

WPLYW POZIOMU OCHRONY ROŚLIN, NAWOŻENIA AZOTEM I TERMINU ZBIORU NA PLONOWANIE PSZENICY OZIMEJ

TEOFIL ELLMANN

*Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa
Uniwersytet Technologiczno Przyrodniczy w Bydgoszczy*

tellmann@wp.pl

Synopsis. Doświadczenie polowe z pszenicą ozimą odmiany Bogatka przeprowadzono w latach 2007–2009 na glebie brunatnej właściwej, kompleksu pszennego dobrego. Czynniki doświadczalnymi były: ochrona roślin (ekstensywna, intensywna), nawożenie azotem (60, 100, 140, 180 kg N·ha⁻¹) i termin zbioru (optymalny i opóźniony o 2 tygodnie). Określono plon ziarna oraz elementy składowe plonu. Intensyfikacja ochrony roślin zwiększała plon ziarna o 15%. Zwiększanie nawożenia azotem także skutkowało przyrostem plonu, a najwyższy jego poziom (6,96 t·ha⁻¹) uzyskano stosując dawkę 180 kg N·ha⁻¹. Opóźnienie zbioru pszenicy było przyczyną strat ziarna o 6,2%. Efekt zastosowanego poziomu ochrony roślin przed agrofagami, zróżnicowanego nawożenia azotem i terminu zbioru był najkorzystniejszy przy warunkach pogodowych sprzyjających wegetacji pszenicy. Elementem plonowania od którego zależała wysokość jej plonu była obsada kłosów. Nie stwierdzono istotnego wpływu żadnego z zastosowanych czynników na masę tysiąca ziaren i ich liczbę oraz masę ziaren w kłosie. Dużemu udziałowi ziarna najdrobniejszego, frakcji > 2,8 mm, w plonie sprzyjało tylko zwiększone do 140 kg N·ha⁻¹ nawożenie azotem. Żaden z zastosowanych czynników nie różnicował natomiast udziału w plonie ziarna najdrobniejszego (< 2,2 mm).

Słowa kluczowe – *key words*: poziom nawożenia azotem – *level of nitrogen fertilization*, poziom ochrony roślin – *level of plant protection*, termin zbioru – *time of harvest*, plon – *yield*, elementy plonowania – *yield components*, pszenica ozima – *winter wheat*

WSTĘP

Wyniki badań wskazują na liczne czynniki różnicujące plonowanie pszenicy ozimej i jakość jej ziarna: przebieg pogody w okresie wegetacji, jakość gleby, dawka i termin nawożenia azotem, ochrona przed agrofagami, termin zbioru [Ceglińska i in. 2002, Gooding i in. 2000, Gutteridge i in. 2003, Nowak i in. 2005, Podolska i Sułek 2002]. Nawożenie azotem jest najbardziej efektywnym czynnikiem plonotwórczym spośród wszystkich mineralnych składników pokarmowych [Cacak-Pietrzak i in. 2005, Koziara i in. 2007, Podolska i in. 2002]. Rośliny dobrze zaopatrzone w azot cechują się większą krzewistością, masą ziaren z rośliny, lecz przy dużych dawkach azotu pojawiają się zaburzenia w metabolizmie roślin i w konsekwencji następuje obniżka plonu [Sułek i in. 2007]. Azot wpływa korzystnie na budowę i płodność kłosa, zwiększa masę ziarniaków oraz na kształtuje cechy jakościowe [Fotyma 2005, Podolska i in. 2002]. Pszenica jest zbożem wymagającym intensywnej ochrony w całym okresie wegetacji [Kąkol 2001]. Wysokość strat spowodowanych występowaniem chorób w plonach pszenicy ozimej sięga 45% [Nowak i in. 2005]. Niższe plonowanie porażonej przez patogeny pszenicy jest efektem zmniejszenia powierzchni asymilacyjnej liści. Badania wskazują, że u pszenicy istnieje korelacja pomiędzy powierzchnią asymilacyjną liści a plonem ziarna [Gooding i in. 2000, Szempliński i Budzyński 1999]. Obok ochrony roślin i nawożenia azotem ważnym czynnikiem

wpływającym na plon ziarna pszenicy jest termin zbioru. Na skutek opóźnienia zbioru straty plonu sięgają 15%, a często mogą być większe.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu intensywności ochrony roślin, poziomu nawożenia azotem i terminu zbioru na plon, fizyczne parametry jakości ziarna oraz kształtowanie się elementów plonowania pszenicy ozimej uprawianej w warunkach gleby brunatnej właściwej wytworzonej z gliny lekkiej, kompleksu pszennego dobrego.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Chrząstowie koło Nakła nad Notecią (53°14' N, 17°60' E). Materiał źródłowy uzyskano z 3-letniego, trójczynnиковego doświadczenia polowego, realizowanego w latach 2007–2009. Doświadczenie zakładano w układzie mieszanym, losowanych i równoważnych podbloków w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 15 m². Czynniki doświadczenia były:

A – poziom ochrony roślin: ekstensywny A₁ – zaprawianie nasion (Oxafun T 75 DS) i zwalczanie chwastów (Aminopielik Tercet 500 SL 1,9 l·ha⁻¹); intensywny A₂ – zaprawianie nasion (Oxafun T 75 DS), stosowanie herbicydów (Cougar 600 C – 1,5 l·ha⁻¹, Aminopielik Tercet 500 SL 1,9 l·ha⁻¹), fungicydów (Acanto 250 SC – 1,0 l·ha⁻¹, Tilt Plus – 1,0 l·ha⁻¹, Amistar; 0,6 l·ha⁻¹) i insektycydów (Karate Zeon 050CS 1·ha⁻¹, Talstar100 EC 0,6 l·ha⁻¹) oraz w razie konieczności antywylegacza (Moddus 250 EC 0,4 l·ha⁻¹).

B – nawożenie azotem; B₁ – 60, B₂ – 100, B₃ – 140, B₄ – 180 kg N·ha⁻¹.

C – termin zbioru; C₁ – w fazie dojrzałości pełnej; C₂ – opóźniony o 2 tygodnie.

Pszenicę ozimą odmiany 'Bogatka' siano w gęstości 450 roślin na m² w trzeciej dekadzie września, na glebie brunatnej właściwej wytworzonej z gliny lekkiej, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego. Przedplonem był groch siewny. Przed siewem stosowano nawożenie: P₂O₅–60 kg·ha⁻¹, K₂O–60 kg·ha⁻¹ i uprawę roli: orka, bronowanie, przedsiewny agregat uprawowy. Pozostałe elementy agrotechniki stosowano zgodnie z czynnikami doświadczenia i ich poziomami. W badaniach określono: obsadę pędów kłosośnych, liczbę oraz masę ziaren w kłosie, plon ziarna przy wilgotności 15%, masę 1000 ziaren i udział frakcji ziarna poniżej 2,2 mm, od 2,2 do 2,8 mm i powyżej 2,8 mm. Liczbowy materiał poddano analizie wariacji według modelu dla 3-letniego, trójczynnиковego doświadczenia polowego w układzie mieszanym losowanych i równoważnych podbloków w czterech powtórzeniach. Istotność różnic oceniano testem Tukeya. Obliczenia wykonano przy zastosowaniu pakietu FR-ANALWAR-3.2. opartego na bazie arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel.

Warunki pogodowe w latach 2007–2009 w okresie wegetacji pszenicy ozimej były mocno zróżnicowane (tab. 1). Jesienią 2006 r. utrzymywały się dodatnie temperatury i małe opady. Trwałe zahamowanie wegetacji nastąpiło dopiero w III dekadzie stycznia. Zima była bardzo krótka, łagodna z małymi opadami. Ruszenie wegetacji nastąpiło w III dekadzie marca. W końcu czerwca i na początku lipca występowały ulewy w połączeniu z silnym wiatrem powodujące wyleganie roślin. Zbiór optymalny pszenicy przeprowadzono w końcu lipca. W drugim roku prowadzenia doświadczenia temperatura i opady jesienią były niższe od średniej z wielolecia, jednak wschody pszenicy były szybkie i równomierne. Zimą temperatura i opady były wyższe od wieloletnich. W marcu i kwietniu opady przewyższały średnie z wielolecia. Bardzo duże niedobory opadów zanotowano w maju i czerwcu, spadło odpowiednio 13,8 mm i 19,6 mm. Szczególnie krytycznym okresem okazała się trzecia dekada maja i pierwsza czerwca, kiedy nie odnotowano żadnych opadów. W lipcu deszczu spadło mniej niż w wieloleciu (65 mm). W sierpniu opady były prawie dwa razy wyższe od średniej z wielolecia (101,3 mm).

