

THE CONSEQUENT INFLUENCE OF SELECTED BIOPREPARATIONS USED IN SPICE CROPS ON THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS IN THE SEEDS

Summary

The aim of the study was to evaluate the consequent influence of biopreparations used in seed crops of selected spices on the composition and content of biologically active compounds in the seeds. The experiments were conducted in the experimental field and in the Seed Laboratory of Research Institute of Horticulture in Skierniewice as well as in New Manufacturing Technology Laboratory of Medical Products and Evaluation of Their Quality, in Department of Vegetable and Medicinal Plants, SGGW in Warsaw. Foliar application of Tytanit and Biojodis biostimulators in the seed crops of spices plants of Apiaceae (dill, fennel, coriander) and Brassicaceae (garden rocket *Eruca sativa* Mill.) in most species positively influenced the composition and content of biologically active compounds of derived seeds. The preparations also induced the resistance of plants to diseases and adverse growing conditions and stimulated their growth and development, resulting in accelerated flowering of the plants and forming the seeds.

Key words: condiment plants; spice crops; seeds; biopreparations; leaves; *Anethum graveolens*; *Foeniculum capillaceum*; *Coriandrum sativum*; experimentation

NASTĘPCZY WPŁYW WYBRANYCH BIOPREPARATÓW STOSOWANYCH W UPRAWACH ROŚLIN PRZYPRAWOWYCH NA ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW BIOLOGICZNIE CZYNNYCH W NASIONACH

Streszczenie

Celem pracy była ocena następczego wpływu preparatów biologicznych stosowanych w uprawach nasiennych wybranych gatunków roślin przyprawowych na skład i zawartość substancji bioaktywnych w nasionach. Doświadczenia prowadzono na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach i w laboratorium Pracowni Nasiennictwa oraz w Laboratorium Nowych Technologii Wytwarzania Produktów Zielarskich i Oceny ich Jakości Katedry Roślin Warzywnych i Leczniczych SGGW w Warszawie. Aplikacja dolistna biostymulatorów Tytanit i Biojodis w uprawach nasiennych roślin przyprawowych z rodziny Apiaceae: kopru ogrodowego (*Anethum graveolens*), kopru włoskiego (*Foeniculum capillaceum* L.); i kolendry siewnej (*Coriandrum sativum* L.); oraz Brassicaceae - rukieta siewna (*Eruca sativa* Mill.) u większości gatunków pozytywnie wpływała na skład i zawartość związków biologicznie czynnych w otrzymanych nasionach.

Słowa kluczowe: rośliny przyprawowe; nasiona; biopreparaty; liście; koper ogrodowy; koper włoski; kolendra siewna; badania

1. Wstęp

Rośliny przyprawowe różnią się między sobą rodzajem i zawartością sensorycznie aktywnych substancji, obejmujących wiele różnych składników zapachowych, smakowych i barwiących. Należą do nich olejki eteryczne odpowiedzialne za zapach, fenole, żywice i garbniki oraz alkaloidy i glikozydy nadające charakterystyczny smak, a także barwniki, przede wszystkim karotenowe i flawonowe. Niektóre z przypraw wykazują też działanie przeciwutleniające [4, 10, 18, 26], bakteriobójcze i grzybobójcze [3, 15, 18, 25]. Właściwości antyoksydacyjne, bakteriostatyczne i bakteriobójcze zawdzięczają terpenom - głównym składnikom olejków eterycznych. Poza działaniem smakowym, zapachowym, antyoksydacyjnym i antybakteryjnym rośliny przyprawowe oddziałują pozytywnie na układ trawienny człowieka, pobudzają apetyt, zapobiegają nowotworom, wzmacniają odporność, a także układ nerwowy i krwionośny [11].

Zawartość związków biologicznie czynnych w surowcu roślinnym decyduje o jego jakości oraz właściwościach

prozdrowotnych rośliny. Ich skład i ilość są uzależnione od wielu czynników, z których najważniejsze to czynniki genetyczne, środowiskowe i agrotechniczne. Wiele danych literaturowych i badań własnych wskazuje na wyższą jakość surowców zielarskich produkowanych ekologicznie, w porównaniu z produktami konwencjonalnymi [9, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23].

Celem pracy była ocena następczego wpływu preparatów biologicznych stosowanych w uprawach nasiennych wybranych gatunków roślin przyprawowych na skład i zawartość substancji bioaktywnych w nasionach.

