

## **WPŁYW GĘSTOŚCI ORAZ TERMINU SIEWU NA ELEMENTY STRUKTURY PŁONU I PŁON ODMIAN PSZENICY OZIMEJ W WARUNKACH GLEBY LEKKIEJ**

Ryszard Weber, Andrzej Biskupski

Institut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

**Streszczenie.** Celem pracy była analiza wpływu wybranych komponentów płonu na plon odmian pszenicy ozimej w zależności od terminu i gęstości siewu. Badania przeprowadzono w latach 2004-2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Jelczu-Laskowicach na glebie kompleksu żytniego dobrego. Analizowano następujące czynniki: I – terminy siewu pszenicy ozimej: 14-16 września, 1-3 października, 15-17 października; II – dwie gęstości siewu:  $I_1$  – 300 ziaren- $m^{-2}$ ;  $I_2$  – 450 ziaren- $m^{-2}$  oraz czynnik III – odmiany pszenicy ozimej: Finezja, Rywalka, Kobiera, Satyna, Bogatka i Zawisza. Siewy wczesne i w optymalnym terminie wpłynęły na wyższe plony odmian pszenicy ozimej w porównaniu z siewami wykonanymi w terminie opóźnionym o dwa tygodnie. Zmniejszona gęstość siewu w terminie przyśpieszonym o dwa tygodnie w stosunku do terminu optymalnego stymulowała wzrost plonów niektórych odmian pszenicy ozimej. Wyższe plony odmiany Kobiera i Satyna uwarunkowane były zwiększoną liczbą kłosów na jednostce powierzchni oraz masą i liczbą ziaren z kłosa.

**Słowa kluczowe:** pszenica ozima, odmiany, termin siewu, gęstość siewu

### **WSTĘP**

Wieloletnie badania dotyczące granicy wysycenia płodozmianów zbożami, prowadzone w różnych warunkach środowiskowych Polski, wykazały, że udział zbóż w zasiewach bez ryzyka obniżki plonów może wynosić od 60 do 65% [Adamiak 1992]. Granica ta jest niestety w ostatnich latach w wielu gospodarstwach przekroczona, a zwiększające się ceny skupu pszenicy wskazują, że tendencja wzrostu zasiewów zbóż na obszarze Polski nie ulegnie zmianie. Obecnie zarówno w kraju, jak i za granicą poszukuje się odmian pszenicy odznaczających się znaczną stabilnością plonowania niezależnie od warunków środowiskowych [Oleksiak i Mańkowski 2005, Jankowski i in. 2006, Mądry i in. 2006]. Badania Domitruka i in. [2001] wykazały, że szczególnie

wpływ na zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej wywierają zróżnicowane opady deszczu w okresie wegetacji. Stwierdzono również, że w zależności od wysokości sumy opadów w trakcie rozwoju roślin zmienia się optimum liczby roślin na jednostce powierzchni, warunkujące wysokie plony w danych warunkach środowiskowych. [Anderson i in. 2004]. Zwiększający się areal uprawy pszenicy spowodował, że gatunek ten coraz częściej jest uprawiany na glebach lżejszych, nawet w warunkach typowej uprawy bezpłużnej [Ellmer i in. 2000, Mittler 2000]. Badania z okręgu Saksonii wskazują, że przyspieszenie terminu siewu niektórych odmian pszenicy na glebach lżejszych może przyczynić się do wzrostu plonów [Freistaat Sachsen 2002]. Odmiany pszenicy odznaczają się zróżnicowaną reakcją na termin oraz gęstość siewu [Podolska i in. 2001, Rudnicki i in. 2001, Lloveras i in. 2004]. Opóźnienie terminu siewu u odmian wrażliwych wpływa na zmniejszenie liczby kłosów z jednostki powierzchni, krzewistości produktywnej, wysokości roślin i masy tysiąca ziaren [Podolska i Mazurek 2000, Szafranski i Kulig 2001]. Wyniki badań na obszarze Wielkiej Brytanii wskazują, że wczesne siewy przy zredukowanej ich gęstości sprzyjają wyższemu plonom pszenicy, chociaż kształt i masa tysiąca ziaren były komponentami plonu w znacznym stopniu uwarunkowanymi genetycznie [Sainis i in. 2006, Theobald i in. 2006]. Najczęściej przyjmuje się, że liczba kłosów z jednostki powierzchni i masa tysiąca ziaren są głównymi składowymi plonu [Ługowska i in. 2004]. Jednak u niektórych odmian zbóż masa i liczba tysiąca ziaren w kłosie mogą w większym stopniu wpłynąć na kształtowanie plonu niż liczba kłosów z jednostki powierzchni [Samborski i in. 2005]. Zmniejszona gęstość siewu niektórych odmian pszenicy obniża wprawdzie liczbę kłosów z jednostki powierzchni, jest ona jednak rekompensowana poprzez zwiększoną liczbę ziaren w kłosie i nie ma wpływu na obniżenie plonów [Neumann 2005].

