

JAN BUCZEK, DOROTA BOBRECKA-JAMRO

Katedra Produkcji Roślinnej
Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie

WPLYW INTENSYWNOŚCI TECHNOLOGII PRODUKCJI NA PŁONOWANIE, ARCHITEKTURĘ ŁANU ORAZ JAKOŚĆ BIAŁKA PSZENICY POPULACYJNEJ I MIESZAŃCOWEJ*

EFFECT OF PRODUCTION TECHNOLOGY INTENSITY ON YIELD,
CANOPY STRUCTURE AND PROTEIN QUALITY
OF POPULATION AND HYBRID WHEAT

Streszczenie. W latach 2011–2014 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe, którego celem było określenie reakcji odmian populacyjnych i mieszańcowych pszenicy ozimej na wzrastającą intensywność technologii produkcji. Stwierdzono, że wzrost intensywności technologii powodował istotne zwiększenie plonu ziarna pszenicy, co wynikało z większej obsady kłosów i liczby ziaren z kłosa. Najobfitsze plony dała mieszańcowa odmiana ‘Hybred’, a istotnie słabiej plonowała populacyjna odmiana ‘Batuta’. Technologia wysokonakładowa wpływała na wzrost LAI i SPAD, a spośród odmian jedynie mieszańcowa ‘Hymack’ charakteryzowała się gorszymi parametrami architektury łanu. Intensywność technologii nie decydowała o zawartości albumin i globulin, powodując zwiększenie ilości białka oraz frakcji gliadyn i glutelin w ziarnie. Białko ogólne ziarna odmian pszenicy charakteryzowało się najmniejszym udziałem frakcji albumin i globulin przy najwyższym poziomie białek zapasowych z przewagą gliadyn w stosunku do glutelin.

Słowa kluczowe: pszenica populacyjna, pszenica mieszańcowa, plon, LAI, SPAD, MTA, frakcje białka

Wstęp

Stosowane w uprawie pszenicy intensywniejsze technologie produkcji przynoszą zwykle lepsze efekty plonotwórcze i jakościowe niż technologie ekstensywne, mimo

*Badania prowadzono w ramach projektu badawczego finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki nr N N310 0031 40.

ponoszonych wyższych kosztów, a także często ujemnego oddziaływania na środowisko naturalne zaangażowanych w agrotechnikę przemysłowych środków produkcji. Zainteresowanie producentów odmianami pszenicy jest zawsze aktualne. Jest to gatunek, którego produkcja w kraju na cele spożywcze i paszowe jest wskaźnikiem intensywności produkcji rolnej i wpływa na model konsumpcji. Pomimo że obecnie bardziej popularne są pszenice zwyczajna i twarda czy starsze formy, jak pszenica orkiszowa i samopsza, wzrasta w niektórych krajach europejskich zainteresowanie uprawą i wykorzystaniem pszenicy mieszańcowej (Feledyn-Szewczyk, 2009; Podolska i Sułek, 2012; Whitford i in., 2013).

W Europie powierzchnia zasiewów pszenicy mieszańcowej wynosi około 250 tys. ha, z czego najwięcej odmian mieszańcowych uprawia się we Francji, Niemczech i na Węgrzech oraz we Włoszech, Czechach, na Słowacji i w Portugalii, a według szacunków – około 900 ha również w Polsce (Zhao i in., 2013).

Odmiany te charakteryzują się w porównaniu z odmianami populacyjnymi wyższym poziomem plonowania – w zakresie od 3,5 do 15,0%, a ponadto mają dobrą odporność na choroby i wyleganie, dużą zdolność adaptacyjną i tolerancję na jakość gleb oraz stresowe warunki środowiska (Longin i in., 2012; Plessis i in., 2013).

Uprawa odmian mieszańcowych pszenicy w zasadzie nie konkuruje z odmianami populacyjnymi na glebach najlepszych, ale powinna być alternatywą na glebach słabszych i wypierać z uprawy gorsze jakościowo gatunki zbóż i odmiany pszenicy.

Celem podjętych badań było określenie reakcji odmian populacyjnych i mieszańcowych pszenicy ozimej na wzrastającą intensywność technologii produkcji.

Material i metody

Badania przeprowadzono w latach 2011–2014 na polach Zakładu Doświadczalnego Oceny Odmian w Dukli (49°34' N, 21°41' E). Dwuczynnikowe doświadczenie polowe założono w układzie split-plot, w czterech powtórzeniach. Zlokalizowano je na glebie brunatnej wylugowanej, zaliczanej do kompleksu zbożowego górskiego, klasy bonitacyjnej V. Charakteryzowała się ona odczynem obojętnym lub lekko kwaśnym i zawierała średnio lub dużo przyswajalnego fosforu i potasu oraz średnią ilość mikroelementów.

