

DARIUSZ ZALEWSKI¹**MAREK LISZEWSKI**²¹ Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wysokość plonu ziarna jęczmienia jarego przy zróżnicowanym poziomie agrotechniki na glebie kompleksu pszenne go dobrego*

Spring barley yield in different variants of cultivation on soils of good wheat complex

W pracy przeprowadzono ocenę plonowania jedenastu odmian jęczmienia jarego badanych w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego w Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Doświadczenia prowadzono na glebie kompleksu pszenne go dobrego w latach 2013–2015. Odmiany: Basic, Ella, Fariba, Iron, KWS Atrika, KWS Olof, Nokia, Oberek, Olympic, Soldo, Suweren oceniano na dwóch poziomach agrotechniki: intensywnym i standardowym. Poziom intensywny agrotechniki różnił się od standardowego wyższym o 40 kg nawożeniem azotem, stosowaniem chemicznej ochrony roślin (2 zabiegi fungicydowe), antywylegacza oraz dolistnym dokarmianiem roślin preparatem wieloskładnikowym. Najwyższą stabilnością plonowania charakteryzowały się odmiany jęczmienia jarego Soldo i Nokia. Na glebach należących do kompleksu glebowego pszenne go dobrego, w warunkach standardowej agrotechniki, zaleca się uprawę odmiany Soldo. Wobec braku istotności wzrostu plonu pomiędzy stosowanymi sposobami uprawy dodatkowe nawożenie azotem i ochrona fungicydowa odmian jęczmienia jarego nie przynosi istotnych efektów we wzroście plonów ziarna.

Słowa kluczowe: interakcja genotyp-środowisko, plon ziarna, jęczmień jary

Eleven cultivars of spring barley were evaluated in post-registration trials at an experimental station in Pawłowice (Wrocław University of Environmental and Life Science). In the years 2013–2015 field experiments were conducted on good wheat complex soil. The recently registered cultivars: Basic, Ella, Fariba, Iron, KWS Atrika, KWS Olof, Nokia, Oberek, Olympic, Soldo, Suweren, were grown at two variants of cultivation: standard and intensive. The intensive variant, in comparison with the standard one, differed by 40 kg·ha⁻¹ higher level of nitrogen fertilization, application of antilodging chemicals, foliar feeding of plants with microelements and complete control of fungal diseases. The highest yield stability was demonstrated for cultivars of barley —

* Pracę wykonano w ramach Krajowego Programu Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego koordynowanego przez COBORU

Redaktor prowadzący: Henryk J. Czembor

Soldo and Nokia. Cultivar Soldo is recommended for growing on the soils belonging to the good wheat soil complex with standard agricultural technology. The yields obtained in two cultivation variants did not differ significantly indicating that the additional nitrogen fertilization and fungicidal protection do not bring an increase of grain yield.

Key words: cultivars-environment interaction, grain yield, spring barley

WSTĘP

Występowanie interakcji genotypowo-środowiskowej (GE) jest powszechnym zjawiskiem, które zarówno w hodowli twórczej, jak i w uprawie odmian utrudnia ocenę wartości genotypu różnie reagującego na zmieniające się warunki środowiska, takie jak agrotechnika i jakość siedliska (przebieg pogody w sezonie wegetacyjnym) (Mądry i Iwańska, 2011). Interakcja GE ma również duże znaczenie w produkcji jęczmienia jarego (Liszewski, 2008; Liszewski i in., 2004). Istotne interakcje odmian z poziomem agrotechniki oraz warunkami siedliskowymi stwierdzono w wielu badaniach polowych (Błażewicz i in., 2003; Bujak i in., 2003, 2008; Liszewski i Szybga, 2002). Efektywność zarówno nawożenia mineralnego, jak i poszczególnych czynników agrotechnicznych jest uzależniona od warunków środowiskowych, właściwości odmian zbóż oraz od kierunku użytkowania (Liszewski, 2008; Liszewski i in., 2011). Ponadto występuje współdziałanie między poszczególnymi czynnikami agrotechnicznymi i środowiskowymi. Dlatego optymalne technologie produkcji i dobór odmian, pozwalające uzyskać maksymalny plon o najwyższej jakości, powinny być dostosowane do ściśle określonych warunków siedliskowych (Liszewski, 2008).

