

## WARTOŚĆ TECHNOLOGICZNA NASION RÓŻNYCH ODMIAN RZEPAKU OZIMEGO PRZEZNACZONYCH NA BIOPALIWA

*Jerzy Tys<sup>1</sup>, Izabella Jackowska<sup>2</sup>, Roman Rybacki<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin  
e-mail: jtys@ipan.lublin.pl

<sup>2</sup>Katedra Chemii, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 13, 20-290 Lublin

<sup>3</sup>Zakłady Tłuszczowe „Kruszwica” S.A., ul. Niepodległości 42, 88-150 Kruszwica

**Streszczenie.** Przeprowadzone badania wykazały, że poziom zawartości tłuszczu w nasionach nie jest cechą stałą, dla danej odmiany, lecz ulega on zmianie zarówno w czasie dojrzewania jak i po uzyskaniu przez rośliny pełnej dojrzałości. Maksymalna ilość tłuszczu występuje w nasionach w okresie dojrzałości optymalnej, a opóźnienie zbioru pociąga za sobą spadek jego zawartości. Znaczne różnice w składzie kwasów tłuszczowych wskazują, że na ten decydujący o jakości oleju w nasionach rzepaku wskaźnik wpływają głównie czynniki pogodowe (zdecydowanie odmienny przebieg pogody podczas końcowej fazy dojrzewania nasion w 2001 w porównaniu do roku 2002). Drugim bardzo ważnym i istotnym czynnikiem wpływającym na profil kwasów tłuszczowych był termin zbioru. Zbyt wczesny zbiór wpływał zdecydowanie niekorzystnie niezależnie od odmian, jak i lat badań. Badane odmiany wykazały znaczne zróżnicowanie pod względem profilu kwasów tłuszczowych. Skład kwasów tłuszczowych odmiany Kontakt wskazuje, że jej olej może być doskonały zarówno do smażenia, jak i do celów paliwowych (na „biodiesel”). Posiada bowiem w swoim składzie małą ilość kwasów wielonienasyconych oraz dużo jednonienasyconego kwasu oleinowego. Taka sytuacja powinna mobilizować hodowców do prowadzenia badań nad nowymi odmianami w dwu kierunkach:

- Hodowla odmian na cele jadalne – z dużą ilością NNKT (Niezbędnych Nienasyconych Kwasów Tłuszczowych),
- Hodowla odmian ukierunkowanych na biodiesel (z dużą ilością kwasów nasyconych i kwasu oleinowego).

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, odmiana, termin zbioru, tłuszcz, kwasy tłuszczowe

### WSTĘP

Niekonwencjonalne źródła energii, do których możemy zaliczyć między innymi biopaliwa zyskują coraz większe znaczenie. Taki stan rzeczy zawdzięczamy ciąglemu wzrostowi cen ropy naftowej, zwiększającej się emisji spalin w warun-

kach miejskich oraz zaniepokojenia wynikającego z globalnego zanieczyszczenia środowiska (efekt cieplarniany). Zainteresowanie wykorzystaniem oleju roślinnego do produkcji paliw obejmuje również aspekt społeczny mający związek z tworzeniem nowych miejsc pracy, szczególnie w rolnictwie oraz potrzebę zagwarantowania bezpieczeństwa energetycznego.

W Polsce, jedyną rośliną oleistą możliwą do uprawy na liczącą się skalę, jako surowiec do produkcji biopaliw, jest rzepak. Potencjał genetyczny rzepaku jest szacowany na 5-8 t·ha<sup>-1</sup>. Wpływ warunków siedliskowych i agrotechnicznych powoduje jednak, że plon nasion w rzeczywistości – w warunkach Polski, wynosi średnio 2,1-2,8 t·ha<sup>-1</sup> [14]. W decydującej mierze wpływają na to wysokie wymagania tej rośliny zarówno pod względem agrotechniki, ochrony chemicznej, a także warunków zbioru, suszenia i przechowywania [19,21,22]. Każdy z tych czynników może znacząco wpłynąć na obniżenie plonu i jego jakość. Tak znaczna ilość czynników warunkujących opłacalność produkcji sprawia, że uprawa rzepaku bez rzetelnej wiedzy o tej roślinie przynosi małe korzyści gospodarcze i zniechęca rolników do jej uprawy [1,2]. Jednocześnie brak zbytu na produkty zbożowe powoduje, że zainteresowanie rzepakiem jako surowcem do produkcji biodiesla jest ogromne [6,20].

O przydatności oleju zarówno do celów spożywczych, jak i paliwowych decyduje głównie profil kwasów tłuszczowych. Rzepak jest bogatym źródłem kwasów mono- i polienowych charakteryzujących się korzystnymi, pod względem żywieniowym, proporcjami kwasów tłuszczowych mono-nienasyconych oraz wielonienasyconych. Szczególnie pożądana jest obecność nienasyconych kwasów tłuszczowych osiemnastowęglowych, głównie z grupy NNKT, z uwagi na ważne funkcje, jakie odgrywają w organizmie [1,4,7,8,10,12]. Skład kwasów tłuszczowych zawartych w nasionach rzepaku decyduje również o właściwościach oleju oraz uzyskanych z niego biopaliw [6,11].