2. Materiał i metody

Obiektem badań były nasienne rośliny przyprawowe gatunków należących do rodziny Apiaceae: koper ogrodowy (*Anethum graveolens* L.) odmiany Szmaragd, koper włoski (fenkuł) (*Foeniculum capillaceum* Mill.) odmiany Fino, kolendra siewna (*Coriandrum sativum* L.) oraz Brassicaceae - rukieta siewna (*Eruca sativa* Mill.). W uprawach wymienionych gatunków roślin stosowano dolistne dokar-

mianie roślin preparatem Tytanit – ekologicznym kompleksionem tytanu, zawierającym 0,8% aktywnego pierwiastka i Biojodis – biostymulator zawierający biohumus ulepszony biologicznie aktywnym jodem, biotransformatorami i mikroelementami. Doświadczenia prowadzono na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach i w laboratorium Pracowni Nasiennictwa oraz w Laboratorium Nowych Technologii Wytwarzania Produktów Zielarskich i Oceny ich Jakości Katedry Roślin Warzywnych i Leczniczych SGGW w Warszawie. Przed wysiewem nasion do gruntu oceniono ich zdrowotność, energię (EK %) i zdolność kiełkowania (ZK %) oraz masę tysiąca nasion (MTN g) zgodnie z wymogami ISTA. W uprawach polowych wymienionych gatunków uprawianych na nasiona testowano wpływ biopreparatów na ontogenezę roślin oraz plon nasion. Biopreparaty stosowano w dawkach i stężeniach zalecanych przez producenta (podanych w etykietach dla poszczególnych preparatów) i aplikowano je dolistnie od początku wegetacji roślin (faza rozety liściowej) do początku formowania nasion na roślinach z częstotliwością co 14 dni. Nasiona wymienionych gatunków wysiewano w rozstawie 45 x 30 cm w terminach agrotechnicznych właściwych dla poszczególnych gatunków. Doświadczenia zakładano w układzie bloków losowanych, w trzech powtórzeniach. Nasiona zbierano w miarę dojrzewania baldachów głównych (koper ogrodowy, włoski i kolendrę siewną) oraz nasienników rokiety siewnej. Następnie dosuszano je w warunkach naturalnych. Po zbiorze oceniono plon nasion i następczy wpływ stosowanych biopreparatów na jakość otrzymanych nasion oraz zawartość i skład związków bioaktywnych w nasionach.

W nasionach wymienionych gatunków określono i oznaczono następujące związki biologicznie czynne:

1. zawartości oleju,
2. rozdział i identyfikacja kwasów tłuszczowych.
3. zawartości olejku eterycznego.
4. Rozdział i identyfikacja składników olejku eterycznego.

2.1. Oznaczanie zawartości oleju w nasionach rokiety siewnej

Zawartość oleju w nasionach rokiety siewnej oznaczono według następującej procedury: Zmielony surowiec (5 g) ekstrahowano heksanem przez trzy godziny w zautomatyzowanym aparacie Soxleta (Büchi B-811). Po oddestylowaniu rozpuszczalnika otrzymano pozostałość tłuszczową, którą oznaczono wagowo wg podanego wzoru:

$$X = \frac{(a - b) \times 100\%}{c}$$

gdzie:

- a – masa kolby destylacyjnej z wyekstrahowanym olejem (g),
- b – masa kolby pustej po wysuszeniu (g),
- c – masa próbki wziętej do oznaczenia.

2.1.1. Rozdział i identyfikacja kwasów tłuszczowych

Odwagowaną próbę zmielonych nasion (35 g) ekstrahowano w 200 ml heksanu. Ekstrakcję prowadzono przez 30 minut, w łaźni ultradźwiękowej, w temperaturze pokojowej. Następnie, surowiec odrzucono, a ekstrakt odstawiono do odparowania rozpuszczalnika. Z otrzymanego w ten sposób oleju pobrano 5 kropli do ampułki, dodano 0,5 mol·l⁻¹ NaOH w MeOH (1 ml) i zmydlano przez 10 minut w tem-

peraturze 75°C w łaźni wodnej. Po zmydłaniu dodano 14% roztwór katalizatora BF₃ w MeOH (2 ml) i estryfikowano przez 10 minut w temperaturze 75°C w łaźni wodnej. Po estryfikacji dodano heksan (1ml) i wytrząsano. Do ampułki dolano nasycony roztwór NaCl (przygotowany w temperaturze 50-60°C) w takiej ilości, by warstwa heksanowa znalazła się w jej górnej części. Z warstwy heksanowej pobierano 1 µl do chromatografii gazowej (chromatograf HP 6890).

