

Reakcja nowych odmian pszenicy ozimej na gęstość i termin siewu

Grażyna Podolska, Marta Wyzińska

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Polska

Abstrakt. W latach 2008/2009 i 2009/2010 metodą podbloków losowanych przeprowadzono doświadczenie mikropoletkowe, którego celem było określenie reakcji nowych odmian pszenicy ozimej na termin i gęstość siewu. Określono plon i elementy struktury w zależności od czynników doświadczenia. Czynnikiem pierwszego rzędu był termin siewu: optymalny, opóźniony i późny. Czynnikiem drugiego rzędu była gęstość siewu (300, 450 i 600 ziaren·m⁻²), czynnikiem trzeciego rzędu była odmiana (KBP 3506, KBP 3106, CHD 433/03, DED 668/02, Ostroga i Kohelia). Najwyższe plony ziarna uzyskano przy optymalnym terminie siewu, najniższe przy późnym. Pszenica wysiana w ilości 300 ziaren·m⁻² plonowała najwyżej, najniżej wysiana w ilości 600 ziaren·m⁻². W obu latach badań najwyższe plony uzyskano u odmiany Ostroga, przy optymalnym terminie siewu.

słowa kluczowe: pszenica ozima, odmiana, termin siewu, gęstość siewu, plon ziarna

WSTĘP

Plonowanie roślin uzależnione jest od genetycznie uwarunkowanego potencjału produktywności oraz stopnia spełnienia ich potrzeb biologicznych poprzez zespół czynników środowiskowych i agrotechnicznych (19). Termin i gęstość siewu są jednymi z ważniejszych czynników plonotwórczych, bowiem bezpośrednio oddziałują na wzrost i rozwój pszenicy (Bavec i Bavec, 1995; Dmowski, 1993; Jończyk, 1998; Podolska, 1997a, 1997b, 1999; Podolska i Ruszkowski, 1991a; Rudnicki, 1998). Termin siewu oraz ściśle związana z nim długość dnia wpływa na morfogenezę, różnicując krzewistość ogólną i produkcyjną oraz inicjację, segmentację i wałeczowanie stożka wzro-

stu, powodując zróżnicowanie liczby kłosów, kłosek i kwiatów w kłosie, a tym samym plonu ziarna z kłosa i rośliny (Budzyński i in., 2003; Grabiński i in., 2007; Hay, 1986; Kościelniak, 1999; Podolska, 1999, 2004; Rudnicki, 1998). Istotna jest również zależność produktywności pszenicy ozimej od intensywności światła. W wypadku zbyt- niego zagęszczenia zasiewów ujawnia się niedobór światła wskutek zacienienia, co skutkuje negatywnym wpływem na budowę roślin i łanu oraz strukturę plonu i plonowanie (Bavec i Bavec, 1995; Budzyński i Szempliński, 2003; Nalborczyk, 1991; Podolska, 1997a, 1999). Spadek plonowania pszenicy ozimej równoległe z opóźnieniem terminu siewu stwierdzono w licznych badaniach (Grabiński i in., 2007; Mazurek i Podolska, 1995; Podolska 1997b, 1999, 2004; Podolska i Mazurek, 2000; Podolska i Ruszkowski, 1991a). W badaniach wykazano, że wielkość spadku plonu wraz z opóźnieniem siewu uwarunkowana jest genetycznie, zależy zatem od odmiany. Odmiany o mniejszych wymaganiach co do długości dnia wykazują dość dużą tolerancję na opóźnienie siewu, tym niemniej oddziaływanie terminu siewu zawsze uzależnione jest od warunków pogody w okresie jesiennym i wiosennym. Ponieważ wraz z opóźnieniem terminu siewu następuje zmniejszenie liczby kłosów na jednostce powierzchni w badaniach założono, że wysiew zagęszczony przy późnym terminie siewu będzie skutkował zwiększonym plonem ziarna, założono również, że odmiany pszenicy różnie reagują na termin i gęstość siewu.

Celem badań było określenie wpływu terminów oraz różnych gęstości siewu na poziom plonowania oraz cechy struktury plonu nowych odmian pszenicy ozimej.

MATERIAŁ I METODY

Dwuletnie trzyczynnikowe doświadczenie prowadzono na mikropoletkach w Stacji Doświadczeń Wegetacyjnych IUNG-PIB w Puławach, metodą split-plot w latach 2008–2010. Pierwszą zmienną był termin siewu: opty-

Autor do kontaktu:

Grażyna Podolska
e-mail: aga@iung.pulawy.pl
tel. +48 81 8863421 w. 347

Praca wpłynęła do redakcji 25 lipca 2011 r.

