

Ryszard Zadernowski, Wojciech Budzyński*, Halina Nowak-Polakowska
Abdul Aleem Rashed, Krzysztof Jankowski
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, *Katedra Produkcji Roślinnej

Wpływ nawożenia na skład frakcji lipidowej nasion Inianki (*Camelina sativa* L. Cr.) i katrau (*Crambe abissinica* Hochst.)

Effect of fertilisation on the composition of lipids from false flax
(*Camelina sativa* L. Cr.) and crambe (*Crambe abissinica* Hochst.)

Słowa kluczowe: *Camelina sativa*, *Crambe abissinica*, nawożenie, właściwości fizykochemiczne, lipidy, kwasy tłuszczowe

Key words: *Camelina sativa*, *Crambe abissinica*, fertilisation, physicochemical properties, lipids, fatty acids

Celem niniejszej pracy było ustalenie w jakim stopniu zmienne warunki nawożenia wpływają na plon i wartość technologiczną nasion, a szczególnie właściwości fizykochemiczne oleju. Materiał badawczy stanowiły nasiona pochodzące z plantacji ART w Olsztynie, na której stosowano przedsięwzięte nawożenie siarką i magnezem oraz pogłównie nawożenie azotem. Otrzymane nasiona oceniono pod względem fizycznym (waga tysiąca nasion, barwa i dojrzałość nasion). Dodatkowo oznaczono ilość tłuszczu. Olej z nasion ekstrahowano heksanem w ekstraktorze Soxhleta i analizowano pod względem właściwości fizykochemicznych. Określono skład kwasów tłuszczowych, współczynnik refrakcji, liczbę kwasową i nadtlenkową. Wszystkie analizy wykonano zgodnie z metodami opisanymi w Polskich Normach. Szczegółowa ocena chemiczna oleju jest podstawą do określenia warunków technologicznych dalszego przerobu, np. rafinacji lub chemurgii. Zawartość tłuszczu w nasionach Inianki mieściła się w przedziale 35–42%, a katrau 30–42%. Jakościowy skład kwasów tłuszczowych oleju z nasion obu roślin był typowy. W oleju katrau dominował kwas

The research was aimed at determining, to what degree variable fertilisation conditions decide about yield and technological value of seeds. Special attention was directed to physicochemical properties of the obtained oil. Seeds received from the experimental plants of the University of Agriculture and Technology in Olsztyn constituted the studied material. During cultivation sulphur and magnesium fertiliser was applied at pre-sowing, nitrogen fertiliser was applied as top-dressing. Physical features of the obtained seeds were evaluated. Additionally, fat content in seeds was determined. Seed oil was extracted using hexane in Soxhlet extractor. The physicochemical properties of obtained oil were analysed. Composition of the fatty acids, coefficient of refraction, acid and peroxide values were determined according to the methods described in Polish Standards. Detailed chemical evaluation of oil is the basis for determining technological conditions for future processing of crude oil, for example refining or chemurgy. Fat content ranged between 35–40% in the seeds of false flax and between 30–42% in the seeds of *Crambe abissinica*. The qualitative

erukowy, a w oleju lnianki linolenowy. Na podstawie otrzymanych wyników ustalono, że warunki nawożenia decydują o jakości nasion, wydajności oleju i ilościowym składzie kwasów tłuszczowych

fatty acids composition of oil obtained from both plants was typical. In *Crambe abyssinica* oil the erucic acid was dominant, whereas in false flax oil the linolenic acid was dominant. It was confirmed, on the basis of obtained results, that fertilisation conditions decide about seed quality, yield of oil and fatty acids composition.

Wstęp

Wynikiem szybkiego rozwoju chemizacji rolnictwa mogą być zmiany zawartości i wzajemnej proporcji poszczególnych składników w częściach morfologicznych roślin (nasion, łodyg, liści). Na przykład, obok wielu czynników środowiskowych, o składzie chemicznym nasion decydują przede wszystkim pierwiastki pobierane przez rośliny ze środowiska. Katran abisyński (*Crambe abyssinica* Hochst.) i lnianka (*Camelina sativa* L. Cr.), podobnie jak rzepak, należy do rodziny roślin krzyżowych (*Cruciferae*) i są to rośliny o podobnych wymaganiach agrotechnicznych, dlatego często uprawiane są jako rośliny alternatywne (Muśnicki i in. 1997). Rośliny te mają większe wymagania pokarmowe aniżeli inne rośliny oleiste (Demiński 1967; Muśnicki i in. 1997; Kulig 1997).