Doświadczenie obejmowało dwa czynniki:

- czynnik I – technologie produkcji: ekstensywna – bez nawożenia i ochrony roślin, niskonakładowa, średnionakładowa, wysokonakładowa,
- czynnik II – odmiany pszenicy: ‘Batuta’ i ‘Bogatka’ – populacyjne, ‘Hybred’ i ‘Hymack’ – mieszańcowe.

Zastosowane technologie produkcji różniły się między sobą poziomem nawożenia oraz chemiczną ochroną roślin przed chwastami, chorobami, szkodnikami i wyleganiem roślin (tab. 1). W technologii ekstensywnej, traktowanej jako obiekt porównawczy, nie wykonywano nawożenia mineralnego ani zabiegów pestycydowych. W technologii niskonakładowej i średnionakładowej stosowano następujące preparaty: Chwastox Turbo 340 SL, Bi 58 Nowy EC 400 i Juwell TT 483 SE. W technologii wysokonakładowej aplikowano na chwasty preparaty Puma Uniwersal 069 EW i Sekator 125 OD, na szkodniki

Tabela 1. Charakterystyka technologii stosowanych w uprawie pszenicy ozimej
Table 1. Characteristic of compared technologies of winter wheat production

Technologia Technology	Nawozy Fertilizers (kg·ha ⁻¹)			Liczba zabiegów (w nawiasie – dawka, dm ³ ·ha ⁻¹) Number of treatments (in brackets – dose, dm ³ ·ha ⁻¹)			
	N	P	K	herbicydy herbicides	fungicydy fungicides	insektycydy insecticides	retardant growth regulator
Ekstensywna Extensive	–	–	–	–	–	–	–
Niskonakładowa Low input	60	15	30	1 (2,0)	–	–	–
Średnionakładowa Medium input	90	35	60	1 (2,0)	1 (1,2)	1 (0,5)	–
Wysokonakładowa High input	120	55	90	1 (1,2+0,15)	1 (1,2), 1 (1,2)	1 (0,1)	1 (0,4)

– Karate Zeon 050 CS, a na choroby – Juwell TT 483 SE i Swing Top 183 SE. Dodatkowo wykonano oprysk retardantem wzrostu Moddus 250 EC oraz dwukrotne nawożenie dolistne Ekolistem Standard w dawce 3,0 dm³·ha⁻¹. Preparaty stosowano zgodnie z instrukcją producenta.

Przedplonem był rzepak ozimy. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 16,5 m², pasy izolacyjne miały szerokość 2 m. Zaprawione nasiona (nie zaprawiano tylko w technologii ekstensywnej) wysiano w trzeciej dekadzie września, a plon zebrano w drugiej dekadzie sierpnia. Norma wysiewu zdolnych do kiełkowania nasion wynosiła 400 sztuk na 1 m² dla odmian populacyjnych oraz 220 sztuk na 1 m² dla odmian mieszańcowych. Nasiona do siewu pochodziły z Hodowli Roślin Danko (odmiany populacyjne) oraz firmy nasiennej Saaten-Union Polska Sp. z o.o. (odmiany hybrydowe). Nawożenie fosforem i potasem zastosowano pod orkę przedzimową. Pozostała agrotechnika była zgodna z zasadami uprawy pszenicy ozimej. Zbioru dokonywano w fazie dojrzałości pełnej pszenicy. W badaniach określono plon ziarna przy wilgotności 15%, liczbę kłosów na jednostce powierzchni, liczbę ziaren w kłosie, masę 1000 ziaren oraz współczynnik krzewienia produkcyjnego. Architekturę łanu oceniono wskaźnikiem LAI (aparaturę LI-COR, USA), a zawartość chlorofilu – wskaźnikiem SPAD 502P. Pomiarów wykonano w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32–34). Białko ogółem oznaczono metodą Kjeldahla, stosując przelicznik 5,70. Frakcje białek ekstrahowano według metody Wiesera i in. (1998). Albuminy ekstrahowano wodą destylowaną, globuliny – mieszaniną NaCl i KNaHPO₄, gliadyny – 60-procentowym etanolem oraz gluteliny – w mieszaninie: 50% propanol-1 + 2m mocznik + tris HCl i 1 + DTE pod azotem. Detekcję przeprowadzono przy długości fali 210 nm. Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, wykorzystując programy statystyczne Analwar-5FR oraz Statistica. Wyliczono najmniejsze istotne różnice za pomocą testu Tukeya, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Średnie temperatury powietrza w pierwszym i drugim sezonie badań były porównywalne ze średnimi z wielolecia, natomiast w trzecim sezonie stwierdzono temperaturę wyższą o 1,2°C od wieloletniej (tab. 2). Suma opadów w sezonie trzecim przekroczyła o 67,6 mm średnią sumę opadów z wielolecia. Różnicę tę spowodowały obfitsze opady w czasie jesiennej oraz wiosenno-letniej wegetacji pszenicy. Okresowymi niedoborami opadów charakteryzowały się pierwszy i drugi sezon wegetacyjny.

