

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

## Wartość nawozowa dla rzepaku słomy pszenicy oraz przedsięwzięcie stosowanego wapnia i azotu

### The fertilizing effect of wheat straw and pre-sowing calcium and nitrogen use on winter rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, nawożenie słomą i azotem lub wapniem, plony, skład chemiczny

Key words: winter rape, straw and N or Ca fertilization, yield, chemical content

W latach 1998–2001 w RZD Pawłowice przeprowadzono doświadczenia polowe i laboratoryjne nad wartością nawozową słomy pszenicy, Ca i N dla rzepaku ozimego odmiany Silvia. Masa wprowadzonych do gleby resztek poźniwnych pochodzących z korzeni i ścierni pszenicy ozimej wynosiła około 28%, a nagromadzonych makroskładników od 23 do 28% łącznej masy (korzenie + ścierni + słoma), która wynosiła średnio 7,6 t/ha i gromadziła w kg/ha: N — 39,1, P — 6,3, K — 50,4, Ca — 15,0 i Mg — 9,0. Badane czynniki agrotechniczne nie wywarły wyraźnego wpływu na kształtowanie się długości poszczególnych faz rozwojowych rzepaku i zależały przede wszystkim od przebiegu pogody. Rzekpak ozimy uprawiany na stanowisku po zaoranej słomie pszenicy ozimej, w stosunku do obiektu bez słomy, odznaczał się między innymi słabszym rozwojem roślin jesienią, który spowodował, że rośliny wytworzyły przed zahamowaniem wegetacji mniej liści, a sucha masa 1 rośliny była o 36% niższa, natomiast zwiększyła się liczba łuszczyń na roślinie o 11% i plony nasion o 5%. Bez względu na stanowisko nawożenie wapniem, w porównaniu z nawożeniem azotem, spowodowało słabszy rozwój rzepaku jesienią, mniejszą o 10% liczbę łuszczyń na roślinie i o 2% niższe plony nasion. Najwyższe plony nasion oraz wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem uzyskano na stanowisku z przyoraną słomą pszenicy z dodatkiem N. Zawartość białka

In the years 1998–2001 in the Agricultural Research Station Pawłowice the fertilization value of wheat straw, Ca and N on winter rape, cultivar Silva, was investigated in the field and laboratory experiments. The matter of harvest residues of winter wheat roots and stubble ploughed into the soil was 28%, and the accumulated micro-elements were from 23 to 28% of total matter (roots + stubble + straw) which amounted on average to 7.6 t/ha, and accumulated N — 39.1, P — 6.3, K — 50.4, Ca — 15.0 and Mg — 9.0 kg/ha. The investigated agro-technical factors had no significant effect on the length of specific development stages of rape which depended most of all on weather conditions. Winter rape grown after ploughed-in winter wheat straw, compared to the control without straw, was characterized by slower plant development in autumn, connected with lower number of leaves created by plants before vegetation ceased, lower plants dry mass by 36%, while the number of pods per plant was higher by 11% and the seed yield increased by 5% as well. Independently of the forecrop, Ca fertilization caused weaker rape development in autumn, lower number of pods per plant by 10% and lower seed yield by 2%, compared to N fertilization. The highest seed yield, raw fat and total protein content was obtained with ploughed-in wheat straw with N addition. Total protein content and the contents of oleic, linoleic,

ogółem oraz zawartość kwasu oleinowego, linolowego, linolenowego, palmitynowego, palmitoleinowego, arachinowego i behenowego kształtowała się pod wpływem układu warunków wilgotnościowo-termicznych i w małym stopniu zależała od badanych czynników agrotechnicznych. Bez względu na stanowisko nawożenia Ca miało, w porównaniu z N, korzystny wpływ na zawartość tłuszczu surowego, a ujemny na zawartość białka.

linolenic, palmitoleic, arachic and behenic acid were dependent on temperature and humidity conditions and, to a lesser degree, on agrotechnical factors. Independently of the forecrop, Ca fertilization, compared to N fertilization, had a positive effect on raw fat content and a negative effect on protein content.

Biologiczne procesy rozkładu przyoranej słomy mogą powodować różnorodne zmiany właściwości fizyko-chemicznych gleby i kształtować plonowanie roślin następczych (Larson i in. 1972, Christensen 1986).

Rozkład resztek poźniwnych w początkowej fazie prowadzi do powstania szeregu związków toksycznych wpływających ujemnie na wzrost oraz rozwój roślin uprawnych i powoduje niekiedy znaczną obniżkę plonu (Harper i Lynch 1981, Wójcik-Wojtkowiak 1987). W większości gleb produktami rozkładu resztek poźniwnych są alifatyczne kwasy organiczne: kwas octowy, propionowy i masłowy będące produktami fermentacji (Lynch 1977). W warunkach tlenowych podlegają one szybkiej degradacji i dlatego na ogół nie przejawiają aktywności allelopatycznej. W czasie mikrobiologicznego rozkładu resztek poźniwnych pszenicy, zawierających dużo celulozy, w warunkach beztlenowych, powstają rozpuszczalne związki organiczne. Proces akumulacji kwasów organicznych zachodzić może przy potencjale redox około zera i dlatego obserwować go możemy w szeregu gleb (Lynch i Gunn 1978). Lotne kwasy tłuszczowe są fitotoksyczne dla roślin już w stężeniach milimolarnych (Lynch 1980, Graham i in. 1986) i na glebach ciężkich. W przypadku bardzo wilgotnych jesieni obserwowano istotne obniżenie plonowania zbóż (Lynch 1983, Graham i in. 1986). Równocześnie obecność produktów fermentacji słomy zwiększa podatność roślin na infekcje wywoływane przez fitopatogeniczne grzyby z rodzaju *Fusarium* sp. (Penn i Lynch 1982).