Trudności w bezpośrednim zastosowaniu oleju rzepakowego jako paliwa, wynikają z kilku istotnych cech różniących to paliwo od oleju napędowego. Jednym z podstawowych jest tworzenie się osadów sadzy wokół otworów wtryskowych rozpylaczy, zmieniając w ten sposób ich charakterystykę. Wynika to między innymi z występowania w oleju rzepakowym dużej ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych [9,17]. Dotyczy to kwasu linolowego i linolenowego, posiadających odpowiednio dwa i trzy podwójne wiązania w łańcuchu węglowym. Kwasy te określane jako niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) odgrywają bardzo ważną funkcję w dietetyce człowieka, stąd hodowla rzepaku od lat była ukierunkowana na uzyskanie w oleju rzepakowym, ich maksymalnej ilości. Jednak przy produkcji biopaliw są one niewskazane z uwagi na to, że łatwo ulegają utlenianiu i polimeryzacji, co powoduje, że taki olej zaliczany jest do olejów półschnących. Właściwość ta, w przypadku oleju napędowego, jest cechą nieko-

rzystną, gdyż zasychanie może powodować zatykanie układu paliwowego oraz powstawanie osadów na wtryskiwaczach i tłokach. Wyższa zawartość kwasu oleinowego (o jednym podwójnym wiązaniu) zdecydowanie poprawia wartość oleju rzepakowego, jako oleju napędowego [16].

Celem podjętych badań była ocena zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku ozimego w zależności od odmian, technologii oraz terminu zbioru.

#### METODYKA

Badania zmierzające do określenia profilu kwasów tłuszczowych w oleju, przeprowadzono w latach 2001 i 2002 na nasionach 6 odmian rzepaku ozimego (Kaszub, Lisek, Kasimir, Rasmus, Lirajet, Kontakt). Badania składu chemicznego (w tym profilu kwasów tłuszczowych) przeprowadzono na nasionach z roślin zbieranych technologią jednoetapową uwzględniającą różne terminy zbioru [13].

I – wczesna dojrzałość pełna;

II – termin optymalny (dojrzałość pełna);

III – opóźniony (14 dni po dojrzałości pełnej).

Badania prowadzono na doświadczeniach ścisłych (założonych wg schematu obowiązującego w COBORU) w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Głębokim (woj. kujawsko-pomorskie).

Zawartość tłuszczu oznaczono metodą Soxleta. Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych przeprowadzono za pomocą chromatografii gazowej.

#### WYNIKI

Przeprowadzone dwuletnie badania zawartości i jakości tłuszczu w 6 odmianach rzepaku ozimego: Kontakt, Kasimir, Kaszub, Lisek, Lirajet, Rasmus zebranych w różnych terminach zbioru wykazały (tab. 1-6), że zawartość tłuszczu w nasionach rzepaku niezależnie od odmiany i terminu zbioru wynosiła w roku 2001 w granicach od 41,4% (Rasmus dojrzałość wczesna) do 46% (Kontakt dojrzałość optymalna), a w roku 2002 od 43,1% (Lisek dojrzałość wczesna) do 45,5% (Rasmus dojrzałość optymalna). W 2002 r. wystąpiły korzystniejsze warunki zaolejenia nasion, na co miał wpływ przebieg pogody (w czasie dojrzewania więcej dni chłodnych i wilgotnych). Wszystkie odmiany zebrane w terminach bardzo wczesnych charakteryzowały się niższą zawartością tłuszczu. Maksymalna ilość tłuszczu wystąpiła w nasionach w okresie dojrzałości optymalnej. Natomiast zarówno przyspieszenie zbioru jak i jego opóźnienie skutkowało nieznacznym (nieistotnym statystycznie) spadkiem zawartości tłuszczu w nasionach.

**Tabela 1.** Zawartość tłuszczu i profil kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku odmiany Kaszub w zależności od lat i terminów zbioru

**Table 1.** Fat content and profile of fatty acids in the Kaszub rapeseed variety with respect to years and date of harvest