Nasiona obu roślin mogą być wykorzystywane do produkcji olejów: spożywczego (olej lnianki) i technicznego (olej lnianki i katranu), jako oleje lakiernicze lub alternatywne źródła odnawialnej energii.

Celem niniejszej pracy było ustalenie w jakim stopniu zmienne warunki nawożenia oddziałują na jakość i ilość lipidów. Szczególną uwagę zwrócono na właściwości fizykochemiczne oleju. Ocena fizykochemiczna oleju jest podstawą do określenia warunków dalszego przerobu, np. rafinacji lub chemurgii.

Organizacja badań, materiał i metody

Doświadczenia polowe z lnianką jarą i katranem abisyńskim realizowano w latach 1997–1998 na polach ZP-D w Bałcynach. Doświadczenia założono metodą podbloków równoważnych w 3 powtórzeniach, według następującego schematu:

Czynnik I rzędu: sposób nawożenia przedsiewnego: (1) siarka w dawce 25 kg/ha; (2) magnez w dawce 5 kg/ha. Poziom przedsiewnego nawożenia azotem, fosforem i potasem był stały w doświadczeniu (40 kg N, 30 kg P₂O₅, 55 kg K₂O). Siarkę i magnez stosowano w postaci nawozów wieloskładnikowych (NPKS lub NPKMg).

Czynnik II rzędu: sposób pogłównego nawożenia azotem:

- (a) kontrolna — bez azotu;
- (b) 20 kg N/ha (mocznik – forma stała);

(c) 40 kg N/ha (mocznik – forma stała);

(d) 35 kg N/ha (mocznik – forma stała) + 5 kg N (wodny roztwór mocznika).

Pogłównie nawożenie azotem w formie mocznika stosowano na początku pąkowania roślin, zaś wodny roztwór mocznika (5%) aplikowano dolistnie w pełni pąkowania.

W otrzymanych nasionach określono zawartość oleju metodą opisaną w Polskiej Normie (PN – 73/A-82111). Olej z nasion ekstrahowano heksanem w ekstraktorze Soxhleta, a następnie analizowano pod względem właściwości fizykochemicznych. Określono: współczynnik refrakcji, liczbę kwasową i nadtlenkową metodami opisanymi w Polskich Normach (PN-73/A-86920, PN-73/A-86921, PN-73/A-86918). Barwę oleju oznaczano metodą opisaną przez Rutkowskiego i Krygiera (1979). Skład kwasów tłuszczowych wykonano metodą chromatografii gazowej przygotowując estry metylowe metodą podaną przez Zadernowskiego i in. (1989).

Wyniki

O opłacalności uprawy lnianki i katroanu abisyńskiego decyduje przede wszystkim wydajność i jakość tłuszczu oraz skład kwasów tłuszczowych. W badanych nasionach zawartość tłuszczu mieściła się w przedziale, w przypadku lnianki $37,60 \pm 1,90 \div 41,15 \pm 2,56\%$, a katroanu $31,3 \pm 3,65 \div 37,4 \pm 3,0\%$ (tab. 1, 2). Porównując zestawione w tabelach 1 i 2 wyniki można stwierdzić, że zawartość tłuszczu nie była różnicowana sposobem przedsięwzięcia i pogłównego nawożenia. Na podstawie cech fizycznych tłuszczu, takich jak: wysoka liczba kwasowa (lnianki 2,95–5,70 i katroanu 2,75–5,40) oraz wysoki współczynnik barwy oleju (lnianki 221–421 i katroanu 1534–1892) można przepuszczać, że zebrane próby nasion różniły się przede wszystkim dojrzałością.

Jakościowy skład kwasów tłuszczowych oleju był typowy dla obu roślin. W oleju lnianki dominował kwas linolenowy, a w oleju katroanu erukowy. Analizując wyniki zestawione w tabelach 3 i 4 trudno jest jednoznacznie określić w jakim stopniu nawożenie poszczególnymi pierwiastkami wpłynęło na poziom poszczególnych kwasów tłuszczowych w oleju lnianki i katroanu abisyńskiego. Na podstawie wyników średnich i wartości rozrzutu (odchylenie średnie) można stwierdzić, że zmiany w sposobie nawożenia nie wpłynęły istotnie na ilościowy i jakościowy skład kwasów tłuszczowych. Przyczyną tego może być fakt, że rośliny niezależnie od obszaru ekologicznego wytwarzają specyficzny skład kwasów tłuszczowych, których synteza podczas rozwoju i dojrzewania nasion determinowana jest genetycznie. Czynniki agrotechniczne i warunki klimatyczne w niewielkim stopniu decydują o różnicach ilościowych i jakościowych w składzie kwasów tłuszczowych. W prezentowanej pracy wpływ badanych czynników (spo-

