

Andrzej Kotecki, Marcin Kozak, Władysław Malarz
Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Wykorzystanie słomy pszenicy ozimej do nawożenia rzepaku ozimego II. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na skład chemiczny nasion rzepaku ozimego

The use of winter wheat straw for winter oilseed rape fertilization II. The influence of wheat straw and N rates on chemical composition of winter rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, nawożenie słomą i azotem, tłuszcz surowy, białko ogółem, kwasy tłuszczowe

Key words: winter rape, straw and N rates, crude fat, total protein, fatty acids

W latach 1998–2001 badano wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na skład chemiczny nasion rzepaku ozimego odmiany Silvia. W dwuczynnikowym doświadczeniu założonym w układzie „split-plot” badano nawożenie: I – słomą pszenicy ozimej Kobra i II – azotem: 0, 25, 50 i 75 N kg/ha. Zawartość białka ogółem oraz zawartość kwasu oleinowego, linolowego, linolenowego, palmitynowego, arachinowego i behenowego kształtowała się pod wpływem układu warunków wilgotnościowo-termicznych i zależała od badanych czynników agrotechnicznych. Przed-siewne zastosowanie 50 kg N/ha obniżyło zawartość tłuszczu surowego o 1,2% w porównaniu z kontrolą. Najwyższą wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem uzyskano na obiekcie bez słomy stosując podorywkę 75 kg N/ha, a na stanowisku ze słomą przy dawce 25–50 kg N/ha. Nawożenie słomą zwiększyło wydajność tłuszczu surowego, średnio o 7%, a białka ogółem o 8% w porównaniu z kontrolą. Pomiędzy zawartością kwasu oleinowego i kwasu linolowego oraz linolenowego wystąpiła odwrotna zależność. W latach niesprzyjających gromadzeniu kwasu oleinowego następował wzrost poziomu kwasu linolowego oraz linolenowego.

In the years 1998–2001 field and laboratory study on the effects of growing rates of wheat straw and N fertiliser on chemical composition of winter rape (Silva cultivar) were carried out at the experiment station in Pawłowice. The experiment in the split-plot arrangement was conducted with 2 variables: I – winter wheat straw (Kobra cultivar) a) control without straw; b) straw ploughed under, II – N at 0, 25, 50 and 75 kg/ha. The contents of total protein and oleic, linoleic, linolenic, palmitic, arachic and behenic acids were influenced by temperature and moisture conditions and also depended on agrotechnical factors, but to a slight extent. 50 kg of N/ha before sowing, as compared to the control, decreased fat content by 1.2%. The highest yields of crude fat and total protein were obtained without straw, at 75 kg N/ha and 25–50 kg N/ha with straw. Straw fertilization, as compared to the control, increased crude fat by 7% and total protein by 8%. A reverse relationship was found in oleic, linoleic and linolenic acid contents. The increase of linoleic and linolenic acids occurred in the years unfavorable to oleic acid accumulation.

Wstęp

Skład chemiczny nasion rzepaku ozimego kształtuje się przede wszystkim pod wpływem czynnika genetycznego i środowiskowego. Dembińska (1970) wykazała, że susza w okresie pąkowania i kwitnienia roślin obniżyła zawartość tłuszczu w nasionach średnio o 1,7%. Według Canvina (1965) temperatura wyższa od optymalnej obniża w nasionach zawartość tłuszczu. Heimann (1999) wykazał w doświadczeniach COBORU prowadzonych w latach 1996–1998, że różnice między odmianami w zawartości tłuszczu dochodziły średnio do 3,2%, a w zawartości białka w suchej masie beztłuszczowej przekraczały 6%. Muśnicki i in. (1999) stwierdzili, że zawartość tłuszczu w największym stopniu spośród czynników agrotechnicznych kształtuje poziom wiosennej dawki azotu, następnie w mniejszym rodzaj przedplonu i zwalczanie szkodników, a w najmniejszym, lecz istotnie, termin wykonania orki siewnej i jej głębokość. Zawartość tłuszczu zmniejsza się wraz ze wzrostem nawożenia azotem (Budzyński 1986, Jankowski i Budzyński 2000, Jasińska i in. 1993). Obniżka zawartości tłuszczu jest tym większa, im większą część azotu aplikowano w drugiej dawce w fazie pąkowania (Darby, Hewitt 1990) i kwitnienia (Jasińska i in. 1993).