Rodzaj kwasów tłuszczowych Composition of fatty acids	2001			2002		
	15. 07.	23.07.	27.07.	04.07.	08.07	12.07.
Zawartość tłuszczu Oil content	44,2	44,5	44,3	44,0	44,3	44,0
C <sub>10</sub>	0,00	0,00	0,00	0	0	0
C <sub>12</sub>	0,01	0,01	0,01	0	0	0
C <sub>14</sub>	0,13	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02
C <sub>15</sub>	0,03	0,03	0,00	0	0	0
C <sub>16</sub>	6,54	5,19	4,99	4,91	3,58	3,35
C <sub>17</sub>	0,13	0,13	0,09	0,09		0,04
C <sub>18</sub>	2,13	1,63	1,41	1,40	0,84	0,82
C <sub>20</sub>	0,42	0,79	0,40	0,41	0	
Σ Nasyconych – Saturated	9,39	7,83	6,94	6,72	4,44	4,23
C <sub>14:1</sub>	0,03	0,03	0,00	0	0	00
C <sub>16:1</sub>	0,46	0,42	0,36	0,36	0,17	0,21
C <sub>16:2</sub>	0,10	0,37	0,28	0,28		0,12
C <sub>18:1</sub>	56,87	56,07	58,31	58,41	68,51	67,39
C <sub>18:2</sub>	22,06	23,44	22,86	22,86	18,57	18,92
C <sub>18:3</sub>	9,72	10,74	10,09	10,19	7,56	8,09
C <sub>20:1</sub>	1,25	1,11	1,15	1,15	0,75	0,22
C <sub>20:2</sub>	0,06	0,00	0,00	0,0	0,0	0,70
C <sub>22:1</sub>	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Σ nienasyconych Unsaturated	90,55	92,19	93,05	93,25	95,56	95,65
Jednonienasycone Mono-unsaturated	68,33	57,64	59,82	59,92	69,43	67,82
Wielonienasycone Poly-unsaturated	22,22	34,55	33,23	33,33	26,13	27,83

**Tabela 2.** Zawartość tłuszczu i profil kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku odmiany Lisek w zależności od lat i terminów zbioru**Table 2.** Fat content and profile of fatty acids in the Lisek rapeseed variety with respect to years and date of harvest

Rodzaj kwasów tłuszczowych Composition of fatty acids	2001			2002		
	17. 07.	23.07.	27.07.	04.07.	08.07	12.07.
Zawartość tłuszczu Oil content	42,9	43,8	42,9	43,1	43,9	43,7
C <sub>10</sub>	0,02	0,00	0,01	0	0	0
C <sub>12</sub>	0,02	0,01	0,01	0,02	0	0
C <sub>14</sub>	0,24	0,05	0,05	0,05	0,03	
C <sub>15</sub>	0,02	0,02	0,02	0	0	0
C <sub>16</sub>	8,05	4,75	4,87	5,54	3,68	2,51
C <sub>17</sub>	0,16	0,15	0,22	0,19	0,09	0,01
C <sub>18</sub>	2,72	1,83	1,69	1,98	1,10	0,59
C <sub>20</sub>	0,50	0,58	0,82	0,70		
Σ Nasyconych – Saturated	11,73	7,39	7,69	8,48	4,90	3,11
C <sub>14:1</sub>	0,01	0,02	0,02	0	0	0
C <sub>16:1</sub>	0,98	0,37	0,40	0,44	0,22	0,19
C <sub>16:2</sub>	0,14	0,38	0,16	0,14		
C <sub>18:1</sub>	56,89	60,35	58,47	58,41	69,22	70,57
C <sub>18:2</sub>	20,02	20,55	21,49	22,34	17,20	17,70
C <sub>18:3</sub>	8,70	8,83	9,72	8,71	7,31	7,20
C <sub>20:1</sub>	1,25	2,12	2,04	1,32	0,30	0,41
C <sub>20:2</sub>	0,01	0,00	0,00	0,10	0,85	0,83
C <sub>22:1</sub>	0,16	0,00	0,00	0,07	0	0
Σ nienasyconych Unsaturated	88,16	92,62	92,30	91,53	95,08	96,90
Jednonienasycone Mono-unsaturated	59,29	62,86	60,93	60,24	69,72	71,67
Wielonienasycone Poly-unsaturated	28,87	29,76	31,37	31,29	25,36	25,23

**Tabela 3.** Zawartość tłuszczu i profil kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku odmiany Kasimir w zależności od lat i terminów zbioru

**Table 3.** Fat content and profile of fatty acids in the Kasimir rapeseed variety with respect to years and date of harvest

Rodzaj kwasów tłuszczowych Composition of fatty acids	2001			2002		
	17. 07.	23.07.	27.07.	04.07.	08.07	12.07.
Zawartość tłuszczu Oil content	41,9	43,9	43,8	43,9	44,2	44,0
C <sub>10</sub>	0,00	0,00	0,01	0	0	0
C <sub>12</sub>	0,02	0,00	0,01	0	0	0
C <sub>14</sub>	0,28	0,04	0,05	0,01	0,06	0,04
C <sub>15</sub>	0,02	0,00	0,02	0,03		0
C <sub>16</sub>	8,62	5,19	5,12	7,04	4,14	3,95
C <sub>17</sub>	0,12	0,14	0,11	0,11	0,08	0,05
C <sub>18</sub>	3,12	1,45	1,31	1,07	1,08	0,99
C <sub>20</sub>	1,00	0,62	0,55	0	0	0
Σ Nasyconych – Saturated	13,18	7,44	7,18	8,26	5,36	5,03
C <sub>14:1</sub>	0,02	0,00	0,01		0	0
C <sub>16:1</sub>	0,92	0,38	0,41	0,51	0,28	0,26
C <sub>16:2</sub>	0,36	0,10	0,15	0,11	0	0,07
C <sub>18:1</sub>	54,37	57,06	57,79	63,34	65,04	67,73
C <sub>18:2</sub>	21,78	23,64	23,04	19,27	19,85	15,03
C <sub>18:3</sub>	9,33	10,42	10,32	7,36	8,05	7,52
C <sub>20:1</sub>	0,04	1,09	1,12	0,22	0,35	0,41
C <sub>20:2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,91	0,93	1,01
C <sub>22:1</sub>	0,00	0,00	0,00	0	0	0
Σ nienasyconych Unsaturated	89,82	92,69	92,84	91,72	94,50	95,03
Jednonienasycone Mono-unsaturated	58,35	58,53	59,33	64,07	65,67	71,40
Wielonienasycone Poly-unsaturated	31,47	34,16	33,51	27,65	28,83	23,63