Celem pracy była analiza wpływu gęstości i terminu siewu kilku odmian pszenicy ozimej na zmienność plonu i jego komponentów w warunkach konwencjonalnej uprawy roli na glebach kompleksu żytniego dobrego.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2004-2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Jelczu-Laskowicach na glebie kompleksu żytniego dobrego. Doświadczenia polowe założono metodą losowych podbloków w układzie split – split – plot w 4 powtórzeniach, na glebie płowej – piasku gliniastym mocnym zalegającym na glinie lekkiej.

Analizowano następujące czynniki doświadczenia:

- I – terminy siewu pszenicy ozimej: 14-16 września (siew wczesny), 1-3 października (siew w optymalnym terminie), 15-17 października (siew opóźniony),
- II – dwie gęstości siewu:  $1_1$  – 300 ziaren·m<sup>-2</sup>,  $1_2$  – 450 ziaren·m<sup>-2</sup>,
- III – odmiany pszenicy ozimej (dobór odmian losowy): Finezja, Rywalka, Kobiera, Satyna, Bogatka i Zawisza.

Powierzchnia poletka wynosiła 30 m<sup>2</sup>. Z każdego poletka zbierano losowo po 35 kłosów. Pomimo losowego doboru odmian zalecanych do uprawy na obszarze Dolnego Śląska w analizach statystycznych zmienności plonu i jego komponentów zastosowano model stały analizy wariancji, najczęściej przyjmowany w tego typu obliczeniach.

Na polu wykonano następujące zabiegi uprawowe:

- uprawę późniwą – gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy,
- uprawę podstawową – orka pługiem na głębokość 25 cm + brona,
- uprawę przedsiewną – agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy).

Dawki nawożenia mineralnego oraz chemiczną ochronę plantacji zastosowano zgodnie z zasadami opartymi na zaleceniach agrotechnicznych programu NAW-2 opracowanego przez IUNG.

Siew w 2004 roku w terminach: optymalnym i opóźnionym wykonywano w warunkach suszy glebowej, która spowodowała słabsze rozkrzewienie roślin w porównaniu z roślinami wysianymi w terminie o dwa tygodnie przyspieszonym. Łagodna zima pozwoliła na osiągnięcie istotnie wyższych plonów odmian wysianych w połowie września niż w późniejszych terminach siewu. Również warunki atmosferyczne w zimie na przełomie lat 2004/2005 nie stwarzały zagrożeń dla odmian pszenicy ozimej. Natomiast późna i chłodna wiosna oraz niekorzystny rozkład opadów w trakcie wegetacji pszenicy spowodowały znaczne zróżnicowanie plonów, szczególnie na poletkach z opóźnionym terminem siewu. Deficyt wody w maju 2005 roku wpłynął na redukcję masy tysiąca ziaren odmian wysianych zarówno w optymalnym, jak i opóźnionym terminie. Mimo znacznych opadów zimą 2005/2006, susza panująca pod koniec wegetacji roślin spowodowała ograniczenie plonowania odmian pszenicy ozimej niezależnie od terminu siewu.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza wariancji (tab. 1) wykazała duży wpływ zarówno gęstości, jak i terminu siewu na zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej.

