

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

## Wykorzystanie słomy pszenicy ozimej do nawożenia rzepaku ozimego IV. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i wapniem na skład chemiczny nasion rzepaku ozimego

### The use of winter wheat straw for winter oilseed rape fertilization IV. The influence of wheat straw and Ca rates on chemical composition of winter rape

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

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

W latach 1998–2001 badano wpływ nawożenia słomą pszenicy i wapniem 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 – wapniem: 0, 0,5, 1,0 i 1,5 t Ca/ha. Zawartość białka ogółem oraz zawartość kwasu oleinowego, linolowego, linolenowego i arachinowego kształtowała się pod wpływem układu warunków wilgotnościowo-temperaturowych i zależała od badanych czynników agrotechnicznych. Na stanowisku z przyoraną słomą pszenicy pod wpływem nawożenia wapniem obniżała się w nasionach zawartość tłuszczu surowego, a zwiększała białka ogółem. Bez względu na stanowisko większą wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem uzyskano stosując podorywkę 1,5 t Ca/ha. Nawożenie słomą zwiększyło wydajność tłuszczu surowego średnio o 3,3%, a białka ogółem o 4,7% w porównaniu z kontrolą. Pomiędzy zawartością kwasu oleinowego i kwasu linolowego oraz linolenowego wystąpiła odwrotna zależność. W latach niesprzyjających gromadzeniu kwasu oleinowego nastąpił 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 Ca 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 – Ca at 0, 0.5, 1.0, 1.5 tonnes/ha. 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, to a slight extent. The content of crude fat was decreasing, while the content of total protein was increasing under the influence of Ca fertilization on the site with straw ploughed under. The higher yields of crude fat and total protein were obtained at 1.5 tonnes of Ca/ha. Straw fertilization as compared to the control increased the yield of crude fat by 3.3% and total protein by 4.7%. 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.

Skład chemiczny nasion rzepaku ozimego kształtuje się przede wszystkim pod wpływem czynnika genetycznego i środowiskowego. 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%.

Olej rzepakowy zawiera około 60% kwasu oleinowego, 20% kwasu linolowego i 10% kwasu linolenowego (Jerzewska, Ptasznik 1999). Olej rzepakowy jest szczególnie bogaty w kwasy polienowe i dzięki temu jego obecność w diecie sprzyja obniżeniu poziomu cholesterolu we krwi. Kwas linolenowy  $C_{18:3}$  ze względu na jego zdolność do samoooksydacji powodującej niekorzystne zmiany smakowe nie jest pożądanym w oleju stosowanym do celów spożywczych (Witucka i in. 2000). W ostatnich latach w Australii wprowadzono do uprawy odmianę rzepaku jarego Monola, która charakteryzuje się obniżoną do poniżej 3% zawartością kwasu linolenowego (Krygier 2001). Wyniki doświadczeń COBORU wskazują na istotną rolę czynnika genetycznego, a w mniejszym stopniu czynnika środowiskowego w kształtowaniu zawartości kwasów tłuszczowych. W poszczególnych latach różnice między odmianami wynosiły w zawartości kwasu oleinowego 10,8–11,5, linolowego 10,0–10,3 i linolenowego 0,8, a między latami odpowiednio 1,7, 0,8 i 0,5% (Heimann, Lewandowski 2001).

Najważniejszym, niepożądanym ze względu na ujemny wpływ na zdrowie ludzi związkiem występującym do niedawna w oleju rzepakowym był kwas erukowy (Niewiadomski 1993). W wyniku zabiegów hodowlanych zawartość kwasu erukowego w oleju pochodzącym z podwójnie ulepszonych odmian uległa znacznemu obniżeniu. Aktualnie prowadzone prace hodowlane dotyczą zmian udziału poszczególnych kwasów tłuszczowych w oleju, a także zwiększenia jego zawartości (Bartkowiak-Broda i in. 1992, Krzymański 1993). Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) to najbardziej cenna grupa kwasów tłuszczowych, gdyż organizm ludzki ich nie wytwarza i muszą być dostarczane z pożywieniem. Tym niemniej uważa się dziś, że zbyt duże ich spożycie może być szkodliwe (Krygier 1997). Istotny jest stosunek kwasu linolowego do linolenowego, który u współczesnych odmian podwójnie ulepszonych wynosi 2 : 1, a tymczasem badania żywieniowe wskazują, że powinien mieścić się w granicach od 6 : 1 do 3 : 1 (Krzymański 1993).

Spożycie kwasu linolowego jest zbyt małe, a jednym z najbogatszych źródeł tego kwasu jest olej rzepakowy. Olej rzepakowy pochodzący z podwójnie ulepszonych odmian zawiera więcej niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) w porównaniu do oleju z oliwek. Bezerukowy olej rzepakowy ma podobne działanie do oliwy z oliwek i dlatego uzasadnione jest jego nazwanie „oliwką północy” (Ziemiański 1998).

Celem badań było określenie wpływu nawożenia słomą pszenicy i wapniem 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 wapniem 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 — wapniem: 0, 0,5, 1,0 i 1,5 t Ca/ha.

