

Kazimierz Markiewicz, \*Ryszard Zadernowski, Emilia Markiewicz  
Sylwester Czaplicki

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności  
Instytut Towaroznawstwa i Oceny Jakości Żywności

\* Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych

## **Skład mineralny bioolejów tłoczonych z nasion wiesiołka i ogórecznika**

### **Mineral composition of bio-oils pressed from seeds of evening primrose and borage**

Słowa kluczowe: olej wiesiołkowy, ogórecznikowy, tłoczenie, ekstrakcja, mikro- i makroelementy w glebie i oleju, hydratacja oleju

Key words: evening primrose, borage, soil and oil minerals, extracted and pressed oil, oil hydration

W Polsce biooleje farmaceutyczne produkowane są poprzez tłoczenie nasion wiesiołka lub ogórecznika na prasach hydraulicznych lub ślimakowych. Powstałe podczas tłoczenia siły tarcia mogą decydować nie tylko o składzie chemicznym pozyskanych olejów, ale także o ich trwałości. W pracy badano wpływ sposobu tłoczenia i ekstrakcji nasion wiesiołka i ogórecznika na skład mineralny. W przeprowadzonych badaniach oznaczono zawartość mikro- i makroelementów gleby, na której uprawiany był wiesiołek i ogórecznik, w nasionach i olejach otrzymanych w wyniku tłoczenia przy pomocy prasy hydraulicznej i ślimakowej oraz olejach ekstrahowanych na zimno heksanem. Określono skład mineralny olejów hydratowanych wodą. Uzyskane wyniki wykazały istotny wpływ sposobu pozyskiwania oleju oraz hydratacji na jego skład mineralny. Ustalono, że skład mineralny gleby w istotnym stopniu wpływa na zawartość pierwiastków w nasionach, szczególnie dotyczy to poziomu metali ciężkich. Zawartość oznaczonych pierwiastków w olejach pozyskanych z nasion ogórecznika zdecydowanie przewyższała ich ilość w olejach wiesiołkowych. Oleje tłoczone na pra-

In Poland pharmaceutical bio-oils are produced in the process of pressing seeds of evening primrose or borage on a hydraulic press or expeller. Friction forces that appear during pressing may decide not only about the chemical composition of oils, but also about their keeping quality. The aim of the studies was to determine the effect of the methods of seed pressing and extraction on the mineral composition of evening primrose and borage oils. The experiment included the determination of the content of micro- and macroelements in the soil used for evening primrose and borage growing, in their seeds and in oils obtained as a result of pressing on a hydraulic press or expeller, and cold hexane extraction. The mineral composition of hydrated oils was also determined. The results show that the methods of oil production and hydration have a significant effect on its mineral composition. The mineral composition of soil has essential influence on the minerals content of seeds, in particular heavy metals. Mineral elements concentration was significantly higher in oils extracted from borage than from evening primrose. Both the oils obtained by hydraulic

się hydraulicznej i ślimakowej charakteryzowały się bardzo zbliżonym składem mineralnym, powyższe dotyczy zarówno oleju z nasion wiesiołka, jak i ogórecznika. Natomiast oleje ekstrahowane, szczególnie ogórecznika, zawierały większe ilości Ca, Mg i P, przy jednocześnie niższym poziomie cynku i żelaza. Ponadto ekstrahowane oleje ogórecznikowe charakteryzowały się wyższymi poziomami kadmu i ołowiu. Proces hydratacji powoduje znaczne zmniejszenie poziomu poszczególnych pierwiastków w olejach, przy czym jego zakres był różny.

press or expeller have comparable minerals content. Extracted oils however, especially from borage had higher Ca, Mg and P content and lower Zn and Fe content. Moreover borage extracted oil had higher level of Cd and Pb. The hydration process caused significant reduction of minerals content in oil.

## Wstęp

---

Skład mineralny roślin jest ściśle związany z występowaniem mikro- i makroelementów w środowisku. Stopień ich kumulacji zależy od wielu czynników, między innymi takich jak: gatunek, faza rozwoju, warunki glebowe, a także interakcje pomiędzy różnymi pierwiastkami pobieranymi przez rośliny ze środowiska (Kabata-Pendias, Pendias 1999; Kozak i in. 1994; Jędrzejczak i in. 1999; Leszczyńska 1999). Podobnie Markiewicz i in. (1994), stwierdzili wyraźną zależność ilości mikro- i makroelementów w nasionach wiesiołka od zasobności gleby. Biooleje farmaceutyczne produkowane są poprzez tłoczenie nasion wiesiołka lub ogórecznika, rzadziej porzeczki czarnej, w postaci tzw. „olei dziewiczych”. Oleje te po filtracji wstępnej są rozlewane lub kapsułkowane i w takiej postaci przekazywane odbiorcom. Skład chemiczny i trwałość tak przygotowanych olejów w znacznym stopniu zależy od jakości nasion.