W Polsce, w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego (PDOiR) dla ważnych gospodarczo gatunków roślin uprawnych realizowana jest seria doświadczeń agrotechniczno-odmianowych. Takie doświadczenia wykonuje się corocznie również dla wybranych odmian jęczmienia jarego. Do doświadczeń wybiera się zarówno odmiany z Krajowego Rejestru Odmian, jak i spośród odmian znajdujących się w Wspólnotowym Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA), które przeszły cykl doświadczeń rozpoznawczych. Dobór odmian w danym roku jest ustalany dla poszczególnych województw, a doświadczenia są prowadzone w kilku miejscowościach. Badanymi czynnikami są odmiany i poziomy intensywności agrotechniki (A_1 — poziom standardowy, A_2 — poziom intensywny). Tak realizowane doświadczenia PDOiR pozwalają bardzo dobrze ocenić reakcję odmian na zmienne warunki środowiska w obrębie województwa przy jednym z dwóch poziomów agrotechniki oraz także reakcję na intensywność agrotechniki. Doświadczenia te pozwalają również na ocenę reakcji plonowania odmian w konkretnych warunkach glebowych danej stacji na zmieniające się warunki pogodowe w kolejnych sezonach wegetacyjnych. Ma to duże znaczenie, ponieważ w zmiennych warunkach klimatycznych Polski wariancja efektów interakcji środowiskowej genotypy \times lata ma największy udział w zmienności plonowania nowych odmian (Mądry i in., 2006).

Celem pracy była ocena zmienności plonowania wybranych odmian jęczmienia jarego w warunkach standardowej i intensywnej uprawy na glebach kompleksu przydatności

rolniczej pszennej dobrej w warunkach Nizy Dolnośląskiego. Wnioskowanie oparto na wielozmiennej analizie wariancji (MANOVA) dla serii doświadczeń przy uwzględnieniu interakcji genotypowo-środowiskowej.

MATERIAŁ I METODY

Przeanalizowano plony odmian jęczmienia jarego z 3-letnich doświadczeń prowadzonych w latach 2013–2015, w ramach Porejestrówego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego (PDOiR), na polach należących do Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, zlokalizowanych w Pawłowicach. W systemie PDOiR corocznie zakładane są doświadczenia odmianowe na dwóch poziomach agrotechniki, metodą pasów prostopadłych w dwóch powtórzeniach. Ponieważ dobór odmian do doświadczeń zmienia się znacząco co kilka lat, w tej pracy do analizy wybrano 11 odmian, które występowały w każdym z trzech lat badań (2013–2015). Były to odmiany: Basic, Ella, Fariba, Iron, KWS Atrika, KWS Olof, Nokia, Oberek, Olympic, Soldo, Suveren. Intensywny poziom agrotechniki różnił się od standardowego ($50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) wyższym o 40 kg nawożeniem azotowym, dolistnym dokarmianiem roślin i stosowaniem ochrony przeciwko chorobom grzybowym (tab. 1). Pozostałe zabiegi agrotechniczne i dawki nawozów (P i K) na obu poziomach były takie same. Roślinom dostarczono podstawowe makroskładniki, takie jak: azot w postaci 34% saletry amonowej, zgodnie ze schematem doświadczenia, fosfor w dawce $40 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$ (superfosfat wzbogacony) i potas w ilości $70 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$ (60% sól potasowa).

Każdego roku, przed siewem jęczmienia, pobierano próbki glebowe, w celu oznaczenia zawartości mineralnych form N w warstwie gleby od 0–60 cm. W roku 2015 zawartość azotu mineralnego w warstwie gleby od 0 do 60 cm była najwyższa ($104,36 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i przekraczała zasobność gleby w ten składnik pokarmowy w pozostałych latach, odpowiednio o $3,26 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2014 roku i aż o $45,56 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2013 r.

Doświadczenie zostało założone na glebie brunatnej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczonej do kompleksu przydatności rolniczej pszennej dobrej, klasy bonitacyjnej — IIIb. Odczyn gleby (pH w 1 n KCl) był lekko kwaśny (6,3 w 2013 r., 5,7 w 2014, 5,6 w 2015). Gleba charakteryzowała się wysoką zawartością fosforu ($17,7$ w 2013, $18,0$ w 2014 i $17,3 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby w 2015 r.) oraz niską ($14,8 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby w 2013), bądź średnią ($16,0$ w 2014 i $18,5 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby w 2015 r.) zawartością potasu. Zasobność gleby w magnez była średnia w 2013 r., wysoka w 2014 oraz bardzo wysoka w 2015 (odpowiednio: $6,9$, $7,9$ i $12,3 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby).

Podstawowe parametry zastosowanej agrotechniki zestawiono w (tab. 1). Azot został podany w formie 34% saletry amonowej, według schematu doświadczenia. Nawożenie fosforem w dawce $40 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$ (w formie superfosfatu potrójnego) i $70 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$ (w formie soli potasowej) zastosowano przed siewem doświadczenia. Jęczmień wysiano w stanowisku po rzepaku ozimym w następujących terminach: 22.04.2013 r., 21.03.2014 r. oraz 24.03.2015 r., w ilości $300 \text{ sztuk}\cdot\text{m}^{-2}$, przy rozstawie rzędów $12,5 \text{ cm}$.

