

WPŁYW INTENSYWNOŚCI NAWOŻENIA I GĘSTOŚCI SIEWU NA PLONOWANIE PSZENŹYTA OZIMEGO ODMIANY WOLTARIO

Bogusława Jaśkiewicz

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach

Streszczenie. Doświadczenie mikropoletkowe przeprowadzono w latach 1999-2002 w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach (51°25' N; 21°58' E). Celem badań było określenie wpływu intensywności nawożenia mineralnego i zróżnicowanej obsady roślin na plonowanie pszenżyta ozimego odmiany Woltario. Badania wykonano na mikropoletkach o powierzchni m^2 . Uwzględniono 3 poziomy nawożenia NPK: 160, 260 i $360\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz 3 obsady roślin: 100, 200, $300\text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$. Istotny wzrost plonowania stwierdzono przy nawożeniu $260\text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$ i obsadzie roślin $200\text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$. Dalszy wzrost obsady roślin i nawożenia azotem nie różnicowały poziomu plonowania. Zróżnicowanie plonu ziarna pod wpływem badanych czynników było głównie skutkiem zmian obsady kłosów na jednostce powierzchni.

Słowa kluczowe: odmiana Woltario, nawożenie NPK, obsada roślin, plonowanie, pszenżyto ozime

WSTĘP

Jednym z najważniejszych czynników agrotechnicznych umożliwiających wykorzystanie wysokiego potencjału produkcyjnego pszenżyta ozimego jest nawożenie mineralne. Intensywność nawożenia mineralnego wpływa na kształtowanie się powierzchni asymilacyjnej i organów generatywnych decydujących o plonowaniu pszenżyta [Górecki i Grzesiuk 2002].

Z badań mikropoletkowych przeprowadzonych w IUNG-PIB w Puławach wynika, że pszenżyto krótkosłome ma dużą zdolność krzewienia w warunkach rzadkich siewów, natomiast badania wazonowe wskazują, że efektywnie wykorzystuje wysokie nawożenie azotowe [Jaśkiewicz 2002]. Przy siewach rzadkich rośliny mają lepsze warunki wzrostu i rozwoju. Występuje wtedy ograniczone wzajemne zacienianie się roślin oraz mała konkurencja o światło i składniki pokarmowe [Lemaire i Gastal 1997]. Nawożenie

azotowe pobudza rośliny do intensywnego krzewienia, zapewnia wyższą obsadę kłosów na jednostce powierzchni, która z kolei jest cechą najsilniej decydującą o poziomie plonowania [Jaśkiewicz 2001, 2002]. Według Podolskiej i in. [2002] obsada kłosów kształtowana jest najbardziej przez gęstość siewu i nawożenie azotem. Plon ziarna jest natomiast wypadkową obsady kłosów, liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren.

Założono, że intensywne nawożenie mineralne wpłynie na zwiększenie rozkrzewienia produkcyjnego pszenżyta odmiany Woltario i zapewni dużą obsadę kłosów przy małej gęstości siewu na jednostce powierzchni, co wpłynie na wyższy plon ziarna.

Celem badań było określenie zmian w poziomie plonowania pszenżyta półkarłowego odmiany Woltario pod wpływem intensywności nawożenia mineralnego w warunkach zróżnicowanej obsady roślin.

MATERIAŁ I METODY

Trzyletnie doświadczenie mikropoletkowe przeprowadzono w latach 1999-2002 w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach (51°25' N; 21°58' E) metodą serii niezależnych, w trzech powtórzeniach. Badano zmiany poziomu plonowania pszenżyta odmiany Woltario pod wpływem nawożenia mineralnego (czynnik pierwszy). Uwzględniono trzy dawki nawożenia NPK – 160, 260 i 360 kg·ha⁻¹, które zastosowano przedsięwzięcie oraz w fazach: ruszenia wegetacji, strzelania w źdźbło i kłoszenia, oznaczonych według skali Zadoksa i in. [1974] (tab. 1).

