**Kształtowanie się masy ziarniaka pszenżyta ozimego
w zależności od pozycji osadzenia w kłosku i kłosie,
z uwzględnieniem ich produktywności**

**TADEUSZ ZAJĄC¹, WIESŁAW SZAFRAŃSKI¹,
JACEK STROJNY²**

¹ Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, ² Katedra Statystyki Matematycznej, Akademia Rolnicza, Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, e-mail: rkszur@ar.krakow.pl

T. Zając, W. Szafrąński, J. Strojny (Academy of Agriculture in Cracow, ¹ Department of Plant Production, ² Department of Mathematical Statistics) Acta Agrobotanica 2004.

Kernel mass of winter triticale depending on placing position in a spikelet and a spike, with regard to its productiveness

(Otrzymano: 8.12.2003)

Summary

The investigations were carried out in 1996-1997 on degraded chernozem developed from loess. The winter triticale cv. 'Presto' cultivated after 4 forecrops (spring cereals with red clover undersown and triticale in pure stand). Studied were correlation between the number of spikelets and kernels and their placing position in a spike and spikelet, and the grain weight from three spike size groups. The number of productive spikelets per spike and fertility of inflorescence per spikelet, measured as a number of kernels, were the biggest in big spikes group. Kernels placed in positions 1 and 2 in a kernel had the biggest mass, whereas the kernels developed from the inflorescence in positions 3 and 4 were conspicuous for their smaller mass, particularly in the small and medium-size spike groups. The analysis of correlation coefficient values revealed that grain weight per spike was strongly correlated with the number of kernels per spike in all determined size classes. Also a significant effect of single kernel weight on yield per spike was noticed, but the coefficient value was lower ($r=0.30$). Spikelets in positions from 3 to 7 level (on both sides of spike) had the greatest share in grain weight per spike for the smallest spike group, whereas for medium- size and big spikes respectively spikelets in positions 3 through 9 and 2 through 10.

Key words: triticale, weight of spike, spikelet and kernel, position of spikelet and kernel

WSTĘP

Na morfogenezę kłosa pszenżyta ozimego, czyli jego inicjację, wzrost i rozwój duży wpływ mają czynniki siedliskowe (Kozdój, 1992; Boujenna i in., 1998). Jak wynika z wielu badań, dobór przedplonu w znacznym stopniu decyduje o poziomie i stabilności plonowania pszenżyta ozimego, ponieważ wymagania przedplonowe pszenżyta niewiele ustępują pszenicy, a są znacząco wyższe niż żyta. Wobec braku dobrych przedplonów dla pszenżyta i innych gatunków zbóż (70% udział zbóż w strukturze zasiewów) poprawę stanowiska może dać przyorana biomasa międzyplonów (Richards i in., 1996; Zajac, 1999). W warunkach polowych wpływ poszczególnych komponentów struktury plonu kłosa na jego produktywność może być zróżnicowany w różnych latach uprawy (Dziamba, 1983; Piech i in., 1996).

Pszenżyto ozime charakteryzuje się również dużym zróżnicowaniem pod względem produktywności kłosów na pędach głównych i bocznych (Jaśkiewicz i Mazurek, 1997), o czym decydują właściwości genetyczne odmiany oraz układ warunków pogody w okresie kwitnienia (Tarkowski, 1989). Stwierdzane różnice morfologiczne roślin w odmianie są jednym z głównych problemów w hodowli pszenżyta (Maćkowiak i in., 1993). Gatunek ten jest w zasadzie samopylny, stąd liczba roślin nietypowych może być dwa razy większa niż dla gatunków w pełni samopylnych (Pickett, 1988; Rogalska i in., 1991).

Plon ziarna z kłosa pszenżyta jest różny w poszczególnych jego częściach – dolna, środkowa, górna (Moś, 1997), jednak badania te nie obejmowały analizy kłosów o różnej produktywności. Stosunkowo wcześniej stwierdzono, że u pszenicy liczba i masa ziaren w kłosku, zależy od miejsca osadzenia w klosie (część górna, środkowa i dolna), a masa pojedynczego ziarniaka zależy od pozycji kwiatka w kłosku (Briggs, 1980). Ostatnie badania wykazały, że płodność pierwszego i drugiego kwiatu w kłosku oraz masa ziarniaków pochodzących z tych kwiatów jest największa (Tarkowski i Kowalczyk, 2001). Dotychczas mało jest informacji odnośnie kształtowania się masy pojedynczego ziarniaka z uwzględnieniem pozycji w kłosku i równocześnie kłosa w klosie małym, średnim i dużym. W monografii pszenżyta (Tarkowski, 1989) nie określono szczegółowo wkładu ziarniaków w masę kłosa w zależności od jego pozycji na osadce kłosowej.

