

JOLANTA KORZENIOWSKA
EWA STANISŁAWSKA-GLUBIAK

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — Państwowy Instytut Badawczy w Puławach
Zakład Technik Uprawy Roli i Nawożenia w Jelczu-Laskowicach

Reakcja owsa na różne metody nawożenia PKMg w tradycyjnym i zerowym systemie uprawy roli

The response of oat to different methods of PKMg application at conventional and no-tillage systems

W ścisłych, trzyletnich doświadczeniach polowych badano wpływ tradycyjnego i zerowego systemu uprawy roli oraz rzutowego i rzędowo-wgłębne nawożenia PKMg na plonowanie oraz zawartość makroskładników w roślinach owsa. Nawożenie rzędowo-wgłębne polegało na umieszczeniu nawozu na głębokości 5 cm pod nasionami przy pomocy amerykańskiego siewnika bezuprawowego firmy „Great Plains”. Fosfor, potas i magnez stosowano w formie wieloskładnikowego nawozu Polimag 305. W obu badanych systemach uprawy lepsze efekty plonotwórcze dawało nawożenie rzutowe niż rzędowo-wgłębne, przy czym niespodziewanie uwidoczniło się to w większym stopniu przy uprawie zerowej. Brak opadów w okresach krytycznych dla wzrostu i rozwoju owsa sprzyjał większej skuteczności zerowej uprawy roli. We wszystkich latach badań wykazano lepsze zaopatrzenie roślin w makroskładniki w fazie początku strzelania w źdźbło na uprawie zerowej w stosunku do uprawy tradycyjnej. Na ogół w obu badanych systemach uprawy roli nawożenie rzutowe powodowało wyższą koncentrację P i K w częściach nadziemnych owsa w porównaniu do nawożenia rzędowo-wgłębne. Jednak, przy zerowym systemie uprawy różnice na korzyść nawożenia rzutowego nie były tak duże, jak przy systemie tradycyjnym.

Słowa kluczowe: uprawa zerowa, nawożenie rzędowo-wgłębne PKMg, owies, plon ziarna, zawartość makroelementów w roślinach

Oat yielding and contents of macronutrients in oat plants at broadcast and deep-band fertilization, and at conventional and no-tillage systems were compared in 3-year field trials. In the deep-band method the fertilizer was applied 5 cm below the seeds with the use of no-tilling disk drill made by the “Great Plains” company. Phosphorus (P), potassium (K) and magnesium (Mg) were supplied in the form of a multicomponent fertilizer — Polimag 305. The broadcast method effected better yielding than the deep-band one at both tillage systems. Unexpectedly, this effect was more pronounced at the no-tillage variant. Lack of rain in the periods critical for oat growth and development made no-tillage system more effective. In the whole period of the investigations, the plants at the shooting stage were found to be better supplied with P, K and Mg in the no-tillage trials than in the trials where the conventional tillage system was applied. The broadcast fertilization, compared with the deep-band one, generally resulted in higher concentrations of P and K in the above-ground part of oat plants, whether

the conventional or no-tillage system was used. However, the positive effects of the broadcast method were more pronounced at the conventional tillage.

Key words: broadcast fertilization, conventional tillage, deep-band fertilization grain yield, macronutrients, no tillage, oat

WSTĘP

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie w naszym kraju tzw. zerowym systemem uprawy roli (Kordas, 1999; Pabin i in., 1999; Pabin i in., 2001; Weber, 2004). Wynika to zarówno z większej dostępności maszyn do tego typu uprawy, jak i pozytywnych efektów w postaci oszczędności energii, zachowania wody w glebie i skrócenia czasu uprawy. Jednocześnie nie ma krajowych zaleceń nawozowych dla tej metody uprawowej. Prace zagraniczne, głównie amerykańskie i kanadyjskie, donoszą o dużej skuteczności nawożenia zlokalizowanego wgłębnego przy metodzie zero-uprawowej. Nawożenie to polega na umieszczaniu nawozów rzędowo na pewnej głębokości pod nasionami lub wgłębnie obok rzędu nasion, co ułatwia młodej roślinie szybkie dotarcie korzeniami do składników pokarmowych. Wysiew pasowy wgłębny stosowali i zalecali dla praktyki liczni autorzy zagraniczni w stosunku do potasu (Gordon, 1999; Potassium application methods, 1998; Westermann, 1998), fosforu (Miller, 1998), NP (Gordon i in., 1998; Mascagni i Bouquet, 1998) oraz NPK (Gordon, 1999; Hoeft i Ritchie, 1997; Potassium application methods, 1998). Metodę nawożenia rzędowo-wgłębną badano także dla uprawy tradycyjnej z orką, stwierdzając możliwość znacznego ograniczenia dawek fosforu i potasu bez obniżenia plonów (Vyn i in., 1999). Jednak problem zadawalającej efektywności nawożenia zlokalizowanego nie jest jednoznaczny. Niektóre prace mówią o małej przydatności metody nawożenia zlokalizowanego ze względu na nieprzewidywalność efektów jej stosowania. Są one, bowiem silnie uzależnione od pogody. Ponadto Randal i Hoeft (1997) podkreślają, że nawożenie zlokalizowane fosforem bywa bardziej skuteczne od rzutowego w uprawie zbóż w przypadku suszy, krótszego okresu wegetacji, ograniczonego systemu korzeniowego i niskiej zasobności gleb w fosfor. Mallarino i wsp. (1998) również nie stwierdzili różnic pomiędzy rzutowym a rzędowo-wgłębnym nawożeniem kukurydzy i soi fosforem, a w przypadku potasu uzyskiwano tylko bardzo niewielkie zwwyżki plonów.