Możliwość gromadzenia związków fitotoksycznych w wyniku przemian mikrobiologicznych w glebach nawożonych słomą w warunkach Polski sugerowali w swoich pracach Myśków i in. (1986) oraz Kaszubiak i in. (1990). Fitotoksyczne kwasy akumulują się w glebie wokół rozkładanej słomy (zbóż, roślin motylkowych) we wczesnych stadiach rozkładu (Cochran i in. 1977, Harper i Lynch 1981). Myśków i in. (1986) po upływie dwóch miesięcy obserwowali pojawianie się substancji stymulujących wzrost roślin.

Rozpatrując zmiany aktywności biologicznej gleb w wyniku mikrobiologicznych procesów rozkładu słomy najczęściej podnoszony jest problem niedoboru azotu. Powszechnie uważa się, że w wyniku biologicznej sorpcji azotu przyoranie słomy powoduje ograniczenie dostępności tego składnika pokarmowego dla roślin (Ocio i in. 1990, Peschke 1982, Prusinkiewicz i in. 1990). W europejskich warun-

kach klimatycznych około 66% masy słomy ulega rozkładowi w ciągu sześciu miesięcy. Przy założeniu, że 35% masy węgla ze słomy wykorzystane jest na biosyntezę masy drobnoustrojów powoduje to, teoretycznie, okresowy niedobór azotu w ilości 1,5 g/100 g słomy (Lynch 1983). Jednakże w wyniku ciągłego obiegu azotu z obumierającej biomasy drobnoustrojów niedobór jest okresowy i zjawisko to w głównej mierze przyczynia się do ograniczenia strat azotu z gleb w okresie zimowym i następnie jest on udostępniany roślinom wiosną (Lynch 1983).

Smith i Douglas (1968) nie stwierdzili stymulującego oddziaływania azotu na rozkład słomy pszenicy. Zdaniem autorów brakujący azot mikroorganizmy pobierają z gleby, o czym świadczy dodatni bilans azotu w początkowym okresie rozkładu słomy. Prawdopodobnie mikroorganizmy preferują azot w formie organicznej. W związku z tym, mimo że dodany azot mineralny zawęży stosunek C : N, to nie oddziałuje on na przebieg procesów mikrobiologicznych (Dziadowiec 1987). W praktyce rolniczej zaleca się stosowanie 1 kg N na 100 kg przyoranej słomy.

Niekorzystny wpływ na rośliny związków powstających podczas rozkładu masy organicznej w glebie może być ograniczony przez stymulację tych procesów. Nawożenie azotem przyspiesza procesy rozkładu, a nawożenie wapniem ogranicza możliwość nagromadzenia się substancji fitotoksycznych pochodzących z mikrobiologicznego rozkładu słomy w glebie (Myśków i in. 1986, Kaszubiak i in. 1990). Wpływ ten związany jest z obserwowaną stymulacją intensywności wiązania wolnego azotu przez dodatek niewielkich ilości azotu mineralnego do słomy, tzw. „startowe dawki azotu” (Veal i Lynch 1984). Równoczesne nawożenie wapniem powoduje neutralizację kwasów organicznych znosząc ich fitotoksyczne oddziaływanie na rośliny (Lynch 1983).

Zastosowanie azotu pod rzepak jesienią ma bezpośredni związek z pokrojem i zimowaniem roślin. Budzyński (1986) wykazał, że wśród czynników agrotechnicznych różnicujących pokrój roślin rzepaku przed zahamowaniem wegetacji, nawożenie azotem odgrywa decydującą rolę po terminie i ilości wysiewu. Jesienna dawka azotu powinna umożliwić wykształcenie roślin o optymalnym pokroju, który zapewni roślinom najlepsze warunki do przetrzymywania (Muśnicki 1989, 1992). Rzekak uprawiany po jęczmieniu jarym, nawożony przedsięwzię 20–40 kg N/ha, w porównaniu z 60–80 kg N/ha, wykształcał, przed zahamowaniem wegetacji jesienią, rośliny o mniejszej o 14% suchej masie, które lepiej zimowały. Wyższe dawki azotu zastosowane jesienią nie miały wpływu na wysokość plonów nasion. Badania Budzyńskiego i Jankowskiego (2000) wykazały, że rzepak, uprawiany po mieszance zbożowej na zieloną masę, wykształca rozety o najkorzystniejszym dla przetrzymywania pokroju przy zastosowaniu przedsięwzię 40 kg N/ha w formie siarczanu amonu lub w postaci grubokroplistego oprysku roztworem saletrzano-mocznikowym. Jesienne zastosowanie siarczanu amonu zwiększyło plony nasion o ponad 9% w porównaniu z obiektem, na którym stosowano 10 kg N/ha w fazie 4–5 liści w postaci oprysku roztworem mocznika.