Celem pracy była analiza masy pojedynczego ziarniaka oraz określenie zależności zachodzących pomiędzy plonem pojedynczego kłosa, a jego komponentami z uwzględnieniem kłosów o małej, średniej i dużej produktywności. Porównanie poszerzono o krzywą narastania plonu wzdłuż osadki kłosowej dla wyodrębnionych klas wielkości kłosów.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1996–1997 na czarnoziemie zdegradowanym wytworzonym z lessu, o składzie granulometrycznym pyłu zwykle. Przedplonem dla pszenżyta ozimego odmiany 'Presto' były zboża jare: pszenżyto w siewie czystym (kontrola) oraz jęczmień, pszenica, pszenżyto z wsiewką

koniczyny czerwonej, którą uprawiano na zielony nawóz. Siew pszenżyta ozimego wykonano w 3 dekadzie września w ilości 400 ziaren na m^2 na poletkach o powierzchni $10 m^2$ w 4 powtórzeniach. Nawożenie fosforowo-potasowe wykonano przedsięwzięcie w dawce: $25 kg P_2O_5$ i $35 kg K_2O \cdot ha^{-1}$, zaś nawożenie azotowe w 1 dekadzie kwietnia w dawce $30 kg N \cdot ha^{-1}$. Pozostałe zabiegi agrotechniczne stosowane w doświadczeniu nie odbiegały od zasad przyjętych w uprawie tego gatunku. W okresie dojrzałości pełnej ziarna pobierano kłosy z miejsc losowo wybranych (64 kłosy w każdym roku badań) do określenia następujących cech: masy ziarna z kłosa (przy 15% wilgotności), liczby kłosków płodnych, liczby ziaren w kłosku i kłosie, masy pojedynczego ziarniaka, masy ziarna z kłosków z poszczególnych pięt kłosa. Kłosy wymłócono ręcznie wybierając oddzielnie ziarniaki z każdego kłosa i kwiatu. Pozycję kłosków w kłosie oznaczono oddzielnie dla lewej i prawej strony kłosa; za lewą stronę kłosa przyjęto tę, która u podstawy kłosa miała najniżej osadzony kłosek. Kłosy do badań pochodziły z 4 obiektów i z 4 powtórzeń.

Ocenę powyższych cech przeprowadzono na wydzielonych podzbiorach dla tzw. kłosów dużych i małych. Jako kryterium umożliwiające wyznaczenie podzbioru „kłosów o wysokiej masie ziarna” przyjęto kwartyl górny (Q_3), który dla zmiennej uporządkowanej rosnąco określa wartości górnych 25% obserwacji. Analogicznie dla wydzielenia „kłosów małych” przyjęto kwartyl dolny (Q_1), odgrywający 25% obserwacji o niższej masie ziarna z kłosa. Do przedstawienia masy kłosków w kłosach skorzystano z eksploracyjnej metody graficznej – wykresów skrzynkowych, umożliwiających w niniejszej pracy jednoczesne porównanie masy kłosków wzdłuż osadki kłosowej z uwzględnieniem stron kłosa (S P P S, 1997). W analizach wariancji i korelacji wykorzystano pakiet statystyczny SPSS® oraz arkusz kalkulacyjny EXCEL®, a normalność rozkładu dla masy ziarna z kłosa i jego elementów badano metodą Shapiro-Wilka.

WYNIKI

W tabeli 1 przedstawiono wielkość i strukturę plonu ziarna odmiany 'Presto' uprawianej po 4 przedplonach. Plony ziarna podane w kolumnie 2 są niższe (średnio o $0,9 t/ha$) w porównaniu do plonów dla tych obiektów wyliczonych z komponentów struktury: liczby kłosów, liczby ziaren i masy 1000 ziaren. Różnica ta wynika z równoczesnego sumowania się dwóch przyczyn: większych strat (od 5 do 10%) jakie notowano z powodu niedomłotów podczas zbioru kombajnem poletkowym, po drugie przy ręcznym omłocie kłosów liczono i ważono najmniejsze ziarniaki (z pozycji 4 i 5 kwiata w kłosku), które podczas zbioru kombajnem są wywiewane z plewami. Zboża jare z wsiewką koniczyny czerwonej, traktowanej jako poplon nawozowy, umożliwiły zebranie wysokiego plonu pszenżyta ozimego na poziomie 6–7 t/ha . Jedynie plon ziarna po przedplonie, którym było pszenżyto jare, był zdecydowanie niższy. Zgodnie z oczekiwaniami, w tej kombinacji uprawowej obsada kłosów była najmniejsza ($350 szt./m^2$), co jest potwierdzeniem dużej wrażliwości tego zboża na zły przedplon. Dwuletnie badania potwierdziły również znaną prawidłowość, że wysoki plon można uzyskać przy niższej obsadzie kłosów, ale jednocześnie pozostałe komponenty struktury plonu muszą osiągnąć wysokie wartości.

