazu pospolitego, ap. „buks”, „bukspan”, oznaczającego rodzaj krzewu o zimozielonych liściach. Pierwszy zapis pojawił się w 1429 r. (Stanislaus Bux). Nazwisko to nosi 200 osób, z czego najwięcej mieszka w woj. mazowieckim (106), w tym w Czerwińsku nad Wisłą – 40 osób [7]. Nazwisko jest popularne poza granicami

kraju; występuje na Łotwie (128 osób), w Rosji, Argentynie, USA i Niemczech itd. W formie adaptacji graficznej – Bux – występuje licznie w Pakistanie (629,3 tys. osób), następnie w RPA (2,3 tys.), Indiach (2,1 tys.) i Niemczech (1,0 tys.). Natomiast w formie podobieństwa fonetycznego – Buksh – notowane jest w Pakistanie (40,0 tys.), na Fidzi (1,0 tys.), w Bangladeszu (0,4 tys.), na Sri Lance, w Arabii Saudyjskiej itd. Buks w kilku krajach funkcjonuje także jako imię męskie lub żeńskie: w RPA (258 osób), w Nowej Zelandii, Anglii, Papui-Nowej Gwinei, USA, Namibii i Katarze itd. [11]. Należy jednak dodać, że bukszpan nie należy do roślin zielarskich, gdyż wszystkie jego części wykazują działanie toksyczne dla ludzi i zwierząt ze względu na obecność alkaloidów, chociaż nadal trwają badania nad jego wykorzystaniem w medycynie [19].

**ROŚLINA:** bukwica zwyczajna (jasnotowate), surowiec zielarski: bukwica zwyczajna (liście).

**BUKWICA** (f. żeńska: Bukwica) – nazwisko nie występuje w polskich bazach nazwisk [6–7, 9]; jedynie w bazie PTG [10] znajduje się informacja, że od 1918 r. stwierdzono na terenie Polski 14 urodzeń osób o nazwisku Bukwica (w tym 7 w woj. wielkopolskim). W formach podobnych fonetycznie funkcjonuje ono w kilku krajach: w USA (Buckway i Bukwick, Buckwich – razem ok. 290 osób), w Niemczech (Buckwitz, 64 osoby), w DR Konga (Bunkwey) oraz w Nigerii (Bukway) [11–12].

**ROŚLINA:** bylica (astrowate), surowiec zielarski: bylica pospolita (liście).

**BYLICA** (f. żeńska: Bylicyna, Bylicina, Byliczanka) – nazwisko przezwiskowe, pochodzące od ap. „bylica” – rośliny o właściwościach leczniczych i magicznych, tj. wrotyczu. Pierwszy zapis historyczny pojawił się w 1426 r. (*de Bilicze dictum Bilicza*), a ranga nazwiska wynosi 3897. Nosi je 1458 osób; najwięcej mieszka w woj. małopolskim (816), w tym w m. Krakowie – 119 osób [7]. Nazwisko Bylica występuje w 10 krajach; najliczniejsza grupa mieszka w USA (80 osób) i w Brazylii (53 osoby), a także w Niemczech, Anglii i Kanadzie itd. W formie podobnej fonetycznie znane jest w Turcji (**Bilici**, 24,9 tys. osób), na Słowacji (**Belica**, 2,1 tys.) i Brazylii (**Biluca**, 0,2 tys.). W USA, Albanii i Brazylii występuje **Bilica** (łącznie ok. 150 osób), natomiast w DR Konga i Papui-Nowej Gwinei funkcjonuje **Bilika** (117 osób) [11].

**ROŚLINA:** cebula (amarylkowate), surowiec zielarski: cebula zwyczajna (cebula).

**CEBULA** (f. żeńska: Cebulina, Cebulanka) – nazwisko pochodzi od wyrazu pospolitego, ap. „cebula” (warzywo), a najwcześniejszy znany zapis nazwiska pochodzi z 1383 r. (Martino Czibula). Ranga nazwiska (wartość RN) wynosi 482,

a nosi je 8092 osoby; najczęściej mieszka w woj. małopolskim (1842), w tym w m. Krakowie – 338 osób [7]. Poza Polską funkcjonuje w oryginalnej formie (Cebula) w kilkunastu krajach, takich jak USA (1,6 tys. osób), Niemcy (0,4 tys.), Francja (149 osób), Kanada (119), Anglia, Czechy i Dania, itd. Natomiast nazwiska podobne fonetycznie to: Cebola (Mozambik, Portugalia, Brazylia – łącznie ok. 6,9 tys. osób), Cebulla (Niemcy, 1,8 tys.), Cibula (USA, Słowacja i Czechy – łącznie 1,2 tys. osób) itd. [11].

Formą pochodną jest Cebulak – nosi je 665 osób, z dominacją w woj. podkarpackim (364 osoby). Jednak etymologia tego nazwiska jest nieco inna – pochodzi od ap. „cebulak”, oznaczającego łupiny cebuli lub jej zieloną część. Oprócz Polski występuje w USA i Kanadzie (194 osoby) oraz w Anglii i Francji (29 osób) [7, 11].

**CYBULA** (f. żeńska: Cybulina, Cybulanka) – forma wariantywna od nazwiska Cebula; noszą je 2247 osób. Największa grupa mieszka w woj. lubelskim (278 osób). Nazwisko to pojawiło się w zapisach w tym samym czasie co Cebula (1383 r.). Występuje w Niemczech (96 osób), w USA (87), Argentynie (33 osoby), a także we Francji, Australii, Kanadzie i Meksyku, lecz w niskiej liczebności. W formie podobnej fonetycznie notowane jest na Ukrainie (Tsybulia, 2,3 tys. osób), w Gwatemali (Cubale, 1,0 tys.) oraz w Niemczech (Cybulla, Cybuła, 224 osoby) itd. Formą pochodną od nazwiska Cybuła jest Cybulak. W kraju nosi je 278 osób, z czego 92 mieszkają w woj. lubelskim. Notowane jest (jako Cybulak) także w Niemczech i na Słowacji (33 osoby) oraz w USA i Kanadzie (37 osób) [7, 11].