Po azocie, wapń jest drugim makroskładnikiem pod względem ilości pobrania przez rzepak ozimy. W 1 t nasion rzepaku wraz ze składnikami zawartymi w słomie i łuszczykach znajduje się 50 kg Ca (Grzebisz i Gaj 2000). Według Weichmana (1998) w pełni rozwinięte liście pędu głównego na początku fazy wydłużania powinny zawierać od 1 do 2,2% Ca. Wapnowanie gleby powoduje wzrost udziału jonu wapniowego i magnezowego, a obniżenie jonu potasowego w sumie kationów rzepaku zbieranego w fazie kwitnienia (Kozłowska 2000).

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 (2002) wykazał w doświadczeniach COBORU prowadzonych w latach 1999–2001, że różnice między odmianami w zawartości tłuszczu dochodziły średnio do 4,4%, a w zawartości białka w suchej masie beztłuszczowej przekraczały 5,2%.

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 wartości nawozowej słomy pszenicy, Ca i N dla rzepaku ozimego odmiany Silvia.

## Metodyka doświadczenia

---

W latach 1998–2001 w RZD Pawłowice przeprowadzono doświadczenia polowe i laboratoryjne nad wartością nawozową słomy pszenicy, wapnia i azotu dla rzepaku ozimego. Metodykę badań, warunki meteorologiczne i glebowe przedstawiono szczegółowo w pracach Koteckiego i in. (2002a, 2002b, 2002c).

## Wyniki badań

---

Resztki poźniwne pszenicy ozimej zawierały przede wszystkim K, N i Ca, natomiast P i Mg było w porównaniu z K 5–8,2 razy mniej (tab. 1). Korzenie + ścierń zawierały mniej N, K i Ca w porównaniu ze stanowiskiem, na którym przyorywano korzenie + ścierń + słomę pszenicy. Masa wprowadzonych do gleby resztek poźniwnych pochodzących z korzeni i ścierni wynosiła około 28%, a nagromadzonych makroskładników od 23 do 28% łącznej masy (korzenie + ścierń + słoma), która wynosiła średnio 7,6 t/ha i gromadziła w kg/ha: N — 39,1, P — 6,3, K — 50,4, Ca — 15,0 i Mg — 9,0 (tab. 1).

Tabela 1

Masa resztek poźniwnych pszenicy ozimej, zawartość składników mineralnych i ich nagromadzenie — *Matter of harvest residues of winter wheat and mineral components and in accumulation*  
Średnie z lat 1998–2000 — *means for 1998–2000*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Sucha masa resztek poźniwnych <i>Dry matter of harvest residues [t/ha]</i>	N	P	K	Ca	Mg
Zawartość makroskładników w resztkach poźniwnych pszenicy ozimej [%] <i>Macroelements content in harvest residues in winter wheat</i>						
korzenie + ściernie <i>roots + stubble</i>	–	0,47	0,08	0,60	0,17	0,12
korzenie + ściernie + słoma <i>roots + stubble + straw</i>	–	0,52	0,08	0,66	0,20	0,12
Nagromadzenie składników mineralnych w resztkach poźniwnych pszenicy ozimej [kg/ha] <i>Accumulation of mineral components of harvest residues of winter wheat</i>						
korzenie + ściernie <i>roots + stubble</i>	2,1	9,7	1,6	12,5	3,4	2,5
korzenie + ściernie + słoma <i>roots + stubble + straw</i>	7,6	39,1	6,3	50,4	15,0	9,0

Liczba dni od zaorania słomy pszenicy do siewu rzepaku ozimego wynosiła w 1998 roku — 26, w 1999 roku — 24, a w 2000 roku — 14 dni. Badane czynniki nie wywarły wyraźnego wpływu na rozwój rzepaku, który kształtował się pod wpływem układu warunków wilgotnościowo-termicznych w latach badań. Rozwój rzepaku omówiono szczegółowo w pracy Kotecki i in. (2002a).

Badane czynniki nie miały wyraźnego wpływu na liczbę roślin po wschodach (tab. 2). Zarysowała się jednak tendencja do większego zaniku roślin podczas spoczynku zimowego na obiektach nawożonych słomą. Muśnicki (1989) wykazał, że forma zbóż nie ma wpływu na przezimowanie roślin i ich zagęszczenie na jednostce powierzchni, jednak potencjalny wigor roślin wznawiających wegetację po zbożach ozimych jest istotnie wyższy niż po jarych.

Nawożenie słomą miało niekorzystny wpływ, przed zahamowaniem wegetacji, na liczbę liści utrzymujących się na roślinie, średnicę szyjki korzeniowej oraz świeżą i suchą masę 1 rośliny (tab. 3). Sucha masa 1 rośliny na stanowisku bez słomy była o 36% wyższa, niż ze słomą. Nawożenie wapniem na obiektach bez słomy, zwiększyło w porównaniu z kontrolą suchą masę 1 rośliny o 22%, a azotem aż 38%. Średnio dla obiektów nawożonych wapniem sucha masa 1 rośliny była o 33% niższa w porównaniu do obiektów nawożonych azotem. Należy również podkreślić, że nawożenie słomą i azotem miało niekorzystny wpływ na zawartość w roślinach suchej masy przed zahamowaniem wegetacji. Wśród czynników agrotechnicznych kształtujących pokrój rzepaku jesienią wymienia się w kolej-