Niezależnie od powyższych tendencji wydajność tłuszczu wzrasta pod wpływem nawożenia azotem, gdyż korzystny wpływ azotu na wysokość plonów jest większy niż obniżka zawartości tłuszczu. Zastosowanie dawki 240 kg N/ha, w porównaniu z dawką 140 kg N/ha, zwiększyło wydajność tłuszczu o ponad 10%, przy obniżeniu zawartości tego składnika o 1,2% (Budzyński 1986). Zawartość białka w beztłuszczowej suchej masie śruty zależała przede wszystkim od poziomu wiosennej dawki azotu i zwalczania szkodników, a następnie w mniejszym choć istotnym stopniu od sposobu nawożenia siarką, poziomu wiosennej dawki siarki, głębokości orki siewnej, pielęgnowania zasiewów, rodzaju przedplonu i podziału wiosennej dawki azotu. Ze względu na ujemną korelację między zawartością tłuszczu i białka (Bhatty 1964) oddziaływanie czynników kształtujących w nasionach zawartość tłuszczu i białka jest przeciwstawne. Pod wpływem nawożenia azotem wzrasta wydajność białka, gdyż azot korzystnie oddziałuje na plon i zawartość azotu w nasionach (Jasińska i in. 1993).

Podstawowym kryterium w ocenie jakości oleju jest skład kwasów tłuszczowych, który zależy przede wszystkim od układu warunków wilgotnościowo-termicznych i czynnika genetycznego (Przeździecki i in. 1988). Według Dembińskiego i in. (1967a, 1967b) skład chemiczny kwasów tłuszczowych jest cechą wysoce odziedziczną, a czynniki agrotechniczne praktycznie go nie zmieniają.

Celem badań było określenie wpływu nawożenia słomą pszenicy i azotem na skład chemiczny nasion rzepaku ozimego odmiany Silvia.

Metodyka i warunki badań

Nasiona do analiz chemicznych pochodziły z doświadczeń polowych prowadzonych w latach 1998–2001 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice, w których badano wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego odmiany Silvia. W dwuczynnikowym doświadczeniu założonym w układzie „split-plot” badano nawożenie:

I — słomą pszenicy ozimej Kobra (a – kontrola bez słomy, b – przyorana słoma);
II — azotem; 0, 25, 50 i 75 kg N/ha.

Metodykę badań polowych i laboratoryjnych przedstawiono w części I niniejszej pracy (str. 289).

Zbadano następujące parametry nasion rzepaku: suchą masę, azot ogólny (białko ogółem), tłuszcz surowy (ekstrakt eterowy). Na podstawie uzyskanych wyników analiz chemicznych i plonu nasion obliczono wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego z 1 ha.

Analizy składu kwasów tłuszczowych wykonano na obiektach, na których przed wykonaniem podorywki nie stosowano nawożenia azotem i przy dawce 75 kg N/ha. Wyekstrahowaną próbkę oleju poddano saponifikacji metanolem roztworem KOH przez 24 godz. w temperaturze 40°C. Proces estryfikacji przeprowadzono w oparciu o instrukcję zamieszczoną w biuletynie SUPELCO nr 721 G. Analizę metylowych estrów przeprowadzono metodą chromatografii gazowej na kolumnie kapilarnej RT_x 2330 dł. 105 m.

Wyniki badań i dyskusja

Zawartość tłuszczu surowego kształtowała się w większym stopniu pod wpływem badanych czynników agrotechnicznych niż pod wpływem zróżnicowanego układu warunków wilgotnościowo-termicznych, natomiast w przypadku zawartości białka ogółem było odwrotnie. Pomiędzy badanymi czynnikami agrotechnicznymi różnica w zawartości tłuszczu surowego i białka ogółem wynosiła odpowiednio 1,8 i 1,3%, a pomiędzy latami 0,5 i 3,7% (tab. 1). Wyniki badań własnych potwierdzają wcześniejsze doniesienia Canvina (1965) i Dembińskiej (1970), które mówią, że w kształtowaniu zawartości tłuszczu surowego i białka dużą rolę odgrywa układ warunków wilgotnościowo-termicznych. Na obiekcie bez przyoranej słomy najwyższą zawartość tłuszczu surowego uzyskano przy zastosowaniu 25 kg N/ha, a na stanowisku po przyoranej słomie bez nawożenia azotem. Zarysowała się tendencja, w której zawartość tłuszczu surowego była w odwrotnej zależności do białka ogółem i w istotny sposób zależała od dawki azotu zastosowanej pod podorywkę.