Tabela 1. Schemat stosowania nawożenia mineralnego NPK, kg·ha⁻¹
Table 1. NPK fertilization application scheme, kg·ha⁻¹

Nawożenie NPK NPK fertilization kg·ha ⁻¹	P ₂ O ₅	K ₂ O	N		
			Faza rozwojowa – Growth stage		
	przedsięwzięcie preplant		ruszenie wegetacji beginning of growing	strzelanie w źdźbło (30*) shooting	kłoszenie (51*) heading
160	50	50	40	20	–
260	80	80	60	40	–
360	110	110	80	40	20**

** forma płynna – fluid form

Drugim czynnikiem doświadczenia była obsada roślin po wschodach: 100, 200, 300 roślin·m⁻². Na jednostce powierzchni wysiewano po dwa ziarna w punkt, a po wschodach roślin część usuwano, pozostawiając zaplanowaną obsadę. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 1 m². Doświadczenie założono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, o pH 6,0 i wysokiej zasobności w fosfor i potas, w terminie optymalnym dla miejscowych warunków, tj. 20 września. Przedplonem była gorczyca biała. Rośliny na poletkach zabezpieczono przed wyleganiem, obwiązując je sznurkiem snopowiązałkowym. Chwasty w zasiewach usuwano ręcznie. Występujące choroby zwalczano fungicydami Tilt i Tango. Zbioru dokonano w fazie dojrzałości pełnej. Po usunięciu roślin brzeżnych określono plon ziarna oraz elementy struktury plonu.

Kierunek zmian plonu ziarna i elementów jego struktury był podobny, dlatego w pracy przedstawiono uśrednione wyniki z trzech lat badań. Wyniki doświadczeń

opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji. Wartości półprzedziałów ufności wyliczono testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Wyliczono zależności regresyjne pomiędzy elementami struktury plonu a plonem ziarna.

W okresie wegetacji we wszystkich latach badań występowały wyższe średnie miesięczne temperatury i miesięczne sumy opadów niż średnio w wieloleciu. Okres wegetacji 1999/2000 charakteryzował się ciepłą zimą. Od lutego do czerwca panowała wyższa temperatura niż w odpowiednich miesiącach wielolecia. Lipiec był nieco chłodniejszy. Suma miesięcznych opadów w lutym, kwietniu i lipcu była wyższa niż w wieloleciu. W sezonie 2000/2001 przebieg pogody był nieco odmienny od poprzedniego sezonu wegetacyjnego. Od października do końca okresu wegetacyjnego pszenżyta ozimego średnie miesięczne temperatury kształtowały się powyżej przeciętnej, jedynie czerwiec był miesiącem o temperaturze niższej. Opady we wrześniu były większe o 10,8 mm od średniej z wielolecia. Ilość opadów w październiku i listopadzie była znacznie mniejsza niż w wieloleciu, natomiast w grudniu i styczniu – większa. Ponowny wzrost opadów nastąpił w marcu i kwietniu. Lipiec obfitował w deszcz, którego ilość wyniosła 139,4 mm. Wrzesień 2001 roku był wyjątkowo obfity w opady (116 mm). Od października do stycznia w latach 2001 i 2002 odnotowano mniejszą ilość opadów od średniej z wielolecia, natomiast w lutym i marcu – większą. Nawrót opadów powyżej średniej wieloletniej nastąpił w czerwcu i lipcu.

WYNIKI I DISKUSJA

Niezależnie od gęstości siewu istotnie wyższy plon ziarna stwierdzono przy nawożeniu 260 kg NPK·ha⁻¹ niż 160 kg NPK·ha⁻¹, podobny jednak do plonu otrzymanego z obiektów nawożonych dawką 360 kg NPK·ha⁻¹ (tab. 2). Istotnie wyższy plon ziarna z jednostki powierzchni – niezależnie od nawożenia NPK – otrzymano przy obsadzie roślin 200 szt.·m⁻² niż przy obsadzie 100 szt.·m⁻². Jego wysokość była jednak zbliżona do plonu ziarna z obiektów o obsadzie roślin 300 szt.·m⁻² (tab. 3).