**Tabela 4.** Zawartość tłuszczu i profil kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku odmiany Rasmus w zależności od lat i terminów zbioru**Table 4.** Fat content and profile of fatty acids in the Rasmus rapeseed variety with respect to years and date of harvest

Rodzaj kwasów tłuszczowych Composition of fatty acids	2001			2002		
	17. 07.	23.07.	27.07.	04.07.	08.07	12.07.
Zawartość tłuszczu Oil content	41,4	43,4	43,2	45,4	45,5	44,6
C <sub>10</sub>	0,03	0,00	0,00	0	0	0
C <sub>12</sub>	0,03	0,01	0,00	0	0	0
C <sub>14</sub>	0,32	0,06	0,05	0,18	0,07	0
C <sub>15</sub>	0,02	0,00	0,01	0	0	0
C <sub>16</sub>	9,33	5,39	5,12	6,97	5,14	2,80
C <sub>17</sub>	0,15	0,14	0,14		0,05	0,08
C <sub>18</sub>	3,55	1,94	1,69	2,31	1,30	0,92
C <sub>20</sub>	0,66	0,68	0,71	0,04	0	0
Σ Nasyconych – Saturated	14,09	8,22	7,72	9,50	6,56	3,80
C <sub>14:1</sub>	0,04	0,00	0,00	0	0	0
C <sub>16:1</sub>	0,98	0,37	0,35	0,45	0,30	0,22
C <sub>16:2</sub>	0,10	0,47	0,25		0,07	0,11
C <sub>18:1</sub>	56,50	58,33	58,70	59,16	65,60	68,62
C <sub>18:2</sub>	18,42	21,73	21,79	19,25	18,34	18,52
C <sub>18:3</sub>	8,40	9,60	9,98	9,60	7,78	7,52
C <sub>20:1</sub>	1,13	1,29	1,21	1,01	0,32	0,26
C <sub>20:2</sub>	0,26	0,00	0,00	1,00	1,04	0,94
C <sub>22:1</sub>	0,02	0,00	0,00	0	0	00
Σ nienasyconych Unsaturated	85,85	91,79	92,28	90,47	93,45	96,19
Jednonienasycone Mono-unsaturated	58,67	60,09	60,26	60,62	66,22	69,10
Wielonienasycone Poly-unsaturated	17,18	31,80	32,02	29,85	27,23	27,09

**Tabela 5.** Zawartość tłuszczu i profil kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku odmiany Lirajet w zależności od lat i terminów zbioru

**Table 5.** Fat content and profile of fatty acids in the Lirajet rapeseed variety with respect to years and date of harvest

Rodzaj kwasów tłuszczowych Composition of fatty acids	2001			2002		
	17. 07.	23.07.	27.07.	04.07.	08.07	12.07.
Zawartość tłuszczu Oil content	42,3	43,7	43,2	44,3	44,4	44,0
C <sub>10</sub>	0,00	0,00	0,00	0	0	0
C <sub>12</sub>	0,00	0,01	0,00	0	0	0
C <sub>14</sub>	0,00	0,05	0,00	0,03	0,02	0,04
C <sub>15</sub>	0,00	0,01	0,00	0	0	0,00
C <sub>16</sub>	4,94	4,75	4,96	4,06	3,88	3,65
C <sub>17</sub>	0,00	0,27	0,00	0,16	0,10	0,11
C <sub>18</sub>	1,72	1,63	1,47	1,96	1,58	1,19
C <sub>20</sub>	0,57	0,74	1,20	0	0	0
Σ Nasyconych – Saturated	7,23	7,46	7,63	6,21	5,28	4,99
C <sub>14:1</sub>	0,00	0,00	0,00	0	0	0
C <sub>16:1</sub>	0,30	0,35	0,32	0,03	0,29	0,32
C <sub>16:2</sub>	0,00	0,27	0,00	0	0	0
C <sub>18:1</sub>	62,05	60,50	60,90	65,60	66,29	67,04
C <sub>18:2</sub>	20,20	20,83	21,88	20,05	19,24	19,73
C <sub>18:3</sub>	9,04	9,47	9,28	7,20	8,36	7,41
C <sub>20:1</sub>	1,18	1,19	0,00	0,47	0,36	0,31
C <sub>20:2</sub>	0,00	0,05	0,00	0,15	0,21	0,19
C <sub>22:1</sub>	0,00	0,00	0,00	0	0	0
Σ nienasyconych Unsaturated	92,77	92,61	92,38	93,77	94,75	95,00
Jednonienasycone Mono-unsaturated	63,53	61,99	61,22	66,37	66,94	67,67
Wielonienasycone Poly-unsaturated	29,24	30,62	31,16	27,40	27,81	27,33