Tabela 1. Tabela analizy wariancji

Table 1. Analysis of variance

Źródła zmienności – Sources of variation	Średni kwadrat – Mean square
Lata – Years (L)	33,13**
Terminy siewu – Seeding dates (A)	27,80**
L x A	11,92**
Błąd – Error	0,89
Gęstości siewu – Seeding density (B)	30,65**
L x B	7,32**
A x B	2,04*
L x A x B	7,85**
Błąd – Error	0,628
Odmiany – Cultivars (C)	12,49**
L x C	13,73**
A x C	2,19*
L x A x C	2,328*
B x C	3,37**
L x B x C	0,955
A x B x C	0,897
L x A x B x C	0,635
Błąd – Error	0,955

\* istotność  $\alpha = 0,05$  – significance at  $\alpha = 0,05$

\*\* istotność  $\alpha = 0,01$  – significance at  $\alpha = 0,01$

Istotne interakcje terminu i gęstości siewu z odmianami wskazują również na znaczne zróżnicowanie plonów pszenicy w zależności od wyżej wymienionych czynników i od lat badań. Odmiany pszenicy ozimej odznaczały się zróżnicowaną reakcją na zmniejszenie gęstości siewu (tab. 2). Nieistotne różnice plonów w warunkach siewów rozrzedzonych i optymalnej gęstości stwierdzono u odmian Rywalka, Satyna i Finezja.

Tabela 2. Elementy struktury plonu pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu (średnie z lat 2004-2006)

Table 2. Characters of winter wheat cultivars yield structure depending on the seeding density (means of 2004-2006)

Odmiana Cultivar	GS	Plon Yield t·ha <sup>-1</sup>	Plon – Yield średnia mean t·ha <sup>-1</sup>	LK	LK średnia mean	LZK	LZK średnia mean	MZK g	MZK średnia mean g	MTZ g	MTZ średnia mean g
Finezja	300	4,97	5,02	244	265	33,7	32,7	1,36	1,37	42,4	42,2
	450	5,07		285		31,7		1,38		42,0	
Rywalka	300	4,61	4,58	225	223	39,1	37,7	1,66	1,61	42,8	42,8
	450	4,54		221		36,3		1,55		42,8	
Kobiera	300	4,83	5,19	232	256	38,6	36,1	1,58	1,51	41,7	41,6
	450	5,55		279		33,5		1,43		41,5	
Satyna	300	5,35	5,57	221	243	36,1	34,6	1,61	1,57	44,2	44,4
	450	5,78		264		33,1		1,52		44,6	
Zawisza	300	4,78	5,08	240	257	33,8	33,5	1,42	1,42	43,1	42,9
	450	5,39		274		33,3		1,41		42,6	
Bogatka	300	4,49	4,84	214	233	35,9	34,1	1,68	1,65	48,5	48,1
	450	5,20		252		32,3		1,61		47,8	
NIR – LSD		0,51	0,37	31,8	22,3	3,12	2,65	0,19	0,12	4,63	3,46
Średnia Mean	300	4,84	5,05	230	246	36,2	34,8	1,55	1,52	43,8	43,7
	450	5,25		263		33,4		1,48		43,5	
NIR – LSD		0,18	–	29,0	–	2,52	–	ni – ns	–	ni – ns	–

GS – gęstość siewu, liczba ziaren·m<sup>-2</sup> – seeding density, number grains·m<sup>-2</sup>

LK – liczba kłosów na 0,5m<sup>2</sup> – number of heads per 0,5 m<sup>2</sup>

LZK – liczba ziaren z kłosa – number of grains per head

MZK – masa ziaren z kłosa – weight of grains per head

MTZ – masa 1000 ziaren – 1000 grain weight

ni – ns – nieistotne – non significant

Niezależnie od gęstości siewu odmiana Satyna odznaczała się istotnie najwyższym, a ‘Rywalka’ istotnie najniższym plonowaniem w porównaniu z pozostałymi obiektami. Wysokie plony odmiany Satyna (szczególnie przy większej gęstości siewu) uwarunkowane były w głównej mierze zwiększoną w stosunku do pozostałych odmian liczbą kłosów na m<sup>2</sup>, masą ziarna z kłosa oraz masą tysiąca ziaren. Wprawdzie znacznie wyższą masą tysiąca ziaren oraz masą ziarna z kłosa odznaczała się ‘Bogatka’, jednak niższa liczba kłosów z jednostki powierzchni wpłynęła na obniżenie plonów tej odmiany. Również niższa obsada kłosów na m<sup>2</sup> odmiany Rywalka zadecydowała o najniższych plonach tego obiektu, pomimo wysokiej liczby i masy ziaren z kłosa w porównaniu z pozostałymi odmianami.