Tabela 1

Zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem oraz wydajność składników pokarmowych (średnie z lat 1998/99–2000/01) — *Crude fat and total protein content and nutrients yield (means for 1998/99–2000/01)*

Resztki poźniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose N</i> [kg/ha]	Tłuszcz surowy <i>Crude fat</i> [%]	Białko ogółem <i>Total protein</i> [%]	Wydajność składników pokarmowych <i>Nutrients yield [t/ha]</i>	
				tłuszcz surowy <i>crude fat</i>	białko ogółem <i>total protein</i>
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	46,2	19,5	1,40	0,58
	25	46,7	19,7	1,50	0,63
	50	45,2	20,5	1,49	0,66
	75	45,7	20,8	1,61	0,72
Ze słomą <i>With straw</i>	0	46,4	19,6	1,53	0,63
	25	46,1	19,9	1,62	0,70
	50	45,1	20,4	1,66	0,74
	75	45,5	20,0	1,64	0,71
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	0,05	0,02
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>					
Bez słomy — <i>Without straw</i>		45,9	20,1	1,50	0,65
Ze słomą — <i>With straw</i>		45,8	20,0	1,61	0,70
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	0,03	0,01
0		46,3	19,5	1,46	0,61
25		46,4	19,8	1,56	0,66
50		45,1	20,5	1,57	0,70
75		45,6	20,4	1,63	0,71
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		0,6	r.n.	0,03	0,01
1998/99		46,0	19,3	1,19	0,50
1999/00		45,5	22,3	1,29	0,63
2000/01		46,0	18,6	2,19	0,88
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		r.n.	0,7	0,03	0,01

r.n. — różnica nieistotna — *no significant difference*

Wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem to funkcja plonu nasion i procentowej zawartości składnika. Plony nasion zostały opisane w pracy pt. „Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego”. Kształtowały się one w większym stopniu pod wpływem przebiegu pogody i badanych czynników agrotechnicznych, niż zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem. Wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem zależała przede wszystkim od plonu nasion. Na obiekcie bez słomy najwyższą wydajność tłuszczu surowego

i białka ogółem uzyskano stosując pod podorywkę 75 kg N/ha, a na stanowisku ze słomą przy dawce 25–50 kg N/ha. Nawożenie słomą zwiększyło wydajność tłuszczu surowego średnio o 7%, a białka ogółem o 8% w porównaniu z kontrolą.

W oleju oznaczono zawartość 15 kwasów tłuszczowych, w tym 8 nasyconych (tab. 2). W analizowanym materiale zawartość kwasu erukowego kształtowała się poniżej 0,01%. Zawartość kwasów tłuszczowych zależała przede wszystkim od przebiegu pogody w latach, a w niewielkim stopniu od nawożenia słomą i azotem (tab. 3). Przebieg pogody różnicował w największym stopniu zawartość kwasu oleinowego (o 4,59%), a następnie w coraz to mniejszym linolowego (o 2,7%), linolenowego (o 1,02%), palmitynowego (o 1,01%), arachinowego (o 0,3%) i behenowego (o 0,29%). Pomiedzy zawartością kwasu oleinowego i kwasu linolowego oraz linolenowego była odwrotna zależność. W 1999 roku z powodu suszy w maju nasiona gromadziły mniej kwasu oleinowego i następował wzrost poziomu kwasu linolowego oraz linolenowego. Proces desaturacji kwasu oleinowego zależy w dużym stopniu od warunków pogodowych w okresie formowania i dojrzewania nasion (Doeng, Scarth 1998; Pleines, Friedt 1988, Spasibionek i in. 1999). W zawartości pozostałych oznaczanych kwasów tłuszczowych nie wykazano istotnych różnic między badanymi latami (tab. 3). Badane czynniki agrotechniczne nie miały wyraźnego wpływu na kształtowanie poziomu oznaczanych kwasów tłuszczowych. Jednak zastosowanie 75 kg N/ha zmniejszało zawartość kwasu arachinowego w oleju w porównaniu z kontrolą.

