

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

Wykorzystanie słomy pszenicy ozimej do nawożenia rzepaku ozimego III. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i wapniem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego

The use winter of wheat straw for winter oilseed rape fertilization III. The influence of wheat straw and calcium rates on the development and yielding of winter rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, nawożenie słomą i wapniem, rozwój, plony

Key words: winter rape, straw and calcium rates, development, seeds yield

W latach 1998–2001 w RZD Pawłowice przeprowadzono doświadczenia polowe i laboratoryjne nad wpływem 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) i II – wapniem: 0, 0,5, 1,0 i 1,5 (Ca t/ha). Masa wprowadzonych do gleby resztek poźniwnych pochodzących z korzeni i ścierni pszenicy ozimej wynosiła około 23%, a nagromadzonych makroskładników od 21 do 29% łącznej masy (korzenie + ścierni + słoma), która wynosiła średnio 7,6 t/ha i gromadziła w kg/ha: N – 40,5; P – 6,0; K – 53,4; Ca – 15,8 i Mg – 8,3. Rzepak 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 22% niższa oraz większą o 18% liczbą łuszczyń i o ponad 3% plonami nasion. Nawożenie słomą + 1,5 t Ca/ha powodowało wzrost liczby łuszczyń na roślinie o 20%, liczby nasion w łuszczyńce o 7% i plonów nasion o 12% w porównaniu z kontrolą.

In the years 1998–2001 field and laboratory study on the effects of growing rates of wheat straw and N fertiliser on the development and yields 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 – calcium at 0, 0.5, 1.0, 1.5 tonnes/ha. The weight of harvest residues of roots and stubble of winter wheat was recorded at 23% and the accumulation of macroelements ranged from 21 to 29% of total weight (roots + stubble + straw) that amounted to 7.6 t/ha on average and accumulated to: 40.5 N, 6.0 P, 53.4 K, 15.8 Ca and 8.3 kg/ha Mg. The winter rape cultivated after winter wheat ploughed under as compared to that without straw showed weaker development of plants in autumn. The plants had less leaves before the winter and dry matter of a plant was 22% lower, but the number of siliques and seed yields were 18% and 3% higher, respectively. Straw fertilization + 1.5 tonnes of Ca/ha as compared to the control increased the growth of siliques on plants by 20%, the number of seed in a silique by 7% and the seed yield by 12%.

W skomplikowanym procesie przyswajania związków mineralnych przez rośliny dużą rolę odgrywa wielkość i jakość kompleksu sorpcyjnego. Jego zwiększenie jest możliwe przez wprowadzenie do gleby dużych ilości masy organicznej. Kotecki i Broda (1995a, 1995c, 1995e) wykazali, że resztki poźniwne (korzenie + ściern + słoma) bobiku, grochu i jęczmienia jarego zawierały duże ilości N i K, a ich masa zależała od cech gatunkowych i odmianowych. W resztkach poźniwnych pochodzących z 1 ha bobiku odmiany Nadwiślański znajdowało się 7,5 t masy organicznej, 72 kg N i 120 kg K, grochu odmiany Fidelia odpowiednio — 4, 46 i 47, a jęczmienia jarego odmiany Rudzik 5,3, 44 i 51. Plon nasion rzepaku uprawianego po bobiku i grochu wynosił 4,5 t/ha, a po jęczmieniu jarym 3,52 t/ha (Kotecki i Broda 1995b, 1995d, 1995f). Należy podkreślić, że w przyoranych resztkach znajdowało się sumarycznie więcej N i K niż wynosiła przeciętna, stosowana w Polsce w 1999 roku dawka NPK na 1 ha (85 kg). W świetle powyższych liczb i przy stale utrzymującej się tendencji do ograniczania nakładów na przemysłowe środki produkcji, wydaje się, że w utrzymaniu żyzności gleb coraz większą rolę odgrywać będzie nawożenie słomą. Jest ona ważnym źródłem składników energetycznych dla całego zespołu organizmów glebowych, ponieważ dostarcza do 2800 kg/ha węgla do gleby w ciągu roku (Lynch, Panting 1980). Niedobory substratów pokarmowych powodują, że poza ryzofera z punktu widzenia dostępności składników pokarmowych gleba jest „energetyczną pustynią” (Lynch 1983, Metting 1985). Ten stan powoduje bardzo intensywne procesy degradacji świeżej substancji organicznej, co wpływa w istotny sposób na bilans składników pokarmowych, a ponadto kształtuje możliwości oddziaływania mikroflory glebowej na wzrost roślin poprzez biosyntezę substancji mogących wpływać hamująco lub stymulująco na rośliny (Pietr 1990).