Tabela 1. Charakterystyka warunków pogodowych
 Tabela 1. Characteristics of the weather conditions

Miesiąc <i>Month</i>	Rok – Year				Średnia <i>Mean</i> 1965–2007
	2006/2007	2007/2008	2008/2009	Średnia <i>Mean</i>	
Opady – Rainfalls (mm)					
IX	30,5	39,5	27,3	32,4	45,6
X	21,6	22,6	57,9	34,0	39,1
XI	26,3	27,3	22,1	25,2	33,0
XII	32,3	35,9	33,5	33,9	37,4
I	12,5	57,7	14,5	28,2	30,1
II	22,4	12,1	27,4	20,6	23,7
III	23,0	53,5	43,0	39,8	34,1
IV	31,1	40,0	0,9	24,0	31,8
V	9,1	13,8	77,7	33,5	52,3
VI	8,7	19,6	106,8	45,0	65,2
VII	103,1	65,0	96,8	88,3	73,9
VIII	62,9	101,3	69,9	78,0	53,5
Temperatura – Temperature (°C)					
IX	14,7	12,7	12,7	13,4	13,3
X	7,9	7,2	8,5	7,9	8,7
XI	3,8	1,7	4,3	3,3	4,2
XII	0,6	0,9	0,5	0,7	-0,1
I	-1,2	0,7	-3,5	-1,3	-2,0
II	-6,5	3,3	-1,1	-1,4	-0,9
III	2,5	3,1	2,7	2,8	2,6
IV	7,3	8,0	10,6	8,6	7,6
V	10,1	13,7	12,5	12,1	13,4
VI	13,2	17,3	14,9	15,1	16,9
VII	18,1	18,9	18,8	18,6	18,8
VIII	16,9	17,7	18,1	17,6	18,2

Między optymalnym terminem zbioru (koniec lipca), a opóźnionym odnotowano znaczne opady. W trzecim roku prowadzenia doświadczenia wschody i okres krzewienia przebiegały w sprzyjających warunkach wodno-termicznych. Po zimie gleba zawierała małą ilość nagromadzonej wilgoci. W kwietniu praktycznie nie wystąpiły opady (0,9 mm). W dwóch pierwszych dekadach maja spadło 19,6 mm deszczu. Na skutek tak długiej posuchy pszenica wykłosiła się szybciej niż w poprzednich latach. Ulewy w III dekadzie maja (267,1 mm) i niskie temperatury powietrza w czerwcu stworzyły dogodne warunki do rozwoju chorób grzybowych. Między optymalnym terminem zbioru, a opóźnionym spadło tylko 9,6 mm, temperatury były wysokie.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon zbóż z jednostki powierzchni jest kształtowany przez obsadę kłosów, liczbę ziaren w kłosie i masę tysiąca ziaren. Duży plon ziarna uzyskuje się tylko przy optymalnym układzie wymienionych cech struktury plonu. Obsada kłosów jest podstawowym czynnikiem plonotwórczym [Podolska i in. 2002]. Potwierdzają to uzyskane w badaniach własnych rezultaty, gdzie podniesienie poziomu ochrony roślin powodowało średnio zwiększenie ilości źdźbeł kłosonośnych o 58 szt. · m⁻² (tab. 2), jednak w poszczególnych latach prowadzenia eksperymentu działanie zastosowanych czynników było zróżnicowane. W sezonie 2007 nie zanotowano wpływu poziomu ochrony roślin i nawożenia. W roku 2008 panująca od kwietnia do połowy czerwca susza sprawiła, że stosując intensywną ochronę roślin i nawożenie 180 kg N · ha⁻¹ otrzymano

Tabela 2. Wpływ poziomu ochrony roślin i nawożenia azotem na obsadę kłosów pszenicy ozimej (szt. · m⁻²)

Table 2. The effects of plant protection and nitrogen fertilization on the density spike of winter wheat (pieces · m⁻²)

Poziom ochrony roślin <i>The level of plant protection</i> (A)	Poziom nawożenia azotem (kg N · ha ⁻¹) <i>The level of nitrogen fertilization (kg N · ha⁻¹)</i> (B)				Średnia <i>Mean</i>
	N – 60	N – 100	N – 140	N – 180	
Rok – Year (2007)					
Ekstensywny – <i>Extensive</i>	363	377	365	384	372
Intensywny – <i>Intensity</i>	419	516	436	446	454
Średnia – <i>Mean</i>	391	446	400	415	413
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.				
Rok – Year (2008)					
Ekstensywny – <i>Extensive</i>	291	336	317	370	328
Intensywny – <i>Intensity</i>	391	343	400	419	388
Średnia – <i>Mean</i>	341	339	358	395	358
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 26, B – 34, A/B – 40, B/A – 48				
Rok – Year (2009)					
Ekstensywny – <i>Extensive</i>	483	517	535	560	524
Intensywny – <i>Intensity</i>	514	520	581	608	556
Średnia – <i>Mean</i>	498	519	558	584	540
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	B – 53				
Średnia z lat – <i>Mean of the year</i>					
Ekstensywny – <i>Extensive</i>	379	410	406	438	408
Intensywny – <i>Intensity</i>	441	460	472	491	466
Średnia – <i>Mean</i>	410	435	439	464	437
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 28				