**Tabela 6.** Zawartość tłuszczu i profil kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku odmiany Kontakt w zależności od lat i terminów zbioru**Table 6.** Fat content and profile of fatty acids in the Kontakt rapeseed variety with respect to years and date of harvest

Rodzaj kwasów tłuszczowych Composition of fatty acids	2001			2002		
	17. 07.	23.07.	27.07.	04.07.	08.07	12.07.
Zawartość tłuszczu Oil content	43,9	46,0	45,7	44,6	45,0	45,3
C <sub>10</sub>	0	0	0	0	0	0
C <sub>12</sub>	0,05	0,05	0,03	0,03	0	0
C <sub>14</sub>	0,19	0,13	0,03	0,09	0,03	0,03
C <sub>15</sub>	0	0	0	0	0	0
C <sub>16</sub>	4,21	3,91	3,21	4,01	3,81	3,01
C <sub>17</sub>	0,05	0,08	0,17	0,05	0,08	0,17
C <sub>18</sub>	1,26	1,26	0,89	1,18	1,23	0,97
C <sub>20</sub>						
Σ Nasyconych – Saturated	5,76	5,43	4,33	5,36	5,15	4,18
C <sub>14:1</sub>	0	0	0	0	00	0
C <sub>16:1</sub>	0,26	0,24	0,25	0,31	0,24	0,28
C <sub>16:2</sub>	0,10	0,04	0	0,10	0,12	0
C <sub>18:1</sub>	74,50	76,78	78,35	74,24	76,76	78,36
C <sub>18:2</sub>	9,60	8,05	8,45	9,50	8,05	8,49
C <sub>18:3</sub>	9,20	8,29	7,29	9,31	8,49	7,49
C <sub>20:1</sub>	0,71	0,36	0,22	0,91	0,36	0,20
C <sub>20:2</sub>	0,22	0,81	1,11	0,22	0,81	1,01
C <sub>22:1</sub>	0	0	0	0	0	0
Σ nienasyconych Unsaturated	94,59	94,57	95,67	94,59	94,83	95,83
Jednonienasycone Mono-unsaturated	75,47	77,38	78,82	75,46	77,36	79,65
Wielonienasycone Poly-unsaturated	19,12	17,19	16,85	19,13	17,47	16,18

NIR 0,05 dla zawartości tłuszczu: dla odmian – oil content for variety – 1,07; dla lat – oil content for year – 1,06; NIR 0,05 dla profilu kwasów: dla odmian – composition of fatty acids for variety – 0,37; dla lat – composition of fatty acids for year – 0,26.

Badania profilu kwasów tłuszczowych w oleju pochodzącym z nasion zebranych w 2001 roku wykazały, że w najwcześniejszym terminie zbioru wystąpiły wyższe ilości kwasów nasyconych. Jednak wpływ ten był dla jednych odmian bardzo wyraźny, gdy tymczasem dla innych był on bardzo niewielki. Wraz z dojrzewaniem roślin ilość kwasów nasyconych malała. Tendencja ta występowała we wszystkich latach i dla wszystkich odmian. Jednak dla jednych odmian różnice pomiędzy dojrzałością wczesną a późną były bardzo znaczne (Lisek, Rasmus) natomiast dla innych stosunkowo niewielkie (Contact, Kaszub, Lirajet) Jednak we wszystkich przypadkach były to różnice istotne statystycznie.

W nasionach odmiany Rasmus w roku 2002 stwierdzono prawie trzykrotnie większą ilość kwasów nasyconych w terminie wczesnym (9,5%) niż w terminie opóźnionym (3,8%). W roku 2001 różnice te były tylko dwukrotnie większe (odpowiednio 14,09 i 7,72%). Dla odmiany Contact wpływ terminów był jeszcze mniejszy (odpowiednio 5,76 i 4,33%). Odmiana ta wykazywała pod tym względem znaczną stabilność.

