

PLONOWANIE I STRUKTURA PLONU PSZENICY OZIMEJ W ZALEŻNOŚCI OD ROZSTAWU RZĘDÓW I STOSOWANIA HERBICYDU

IRENA BRZozowska¹, JAN BRZozowski

Katedra Agroekosystemów, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, pl. Łódzki 3, 10-718 Olsztyn

Synopsis. W latach 2010–2013 w Ośrodku Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszku (53°42' N, 20°26' E), należącym do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, prowadzono doświadczenie polowe z uprawą pszenicy ozimej odmiany Türkis, którego celem było określenie wpływu rozstawu rzędów (10, 15, 20 cm) i stosowania herbicydu Mustang 306 SE na tle obiektu kontrolnego, bez herbicydu na plonowanie i składowe plonu pszenicy ozimej. Większy plon pszenicy ozimej odmiany Türkis odnotowano na obiektach wysiewanych w rozstawie rzędów co 10 i 15 cm, w porównaniu z szerokością międzyrzędzi 20 cm. Herbicyd Mustang 306 SE corocznie wpływał istotnie na ochronę plonów ziarna pszenicy ozimej, średnio o 11,9%. Plon ziarna pszenicy ozimej, niezależnie od czynników badań, był skorelowany głównie z obsadą kłosów, następnie masą 1000 ziaren, a w najmniejszym stopniu z liczbą ziaren w kłosie.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, plonowanie, elementy plonowania, rozstaw rzędów, herbicyd

WSTĘP

Plonowanie każdej rośliny uprawnej jest pochodną jej genetycznie uwarunkowanego potencjału produktywności oraz stopnia zaspokojenia potrzeb biologicznych rośliny przez zespół czynników środowiskowych i agrotechnicznych [Rudnicki 1998]. Szereg badań wskazuje na silny związek plonowania roślin ze środowiskiem, w którym przebiega wegetacja [Bobrecka-Jamro i in. 2013, Dąbek-Gad i Bujak 2002, Gardziejewicz i Zajac 1999, Fotyma i Fotyma 1993, Mazurek 1999, Podolska i in. 2002, Rudnicki 2000]. W wielu publikacjach naukowych są prezentowane opinie, iż zabiegi agrotechniczne mają znaczny, ale i zróżnicowany wpływ na kształtowanie się wielkości składowych plonu i plonowanie zbóż [Bobrecka-Jamro i in. 2013]. Niewłaściwie przeprowadzone zabiegi agrotechniczne mogą być przyczyną pogorszenia cech biometrycznych i komponentów plonu, które już w bezpośredni sposób wpływają na jego obniżkę i pogorszenie jakości [Kuś i Jończyk 1997, Mazurek 1999]. W uzyskaniu wysokiego plonu zasadnicze znaczenie ma odpowiednia architektura łanu zbóż, która wpływa na przebieg procesów rozwojowych roślin, aktywność asymilacyjną, tempo gromadzenia asymilatów oraz rozwój organów generatywnych [Podolska i in. 2002]. Ważne w tym względzie jest wyeliminowanie czynników ograniczających rozwój roślin, takich jak agrofagów, w tym chwastów. W badaniach przyjęto hipotezę, że plonowanie zbóż, będące wypadkową komponentów plonu ma charakter dynamiczny, zależny od wielu czynników, w tym od stosowanej agrotechniki. Zagęszczenie rzędów, może ograniczać rozwój chwastów, ale jednocześnie pogarszać warunki wzrostu rośliny uprawnej, co skutkuje słabszym wykształceniem składowych plonu i jego obniżką. Stosowanie herbicydu, w warunkach zróżnicowanego rozstawu rzędów, może wykazywać niejednakowy wpływ na zachwaszczenie łanu, a w konsekwencji na plonowanie i komponenty plonu.