Charakterystyka porównywanych technologii produkcji jęczmienia jarego
The comparison of spring barley cultivation variants

Technologia uprawy Cultivation variant	Nawożenie — Fertilization (kg·ha ⁻¹)				Ochrona roślin — Plant protection				
	ogółem total	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	herbicydy herbicides	fungicydy fungicides	insektycyd insecticides	regulator retardant growth
		przed siewem before sowing	w pełni strzelania w źdźbło at full shooting						
2013									
Standardowa Conventional	50	40	10	40	70	Sekator 125 OD	—	Decis 2,5 EC	—
Intensywna Intensive	90	50	40	40	70	Sekator 125 OD	Aviator Xpro 225 EC (I), Fandango 200 EC (II)	Decis 2,5 EC	—
2014									
Standardowa Conventional	50	40	10	40	70	Sekator 125 OD	—	Decis 2,5 EC	—
Intensywna Intensive	90	50	40	40	70	Sekator 125 OD	Aviator Xpro 225 EC (I), Fandango 200 EC (II)	Decis 2,5 EC	Cerone 480 SL
2015									
Standardowa Conventional	50	40	10	40	70	Sekator 125 OD	—	Karate Zeon 050 EC	—
Intensywna Intensive	90	50	40	40	70	Sekator 125 OD	Fandango 200 EC (I), Aviator Xpro 225 EC (II)	Karate Zeon 050 EC	Cerone 480 SL

Ziarno zaprawiano przed siewem preparatem Lamardor 400 FS w ilości 20 ml·100 kg⁻¹. Chwasty zwalczano w fazie krzewienia się jęczmienia (BBCH 22) przy pomocy preparatu Sekator 125 OD w dawce 150 ml·ha⁻¹. W celu ochrony plantacji przed chorobami zastosowano fungicydy, w pierwszej kolejności zastosowano Aviator Xpro 225 EC w dawce 0,8 l·ha⁻¹ (BBCH 32 w 2013 r. i BBCH 31 w 2014 r.,) lub Fandango 200 EC w dawce 1,0 l·ha⁻¹ (BBCH 32 w 2015). Zabieg powtórzono przy użyciu obu preparatów, w tych samych dawkach, odpowiednio w latach 2013–2015: Fandango 200 EC (BBCH 51 w 2013 r. i BBCH 33 w 2014 r.) oraz Aviator Xpro 225 EC (BBCH 33 w 2015 r.). W celu zwalczania mszycy zbożowej i skrzypionki zastosowano opryski insektycydami podczas początku kłoszenia (BBCH 51 w latach 2013 i 2014), preparatem Decis 2,5 EC (0,25 l·ha⁻¹) lub Karate Zeon 050 EC (0,2 l·ha⁻¹) w roku 2015 (BBCH 32). W latach 2014 i 2015 w fazie 3 kolanka (BBCH 33) zastosowano retardant Cerone 480 S (1 l·ha⁻¹). Zbiór jęczmienia przeprowadzono w fazie dojrzałości pełnej jęczmienia (BBCH 89) przy użyciu kombajnu poletkowego w terminach: 29.07.2013, 07.08.2014, 29.07.2015.

Do opisu wpływu warunków atmosferycznych na rozwój jęczmienia posłużono się współczynnikiem Sielianinowa (Radomski, 1987), obliczonym za pomocą wzoru:

$$K = P / (0,1 \cdot T)$$

gdzie:

K — współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa,

P — suma opadów w mm w poszczególnych miesiącach,

T — suma średnich temperatur dziennych w poszczególnych miesiącach.

Dla przeprowadzenia oceny zmienności plonowania ocenianych odmian jęczmienia jarego wykorzystano metodę zaproponowaną w pracy Calińskiego i in. (1987). Do obliczeń statystycznych wykorzystano program Sergen 4. Analiza statystyczna w tym programie opiera się na następującym modelu matematycznym:

$$Y_{ik*} = \mu_i + a_i^E(k) + e_{ik*}$$

μ_i — przeciętny plon genotypu „i”,

$a_i^E(k)$ — wpływ warunków pogodowych w roku „k”,

e_{ik*} — średni błąd ważony dla genotypu „i” w roku „k”.

Przyjęto, że μ_i jest efektem stałym modelu, a składniki $a_i^E(k)$ oraz e_{ik*} są zmiennymi losowymi. Ocenę efektów głównych dla poszczególnych odmian wykonano w porównaniu z wzorcem – średnią arytmetyczną ogólną plonów jęczmienia z lat 2013–2015. Plony ziarna zostały przeliczone z uwzględnieniem 15% wilgotności ziarna.

WYNIKI I DYSKUSJA

W 2013 r. zima przeciągnęła się do pierwszej dekady kwietnia (tab. 2).

