



¹ Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa –
Państwowy Instytut Badawczy, ul. Czartoryskich 8, 24-1000 Puławy

² Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej, Instytut Uprawy Nawożenia
i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Czartoryskich 8, 24-1000 Puławy
*e-mail: sulek@iung.pulawy.pl

ALICJA SUŁEK ^{1*}, ADAM HARASIM ²

Plonowanie i efekty ekonomiczne produkcji pszenicy ozimej i jarej w stanowisku po buraku cukrowym

Yield and economic effect of winter and spring wheat production
in the sugar beet stand

Streszczenie. Badania przeprowadzono na polach produkcyjnych w trzech rolniczych zakładach doświadczalnych IUNG-PIB położonych w różnych rejonach kraju w latach 2019–2021. Celem badań było poznanie wpływu terminu siewu na plonowanie i opłacalność produkcji pszenicy ozimej i jarej w stanowisku po buraku cukrowym zbieranym późną jesienią. Oceniono plony ziarna, koszty bezpośrednie i efekty ekonomiczne produkcji pszenicy. Stwierdzono, że poziom plonów ziarna zależał od lokalnych warunków, a koszty i opłacalność produkcji od cen zakupu środków produkcji (nasion, nawozów i środków ochrony roślin) i cen zbytu ziarna pszenicy. Plony ziarna były znacznie zróżnicowane w poszczególnych miejscowościach. Na plonowanie pszenicy wpływały istotnie warunki pogodowe; w warunkach dużych niedoborów wilgoci (opadów) przeciętny poziom plonów był najniższy (ok. 4,5 t·ha⁻¹), a w korzystnych warunkach pogodowych osiągnęto plony najwyższe (ok. 6,5 t·ha⁻¹). W badanych lokalizacjach siew pszenicy jarej wiosną prowadził do obniżki plonów ziarna (o 0,8–1,5 t·ha⁻¹) w porównaniu z osiąganymi w warunkach siewu jesienniego. Na opłacalność produkcji pszenicy wpływał również dobór jej odmiany. W strukturze bezpośrednich kosztów produkcji na ogół przeważały nawozy mineralne, a mniejszy udział miały nasiona i środki ochrony roślin. Wyniki badań wskazują, że ze względu na wielkość plonu ziarna i efekty ekonomiczne produkcji bardziej jest uzasadniona uprawa pszenicy jarej (przewodkowej), wysiewanej późną jesienią niż wiosną.

Słowa kluczowe: pszenica, termin siewu, plon ziarna, warunki pogodowe, efekty ekonomiczne

WSTĘP

Wśród przedplonów zbóż są rośliny późno schodzące z pola, takie jak burak cukrowy i kukurydza uprawiana na ziarno. W przypadku buraka cukrowego jego wartość przedplonowa zależy w dużym stopniu od terminu zbioru. Cukrownie na ogół rozpoczynają kampanie produkcyjne wczesną jesienią we wrześniu, a kończą późną jesienią. W warunkach wczesnego zbioru buraka w tym stanowisku można z powodzeniem wysiewać pszenicę ozimą, natomiast przy zbiorze późnojesiennym sytuacja jest inna, gdyż znacznie ogranicza siew jesienny zbóż. Stanowisko po buraku dla zbóż jest dość problematyczne, bowiem wiosną występują coraz częściej okresy suszy spowodowane niedoborem opadów, co czyni uprawę zbóż jarych dość zawodną. W praktyce coraz częściej po buraku cukrowym jesienią wysiewa się przewodkową formę pszenicy jarej [Listowski 1963, Grocholski i in. 2007, Kardasz i in. 2010, Wyzińska 2013, Grabiński i Wyzińska 2014, *Przewódki...* 2020].

W pierwszej dekadzie XXI w. przeprowadzono w Polsce badania, których celem było określenie plenności odmian zbóż jarych, szczególnie w warunkach późnojesiennego siewu. Wyniki badań wskazują, że siew pszenicy jarej późną jesienią jest mniej zawodny niż wykonany wiosną [Rudnicki i in. 1999, Grocholski i in. 2007, Kurowski i Bruderek 2009, Kardasz i in. 2010, Wyzińska 2017, Wyzińska i Grabiński 2018]. Stwierdzono, że plony ziarna pszenicy jarej z siewu wiosennego są często istotnie niższe od osiągniętych w warunkach siewu późnojesiennego. Niskie plony ziarna z siewu wiosennego często są spowodowane gorszymi warunkami atmosferycznymi, szczególnie bardzo małą ilością opadów w okresie siewu i wschodów pszenicy [Sułek i in. 2017]. Siew pszenicy jarej w terminie jesiennym ma wiele zalet, bowiem powoduje wydłużenie okresu wegetacji (w tym faz krzewienia i strzelania w źdźbło) oraz zwiększenie odporności roślin na suszę wiosenną [Rudnicki i in. 1999, Grocholski i in. 2007, Kurowski i Bruderek 2009, Kardasz i in. 2010].

Oprócz efektów produkcyjnych, wyrażanych wielkością plonu ziarna, ważnym elementem jest ocena ekonomiczna produkcji pszenicy w stanowisku po buraku cukrowym. Jednak ten aspekt oceny jest mało rozpoznany. W produkcji roślinnej ważne jest nie tylko osiągnięcie wysokich plonów, ale też uzyskiwanie zadowalających wyników ekonomicznych. Według Krasowicza [2009] ocena ekonomiczna umożliwi i ułatwi wybór rozwiązań oferowanych przez naukę praktyce rolniczej, a także odgrywa ważną rolę w podejmowaniu decyzji związanych m. in. z wyborem określonego wariantu technologii produkcji w gospodarstwie rolnym. Badania wskazują, że w gospodarstwach prowadzonych na wyższym od przeciętnego poziomie, większy wpływ na efekty ekonomiczne produkcji roślinnej może mieć czynnik cenowy (ceny zakupu środków produkcji, ceny zbytu ziemiopłodów) niż technologia produkcji [Harasim i Krasowicz 1996].