Badania składu kwasów nienasyconych wykazały, że wszystkie odmiany z wyjątkiem odmiany Contact charakteryzują się bardzo podobnym profilem. Wśród nienasyconych kwasów tłuszczowych dominującą rolę odgrywają kwasy – oleinowy ( $C_{17}H_{33}COOH$ ), linolowy ( $C_{17}H_{31}COOH$ ), i linolenowy ( $C_{17}H_{29}COOH$ ). W roku 2001 zakres zawartości kwasu oleinowego wynosił od 54,37% (Kasimir) do 62,05% (Lirajet); kwasu linolowego od 18,42% (Rasmus) do 23,64% (Kasimir); kwasu linolenowego od 8,40% (Rasmus) do 10,74% (Kaszub).

W 2002 roku wystąpiły podobne tendencje dotyczące terminów zbioru. Skrajne wartości sumy kwasów nasyconych wynosiły od 3,11% (Lisek) do 9,50% (Rasmus), podczas gdy w 2001 roku były one znacznie większe, odpowiednio 6,3% i 14,09%. O istotnym wpływie terminu zbioru na skład kwasów świadczy zawartość kwasów nasyconych w nasionach odmian Lisek i Rasmus, dla których różnice pomiędzy terminem bardzo przyspieszonym i opóźnionym wynosiły prawie 300%. W 2002 roku wystąpiły zdecydowanie większe ilości kwasów nienasyconych, oleinowego od 58,41% (Kaszub) do 70,57% (Lisek); linolowego od 15,03% (Kasimir) do 22,34% (Lisek); linolenowego od 7,02% (Lisek, Lirajet) do 10,19% (Kaszub).

Nasiona odmiany Contact charakteryzowały się całkowicie odmiennym składem kwasów tłuszczowych. Zanotowano mianowicie zdecydowanie większą ilość kwasu oleinowego od 74,24% do 78,36% (w pozostałych odmianach jego zawartość wahała się od 54,37 do 70,57%), a wpływ lat na jego zawartość był bardzo nieznaczny. Jednocześnie zanotowano znacznie mniejsze ilości kwasu linolowego. Duże ilości kwasu oleinowego w oleju powstały zatem kosztem kwasu linolowego, którego ilości zostały znacznie zredukowane do 7,29-9,31%, a w pozostałych odmianach ilości te wynosiły 17,20-23,64%. Natomiast ilości kwasu linolenowego we wszystkich badanych odmianach były bardzo podobne.

Egzogenne kwasy tłuszczowe (linolowy, linolenowy), niezbędne do przebiegu funkcji życiowych organizmu są podatne na utlenianie (jęłczenie aldehydowe, jęłczenie hydroksylowe) i polimeryzację. Ich obecność w paliwach zmniejsza stabilność oksydacyjną. Dlatego optymalny skład kwasów tłuszczowych do celów paliwowych wynosi: kwasu oleinowego ok. 75%, natomiast linolowego i linolenowego nie więcej niż 18%. Skład kwasów tłuszczowych odmiany Kontakt wskazuje, że jej olej może być doskonały zarówno do konsumpcji, jak i do celów paliwowych.

#### DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość tłuszczu w nasionach nie jest cechą stałą, dla danej odmiany, lecz ulega zmianie i to zarówno w czasie dojrzewania jak i po uzyskaniu przez rośliny dojrzałości pełnej. Maksymalna ilość tłuszczu występuje w nasionach w okresie dojrzałości optymalnej, a opóźnienie zbioru pociąga za sobą spadek jego zawartości. Znaczne różnice w składzie kwasów tłuszczowych wskazują, że na ten decydujący o jakości oleju w nasionach rzepaku wskaźnik wpływają głównie czynniki pogodowe (zdecydowanie odmienny przebieg pogody podczas końcowej fazy dojrzewania nasion w 2001 w porównaniu do roku 2002). Drugim bardzo ważnym i istotnym czynnikiem wpływającym na profil kwasów tłuszczowych był termin zbioru. Zbyt wczesny zbiór wpływał zdecydowanie niekorzystnie niezależnie od odmian, jak i lat badań.

Skład kwasów tłuszczowych odmiany Kontakt wskazuje, że jej olej może być doskonały zarówno do smażenia, jak i do celów paliwowych (na „biodiesel”). Posiada bowiem w swoim składzie małą ilość kwasów wielonienasyconych oraz dużo jednonienasyconego kwasu oleinowego [3,16,17,].

Uzyskane wyniki wskazują jak istotną rolę na skład kwasów tłuszczowych, a tym samym na wartości zdrowotne oleju, mają czynniki agrotechniczne (termin zbioru). W dotychczasowych badaniach sądzono, że czynniki agrotechniczne oraz pogodowe wywierają bardzo mały wpływ na tę cechę nasion [14].

Z badań Gawęckiego [5] wynika, że jednym z ważnych czynników decydujących o wykorzystaniu energii w tłuszczach jest udział kwasu linolowego (najbardziej aktywnego biologicznie). Podczas przechowywania tłuszczu mogą zachodzić procesy utleniania, które bezpośrednio lub pośrednio prowadzą do obniżenia jego wartości energetycznej. Przy udziale tlenu atmosferycznego, atakującego wiązania podwójne reszt kwasów nienasyconych zachodzi tzw. jęłczenie aldehydowe tłuszczu. W pierwszym etapie następuje przyłączenie tlenu do wiązań podwójnych i powstają epoksydy, nadtlenki i ozonidki, a te rozkładając się tworzą aldehydy. Z kolei po przyłączeniu wody do wiązań podwójnych powstają hydroksykwas (jęłczenie hydroksylowe). Natomiast pod działaniem czynników zarówno chemicznych, jak i mikrobiologicznych zachodzi jęłczenie ketonowe.