Tabela 2

Warunki meteorologiczne oraz współczynniki hydrotechniczne Sielianinowa w latach 2013–2015 wg obserwacji stacji meteorologicznej w Pawłowicach koło Wrocławia
Weather conditions in 2013–2015 (for the Agricultural Experiment Station Pawłowice near Wrocław)

Miesiąc Month	Temperatura w (°C) Temperature (°C)				Opady (mm) Rainfalls (mm)				Współczynnik Sielianinowa (K) Sielianinov coefficient (K)		
	2013	2014	2015	średnia mean 1981– 2010	2013	2014	2015	średnia mean 1981– 2010	2013	2014	2015
III	-0,9	7,0	5,3	3,8	43,0	40,1	39,5	31,7	*	1,85	2,36
IV	9,2	10,6	8,9	8,9	42,7	55,2	15,8	30,5	1,57	2,05	0,59
V	14,6	13,3	13,5	14,4	135,9	101,4	21,0	51,3	3,00	2,46	0,50
VI	17,7	16,5	16,6	17,1	171,7	40,2	73,3	59,5	3,24	0,81	1,46
VII	20,5	21,2	20,3	19,3	36,3	52,9	55,6	78,9	0,57	0,80	0,89
VIII	19,0	17,3	22,7	18,3	68,2	75,0	5,6	61,7	1,16	1,40	0,08
Średnia suma Mean sum III–VIII	13,5	14,3	14,6	13,6	497,8	364,8	210,8	313,6	—	—	—

* średnia miesięczna temperatura marca: -0,86

* mean of temperature for March: -0,86

Z tych względów siew jęczmienia uległ opóźnieniu do trzeciej dekady kwietnia. Wschody jęczmienia przypadły na okres bardzo silnego uwilgotnienia gleby, przybiegły szybko i można je uznać za zadowalające. W pozostałych latach badań przebieg pogody pozwolił na zastosowanie optymalnych terminów siewu. W 2014 r. wschody jęczmienia były wyrównane i pełne (100%), ze względu na sprzyjającą w warunki pogodowe. Natomiast w związku z suszą panującą w kwietniu 2015 roku wschody jęczmienia trwały długo (21 dni) i były stosunkowo niskie. W 2013 r. przebieg pogody w kolejnych miesiącach wegetacji (V–VI) nie sprzyjał wegetacji jęczmienia z uwagi na ponadnormatywne opady, przekraczające sumę z wielolecia od 165 (V) do 189% (VI) (tab. 2). W takich warunkach prawdopodobnie doszło do zakłócenia stosunków powietrzno-wodnych w glebie, na co jęczmień jary jest szczególnie wrażliwy (Słaboński, 1985). Wpłynęło to niekorzystnie na rozkrzewienie się jęczmienia. W sezonie 2014 początkowy rozwój jęczmienia przebiegał w sprzyjających warunkach pogodowych (IV), co skutkowało dobrym rozkrzewieniem się jęczmienia. Liszewski i in. (2012) potwierdzają, że krzewieniu sprzyjają temperatury nie przekraczające 18°C i umiarkowane opady. Inaczej było w sezonie 2015, kiedy to po kwietniowej suszy ($K = 0,59$) w maju utrzymywały się niedobory opadów ($K = 0,50$). Takie warunki wpłynęły na ograniczenie krzewienia jęczmienia. Przebieg pogody w kolejnych miesiącach wegetacji (V–VII) sezonu 2014 sprzyjał wegetacji jęczmienia z uwagi na optymalne temperatury powietrza i wysokie opady, szczególnie w kwietniu i maju przekraczające sumę z wielolecia, odpowiednio o 81,0% i 97,6%, przy czym opady były rozłożone równomiernie w poszczególnych dekadach. Wpłynęło to korzystnie na rozwój wegetatywny roślin, tj. przypadało na fazę strzelania w źdźbło (okres krytyczny u zbóż), kiedy to zapotrzebowanie na wodę i składniki pokarmowe jest najwyższe. Wielu autorów (Liszewski, 2008; Liszewski i in., 2012; Pecio, 2002) uzasadnia, że warunki pogodowe są istotne ze względu na dużą wrażliwość jęczmienia na niedobór wody w fazach strzelania w źdźbło i kłoszenia. Optymalne warunki w tym okresie pozwalają na wytworzenie maksymalnej powierzchni asymilacyjnej, która stwarza możliwość osiągnięcia wysokich plonów (Liszewski, 2008; Liszewski i in., 2011). W 2015 r. poprawa uwilgotnienia gleby nastąpiła dopiero w czerwcu, podczas kłoszenia się jęczmienia i wypełniania ziarna. Wysokie temperatury lipca i niskie sumy opadów przyczyniły się do skrócenia okresu wypełniania i dojrzewania ziarna oraz szybszego zakończenia wegetacji w sezonie 2013. Jęczmień zebrano po 99 dniach od siewu (29.08.2013). Pecio (2002) twierdzi, że w okresie po wykłoszeniu słoneczna i ciepła pogoda stwarza warunki dla intensywnego przebiegu fotosyntezy dobrego wypełniania ziarna. Słoneczny i dość suchy lipiec sprzyjał dojrzewaniu ziarna w 2014 r. Dopiero obfite opady burzowe w 3 dekadzie lipca i na początku sierpnia tego roku opóźniły zbiór o 7 dni. Zastosowanie retardanta w sezonie 2014 uchroniło mocno rozkrzewione rośliny przed wyleganiem. Okres wegetacji był długi, a rośliny osiągnęły dojrzałość pełną po 133 dniach. Ciepły i suchy lipiec 2015 r. sprzyjał dojrzewaniu jęczmienia. Stosunkowo słabo rozkrzewiony jęczmień o ograniczonej wysokości, także ze względu na zastosowanie retardanta, nie wyległ. Okres wegetacji jęczmienia jarego dla sezonu 2015 wyniósł 128 dni (tab. 2).