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* irena.brzozowska@uwm.edu.pl

Celem badań było określenie wpływu rozstawu rzędów i ochrony ładu herbicydem Mustang 306 SE na plonowanie i składowe plonu pszenicy ozimej.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2011–2013 w Ośrodku Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszku (53°42' N, 20°26' E), należącym do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, prowadzono doświadczenie polowe z uprawą pszenicy ozimej odmiany Türkis. Pszenicę ozimą uprawiano w stanowisku po pszenicy ozimej. Siewu nasion dokonywano corocznie w końcu drugiej dekady września w obsadzie 450 nasion na 1 m². Uprawę roli prowadzono zgodnie z zaleceniami. Doświadczenie realizowano metodą podbloków losowanych, w 3 powtórzeniach, na glebie brunatnej eutroficznej typowej [Marcinek i Komisarek 2011], w systematyce WRB [IUSS Working Group WRB 2015] zaliczanej do Haplic Combisols (Eutric). Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 16 m². Pierwszym czynnikiem doświadczenia był rozstaw wysiewanych rzędów (10, 15 i 20 cm), a drugim zwalczanie chwastów herbicydem Mustang 306 SE (BBCH 23–27) na tle obiektu kontrolnego, bez herbicydu. Herbicyd stosowano w dawce 0,5 dm³·ha⁻¹. Pszenicę chroniono również fungicydem Artea 330 EC w dawce 0,5 dm³·ha⁻¹ (BBCH 51–53). Zabiegi opryskiwania wykonywano opryskiwaczem plecakowym, w zalecanych warunkach pogodowych, stosując 300 dm³ cieczy roboczej na 1 ha. Pszenicę nawożono azotem w dawce 140 kg N·ha⁻¹, w 3 terminach wiosną: pełnia krzewienia (BBCH 23–25) – 60 kg N, początek strzelania w źdźbło (BBCH 32–33) – 40 kg N i na początku fazy kłoszenia (BBCH 52–53) – 40 kg N. Ponadto stosowano przedsięwzięcie 40 kg P na 1 ha i 100 kg K. Zakres pracy obejmuje plonowanie pszenicy ozimej oraz analizę elementów plonowania: liczby źdźbeł kłosonośnych na 1 m², liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Zachwaszczenie pszenicy badano za pomocą ramki o wymiarach 0,25 x 1 m, w 2 powtórzeniach na poletku.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, przy zastosowaniu analizy wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych w układzie losowanych podbloków split-plot. Istotność różnic sprawdzano za pomocą testu t Duncana, wyliczając NIR przy prawdopodobieństwie błędów $p \leq 0,05$. Wyliczone współczynniki korelacji liniowej (r) przedstawiają siłę i kierunek związku między każdą z badanych zmiennych losowych (x_1 , x_2 , x_3), a plonem ziarna oraz pomiędzy sobą. Do oceny wpływu elementów plonowania (x_1 – liczba kłosów na 1 m², x_2 – liczba ziaren w kłosie, x_3 – masa tysiąca ziaren) na wielkość uzyskanego plonu ziarna (Y) zastosowano analizę regresji wielokrotnej, według modelu $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ [StatSoft, Inc. 2010].

Przebieg warunków meteorologicznych w latach 2010–2013 był bardzo zróżnicowany, zarówno między latami, jak i w okresach wegetacji jesiennej i wiosenno-letniej pszenicy ozimej (tab. 1).

WYNIKI I DYKUSJA

Plony pszenicy ozimej w badanym 3-leciu były istotnie zróżnicowane i wynosiły średnio od 4,77 t·ha⁻¹ w 2011 do 6,04 w 2012 i 9,19 t·ha⁻¹ w 2013 r., sprzyjającym pod względem warunków termiczno-opadowych jesienią i wiosną (tab. 1 i 2). W pierwszym sezonie badawczym, jesienią 2010 r. (IX i X) obniżone temperatury oraz niedobór opadów (o 37,3%, w porównaniu z normą z wielolecia), podobnie w marcu i kwietniu (odpowiednio o 38,1%), skutkowały znacznym przerzedzeniem wschodów oraz słabszym krzewieniem roślin, a w efekcie małą obsadą źdźbeł kłosonośnych (średnio 336 na 1 m²). Drugi rok badań był dość sprzyjający dla wegetacji pszenicy ozimej, począwszy już od jesieni. Trzeci zaś sezon badawczy 2012/2013, z opadami jesiennymi (IX i X) powyżej normy wieloletniej oraz opadach wiosennych, zbliżonych do śred-

