

Ryszard Zadernowski, Halina Nowak-Polakowska, Halina Pieńkowska
Sylwester Czaplicki

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności
Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych,

Wpływ sposobu wydobywania tłuszczu z nasion wiesiołka i ogórecznika na wybrane cechy fizykochemiczne oraz stabilność olejów

**Effect of the method of fat extraction from seeds of evening primrose
and borage on selected physicochemical properties and stability of oils**

Słowa kluczowe: wiesiołek (*Oenothera paradoxa* H.), ogórecznik (*Borago officinalis* L.), lipidy, substancje nie zmydlające, tłoczenie, ekstrakcja, jakość oleju

Key words: evening primrose seeds, borage seeds, lipids, unsaponifiable substances, pressing, extraction, oil quality

W pracy wyznaczono parametry fizykochemiczne olejów, uzyskanych w wyniku tłoczenia na prasach hydraulicznej i ślimakowej oraz olejów ekstrahowanych. Materiał do badań stanowiły oleje otrzymane z nasion wiesiołka (*Oenothera paradoxa* H.) i ogórecznika (*Borago officinalis* L.). Oleje tłoczono na prasie ślimakowej typu „Komet”, model CA/59 firmy Krup’a oraz przemysłowej prasie hydraulicznej zainstalowanej w firmie Agropharm. Ekstrakcję rozdrobnionych nasion przeprowadzono zalewając miazgę sześciokrotnie heksanem. Parametry fizykochemiczne, takie jak: współczynnik załamania światła, liczbę kwasową, nadtlenkową, jodową, oraz barwę oleju, wyznaczono zgodnie z Polską Normą. Pozostałe wyróżniki oznaczono metodami, które wcześniej zmodyfikowano i przystosowano do potrzeb eksperymentu. Podczas tłoczenia występowało lokalne nagrzewanie nasion oraz oleju, zwłaszcza wiesiołkowego. Przyczyną powyższego zjawiska była dwukrotnie wyższa zawartość błonnika w nasionach wiesiołka niż ogórecznika. Wysoki poziom błonnika wpływał na odporność mechaniczną nasion i ilość energii cieplnej wydzielanej podczas tłoczenia. Badając wpływ

The physicochemical parameters of oils pressed on a hydraulic press or expeller and extracted oils were determined in the studies. The experimental material were oils from seeds of evening primrose (*Oenothera paradoxa* H.) and borage (*Borago officinalis* L.). They were pressed on expeller “Komet”, model CA/59 (Krup) and an industrial hydraulic press installed at Agropharm. Extraction was carried out by pouring hexane over seed pulp. The process was repeated six times. The physicochemical parameters of oils, including the index of refraction, acid value, peroxide value, iodine value, and colour were determined according to the Polish Standards. The other factors were determined by commonly applied methods, modified and adapted for the purpose of the present experiment. Local seed and oil heating was observed during pressing, especially in the case of evening primrose. It was caused by the fact that evening primrose seeds contained twice as much cellulose as borage seeds. The high cellulose level affected mechanical resistance of seeds and the quantity of thermal energy released during pressing. The quantitative and qualitative composition of the

sposobu tłoczenia i ekstrakcji nasion wiesiołka i ogórecznika na wybrane wyróżniki fizykochemiczne olejów określono skład ilościowy i jakościowy frakcji lipidowej i substancji niezmnydlających. Stosując test stabilności określono w jakim stopniu sposób pozyskiwania oleju decydował o jego trwałości. Przeprowadzone pomiary pozwoliły stwierdzić, że właściwości fizykochemiczne olejów tłoczonych przy użyciu prasy hydraulicznej i ślimakowej nie różniły się istotnie; oleje tłoczone zawierały więcej α -tokoferoli niż oleje ekstrahowane, olej wiesiołkowy był bardziej podatny na utlenianie aniżeli olej ogórecznikowy. W porównaniu z olejami tłoczonymi stabilność oksydacyjna olejów ekstrahowanych była niższa; sposób tłoczenia nie wpływał na stabilność olejów.

lipid fractions and unsaponifiable matter was determined to investigate the effect of the pressing and extraction methods on selected physicochemical properties of oils. A stability test was employed to determine the degree to which the keeping quality of oils depended on the way of their production. The results show that the physicochemical properties of oils pressed on a hydraulic press and expeller did not differ significantly. Pressed oils contained more α -tocopherols than extracted oils. Evening primrose oil was more prone to oxidation than borage oil. Extracted oils were characterized by lower oxidative stability than pressed oils; the method of pressing had no influence on oil stability.

