

¹EWA STANISŁAWSKA-GLUBIAK, ¹JOLANTA KORZENIOWSKA, ²ADAM KAUS

¹Zakład Techniki Uprawy Roli i Nawożenia w Jelczu-Laskowicach

²Stacja Doświadczalna w Jelczu-Laskowicach

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

SKUTECZNOŚĆ ZLOKALIZOWANEGO NAWOŻENIA PKMg ZBÓŻ W SYSTEMIE UPRAWY ZEROWEJ

The efficiency of PKMg deep-band fertilization for cereals in no-tillage system

ABSTRAKT: Przeprowadzono 3-letnie badania, oparte na ścisłych doświadczeniach polowych, dotyczące nawożenia zbóż wieloskładnikowym nawozem PKMg w zerowym systemie uprawy roli. Dotychczas nie ma bowiem jakichkolwiek zaleceń nawozowych dla tej metody uprawowej, która, jak się przewiduje, w przyszłości będzie stosowana na większej powierzchni niż obecnie. Celem pracy było porównanie efektów nawożenia zlokalizowanego (rzędowo-wgłębnego) z tradycyjnie stosowanym nawożeniem rzutowym. Stwierdzono niezadowalające efekty nawożenia zlokalizowanego zbóż w porównaniu z rzutowym przy średniej zasobności gleby w fosfor, potas i magnez, jak również zależność tych efektów od warunków pogodowych. Przy rzędowo-wgłębnym stosowaniu nawozu zmniejszenie dawki do poziomu 2/3 w stosunku do dawki pełnej, zalecanej przy stosowaniu rzutowym, na ogół nie powodowało obniżenia poziomu plonów zbóż oraz pogorszenia jakości ziarna. Dotyczy to głównie owsa i jęczmienia jarego, a w mniejszym stopniu pszenicy ozimej.

słowa kluczowe: key words:

zerowa uprawa roli – no-tillage, nawożenie rzędowo-wgłębne – deep-band fertilization, zboża – cereals

WSTĘP

Duże koszty tradycyjnej uprawy roli związane z pracochłonnością oraz istotnie wyższym zużyciem paliwa w porównaniu z uproszczonymi metodami spowodowały, że coraz bardziej wzrasta zainteresowanie wszelkimi alternatywnymi sposobami uprawy bezplużnej. Przewiduje się, że w Europie uprawa plużna za około 20 lat będzie prowadzona tylko na powierzchni 60% użytków rolnych, a uprawy uproszczone na około 35% (4, 9, 20). Jedną z uproszczonych metod uprawy roli jest tzw. metoda zero-uprawowa (inaczej siew bezpośredni), którą stosuje się od niedawna również w Polsce (3, 8, 15-18). Jednocześnie nie ma jakichkolwiek krajowych zaleceń nawozowych dla tej metody uprawowej dotyczących zarówno wielkości dawek nawozowych, jak i techniki ich stosowania. Powszechnie stosowaną metodą aplikacji stałych nawozów

mineralnych jest siew rzutowy na całą powierzchnię pola. O ile w przypadku uprawy płużnej nawóz dostaje się na pewną głębokość, to w uprawie zerowej jego granulki przez dłuższy czas pozostają na powierzchni gleby, a rośliny w początkowym etapie rozwoju mają małą możliwość korzystania ze składników pokarmowych zawartych w nawozach. Szczególnie dotyczy to fosforu, który jest gorzej rozpuszczalny niż np. azot, słabo migruje w głąb profilu glebowego i łatwo ulega uwstecznieniu w kontakcie z glebą. Rozwiązaniem mogłoby być nawożenie zlokalizowane, które polega na umieszczeniu nawozu wgłębnie pod nasionami lub obok rzędu nasion, co ułatwia młodej roślinie szybkie dotarcie korzeniami do składników pokarmowych. Metoda ta pozwala również na ograniczenie zmywów powierzchniowych nawozów do wód oraz mniejsze uwstecznianie fosforu (10).