Według wyników opublikowanych przez Zespół Dolnośląski PDOiR średnie plony ziarna z 5–6 doświadczeń (stacji doświadczalnych) wynosiły w tym województwie w latach 2013–2015 $67,9 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ dla poziomu A_1 i $76,4 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ dla A_2 (Kulon, 2015). Średni plon z trzech lat badań uzyskany w badaniach własnych wyniósł odpowiednio dla poziomów: $70,2$ i $74,0 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$.

W wyniku przeprowadzonej analizy wariancji stwierdzono w każdym roku badań istotne, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, zróżnicowanie średnich plonów odmian jęczmienia jarego.

W badanym trzyleciu dodatni efekt główny w standardowym wariancie uprawy stwierdzono dla odmian Soldo i Nokia, co oznacza, że średnio plonowały one istotnie wyżej w porównaniu do średniej plonów wszystkich odmian. Dla pozostałych odmian stwierdzone efekty główne nie były istotne (tab. 3). Nieistotna interakcja, najlepiej plonujących odmian Soldo i Nokia z latami wskazuje, że genotypy te są stabilne w sensie rolniczym, tzn. reagują wzrostem plonu na poprawiające się warunki uprawy. Istotna interakcja gorzej plonujących, przy standardowym poziomie uprawy, odmian Basic, KWS Olof i Olympic z latami wskazuje na odmienną, inną niż przeciętną, reakcję na zmieniające się warunki atmosferyczne.

Tabela 3

Testowanie istotności efektów głównych odmian i ich interakcji z latami — wariant standardowy
Testing of main effects: cultivars and their interaction with year — standard cultivation variant

Odmiany Cultivars	Średnia z lat 2013- 2015 Mean 2013-2015 ($\text{dt} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Ocena efektu głównego Estimate of main effect	Statystyka F dla efektu głównego F-stat for main effect	Statystyka F dla interakcji F-stat for interaction
Basic	64,27	-5,90	1,02	4,73*
Ella	74,59	4,42	0,88	3,06
Fariba	67,68	-2,50	0,32	2,66
Iron	67,53	-2,64	0,46	2,12
KWS Atrika	69,12	-1,05	0,76	0,20
KWS Olof	62,64	-7,53	1,39	5,67**
Nokia	75,89	5,72	16,18*	0,28
Oberek	72,00	1,83	0,74	0,63
Olympic	66,67	-3,50	0,37	4,63*
Soldo	78,33	8,16	150,49*	0,06
Suweren	73,15	2,98	3,25	0,38

* istotne na poziomie $p = 0,05$

* significant at $p = 0.05$

Przy intensywnym poziomie agrotechniki ujemny efekt główny stwierdzono dla odmiany KWS Olof. Odmiana ta również plonowała średnio najslabiej na standardowym poziomie agrotechniki. Natomiast żadna z odmian nie wykazała istotnych dodatnich efektów głównych (tab. 4). Podobnie, jak przy standardowym poziomie agrotechniki, lepiej plonującymi odmianami były Nokia i Soldo. Genotypy te charakteryzują się dodatnimi efektami głównymi, jednak nieistotnymi w porównaniu do średniej ogólnej. Istotna interakcja z latami wskazuje, że zmiany warunków pogodowych powo-

dużą większą zmienność plonowania odmian Fariba i Oberek, przy intensywnym poziomie uprawy

Na podstawie oceny średnich różnic plonów (tab. 5) stwierdzić można, że nie wszystkie odmiany reagowały zwiększonym plonem na intensyfikację agrotechniki (Ella i Saldo). Testowanie różnic w średnim plonowaniu pomiędzy dwoma wariantami uprawy wykazało brak istotności tego efektu dla wszystkich odmian. Dlatego, w przypadku uprawy tych odmian nie zaleca się stosować intensywnego poziomu agrotechniki na glebie kompleksu pszennego dobrego.