Suma kwasów nasyconych (palmitynowy + stearynowy) i niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (linolowy + linolenowy) zależała przede wszystkim od układu warunków wilgotnościowo-termicznych (tab. 4). Suma osiemnastowęglowych nienasyconych kwasów tłuszczowych (oleinowy + linolowy + linolenowy) wynosiła średnio 91%, natomiast zawartość NNKT (linolowy + linolenowy) wahała się w poszczególnych latach od 30,42 do 34,15. Stosunek kwasu linolowego do linolenowego był mało zróżnicowany w latach badań i wahał się od 2,10 : 1 do 2,23 : 1. Stosunek kwasu linolowego do linolenowego odbiega od optymalnego, gdyż badania żywieniowe wykazują, że powinien on wynosić 6 : 1 do 3 : 1 (Krzymański 1993).

Tabela 3

Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepaku ozimego w % (średnie dla czynników)

*Fatty acids composition in winter rape in % (means for factors)*C_{14:0} — mirystynowy — *myristic*C_{18:1}[n9] — oleinowy — *oleic*C_{20:0} — arachinowy — *arachic*C_{16:0} — palmitynowy — *palmitic*C_{18:1}[n7] — wakkenowy — *vaccenic*C_{20:1} — eikozenowy — *eicosenic*C_{16:1} — palmitooleinowy — *palmitoleic*C_{18:2} — linolowy — *linoleic*C_{22:0} — behenowy — *behenic*C_{18:0} — stearynowy — *stearic*C_{18:3} — linolenowy — *linolenic*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Dawka <i>Dose N</i> [kg/ha]	Kwasy tłuszczowe — <i>Fatty acids</i>										
		C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1} [n9]	C _{18:1} [n7]	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:0}	C _{20:1}	C _{22:0}
Bez słomy <i>Without straw</i>		0,06	5,24	0,22	1,63	55,53	2,66	22,38	10,38	0,40	1,11	0,22
Ze słomą <i>With straw</i>		0,06	5,20	0,23	1,60	55,90	2,93	22,08	10,17	0,41	1,02	0,25
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,15	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	0	0,07	5,22	0,22	1,61	55,75	2,76	22,17	10,26	0,44	1,10	0,23
	75	0,06	5,22	0,23	1,62	55,68	2,83	22,29	10,29	0,36	1,03	0,24
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,01	r.n.	r.n.
1998/99		0,07	5,68	0,26	1,76	53,81	2,47	23,32	10,83	0,34	1,12	0,23
1999/00		0,07	5,32	0,20	1,55	56,06	2,33	22,75	10,20	0,28	0,96	0,14
2000/01		0,05	4,67	0,21	1,54	57,27	3,58	20,62	9,80	0,58	1,12	0,33
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		0,01	0,29	r.n.	r.n.	1,32	0,19	0,60	0,37	0,01	r.n.	0,07

r.n. — różnica nieistotna — *no significant difference*

Tabela 2

Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepaku ozimego w % — *Fatty acids composition in winter rape in %*

C _{8:0} — kaprylowy — <i>caprylic</i>	C _{16:1} — palmitooleinowy — <i>palmitoleic</i>	C _{18:3} — linolenowy — <i>linolenic</i>
C _{10:0} — kaprynowy — <i>capric</i>	C _{18:0} — stearynowy — <i>stearic</i>	C _{20:0} — arachinowy — <i>arachic</i>
C _{12:0} — laurynowy — <i>lauric</i>	C _{18:1} [n9] — oleinowy — <i>oleic</i>	C _{20:1} — eikozenowy — <i>eicosenic</i>
C _{14:0} — mirystynowy — <i>myristic</i>	C _{18:1} [n7] — wakkenowy — <i>vaccenic</i>	C _{22:0} — behenowy — <i>behenic</i>
C _{16:0} — palmitynowy — <i>palmitic</i>	C _{18:2} — linolowy — <i>linoleic</i>	