Tabela 2. Warunki pogodowe w latach 2011–2014
Table 2. Weather conditions in 2011–2014

Wyszczególnienie Specification	Temperatura (°C) – Temperature (°C)				Opady (mm) – Rainfall (mm)			
	2011/12	2012/13	2013/14	1999–2012	2011/12	2012/13	2013/14	1999–2012
IX–XI	8,0	9,8	8,6	8,3	75,3	124,2	230,9	170,9
XII–II	–3,7	–2,5	1,3	–2,0	170,9	160,4	83,9	143,8
III–VIII	13,6	12,6	13,3	12,8	483,6	383	603,9	536,4
Średnia/suma (od siewu do zbioru) Mean/sum (from sowing to harvest)	7,9	8,1	9,2	8,0	729,8	667,6	918,7	851,1
Odchylenie od średniej wieloletniej Deviation from long-term average	–0,1	+0,1	+1,2	–	–121,3	–183,5	+67,6	–

Wyniki i dyskusja

Wielkość plonu ziarna pszenicy była w istotny sposób uzależniona od intensywności technologii, genotypu odmiany oraz roku uprawy, natomiast nie wykazano istotnych interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia (tab. 3). Plon ziarna był istotnie większy na obiektach z technologią średnio- i wysokonakładową niż na obiektach z technologią niskonakładową i ekstensywną. Uzyskana średnia różnica mieściła się w zakresie od 0,70 do 1,30 t·ha⁻¹, tj. od 10,0 do 17,3%. Badania Bleharczyka i in. (2006) oraz Borówcza i Rębarz (2010) potwierdzają przynależność pszenicy ozimej do grupy roślin silnie reagujących przyrostami plonów na wzrost intensywności uprawy. W latach prowadzenia badań różnice w plonie ziarna pomiędzy technologią wysokonakładową a ekstensywną wynosiły od 1,15 t·ha⁻¹ w 2012/13 roku do 1,48 t·ha⁻¹ w 2013/14 roku. Czarnocki i in. (2009) uzyskali średnią różnicę w plonie ziarna pomiędzy technologiami intensywną a ekstensywną na poziomie od 0,68 do 0,91 t·ha⁻¹ przy mniejszych plonach pszenicy ozimej, wynoszących średnio 4,63 t·ha⁻¹.

Buczek, J., Bobrecka-Jamro, D. (2015). Wpływ intensywności technologii produkcji na plonowanie, architekturę łanu oraz jakość białka pszenicy populacyjnej i mieszańcowej. Nauka Przyr. Technol., 9, 4, #50. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.4.50

Tabela 3. Plon ziarna pszenicy ozimej w latach 2011–2014 (t·ha⁻¹)
Table 3. Grain yield of winter wheat in 2011–2014 (t·ha⁻¹)

Technologia Technology (I)	Odmiana Cultivar (II)	Lata – Years			
		2011/12	2012/13	2013/14	średnio mean
Ekstensywna Extensive (A)	'Batuta'	5,61	5,56	6,86	6,01
	'Bogatka'	5,43	5,39	7,17	6,00
	'Hybred'	5,79	6,04	8,08	6,63
	'Hymack'	5,56	5,89	7,12	6,19
Niskonakładowa Low input (B)	'Batuta'	5,55	5,50	7,01	6,02
	'Bogatka'	5,32	5,62	7,41	6,12
	'Hybred'	5,85	6,59	7,89	6,78
	'Hymack'	5,95	6,06	7,24	6,42
Średnionakładowa Medium input (C)	'Batuta'	6,04	6,57	7,62	6,74
	'Bogatka'	6,45	6,28	8,36	7,03
	'Hybred'	6,81	6,81	8,58	7,40
	'Hymack'	6,68	6,34	7,87	6,96
Wysokonakładowa High input (D)	'Batuta'	6,33	6,78	7,75	6,95
	'Bogatka'	6,49	6,49	9,17	7,38
	'Hybred'	7,53	7,43	9,44	8,13
	'Hymack'	7,12	6,81	8,82	7,58
NIR _{0,05} I/II – LSD _{0,05} I/II		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
NIR _{0,05} II/I – LSD _{0,05} II/I		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
A		5,60	5,72	7,31	6,21
B		5,67	5,94	7,39	6,33
C		6,50	6,50	8,11	7,03
D		6,87	6,87	8,79	7,51
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,47	0,63	0,55	0,31
'Batuta'		5,88	6,10	7,31	6,43
'Bogatka'		5,92	5,95	8,03	6,63
'Hybred'		6,49	6,72	8,50	7,24
'Hymack'		6,33	6,27	7,76	6,79
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,45	0,56	0,37	0,28
Średnio – Mean		6,16	6,26	7,90	6,77
NIR _{0,05} dla roku – LSD _{0,05} for year		0,48			–

r.n. – różnice nieistotne.

r.n. – differences not significant.