Tabela 1
Wpływ przedplonu na plonowanie pszenżyta ozimego
Table 1
The effect of forecrop on yielding of winter triticale

Plon ziarna (t/ha) Grain yield (t/ha)		Liczba kłosów (szt/m ²) Spike no. (pcs/m ²)		Liczba ziaren w kłosie Grain no. per spike		Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	
Obiekt Object	Średnia+-Sd Mean+-Sd	Obiekt Object	Średnia+-Sd Mean+-Sd	Obiekt Object	Średnia+-Sd Mean+-Sd	Obiekt Object	Średnia+-Sd Mean+-Sd
1a*	6.94+-1.36	1a	504+-117	3a	45.1+-7.9	3a	41.0+-9.1
2a	6.88+-1.51	2a	481+-121	2a	44.0+-6.6	4a	40.1+-9.0
3b	6.25+-1.27	3a	460+-96	4b	38.4+-6.1	2b	37.6+-7.1
4c	4.79+-1.14	4b	351+-84	1b	37.4+-4.0	1b	37.3+-7.3
1996a	7.00+-1.15	1997a	498+-105	1996a	47.3+-2.7	1996a	41.0+-1.8
1997b	5.54+-0.81	1996b	405+-80	1997b	35.7+-2.5	1997b	36.1+-1.7
CV (%)	23.5	CV (%)	28.7	CV (%)	17.5	CV (%)	18.6

1 – jęczmień jary + wsiewka, 2 – pszenica jara + wsiewka, 3 – pszenżyto jare + wsiewka,
4 – pszenżyto jare

1 – spring barley + undersown, 2 – spring wheat + undersown, 3 – spring triticale + undersown,
4 – spring triticale

* – Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą (test Wallera-Duncana, $\alpha=0,05$)

* – Means with the same letter are not significantly different (Waller-Duncan test, $\alpha = 0.05$)

Tabela 2
Podstawowe statystyki dla masy ziarniaka w zależności od wielkości kłosa
Table 2
Basic statistics for kernel mass depending on size of spike

Grupa kłosów Group of spikes	Ziarniak w kłosku Kernel in spikelet	(N=6987)	Masa ziarniaka (mg) Mass of kernel (mg)		Udział ziarniaka w kłosku (%) Share of kernel in spikelet (%)
			Średnia +- Sd; test* Mean +- Sd; test*	Zakres Range	
Małe: Small: <=900 mg (N = 28)	1	474	21,9+- 7,6; a	7,0 – 42,0	26,0 – 100,0
	2	376	19,3+- 6,5; a	6,0 – 40,0	20,4 – 63,0
	3	105	15,4+- 3,6; b	8,0 – 26,0	12,8 – 35,9
	4	9	12,5+- 2,0; b	11,0 – 16,0	10,6 – 20,3
Średnie: Middle: >900- <=1900 mg (N = 67)	1	1525	29,1+-10,7; a	5,0 – 66,6	22,7 – 100,0
	2	1283	25,9+- 9,0; a	6,0 – 62,3	17,5 – 64,3
	3	523	19,3+- 5,5; b	7,1 – 41,0	10,6 – 37,5
	4	119	13,9+- 2,8; c	7,0 – 20,0	7,6 – 24,4
Duże: Big: >1900 mg (N = 33)	1	931	43,2+-14,2; a	10,0 – 69,5	22,8 – 100,0
	2	851	38,2+-13,2; b	10,0 – 69,9	17,7 – 58,7
	3	528	30,3+- 9,5; c	8,2 – 58,5	7,9 – 33,2
	4	201	22,8+- 7,6; d	7,5 – 45,6	4,8 – 21,9
	5	62	16,0+- 5,0; e	6,0 – 25,9	6,4 – 15,1

* Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą (test Wallera-Duncana, $\alpha=0,05$)

* Means with the same letter are not significantly different (Waller-Duncan test, $\alpha=0.05$)

Liczba ziarniaków w kłosie jest uwarunkowana przebiegiem morfogenezy kłosek i kwiatków w okresie wzrostu i rozwoju kłosa, natomiast masa pojedynczego ziarniaka jest związana z metabolizmem rozwijających się ziarniaków do fazy dojrzałości pełnej. Mając to na uwadze, autorzy niniejszego opracowania za kryterium oceny budowy kłosa przyjęli masę ziarna z kłosa. Otrzymaną z dwuletniego doświadczenia połowego zróżnicowaną masę ziarna z kłosa podzielono na trzy klasy, w zależności od wielkości kłosa (małe, średnie i duże tab. 2). Kwiaty u podstawy kłosa (bazalne) są najstarsze i najbardziej zaawansowane w rozwoju, stąd ziarniaki z pozycji 1 i 2 w kłosku mają największą masę. Stwierdzono 100% wzrost masy tych ziarniaków w grupie kłosów dużych w porównaniu do kłosów małych. Ziarniaki powstałe z kwiatów na pozycji 3 i 4 wyróżniały się zdecydowanie niższą masą, szczególnie w grupie kłosów małych i średnich. W kłosach dużych zanotowano kilkadziesiąt kłosek, w których wykształciły się ziarniaki z kwiatka 5, chociaż ich masa była niska (średnio 16 mg). Z wielkością ziarniaka związany jest jego procentowy udział w kłosku. Jak wynika z danych przedstawionych w tabelach 2 i 3 udział pierwszych dwóch ziarniaków jest największy, ale dość znacznie się zmienia w zależności od wielkości masy ziarna z kłosa i od ilości płodnych kwiatów w kłosku. W kłosku dwuziarnowym ziarniak na pozycji 1 miał najwyższy udział (wzrost ponad 10%) w porównaniu do ziarniaka wykształconego z kwiatu drugiego, natomiast w kłoskach 3, 4 i 5-ziarnowych różnica ta była coraz mniejsza i w ostatnim przypadku wynosiła tylko 2,5%.