**Nazwiska derywowane** (z rdzeniem „cebul”, „cybul”): Cebul, Cebularz, Cebulka, Cebulla, Cebulski, Cybul, Cybulla, Cybuła, Cybularz, Cybulka, Cybularczyk, Cybulski [9, 11]

**ROŚLINA:** chaber (astrowate), surowiec zielarski: chaber bławatek (kwiat).

**CHABER** (f. żeńska: Charbrowa, Chabrówna) – nazwisko pochodzi od wyrazu popolitego, ap. „chaber” – bławatek. Najstarszy zapis datowany jest na 1687 r. (Chaber). Ranga nazwiska wynosi 5620. W kraju nosi je 1029 osób; najczęściej mieszka w woj. mazowieckim (295), w tym w gm. Sochaczew (66 osób) [7]. Poza Polską funkcjonuje w oryginalnej formie (Chaber) w kilku krajach, takich jak: Algieria (445), USA (167), Francja, Niemcy i Kanada (łącznie 74 osoby). Natomiast nazwiska podobne fonetycznie to: Chabert (Francja – 9,4 tys.; Dania – 0,3 tys.; USA – 0,3 tys.; Portugalia – 0,2 tys.; Belgia – 0,1 tys. osób); nazwisko to notowane jest także w Nowej Kaledonii, Polinezji Fr., Urugwaju i Kanadzie, itd. Inne nazwiska to: Chaver (Izrael – 1,0 tys.; Honduras – 0,9 tys.; Nigeria – 0,6 tys. itd.), Chabez (Meksyk – 0,2 tys.; USA – 0,1 tys.; Argentyna, Wenezuela, Peru itd.), Chabere (DR Konga – 27 osób) itd. [11].

**Nazwiska derywowane** (z rdzeniem „chaber”): Chaber, Chaberek, Chaberka, Chaberko, Chebernal, Cheberscy, Chabert [9].

**ROŚLINA:** chmiel (konopiowate), surowiec zielarski: chmiel zwyczajny (szyszki).

**CHMIEL** (f. żeńska: Chmielowa, Chmielówna) – nazwisko pochodzi od wyrazu pospolitego, ap. „chmiel” – gatunku rośliny; przenośnie oznacza pijaństwo, upicie się, pijatykę. Najstarszy zapis datowany jest na 1366 r. (Jacusszius Kmel). Nosi je 14 113 osób; najwięcej mieszka w woj. podkarpackim (7135), w tym w m. Rzeszów – 459 osób. Ranga nazwiska jest wysoka – 5620. Poza Polską funkcjonuje w oryginalnej formie (Chmiel) w kilku krajach, takich jak USA (2,3 tys. osób), Niemcy (0,8 tys.), Francja (0,3 tys.), a także Kanada, Czechy, Anglia, Brazylia i Argentyna itd. Nazwiska podobne fonetycznie to: **Chmyl** (Ukraina, 4,0 tys. osób.), **Chmel** i **Cmiel** (Czechy, 2,4 tys.), **Chmil** i **Hmiel** (USA, 180 osób), **Schmil** (Izrael, 162 osoby) i **Khmil** (Rosja, 200 osób). W Niemczech występuje w kilku formach: **Chmill**, **Schmiel**, **Schmill**, **Schmiele** (łącznie ok. 1,0 tys. osób) [7, 11–12].

**Nazwiska derywowane** (z rdzeniem „chmiel”): Chmiela, Chmielak, Chmielarczyk, Chmielowscy, Chmielarz, Chmieleczy, Chmielek, Chmielewicz, Chmielewscy, Chmielik, Chmielińscy, Chmielniak, Chmielnicy, Chmielnik, Chmielowiec, Chmielowscy [7].

**ROŚLINA:** czarnuszka (jaskrowate), surowiec zielarski: czarnuszka siewna (nasiona).

**CZARNUSZKA** (f. żeńska) – nazwisko nie figuruje w bazie ISNP, ale najprawdopodobniej pochodzi od nazwy rośliny zielnej, chociaż może oznaczać „kobietę o czarnych włosach”. Najwcześniejszy znany zapis nazwiska pochodzi z 1491 r. [20]. Według rejestru PESEL nazwisko to nosi 47 osób, z dominacją w woj. dolnośląskim. Wariantem są formy **Czernuszka** (69 osób) oraz **Czarnuszko** (32 osoby) – głównie są to mieszkańcy woj. lubelskiego [6]. Poza granicami kraju nazwisko to najczęściej spotykane jest (w formie podobnej fonetycznie) na Ukrainie (**Chornukha**, **Chornousko** i **Chornushko** – razem ok. 690 osób); ponadto występuje nielicznie w USA (**Charnuska**, 11 osób) oraz w Austrii (**Czernuschka**, 9 osób) [11].

**ROŚLINA:** cząber (jasnotowate), surowiec zielarski: cząber ogrodowy (ziele).

**CZĄBER** (f. żeńska: Cząberowa, Cząberówna) – nazwisko w tej formie (ze znakiem diakrytycznym) nie występuje obecnie w kraju, chociaż w bazie PTG [10] można znaleźć informację, że od 1918 r. odnotowano 108 narodzin osób o nazwisku Cząber, w tym 30 w woj. śląskim. Można przypuszczać, że nazwisko to uległo modyfikacji, m.in. ze względu na trudną wymowę. W ten sposób powstały formy:

**Czomber** (11 osób w woj. śląskim i łódzkim) oraz **Czombera** (40 osób), której nosiciele zamieszkują wyłącznie woj. śląskie. Nazwiska podobne fonetycznie to: **Chomber** (Kenia – 66 osób), **Czember** (Kanada – 39), **Czomba i Czombi** (Węgry – 476), **Chamber** (USA – 0,8 tys.; Ekwador – 0,2 tys.; Nigeria – 0,1 tys.; oraz Anglia, Indie, Chile, RPA i Peru itd.) [9, 11]. W języku angielskim i hiszpańskim *chamber* oznacza „izbę”, a więc wyraz ten nie ma nic wspólnego z rośliną „cząber” [13].