malny, opóźniony o dwa i o cztery tygodnie w stosunku do optymalnego, drugą gęstość siewu: 300, 450 i 600 ziaren·m⁻², a trzecią odmiana: KBP 3506, KBP 3106, CHD 433/03, DED 668/02, Ostroga, Kohelia. Doświadczenie założono na glebie zaliczonej do kompleksu pszennego dobrego. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 1 m². Pszenicę wysiewano po 2 ziarna w punkt w celu uzyskania zaplanowanej obsady roślin, a po wschodach wykonano przerwę do 300, 450 i 600 roślin na m². Przed siewem zastosowano nawożenie fosforowe (16 kg P·ha⁻¹) i potasowe (24 kg K·ha⁻¹), nawożenie azotowe w ilości 90 kg N·ha⁻¹ aplikowano w dwu dawkach: na wiosnę w fazie ruszenia wegetacji (50 kg N·ha⁻¹) oraz w fazie strzelania w źdźbło (40 kg N·ha⁻¹). Chwasty w zasiewach usuwano ręcznie. Rośliny przed wyleganiem zabezpieczono w sposób mechaniczny. Choroby i szkodniki zwalczano chemicznie. Podczas okresu wegetacji notowano daty faz rozwojowych pszenicy. Zbioru dokonano ręcznie w fazie pełnej dojrzałości pszenicy. Określono plon ziarna i cechy struktury plonu (liczba kłosów z m⁻², liczba roślin z m⁻², masa tysiąca ziaren, plon ziarna z rośliny, plon ziarna z kłosa, liczba ziaren z rośliny, liczba ziaren z kłosa). Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, oceniając istotność różnic testem t-Tukeya przy $\alpha = 0,05$.

WARUNKI METEOROLOGICZNE

Układ warunków pogody w poszczególnych sezonach wegetacyjnych był różny. Sezon wegetacyjny 2008/2009 należy określić jako gorący. Średnia temperatura miesiący (październik, listopad, grudzień, styczeń, luty, marzec, kwiecień) była wyższa lub na poziomie (maj, czerwiec) średniej wieloletniej. W sezonie tym w niektórych miesiącach ilość opadów znacznie odbiegała od średniej wieloletniej. Większą od średniej wieloletniej ilością opadów

charakteryzowały się: wrzesień, grudzień, luty, marzec, maj i czerwiec. Kwiecień był bardzo suchy, spadło w nim zaledwie 0,7 mm deszczu (tab. 1).

W sezonie 2009/2010 przebieg pogody nieco różnił się od poprzedniego, również należy zaliczyć go do bardzo ciepłych. Wrzesień był cieplejszy i suchszy od wielolecia, październik natomiast obfity w opady i zimny. Miesiące zimowe charakteryzowały się dużymi opadami i niską temperaturą zwłaszcza w styczniu. Okres wegetacji wiosennej od marca do lipca charakteryzował się w każdym miesiącu temperaturą wyższą od wielolecia. Ilość opadów była zróżnicowana. Marzec, kwiecień, czerwiec i lipiec charakteryzowały się niedoborem opadów, w maju natomiast ilość opadów była dwukrotnie większa niż średnia wieloletnia (tab. 1).

WYNIKI BADAŃ

W badaniach nie stwierdzono wpływu gęstości siewu na występowanie faz wzrostu i rozwoju, zależność taka wystąpiła w odniesieniu do terminu siewu, odmiany i lat. W sezonie wegetacyjnym 2008/2009 okres wegetacji pszenicy z każdego terminu siewu był dłuższy niż w sezonie 2009/2010. W sezonie 2008/2009 opóźnienie terminu siewu powodowało skrócenie okresu wegetacji o 8 i 20 dni w stosunku do terminu optymalnego, a w następnym sezonie o 14 i 29 dni. Późny wysiew powodował wydłużanie się okresu od siewu do wschodów oraz od wschodów do krzewienia. W okresie wegetacyjnym 2008/2009 rośliny z późnego terminu siewu w fazę krzewienia weszły jesienią natomiast w kolejnym roku badań krzewiły się dopiero wiosną. W 2009 roku termin siewu nie różnicował długości okresu od fazy strzelania w źdźbło do fazy kłoszenia, natomiast w roku 2010 okres ten skracał się wraz z opóźnieniem terminu siewu (tab. 2, 3).

Tabela 1. Warunki pogody w czasie wegetacji pszenicy ozimej (Stacja meteorologiczna, Puławy)

Table 1. Weather conditions in the growing period of winter wheat. Meteorological station, Puławy.

Miesiąc Month	Miesięczne sumy opadów Monthly sums of precipitation [mm]			Średnie miesięczne temperatury Average monthly temperature [°C]		
	sezon wegetacyjny growing season		średnia ze 100 lat means from 100 years	sezon wegetacyjny growing season		średnia ze 100 lat means from 100 years
	2008/2009	2009/2010		2008/2009	2009/2010	
IX	69,0	26,9	47,0	12,5	14,8	13,5
X	44,0	88,1	44,0	9,9	6,8	8,2
XI	21,1	46,9	39,0	5,1	5,3	2,8
XII	41,3	55,4	37,0	1,4	-1,1	-1,4
I	24,3	29,3	30,0	-2,6	-8,4	-3,5
II	37,3	34,5	29,0	-0,7	-2,0	-2,4
III	66,8	24,9	31,0	2,2	3,2	1,5
IV	0,7	17,3	40,0	11,0	9,3	7,9
V	71,2	107,0	58,0	13,7	14,3	13,6
VI	118,5	57,7	70,0	16,6	18,3	17,0
VII	67,0	54,4	85,0	20,1	22,1	18,6

Tabela 2. Czas trwania (w dniach) długości okresów międzyfazowych pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu (2008/2009)
Table 2. Growth stages duration in days of winter wheat varieties depending on sowing date (2008/2009).