Tabela 3

Podstawowe statystyki dla masy ziarniaka w zależności od płodności kłosa

Table 3

Basic statistics for kernel mass depending on fertility of spikelet

Kłosi Spikelets	Ziarniak w kłosku Kernel in spikelet	Masa ziarniaka (mg) Mass of kernel (mg)		Udział ziarniaka w kłosku (%) Share of kernel in spikelet (%)	
		Średnia+ Sd; test* Mean + Sd; test*	Zakres Range	Średnia + Sd Mean + Sd	Zakres Range
1-ziarnowe 1-kernel (N = 420)	1	19,1+ 7,7	5,0 – 65,9	100,0+0,0	100,0 – 100,0
2-ziarnowe 2-kernels (N=1354)	1	29,5+ 11,0; a	7,0 – 66,6	55,2+6,0	35,7 – 79,6
	2	24,0+ 9,4; b	6,0 – 62,3	44,8+6,0	20,4 – 64,3
3-ziarnowe 3-kernels (N = 827)	1	39,6+ 13,5; a	11,0 – 69,5	41,6+4,5	26,0 – 63,2
	2	33,7+ 12,4; b	9,0 – 68,7	35,1+3,8	17,5 – 44,0
	3	22,0+ 8,5; c	7,1 – 53,4	23,3+4,5	7,9 – 37,5
4-ziarnowe 4-kernels (N = 267)	1	43,0+ 13,5; a	17,0 – 69,1	34,0+3,6	26,0 – 45,6
	2	37,8+ 13,2; b	14,0 – 69,9	29,6+3,1	21,7 – 37,7
	3	27,9+ 9,7; c	12,0 – 55,4	22,1+3,2	12,6 – 29,6
	4	17,6+ 6,3; d	7,0 – 45,6	14,3+3,5	4,8 – 24,4
5-ziarnowe 5-kernels (N = 62)	1	45,3+ 13,9; a	20,0 – 69,0	27,8+2,6	22,8 – 36,1
	2	41,2+ 14,0; a	20,0 – 69,0	25,1+2,6	17,9 – 30,4
	3	33,8+ 10,7; b	19,0 – 58,5	20,8+2,1	15,2 – 24,8
	4	26,6+ 8,3; c	12,0 – 44,7	16,4+2,4	11,8 – 21,4
	5	16,0+ 5,2; d	6,0 – 25,9	9,9+2,1	6,4 – 15,1

* Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą (test Wallera-Duncana, $\alpha=0,05$)

* Means with the same letter are not significantly different (Waller-Duncan test, $\alpha=0.05$)

Współczynniki korelacji prostej obliczone dla elementów struktury kłosa i odnoszące się do plonu ziarna z pojedynczego kłosa, charakteryzowały się na ogół wysoką wartością i były wysoce istotne (tab. 4). Największą wartość ($r=0,62$)