Mimo istniejących na świecie pewnych doświadczeń w zakresie nawożenia zlokalizowanego, badania takie powinny być w naszym kraju prowadzone ze względu na specyfikę polskich gleb, klimat oraz odmienność uprawianych gatunków i odmian roślin. Celem pracy jest sprawdzenie przydatności nawożenia rzędowo-wgłębnego PKMg dla owsa w systemie zerowej i tradycyjnej uprawy roli.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2002–2004 w Stacji Doświadczalnej IUNG Jelcz-Laskowice przeprowadzono 6 ścisłych doświadczeń polowych, w których badano reakcję owsa odmiany Hetman na rzutową i rzędowo-wgłębną metodę aplikacji nawozu PKMg. W każdym roku przeprowadzono po 2 doświadczenia — jedno w tradycyjnym, a drugie w zerowym systemie uprawy roli (tab. 1).

Tabela 1

Numeracja doświadczeń
Numbering of trials

Rok Year	Numer doświadczenia Number of trial	System uprawy roli Tillage system
2002	I	tradycyjny — conventional
	II	zerowy — no tillage
2003	III	tradycyjny — conventional
	IV	zerowy — no tillage
2004	V	tradycyjny — conventional
	VI	zerowy — no tillage

Testowano 5 obiektów nawozowych: 1. Kontrola — bez PKMg, 2. Nawożenie rzutowe — pełna dawka PKMg, 3. Nawożenie rzędowo-wgłębne — pełna dawka PKMg, 4. Nawożenie — rzędowo-wgłębne — 2/3 pełnej dawki PKMg, 5. Nawożenie rzędowo-wgłębne — 1/3 pełnej dawki PKMg.

Doświadczenia były przeprowadzone jako jednoczynnikowe w układzie długich pasów z lustrzanym odbiciem, w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletek doświadczalnych, jak również do zbioru wynosiła 40 m². Owies w ilości 180 kg/ha wysiano 19 marca w 2002 r., 30 marca w 2003 r. i 31 marca w 2004 r. Przedplonem dla owsa był jęczmień jary uprawiany w tradycyjnym bądź zerowym systemie uprawy roli.

Fosfor, potas i magnez stosowano jednocześnie z wysiewem nasion w formie wieloskładnikowego nawozu Polimag 305 o składzie P₂O₅ — 16%, K₂O — 24%, MgO — 8% oraz N — 5% w ilości: 350 kg/ha (pełna dawka), 230 kg/ha (2/3 pełnej dawki) i 120 kg/ha (1/3 pełnej dawki). Wraz z pełną dawką nawozu dostarczono do gleby 56 kg P₂O₅/ha. Dawka fosforu była ustalona na podstawie zaleceń nawozowych IUNG (Zalecenia nawozowe, 1996), a dawki pozostałych składników (84 kg K₂O/ha, 28 kg MgO i 18 kg N/ha) wynikały z poziomu nawożenia fosforem. W badaniach zastosowano nawóz wieloskładnikowy nie tylko ze względów praktycznych, ale również metodycznych. Spotyka się, bowiem prace mówiące o większej dostępności dla roślin składników występujących łącznie niż przy ich oddzielnym stosowaniu (Gordon i in., 1998; Nelson, 1981). Wybór nawozu do doświadczeń był podyktowany zasobnością gleby w poszczególne składniki pokarmowe.

