

## WPŁYW ZASTOSOWANEJ METODY SUSZENIA ORAZ PRZECHOWYWANIA NA SKŁAD KWAŚÓW TŁUSZCZOWYCH W NASIONACH RZEPAKU

Marzena Gawrysiak-Witulska, Magdalena Rudzińska

*Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Akademia Rolnicza w Poznaniu*

**Streszczenie.** Celem niniejszej pracy było określenie wpływu zastosowanej metody suszenia na skład kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku po zbiorze oraz po rocznym przechowywaniu. Rzepak zebrany z pola suszono 2 metodami: nisko i wysokotemperaturową w zakresie temperatur od 60°C do 120°C. Próby nasion po wysuszeniu do około 6% przechowywano przez rok w temperaturze 20±1°C. Uzyskane wyniki wskazują na to, że suszenie metodą niskotemperaturową na równi z wysokotemperaturową pozwala na zachowanie w nasionach rzepaku korzystnych proporcji kwasów wielonienasyconych.

**Słowa kluczowe:** suszenie niskotemperaturowe, wysokotemperaturowe, późniwna konserwacja, rzepak, kwasy tłuszczowe

### Wprowadzenie

Nasiona rzepaku są w Polsce podstawowym surowcem do produkcji oleju jadalnego. Z uwagi na dobre przystosowanie do polskich warunków agroklimatycznych, może on być uprawiany na szeroką skalę [Muśnicki i in. 1999; Wielebski i in. 2002]. Rzepak jest rośliną oleistą o charakterystycznym składzie kwasów tłuszczowych i dużej zawartości naturalnych przeciwutleniaczy [Rajalakshami i Narasimahan 1995; Rudzińska i in. 2003]. Skład kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku może być uzależniony od odmiany oraz terminu zbioru nasion [Jackowska i Tys 2006; Murawa i in. 2000], przebiegu pogody oraz w niewielkim stopniu od nawożenia azotem [Kotecki i in. 2001]. Wartość odżywcza olejów otrzymanych z nasion rzepaku zależy od składu kwasów tłuszczowych, w szczególności udziału kwasów polienowych zaliczanych do niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNTK). Dzięki wyeliminowaniu na drodze genetycznej niepożądanego kwasu erukowego, skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego uległ bardzo korzystnym zmianom. Nastąpiło znaczne zwiększenie kwasu oleinowego, pożądanego ze względów dietetycznych. Nasiona rzepaku powinny cechować się odpowiednią trwałością, gdyż po zbiorze są przechowywane do momentu wykorzystania ich do produkcji. Wielokrotne obserwacje wykazały, że w polskich warunkach klimatycznych 80-90% zebranego rzepaku wymaga oczyszczenia i dosuszania [Rybacki i in. 2001]. O wartości skupowanego surowca decyduje w znacznym stopniu technologia suszenia i przechowywania [Praca zbiorowa 2002]. Podczas magazynowania lipidy nasion ulegają niekorzystnym procesom chemicznym i biochemicznym. Zakres tych przemian uwarunkowany jest przede wszystkim obec-

nością wody. Suszenie rzepaku można prowadzić tradycyjną metodą wysokotemperaturową. Jednak zła kondycja finansowa przedsiębiorstw rolniczych powoduje, że do suszenia nasion rzepaku używane są często suszarnie stare i nie spełniające wymogów techniczno – eksploatacyjnych. W czasie suszenia nasion w zależności od zastosowanych zakresów temperatur następują bardzo istotne zmiany w kompleksie białkowo-tłuszczowo-węglowodanowym [Krasucki i in. 2002].

Przeprowadzone badania wskazują, że przyszłościową technologią konserwacji pozbiorowej rzepaku może być niskotemperaturowe suszenie nasion w grubej nieruchomej warstwie [Tys i Rybacki 2001]. Badania w omawianym temacie w polskich warunkach klimatycznych rozpoczęli Gawrysiak – Witulska i in. [2005].

## **Cel i zakres pracy**

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu zastosowania metody suszenia, jak również 12 miesięcznego przechowywania, na skład kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku. Rzepak po zbiorze suszono stosując dwie metody: nisko i wysokotemperaturową. Wyniki stanowiły bazę do potwierdzenia założenia badawczego, że suszenie niskotemperaturowe na równi z powszechnie stosowaną metodą wysokotemperaturową, może być skuteczną metodą konserwacji polskich odmian rzepaku w klimacie Polski.