Tabela 3

Charakterystyka morfologiczna rzepaku ozimego jesienią przed zahamowaniem wegetacji

*Morphological feature of winter rape in autumn before inhibition of vegetation*      średnie z lat 1998–2001 — means for 1998–2001

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Liczba liści utrzymujących się na roślinie <i>Number of leaves surviving per plant</i>	Średnica szyjki korzeniowej Diameter of root collar [mm]	Wyniesienie stożka wzrostu <i>Elevation of shoot apex</i> [mm]	Świeża masa 1 rośliny <i>Fresh matter of 1 plant</i> [g]	Sucha masa 1 rośliny <i>Dry matter of 1 plant</i> [g]	Procent suchej masy <i>Percentage of dry matter</i>
Ca    bez słomy — <i>without straw</i>	6,5	6,3	12,6	7,5	1,1	15,5
ze słomą — <i>with straw</i>	5,9	5,9	11,2	6,2	0,9	14,8
N     bez słomy — <i>without straw</i>	6,8	7,3	15,0	13,2	1,8	14,1
ze słomą — <i>with straw</i>	6,3	6,5	12,0	9,3	1,3	13,8
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	r.n.	r.n.	0,7	0,4	0,1	0,2
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>						
Ca	6,2	6,1	11,9	6,8	1,0	15,1
N	6,5	6,9	13,5	11,3	1,5	14,0
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	0,1	0,2	0,6	0,3	0,1	0,4
<i>without straw</i>	6,6	6,8	13,8	10,3	1,5	14,8
<i>with straw</i>	6,1	6,2	11,6	7,7	1,1	14,3
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2
1998/99	6,0	6,8	10,4	7,1	1,2	16,8
1999/00	6,6	5,6	12,6	9,5	1,2	12,8
2000/01	6,6	7,0	15,1	10,5	1,4	14,0
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	0,2	0,3	0,7	0,3	0,1	0,5

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

Tabela 2

Liczba roślin rzepaku ozimego na 1 m<sup>2</sup> oraz ubytki roślin podczas zimy  
*Number of plant winter rape per 1 m<sup>2</sup> and losses of plant during winter*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>		Przed zahamowaniem wegetacji <i>Before inhibition of vegetation</i>	Po ruszeniu wegetacji <i>After renewal of vegetation</i>	Przed zbiorem <i>Before harvest</i>	Ubytki roślin po zimie <i>Losses of plant after winter</i> [%]
1998/99					
Ca	bez słomy — <i>without straw</i>	103	91	78	11,7
	ze słomą — <i>with straw</i>	105	90	77	14,3
N	bez słomy — <i>without straw</i>	103	91	78	11,7
	ze słomą — <i>with straw</i>	105	90	77	14,3
1999/00					
Ca	bez słomy — <i>without straw</i>	113	109	104	3,5
	ze słomą — <i>with straw</i>	120	115	113	4,2
N	bez słomy — <i>without straw</i>	124	117	111	5,7
	ze słomą — <i>with straw</i>	127	120	117	5,5
2000/01					
Ca	bez słomy — <i>without straw</i>	83	80	77	3,6
	ze słomą — <i>with straw</i>	79	75	71	5,1
N	bez słomy — <i>without straw</i>	69	65	61	5,8
	ze słomą — <i>with straw</i>	67	62	60	7,5

ności termin i gęstość siewu oraz nawożenie azotem (Budzyński 1986, Muśnicki 1989). Nadziemna sucha masa 1 rośliny rzepaku powinna według Muśnickiego (1989) wynosić 1,5 g. Wójtowicz i Wielebski (2000) wykazali brak korelacji między morfologią roślin przed zimą a ich przezimowaniem, co wskazuje, że parametry dotyczące rozety rzepaku przed zimą nie zawsze dobrze opisują zimotrwałość.

Nawożenie słomą, w porównaniu z kontrolą, zwiększyło wysokość roślin o 4%, liczbę rozgałęzień na roślinie o 8% i liczbę łuszczyń na roślinie o 11% (tab. 4). Rzepak z obiektów nawożonych N był wyższy, lepiej się rozgałęział i zawiązywał więcej łuszczyń niż nawożony Ca. W odniesieniu do wszystkich badanych cech morfologicznych rzepaku przed zbiorem wykazano współdziałanie nawożenia Ca lub N z resztkami poźniwnymi. Przyoranie słomy z azotem zwiększało, w porównaniu z kontrolą, liczbę łuszczyń na roślinie o 4%, a słomy z wapniem o 19%. Nawożenie słomą, w porównaniu z kontrolą, nie miało wyraźnego wpływu na elementy struktury plonu (tab. 5). Natomiast nawożenie azotem w porównaniu z wapniem zwiększyło liczbę nasion w łuszczyńce o 3%. W odniesieniu do masy nasion w łuszczyńce wykazano współdziałanie nawożenia Ca lub N z resztkami poźniwnymi. Na stanowisku bez przyoranej słomy i przy nawożeniu Ca uzyskano wyższą masę nasion w łuszczyńce niż w stanowisku z przyoraną słomą i Ca, natomiast na obiektach nawożonych azotem było odwrotnie.