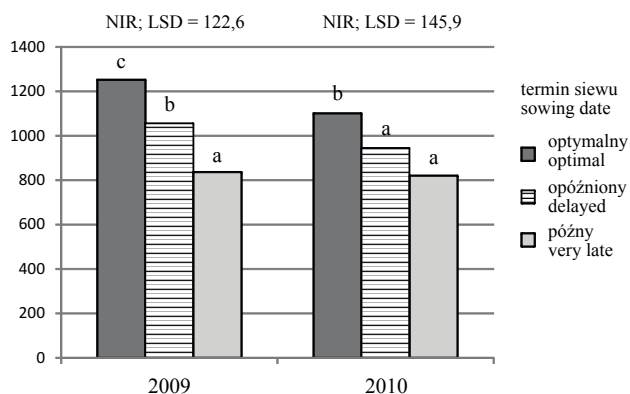
Międzyfazy Time between growth stages	Termin siewu; Sowing date					
	optymalny optimal		opóźniony delayed		późny very late	
	data [#] date [#]	liczba dni days	data date	liczba dni days	data date	liczba dni days
Siew – wschody Sowing – emergence	18.09.2008 29.09.2008	11	2.10.2008 15.10.2008	13	16.10.2008 1.11.2008	16
Wschody – krzewienie Emergence – tillering	29.09.2008 13.10.2008	14	15.10.2008 15.11.2008	30	1.11.2008 17.12.2008	46
Krzewienie – przerwanie wegetacji i ruszenie wegetacji – strzelanie w źdźbło Tillering – stop growing and start growing – shooting	13.10.2008 25–28.04.2009	163–166	15.11.2008 30.04–6.05.2009	166–172	17.12.2008 3–6.05.2009	137–140
Strzelanie w źdźbło – kłoszenie Shooting – heading	25–28.04. 21–26.05	23–26	30.04–6.05 28.05–1.06	25–28	3–6.05 26.05–4.06	23–29
Kłoszenie – dojrzałość mleczna Heading – milk maturity	21–26.05 13–17.06	22–23	28.05–1.06 17–22.06	20–21	26.05–4.06 17–25.06	21–22
Dojrzałość mleczna – dojrzałość woskowa Milk maturity – wax maturity	13–17.06 2–7.07	19–20	17–22.06 7–11.07	19–20	17–25.06 11–13.07	18–24
Dojrzałość woskowa – dojrzałość pełna Wax maturity – full maturity	2–7.07 22.07	15–20	7–11.07 28.07	17–21	11.13.07 30.07	19
Długość okresu wegetacji Length of growth period	307		299		287	

górna data – pełnia I fazy, dolna data – pełnia II fazy; upper date – full of the first phase, bottom date – full of the second phase

Tabela 3. Czas trwania (w dniach) długości okresów międzyfazowych pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu (2009/2010)
Table 3. Growth stages duration in days of winter wheat varieties depending on sowing date (2009/2010).

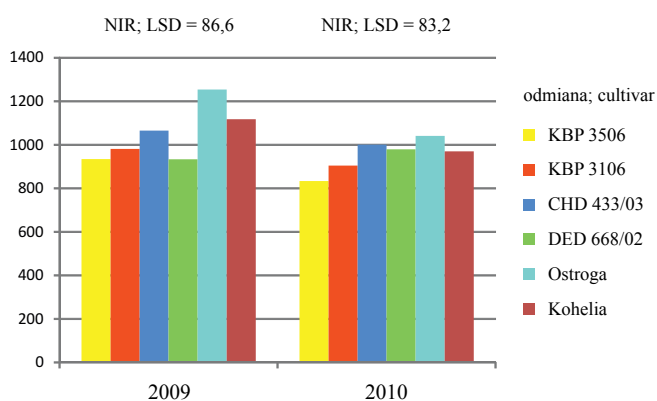
Międzyfazy Time between growth stages	Termin siewu; Sowing date					
	optymalny optimal		opóźniony delayed		późny very late	
	data date	liczba dni days	data date	liczba dni days	data date	liczba dni days
Siew – wschody Sowing – emergence	17.09 28.09.2009	11	1.10 13.10.2009	12	19.10 16.11.2009	28
Wschody – krzewienie Emergence – tillering	28.09 12.10.2009	14	13.10 10.11.2009	28	16.11.2009 10.04.2010	145
Krzewienie – przerwanie wegetacji i ruszenie wegetacji – strzelanie w źdźbło Tillering – stop growing and start growing – shooting	12.10.2009 28.04.2010	198	10.11.2009 3.05.2010	174	10.04.2010 11.05.2010	31
Strzelanie w źdźbło – kłoszenie Shooting – heading	28.04 26–28.05.2010	28–30	3.05 26–30.05.2010	23–27	11.05 29.05.2010	18
Kłoszenie – dojrzałość mleczna Heading – milk maturity	26–28.05 13–15.06.2010	18	26–30.05 12–15.06.2010	16–17	29.05 13–15.06.2010	15–17
Dojrzałość mleczna – dojrzałość woskowa Milk maturity – wax maturity	13–15.06 10.07.2010	25–27	12–15.06 10.07.2010	25–28	13–15.06 13.07.2010	28–30
Dojrzałość woskowa – dojrzałość pełna Wax maturity – full maturity	10.07 12.07.2010	33	10.07 12.07.2010	33	13.07 15.07.2010	32
Długość okresu wegetacji Length of growth period	298		284		269	

górna data – pełnia I fazy, dolna data – pełnia II fazy; upper date – full of the first phase, bottom date – full of the second phase



Rys. 1. Wpływ terminu siewu na kształtowanie się plonu ziarna pszenicy ozimej w 2009 i 2010 roku [g·m⁻²]

Fig. 1. Influence of sowing date on yield formation of winter wheat in 2009 and 2010 year [g·m⁻²].