## **Materiał i procedury badawcze**

Surowcem badawczym były świeżo zebrane z pola nasiona dwóch odmian rzepaku *Lisek* i *Kronos* z terenu województwa wielkopolskiego. Odmiana *Lisek* została sprowadzona z dwóch niezależnych gospodarstw rolnych. Rzepak przed doświadczeniem nawilżano do wilgotności ok. 13%. Niskotemperaturowe procesy suszenia nasion rzepaku w grubej nieruchomej warstwie prowadzono w specjalnie zaprojektowanym i zbudowanym stanowisku badawczym [Gawrysiak-Witulska, Ryniecki 2001]. Rzepak suszono w warstwie o łącznej grubości 1,2 m. Pozorna liniowa prędkość przepływu powietrza przez suszoną warstwę rzepaku wynosiła  $0,14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Wilgotność względna i temperatura powietrza zasysanego przez wentylator zmieniały się w sposób przypadkowy tak, jak w typowym procesie suszenia niskotemperaturowego (wentylator zasysał zewnętrzne powietrze atmosferyczne). Suszenie prowadzono do uzyskania w górnej warstwie wilgotności 6%. Wilgotność względna powietrza atmosferycznego w okresie prowadzenia doświadczeń wahała się od 26 do 70% natomiast temperatura od 13 do 32°C. W celu oznaczenia składu kwasów tłuszczowych pobrano próby z warstwy nasion na poziomie 0,2 i 1,2 m. W każdym doświadczeniu warstwa nasion na poziomie 0,2 m osiągała wilgotność 6% w czasie krótszym niż 8 godzin. Czas trwania doświadczeń wynosił od 48 do 56 godzin. Procesy suszenia wysokotemperaturowego prowadzono w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 60, 80, 100 i 120°C. Rzepak suszono w cienkiej warstwie o grubości ok. 0,005 m. Suszenie prowadzono do uzyskania przez nasiona wilgotności 6%. Czas suszenia wynosił od 8 do 10 min dla temperatury 120°C, 12 do 14 min dla temperatury 100°C, 17 do 20 min dla temperatury 80°C oraz 35 do 40 min dla temperatury 60°C. Próby nasion po wysuszeniu do około 6% przechowywano przez rok w temperaturze  $20\pm 1^\circ\text{C}$ .

## Metody

O przydatności technologicznej nasion rzepaku dla przemysłu tłuszczowego decyduje m.in. skład procentowy kwasów tłuszczowych. Skład kwasów tłuszczowych oznaczono metodą chromatografii gazowej z detektorem FID w temperaturze programowanej: temp. początkowa 60°C, wzrost 12°C·min<sup>-1</sup> do 200°C, 25min w 200°C [Wąsowicz 1984]. Identyfikacji kwasów tłuszczowych dokonano na podstawie porównania czasów retencji standardów.

Do badań pobrano próby nasion wysuszonych niskotemperaturowo w warstwach na poziomie 0,2 i 1,2 m (na rysunkach oznaczono je odpowiednio NT-2 i NT-12), oraz nasiona wysuszone wysokotemperaturowo. Dla wyodrębnionych prób badania powtórzono po 12 miesiącach przechowywania. Jako próbę odniesienia (ozn. "0") potraktowano nasiona zebrane bezpośrednio z pola nie poddane procesowi suszenia.

## Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono średni procentowy udział kwasów tłuszczowych dla wyodrębnionych do badań prób. Skład kwasów tłuszczowych lipidów wyekstrahowanych z badanych nasion rzepaku był typowy i charakteryzował się najwyższym udziałem kwasu oleinowego 63-64% dla obydwu odmian rzepaku Lisek oraz 61% dla odmiany Kronos. Suma kwasów polienowych C<sub>18:2</sub> i C<sub>18:3</sub> była najwyższa i wynosiła 30,6% dla odmiany Kronos, natomiast dla dwóch prób odmiany Lisek była na podobnym poziomie 26,5-26,9% (rys. 1). We wszystkich badanych próbach nie stwierdzono statystycznie istotnych zmian podczas suszenia nasion zarówno metodą niskotemperaturową, jak i w temperaturach 60-120°C. Badania prowadzone przez Krasickiego i in. [2002] wykazały, że suszenie nasion w temperaturze 80-120°C nie wpłynęło na zmiany zawartości ich podstawowych składników. Istotne zmiany następowały natomiast w temperaturze powyżej 120°C. Zanotowano wzrost kwasu linolowego C<sub>18:2</sub> u wszystkich badanych odmian przy równoczesnym obniżeniu zawartości kwasu oleinowego C<sub>18:1</sub>. Badania prowadzone przez Robak i Gogolewskiego [2000] wykazały zmiany w składzie kwasów tłuszczowych wywołane wysokimi temperaturami. Dotyczyły one głównie kwasów wielonienasyconych, a w szczególności kwasu linolowego, co mogło świadczyć o braku ich stabilności.