Tabela 4

Testowanie istotności efektów głównych odmian i ich interakcji z latami — wariant intensywny
Testing of main effects: cultivars and interaction with year — intensive cultivation variant

Odmiany Cultivars	Średnia z lat 2013–2015 Mean 2013–2015 (dt·ha ⁻¹)	Ocena efektu głównego Estimate of main effect	Statystyka F dla efektu głównego F-stat for main effect	Statystyka F dla interakcji F-stat for interaction
Basic	74,79	0,77	0,91	0,09
Ella	74,30	0,28	0,00	2,78
Fariba	69,99	-4,03	0,31	7,22*
Iron	76,54	2,52	2,81	0,31
KWSAtrika	73,39	-0,63	0,02	2,25
KWSOlof	65,98	-8,04	44,21*	0,20
Nokia	78,65	4,63	7,17	0,41
Oberek	77,13	3,11	0,24	5,54**
Olympic	68,30	-5,72	4,18	1,09
Soldo	78,28	4,26	4,66	0,54
Suweren	76,89	2,87	0,83	1,38

* istotne na poziomie $p = 0,05$

* significant at $p = 0.05$

Tabela 5

Testowanie różnic plonów wariantu intensywnego i standardowego i ich interakcji z latami
Testing of yield differences in intensive and standard cultivation variant and with their interaction with year

Odmiany Cultivars	Ocena efektu głównego Estimate of main effect dt·ha ⁻¹	Statystyka F dla efektu głównego F-stat for main effect	Statystyka F dla interakcji F-stat for interaction
Basic	10,52	3,56	1,96
Ella	-0,29	0,00	2,51
Fariba	2,32	0,04	8,37**
Iron	9,01	4,64	1,10
KWSAtrika	4,27	0,93	1,24
KWSOlof	3,34	0,18	4,01*
Nokia	2,76	3,14	0,15
Oberek	5,12	0,38	4,31*
Olympic	1,62	0,17	0,98
Soldo	-0,05	0,00	0,35
Suweren	3,74	8,54	0,10

* istotne na poziomie $p = 0,05$

* significant at $p = 0.05$

W pracy Zalewskiego i in. (2014) wykorzystano również wyniki doświadczeń porejestrowych (lata 2010–2012) prowadzonych w Pawłowicach. Jakkolwiek, analiza dotyczyła innego zestawu genotypów, ale odmiana Suveren, występująca w obu seriach doświadczeń, charakteryzowała się w poprzednich latach najwyższym średnim plonem przy standardowym poziomie intensywności uprawy, zaś w latach 2013–2015 pod względem średniego plonowania wypadła w tych warunkach przeciętnie.

Na podstawie Doświadczeń Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego (PDOiR) na terenie Dolnego Śląska w latach 2013–2015 stwierdzono, że na standardowym poziomie agrotechniki wyrażnie najlepiej średnio plonowała odmiana Ella, a średnio wysoką plennością charakteryzowały się odmiany: Iron, Oberek, Soldo, Basic, Fariba i Nokia. Przy intensywnym poziomie uprawy najlepsze średnie wyniki osiągnęły odmiany Soldo i Ella, a ponadto: KWS Atrika, Basic, Nokia, Iron (Kulon 2015). Średnie wyniki uzyskane w niniejszym opracowaniu potwierdzają wysoką wartość odmiany Soldo, stąd może ona być przydatna do uprawy na całym Dolnym Śląsku. Z kolei wysokości średnich plonów uzyskanych w Pawłowicach dla odmiany Ella nie odzwierciedlają w sposób istotny wyższego średniego plonowania tej odmiany w doświadczeniach PDOiR.

Duże znaczenie w uprawie roślin zbożowych ma interakcja plonu genotypów (odmian) z latami, czyli z sezonami wegetacyjnymi. Najbardziej istotnym czynnikiem w kształtowaniu się plonów odmian są suma opadów i temperatura (Domitruk i in., 2001; Krajewski i in., 2013; Marks i in., 1993; Rodriguez i in., 2008; Weikai i Hunt, 2001). Wyniki badań dotyczące interakcji plonu odmian z latami można znaleźć w wielu pracach dotyczących jęczmienia (Węgrzyn i Sikorska, 1987; Atlin i in., 2000; Kaczmarek i in., 2004; Sabaghnia i in., 2013) jak i innych gatunków zbóż (Derejko i in., 2011; Drzazga i in., 2009; Weber i in., 2007; Weber i in., 2011; 2012; Zalewski i Weber, 2006; Zawieja i Bichoński, 2015).