Tabela 4

Cechy morfologiczne rzepaku ozimego przed zbiorem — *Morphological feature of winter oilseed rape before harvesting*      Średnie z lat 1998–2001 — *means for 1998–2001*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Wysokość roślin <i>Height of plants</i> [cm]	Wysokość do I rozgałęzienia <i>Height to the lowest branch</i> [cm]	Liczba rozgałęzień I rzędu <i>Number of the I-line branches</i>	Liczba łuszczyń na roślinie <i>Number of siliques per plant</i>
Ca bez słomy — <i>without straw</i>	119	63,3	3,4	81
ze słomą — <i>with straw</i>	127	61,1	4,0	96
N bez słomy — <i>without straw</i>	128	71,4	3,9	96
ze słomą — <i>with straw</i>	128	73,5	4,0	100
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	1	1,6	0,2	3
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>				
Ca	123	62,2	3,7	88
N	128	72,5	4,0	98
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	1	1,4	0,1	2
bez słomy — <i>without straw</i>	123	67,3	3,7	88
ze słomą — <i>with straw</i>	128	67,3	4,0	98
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	2	r.n.	0,2	2
1998/99	143	72,2	4,2	108
1999/00	109	61,9	3,1	69
2000/01	124	67,9	4,2	102
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	1	1,7	0,2	3

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

Nawożenie słomą zwiększało, w porównaniu z kontrolą, plony nasion średnio o 5%, przy czym na obiektach nawożonych Ca wzrost wynosił 3%, a przy nawożeniu N 7% (tab. 6). Dembiński (1983) uważa pszenicę za najgorszy przedplon dla rzepaku spośród zbóż ozimych. Natomiast Songin (1979) uzyskiwał po życie i pszenicy podobne plony rzepaku ozimego jak po jęczmieniu ozimym, który według Dembińskiego (1963) jest najlepszym przedplonem. Muśnicki (1989) wykazał, że poziom jesiennej dawki azotu nie ma istotnego wpływu na plonowanie rzepaku, lecz przy wyższych dawkach azotu zmienność plonów była większa.

Zawartość tłuszczu surowego kształtowała się w większym stopniu pod wpływem badanych czynników agrotechnicznych niż pod wpływem zróżnicowanego układu warunków wilgotnościowo-termicznych, natomiast w odniesieniu do zawartości białka ogółem było odwrotnie. Pomiedzy badanymi czynnikami agrotechnicznymi różnica w zawartości tłuszczu surowego i białka ogółem wynosiła odpowiednio 0,9 i 0,5%, a pomiędzy latami 0,1 i 3,1% (tab. 6). Wyniki badań własnych tylko w odniesieniu do gromadzenia białka w nasionach potwierdzają



Tabela 5  
Niektóre elementy struktury plonu rzepaku ozimego — *Some yield components of winter oilseed rape*  
Średnie z lat 1998–2001 — *means for 1998–2001*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Liczba nasion w łuszczyńce <i>Number of seeds per silique</i>	Masa nasion z łuszczyzny <i>Weight of seeds in silique [mg]</i>	Masa 1000 nasion <i>Weight of 1000 seeds [g]</i>
Ca bez słomy — <i>without straw</i>	24,3	115,6	3,86
ze słomą — <i>with straw</i>	24,1	113,0	3,88
N bez słomy — <i>without straw</i>	24,8	111,3	3,90
ze słomą — <i>with straw</i>	24,9	112,6	3,90
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )	r.n.	3,3	r.n.
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>			
Ca	24,2	114,3	3,87
N	24,8	112,0	3,90
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )	0,4	r.n.	r.n.
bez słomy — <i>without straw</i>	24,5	113,5	3,88
ze słomą — <i>with straw</i>	24,5	112,8	3,89
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )	r.n.	r.n.	r.n.
1998/99	25,9	110,2	3,30
1999/00	22,2	105,1	4,20
2000/01	25,4	124,2	4,16
NIR — <i>LSD</i> ( $\alpha = 0,05$ )	0,5	3,7	0,04

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

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 nawożenie wapniem miało, w porównaniu z azotem, korzystny wpływ na zawartość tłuszczu surowego, a ujemny na zawartość białka ogółem (tab. 6). Wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem była proporcjonalna do uzyskanych plonów. Muśnicki i in. (1999) stwierdzili, że zawartość tłuszczu spośród czynników agrotechnicznych w największym stopniu kształtuje poziom wiosennej dawki azotu, a następnie w mniejszym stopniu rodzaj przedplonu i zwalczanie szkodników, a w najmniejszym, lecz istotnie, termin wykonania orki siewnej i jej głębokości. 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 i Hewitt 1990) i kwitnienia (Jasińska i in. 1993). Niezależnie od powyższych tendencji wydajność