Rys. 2. Wpływ odmiany na wielkość plonu ziarna pszenicy ozimej w 2009 i 2010 roku [g·m⁻²]

Fig. 2. The influence of cultivars on grain yield formation of winter wheat in 2009 and 2010 year [g·m⁻²].

W roku 2009 najwyższe plony pszenicy uzyskano wysiewając ją w terminie optymalnym, wraz z opóźnieniem terminu siewu następował istotny spadek plonu ziarna. Przy wysiewie pszenicy w terminie opóźnionym wysokość plonu zmalała o 15,5% w stosunku do terminu optymalnego. Natomiast siew w terminie późnym przyczynił się do niżki plonu o 33,2% w odniesieniu do terminu optymalnego i o 20,7% w stosunku do opóźnionego. W 2010 roku najwyższe plony uzyskano wysiewając pszenicę w terminie optymalnym, istotnie niżj plonowała wysiana w terminie opóźnionym. Przy wysiewie pszenicy w terminie późnym zaobserwowano jedynie tendencję niżki plonu w stosunku do terminu opóźnionego (rys. 1). Opóźnienie terminu siewu spowodowało obniżenie plonowania pszenicy o 14,2 i 25,4% w odniesieniu do optymalnego terminu siewu.

W roku 2009 stwierdzono interakcję odmiany i terminu siewu w stosunku do plonu ziarna. Odmiany KBP 3506, KBP 3106 CHD 433/03 i Kohelia istotnie obniżyły plon wraz z opóźnieniem terminu siewu. Odmiana DED 668/02 plonowała na tym samym poziomie wysiewana w terminie optymalnym i opóźnionym, istotnie niżj wysiewana w terminie późnym. Odmiana Ostroga plonowała wyżej w terminie optymalnym, natomiast wysiew późny w odniesieniu do opóźnionego nie powodował istotnej obniżki poziomu plonowania (tab. 4).

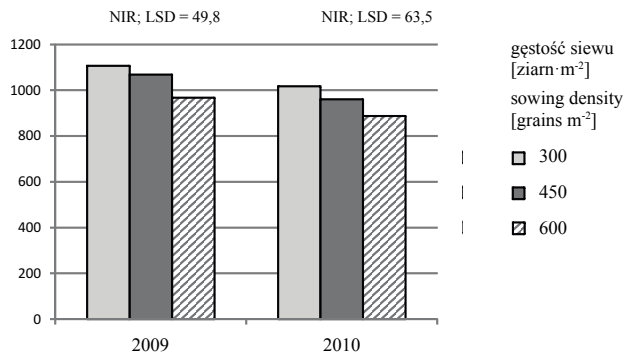
Stwierdzono istotną różnicę w plonowaniu odmian. W 2009 roku najwyższe plony wydała Ostroga, niższe Kohelia i CHD 433/03. Pozostałe odmiany plonowały istotnie niżj. Najniżj plonowała odmiana DED 668/02 i KBP 3506. W roku 2010 najwyżj plonowała Ostroga, niżj odmiany CHD 433/03, DED 668/02 oraz Kohelia. Odmiany KBP 3106 oraz KBP 3506 plonowały istotnie niżj w stosunku do odmiany Ostroga i CHD 433/03 (rys. 2).

Tabela 4. Wpływ terminu siewu i odmiany na kształtowanie się plonu ziarna pszenicy ozimej w 2009 i 2010 roku [g·m⁻²]

Table 4. The influence of sowing date and cultivar on yield formation of winter wheat in 2009 and 2010 year [g·m⁻²].

Rok badań Year	Termin siewu Sowing date	Odmiana; Cultivar						NIR dla interakcji termin x odmiana LSD for interaction date x cultivar
		KBP 3506	KBP 3106	CHD 433/03	DED 668/02	Ostroga	Kohelia	
2009	optymalny optimal	1140,67	1183,17	1274,57	1070,08	1457,38	1384,98	144,195
	opóźniony delayed	935,92	991,80	1070,57	939,93	1216,75	1174,16	
	późny very late	728,20	768,30	850,00	789,00	1086,94	794,42	
2010	optymalny optimal	992,73	1061,85	1141,73	1099,08	1228,87	1077,58	r.n.
	opóźniony delayed	831,02	914,81	998,09	958,32	1022,03	942,10	
	późny very late	677,56	736,97	862,88	881,48	872,89	890,54	

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant



Rys. 3. Wpływ gęstości siewu na plon ziarna pszenicy ozimej w 2009 i 2010 roku [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]

Fig. 3. The influence of sowing density on yield of winter wheat in 2009 and 2010 [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$].