Analizując interakcje terminu siewu z odmianami stwierdzono, że plonowanie odmian pszenicy było wyższe na obiektach siewów wczesnych oraz w optymalnym termi-

nie w porównaniu z zasiewami w okresie opóźnionym (tab. 3). W warunkach siewów przyspieszonych 'Satyna' i 'Kobiera' odznaczały się wyższymi plonami niż pozostałe odmiany. Duża liczba ziaren z kłosa oraz kłosów na m<sup>2</sup>, a także wysoka masa tysiąca ziaren warunkowały wyższe plony odmiany Kobiera niż pozostałych obiektów. Natomiast obniżona liczba kłosów z jednostki powierzchni odmiany Rywalka decydowała o niższych plonach tego genotypu. Wysokie wartości analizowanych składowych plonu przy nie obniżonej drastycznie liczbie kłosów na m<sup>2</sup> wywarły wpływ na plony odmian Satyna i Kobiera w warunkach siewów w terminie optymalnym. Pomimo wysokiej liczby i masy ziaren z kłosa istotnie niższa liczba kłosów na jednostce powierzchni u odmiany Rywalka wpłynęła na relatywnie niskie plony tego obiektu.

Tabela 3. Elementy struktury plonu odmian pszenicy ozimej w zależności od terminu i gęstości siewu (średnie z lat 2004-2006)

Table 3. Characters of winter wheat cultivars yield structure depending on the date and seeding density (means of 2004-2006)

Odmiana Cultivar	Termin siewu – Sowing date														
	Wczesny – Early				Optymalny – Optimal				Opóźniony – Late						
	Plon Yield t·ha <sup>-1</sup>	LK	LZK	MZK g	MTZ g	Plon Yield t·ha <sup>-1</sup>	LK	LZK	MZK g	MTZ g	Plon Yield t·ha <sup>-1</sup>	LK	LZK	MZK g	MTZ g
Finezja	5,40	274	31,5	1,33	42,7	5,10	262	32,0	1,35	43,0	4,53	258	34,7	1,43	41,0
Rywalka	4,73	234	37,3	1,59	42,8	4,60	227	36,7	1,64	44,7	4,40	209	39,1	1,59	41,0
Kobiera	5,63	273	36,,1	1,53	42,1	5,43	256	35,6	1,51	42,5	4,50	237	36,7	1,49	40,2
Satyna	5,60	263	32,7	1,57	43,5	5,83	244	35,2	1,60	46,1	5,27	221	36,1	1,53	43,7
Zawisza	5,23	290	33,3	1,42	42,6	5,27	252	32,8	1,40	44,0	4,77	229	34,6	1,43	42,1
Bogatka	5,17	244	33,6	1,66	49,3	4,90	235	34,6	1,71	49,1	4,30	221	34,1	1,57	46,7
Średnia Mean	5,29	263	33,7	1,54	43,8	5,19	246	34,5	1,52	44,9	4,63	229	35,9	1,51	42,5
NIR – LSD (plony) termin siewu x odmiany – (yields) sowing date x cultivars	0,41	291	3,36	0,24	6,43	0,52	25,5	3,65	0,23	3,08	0,35	27,8	4,22	0,13	4,52

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Satyna odznaczała się również mniejszym spadkiem plonowania przy opóźnionym terminie siewu w porównaniu z odmianami: Finezja, Kobiera i Bogatka. Te trzy odmiany wysiane w terminie opóźnionym cechowały się niższą masą tysiąca ziaren i liczbą kłosów z m<sup>2</sup> niż wysiane w terminie przyspieszonym lub optymalnym.

Analizując interakcję terminu i gęstości siewu (tab. 4) należy stwierdzić, że w optymalnym i opóźnionym terminie siewu plony badanych odmian były wyższe przy optymalnej obsadzie (450 ziaren na m<sup>2</sup>) od plonów z zasiewów rozrzedzonych. Natomiast plonowanie pszenicy ozimej w warunkach przyspieszonych zasiewów przy zmniejszonej gęstości nie różniło się istotnie od wyników uzyskanych przy optymalnej gęstości. Wysokie plony pszenicy wysianej we wczesnym terminie były uwarunkowane zwiększoną liczbą i masą ziaren z kłosa oraz liczbą kłosów z jednostki powierzchni.