Tabela 1. Kształtowanie się wartości temperatury powietrza i opadów w okresie wegetacji pszenicy ozimej w latach 2010–2013, według Stacji Meteorologicznej w Tomaszku

Table 1. Air temperatures and rainfall in the vegetation period of winter triticale in years 2010–2013, according to Meteorological Station in Tomaszko

Miesiąc Month	Temperatura/Temperature (°C)				Opady/Rainfall (mm)			
	1961–2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	1961–2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013
IX	12,6	12,0	14,1	13,5	57,1	40,5	67,5	45,7
X	7,7	5,0	8,4	7,5	46,0	24,1	29,5	68,5
XI	2,8	4,3	3,1	4,9	47,9	121,4	14,1	45,2
XII	-1,2	-6,9	2,3	-3,5	36,6	57,2	25,8	11,8
I	-2,9	-1,4	-1,7	-4,5	31,2	34,8	61,8	44,1
II	-2,3	-6,3	-6,9	-1,1	21,9	36,9	27,7	22,6
III	1,2	1,5	3,0	-3,5	28,5	16,3	24,7	18,1
IV	7,0	9,1	7,8	6,0	34,2	22,5	73,1	28,5
V	12,7	13,0	13,4	14,8	54,6	51,1	51,7	54,5
VI	15,9	17,0	15,0	17,5	79,0	81,7	103,2	61,2
VII	18,0	18,0	19,0	18	75,4	202,8	121	121,9
Średnia/Suma Mean/Sum (IV–VII)	–	14,3	13,8	14,1	–	358,1	349,0	266,1

Tabela 2. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od rozstawu rzędów i stosowania herbicydu (t·ha⁻¹)Table 2. Winter wheat yields depending on row spacing and herbicide application (t·ha⁻¹)

Wyszczególnienie Specification	Lata/Years			Średnio Mean
	2011	2012	2013	
Rozstaw rzędów/Row spacing (cm)				
10	4,95	6,25	9,38	6,86
15	4,93	6,24	9,48	6,88
20	4,44	5,63	8,70	6,26
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,16	0,29	0,52	0,16
Herbicyd/Herbicide				
Kontrola/Control	4,24	5,69	8,93	6,29
Mustang 306 E	5,30	6,39	9,43	7,04
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,23	0,37	0,20	0,14
Średnio/Mean	4,77	6,04	9,18	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05} : lata/years – 0,18; lata/years x rozstaw rzędów/row spacing – r.n.; lata/years x herbicyd/herbicide – 0,24				

r.n. – różnice nieistotne/no significant differences

niej sumy z wielolecia i korzystnie rozłożonych, był najbardziej sprzyjający uprawie pszenicy i uzyskaniu wysokich plonów (średnio 9,18 t·ha⁻¹). Zdecydowały o tym głównie 2 elementy: najkorzystniejsza obsada kłosów na 1 m² (średnio 582 szt.) oraz największa masa 1000 ziaren – średnio 43,7 g (tab. 3, 4 i 5).

Tabela 3. Liczba źdźbeł kłosonośnych pszenicy ozimej (szt.·m⁻²)

Table 3. Number of winter wheat ears per 1m²

Wyszczególnienie Specification	Lata/Years			Średnio Mean
	2011	2012	2013	
Rozstaw rzędów/Row spacing (cm)				
10	330	513	610	484
15	349	510	598	486
20	328	533,	537	466
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	10	22	24	16
Herbicyd/Herbicide				
Kontrola/Control	319	500	566	462
Mustang 306 E	352	537	597	495
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	8	21	15	8
Średnio/Mean	336	519	582	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05} : lata/years – 17,8; lata/years x rozstaw rzędów/row spacing – 28,2; lata/years x herbicyd/herbicide				

