

## Kolendra – skład i zastosowanie

<sup>1</sup>Katedra Chemii, Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Kierownik Katedry: dr hab. Ewa Białecka-Florjańczyk, prof. SGGW

<sup>2</sup>Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydział Nauk o Żywności,  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Kierownik Katedry: prof. dr hab. Małgorzata Gniewosz

---

### CORIANDER – THE COMPOSITION AND APPLICATION

#### SUMMARY

*Coriander is a popular herb used for years by humans. Its fresh leaves are an essential component of South-Asian cuisine and additives to garnish dishes. The dried fully ripe fruits (seeds) are major components of curry spice. Coriander fruits have a pleasant smell and spicy taste. Apart from proteins, fat, starch they contain an essential oil that counteract bloating, regulate digestion and exhibit antimicrobial activity. The main component of essential oil is linalool. The composition of coriander essential oil is quite variable, depending on origin and chemical races. In addition, fruits and above-ground parts of plant contain flavonoids and phytosterols.*

---

KEY WORDS: CORIANDER – CORIANDER ESSENTIAL OIL – CHEMICAL COMPOSITION

---

### Wstęp

Kolendra (*Coriandrum* L.) jest rośliną z rodziny baldaszkowatych (*Apiaceae* Lindl.). Obejmuje ona dwa gatunki, z których najbardziej popularnym jest gatunek rośliny uprawnej – *Coriandrum sativum* L. Kolendra wywodzi się z krajów Bliskiego Wschodu i Morza Śródziemnego. Obecnie jest uprawiana, m.in. w Chinach, Indiach, Pakistanie, Gruzji, Rosji, Argentynie, Europie Środkowej, Maroko, Etiopii i Syrii (1). Indie są jej największym producentem i potencjalnym eksporterem do USA oraz do krajów Unii Europejskiej (2).

Kolendra jest jednoroczną rośliną zielną osiągającą w okresie kwitnienia wysokość 20-140 cm. Ma cienki, słabo rozgałęziony korzeń, wzniesioną, rozgałęzioną, ale nagą do wysokości 70 cm łodygę oraz jasnoróżowe lub białe, drobne kwiaty, zebrane w złożone baldachy wyrastające na końcach rozgałęzień (3).

Kolendra jest uprawiana ze względu na jej zielone części mające w czasie wegetacji intensywny aromat oraz owoce (nasiona), z których otrzymuje się olejek eteryczny. O wydajności tego olejku decyduje czas zbioru owoców. Powinien on odbywać się po osiągnię-

ciu przez nie dojrzałości, o czym świadczy zmiana ich zabarwienia na kolor rdzawoczerwony (niedojrzałe owoce nie mają przyjemnego zapachu). W zależności od kraju, w którym kolendra jest uprawiana, jej owoce różnią się rozmiarem i kształtem, a zielone liście smakiem. Przykładowo, liście kolendry pochodzące z Gruzji są ostre w smaku, z Syrii bardziej łagodne, zaś z Etiopii bardziej aromatyczne. Kolendra jest zaliczana do tzw. roślin miododajnych, pozwalających na zebranie przez pszczoły około 500 kg miodu z jednego hektara uprawy (4).

### Skład chemiczny

W nadziemnych częściach kolendry zebranych podczas kwitnienia, a następnie wysuszonych bez dostępu powietrza i poddanych ekstrakcji z użyciem rozpuszczalników różniących się polarnością, stwierdzono obecność polifenoli, kwasów organicznych i aminokwasów. Kumaryny były obecne w ekstrakcie eterowym, zaś flawonoidy w ekstrakcie uzyskanym przy pomocy octanu etylu i butanolu. Z kolei we frakcji uzyskanej za pomocą 96% etanolu odnotowano obecność 38 substancji, z czego 21 stanowiły związki fenolowe. We frakcji ekstrahowanej 40% etanolem wykryto obecność 43 substancji, wśród których zidentyfikowano flawonoidy, kumaryny oraz kwasy fenylokarboksylowe. Wśród kumaryn dominowała 4-hydroksykumaryna, eskulina, eskuletyna, skopoletyna i 7-hydroksykumaryna. W grupie flawonoidów wykryto orientinę, witeksynę, diosminę, chrysoeriol, hesperydynę, zaś kwasy fenylokarboksylowe były reprezentowane przez kwas galusowy i ferulowy. Używając absorpcyjnej spektrometrii atomowej zidentyfikowano 24 składniki mineralne, wśród których największy udział miały potas (30%) i wapń (10%). W obrębie 15 zidentyfikowanych aminokwasów w największej ilości występowały asparagina, glutamina i arginina (5). Z kolei inne badanie pokazało, że najwyższą zawartość związków fenolowych stwierdzono zarówno w ekstraktach z nasion, jak i świeżych liści kolendry otrzymanych z użyciem octanu etylu. Naj-