Proces ten przebiega na resztach nasyconych kwasów i rozpoczyna się  $\alpha$ - i  $\beta$ -dehydrogenacją albo  $\beta$ -utlenieniem. W ten sposób powstają metyloketony, które powodują nieprzydatność tłuszczu do celów spożywczych.

Skład kwasów tłuszczowych zawartych w nasionach rzepaku ma istotny wpływ na właściwości fizykochemiczne oleju rzepakowego i biopaliw. Kwasy tłuszczowe zawierające w łańcuchu węglowym wiązania nienasycone mogą ulegać hydrolizie, autooksydacji czy polimeryzacji. A to ma wpływ na jakość biopaliw, bowiem mogą ulegać zmianie ważne dla spalania wskaźniki takie, jak lepkość, liczba cetanowa czy skłonność do odkładania koksu. Biopaliwa należy więc produkować z oleju otrzymanego z nasion rzepaku odmiany zawierającej jak najwięcej kwasów mononienasyconych a najmniej wielonienasyconych. Taka sytuacja powinna mobilizować hodowców do prowadzenia badań nad nowymi podmianami w dwu kierunkach:

- hodowla odmian na cele jadalne – z dużą ilością NNKT,
- hodowla odmian ukierunkowanych na biodiesel (z dużą ilością kwasów nasyconych i kwasu oleinowego).

#### WNIOSKI

1. Badane odmiany, jak i stosowane terminy zbioru nasion rzepaku ozimego wpływały zarówno na zawartość tłuszczu w nasionach (w terminie optymalnym zanotowano zawsze większą jego ilość, różnic tych nie udowodniono jednak statystycznie), jak i na profil kwasów tłuszczowych. Największą ilością tłuszczu w nasionach charakteryzowała się odmiana Kontakt (43,9-46%), a najniższą Lisek (42,9-43,9%). Wcześniejszy zbiór każdej z badanych odmian powodował wzrost zawartości kwasów nasyconych, a ich ilość była w niektórych przypadkach nawet trzykrotnie większa (odmiana Rasmus i Lisek rok 2002).

2. Odmiana Kontakt wykazywała zdecydowanie inny profil kwasów tłuszczowych niż pozostałe badane odmiany. Różnice dotyczyły szczególnie większej ilości kwasu oleinowego od 74,24 do 78,36%, podczas gdy dla pozostałych odmian jego ilość wynosiła od 54,37 do 70,57%. Jednocześnie wystąpiły niższe zawartości kwasu linolowego od 8,05 do 9,6% podczas, gdy w pozostałych odmianach ilość ta mieściła się w zakresie 15,03-23,64%.

3. Profil kwasów tłuszczowych oleju pochodzącego z nasion odmiany Kontakt wskazuje, że może on stanowić zdecydowanie najlepsze paliwo do silników wysokoprężnych w porównaniu do oleju pochodzącego z innych badanych odmian.