Celem pracy było poznanie wpływu terminu siewu na plonowanie i efekty ekonomiczne produkcji pszenicy ozimej i jarej w stanowisku po buraku cukrowym zbieranym późną jesienią.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe, zwane łanowym [Rudnicki 1991], przeprowadzono w trzech Rolniczych Zakładach Doświadczalnych IUNG-PIB, w latach 2019–2021. Doświadcze-

nie było zakładane w różnych rejonach kraju, w Borusowej (woj. małopolskie), Werbkowicach (woj. lubelskie) i Wielichowie (woj. wielkopolskie) na glebach kompleksu pszennego dobrego. Duże powierzchnie poletek wynoszące 650 m² umożliwiły używanie maszyn i narzędzi (agregat uprawowy, siewnik, opryskiwacz, kombajn zbożowy) stosowanych w warunkach produkcyjnych.

Doświadczenie założono metodą bloków losowanych jako bezpowtórzeniowe. Obiektami badanymi były technologie produkcji pszenicy ozimej i jarej stosowane po buraku cukrowym uprawianym na oborniku, zróżnicowane pod względem doboru odmian pszenicy i terminu ich siewu (tab. 1). W badaniach uwzględniono jakościowe odmiany pszenicy. Zastosowano dwa terminy siewu – późnojesienny (3 dekada października, obiekty A-D) i wiosenny (1 dekada kwietnia, obiekty E i F). Przed siewem pszenicy stosowano fosfor i potas w dawkach zależnych od zasobności gleby w te składniki (tab. 2). Jedynie w Werbkowicach, z uwagi na wysoki poziom ich zawartości w glebie, nie nawożono fosforem i potasem. Azot na wszystkich obiektach stosowano w dawce 120 kg N·ha⁻¹, z podziałem na trzy części: I część w ilości 60 kg N·ha⁻¹ na wiosnę, II część w ilości 40 kg N·ha⁻¹ w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32) i III w ilości 20 kg N·ha⁻¹ w fazie początku kłoszenia pszenicy (BBCH 52). Pszenicę ozimą wysiano w ilości 450 ziaren·m⁻², a jara 500 ziaren·m⁻². W zakresie ochrony roślin stosowano herbicydy i fungicydy zgodnie z występującymi potrzebami i zaleceniami Instytutu Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu.

Ocenę ekonomiczną produkcji przeprowadzono zgodnie z metodyką IERiGŻ-PIB, z uwzględnieniem nadwyżki bezpośredniej [Augustyńska 2018, Skarzyńska i Abramczuk 2018]. Ponadto obliczono wskaźnik opłacalności bezpośredniej. Nadwyżka bezpośrednia jest różnicą między wartością towarową plonu ziarna, a kosztami bezpośrednimi produkcji. Do kosztów bezpośrednich zaliczono wartość zużytych materiałów, tj. nasion, nawozów mineralnych i środków ochrony roślin. Wskaźnik opłacalności bezpośredniej

Tabela 1. Charakterystyka obiektów doświadczalnych
Table 1. Characteristics of experimental objects

Symbol obiektu/ Object symbol	Obiekt/Objects			
	termin siewu sowing date	forma form	odmiana cultivar	klasa jakości ziarna grain quality class
a	3. dekada października 3rd decade October	pszenica ozima winter wheat	Formacja	A-jakościowa/A-quality (2017)*
b	3. dekada października 3rd decade October	pszenica ozima winter wheat	Medalistka	B-jakościowa chlebowa/ B-quality bread (2016)*
c	3. dekada października 3rd decade October	pszenica jara spring wheat	Arabella	A-jakościowa/A-quality (2011)*
d	3. dekada października 3rd decade October	pszenica jara spring wheat	Harenda	B-jakościowa chlebowa/ B-quality bread (2014)*
e	1. dekada kwietnia/1st decade of April	pszenica jara spring wheat	Arabella	A-jakościowa/quality (2011)*
f	1. dekada kwietnia/1st decade of April	pszenica jara spring wheat	Harenda	B-jakościowa chlebowa/ B-quality bread (2014)*

* Rok wpisu do krajowego rejestru odmian./ Year of entry in the national variety register.

Tabela 2. Nawożenie mineralne i ilości wysiewu ziarna pszenicy (średnio z lat 2019–2021)
 Table 2. Mineral fertilization and amounts of wheat grain sowing (average for 2019–2021)

Miejscowość Localities	Nawożenie Fertilization (kg·ha ⁻¹)			Wysiew ziarna pszenicy Sowing wheat grain (szt·m ⁻² / pcs·m ⁻²)	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ozimej/winter	jarei/spring
Borusowa	120	80	98	450	500
Werbkowice	120	–	–	450	500
Wielichowo	120	32	125	450	500

wyraża relację wartości produkcji do poniesionych kosztów bezpośrednich. Opracowanie wykonano dla każdej miejscowości (wyniki średnie z lat badań), według cen z 2021 r. W obliczeniach uwzględniono przeciętne ceny zbytu ziarna pszenicy w notowaniach krajowych oraz ceny faktycznego zakupu i zużycia materiałów, ponoszone w poszczególnych obiektach doświadczalnych.

Ocenę warunków pogodowych przeprowadzono na podstawie podstawowych elementów meteorologicznych i wskaźników wyrażających relacje dwóch elementów składowych (tab. 3). W tej ocenie uwzględniono:

- średnią dobową temperaturę powietrza (°C),
- sumę opadów (mm),
- wskaźnik klimatyczny bilansu wodnego (mm),
- wskaźnik hydrotermiczny Sielianinowa (wartość niemianowana).

Klimatyczny bilans wodny (KBW) jest uznawany za jeden z bardziej powszechnych wskaźników oceny niedoboru lub nadmiaru wody dla danego okresu [Doroszewski i in. 2014, Wierzbicka 2014]. KBW stanowi różnicę pomiędzy opadem atmosferycznym a transpiracją potencjalną. Wskaźnik hydrotermiczny Sielianinowa (k), który charakteryzuje warunki opadowo-termiczne, obliczono według wzoru [Bac i in. 1993]:

$$K = \sum P \cdot 10 / \sum t$$

gdzie:

P – suma opadów (mm),

t – średnia dobową temperatura powietrza (°C).