Spośród odmian średnio największe plony dała mieszańcowa odmiana ‘Hybred’, a najmniejsze – odmiana mieszańcowa ‘Hymack’ i populacyjna ‘Bogatka’. Istotnie najgorzej plonowała populacyjna odmiana ‘Batuta’. Z badań Lloverasa i in. (2004) wynika, że poziom plonów pszenicy jest warunkowany genotypem odmiany oraz wilgotnością gleby. W przeprowadzonych badaniach największy plon ziarna odnotowano w sezonie 2013/14, w którym ilość opadów w okresie od marca do sierpnia wynosiła 603,9 mm. Istotnie słabiej plonowała pszenica w pierwszym i drugim sezonie badań, w których wielkość opadów w analogicznym okresie była mniejsza i wynosiła od 383,0 do 483,6 mm.

Większość cech charakteryzujących łan i produktywność kłosa była istotnie modyfikowana przez czynniki doświadczenia, choć różnice w większym stopniu zależały od badanej odmiany niż od technologii produkcji (tab. 4). Wraz z intensywnością technologii wzrastała obsada kłosów i liczba ziaren w kłosie, natomiast nie wykazano istotnych różnic w zakresie masy 1000 ziaren i współczynnika krzewienia produkcyjnego. Również w badaniach Czarnockiego i in. (2009) oraz Podolskiej i Sulek (2012) zastosowanie wyższego poziomu intensywności uprawy skutkowało istotnym wzrostem takich elementów struktury plonu, jak liczba kłosów i liczba ziaren z kłosa. W grupie badanych odmian pszenicy mniejszą obsadą kłosów oraz niższym krzewieniem odznaczały odmiany populacyjne ‘Batuta’ i ‘Bogatka’. Jednocześnie odmiany mieszańcowe charakteryzowały się najmniejszą i największą liczbą ziaren z kłosa – w granicach od 32,7 do 35,7 sztuki, a odmiana ‘Hymack’ miała mniej dorodne ziarno niż pozostałe odmiany.

Zwiększenie intensywności uprawy pszenicy, a także genotyp odmiany modyfikowały wartości wskaźników architektury łanu (tab. 5). Średnia wartość wskaźnika LAI wyniosła 3,68 m²·m⁻². Indeks LAI był istotnie większy – o 0,71 jednostki – na obiekcie z wysokonakładową technologią w porównaniu z obiektem z technologią ekstensywną. Nie uzyskano istotnych różnic wskaźnika LAI między pozostałymi wariantami technologii oraz odmianami. Również w badaniach Biskupskiego i in. (2009) nad pszenicą jarą wskaźnik powierzchni liści był zróżnicowany istotnie tylko w latach i nie zależał od odmiany ani od zastosowanej dawki azotu. Z kolei w badaniach Baveca i in. (2007) oraz Olsena i Weinera (2007) wykazano, że na powierzchnię liściową pszenicy korzystnie wpływa nawożenie azotem i zmienna norma wysiewu nasion. Według Andruszczak i in. (2012) oraz Feledyn-Szewczyk (2009) wartości zarówno LAI, jak i indeksu MTA mogą być modyfikowane czynnikami agrotechnicznymi, a przede wszystkim zależą od genotypu odmiany. W prowadzonych badaniach odmiany nie różniły się istotnie pod względem wskaźnika LAI. Jedynie odmiana mieszańcowa ‘Hymack’ w porównaniu z pozostałymi charakteryzowała się bardziej pionowym ustawieniem liści. Podobnie jak LAI, również wartości indeksu SPAD zależały od poziomu technologii i wzrastały wraz z jej intensywnością. Na najwyższym poziomie technologii uprawy pszenicy SPAD wyniósł średnio 32,2, na najniższym zaś – 21,4. Różnice te były statystycznie istotne. Z kolei różnice odmianowe między wartościami SPAD były niewielkie. Spośród odmian tylko mieszańcowa ‘Hymack’ wykazywała nieco gorszy indeks zazielenienia. Według Panasiewicz i in. (2009) oraz Sulewskiej i in. (2011) gatunki zbóż na ogół poprawiają stan odżywienia w wyniku nawożenia azotowego i wapniowo-magnezowego, przy czym Fotyma i Bezdusznik (2000) zwracają uwagę, że aplikacja pogłównie większych dawek