r.n. – różnice nieistotne/no significant differences

Tabela 4. Liczba ziaren w kłosie pszenicy ozimej

Table 4. Number of grains per 1 ear of winter wheat

Wyszczególnienie Specification	Lata/Years			Średnio Mean
	2011	2012	2013	
Rozstaw rzędów/Row spacing (cm)				
10	44,3	36,6	38,0	39,7
15	42,4	36,6	38,0	39,0
20	40,6	33,8	39,3	37,9
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	1,9	0,9	r.n.	0,8
Herbicyd/Herbicide				
Kontrola/Control	41,0	35,6	38,7	38,4
Mustang 306 E	43,9	35,7	38,1	39,2
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	1,7	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio/Mean	42,5	35,7	38,4	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05} : lata/years – 1,3; lata/years x rozstaw rzędów/row spacing – 1,4; lata/years x herbicyd/herbicide – r.n.;				

r.n. – różnice nieistotne/no significant differences

Tabela 5. Masa 1000 ziaren pszenicy ozimej (g)
Table 5. Weight of 1000 grains of winter wheat (g)

Wyszczególnienie Specification	Lata/Years			Średnio Mean
	2011	2012	2013	
Rozstaw rzędów/Row spacing (cm)				
10,0	42,3	35,8	43,0	40,4
15,0	41,9	36,9	44,3	41,0
20,0	41,8	35,8	43,8	40,5
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Herbicyd/Herbicide				
Kontrola/Control	41,7	35,6	43,4	40,2
Mustang 306 E	42,2	36,6	43,9	40,9
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n.	0,6	r.n.	0,4
Średnio/Mean	42,0	36,1	43,7	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05} : lata/years – 1,3; lata/years x rozstaw rzędów/row spacing – r.n.; lata/years x herbicyd/herbicide – r.n.				

r.n. – różnice nieistotne/no significant differences

Corocznie pszenica wydała istotnie większe plony na obiektach wysiewanych w rozstawie rzędów 10 i 15 cm, w porównaniu z 20 cm. Średnio z 3-letniego okresu różnice te wynosiły odpowiednio 0,60 i 0,62 t·ha⁻¹. Można je tłumaczyć między innymi gorszym rozwojem roślin pszenicy wysianej w rzędach co 20 cm, co bardziej sprzyjało większemu zachwaszczeniu plantacji (tab. 6).

Tabela 6. Zagęszczenie chwastów w pszenicy ozimej w fazie dojrzewania (szt·m⁻²)
Table 6. Weed density in milk stage of winter wheat (weeds per 1 m²)

Wyszczególnienie Specification	Lata/Years			Średnio Mean
	2011	2012	2013	
Rozstaw rzędów/Row spacing (cm)				
10	165	75	127	122
15	155	73	132	120
20	173	83	184	146
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	6	r.n.	2	12
Herbicyd/Herbicide				
Kontrola/Control	190	92	194	159
Mustang 306 E	138	61	101	100
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	18	15	21	8
Średnio/Mean	164	77	148	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05} : lata/years – 16; lata/years x rozstaw rzędów/row spacing – 4; lata/years x herbicyd/herbicide – 6				

r.n. – różnice nieistotne/non significant differences

Potwierdzają to parametry 2 elementów struktury plonu: zagęszczenie kłosów na jednostce powierzchni oraz masa 1000 ziaren.

Skutkiem stosowania herbicydu plony były corocznie istotnie większe, średnio z 3 lat o 0,75 t·ha⁻¹. Wzrost plonów pszenicy był corocznie efektem korzystniejszej obsady kłosów na 1 m², w mniejszym stopniu większej masy 1000 ziaren. Liczba ziaren w kłosie była wyraźnie zwiększona jedynie w pierwszym roku badań, przy małym zagęszczeniu źdźbeł kłosonośnych (tab. 4). W badaniach chińskich wąski rozstaw rzędów (12 cm) sprzyjał wzrostowi powierzchni asymilacyjnej liści, w porównaniu z rozstawem 20 i 30 cm, co skutkowało wzrostem wydajności pszenicy [Xue i in. 2015]. Węższe odstępki pomiędzy rzędami pszenicy sprzyjają zwiększeniu liczby kłosów na jednostce powierzchni oraz wydajnej konkurencyjności roślin, poprzez większą powierzchnię liści. Wpływa to na skuteczniejsze tłumienie chwastów i w efekcie na wzrost wydajności pszenicy [Das i Yaduraju 2011, Din i in. 2017, Teich i in. 1993]. Wielu autorów wskazuje, iż elementy plonowania są głównie modyfikowane przez układ warunków pogodowych w okresie wegetacji [Dąbek-Gad i Bujak 2002, Głowacka 2010, Klimont 2007, Mazurek 1999, Mądry i in. 2007].