Markiewicz i in. (1993) stwierdzili, że usunięcie okrywy nasiennej z nasion rzepaku wpływa istotnie na skład mineralny pozyskiwanych olejów. Ogólnie przyjmuje się, że trwałość olejów surowych zależy od obecności metali, przede wszystkim żelaza i miedzi, które powodują znaczne przyśpieszenie procesów utleniania (Rudzka 1973; Schütze i Müller 1978; Benjelloun i in. 1991; Ivanov i in. 1992; Miller i in. 1993; De Leonardis i in. 2000).

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu udziału metali w glebie na ich poziom w nasionach oraz w jakim stopniu sposób pozyskiwania oleju i jego hydratacja wpływają na ilość metali w olejach.

## Material i metody

---

Materiał do badań stanowiły: próbki gleb pobrane z plantacji wiesiołka i ogórecznika, nasiona, oleje tłoczone na prasie hydraulicznej i ślimakowej oraz oleje ekstrahowane heksanem na zimno. Po ekstrakcji rozpuszczalnik usuwano na wyparce próżniowej w temperaturze nie przekraczającej 40°C.

Próbki gleb mineralizowano w mieszaninie kwasu azotowego i nadchlorowego (3 : 1) w elektrycznym aluminiowym bloku grzejnym z programowaniem temperatury — Digestion System 20, Tecator, Szwecja. Nasiona spopielano w kwarcowych parownicach w temperaturze 450°C, a uzyskany białoszary popiół rozpuszczano w 0,1 M HNO<sub>3</sub>. Próbki olejów mineralizowano w kwasie azotowym w piecu mikrofalowym typ MDS 2000 (LITTAU 1991). Celem oznaczenia Hg wszystkie objęte badaniami próbki były mineralizowane w mieszaninie kwasu azotowego i siarkowego (2 : 1). Stosowano kwasy Suprapur, Merck. Zawartość Cu, Fe, Cd, Pb, Mn, Zn, Ca i Mg w mineralizatach gleb i nasion oraz Mg i Ca w olejach oznaczano metodą płomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej. Natomiast Fe, Cu, Cd, Pb, Mn i Zn w olejach oznaczono metodą bezpłomieniową AAS. Zawartość rtęci we wszystkich próbkach oznaczono metodą bezpłomieniową AAS — techniką zimnych par. Pomiar wykonywano na spektrometrze absorpcji atomowej — Unicam 939 AA Solar wyposażonym w stację danych ADAX, piec grafitowy GF 90, autosampler FG 90 oraz przystawkę do zimnych par. Poziom fosforu we wszystkich analizowanych próbkach oznaczono metodą kolorymetryczną — molibdenianową z siarczynem sodowym i hydrochinonem.

## Wyniki i dyskusja

---

Na podstawie przedstawionych w tabeli 1 wyników można wnioskować, że wybrane do badań plantacje wiesiołka i ogórecznika uprawiano na glebach o bardzo zbliżonym składzie mineralnym. Wyjątek stanowiła gleba pobrana z plantacji ogórecznika położonych w okolicach Warszawy (Bethuland), w której stwierdzono wyższe poziomy kadmu, ołowiu, miedzi i żelaza. Przyczyną powyższego mogło być niewłaściwe wapnowanie oraz nagromadzenie nadmiaru fosfatydów w glebie, co mogło nastąpić zarówno podczas przygotowania gleby pod uprawę ogórecznika, jak i w trakcie jej użytkowania w latach wcześniejszych.

Porównując zawartość wybranych składników mineralnych w nasionach (tab. 2) można stwierdzić, że poziom większości pierwiastków kształtował się na zbliżonym poziomie. Jedyne w nasionach ogórecznika poziom niektórych metali ciężkich (Cd, Cu i Pb) był wyższy, aniżeli w pozostałych próbkach nasion. Ponadto w nasionach ogórecznika pochodzących z plantacji przemysłowej (Bethuland), poza wymienionymi metalami ciężkimi, istotnie wyższy był poziom żelaza.