Stwierdzono współdziałanie między nawożeniem mineralnym a obsadą roślin w kształtowaniu poziomu plonowania, obsady kłosów, rozkrzewienia produkcyjnego oraz masy ziarna z rośliny pszenżyta ozimego odmiany Woltario. Przy zastosowanych dawkach nawożenia mineralnego zwiększenie obsady do 200 szt.·m⁻² wpłynęło na wzrost plonu ziarna o 25% w porównaniu z uzyskanym z najmniejszej obsady roślin (100 szt.·m⁻²), podobnie jak przy osadzie 300 roślin·m⁻² (rys. 1). W warunkach najmniejszego zagęszczenia roślin (100 szt.·m⁻²) zastosowane dawki NPK nie różnicowały poziomu plonowania pszenżyta. Zagęszczenie roślin do 200 i 300 szt.·m⁻² spowodowało o 8-10% istotnie większy plon ziarna pszenżyta przy nawożeniu 260 kg NPK·ha⁻¹ w porównaniu z nawożeniem najniższym (160 kg NPK·ha⁻¹). Dalszy wzrost nawożenia mineralnego nie różnicował poziomu plonowania pszenżyta. Podobny efekt nawożenia w badaniach z odmianą długosłomą Presto i krótkosłomymi odmianami Pikolo i Audio uzyskali Rachoń i Dziamba [1996]. Zwyżki plonu pod wpływem aplikacji azotu były głównie efektem obsady kłosów w wyniku większego rozkrzewienia produkcyjnego, które spowodowało zwiększenie produktywności roślin.

Tabela 2. Plon ziarna i elementy struktury plonu pszenżyta ozimego odmiany Woltario w zależności od nawożenia NPK

Table 2. Grain yield and yield components of the winter triticale cv. Woltario depending on NPK fertilization

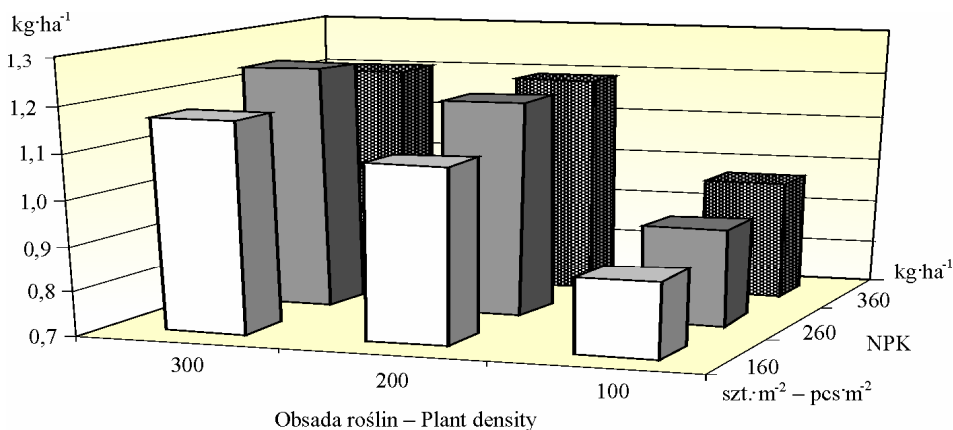
Badana cecha – Trait	Nawożenie NPK – NPK fertilization, kg·ha ⁻¹			
	160	260	360	NIR – LSD
Plon ziarna, kg·ha ⁻¹ Grain yield	1,04	1,11	1,12	0,063
% roślin przy zbiorze % of plants at harvest date	80	78	78	ni – ns
Obsada kłosów, szt·m ⁻² Head number, pieces·m ⁻²	506	531	542	24,3
Rozkrzewienie produkcyjne, szt. Productive tillering, pieces	3,4	3,7	3,8	0,27
Masa ziarna rośliny, g Grain mass per plant	7,4	8,2	8,1	0,70
Masa ziarna kłosa, g Grain mass per head	2,15	2,16	2,13	ni – ns
Liczba ziaren rośliny, szt. Grain number per plant, pieces	156	174	178	14,2
Liczba ziaren kłosa, szt. Grain number per head, pieces	45	46	47	ni – ns
Masa 1000 ziaren, g Weight of 1000 grains	47,6	47,1	45,5	ni – ns

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Tabela 3. Plon ziarna i elementy struktury plonu pszenżyta ozimego odmiany Woltario w zależności od gęstości siewu

Table 3. Grain yield and yield components of the winter triticale cv. Woltario depending on plant density

Cecha – Trait	Obsada roślin na m ² – Plant number per m ²			
	100	200	300	NIR – LSD
Plon ziarna, kg·ha ⁻¹ Grain yield	0,92	1,15	1,21	0,081
% roślin przy zbiorze % of plants in harvest date	81	80	77	2,7
Obsada kłosów, szt·m ⁻² Head number, pieces·m ⁻²	405	561	613	36,6
Rozkrzewienie produkcyjne, szt. Productive tillering, pieces	4,9	3,5	2,7	0,27
Masa ziarna rośliny, g Grain mass per plant	11,2	7,3	5,3	0,68
Masa ziarna kłosa, g Grain mass per head	2,34	2,11	2,00	0,140
Liczba ziaren rośliny, szt. Grain number per plant, pieces	234	158	116	13,0
Liczba ziaren kłosa, szt. Grain number per head, pieces	48	45	44	2,43
Masa 1000 ziaren, g Weight of 1000 grains	48,3	46,1	45,8	1,60