Wstęp

Oleje wiesiołkowy i ogórecznikowy są uważane za źródło niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz kwasu γ -linolenowego, któremu przypisuje się rolę protezy biochemicznej usprawniającej metabolizm kwasów tłuszczowych szeregu n-6, w organizmie ludzi i zwierząt (Lamer-Zarawska 1995). Ponadto tzw. oleje „dziewicze” są bogatym źródłem wielu substancji biologicznie aktywnych, np. tokoferoli, karotenoidów, fitosteroli i polifenoli (Zadernowski 1997). Wadą ich jest niska trwałość, wynikająca głównie z podatności na różnorodne przemiany oksydacyjne. Ustalono, że pod wpływem tlenu zawartego w powietrzu, światła, temperatury lub enzymów tkankowych, lipidy nasion ulegają niekorzystnym zmianom chemicznym i biochemicznym (Ziemlański, Budzyńska-Topolowska 1991; Niewiadomski 1993; Ziemlański 1998).

Celem niniejszych badań było ustalenie w jakim stopniu sposób tłoczenia olejów oraz ich rodzaj decydują o składzie chemicznym, właściwościach fizykochemicznych i podatności na utlenienie.

Material i metody

Materiałem badawczym, który posłużył do określenia właściwości fizycznych i chemicznych były oleje otrzymane w wyniku tłoczenia nasion wiesiołka (*Oenothera paradoxa* H.) i ogórecznika lekarskiego (*Borago officinalis* L.) na prasie hydraulicznej, ślimakowej i poprzez ekstrakcję heksanem. Do tłoczenia nasion stosowano prasę ślimakową (typu „Komet” Model CA/59 produkcji Krup’a) oraz przemysłową prasę hydrauliczną zainstalowaną w firmie Agropharm w Tuszyńku

k. Łodzi. Olej ekstrakcyjny otrzymano zalewając rozdrobnione nasiona sześćkrotnie heksanem. Rozpuszczalnik usuwano na wyparce próżniowej w temperaturze nie przekraczającej 40°C.

Metody określające właściwości fizyczne nasion

- wielkość nasion — określano po wstępnym rozfrakcjonowaniu nasion na sitach; pomiar cech geometrycznych wyznaczono przy zastosowaniu cyfrowej analizy obrazu — system LUCIA G (Laboratory Universal Computer Image Analysis);
- masę 1000 nasion — określano wg PN-68/R-74017;
- gęstość materiału — określano wg PN-73/R-74007; do badań użyto gęstościomierza zbożowego o objętości cylindra pomiarowego 0,25 dm³.

Metody określające właściwości chemiczne

Skład chemiczny nasion (wilgotność, białko, tłuszcz, popiół, cukry ogółem, błonnik) oznaczano metodami opisanymi przez Rutkowską (1981).

Oleje do badań przygotowywano zgodnie z zaleceniami PN-EN/ISO 661:1997 i w poszczególnych próbach oznaczano:

- frakcję lipidów polarnych i niepolarnych — metodą chromatografii kolumnowej (Drozdowski, Niewiadomski 1970);
- liczbę kwasową wg PN-74/R-66165;
- liczbę nadtlenkową wg PN-ISO 3960:1996;
- liczbę jodową wg PN-70/A-86914;
- liczbę zmydlenia wg PN-ISO 3657:1994;
- zawartość substancji niezmydlających wg PN-ISO 3596-2:1994;
- współczynnik załamania światła (refrakcji) wg PN-ISO 6320:1995;
- barwę wg PN-A-86934:1996;
- karotenoidy i β -karoten wg metody opisanej przez Rutkowską (1981);
- tokoferole metodą opisaną przez Zadernowskiego i in. (1995);
- polifenole metodą opisaną przez Chimi i in. (1994) — 50 g oleju rozpuszczano w 100 cm³ heksanu i wytrząsano czterokrotnie po 3 minuty z 50 cm³ 60% alkoholu metylowego. Połączone ekstrakty alkoholowe zagęszczano do całkowitego usunięcia rozpuszczalnika. Pozostałość rozpuszczano w 10 cm³ 80% metanolu. Związki fenolowe oznaczano metodą kolorymetryczną opisaną w AOAC, Official Methods of Analysis the Association of Official Analytical Chemists (1984), stosując do wywołania reakcji barwnej odczynnik Folina-Ciocalteus (rozcieńczony wodą w stosunku 1:2 (v/v)).
- sterole, estry steroli i węglowodory — wyodrębniano z frakcji lipidowej, metodą chromatografii cienkowarstwowej, opisaną przez Clayton'a i in. (1970) i oznaczano kolorymetrycznie metodą opisaną przez Ivanow'a i in. (1972);
- test stabilności przeprowadzono w temperaturze pokojowej, metodą opisaną przez Rutkowskiego i Krygiera (1979).