**ROŚLINA:** czeremcha (rózowate), surowiec zielarski: czeremcha zwyczajna (kora i kwiat).

**CZEREMCHA** (f. żeńska: Czeremczyna, Czerenczanka) – nazwisko pochodzi od ukraińskiego ap. „czeremcha” – drzewa z rodziny migdałowatych, pol. trzemcha. Nie wiadomo, kiedy pojawił się pierwszy zapis. Obecnie posługuje się nim 214 osób; najliczniejsza grupa mieszka w woj. podlaskim (214), w tym w m. Białystok – 46 osób. Poza Polską nazwisko Czeremcha występuje w USA, Brazylii i Argentynie (łącznie ok. 50 osób). Nazwisko podobne fonetycznie – Chermkha – funkcjonuje na Ukrainie (107 osób) [7, 11].

**ROŚLINA:** czosnek (amarylkowate), surowiec zielarski: czosnek dęty i pospolity (szczypior i cebule).

**CZOSNEK** (f. żeńska: Czosnkowa, Czosnkówna) – nazwisko pochodzi od wyrazu pospolitego, ap. „czosnek” – rośliny warzywnej cebulkowej. Pierwszy zapis pojawił się w 1438 r. (Nicolaio Czosnek), a wartość RN wynosi 14 270. Nosi je 401 osób; najwięcej mieszka w woj. świętokrzyskim (120), a wśród miast – w Krakowie (31 osób). Poza Polską w formie oryginalnej (Czosnek) występuje tylko w USA i Kanadzie (90 osób) oraz w Anglii i Australii (15 osób). W kilku krajach notowane są również nazwiska podobne fonetycznie, takie jak Cosnek, Chosnyk i Chosnek (USA – 65 osób), Császnek i Cszasznek (Węgry – 50 osób) i Cosnick (Kanada – 19 osób) [7, 11].

**ROŚLINA:** czosnaczek (kapustowate), surowiec zielarski: czosnaczek pospolity (ziele).

**CZOSNACZEK** (f. żeńska: Czosnaczek) – nazwisko figuruje tylko w bazie GW [10]. Od 1918 r. odnotowano 59 urodzeń osób o tym nazwisku (najwięcej w woj. świętokrzyskim – 19), jednak obecnie nie występuje ani w Polsce, ani za granicą. Mogło ulec całkowitemu zanikowi z przyczyn naturalnych (zgony) lub administracyjnych (zmiana nazwiska).

**ROŚLINA:** czystek (czystkowate), surowiec zielarski: czystek (cięte liście, susz).

**CZYSTEK** (f. żeńska: Czystkowa, Czystkówna) – nazwisko widnieje w bazie GW (dane z l. 1918–2025). W tym czasie urodziło się w kraju 71 osób (w tym

31 w woj. łódzkim) [10], jednak obecnie nie figuruje w głównej bazie polskich nazwisk [7], a jedynie w rejestrze PESEL występuje 14 osób (kobiet i mężczyzn) o tym nazwisku [6]. Natomiast w formach podobnych fonetycznie notowane jest w kilku krajach: Chystyk i Chystykh (Ukraina – 330 osób), Zsitek (Węgry – 44 osoby), Chestek (USA – 38 osób) [11].

**ROŚLINA:** dereń (dereniowate), surowiec zielarski: dereń jadalny, właściwy (owoce).

**DEREŃ** (f. żeńska: Dereniowa, Dereniówna) – nazwisko od wyrazu pospol., ap. „dereń” – roślina ozdobna. Pierwszy zapis historyczny datowany jest na 1470 r. (Georgus C. Deren de Netka). Ranga nazwiska wynosi 1960. Posługuje się nim 2747 osób; najwięcej mieszka w woj. podkarpackim (667), w tym w m. Brzozów – 109 osób. Poza Polską funkcjonuje w ok. 30 krajach, głównie w formie zmodyfikowanej graficznie (Deren). Najwięcej osób mieszka w USA (0,8 tys. osób), Turcji (0,7 tys.), Ukrainie (0,7 tys.), Francji (0,3 tys.), a także w Kanadzie, Australii, Niemczech, Rosji, Indonezji i Anglii itd. W formach podobnych fonetycznie występuje m.in. Dearen i Doeren (USA – ,0,5 tys. osób), Derien (Francja – 0,3 tys.) oraz Dieren (Niderlandy – 0,1 tys.) [7, 11].

**ROŚLINA:** drapacz lekarski (astrowate), surowiec zielarski: drapacz lekarski (ziele).

**DRAPACZ** (f. żeńska: Drapaczowa, Drapaczówna) – nazwisko przezwiskowe, od ap. „drapacz” – napastnik, grabieżca; golibroda, balwierz, a także mężczyzna, który stale się drapie. Pierwszy zapis historyczny datowany jest na 1463 r. (Cum Johanne Drapacz). Nazwisko to noszą 204 osoby; najwięcej mieszka w woj. śląskim (128), w tym w m. Zabrze – 111 osób. Etymologia tego nazwiska nie ma związku semantycznego z rośliną (drapacz lekarski), lecz odnosi się do cech psychofizycznych człowieka [7].

**ROŚLINA:** dziurawiec (dziurawcowate), surowiec zielarski: dziurawiec czteroboczny (ziele).

**DZIURAWIEC** (f. żeńska: Dziurawcowa, Dziurawcówna) – nazwisko przezwiskowe, pochodzące od ap. „dziurawiec” – zioła leczniczego lub od przymiotnika „dziurawy”, oznaczającego pusty, próżny. Pierwszy zapis odnotowano w słowniku Rymuta [19]. Nazwisko to noszą 374 osoby; najliczniejsza grupa mieszka w woj. lubelskim (162), w tym w m. Lublin – 29 osób [7]. Poza Polską w formie oryginalnej (Dziurawiec) występuje tylko w USA (78 osób), przy czym w kraju tym notowane są także nazwiska podobne fonetycznie, takie jak Zurawicz, Zurawiec, Zurawik i Zurowick (razem ok. 130 osób) [11].