Analizując zawartość kwasów tłuszczowych w nasionach przechowywanych przez 12 miesięcy, nie stwierdzono istotnych zmian dotyczących kwasów monoenowych - MFA i polienowych - PFA w obydwu próbach odmiany Lisek, niezależnie od zastosowanej metody suszenia. Zmiany podczas przechowywania zanotowano dla prób rzepaku odmiany Kronos. Przechowywanie spowodowało przyrost kwasów nasyconych i monoenowych niezależnie od zastosowanej metody suszenia. Równocześnie we wszystkich suszonych próbach podczas przechowywania nastąpiły zmiany w udziale kwasów wielonienasyconych z 30,5-26,5%. Przeprowadzone badania wskazują, że zastosowana metoda suszenia

niskotemperaturowego nasion rzepaku, na równi z metodą wysokotemperaturową (w zakresie od 60-120°C) zachowuje prawidłowy skład kwasów tłuszczowych. Zmiany w składzie kwasów tłuszczowych podczas przechowywania przebiegają niezależnie od zastosowanej metody suszenia. Przede wszystkim zależą od odmiany przechowywanego rzepaku. W przeprowadzonym doświadczeniu, suszono nasiona rzepaku w warstwie 1,2 m, w czasie od 48-56 godzin. Zwykle suszenie niskotemperaturowe trwa dłużej tj. od kilku do kilkunastu dni, co wiąże się z dużym ryzykiem pogorszenia jakości nasion. Podczas prowadzenia doświadczeń wystąpiły wyjątkowo korzystne warunki pogodowe dla przebiegu procesu. W celu jednoznacznej odpowiedzi na pytanie „czy suszenie niskotemperaturowe może być skuteczną metodą konserwacji rzepaku w klimacie Polski” należałoby procesy suszenia niskotemperaturowego powtórzyć dla wyższych warstw oraz trudniejszych warunków pogodowych podczas zbiorów.

Tabela 1. Skład procentowy kwasów tłuszczowych w tłuszczu wyekstrahowanym z nasion rzepaku: „0” – nasiona nie poddane suszeniu, NT – nasiona suszone metodą niskotemperaturową, 60°C...120°C – nasiona suszone metodą wysokotemperaturową 1 – nasiona zebrane z pola oraz bezpośrednio po suszeniu, 2 – nasiona przechowywane przez okres 12 miesięcy

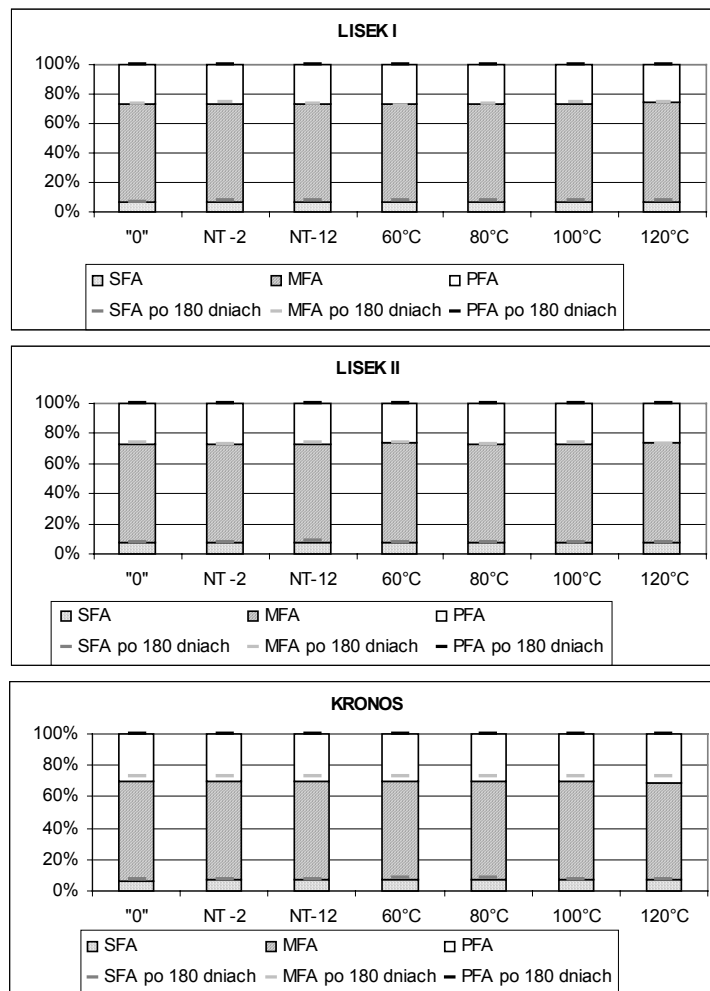
Table 1. Percentage of fatty acids in fat extracted from rape seeds: „0” – seeds not put to drying, NT – seeds dried using low-temperature method, 60°C...120°C – seeds dried using high-temperature method 1 – harvested seeds and seeds directly after drying, 2 – seeds stored for a period of 12 months