Wyniki i dyskusja

Nasiona wiesiołka charakteryzowały się następującymi średnimi parametrami wielkości: długość $1,22 \pm 0,22$ mm, szerokość $0,72 \pm 0,13$ mm; nasiona ogórecznika są znacznie większe, a ich wymiary wynoszą: długość $5,56 \pm 0,49$ mm, szerokość $1,93 \pm 0,16$ mm.

Tabela 1

Wybrane cechy fizyczne w pełni dojrzałych nasion wiesiołka i ogórecznika
Selected physical parameters of fully mature seeds of evening primrose and borage

Cecha fizyczna <i>Physical parameter</i>	Wiesiołek <i>Evening primrose seeds</i>	Ogórecznik <i>Borage seeds</i>
Wymiary nasion — <i>Seed size</i> długość [mm] — <i>length</i> szerokość [mm] — <i>width</i>	$1,22 \pm 0,22$ $0,72 \pm 0,13$	$5,56 \pm 0,49$ $1,93 \pm 0,16$
Barwa — <i>Color</i>	jasnobrunatna/ciemnobrązowa <i>light brown/dark brown</i>	szaro–czarna <i>gray-black</i>
Masa 1000 nasion [g] <i>Weight of 1000 seeds</i>	$0,37 \pm 0,01$	$17,29 \pm 0,75$
Gęstość materiału [kg/m^3] <i>Seed density</i>	496 ± 25	508 ± 55

Masa 1000 nasion wiesiołka wynosiła $0,37 \pm 0,01$ g, a ogórecznika $17,29 \pm 0,75$ g. Średnia masa nasion wiesiołka odmiany *Oenothera paradoxsa* H. była dwukrotnie większa aniżeli masa nasion wiesiołka *Oenothera biennis* L. oznaczona przez Hudson'a (1984). Natomiast średnia masa nasion ogórecznika wynosiła $17,29 \pm 0,75$ mg i była zbliżona do wartości cytowanych przez Whipkey'a i in. (1988), którzy podają, że masa nasion ogórecznika uprawianego w Ameryce mieściła się w przedziale $16,1 \div 24,5$ mg. Gęstość materiału wyznaczona dla nasion wiesiołka wynosiła $496 \pm 25 \text{ kg/m}^3$, a ogórecznika $508 \pm 55 \text{ kg/m}^3$ (tab. 1).

Skład chemiczny nasion wiesiołka różnił się od składu chemicznego nasion ogórecznika przede wszystkim większą zawartością błonnika oraz mniejszą zawartością oleju i substancji mineralnych (tab. 2). Różnice w zawartości błonnika spowodowane są większym udziałem okrywy nasiennej w nasionach wiesiołka aniżeli ogórecznika.

Podczas eksperymentu zaobserwowano, że nasiona wiesiołka tłoczyły się znacznie trudniej aniżeli ogórecznika. Stołyhwo (1995) wyraża pogląd, że sposób tłoczenia nasion ma wpływ na skład chemiczny, właściwości fizyczne i trwałość oleju.

Tabela 2

Procentowy skład chemiczny nasion — *Chemical composition of seeds (%)*

Nasiona <i>Seeds</i>	Woda <i>Water</i>	Białko <i>Protein</i>	Tłuszcze <i>Fat</i>	Popiół <i>Ash</i>	Cukry ogółem <i>Total carbohydrates</i>	Błonnik <i>Fiber</i>	Inne związki
Wiesiołek <i>Evening primrose seeds</i>	6,9±1,0	28,5±2,5	24,6±1,7	8,3±0,5	5,8±1,6	18,9±2,9	6,7±0,7
Ogórecznik <i>Borage seeds</i>	7,6±1,0	27,6±3,0	34,3±3,5	11,8±1,0	8,1±2,2	8,5±1,8	2,1±0,2