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

największą średnią obsadę kłosów (491 szt·m⁻²), większą o 35% niż w wariancie z ochroną ekstensywną i dawce azotu 60 kg·ha⁻¹. Sprzyjająca pszenicy pogoda w 2009 roku, skutkowała największym zagęszczeniem kłosów, średnio 540 szt·m⁻², a największą ich ilość, w całym trzyleciu, otrzymano po zastosowaniu 180 kgN·ha⁻¹.

Liczba i masa ziaren w kłosie są także istotnymi elementami plonowania wpływającymi na wysokość plonu. Fotyma [2005], Podolska i in. [2002] stwierdziły dodatni wpływ nawożenia azotem na kształtowanie się tych cech plonu, a Klimont i Osińska [2004], że intensywniejsza ochrona roślin przed agrofagami podwyższa efekt plonotwórczy, ponieważ wzrasta liczba i masa ziaren w kłosie. Nie potwierdzają tego wyniki. W badaniach własnych (tab. 3 i 4) stwierdzono brak istotnego wpływu wielkości dawki azotu na te cechy. Intensywna ochrona pszenicy przed patogenami oraz dawka azotu wpływają na zwiększenie masy tysiąca ziaren [Korbas i in. 2008, Podolska i Sułek 2002]. Zwiększenie nawożenia azotem oraz zintensyfikowanie walki z agrofagami, w przeprowadzonym eksperymencie, nie powodowały jednak zmian wartości tej cechy (tab. 5). Plonowanie pszenicy ozimej jest między innymi wynikiem: przebiegu pogody, dawki i terminu nawożenia, poziomu ochrony roślin przed agrofagami i terminu zbioru [Kaniuczak 2005, Podolska i Sułek 2002]. W przeprowadzonych badaniach pszenica reagowała dużym zróżnicowaniem plonu na przebieg pogody oraz wszystkie zastosowane czynniki. Najwyższy plon pszenicy uzyskano przy intensywnym poziomie ochrony, nawożeniu 180 kg N·ha⁻¹ i optymalnym terminie zbioru (tab. 6). Intensyfikacja ochrony roślin zwiększała jej plon o 15%, a zwiększenie dawki azotu z 60 do 180 kg N·ha⁻¹ o 14%. Pozytywny wpływ azotu na poziom

Tabela 3. Wpływ poziomu ochrony roślin, nawożenia azotem i terminu zbioru na liczbę ziaren w kłosie pszenicy ozimej. Średnie z lat 2007–2009

Table 3. The effects of plant protection, nitrogen fertilization and date of harvest on the number of grains per spike of winter wheat. The average of the years 2007–2009

Poziom ochrony roślin <i>The level of plant protection</i> (A)	Termin zbioru* <i>Date of harvest</i> (C)	Poziom nawożenia azotem (kg N·ha ⁻¹) <i>The level of nitrogen fertilization (kg N·ha⁻¹)</i> (B)				
		N – 60	N – 100	N – 140	N – 180	Średnia <i>Mean</i>
Ekstensywny <i>Extensive</i>	1	32,4	32,0	35,3	32,8	33,1
	2	30,7	31,0	30,4	29,0	30,3
Średnia – <i>Mean</i>		31,6	31,5	32,9	30,9	31,6
Intensywny <i>Intensity</i>	1	32,5	34,4	31,7	32,6	32,8
	2	30,1	30,2	31,7	30,1	30,5
Średnia – <i>Mean</i>		31,3	32,3	31,7	31,4	31,7
Średnia – <i>Mean</i>	1	32,5	33,2	33,6	32,7	33,0
	2	30,4	30,6	31,1	29,7	30,4
Średnia – <i>Mean</i>		31,5	31,9	32,4	31,2	31,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.				