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Dawka <i>Dose N</i> [kg/ha]	Kwasy tłuszczowe — <i>Fatty acids</i>													
		C _{8:0}	C _{10:0}	C _{12:0}	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1} [n9]	C _{18:1} [n7]	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:0}	C _{20:1}	C _{22:0}
1998/99															
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	0,01	0,02	0,01	0,07	5,82	0,21	1,69	53,84	2,13	23,39	10,89	0,36	1,31	0,20
	75	0,01	0,02	0,01	0,05	5,61	0,29	1,80	53,64	2,32	23,68	10,93	0,33	1,01	0,24
Ze słomą <i>With straw</i>	0	0,00	0,03	0,02	0,08	5,71	0,26	1,65	53,77	2,62	23,36	10,82	0,35	1,06	0,20
	75	0,00	0,03	0,02	0,09	5,58	0,29	1,89	53,98	2,80	22,84	10,68	0,34	1,09	0,28
1999/00															
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	0,02	0,03	0,03	0,09	5,43	0,24	1,74	55,43	2,17	22,86	10,31	0,34	1,05	0,15
	75	0,01	0,02	0,02	0,05	5,25	0,16	1,46	55,88	2,25	23,26	10,34	0,17	1,02	0,10
Ze słomą <i>With straw</i>	0	0,00	0,02	0,02	0,08	5,19	0,20	1,50	56,70	2,53	22,25	9,93	0,38	0,91	0,20
	75	0,01	0,01	0,02	0,05	5,40	0,21	1,52	56,23	2,39	22,63	10,21	0,24	0,85	0,12
2000/01															
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	0,00	0,01	0,01	0,05	4,62	0,21	1,55	57,48	3,52	20,42	9,88	0,63	1,11	0,30
	75	0,00	0,01	0,01	0,05	4,74	0,22	1,55	56,91	3,59	20,69	9,94	0,55	1,18	0,34
Ze słomą <i>With straw</i>	0	0,00	0,01	0,01	0,04	4,58	0,21	1,54	57,28	3,58	20,72	9,75	0,60	1,15	0,34
	75	0,00	0,01	0,02	0,05	4,74	0,22	1,52	57,42	3,65	20,66	9,65	0,54	1,05	0,34

Tabela 4

Udział kwasów tłuszczowych o różnym stopniu nasycenia w oleju rzepakowym w % (średnie dla czynników) — *Proportions of fatty acids with different saturation degree in winter rape in % (means for factors)*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Dawka <i>Dose N</i> [kg/ha]	Suma <i>Total</i> $C_{16:0} + C_{18:0}$	Suma NNKT <i>Total PUFA</i> $C_{18:2} + C_{18:3}$	Suma <i>Total</i> $C_{18:1} + C_{18:2} + C_{18:3}$	Stosunek <i>Ratio</i> $C_{18:2}/C_{18:3}$
Bez słomy — <i>Without straw</i>		6,88	32,77	90,96	2,16
Ze słomą — <i>With straw</i>		6,80	32,25	91,07	2,17
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	0	6,84	32,43	90,94	2,16
	75	6,84	32,59	91,09	2,17
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
1998/99		7,44	34,15	90,42	2,15
1999/00		6,87	32,95	91,34	2,23
2000/01		6,21	30,43	91,34	2,11
NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)		0,53	0,93	r.n.	0,04

r.n. — różnica nieistotna — *no significant difference*

Wnioski

1. Zawartość białka ogółem oraz zawartość kwasu oleinowego, linolowego, linolenowego, palmitynowego, arachinowego i behenowego kształtowała się pod wpływem układu warunków wilgotnościowo-termicznych i w małym stopniu zależała od badanych czynników agrotechnicznych.
2. Przedsięwzięcie zastosowanie 50 kg N/ha obniżało zawartość tłuszczu surowego o 1,2% w porównaniu z kontrolą.
3. Najwyższą wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem uzyskano na obiekcie bez słomy stosując podorywkę 75 kg N/ha, a na stanowisku ze słomą przy dawce 25–50 kg N/ha. Nawożenie słomą zwiększyło wydajność tłuszczu surowego średnio o 7%, a białka ogółem o 8% w porównaniu z kontrolą.
4. Pomiędzy zawartością kwasu oleinowego i kwasu linolowego oraz linolenowego wystąpiła odwrotna zależność. W latach niesprzyjających gromadzeniu kwasu oleinowego następował wzrost poziomu kwasu linolowego oraz linolenowego.