NIR_{0,05} – LSD_{0,05} dla – for interakcji – interaction:
 NPK – obsada roślin – NPK – plant density 0,061
 obsada roślin – NPK – plant density – NPK 0,069

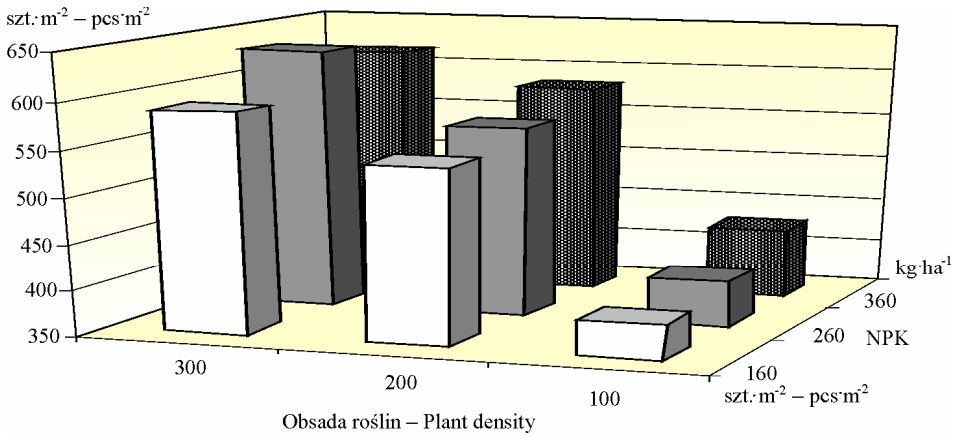
Rys. 1. Plon ziarna pszenżyta ozimego odmiany Woltario w zależności od nawożenia NPK i obsady roślin

Fig. 1. Grain yield of winter triticale cv. Woltario depending on NPK fertilization and plant density

Podstawowym elementem decydującym o poziomie plonu ziarna jest obsada kłosów. Liczba kłosów na jednostce powierzchni nie zwiększa się proporcjonalnie ze wzrostem ilości wysiewu, gdyż rośnie procent roślin wypadłych w okresie wegetacji, a pozostałe słabiej się krzewią [Jaśkiewicz 2001, Podolska i in. 2002]. W badaniach własnych obsada kłosów na jednostce powierzchni gleby zależała od nawożenia mineralnego i gęstości siewu. Niezależnie od gęstości siewu obsada kłosów była istotnie wyższa na obiektach nawożonych dawką 260 kg NPK·ha⁻¹ niż na pozostałych obiektach (tab. 2). Niezależnie od nawożenia NPK istotnie wzrastała ona wraz z zagęszczeniem roślin na m² (tab. 3).

Obsada kłosów roślin nawożonych 160 kg NPK·ha⁻¹ istotnie wzrosła (do 541 szt·m⁻²) przy gęstości siewu 200 ziaren na m² w porównaniu z najmniejszym zagęszczeniem roślin (rys. 2). Obsada kłosów na jednostce powierzchni wrastała po aplikacji 260 kg NPK·ha⁻¹ i pod wpływem zagęszczenia roślin. Najwyższą obsadę stwierdzono przy nawożeniu 360 kg NPK·ha⁻¹ i gęstości siewu 300 szt·m⁻².

W badaniach Samborskiego i in. [2005] z odmianą Bogo i krótkosłomą Fidelio stwierdzono, że najmniej istotną składową w kształtowaniu plonu była liczba kłosów na m²; w przypadku odmiany Bogo wpływ tej składowej był niewielki, zaś plon ziarna odmiany Fidelio w ogóle od niej nie zależał. Oznaczać to może, że w celu uzyskania wysokiego plonu nie jest konieczne stosowanie dużej ilości wysiewu, co w praktyce rolniczej spotyka się dość często.