większą zdolność wyłapywania rodnika DPPH wykazał etanolowy ekstrakt z nasion kolendry, a w przypadku świeżych liści był to ekstrakt z użyciem octanu etylu. Ten sam rozpuszczalnik okazał się istotny w badaniu zdolności inhibicyjnych otrzymanych ekstraktów w kierunku lipooksygenaz (6).

Nasiona kolendry w swoim składzie chemicznym zawierają przede wszystkim wodę (ok. 34%), tłuszcze (ok. 21%), związki białkowe (ok. 14%), celulozę (ok. 22%), sole mineralne (ok. 7%) i olejek eteryczny (ok. 2%). Zawartość procentowa poszczególnych składników zależy od pochodzenia i gatunku rośliny (3). Nasiona kolendry są również źródłem witamin C, A i B<sub>2</sub> oraz oleju, w tym kwasów tłuszczowych. Czołowe miejsce zajmuje kwas petroselinowy (ok. 76,6%), który ma wiele przemysłowych zastosowań. Kwas ten może być używany jako prekursor kwasu laurynowego, który jest składnikiem detergentów i środków powierzchniowo czynnych (7) oraz kwasu adypinowego – monomerycznego komponentu nylonu 66. Pozostałe kwasy tłuszczowe, to kwas linolowy, kwas oleinowy, kwas palmitynowy i kwas stearynowy. Nasycone kwasy tłuszczowe stanowią około 4,4%, a jednonienasycone 82,3% całkowitej zawartości kwasów tłuszczowych. Główną frakcję składników niezmydlających stanowią sterole. Są one interesujące ze względu na swoje przeciwutleniające właściwości, jak i korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Całkowita zawartość steroli w oleju ekstrahowanym z tunezyjskich nasion kolendry wyniosła 36,93 mg/g oleju. W porównaniu z innymi olejami roślinnymi, takimi jak olej kukurydziany (23 mg/g oleju), olej sojowy (9 mg/g oleju), czy olej rzepakowy (0,05 mg/g oleju), olej z nasion kolendry jest istotnym źródłem steroli. Stigmasterol (29,5%) i  $\beta$ -sitosterol (28,2%) są głównymi przedstawicielami tej grupy. Z kolei całkowita zawartość tokoferoli i tokotrienoli w tym oleju wyniosła 327,47  $\mu$ g/g nasion, z czego  $\gamma$ -tokoferol stanowił około 26,40  $\mu$ g/g nasion, zaś  $\gamma$ -tokotrienol 238,40  $\mu$ g/g nasion (8). Olej z kolendry może wyłapywać wolne rodniki. Jego aktywność przeciwrodnikową z wykorzystaniem rodnika DPPH badali Ramadan i Moersel (9). Kolejność w wygaszaniu tego rodnika z użyciem innych olejów roślinnych była następująca: olej z kolendry > olej z kminku > olej z nasion bawełny > olej z orzecha arachidowego > olej ze słonecznika > olej z orzecha ziemnego > olej z nasion konopi > olej z nasion lnu.

