

Wpływ intensywności uprawy na produktywność mieszańcowych i populacyjnych odmian pszenicy ozimej

The impact of cultivation intensity for productivity on hybrid and population cultivars of winter wheat

Marta Jańczak-Pieniążek ✉, Jan Buczek, Renata Tobiasz-Salach, Dorota Bobrecka-Jamro

Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych,
Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska, Zakład Produkcji Roślinnej,
ul. Zelwerowicza 4, 35–601 Rzeszów,
✉ e-mail: mjanczak@ur.edu.pl

Ścisłe doświadczenie polowe z pszenicą ozimą zostało przeprowadzone w latach 2016-2019 w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przecławiu. Czynnikiem doświadczenia były: I – technologie uprawy o zróżnicowanym poziomie intensywności (średniointensywna -A1, wysokointensywna – A2), II – odmiany mieszańcowe i populacyjne pszenicy ozimej. Układ warunków pogodowych wywarł znaczący wpływ na większość badanych parametrów, w tym wielkość i jakość plonu pszenicy ozimej. Plon ziarna był wyższy na obiektach z technologią A2 w porównaniu do A1. Największym potencjałem plonotwórczym charakteryzowała się odmiana mieszańcowa Hybery, natomiast najniższym populacyjna odmiana Belissa i mieszańcowa Hyfi. Uprawa pszenicy w technologii wysokointensywnej (A2) sprzyjała uzyskaniu korzystniejszych wskaźników zawartości chlorofilu w liściu flagowym oraz wskaźników technologicznych ziarna (zawartości białka i glutenu oraz gęstości ziarna w stanie zsypanym).

Słowa kluczowe: pszenica ozima, technologia uprawy, odmiany mieszańcowe, odmiany populacyjne

The field experiment with winter wheat was conducted in the years 2016-2019 at the Experimental Station of Cultivar Assessment in Przecław. The experimental factors were: I – cultivation technologies with different intensity levels (medium-intensive A1 and high-intensive A2), II – hybrid cultivars and population cultivars of winter wheat. Arrangement of weather conditions had a significant impact on most of the studied parameters, including the quantity and quality of winter wheat yield. Grain yield was higher where technology A2 was applied, as compared to technology A1. Hybrid cv. Hybery had the highest yield-forming potential, while population cv. Belissa and hybrid cv. Hyfi - the lowest. The cultivation of wheat via technology A2 was conducive to obtaining more favourable chlorophyll content in the flag leaf and better grain technological parameters (protein and gluten content and bulk density).

Key words: winter wheat, cultivation technology, hybrid cultivars, population cultivars

Wstęp

Pszenica zwyczajna ma istotne znaczenie zarówno w Polsce i na świecie ze względu na wysoki potencjał plonowania, właściwości technologiczne i korzystny skład chemiczny ziarna, decydujące o przydatności pszenicy do celów spożywczych. Roślina ta jest najważniejszym zbożem sprzedawanym na rynkach międzynarodowych, natomiast jej ozima forma stanowi około 80% światowej produkcji pszenicy (Franch i in. 2015). Plon i wartość technologiczna ziarna pszenicy uwarunkowana jest genetycznie i zależy od właściwości odmiany. Istotne znaczenie modyfikujące mają również czynniki środowiskowe (temperatura, opady, gleba) oraz technologie uprawy o zmiennej intensywności nawożenia

mineralnego i stosowanych zabiegów ochrony roślin (Horvat i in. 2015). Wzrost intensywności technologii uprawy przy właściwej dawce i aplikacji nawożenia mineralnego, w szczególności azotowego, nie tylko wpływa na wysokość plonu ziarna, lecz również na wzrost jego jakości, w tym ilości białka i glutenu oraz zawartość niektórych makro- i mikroelementów w ziarnie (García-Molina i Barro 2017, Wojtkowiak i in. 2018).