Prace zagraniczne, głównie amerykańskie i kanadyjskie, donoszą o dużej skuteczności nawożenia zlokalizowanego rzędowo-wgłębnego. Efekty takiej metody nawożenia badano przy różnych sposobach uprawy roli i dla różnego rodzaju nawozów potasowych (5, 18, 21, 22), fosforowych (13), NP (6, 12) oraz NPK (5, 7, 18). Przeważnie nawożenie zlokalizowane było korzystniejsze dla plonowania roślin niż tradycyjne. Według niektórych autorów pozwala ona na zwiększenie wykorzystania składników pokarmowych z nawozów, a tym samym na zmniejszenie ich dawki. W przypadku fosforu dawkę można zmniejszyć nawet o 2/3. Plon soi nawożonej wgłębnie zmniejszoną dawką fosforu przewyższał poziom uzyskany przy pełnej dawce stosowanej rzutowo (1, 14).

Wyniki dotyczące efektywności nawożenia zlokalizowanego nie są w pełni jednoznaczne. Niektóre prace donoszą o małej przydatności tej metody (11, 19). Mal-larino i in. (11) nie stwierdzili różnic pomiędzy rzutowym a wgłębnym nawożeniem kukurydzy i soi fosforem. Nawożenie rzędowo-wgłębnie potasem dawało tylko niewielkie zwwyżki plonów w stosunku do nawożenia rzutowego.

Mimo istniejących na świecie pewnych doświadczeń w zakresie metody zlokalizowanego nawożenia, badania takie powinny być w naszym kraju prowadzone ze względu na specyfikę polskich gleb (odczyn, kategoria agronomiczna, zasobność itd.), klimatu oraz odmienność uprawianych gatunków i odmian roślin. Celem pracy była ocena nawożenia rzędowo-wgłębnego zbóż w zerowym systemie uprawy roli.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2002–2004 w Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu-Laskowicach jednocześnie na 3 polach przeprowadzono ścisłe doświadczenia w zerowym systemie uprawy roli, w zmianowaniu: pszenica, jęczmień, owies. Doświadczenia założono na glebie lekkiej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego lub piasku gliniastego lekkiego, zakwalifikowanej do kompleksu żytniego bardzo dobrego, klasy IVa. Gleba na każdym z trzech pól wykazywała odczyn kwaśny oraz średnią zawartość fosforu, średnią lub niską zawartość potasu i średnią magnezu (tab. 1). Przebieg pogody w okresie wegetacji różnił się w poszczególnych latach badań (tab. 2).

Tabela 1

Charakterystyka pól doświadczalnych
Description of experimental fields

Cechy gleby Properties of soil	Pole; Field		
	I	II	III
Frakcja; Fraction (%)			
1,0–0,1 mm	59	62	61
0,1–0,02 mm	25	23	23
< 0,02 mm	16	15	16
Symbol gleby; Symbol of soil	pmg	pgl	pmg
C org. (%)	0,69	0,74	0,76
pH (1 mol·dm ⁻³ KCl)	4,7	4,8	4,7
Zawartość; Content (mg·kg ⁻¹)			
P	66	65	64
K	100	90	83
Mg	43	44	43

Tabela 2

Średnie miesięczne temperatury powietrza oraz miesięczne sumy opadów w okresie wegetacji
w Jelczu-Laskowicach
Average monthly temperature and monthly sums of precipitation
in Jelcz-Laskowice

Rok Year	Temperatura; Temperature (°C)						Opad; Precipitation (mm)					
	III	IV	V	VI	VII	średnia average	III	IV	V	VI	VII	suma sum
2002	5,0	8,3	17,2	18,1	20,5	13,8	15,9	44,5	78,8	53,7	38,2	231
2003	3,0	7,5	15,7	19,7	19,7	13,1	16,2	19,6	57,7	27,6	77,7	199
2004	3,9	9,4	12,9	17,1	18,6	12,4	63,6	24,3	27,3	43,7	55,3	214
1956– –2003	3,2	8,0	13,4	16,7	18,3	11,9	31,3	37,4	61,7	70,2	80,0	281