Rozpatrując współczynniki korelacji liniowej między komponentami plonu (zmiennymi losowymi x_1 , x_2 , x_3) a plonowaniem (tab. 7), stwierdzono największy wpływ obsady kłosów

Tabela 7. Współczynniki korelacji liniowej pomiędzy elementami plonowania (x_1, x_2, x_3), a plonem ziarna pszenicy ozimej (y), średnio z lat 2011–2013

Table 7. Coefficients of line correlation between the yield components (x_1, x_2, x_3), and the grain yield of the winter wheat (y), mean in years 2011–2013

Wyszczególnienie Specification		Zmienna Variable	Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	Liczba kłosów (szt.·m ⁻²) Ear number per 1 m ²	Liczba ziaren w kłosie (szt.) Grain number in ear (number)	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight (g)
			y	x_1	x_2	x_3
Rozstaw rzędów Row spacing (cm)	10	y	1,000			
		x_1	0,906**	1,000		
		x_2	-0,440	-0,718**	1,000	
		x_3	0,327	-0,074	0,550**	1,000
	15	y	1,000			
		x_1	0,909**	1,000		
		x_2	-0,370	-0,645**	1,000	
		x_3	0,506*	0,159	0,293	1,000
	20	y	1,000			
		x_1	0,707**	1,000		
		x_2	0,063	-0,528**	1,000	
		x_3	0,464	-0,252	0,747**	1,000
Herbicyd Herbicide	Kontrola Control	y	1,000			
		x_1	0,856**	1,000		
		x_2	-0,131	-0,498	1,000	
		x_3	0,389	-0,080	0,632**	1,000
	Mustang 306 SE	y	1,000			
		x_1	0,830**	1,000		
		x_2	-0,339	-0,742**	1,000	0,470**
		x_3	0,463*	-0,057	0,470**	1,000

Ocena istotności współczynnika korelacji r /Significance of the correlation coefficient r : * – $p = 0,05$; ** – $p = 0,01$

w zakresie obu czynników na wydajność pszenicy (r od 0,707** do 0,909**), podobnie jak w innych badaniach [Erekuł i in. 2006, Fotyma i Fotyma 1993, Mazurek 1999, Podolska i in. 2002]. Dekić i in. [2014] podają, iż w badaniach nad pszenizytem ozimym wydajność ziarna była w dużym stopniu skorelowana z masą 1000 ziaren (odpowiednio w 3 kolejnych latach $r = 0,71$; 0,52 i 0,54). Podobnie w analizowanym doświadczeniu masa 1000 ziaren miała także dodatni wpływ na wydajność pszenicy, ale istotny tylko przy rozstawie rzędów 15 cm ($r = 0,506^*$) oraz w warunkach ochrony herbicydem ($r = 0,463^*$), zaś ujemne korelacje, ale nieistotne, wystąpiły pomiędzy liczbą ziaren w kłosie, a wydajnością. Powyższe korelacje między wydajnością pszenicy, a elementami plonowania potwierdzają równania regresji, które przedstawiają stopień łącznego wpływu wszystkich zmiennych objaśniających jednocześnie (x_1, x_2, x_3) na zmienną objaśnianą czyli plonowanie pszenicy oraz znormalizowane parametry równania (b') przy zniesieniu „efektu nierównej skali”, niezależnie od jednostek miary zmiennych niezależnych (tab. 8). Wynika z nich, iż największy dodatni wpływ na plonowanie miała liczba kłosów na 1 m² (znormalizowany współczynnik regresji b'_1 wynosił od 0,896** do 1,018**, a następnie masa 1000 ziaren (b'_3 od 0,303* do 0,655*). Elementem plonowania wpływającym w najmniejszym stopniu na wydajność roślin była liczba ziaren w kłosie, która tylko w przypadku stosowania herbicydu przyczyniała się istotnie do wzrostu wydajności pszenicy ($b'_2 = 0,220^*$). Obliczone wartości współczynnika determinacji $R^2 \cdot 100\%$ wskazują na dużą dokładność opisu uzyskanych plonów przez jego składowe za pomocą liniowej funkcji regresji wielokrotnej. Podobne wnioski z badań nad pszenicą ozimą o skróconym źdźbłę uzyskali Ługowska i in. [2004]. W badaniach Zająca i in. [1998] o plonie pszenicy jarej, uprawianej po jęczmieniu jarym, w największym stopniu decydowała obsada kłosów (50%), a następnie liczba ziaren w kłosie (34%), ale