Analizując zawartości wybranych składników mineralnych w objętych badaniami olejach (tab. 3) stwierdzono, że poziom większości oznaczanych pierwiastków w olejach pozyskiwanych z nasion ogórecznika przewyższał ich ilości w olejach z nasion wiesiołka. W oleju ogórecznikowym tłoczonym ogólna ilość pierwiastków trzykrotnie przewyższała poziom w oleju wiesiołkowym, natomiast w oleju ekstrahowanym aż około 20-krotnie. Dotyczyło to w głównej mierze zawartości P i Ca, których ilość w oleju z nasion ogórecznika wielokrotnie przewyższała ich udział w oleju wiesiołka. Natomiast w przypadku oleju ekstrahowanego poziom fosforu i wapnia w oleju ogórecznikowym był odpowiednio około 50-krotnie i 20-krotnie wyższy aniżeli w oleju z nasion wiesiołka. Podobną tendencję, lecz w znacznie mniejszym stopniu, stwierdzono porównując poziom magnezu. Pierwiastek ten w tłoczonych i ekstrahowanych olejach występował odpowiednio w następujących ilościach: olej z nasion wiesiołka  $8 \div 8,62$  mg/kg i 14 mg/kg; olej z nasion ogórecznika  $10,2 \div 11,0$  mg/kg i 67,3 mg/kg.

Tabela 1

Średnia zawartość pierwiastków w glebie, na której uprawiano wiesiołek i ogórecznik [mg/kg]  
*Element content of the soil used for evening primrose and borage growing*

Pierwiastek <i>Element</i>	Gleba z plantacji wiesiołka <i>Soil from evening primrose plantation</i>		Gleba z plantacji ogórecznika <i>Soil from borage plantation</i>	
	UWM	Agropharm	UWM	Bethuland
P	575±42	843±39	641±41	693±36
Ca	6210±383	5770±345	6110±298	7310±366
Mg	2862±321	3476±295	3079±247	2903±198
Zn	36,5±2,1	40,9±2,9	43,2±3,0	38,3±1,8
Mn	353±20	381±23	374±19	297±22
Fe	15,9±1,2	21,3±1,6	14,7±1,3	36,0±2,0
Cu	6,8±0,3	9,1±0,3	7,9±0,3	11,8±0,3
Hg	0,015±0,001	0,043±0,002	0,020±0,001	0,036±0,002
Cd	0,210±0,014	0,370±0,022	0,323±0,017	0,466±0,019
Pb	14,0±0,8	26,1±1,4	14,0±0,7	38,7±1,6
Metale toksyczne <i>Toxic metals</i>	14,2±0,7	26,5±1,7	14,3±0,8	39,2±1,9
Ogółem — <i>Total</i>	10073±634	10568±721	10284±798	11328±812

Wyniki średnie dla 6 próbek — *Data are means from 6 sample*

UWM — pola doświadczalne w Tomaszkanie k. Olsztyna,

Agropharm — plantacja k. Łodzi, Bethuland — plantacja k. Warszawy

Tabela 2

Zawartość pierwiastków w nasionach wiesiołka i ogórecznika [mg/kg]  
*Element content of seeds of evening primrose and borage*

Pierwiastek <i>Element</i>	Pochodzenie nasion — <i>Seeds of</i>			
	wiesiołek — <i>evening primrose</i>		ogórecznik — <i>borage</i>	
	UWM	Agropharm	UWM	Bethuland
P	6520±580	6462±498	7206±669	7880±634
Ca	14122±1145	17764±1323	12944±936	12826±1166
Mg	3084±257	2840±216	3182±278	3161±269
Zn	53,9±4,22	50,1±3,98	64,8±4,96	41,6±3,03
Mn	93,4±6,98	97,9±7,21	100,9±8,1	112,9±5,89
Fe	125,2±9,1	116,9±9,8	132,0±10,0	184,1±13,4
Cu	7,60±0,56	7,10±0,65	12,9±0,88	10,7±0,79
Hg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cd	0,106±0,009	0,266±0,018	0,562±0,046	1,082±0,069
Pb	0,038±0,003	0,112±0,009	0,156±0,016	0,594±0,056
Metale toksyczne <i>Toxic metals</i>	0,144±0,010	0,378±0,024	0,718±0,058	1,676±0,116
Ogółem — <i>Total</i>	24006±1688	27338±2034	23643±1986	24218±1712

Wyniki średnie dla 6 próbek — *Data are means from 6 sample*

Spośród pozostałych oznaczonych pierwiastków cynk występował w ilości 8,2÷8,3 mg/kg w tłoczonym oleju wiesiołkowym i 7,5÷8,15 mg/kg ogórecznikowym oraz odpowiednio 2,77 mg/kg w ekstrahowanym oleju wiesiołkowym i 2,84 mg/kg ogórecznikowym. Zawartość manganu i żelaza w olejach tłoczonych ogórecznikowych była około dwukrotnie wyższa aniżeli w olejach tłoczonych z nasion wiesiołka. Zawartość miedzi w tłoczonych olejach wiesiołkowych kształtowała się na poziomie około 0,40 mg/kg, a w ekstrahowanych 0,49 mg/kg (tab. 3).