Nawożenie rzędowo-wgłębne polegało na umieszczeniu nawozu na głębokości 5 cm pod nasionami przy pomocy amerykańskiego siewnika bezuprawowego firmy „Great Plains” model Solid Stand 7 o szerokości roboczej 2 m. Azot uzupełniano pogłównie metodą rzutową, w dawkach zgodnych z wymaganiami uprawianych roślin, jednakowo na wszystkich obiektach.

Charakterystykę gleb, na których założono doświadczenia przedstawiono w tabeli 2, a miesięczne sumy opadów w okresie wegetacji w tabeli 3. Próbkę roślinną pobierano każdego roku w trakcie wegetacji, w fazie początku strzelania w źdźbło (całe części nadziemne ścięte 5 cm nad ziemią), jak również w fazie dojrzałości pełnej ziarna. Badania laboratoryjne materiału glebowego i roślinnego wykonano metodami stosowanymi w stacjach chemiczno-rolniczych (Metody badań, 1980). Plony ziarna podano dla 15% wilgotności. Wnioskowanie na temat istotności różnic w plonach ziarna między obiektami

nawozowymi oraz w zawartościach makroskładników w materiale roślinnym przeprowadzono na podstawie analizy wariancji przy pomocy programu komputerowego AWAR opracowanego w IUNG.

Tabela 2

Charakterystyka gleb doświadczalnych
Characteristics of experimental soils

Cechy gleby Properties of soil	Rok Year		
	2002	2003	2004
Nr doświadczenia — No. of trials	I, II	III, IV	V, VI
Fracja — Fraction (%)			
1,0-0,1 mm	61	62	59
0,1-0,02 mm	23	23	25
< 0,02 mm	16	15	16
Symbol gleby — Soil symbol	pgm	pgl	pgm
C org. (%)	0,76	0,74	0,69
pH (1 mol·dm ⁻³ KCl)	4,7	4,8	4,7
Zawartość — Content (mg·kg ⁻¹)			
P ₂ O ₅	146	148	151
K ₂ O	100	108	120
Mg	43	44	43

WYNIKI I DYSKUSJA

Plony

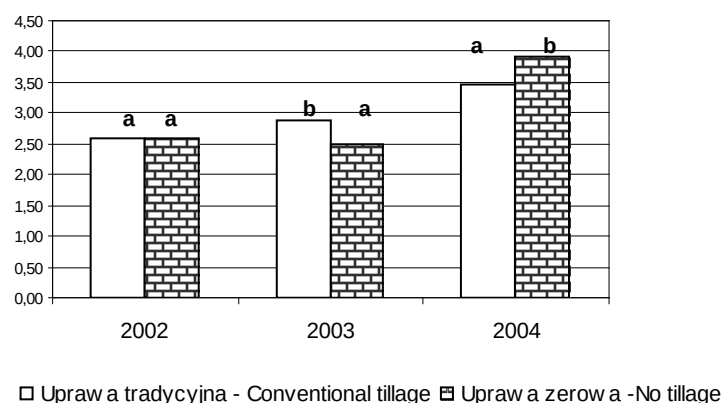
Plony ziarna owsa wahały się od 2,22 do 5,01 t·ha⁻¹ w zależności od roku badań, dawki i metody aplikacji nawozów oraz systemu uprawy roli (tab. 4). W przeprowadzonych doświadczeniach owies plonował znacznie wyżej w 2004 r., niż w pozostałych latach badań (tab. 4, rys. 1). Najprawdopodobniej było to spowodowane wyjątkowo korzystnymi warunkami pogodowymi na wiosnę, a szczególnie obfitymi opadami bezpośrednio przed siewem (tab. 3), co ma duże znaczenie dla plonowania tej rośliny (Szczegółowa..., 2003).

Tabela 3

Miesięczne sumy opadów w okresie wegetacji w Jelczu-Laskowicach
Monthly rainfall in the vegetation period in Jelcz-Laskowice

Rok Year	Opad — Rainfall (mm)					Suma — Sum
	III	IV	V	VI	VII	
2002	15,9	44,5	78,8	53,7	38,2	231
2003	16,2	19,6	57,7	27,6	77,7	199
2004	63,6	24,3	27,3	43,7	55,3	214
1956–2000	31,3	37,6	61,3	71,4	80,0	282

Reakcja owsa na rodzaj systemu uprawy roli zależała od roku badań. Należy więc przypuszczać, że o efektywności danego rodzaju uprawy roli decydował głównie przebieg pogody. W roku 2002 w obu systemach uprawy roli uzyskano jednakowe średnie plony ziarna. W następnym sezonie wegetacyjnym na uprawie zerowej plony były istotnie niższe, niż na tradycyjnej, natomiast w roku 2004 istotnie wyższe (rys. 1).