**ROŚLINA:** fiołek (fiołkowate), surowiec zielarski: fiołek trójbarwny (ziele).

**FIOŁEK** (f. żeńska: Fiołkowa, Fiołkówna) – nazwisko od wyrazu pospolitego, ap. „fiołek” – rośliny kwitnącej z rodziny *Violaceae*. Pierwszy zapis historyczny datowany jest na 1869 r. (Fiołek), chociaż forma Fiołek funkcjonowała wcześniej [18]. Wwartość RN wynosi 6231. Nazwisko to nosi 933 osoby; najwięcej mieszka w woj. małopolskim (353), w tym w m. Krakowie – 111 osób. Nie występuje ono w woj. podlaskim. Poza Polską funkcjonuje w USA (142 osoby), Francji (65), Niemczech (24) i Czechach (7 osób) [7]. Nazwiska podobne fonetycznie to: Fiolek (USA i Kanada – 217), Fijalek (Tajlandia – 119), Fialek (USA – 85; Brazylia – 76 osób itd.), Fialík i Fiálek (Czechy – 30 osób). Natomiast w Niemczech występuje Fiala, Fialik i Fialek (łącznie 1,2 tys. osób) [11–12].

**Nazwiska derywowane** (z rdzeniem „fiał”, „fioł”): Fiałkiewicz, Fiałkowscy, Fiałek, Fiołna, Fiołka, Fijolek, Fijalek [6, 9].

**ROŚLINA:** głowienka (jasnotowate), surowiec zielarski: głowienka pospolita (ziele).

**GŁOWIENKA** (f. żeńska: Głowieneczyna, Głowieneczanka) – nazwisko pochodzi od wyrazu pospolitego, ap. „głowienka” – zdrobnienia od wyrazu „głownia”; nazwy rośliny, rodzaju ziela oraz typu kadzidla. Najstarszy zapis datowany jest na 1400 r. (Petrus Glowenka), a ranga (wartość RN) wynosi 10 139. Nazwisko to noszą 574 osoby; najwięcej mieszka w woj. pomorskim, w tym w m. Władysławowo – 55 osób. W Niemczech notowane są nazwiska Glowienka (348 osób) i Glowienke (72 osoby), podobnie w USA (143 osoby). W Brazylii występuje Glovenka (9 osób), a w Szkocji – Glovinko (9 osób). Wszystkie te formy zapewne mają polskie korzenie (emigracja) [7, 11–12].

**ROŚLINA:** głóg (rózowate), surowiec zielarski: głóg jednoszyjkowy oraz dwuszyjkowy (kwiaty).

**GŁÓG** (f. żeńska: Głogowa, Głożanka) – nazwisko nie występuje w bazie ISNP (nie jest jeszcze opracowane w IJP PAN), jednak w aktualnym rejestrze PESEL notowane jest u 33 osób (kobiet i mężczyzn) [6]. Nazwisko Głóg najprawdopodobniej pochodzi od nazwy krzewu (i owocu) – „głóg”. Nazwa tej rośliny pojawiła się w 1. poł. XV w. [15–16]. Warto odnotować, że od 1918 r. urodziły się w granicach Polski 103 osoby o tym nazwisku, które ma wyraźną tendencję spadkową – w 2002 r. jego liczebność wynosiła 57 osób [9].

**ROŚLINA:** gorczyca (kapustowate), surowiec zielarski: gorczyca biała oraz czarna (nasiona).

**GORCZYCA** (f. żeńska: Gorczyczyna, Gorczyczanka) – popularne nazwisko, pochodzące od wyrazu pospolitego, ap. „gorczyca” – nazwy licznych roślin

o gorzkim smaku. Najstarszy zapis pochodzi z 1303 r. (*Petrum cognomento Gorciciaz*), a ranga nazwiska jest wysoka – 625. Nazwisko to nosi 6790 osób; najwięcej mieszka w woj. podkarpackim (1656), w tym w m. Jasło – 292 osoby. Poza Polską nazwisko to występuje w USA (755 osób), Francji (281), Niemczech (112 osób) oraz w Australii, Belgii, Hiszpanii, Szwecji i Norwegii [7]. Nazwiska podobne fonetycznie to: Gorziza (Brazylia – 224), Gorcyca (USA – 97), Gorchitsa (Rosja – 55) oraz Gorčica (Czechy – 42 osoby). W Niemczech występują formy: Gorcezyza, Gorcezytza, Gortzitza i Gorzitze (razem ok. 300 osób) [11–12].

**ROŚLINA:** gorysz (selerowate), surowiec zielarski: gorysz siny (kłącze).

**GORYSZ** (f. żeńska: Goryszowa, Goryszanka) – nazwisko nie występuje w bazie ISNP, lecz w aktualnym rejestrze PESEL wykazano 46 osób je noszących [6]. W bazie GS odnotowano 61 urodzeń od 1918 r. w granicach Polski; najwięcej miało miejsce w woj. podlaskim (22), co wskazuje, że jest to nazwisko mało liczne [10]. Prawdopodobnie pochodzi od rośliny zielarskiej „gorysz”, jednak brak jest jednoznacznych danych potwierdzających tę etymologię [2, 4, 7]. Za granicą jedynie w Kanadzie i Niemczech mieszka ok. 50 osób o nazwisku Gorys.

**ROŚLINA:** groszek (bobowate), surowiec zielarski: groszek żółty (ziele).

**GROSZEK** (f. żeńska: Groszkowa, Groszkówna) – nazwisko przezwiskowe, pochodzące od ap. „groszek” – grochu. Najstarszy zapis datowany jest na 1499 r. (Martin Groschek), a jego ranga (wartość RN) wynosi 3300. Nazwisko to noszą 1724 osoby; najwięcej mieszka w woj. mazowieckim (132), a spośród gmin – w Bałazowej (132 osoby). Nazwisko Groszek jest używane w ok. 10 krajach: USA (390 osób), Francji (94 osoby), Niemczech (48 osób), Kanadzie, Anglii, Australii i Arubie, itd. Nazwiska podobne fonetycznie to: Groshek (USA – 0,6 tys.), Grosek (Słowacja – 0,4 tys.) oraz Grossek (Niemcy, Austria, Argentyna, USA – łącznie ok. 140 osób). Natomiast nazwisko Grosek funkcjonuje w Słowenii, USA, Austrii i na Węgrzech (łącznie ok. 370 osób).