Warunki rozdziału kwasów tłuszczowych (w formie estrów) metodą chromatografii gazowej:

kolumna	temperatura komory nastrojkowej	temperatura detektora	programowana temperatura pieca
HP 20, CW o długości 25 m, średnica 0,32 mm	220°C	250°C	100°C przez 2 min., przyrost 4°C / min., do 220°C

2.2. Oznaczanie zawartości olejku eterycznego w nasionach kolendry siewnej, kopru ogrodowego i włoskiego (według Farmakopei Polskiej VI)

Odpowiednią ilość nasion (kolendra 20 g, koper ogrodowy i włoski – 10 g) zmielono bezpośrednio przed analizą, następnie umieszczono w kolbie okrągłodennej i destylowano z wodą przez 3 godziny w aparacie Derynga. Wydzielony olejek zbierał się na powierzchni wody w odbieralniku. Po zakończeniu destylacji olejek sprowadzono na mikroskalę i odczytano jego zawartość.

2.2.1. Rozdział i identyfikacja składników olejku eterycznego

Oznaczenie wykonano metodą chromatografii gazowej na aparacie firmy Hewlett Packard (HP 6890). Odmierzoną ilość olejku eterycznego (0,1 µl) nanoszono na kolumnę i rozdzielano w następujących warunkach:

kolumna	temperatura komory nastrojkowej	temperatura detektora	programowana temperatura pieca
HP 20, CW o długości 25 m, średnica 0,32 mm	220°C	250°C	60°C przez 2 min., przyrost 4°C / min., do 220°C

3. Wyniki badań i dyskusja

Uzyskane wyniki wskazują, że dolistna aplikacja biostymulatora Tytanit oraz Biojodis w uprawach nasiennych rokiety siewnej, kopru włoskiego, kopru ogrodowego i kolendry siewnej ma wpływ na skład i zawartość związków bioaktywnych. Dolistne stosowanie biostymulatora Tytanit w uprawach nasiennych rokiety siewnej wpływało na wzrost średniej zawartości oleju w nasionach i kwasu erukowego w oleju z nasion (tab. 1). Odnotowano również ponad dwukrotny wzrost zawartości kwasu linolowego w oleju z nasion pochodzących z roślin traktowanych testowanymi biopreparatami. Analogiczna zależność dotyczyła również wzrostu zawartości tego kwasu w nasionach (tab. 2). W oleju z nasion rokiety siewnej traktowanej biopreparatami zidentyfikowano łącznie 6 kwasów tłuszczowych (tab. 1). Taką samą liczbę kwasów tłuszczowych wyizolowano z nasion (tab. 2). W oleju z nasion rokiety siewnej otrzymanych w doświadczeniach najczęściej było kwasu erukowego (428,19-463,4 mg·g⁻¹ oleju), oleinowego (160,8 – 150,2 mg·g⁻¹ oleju),

a w następnej kolejności linolowego (38,9 - 93,21 mg·g⁻¹ oleju), palmitynowego (37,66 – 42,1 mg·g⁻¹ oleju) i stearynowego (9,36-10,5 mg·g⁻¹ oleju). Kwas γ linolenowy zidentyfikowano w ilościach śladowych (tab.1). Analogiczne proporcje odnośnie zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych odnotowano w nasionach (tab. 2).

Tab. 1. Następczy wpływ wybranych biopreparatów stosowanych w uprawach rukiety siewnej (*Eruca sativa* Mill.) na zawartość oleju w nasionach oraz zidentyfikowanych w oleju kwasów tłuszczowych

Table 1. The consequent influence of selected biopreparations used in garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) crops on the content of oil in seeds and fatty acids identified in the oil

Zidentyfikowany kwas tłuszczowy (mg/g oleju)	Kontrola	Tytanit	Biojodis
kwas palmitynowy	42,1	37,66	40,43
kwas stearynowy	10,5	9,36	10,03
kwas oleinowy	150,2	121,02	160,8
kwas linolowy	38,9	88,52	93,21
kwas γ linolenowy	-	0,02	ślady
kwas erukowy	429,4	463,4	428,19
Średnia zawartość oleju w nasionach (%)	21,83	21,98	21,75