Rys. 1. Plony ziarna owsa w poszczególnych latach badań (średnie z 5 obiektów doświadczalnych). Wartości oznaczone tymi samymi literami w ramach tego samego roku nie różnią się istotnie na podstawie analizy testem Tukeya

Fig. 1. Yields of oat grain in the years of study (mean for 5 treatments). Values followed by the same letters in the same year do not differ significantly ($P < 0.05$) based on the analysis with Tukey test

Uważa się, że przy niedoborach wilgoci zerowy system uprawy roli jest efektywniejszy, niż uprawa z orką (Pabin i in., 2001; Randall i Hoeft, 1997). Przypuszczalnie duży wpływ na uzyskanie wyższych plonów owsa uprawianego w zerowym systemie uprawy roli w 2004 roku miały znacznie mniejsze ilości opadów w maju tego roku, niż w pozostałych latach badań (tab. 3).

Tabela 4

Plony ziarna owsa ($t \cdot ha^{-1}$)
Oat grain yield ($t \cdot ha^{-1}$)

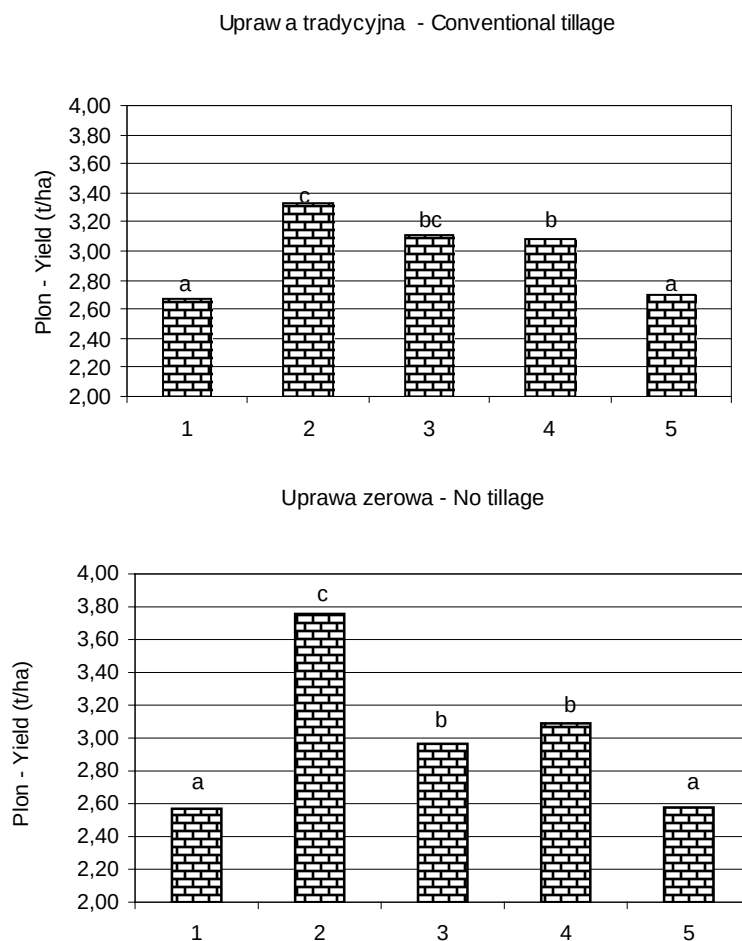
Rok Year	Nawożenie — Fertilization				
	1	2	3	4	5
Uprawa tradycyjna — Conventional tillage					
2002	2,31 a	3,13 c	2,66 b	2,64 a b	2,22 a
2003	2,94 a b	2,85 a b	3,07 b	2,89 a b	2,60 a
2004	2,76 a	3,99 c	3,62 b c	3,72 c	3,27 b
Uprawa zerowa — No tillage					
2002	2,59 b	3,62 c	2,10 b	2,33 a b	2,25 a
2003	2,34 a b	2,64 c	2,69 c	2,56 b c	2,22 a
2004	2,78 a	5,01 d	4,10 c	4,38 c	3,26 b

Wartości oznaczone tymi samymi literami w ramach jednego roku (wiersza) nie różnią się istotnie na podstawie analizy testem Tukaya

Values followed by the same letters in the same year (line) do not differ significantly ($P < 0.05$) based on the analysis with Tukey test

W przeprowadzonych doświadczeniach nie stwierdzono korzystniejszego wpływu na plonowanie owsa nawożenia rzędowo-wgłębego niż nawożenia rzutowego. W tradycyjnym systemie uprawy roli średnie z 3 lat plony ziarna były podobne na obiektach z pełną

dawką PKMg, niezależnie czy była ona stosowana rzędowo-wgłębnie czy rzutowo. W uprawie zerowej natomiast istotnie wyżej plonował owies nawożony rzutowo (rys. 2).