**ROŚLINA:** imbir (imbrowate), surowiec zielarski: imbir lekarski (kłącze).

**IMBIR** (f. żeńska: Imbrowa, Imbrówna) – nazwisko nie jest opracowane w IJP PAN [7], jednak figuruje w rejestrze PESEL [6]. W kraju nosi je 58 osób – głównie mieszkańcy Mazowsza. Nazwisko najprawdopodobniej wywodzi się od wyrazu „imbir” (roślina lecznicza). Nazwa ta pojawiła się po raz pierwszy w 1464 r. i ma pochodzenie niemieckie (*imbër, ingebër*) lub łacińskie (*gingiber*) [15, 17]. Za granicą nazwisko występuje rzadko; jedynie w Indonezji 0,9 tys. osób nosi

nazwisko Imbir; w Rosji i Rumunii występuje u ok. 100 osób. W formie zmodyfikowanej graficznej – Imber – notowane jest w USA, Anglii i Australii (razem 1,5 tys. osób), a także we Francji, Izraelu i Austrii (ok. 0,5 tys. osób). Notowane jest też w Nigerii (Himbir – 0,3 tys. osób), w USA i Francji (Himber – 0,7 tys.) [11].

**ROŚLINA:** jałowiec (cyprysowate), surowiec zielarski: jałowiec pospolity (jagody)  
**JAŁOWIEC** (f. żeńska: Jałowcowa, Jałowcówna) – nazwisko pochodzi od wyrazu pospolitego, ap. „jałowiec” – krzewu z rodziny iglastych lub owocu tego krzewu. Pierwszy zapis pochodzi z 1789 r. (Jałowiec), a ranga nazwiska wynosi 6993. Posługuje się nim 837 osób; najwięcej mieszka w woj. podkarpackim (286), w tym w m. Pilzno (143 osoby) [7]. Poza granicami kraju notowane jest głównie w USA (317 osób) oraz w Anglii i Kanadzie (19 osób). W USA występują także formy: Jałowicz, Jałowic i Jałowick (łącznie 43 osoby). Najpopularniejszą formą wariantywną jest Jalovec, która funkcjonuje w Słowenii (253), USA (210), Czechach (82), Francji i Kanadzie [11].

**ROŚLINA:** janowiec (bobowate), surowiec zielarski: janowiec barwierski (kwiaty i nasiona).

**JANOWIEC** (f. żeńska: Janowcowa, Janowcówna) – nazwisko odimienne, pochodzące od imienia Jan, które w języku hebrajskim oznacza „Jahwe jest łaskawy”. Najstarszy zapis pochodzi z 1764 r. (Janowiec). Występuje głównie w woj. południowo-wschodnich; najwięcej osób mieszka w Małopolsce (208), a spośród miast – w Jaśle (34 osoby). W całym kraju nazwisko to noszą 383 osoby. Nazwisko to nie ma związku z nazwą rośliny zielarskiej janowiec [7, 11].

**ROŚLINA:** jarząb (rózowate), surowiec zielarski: jarząb pospolity, jarzębina (owoce).  
**JARZĄB** (f. żeńska: Jarząbowa, Jarząbówna) – nazwisko przezwiskowe, pochodzące od ap. „jarząb” – rodzaju drzewa lub krzewu, jarzębiny, a także gatunku ptaka z rodziny kurowatych. Najstarszy zapis datowany jest na 1435 r. (Micolai Jarzamb), a ranga nazwiska wynosi 1784. Nazwisko to noszą 2974 osoby; najwięcej mieszka w woj. dolnośląskim (372), a wśród miast – w Kielcach (88 osób). Nie jest notowane tylko w woj. podlaskim. Formy wariantywne to: Jarzębak, Jarzębiak i Jarzęba (ok. 650 osób). W formie zmodyfikowanej graficznej (Jarzab) funkcjonuje w USA (173), Niemczech (80), Anglii (29), Czechach, Izraelu i Norwegii itd. [7, 11].

**JARZĄBEK** (f. żeńska: Jarząbkowa, Jarząbkówna) – forma zdrobniła od nazwiska Jarząb, noszona w kraju przez 6692 osoby, z dominacją w woj. mazowieckim (1430) i w m. Kielce (190 osób). Pierwszy zapis jest wcześniejszy niż forma

bazowa, gdyż datowany jest na 1394 r. (Stanislaus Jarzombec), a wartość RN wynosi 641. W formie zmodyfikowanej graficznie – Jarábek i Jaržabek – występuje na Słowacji (483); ponadto w USA występuje w kilku wariantach: Jarabek, Jarabeck i Yarzabek (ok. 300 osób). W Niemczech notowane są również warianty: Jarabek, Jarzabek, Jarzombek, Jarzombeck, Jarzombke i Jarzombski (łącznie ok. 820 osób) [7, 11].

**ROŚLINA:** jastrzębiec (astrowate), surowiec zielarski: jastrzębiec kosmaczek (ziele).  
**JASTRZĘBIEC** (f. żeńska: Jastrzębiec) – nazwisko nie występuje w bazie ISNP (nie jest jeszcze opracowane w IJP PAN), lecz w rejestrze PESEL notowane jest u 81 osób (kobiet i mężczyzn) jako pierwszy człon nazwisk dwuczłonowych [6]. Jak wiadomo, Jastrzębiec to jeden z najstarszych i najpopularniejszych polskich herbów szlacheckich [20]. Ciekawostką antroponimiczną są brazylijskie nazwiska Jastrombeck, Jastrombek oraz Iastrombeck i Iastrombek (ok. 150 osób), zapewne pochodzące od polskich emigrantów o nazwisku Jastrzębiec. W portalu FRS (2014 r.) figuruje 37, a w bazie AF (2002 r.) – 47 nazwisk Jastrzębiec, lecz nie występują one samodzielnie w rejestrze PESEL (2025 r.).