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

* – termin zbioru – *date of harvest*: 1 – optymalny – *optimum*, 2 – opóźniony – *delayed*

Tabela 4. Wpływ poziomu ochrony roślin, nawożenia azotem i terminu zbioru na masę ziaren w kłosie (g). Średnie z lat 2007–2009

Table 4. The effects of plant protection, nitrogen fertilization and date of harvest on the weight of grains per spike (g). The average of the years 2007–2009

Poziom ochrony roślin <i>The level of plant protection</i> (A)	Termin zbioru* <i>Date of harvest</i> (C)	Poziom nawożenia azotem (kg N·ha ⁻¹) <i>The level of nitrogen fertilization (kg N·ha⁻¹)</i> (B)				
		N – 60	N– 100	N – 140	N – 180	Średnia <i>Mean</i>
Ekstensywny <i>Extensive</i>	1	2,10	2,17	2,01	2,24	2,13
	2	1,93	2,12	2,17	2,10	2,08
Średnia – <i>Mean</i>		2,01	2,15	2,04	2,17	2,10
Intensywny <i>Intensity</i>	1	2,16	2,22	2,22	2,26	2,21
	2	2,17	2,16	2,07	2,19	2,15
Średnia – <i>Mean</i>		2,13	2,19	2,11	2,25	2,17
Średnia – <i>Mean</i>	1	2,05	2,14	2,12	2,15	2,11
	2	2,09	2,17	2,12	2,20	2,14
Średnia – <i>Mean</i>		2,07	2,16	2,12	2,18	2,13
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.				

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

* – termin zbioru – *date of harvest*: 1 – optymalny – *optimum*, 2 – opóźniony – *delayed*

Tabela 5. Wpływ poziomu ochrony roślin, nawożenia azotem i terminu zbioru na masę 1000 ziaren pszenicy ozimej (g). Średnie z lat 2007–2009

Table 5. The effects of plant protection, nitrogen fertilization and date of harvest on 1000 grain weight of winter wheat (g). The average of the years 2007–2009

Poziom ochrony roślin <i>The level of plant protection</i> (A)	Termin zbioru* <i>Date of harvest</i> (C)	Poziom nawożenia azotem (kg N·ha ⁻¹) <i>The level of nitrogen fertilization (kg N·ha⁻¹)</i> (B)				
		N – 60	N– 100	N– 140	N – 180	Średnia <i>Mean</i>
Ekstensywny <i>Extensive</i>	1	47,5	48,8	45,7	46,6	47,1
	2	47,7	47,8	48,1	49,1	48,2
Średnia – <i>Mean</i>		47,6	48,3	46,9	47,8	47,7
Intensywny <i>Intensity</i>	1	46,6	46,9	48,5	48,4	47,6
	2	48,6	49,0	47,3	48,8	48,4
Średnia – <i>Mean</i>		47,6	47,9	47,9	48,6	48,0
Średnia – <i>Mean</i>	1	47,0	47,8	47,1	47,5	47,4
	2	48,2	48,4	47,7	48,9	48,3
Średnia – <i>Mean</i>		47,6	48,1	47,4	48,2	47,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.				

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

* – termin zbioru – *date of harvest*: 1 – optymalny – *optimum*, 2 – opóźniony – *delayed*

Tabela 6. Plon ziarna pszenicy ozimej (t·ha⁻¹)Table 6. Winter wheat grain yield (t·ha⁻¹)

Poziom ochrony roślin <i>The level of plant protection</i> (A)	Termin zbioru* <i>Date of harvest</i> (C)	Poziom nawożenia azotem (kg N·ha ⁻¹) <i>The level of nitrogen fertilization (kg N·ha⁻¹)</i> (B)					Średnia <i>Mean</i>
		N – 60	N – 100	N – 140	N – 180		
Rok – Year (2007)							
Ekstensywn <i>Extensive</i>	1	4,76	5,22	5,87	5,82	5,42	
	2	4,26	4,72	4,78	4,97	4,68	
Średnia – Mean		4,51	4,97	5,33	5,40	5,05	
Intensywny <i>Intensity</i>	1	5,61	6,36	6,58	6,44	6,25	
	2	5,18	5,59	5,77	5,58	5,53	
Średnia – Mean		5,39	5,97	6,17	6,01	5,89	
Średnia – Mean	1	5,18	5,79	6,23	6,13	5,83	
	2	4,72	5,16	5,28	5,27	5,11	
Średnia – Mean		4,95	5,47	5,75	5,70	5,47	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		B – 0,23; C – 0,17					
Rok – Year (2008)							
Ekstensywn <i>Extensive</i>	1	4,78	5,59	5,35	5,90	5,41	
	2	4,73	5,44	5,12	5,92	5,30	
Średnia – Mean		4,75	5,52	5,23	5,91	5,35	
Intensywny <i>Intensity</i>	1	5,23	6,52	5,74	6,94	6,11	
	2	5,38	5,61	6,31	6,74	6,01	
Średnia – Mean		5,31	6,06	6,02	6,84	6,06	
Średnia – Mean	1	5,00	6,05	5,54	6,42	5,76	
	2	5,05	5,52	5,71	6,33	5,65	
Średnia – Mean		5,03	5,79	5,63	6,38	5,71	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		A – 0,61; B – 0,45; B/C – 0,48; C/B – 0,25					
Rok – Year (2009)							
Ekstensywny <i>Extensive</i>	1	8,00	8,38	8,42	8,34	8,28	
	2	7,69	8,07	7,94	7,82	7,88	
Średnia – Mean		7,84	8,23	8,18	8,08	8,08	
Intensywny <i>Intensity</i>	1	9,17	9,42	9,44	9,83	9,46	
	2	8,51	9,20	9,17	9,21	9,02	
Średnia – Mean		8,84	9,31	9,30	9,52	9,24	
Średnia – Mean	1	8,58	8,90	8,93	9,08	8,87	
	2	8,10	8,64	8,55	8,51	8,45	
Średnia – Mean		8,34	8,77	8,74	8,80	8,66	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		A – 0,35; B – 0,16; C – 0,09; A/B – 0,39; B/A – 0,30					