Tabela 4

Macierz współczynników korelacji prostej pomiędzy cechami $x_1 - x_6$

Table 4

Matrix of Pearson correlation coefficients among traits $x_1 - x_6$

Kłosa Spikes	Cechy Traits	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Małe: Small: ≤ 900 mg (N = 28)	Masa ziarna z kłosa, x_1 Grain weight per spike, x_1	0,620**	0,316**	0,634**	0,317**	0,146**
	Liczba kłosków w kłosie, x_2 Spikelet no. per spike, x_2		-0,003	0,865**	-0,089	0,200**
	Masa ziarna z kłosa, x_3 Grain weight per spikelet, x_3			0,048	0,590**	0,781**
	Liczba ziaren w kłosie, x_4 Kernel no. per spike, x_4				-0,161*	0,231**
	Masa ziarniaka, x_5 Kernel weight, x_5					0,089*
	Liczba ziaren w kłosku, x_6 Kernel no. per spikelet, x_6					
Średnie: Middle: >900 - ≤ 1900 mg (N = 67)	Masa ziarna z kłosa, x_1 Grain weight per spike, x_1	0,400**	0,295**	0,464**	0,273**	0,153*
	Liczba kłosków w kłosie, x_2 Spikelet no. per spike, x_2		-0,138*	0,897**	-0,284**	0,259**
	Masa ziarna z kłosa, x_3 Grain weight per spikelet, x_3			-0,077	0,555**	0,774**
	Liczba ziaren w kłosie, x_4 Kernel no. per spike, x_4				-0,289**	0,296**
	Masa ziarniaka, x_5 Kernel weight, x_5					0,059
Duże: Big: >1900 mg (N = 33)	Masa ziarna z kłosa, x_1 Grain weight per spike, x_1	0,511**	0,502**	0,674**	0,331**	0,263**
	Liczba kłosków w kłosie, x_2 Spikelet no. per spike, x_2		0,151*	0,768**	-0,025	0,259**
	Masa ziarna z kłosa, x_3 Grain weight per spikelet, x_3			0,282**	0,493**	0,805**
	Liczba ziaren w kłosie, x_4 Kernel no. per spike, x_4				-0,025	0,376**
	Masa ziarniaka, x_5 Kernel weight, x_5					0,106*

* i ** Współczynnik istotnie różny od zera (poziom istotności $\alpha=0,05$ i $0,01$)

* & ** Coefficient significantly different from zero (significance level $\alpha=0.05$ & 0.01)

zanotowano dla liczby kłosków płodnych w grupie kłosów małych, natomiast dla masy ziarna z kłosa ($r=0,50$) w grupie kłosów dużych. Analiza wartości współczynników korelacji wykazała, że masa ziarna z kłosa była silnie skorelowana z liczbą ziarniaków w kłosie, we wszystkich wyodrębnionych grupach wielkości. Zano-
towano również istotny wpływ masy pojedynczego ziarniaka, ale wartość współczyn-
nika była niższa, na poziomie $r=0,30$. Z kolei liczba kłosków w kłosie była skorelo-
wana istotnie ujemnie z masą ziarniaka tylko w grupie kłosów średnich, w pozosta-
łych kłosach korelacja była nieistotna. Liczba ziaren w kłosie i masa ziarniaka, jako

cechy silnie uwarunkowane genotypowo (znamiennie dla odmiany pszenżyta), ale również kontrolowane przez warunki siedliska, były skorelowane ujemnie, ale istotnie tylko w grupie kłosów średnich. Stwierdzono istotną współzależność pomiędzy masą ziarna z kłoska a: – liczbą ziaren w kłosku ($r=0,80$), – masą ziarniaka ($r=0,55$) w każdej grupie kłosów oraz między liczbą ziaren w kłosie i liczbą ziaren w kłosku.

Tabela 5
Wartości średnie dla badanych cech kłosa pszenżyta
Table 5
Mean values for investigated traits of triticales spike

Grupa kłosów Group of spikes	Liczba ziaren w kłosku Kernel no. per spikelet	Masa ziarniaka Kernel weight (mg)	Liczba kłosków w kłosie Spikelet no. per spike	Masa ziarna z kłoska Grain weight per spikelet (mg)	Liczba ziaren w kłosie Kernel no. per spike	Masa ziarna z kłoska Grain weight per spike (mg)
Małe – Small	2,27; b	20,1; c	17,4; c	46,1; c	34,4; c	715; c
Średnie – Middle	2,57; b	25,9; b	23,6; b	67,1; b	51,5; b	1364; b
Duże – Big	3,12; a	36,7; a	28,6; a	116,3; a	77,9; a	2947; a

* Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą (test Wallera-Duncana, $\alpha=0,05$)

* Means with the same letter are not significantly different (Waller-Duncan test, $\alpha=0.05$)

Kłosa małe zgodnie z oczekiwaniem charakteryzowały się najniższymi wartościami badanych cech, co przełożyło się na bardzo niską masę ziarna z kłoska, która była aż 4-krotnie mniejsza od średniego ciężaru z grupy kłosów największych (tab. 5). Kłosa o dużej produktywności wyróżniały się szczególnie masą ziarna z kłoska i liczbą ziaren w porównaniu do kłosów określanych jako małe i średnie. Przedstawiony schemat kłosa pszenżyta ozimego odmiany 'Presto' (rys. 1), wskazuje na podobną masę kłosków z partii środkowej kłosa zarówno z lewej jak i prawej strony kłosa. Większe różnice można zaobserwować w rozkładzie masy ziarna z kłosków pomiędzy stronami z partii szczytowej kłosa. Stwierdzono bardzo intensywne zwiększanie się masy kłosków w dolnej części kłosa (od 1-ego do 3-ego pięterka), a po osiągnięciu maksimum masy ziarna w 4 kłosku następuje stopniowy spadek tego parametru wzdłuż osadki kłosowej. Przedstawione na rysunku 2 narastanie plonu ziarna, w wyodrębnionych klasach kłosów, w zależności od pozycji kłoska w kłosie, wskazuje na znaczne podobieństwo wkładu kłosków z części środkowej kłosa oraz podstawy. Liczba kłosków w kłosie wzrasta w kolejnych grupach wielkości (średnio od 17,4 do 28,6, tab. 5), ale ich udział w plonie dla danej grupy jest zróżnicowany. Kłoski na pozycji od 3 do 7 pięterka (po obu stronach kłosa) miały największy udział w masie ziarna z kłoska dla grupy kłosów najmniejszych, natomiast dla kłosów średnich kłoski z pozycji 3 do 9 oraz dla kłosów dużych ciężar kłosków z pięterek od 2 do 10. W grupie kłosów najcięższych również kłoski z części szczytowej kłosa (od 11 do 14 pięterka) mają większy wkład w plon dla tej grupy niż kłoski z tej samej pozycji dla grupy kłosów średnich.