**ROŚLINA:** jemiola (sandałowcowate), surowiec zielarski: jemiola pospolita (ziele).  
**JEMIOŁA** (f. żeńska: Jemiolina, Jemiolanka) – nazwisko przezwiskowe, pochodzące od ap. „jemiola” – krzewu pasożytniczego, rosnącego na drzewach. Najstarszy zapis datowany jest na 1623 r. (Veceslaus Jemiola). Nazwisko to nosi 291 osób; najwięcej mieszka w woj. podkarpackim (75), a spośród miast – w Bydgoszczy (29 osób) [7]. W formie zbliżonej fonetycznie występuje w Etiopii (Jemila, 39,5 tys. osób), w USA (Jemiola, 133 osoby), na Filipinach (Jemilo, 70 osób), a także w Nigerii (Yemiola, 63 osoby). Natomiast nazwisko Jemiolo funkcjonuje w USA, Kanadzie i Anglii (łącznie 160 osób). Nie wiadomo, co oznaczają te nazwiska w językach narodowych tych krajów. W jęz. angielskim „jemiola” to *mistletoe*, natomiast w jęz. słowiańskich (białor., bośn., bułg., chorw., czes., maced., ros., słow., słown., ukr.) to *omela* lub *imela* [13–14].

**ROŚLINA:** jeżówka (astrowate), surowiec zielarski: jeżówka purpurowa (pędy, korzeń).  
**JEŻÓWKA** (f. żeńska: Jeżówka) – nazwisko nie figuruje w głównych polskich bazach nazwisk [6–7, 9]; jedynie w bazie PTG [10] znajduje się informacja, że od 1918 r. w granicach kraju stwierdzono 11 urodzeń dzieci o nazwisku Jeżówka (w tym 5 w woj. śląskim). W tej formie nazwisko to zanikło i nie występuje też za granicą. Natomiast w kraju funkcjonują dwa nazwiska pośrednio związane z „jeżówką” lub „jeżami”: Jeżowscy (975 osób) i Jeżewscy (3775 osób). W oficjalnej wersji nazwiska te pochodzą od nazwy miejscowości (Jeżów, Jeżewo, Jeżewice), będących miejscem pochodzenia lub własnością ich nosicieli [7].

**ROŚLINA:** jeżyna (rózowate), surowiec zielarski: jeżyna fałdowana oraz popielica (liście).

**JEŻYNA** (f. żeńska: Jeżynina, Jeżynianka) – nazwisko przezwiskowe, pochodzące od ap. „jeżyna” – krzewu kolczastego z jadalnymi owocami. Brak informacji o pierwszym zapisie, ale nazwa „jeżyna” pojawiła się w Polsce w 1. poł. XV w. [17]. Nazwisko to nosi 570 osób; najwięcej mieszka w woj. lubelskim (222), w tym w Puławach – 98 osób. Wartość wskaźnika RN wynosi 10247. Poza Polską nazwisko występuje jedynie w Chorwacji jako Ježina (180 osób), w USA jako Jezina (31 osób), a w Szwecji i Tajlandii jako Jezyna (9 osób). Warto wspomnieć, że w formie wariantywnej nazwisko Jerzyna nosi 105 osób, z których najwięcej mieszka w woj. lubelskim [6, 9].

### Podsumowanie

Najwięcej osób noszących nazwiska o proveniencji zielarskiej mieszka w woj. podkarpackim, następnie w mazowieckim i małopolskim. Największą liczebność wykazują trzy nazwiska: Chmiel (14,1 tys. osób), Cebula (8,1 tys. osób) i Gorczyca (6,8 tys. osób). Dwa „zielarskie” nazwiska – Drapacz i Janowiec – nie mają „roślinnego” rodowodu. Niektóre nazwy zielarskie, takie jak Biedrzynek, Bluszcz, Czernica, Cykorja, Czyścica, Dogłódka, Drżączka, Dziewanna, Dziewięciornik, Farbownik, Glistnik, Gorycznik, Hyzop, Iglica i Jasnota, nie przekładają się na polskie nazwiska, lecz często występują za granicą; ponadto wywodzi się od nich wiele nazwisk derywowanych. Do grupy mało licznych nazwisk (poniżej 100 użytkowników) należą: Bagno (9), Czystek, (14), Głóg (33), Gorysz (46), Czarnuszka (47), Imbir (58), Bez (62), Jastrzębiec (81 osób). Całkowitemu zanikowi uległy nazwiska: Aronia, Arnika, Bazylia, Budziszek, Bukwica, Cząber, Czoznaczek i Jeżówka. W następnej części (3) analizą będą objęte nazwiska od „K” do „Ż”.

**Tabela 1.** Charakterystyka polskich roślin zielarskich od których wywodzą się nazwiska polskie (alfabetycznie, od A do J)\*

**Table 1.** Characteristics of Polish herbal plants from which Polish surnames originate (alphabetically, from A to J)\*

Roślina/ Nazwisko	Charakterystyka botaniczna			
	Nazwa gatunkowa (i synonimy)**	Nazwa potoczna (gwara)**	Cechy morfologiczne	Nazwa systematyczna
ARNIKA	arnika górską	kupalnik górski	bylina	<i>Arnica</i> L.
ARONIA	aronia czarna	czarna jarzębina	krzew	<i>Aronia</i> Medik.
BABKA	babka. zw., płesznik, lancetowata. jajowata	babka: wąskolistna, większa, średnia	roślina zielna	<i>Plantago</i> L.
BAGNO	bagno zwyczajne	bagniak, dziki rozmaryn	krzew zimozielony	<i>Rhododendron tomentosum</i> Harmaja
BARSZCZ	barszcz zw. Sosnowskiego	zemsta Stalina, barszcz kaukaski	roślina zielna	<i>Heracleum</i> L.
BARWINEK	barwinek pospolity	zimziele, lubistek, lubicz	krzewinka zimozielona	<i>Vinca minor</i> L.
BAZYLIA	bazylia pospolita	bazylia wonna, bazyłek ogrodowy, bazylijska	rośliny zielne, krzewy, półkrzewy	<i>Ocimum basillicum</i> L.
BEZ	bez czarny	dziki bez, bżowina	krzew lub niskie drzewo	<i>Sambucus</i> L.
BIEDRZENIEC	wielki, mniejszy, czarny	anyż, anyżek	roślina zielna	<i>Pimpinella</i> L.
BLUSZCZ	bluszcz pospolity	bluszcz domowy, pnącze czepne	pnącze zimozielone	<i>Hedera</i> L.
BODZISZEK	geranium	bociani nosek, żurawi nosek	bylina	<i>Geranium</i> L.
BORÓWKA	Brusznica, czarna, amerykańska i in.	czzerwona, czernica	krzewinka lub krzew	<i>Vaccinium</i> L.
BUKSZPAN	bukspan zw.	buks	krzew, drzewo	<i>Buxus</i> L.
BUKWICA	bukwica lekarska	czyściec lekarski	bylina	<i>Stachys officinalis</i> L.
BYLICA	estragon, piołun	piołun, absynt, psia ruta	bylina	<i>Artemisia</i> L.
CEBULA	cebula zwyczajna	cebula, dymka	roślina dwulettnia	<i>Allium cepa</i> L.