Buczek, J., Bobrecka-Jamro, D. (2015). Wpływ intensywności technologii produkcji na plonowanie, architekturę łanu oraz jakość białka pszenicy populacyjnej i mieszańcowej. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 4, #50. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.4.50

Tabela 4. Cechy struktury plonu pszenicy ozimej (średnie dla czynników i lat)
Table 4. Characteristics of the yield components of winter wheat (means for variables and years)

Wyszczególnienie Specification	Liczba kłosów na 1 m ² Number of ears per 1 m ²	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)	Współczynnik krzewienia produkcyjnego Productive tillering coefficient
Technologia – Technology				
Ekstensywna Extensive	553,7	33,0	36,2	2,44
Niskonakładowa Low input	567,4	33,8	37,0	2,52
Średnionakładowa Medium input	593,6	35,0	37,7	2,59
Wysokonakładowa High input	615,8	36,0	37,7	2,99
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	47,7	1,5	r.n.	r.n.
Odmiana – Cultivar				
‘Batuta’	518,9	34,9	38,8	1,68
‘Bogatka’	529,4	34,6	38,5	1,74
‘Hybrid’	638,4	32,7	38,0	3,60
‘Hymack’	643,8	35,7	33,4	3,52
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	25,8	1,3	1,8	0,42
Rok – Year				
2011/12	500,1	35,0	38,2	2,52
2012/13	582,8	32,5	37,1	2,58
2013/14	665,0	36,0	36,2	2,81
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	42,7	2,3	r.n.	r.n.
Średnio – Mean	582,6	34,5	37,2	2,64

r.n. – różnice nieistotne.

r.n. – differences not significant.

azotu objawia się mniejszymi wartościami odczytów SPAD. Również czynnik pogody, w tym obfitość opadów, może modyfikować zmiany akumulacji zawartości chlorofilu w roślinach (Kara i Mujdeci, 2010). W wilgotniejszym sezonie 2013/14 wskaźnik ten osiągnął w omawianych badaniach istotnie większą wartość niż w sezonach o mniejszej sumie opadów.

Większą zawartość białka uzyskano w pierwszych dwóch okresach wegetacyjnych, z temperaturą zbliżoną do wieloletniej i umiarkowanymi opadami. W trzecim roku

Tabela 5. Wybrane wskaźniki architektury łanu pszenicy ozimej (średnie dla czynników i lat)
 Table 5. Selected indexes of canopy architecture of winter wheat (means for variables and years)

Wyszczególnienie Specification	Powierzchnia liści Leaf area (LAI)	Średni kąt nachylenia liści Mean tip angle of leaf (MTA)	Zawartość chlorofilu, 0–100 Chlorophyll content, 0–100 (SPAD)
Technologia – Technology			
Ekstensywna Extensive	3,25	53,8	21,4
Niskonakładowa Low input	3,75	54,2	25,0
Średnionakładowa Medium input	3,77	53,1	27,4
Wysokonakładowa High input	3,96	55,7	32,2
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,61	r.n.	3,7
Odmiana – Cultivar			
‘Batuta’	3,69	54,2	26,2
‘Bogatka’	3,68	55,1	27,8
‘Hybred’	3,65	54,3	25,7
‘Hymack’	3,72	53,1	26,2
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	1,5	0,9
Rok – Year			
2011/12	3,14	48,2	23,9
2012/13	3,24	57,1	25,2
2013/14	4,67	57,3	30,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,29	2,3	0,87
Średnio – Mean	3,68	54,2	26,5

r.n. – różnice nieistotne.

r.n. – differences not significant.

badan, o większej ilości opadów, wartości tej cechy były istotnie najmniejsze (tab. 6). Nadmiar opadów, jak wskazują Daniel i Triboï (2000), może powodować większą szybkość syntezy białek gliadynowych, osłabiając mechaniczną wytrzymałość glutenu, co również zależy od odmiany pszenicy. Odmiany mieszańcowe ‘Hybred’ i ‘Hymack’ gromadziły w ziarnie istotnie mniej białka niż populacyjne ‘Batuta’ i ‘Bogatka’. Zakres zawartości tego składnika od 117,8 do 132,9 g·kg⁻¹ odbiegał od podanego przez Biel i Maciorowskiego (2012), który wynosił od 151,0 do 176,0 g·kg⁻¹ dla pszenicy jarej i ozimej. Również Oleksy i in. (2008) wykazali różnice odmianowe w zawartości białka:

Buczek, J., Bobrecka-Jamro, D. (2015). Wpływ intensywności technologii produkcji na plonowanie, architekturę łanu oraz jakość białka pszenicy populacyjnej i mieszańcowej. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 4, #50. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.4.50

Tabela 6. Zawartość białka ogólnego i frakcji białek w ziarnie pszenicy ozimej (średnie dla czynników i lat)

Table 6. Content of total protein and protein fractions in winter wheat grain (means for variables and years)

Wyszczególnienie Specification	Białko ogólne Total protein (g·kg ⁻¹)	Albuminy i globuliny Albumins and globulins	Gliadyny Gliadins	Gluteliny Glutelins	Suma białek Sum of proteins
		tys. mAU·s ⁻¹ – thous. mAU·s ⁻¹			
Technologia – Technology					
Ekstensywna Extensive	116,6	12,03	22,02	16,94	50,99
Niskonakładowa Low input	117,3	12,29	22,17	17,18	51,65
Średniakładowa Medium input	130,6	12,95	26,62	20,04	59,61
Wysokonakładowa High input	136,8	13,39	28,01	21,46	62,86
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	11,5	r.n.	5,91	3,39	10,73
Odmiana – Cultivar					
‘Batuta’	132,9	12,94	25,69	19,65	58,28
‘Bogatka’	129,9	13,10	26,91	20,32	60,33
‘Hybred’	120,7	12,47	23,69	17,71	53,87
‘Hymack’	117,8	12,14	22,53	17,95	52,62
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	2,4	r.n.	1,35	1,58	2,75
Rok – Year					
2011/12	126,5	10,43	20,48	16,13	47,04
2012/13	126,1	12,01	23,39	15,70	51,10
2013/14	123,3	15,56	30,26	24,89	70,70
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,9	2,06	1,97	3,04	5,16
Średnio – Mean	125,3	12,66	24,71	18,91	56,28

r.n. – różnice nieistotne.

r.n. – differences not significant.

nagromadzenie tego składnika wzrastało wraz z intensywnością uprawy pszenicy ozimej w zakresie od 114,0 do 123,0 g·kg⁻¹, co potwierdzono w niniejszych badaniach.

Badane czynniki doświadczenia determinowały również skład frakcyjny białka (tab. 6). Stwierdzono istotne zwiększenie gliadyn i glutelin w ziarnie z technologii wysokonakładowej w porównaniu z pozostałymi wariantami agrotechniki. Różnica w na-

gromadzeniu obu tych frakcji w technologii wysokonakładowej i ekstensywnej była podobna i wynosiła ponad 21,0%, a suma białek była większa mniej więcej o 19,0%. Wzrost w ziarnie ilości białek glutenowych w wyniku wzrastających dawek nawożenia azotem potwierdzono w badaniach Domskiej i in. (2003) dotyczących jęczmienia jarego oraz Kindred i in. (2008) z pszenicą ozimą. Wojtkowiak i in. (2013) wykazali brak istotnych różnic w ilości gliadyn i glutelin w ziarnie pszenżyta jarego między dawkami azotu 80 i 120 kg·ha⁻¹, natomiast czynnikiem różnicującym były sposoby aplikacji azotu. Ani technologia, ani odmiana nie różnicowały zawartości albumin i globulin, czego dowiedli również Plessis i in. (2013) oraz Šramkova i in. (2009). Spośród odmian populacyjne 'Bogatka' i 'Batuta' wyróżniały się istotnie większą zawartością gliadyn i glutelin niż mieszańcowe 'Hybred' i 'Hymack'. Ponadto odmiana populacyjna 'Bogatka' odznaczała się istotnie większą – o 7,3% – zawartością albumin i globulin niż hybrydowa 'Hymack', której ziarno miało najmniej tych frakcji. Średnio w ziarnie odmian najwyższy poziom – 43,9% – uzyskiwały frakcje gliadyn, niższy – 33,6% – frakcje glutelin, a najniższy – 22,5% – albuminy i globuliny. Podobny rozkład frakcji białkowych w ziarnie pszenicy stwierdzili Kindred i in. (2008). Fuertes-Mendizábal i in. (2010) oraz Plessis i in. (2013) podają znacznie większą zawartość w ziarnie pszenicy frakcji glutelin niż gliadyn, a stosunek gliadyn do glutelin w badaniach tych autorów wynosił od 0,58 do 0,75. W naszych badaniach stosunek frakcji gliadyn do glutelin zarówno w ziarnie odmian populacyjnych, jak i mieszańcowych mieścił się w wąskim przedziale od 1,26 (dla odmiany 'Hymack') do 1,33 (dla 'Hybred') i nie był modyfikowany technologią produkcji. Wysoki stosunek tych frakcji do siebie, odbiegający od prawidłowej relacji 1 : 1, może pogarszać wartość technologiczną i przydatność jakościową ziarna tych odmian, na co zwracają uwagę Konopka i in. (2007) oraz Shewry i Halford (2002).