Tabela 8. Wpływ elementów plonowania (x_1, x_2, x_3) na plon ziarna pszenicy ozimej (y), średnio z lat 2011–2013

Table 8. Effect of the yield components (x_1, x_2, x_3) on the grain yield of winter wheat (y), mean in years 2011–2013

Wyszczególnienie Specification		Równanie regresji Regression equation $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$	Znormalizowany współczynnik regresji (b') Standardized regression coefficient (b')
Rozstaw rzędów Row spacing (cm)	10	$y = -10,487 + 0,016x_1 + 0,028x_2 + 0,212x_3$ $R^2 \cdot 100\% = 97,7^{**}$	$b'_1 = 0,973^{**}$ $b'_2 = 0,056$ $b'_3 = 0,369^*$
	15	$y = -13,583 + 0,018x_1 + 0,110x_2 + 0,181x_3$ $R^2 \cdot 100\% = 96,5^{**}$	$b'_1 = 0,968^{**}$ $b'_2 = 0,166^*$ $b'_3 = 0,303^*$
	20	$y = -11,048 + 0,007x_1 + 0,045x_2 + 0,296x_3$ $R^2 \cdot 100\% = 92,7^{**}$	$b'_1 = 0,973^{**}$ $b'_2 = 0,056$ $b'_3 = 0,369^*$
Herbicyd Herbicide	Kontrola Control	$y = -12,677 + 0,017x_1 + 0,039x_2 + 0,240x_3$ $R^2 \cdot 100\% = 93,7^{**}$	$b'_1 = 0,896^{**}$ $b'_2 = 0,047$ $b'_3 = 0,655^*$
	Mustang 306SE	$y = -14,508 + 0,017x_1 - 0,097x_2 + 0,226x_3$ $R^2 \cdot 100\% = 93,5^{**}$	$b'_1 = 1,018^{**}$ $b'_2 = 0,220^*$ $b'_3 = 0,418^*$

Ocena istotności współczynnika korelacji r /Significance of the correlation coefficient r : * – $p = 0,05$; ** – $p = 0,01$

w stanowisku po bobiku jej plon był głównie determinowany w 87,4% liczbą kłosów z jednostki powierzchni. Liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren, pomimo dużych wartości, regresyjną zmienność plonu objaśniały w bardzo małym stopniu (odpowiednio 7,2 i 5,4%). Dla porównania, w badaniach Fotymy i Fotymy [1993], najmniej zmiennym elementem plonowania, a jednocześnie w najmniejszym stopniu wpływającym na jego wielkość była masa 1000 ziaren, podobnie jak w badaniach Głowackiej [2010] z pszenicą jarą. Wielu autorów jednak twierdzi, iż jednoznaczne i precyzyjne określenie wpływu poszczególnych elementów plonowania na wielkość plonu zbóż jest trudne, ze względu na dużą specyfikę odmianową oraz zależność od warunków siedliskowych i agrotechnicznych [Brzozowska i Brzozowski 2011, Dąbek-Gad i Bujak 2002, Fotyma i Fotyma 1993, Klimont 2007, Małecka 2003, Mazurek 1999, Mądry i in. 2007, Nouri-Ganbalani 2009, Rudnicki 2000.]. W badaniach Małeckiej [2003] wpływ liczby kłosów w kształtowaniu plonu ziarna z 1 ha był 2-krotnie większy niż liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Mądry i in. [2007] podkreślają, iż wysokie i stabilne plony zbóż można uzyskać przy umiarkowanie dużych wielkościach, co najmniej dwóch składowych plonu, z wykluczeniem bardzo małej wartości trzeciej składowej.