Tabela 6

Plony nasion, zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem oraz wydajność składników pokarmowych — *Yield seeds, crude fat and total protein content and nutrients yield*  
średnie z lat 1998–2001 — *means for 1998–2001*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Plon nasion <i>Yield seeds</i> [t/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>
Ca bez słomy — <i>without straw</i>	3,25	46,7	19,6	1,51	0,63
ze słomą — <i>with straw</i>	3,36	46,5	19,7	1,56	0,66
N bez słomy — <i>without straw</i>	3,26	45,9	20,1	1,50	0,65
ze słomą — <i>with straw</i>	3,49	45,8	20,0	1,61	0,70
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	0,06	r.n.	r.n.	0,03	0,01
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>					
Ca	3,31	46,6	19,6	1,54	0,64
N	3,38	45,9	20,0	1,56	0,67
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	0,04	0,4	0,3	0,01	0,01
bez słomy — <i>without straw</i>	3,26	46,3	19,8	1,51	0,64
ze słomą — <i>with straw</i>	3,42	46,1	19,8	1,59	0,68
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	0,04	r.n.	r.n.	0,02	0,01
1998/99	2,53	46,3	19,1	1,18	0,49
1999/00	2,76	46,2	21,8	1,28	0,60
2000/01	4,73	46,2	18,7	2,18	0,88
NIR — <i>LSD</i> (a = 0,05)	0,05	r.n.	0,4	0,02	0,01

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

tluszczu wzrasta pod wpływem nawożenia azotem, gdyż korzystny wpływ azotu na wysokość plonów jest większy niż obniżka zawartości tluszczu. Zastosowanie dawki 240 kg N/ha, w porównaniu z dawką 140 kg N/ha, zwiększyło wydajność tluszczu surowego o ponad 10%, przy obniżeniu zawartości tego składnika o 1,2% (Budzyński 1986). Zawartość białka w beztuszczowej 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 tluszczu i białka (Bhatty 1964) oddziaływanie czynników kształtujących w nasionach zawartość tluszczu 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).

W oleju oznaczono zawartość 15 kwasów tłuszczowych, w tym 8 nasyconych (tab. 7). 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 lub azotem. Przebieg pogody różnicował w największym stopniu zawartość kwasu oleinowego (o 3,26%), a następnie, w coraz to mniejszym stopniu, kwasu linolowego (o 2,68%), palmitynowego (o 1,15%), linolenowego (o 1,05%), arachinowego (o 0,29%) i behenowego (o 0,20%). Pomiędzy zawartością kwasu oleinowego i 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 i Scarth 1998, Pleines i Friedt 1988, Spasibionek i in. 1999). Badane czynniki agrotechniczne nie miały wyraźnego wpływu na kształtowanie poziomu oznaczanych kwasów tłuszczowych.

Suma kwasów nasyconych (palmitynowy + stearynowy) i niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (linolowy + linolenowy) zależała od układu warunków wilgotnościowo-termicznych (tab. 8). Suma osiemnastowęglowych nienasyconych kwasów tłuszczowych (oleinowy + linolowy + linolenowy) wynosiła średnio 91%, natomiast zawartość NNKT (linolowy + linolenowy) wahała się w poszczególnych latach od 30,49 do 34,21%. Stosunek kwasu linolowego do linolenowego był mało zróżnicowany w latach badań i wahał się od 2,12 : 1 do 2,21 : 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 7

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

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

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	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>
Ca bez słomy <i>without straw</i>	0,08	5,55	0,23	1,68	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	22,50	10,32	0,33	1,01	0,21
N 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 a = 0,05</i>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,61	0,18	0,02	r.n.	r.n.
Ca	0,07	5,47	0,23	1,69	55,66	2,63	22,22	10,26	0,38	1,03	0,21
N	0,06	5,22	0,23	1,62	55,71	2,80	22,23	10,28	0,40	1,07	0,23
NIR — <i>LSD a = 0,05</i>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,16	r.n.	r.n.	0,01	r.n.	r.n.
bez słomy <i>without straw</i>	0,07	5,40	0,22	1,66	55,68	2,64	22,16	10,29	0,41	1,09	0,21
ze słomą <i>with straw</i>	0,06	5,29	0,23	1,65	55,69	2,78	22,29	10,25	0,37	1,01	0,23
NIR — <i>LSD a = 0,05</i>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,02	r.n.	r.n.
1998/99	0,07	5,82	0,25	1,79	53,89	2,34	23,39	10,82	0,30	1,01	0,20
1999/00	0,08	5,54	0,22	1,65	56,02	2,21	22,57	10,21	0,28	0,96	0,13
2000/01	0,05	4,67	0,21	1,52	57,15	3,58	20,71	9,77	0,59	1,17	0,33
NIR — <i>LSD a = 0,05</i>	r.n.	0,82	0,02	r.n.	0,76	0,20	0,53	0,16	0,02	r.n.	0,07

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

Tabela 8

Udział kwasów tłuszczowych o różnym stopniu nasycenia w oleju rzepaku ozimego w %  
*Proportions of fatty acids with different saturation degree in winter rape in %*

Średnie z lat 1998–2001 — means for 1998–2001

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Suma <i>Sum</i> C <sub>16:0</sub> + C <sub>18:0</sub>	Suma NNKT <i>Sum PUFA</i> C <sub>18:2</sub> + C <sub>18:3</sub>	Suma <i>Sum</i> C <sub>18:1</sub> + C <sub>18:2</sub> + C <sub>18:3</sub>	Stosunek <i>Ratio</i> C <sub>18:2</sub> /C <sub>18:3</sub>
Ca bez słomy — <i>without straw</i>	7,23	32,14	90,59	2,15
ze słomą — <i>with straw</i>	7,08	32,82	90,94	2,18
N bez słomy — <i>without straw</i>	6,88	32,76	90,96	2,16
ze słomą — <i>with straw</i>	6,80	32,25	91,07	2,17
NIR — <i>LSD (a = 0,05)</i>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>				
Ca	7,16	32,48	90,76	2,17
N	6,84	32,51	91,02	2,16
NIR — <i>LSD (a = 0,05)</i>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
bez słomy — <i>without straw</i>	7,05	32,45	90,77	2,15
ze słomą — <i>with straw</i>	6,94	32,54	91,01	2,18
NIR — <i>LSD (a = 0,05)</i>	r.n.	r.n.	r.n.	0,01
1998/99	7,62	34,21	90,44	2,16
1999/00	7,19	32,79	91,01	2,21
2000/01	6,19	30,49	91,22	2,12
NIR — <i>LSD (a = 0,05)</i>	0,60	0,68	r.n.	0,02