Tab. 2. Następczy wpływ wybranych biopreparatów stosowanych w uprawach rukiety siewnej (*Eruca sativa* Mill.) na zawartość zidentyfikowanych w nasionach kwasów tłuszczowych

Table 2. The consequent influence of selected biopreparations used in garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) crops on the content of fatty acids identified in seeds

Zidentyfikowany kwas tłuszczowy (mg/g nasion)	Kontrola	Tytanit	Biojodis
kwas palmitynowy	9,19	8,27	8,79
kwas stearynowy	2,29	2,05	2,18
kwas oleinowy	32,8	26,6	34,98
kwas linolowy	8,49	19,45	20,27
kwas γ linolenowy	-	ślady	ślady
kwas erukowy	93,74	101,9	93,13

Literatura światowa podaje, że olej z nasion rukiety siewnej może mieć różny skład chemiczny, który uzależniony jest między innymi od warunków agrometeorologicznych i formy botanicznej rośliny. Nasiona reprodukowane w Izraelu zawierały następujące kwasy tłuszczowe: oleinowy C18:1 (11,4-17,8%), linolenowy C18:3 (14,6-19,2%), linolowy C18:2 (8,3-15,3%), palmitynowy C16:0 (4,0-5,2%, stearynowy C18:0 (1,3-1,9%), ejkozenowy C20:1 (7,3-9,6%) i erukowy C22:1 (33,4-44,7%) oraz duże ilości związków siarkowych, azotowych, soli mineralnych, witaminę C i glukozynolany [17]. Olej uzyskany z nasion zebranych w warunkach klimatycznych Niemiec stanowił 29,1% masy nasion i zawierał następujące kwasy tłuszczowe: palmitynowy C16:0 (5,1%), stearynowy C18:0 (1,3%), olejowy C18:1 (15,1%), linolenowy C18:2 (8,3%), linolenowy C18:3 (14,7%), ejkozenowy C20:1 (7,4%) i erukowy C22:1 (44,7%) [16]. Znajdowały się w nim również glukozynolany - związki odpowiedzialne za specyficzny zapach, a także aktywujące enzymy o działaniu przeciwrakowym. W zależności od rejonu uprawy i warunków klimatycznych

skład i zawartość oleju w nasionach rukiety siewnej ulega zmianom, co stwarza możliwości ich wielokierunkowego wykorzystania [5-6].

Preparaty stosowane w uprawach nasiennych roślin z rodziny *Apiaceae* (koper ogrodowy, koper włoski, kolendra siewna) korzystnie wpływały również na zawartość i skład olejku eterycznego otrzymanych nasion. Ich działanie było uzależnione od gatunku rośliny (tab. 3-6).

Tab. 3. Następczy wpływ wybranych biopreparatów stosowanych w uprawach kolendry siewnej, kopru ogrodowego i kopru włoskiego na zawartość olejku eterycznego w nasionach (%)

Table 3. The consequent influence of selected biopreparations used in coriander, dill and fennel crops on the content of essential oils in seeds (%)

Nazwa preparatu	Kolendra siewna	Koper ogrodowy	Koper włoski
Kontrola	0,75	3,0	3,0
Tytanit	0,80	2,8	3,7
Biojodis	0,50	3,1	3,7

Tab. 4. Następczy wpływ wybranych biopreparatów stosowanych w uprawach kolendry siewnej na zawartość związków biologicznie czynnych w olejku eterycznym nasion (%)

Table 4. The consequent influence of selected biopreparations used in coriander crops on the content of biologically active compounds in seed essential oil (%)

Zidentyfikowane związki	Nazwa preparatu		
	Kontrola	Tytanit	Biojodis
α pinen	8,55	7,97	8,62
kamfen	0,94	0,88	0,93
limonen	0,33	0,35	0,30
γ terpinen	8,97	8,67	9,10
p cymen	1,57	1,47	1,53
menton	0,11	0,12	0,10
citronellal	0,06	0,07	0,05
kamfora	3,12	3,18	3,04
linalol	62,39	62,23	64,80
β kariofilen	0,08	0,09	0,07
terpineol 4	0,21	0,22	0,18
octan sabinylu	0,98	1,28	0,60
α terpineol	0,30	0,31	0,27
geranial	0,11	0,13	0,00
geraniol	2,70	2,88	2,65
karwakrol	0,98	1,02	0,56