Obecnie zarówno w kraju, jak i za granicą poszukuje się odmian pszenicy odznaczających się stabilnością plonowania niezależnie od niekorzystnych warunków środowiskowych czy nawet agrotechnicznych. Pomimo, że bardziej popularne są pszenica zwyczajna i twarda czy starsze formy jak pszenica orkiszowa i samopsza,

wzrasta w niektórych krajach europejskich (m.in. Francja, Niemcy, Węgry) zainteresowanie uprawą i wykorzystaniem pszenicy mieszańcowej (Whitford i in. 2013). Odmiany pszenic mieszańcowych wyróżniają się wyższym potencjałem rolniczym spowodowanym większą stabilnością plonu oraz produktywnością ziarna i słomy w porównaniu do odmian populacyjnych (Reynolds i in. 1996, Whitford i in. 2013). Szacuje się, że powierzchnia zajmowana przez pszenicę mieszańcową stanowi mniej niż 1,0% całkowitej światowej uprawy pszenicy (Singh i in. 2015). Odmiany pszenicy mieszańcowej dają wyższe plony od 3,5 do 15,0% od odmian populacyjnych. U pszenic mieszańcowych wigor osiągnięty jest w wyniku krzyżowania odpowiednio dobranych linii dających wysoki efekt heterozji oraz cechy oczekiwane w produkcji roślinnej takie jak: szybsze tempo wzrostu i różnicowania się rośliny, większy przyrost biomasy, wyższą odporność na stres, stabilność plonów (Singh i in. 2010, Ogihara i in. 2015) i większą konkurencyjność w stosunku do chwastów (Longin i in. 2012, Buczek i in. 2016). Kluczowym czynnikiem wykorzystywanym w produkcji mieszańców w uprawach samopylnych jest precyzyjna kontrola płodności pyłku (Okada i Whitford 2019). Pszenica mieszańcowa uprawiana jest w Europie na powierzchni wynoszącej ponad 560 tys. ha, w tym głównie we Francji oraz w Niemczech, Węgrzech, Włoszech, Czechach, Słowacji, Rumunii i Portugalii (Gupta i in. 2019). Przykładem kraju spoza Europy w którym uprawia się na szeroką skalę pszenicę mieszańcową są Indie, gdzie cieszy się ona powodzeniem szczególnie wśród rolników posiadających niewielkie gospodarstwa (Matuschke i in. 2007). W Polsce odmiany mieszańcowe pszenicy wchodzi dopiero do uprawy, dowodem czego jest przetestowanie przez COBORU i wpisanie w 2016 roku do krajowego rejestru pierwszej mieszańcowej odmiany Hybery oraz trwające obecnie prace rejestrowe nad kolejnymi odmianami (COBORU 2016). Odmiany mieszańcowe popularyzowane są głównie przez francuski koncern hodowlano-nasienny Saaten-Union Recherche, jednak wysoki koszt produkcji materiału siewnego sprawia, że nie są konkurencyjne pod tym względem z odmianami populacyjnymi (<https://www.saaten-union.pl>).

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu poziomu intensywności technologii uprawy (A1 – średniointensywnej i A2 – wysokointensywnej) na produktywność oraz jakość ziarna mieszańcowych i populacyjnych odmian pszenicy ozimej.

Material i Metody

Doświadczenie polowe z pszenicą ozimą przeprowadzone zostało w trzech sezonach wegetacyjnych 2016/2017, 2017/2018 oraz 2018/2019 w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przecławiu (50°11'N, 21°29'E) koło Mielca, podkarpackie. Doświadczenie prowadzone było w układzie równoważnych podbloków, w czterech powtórzeniach.

Czynnikami doświadczenia były:

- I – technologie uprawy o zróżnicowanym poziomie intensywności: średniointensywna (A1) oraz wysokointensywna (A2).
- II – cztery odmiany pszenicy ozimej należące do odmian chlebowych (B):
 - mieszańcowe: Hybery i Hyfi (hodowca: Saaten Union Recherche SAS),
 - populacyjne: Belissa (hodowca: HR Smolice) i Mulan (hodowca: Saaten-Union Polska).