Olejek eteryczny z kolendry otrzymywany jest na drodze destylacji z parą wodną, najczęściej z odmian o małych nasionach. Można go również otrzymać za pomocą ekstrakcji rozpuszczalnikami w aparacie Soxhleta oraz ekstrakcji wodą w stanie podkrytycznym (10). Olejek ten jest głównie produkowany w Europie

Wschodniej. Jednym z wiodących producentów jest Rosja. Olejek z kolendry jest bezbarwną lub jasnożółtą cieczą o słodkim, ciepłym, aromatycznym zapachu. Próg wyczuwalności aromatu znajduje się przy poziomie 37  $\mu$ g/ml, a słodkiego, świeżego, ziołowego smaku przy poziomie 50  $\mu$ g/ml. Organoleptyczna charakterystyka olejku eterycznego z kolendry zmienia się podczas przechowywania, szczególnie, jeżeli jest on eksponowany na światło. Jego przechowywanie w ciemności przez rok nie zmienia ani smaku, ani zapachu.

Dominującym składnikiem olejku z kolendry jest linalol (11). Stanowi on prawie 70% składu chemicznego olejku. Poza linalolem jest także obecny geraniol (1,2-4,6%), terpinen-4-ol (do 3%),  $\alpha$ -terpineol (<0,5%),  $\gamma$ -terpinen (1-8%), limonen (0,5-4%),  $\alpha$ -pinen (0,2-8,5%), kamfen (do 1,4%), myrcen (0,2-2%), ketony (7-9%), estry i kumaryny (12, 13). Skład chemiczny olejku zależy od położenia geograficznego upraw, sposobu nawożenia gleby oraz obecności chwastów. Olejek otrzymany z upraw europejskich charakteryzuje się bardziej stabilnym składem głównych komponentów niż pochodzący, np. z Argentyny (14). Skład olejku zmienia się również w zależności od stopnia dojrzałości owoców (13, 15). W fazie początkowej, kiedy owoce kolendry są jeszcze zielone, przeważa octan geranylu, zaś w fazie końcowej (brązowe owoce) linalol (tab. 1).

Kolendra należy do przypraw, które mogą być zanieczyszczone, np. mykotoksynami lub pestycydami. El-Kady i wsp. (16), a także Devi i wsp. (17), donoszą o wykryciu aflatoksyn B1 i G1 oraz ochratoksyny A w próbkach kolendry.

## Zastosowanie

Kolendra jest używana jako przyprawa oraz dodatek do dekoracji ciast. Jej odmiany o dużych nasionach są drobno mielone i stanowią jeden ze składników mieszanek przyprawowych, np. indyjskiej curry. Poza tym, nasiona kolendry są wykorzystywane do przygotowywania potraw z ryb i mięsa, a jej zielone części są dodawane do zup, sałatek i sosów. Owoce kolendry stosuje się w lecznictwie jako składnik preparatów złożonych i mieszanek ziołowych na niestrawność, reumatyzm, bóle stawów i w walce z pasożytami jelitowymi. Z kolei olejek z kolendry jest środkiem aromatyzującym używanym do neutralizowania gorzkiego smaku (18). Często jest stosowany w kompozycjach zapachowych z kardamonem, goździkami, szałwią, bergamotką, anyżem oraz gałką muszkatołową. Używa się go jako środka zapachowego w różnych rodzajach produktów spożywczych, w tym napojów alkoholowych, słodczy, a nawet tytoniu. Średni poziom użycia mieści się w

**Tabela 1.** Skład chemiczny olejku eterycznego otrzymanego z kolendry w zależności od stanów dojrzałości owoców (12).

Składnik	Ilość określonego składnika dla różnych stanów [%]		
	Stan początkowy	Stan pośredni	Stan pełnej dojrzałości
Octan geranylu	46,72	2,85	<1,0
Linalol	10,96	76,33	87,54
p-Cymen-8-ol	1,36	ślady	ślady
Nerol	1,53	ślady	ślady
Neral	1,42	<1,0	<1,0
Karwakrol	1,04	<1,0	<1,0
cis-Dihydrokarwon	<1,0	3,21	2,36
Anetol	<1,0	1,41	<1,0
Tymol	<1,0	<1,0	1,85
Inne substancje (32)	<1,0	<1,0	<1,0
Całkowita ilość zidentyfikowanych składników (%)	66,29	86,91	95,39

zakresie 0,1-100  $\mu\text{g/ml}$ . Olejek eteryczny z kolendry w połączeniu z olejkiem z szałwii, bergamotki, bzu oraz kwiatu jabłoni jest wykorzystywany w perfumerii. Jest on również używany jako środek zapachowy mydeł, kremów lub balsamów oraz w aromaterapii. Wykazuje właściwości bakteriobójcze i grzybobójcze oraz jest środkiem rozkurczowym i wiatropędnym. Znalazł zastosowanie w zapaleniu błony śluzowej żołądka, biegunkach, niestrawności różnego pochodzenia, do stymulacji układu pokarmowego oraz jako środek przeciwbólowy (19).