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

## Wnioski

1. Masa wprowadzonych do gleby resztek poźniwnych pochodzących z korzeni i ścierni pszenicy ozimej wynosiła około 28%, a nagromadzonych makroskładników od 23 do 28% łącznej masy (korzenie + ściernie + słoma), która wynosiła średnio 7,6 t/ha i gromadziła w kg/ha: N — 39,1, P — 6,3, K — 50,4, Ca — 15,0 i Mg — 9,0.
2. Badane czynniki agrotechniczne nie wywarły wyraźnego wpływu na kształtowanie się długości poszczególnych faz rozwojowych rzepaku i zależały przede wszystkim od przebiegu pogody.
3. Rzepak ozimy uprawiany po zaoranej słomie pszenicy ozimej, w stosunku do obiektu bez słomy, odznaczał się między innymi:

- słabszym rozwojem roślin jesienią, który spowodował, że rośliny wytworzyły przed zahamowaniem wegetacji mniej liści, a sucha masa 1 rośliny była o 36% niższa,
  - wyższą: wysokością roślin o 4%, liczbą rozgałęzień na roślinie o 8%, liczbą łuszczyń na roślinie o 11% i wzrostem plonów nasion o 5%.
4. Bez względu na stanowisko nawożenie wapniem, w porównaniu z nawożeniem azotem, spowodowało:
    - słabszy rozwój rzepaku jesienią, który wyraził się mniejszą suchą masą 1 rośliny o 33%,
    - zmniejszenie wysokości roślin o 4%, liczby rozgałęzień o 8%, liczby łuszczyń na roślinie o 10% i plonów nasion o 2%.
  5. Najwyższe plony nasion, wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem uzyskano na stanowisku z przyoraną słomą pszenicy z dodatkiem N.
  6. Bez względu na stanowisko nawożenie wapniem miało, w porównaniu z azotem, korzystny wpływ na zawartość tłuszczu surowego, a ujemny na zawartość białka ogółem.
  7. Zawartość białka ogółem oraz kwasu oleinowego, linolowego, linolenowego, palmitynowego, palmitooleinowego, arachinowego i behenowego kształtowała się pod wpływem układu warunków wilgotnościowo-termicznych i w małym stopniu zależała od badanych czynników agrotechnicznych.

## Conclusions

---

1. The matter of harvest residues from winter wheat roots and stubble ploughed into the soil was ca. 28%, and the accumulated micro-elements were from 23 to 28% of total matter (roots + stubble + straw). This total matter amounted on average up to 7.6% t/ha, and accumulated in kg/ha as follows: N — 39.1, P — 6.3, K — 50.4, Ca — 15.0 and Mg — 9.0.
2. The investigated agrotechnical factors had no significant effect on the length of specific development stages of rape which were dependent mostly on weather conditions.
3. The winter rape grown after ploughed-in winter wheat straw, as compared to the one grown without straw, was characterized among others by:
  - weaker plant development in autumn that resulted in a lower number of leaves created by plants before vegetation stopped and a lower dry mass of the plants by 36%,
  - higher plants by 4%, increased number of branches by 8% per plant, higher number of pods/plant by 11%, and increased seed yield by 5%.

4. Independently of the forecrop Ca fertilization, compared to N fertilization, caused:
  - weaker development of rape in autumn, which was expressed by lower dry mass of a plant by 33%,
  - decrease in: plant height by 4%, number of branches by 8%, number of pods per plant by 10%, and seed yield by 2%.
5. The highest seed yield, raw fat and protein content were obtained in a forecrop with ploughed-in wheat straw with N addition.
6. Independently of a forecrop, Ca fertilization had a positive effect on raw fat content and a negative effect on total protein content, compared to N fertilization.
7. The total protein content and the contents of oleic, linoleic, linolenic, palmitoleic, arachic and behenic acid were dependent on temperature and humidity conditions but to a lesser degree, on agrotechnical factors.

## Literatura

---

- 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.
- 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.
- Budzyński W., Jankowski K. 2000. Wpływ sposobu jesiennego nawożenia azotem na plonowanie i koszt uprawy rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (1): 73-84.
- 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.
- Christensen B.T. 1986. Barley straw decomposition under field conditions: effect of placement and initial nitrogen content on weight loss and nitrogen dynamics. *Soil. Biol. Biochem.*, 18: 523-529.
- Cochran V.L. i in. 1977. The production of phytotoxins from surface crop residues. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 41: 903-908.
- 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. *PNR*, 96-A-4: 73-94.
- Dembiński F. 1963. Prace nad rzepakiem ozimym prowadzone w Zakładzie Roślin Oleistych IUNG. *Pam. Puł.*, 8 suppl.: 3-24.
- 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.