Doświadczenie założono na madach brunatnych o składzie granulometrycznym pyłu ilastego (w sezonie 2016/2017 i 2018/2019) i o składzie granulometrycznym glin ilastych (w sezonie 2017/2018). Według Working Group WRB (2015) glebę zaliczano do Fluvic Cambisols (*CMfv*). Analizę próbek gleby przeprowadzono w akredytowanym laboratorium Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie, zgodnie z polskimi normami. Właściwości fizyczne i chemiczne gleby przedstawiono w tab. 1. Przedplonem dla pszenicy ozimej był w latach badań rzepak ozimy. Nawożenie mineralne fosforowo-potasowe w dawkach wynoszących odpowiednio 70 kg·ha⁻¹ P₂O₅ i 105 kg·ha⁻¹ K₂O zastosowano jednorazowo jesienią. Przedsięwzięte nawożenie azotowe dla obu technologii wynosiło

Tabela 1

Podstawowe właściwości gleby przed eksperymentem (0-30 cm)

Parametr	Lata		
	2016/2017	2017/2018	2018/2019
	Wartości		
pH w KCl	7.42	6.10	6.00
Próchnica (g·kg ⁻¹)	21.6	20.5	19.8
N _{min} (kg·ha ⁻¹)	60.1	53.4	65.0
	mg·kg ⁻¹		
P ₂ O ₅	204	129	73
K ₂ O	270	180	250
Mg	127	140	229
Fe	2289.0	2523.0	2222.0
Zn	14.2	13.3	12.8
Mn	389.0	251.4	265.1
Cu	6.0	6.2	6.4
B	1.1	1.3	1.5

21 kg·ha⁻¹. Na wiosnę nawożenie azotem w formie saletry amonowej (34%) wykonano po ruszeniu wegetacji w dawce 50 kg·ha⁻¹ (A1) oraz 60 kg·ha⁻¹ (A2). W okresie wegetacji pszenicy w technologii średniointensywnej azot stosowano w dawce 40 kg·ha⁻¹ w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32–33), natomiast w technologii wysokointensywnej w dawce 50 kg·ha⁻¹ w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32–33) oraz w dawce 20 kg·ha⁻¹ w fazie kłoszenia (BBCH 54–56).

Zastosowano (technologia A2) także dwukrotne nawożenie dolistne preparatem Plonvit Z w dawce 1 dm³·ha⁻¹ w fazach BBCH 31 i BBCH 39. Ochrona roślin przeprowadzona została zgodnie z zaleceniami producenta (tab. 2). W każdym roku trwania doświadczenia siew przeprowadzony został w trzeciej dekadzie września. Ilość wysianych ziaren wynosiła dla odmian populacyjnych 400 szt·m⁻², natomiast dla mieszańcowych 220 szt·m⁻². Powierzchnia poletka do siewu wynosiła 19,5 m², natomiast do zbioru 15,0 m².

Pomiary polowe

Pomiary zawartości chlorofilu w liściu flagowym przeprowadzone zostały w godzinach porannych, 3 – krotnie w fazach: strzelania w źdźbło (BBCH 37–39), kłoszenia (BBCH 52–55) oraz dojrzałości mlecznej (BBCH 73–75). Pomiary te wyznaczane zostały w środkowej części blaszki liściowej na w pełni wykształconych liściach aparatem Chlorophyll Content Meter CCM-200plus

Opti-Sciences, Hudson, NH, (USA). Przed zbiorem policzono na 1 m² obsadę kłosów oraz losowo pobrano 20 kłosów do obliczenia liczby ziaren w kłosie. Zbiór pszenicy przeprowadzony został kombajnem poletkowym w fazie dojrzałości pełnej ziarna (BBCH 89–92). Zebrany plon ziarna przeliczono na 1 ha z uwzględnieniem 15% wilgotności.

Badania laboratoryjne

Zawartość białka surowego w ziarnie oznaczona została metodą Kjeldahla (PN-EN ISO 20483), zawartość glutenu mokrego za pomocą systemu Glutomatic 2200 (PN-A-74042). Gęstość ziarna w stanie zsypanym oznaczono za pomocą gęstościomierza wyposażonego w cylinder 1000 ml (PN-EN ISO 7971–3), a masę 1000 ziaren przy 15% wilgotności (PN-68/R-74017).