Olejek z kolendry został zatwierdzony do stosowania w żywności przez FDA (*Food and Drug Administration*), FEMA (*Flavour and Extract Manufacturers' Association*) i Radę Europy. FDA uznała olejek z kolendry za bezpieczny do stosowania w żywności bez ograniczeń, jako środek zapachowy oraz uzupełniający; FEMA jako składnik przypraw, a Rada Europy w 1970 roku zarekomendowała go jako przyprawę, której stosowanie jest uznane za dopuszczalne, jednak z możliwością ograniczenia aktywnego składnika w produkcie końcowym (12).

Jak na razie przemysłowe zastosowanie w branży żywnościowej kolendry lub olejku z kolendry jest nieznaczne. Od lat trwają badania i próby wykorzystania olejku z kolendry do powłok jadalnych przeznaczonych do wydłużenia trwałości produktów żywnościowych. Dla przykładu, naukowcy z Public University of Navarre (20) opracowali folie i powłoki jadalne zawierające różne stężenia olejków eterycznych (w tym z kolendry), skuteczne wobec różnych szczepów bakterii, takich jak

*Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria innocua* i *Pseudomonas fragi*. Badania były skoncentrowane na mięsie drobiowym, zaś zastosowanie wielu olejków eterycznych do powłok przyczyniło się do zwiększenia trwałości mięsa, nawet do blisko dwóch tygodni w temperaturze chłodniczej.

### Właściwości

Olejek eteryczny z kolendry jest znany ze swoich właściwości przeciwbakteryjnych wobec wybranych drobnoustrojów patogennych i saprofitycznych. Wykazuje aktywność wobec, m.in. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus haemolyticus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* i *Proteus vulgaris* (21, 22). Natomiast jest nieaktywny w odniesieniu do *Corynebacterium diphtheriae*. Użyty w stężeniu 500 ppm działa hamująco na wzrost *Saccharomyces ludwigii*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Salmonella enteritidis* i *Listeria innocua*. Jest to stężenie, przy którym olejek z kolendry wykazuje efektywność zarówno wobec badanych bakterii Gram-dodatnich, jak i Gram-ujemnych (21). Z kolei w badaniach przeprowadzonych z udziałem wodnych odwarów i naparów z kolendry, uprawianej w Pakistanie, nie wykazano ich działania przeciwbakteryjnego ani bakteriobójczego wobec 186 przebadanych szczepów należących zarówno do bakterii Gram-dodatnich, jak i Gram-ujemnych (23).

Olejki eteryczne z kolendry i z wawrzynu mogą również stanowić źródło naturalnych przeciwutleniaczy, np. przy zwiększaniu odporności na utlenianie olejku z

kopru włoskiego. Kiedy te olejki były przechowywane bez dostępu światła przez okres 5 miesięcy nie odnotowano żadnych zmian w ich składzie chemicznym. Dopiero po 12 miesiącach zaobserwowano nieznaczne utlenianie  $\alpha$ - i  $\gamma$ -terpinenu oraz przejście *trans*-anetolu w aldehyd anyżowy (24). Olejek z kolendry hamował także utlenianie heksanal do odpowiedniego kwasu karboksylowego podczas jego przechowywania w temperaturze pokojowej przez okres 60 dni. Dodanie go do olejku cytrynowego wpłynęło na zmniejszenie stabilności zawartego w tym oleju limonenu oraz zwiększenie stabilności cytralu. Zawartość cytralu w oleju cytrynowym po 145 dniach przechowywania z olejkiem z kolendry wyniosła 52%, zaś gdy występował samodzielnie około 24% (25). Ponadto dodanie do oleju słonecznikowego wodnego ekstraktu z kolendry łącznie z palmitynianem askorbylu i ogrzewanie próbek przez 30 h wpłynęło na opóźnienie autooksydacji lipidów i utraty  $\alpha$ -tokoferolu w porównaniu z olejem słonecznikowym bez dodatków (26).