Lisek I								
kwas tłuszczowy	Próba	"0"	NT -2	NT-12	60°C	80°C	100°C	120 °C
C <sub>16:0</sub>	1	4,44	4,43	4,41	4,33	4,24	4,32	4,44
	2	4,37	4,28	4,54	4,21	4,34	4,23	4,28
C <sub>16:1</sub>	1	0,22	0,25	0,23	0,23	0,22	0,24	0,23
	2	0,24	0,26	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23
C <sub>18:0</sub>	1	1,74	1,78	1,75	1,67	1,64	1,68	1,76
	2	1,82	2,09	1,82	1,99	1,87	1,94	1,95
C <sub>18:1</sub>	1	62,99	63,21	63,17	62,62	63,39	63,91	63,82
	2	61,90	62,25	61,90	61,57	61,84	63,66	63,24
C <sub>18:2</sub>	1	16,28	16,41	16,63	16,69	16,22	16,11	16,06
	2	16,82	15,73	17,07	16,62	16,35	16,33	16,64
C <sub>18:3</sub>	1	9,80	10,06	9,92	9,39	9,94	9,99	9,82
	2	9,95	9,83	9,80	9,74	9,82	9,76	9,95
C <sub>20:0</sub>	1	0,57	0,58	0,59	0,6	0,6	0,6	0,6
	2	0,70	1,00	0,75	0,87	0,70	0,80	0,72
C <sub>20:1</sub>	1	2,64	2,45	2,4	2,5	1,79	2,03	1,86
	2	2,44	2,25	2,16	2,52	2,70	1,89	1,81
C <sub>22:0</sub>	1	0,29	0,29	0,29	0,33	0,33	0,35	0,32
	2	0,28	0,76	0,34	0,54	0,36	0,37	0,36
C <sub>22:1</sub>	1	0,52	0,54	0,59	0,55	0,52	0,57	0,57
	2	1,33	1,45	1,33	0,77	0,74	1,74	1,62

Wpływ zastosowanej metody...

Lisek II								
kwasy tłuszczowe	Próba	"0"	NT -2	NT-12	60°C	80°C	100°C	120 °C
C <sub>16:0</sub>	1	4,28	4,30	4,19	4,21	4,17	4,23	4,19
	2	4,21	4,09	4,29	4,39	4,44	4,13	4,15
C <sub>16:1</sub>	1	0,23	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24
	2	0,22	0,23	0,24	0,26	0,23	0,24	0,23
C <sub>18:0</sub>	1	1,94	2,12	2,13	2,01	2,07	2,05	1,95
	2	2,09	2,24	2,30	2,26	2,13	2,23	2,09
C <sub>18:1</sub>	1	63,89	63,43	64,10	63,84	63,77	62,97	64,47
	2	63,69	63,06	62,55	63,27	63,13	63,28	63,63
C <sub>18:2</sub>	1	16,99	16,90	16,95	16,75	16,98	16,64	16,66
	2	16,68	16,99	16,67	16,48	17,07	16,21	17,16
C <sub>18:3</sub>	1	9,90	10,02	9,80	9,81	9,90	10,17	9,96
	2	9,71	10,06	9,84	9,94	9,99	10,07	9,83
C <sub>20:0</sub>	1	0,68	0,70	0,72	0,68	0,71	0,67	0,66
	2	0,78	0,80	0,93	1,10	0,73	0,95	0,78
C <sub>20:1</sub>	1	1,58	1,55	1,44	1,52	1,51	1,57	1,40
	2	1,71	1,73	1,88	1,49	1,47	1,60	1,55
C <sub>22:0</sub>	1	0,37	0,36	0,39	0,39	0,38	0,35	0,35
	2	0,40	0,39	0,76	0,35	0,39	0,74	0,41
C <sub>22:1</sub>	1	0,36	0,36	0,36	0,36	0,28	0,30	0,35
	2	0,52	0,35	0,46	0,40	0,37	0,47	0,13