Wskaźnik hydrotermiczny umożliwia wyodrębnienie zarówno warunków ekstremalnie suchych, jak i ekstremalnie wilgotnych, na podstawie następujących klas wartości: skrajnie suchy $\leq 0,4$; bardzo suchy $0,4 < k \leq 0,7$; suchy $0,7 < k \leq 1,0$; dość suchy $1,0 < k \leq 1,3$; optymalny $1,3 < k \leq 1,6$; dość wilgotny $1,6 < k \leq 2,0$; wilgotny $2,0 < k \leq 2,5$; bardzo wilgotny $2,5 < k \leq 3,0$ i skrajnie wilgotny $k > 3,0$ [Skowera i Puła 2004].

Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia badań oceniono na podstawie czterech elementów: średniej dobowej temperatury powietrza, sumy opadów, klimatycznego bilansu wodnego i wskaźnika hydrotermicznego Sielianinowa (tab. 3).

Lata badań różniły się pod względem termicznym. We wszystkich miejscowościach w kwietniu 2021 r. notowano najniższą temperaturę powietrza (ok. 6°C), natomiast najwyższą (ponad 200°C) w czerwcu 2019 i w lipcu 2021 r. Przeciętnie okres wegetacji

Tabela 3. Warunki agrometeorologiczne w okresie wegetacji w rejonach położenia obiektów doświadczalnych

Table 3. Agrometeorological conditions during the growing season in the areas where the experimental objects are located

RZD*	Lata Year	Okres wegetacji/The growing season				
		IV	V	VI	VII	IV–VII
I. Średnia dobowa temperatura powietrza/Average daily air temperature (°C)						
Borusowa	2019	10,1	12,8	21,9	19,6	16,1
	2020	8,8	11,4	18,2	19,1	14,4
	2021	6,7	12,6	19,1	21,6	15,0
Średnio/Average 1981–2010		8,3	14,0	16,7	14,5	15,1
Werbkowice	2019	9,9	13,4	20,9	18,4	15,7
	2020	8,4	11,4	18,7	18,5	14,3
	2021	6,0	12,7	19,5	22,1	15,1
Średnio/Average 1981–2010		8,1	12,5	19,7	19,7	15,0
Wielichowo	2019	10,1	11,5	22,3	18,9	15,7
	2020	8,3	11,2	17,9	18,5	14,0
	2021	5,7	11,5	19,2	20,1	14,1
Średnio/Average 1981–2010		39,0	64,0	81,0	84,0	27,1
II. Suma opadów/Total rainfall (mm)						
Borusowa	2019	60,9	186,9	3,4	16,2	267,4
	2020	14,1	96,0	103,3	38,6	252,0
	2021	44,6	71,1	60,7	134,5	310,9
Średnio/Average 1981–2010		39,0	64,0	81,0	84,0	27,1
Werbkowice	2019	33,8	96,5	53,2	30,0	213,5
	2020	6,2	98,1	165,7	71,1	341,1
	2021	36,1	53,9	64,3	37,1	191,4
Średnio/Average 1981–2010		42,0	59,0	81,0	84,0	267
Wielichowo	2019	9,5	56,0	4,6	57,4	127,5
	2020	3,4	53,9	47,2	40,6	145,1
	2021	26,6	74,2	52,9	89,3	243,0
Średnio/Average 1981–2010		32,0	46,0	56,0	75,0	209
III. Klimatyczny bilans wodny/Climatic water balance (mm)						
Borusowa	2019	-14	99	-154	-108	-177
	2020	-86	7	-9	-89	-177
	2021	-22	-24	-67	3	-110
Werbkowice	2019	-57	1	-107	-94	-257
	2020	-95	2	48	-57	-102
	2021	-34	-50	-54	-114	-252
Wielichowo	2019	-84	-49	-172	-63	-368
	2020	-98	-53	-74	-89	-314
	2021	-37	-21	-59	-33	-150
IV. Wskaźnik hydrotermiczny Sielianinowa/Hydrothermic index						
Borusowa	2019	2,01	4,71	0,05	0,27	1,36
	2020	0,53	2,72	1,89	0,48	1,43
	2021	2,22	1,88	1,06	2,01	1,64
Werbkowice	2019	1,14	2,40	0,85	0,53	1,12
	2020	0,25	2,87	2,95	1,24	1,96
	2021	2,01	1,41	1,10	0,54	1,04
Wielichowo	2019	0,31	0,16	0,07	0,98	0,67
	2020	0,14	1,60	0,88	0,71	0,85
	2021	1,56	2,08	0,92	1,43	1,32

* RZD – Rolniczy Zakład Doświadczalny/Agricultural Experimental Station.

w 2020 r. był najchłodniejszy (ok. 14°C). Rozkład opadów w latach i miejscowościach był nierównomierny. Kwiecień 2020 r. i czerwiec 2019 r. w Borusowej i Wielichowie należy ocenić jako dość suchy. Obfite opady (powyżej 100 mm) wystąpiły w Borusowej w maju 2019, czerwcu 2020 i w lipcu 2021 r., a także w Werbkowicach w czerwcu 2020 r. (tab. 3). Okres wegetacji (IV–VII) wyróżniał się wyższym poziomem opadów w Borusowej i Wielichowie w 2021 r., a w 2020 r. również w Werbkowicach. W Wielichowie lata 2019 i 2020 należy uznać jako dość suche. Duży niedobór opadów wystąpił w czerwcu 2019 r. w Borusowej i Wielichowie. Natomiast dodatni klimatyczny bilans wodny (KBW) notowano w maju 2019 i 2020 r. w Borusowej i Werbkowicach oraz w czerwcu 2020 r. i w lipcu 2021 r. w Borusowej (tab. 3). W okresie wegetacji najbardziej ujemnym bilansem wodnym cechował się czerwiec w 2019 r. w Wielichowie. Na podstawie wskaźnika hydrotermicznego okresy wegetacji w latach 2019 i 2020 w Borusowej i 2021 w Wielichowie można ocenić jako dość optymalne. Najbardziej niekorzystne warunki – bardzo suche i suche wystąpiły w latach 2019 i 2021 w Werbkowicach. Wymagania wodne roślin pszenicy wynoszą 270–300 mm. Na glebach lekkich rośliny potrzebują o 15–60 mm więcej opadów atmosferycznych, a na ciężkich o 20–40 mm mniej niż na glebach średnich [Ostrowski i in. 2008]. Dane literaturowe [Podolska i Hołubowicz-Kliza 2006, Panasiewicz i Koziara 2007] wskazują, że zapotrzebowanie dobowe roślin pszenicy na wodę waha się od 1 do 4 mm w fazach krytycznych. Obejmuje on okres od fazy strzelania w źdźbło do kłoszenia oraz kwitnienia i formowania ziarniaka.