Ustalono, że ewentualne różnice mogą być spowodowane lokalnym przegrzaniem miazgi podczas wytłaczania nasion na prasie ślimakowej. Wewnątrz prasy ślimakowej na odcinku pomiędzy ślimakiem i stożkiem dociskowym występuje bardzo silne tarcie powodujące ogrzanie tłoczonych nasion i oleju. Podobne lokalne ogrzania występują również podczas tłoczenia prasą hydrauliczną, ale odprowadzanie ciepła jest szybsze ze względu na powierzchnię tłoka. Podwyższona temperatura powoduje wzrost wydajności tłoczenia nasion, ale obniża odporność termoutleniającą olejów (Kowalski i in. 1993). Przypuszcza się, że lokalne przegrzania nasion podczas tłoczenia mogą wpłynąć nie tylko na trwałość olejów, ale również na zmianę substancji niezmydlających. Otrzymane oleje różniły się zawartością lipidów neutralnych i polarnych. W oleju wiesiołkowym występowało więcej acylogliceroli neutralnych aniżeli w ogórecznikowym, natomiast oleje ogórecznikowe zawierały więcej lipidów polarnych (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ sposobu otrzymania olejów na wybrane komponenty lipidowe [%]
Effect of the method of oil production on selected lipid components

Wyróżniki <i>Parameter</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>	
	W	O	W	O	W	O
Acyloglicerole neutralne <i>Neutral acylglycerols</i>	96,4±9,0	94,0±7,9	95,9±8,6	94,1±9,5	96,0±9,0	94,4±8,9
Lipidy polarne <i>Polar lipids</i>	1,5±0,15	3,5±0,08	2,0±0,13	3,5±0,20	2,5±0,30	3,9±0,19
Sterole i estry steroli <i>Sterols and sterol esters</i>	1,5±0,07	1,6±0,08	1,3±0,10	1,5±0,2	1,0±0,11	1,0±0,17
Węglowodory <i>Hydrocarbons</i>	0,8±0,05	0,7±0,02	0,9±0,03	0,7±0,01	0,5±0,06	0,7±0,05

Wynik stanowi średnia wyliczona z 6 próbek — *The result is a mean for 6 replications*
W — wiesiołek — *Evening primrose*, O — Ogórecznik — *Borage seeds*

Porównując właściwości olejów otrzymanych w wyniku tłoczenia nasion ogórecznika i wiesiołka oraz olejów uzyskanych poprzez ekstrakcję heksanem ustalono, że podstawowe cechy fizykochemiczne charakteryzujące oleje „dziewicze” są zbliżone i nie przekraczają wartości dopuszczalnych podanych w wymaganiach Polskiej Normy dla olejów farmaceutycznych. Natomiast w olejach ekstrahowanych przy użyciu heksanu stwierdzono wyższe wartości w porównaniu z normą, w wielkości liczby kwasowej i nadtlenkowej. Jednocześnie nie zauważono, aby metoda tłoczenia w sposób istotny wpłynęła na wartość ocenianych wyróżników fizykochemicznych (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ sposobu otrzymania olejów na wybrane wyróżniki fizykochemiczne
Effect of the method of oil production on selected physicochemical parameters

Wyróżniki Parameter	Sposób otrzymania oleju — <i>Method of oil production</i>					
	prasa hydrauliczna <i>hydraulic press</i>		prasa ślimakowa <i>expeller</i>		ekstrakcja <i>extraction</i>	
	W	O	W	O	W	O
Współczynnik refrakcji <i>Index of refraction N_D^{20}</i>	1,481	1,480	1,481	1,480	1,480	1,480
Gęstość [g/cm ³] — <i>Density</i>	0,931	0,931	0,931	0,932	0,928	0,930
Liczba kwasowa — <i>Acid value</i> [mg KOH/g oil]	1,0	1,2	1,5	2,0	7,1	3,9
Liczba nadtlenkowa <i>Peroxide value [milimole O/kg]</i>	1,3	1,0	1,5	2,0	2,9	5,1
Liczba jodowa — <i>Iodine value</i> [g J ₂ /100 g oleju]	159	155	159	155	158	157
Liczba zmydlania <i>Saponification number</i> [mg KOH/g oleju]	206	209	206	209	210	210
Barwa oleju — <i>Color</i> ($A_{442}+A_{668}$) $\times 1000$	310	598	350	600	238	511

W — wiesiołek — *Evening primrose*, O — Ogórecznik — *Borage seeds*

Niewiadomski (1993) i Stołyhwo (1992, 1995) podają, że głównymi składnikami substancji niezmydlających olejów roślinnych są: sterole wolne i zestryfikowane, alkohole tłuszczowe oraz węglowodory parafinowe i oleinowe. Spośród wymienionych grup związków chemicznych dominującą pozycję stanowią sterole wolne i zestryfikowane oraz węglowodory. Stołyhwo (1992) stwierdza, że dominującym sterolem w oleju wiesiołkowym jest sitosterol.