Rys. 2. Plony ziarna owsa przy różnych metodach aplikacji nawozów (średnie z 3 lat badań). 1 — kontrola, 2 — PKMg rzutowo, 3 — PKMg rzędowo-wgłębnie, 4 — 2/3 PKMg rzędowo-wgłębnie, 5 — 1/2 PKMg rzędowo-wgłębnie. Plony oznaczone tymi samymi literami w ramach jednego systemu uprawy nie różnią się istotnie na podstawie analizy testem Tukeya

Fig. 2. Yields of oat grain at different methods of fertilization (mean for 3 years). 1 — control, 2 — broadcast PKMg, 3 — deep-band PKMg, 4 — deep-band 2/3 PKMg, 5 — deep-band 1/2 PKMg. Yields followed by the same letters for the same tillage system do not differ significantly ($P < 0.05$) based on the analysis with Tukey test

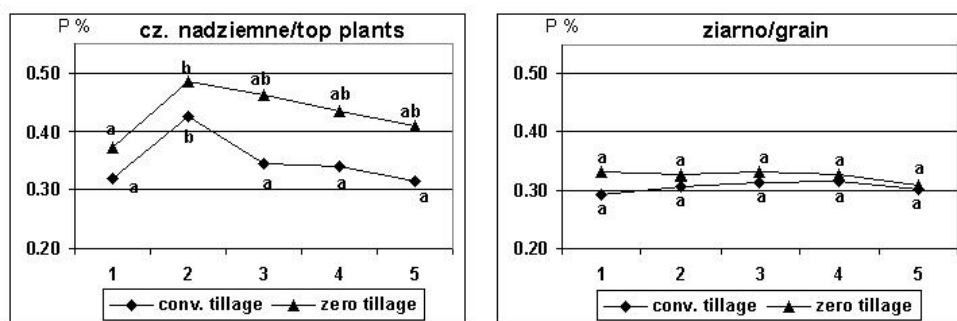
Być może przyczyną takich wyników była wyjściowa średnia zawartość fosforu, potasu i magnezu w glebach doświadczalnych (tab. 1). Randall i Hoeft (1997) donoszą, że na

glebie o średniej zasobności w fosfor tylko niekiedy uzyskuje się wyższe plony na obiektach z nawożeniem rzędowo-wgłębnym w porównaniu do nawożenia rzutowego. Skuteczność nawożenia zlokalizowanego wzrasta bowiem wraz ze spadkiem zawartości fosforu w glebie. Być może na glebach ubogich w fosfor nawożenie rzędowo-wgłębne owsa okazałoby się bardziej efektywne.

Uzyskane wyniki wskazują na możliwość zmniejszenia dawki nawozów przy stosowaniu nawożenia rzędowo-wgłębnego. W obu systemach uprawy roli na obiektach ze zmniejszoną do 2/3 dawką nawozową owies plonował na takim samym poziomie jak przy pełnej dawce stosowanej rzędowo-wgłębnie. Zagadnienie to wymaga jednak dalszych badań, głównie na glebach o niskiej zawartości fosforu i potasu.

Zawartość makroskładników w roślinach

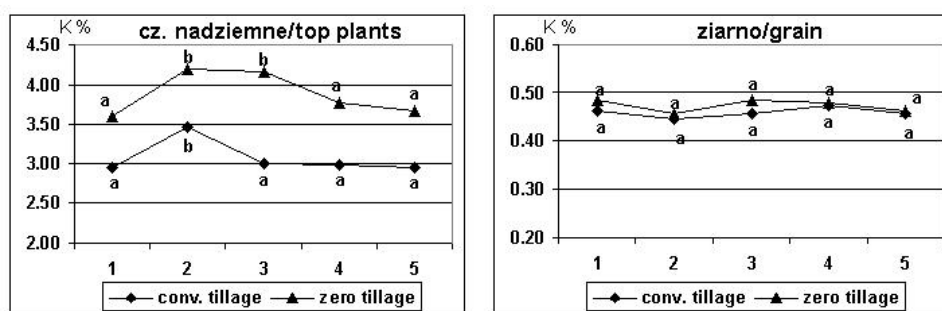
Analizując średnie z 3 lat zawartości makroskładników w roślinach owsa w fazie strzelania w źdźbło stwierdzono, że przy tradycyjnym systemie uprawy roli nawożenie rzędowo-wgłębne powodowało istotnie gorsze zaopatrzenie roślin w P i K niż nawożenie rzutowe. Przy tym systemie uprawy zawartości P i K w roślinach z obiektów nawożonych rzędowo-wgłębnie kształtowały się na poziomie obiektów kontrolnych bez nawożenia (rys. 3 i 4).