Tab. 5. Następczy wpływ wybranych biopreparatów stosowanych w uprawach kopru ogrodowego na zawartość związków biologicznie czynnych w olejku eterycznym nasion (%)

Table 5. The consequent influence of selected biopreparations used in dill crops on the content of biologically active compounds in seed essential oil (%)

Zidentyfikowane związki	Nazwa preparatu		
	Kontrola	Tytanit	Biojodis
β felandren	0,56	0,46	0,49
limonen	42,99	37,33	37,95
p cymen	0,06	0,00	0,06
linalol	0,32	0,00	0,00
terpineol 4	0,33	0,33	0,34
karwon	49,99	56,05	55,67
nerol	0,13	0,00	0,13

Olejek kolendrowy jest głównie izolowany z owoców, poprzez destylację z parą wodną bądź hydrodestylację. Zawartość olejku lotnego w owocach kolendry wynosi 0,15–2,20% [24, 27, 29], w zależności od formy, odmiany i miejsca uprawy. Wyniki niniejszych badań potwierdzają, że nasiona kolendry otrzymane z upraw traktowanych dolistnie biostymulatorami Tytanit i Biojodis zawierały od 0,50 do 0,75% olejków eterycznych, mieszcząc się w przedziałach wartości uzyskiwanych przez powyższych autorów.

Tab. 6. Następczy wpływ wybranych biopreparatów stosowanych w uprawach kopru włoskiego na zawartość związków biologicznie czynnych w olejku eterycznym nasion (%)

Table 6. The consequent influence of selected biopreparations used in fennel crops on the content of biologically active compounds in seed essential oil (%)

Zidentyfikowane związki	Nazwa preparatu		
	Kontrola	Tytanit	Biojodis
α pinen	2,54	3,14	2,56
β felandren	1,04	1,06	1,02
1,4 cyneol	0,04	0,04	0,04
limonen	6,67	2,54	4,19
1,8 cyneol	1,03	0,73	0,83
γ terpinen	0,43	0,49	0,44
p cymen	0,41	0,57	0,43
aldehyd C9	22,88	25,11	21,79
menton	0,09	0,15	0,11
kamfora	0,48	0,57	0,48
linalol	0,12	0,54	0,07
β kariofilen	0,00	0,02	0,00
terpineol 4	0,06	0,04	0,07
octan sabinyli	0,03	0,05	0,04
α kariofilen	3,16	3,78	3,31
metylochawikol	0,00	0,04	0,04
β terpineol	0,00	0,02	0,03
karwon	6,48	1,12	3,55
nerol	0,00	0,01	0,02
anetol	51,73	55,71	57,03
aldehyd anyżowy	0,60	1,88	1,13

Wielu badaczy wskazuje, że zawartość olejku eterycznego w nasionach kopru może ulegać zmianie pod wpływem czynników genetycznych, warunków środowiskowych, agrotechnicznych, jak również podczas przechowywania [1, 7, 8, 28]. Według Krügera i Hammer [12] jego zawartość w owocach kopru może wynosić od 2,5 do 4%, a nawet do 7,25%, natomiast Kawecka-Radomska [8] otrzymała wartości mieszczące się w granicach od 3-3,80% w zależności od odmiany. Niniejsze badania potwierdziły zawartość olejków eterycznych w nasionach kopru ogrodowego na poziomie 2,8-3,1% oraz kopru włoskiego 3,0-3,7%. Nie uzyskano różnic w ilości olejków eterycznych w zależności od stosowanych preparatów dla kopru ogrodowego. Natomiast ich następczy efekt mierzony wzrostem zawartości olejków uwidocznił się w przypadku kopru włoskiego. Zmieniał się również skład olejków eterycznych w nasionach pod wpływem biostymulatorów. Odnotowano różną reakcję poszczególnych gatunków roślin w tym zakresie. Najbogatszy w substancje bioaktywne był olejek eteryczny nasion kopru włoskiego, z którego wyizolowano 21 związków (tab. 6) oraz kolendry siewnej – 16 związków (tab.4). Najmniej zasobny w substancje bioaktywne w po-

równaniu z badanymi roślinami z rodziny *Apiaceae* okazał się olejek eteryczny nasion kopru ogrodowego, z którego wyizolowano 7 związków. W dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących wpływu biostymulatorów na ilość i jakość olejków eterycznych w nasionach omawianych gatunków. Wielu badaczy wskazuje natomiast na istotne różnice w składzie olejków eterycznych kopru ogrodowego w zależności od innych czynników, między innymi odmiany [2], warunków środowiskowych i sposobu uprawy [28].

4. Wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników można sformułować następujące wnioski:

1. Dolistna aplikacja preparatów Tytanit i Biojodis w uprawach nasiennych rokitki siewnej, kopru włoskiego, kopru ogrodowego i kolendry siewnej ma wpływ na skład i zawartość związków bioaktywnych w nasionach.
2. Testowane preparaty stosowane w uprawach nasiennych wybranych gatunków roślin z rodziny *Apiaceae* korzystnie wpływały na skład i zawartość olejku eterycznego nasion.
3. Preparat Tytanit aplikowany dolistnie w uprawach nasiennych rokitki siewnej powodował wzrost średniej zawartości oleju w nasionach i kwasu erukowego w oleju z nasion.

5. Bibliografia

- [1] Avtar S., Randhava G. S.: Studies on some agronomic inputs affecting oil content, oil and yield of dill (*Anethum graveolens*). *Indian Perfumer*, 1990, 34 (2): 108–114.
- [2] Badoc A., Lamarti A.: A chemotaxonomic evaluation of *Anethum graveolens* L. (dill) of various origins. *J. Ess. Oil Res.*, 1991, 3 (4): 269–278.
- [3] Dang M. N., Takácsová M., Nguyen D. V., Kristiánová K.: Antioxidant activity of essential oils from various spices. *Nahrung/Food*, 2001, 45 (1): 64–66.
- [4] Farag R.S., Daw Z.Y., Abo-Raya S. H.: Influence of some spices essential oils on *Aspergillus parasitens* growth and production of aflatoxins in a synthetic medium. *J. Food Sci.*, 1989, 54: 74.
- [5] Gulfranz M., Sadiq A., Tariq H., Imran M., Qureshi R., Zeenat A.: Phytochemical analysis and antibacterial activity of *Eruca sativa* seed. *Pak. J. Bot.*, 2011, 43(2): 1351–1359.
- [6] Hanafi E.M., Hegazy E. M., Rowida M. Riad R.M., Amer H.A.: Bio-protective effect of *Eruca sativa* seed oil against the hazard of aflatoxin b1 in male – rabbits. *International Journal of Academic Research*, 2010, 2 (2): 67–74.
- [7] Huopalathi R.: Effect of latitude on the composition and content of aroma compounds in dill, *Anethum graveolens* L. *Lebensmittel – Wissenschaft Tech.*, 1984, 17(1): 16–19.
- [8] Kawecka-Radomska M.: Zawartość olejku eterycznego oraz garbników w owocach kilku odmian kopru ogrodowego *Anethum graveolens* L. *Annales Univ. Mariae Curie- Skłodowska Lublin-Polonia*, 2007, XVII (1): 35–40.
- [9] Kazimierzczak R., Hallmann E., Kazimierzczak M., Rembiałkowska E.: Zawartość przeciwutleniaczy w ziołach przyprawowych pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2010, Vol. 55(3):164–170.
- [10] Kostrzewa E., Owczarczyk B.: Wybrane zagadnienia dotyczące przypraw ziołowych stosowanych w przemyśle spożywczym. W: Stan aktualny i perspektywy rozwoju wybranych dziedzin przetwórstwa żywności. *Zioła i przyprawy ziołowe - pod red. J.R. Warchalewskiego*, t. 3. Seminarium z cyklu: Związki nauki z praktyką. POLAGRA '96, Wyd. Nauk., Poznań, 1996: 47–52.
- [11] Kozłowska-Wojciechowska M.: Antyoksydanty - sprzymierzeńcy zdrowia. *Wiadomości Zielarskie*, 2002, nr 5, s. 8–9.
- [12] Krüger H., Hammer K.: A new chemotype of *Anethum graveolens* L. *J. Ess. Oil Res.*, 1996, 8 (2): 205–206.