4. Przeprowadzone badania wskazują na niektóre czynniki wpływające na zmienność jakości biopaliw pochodzenia roślinnego. Wskazują również na celowość poszukiwania związku pomiędzy właściwościami biopaliw z zastosowaną agrotechniką rzepaku.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Ackman R.G.:** Canola fatty acid – an ideal mixture for health, nutritional food use. Chapter 6 in Canola and rapeseed. Production, Chemistry, Nutrition, and Processing technology. Ed. F. Shahidi, Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 81-98, 1990.
2. **Budzyński W., Jankowski K., Rybacki R.:** Organizacyjne i siedliskowo-agrotechniczne uwarunkowania produkcji surowca olejarskiego w wybranych gospodarstwach wielkoobszarowych. *Rośliny Oleiste*, t. XXVI, z.2, 387-406, 2005.
3. **Byczyńska B., Krzymański J., Spasibionek S.:** Zmniejszenie zawartości kwasów wielonienasyconych w oleju rzepakowym w wyniku mutagenyzy chemicznej. *Rośliny Oleiste*. XVII, 127-135, 1996.
4. **Dipenbrock W., Wilson R.F.:** Genetic regulation of linolenic acid concentration in rapeseed. *Crop. Sci.*, 27, 75-77, 1987.
5. **Gawęcki J.:** Prawda o tłuszczach. Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa, VI, 45-67, 1997.
6. **Heimann S.:** Możliwości zwiększenia produkcji rzepaku w Polsce w świetle badań COBORU. *Mat. Konf. Biopaliwa 2003, Uprawa – Technologia – Zastosowanie*, SGGW, Warszawa, 2003.
7. **Jerzewska M., Ptasznik S.:** Spektrum składu kwasów tłuszczowych rafinowanych olejów rzepakowych z krajowych zakładów przemysłu tłuszczowego. *Rośliny Oleiste*, XX, 177-183, 1999.
8. **Krygier K., Obiedziński M., Ratusz K.:** Wpływ procesu bielienia na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno. *Rośliny Oleiste*. XVII, , 455-459, 1996.
9. **Krzymański J.:** Osiągnięcia i nowe perspektywy prac badawczych nad roślinami oleistymi w Polsce. *Post. Nauk Roln.*, 5/245, 1993, 7-14.
10. **Krzymański J.:** Możliwości pełniejszego wykorzystania wartości rzepaku podwójnie ulepszanego. *Post. Nauk Roln.*, 6, 161-166, 1993.
11. **Mittelbach M., Gangl S.:** Long storage stability of biodiesel made from rapeseed and used frying oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 78(6), 573-577, 2001.
12. **Murawa D., Adomas B., Rotkiewicz D.:** Olej i białko nasion rzepaku jarego ze zbioru 1996 w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośliny Oleiste*. XVIII, 407-413, 1997.
13. **Muśnicki Cz., Horodyski A.:** Projekt klucza do oznaczania stadiów rozwojowych rzepaku ozimego. *Zesz. Probl. IHAR, Radzików*, 1, 152-165, 1989.
14. **Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B.:** Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XX (2), 459-469, 1999. **Rosiak E.:** Krajowy rynek oleistych w sezonie 2004/05. *Rośliny oleiste*. t. XXVI, z. 1, 235- 248, 2005.
15. **Ryan T., W.:** Auto-Ignition Characteristics of Vegetable Oil Constituents. *INFORM*, 5-528, 1994.
16. **Tulisabo U., Wuori T.:** Development of diesel fuel from the rapeseed. *Rzepak – stan obecny i perspektywy*. *Konf. Nauk. Radzików*, 3-4. 06, 98-101, 1993.
17. **Tys J., Piekarski W., Jackowska I., Kaczor A., Zajac G., Starobrat P.:** Technologiczne i ekonomiczne uwarunkowania produkcji biopaliw z rzepaku. *Acta Agrophysica*, 99, 90-102, 2003.
18. **Tys J.:** *Rzepak. Zbiór, suszenie, przechowywanie*. Wydawnictwo IA PAN Lublin, 2006.
19. **Wałkowski T., Bartkowiak-Broda I.:** Perspektywy wykorzystania w Polsce nasion rzepaku do produkcji biopaliwa. *Agr. Serwis*, 13(244), 4-5, 2002.
20. **Wałkowski T., Krzymański J.:** *Rzepak ozimy. Proekologiczna technologia uprawy*. IHAR Poznań, 2006.

21. **Wielebski F., Wójtowicz M.:** Wpływ czynników agrotechnicznych na skład chemiczny nasion odmiany mieszańcowej zarejestrowanej w porównaniu z odmianą populacyjną i odmianami mieszańcowymi złożonymi. *Rośliny Oleiste*, XXV, 505-520, 2004.

## TECHNOLOGICAL VALUE OF DIFFERENT VARIETIES OF RAPESEED DEVELOPED FOR BIO-DIESEL

*Jerzy Tys<sup>1</sup>, Izabella Jackowska<sup>2</sup>, Roman Rybacki<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin  
e-mail: jtys@ipan.lublin.pl

<sup>2</sup>Department of Chemics, Agricultural University, ul. Akademicka 13, 20-290 Lublin

<sup>3</sup>Zakłady Tłuszczowe „Kruszwica” S.A., ul. Niepodległości 42, 88-150 Kruszwica

**Abstract.** Conducted research showed that oil content in rapeseed is not fixed at a constant level, for a given variety, and evolves with the seeds ripening and thereafter. The seeds reach maximum content of oil upon achieving optimal maturity, while any delay in harvest decreases the oil content. Significant variations in the composition of fatty acids confirm that weather conditions are crucial parameters determining final quality of oil contained in the seeds (notably different weather conditions in the final stage of seed ripening in 2001, compared to those of 2002). Another very important and relevant factor affecting the composition of fatty acids was the date of the harvest. Accelerated harvest had a definitely negative impact, irrespective of variety and the year under analysis. All the examined varieties showed significant variance in the composition of fatty acids. Fatty acid composition of the “Kontakt” variety indicates perfect application of procured oil in frying and petroleum (bio-diesel), as it features low level of poly-unsaturated acids and is rich in content of mono-unsaturated oleic acid. Such a situation should be encouraging for breeders to conduct research on development of new varieties for two purposes:

- developing varieties for consumption – with high content of EUFA (Essential Unsaturated Fatty Acids).
- developing varieties for bio-diesel – with high content of SAFA (Saturated Fatty Acids) and oleic acid.

**Key words:** winter rapeseed, variety, date of harvest, fat, fatty acids