Metodykę badań polowych i laboratoryjnych przedstawiono w części III niniejszej pracy (str. 310).

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 wapniem i przy dawce 1,5 t Ca/ha. Wyekstrahowaną próbę oleju poddano saponifikacji metanolemowym roztworem KOH przez 24 godziny 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<sub>x</sub> 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 1,1 i 0,9%, a pomiędzy latami 0,5 i 2,5% (tab. 1). Wyniki badań własnych potwierdzają wcześniejsze doniesienia Canvina (1965) i Dembińskiej (1970), które mówią o dużym wpływie czynnika środowiskowego na kształtowanie zawartości białka ogółem i tłuszczu surowego w nasionach rzepaku ozimego. Na stanowisku z przyoraną słomą pszenicy pod wpływem nawożenia wapniem zarysowała się tendencja do obniżania w nasionach zawartości tłuszczu surowego i zwiększania białka ogółem.

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 pożniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose Ca</i> [kg/ha]	Tłuszcz surowy <i>Crude fat</i> [%]	Białko ogółem <i>Total protein</i> [%]	Wydajność składników pokarmowych <i>Nutrients yield</i> [t/ha]	
				tłuszcz surowy <i>crude fat</i>	białko ogółem <i>total protein</i>
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	46,5	19,6	1,45	0,61
	0,5	46,5	19,9	1,49	0,63
	1,0	46,9	19,3	1,53	0,63
	1,5	47,0	19,5	1,59	0,65
Ze słomą <i>With straw</i>	0	46,8	19,4	1,46	0,59
	0,5	46,6	19,8	1,59	0,66
	1,0	46,6	19,6	1,61	0,67
	1,5	45,9	20,2	1,60	0,70
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>		46,7	19,6	1,51	0,63
Ze słomą — <i>With straw</i>		46,5	19,7	1,56	0,66
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	0,03	0,01
0		46,6	19,5	1,45	0,60
0,5		46,5	19,8	1,54	0,64
1,0		46,8	19,5	1,57	0,65
1,5		46,5	19,8	1,59	0,68
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	0,03	0,01
1998/99		46,5	18,9	1,18	0,48
1999/00		46,9	21,3	1,26	0,57
2000/01		46,4	18,8	2,17	0,88
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	0,8	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 części III niniejszej pracy. 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. Bez względu na stanowisko, najwyższą wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem uzyskano stosując pod podorywkę 1,5 t Ca/ha. Nawożenie słomą zwiększyło wydajność tłuszczu surowego średnio o 3,3%, a białka ogółem o 4,7% 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 wapniem (tab. 3). Przebieg pogody różnicował w największym stopniu zawartość kwasu oleinowego (o 4,43%), a następnie w coraz to mniejszym linolowego (o 2,67%), linolenowego (o 1,07%) i arachinowego (o 0,31%). 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; 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. Nawożenie słomą istotnie obniżało zawartość kwasu arachinowego w oleju w porównaniu z kontrolą.

Suma niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (linolowy + linolenowy) zależała przede wszystkim od układu warunków wilgotnościowo-termicznych (tab. 4). Suma osiemnastowęglowych nienasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła średnio 90,76%, natomiast zawartość NNKT (linolowy + linolenowy) wahała się w poszczególnych latach od 30,55 do 34,27%. Stosunek kwasu linolowego do linolenowego był mało zróżnicowany w latach badań i wahał się od 2,13 : 1 do 2,19 : 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 2

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

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

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Dawka <i>Dose Ca</i> [kg/ha]	Kwasy tłuszczowe — <i>Fatty acids</i>													
		C <sub>8:0</sub>	C <sub>10:0</sub>	C <sub>12:0</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub> [n9]	C <sub>18:1</sub> [n7]	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>20:1</sub>	C <sub>22:0</sub>
1998/99															
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	0,01	0,02	0,02	0,06	5,96	0,16	1,49	54,37	2,45	23,13	10,87	0,38	0,86	0,20
	1,5	0,00	0,00	0,00	0,10	6,08	0,28	1,94	53,48	1,84	23,74	11,16	0,26	0,95	0,11
Ze słomą <i>With straw</i>	0	0,01	0,02	0,01	0,04	6,01	0,27	1,95	53,53	2,13	24,06	10,63	0,20	0,91	0,14
	1,5	0,00	0,02	0,02	0,08	5,81	0,28	1,94	54,48	2,46	22,94	10,57	0,16	0,93	0,21
1999/00															
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	0,01	0,04	0,03	0,08	5,77	0,26	1,78	55,84	1,86	22,59	10,29	0,30	1,01	0,06
	1,5	0,04	0,04	0,03	0,13	6,15	0,25	1,87	56,95	2,46	21,08	9,35	0,41	1,00	0,15
Ze słomą <i>With straw</i>	0	0,01	0,03	0,03	0,10	6,20	0,21	1,77	54,02	1,51	23,79	11,00	0,13	1,01	0,13
	1,5	0,00	0,02	0,00	0,04	4,93	0,21	1,54	57,10	2,48	22,12	10,28	0,30	0,86	0,13
2000/01															
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	0,00	0,01	0,01	0,05	4,69	0,20	1,54	56,85	3,73	20,46	9,70	0,61	1,36	0,34
	1,5	0,00	0,01	0,01	0,04	4,64	0,22	1,49	57,45	3,40	20,63	9,84	0,61	1,17	0,35
Ze słomą <i>With straw</i>	0	0,00	0,01	0,01	0,05	4,68	0,22	1,53	57,19	3,54	20,91	9,61	0,59	1,17	0,34
	1,5	0,00	0,01	0,01	0,04	4,67	0,22	1,47	56,62	3,65	21,21	9,83	0,62	1,16	0,33