Wnioski

1. Wzrost intensywności technologii powodował istotne zwiększenie plonu ziarna pszenicy, co wynikało z większej obsady kłosów i liczby ziaren z kłosa.

2. Najobfitsze plony dała mieszańcowa odmian 'Hybred', mniejsze – odmiana mieszańcowa 'Hymack' i populacyjna 'Bogatka', a istotnie najslabiej plonowała populacyjna odmiana 'Batuta'.

3. Technologia wysokonakładowa sprzyjała korzystniejszym wskaźnikom LAI i SPAD, a spośród odmian jedynie mieszańcowa 'Hymack' charakteryzowała się gorszymi parametrami architektury łanu.

4. Uzyskano większe nagromadzenie białka oraz zwiększenie frakcji gliadyn i glutelin w ziarnie w wyniku zastosowania wysokonakładowej, przy czym intensywność technologii nie wpływała na ilość albumin i globulin.

5. Białko ogólne ziarna odmian pszenicy charakteryzowało się najmniejszym udziałem frakcji albumin i globulin przy najwyższym poziomie białek zapasowych z przewagą gliadyn w stosunku do glutelin.

Literatura

- Andruszczak, S., Kwecińska-Poppe, E., Kraska, P., Pałys, E. (2012). Wpływ niektórych środków ochrony roślin na kształtowanie powierzchni liści i kąta ich nachylenia u wybranych odmian ozimych pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.). *Prog. Plant Prot. / Post. Ochr. Rośl.*, 52, 1, 163–166.
- Bavec, M., Vuković, K., Grobelnik Mlakar, S., Rozman, Č., Bavec, F. (2007). Leaf area index in winter wheat: response on seed rate and nitrogen application by different varieties. *J. Cent. Eur. Agric.*, 8, 3, 337–342.
- Biel, W., Maciorowski, R. (2012). Ocena wartości odżywczej ziarna wybranych odmian pszenicy. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 81, 2, 45–55.
- Biskupski, A., Włodek, S., Pabin, J., Kaus, A. (2009). Wykorzystanie miernika LAI-2000 do niedestrukcyjnego pomiaru parametrów roślin pszenicy jarej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 543, 15–23.
- Blecharczyk, A., Śpitalniak, J., Małecka, I. (2006). Wpływ doboru przedplonów oraz systemów uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 23, 2, 273–286.
- Borówczak, F., Rębarz, K. (2010). Efekty produkcyjne i ekonomiczne różnych systemów uprawy pszenicy ozimej odmiany Roma w zależności od deszczowania. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 55, 3, 24–28.
- Czarnocki, Sz., Turska, E., Wielogórska, G., Garwacka, A. (2009). Wpływ technologii uprawy na architekturę łanu trzech odmian pszenicy ozimej. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E*, 64, 4, 54–61.
- Daniel, C., Triboï, E. (2000). Effects of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition. *J. Cereal Sci.*, 32, 45–56.
- Domska, D., Wojtkowiak, K., Warechowska, M., Raczkowski, M. (2003). Wpływ nawożenia organiczno-mineralnego na plonowanie jęczmienia jarego i jakość ziarna. Część II. Skład białka i zawartość aminokwasów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 494, 99–104.
- Feledyn-Szewczyk, B. (2009). Porównanie konkurencyjności współczesnych i dawnych odmian pszenicy ozimej w stosunku do chwastów. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 54, 3, 60–67.
- Fotyma, E., Bezdusznik, D. (2000). Valuation of nitrogen nutritional status of winter cereals on the ground of leaf greenness index. *Fragm. Agron.*, 17, 4, 29–45.
- Fuertes-Mendizábal, T., Aizpuruab, A., González-Moroa, M. B., Estavillo, J. M. (2010). Improving wheat breadmaking quality by splitting the N fertilizer rate. *Eur. J. Agron.*, 33, 52–61.
- Kara, B., Mujdeci, M. (2010). Influence of late-season nitrogen application on chlorophyll content and leaf area index in wheat. *Sci. Res. Essays*, 5, 2299–2303.
- Kindred, D. R., Verhoeven, T. M. O., Weightman, R. M., Swanston, J. S., Agu, R. C., Brosnan, J. M., Sylvester-Bradley, R. (2008). Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat. *J. Cereal Sci.*, 48, 46–57.
- Konopka, I., Tańska, M., Pszczółkowska, A., Fordoński, G., Kozirok, W., Olszewski, J. (2007). The effect of water stress on wheat kernel size, color and protein composition. *Pol. J. Nat. Sci.*, 2, 157–171.
- 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.
- Longin, C. F. H., Mühleisen, J., Maurer, H. P., Zhang, H., Gowda, M., Reif, J. C. (2012). Hybrid breeding in autogamous cereals. *Theor. Appl. Genet.*, 125, 1087–1096.
- Oleksy, A., Szmigiel, A., Kołodziejczyk, M. (2008). Wpływ intensywności uprawy na zawartość i plon białka odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol. Agric.*, 7, 1, 47–56.