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, 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, 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 nagromadzenia się związków fitotoksycznych w wyniku przemian mikrobiologicznych w glebach nawożonych słomą, również 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.

Uproszczenie zmianowań, do monokultury włącznie, wpływa na ograniczenie bioróżnorodności drobnoustrojów w środowisku, kumulację związków fenolowych w glebie i wzrost zawartości fitotoksyn wywołujących zjawisko autotoksyczności i obniżkę plonów (Wójcik-Wojtkowiak 1987, 1990, Wójcik-Wojtkowiak i in. 1990).

Doświadczenia gromadzone przez pokolenia powodowały, że rolnik współdziałał z przyrodą, co gwarantowało rozsądne wykorzystanie środowiska. W takim systemie gospodarowania uprawiano wiele gatunków roślin, a każdy z nich mógł być uprawiany w możliwe najlepszym dla niego stanowisku. Sprawiało to, że choroby i szkodniki nie występowały masowo, a zjawiska erozji, nadmiernego zagęszczenia gleby czy autotoksyczności miały ograniczony zasięg (Duer 1997).

Niekorzystny wpływ związków powstających podczas rozkładu masy organicznej w glebie na rośliny może być ograniczony przez stymulację tych procesów. Czynniki przyspieszającymi procesy rozkładu mogą być szczepionki drobnoustrojów celulolitycznych, jednakże w warunkach polowych nie stwierdzano istotnego wpływu tego typu szczepionek na przyspieszenie procesów degradacji słomy (Magan i in. 1989, Smith i in. 1992). Nawożenie azotem przyspiesza procesy rozkładu, a 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, Lynch 1984). Równoczesne nawożenie wapniem powoduje neutralizację kwasów organicznych znosząc ich fitotoksyczne oddziaływanie na rośliny (Lynch 1983).

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, 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).

Celem badań było określenie wpływu nawożenia słomą pszenicy i wapniem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego odmiany Silvia.

Metodyka doświadczenia, warunki meteorologiczne i glebowe

W latach 1998–2001 w RZD Pawłowice przeprowadzono doświadczenia polowe i laboratoryjne nad wpływem 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 w postaci węglanu wapnia w dawkach: 0, 0,5, 1,0 i 1,5 t Ca/ha.

Metodykę i warunki meteorologiczne przedstawiono szczegółowo w części I. pracy pt.: „Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego”.

Doświadczenia zakładano corocznie na glebie brunatnej typu płowego, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb. Odczyn pH gleby w 1 n KCl wahał się od kwaśnego do lekko kwaśnego, a zasobność gleby w podstawowe makroskładniki przedstawiała się następująco: P — bardzo wysoka, K — średnia do wysokiej i Mg — średnia do bardzo wysokiej.

Wyniki badań

Resztki poźniwne pszenicy ozimej zawierały przede wszystkim K, N i Ca, natomiast P i Mg było, w porównaniu z K, 6,4–8,7 razy mniej (tab. 1). Pomiędzy poszczególnymi latami wystąpiły duże różnice w zawartość makroskładników. We wszystkich latach badań korzenie + ścierni zawierały mniej N, K i Ca w porównaniu ze stanowiskiem, w którym przyorywano korzenie + ścierni + słomę pszenicy. Masa wprowadzonych do gleby resztek poźniwnych pochodzących z korzeni i ścierni wynosiła około 23%, a nagromadzonych makroskładników od 21 do 29% łącznej masy (korzenie + ścierni + słoma), która wynosiła średnio 7,6 t/ha i gromadziła w kg/ha: N — 40,5; P — 6,0; K — 53,4; Ca — 15,8 i Mg — 8,3 (tab. 2). 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 części I. pracy pt.: „Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego”.