NIR_{0,05} - LSD_{0,05} dla – for interakcji – interaction:
 NPK – obsada roślin – NPK – plant density 39,91
 obsada roślin – NPK – plant density – NPK 35,64

Rys. 2. Obsada kłosów pszenżyta ozimego w zależności od nawożenia NPK i obsady roślin
 Fig. 2. Heads number of winter triticale depending on NPK fertilization and plant density

W badaniach własnych najsilniejszą liniową zależność regresyjną stwierdzono między plonowaniem pszenżyta ozimego a obsadą kłosów. O wysokiej sile związku wyliczonej zależności świadczy wysoki współczynnik determinacji, wynoszący 0,74 (tab. 4). Obsada kłosów charakteryzowała się mniejszą zmiennością (29,5%) aniżeli masa i liczba ziaren z rośliny (tab. 5). W badaniach Rozbickiego [1997], Rozbickiego i in. [1994] oraz Naylora [1989], wykonanych w odmiennych warunkach agroekologicznych, znajduje potwierdzenie faktu silnego wpływu liczby kłosów na plon ziarna. Rozbicki [1997] stwierdził, że na liczbę kłosów istotny wpływ ma wczesny termin siewu, wczesna dawka i termin zastosowania azotu.

Tabela 4. Zależność regresyjna między plonowaniem pszenżyta ozimego (kg·m⁻²) odmiany Woltario a liczbą roślin i elementami struktury plonu w fazie dojrzałości pełnej (n = 81)
 Table 3. Regression dependence between the winter triticale cv. Woltario yielding (kg·m⁻²) and plant number and yield components in full maturity (n = 81)

Element struktury plonu (x) Yield components (x)	Równanie regresji (y) Regression equation (y)	R ²
Liczba roślin na 1m ² – Plant number per m ²	$y = 0,720 + 0,0024x$	0,38**
Liczba kłosów na 1m ² – Head number per m ²	$y = 0,343 + 0,0014x$	0,74**
Plon ziarna z kłosa – Grain yield per head, g	$y = -1,091 + 2,177x - 0,526x^2$	0,21*

** wartości istotne przy $\alpha = 0,01$ – statistically significant coefficient

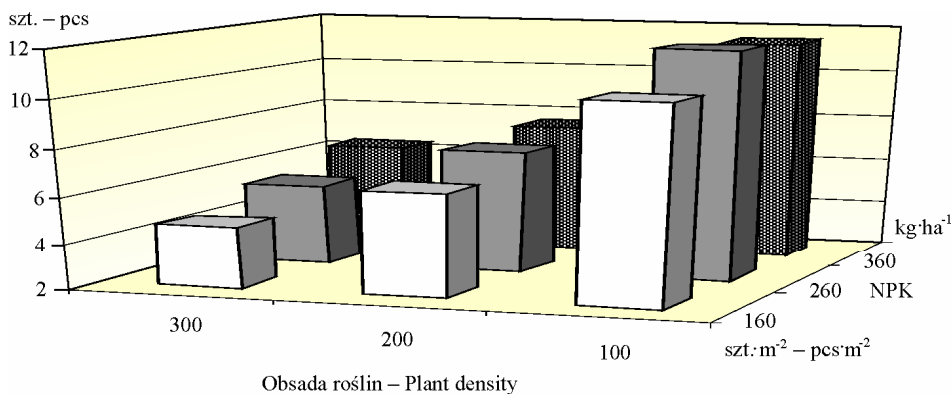
* wartości istotne przy $\alpha = 0,05$ – statistically significant coefficient

Niezależnie od obsady roślin na m² nawożenie NPK korzystnie wpływało na rozkrzewienie produkcyjne roślin pszenżyta ozimego (tab. 2), natomiast zagęszczanie roślin (ze 100 do 300 szt.·m⁻²) powodowało jego istotne zmniejszenie (tab. 3).