W obu latach badań stwierdzono istotną obniżkę poziomu plonowania wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni. W roku 2009 wykazano istotne różnice w plonowaniu pszenicy wysianej w ilości 300 i 450 ziaren· m^{-2} w stosunku do pszenicy, którą wysiano w ilości 600 ziaren· m^{-2} . Najwyższe plony uzyskano wysiewając 300 ziaren· m^{-2} . Za-

gęszczanie łanu powodowało niższe plonowanie roślin o 3,48% (450 ziaren· m^{-2}) i 12,48% (600 ziaren· m^{-2}) w stosunku do wysiewu w ilości 300 ziaren· m^{-2} . W kolejnym roku badań pszenica wysiana w ilości 300 ziaren· m^{-2} plonowała istotnie wyżej w stosunku do ilości 450 ziaren· m^{-2} . Natomiast wysiana w ilości 600 ziaren· m^{-2} plonowała istotnie niżej w porównaniu do gęstości 450 ziaren· m^{-2} (rys. 3). W odniesieniu do pszenicy wysianej w ilości 300 ziaren· m^{-2} otrzymano plony niższe odpowiednio o 5,6 i 12,7%.

W roku 2009 opóźnienie siewu przyczyniło się do istotnego spadku liczby kłosów na jednostce powierzchni. Największą liczbą kłosów charakteryzowały się rośliny z optymalnego terminu siewu (813 szt.), istotnie niższą z opóźnionego i późnego (o 146 i 201 szt.). Ponieważ termin siewu nie różnicował istotnie liczby roślin, czynnikiem istotnie wpływającym na liczbę kłosów było krzewienie produkcyjne, które malało wraz z opóźnieniem siewu. Pszenica z siewu w terminie optymalnym wytworzyła 2,2 kłosa produktywnego na roślinie, podczas gdy z siewów opóźnionych o 4 tygodnie jedynie 1,5 kłosa. Plon ziarna z rośliny zmniejszał się wraz z opóźnieniem terminu siewu.

Tabela 5. Elementy struktury plonu w zależności od czynników doświadczenia w 2009 roku

Table 5. Yield components of winter wheat depending on experiment factors in 2009 year.

Czynnik Factor	Liczba roślin z m^2 No of plants per m^2	Liczba kłosów z m^2 No of heads per m^2	Plon ziarna z rośliny Yield per plant [g]	Plon ziarna z kłosa Yield per head [g]	Liczba ziaren z rośliny No of grains per plant	Liczba ziaren z kłosa No of grains per head	Krzewienie produkcyjne Tillering	MTZ Weight of 1000 grains [g]
Termin siewu; Sowing date								
Optymalny Optimal	402	813	3,33	1,77	73,5	34,4	2,2	45,44
Opóźniony Delayed	409	667	2,73	1,60	61,3	36,0	1,7	44,48
Późny Very late	413	613	2,16	1,38	50,8	32,3	1,6	42,53
NIR; LSD $\alpha = 0,05$	r.n.	36,820	0,484	0,215	8,083	r.n.	0,182	2,248
Gęstość siewu [ziaren· m^{-2}]; Density [grains m^{-2}]								
300	274	595	3,54	1,62	79,4	36,8	2,2	44,41
450	413	706	2,60	1,51	58,7	34,1	1,7	44,07
600	537	792	2,09	1,40	47,4	31,9	1,5	43,97
NIR LSD $\alpha = 0,05$	16,617	37,154	0,254	0,058	5,921	1,557	0,163	r.n.
Odmiana; Cultivar								
KBP 3506	416	690	2,43	1,37	53,8	30,4	1,8	45,03
KBP 3106	407	618	2,58	1,59	60,0	37,2	1,6	42,51
CHD 433/03	413	695	2,71	1,52	60,3	33,9	1,8	44,88
DED 668/02	421	810	2,36	1,16	67,3	33,0	2,0	34,94
Ostroga	402	700	3,32	1,77	66,1	35,8	1,8	50,17
Kohelia	390	672	3,04	1,67	63,6	35,1	1,8	47,36
NIR; LSD $\alpha = 0,05$	16,996	56,792	0,273	0,120	6,180	2,223	0,159	1,463

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Tabela 6. Elementy struktury plonu w zależności od czynników doświadczenia w 2010 roku
 Table 6. Yield components of winter wheat depending on experiment factors in 2010 year.

Czynnik Factor	Liczba roślin z m ² No. of plants per m ²	Liczba kłosów na m ² No of heads per m ²	Plon ziarna z rośliny Yield per plant [g]	Plon ziarna z kłosa Yield per head [g]	Liczba ziaren z rośliny No of grains per plant	Liczba ziaren z kłosa No of grains per head	Krzewienie produkcyjne Tillering	MTZ Weight of 1000 grains [g]
Termin siewu; Sowing date								
Optymalny Optimal	403	664	2,89	1,68	58,4	34,0	1,7	49,72
Opóźniony Delayed	430	560	2,33	1,73	48,8	36,1	1,3	48,06
Późny Very late	436	538	2,00	1,57	41,7	32,6	1,3	48,26
NIR; LSD $\alpha = 0,05$	27,077	68,185	0,342	0,100	5,636	1,214	0,186	r.n.
Gęstość siewu [ziaren·m ⁻²]; Density [grains m ⁻²]								
300	288	475	3,10	1,88	64,1	38,8	1,7	48,62
450	422	580	2,27	1,64	46,4	33,5	1,4	49,12
600	560	707	1,85	1,46	38,4	30,3	1,3	48,30
NIR; LSD $\alpha = 0,05$	13,547	24,061	0,168	0,065	3,385	1,518	0,063	0,729
Odmiana; Cultivar								
KBP 3506	423	591	2,13	1,45	42,5	28,9	1,5	50,14
KBP 3106	420	537	2,26	1,70	47,9	35,9	1,3	47,14
CHD 433/03	423	593	2,52	1,72	51,7	35,5	1,5	48,58
DED 668/02	429	656	2,49	1,54	59,0	36,7	1,6	42,18
Ostroga	428	587	2,55	1,78	47,9	33,5	1,4	53,12
Kohelia	415	561	2,50	1,78	48,9	34,8	1,4	50,93
NIR; LSD $\alpha = 0,05$	r.n.	37,967	0,246	0,128	4,714	2,432	0,104	1,730