Zawartość miedzi w ekstrahowanych olejach wiesiołka i ogórecznika była wyższa od dopuszczalnej ilości w surowych olejach roślinnych (0,4 mg/kg) określonej w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia (Rozporządzenie MZ 2000 r.). Zdecydowanie mniejsze (około dziesięciokrotnie) ilości miedzi i żelaza w olejach jadalnych stwierdzili Calapaj i in. (1988) oraz De Leonardis i in. (2000). Podobnie zdecydowanie mniejszymi ilościami oznaczanych pierwiastków charakteryzowały się oceniane we wcześniejszych badaniach przez Markiewicza i in. (1994, 1995) tłoczone i ekstrahowane oleje wiesiołkowe i ogórecznikowe. Natomiast zbliżoną zawartość miedzi w rafinowanych olejach stwierdzili Wu i Tsai (1987).

Tabela 3

Tabela 4

Przedstawione powyżej różnice mogą być przypuszczalnie konsekwencją między innymi zarówno różnego składu mineralnego nasion, jak i warunków pozyskiwania olejów. Należy podkreślić fakt, że zawartości oznaczonych metali szkodliwych nie przekraczały (Pb — 0,10 mg/kg; Cd — 0,03 mg/kg; Hg — 0,01 mg/kg) dopuszczalnych Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 27 grudnia 2000 r. poziomów w olejach roślinnych. Wyjątek stanowił jedynie poziom ołowiu w olejach ekstrahowanych z nasion ogórecznika — 0,287 i 0,306 mg/kg (tab. 3 i 4).

Przeprowadzone badania wykazały, że oleje ekstrahowane w porównaniu z olejami tłoczonymi zawierają wyższy poziom większości oznaczanych pierwiastków. Dotyczyło to w głównej mierze wapnia, magnezu, manganu i fosforu, w mniejszym stopniu pozostałych metali. Powyższe badania znajdują potwierdzenie we wcześniejszych pracach przeprowadzonych na tłoczonych i ekstrahowanych olejach rzepakowych (Markiewicz i in. 1993).

W przeprowadzonych badaniach proces hydratacji olejów surowych w różnym zakresie obniżał poziom poszczególnych pierwiastków w olejach hydratowanych. Podczas zabiegu hydratacji znaczne ilości pierwiastków były adsorbowane na hydrokoloidach fosfolipidów i wraz z nimi usuwane z olejów (tab. 4). W przypadku tłoczonego oleju wiesiołkowego podczas hydratacji usuwano około 70%, a ekstrahowanego około 50% oznaczonych metali. Natomiast podczas hydratacji oleju ogórecznikowego skuteczność oczyszczenia była znacznie mniejsza, gdyż z oleju tłoczonego usuwano około 36%, a ekstrahowanego około 40% składników mineralnych, przy czym poszczególne metale usuwane były w różnych ilościach. Podobne tendencje uzyskali Markiewicz i in. (1995) podczas rafinacji oleju rzepakowego.

## Wnioski

---

- Skład mineralny gleby w istotnym stopniu wpływa na zawartość pierwiastków w nasionach, szczególnie dotyczy to poziomu metali ciężkich.
- Zawartość oznaczonych pierwiastków w olejach pozyskanych z nasion ogórecznika zdecydowanie przewyższała ich ilość w olejach wiesiołkowych.
- Oleje tłoczone na prasie hydraulicznej i ślimakowej charakteryzowały się bardzo zbliżonym składem mineralnym, powyższe dotyczy zarówno oleju z nasion wiesiołka, jak i ogórecznika. Natomiast oleje ekstrahowane, szczególnie ogórecznika, zawierały większe ilości wapnia, magnezu i fosforu, przy jednocześnie niższym poziomie cynku i żelaza. Ponadto ekstrahowane oleje ogórecznikowe charakteryzowały się wyższym poziomem kadmu i ołowiu.
- Proces hydratacji powoduje znaczne zmniejszenie poziomu poszczególnych pierwiastków w olejach, przy czym jego zakres był różny.