Tabela 5. Charakterystyka statystyczna plonu ziarna i elementów struktury plonu
 Table 5. Statistics of main selected parameters of grain yield and yield components

Cecha – Trait	Zakres zmienności Range of variability		Średnia Mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności Variation coefficient %
	min.	max			
Plon ziarna, kg·m ⁻² Grain yield	0,61	1,64	1,09	0,26	23,5
Obsada roślin na 1m ² Plant number per m ²	63	270	157	67,84	43,2
Obsada kłosów na 1m ² Head number per m ²	225	828	526	155,00	29,5
Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	2	6,1	3,7	1,06	28,6
Masa ziarna rośliny, g Grain mass per plant	3,92	14,85	7,93	2,84	35,8
Masa ziarna kłosa, g Grain mass per head	1,58	3,1	2,14	0,36	16,8
Liczba ziaren rośliny, szt. Grain number per plant, pieces	36	56	170	56,71	33,3
Liczba ziaren kłosa, szt. Grain number per head, pieces	36	56	46	4,32	9,4
Masa 1000 ziaren, g Weight of 1000 grains, g	36,1	56,4	46,7	4,89	10,5

Rozkrzewienie produkcyjne przy nawożeniu 160 i 260 kg NPK·ha⁻¹ istotnie zmniejszyło się wraz z zagęszczeniem roślin na m² (rys. 3).



NIR_{0,05} – LSD_{0,05} dla – for interakcji – interaction:
 NPK – obsada roślin – NPK – plant density 0,426
 obsada roślin – NPK – plant density – NPK 1,25

Rys. 3. Rozkrzewienie produkcyjne pszenżyta ozimego w zależności od nawożenia NPK i obsady roślin

Fig. 3. Productive tillering of winter triticale depending on NPK fertilization and plant density

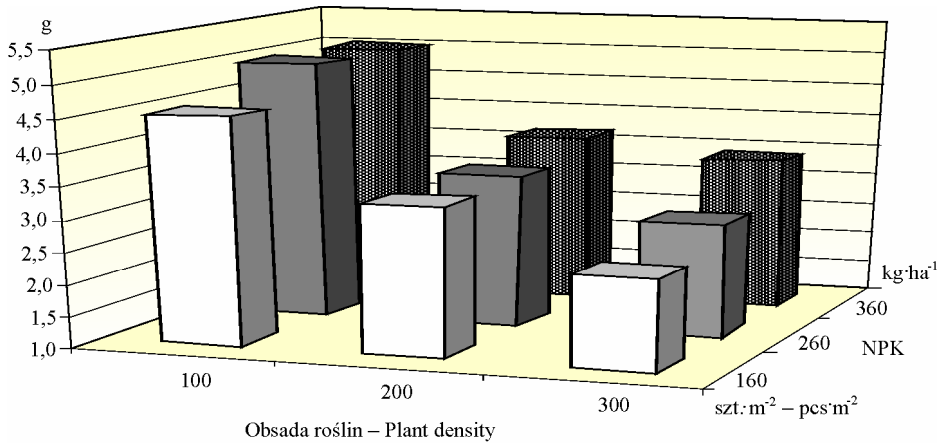
W przypadku nawożenia wyższego (360 kg NPK·ha⁻¹) rozkrzewienie produkcyjne było podobne przy obsadzie 200 i 300 roślin na m² i istotnie mniejsze niż przy naj-

mniej obsadzie roślin na m^2 . W warunkach najmniejszego zagęszczenia roślin rozkrzewienie produkcyjne wzrosło pod wpływem dawki $260 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$ i było podobne jak przy nawożeniu $360 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$. Na obiektach z obsadą roślin $200 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$ było ono podobne przy nawożeniu 160 i $260 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast istotnie wzrosło pod wpływem wyższej dawki NPK. Przy obsadzie roślin $300 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$ rozkrzewienie produkcyjne istotnie wrosło wraz ze zwiększaniem dawki ze 160 do $360 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Problem krzewienia produkcyjnego jako czynnika plonotwórczego był przedmiotem wielu badań. Zwolennicy roślin wykształcających dużą liczbę pędów kłosośnych twierdzą, że umożliwi ona większą produkcję asymilatów i ich magazynowanie oraz wiąże się z dużą zdolnością kompensacji ubytków powodowanych przez mróz, choroby i szkodniki [Górecki i in. 2002]. Natomiast inni uważają, że silnie rozkrzewione rośliny cechuje mała żywotność pędów bocznych oraz większa podatność na wyleganie, co w efekcie nie daje oczekiwanej zwyczajki plonów [Rasmusson i in. 1970, Simmons i in. 1982].

Niezależnie od obsady masa ziarna z rośliny istotnie wzrosła pod wpływem nawożenia $260 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$ i była podobna jak przy nawożeniu $360 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Pod wpływem zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni – niezależnie od nawożenia NPK – masa ziarna z rośliny istotnie się zmniejszała (tab. 3). Z wyliczeń statystycznych wynika, że cecha ta charakteryzuje się stosunkowo wysoką zmiennością – $35,8\%$ (tab. 5).