Badano następujące obiekty nawozowe: 1) cała dawka PKMg, nawożenie rzutowe, 2) cała dawka PKMg, nawożenie zlokalizowane, 3) 2/3 dawki PKMg, nawożenie zlokalizowane, 4) 1/3 dawki PKMg, nawożenie zlokalizowane. Obiekty rozlosowano w układzie długich pasów z lustrzanym odbiciem, w 4 powtórzeniach. Nawożenie PKMg stosowano w postaci nawozu wieloskładnikowego Polimag 305. Wraz z pełną dawką nawozu (obiekt 1 i 2) corocznie dostarczono do gleby 24 kg P·ha⁻¹, 70 kg K·ha⁻¹ i 17 kg Mg·ha⁻¹. Dawkę fosforu ustalono na podstawie zaleceń nawozowych IUNG, a dawki pozostałych składników wynikały z poziomu nawożenia fosforem. Nawożenie zlokalizowane (rzędowo-wgłębne) polegało na umieszczeniu nawozu równocześnie z siewem nasion, na głębokości 5 cm pod nasionami, za pomocą amerykańskiego siewnika bezuprawowego firmy „Great Plains”. Pszenicę ozimą, w zależności od roku,

siano w terminie od 1 do 8 października, jęczmień jary – od 19 marca do 4 kwietnia, a owies – od 19 do 31 marca. Nawóz wieloskładnikowy Polimag 305 wysiewany rzutowo stosowano na kilka dni przed siewem nasion. Nawóz azotowy w postaci saletry amonowej stosowano pogłównie metodą rzutową, w dawkach zgodnych z wymaganiami uprawianych roślin, jednakowo we wszystkich obiektach.

W trakcie wegetacji pobierano próbki części wskaźnikowych roślin wg Bergmana (2), czyli górną część pędu, zerwaną 5 cm nad ziemią, w fazie strzelania w źdźbło (7/8 w skali Feekesa) oraz próbki ziarna. W materiale roślinnym po mineralizacji na mokro oznaczono zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla, fosforu – metodą wanadomolibdenianową, potasu metodą spektrofotometrii płomieniowej oraz magnezu – metodą ASA. W glebach oznaczano skład granulometryczny według Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, węgiel organiczny metodą Tiurina, pH w 1 mol KCl·dm⁻³ oraz zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma i magnezu metodą Schachtschabela.

Wnioskowanie na temat różnic w plonach ziarna zbóż między obiektami nawozowymi przeprowadzono na podstawie analizy wariancji dla doświadczeń pojedynczych i wielokrotnych za pomocą programu komputerowego AWAR opracowanego w IUNG. Do oceny istotności różnic między średnimi obiektowymi wykorzystano test Tukeya.

WYNIKI

Poziom plonów wszystkich testowanych zbóż był wyraźnie zróżnicowany między poszczególnymi latami (tab. 3). Najbardziej stabilnie w trzyletnim okresie uprawy plonował jęczmień, a w dalszej kolejności pszenica i owies. Średnie plony ziarna jęczmienia różniły się między latami maksymalnie o 23%, a pozostałych zbóż odpowiednio o 42% i 66%.