W badanych olejach poddanych tłoczeniu udział substancji niezmydlających stanowił od 0,72±0,04% do 0,80±0,05%, a w ekstrahowanym wiesiołkowym i ogórecznikowym odpowiednio od 0,87±0,06% do 0,94±0,05% (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ sposobu otrzymania olejów wiesiołka i ogórecznika na wybrane substancje rozpuszczalne w oleju — *Effect of the method of production of evening primrose and borage oils on selected oil-soluble substances*

Wyróżniki <i>Parameter</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>	
	W	O	W	O	W	O
Substancje niezmydlające <i>Unsaponifiable matter [%]</i>	0,80 ±0,05	0,72 ±0,04	0,80 ±0,05	0,80 ±0,06	0,87 ±0,06	0,94 ±0,05
Karotenoidy — <i>Carotenoids</i> [mg/100 g of oil]	3,89 ±0,04	2,31 ±0,04	3,90 ±0,05	2,50 ±0,02	0,95 ±0,04	0,90 ±0,03
β-karoten — <i>β-carotene</i> [mg/100 g of oil]	śl. tr.	śl. tr.	śl. tr.	śl. tr.	śl. tr.	śl. tr.
Polifenole* — <i>Polyphenols</i> [mg/100 g of oil]	0,53 ±0,01	0,45 ±0,01	0,55 ±0,01	0,50 ±0,03	0,46 ±0,02	0,42 ±0,02
Tokoferole — <i>Tocopherols</i> [mg/100 g of oil]	70,83 ±3,0	147,80±12 ,0	71,26 ±3,0	146,01 ±12,0	81,79 ±5,7	158,47 ±9,6

W — wiesiołek — *Evening primrose*, O — Ogórecznik — *Borage seeds*

* — w przeliczeniu na katechinę; wyniki wyliczono jako średnią z 6 powtórzeń
converted to catechin (the result is a mean for 6 replications)

Naturalną trwałość oleje surowe uzyskują dzięki rozpuszczalnym w tłuszczach substancjom o właściwościach przeciwutleniających, wśród których najczęściej wymienia się: tokoferole, karotenoidy i polifenole. Ustalono, że olej ogórecznikowy zawierał o około 40% mniej karotenoidów i jednocześnie dwukrotnie więcej tokoferoli aniżeli olej wiesiołkowy (tab. 5).

Spośród wielu substancji występujących w olejach roślinnych, tokoferole budzą największe zainteresowanie. Najlepszymi właściwościami przeciwutleniającymi charakteryzują się δ i γ-tokoferol, nieco gorszymi β-tokoferol i najgorszymi α-tokoferol, natomiast aktywność biologiczna poszczególnych tokoferoli maleje w kierunku przeciwnym (Zadernowski i in. 1995). Biorąc pod uwagę fakt, że poszczególne formy tokoferoli charakteryzują się odmiennymi właściwościami przeciwutleniającymi, nie bez znaczenia pozostaje ilościowy i jakościowy skład tokoferoli w bioolejach. Ustalono, że o ile w oleju wiesiołkowym występowały formy α- i γ-tokoferolu, to w przypadku oleju ogórecznikowego δ- i γ-tokoferolu (tab. 5, 6).