Rys. 1. Średnia waga kłosa w zależności od strony kłosa (dla kłosów: N=128)
 Fig. 1. Mean value for spikelet weight depending on side of spike (for spikes: N=128)

Rys. 2. Przyrost plonu ziarna dla grup kłosów (A do C) w zależności od pozycji kłoska w kłosie

Fig. 2. The increment of grain yield for groups of spikes (from A to C) depending on position of spikelet in a spike

DYSKUSJA

Przyczyny zmienności masy ziarna w obrębie kłosek upatruje się w terminie kwitnienia kwiatków, a dotyczy to głównie kwiatów dystalnych, które są z reguły opóźnione w rozwoju (Kociuba i Skulimowska, 1995). Z kolei większa masa ziarna z kłosek głównych jest związana z masą pojedynczego ziarniaka i ich liczbą, o czym decyduje również większy udział kłosek uziarnionych. Dane literaturowe wskazują na wysoki współczynnik korelacji pomiędzy liczbą ziaren i masą jednego ziarniaka oraz mniejszą zależność pomiędzy plonem ziarna z kłosa a liczbą kłosek (Yagbasanlar i Ozkan, 1995). Omówione powyżej elementy składowe plonowania kłosa: liczba ziaren w kłosie oraz masa pojedynczego ziarniaka wskazują na duże zróżnicowanie w obrębie kłosa w zależności od pozycji w kłosie i jego produktywności. Według Kozdója (1992) potencjał plonowania kłosa warunkują 3 komponenty, które kształtują się podczas fazy reproduktywnej kłosa przed kwitnieniem,

ale zależą również od natężenia procesów fizjologicznych i biochemicznych w późniejszych fazach rozwoju rośliny. Z przeprowadzonych badań wynika, że najwyższą masę osiągnęły kłoski ze środkowej części kłosa, na pozycji od 3 do 8 pięterka. Liczba kłosków w kłosie pszenżyta ozimego wzrastała w kolejnych grupach, od 17 kłosków dla kłosów małych do 29 kłosków dla kłosów dużych, przy średniej liczbie ziaren odpowiednio od 2,3 do 3,1. W badaniach hiszpańskich (Royo, 1999) liczba kłosków w kłosie wynosiła dla pędu głównego 25, dla pędów bocznych 22,5, a liczba ziaren w kłosku 1,9. W krajowych badaniach (Tarkowski i Kowalczyk, 2001) wykazano, że płodność kłosków z pozycji 1–3, licząc od podstawy kłosa, była istotnie niższa w porównaniu do kłosków z części środkowej kłosa, również masa ziarna z kłosa była najwyższa z kłosków osadzonych na pozycji od 4 do 16. W przedstawionej pracy stwierdzono, że ziarniaki uzyskane z drugiego kwiatka w kłosku pszenżyta były wyraźnie mniejsze w porównaniu do ziarniaków na pozycji pierwszej w każdym przedziale masy ziarna z kłosa. W grupie kłosów średnich i dużych kolejne ziarniaki w kłosku miały istotnie niższą masę od bezpośrednio ich poprzedzających. Z badań Tarkowskiego i Kowalczyka (2001) wynika, że masa ziarniaka z 1 i 2 kwiatka była podobna, z 3-go istotnie niższa, zaś z 4 kwiatka dwa razy mniejsza niż ziarniaków bazalnych.