Rys. 3. Zawartość fosforu w tkankach owsa na poszczególnych obiektach doświadczalnych (średnie z 3 lat badań). 1 — kontrola, 2 — PKMg rzutowo, 3 — PKMg rzędowo-wgłębnie, 4 — 2/3 PKMg rzędowo-wgłębnie, 5 — 1/2 PKMg rzędowo-wgłębnie. Wartości oznaczone tymi samymi literami w ramach tej samej uprawy (linii) nie różnią się istotnie na podstawie analizy testem Tukeya

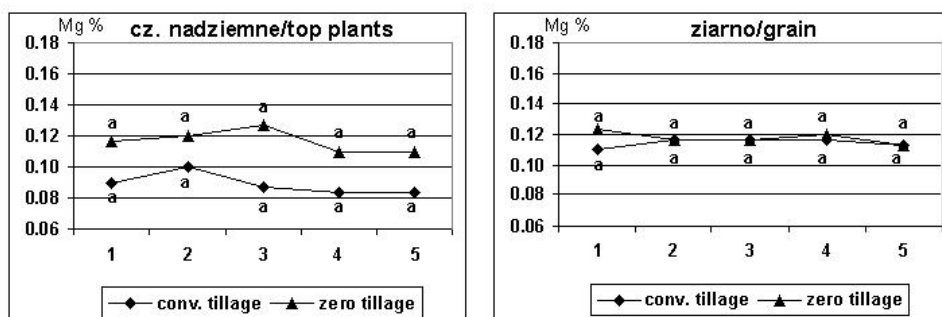
Fig. 3 Phosphorus concentration in the oat tissue depending on experimental treatments (mean for 3 years). 1 — control, 2 — broadcast PKMg, 3 — deep-band PKMg, 4 — deep-band 2/3 PKMg, 5 — deep-band 1/2 PKMg. Values followed by the same letters for the same tillage (line) do not differ significantly ($P < 0.05$) based on the analysis with Tukey test

Przy zerowym systemie uprawy rośliny nawożone pełną dawką nawozu, niezależnie od sposobu jej aplikacji, były podobnie zaopatrzone w P i K. Nawożenie rzędowo-wgłębne nie spowodowało również lepszego niż nawożenie rzutowe zaopatrzenia roślin w Mg w fazie strzelania w źdźbło. Zarówno przy tradycyjnym, jaki zerowym systemie uprawy, zawartości tego pierwiastka w częściach nadziemnych owsa na wszystkich badanych obiektach kształtowały się na podobnym poziomie (rys. 5).



Rys. 4. Zawartość potasu w tkankach owsa na poszczególnych obiektach doświadczalnych (średnie z 3 lat badań). Pozostałe wyjaśnienia jak na rys. 3

Fig. 4. Potassium concentration in the oat tissue depending on experimental treatments (mean for 3 years). For explanations see Fig. 3



Rys. 5. Zawartość magnezu w tkankach owsa na poszczególnych obiektach doświadczalnych (średnie z 3 lat badań). Pozostałe wyjaśnienia jak na rys. 3

Fig. 5. Magnesium concentration in the oat tissue depending on experimental treatments (mean for 3 years). For explanations see Fig. 3

Zawartości fosforu, potasu i magnezu w ziarnie owsa nie zależały ani od dawki, ani od sposobu aplikacji nawozu. Poziom zawartości badanych makroskładników był podobny na wszystkich obiektach doświadczalnych (rys. 3, 4, 5).

Zmniejszenie poziomu nawożenia do 2/3 i 1/3 dawki, w stosunku do stosowanej rzędowo-wgłębnie pełnej dawki nawozu, nie powodowało istotnego zmniejszenia zawartości P, K i Mg w częściach nadziemnych i ziarnie owsa, z wyjątkiem zawartości K w częściach nadziemnych na uprawie zerowej. Wskazuje to na pewne możliwości stosowania niższych dawek nawozów przy rzędowo-wgłębnej metodzie aplikacji.

We wszystkich trzech latach badań zaopatrzenie roślin owsa w makroskładniki w fazie strzelania w źdźbło na uprawie zerowej było znacznie lepsze niż na uprawie tradycyjnej (tab. 5).