Polskie nazwiska pochodzące od nazw roślin zielarskich (cz. 2)

Ciąg dalszy tabeli 1

CHABER	chaber bławatek, łąkowy, górski i in.	bławatek	bylina chwast	<i>Centaurea</i> L.
CHMIEL	chmiel zwyczajny	chymel, wilczek	bylina, pnące ziele	<i>Humulus</i> L.
CZARNUSZKA	cz. polna, siewna	czarny kumin, czarny kminek, kolendra	roślina zielna	<i>Nigella</i> L.
CZĄBER	ogrodowy, górski	satureja	roślina zielna	<i>Satureja</i> L.
CZEREMCHA	cz. zwyczajna	trzemcha	drzewo, krzew	<i>Padus</i> Mill.
CZOSNEK	cz. dęty, pospolity,	czarny, niedźwiedzi	bylina cebulowa	<i>Allium</i> L.
CZOSNACZEK	czosnaczek pospolity	czosnek leśny, czosnaczek polny, czosnkowe ziele	roślina zielna	<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.)
CZYSTEK	biały, kreteński, szary, żywicowy	skalna róża, święta róża	zimozielone krzewy	<i>Cistus</i> L.
DEREŃ	dereń jadalny	derenka	krzew	<i>Cornus mass</i> L.
DRAPACZ	drapacz lekarski,	knikus benedyktyński	roślina zielna	<i>Centaurea benedicta</i> L.
DZIURAWIEC	czteroboczny, kosmaty, zwyczajny	świętojańskie ziele, krewka M. Boskiej, krew św. Jana	bylina	<i>Hypericum</i> L.
FIOŁEK	polny, trójbarwny, wonny	bratek polny, bratek ogrodowy	bylina	<i>Viola</i> L.
GŁOWIENKA	głowienka pospolita	czarcie główki, brunella, głowisz, głowianek	bylina	<i>Prunella</i> L.
GŁÓG	głóg dwuszyjkowy	babia mąka, zajęcze gruszki, głożyna, ciernie białe	krzew, niewielkie drzewo	<i>Crataegus</i> L.
GORCZYCA	gorczyca biała, czarna	ognicha, świerzop, dzika gorczyca	roślina zielna	<i>Sinapis</i> L.
GORYSZ	gorysz siny, błotny	jeleniec	bylina	<i>Peucedanum</i> L.
GROSZEK	groszek pachnący, wiosenny, siewny	groszek cukrowy	bylina	<i>Lathyrus</i> L.
IMBIR	imbir lekarski	imber, imbier	bylina	<i>Zingiber</i>

Ciąg dalszy tabeli 1

JAGODA	jagoda czarna	borówka, jagodzina	krzewinka	<i>Bacca</i>
JAŁOWIEC	jałowiec: pospolity, sabiński, kolczasty	brzewik, dziki jałowiec, polna oliwa	krzew, drzewo	<i>Juniperus L.</i>
JANOWIEC	janowiec: lidyjski, barwierski, włosisty, ciernisty	żółcідło, żółtucha, zinówka, farbownik	bylina, krzew, niewielkie drzewo	<i>Genista L.</i>
JARZĄB	jarząb pospolity	jarzębina	krzew, drzewo	<i>Sorbus L.</i>
JASTRZĘBIEC	jastrzębiec: kosmaczek	kosmaczek pospolity	bylina	<i>Hieracium L.</i>
JEMIOŁA	jemiоła pospolita	strzęśła, zimorost, homela, kołtun	krzew, krzewinka	<i>Viscum L.</i>
JEŻÓWKA	jeżówka purpurowa	echinacea	roślina zielna	<i>Echinacea Moench</i>
JEŻYNA	jeżyna: popielica bezkolcowa	ożyna, ostrężyna	krzew	<i>Rubus L.</i>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2–4].

\*\* – nazwy wybrane pod kątem właściwości leczniczych (opracowanie własne), zw. – zwyczajny (–a).

## Literatura

- [1] Dobrzański Z., Krochmal-Marczak B., Witko J., Etymologia polskich nazwisk pochodzących od nazw roślin zielarskich (cz.1), *Herbalism*, 11(1), 2025, s. 211–222.
- [2] Mederska M., *Atlas roślin leczniczych*, Wyd. SBM, Warszawa 2023.
- [3] Ekologia.pl, *Atlas ziół*, <https://www.ekologia.pl/atlas-ziol/>? 20.01.2026 r.
- [4] Iwaniuk A., *Atlas ziół krajowych*, Wyd. Bellona, Warszawa 2022.
- [5] Zawadzki J. M., *Tysiąc najpopularniejszych nazwisk w Polsce*. Wyd. Świat Książki, Warszawa 2002.
- [6] Ministerstwo Cyfryzacji, *Nazwiska występujące w rejestrze PESEL – Dane Otwarte*, 2025, <https://dane.gov.pl/pl/dataset/1681,nazwiska-osob-zyjacych-wystepujace-w-rejestrze-pesel> (stan na 22 stycznia 2025).
- [7] Instytut Języka Polskiego PAN w Krakowie, ISNP (2025–2030). *Internetowy słownik nazwisk polskich*, ver. 2, <https://nazwiska.ijp.pan.pl> 20.02.2026 r.
- [8] Rymut K., *Słownik nazwisk używanych w Polsce na początku XXI wieku*, Wyd. Gen-Pol Nitsch T., Kraków 2003 – Warszawa 2005.
- [9] Bronk Z., *Nazwiska polskie. Rozkład występowania nazwisk w powiatach*, 2002, <https://www.actaflow.com/nazwiska/> 20.02.2026 r.