Na podstawie Doświadczeń Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego (PDOiR) na terenie Dolnego Śląska w latach 2013–2015 stwierdzono, że odmiana Ella i Soldo plonowała średnio lepiej od pozostałych genotypów, na obydwu poziomach agrotechniki (Kulon, 2015). W warunkach Stacji Doświadczalnej w Pawłowicach najwyższymi plonującymi odmianami w warunkach standardowej uprawy okazały się Soldo i Nokia. Podobnie, wyniki z badań porejestrowych wykonanych w pozostałych stacjach na terenie Dolnego Śląska potwierdzają wysoką (ponadprzeciętną) średnią plenność odmian Soldo i Nokia na obu poziomach intensywności uprawy. Ze względu na istotną interakcję genotypowo-środowiskową reakcja poszczególnych odmian może wykazać znaczące różnice w zależności od miejscowości. Wybór odmian oparty na wynikach z doświadczeń z większego obszaru pozwala na rekomendacje odmian o szerokiej adaptacji. Bardzo istotna może okazać się jednak mikrorejonizacja, czyli dobór odmiany dobrze średnio plonującej na mniejszym obszarze. W pracy potwierdzono występowanie istotnej interakcji odmiany \times lata. Stwierdzona wysoka średnia plenność odmiany Soldo jest zgodna z uzyskanymi wynikami na terenie Dolnego Śląska w latach 2013–2015 tylko dla standardowego systemu uprawy (Kulon, 2015). Uzyskane wyniki pozwalają rekomendować odmianę Soldo do uprawy na Niżu

Dolnośląskim, w warunkach gleb kompleksu pszennego dobrego i standardowej agrotechniki.

WNIOSKI

1. Istotna interakcja odmian z latami wskazuje, że analiza mikroregionów może, poprzez wybór odpowiednich odmian, przyczynić się do uzyskania wyższej stabilności i wysokości plonowania w danym gospodarstwie.
2. Zróżnicowane plonowanie odmian wynikające z przebiegu pogody w różnych latach badań oraz coroczne zmiany doboru odmian w doświadczeniach porejestrowych wskazują na konieczność badania nowo wprowadzonych obiektów pod kątem ich stabilności średniego plonowania i interakcji z latami.
3. Najwyższym średnim plonem i jego stabilnością charakteryzowała się odmiana Soldo. Na glebach należących do kompleksu glebowego pszennego dobrego zaleca się jej uprawę w warunkach standardowej agrotechniki.
4. Wobec braku istotności efektów wzrostu plonu pomiędzy stosowanymi sposobami uprawy intensywne nawożenie odmian azotem oraz ochrona fungicydowa jęczmienia jarego może nie przynieść wymiernych efektów we wzroście plonu ziarna.

LITERATURA

- Atlin G. M., Baker R. J., Marce K. B., Lu X. 2000. Genotype region interaction for two-row barley yield in Canada. *Crop. Sci.* 40: 7 — 13.
- Błażewicz J., Liszewski M., Płaskowska E. 2003. Wartość browarna ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda z sezonu wegetacyjnego 2000. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, nr 1 (34): 99 — 109.
- Bujak H., Jedyński S., Kaczmarek J. 2008. Ocena stabilności plonowania odmian żyta ozimego na podstawie parametrycznych i nieparametrycznych metod. *Biul. IHAR* 250: 189 — 202.
- Bujak H., Kaczmarek J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M. 2003. Interakcja genotypowo-środowiskowa plonowania odmian jęczmienia ozimego na Dolnym Śląsku. *Biul. IHAR* 226/227/1: 233 — 241.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z. 1987. A model for the analysis of a series of experiments repeated at several places over a period of years. I. Theory. *Biuletyn Oceny Odmian*, 17–18: 7 — 33.
- Derejko A., Mądry W., Gozdowski D., Rozbicki J., Golba J., Ciechociński M., Studnicki M. 2011. Wpływ odmian, miejscowości i intensywności uprawy oraz ich interakcji na plony pszenicy ozimej w doświadczeniach PDO. *Biul. IHAR* 259: 131 — 145.
- Domitruk D. R., Duggan B. L., Flower D. B. 2001. Genotype-environment interaction of no-till winter wheat in Western Canada. *Can. J. Plant Sci.* 81: 7 — 16.
- Drzazga T., Paderewski J., Mądry W., Krajewski P. 2009. Ocena rodzajów reakcji plonowania odmian pszenicy ozimej w doświadczeniach PDO na przestrzennie zmienne warunki przyrodnicze w kraju. *Biul. IHAR* 253: 71 — 82.
- Kaczmarek Z., Adamski T., Surma M. 2004. Interakcja genotypowo-środowiskowa dla plonu dwu- i sześciorzędowych linii DH jęczmienia. *Biul. IHAR* 231: 313 — 320.
- Kozłowska K., Liszewski M. 2012. Wpływ nawożenia dolistnego wybranymi mikroelementami na cechy rolnicze ziarna jęczmienia browarnego. *Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CIII*, 589: 157 — 168.
- Krajewski W. T., Szempliński W., Bielski S. 2013. Plonowanie nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego nawożonego azotem. *Annales UMCS Lublin Vol. LXVIII(1), Sectio E*: 18 — 29.
- Kulon T. 2015. Wyniki Porejestrowych Doświadczeń Odmianowych na Dolnym Śląsku. *Jęczmień jary 2015 (2013–2015). SDOO Zybiszów, Zeszyt 4 (17)*.