Tabela 5

**Różnice w zawartości składników pokarmowych w roślinach owsa zależnie od rodzaju uprawy roli
(średnie z 5 obiektów doświadczalnych)**

**Differences in the content of nutrients in oat plants depending on a tillage system
(mean for 5 treatments)**

Rok Year	N %		P %		K %		Mg %		Ca %	
	Trad.	Zero	Trad.	Zero	Trad.	Zero	Trad.	Zero	Trad.	Zero
Części nadziemne — Top plants										
2002	2,49	2,73	0,37	0,40	3,44	3,72	0,07	0,08	0,42	0,43
2003	1,72	2,95	0,36	0,55	3,00	4,31	0,11	0,17	0,27	0,37
2004	2,28	2,63	0,32	0,36	2,77	3,59	0,09	0,10	0,35	0,39
Średnia Mean	2,16	2,77	0,35	0,43	3,07	3,87	0,09	0,12	0,35	0,40
Ziarno — Grain										
2002	1,83	2,02	0,33	0,36	0,48	0,51	0,10	0,11	0,09	0,09
2003	2,11	2,19	0,32	0,34	0,50	0,49	0,14	0,15	0,09	0,09
2004	1,72	1,63	0,27	0,28	0,40	0,41	0,10	0,10	0,03	0,02
Średnia Mean	1,89	1,95	0,29	0,32	0,46	0,47	0,11	0,12	0,07	0,07

Trad. — Uprawa tradycyjna; Conventional tillage

Zero — Uprawa zerowa; No tillage

Rośliny rosnące w systemie uprawy zerowej charakteryzowały się średnio o 23%–33% wyższymi zawartościami N, P, K i Mg w częściach nadziemnych roślin. W nieco mniejszym stopniu dotyczyło to wapnia (14%). O wyższych zawartościach makroskładników w młodych roślinach rosnących w systemie uprawy zerowej w porównaniu do tradycyjnej donoszą również inni autorzy (Galvez i in., 2001; Yin i Vyn, 2002). Tendencja do wyższych zawartości makroskładników w roślinach z uprawy zerowej była widoczna w ziarnie jedynie w niewielkim stopniu. Średnie zawartości badanych składników były o 2%–10% wyższe w ziarnie roślin z uprawy zerowej w porównaniu z uprawą tradycyjną. Wyjątkiem był wapń, którego zawartość w ziarnie nie była zróżnicowana.

Zwraca uwagę fakt, że wyraźnie lepsze zaopatrzenie roślin owsa w makroskładniki z uprawy zerowej nie odzwierciedlał się w plonach ziarna (rys. 1). Przy wyższych zawartościach składników pokarmowych w częściach nadziemnych owsa we wszystkich latach badań, jedynie w roku 2004 uzyskano większe plony na uprawie zerowej. Również Yin i Vyn (2002) stwierdzili wyższe zawartości K w liściach soi, które jednak nie miały wpływu na wzrost plonów. Początkowy lepszy stan odżywienia roślin z uprawy zerowej w porównaniu do uprawy tradycyjnej związany jest z większą akumulacją składników (Franzluebbbers i Hons, 1996; Kuś, 1999) oraz większą ilością korzeni w warstwie ornej gleby w tym systemie uprawy (Wulfsohn i in., 1996).

WNIOSKI

1. W przeprowadzonych badaniach na lekkich glebach o średniej zasobności w fosfor, potas i magnez nawożenie rzędowo-wgłębne PKMg nie dawało lepszych efektów plonotwórczych niż nawożenie rzutowe. W systemie uprawy tradycyjnej działanie obu metod nawożenia było podobne, a w systemie uprawy zerowej na obiektach nawożonych rzędowo-wgłębnie plony owsa były niższe.

2. Nie stwierdzono korzystniejszego wpływu nawożenia rzędowo-wgłębne PKMg w porównaniu do nawożenia rzutowego na zaopatrzenie roślin owsa w te składniki. Rośliny w uprawie zerowej, w fazie początku strzelania w źdźbło, charakteryzowały się podobną zawartością badanych makroskładników niezależnie od metody aplikacji nawozu. Przy uprawie tradycyjnej natomiast stwierdzono wyraźnie niższe zawartości P i K w roślinach nawożonych rzędowo-wgłębnie. Skład makroelementowy ziarna owsa nie zależał od zastosowanej metody nawożenia.
3. Niezależnie od metody nawożenia owies w uprawie zerowej w fazie strzelania w źdźbło charakteryzował się większą zawartością makroskładników niż owies w uprawie tradycyjnej. W ziarnie wystąpiła jedynie niewielka tendencja do wyższych zawartości na uprawie zerowej w porównaniu do tradycyjnej.