W syntetycznym ujęciu, na podstawie wartości poszczególnych elementów meteorologicznych przedstawionych w tabeli 3, można okres wegetacji (IV–VII) w poszczególnych miejscowościach ocenić jako:

- Borusowa – w latach 2019 i 2020 optymalny, a w 2021 r. dość wilgotny;
- Werbkowice – w latach 2019 i 2021 dość suchy, a w 2020 r. wilgotny;
- Wielichowo – w 2019 r. bardzo suchy, 2020 – suchy i 2021 – optymalny.

Należy dodać, że rejon z miejscowościami, w których prowadzono badania różni się znacznie częstotliwością występowania susz rolniczych. Sporadycznie susze notowano w rejonach prowadzenia badań w Borusowej i Werbkowicach, natomiast rejon Wielichowa cechuje się dość dużą częstotliwością występowania susz rolniczych [Doroszewski i in. 2014].

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a różnice między średnimi oceniono testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Do obliczeń statystycznych wykorzystano pakiet obliczeniowy ANAWAR–5.3.FR.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon ziarna

Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie plonów ziarna w zależności od lat badań, miejscowości i technologii produkcji pszenicy (tab. 4). Wystąpiło również istotne współdziałanie między latami badań i miejscowościami. Spośród lat badań najniższą wydajność pszenicy stwierdzono w 2019 roku (4,46 t·ha⁻¹), a w latach 2020 i 2021 nastąpił progres plonów wynoszący przeciętnie 1 t·ha⁻¹ rocznie. Na takie plonowanie pszenicy wpływ wywierały warunki pogodowe, korzystniejsze w Borusowej (zbliżone do optymalnych) niż w Werbkowicach (dość suche) i w Wielichowie (bardzo suche) – tabela 3.

W Borusowej osiągnęto najwyższe plony ziarna (średnio $5,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a istotnie niższe (ok. $1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) w Wielichowie. Plonowanie pszenicy w Werbkowicach było na pośrednim poziomie w relacji do wydajności osiągniętej w Borusowej i Wielichowie. Dużą wydajnością cechowała się uprawa pszenicy w Borusowej w 2019 r. oraz w 2021 r. w Werbkowicach i Wielichowie (ok. $6,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Natomiast najniższy poziom plonów stwierdzono w Werbkowicach i Wielichowie w 2019 r.; różnica w plonach wynosiła aż $3,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowiło 50% największej wydajności.

Pośród porównywanych technologii produkcji pszenicy (a–f) przeciętnie najwyższy plon ($6,16 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) wydała pszenica ozima odmiany Formacja (a), natomiast pszenica ozima odmiany Medalistka (b) oraz pszenica jara odmian Arabella i Harenda (c, d) w warunkach siewu późnojesiennego plonowały na nieco niższym poziomie (ok. $5,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Pszenica jara wysiana na wiosnę wydała plony ziarna o ponad $1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ niższe od osiągniętych w warunkach siewu późnojesiennego (tab. 4). Przeciętnie pszenica jara (e, f) z siewu wiosennego plonowała na niższym poziomie od wysiewanej jesienią; w Borusowej różnica wynosiła ok. $0,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, w Werbkowicach – $1,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w Wielichowie – $1,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Należy stwierdzić, że na wielkość różnic w plonach ziarna miały istotny wpływ warunki pogodowe, szczególnie w 2019 r. w Wielichowie (tab. 3). Obydwie odmiany pszenicy jarej w Borusowej w warunkach wysiewu późną jesienią plonowały na podobnym poziomie, a w Wielichowie większą wydajnością cechowała się pszenica jara odmiany Harenda (d). O dużym znaczeniu zmiennych w latach warunków pogody w kształtowaniu efektów produkcyjnych jesiennych siewów zbóż jarych świadczą również wyniki badań Kardasza i in. [2010]. Stwierdzono, że plon ziarna pszenicy jarej odmiany Cytra był w jednym roku wyższy aż o 71,6%, a w drugim o 51% od osiągniętego z siewu wiosennego.

Na plon ziarna pszenicy jarej znaczący wpływ miało lepsze rozkrzewienie się roślin w warunkach siewu późnojesiennego niż wiosennego. Stąd też w każdej lokalizacji najmniejszą obsadę kłosów na jednostce powierzchni charakteryzowały się objekty z pszenicą jarą wysianą wiosną (tab. 5). O efekcie jesiennego siewu zbóż jarych w dużym stopniu decyduje dobór odmiany [Weber i Kaus 2007, Kardasz i in. 2010, Wyzńska 2017]. Wyższy poziom plonowania odmian przewodkowych pszenicy jarej w warunkach siewu jesiennego wynika z większego rozkrzewienia produkcyjnego, czego skutkiem jest większa liczba kłosów na jednostce powierzchni. Kardasz i in. [2010] stwierdzili, że pszenica jara odmiany Cytra przy wysiewie jesiennym w stosunku do siewu wiosennego wykształciła aż o 69% więcej kłosów. Wiele badań również wskazuje, że termin jesienny korzystnie wpływa na masę 1000 ziaren [Mazurek i Sułek 2000, Grocholski i in. 2007, Ačko i Šantavec 2014, Wenda-Piesik i Wasilewski 2015, Wyzńska 2017].