Kronos								
kwasy tłuszczowe	Próba	"0"	NT -2	NT-12	60°C	80°C	100°C	120 °C
C <sub>16:0</sub>	1	4,52	4,48	4,56	4,51	4,70	4,48	4,68
	2	4,12	4,36	4,22	4,23	4,19	4,12	4,25
C <sub>16:1</sub>	1	0,24	0,25	0,24	0,24	0,25	0,22	0,13
	2	0,24	0,22	0,22	0,25	0,23	0,20	0,23
C <sub>18:0</sub>	1	1,52	1,56	1,55	1,58	1,55	1,53	1,49
	2	2,15	2,16	2,22	2,17	2,16	2,20	2,08
C <sub>18:1</sub>	1	61,03	60,89	60,45	61,39	60,48	60,83	60,54
	2	63,39	63,17	63,28	63,09	63,26	63,38	63,49
C <sub>18:2</sub>	1	19,70	19,24	19,52	19,33	19,92	19,70	19,98
	2	16,73	16,89	16,93	16,99	16,98	16,60	16,74
C <sub>18:3</sub>	1	10,88	10,75	10,94	10,60	10,62	10,94	10,79
	2	9,81	9,76	9,99	9,93	9,68	10,02	10,05
C <sub>20:0</sub>	1	0,54	0,56	0,57	0,58	0,58	0,56	0,58
	2	0,82	0,82	0,79	0,78	0,90	0,90	0,84
C <sub>20:1</sub>	1	1,37	1,71	1,52	1,39	1,39	1,38	1,42
	2	1,72	1,75	1,55	1,56	1,61	1,64	1,51
C <sub>22:0</sub>	1	0,17	0,33	0,17	0,35	0,18	0,34	0,36
	2	0,58	0,47	0,46	0,64	0,60	0,54	0,35
C <sub>22:1</sub>	1	0,04	0,23	0,50	0,02	0,35	0,02	0,03
	2	0,38	0,32	0,30	0,30	0,33	0,36	0,41



Rys.1. Zmiany składu procentowego kwasów tłuszczowych po suszeniu i przechowywaniu nasion rzepaku: „0” – nasiona nie poddane suszeniu, NT – nasiona suszone metodą niskotemperaturową, 60°C...120°C – nasiona suszone metodą wysokotemperaturową; SFA – kwasy tłuszczowe nasycone (saturated fatty acids), MFA – jednonienasycone kwasy tłuszczowe (monoenoic fatty acids), PFA – wielonienasycone kwasy tłuszczowe (polienic fatty acids)

Fig. 1. Percentage changes of fatty acids after drying and storage of rape seeds: „0” – seeds not put to drying, NT – seeds dried using low-temperature method, 60°C...120°C – seeds dried using high-temperature method; SFA – saturated fatty acids, MFA – monoenoic fatty acids, PFA – polyenoic fatty acids

## Wnioski

1. Przeprowadzone badania wskazują, że suszenie metodą niskotemperaturową na równi z wysokotemperaturową (w zakresie od 60-120°C) pozwala na zachowanie w nasionach rzepaku korzystnych proporcji kwasów monoenowych i polienowych.
2. Najistotniejsze zmiany dotyczyły składu kwasów tłuszczowych po przechowywaniu w nasionach odmiany Kronos. Przechowywanie spowodowało przyrost kwasów nasyconych i monoenowych niezależnie od zastosowanej metody suszenia oraz zmiany w udziale kwasów wielonienasyconych z 30,5-26,5%.
3. Podjęte badania, wpływu suszenia niskotemperaturowego na skład kwasów tłuszczowych nasion rzepaku, wymagają kontynuacji dla warstw nasion o większej grubości.