Conclusions

1. The contents of total protein and oleic, linoleic, linolenic, palmitic and arachic acids were influenced by temperature and moisture conditions and also depended on agrotechnical factors, but to a slight extent.
2. 50 kg N/ha application before sowing, as compared to the control, decreased the content of raw fat by 1.2%.
3. The highest yields of crude fat and total protein were obtained without straw, at 75 kg N/ha and 25-50 kg N/ha with straw. Straw fertilization, as compared to the control, increased crude fat by 7% and total protein by 8%.
4. A reverse relationship was found in oleic, linoleic and linolenic acid contents. The growth of linoleic and linolenic acids occurred in the years unfavorable to oleic acid accumulation.

Literatura

- Budzyński W. 1986. Studium nad wpływem niektórych czynników agrotechnicznych na zimowanie i plonowanie odmian podwójnie uszlachetnionego rzepaku ozimego. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricult.*, 41., suppl. B: 3-56.
- Bhatty R.S. 1964. Influence of nitrogen fertilization on the yield, protein and oil content on two varieties of rape. *Can. J. Plant Sci.*, 44: 215-216.
- Canvin D.T. 1965. The effect of temperature on the content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. *Can. J. Botany*, 43: 63-69.
- Darby R.J., Hewitt M.V. 1990. A comparison of the effects of single or multiple spring applications of prilled urea or nitro-chalk to winter oilseed rape (*Brassica napus*). *J. Agric. Sci., Camb.*, 115, 3: 363-368.
- Dembińska H. 1970. Wpływ jesiennych i wiosennych niedoborów wody na rozwój i strukturę plonu rzepaku ozimego. *RNR 96-A-4*: 73-94.
- Dembiński F. i in. 1967a. Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego w zależności od odmiany, środowiska oraz pory siewu i sprzętu. *Pam. Puł.*, 25: 5-23.
- Dembiński F. i in. 1967b. Wpływ różnej wilgotności gleby i nawożenia azotowego na skład kwasów tłuszczowych oleju z nasion rzepaku jarego. *Pam. Puł.*, 25: 241-250.
- Doeng X., Scarth R. 1998. Temperature effects on fatty acid composition during development of low linolenic oilseed rape (*Brassica napus* L.). *JAACS*, 75: 759-766.
- Heimann S. 1999. Ocena jakościowa odmian rzepaku ozimego za lata 1996–1998. *Rośliny Oleiste*, XX (2): 637-641.
- Jankowski K., Budzyński W. 2000. Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie i energochłonność produkcji rzepaku ozimego. I. Wysokość i jakość plonu nasion. *Rośliny Oleiste*, XXI (2): 429-438.
- Jasińska i in. 1993. Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie rzepaku ozimego. *Post. Nauk Rol.*, 6: 33-40.

- Krzymański J. 1993. Możliwości pełniejszego wykorzystania rzepaku podwójnie ulepszanego. Post. Nauk Rol., 6: 161-166.
- Muśnicki C. i in. 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, XX (2): 459-469.
- Pleines S., Friedt W. 1988. Breeding for improved C₁₈ – fatty acid composition in rapeseed (*Brassica napus* L.). Fat. Sci. Technol., 90, 5: 167-171.
- Przeździecki Z. i in. 1988. Badania skuteczności kilku herbicydów stosowanych w rzepaku jarym oraz ich wpływ na plon i skład chemiczny nasion. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., 45: 203-213.
- Spasibionek S. i in. 1999. Badania nad optymalizacją warunków mutagenyzy chemicznej u rzepaku w celu otrzymania nowej zmienności nienasyconych kwasów tłuszczowych. Rośliny Oleiste, XX (2): 613-621.