- Demiński F. 1983. Jak uprawiać rzepak i rzepik. PWRiL, Warszawa.
- 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.
- Dziadowiec H. 1987. Przemiany w glebie słomy zbóż stosowanej jako nawóz organiczny i jej agrokologiczne działanie. *PNR*, 4: 39-58.
- Graham J.P. i in. 1986. Effects of straw residues on the establishment, growth and yield of autumn-sown cereals. *J. Agric. Eng. Res.*, 3: 39-49.
- Grzebisz W., Gaj R. 2000. Zbilansowane nawożenie rzepaku ozimego. W: Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy. 83-98.
- Harper S.H.T., Lynch J.M. 1981. The kinetics of straw decomposition in relation to its potential to produce the phytotoxin acetic acid. *Appl. Environ. Microbiol.*, 49: 423-428.
- Heimann S. 2002. Lista opisowa odmian 2002, Słupia Wielka, 197-208.
- 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 – Oilseed Crops*, XXI (2): 429-438.
- Jasińska i in. 1993. Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie rzepaku ozimego. *Post. Nauk Rol.*, 6: 33-40.
- Kaszubiak H. i in. 1990. Zespoły drobnoustrojów pod uprawami roślin w monokulturze i w zmianowaniu. W: *Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż*. Wyd. Nauk. UAM Poznań, 77-90.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2002a. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (2): 287-302.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2002b. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na skład chemiczny nasion rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (2): 303-312.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2002c. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i wapnem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (2): 313-326.
- Kozłowska J. 2000. Wpływ nawożenia siarką i wapnowania na zmiany w składzie jonowym rzepaku jarego. W: *Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy*, 211-216.
- Krzymański J. 1993. Możliwości pełniejszego wykorzystania rzepaku podwójnie ulepszanego. *Post. Nauk. Rol.*, 6: 161-166.
- Larson W.E. i in. 1972. Effects of increasing amounts of organic residues on continuous corn: II organic carbon nitrogen, phosphorus and sulphur. *Agr. J.*, 64: 204-208.
- Lynch J.M. 1977. Phytotoxicity of acetic acid produced in the anaerobic decomposition of straw. *J. Appl. Bacteriol.*, 42: 81-87.
- Lynch J.M. 1980. Effect of organic acids on the germination of seeds and growth of seedlings. *Plant, Cell Environ.*, 3: 255-259.
- Lynch J.M. 1983. *Soil Biotechnology. Microbiological factors in crop productivity*. Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford – London.
- Lynch J.M., Gunn K.B. 1978. The use of the chemostat to study the decomposition of wheat straw in soil slurries. *J. Soil Sci.*, 29: 551-556.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w różnych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. nauk.*, 19: 1-154.
- Muśnicki Cz. 1992. Produkcyjne skutki uproszczeń w agrotechnice roślin oleistych. „Produkcyjne skutki zmniejszania nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych”. *Mat. Konf.*, 25-26.05.1992, Olsztyn: 95-118.



- Muśnicki Cz. i in. 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 459-469.
- Myśków W. i in. 1986. Substancje organiczne gleby – ich rolnicze i ekologiczne znaczenie. *Roczn. Glebozn.*, 37: 15-35.
- Ocio J.A. i in. 1990. Field incorporation of straw and its effect on soil microbial biomass and soil inorganic N. *Soil Biol. Biochem.*, 23: 171-176.
- Penn D.J., Lynch J.M. 1982. The effect of bacterial fermentation of couch grass rhizomes and *Fusarium culmorum* on the growth of barley seedlings. *Plant Pathol.*, 31: 39-43.
- Peschke H. 1982. Wirkungsvergleich organischer Düngemittels N-Tracer. *Arch. Acker- u. Pfl.- Bau u. Bodenk.*, 26: 207-216.
- Pleines S., Friedt W. 1988. Breeding for improved C<sub>18</sub> – fatty acid composition in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Fat. Sci. Technol.*, 90, 5: 167-171.
- Prusinkiewicz Z. i in. 1990. Rozkład resztek poźniwnych. W: *Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż*. Wyd. Nauk. UAM Poznań, 90-109.
- 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.
- Smith J.H., Douglas C.L. 1968. Influence of residual nitrogen on wheat straw decomposition in the field. *Soil Sci.*, 106: 456-459.
- Songin W. 1979. Wpływ przedplonów na wielkość i zmienność plonów rzepaku w woj. szczecińskim. *ZPPNR*, 229: 14-21.
- Spasibonek S. i in. 1999. Badania nad optymalizacją warunków mutagenyzy chemicznej u rzepaku w celu otrzymania nowej zmienności nienasyconych kwasów tłuszczowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 613-621.
- Veal D.A., Lynch J.M. 1984. Associative cellulolysis and dinitrogen fixation by co-cultures of *Trichoderma harzianum* and *Clostridium butyricum*. *Nature*, 30: 695-697.
- Weichmann W. 1998. *World fertilizer use manual*. Paryż.
- Wójcik-Wojtkowiak D. 1987. Rola alleopatii w rolniczych ekosystemach. *Post. Nauk Rol.*, 1/2, 37-55.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 2000. Wpływ warunków siedliskowych na jesienny rozwój oraz przezi-mowanie odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (1): 65-72.