Nie są znane badania dotyczące wchłaniania, metabolizmu i wydalania olejku z kolendry. Natomiast badania dotyczące linalolu przeprowadzone *in vivo* i *in vitro* sugerują, że jego sprzężanie z kwasem glukuronowym i wydalanie są głównymi szlakami metabolicznymi. Linalol i jego metabolity są wydalane z moczem, w mniejszych ilościach z kałem i wydychanym powietrzem (12).

Badając zmiany w metabolizmie lipidów u szczurów karmionych przez 75 dni wysokotłuszczową dietą zawierającą 10% sproszkowanych owoców kolendry odnotowano zmniejszenie ilości cholesterolu całkowitego i triglicerydów w surowicy krwi, wątrobie i sercu (27). Z kolei w podobnym badaniu, ale trwającym 90 dni, stwierdzono zmniejszenie stężenia nadtlenków lipidowych w wątrobie i w sercu, jak również obniżenie poziomu wolnych kwasów tłuszczowych w surowicy krwi i w wątrobie. Natomiast aktywność takich enzymów, jak dysmutaza nadtlenkowa, katalaza i peroksydaza glutationowa, została znacznie zwiększona. Wyniki tych badań sugerują, że nasiona kolendry mogą chronić różne tkanki przed wolnymi rodnikami (28).

Stwierdzono również hipoglikemiczne i hipotensyjne właściwości kolendry oraz jej zdolność do podwyższania poziomu enzymów o właściwościach przeciwutleniających (19). Potwierdzono uspokajające działanie wodnych i wodno-alkoholowych ekstraktów oraz olejku z kolendry po podaniu ich myszom przed uprzednią iniekcją pentobarbitalu. Sugerowano, że za takie działanie wodnych ekstraktów z kolendry były odpowiedzialne obecne w nich flawonoidy (kwercetyna, izokwercetyna). W przypadku olejku z kolendry

działanie uspokajające i przeciwłękowe może wykazywać linalol (29).

## Podsumowanie

Kolendra jest rośliną o bogatym składzie chemicznym, cenioną pod względem swoich walorów smakowych i zapachowych. Uznawana jest za jedną z najważniejszych przypraw o ogromnym znaczeniu w handlu międzynarodowym. Jak widać z powyższego przeglądu piśmiennictwa potencjał kolendry i olejku z kolendry jest duży, niestety nie jest wyczerpująco eksploatowany w branży żywnościowej. Kolendra z powodzeniem jest stosowana jako dodatek do żywności i w celach medycznych, jednak jej walory nie są do końca docenione przez producentów żywności.