Masa ziarna z rośliny obniżała się istotnie w warunkach nawożenia najniższego (160 kg) oraz średniego ($260 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$) pod wpływem zagęszczenia roślin na m^2 (rys. 4).



NIR_{0,05} – LSD_{0,05} dla – for interakcji – interaction:
 NPK – obsada roślin – NPK – plant density 0,656
 obsada roślin – NPK – plant density – NPK 0,411

Rys. 4. Masa ziarna rośliny pszenżyta ozimego w zależności od nawożenia NPK i obsady roślin
 Fig. 4. Grain mass per plant of winter triticale depending on NPK fertilization and plant density

Na obiektach, na których zastosowano $360 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$, masa ziarna z rośliny była podobna przy obsadzie 200 i $300 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$ i istotnie niższa w porównaniu z masą ziarna z obiektów o najmniejszej obsadzie – $100 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$. Przy obsadzie 100 i 200 roślin na m^2 pod wpływem dawek 260 i $360 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$ masa ziarna z rośliny była podobna i istotnie większa w stosunku do masy ziarna z obiektów nawożonych dawką $160 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$. W warunkach największego zagęszczenia roślin wzrastające dawki nawożenia NPK wpłynęły dodatnio na tę cechę.

Zastosowane dawki nawożenia NPK nie różnicowały masy i liczby ziarna z kłosa oraz MTZ (tab. 2). Ulegały one natomiast systematycznej redukcji w miarę zwiększania zagęszczenia roślin po wschodach (tab. 3).

Liczba ziaren z rośliny wzrosła istotnie pod wpływem aplikacji $260 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$ w stosunku do liczby ziaren z rośliny pochodzącej z obiektów nawożonych dawką $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ NPK i była podobna jak przy nawożeniu $360 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Nawożenie azotem jest jednym z czynników wpływających na intensywność podziału stożka wzrostu, a więc decydującym o liczbie formowanych walczków liściowych i kłosowych, które określają potencjalną liczbę ziaren w kłosie [Rozbicki i in. 1995].

Z charakterystyki statystycznej wynika, że najmniejszą zmiennością charakteryzowała się liczba ziaren z kłosa (9,4%) i MTZ (10,5%), a stosunkowo dużą liczba ziaren z rośliny (33 %) (tab. 5).

Kozdój [1994] i Naylor [1989] uważają, że masa 1000 ziaren jest cechą silnie uwarunkowaną genotypowo, charakterystyczną dla poszczególnych odmian pszenżyta i w najmniejszym stopniu decyduje o wielkości plonu z powierzchni.

W warunkach gęstszych siewów wzrasta obsada roślin na m^2 . Najwyższa dawka nawożenia mineralnego zastosowana w badaniach ($360 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$) wpłynęła dodatnio na rozkrzewienie produkcyjne roślin. Nawożenie mineralne przyczyniło się do zwiększenia obsady kłosów na jednostce powierzchni. W zagęszczonym łanie występuje między roślinami konkurencja o światło. Mniejsza ilość światła przypadająca na jednostkę powierzchni liści ogranicza fotosyntezę i wywołuje niekorzystne zmiany w morfogenezie, prowadząc do zmniejszenia liczby ziaren w kłosku oraz pogorszenia wykształcenia ziarniaków [Kozdój 1994, Lemaire i Gastal 1997, Podolska i in. 2002]. W warunkach gęstszych siewów rośliny wytworzyły kłosa o mniejszej masie w porównaniu z kłosami z obiektów o rzadszych siewach, dlatego plon ziarna na obiektach o obsadzie 200 i 300 roślin na m^2 był podobny. Obsada roślin 100 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$ była zbyt niska, aby zapewnić optymalną obsadę kłosów na jednostce powierzchni pomimo dużego rozkrzewienia produkcyjnego, wysokiej masy i liczby ziaren z kłosa i rośliny. W rezultacie najniższa obsada roślin nie zapewniła wysokiego plonowania nawet przy nawożeniu mineralnym $360 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$.

WNIOSKI

1. Zwiększenie obsady ziaren pszenżyta ozimego odmiany Woltario ze 100 do 200 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$ skutkowało wzrostem plonu o 25%. Dalsze zwiększenie obsady (do 300 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$) nie różnicowało już plonu ziarna.