Tabela 4. Cechy struktury plonu pszenicy ozimej w zależności od terminu i gęstości siewu (średnie z lat 2004-2006)

Table 4. Characters of winter wheat yield structure depending on the date and seeding density (means of 2004-2006)

Gęstość siewu Seeding density	Termin siewu – Sowing date														
	Wczesny – Early					Optymalny – Optimal					Opóźniony – Late				
	Plon Yield t·ha <sup>-1</sup>	LK	LZK	MZK g	MTZ g	Plon Yield t·ha <sup>-1</sup>	LK	LZK	MZK g	MTZ g	Plon Yield t·ha <sup>-1</sup>	LK	LZK	MZK g	MTZ g
300	5,25	253	35,6	1,60	43,6	5,01	232	35,9	1,53	45,2	4,30	203	37,1	1,51	42,6
450	5,33	272	32,4	1,42	43,8	5,36	260	33,0	1,53	44,5	4,95	256	34,7	1,49	42,2
NIR – LSD	ni – ns	2,81	0,16	ni – ns	0,34	26,3	2,40	ni – ns	0,52	49,2	2,02	ni – ns			
Średnia Mean	5,29	263	33,7	1,54	43,8	5,19	246	34,5	1,52	44,9	4,63	229	35,9	1,51	42,5
NIR – LSD – terminy siewu – sowing dates															
plon – yield 0,28 LK 31,2 LZK 1,98 MZK ni – ns MTZ 2,04															
termin siewu x gęstość siewu (plon) – sowing date x seeding density (yield) 0,58															

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

## DYSKUSJA

Relatywnie niskie plony analizowanych odmian pszenicy ozimej spowodowane były zarówno znacznymi niedoborami wilgoci w trakcie wegetacji roślin, jak również nie sprzyjającymi warunkami glebowymi (kompleks żytni dobry). Badania wykazały znaczną zmienność plonów i komponentów plonu analizowanych odmian pszenicy ozimej w zależności od gęstości i terminu siewu. Wpływ gęstości siewu na plony pszenicy był rozważany w wielu publikacjach dotyczących obszarów o odmiennych warunkach klimatycznych niż w Polsce. Wyniki tych badań wskazują, że obniżenie liczby ziaren na m<sup>2</sup> w zasiewach nie zmniejsza plonów pszenicy [Hemmat i Taki 2001]. Natomiast znaczne zagęszczenie roślin może powodować redukcję plonu [Gooding i in. 2002]. Wpływ poszczególnych komponentów plonu na plonowanie odmian pszenicy jest w dużym stopniu uzależniony od genotypu rośliny. W badaniach własnych obniżona obsada roślin wpływała najczęściej na zwiększenie liczby ziaren z kłosa, masy ziarna z kłosa lub masy tysiąca ziaren. Podobne wyniki uzyskali Neuman [2005] i Mittler [2000]. Natomiast Gooding i in. [2002], analizując wpływ poszczególnych składowych plonu na plonowanie pszenicy, stwierdzili nieistotną zmienność masy tysiąca ziaren przy zróżnicowanym zagęszczeniu roślin. Badania Podolskiej i Mazurka [2000] wykazały, że przy zmniejszonej obsadzie roślin następuje wzrost krzewistości ogólnej, zmniejszenie wysokości roślin i obniżenie liczby ziaren z kłosa. Natomiast badania własne nie potwierdziły znacznego wpływu obsady roślin na jednostce powierzchni na długość źdźbła analizowanych odmian.

Optimum gęstości siewu w dużym stopniu zależy od warunków glebowych i atmosferycznych panujących w trakcie rozwoju pszenicy. Badania Lloverasa i in. [2004] w warunkach Hiszpanii wykazały, że przy dostatecznej wilgotności gleby, 400-500 ziaren na m<sup>2</sup> warunkuje najwyższy plon. Natomiast przy dużych niedoborach opadów w okresie rozwoju pszenicy w Australii istotne wyższe plony uzyskano przy obsadzie poniżej 175 roślin na jednostce powierzchni [Anderson i in. 2004].