Efekty nawożenia zlokalizowanego były również związane z latami (tab. 3). Po zastosowaniu pełnej dawki PKMg rzędowo plony na ogół były mniejsze niż po zastosowaniu takiej samej dawki metodą rzutową. Jedynie w roku 2002 w uprawie pszenicy nawożenie zlokalizowane okazało się bardziej skuteczne niż rzutowe, a w roku 2003 w przypadku owsa i jęczmienia uzyskano jednakowe plony niezależnie od metody aplikacji nawozu. Porównując wyłącznie obiekty z nawożeniem zlokalizowanym stwierdzono, że zmniejszenie nawożenia do poziomu 2/3 pełnej dawki w wielu przypadkach nie spowodowało obniżenia plonowania w porównaniu z obiektem z pełną dawką zlokalizowaną. Brak reakcji zanotowano u owsa każdego roku, u jęczmienia w latach 2003 i 2004, a u pszenicy tylko w 2003 roku. Zmniejszenie nawożenia zlokalizowanego do poziomu 1/3 pełnej dawki w większości przypadków okazało się niekorzystne.

Zaopatrzenie zbóż w podstawowe składniki pokarmowe w fazie strzelania w źdźbło było na ogół optymalne w każdym roku. Jedynie poziom odżywienia magnezem, według kryteriów Bergmanna (2), można uznać za niewystarczający. Średnie z 3 lat za-

Tabela 3

Plony ziarna zbóż (t·ha⁻¹)
Yields of grain (t·ha⁻¹)

Nawożenie Fertilization	Pszenica; Wheat			Jęczmień; Barley			Owies; Oat		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Rzutowe – cała dawka Broadcast – whole dose	2,99 ^b	4,30 ^b	3,08 ^c	2,90 ^d	2,89 ^a	3,35 ^c	3,62 ^b	2,64 ^b	5,01 ^c
Zlokalizowane – cała dawka Deep-band whole dose	3,38 ^c	3,69 ^a	2,71 ^b	2,48 ^c	2,89 ^a	2,92 ^b	2,10 ^a	2,69 ^b	4,10 ^b
Zlokalizowane – 2/3 dawki Deep-band – 2/3 dose	2,69 ^a	3,42 ^a	2,49 ^a	2,24 ^b	3,00 ^a	2,59 ^{ab}	2,33 ^a	2,56 ^b	4,38 ^b
Zlokalizowane – 1/3 dawki Deep-band – 1/3 dose	2,75 ^{ab}	3,80 ^a	2,42 ^a	1,78 ^a	2,88 ^a	2,31 ^a	2,25 ^a	2,22 ^a	3,26 ^a
Średnia Mean	2,95	3,80	2,68	2,37	2,92	2,79	2,58	2,53	4,19

Plony oznaczone tymi samymi literami w ramach jednego roku (kolumny) nie różnią się istotnie w świetle testu Tukeya: Yields followed by the same letter in the same year (columns) do not differ significantly ($P < 0,05$) according to Tukey's test

wartości składników pokarmowych w roślinach wskazują na pewne zróżnicowanie w zależności od stosowanego wariantu nawozowego (tab. 4).

W przypadku pszenicy i owsa stwierdzono zmniejszanie się koncentracji azotu w częściach nadziemnych roślin wraz ze zmniejszaniem się zlokalizowanej dawki nawozowej. W roślinach jęczmienia nie wystąpiła taka zależność.

Koncentracja fosforu w pędach pszenicy nie zależała od sposobu nawożenia i wysokości dawki, natomiast w jęczmieniu i owsie była niższa w obiektach z nawożeniem zlokalizowanym w porównaniu z nawożeniem rzutowym. O ile w przypadku jęczmienia nie stwierdzono zmniejszania się zawartości tego pierwiastka wraz z obniżaniem poziomu nawożenia zlokalizowanego, to w owsie zawartość ta zmniejszała się.

Zawartość potasu w częściach nadziemnych pszenicy nie była wyraźnie uzależniona od sposobu stosowania nawozu ani od wysokości dawki. Jęczmień natomiast wykazywał wyższe stężenie potasu w tkankach wskutek nawożenia rzutowego niż zlokalizowanego. Stosowanie nawożenia zlokalizowanego w zmniejszonych dawkach nie wpłynęło na obniżenie zawartości potasu w porównaniu z obiektem z pełną dawką zlokalizowaną. Owies w obiektach z nawożeniem pełną dawką był odżywiony potasem w jednakowym stopniu, niezależnie od metody nawożenia. Zmniejszenie dawek zlokalizowanych powodowało obniżenie zawartości potasu w roślinach.