Tabela 6

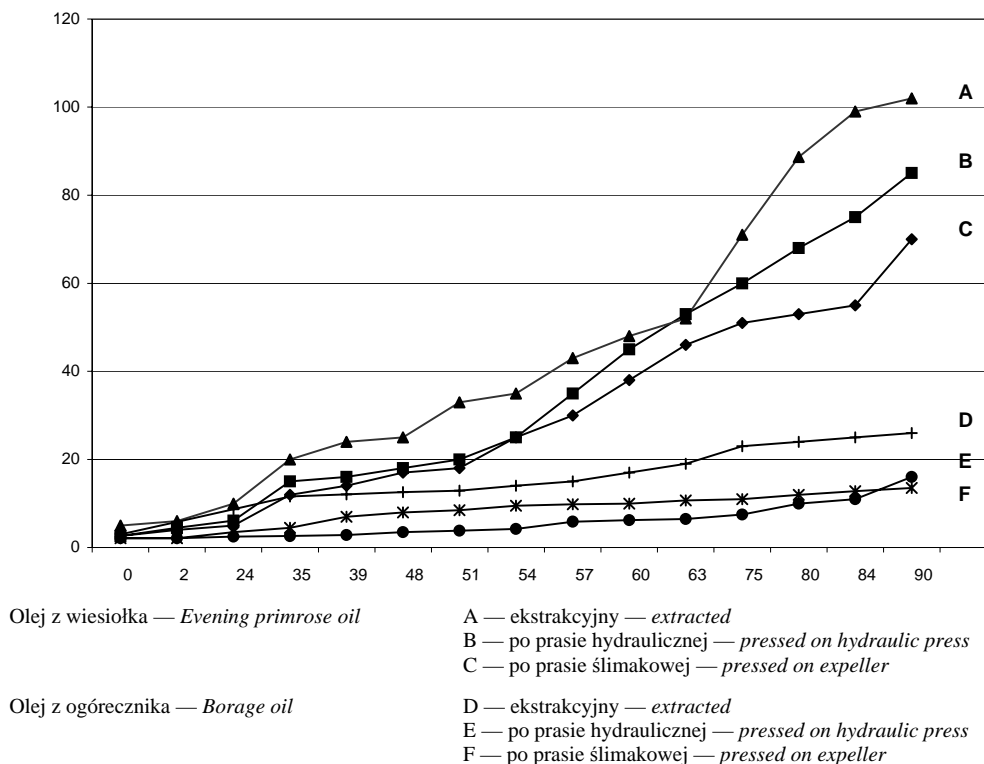
Wpływ sposobu wydobywania oleju z nasion wiesiołka i ogórecznika na zawartość tokoferoli (mg/100 g oleju) — *Effect of the method of production of evening primrose and borage oils on the tocopherols content*

Wyróżniki <i>Parameter</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>	
	W	O	W	O	W	O
α -tokoferol <i>α-tocopherol</i>	19,67±2,6	3,13±0,5	20,00±1,6	3,13±0,5	2,44±0,6	0,36±0,6
γ -tokoferol <i>γ-tocopherol</i>	49,96±1,6	26,69±3,5	49,06±1,6	26,90±3,5	13,00±1,1	17,98±2,6
δ -tokoferol <i>δ-tocopherol</i>	1,20±2,0	117,98±9,6	2,20±2,1	115,98±9,6	66,35±4,9	140,13±12,6
Suma — <i>Total</i>	70,83±3,0	147,80±12,0	71,26±3,0	146,01±12,0	81,79±5,7	158,47±9,6

Wynik stanowi średnia wyliczona z 6 próbek — *The result is a mean for 6 replications*
 W — wiesiołek — *Evening primrose*, O — Ogórecznik — *Borage seeds*

We wszystkich badanych olejach nie stwierdzono obecności β -tokoferolu. Z zestawionych w tabeli danych wynika, że oleje „dziewicze” zawierały więcej α - i γ -tokoferolu, aniżeli oleje ekstrahowane, w których z kolei dominował δ -tokoferol.

Badając oleje tuż po wytłoczeniu ustalono, że liczba nadtlenkowa „dziewiczych” olejów wiesiołkowego i ogórecznikowego tłoczonych na prasie hydraulicznej wynosiła odpowiednio 1,3 i 1,0 milimole O/kg, tłoczonych na prasie ślimakowej 1,5 i 2,0 milimole O/kg, a ekstrahowanych 2,9 i 5,1 milimole O/kg (tab. 3). W ostatnim etapie badań, stosując test termostatowy, szukano odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu metoda uzyskiwania oleju wpływa na jego stabilność termiczną (rys. 1). Z przedstawionych na wykresie danych wynika, że sposób tłoczenia w niewielkim stopniu decydował o przebiegu reakcji utleniania. Znacznie szybszy przebieg procesu utleniania oleju wiesiołkowego w porównaniu z olejem ogórecznikowym jest wynikiem wyższej zawartości kwasów wielonienasyconych, pomimo niższej koncentracji barwników zielonych.