sobu przedsiewnego i pogłównego nawożenia) na jakość kwasów tłuszczowych analizowano poprzez wzajemną relację pomiędzy kwasami tłuszczowymi nasyconymi, a kwasami jednonienasyconymi i wielonienasyconymi. W oleju lnianki stosunek kwasów jednonienasyconych do wielonienasyconych był zbliżony do jedności. Jedynie w przypadku oleju z nasion pochodzących z doświadczenia, w którym stosowano zwiększone nawożenie pogłówne azotem (35 N + 5 N) ilość kwasów nienasyconych była większa od ilości kwasów jednonienasyconych (10%), przy jednoczesnym obniżeniu ilości kwasów nasyconych.

Tabela 1

Wpływ nawożenia na podstawowe cechy fizykochemiczne oleju lnianki (w latach 1997 i 1998)
Effect of fertilisation on basic physicochemical properties of false flax oil (in the years 1997 and 1998)

Nawożenie przedsiewne <i>Pre-sowing fertilisation</i>	Azot N – 40, fosfor P – 30 potas K – 55, siarka S – 25 kg/ha			
Pogłówne — <i>Top-dressing</i> [kg N/ha]	N – 0	N – 20	N – 35 + 5	N – 40
Cecha — <i>Trait</i>	Obiekt (numer) — <i>Objects (number)</i>			
	L I	L II	L III	L IV
Tłuszcz — <i>Oil</i> [%]	41,15 ± 2,56	37,70 ± 3,50	40,10 ± 2,00	39,30 ± 2,96
Liczba nadtlenkowa <i>Peroxide value</i>	1,2	1,29	1,33	1,41
Liczba kwasowa — <i>Acid value</i>	2,95	4,25	5,7	5,3
Barwa — <i>Colour</i>	221	326	262	363
Gęstość — <i>Density</i>	0,9140	0,9140	0,9140	0,9140
Współczynnik refrakcji <i>Light refraction coefficient</i>	1,477	1,4765	1,4775	1,4765
Nawożenie przedsiewne <i>Pre-sowing fertilisation</i>	Azot N – 40, fosfor P – 30 potas K – 55, magnez Mg – 5 kg/ha			
Pogłówne — <i>top-dressing</i> [kg N/ha]	N – 0	N – 20	N – 35 + 5	N – 40
Cecha — <i>Trait</i>	L V	L VI	L VII	L VIII
Tłuszcz — <i>Oil</i> [%]	38,45 ± 1,76	40,95 ± 4,56	40,00 ± 3,78	37,6 ± 1,90
Liczba nadtlenkowa <i>Peroxide value</i>	1,49	1,27	1,12	1,56
Liczba kwasowa — <i>Acid value</i>	5,2	4,25	4,8	4,95
Barwa — <i>Colour</i>	387	248	229	439
Gęstość — <i>Density</i>	0,9140	0,9140	0,9140	0,9140
Współczynnik refrakcji <i>Light refraction coefficient</i>	1,478	1,478	1,478	1,4785

Tabela 2

Wpływ nawożenia na podstawowe cechy fizykochemiczne oleju katranu abisyńskiego (w latach 1997 i 1998) — *Effect of fertilisation on basic physicochemical properties of crambe oil (in the years 1997 and 1998)*