Przyspieszenie terminu siewu o dwa tygodnie w stosunku do terminu optymalnego nie wpłynęło na obniżenie plonów analizowanych odmian pszenicy. Zaznaczyła się nawet tendencja do wyższych plonów roślin wysianych we wczesnym terminie zarówno przy optymalnej, jak i przy rozrzedzonej gęstości. Wynik ten potwierdzają publikacje z obszaru Europy Zachodniej, w których podkreśla się, że wczesne zasiewy pszenicy przy zredukowanej gęstości siewu sprzyjają wyższym plonom [Mittler 2000, Theobald i in. 2006]. Obniżone plonowanie badanych odmian pszenicy w warunkach siewów opóźnionych było najczęściej spowodowane redukcją masy i liczby ziaren z kłosa lub masy tysiąca ziaren oraz obniżeniem liczby kłosów z jednostki powierzchni. Również w badaniach Rudnickiego i in. [2001] późny siew w warunkach niedoboru wilgoci prowadził do redukcji liczby kłosów z  $m^2$ , liczby ziaren z kłosa i masy tysiąca ziaren. Rudnicki i in. [2001] podają, że odmiany o mniejszej wrażliwości na opóźnienie siewu spadek masy tysiąca ziaren rekompensowały wzrostem liczby ziaren z kłosa. Analizowane w badaniach własnych odmiany w warunkach siewów opóźnionych odznaczały się mniejszą liczbą kłosów na  $m^2$ , którą w małym stopniu rekompensował wzrost liczby i masy ziaren z kłosa lub masy tysiąca ziaren.

Odmiana Satyna odznaczała się znaczną tolerancją na termin siewu. 'Kobiera' reagowała na opóźnienie siewu znacznym spadkiem plonu, a najwyższej plonowała przy stosowaniu wczesnego terminu siewu. Istotnie wyższe plony odmian: Kobiera i Satyna (w porównaniu z pozostałymi genotypami) uwarunkowane były zwiększoną liczbą kłosów na jednostce powierzchni masą i liczbą ziaren z kłosa. Zróżnicowaną reakcję odmian pszenicy ozimej na opóźnienie siewu potwierdzają również badania Podolskiej [2000]. Dlatego przyspieszony siew i niższą obsadę roślin należy stosować jedynie w przypadku odmian oznaczających się tolerancją na termin siewu w warunkach Dolnego Śląska.

## WNIOSKI

1. W warunkach kompleksu żytniego dobrego rozrzedzony siew był uzasadniony tylko przy stosowaniu przyspieszonego terminu siewu pszenicy ozimej. Zmniejszenie gęstości siewu w optymalnym i opóźnionym terminie powodowało spadek plonu ziarna.

2. Zmniejszona gęstość siewu powodowała (w różnym stopniu w zależności od odmiany) wzrost masy i liczby ziaren z kłosa lub masy tysiąca ziaren.

3. Plonowanie odmian: Rywalka, Finezja i Satyna nie zależało od stosowanej gęstości siewu, natomiast na siew rozrzedzony odmiany: Kobiera, Zawisza i Bogatka reagowały spadkiem plonu ziarna.

4. Odmiana Satyna odznaczała się znaczną tolerancją na termin siewu. 'Kobiera' wydała najwyższy plon przy stosowaniu wczesnego terminu siewu, a na jego opóźnienie reagowała znacznym spadkiem plonu.

5. Wyższe plony odmian: Kobiera i Satyna w porównaniu z pozostałymi odmianami uwarunkowane były zwiększoną liczbą kłosów na jednostce powierzchni oraz masą i liczbą ziaren z kłosa.

## PIŚMIENNICTWO

Adamiak J., 1992. Proportions of cereals in crop rotation. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura 55, 173-182.