r.n. – różnice nieistotne; differences no significant

Wyższym plonem ziarna z kłosa charakteryzowały się rośliny z terminu optymalnego i opóźnionego o 2 tygodnie w odniesieniu do siewu opóźnionego o 4 tygodnie. Również ziarno z siewów w terminie optymalnym charakteryzowało się najwyższą dorodnością, najniższą z późnych (tab. 5).

W 2010 r., podobnie jak w 2009 r., termin siewu wpływał na liczbę kłosów, plon ziarna z rośliny, plon ziarna z kłosa, krzewienie produkcyjne. W 2010 roku liczba roślin przy zbiorze z siewów w terminie późnym była wyższa w stosunku do optymalnego. Liczba ziaren z kłosa była największa z siewów w terminie opóźnionym, natomiast dorodność ziarna nie zależała od terminu siewu (tab. 6).

W obu latach badań wraz ze wzrostem gęstości siewu wzrosła liczba roślin i kłosów na jednostce powierzchni. Największą liczbę kłosów uzyskano z obiektów, gdzie pszenicę wysiano w ilości 600 ziaren·m⁻², istotnie niższą przy gęstości 450 i 300 ziaren·m⁻². Plon ziarna z rośliny, plon ziarna z kłosa, liczba ziaren z rośliny i liczba ziaren z kłosa oraz krzewienie produkcyjne istotnie zmniejszały się wraz ze wzrostem gęstości siewu. Najwyższe war-

tości tych parametrów uzyskano przy wysiewie w ilości 300 ziaren·m⁻², istotnie niższe wysiewając nasiona w ilości 450 ziaren·m⁻², a najniższe przy gęstości 600 ziaren·m⁻². Gęstość siewu nie miała wpływu na dorodność ziarna w 2009, natomiast w 2010 stwierdzono mniejszą MTZ pszenicy wysianej w ilości 600 ziaren·m⁻² w stosunku do siewu w ilości 450 ziaren·m⁻².

Odmiany różniły się między sobą składowymi plonu. Największą liczbą roślin i kłosów na jednostce powierzchni oraz liczbą ziaren z rośliny charakteryzowała się odmiana DED 668/02. Duża liczba kłosów była wynikiem największego współczynnika krzewienia, który w roku 2009 wynosił 2 pędy produktywne na roślinie, a w 2010 – 1,6, podczas gdy u pozostałych odmian w 2009 wynosił od 1,6 do 1,8, a w roku 2010 od 1,3 do 1,5. Istotnie niższą liczbą roślin z m² odznaczyły się odmiany Ostroga oraz Kohelia, jednak charakteryzował je wyższy w porównaniu do innych odmian plon ziarna z rośliny i z kłosa oraz dość wysoka liczba ziaren z rośliny. W 2009 r. odmiana Ostroga charakteryzowała się najwyższą MTZ, istotnie niższą odmiana Kohelia. Odmiany CHD 433/03 i KBP 3506 od-

znaczały się istotnie niższą MTZ w porównaniu do odmiany Kohelia, ale istotnie wyższą niż odmiana KBP 3106. Najniższą dorodność ziarna stwierdzono u odmiany DED 668/02. W roku 2010 odmiana DED 668/02 charakteryzowała się istotnie niższą MTZ w porównaniu do pozostałych odmian.

DYSKUSJA

Wyniki badań wskazują, że istotny wpływ na długość okresu wegetacji pszenicy ma termin siewu. Różnicował on okres od siewu do wschodów i od wschodów do krzewienia. Okresy od siewu do wschodów i od wschodów do krzewienia ulegały wydłużeniu, a okresy od początku krzewienia do strzelania w źdźbło i od strzelania w źdźbło do kłoszenia – skróceniu. W miarę opóźnienia terminu siewu następowało też skrócenie całego okresu wegetacji. Uzyskane wyniki są zgodne z wcześniejszymi badaniami (Hay, 1986; Podolska, 1999, 2004), wskazującymi na interakcję terminu siewu z warunkami pogody w kształtowaniu długości okresu wegetacji i poszczególnych faz wzrostu i rozwoju. Badania Podolskiej (1999) potwierdzają, że obsada roślin nie ma istotnego wpływu na daty wystąpienia oraz długości faz rozwojowych pszenicy.