Nawożenie przedsiewne <i>Pre-sowing</i>	Azot N – 40, fosfor P – 30 potas K – 55, siarka S – 25 kg/ha			
Pogłównie — <i>booting</i> [kg N/ha]	N – 0	N – 20	N – 35 + 5	N – 40
Cecha — <i>Trait</i>	Obiekt (numer) — <i>Objects (number)</i>			
	K I	K II	K III	K IV
Tłuszcz — <i>Oil</i> [%]	31,3 ± 3,65	36,05 ± 2,50	35,75 ± 1,00	31,5 ± 2,65
Liczba nadtlenkowa <i>Peroxide value</i>	1,39	3,41	4,1	2,02
Liczba kwasowa — <i>Acid value</i>	5,4	4,95	2,9	4,05
Barwa — <i>Colour</i>	1553	1644	2117	1534
Gęstość — <i>Density</i>	0,9083	0,9083	0,9083	0,9083
Współczynnik refrakcji <i>Light refraction coefficient</i>	1,468	1,469	1,469	1,468
Nawożenie przedsiewne <i>Pre-sowing fertilisation</i>	Azot N – 40, fosfor P – 30 potas K – 55, magnez Mg – 5 kg/ha			
Pogłównie — <i>Top-dressing</i> [kg N/ha]	N – 0	N – 20	N – 35 + 5	N – 40
Cecha — <i>Trait</i>	Obiekt (numer) — <i>Objects (number)</i>			
	K V	K VI	K VII	K VIII
Tłuszcz — <i>Oil</i> [%]	37,4 ± 3,00	36,00 ± 2,00	35,2 ± 1,65	32,4 ± 1,60
Liczba nadtlenkowa <i>Peroxide value</i>	1,53	4,37	2,49	4,09
Liczba kwasowa — <i>Acid value</i>	3,35	3,45	2,75	3,5
Barwa — <i>Colour</i>	1589	1585	1787	1892
Gęstość — <i>Density</i>	0,9083	0,9083	0,9083	0,9083
Współczynnik refrakcji <i>Light refraction coefficient</i>	1,468	1,467	1,468	1,469

Tabela 3

Wpływ nawożenia na kwasy tłuszczowe oleju lnianki (w latach 1997 i 1998)

Effect of fertilisation on the fatty acids of false flax oil (in the years 1997, 1998)

Nawożenie przedsiewne <i>Pre-sowing fertilisation</i>	Azot N – 40, fosfor P – 30, potas K – 55, siarka S – 25 kg/ha			
Pogłównie <i>Top-dressing</i> [kg N/ha]	N – 0	N – 20	N – 35 + 5	N – 40
	L I	L II	L III	L IV
C14:0	0,06 ± 0,05	0,08 ± 0,05	0,10 ± 0,09	0,22 ± 0,02
C16:0	7,80 ± 1,32	8,7 ± 2,00	9,30 ± 2,00	7,90 ± 2,43
C16:1	0,10 ± 0,02	1,0 ± 0,09	0,75 ± 0,09	0,60 ± 0,07
C18:0	3,70 ± 0,99	4,35 ± 0,95	4,85 ± 0,87	4,25 ± 0,69
C18:1	18,80 ± 1,99	16,55 ± 0,99	17,20 ± 0,88	14,90 ± 0,95