## Conclusion

---

- The mineral composition of soil significantly affected the mineral content of seed, especially heavy metals.
- The mineral elements concentration was significantly higher in oil extracted from borage than from evening primrose.
- Both the oils pressed by hydraulic and expeller press had comparable minerals content. Extracted oils instead, especially from borage had higher Ca, Mg and P content but lower Zn and Fe content. Moreover, the borage oil had higher Cd and Pb content.
- The hydration process caused significant reduction of minerals in oils.

## Literatura

---

- Benjelloun B., Talou T., Delmas M., Gaset A. 1991. Oxidation of Rapeseed Oil: Effect of Metal Traces. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68, (3): 210-211.
- Calapaj R., Chiricosta S., Saija G., Bruno E. 1988. Method for determination of heavy metal in vegetable oils by graphite furnace atomic absorption spectroscopy. *Atomic Spectroscopy*, 9, 4: 107-109.
- De Leonardis A., Macciola V., de Felice M. 2000. Copper and iron determination in edible vegetable oils by graphite furnace atomic absorption spectrometry after extraction with diluted nitric acid. *International Journal of Food Science and Technology*, 35 (4): 371-375.
- Ivanov K., Maneva D., Ivanov S. 1992. Influence of demetallization of hydrogenated sunflower oil changes in the forms of heavy metals and their pro-oxidative effects. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 195: 463-465.
- Jędrzejczak R., Ręczajska W., Szteke B. 1999. Magnez i inne makroelementy w roślinnych surowcach jadalnych. *Biul. Magnezol.*, 4: 72-76.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN. Warszawa, s. 62-67.
- Leszczyńska T. 1999. Porównanie zawartości wybranych metali ciężkich w warzywach pochodzących ze sklepów z żywnością ekologiczną oraz placów targowych Krakowa. *Bromat. Chem. Toksykol.*, XXXVII (2): 191-196.
- Littau S.E. Vegetable oil digestion with the MDS – 2000. *Microwave Application Note for Acid Digestion*, 1991.
- Markiewicz K., Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B., Markiewicz E. 1993. Wybrane składniki mineralne w oleju rzepakowym. *Postępy Nauk Rolniczych*, 6: 157-160.
- Markiewicz K., Zadernowski R., Pieńkowski H. 1994. The content of selected minerals in evening primrose (*Oenothera biennis* L., *O. paradoxa* H.) seeds and their oils. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 3/44, no. 4: 181-185.

- Markiewicz K., Zadernowski R., Markiewicz E. 1995. Zawartość wybranych składników mineralnych w tłoczonych i ekstrahowanych bioolejach roślinnych. II Symposium n.t. Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii., Łódź, 6-7 października: 75-76.
- Rudzka Z. 1973. Metody oznaczania śladowych ilości metali w tłuszczach jadalnych. Tłuszcze jadalne XVII: 39-49.
- Schütze I., Müller W. 1978. Bestimmung von Spurenmetallen in Nahrungsfetten und Emulgatoren mittels flammenloser Atom- Absorptionsspektrometrie. Mitt. Bestimmung der ionogen gebundenen Schwermetalle Kupfer, Eisen, Nickel, Zink, Blei und Cadmium in Nahrungsfetten. Die Nahrung, 22, (9): 777-788.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 grudnia 2000 r. w sprawie wykazu dopuszczalnych ilości substancji dodatkowych i innych substancji obcych dodawanych do środków spożywczych lub używek, a także zanieczyszczeń, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub używkach. Dziennik Ustaw RP, Warszawa, 5 lutego 2002r., Nr 9, poz. 72, załącznik nr 4, s. 621.
- Wu T.S., Tsai J.L. 1987. Determination of Cu, Hg, As and Pb in edible oil by atomic absorption spectrophotometry. Kaohsiung Journal of Medical Sciences, 3: 755-763.