Analiza statystyczna

Wyniki uzyskane w doświadczeniach polowych i analizach laboratoryjnych opracowano statystycznie, zgodnie z układem doświadczenia. Do analizy statystycznej wyników badań zastosowano metodę analizy wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi określono przy użyciu testu Tukey'a przy poziomie istotności $p \leq 0,05$. Obliczenia wykonano przy pomocy programu statystycznego TIBCO Statistica 13.3.

Warunki meteorologiczne

Warunki pogodowe podano według danych Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przeclawiu (tab. 3). Najwyższą sumę opadów odnotowano w sezonie 2016/2017 (616,8 mm), która była wyższa o 13,1% w porównaniu do sumy opadów wieloletnich. Sezony 2017/2018 i 2018/2019 charakteryzowały się występowaniem wyższych od wartości wieloletnich średnich dobowych temperatur powietrza. W sezonie 2016/2017 średnia dobowa temperatura powietrza wynosiła 6,6°C i była niższa o 9,6% w porównaniu do wielolecia. W badanym okresie najwyższa średnia temperatura powietrza wynosząca 20,8°C wystąpiła w czerwcu 2019 roku i była o 18,5% wyższa w porównaniu do średnich temperatur z wielolecia.

Wyniki i Dyskusja

W przeprowadzonym doświadczeniu wzrost intensywności technologii uprawy spowodował istotne zmniejszenie wysokości roślin o 5,6 cm w wyniku zastosowania regulatora wzrostu (tab. 4). Odmiana mieszańcowa Hybery wykształciła najwyższe rośliny w porównaniu do pozostałych odmian. Borusiewicz i Załuski (2009) także

Tabela 2

Zabiegi ochrony roślin stosowane w pszenicy ozimej

Pestycyd	Rodzaj preparatu (nazwa handlowa, substancja aktywna)	Dawka (dm ³ ·ha ⁻¹)		Termin aplikacji faza BBCH
		A1	A2	
Herbicydy	Maraton 375 SC (pendimetalina +izoproturon)	4,0		23-27
	Huzar Activ 387 OD (jodosulfuron metylosodowy +2,4-D)	1,0		30-32
Insektycydy	Karate Zeon 050 CS (lambda-cyhalotryna)	0,1		55-59
Fungicydy	Soligor 425 EC (protriokonazol +spiroksamina +tebukonazol)	-	1,0	31
	Artea 330 EC (propikonazol +cyprokonazol)	-	0,5	39
Regulator wzrostu	Moddus 250 EC (trineksapak etylu)	-	0,4	29-39

Tabela 3

Warunki pogodowe w badanych sezonach wegetacyjnych

Rok	Miesiąc											Okres
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	IX-VII
Opady (mm)												suma
2016/2017	44,7	91,4	98,1	33,2	13,8	21,0	38,4	78,3	111,9	41,6	44,4	616,8
2017/2018	110,6	79,0	41,8	32,3	18,3	24,7	40,9	15,7	68,8	47,4	108,3	587,8
2018/2019	33,5	50,4	9,6	38,6	38,9	10,7	24,3	62,1	182,0	19,2	45,1	514,4
1956-2015	55,2	41,8	39,8	36,4	34,1	33,5	35,2	49,8	38,1	82,1	99,2	545,2
Temperatura (°C)												średnia
2016/2017	12,9	6,5	2,2	-0,2	-6,9	-1,6	4,9	7,1	12,5	17,4	17,9	6,6
2017/2018	12,5	8,7	3,1	1,9	0,6	-4,8	-2,4	12,2	15,4	16,9	18,5	7,5
2018/2019	13,4	9,1	3,4	0,6	-2,9	1,3	3,2	7,8	12,6	20,8	17,7	7,9
1956-2015	13,1	8,0	3,5	-0,5	-3,2	-1,5	3,3	7,9	13,9	16,9	18,9	7,3

Tabela 4

Cechy morfologiczne roślin pszenicy w zależności od technologii uprawy, odmiany oraz lat badań