- Liszewski M. 2008. Reakcja dwóch form jęczmienia jarego pastewnego na zróżnicowanie technologie uprawy. Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu, nr 565, Rozprawy CCLIV, Wyd. Roln. Wrocław, 108.
- Liszewski M., Szybiga K. 2002. Ocena efektywności trzech technologii produkcji nieoplewionej odmiany jęczmienia jarego Rastik. Pam. Puł., nr 131: 15 — 24.
- Liszewski M., Chrzanowska–Drożdż B., Płaskowska E., Kita W., Moszczyńska E. 2004. Zdrowotność dwóch odmian jęczmienia jarego w zależności od intensywności uprawy”. Pam. Puł. nr 135: 157 — 169.
- Liszewski M., Błażewicz J., Kozłowska K., Zembold-Guła A., Szwed Ł. 2011. Wpływ nawożenia azotem na cechy rolnicze ziarna jęczmienia browarnego, *Fragm. Agron.* 28 (1): 40 — 49.
- Liszewski M., Błażewicz J., Zembold-Guła A., Szwed Ł., Kozłowska K. 2012. Wpływ sposobu nawożenia azotem na ekstraktywność słoju jęczmiennego. *Fragm. Agron.* 29 (1): 93 — 104.
- Marks M., Nowicki J., Buczyński G. 1993. Wpływ warunków agrometeorologicznych i glebowych na plonowanie jęczmienia jarego w północno-wschodnim regionie Polski. *Fragm. Agron.* 4: 87 — 88.
- Mądry W., Talbot M., Uralski K., Drzazga T., Iwańska M. 2006. Podstawy teoretyczne znaczenia efektów genotypowych i interakcyjnych w hodowli roślin na przykładzie pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 240/241: 13 — 32.
- Mądry W., Iwańska M. 2011. Przydatność metod oraz miar statystycznych do oceny stabilności i adaptacji odmian: przegląd literatury. *Biul. IHAR* 260/261: 193 — 218.
- Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 19 (4): 7 — 97.
- Radomski C. 1987. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa: 442 — 448.
- Rodriguez M., Rau D., Papa R., Attene G. 2008. Genotype by environment interaction in barley (*Hordeum vulgare* L.) different responses of landraces, recombinant inbred lines and varieties to Mediterranean environment. *Euphytica* 163: 317 — 330.
- Sabaghnia N., Mohammadi M., Karimizadeh R. 2013. Yield stability of performance in multi-environment trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes. *Acta Univ. Agriculture et Silviculturae* 3: 787 — 793.
- Weber R., Bujak H., Kaczmarek J., Gacek E. 2012. Analiza przestrzennego podobieństwa plonowania odmian pszenicy ozimej na obszarze województwa śląskiego i opolskiego. *Annales MCS Lublin, Vol. LXVII* (3), Sectio E: 61 — 73.
- Weber R., Zalewski D., Bujak H., Kaczmarek J., Śmiałek E. 2004. Interakcja odmian pszenicy ozimej z warunkami środowiska w kształtowaniu poziomu plonowania na podstawie wyników PDO na Dolnym Śląsku. *Annales UMCS, Lublin, vol. LXVI* (2): 1 — 10.
- Weber R., Zalewski D., Kotecki A., Kaczmarek J. 2007. Ocena przydatności punktów doświadczalnych do prowadzenia PDO na Dolnym Śląsku. *Biul. IHAR* 245: 5 — 16.
- Weikai Y., Hunt L. A. 2001. Interpretation of genotype–environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop. Sci.* 41: 19 — 21.
- Węgrzyn S., Sikorska H. 1987. Wysokość i stabilność plonowania czołowych europejskich odmian jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 161: 129 — 134.
- Zalewski D., Weber R. 2006. Ocena interakcji genotypowo-środowiskowej i stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 242: 33 — 43.
- Zalewski D., Liszewski M., Kozłowska K. 2014. Plonowanie jęczmienia jarego przy zróżnicowanym poziomie agrotechniki na glebie kompleksu pszennego dobrego. *Zesz. Nauk. U. P we Wroc., Rol. CVIII*, 599: 63 — 74.
- Zawieja B., Bichoński A. 2015. Selekcja rodów hodowlanych jęczmienia jarego na podstawie analizy statystycznej trzyletniej serii doświadczeń. *Biul. IHAR* 275: 39 — 49.