- Olsen, J., Weiner, J. (2007). The influence of *Triticum aestivum* density, sowing pattern and nitrogen fertilization on leaf area index and its spatial variation. *Basic Appl. Ecol.*, 8, 252–257.
- Panasiewicz, K., Koziara, W., Sulewska, H. (2009). Reakcja pszenicy ozimej *Triticum durum* Desf. odmiany Komnata na gęstość siewu i nawożenie azotem. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.*, 253, 125–134.
- Plessis, A., Ravel, C., Bordes, J., Balfourier, F., Martre, P. (2013). Association study of wheat grain protein composition reveals that gliadin and glutenin composition are trans-regulated by different chromosome regions. *J. Exp. Bot.*, 64, 12, 3627–3644.
- Podolska, G., Sułek, A. (2012). Wpływ intensywności uprawy na plon i cechy struktury plonu odmian pszenicy ozimej. *Pol. J. Agron.*, 11, 41–46.
- Shewry, P. R., Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *J. Exp. Bot.*, 53, 370, 947–958.
- Šramkova, Z., Gregová, E., Šturdík, E. (2009). Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chim. Slov.*, 1, 115–138.
- Sulewska, H., Koziara, W., Panasiewicz, K., Niewiadomska, A. (2011). Reakcja pszenicy ozimej i jęczmienia jarego na nawożenie PRP SOL. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 56, 4, 129–133.
- Whitford, R., Fleury, D., Reif, J. C., Garcia, M., Okada, T., Korzun, V., Langridge, P. (2013). Hybrid breeding in wheat: technologies to improve hybrid wheat seed production. *J. Exp. Bot.*, 64, 18, 5411–5428.
- Wieser, H., Antes, S., Seilmeier, W. (1998). Quantitative determination of gluten protein types in wheat flour by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Cereal Chem.*, 75, 5, 544–650.
- Wojtkowiak, K., Stępień, A., Tańska, M., Konopka, I., Konopka, S. (2013). Impact of nitrogen fertilization on the yield and content of protein fractions in spring triticale grain. *Afr. J. Agric. Res.*, 8, 28, 3778–3783.
- Zhao, Y., Zeng, J., Fernando, R., Reif, J. C. (2013). Genomic prediction of hybrid wheat performance. *Crop Sci.*, 53, 802–810.

EFFECT OF PRODUCTION TECHNOLOGY INTENSITY ON YIELD, CANOPY STRUCTURE AND PROTEIN QUALITY OF POPULATION AND HYBRID WHEAT

Summary. In 2011–2014 a strict field experiment was carried out which aimed at the determination of response of population and hybrid winter wheat cultivars to growing intensity of production technology. It was found that increasing technology intensity resulted in a significant increase in wheat grain yield, which resulted from a higher number of ears and a higher number of grains per ear. The highest yields were obtained from the hybrid cultivar ‘Hybred’, whereas the population cultivar ‘Batuta’ gave significantly the lowest yields. The high input technology resulted in an increase in LAI and SPAD, and among the cultivars, only the hybrid ‘Hymack’ was characterized with worse parameters of canopy structure. Technology intensity did not determine the content of albumins and globulins, causing an increase in protein content and gliadins and glutelins fractions in grain. The total protein of wheat cultivars grain was characterized with the lowest share of albumins and globulins fractions, at the highest level of storage proteins with predominance of gliadins in relation to glutelins.

Key words: population wheat, hybrid wheat, yield, LAI, SPAD, MTA, protein fractions

Buczek, J., Bobrecka-Jamro, D. (2015). Wpływ intensywności technologii produkcji na plonowanie, architekturę łanu oraz jakość białka pszenicy populacyjnej i mieszańcowej. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 4, #50. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.4.50

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Jan Buczek, Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie, ul. Żelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów, Poland, e-mail: janbuczek7@gmail.com

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

28.05.2015

Do cytowania – For citation:

*Buczek, J., Bobrecka-Jamro, D. (2015). Wpływ intensywności technologii produkcji na plonowanie, architekturę łanu oraz jakość białka pszenicy populacyjnej i mieszańcowej. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 4, #50. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.4.50*