Czynnik		Wysokość roślin (cm)	Długość kłosa (cm)	Liczba kłosek w kłosie (szt.)
Technologia	A1	95,9 ^b	9,14 ^a	18,2 ^a
	A2	90,3 ^a	9,61 ^b	18,8 ^b
Odmiana	Belissa	88,7 ^a	9,33 ^b	17,4 ^a
	Mulan	91,7 ^b	9,06 ^a	18,4 ^b
	Hybery	100,8 ^c	9,27 ^b	19,5 ^c
	Hyfi	91,2 ^b	9,85 ^c	18,7 ^b
Rok	2016/2017	95,9 ^b	8,74 ^a	18,0 ^b
	2017/2018	86,8 ^a	8,63 ^a	17,0 ^a
	2018/2019	96,5 ^b	10,76 ^b	20,4 ^c
Średnio		93,1	9,38	18,5
Technologia (T)		*	*	*
Odmiana (C)		*	*	*
Rok (Y)		*	*	*
T x C		*	ni	ni
T x Y		*	ni	ni
C x Y		*	*	*
T x C x Y		ni	ni	ni

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, $p \leq 0.05$,

* średnie różnią się istotnie $p \leq 0.05$, ni – różnice są nieistotne

wykazali wpływ retardanta w pszenicy uprawianej przy wyższym poziomie nawożenia azotowego, który spowodował zmniejszenie wysokości roślin. Wzrastająca intensywność technologii uprawy wpływał na przyrost długości kłosek średnio o 0,47 cm oraz liczby kłosek w kłosie o 0,6 szt. Istotnie najdłuższe kłosa wykształciła odmiana mieszańcowa Hyfi, natomiast najwięcej kłosek w kłosie odmiana mieszańcowa Hybery. W badaniach Franta i Bujaka (2007) długość kłosa zróżnicowana był zarówno w poszczególnych sezonach wegetacyjnych, jak i po zastosowaniu różnych dawek nawożenia azotem.

Wielkość plonu ziarna pszenicy w istotny sposób uzależniona była od intensywności technologii, zastosowanej odmiany oraz roku uprawy (tab. 5). Plon ziarna był istotnie wyższy na obiektach z technologią wysokointensywną w porównaniu do technologii średniointensywnej, a uzyskana zwyżka plonu wyniosła średnio 1,15 t·ha⁻¹. Bleharczyk i in. (2006) potwierdzają, że pszenica ozima należy do grupy roślin silnie reagujących przyrostami plonów na wzrost intensywności uprawy. Spośród badanych odmian pszenicy istotnie najwyższym potencjałem plonotwórczym charakteryzowała się odmiana mieszańcowa Hybery (9,35 t·ha⁻¹),

Tabela 5

Elementy plonowania i plon ziarna w zależności od technologii uprawy, odmiany oraz lat badań

Czynnik		Obsada kłosów (szt. · m ²)	Liczba ziaren w kłosie (szt.)	MTZ (g)	Plon (t · ha ⁻¹)
Technologia	A1	484,7 ^a	39,4 ^a	39,94 ^a	8,37 ^a
	A2	526,8 ^b	43,9 ^b	41,68 ^b	9,52 ^b
Odmiana	Belissa	501,6 ^b	40,8 ^a	40,16 ^a	8,63 ^a
	Mulan	522,5 ^c	41,6 ^a	40,54 ^{ab}	9,05 ^b
	Hybery	544,5 ^d	43,8 ^b	39,71 ^a	9,35 ^c
	Hyfi	454,3 ^a	40,5 ^a	42,83 ^b	8,74 ^a
Rok	2016/2017	558,6 ^c	42,1 ^b	41,00 ^{ab}	9,32 ^b
	2017/2018	493,1 ^b	43,7 ^c	41,94 ^b	9,80 ^c
	2018/2019	465,5 ^a	39,3 ^a	39,49 ^a	7,71 ^a
Średnio		505,7	41,7	40,81	8,94
Technologia (T)		*	*	*	*
Odmiana (C)		*	*	*	*
Rok (Y)		*	*	*	*
T x C		*	*	ni	*
T x Y		*	ni	ni	*
C x Y		*	ni	*	*
T x C x Y		*	ni	ni	ni