Tabela 3

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

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

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Dawka <i>Dose Ca</i> [kg/ha]	Kwasy tłuszczowe — <i>Fatty acids</i>										
		C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub> [n9]	C <sub>18:1</sub> [n7]	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>20:1</sub>	C <sub>22:0</sub>
Bez słomy <i>Without straw</i>		0,07	5,55	0,23	1,69	55,82	2,62	21,94	10,20	0,43	1,06	0,20
Ze słomą <i>With straw</i>		0,06	5,38	0,23	1,70	55,49	2,63	22,51	10,32	0,33	1,01	0,21
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,03	r.n.	r.n.
	0	0,06	5,55	0,22	1,68	55,30	2,54	22,49	10,35	0,37	1,05	0,20
	1,5	0,07	5,38	0,24	1,71	56,01	2,71	21,95	10,17	0,39	1,01	0,21
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
1998/99		0,07	5,97	0,25	1,83	53,97	2,22	23,47	10,81	0,25	0,91	0,17
1999/00		0,09	5,76	0,23	1,74	55,98	2,08	22,39	10,23	0,29	0,97	0,12
2000/01		0,05	4,67	0,21	1,51	57,03	3,58	20,80	9,75	0,61	1,21	0,34
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,5	1,52	0,45	0,04	r.n.	r.n.

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

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 oilseed 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>		7,23	32,14	90,59	2,15
Ze słomą — <i>With straw</i>		7,08	32,83	90,94	2,18
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 i arachinowego kształtowała się pod wpływem układu warunków wilgotnościowo-termicznych i w małym stopniu zależała od badanych czynników agrotechnicznych.
2. W stanowisku z przyoraną słomą pszenicy pod wpływem nawożenia wapniem obniżała się w nasionach zawartość tłuszczu surowego, a zwiększała białka ogółem.
3. Bez względu na stanowisko najwyższą wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem uzyskano stosując podorywkę 1,5 t Ca/ha. Nawożenie słomą zwiększyło wydajność tłuszczu surowego średnio o 3,3%, a białka ogółem o 4,7% 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. In the site with straw, under the influence of Ca fertilization, the content of raw fat in the seeds decreased while the content of total protein increased.
3. The highest yields of crude fat and total protein were obtained without straw, at 1.6 t Ca/ha. Straw fertilization, as compared to the control, increased crude fat by 3.3% and total protein by 4.7% on average.
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

---

- Bartkowiak–Broda I. i in. 1992. Kierunki badań nad rzepakiem w świecie. Zesz. Probl. IHAR, cz. 2: 417-428.
- 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.
- Demińska H. 1970. Wpływ jesiennych i wiosennych niedoborów wody na rozwój i strukturę plonu rzepaku ozimego. RNR 96-A-4, 73-94.
- Doeng X., Scarth R. 1998. Temperature effects on fatty acid composition during development of low linolenic oilseed rape (*Brassica napus* L.). JAOCS, 75, 7: 759-766.
- Heimann S. 1999. Ocena jakościowa odmian rzepaku ozimego za lata 1996–1998. Rośliny Oleiste, XX (2): 637-641.
- Heimann S., Lewandowski A. 2001. Syntezy wyników doświadczeń rejestrowych. Słupia Wielka. Rośliny Oleiste, XXII (2): 1-36.
- Jerzewska M., Ptasznik S. 1999. Spektrum składu kwasów tłuszczowych rafinowanych olejów rzepakowych z krajowych zakładów przemysłu tłuszczowego. Rośliny Oleiste, XX (1): 177-183.
- Krzymański J. 1993. Możliwości pełniejszego wykorzystania rzepaku podwójnie ulepszanego. Post. Nauk Roln., 6: 161-166.
- Krygier K. 1997. Współczesne roślinne tłuszcze jadalne. Tłuszcze spożywcze, 4: 11-13.
- Krygier K. 2001. Rzepak u progu XXI wieku. Przemysł spożywczy, 2: 41-48.
- Niewiadomski H. 1993. Technologia tłuszczów jadalnych. PWN Warszawa.
- Spasibonek 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.

- Witucka H. i in. 2000. Próba oznaczenia markerów genetycznych sprzężonych z cechą niskiej zawartości kwasu linolenowego u rzepaku (*Brassica napus*). *Rośliny Oleiste*, XXI (1): 249-254.
- Ziemiański Ś. 1998. Wartość biologiczno-żywnościowa oleju rzepakowego bezerukowego. *Przemysł Spożywczy*, 2: 8.