Tabela 1

Zawartość makroskładników w resztkach poźniwnych pszenicy ozimej [%]
Macroelements content in harvest residues in winter wheat

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	N	P	K	Ca	Mg
1998					
Korzenie + ściern + Ca <i>Roots + stubble + Ca</i>	0,50	0,08	0,77	0,27	0,10
Korzenie + ściern + słoma + Ca <i>Roots + stubble + straw + Ca</i>	0,58	0,08	0,81	0,33	0,09
1999					
Korzenie + ściern + Ca <i>Roots + stubble + Ca</i>	0,40	0,08	0,42	0,08	0,13
Korzenie + ściern + słoma + Ca <i>Roots + stubble + straw + Ca</i>	0,47	0,09	0,59	0,12	0,12
2000					
Korzenie + ściern + Ca <i>Roots + stubble + Ca</i>	0,52	0,07	0,67	0,15	0,13
Korzenie + ściern + słoma + Ca <i>Roots + stubble + straw + Ca</i>	0,55	0,07	0,71	0,17	0,12
Średnie z lat 1998–2000 — <i>Means for 1998–2000</i>					
Korzenie + ściern + Ca <i>Roots + stubble + Ca</i>	0,47	0,08	0,62	0,17	0,12
Korzenie + ściern + słoma + Ca <i>Roots + stubble + straw + Ca</i>	0,53	0,08	0,70	0,21	0,11

Badane czynniki nie miały wyraźnego wpływu na liczbę roślin po wschodach (tab. 3). 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. 4). Sucha masa 1 rośliny na stanowisku bez słomy była o 28% wyższa, niż ze słomą. Nawożenie 1 t Ca/ha na obiektach bez słomy zwiększyło suchą masę 1 rośliny o 35% w porównaniu z kontrolą. Nawożenie obiektów ze słomą wapniem nie miało wpływu na suchą masę 1 rośliny, która średnio wynosiła 0,89 g. Wyniki badań Muśnickiego (1989) wskazują, że dla dobrego przezimowania sucha masa nadziemna roślin powinna wynosić około 1,5 g.

Tabela 2

Masa resztek poźniwnych pszenicy ozimej i nagromadzenie składników mineralnych
Matter of harvest residues of winter wheat and accumulation of mineral components

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Sucha masa resztek poźniwnych <i>Dry matter of harvest residues [t/ha]</i>	N	P	K	Ca	Mg
		[kg/ha]				
1998						
Korzenie + ściern + Ca <i>Roots + stubble + Ca</i>	1,9	9,5	1,5	14,6	5,1	1,9
Korzenie + ściern + słoma + Ca <i>Roots + stubble + straw + Ca</i>	7,8	45,2	6,2	63,2	25,7	7,0
1999						
Korzenie + ściern + Ca <i>Roots + stubble + Ca</i>	2,1	8,4	1,7	8,8	1,7	2,7
Korzenie + ściern + słoma + Ca <i>Roots + stubble + straw + Ca</i>	7,2	33,8	6,5	42,5	8,6	8,6
2000						
Korzenie + ściern + Ca <i>Roots + stubble + Ca</i>	20	10,4	1,4	13,4	3,0	2,6
Korzenie + ściern + słoma + Ca <i>Roots + stubble + straw + Ca</i>	7,7	42,4	5,4	54,7	13,1	9,2
Średnie z lat 1998–2000 — <i>Means for 1998–2000</i>						
Korzenie + ściern + Ca <i>Roots + stubble + Ca</i>	2,0	9,4	1,5	12,3	3,3	2,4
Korzenie + ściern + słoma + Ca <i>Roots + stubble + straw + Ca</i>	7,6	40,5	6,0	53,4	15,8	8,3

Nawożenie słomą zwiększyło wysokość roślin o 7%, liczbę rozgałęzień na roślinie o 18% i liczbę łuszczyń na roślinie o 19% w porównaniu z kontrolą (tab. 4). Nawożenie słomą + 1,5 t Ca/ha, spowodowało zwiększenie liczby łuszczyń na roślinie o 20%, liczby nasion w łuszczyńce o 7%, masy nasion w łuszczyńce o 18% i masy 1000 nasion o 3% oraz wzrost plonu nasion o 12% w porównaniu z kontrolą (tab. 4 i 5). Nawożenie słomą spowodowało wzrost plonu nasion o ponad 3% w porównaniu z kontrolą (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.