Zawartość magnezu w roślinach pszenicy była jednakowa we wszystkich obiektach nawozowych. W jęczmieniu natomiast wystąpiła tendencja gorszego odżywienia magnezem w obiektach z nawożeniem zlokalizowanym niż rzutowym, przy czym zmniejszenie dawki zlokalizowanej nie obniżyło koncentracji tego składnika

Tabela 4

Zawartość składników pokarmowych w częściach nadziemnych roślin w fazie początku strzelania w źdźbło (% s.m.) – średnie z 3 lat
 Concentration of nutrients in the overground parts of plants in the phase of beginning of shooting (DM %) – averaged over 3 years

Nawożenie Fertilization	N	P	K	Mg
Pszenica; Wheat				
Rzutowe – cała dawka Broadcast – whole dose	3,72	0,41	3,37	0,11
Zlokalizowane – cała dawka Deep-band – whole dose	3,70	0,40	3,33	0,11
Zlokalizowane – 2/3 dawki Deep-band – 2/3 dose	3,65	0,40	3,37	0,11
Zlokalizowane – 1/3 dawki Deep-band – 1/3 dose	3,48	0,40	3,31	0,11
Optimum	2,30–3,80	0,25–0,50	3,30–4,50	0,12–0,25
Jęczmień; Barley				
Rzutowe – cała dawka Broadcast – whole dose	3,50	0,41	3,85	0,13
Zlokalizowane – cała dawka Deep-band – whole dose	2,72	0,38	3,51	0,10
Zlokalizowane – 2/3 dawki Deep-band – 2/3 dose	3,02	0,39	3,73	0,11
Zlokalizowane – 1/3 dawki Deep-band – 1/3 dose	2,78	0,38	3,61	0,10
Optimum	2,0–4,0	0,30–0,50	2,50–4,50	0,12–0,30
Owies; Oat				
Rzutowe – cała dawka Broadcast – whole dose	2,90	0,49	4,19	0,12
Zlokalizowane – cała dawka Deep-band – whole dose	2,85	0,46	4,16	0,13
Zlokalizowane – 2/3 dawki Deep-band – 2/3 dose	2,64	0,44	3,77	0,11
Zlokalizowane – 1/3 dawki Deep-band – 1/3 dose	2,54	0,41	3,66	0,11
Optimum	2,20–3,50	0,28–0,50	3,80–5,00	0,15–0,30

w roślinach w stosunku do obiektu z pełną dawką zlokalizowaną. W częściach nadziemnych owsa zawartość magnezu w roślinach nawożonych pełną dawką zlokalizowaną nie była niższa niż w roślinach nawożonych rzutowo. Jednak zmniejszenie dawki zlokalizowanej powodowało obniżenie koncentracji tego składnika.

Zawartość P, K i Mg w ziarnie zbóż (tab. 5) nie była zróżnicowana. Koncentracja azotu w ziarnie jęczmienia i owsa zmieniała się w porównywanych obiektach, ale nie zależała w sposób wyraźny od sposobu nawożenia. Zawartość fosforu, potasu i magnezu w ziarnie zbóż była jednakowa zarówno w obiekcie z nawożeniem rzutowym, jak i zlokalizowanym, a zmniejszenie dawki zlokalizowanej nie powodowało spadku zawartości tych składników.