Prezentowane badania wykazały wpływ czynników doświadczenia – terminu siewu, gęstości siewu i odmiany na poziom uzyskanych plonów i cechy jego struktury. Jedynie w pierwszym roku badań wystąpiła interakcja terminu siewu z badanymi odmianami w kształtowaniu plonu ziarna. Nie stwierdzono natomiast interakcji terminu siewu z gęstością siewu oraz gęstości siewu z odmianą. Dane literaturowe (Podolska, 1997a, 1999, 2004) wskazują, że odmiany pszenicy różnią się wymaganiami świetlnymi, co warunkuje ich różną reakcją na gęstość siewu. Odmiany o małych wymaganiach potrzebują siewów gęstych, natomiast o dużych wymaganiach – siewów rzadkich. Wcześniejsze badania (Podolska, 1997a; Podolska, Ruszkowski, 1991b) wykazały, że odmiany najwyżej plonują przy gęstości 600 i 750 ziaren na m^2 . W przedstawionych badaniach odmiany plonowały najwyżej przy wysiewie 300 ziarniaków na m^2 , co sugeruje, że odmiany hodowane obecnie mają duże wymagania świetlne. O korzystnym wpływie małych ilości wysiewu na plon donoszą Kościelniak (1999) oraz Dubis i Budzyński (2006). Kościelniak (1999) wykazał, że siew ok. 350 ziarniaków na m^2 warunkuje dobry rozwój systemu korzeniowego i ogranicza redukcję pędów produkcyjnych. Dubis i Budzyński (2006) uzyskali najwyższy plon ziarna wysiewając pszenicę w ilości 240 ziaren $\cdot m^{-2}$, wzrost ilości wysiewu do 360, 480 i 600 ziaren $\cdot m^{-2}$ nie miał istotnego wpływu na poziom plonów. Jednak uzyskiwana w badaniach Dubisa i Budzyńskiego (2006) oraz Podolskiej i Ruszkowskiego (1991b) interakcja gęstości siewu z latami wskazuje, że w latach, w których wzrost i rozwój pszenicy na wiosnę przebiega w dobrych warunkach wilgotnościowych, możliwy jest wysiew pszenicy rzadko,

natomiast podczas suchej wiosny liczba kłosów w zasiewach rzadkich jest na tyle mała, że nie rekompensuje jej wzrost liczby ziaren w kłosie i masy ziarniaka. Poprzez zmniejszoną gęstość siewu u niektórych odmian pszenicy obniżona zostaje liczba kłosów z jednostki powierzchni, rekompensowana jest jednak ona poprzez uzyskanie większej liczby ziaren z kłosa, a tym samym nie ma wpływu na obniżenie plonowania (Neumann, 2005). Prezentowane badania tego nie potwierdziły.

Termin siewu to czynnik wpływający bezpośrednio na wzrost i rozwój rośliny, a zatem warunkuje budowę i płodność roślin i łanu, a jego działanie zależne jest od przebiegu pogody w latach (Mazurek i Podolska, 1995; Podolska, 1997b; Podolska i Mazurek, 2000; Podolska i Ruszkowski, 1991a). Jak podają Jończyk (1998), Podolska (2004) oraz Podolska i Mazurek (2000), najwyższe plony ziarna u większości badanych odmian pszenicy ozimej uzyskuje się z siewów w terminie optymalnym, a niekiedy również opóźnionym. W prezentowanych badaniach w obu latach uzyskano zmniejszenie plonu ziarna wraz z opóźnieniem siewu, wynosiło ono odpowiednio 16 i 36% w roku 2009 i 15 i 26% w 2010. Badania Jończyka (1998) wykazały, że opóźnienie siewu o 2 tygodnie powodowało 7% spadek plonu. Podolska (1999) uzyskała interakcję terminu siewu z ilością wysiewu w kształtowaniu wielkości plonu ziarna. Wysiewając pszenicę w ilości 450 ziaren $\cdot m^{-2}$ uzyskała wraz z opóźnieniem siewu o 2 i 4 tygodnie obniżkę plonu – 16 i 27%, przy gęstości 550 ziaren $\cdot m^{-2}$ – 8 i 29%, przy gęstości 650 ziaren $\cdot m^{-2}$ – 0 i 14% natomiast przy gęstości 750 ziaren m^2 – 6 i 25%. Zatem zwiększenie wysiewu pszenicy w opóźnionym terminie siewu wpływało korzystnie na plon poprzez zwiększenie liczby kłosów (Podolska, 1999).

Badania przeprowadzone w Wielkiej Brytanii wskazują, że przy wczesnych siewach i zredukowanej ilości wysiewu nasion można uzyskać wyższy poziom plonowania pszenicy, chociaż MTZ jest komponentem plonu w dużym stopniu uwarunkowanym genetycznie (Sainis i in., 2006; Theobald i in., 2006).

W badaniach Podolskiej (1977b, 2004) oraz Podolskiej i Mazurka (2000) udowodniono interakcję odmiany i terminu siewu w kształtowaniu poziomu plonowania, co potwierdzają prezentowane badania. Według Podolskiej i Mazurka (2000) o zróżnicowanej reakcji odmian na opóźnienie terminu siewu decydują niejednakowe zmiany liczby kłosów z jednostki powierzchni, plonu ziarna z rośliny, liczby ziaren z rośliny oraz MTZ.

WNIOSKI

1. Termin siewu różnicował długość okresu wegetacji pszenicy i wpływał na czas trwania poszczególnych faz wzrostu i rozwoju. Opóźniony i późny termin siewu powodował wydłużenie okresu od siewu do fazy wschodów i od fazy wschodów do fazy krzewienia, skrócenie natomiast

okresu od początku fazy krzewienia do fazy strzelania w źdźbło i od fazy strzelania w źdźbło do fazy kłoszenia.