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, $p \leq 0.05$,

* średnie różnią się istotnie $p \leq 0.05$, ni – różnice są nieistotne

natomiast najniższym odmiany: mieszańcowa Hyfi (8,74 t·ha⁻¹) i populacyjna Belissa (8,63 t·ha⁻¹). Wraz z intensywnością technologii wzrastała obsada kłosów, liczba i masa ziaren w kłosie oraz masa 1000 ziaren. Również w badaniach Czarnockiego i in. (2009) oraz Podolskiej i Sułek (2012) zastosowanie wyższego poziomu intensywności uprawy skutkowało istotnym wzrostem takich elementów struktury plonu jak liczba kłosów i liczba ziaren z kłosa. Układ warunków pogodowych wywarł znaczący wpływ na większość badanych parametrów, w tym wielkość plonu pszenicy ozimej. W przeprowadzonych badaniach najkorzystniejsze warunki pogodowe panujące w drugim roku badań wpłynęły na uzyskanie najwyższego plonu ziarna w porównaniu do pozostałych lat badań.

Cechy technologiczne ziarna zależały od odmiany, technologii uprawy i lat badań (tab. 6). Uprawa pszenicy w technologii wysokointensywnej wpływała na uzyskanie ziarna o lepszych cechach jakościowych, w szczególności zawartości białka ogólnego i glutenu. Odmiana mieszańcowa Hyfi wyróżniała się istotnie najwyższą zawartością tych parametrów. Zawartość białka ogólnego i glutenu w ziarnie odmiany Hyfi były wyższe odpowiednio o 13,4% i 15,2% w porównaniu do odmiany populacyjnej Mulan. Nowak i in. (2004) oraz Gąsiorowska i Makarewicz (2007) wykazali, że odmiany pszenicy w indywidualny sposób reagują na poziom

nawożenia azotowego, co objawia się zmianami zawartości białka w suchej masie ziarna. Gęstość ziarna w stanie zsympnym charakteryzuje zarówno dorodność, jak i stopień wykształcenia ziarniaków, ich strukturę oraz grubość okrywy, a także decyduje o wartości przemiałowej ziarna (Cacak-Pietrzak i in. 2005). Gęstość ziarna w stanie zsympnym była determinowana technologią produkcji w zakresie od 73,9 (A1) do 76,3 kg·hl⁻¹ (A2). Ziarno odmiany populacyjnej Belissa (74,2 kg·hl⁻¹) cechowała istotnie najniższa gęstość ziarna w stanie zsympnym w porównaniu do pozostałych odmian.

Zawartość chlorofilu w liściu flagowym pszenicy była uzależniona od poziomu technologii i osiągała istotnie większą wartość w przypadku technologii wysokointensywnej (tab. 7). W przeprowadzonym doświadczeniu wystąpiły różnice w zawartości chlorofilu pomiędzy badanymi odmianami. Spośród odmian najlepszy indeks zazielenienia we wszystkich analizowanych fazach wykazywała odmiana mieszańcowa Hybery, natomiast najmniejszą zawartością chlorofilu charakteryzowała się odmiana populacyjna Belissa. Kara i Mujdeci (2010) w swoich badaniach wykazali różnice w zawartości chlorofilu pomiędzy badanymi odmianami pszenicy, co wskazuje że jest to cecha uwarunkowana genetycznie. Kluczowym czynnikiem istotnie wpływającym na wzrost zawartości chlorofilu jest wyższy poziom nawożenia

Tabela 6

Parametry jakościowe ziarna pszenicy w zależności od technologii uprawy, odmiany oraz lat badań

Czynnik		Białko ogólne (g·kg ⁻¹)	Gluten (%)	Gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg·hl ⁻¹)
Technologia	A1	119,9 ^a	24,4 ^a	73,9 ^a
	A2	131,8 ^b	27,5 ^b	76,3 ^b
Odmiana	Belissa	128,7 ^c	26,4 ^c	74,2 ^a
	Mulan	117,3 ^a	23,9 ^a	75,1 ^b
	Hybery	121,9 ^b	25,3 ^b	75,7 ^b
	Hyfi	135,4 ^d	28,2 ^d	75,2 ^b
Rok	2016/2017	116,5 ^a	23,7 ^a	74,7 ^a
	2017/2018	123,7 ^b	25,8 ^b	76,1 ^b
	2018/2019	137,3 ^c	28,3 ^c	74,5 ^a
Średnio		125,8	25,9	75,1
Technologia (T)		*	*	*
Odmiana (C)		*	*	*
Rok (Y)		*	*	*
T x C		ni	ni	*
T x Y		ni	ni	*
C x Y		*	*	*
T x C x Y		*	ni	*