Tabela 5

Zawartość składników pokarmowych w ziarnie (% s.m.) – średnie z 3 lat
 Concentration of nutrients in the grain (DM %) – averaged over 3 years

Nawożenie Fertilization	N	P	K	Mg
Pszenica; Wheat				
Rzutowe – cała dawka Broadcast – whole dose	2,26	0,27	0,44	0,12
Zlokalizowane – cała dawka Deep-band – whole dose	2,29	0,28	0,45	0,12
Zlokalizowane – 2/3 dawki Deep-band – 2/3 dose	2,33	0,27	0,43	0,12
Zlokalizowane – 1/3 dawki Deep-band – 1/3 dose	2,33	0,28	0,44	0,12
Jęczmień; Barley				
Rzutowe – cała dawka Broadcast – whole dose	2,27	0,33	0,49	0,11
Zlokalizowane – cała dawka Deep-band – whole dose	2,15	0,35	0,47	0,12
Zlokalizowane – 2/3 dawki Deep-band – 2/3 dose	1,94	0,33	0,47	0,12
Zlokalizowane – 1/3 dawki Deep-band – 1/3 dose	2,04	0,33	0,46	0,12
Owies; Oat				
Rzutowe – cała dawka Broadcast – whole dose	2,01	0,33	0,46	0,12
Zlokalizowane – cała dawka Deep-band – whole dose	1,94	0,33	0,49	0,12
Zlokalizowane – 2/3 dawki Deep-band – 2/3 dose	1,86	0,33	0,48	0,12
Zlokalizowane – 1/3 dawki Deep-band – 1/3 dose	1,95	0,31	0,46	0,11

DYSKUSJA

Efekty plonotwórcze rzędowo-wgłębego nawożenia PKMg w uprawie zbóż, w porównaniu z metodą rzutową, okazały się niezadowolające. Nawożenie rzutowe w zerowym systemie uprawy roli, wbrew oczekiwaniom, było skuteczniejsze niż rzędowo-wgłębne. Randall i Hoeft (19) uważają, że nawożenie zlokalizowane zbóż fosforem bywa bardziej efektywne od rzutowego w przypadku krótszego okresu wegetacji. W niniejszych badaniach zboża jare reagowały na nawożenie zlokalizowane nieco inaczej niż pszenica ozima, która ma dłuższy okres wegetacji. Randall i Hoeft (19) podkreślają również wpływ suszy, niższych temperatur i ograniczonego systemu korzeniowego na lepszą skuteczność zlokalizowanego nawożenia fosforem. Pogląd na temat wpływu warunków pogodowych potwierdzają częściowo wyniki niniejszych badań. Zboża jare w obiektach z nawożeniem zlokalizowanym zazwyczaj plonowały gorzej w porównaniu z nawożeniem rzutowym, ale w roku 2003 plony w obu

objektach były jednakowe. Zwraca uwagę fakt, że ten rok charakteryzował się najniższą sumą opadów w okresie wegetacji, zwłaszcza w kwietniu, kiedy równocześnie średnia miesięczna temperatura powietrza była niższa od średniej wieloletniej (tab. 2). Plony jęczmienia i owsa na pełnej dawce zlokalizowanej nie były jednak większe w porównaniu z zastosowaną rzutowo, czego można było oczekiwać w takich warunkach pogodowych. Prawdopodobnie wynikało to ze średniej zasobności gleby w fosfor, potas i magnez. Według Randalla i Hoefta (19) przy średniej zasobności gleby w fosfor nawożenie zlokalizowane tylko niekiedy okazuje się lepsze od rzutowego. Jego skuteczność wzrasta wraz ze spadkiem zawartości fosforu w glebie. Badania Mallarino i in. (11) również nie wykazały różnic między rzutowym a wgłębnym nawożeniem kukurydzy i soi w zerowym systemie uprawy roli.