W badaniach Klimonta i in. [2007] zastosowane herbicydy (Aminopielik D, Chwastox D, Granstar 75 DF) w pszenicy ozimej odmiany Elena skutkowały zwiększeniem obsady źdźbeł kłosośnych i liczby ziaren w kłosie oraz wpłynęły na zwiększenie uzyskanych plonów.

WNIOSKI

1. Pszenica ozima odmiany Türkis wydała największy plon na obiektach wysiewanych w rozstawie rzędów co 10 i 15 cm, w porównaniu z szerokością międzyrzędzi 20 cm.
2. Herbicyd Mustang 306 SE corocznie wpływał istotnie na ochronę plonów ziarna pszenicy ozimej, średnio z 3 lat o 11,9%.
3. Plon ziarna pszenicy ozimej, niezależnie od czynników badań, był skorelowany głównie z obsadą kłosów, następnie z masą 1000 ziaren, a w najmniejszym stopniu z liczbą ziaren w kłosie.

PIŚMIENNICTWO

- Bobrecka-Jamro D., Kruczek G., Romaniak M., Jarecki W., Buczek J. 2013. Effect of the dose and method of top-dressing with nitrogen on the yield and quality of winter wheat grain. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 12(4): 19–30.
- Brzozowska I., Brzozowski J. 2011. Effectiveness of weed control and the yield of winter triticale depending on the tending method and nitrogen fertilization. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(4): 25–33.
- Das T.K., Yaduraju N.T. 2011. Effects of missing-row sowing supplemented with row spacing and nitrogen on weed competition and growth and yield of wheat. *Crop Pasture Sci.* 62(1): 48–57.
- Dąbek-Gad M., Bujak K. 2002. Wpływ sposobu uprawy roli i intensywności pielęgnowania roślin na plonowanie pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 57: 51–60.
- Dekić V., Milovanović M., Popović V., Milivojević J., Staletić M., Jelić M., Periš V. 2014. Effects of fertilization on yield and grain quality in winter triticale. *Rom. Agric. Res.* 31: 1–9.
- Din B.U., Shafi M., Anjum M.M., Ali N., Tahir M., Jalal A. 2017. Wheat yield and yield components as affected by tillage practices and row spacing. *Int. J. Agric. Env. Res.* 3(1): 131–136.
- Erekuł O., Kohn W. 2006. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in north-east Germany. *J. Agron. Crop Sci.* 192: 452–464.
- Fotyma M., Fotyma E. 1993. Struktura plonu zbóż ozimych zależnie od nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 10(4): 101–102.