Oplacalność bezpośrednia produkcji

W tabelach 6–8 przedstawiono wartość, koszty bezpośrednie i opłacalność bezpośrednią produkcji pszenicy w poszczególnych lokalizacjach. W ocenie ekonomicznej uwzględniono przeciętne plony ziarna w latach 2019–2021. W warunkach Borusowej najwyższe plony ziarna i zarazem największą wartość produkcji osiągnięto na obiekcie z pszenicą ozimą (a), a najniższą wartość przyjmowały wskaźniki w uprawie pszenicy jarej z siewu wiosennego (e, f) – tabela 6. Koszty bezpośrednie produkcji były zróżnicowane w zakresie nasion, a koszty nawozów mineralnych i środków ochrony roślin były jednakowe na wszystkich obiektach doświadczenia. Koszty nasion pszenicy jarej były zdecydowanie (2–3-krotnie) wyższe niż pszenicy ozimej. Szczególnie wysoki koszt zakupu cechował

Tabela 4. Plony ziarna pszenicy
Table 4. Yields of wheat grain (t·ha⁻¹)

Lata Year (L)	Symbol obiektu Object's symbol* (O)	C. Miejscowości/Localities (M)			
		Borusowa	Werbkowice	Wielichowo	Średnia Mean
2019	a	7,34	4,24	4,67	5,42
	b	7,19	3,11	4,50	4,93
	c	6,87	2,63	4,23	4,58
	d	6,56	3,40	4,33	4,76
	e	6,25	3,12	1,43	3,60
	f	6,00	3,39	1,00	3,46
Średnia/Mean		6,70	3,32	3,36	4,46
2020	a	5,62	5,93	6,67	6,07
	b	4,53	5,00	6,17	5,23
	c	5,47	7,50	3,33	5,43
	d	5,94	7,00	5,17	6,04
	e	4,22	5,30	3,00	4,17
	f	4,69	4,62	4,17	4,49
Średnia/Mean		5,08	5,89	4,75	5,24
2021	a	6,48	7,10	7,37	6,98
	b	5,94	7,20	7,67	6,94
	c	6,09	7,40	6,60	6,70
	d	5,90	7,20	6,70	6,60
	e	5,63	5,90	5,83	5,79
	f	5,47	5,70	6,10	5,76
Średnia/Mean		5,92	6,75	6,71	6,46
Średnia/Mean	a	6,48	5,76	6,24	6,16
	b	5,89	5,10	6,11	5,70
	c	6,14	5,84	4,72	5,57
	d	6,14	5,87	5,40	5,80
	e	5,37	4,77	3,42	4,52
	f	5,39	4,57	3,76	4,57
Średnia/Mean		5,90	5,32	4,94	5,39

NIR_{0,05}/LSD_{0,05}:
L = 0,654; O = 1,149; M = 0,654; L × O = r.n.; O × M = r.n.; M × O = 1,133; L × M = 1,133; M × O = r.n.; O × M = r.n.

r.n. – różnica nieistotna/ non significant difference

* Oznaczenia symboli obiektów zostały opisane w tabeli 1./ Object's symbols are described in table 1.

nasiona pszenicy jarej Arabella (c, f). Najkorzystniejsze wartości nadwyżki bezpośredniej i opłacalności bezpośredniej produkcji osiągnęto w warunkach uprawy pszenicy ozimej (a). W przypadku uprawy pszenicy jarej wysianej wiosną (e, f) wymienione wskaźniki przyjmowały mniej korzystne wartości. W zależności od miejscowości wystąpiły różnice (średnio dla dwóch odmian pszenicy) w opłacalności produkcji na korzyść siewu jesienno, które wynosiły w Borusowej 35%, w Werbkowicach 86% i w Wielichowie 67%. Produkcja ziarna pszenicy jarej wysianej późną jesienią cechowała się większą nadwyżką bezpośrednią i zarazem korzystniejszym wskaźnikiem opłacalności niż uprawiana w wiosennym terminie siewu.

W warunkach Werbkowic pszenica jara wysiana jesienią (c, d) plonowała na nieco niższym poziomie niż pszenica ozima (tab. 6). Relacje wartości produkcji (plon ziarna × cena zbytu) kształtowały się analogicznie jak plony ziarna. Siew pszenicy jarej wiosną (e, f) skutkował mniejszą ok. 1,2 t·ha⁻¹ wydajnością ziarna w porównaniu z osiąganą z siewu jesiennego. Wyższe koszty nasion, podobnie jak w przypadku Borusowej, wynikały z wyższych cen zakupu nasion pszenicy jarej szczególnie w odniesieniu do obiektów z odmianą Arabella (c, e). Koszty nawozów mineralnych (właściwie tylko azotu) były dość niskie, gdyż nie stosowano fosforu i potasu w warunkach wysokiej zasobności gleby w te składniki mineralne. W zakresie nadwyżki bezpośredniej najkorzystniej kształtował

Tabela 5. Cechy roślin pszenicy (średnia z lat 2019–2012)
Table 5. Characteristics of wheat plants (average from 2019–2021)

Obiekty* Objects	Odmiana pszenicy Cultivars of wheat	Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering			Liczba kłosów (szt.·m ⁻²) Number of ears (pcs.·m ⁻²)			Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains		
		Bor.**	Werb.	Wiel.	Bor.	Werb.	Wiel.	Bor.	Werb.	Wiel.
a	Formacja	2,11	3,48	2,07	600	641	549	39,6	47,8	31,9
b	Medalistka	1,83	2,86	2,18	584	536	513	44,4	46,8	40,5
c	Arabella	2,02	2,49	1,12	597	633	415	39,4	40,8	32,6
d	Harenda	2,14	2,67	1,84	631	599	454	40,7	40,5	39,0
e	Arabella	2,41	1,61	1,58	577	508	402	36,7	40,0	30,1
f	Harenda	1,86	2,56	1,56	590	538	404	37,5	39,5	33,9
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		0,11	0,12	0,11	37,5	r.n.	18,2	1,21	1,07	2,70

* Oznaczenia symboli obiektów zostały opisane w tabeli 1./Object's symbols are described in table 1.