2. Najwyższe plony ziarna uzyskano przy wysiewie pszenicy w optymalnym terminie siewu. Redukcja plonu ziarna w wyniku dwutygodniowego opóźnienia siewu w latach badań wynosiła 16 i 15%, natomiast siew opóźniony o 4 tygodnie powodował 36 i 26% obniżkę plonu ziarna. Wielkość obniżki plonu zależała od warunków pogody w okresie wegetacji i związana była głównie z redukcją liczby kłosów, plonu ziarna z rośliny i z kłosa.

3. Najwyższy poziom plonów uzyskano, wysiewając pszenicę w ilości 300 ziaren·m² zagęszczenie wysiewu powodowało obniżenie plonowania. Najniższe plony uzyskano przy wysiewie 600 ziaren·m². Mała ilość wysiewu korzystnie wpływała na plon ziarna z rośliny i z kłosa, liczbę ziaren z rośliny i z kłosa oraz MTZ, dlatego pomimo mniejszej ilości kłosów na jednostce powierzchni poziom plonowania był wysoki.

4. Odmiany różniły się poziomem plonowania. Zarówno w 2009 jak i 2010 roku najwyższej plonowała odmiana Ostroga. Najniższy plon wydała odmiana DED 668/02 w roku 2009 i odmiana KBP 3506 w 2010 roku.

LITERATURA

- Bavec N., Bavec F., 1995.** The effect of winter wheat (*Triticum aestivum*) plant density on the yield and its components. *Fragm. Agron.*, 2(46): 136-137.
- Budzyński W., Szempliński W., 2003.** Pszenica. W: Szczegółowa uprawa roślin; red.: Z. Jasińska i A. Kotecki, Wyd. II, AR Wrocław.
- Dubis B., Budzyński W., 2006.** Reakcja pszenicy ozimej na termin i gęstość siewu. *Acta. Sci. Pol., Agricultura* 5(2): 15-24.
- Dmowski Z., 1993.** Wpływ rejonu uprawy, gleby i agrotechniki na plonowanie żyta i pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, rozpr. hab.*
- Grabiński J., Jaśkiewicz B., Podolska G., Sulek A., 2007.** Termin siewu w uprawie zbóż. *Studia i raporty IUNG-PIB*, 9: 37-45.
- Hay R.K.M., 1986.** Sowing date and the relationships between plant and apex development in winter cereals. *Field Crops Res.*, 14: 321-337.
- Jończyk K., 1998.** Czynniki agrotechniczne najsilniej różnicujące plony pszenicy ozimej. *Rocz. AR Poznań, Rolnictwo*, 52: 43-49.
- Kościelniak W., 1999.** Uprawa pszenicy ozimej przy małej ilości wysiewu. *Pam. Puł.*, 118: 207-215.
- Mazurek J., Podolska G., 1995.** Plon i cechy struktury plonu odmian i rodów pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu. *Biul. IHAR*, 194: 63-69.
- Nalborczyk E., 1991.** Produktowność łanów roślin uprawy polowej. *Fragm. Agron.*, (zeszyt specjalny) 2: 5-13.
- Neumann H.J., 2005.** Optimierungstrategien 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.*
- Podolska G., 1997a.** Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Cz. I. Wpływ gęstości siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, 204: 157-163.
- Podolska G., 1997b.** Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Cz. II. Wpływ terminu siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, 204: 163-167.
- Podolska G., 1999.** Budowa i wydajność łanu pszenicy ozimej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych i modelu rośliny. *Pam. Puł.*, 116, 133 ss.
- Podolska G., 2004.** Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, 231: 55-64.
- Podolska G., Mazurek J., 2000.** Reakcja nowych odmian pszenicy ozimej na termin siewu. *Biul. IHAR*, 214: 55-62.
- Podolska G., Ruszkowski M., 1991a.** Wpływ terminu siewu na strukturę plonu i architekturę łanu pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2: 47-52.
- Podolska G., Ruszkowski M., 1991b.** Wpływ gęstości siewu na strukturę plonu i architekturę łanu pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2: 53-62.
- Rudnicki F., 1998.** Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy w Polsce. *Mat. ogólnopolskiej konf. nauk. pt. Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy.* 21-23.10.1998. Puławy, 51-64.
- 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.
- 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.

G. Podolska, M. Wzyńska

THE RESPONSE OF NEW WINTER WHEAT CULTIVARS TO DENSITY AND SOWING DATE

Summary

A field microplot experiment laid out as a split-plot design was conducted in the seasons of 2008/2009 and 2009/2010. The aim of this study was to determine the response of new winter wheat varieties to sowing density and to sowing date. Yield and yield components as affected by the factors of the trial were determined. The first factor was sowing date: optimal, delayed and very late. The second factor was sowing density: 300, 450 and 600 grains m². The third factor was cultivar of winter wheat: KBP 3506, KBP 3106, CHD 433/03, DED 668/02, Ostroga and Kohelia. The highest average yields were obtained at the optimal sowing date, the lowest at the very late date. Sowing rate of 300 grains m² resulted in the highest grain yield. The lowest yield of wheat was obtained at a sowing density of 600 grains m². In both years of the study the highest yield was obtained in cv. Ostroga, sown at the optimum date.

key words: winter wheat, cultivar, sowing date, density, grain yield