## Piśmiennictwo

1. Bhuiyan NI, Begum J, Sultana M. Chemical composition of leaf and seed essential oil of *Coriandrum sativum* L. from Bangladesh. *Bangladesh J Pharmacol* 2009; 4:150-3.
2. Anwar F, Sulman M, Hussain AI i wsp. Physicochemical composition of hydro-distilled essential oil from coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds cultivated in Pakistan. *J Med Plant Res* 2011; 5:3537-44.
3. Diederichsen A. Coriander, *Coriandrum sativum* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome 1996; 3:1-82.
4. Mengesha B, Alemaw G. Variability in Ethiopian coriander accessions from agronomic and quality traits. *Afr Crop Sci J* 2010; 18:43-9.
5. Oganessian ET, Nersesyan ZM, Parkhomenko AY. Chemical composition of the above-ground part of *Coriandrum sativum*. *Pharm Chem J* 2007; 41:149-53.
6. Wangestein H, Samuelsen AB, Malterud KE. Antioxidant activity in extracts from coriander. *Food Chem* 2004; 88:293-7.
7. Sriti J, Wannan WA, Talou T i wsp. Lipid, fatty acid and tocopherol distribution of coriander fruit's different parts. *Ind Crop Prod* 2010; 31: 294-300.
8. Sriti J, Wannan WA, Talou T i wsp. Lipid profiles of Tunisian Coriander (*Coriandrum sativum*) seed. *J Am Oil Chem Soc* 2010; 87:395-400.
9. Ramadan MF, Moersel JT. Screening of the antiradical action of vegetable oils. *J Food Comp Anal* 2006; 19:838-42.
10. Eikani MH, Golmohammad F, Rowshanzamir S. Subcritical water extraction of essential oils from coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.) *J Food Eng* 2007; 80:735-40.
11. Misharina TA. Influence of the duration and conditions of storage on the composition of the essential oil from coriander seeds. *Appl Biochem Microbiol* 2001; 37:622-8.
12. Burdock GA, Carabin IG. Safety assessment of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil as a food ingredient. *Food Chem Toxicol* 2009; 47:22-34.
13. Pande KK, Pande L, Pande B i wsp. Gas chromatographic investigation of *Coriandrum sativum* L. from Indian Himalayas. *New York Sci J* 2010; 3:43-7.
14. Gil A, De La Fuente EB, Lenardis AE i wsp. Coriander essential oil composition from two genotypes grown in different environmental conditions. *J Agric Food Chem* 2002; 50:2870-7.
15. Msaada K, Hosni K, Taarit MB i wsp. Changes on essential oil composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits during three stages of maturity. *Food Chem* 2007; 102:1131-4.
16. El-Kady IA, El-Maraghy SS, Eman Mostafa M. Natural occurrence of mycotoxins in different spices in Egypt. *Folia Microbiol* 1995; 40:297-300.
17. Devi KT, Mayo MA, Reddy G i wsp. Occurrence of ochratoxin A in black pepper, coriander, ginger and turmeric in India. *Food Addit Contam A* 2001; 18:830-5.
18. Ravi R, Prakash M, Bhat KK. Aroma characterization of coriander (*Co-*

- riandrum sativum* L.) oil samples. Eur Food Res Technol 2007; 225:367-74. **19.** Sharma V, Kansal L, Sharma A. Prophylactic efficacy of *Coriandrum sativum* (Coriander) on testis of lead-exposed mice. Biol Trace Elem Res 2010; 136:337-54. **20.** www.ap-food-technology.com **21.** Singh G, Kapoor IP, Pandey SK i wsp. Studies on essential oils: Part 10. Antibacterial activity of volatile oils of some spices. Phytother Res 2002; 26:680-2. **22.** Tajkarimi MM, Ibrahim SA, Cliver DO. Antimicrobial herb and spice compounds in food. Food Control 2010; 21:1199-218. **23.** Saeed S, Tariq P. Antimicrobial activities of *Emblica officinalis* and *Coriandrum sativum* against Gram positive bacteria and *Candida albicans*. Pak J Bot 2007; 39:913-7. **24.** Misharina TA, Polshkov AN. Antioxidant properties of essential oils: autooxidation of essential oils from laurel and fennel and of their mixtures with essential oil from coriander. Appl Biochem Microbiol 2005; 41:610-8. **25.** Misharina TA, Samusenko AL. Antioxidant properties of essential oils from lemon, grapefruit, coriander, clove and their mixture. Appl Biochem Microbiol 2008; 45:438-42. **26.** Angelo PM, Jorge N. Antioxidant evaluation of coriander extract and ascorbyl palmitate in sunflower oil under thermoxidation. J Am Oil Chem Soc 2008; 85:1045-9. **27.** Chithara V, Leelamma S. Hypolipidemic effect of coriander seeds (*Coriandrum sativum*): mechanism action. Plant Food Hum Nutr 1997; 51:167-72. **28.** Chithra V, Leelamma S. *Coriandrum sativum* changes the levels of lipid peroxides and activity of antioxidant enzymes in experimental animals. Indian J Biochem Biophys 1999; 36:59-61. **29.** Emamghoreishi M, Heidari-Hamedani G. Sedative-hypnotic activity of extracts and essential oil of coriander seeds. Iran J Med Sci 2006; 31:22-7.

otrzymano/received: 06.02.2012  
zaakceptowano/accepted: 20.03.2012

Adres/address:  
\*Mariola Kozłowska  
Katedra Chemii, Wydział Nauk o Żywności  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa  
tel.: +48 605 166 933  
e-mail: mariola\_kozlowska@sggw.pl