Tabela 6. c.d.
Table 6. cont.

Średnia z lat – Mean of the year						
Ekstensywny <i>Extensive</i>	1	5,84	6,40	6,55	6,69	6,37
	2	5,56	6,08	5,95	6,24	5,95
Średnia – Mean		5,70	6,24	6,25	6,46	6,16
Intensywny <i>Intensity</i>	1	6,67	7,43	7,25	7,74	7,27
	2	6,36	6,80	7,08	7,18	6,85
Średnia – Mean		6,51	7,11	7,17	7,46	7,06
Średnia – Mean	1	6,26	6,91	6,90	7,21	6,82
	2	5,96	6,44	6,51	6,71	6,40
Średnia – Mean		6,11	6,68	6,71	6,96	6,61
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		A – 0,29; B – 0,42; C – 0,18				

* – termin zbioru – *date of harvest*: 1 – optymalny – *optimum*, 2 – opóźniony – *delayed*

plonowania potwierdzają Koziara i in. [2007], Podolska i in. [2007] i Podolska [2008]. W ich badaniach intensyfikacja nawożenia powyżej 140 kg N·ha⁻¹ nie skutkowała już jednak wzrostem plonowania. Gąsiorowski [2004] natomiast obserwował, że zwiększenie dawki od 160 do 200 kg N·ha⁻¹ powoduje jeszcze nieznaczny wzrost plonu ziarna, ale w przypadku nieumiejętnego nawożenia przyczynia się do spadku plonowania. Tak jak w badaniach innych autorów [Nowak 2005] czynnikiem silnie modyfikującym plonowanie pszenicy ozimej był przebieg pogody w okresie wegetacji. Najkorzystniejszym był rok 2009, średnie uzyskane plony ziarna wynosiły 8,66 t·ha⁻¹ i były one wyższe niż w obu pozostałych latach o około 3 t·ha⁻¹. Opóźniony zbiór skutkuje stratą plonu [Podolska i Sułek 2002]. W przeprowadzonym eksperymencie późniejszy zbiór pszenicy wpłynął także na utratę części plonu, średnio o 6,2%. Intensywniejsza ochrona roślin powodowała jednak tendencję do jej zmniejszenia.

Dorodność ziarna znacząco wpływa na wielkość i jakość plonu, a wskaźnikiem jest udział poszczególnych frakcji ziarna w plonie, zwłaszcza jak najmniejszy udział pośladu. W badaniach własnych udział w plonie ziarna najdorodniejszego, frakcji > 2,8 mm, wyniósł średnio ponad 91%, a najdrobniejszego < 2,2 mm – 1,3%. O dorodności ziarna decyduje często poziom i sposób ochrony roślin przed patogenami [Gooding i in. 2000, Gutteridge i in. 2003]. Nowak i in. [2005], Gutteridge i in. [2003] twierdzą, że przy małym nasileniu występowania kompleksu chorób podstawy źdźbła i liścia flagowego poziom ochrony roślin nie różnicuje tego parametru jakościowego. W prezentowanych badaniach zarówno nawożenie azotem, jak i poziom ochrony roślin wpłynęły istotnie na udział w plonie ziarna frakcji >2,8 mm, nie miały natomiast wpływu na zawartość ziarna najdrobniejszego. Również, zdaniem Cacak-Pietrzak i in. [2005], Stankowskiego i in. [2004], zróżnicowanie dawek nawozów azotowych nie ma wpływu na udział pośladu w plonie ziarna. W badaniach własnych nawożenie powyżej 60 kg N·ha⁻¹, ale tylko do dawki 140 kg N·ha⁻¹, powodowało istotne zwiększenie zawartości ziarna najdorodniejszego w plonie.