LITERATURA

- Franzluebbers A. J., Hons F. M. 1996. Soil-profile distribution of primary and secondary plant-available nutrients under conventional and no tillage. *Soil and Tillage Research* 39: 229 — 239.
- Galvez L., Douds Jr. D. D., Drinwater L. E., Wagoner P. 2001. Effect of tillage and farming system upon VAM fungus populations and mycorrhizas and nutrient uptake of maize. *Plant and Soil* 228 (2): 299 — 308 (10).
- Gordon W. B. 1999. Starter fertilizers containing potassium for ridge-till corn and soybean production. *Better Crops* 83, (2): 22 — 23.
- Gordon W. B., Whitney D. A., Fjell D. L. 1998. Starter fertilizer interactions with corn and grain sorghum hybrids. *Better Crops* 82 (2): 16 — 19.
- Hoelt R. G., Ritchie K. B. 1997. Starter fertilizer boosts yields of no-till corn. *Better Crops* 81 (1): 12 — 13.
- Kordas L. 1999. Wpływ stosowania siewu bezpośredniego na nakłady energetyczne i plonowanie pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol.*, 367: 135 — 139.
- Kuś J. 1999. Wpływ różnej intensywności uprawy roli na jej właściwości i plonowanie roślin. *Fol. Univ. Agric. Stetin* 195 *Agricultura* (74): 33 — 38.
- Mallarino A. P., Barker D. W., Borges R., North J. C. 1998. Tillage and fertilizer placement for the corn-soybean rotation. *Proceedings of the Integrated Crop Management Conference*, November 17-18 1998, Iowa State Univ. Extension Ames, USA: 231 — 237.
- Mascagni H. J., Bouquet D. J. 1998. Influence of starter fertilizer on corn rotated with cotton. *Better Crops* 82 (2): 3 — 5.
- Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. 1980. IUNG Puławy: I — IV.
- Miller T. D. 1998. Deep phosphorus banding in winter wheat — a risk management tool for the Southern Great Plains. *Better Crops* 82 (4): 26 — 28.
- Nelson W. L. 1981. A „Blueprint” for maximizing yields of soybeans. In: *Agricultural yield potentials in continental climates*. 16th Colloquium of the Intern. Potash Inst. Bern — Warszawa: 257 — 265.
- Pabin J., Włodek S., Biskupski A. 2001. Retencja wodna gleby w uprawie zerowej. VIII Międzynarodowe Sympozjum „Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej”, Warszawa 6–8 września: 181 — 186.
- Pabin J., Włodek S., Biskupski A., Runowska-Hryńczuk B., Kaus A. 1999. Wpływ energooszczędnych technik uprawy roli na właściwości gleby i plony roślin. VI Międzynarodowe Sympozjum „Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia, ochrony roślin i uprawy gleby”, Warszawa: 169 — 176.
- Potassium application methods. 1998. Potash & Phosphate Institute *Better Crops*, 82 (3): 24 — 26.
- Szczegółowa uprawa roślin. 2003. Praca zbiorowa pod red. Zofii Jasińskiej i Andrzeja Koteckiego. Tom I, Wyd. AR Wrocław: 502 ss.
- Randall G. W., Hoelt P. R. 1997. Fertilizer placement methods. New wrinkles on a new face. *Soil Science/Horticulture/Agronomy* 326: <http://www.soil.wisc.edu/~barak/soilscience326>.

- Weber R. 2004. Zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli. Wyd. IUNG, Puławy, Monografie i Rozprawy Naukowe, 12: 88 ss.
- Westermann D. T., Tindall T. A. 1998. Potassium fertilization of Russet Burbank potatoes. *Better Crops* 82 (2): 8 — 12.
- Wulfsohn D., Gu Y., Wulfsohn A., Mojlaj E. G. 1996. Statistical analysis of wheat root growth patterns under conventional and no-till systems. *Soil and Tillage Research* 38 (1–2): 1 — 16.
- Vyn T., Janovicek K., Bruulsema T. 1999. Banded potash boosts no-till corn yield. *Better Crops* 83 (3): 8 — 9.
- Yin X., Vyn T. J. 2002. Residual effects of potassium placement for conservation-till corn on subsequent no-till soybean. *Soil and Tillage Research* 75: 151 — 159.
- Zalecenia nawozowe dla gospodarstw korzystających z oznaczeń odczynu i zasobności gleb Stacji Chemiczno-Rolniczych. 1996. Wyd. IUNG, Puławy: 28 ss.