** Miejscowości/Localities: Bor. – Borusowa, Werb. – Werbkowice, Wiel. – Wielichowo.

Tabela 6. Wartość, koszty bezpośrednie i opłacalność produkcji pszenicy w Borusowej
Table 6. Value, direct costs and profitability of wheat production in Borusowa

Wyszczególnienie/Specification	Obiekty/Objects*					
	a	b	c	d	e	f
Plon ziarna/Yield of grain (t·ha ⁻¹)	6,48	5,89	6,14	6,15	5,37	5,39
Ceny zbytu ziarna/Selling prices of grain (PLN·t ⁻¹)	850	850	850	850	850	850
Wartość produkcji/The value of production (PLN·ha ⁻¹)	5508	5007	5219	5228	4565	4582
Koszty bezpośrednie/Direct costs (PLN·ha ⁻¹), w tym:	1510	1555	2000	1749	2000	1749
– nasiona/seeds	247	292	737	486	737	486
– nawozy mineralne/mineral fertilizers	862	862	862	862	862	862
– środki ochrony roślin/plant protection agents	401	401	401	401	401	401
Nadwyżka bezpośrednia/Direct surplus (PLN·ha ⁻¹)	3998	3452	3219	3479	2567	2833
Wskaźnik opłacalności bezpośredniej/Indicator of direct profitability (%)	365	322	261	299	228	262

* Oznaczenia symboli obiektów zostały opisane w tabeli 1./Object's symbols are described in table 1.

Tabela 7. Wartość, koszty bezpośrednie i opłacalność produkcji pszenicy w Werbkowicach
Table 7. Value, direct costs and profitability of wheat production in Werbkowice

Wyszczególnienie/Specification	Obiekty/Objects*					
	a	b	c	d	e	b
Plon ziarna/Yield of grain ($t \cdot ha^{-1}$)	5,76	5,10	5,84	5,87	4,77	4,57
Ceny zbytu ziarna/Selling prices of grain ($PLN \cdot t^{-1}$)	850	850	850	850	850	850
Wartość produkcji/The value of production ($PLN \cdot ha^{-1}$)	4896	4335	4964	4989	4054	3884
Koszty bezpośrednie/Direct costs ($PLN \cdot ha^{-1}$), w tym:	836	881	1326	1075	1326	1075
– nasiona/seeds	247	292	737	486	737	486
– nawozy mineralne/mineral fertilizers	135	135	135	135	135	135
– środki ochrony roślin/plant protection agents	454	454	454	454	454	454
Nadwyżka bezpośrednia/Direct surplus ($PLN \cdot ha^{-1}$)	4060	3454	3638	3914	2728	2809
Wskaźnik opłacalności bezpośredniej/Indicator of direct profitability (%)	586	492	374	464	306	361

* Oznaczenia symboli obiektów zostały opisane w tabeli 1./Object's symbols are described in table 1.

Tabela 8. Wartość, koszty bezpośrednie i opłacalność produkcji pszenicy w Wielichowo
Table 8. Value, direct costs and profitability of wheat production in Wielichowo

Wyszczególnienie/Specification	Obiekty/Objects*					
	a	b	c	d	e	f
Plon ziarna/Yield of grain ($t \cdot ha^{-1}$)	6,24	6,11	4,72	5,40	3,42	3,76
Ceny zbytu ziarna/Selling prices of grain ($PLN \cdot t^{-1}$)	850	850	850	850	850	850
Wartość produkcji/The value of production ($PLN \cdot ha^{-1}$)	5304	5193	4012	4590	2907	3196
Koszty bezpośrednie/Direct costs ($PLN \cdot ha^{-1}$), w tym:	1270	1315	1760	1509	1672	1421
– nasiona/seeds	247	292	737	486	737	486
– nawozy mineralne/mineral fertilizers	602	602	602	602	602	602
– środki ochrony roślin/plant protection agents	421	421	421	421	333	333
Nadwyżka bezpośrednia/Direct surplus ($PLN \cdot ha^{-1}$)	4034	3878	2252	3081	1235	1775
Wskaźnik opłacalności bezpośredniej/Indicator of direct profitability (%)	418	395	228	304	174	225

* Oznaczenia symboli obiektów zostały opisane w tabeli 1./Object's symbols are described in table 1.

się ten wskaźnik na obiektach z pszenicą ozimą odmiany Formacja (a) i pszenicą jarą odmiany Harenda wysianą jesienią (d). Pod względem opłacalności bezpośredniej wyróżniała się pszenica wysiana na obiekcie a, najniższa wartość tego wskaźnika była osiągnięta na obiekcie e z pszenicą jarą odmiany Arabella wysianą wiosną. Wyższa opłacalność produkcji pszenicy w warunkach Werbkowic niż Borusowej wynikała głównie z niskich kosztów nawożenia mineralnego (tab. 7).

W warunkach Wielichowa pszenica ozima (obiekty a, b) plonowała zdecydowanie wyżej od pszenicy jarej zarówno wysianej późną jesienią (c, d), jak i wiosną (e, f) – tabela 8. Wiosenny siew powodował obniżkę jej plonu o ok. $1,5 t \cdot ha^{-1}$ w porównaniu z osiąganym

z siewu jesiennego. Wartość produkcji kształtowała się analogicznie do wielkości plonu ziarna. Natomiast koszty bezpośrednie były zależne głównie od cen zakupu nasion i nawożenia azotem pszenicy ozimej. Pod względem wartości nadwyżki bezpośredniej najkorzystniej wypadła uprawa pszenicy ozimej odmiany Formacja (a), a relatywnie mniejszą wartość stwierdzono na obiekcie e z pszenicą jarą odmiany Arabella (tab. 8). Spośród porównywanych obiektów największą opłacalnością produkcji cechowała się uprawa pszenicy ozimej odmiany Formacja (a). Opłacalność uprawy formy jarej w warunkach Wielichowa, w porównaniu z wynikami osiągniętymi w Borusowej i w Werbkowicach, była najniższa (tab. 6–8).