Tabela 3

Liczba roślin rzepaku ozimego na 1 m² oraz ubytki roślin podczas zimy — *Number of plants of winter rape per 1 m² and losses of plants during winter*

1 — przed zahamowaniem wegetacji — *before inhibition of vegetation*

3 — przed zbiorem — *before harvest*

2 — po ruszeniu wegetacji — *after reneval of vegetation*

4 — ubytki roślin po zimie — *losses of plant after winter [%]*

Resztki poźniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose Ca</i> [kg/ha]	1998/99				1999/00				2000/01				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	106	95	78	10,4	116	112	109	3,5	87	84	81	3,5	
	0,5	108	96	78	11,1	111	107	101	3,6	80	77	75	3,7	
	1,0	102	88	80	13,7	111	107	101	3,6	78	75	72	3,8	
	1,5	97	85	75	12,4	114	110	107	3,5	89	85	80	4,5	
Ze słomą <i>With straw</i>	0	105	95	85	9,5	119	115	113	3,4	81	78	75	3,7	
	0,5	104	89	78	14,4	122	117	114	4,1	84	80	74	4,8	
	1,0	110	91	72	17,3	119	114	110	4,2	78	74	71	5,1	
	1,5	103	86	72	16,5	122	116	114	4,9	73	69	66	5,5	
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>														
Bez słomy — <i>Without straw</i>		103	91	78	11,7	113	109	104	3,5	83	80	77	3,6	
Ze słomą — <i>With straw</i>		105	90	77	14,3	120	115	113	4,2	79	75	71	5,1	
		0	105	95	81	9,5	117	113	111	3,4	84	81	78	3,6
		0,5	106	92	78	13,2	116	112	107	3,4	82	78	74	4,9
		1,0	106	89	76	16,0	115	110	105	4,4	78	74	71	5,1
		1,5	100	85	73	15,0	118	113	110	4,2	81	77	68	4,9

Tabela 4

Charakterystyka morfologiczna rzepaku ozimego jesienią przed zahamowaniem wegetacji (średnie z lat 1998/99–2000/01)
Morphological features of winter rape in autumn before inhibition of vegetation (means for 1998/99–2000/01)

Resztki pożniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose Ca</i> [kg/ha]	Liczba liści utrzymu- jących się na roślinie <i>Number of leaves surviving per plant</i>	Średnica szyjki korzeniowej <i>Diameter of root collar [mm]</i>	Wyniesienie stożka wzrostu <i>Elevation of shoot apex [mm]</i>	Zielona masa 1 rośliny <i>Fresh matter of 1 plant [g]</i>	Sucha masa 1 rośliny <i>Dry matter of 1 plant [g]</i>	Procent suchej masy <i>Percentage of dry matter</i>
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	6,5	6,5	11,4	6,3	0,95	15,6
	0,5	6,6	6,1	12,2	6,6	1,00	15,6
	1,0	6,4	6,3	13,2	8,5	1,29	15,5
	1,5	6,5	6,4	13,5	8,6	1,30	15,2
Ze słomą <i>With straw</i>	0	6,0	5,9	12,0	6,3	0,91	14,9
	0,5	5,8	5,6	11,0	5,8	0,81	14,1
	1,0	5,7	5,5	11,4	6,1	0,88	15,2
	1,5	6,1	6,4	10,6	6,4	0,94	15,0
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	r.n.	1,1	0,7	0,11	0,6
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>							
Bez słomy — <i>Without straw</i>		6,5	6,3	12,6	7,5	1,14	15,5
Ze słomą — <i>With straw</i>		5,9	5,9	11,2	6,2	0,89	14,8
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,2	0,3	0,6	0,3	0,05	0,4
0		6,3	6,2	11,7	6,3	0,93	15,2
0,5		6,2	5,9	11,6	6,2	0,90	14,8
1,0		6,0	5,9	12,3	7,3	1,09	15,3
1,5		6,3	6,4	12,0	7,4	1,12	15,1
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	0,4	r.n.	0,6	0,08	0,3
1998/99		5,8	6,4	10,3	5,2	0,92	17,7
1999/00		6,4	5,1	10,6	7,4	0,97	13,1
2000/01		6,4	6,7	14,7	7,8	1,14	14,6
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,3	0,4	0,8	0,4	0,06	0,5