C18:2	17,35 ± 0,87	16,6 ± 0,79	16,60 ± 1,00	17,20 ± 1,00
C18:3	24,60 ± 2,33	24,1 ± 2,09	24,00 ± 3,10	27,40 ± 3,77
C20:0	2,35 ± 0,11	2,55 ± 0,87	2,60 ± 0,55	2,70 ± 0,39
C20:1	18,20 ± 1,30	19,45 ± 2,11	18,40 ± 0,99	18,40 ± 0,79
C20:2	2,20 ± 0,96	2,10 ± 0,39	1,80 ± 0,36	2,00 ± 0,19
C20:3	1,20 ± 0,09	1,00 ± 0,07	–	1,05 ± 0,19
C22:0	0,30 ± 0,74	0,40 ± 0,22	–	–
C22:1	3,35 ± 0,96	3,85 ± 0,99	2,80 ± 0,54	3,40 ± 0,87
Kwasy nasycone — <i>Saturate</i>	14,21 ± 1,84	16,10 ± 1,78	16,85 ± 1,69	15,07 ± 0,97
Jednonienasycone — <i>Monoenic</i>	40,45 ± 3,00	40,85 ± 2,56	39,15 ± 2,09	37,30 ± 2,79
Wielonienasycone — <i>Polienic</i>	45,35 ± 1,97	43,85 ± 2,79	42,40 ± 1,59	47,60 ± 2,00
Nawożenie przedsiewne <i>Pre-sowing fertilisation</i>	Azot N – 40, fosfor P – 30, potas K – 55, magnez Mg – 5 kg/ha			
Pogłównie <i>Top-dressing</i> [kg N/ha]	N – 0	N – 20	N – 35 + 5	N – 40
	L V	L VI	L VII	L VIII
C14:0	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,01
C16:0	8,50 ± 0,98	9,90 ± 0,99	7,10 ± 1,89	8,00 ± 1,84
C16:1	0,75 ± 0,06	1,00 ± 0,09	0,15 ± 0,05	0,80 ± 0,02
C18:0	4,10 ± 0,30	4,75 ± 0,65	3,85 ± 0,86	4,30 ± 0,45
C18:1	16,20 ± 2,65	15,95 ± 1,87	16,40 ± 1,95	15,05 ± 2,00
C18:2	16,50 ± 1,67	16,15 ± 1,99	17,85 ± 1,76	17,55 ± 2,00
C18:3	24,25 ± 0,79	22,85 ± 1,98	25,00 ± 2,06	27,90 ± 3,00
C20:0	2,65 ± 0,56	3,10 ± 0,73	2,60 ± 0,39	2,60 ± 0,98
C20:1	20,05 ± 2,25	19,80 ± 2,98	20,15 ± 1,87	17,80 ± 1,98
C20:2	2,10 ± 0,15	1,85 ± 0,19	2,20 ± 0,18	1,70 ± 0,25
C20:3	0,80 ± 0,15	0,80 ± 0,05	1,20 ± 0,09	0,90 ± 0,15
C22:0	0,40 ± 0,04	0,40 ± 0,05	0,40 ± 0,05	0,25 ± 0,06
C22:1	3,75 ± 0,78	4,05 ± 0,73	3,15 ± 0,87	3,50 ± 0,65
Kwasy nasycone — <i>Saturate</i>	15,70 ± 2,87	18,21 ± 1,85	14,02 ± 1,44	10,92 ± 2,25
Jednonienasycone — <i>Monoenic</i>	40,75 ± 4,00	40,80 ± 4,01	39,85 ± 2,89	37,15 ± 2,54
Wielonienasycone — <i>Polienic</i>	43,65 ± 2,65	41,65 ± 3,00	46,25 ± 2,87	48,05 ± 1,89