Najkorzystniejsze wskaźniki produkcji pszenicy jarej z siewu późnojesiennego osiągnęto tylko w Werbkowicach, gdzie jej plony były nawet wyższe od uzyskiwanych z pszenicy ozimej (tab. 7). We wszystkich lokalizacjach siew pszenicy jarej późną jesienią był korzystniejszy pod względem plonowania od tradycyjnego siewu wiosennego (tab. 5–7). Przyrost plonu ziarna wynosił 0,8–1,5 t·ha⁻¹.

Wyniki badań własnych (tab. 6–8) i dane z piśmiennictwa [Augustyńska-Grzymek 2015, Augustyńska 2018, Harasim i Madej 2018] wskazują, że opłacalność produkcji pszenicy jest kształtowana przez wielkość plonu ziarna, cenę jego zbytu i poziom ponoszonych bezpośrednich kosztów produkcji. Zróżnicowanie tego wskaźnika występuje zarówno w poszczególnych gospodarstwach, jak i latach badań [Harasim i Madej 2018]. Opłacalność produkcji zależy też w dużym stopniu od poziomu intensywności technologii [Sułek i in. 2016, Sułek i in. 2017].

Struktura bezpośrednich kosztów produkcji pszenicy w poszczególnych miejscowościach była zróżnicowana w zależności od ponoszonych kosztów zakupu nasion, nawozów mineralnych i środków ochrony roślin. W Borusowej i Wielichowie główną pozycję kosztów stanowiły nawozy mineralne (40–60%), a w Werbkowicach w podobnym stopniu koszty nasion pszenicy ozimej i środków ochrony roślin (30–50%). Na ogół koszty nasion pszenicy jarej były wyższe niż pszenicy ozimej. W indywidualnych gospodarstwach towarowych objętych systemem rachunkowości FADN struktura kosztów produkcji pszenicy ozimej w latach 2013 i 2016 była dość stabilna; nasiona stanowiły 16% kosztów, nawozy mineralne 56% i środki ochrony roślin 24% [Augustyńska-Grzymek 2015, Augustyńska 2018]. Podobnie kształtowała się w gospodarstwach IUNG-PIB w latach 2013–2017; nasiona stanowiły przeciętnie ok. 16% kosztów, nawozy mineralne 53% i środki ochrony roślin 30% [Harasim i Madej 2018].

WNIOSKI

1. Plony ziarna pszenicy były istotnie zróżnicowane w zależności od miejscowości i lat badań. Najwyższe przeciętne plony ziarna wydała pszenica uprawiana w Borusowej (5,90 t·ha⁻¹) i były one wyższe o 0,47 t·ha⁻¹ od osiągniętych w Werbkowicach i o 0,97 t·ha⁻¹ od uzyskanych w Wielichowie.

2. Na plonowanie pszenicy wpływały istotnie również warunki pogody. Przeciętnie najniższe plony wydała pszenica w 2019 r. (4,46 t·ha⁻¹), gdy wystąpiły duże niedobory wilgoci (opadów), a najwyższe w 2021 r. (6,46 t·ha⁻¹), charakteryzującym się dość korzystnymi warunkami pogodowymi dla jej uprawy.

3. W Borusowej nie stwierdzono istotnych różnic między plonami ziarna pszenicy jarej wysianej jesienią, a plonami pszenicy ozimej. W Wielichowie istotnie wyżej plonowa-

ła pszenica ozima niż forma jara wysiana jesienią i wiosną. Natomiast w Werbkowicach plony pszenicy na poszczególnych obiektach kształtowały się na podobnym poziomie.

4. W badanych lokalizacjach siew pszenicy jarej wiosną prowadził do obniżki plonów ziarna (o 0,8–1,5 t·ha⁻¹) w porównaniu z osiąganymi w warunkach siewu jesiennego.

5. Najkorzystniejsze wskaźniki ekonomiczne nadwyżki bezpośredniej i opłacalności bezpośredniej osiągnano w uprawie pszenicy ozimej odmiany Formacja. W Werbkowicach pod względem opłacalności produkcji wyróżniała się pszenica jara odmiany Harenda wysiana jesienią.

6. Ze względu na wielkość plonu ziarna i opłacalność bezpośrednią produkcji jest uzasadniona uprawa pszenicy jarej (przewodkowej), wysiewanej późną jesienią niż wiosną.