Tabela 7. Wpływ poziomu ochrony roślin, nawożenia azotem i terminu zbioru na dorodność ziarna pszenicy ozimej. Średnie z lat 2007–2009

Table 7. The effects of plant protection, nitrogen fertilization and date of harvest on grain plumpness of winter wheat. The average of the years 2007–2009

Poziom ochrony roślin <i>The level of plant protection</i> (A)	Termin zbioru* <i>Date of harvest</i> (C)	Poziom nawożenia azotem (kg N·ha ⁻¹) <i>The level of nitrogen fertilization (kg N·ha⁻¹)</i> (B)				Średnia <i>Mean</i>
		N – 60	N – 100	N – 140	N – 180	
Zawartość ziarna o średnicy powyżej 2,8 mm (%) <i>The content of grains with a diameter greater 2.8 mm (%)</i>						
Ekstensywny <i>Extensive</i>	1	91,3	92,5	90,5	88,3	90,6
	2	88,7	90,3	92,4	92,3	90,9
Średnia – <i>Mean</i>		90,0	91,4	91,4	90,3	90,8
Intensywny – <i>Intensity</i>	1	89,8	91,1	92,7	92,5	91,5
	2	91,5	93,9	92,9	91,9	92,5
Średnia – <i>Mean</i>		90,6	92,5	92,8	92,2	92,0
Średnia – <i>Mean</i>	1	90,5	91,8	91,6	90,4	91,1
	2	90,1	92,1	92,6	92,1	91,7
Średnia – <i>Mean</i>		90,3	91,9	92,1	91,2	91,4
NIR _{0,05} – <i>LSD</i> _{0,05}		A – 1,49; B – 0,82				
Zawartość ziarna o średnicy poniżej 2,2 mm (%) <i>The content of the grain sizes of less than 2.2 mm (%)</i>						
Ekstensywny <i>Extensive</i>	1	1,0	1,1	1,6	1,5	1,3
	2	2,2	1,2	1,0	1,0	1,3
Średnia – <i>Mean</i>		1,6	1,1	1,3	1,3	1,3
Intensywny <i>Intensity</i>	1	1,9	1,6	0,8	0,8	1,3
	2	1,4	0,4	1,1	1,2	1,1
Średnia – <i>Mean</i>		1,7	1,1	1,0	1,1	1,2
Średnia – <i>Mean</i>	1	1,5	1,4	1,2	1,2	1,3
	2	1,9	0,8	1,0	1,1	1,2
Średnia – <i>Mean</i>		1,7	1,1	1,1	1,2	1,3
NIR _{0,05} – <i>LSD</i> _{0,05}		r.n.				

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences** – termin zbioru – *date of harvest*: 1 – optymalny – *optimum*, 2 – opóźniony – *delayed*

WNIOSKI

1. Pszenica ozima reagowała wielkością plonu na przebieg pogody oraz czynniki doświadczenia. Poziom ochrony roślin, nawożenie azotem i termin zbioru nie wpłynęły na liczbę i masę ziaren w kłosie oraz masę tysiąca ziaren.
2. Intensyfikacja walki z agrofagami spowodowała zwiększenie obsady źdźbeł kłosonośnych pszenicy ozimej, natomiast nawożenie azotem wpłynęło korzystnie na tę cechę tylko w latach badań o większej ilości opadów w maju i czerwcu.
3. Najwyższy plon pszenicy ozimej uzyskano przy intensywnym poziomie ochrony, nawożeniu $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i optymalnym terminie zbioru. Intensyfikacja ochrony roślin zwiększała plon o 15%, wzrost dawki azotu z 60 do $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ o 14%, a opóźnienie zbioru o 14 dni skutkowało utratą 6,2% plonu ziarna.
4. Dużemu udziałowi ziarna najdorodniejszego, frakcji $> 2,8 \text{ mm}$ w plonie, sprzyjało tylko zwiększone do $140 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ nawożenie azotem. Żaden z zastosowanych czynników nie różnicował natomiast udziału w plonie ziarna najdrobniejszego, $< 2,2 \text{ mm}$.