Analiza wartości współczynników korelacji prostej wykazała, że masa ziarna z kłosa pszenżyta była bardzo silnie skorelowana z liczbą ziaren i słabiej, ale istotnie z masą pojedynczego ziarniaka we wszystkich grupach wielkości kłosa. Występowanie korelacji między masą ziarna z kłosa a jego elementami plonowania potwierdzają badania innych autorów. Według Kociuby (1993) masa ziarna z kłosa wykazuje największą współzależność z liczbą ziaren ($r=0,7-0,9$) i masą 1000 ziaren ($r=0,55$). Z kolei w badaniach Zajęca i in. (1999), z dwóch cech strukturalnych kształtujących produktywność kłosa (liczba ziaren i dorodność ziarna) silniej zaznaczył się wpływ masy pojedynczego ziarniaka. Zależność ta szczególnie wyraźnie wystąpiła w kłosach długich, w których wkład masy pojedynczego ziarniaka w zmienność regresyjną wynosił około 53%. Rozbicki i Mądry (1998) stwierdzają, że obniżenie masy ziarna z pojedynczego kłosa było związane głównie ze zmniejszeniem liczby ziaren w kłosie, a w mniejszym stopniu ze zmniejszeniem masy pojedynczego ziarniaka. W badaniach Yagbasanlar i Ozkan (1995) wykazano silny wpływ wywierany przez liczbę ziaren z kłosa na plon z rośliny, natomiast bezpośredni efekt liczby kłosków był ujemny. W analizowanych badaniach liczba ziaren w kłosie i masa ziarniaka były skorelowane ujemnie. Podobnie w badaniach Zajęca i in. (1999) wpływ liczby kłosków w kłosie na masę pojedynczego ziarniaka był istotny i ujemny. Z kolei Kozdój (1990) informuje, że współzależność między liczbą ziarniaków w kłosie a masą jednego ziarniaka była dodatnia lecz niska ($r=0,26$). Garcia del Moral (1992) stwierdza wysoką korelację pomiędzy liczbą ziaren w kłosie i w kłosku oraz istotną, ale ujemną pomiędzy liczbą ziaren w kłosku i liczbą kłosków w kłosie. Tej ujemnej współzależności nie potwierdzają wyniki naszych badań, w których stwierdzono słabą lecz dodatnią korelację ($r=0,25$) dla liczby ziaren w kłosku i kłosków w kłosie.

Narastanie masy ziarna w kłosie wzdłuż osadki kłosowej nosi znamiona dużego podobieństwa dla klasy kłosów małych i średnich. W przypadku kłosów największych

kłoski z pozycji od 11 do 14 (po obu stronach kłosa) mają jeszcze znaczny wkład w plon ziarna z kłosa. Na podkreślenie zasługuje fakt wychwycenia pewnej różnicy w przyroście plonu dla wyodrębnionych klas, na co nie wskazuje przedstawiony schemat budowy kłosa oparty o dane ze wszystkich analizowanych kłosów (N=128). Sformułowano następujące wnioski:

1. Masa pojedynczego ziarniaka pszenżyta ozimego zależy od miejsca usytuowania oraz liczby wykształconych ziaren w kłosku. Ziarniaki powstałe z 1 i 2 kwiatka w kłosku 4–5 kwiatkowym charakteryzują się większą masą niż z kłosków 2 lub 3 kwiatkowych.
2. Pozycja kłoska w kłosie decyduje o jego masie, przy czym występują dość duże różnice w zależności od produktywności kłosa. Dla kłosów małych o plonie ziarna decydują głównie kłoski z pozycji 3 do 7, dla kłosów średnich – 2 do 9, zaś dla kłosów dużych – 2 do 12 (usytuowanych po obu stronach osadki kłosa).
3. Masa ziarna z kłosa jest silniej skorelowana z liczbą ziarniaków w kłosie, a słabiej z masą pojedynczego ziarniaka, we wszystkich wyodrębnionych grupach kłosów. Stwierdzono istotną zależność pomiędzy liczbą kłosków w kłosie i masą ziarna z kłosa, która dla kłosów średnich była ujemna, natomiast dla kłosów dużych dodatnia.
4. W obrębie kłosa (po stronie lewej i prawej) występuje intensywny wzrost masy ziarna z kłosa od 1 do 3-go, a następnie jej spadek od 6-go kłosa.

LITERATURA

- Briggs K. G. 1980. Spatial variation in seed size and seed set on spike of some Canadian spring wheat cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, 71, 95-103.
- Boujenna A., Ramos J. M., Yanez J. A., Garcia del Moral L. F. 1998. Ear formation in triticale in relation to genotype environment. In: *Proceedings of the 4th International Triticale Symposium*, Red Deer. Ed. P. Juskiw, Alberta, Canada, 2, 296-299.
- Dziamba S. 1983. Zmienność plonowania i elementów struktury plonu żyta pszenicy i pszenżyta pod wpływem wybranych elementów agrotechniki. Ser. Wyd. – Rozpr. Nauk., AR Lublin.
- Garcia del Moral L. F. 1992. Leaf area, grain yield and yield components following forage removal in triticale. *J. Agr. & Crop Sci.*, 168, 100-107.
- Jaśkiewicz B., Mazurek J. 1997. Wpływ obsady roślin na plonowanie i architekturę łanu trzech odmian pszenżyta ozimego. *Zeszyty Nauk. AR w Szczecinie, ser. Rolnictwo*, 65, 135-141.
- Kociuba W. 1993. Zmienność i współzależność ważniejszych cech rolniczych w populacji pszenżyta ozimego (*Triticosecale* Wittmack). *Zeszyty Nauk. AR we Wrocławiu*, 223, 193-199.
- Kociuba W., Skulimowska R. 1995. Obserwacje kwitnienia, zapylania i płodności roślin pszenżyta w porównaniu do pszenicy i żyta. *Biul. IHAR*, 195/196, 99-106.
- Kozdój J. 1990. Zależność między czynnikami plonotwórczymi kłosa a wielkością masy ziarniaków w kłosie u wybranych odmian pszenżyta ozimego. *Hod. Rośl. Aklim. Nas.*, 34, 51-59.
- Kozdój J. 1992. Wpływ wybranych czynników środowiska na morfogenezę kłosa i potencjał plonotwórczy zbóż. *Biul. IHAR*, 183, 59-71.