Tabela 4

Zmiany w ilości wybranych składników mineralnych w olejach surowych i hydratowanych [mg/kg]  
*Changes in the amounts of selected mineral components in crude and hydrated oils*

Pierwiastek <i>Element</i>	Olej wiesiołkowy — <i>Evening primrose oil</i>				Olej ogórecznikowy — <i>Borage oil</i>			
	tłoczony — <i>pressed</i>		ekstrahowany — <i>extracted</i>		tłoczony — <i>pressed</i>		ekstrahowany — <i>extracted</i>	
	surowy <i>crude</i>	po hydratacji <i>after hydration</i>	surowy <i>crude</i>	po hydratacji <i>after hydration</i>	surowy <i>crude</i>	po hydratacji <i>after hydration</i>	surowy <i>crude</i>	po hydratacji <i>after hydration</i>
P	5,42±0,39	1,66±0,12	20,4±1,4	12,7±0,8	42,9±3,0	26,4±1,3	648±56	362±21
Ca	29,5±1,4	10,6±0,6	28,3±1,3	15,7±1,0	98,3±6,6	67,4±4,7	552±43	360±1,9
Mg	7,94±0,52	0,67±0,04	10,4±0,7	1,22±0,07	10,90±0,6	5,90±38	66,8±5,1	42,7±3,1
Zn	5,14±0,43	3,14±0,21	3,07±0,23	2,04±0,12	5,92±0,38	2,15±0,11	2,80±0,13	0,79±0,06
Mn	0,54±0,03	0,35±0,02	0,94±0,06	0,39±0,02	1,34±0,09	0,78±0,06	3,89±0,24	2,96±0,19
Fe	2,76±0,17	1,07±0,07	2,59±0,14	0,83±0,06	4,66±0,31	2,71±0,21	4,16±0,27	2,04±0,13
Cu	0,41±0,03	0,22±0,01	0,46±0,03	0,14±0,01	0,27±0,01	0,10±0,01	0,45±0,03	0,23±0,02
Hg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cd	0,008±0,0006	0,005±0,0003	0,010±0,001	0,008±0,0006	0,018±0,002	0,010±0,001	0,036±0,003	0,015±0,001
Pb	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,076±0,005	0,031±0,002	0,306±0,023	0,018±0,001
Metale toksyczne <i>Toxic metals</i>	0,008±0,0006	0,005±0,0003	0,010±0,001	0,008±0,0006	0,094±0,006	0,041±0,003	0,342±0,022	0,033±0,002
Ogółem <i>Total</i>	51,7±4,1	17,7±1,2	66,2±4,4	33,0±2,4	164±12	105±8	1278±104	771±52

Wyniki średnie dla 6 próbek — *Data are means from 6 sample*

Tabela 3

Zawartość wybranych składników mineralnych w olejach tłoczonych i ekstrahowanych z nasion wiesiołka i ogórecznika [mg/kg]  
*Content of selected mineral components in oils pressed and extracted from seeds of evening primrose and borage*

Pierwiastek <i>Element</i>	Sposób otrzymania oleju — <i>Method of oil production</i>					
	prasa hydrauliczna <i>hydraulic press</i>		prasa ślimakowa <i>expeller</i>		ekstrakcja <i>extraction</i>	
	wiesiołek <i>Evening primrose</i>	ogórecznik <i>Borage</i>	wiesiołek <i>Evening primrose</i>	ogórecznik <i>Borage</i>	wiesiołek <i>Evening primrose</i>	ogórecznik <i>Borage</i>
P	3,46±0,28	37,2±2,3	3,50±0,26	38,2±2,6	13,3±0,9	678±48
Ca	33,5±2,2	103±7	32,9±2,6	104±8	24,4±1,98	569±42
Mg	8,62±0,67	10,2±0,7	8,00±,56	11,0±0,9	14,0±1,0	67,3±4,9
Zn	8,20±0,56	8,15±0,61	8,31±0,49	7,50±0,51	2,77±0,18	2,84±0,16
Mn	0,60±0,05	1,23±0,07	0,69±0,04	1,45±0,08	0,94±0,07	4,02±0,46
Fe	2,43±0,15	5,12±0,36	3,23±0,26	6,45±0,42	3,04±0,17	3,90±0,21
Cu	0,41±0,03	0,24±0,02	0,40±0,03	0,30±0,02	0,49±0,03	0,50±0,03
Hg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cd	0,006±0,0005	0,031±0,0017	0,006±0,0005	0,035±0,0015	0,008±0,0006	0,039±0,0016
Pb	<0,010	0,066±0,005	<0,010	0,072±0,006	<0,010	0,287±0,018
Metale toszyczne <i>Toxic metals</i>	0,006±0,0005	0,097±0,006	0,006±0,0005	0,107±0,007	0,008±0,0006	0,326±0,019
Ogółem — <i>Total</i>	57,2±4,8	165±11	57,0±3,9	169±1,3	58,9±4,1	1326±102

Wyniki średnie dla 6 próbek — *Data are means from 6 sample*