- [10] Polskie Towarzystwo Genealogiczne, Geneteka, ver. 1.80, 2010–2026, <https://geneteka.genealodzy.pl> 20.01.2026 r.
- [11] Forebears, Names & Genealogy Resources, internetowa platforma genealogiczna, 2012–2022, <https://forebears.io> 25.02.2026 r.
- [12] Stöpel C., Geogen. Surname Mapping, ver. 4, Deutschland, 2005–2025, <https://geogen.stoepel.net> 20.02.2026 r.
- [13] Wikisłownik, Wolny słownik wielojęzyczny, [https://pl.wiktionary.org/wiki/Wikisłownik:Strona\\_główna](https://pl.wiktionary.org/wiki/Wikisłownik:Strona_główna) 25.02.2026 r.
- [14] Wielki słownik słowiański, <https://www.slovník.org.pl> 20.02.2026 r.
- [15] PESEL, Baza danych imion w Polsce: trendy, statystyki i analizy, <https://bazaimion.pl> 25.02.2026 r.
- [16] Instytut Języka Polskiego PAN, Wielki słownik języka polskiego PAN (WSJP PAN), <https://wsjp.pl> 20.01.2026 r.
- [17] Boryś W., Słownik etymologiczny języka polskiego, Wyd. Literackie, Kraków 2005.
- [18] Urbańczyk S. (red.), Słownik staropolski. T. 1–11, Wyd. Instytut Języka Polskiego PAN, Warszawa–Kraków 1953–2002.
- [19] Saleem H., Htar T. T., Naidu R., Ahmad I., Zengin G., Ahmad M., Ahemad N., Investigations into the therapeutic effects of aerial and stem parts of *Buxus papillosa* C.K. Schneid.: In vitro chemical, biological and toxicological perspectives, *Journal Pharmaceutical Biomedical Analysis*, 2019, 166, s. 128–138.
- [20] Rymut K., Nazwiska Polaków. Słownik historyczno-etymologiczny. T. I, Wydawnictwo IJP PAN w Krakowie, Kraków 1999.
- [21] Gajl T., Herbarz Polski. Od średniowiecza do XX wieku, Wyd. L&L, Gdańsk 2007.

## Wykaz zastosowanych skrótów w części 2

<b>ap.</b>	→ apelatyw	<b>woj.</b>	→ województwo
<b>diakryt.</b>	→ diakrytyczny (znak)	<b>m.</b>	→ miasto
<b>gw.</b>	→ gwara (gwarowo)	<b>gm.</b>	→ gmina
<b>f.</b>	→ forma	<b>dłsk.</b>	→ dolnośląskie
<b>odim.</b>	→ odimienne (nazwisko)	<b>kuj.-pom.</b>	→ kujawsko-pomorskie
<b>pospol.</b>	→ pospolity (wyraz)	<b>lubl.</b>	→ lubelskie
<b>przew.</b>	→ przezwiskowe (nazwisko)	<b>lubs.</b>	→ lubuskie
<b>sur. ziel.</b>	→ surowiec zielarski	<b>łdzk.</b>	→ łódzkie
<b>j. ang.</b>	→ język angielski	<b>maz.</b>	→ mazowieckie
<b>j. gr.</b>	→ język grecki	<b>młp.</b>	→ małopolskie
<b>j. franc.</b>	→ język francuski	<b>opol.</b>	→ opolskie
<b>j. hiszp.</b>	→ język hiszpański	<b>podk.</b>	→ podkarpackie
<b>j. niem.</b>	→ język niemiecki	<b>pdls.</b>	→ podlaskie
<b>j. port.</b>	→ język portugalski	<b>pom.</b>	→ pomorskie
<b>BiR</b>	→ Białoruś i Rosja	<b>ślsk.</b>	→ śląskie
<b>DR Konga</b>	→ Demokratyczna Rep. Konga	<b>śwtk.</b>	→ świętokrzyski
<b>PNG</b>	→ Papua-Nowa Gwinea	<b>warm.-maz.</b>	→ warmińsko-mazurskie
<b>RPA</b>	→ Republika Południowej Afryki	<b>włkp.</b>	→ wielkopolskie
<b>WKS</b>	→ Wybrzeże Kości Słoniowej	<b>zach.-pom.</b>	→ zachodnio-pomorskie



Państwowa Akademia  
Nauk Stosowanych  
w Krośnie

# STUDIA LICENCJACKIE i INŻYNIERSKIE

Państwowa  
Akademia  
Nauk Stosowanych  
w Krośnie zaprasza  
do studiowania  
na kierunkach

- inżynierskich
- humanistycznych
- kultury fizycznej
- pielęgniarstwa



- Kształcimy na bezpłatnych studiach stacjonarnych
- Praktyczny profil kształcenia
- Wysokie miejsca w konkursach i rankingach ogólnopolskich i regionalnych
- Nowoczesna baza dydaktyczna i sportowa
- Możliwość realizacji pasji naukowych (koła naukowe), artystycznych i sportowych (AZS)
- Możliwość studiowania na ponad 60 partnerskich uczelniach zagranicznych w 19 krajach
- Wewnętrzny Ośrodek Egzaminacyjny British Council
- Uczelnia przyjazna dla osób niepełnosprawnych

Nasze studia  
Nasza przyszłość

Samorząd  
Studencki  
**PANS**  
w Krośnie

Rynek 1, 38-400 Krosno  
tel. 13 43 755 30  
fax. 13 43 755 11  
pans@pans.krosno.pl



[WWW.PANS.KROSNO.PL](http://WWW.PANS.KROSNO.PL)