2. Nawożenie mineralne na poziomach 160, 260 i $360 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie miało wpływu na zróżnicowanie plonu ziarna pszenżyta uprawianego przy zagęszczeniu obsady 100 roślin. $\cdot\text{m}^{-2}$. Przy zastosowaniu obsady 200 i 300 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$ uzasadnione było zastosowanie nawożenia mineralnego na poziomie $260 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3. Nawożenie mineralne NPK nie różnicowało masy i liczby ziaren z kłosa oraz masy 1000 ziaren.

PIŚMIENNICTWO

Górecki R., Grzesiuk S., 2002. Fizjologia plonowania roślin. Wyd. UWM Olsztyn.

- Jaśkiewicz B., 2001. Wykorzystanie nawożenia azotem przez odmianę pszenżyta ozimego Fidelio w zależności od gęstości siewu. *Biul. IHAR* 218/219, 299-305.
- Jaśkiewicz B., 2002. Określenie wymagań agrotechnicznych nowych odmian pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR* 223/224, 151-157.
- Lemaire G., Gastal F., 1997. N uptake and distribution in plant canopies [In:] diagnosis of the nitrogen status in crops. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 3-43.
- Naylor R.E.L., 1989. Effects of the plant growth regulator chloromequat on plant form and yield of triticale. *Ann. Appl. Biol.* 114, 533-544.
- Kozdój J., 1994. Wzrost i rozwój rośliny zbożowej – badania botaniczne a praktyka rolnicza. *Biul. IHAR* 192, 3-21.
- Podolska G., Sułek A., Stankowski S., 2002. Obsada kłosów, podstawowy parametr plonotwórczy pszenicy. *Acta Agric.* 1(2), 5-14.
- Rasmusson D.C., Cannell R.Q., 1970. Selection for grain yield companions of yield in barley. *Crop. Sci.* 10, 51-54.
- Rachoń L., Dziamba S., 1996. Plonowanie półkarłowych odmian pszenżyta ozimego w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego i ochrony roślin. *Mat. Konf. Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta, Międzyzdroje, AR Szczecin*, 1-4.
- Rozbicki J., 1997. Agrotechniczne uwarunkowania wzrostu, rozwoju i plonowania pszenżyta ozimego. Fundacja Rozwój SGGW Warszawa.
- Rozbicki J., Mądry W., Kalinowska-Zdun M., Wszyński Z., 1994. Determination of Winter triticale grain field by morphological and agrotechnical traits in variable cultivated conditions of Central Poland. *Proc. 3rd Congress, Abano-Padva*, 230-231.
- Rozbicki J., Mądry W., Kozdój J., 1995. The role of crop management in main stem ear and its field formation of Winter triticale var. Presto. *Fragm. Agron.* 2(46), 102-103.
- Samborski S., Kozak M., Mądry W., Rozbicki J., 2005. Pierwotne cechy rozwojowe w analizie składowych plonu. *Cz. II. Zastosowanie dla plonu ziarna pszenżyta ozimego. Fragn. Agron.* 4, 84-95.
- Simmons S.R., Rasmusson D.C., Wiersma J.V., 1982. Tillering in barley: genotype, row spacing and seeding rate effects. *Crop. Sci.* 22, 801-80.
- Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak G.F., 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res.* 14, 415-421.

INFLUENCE OF FERTILIZATION INTENSITY AND SOWING DENSITY ON YIELD OF WINTER TRITICALE VARIETY WOLTARIO

Abstract. The aim of this research was to obtain the influence of fertilization level and sowing density on changes in the grain yield of the winter triticale cv. Woltario. The experiment was conducted in micro plots (m^2) at the Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute (PIB) in Puławy, Poland ($51^{\circ}25' N$; $21^{\circ}58' E$) over 1999-2002. The factors were: NPK fertilization level: 160, 260 and 360 $kg\cdot ha^{-1}$ and sowing density (100, 200, 300 $grains\cdot m^{-2}$). It was found that the biggest grain yield was obtained under a density of 200 $plants\cdot m^{-2}$ and a fertilization level of 260 $kg\ NPK\cdot ha^{-1}$. Further increase in plant density and nitrogen fertilization did not influence yield level. Variability of the grain yield depending on the studied factors was related mainly to differentiation in the number of ears per area unit.

Key words: variety Woltario, NPK fertilization, plant density, yield, winter triticale

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.06.2008