## Bibliografia

- Gawrysiak-Witulska M., Ryniecki A.** 2001. Korelacje między parametrami powietrza i ziarna pszenicy w grubej nieruchomej warstwie suszonej metodą niskotemperaturową. *Inżynieria Rolnicza* nr 10(30). s. 135-143.
- Gawrysiak-Witulska M., Ryniecki A., Rudzińska M.** 2005. Wpływ temperatury i techniki suszenia na wybrane wyróżniki jakościowe nasion rzepaku. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 11(71). s. 129-136.
- Jackowska I., Tys J.** 2006. Factors modifying fatty acid composition in rapeseed (cultivar, harvest time). *Electronic Journal of Polish agricultural universities*. Volume 9. Issue 4.
- Kotecki A., Malarz W., Kozak M., Aniolowski K.** 2001. Wpływ nawożenia azotem na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste*. Nr XXII. s. 81- 89.
- Krasucki W., Tys J., Szafran K., Rybacki R., Orlicki Ł.** 2002. Wpływ różnych temperatur suszenia nasion rzepaku na ich skład chemiczny. *Rośliny Oleiste* Nr XXIII. s. 427-438.
- Murawa D., Warmiński K., Pykało I.** 2000. Skład kwasów tłuszczowych oleju z nasion rzepaku jarego w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośliny Oleiste*. Nr XXI. s. 819-825.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B.** 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na plon rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste* Nr XX(2). s. 459-469.
- Praca zbiorowa (red. Ryniecki A. i Szymański P.)** 2002. Dobrze przechowane zboże. MR INFO i Tow. Umiejętności Rolniczych. Poznań. ISBN 83-909784-0-7.
- Rybacki R., Skawiński P., Lampkowski M.** 2001. Stan suszarnictwa nasion rzepaku w rejonie surowcowym Zakładów Tłuszczowych Kruszwica S.A. *Rośliny Oleiste*. Nr XXII. s. 539-549.
- Rajalakshmi D., Narasimhan S.** 1995. Food antioxidants: Sources and methods of evaluation. W: Food antioxidants, ed. Madhavi D.L., Deshpande S.S., Saalunkhe D.K., Marcel Dekker Inc., New York, Basel, Hong Kong. s. 65-158.
- Robak B., Gogolewski M.** 2000. Zmiany fizyko-chemiczne zachodzące w oleju rzepakowym w wysokich temperaturach z uwzględnieniem tworzenia się transizomerów kwasów tłuszczowych. *Rośliny oleiste*. Nr XXI. s. 683-692.
- Rudzińska M., Muśnicki Cz., Wąsowicz E.** 2003. Fitosterole i ich pochodne utlenione w nasionach rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*. Nr XXIV. s. 51-66.
- Rybacki R., Skawiński P., Lampkowski M.** 2001. Stan suszarnictwa nasion rzepaku w rejonie surowcowym Zakładów Tłuszczowych Kruszwica S.A. *Rośliny Oleiste*. Nr XXII. s. 539-549.

- Ryniecki A., Nellist M.E.** 1991. Optimization of control systems for near-ambient grain drying. J. Agric. Engng Res. Nr 48. s. 1-35.
- Tys J. I Rybacki R.** 2001. Rzepak – jakość nasion, procesy zbioru, suszenia, przechowywania. Acta Agrophysica Nr 44, Inst. Agrofizyki PAN. Lublin. 75 s.
- Wielebski F., Wójtowicz M., Horodyjski A.** 2002. Agrotechnika rzepaku ozimego w badaniach Zakładu Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu. Rośliny Oleiste. Nr XXIII. s. 31-52.

## **THE INFLUENCE OF USED DRYING AND STORAGE METHOD ON COMPOSITION OF FATTY ACIDS IN RAPE SEEDS**

**Summary.** The purpose of this work was determining the effect of the applied drying method on composition of fatty acids in rape seeds after harvesting and after one-year storage period. The harvested rape was dried using two methods: low and high-temperature ranging from 60°C to 120°C. Seed samples after drying to approx. 6% were stored for one year at a temperature of 20±1°C. The obtained results indicate that drying using both low-temperature method and high-temperature method allows to maintain in rape seeds beneficial proportions of polyenic acids.

**Key words:** low-temperature drying, high-temperature drying, post-harvest maintenance, rape, fatty acids

**Adres do korespondencji:**

Marzena Gawrysiak-Witulska; e-mail: wima@au.poznan.pl  
Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego  
Akademia Rolnicza w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 28  
60-637 Poznań