- Maćkowiak W., Paizert K., Mazurkiewicz L., Woś H. 1993. Osiągnięcia i problemy hodowli pszenżyta w Polsce. Biul. IHAR, 187, 143-166.
- Moś M. 1997. Typograficzna zmienność masy tysiąca ziaren i aktywność alfa-amylazy u pszenżyta ozimego. Biul. IHAR, 201, 73-79.
- Pickett A. A. 1988. Factors affecting seed production of triticale (*X Triticosecale* Wittm.). Plant Varieties Seeds, 1, 63-74.
- Piech M., Mikilski W., Dopierala P. 1996. Komponenty struktury plonu pszenżyta ozimego. Biul. IHAR, 197, 59-62.
- Rogalska S., Cybulska-Augustyniak J., Kulawinek A. 1991. Aneuploids in Polish cultivars of winter triticale. Genet. Pol., 32, 11-16.
- Royo C. 1999. Plant recovery and grain-yield formation in barley and triticale following forage removal at two cutting stages. J. Agr. & Crop Sci., 182, 175-183.
- Rozbicki J., Mądry W. 1998. Uwarunkowanie plonu ziarna pszenżyta ozimego przez jego składowe i wybrane cechy botaniczno-rolnicze łanu w zmiennych warunkach uprawowych i pogodowych. Biul. IHAR, 205/206, 195-204.
- S P P S. 1997. Base 7.5 Applications Guide. SPSS Inc., Chicago.
- Tarkowski C. 1989. Biologia Pszenżyta. PWN, Warszawa.
- Tarkowski C., Kowalczyk K. 2001. Wpływ rozmieszczenia kwiatów w kłosach pszenicy, pszenżyta i żyta na ich plodność, masę 1000 ziaren i zawartość białka w ziarnie. Biul. IHAR, 218/219, 83-89.
- Yagbasanlar T., Ozkan H. 1995. Correlation and path coefficient analysis for ear characters in triticale under Mediterranean climatic conditions. J. Agr. & Crop Sci., 174, 297-300.
- Zajac T. 1999. Indeks powierzchni liści oraz plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od doboru przedplonu. Pam. Puł., 114, 375-380.
- Zajac T., Oleksy A., Szafranski W., Kulig B. 1999. Współzależności pomiędzy cechami pszenżyta ozimego warunkującymi masę ziarna z kłosów o zróżnicowanej długości. Biul. IHAR, 211, 129-137.

Streszczenie

Badania przeprowadzono w latach 1996-1997 na czarnoziemie zdegradowanym wytworzonym z lessu. Pszenżyto ozime odmiana 'Presto' uprawiano po 4 przedplonach (zboża jare z wsiewką koniczyny czerwonej i pszenżyto w siewie czystym). Badano współzależności pomiędzy liczbą kłosków i ziaren oraz pozycją ich osadzenia w kłosie i kłosku, a masą ziarna z trzech grup wielkości kłosów. Liczba kłosków produktywnych w kłosie oraz plodność kwiatów w kłosku, mierzona jako liczba ziaren, były największe w grupie kłosów dużych. Ziarniaki z pozycji 1 i 2 w kłosku mają największą masę, natomiast ziarniaki powstałe z kwiatów na pozycji 3 i 4 wyróżniały się niższą masą, szczególnie w grupie kłosów małych i średnich. Analiza wartości współczynników korelacji wykazała, że masa ziarna z kłosa była silnie skorelowana z liczbą ziarniaków w kłosie we wszystkich wyodrębnionych klasach wielkości. Zanotowano również istotny wpływ masy pojedynczego ziarniaka na plon z kłosa, ale wartość współczynnika była niższa ($r = 0,30$). Kłoski na pozycji od 3 do 7 pięterka (po obu stronach kłosa) miały największy udział w masie ziarna z kłosa dla grupy kłosów najmniejszych, natomiast dla kłosów średnich i dużych odpowiednio kłoski z pozycji 3 do 9 oraz od 2 do 10.