Tabela 4

Wpływ nawożenia na kwasy tłuszczowe oleju katroanu abisyńskiego (w latach 1997 i 1998)
Effect of fertilisation on the fatty acids of crambe oil (in the years 1997 and 1998)

Nawożenie przedsiewne <i>Pre-sowing fertilisation</i>	Azot N – 40, fosfor P – 30, potas K – 55, siarka S – 25 kg/ha			
Pogłównie <i>Top-dressing</i> [kg N/ha]	N – 0	N – 20	N – 35 + 5	N – 40
	K I	K II	K III	K IV
C14:0	0,15 ± 0,02	0,25 ± 0,03	0,09 ± 0,01	0,07 ± 0,03
C16:0	3,20 ± 0,09	2,85 ± 0,21	2,70 ± 0,19	3,00 ± 0,15
C16:1	0,07 ± 0,01	0,50 ± 0,01	0,30 ± 0,07	0,17 ± 0,09
C18:0	0,95 ± 0,08	0,95 ± 0,02	1,30 ± 0,09	0,95 ± 0,10
C18:1	14,90 ± 1,29	14,8 ± 1,75	14,70 ± 2,02	14,70 ± 2,00
C18:2	7,70 ± 0,30	8,65 ± 2,00	9,15 ± 1,98	8,50 ± 1,50
C18:3	3,95 ± 0,45	5,65 ± 0,99	6,05 ± 0,67	4,75 ± 0,75
C20:0	1,05 ± 0,07	1,25 ± 0,07	1,70 ± 0,09	1,15 ± 0,04
C20:1	4,45 ± 0,76	4,85 ± 0,06	4,70 ± 2,20	4,40 ± 0,56
C20:2	–	0,30 ± 0,08	ślad	ślad
C20:3	2,30 ± 0,09	2,10 ± 0,55	1,85 ± 0,41	1,95 ± 0,33
C22:0	60,8 ± 1,96	56,80 ± 2,99	55,65 ± 3,00	60,20 ± 2,50
C22:1	–	0,85 ± 0,13	1,55 ± 0,80	–
Kwasy nasycone — <i>Saturate</i>	7,65 ± 1,00	7,40 ± 0,34	7,64 ± 0,32	7,20 ± 0,05
Jednonienasycone — <i>Monoenic</i>	80,22 ± 1,50	76,95 ± 3,70	75,35 ± 3,21	79,47 ± 2,10
Wielonienasycone — <i>Polienic</i>	11,65 ± 1,90	15,45 ± 1,98	16,73 ± 0,61	13,25 ± 1,00
Nawożenie przedsiewne <i>Pre-sowing fertilisation</i>	Azot N – 40, fosfor P – 30 potas K – 55, magnez Mg – 5 kg/ha			
Pogłównie <i>Top-dressing</i> [kg N/ha]	N – 0	N – 20	N – 35 + 5	N – 40
	K V	K VI	K VII	K VIII
C14:0	0,08 ± 0,03	0,09 ± 0,06	0,19 ± 0,02	0,09 ± 0,05
C16:0	2,95 ± 0,25	3,00 ± 0,30	3,1 ± 0,30	2,75 ± 0,26
C16:1	0,25 ± 0,06	0,50 ± 0,07	0,6 ± 0,07	0,40 ± 0,05
C18:0	1,0 ± 0,06	0,90 ± 0,04	0,95 ± 0,10	0,95 ± 0,99
C18:1	15,15 ± 2,00	14,70 ± 1,76	14,55 ± 2,78	14,85 ± 2,00
C18:2	9,05 ± 1,90	9,15 ± 1,78	9,85 ± 2,00	8,30 ± 2,00
C18:3	4,30 ± 0,90	5,55 ± 0,98	1,80 ± 1,00	4,55 ± 0,65
C20:0	1,25 ± 0,07	1,00 ± 0,07	1,00 ± 0,09	1,05 ± 0,88
C20:1	5,05 ± 0,87	4,05 ± 1,10	4,20 ± 1,09	4,45 ± 1,99
C20:2	0,20 ± 0,08	0,20 ± 0,07	ślad	0,20 ± 0,01
C20:3	2,2 ± 0,07	2,10 ± 0,08	2,25 ± 0,06	2,00 ± 0,71
C22:0	58,2 ± 1,99	57,6 ± 2,50	57,9 ± 1,00	59,55 ± 2,56
C22:1	0,70 ± 0,00	0,90 ± 0,03	0,70 ± 0,07	0,85 ± 0,07
Kwasy nasycone — <i>Saturate</i>	7,48 ± 2,09	7,90 ± 2,02	7,74 ± 1,78	6,84 ± 0,98
Jednonienasycone — <i>Monoenic</i>	78,65 ± 1,95	76,85 ± 2,99	77,25 ± 2,66	79,25 ± 1,87
Wielonienasycone — <i>Polienic</i>	13,55 ± 1,00	15,80 ± 2,07	15,35 ± 0,99	13,90 ± 0,69

W oleju z nasion katranu dominującymi kwasami tłuszczowymi są kwasy jednonienasycone, których poziom kształtował się w przedziale od $75,35 \pm 3,21$ do $80,22 \pm 1,50\%$. O tak wysokim poziomie powyższych kwasów decydował około 60% udział kwasu erukowego. Ilość kwasów wielonienasyconych mieściła się w przedziale od $11,65 \pm 1,19$ do $16,73 \pm 3,21\%$.

Warunki nawożenia decydują o jakości oleju, wydajności oleju i ilościowym składzie kwasów tłuszczowych. W oparciu o otrzymane wyniki trudno jest definitywnie ustalić w jakim stopniu powyższe wartości były wynikiem nawożenia a w jakim warunków klimatycznych panujących w danym roku uprawy.

Literatura

- Dembiński F. 1967. Rośliny oleiste. PWRiL, Warszawa.
- Kulig B. 1997. Wpływ ilości wysiewu oraz nawożenia azotem na plonowanie katranu abisyńskiego. *Rośliny Oleiste* XVIII, (1): 235-242.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1997a. Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. *Rośliny Oleiste*, XVIII (2): 269-278.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Jodłowski M. 1997b. Reakcja Inianki ozimej (*Camelina sativa* L.Cr.) na termin siewu i wiosenne nawożenie azotem. *Rośliny Oleiste*, XVIII (2): 261-268.
- Rutkowski A., Krygier K. 1979. Technologia i analiza tłuszczów jadalnych. Wyd. AR-SGGW, Warszawa.
- Zadernowski R., Nowak H., Lossow B., Pierzynowska-Korniak G. 1989. Szybka metoda przygotowania prób nasion oleistych do oznaczania kwasów tłuszczowych metodą GLC. *Tłuszcze Jadalne*, XXVII (4): 31-36.