- [13] Kucharski W. A., Mordalski R.: Porównanie efektywności uprawy kolendry siewnej (*Coriandrum sativum* L.) w systemach ekologicznym i konwencjonalnym. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2008, Vol. 53(3): 152-155.
- [14] Kucharski W. A., Mordalski R.: Porównanie technologii produkcji surowców leczniczych metodami ekologicznymi i konwencjonalnymi. *Progress in Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2010, 50 (1): 34-38.
- [15] Madsen H. L., Bertelsen G., Skibsted L. H. Antioxidative Activity of Spices and Spice Extracts. W: *Spices, Flavor, Chemistry and Antioxidant Properties*. ACS Symposium Series 660, American Chemical Society, Washington, DL Risch, 1997: 176-188.
- [16] Nuez F., Hernandez-Bermejo J.E.: Neglected horticultural crops. In: Hernandez-Bermejo J.E. and Leon J. (ds) *Neckleked crops: 1492 from a different perspective*. Plant production and protection series 26. FAO, Rome, Italy, 1994: 303-332.
- [17] Padulosi S., Pignone D.: Rocket: a Mediterranean crop for the world. Report of a workshop 13-14 Dec. 1996, Legnaro (Padova), Italy. *Int. Plant Genetic Resources Int.*, Rome, Italy, 1997.
- [18] Pszczoła D.E.: A spice odyssey. *Food Technology*, 2001, 55 (1): 36-44.
- [19] Seidler-Łożykowska K., Kaźmierczak K., Kucharski W.A., Mordalski R., Buchwald W.: Plonowanie i jakość surowca bazylii pospolitej i majeranku ogrodowego z upraw ekologicznych. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2006, Vol. 51(2): 15-160.
- [20] Seidler-Łożykowska K., Kozik E., Golcz A., Wójcik J.: Quality of basil herb (*Ocimum basilicum* L.) from organic and conventional cultivation. *Herba Polonica*, 2007, 3 (3): 41-46.
- [21] Seidler-Łożykowska K., Golcz A., Wójcik J.: Plonowanie i jakość surowca bazylii pospolitej, cząbrku ogrodowego, majeranku ogrodowego oraz tymianku właściwego w uprawie ekologicznej na stanowisku po oborniku. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2008, Vol. 53 (4): 63-66.
- [22] Seidler-Łożykowska K., Mordalski R., Kucharski W., Golcz A., Kozik E., Wójcik J.: Gospodarcza i jakościowa wartość surowca wybranych gatunków roślin leczniczych z upraw ekologicznych. Cz. III. Plon, jakość ziela oraz plony nasion cząbrku (*Satureja hortensis* L.). *Acta Scientiarum Polonorum - Agricultura (Agronomia)*, 2009, 8 (4):47-53.
- [23] Seidler-Łożykowska K., Mordalski R., Kucharski W., Golcz A., Kozik E., Wójcik J.: Gospodarcza i jakościowa wartość surowca wybranych gatunków roślin leczniczych z upraw ekologicznych. Cz. IV. Plon, jakość ziela oraz plony nasion majeranku (*Origanum majorana* L.). *Acta Scientiarum Polonorum - Agricultura (Agronomia)*, 2009, 8 (4): 55-61.
- [24] Senderski M.E.: *Prawie wszystko o ziołach*. Podkowa Leśna: Wyd. Mateusz E. Senderski, 2007.
- [25] Shahidi F.: Antioxidants in food and food antioxidants. *Nahrung*, 2000, 44 (3): 158-163.
- [26] Tainter D. R., Grenis A. T. *Spices and seasonings*. A Food Technology Handbook. A John Wiley & Sons, Inc., USA, 2001.
- [27] Telci I., Toncer O.G., Sahbaz N.: Yield, essential oil content and composition of *Coriandrum sativum* varieties (var. *vulgare* Alef and var. *microcarpum* DC.) grown in two different locations. *J. Essent. Oil Res.*, 2006, 18: 189-193.
- [28] Węglarz Z.: *Koper ogrodowy* [w]: Skąpski H. (red.). *Uprawa warzyw w polu*. Warszawa: SGGW, 1994, 237-239.
- [29] Zheljzkov V.D., Pickett K.M., Caldwell C.D., Pinocock J.A., Roberts J.C., Mapplebeck L.: Cultivar and sowing date effects on seed yield and oil composition of coriander in Atlantic Canada. *Industrial Crops Prod.*, 2008, 28: 88-94.