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, $p \leq 0.05$,

* średnie różnią się istotnie $p \leq 0.05$, ni – różnice są nieistotne

Tabela 7

Zawartość chlorofilu w liściu flagowym pszenicy (CCI) w zależności od technologii uprawy, odmiany oraz lat badań

Czynnik		Faza rozwojowa		
		strzelanie w źdźbło (BBCH 37-39)	kłoszenie (BBCH 52-55)	dojrzałość mleczna (BBCH 73-75)
Technologia	A1	33,3 ^a	30,3 ^a	24,3 ^a
	A2	36,4 ^b	33,2 ^b	27,5 ^b
Odmiana	Belissa	31,7 ^a	31,3 ^{ab}	24,1 ^a
	Mulan	35,0 ^b	30,3 ^a	26,5 ^{bc}
	Hybery	37,4 ^c	33,6 ^c	27,4 ^c
	Hyfi	35,3 ^b	32,0 ^b	25,5 ^{ab}
Rok	2016/2017	33,4 ^a	31,8 ^{ab}	24,1 ^a
	2017/2018	35,5 ^b	32,5 ^b	28,0 ^c
	2018/2019	35,6 ^b	31,0 ^a	25,6 ^b
Średnio		34,9	31,8	25,9
Technologia (T)		*	*	*
Odmiana (C)		*	*	*
Rok (Y)		*	*	*
T x C		*	ni	ni
T x Y		*	*	*
C x Y		*	*	ni
T x C x Y		*	ni	ni

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, $p \leq 0.05$,

* średnie różnią się istotnie $p \leq 0.05$, ni – różnice są nieistotne

azotowego w technologii wysokointensywnej. Živčák i in. (2014) w doświadczeniu wazonowym z pszenicą ozimą, w którym zastosowali różne dawki nawożenia azotowego uzyskali większą wartość wskaźnika zieloności liścia w wariancie z najwyższą dawką azotu.

Wnioski

1. Plon ziarna był istotnie wyższy (o 12,1%) na obiektach z technologią wysokointensywną w porównaniu do średniointensywnej. Największym potencjałem plonotwórczym charakteryzowała się odmiana mieszańcowa Hybery a najniższym populacyjna Belissa i mieszańcowa Hyfi.
2. Wraz z intensywnością technologii uprawy wzrastała obsada kłosów, liczba ziaren z kłosa, MTZ, długość kłosa i liczba kłosków w kłosie, a malała wysokość roślin.
3. Technologia wysokointensywna sprzyjała uzyskaniu korzystniejszych wskaźników zawartości chlorofilu w liściu flagowym. Odmianą charakteryzującą się najwyższą wartością tego parametru we wszystkich analizowanych fazach rozwojowych była odmiana mieszańcowa Hybery.
4. Uprawa pszenicy w technologii wysokointensywnej gwarantowała uzyskanie ziarna o lepszych cechach jakościowych: wyższej zawartości białka ogólnego i glutenu oraz gęstości ziarna w stanie zsypanym. Odmiana mieszańcowa Hyfi cechowała się istotnie najwyższą zawartością białka ogólnego i glutenu.