- Anderson W.K., Sharma D.L., Shackley B.J., D'Antuono M.F., 2004. Rainfall, sowing time, soil type and cultivar influence optimum plant population for wheat in Western Australia. *J. Agric. Res.* 55(9) 921-930.
- Domitruk D.R., Duggan B.L., Fowler D.B., 2001. Genotype – environment interaction of no-till winter wheat in Western Canada. *Can. J. Plant Sci.* 81, 7-16.
- Ellmer F., Peschke H., Köhn W., Chmielewski F.M., Baumecker M., 2000. Tillage and fertilizing effects on sandy soils. Review and selected results of long-term experiments at Humboldt University Berlin. *J. Plant Soil Sci.* 163, 267-272.
- Freistaat Sachsen, 2002. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft; Ergebnisse Landessortenversuche 1999-2001.
- Gooding M.J., Pinyosinwat A., Ellis R.H., 2002. Responses of wheat grain yield and quality to seed rate. *J. Agric. Sci.* 138, 317-331.
- Hemmat A., Taki O., 2001. Grain field of irrigated winter wheat as affected by stubble tillage management and seeding rates in central Iran. *Soil Till. Res.* 63(1-2), 57-64.
- Jankowski P., Zieliński A., Mądry W., 2006. Analiza interakcji genotyp – środowisko dla pszenicy ozimej z wykorzystaniem metody graficznej biplot typu GGE. Cz. I. *Metodyka. Biul. IHAR 240/241*, 51-60.
- Lloveras J., Manent J., Viudas J., López A., Santiveri P., 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a mediterranean climate. *Agron. J.* 96, 1258-1265.
- Ługowska B., Banaszak Z., Wójcik W., Grzmil W., 2004. Zależność plonu ziarna pszenicy ozimej o skróconym żdźble od jego składowych. *Biul. IHAR 231*, 5-10.
- Mądry W., Talbot M., Ukalski K., Drzazga T., Iwańska M., 2006. Podstawy teoretyczne znaczenia efektów genotypowych i interakcyjnych w hodowli roślin na przykładzie pszenicy ozimej. *Biul. IHAR 240/241*, 13-32.
- Mittler S., 2000. Ökoviabilität von Winterweizen unter Standortbedingungen Nordostdeutschlands. Dissertation Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin.
- Neumann H.J., 2005. Optimierungsstrategien für den Getreidebau in ökologischen Landbau: System „weite Reihe“ und Direktsaat in ausdauernden Weisklee (Bi-cropping). Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Oleksiak T., Mańkowski D.R., 2005. Interakcja odmian pszenicy ozimej w zmiennych warunkach środowiskowych na podstawie wyników badań ankietowych. *Biul. IHAR 235*, 5-11.
- Podolska G., Mazurek J. 2000. Reakcja nowych odmian pszenicy ozimej na termin siewu. *Biul. IHAR 214*, 55-62.
- Podolska G., Mazurek J., Szypuła G., 2001. Określenie wymagań agrotechnicznych nowych rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR 220*, 23-33.
- Rudnicki F., Jaskulski D., Dębowski G., 2001. Reakcje odmian pszenicy jarej na termin siewu i nawożenie azotem w warunkach posusznych. *Rocz. Nauk Rol.* A 114(3-4), 97-108.
- Sainis J.K., Shouche S.P., Bhagwat S.G., 2006. Image analysis of wheat grains developed in different environments and its implications for identification. *J. Agric. Sci. Cambridge University* 144, 221-227.
- Samborski S., Kozak M., Mądry W., Rozbicki J., 2005. Pierwotne cechy rozwojowe w analizie składowych plonu. Cz. II. Zastosowanie dla plonu ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 4(88), 84-97.
- Szafrański W., Kulig B. 2001. Plonowanie pszenicy ozimej w stanowisku po bobiku w siewie czystym i wsiewką w zależności od terminu siewu z uwzględnieniem zawartości azotu mineralnego w glebie. *Acta Agr. Silv., ser. Agraria XXXIX*, 73-83.
- Theobald C.M., Roberts A.M.I., Talbot M., Spink J.H., 2006. Estimation of economically optimum seed rates for winter wheat from series of trials. *J. Agric. Sci. Cambridge University*, 144, 303-316.



## **INFLUENCE OF SEEDING DENSITY AND SEEDING DATE ON THE CHARACTERS OF YIELD STRUCTURE COMPONENTS AND THE YIELD OF WINTER WHEAT CULTIVARS ON LIGHT SOIL**

**Abstract.** The research aimed at the analysis of the influence of selected yield characters on the yield of winter wheat cultivars depending on the seeding date and density. Experiments were carried out over 2004-2006 at the Agricultural Experiment Station, the Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Jelcz-Laskowice, on good rye complex soil. The following factors were analyzed: factor I – dates of winter wheat seeding: September 14-16, October 1-3, October 15-17; factor II – two seeding densities:  $l_1$  – 300 grains·m<sup>-2</sup>,  $l_2$  – 450 grains·m<sup>-2</sup>; factor III – winter wheat cultivars: Finezja, Rywalka, Kobiera, Satyna, Bogatka and Zawisza. Early seeding and at optimal dates resulted in higher yields of winter wheat cultivars as compared with seedlings sown at the date delayed by two weeks. A decreased seeding density at the date two weeks earlier as compared with the optimal date can enhance yields in some winter wheat cultivars. Higher yields in Kobiera and Satyna depended on an increased number of heads per area unit and the weight and number of grains per head.

**Keywords:** winter wheat, cultivars, seeding date, seeding density

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.12.2007