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

Tabela 5

Cechy morfologiczne rzepaku ozimego przed zbiorem (średnie z lat 1998/99–2000/01)
Morphological features of winter rape before harvesting (means for 1998/99–2000/01)

Resztki pożniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose Ca</i> [kg/ha]	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>
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	119	58,3	3,5	75
	0,5	120	63,2	3,5	80
	1,0	118	65,1	3,5	82
	1,5	118	66,4	3,2	85
Ze słomą <i>With straw</i>	0	129	63,4	3,8	87
	0,5	126	60,8	4,0	93
	1,0	125	59,0	3,9	98
	1,5	128	60,9	4,2	104
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	3,2	0,4	r.n.
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>					
Bez słomy — <i>Without straw</i>		119	63,3	3,4	81
Ze słomą — <i>With straw</i>		127	61,1	4,0	96
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		1	1,8	0,2	3
0		124	60,9	3,6	81
0,5		123	62,0	3,8	86
1,0		122	62,0	3,7	90
1,5		123	63,7	3,7	95
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	r.n.	r.n.	3
1998/99		139	66,3	3,9	108
1999/00		106	51,9	3,1	57
2000/01		124	68,2	4,1	59
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		2	2,2	0,3	4

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

Tabela 7

Elementy struktury plonu rzepaku ozimego i plon nasion (średnie z lat 1998/99–2000/01)
Yield components of winter rape and seed yield (means for 1998/99–2000/01)

Resztki poźniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose Ca</i> [kg/ha]	Liczba nasion w łuszczyźnie <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>	Plon nasion <i>Seed yield</i> [t/ha]
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	24,3	116,2	3,76	3,14
	0,5	23,9	116,7	3,87	3,21
	1,0	24,6	115,7	3,88	3,28
	1,5	24,3	113,9	3,94	3,39
Ze słomą <i>With straw</i>	0	23,2	104,6	3,79	3,11
	0,5	23,8	107,7	3,90	3,39
	1,0	24,4	115,7	3,93	3,45
	1,5	24,9	124,1	3,91	3,48
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,7	4,6	r.n.	0,10
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>					
Bez słomy — <i>Without straw</i>		24,3	115,6	3,86	3,25
Ze słomą — <i>With straw</i>		24,1	113,0	3,88	3,36
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	2,1	r.n.	0,06
	0	23,8	110,4	3,77	3,12
	25	23,9	112,2	3,88	3,30
	50	24,5	115,7	3,90	3,36
	75	24,6	119,0	3,93	3,43
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,6	2,6	0,05	0,07
	1998/99	25,9	109,1	3,34	2,53
	1999/00	22,4	101,6	4,21	2,83
	2000/01	26,2	125,2	4,16	4,77
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,7	3,3	0,05	0,07

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

Wnioski

- Masa wprowadzonych do gleby resztek poźniwnych pochodzących z korzeni i ścierni pszenicy ozimej wynosiła około 23%, a nagromadzonych makroskładników od 21 do 29% łącznej masy (korzenie + ściernie + słoma), która wynosiła średnio 7,6 t/ha i gromadziła w kg/ha: N – 40,5; P – 6,0; K – 53,4; Ca – 15,8 i Mg – 8,3.

2. Badane czynniki agrotechniczne nie wywarły wyraźnego wpływu na kształtowanie się długości poszczególnych faz rozwojowych rzepaku i zależały one przede wszystkim od przebiegu pogody.
3. Rzepak ozimy uprawiany w 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 jednej rośliny była o 22% niższa,
 - większą o 18% liczbą łuszczyn i o 3% plonami nasion.
4. W stanowisku ze słomą należy stosować nawożenie 1,5 t Ca/ha, gdyż zwiększa się, w porównaniu z kontrolą, liczba łuszczyn na roślinie o 20%, liczba nasion w łuszczynie o 7% i plon nasion o 12%.