PIŚMIENNICTWO

- Ačko D.K., Šantavec I., 2014. Agrotechnical requirements of fakultative wheat (*Triticum aestivum* L) cultivar “SW Kadraj” in Slovenia. *J. Food. Agric. Environ.* 12(2), 1362–1367.
- Augustyńska I. (red.), 2018. Produkcja, koszty i dochody wybranych produktów rolniczych w latach 2016–2017. IERiGŻ–PIB Warszawa, ss. 90.
- Augustyńska-Grzymek I. (red.), 2015. Produkcja, koszty i dochody z wybranych produktów roślinnych w latach 2013–2014. IERiGŻ–PIB Warszawa, ss. 100.
- Bac S., Koźmiński C., Rojek M., 1993. *Agrometeorologia*. PWN Warszawa, ss. 248.
- Doroszewski A., Józwicki T., Wróblewska E., Kozyra J., 2014. Susza rolnicza w Polsce w latach 1961–2010, IUNG–PIB Puławy, ss. 144.
- Grabiński J., Wyzińska M., 2014. Jesienne siewy pszenicy jarej w Polsce. *Studia i Raporty IUNG–PIB* 41(15), 71–84.
- Grocholski J., Sowiński J., Kulczycki S., Wardęga S., 2007. Wpływ terminu siewu przewodkowych odmian pszenicy uprawianych na glebie płowo-ilastej na plon i parametry morfologiczne rośliny. *Zesz. Nauk. UP Wrocław. Rolnictwo* 91(560), 7–12.
- Harasim A., Krasowisz S., 1996. Efektywność ekonomiczna wybranych technologii produkcji pszenicy i jęczmienia w latach 1989–1995. W: *Niektóre problemy organizacji produkcji rolniczej*. IUNG Puławy, R(333), 5–33.
- Harasim A., Madej A., 2018. Opłacalność produkcji pszenicy ozimej i buraka cukrowego w gospodarstwach IUNG-PIB. *Pol. J. Agron.* 35, 15–22.
- Kardasz P., Bubniewicz P., Baczkowska E., 2010. Ocena stanu zachwaszczenia i plonowania czterech odmian pszenicy jarej przewodkowej wysianych w różnych terminach. *Prog. Plant Prot.* 50(3), 1366–1374
- Krasowisz S., 2009. Rola oceny ekonomicznej w badaniach rolniczych. *J. Agribus. Rural Dev.* 2(12), 93–99.
- Kurowski T.P., Bruderek A., 2009. Zdrowotność pszenicy jarej w zależności od terminu siewu i odmiany. *Prog. Plant Prot.* 49(1), 224–227.
- Listowski A. (red.), 1963. *Szczegółowa uprawa roślin*, t. 1, PWRiL, Warszawa, ss. 507.
- Mazurek J., Sułek A., 2000. Plon i cechy struktury plonu odmian i rodów pszenicy jarej w zależności od terminu siewu. *Biul. IHAR* 194, 79–83.
- Panasiewicz K., Koziara W., 2007. Plonowanie i wartość siewna ziarna pszenicy ozimej w zależności od uwarunkowań wodnych i sposobu uprawy roli. *Fragm. Agron.* 4(96), 65–71.
- Podolska G., Hołubowicz-Kliza G., 2006. Reakcja pszenicy ozimej odmiany Tonacja na stres suszy. *Rocz. AR Poznań* 66, 277–285.
- Przewódki – alternatywa dla późno schodzących przedplonów, 2000. <https://www.hrmsolice.pl/pl/zboza/artykuly/przewodki-alternatywa-dla-pozno-schodzacych-przedplonow> [dostęp: 03.03.2020].
- Rudnicki F. (red.), 1991. *Doświadczalnictwo rolnicze*. ATR Bydgoszcz, ss. 210+16.
- Rudnicki F., Jaskulski D., Dębowski G., 1999. Reakcja odmian pszenicy jarej na termin siewu i nawożenie azotem w warunkach posusznych. *Rocz. Nauk Rol. A* 114(3-4), 97–107.

- Ostrowski J., Łabędzki L., Kowalik W., Kanecka-Geszke E., Kasperska_ Wołowicz W., Smarzyńska K., Tusiński E., 2008. Atlas niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych w Polsce. Wyd. IMUZ, Falenty–Warszawa, 19–32.
- Skarżyńska A., Abramczuk Ł., 2018. Wyniki ekonomiczne wybranych produktów rolniczych w 2017 roku. IERiGŻ–PIB, Warszawa, ss. 94.
- Skowera B., Puła J., 2004. Skrajne warunki pluwiometryczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971–2000. *Acta Agrophys.* 3(1), 171–177.
- Sułek A., Nieróbca A., Cacak-Pietrzak G., 2017. Wpływ jesiennego siewu na plon i jakość ziarna pszenicy jarej. *Pol. J. Agron.* 29, 43–50.
- Sułek A., Nieróbca P., Podolska G., 2016. Ocena ekonomiczna technologii produkcji pszenicy ozimej o różnym poziomie intensywności. *Rocz. Nauk. SERiA*, 18(2), 256–260.
- Sułek A., Cacak-Pietrzak G., 2018. The influence of production technology on yield and selected quality parameters of spring wheat cultivars. *Res. Rural Develop.* 2, 42–48. <https://doi.org/10.2261/rrd.24.2018.049>.
- Weber R., Kaus A., 2007. Plonowanie odmian pszenicy jarej w zależności od terminu siewu w warunkach południowo zachodniej Polski. *Fragm. Agron.* 2(94), 372–380.
- Wenda-Piesik A., Wasilewski P., 2015. Reakcja pszenicy jarej Monsun i żyta jarego Bojko na późnojesienne terminy siewu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 580, 149–159.
- Wierzbicka A., 2014. Zmiany klimatyczne bilansu wodnego w okresie wegetacji ziemniaka w rejonie północnego Mazowsza w latach 1973–2012. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 576, 207–215.
- Wyzińska M., 2013. Jesienne siewy zbóż – odmiany przewódkowe. *Wiś Jutra* 2, 6–7.
- Wyzińska M., 2017. Przydatność wybranych odmian pszenicy jarej do jesiennego siewu. *Rozprawa doktorska, IUNG-PIB, Puławy*, ss.104.
- Wyzińska M., Grabiński J., 2018. The influence of autumn sowing date on the production of spring wheat. *Res. Rural Develop.* 2, 35–41. <https://doi.org/10.22616/rrd.24.2018.048>

Źródło finansowania: Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach.

Summary. The research was conducted on production fields in three Agricultural Experimental Plants of IUNG-PIB located in different regions of the country, in 2019–2021. The aim of the research was to find out the effect of sowing date on yield and profitability of winter and spring wheat production in the stand after sugar beet harvested in late autumn. Grain yields, direct costs, and economic effect of wheat production were evaluated. It was found that the level of grain yields depended on local conditions, while the costs and profitability of production depended on the purchase prices of production means (seeds, fertilizers and plant protection products) and the prices of wheat grains. Grain yields varied considerably between localities. Wheat yields were significantly affected by weather conditions. Under conditions of high moisture deficiency (precipitation), the average yield level was the lowest (ok. 4,5 t ha⁻¹), while under favourable weather conditions, it was the highest (ok. 6,5 t ha⁻¹). In the locations studied, spring wheat sowing in spring led to lower grain yields (by 0,8–1,5 t ha⁻¹) compared to those achieved under autumn sowing conditions. The profitability of wheat production was also affected by the selection of its variety. In the structure of direct production costs, mineral fertilisers generally prevailed, while seeds and plant protection chemicals had a smaller share. The results of the study indicate that due to the grain yield and production profitability, it is more reasonable to grow spring (wire) wheat sown in late autumn than in spring.

Key words: wheat, sowing date, weather conditions, grain yield, economic effect