Literatura

- 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 — 28
- Borusiewicz A., Załuski D. 2009. Wpływ nawożenia NPK i antywylegacza na strukturalne elementy plonu płaskurki i pszenicy jarej Nawra. *Pam. Puław.* 151: 21 — 27
- Buczek J., Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2016. Zmiany zachwaszczenia pszenicy ozimej populacyjnej i mieszańcowej w zależności od technologii produkcji i czynników środowiskowych. *Fragm. Agron.* 33 (2): 23 — 34
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Torba J., 2005. Wartość przemiałowa wybranych odmian pszenicy z hodowli „Nasiona Kobierzyc”. *Pam. Puław.* 139: 27 — 38
- COBORU 2016. Lista odmian roślin rolniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce. Słupia Wielka
- Czarnecki Sz., Turska E., Wielogórska G., Garwacka A. 2009. Wpływ technologii uprawy na architekturę łanu trzech odmian pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, Sec. E Agricultura.* 64 (4): 54 — 61
- Franch B., Vermote E. F., Becker-Reshef I., Claverie M., Huang J., Zhang J., Justice C., Sobrino J. A. 2015. Improving the timeliness of winter wheat production forecast in the United States of America, Ukraine and China using MODIS data and NCAR Growing Degree Day information. *Remote Sens. Environ.* 161: 131 — 148
- Frant M., Bujak K. 2007. Wpływ uproszczeń w uprawie roli i poziomu nawożenia mineralnego na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 22 (2): 46 — 51
- García-Molina D.M., Barro F. 2017. Characterization of changes in gluten proteins in low-gliadin transgenic wheat lines in response to application of different nitrogen regimes. *Front. Plant Sci.* 8 (257): 1 — 13
- Gąsiorowska B., Makarewicz A. 2007. Wpływ różnych sposobów nawożenia azotem na jakość ziarna odmian pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 2 (94): 102 — 109
- Gupta P. K., Balyan H. S., Gahlaut V., Saripalli G., Pal B., Basnet B. R., Josh A. K. 2019. Hybrid wheat: past, present and future. *Theor. Appl. Genet.* 132: 2463 — 2483
- Horvat D., Drezner G., Sudar R., Šimić G., Dvojković K., Španić V., Magdić D. 2015. Distribution of wheat protein components under different genetic backgrounds and environments. *Turk J Field Crops.* 20 (2): 150 — 154
<https://www.saaten-union.pl>
- Iuss Working Group WRB., 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Word Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. Word Soil Resources Reports No. 106
- Kara B., Mujdeci M. 2010. Influence of late-season nitrogen application on chlorophyll content and leaf area index in wheat. *Sci. Res. Essays.* 5 (16): 2299 — 2303
- 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
- Matuschke I., Mishra R. R., Qaim M. 2007. Adoption and impact of hybrid wheat in India. *World Dev.* 35 (8): 1422 — 1435
- Nowak W., Zbroszczyk T., Kotowicz L. 2004. Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy. *Pam. Puław.* 135: 199 — 212
- Ogihara Y., Takumi S., Handa H. (ed). 2015. Advances in wheat genetics: From genome to field. Proceedings of the 12th International Wheat Genetics Symposium. Chapter 24. Hybrid breeding in wheat
- Okada Y., Whitford R. 2019. Hybrid wheat and abiotic stress. Rajpal V. R., Sehgal D., Kumar A., Raina S. N. (red.) *Genomics assisted breeding of crops for abiotic stress tolerance, Vol. 2, Sustainable Development and Biodiversity* 21

- Podolska G., Sułek A., 2012. Wpływ intensywności uprawy na plon i cechy struktury plonu odmian pszenicy ozimej. *Polish J Agron.* 11: 41 — 46
- Reynolds M. P., Rajaram S., McNab A. 1996. Increasing yield. Potential in wheat: Breaking the barriers. Chapter 2. Hybrid wheat: Advances and challenges. CIMMYT. Proceedings of a Workshop Held in Ciudad Obregon, Sonora, Mexico
- Singh S. K., Chatrath R., Mishra B. 2010. Perspective of hybrid wheat research: A review. *Indian J. Agric. Sci.* 80 (12): 1013 — 1027
- Singh S. P., Srivastava R., Kumar J. 2015. Male sterility systems in wheat and opportunities for hybrid wheat development. *Acta Physiol. Plant.* 37: 1713
- 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
- Wojtkowiak K., Stępień A., Orzech K. 2018. Wpływ nawożenia azotem na elementy składowe plonów, zawartość makroskładników oraz wskaźniki technologiczne w ziarnie czterech odmian pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*). *Fragm. Agron.* 35 (2): 146 — 155
- Živčák M., Olšovská K., Slamka P., Galambošová J., Rataj V., Shao H. B., Kalaji H. M., Brestič M. 2014b. Measurements of chlorophyll fluorescence in different leaf positions may detect nitrogen deficiency in wheat. *Zemdirbyste.* 101 (4): 437 — 444