PIŚMIENNICTWO

- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 2005. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy. Pam. Puł. 140: 25–33.
- Ceglińska A., Haber T., Gawrońska-Kulesza A., Szajewska A., Kon A. 2002. Wartość technologiczna pszenicy w zależności od stosowanych zabiegów agrotechnicznych. Przegl. Zboż. Młyn. 12: 8–12.
- Fotyma E. 2005. Doświadczenia wieloletnie z nawożeniem azotem o modyfikowanym schemacie. Fragm. Agron. 22(1): 47–60.
- Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P., Korbas M. 2004. Ziarno wadliwe. Pszenica, Chemia i Technologia. Wyd. PWRiL Poznań: 236–264.
- Gooding M.J., Dimmock J.P.R.E., Frane J., Jones S.A. 2000. Green leaf area decline of wheat flag leaves: the influence of fungicides and relationships with mean grain weight and grain yield. Ann. Appl. Biol. 136: 77–84.
- Gutteridge R.J., Bateman G.L., Todd A.D. 2003. Variation in the effects of take-all disease on grain yield and quality of winter cereals in field experiments. Pest Manag. Sci. 59: 215–224.
- Kaniuczak Z. 2005. Występowanie szkodników pszenicy ozimej w gospodarstwie ekologicznym w rejonie Sanoka. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 45(1): 210–217.
- Kąkol E. 2001. Wpływ fungicydów i terminy ich stosowania na porażenie liści flagowych przez *Erisiphe graminis* DC EX Merat i *Puccinia triticina* Erikss. oraz plon ziarna pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AP Siedlce, Rol. 60: 29–34.
- Klimont K., Osińska A. 2004. Wpływ herbicydów na plon ziarna i cechy morfologiczne zbóż. Biul. IHAR 233: 59–71.
- Korbas M., Mrówczyński M., Paradowski A., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Pruszyński G. 2008. Ochrona roślin w integrowanej produkcji pszenicy. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin. 48(4): 1502–1515.
- Koziara W., Sulewska H., Panasiewicz K. 2007. Efektywność nawożenia azotem pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli. Fragm. Agron. 24(3): 238–243.
- Nowak W., Sowiński J., Pietr S., Kita W. 2005. Wpływ sposobów ochrony pszenicy ozimej na jakość ziarna konsumpcyjnego. Pam. Puł. 139: 117–127.
- Podolska G. 2008. Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. Acta Sci. Pol., Agricultura 7(1): 57–65.
- Podolska G., Stankowski S., Dworakowski T. 2007. Wpływ dawki nawożenia azotem na wielkość plonu i wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. Fragm. Agron. 24(2): 274–282.

- Podolska G., Sułek A. 2002. Główne elementy technologii decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. Pam. Puł. 130: 597–605.
- Podolska G., Sułek A., Stankowski S. 2002. Obsada kłosów-podstawowy parametr plonotwórczy pszenicy ozimej. Acta Sci. Pol., Agricultura 1(2): 5–14.
- Stankowski S., Piech M., Podolska G., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej. Ann. UMCS, Sec. E 59(3): 1363–1369.
- Sułek A., Podolska G., Leszczyńska D., Noworolnik K. 2007. Reakcja zbóż na nawożenie azotem. Studia i Raporty IUNG-PIB 9: 29–35.
- Szempliński W., Budzyński W. 1999. Plonowanie pszenicy ozimej na różnych poziomach nakładów na nawożenie i ochronę przed chorobami. Pam. Puł. 118: 415–421.

T. ELLMANN

EFFECT OF PLANT PROTECTION, NITROGEN FERTILIZATION AND TIME OF HARVEST ON THE YIELD OF WINTER WHEAT

Summary

The study was based on data from a field experiment conducted in 2007–2009, and laboratory evaluations of the quality characteristics of winter wheat varieties Bogatka. The experiment was conducted in 2007–2009 on brown soil, good wheat complex. Experimental factors were: the level of plant protection (extensive, intensive), nitrogen fertilization (60, 100, 140, 180 kg N·ha⁻¹) and date of harvest (at full maturity, 2 weeks delayed). The grain yield and the formation of yield components was defined. The intensification of plant protection increased grain yield by 15%. Nitrogen fertilization also resulted in increasing yield, and its highest level (6.96 t·ha⁻¹) was obtained using a dose of 180 kg N·ha⁻¹. Delay of harvesting of wheat caused grain yield losses of 6.2%. The effect of applied level of protection of plants against pathogens, different nitrogen fertilization and harvest time was the most favorable during conducive weather conditions to the growth of wheat. The element of the yield structure from which the amount of yield depended was density spike. No significant effect was found in any of the factors used in the thousand grain weight or their number and mass in the ear. Fertilization of over 60 kg N·ha⁻¹ resulted in increased the fully developed grain content in each of the remaining combinations. In all used variants in the yield predominated the grain of diameter 2.8 mm (mean 91%), and the content of offal does not exceed 1.3% and no significant effect of any of the factors used was found to this characteristic. None of the quantitative experimental factor contributed to the smallest grain yield, < 2.2 mm.