Według Bailey'a (1) odpowiednia lokalizacja nawozu pozwala nawet kilkakrotnie zmniejszyć dawkę fosforu w stosunku do stosowanej standardowo. W niniejszych badaniach zmniejszenie dawki zlokalizowanej PKMg do poziomu 2/3 nie wpłynęło na obniżenie plonów w porównaniu z obiektem z pełną dawką zlokalizowaną. Dotyczy to owsa i jęczmienia jarego. Pszenica zareagowała podobnie tylko w jednym roku. Zredukowanie dawki nawozu do poziomu 1/3 pełnego nawożenia na ogół okazało się zbyt duże. Jedynie we wspomnianym suchym roku 2003 nie spowodowało obniżki plonów pszenicy i jęczmienia w stosunku do pełnej dawki zlokalizowanej. Podobnie zareagował owies tylko w roku 2002. W sezonie wegetacyjnym 2002 również stwierdzono zmniejszoną ilość opadów w stosunku do średniej wieloletniej, co przy stosunkowo wysokiej temperaturze powietrza z pewnością miało wpływ na gorsze warunki wilgotnościowe w glebie.

Zawartość składników pokarmowych w roślinach pobranych w okresie strzelania w źdźbło nie była adekwatna do uzyskanych plonów ziarna. W przypadku pszenicy zmniejszenie do 2/3 zlokalizowanej dawki nawozu powodowało obniżkę plonu (z wyjątkiem jednego roku), mimo że koncentracja N, P, K i Mg w roślinie była taka sama jak przy pełnej dawce. W jęczmieniu nawożonym zmniejszoną dawką stwierdzono nieco wyższe średnie zawartości składników pokarmowych niż przy pełnym nawożeniu, a mimo tego nie uzyskano wyższych plonów w tym obiekcie. Z kolei owies w każdym roku plonował podobnie w obu porównywanych obiektach, przy nieco niższym poziomie odżywienia w obiekcie z mniejszą dawką nawozu.

WNIOSKI

1. Przy średniej zasobności gleby w fosfor, potas i magnez nie stwierdzono potrzeby stosowania nawożenia rzędowo-wgłębnego PKMg zbóż w zerowym systemie uprawy roli. Tradycyjne nawożenie rzutowe okazało się wystarczające.

2. Efekty zlokalizowanego nawożenia PKMg zbóż w zerowym systemie uprawy roli są trudne do przewidzenia, zależą bowiem w dużym stopniu od przebiegu pogody. Większej skuteczności nawożenia rzędowo-wgłębnego w porównaniu z tradycyjnym nawożeniem rzutowym należy spodziewać się w warunkach suszy.

3. W przypadku stosowania nawożenia zlokalizowanego, przy średniej zasobności gleby w fosfor, potas i magnez, możliwe jest zmniejszenie dawki PKMg do poziomu 2/3 w stosunku do dawki pełnej zalecanej przy stosowaniu rzutowym, bez zmniejszenia plonów zbóż i zawartości składników pokarmowych w ziarnie. Dotyczy to głównie owsa i jęczmienia jarego, a w mniejszym stopniu pszenicy ozimej.