- Gardziejewicz M., Zając T. 1999. Porównanie metod szacowania siły związku między plonem ziarna pszenicy ozimego a jego elementami strukturalnymi. *Pam. Puł.* 114: 111–118.
- Głowacka A. 2010. Plonowanie i struktura plonu pszenicy jarej w zależności od różnych metod uprawy i pielęgnacji. *Biul. IHAR* 256: 73–80.
- IUSS Working Group WRB 2015. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Update 2015. World Soil Resources Report 106, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome: pp. 188.
- Klimont K. 2007. Wpływ herbicydów na wartość siewną i skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej i jarej, jęczmienia jarego, pszenżyta jarego. *Biul. IHAR* 243: 57–67.
- Kuś J., Jończyk K. 1997. Oddziaływanie wybranych elementów agrotechniki na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 14(3): 4–16.
- Ługowska B., Banaszak Z., Wójcik W., Grzmil W. 2004. Zależność plonu ziarna pszenicy ozimej o skróconym źdźble od jego składowych. *Biul. IHAR* 231: 5–10.
- Małecka I. 2003. Studia nad plonowaniem pszenicy ozimej w zależności od warunków pogodowych i niektórych czynników agrotechnicznych. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.* 335: ss. 121.
- Marcinek J., Komisarek J. (red.) 2011. Systematyka Gleb Polski. *Rocz. Glebozn./Soil Sci. Annual* 62(3): ss. 193.
- Mazurek J. 1999. Biologiczne podstawy plonowania roślin zbożowych. *Pam. Puł.* 114: 261–274.
- Mądry W., Gazdowski D., Rozbicki J., Pojmaj M., Samborski S. 2007. Związki między plonem ziarna a jego składowymi w populacjach hodowlanych pszenżyta ozimego w trzech w stacjach doświadczalnych. *Biul. IHAR* 245: 77–94.
- Nouri-Ganbalani A., Hassanpanah D; Nouri-Ganbalani G. 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil. *J. Food. Agric. Environ.* 7: 228–234.
- Podolska G., Sułek A., Stankowski S. 2002. Obsada kłosów – podstawowy parametr plonotwórczy pszenicy ozimej (artykuł przeglądowy). *Acta Sci. Pol., Agricultura* 1(2): 5–14.
- Rieger S., Richner W., Streit B., Frossard E., Liedgens M. 2008. Growth, yield, and yield components of winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilization. *Europ. J. Agron.* 28: 405–411
- Rudnicki F. 1998. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy w Polsce. *Mat. Konf. Nauk. „Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy”.* IUNG, Puławy, 21–23 października 1998, 51–64.
- Rudnicki F. 2000. Wyznaczanie wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.* 17(3): 53–65.
- Teich A.H., Smid A., Welacky T., Hamill A. 1993. Row-spacing and seed-rate effects on winter wheat in Ontario. *Can. J. Plant Sci.* 73: 31–35.
- Xue Y.W., Wang Z.M., Zhang Y.H. 2015. Regulating effect of row spacing on the population of late-sowing winter wheat. *Chinese J. Ecol.* 34: 3072–3078.
- Zając T., Szafranski W., Oleksy A., Witkiewicz R. 1998. Indywidualny wkład komponentów struktury plonu ziarna z jednostki powierzchni i z kłosa pszenicy jarej uprawianej po różnych przedplonach. *Fragm. Agron.* 15(4): 76–87.

I. BRZOZOWSKA, J. BRZOZOWSKI

WINTER WHEAT YIELD AND YIELD STRUCTURE DEPENDING ON ROW SPACING AND HERBICIDE APPLICATION

Summary

In 2010–2013, a field experiment was conducted at the Research and Experimentation Station in Tomaszkowo (53°42' N, 20°26' E), owned by the University of Warmia and Mazury in Olsztyn, which involved cultivation of winter wheat cv. Türkis, where the effect of row spacing (10, 15 and 20 cm) as well as field protection with the herbicide Mustang 306 SE (in a dose of 0.5 dm³·ha⁻¹) on the yield and yield

structure components of winter wheat was tested. Wheat was grown after winter wheat. The experiment was designed according to the random subblock design with three replicates, and was set up on typical brown soil, classified as medium and heavy, class IIIb and very good rye complex soil in the Polish soil evaluation system. The winter wheat cultivar *Türkis* yielded better on plots sown at the row spacings of 10 and 15 cm than at 15 cm distance between rows. The herbicide Mustang 306 SE contributed significantly to the protection of winter wheat grain, increasing the grain yield each year by an average 11.9%. The strongest positive effect on wheat yield was produced by the number of ears per 1 m² (normalised regression coefficient b'_1 was from 0,896** do 1,018**), followed by 1000 grains weight (b'_3 from 0,303* do 0,655*). The yield component which had the weakest effect on wheat yield was the number of grains per ear, which had a significant positive effect on yield only in the treatment with the herbicide ($b'_2 = 0.220^*$).

Key words: winter wheat, yield, yield components, row spacing, herbicide

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 24.09.2018

Do cytowania – *For citation*

Brzowska I., Brzowski J. 2018. Plonowanie i struktura plonu pszenicy ozimej w zależności od rozstawu rzędów i stosowania herbicydu. *Fragm. Agron.* 35(4): 7–16.