Conclusions

1. The weight of harvest residues of roots and stubble of winter wheat was recorded at 23% and the accumulation of macroelements ranged from 21 to 29% of total weight (roots + stubble + straw) that amounted to 7.6 t/ha on average and accumulated to: 40.5 N; 6.0 P; 53.4 K; 15.8 Ca and 8.3 kg/ha Mg.
2. The agrotechnical factors did not influence the growth stages of rape, which were mainly dependent on weather conditions.
3. Winter rape cultivated after winter wheat with straw ploughed under, as compared to the site without straw, was characterized by:
 - slower development in autumn that caused that the plants had less leaves before the end of the growing season and 22% lower dry matter of a plant,
 - higher number of siliques by 18% and seed yields by 3%, respectively.
4. In the site with straw 1,5 t Ca/ha is recommended because, as compared to the control, it increased the growth of siliques on plants by 20%, the number of seed in a silique by 7% and the seed yield by 12%.

Literatura

- Cochran V.L. i in. 1977. The production of phytotoxins from surface crop residues. Soil Sci. Soc. Amer. J., 41: 903-908.
- Duer I. 1997. System gospodarowania a zmęczenie gleby powodowane alleopatią. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 452: 51-57.

- Dembiński F. 1963. Prace nad rzepakiem ozimym prowadzone w Zakładzie Roślin Oleistych IUNG. Pam. Puł., 8 supl.: 3-24.
- Dembiński F. 1983. Jak uprawiać rzepak i rzepik. PWRiL, Warszawa.
- 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.
- 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., Broda K. 1995a. Wartość resztek poźniwnych bobiku. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rol. LXIII: 109-118.
- Kotecki A., Broda K. 1995b. Następczy wpływ różnych form bobiku na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rol. LXIII: 119-128.
- Kotecki A., Broda K. 1995c. Wpływ ilości wysiewu na wartość resztek poźniwnych dwu odmian grochu. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rol. LXIII: 129-140.
- Kotecki A., Broda K. 1995d. Następczy wpływ odmian grochu wysiewanych w zmiennym zagęszczeniu na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rol. LXIII: 141-151.
- Kotecki A., Broda K. 1995e. Wartość resztek poźniwnych jęczmienia jarego z wsiewką seradeli i życicy wielokwiatowej. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rol. LXIII: 153-160.
- Kotecki A., Broda K. 1995f. Następczy wpływ jęczmienia jarego uprawianego w siewie czystym i z wsiewką na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rol. LXIII: 161-170.
- Kozłowska J. 2000. Wpływ nawożenia siarką i wapnowania na zmiany w składzie jonowym rzepaku jarego. W: Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy. 211-216.
- 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.
- Lynch J.M., Panting L.M. 1980. Cultivation and the soil biomass. Soil Biol. Biochem., 12: 29-33.
- Magan N. i in. 1989. Establishment of microbial inocula on decomposing wheat straw in soil of different water contents. Soil Biol. Biochem., 21: 15-22.
- Metting B. 1985. Soil microbiology and biotechnology. In: Soil Microbial Ecology: Biotechnology: Applications and Research, P.A. Cheremisinoff i R.P. Quелlette (red.) Technomic Publishers, Lancaster, Penn., 196-214.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w różnych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. Rocz. AR Pozn. Rozpr. nauk., 19: 1-154.

- Myśków W. i in. 1986. Substancje organiczne gleby – ich rolnicze i ekologiczne znaczenie. Rocz. Glebozn., 37: 15-35.
- 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.
- Pietr S.J. 1990. Wpływ saprofitycznej mikroflory ryzosfery na wzrost roślin. Post. Nauk Rol., 29: 19-38.
- Smith J.L. i in. 1992. Soil organic matter dynamics and crop residue management. In: Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management, F. Blaaijme Metting, Jr. (red) Marcel Dekker, Inc., New York – Basel – Hong Kong, 65-94.
- Songin W. 1979. Wpływ przedplonów na wielkość i zmienność plonów rzepaku w woj. szczecińskim. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 229: 14-21.
- 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., 1/2/87: 37-55.
- Wójcik-Wojtkowiak D. 1990. Powstawanie substancji biologicznie czynnych w glebach monokultur zbożowych. W: Badania monokultur zbożowych. Wyd. SGGW Warszawa, 107-135.
- Wójcik-Wojtkowiak D. i in. 1990. Powstawanie i właściwości substancji fenolowych oraz ich rola w ograniczaniu produkcji upraw w monokulturach. W: Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż. Wyd. Nauk. UAM Poznań, 167-183.