Rys. 1. Wpływ sposobu wydobycia na stabilność oksydacyjną olejów wiesiołka i ogórecznika
Effect of the method of extraction on the oxidative stability of evening primrose and borage oils

Podsumowanie

Przeprowadzone pomiary pozwoliły stwierdzić, że właściwości fizykochemiczne olejów tłoczonych przy użyciu prasy hydraulicznej i ślimakowej nie różniły się istotnie; oleje tłoczone zawierały więcej α -tokoferoli niż oleje ekstrahowane, olej wiesiołkowy był bardziej podatny na utlenianie aniżeli olej ogórecznikowy. W porównaniu z olejami tłoczonymi stabilność oksydacyjna olejów ekstrahowanych była niższa; sposób tłoczenia nie decydował o stabilność olejów.

Literatura

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis the Association of Official Analytical Chemists.
 Clayton T.A., MacMurry T.A., Morrison W.R. 1970. Identification of Wheat Flour Lipids by Thin-Layer Chromatography. *J. Chromatog.* 47: 277.

- Chimi H., Cillard J. 1994. Autooxidation de l'huile d' argan *Argania Spinosa* L. du Maroc. Sciences de Aliments 14 (1): 35-41.
- Drozdowski B., Niewiadomski H. 1970. The relationship between the acid composition of rapeseed oil glycerides and phospholipids. Zeszyty Prob. Post. Nauk Rol. 91: 101.
- Hudson B.J.F. 1984. Evening primrose (*Oenothera* Spp.) oil and seed. JAOCS 61(3): 540-543.
- Ivanow S.A., Bitchera P.I., Konova B.T. 1972. Methode de Determination Chromatographique et Colorimetrique. Des Phytosterols dans les Huiles Vegetales et les Concentres Sterolignes. Rev. Franc. Corps Gras. 19: 177.
- Kowalski B., Pieńkowska H., Zadernowski R. 1993. Characterization of lipids from vegetable bio-oils. Thermokinetic evaluation of oxidative stabilities of some vegetable oils. Pol. J. Food Nutr. Sci. 2/43 (4): 61-68.
- Lamer-Zarawska E. 1995. Olej wiesiołkowy w profilaktyce, terapii i kosmetyce. II Sympozjum „Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii”, Łódź, 6-7 października: 35-51.
- Niewiadomski H. 1993. Technologia tłuszczów jadalnych. WNT, Warszawa.
- Rutkowska U. 1981. Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej olejów. PZWL. Warszawa.
- Rutkowski A., Krygier K. 1979. Technologia i analiza tłuszczów jadalnych. Skrypt SGGW AR Warszawa
- Stołyhwo A. 1992. Technologia pozyskiwania i główne składniki oleju z nasion wiesiołka dziwnego (*Oenothera paradoxa* H.). I Sympozjum „Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii”, Łódź, 9-10 października: 9-22.
- Stołyhwo A. 1995. Wybrane analityczne kryteria oceny jakości oleju „dziewiczego” z nasion wiesiołka *Oenothera paradoxa* H. II Sympozjum „Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii”, Łódź, 6-7 października: 13-21.
- Whipkey A., Simon J.E., Janick J. 1988. In vivo and in vitro lipid accumulation in *Borago Officinalis* L. JAOCS 65, 6: 979-984.
- Zadernowski R., Markiewicz K., Sobieski G. 1995. Zmiany zawartości tokoferoli w procesie otrzymywania i rafinacji oleju rzepakowego. Rośliny Oleiste XVI (2): 283-288.
- Zadernowski R., Polakowska-Nowak H., Lossow B. 1995. Naturalne przeciwutleniacze tłuszczu w nasionach wybranych gatunków roślin. Acta Acad. Agr. Tech. 27 (478): 107-118.
- Zadernowski R., Polakowska-Nowak H., Abdul Aleem Rashed. 1997. Technologia produkcji a wartość dietetyczna olejów i bioolejów roślinnych. Materiały z Konferencji Naukowo-Promocyjnej „Lepsza Żywność”, Olsztyn.
- Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J. 1991. Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa, 103-110.
- Ziemiański Ś. 1998. Fizjologiczna rola kwasów tłuszczowych n-6 i n-3 w ustroju człowieka, ze szczególnym uwzględnieniem profilaktyki cywilizacyjnych chorób metabolicznych. III Sympozjum „Olej z nasion wiesiołka i inne oleje zawierające kwasy n-6 i n-3 w profilaktyce i terapii”. Sulejów 15-16 maja: 11-20.