LITERATURA

1. Bailey L.D.: Nutrient requirements of soybeans, 21st Annual Manitoba Soil Sci. Meeting, Univ. of Manitoba, 1977, 196-200.
2. Bergmann W.: Farbatlas Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. VEB G. Fischer Verlag Jena, 1986.
3. Dzienia S., Wereszczaka J.: Efektywność energetyczna systemów uprawy roli w zmianowaniu na glebie kompleksu pszenno-dobrego. Agrarna oświata i nauka na początku trzeciego tysiąclecia, Mat. Miżnar. Nauk.-Prakt. Konf., Lwów, 2001, 195-199.
4. Gawrońska-Kulesza A.: Systemy i metody uprawy roli. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, 439: 185-193.
5. Gordon W.B.: Starter fertilizers containing potassium for ridge-till corn and soybean production. Better Crops, 1999, 83(2): 22-23.
6. Gordon W.B., Whitney D.A., Fjell D.L.: Starter fertilizer interactions with corn and grain sorghum hybrids. Better Crops, 1998, 82(2): 16-19.
7. Hoeft R.G., Ritchie K.B.: Starter fertilizer boosts yields of no-till corn. Better Crops, 1997, 81(1): 12-13.
8. Kordas L.: Wpływ stosowania siewu bezpośredniego na nakłady energetyczne i plonowanie pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo, 1999, 367: 135-139.
9. Köller K.: Ackerbau one p ug-Zwischenbilanz. DLG Mitteilungen, 1999, 12: 42-43.
10. Malhi S.S.: A special banding technique increases effectiveness of phosphorus fertilizer on alfalfa. Better Crops, 1997, 81(4): 9-11.
11. Mallarino A.P., Barker D.W., Borges R., North J.C.: Tillage and fertilizer placement for the corn-soybean rotation. Proceedings of the Integrated Crop Management Conference, Iowa State Univ. Extension Ames, 1998, 231-237.
12. Mascagni H.J., Bouquet D.J.: Influence of starter fertilizer on corn rotated with cotton. Better Crops, 1998, 82(2): 3-5.
13. Miller T.D.: Deep phosphorus banding in winter wheat – a risk management tool for the Southern Great Plains. Better Crops, 1998, 82(4): 26-28.
14. Nelson W.L.: A „Blueprint” for maximizing yields of soybeans. W: Agricultural yield potentials in continental climates, 16th Colloquium of the Intern. Potash Inst. Bern – Warszawa, 1981, 257-265.
15. Pabin J., Włodek S., Biskupski A.: Retencja wodna gleby w uprawie zerowej. Mat. VIII Międzyn. Symp. „Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej”, Warszawa, 2001, 81-186.
16. Pabin J., Włodek S., Biskupski A., Runowska-Hryńczuk B., Kaus A.: Wpływ energooszczędnych technik uprawy roli na właściwości gleby i plony roślin. Mat. VI Międzyn. Symp. „Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia, ochrony roślin i uprawy gleby”, Warszawa, 1999, 169-176.
17. Pabin J., Włodek S., Biskupski A., Runowska-Hryńczuk B., Kaus A.: Ocena właściwości fizycznych gleby i plonowania roślin przy zastosowaniu uproszczeń uprawowych. Inż. Rol., 2000, 6: 213-219.
18. Potassium application methods (praca zbiorowa). Better Crops, 1998, 82(3): 24-26.
19. Randall G.W., Hoeft P.R.: Fertilizer placement methods. New wrinkles on a new face. Soil Science/Horticulture/Agronomy, 1997, 326, <http://www.soil.wisc.edu/~barak/soilscience326/c&sma.htm> (6.10.2005).

20. Weber R.: Zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli. Wyd. IUNG, Monografie i Rozprawy Naukowe, 2004, 12.
21. Westermann D.T., Tindall T.A.: Potassium fertilization of Russet Burbank potatoes. *Better Crops*, 1998, 82(2): 8-9.
22. Vyn T., Janovicek K., Bruulsema T.: Banded potash boosts no-till corn yield. *Better Crops*, 1999, 83(3): 8-9.

THE EFFICIENCY OF PKMg DEEP-BAND FERTILIZATION FOR CEREALS IN NO-TILLAGE SYSTEM

Summary

Three-year research, based on the strict field trials, with PKMg fertilization of cereals in no-tillage system was conducted. The aim of the work was a comparison of deep-band and traditional broadcast fertilization. In the deep-band method the fertilizer was placed 5 cm under the seeds with the use of the zero till disk drill made by the "Great Plains" company. Unsatisfactory effects of the deep-band fertilization in comparison to the broadcast fertilization of cereals in conditions of average P, K and Mg content in soil were observed. Additionally these effects depended on weather condition. The reduction of the deep-band dose to the 2/3 (level) of optimal dose for broadcast fertilization generally didn't cause yield or grain quality decrease. It was found primarily for oat and spring barley, and to a smaller degree for winter wheat.

Praca wpłynęła do Redakcji 1 VI 2005 r.