

TADEUSZ ADAMSKI ¹
ANDRZEJ BICHOŃSKI ²
ZDZISŁAW BILIŃSKI ⁵
ZBIGNIEW BYSTRY ³
PIOTR JAROSZ ⁴
DOROTA JASIŃSKA ³
ZYGMUNT KACZMAREK ¹
KAROLINA KRYSZKOWIAK ¹
ANETTA KUCZYŃSKA ¹
WOJCIECH MIKULSKI ⁴
BARBARA NOWAK ⁵
WANDA ORŁOWSKA-JOB ⁶
ZDZISŁAW PASZKIEWICZ ³
MICHAŁ RĘBARZ ¹
MARIA SURMA ¹
ANNA SYBILSKA ⁷

¹ Instytut Genetyki Roślin PAN, Poznań

² Małopolska Hodowla Roślin, SHR Polanowice

³ Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o.o.

⁴ Grupa Szelejewo, Sp. z o.o., SHR Modzurów

⁵ ZD Bąków

⁶ Hodowla Roślin Strzelce, Sp. z o.o.

⁷ ZDHAR Radzików

Wybór miejscowości przydatnych do oceny rodów jęczmienia jarego

Identifying suitable locations for evaluating advanced barley breeding lines

Analizowano wyniki doświadczeń przedwstępnych i wstępnych z jęczmieniem jarym przeprowadzane w latach 2003–2006. Badaną cechą był plon ziarna z poletka. Ponieważ doświadczenia zakładano w 6 miejscowościach, możliwe było przeprowadzenie, wykorzystując program SERGEN, pogłębionej analizy struktury interakcji genotypowo-środowiskowej, przy czym szczególną uwagę zwrócono na charakterystykę środowisk. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń wyróżniono jedną miejscowość, w której w badanym okresie 4 lat rody jęczmienia plonowały najwyżej i w której różnice między porównywanymi rodami były najbardziej widoczne, oraz dwie inne miejscowości o znacząco większym od innych udziale w interakcji $G \times E$. Stwierdzono ponadto, że większość (około 75%) rodów jęczmienia było w badanych środowiskach stabilnych w plonowaniu, co z jednej strony może oznaczać brak znaczących różnic klimatyczno-glebowych między miejscowościami, z drugiej zaś wskazywać na ukierunkowanie polskiej hodowli na selekcję genotypów stabilnych.

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo- środowiskowa, jęczmień jary, plon

The experimental data from pre-registration experiments with advanced barley breeding lines, conducted in 2003–2006, were analyzed. Grain yield was compared in 11 series of experiments carried out in 6 localities. The data were processed using SERGEN software. Statistical analysis was performed with the aim to study the genotype-environmental interaction with a special attention paid to characterization of localities. The results showed that one locality could be distinguished as the best environment for high yielding of the studied barley genotypes. Moreover, in this locality, the climatic and soil conditions appeared to be most suitable for expression of the differences between genotypes. The compared localities were diversified in their contribution to the genotype-environment interaction; among six localities, two had the markedly higher participation in GE (about 20%). It was shown that about 75% of the studied breeding lines were stable in yielding. This may indicate the lack of marked differences between localities in climatic and soil conditions and/or evidence the achievements of breeding in creating stable-yielding genotypes of barley.

Key words: genotype-environment interaction, spring barley, yield stability

WSTĘP

W hodowli jęczmienia jarego w Polsce zaawansowane rody porównywane są w doświadczeniach przedwstępnych i wstępnych przeprowadzanych w sześciu miejscowościach, zlokalizowanych w różnych rejonach kraju (Wielkopolska, Małopolska, Mazowsze, Śląsk). Doświadczenia takie pozwalają uwzględnić interakcję genotypowo-środowiskową w podejmowaniu decyzji selekcyjnych oraz ocenę wpływu zróżnicowanych warunków środowiska na wysokość plonu i inne ważne cechy agronomiczne. Interakcja genotypowo-środowiskowa ($G \times E$) polega na różnej reakcji organizmów na zmianę warunków środowiska, stąd też obserwowane różnice fenotypowe między roślinami zależą od środowiska, w którym są one porównywane (Ceccarelli i in., 1991, 1992; Altin i in., 2000; Blanche i Myers, 2006). Interakcja $G \times E$ jest zjawiskiem kompleksowym, obejmującym reakcję roślin na wszystkie warunki środowiska, zarówno abiotyczne związane z zasobnością i strukturą gleby oraz z czynnikami atmosferycznymi (temperatura, opady, nasłonecznienie), jak i biotyczne (infekcje organizmami chorobotwórczymi). Odmiany/rody można ogólnie podzielić na stabilne, to jest takie, dla których przeciętne wartości analizowanych cech w niewielkim tylko stopniu są zależne od środowiska, oraz niestabilne, o przeciętnych wartościach cech zależnych od zmiennych warunków środowiskowych (Kaczmarek, 1986; Mądry, 2004; Mądry i Kang, 2005). Z kolei formy niestabilne mogą reagować zwiększaniem (formy intensywne) bądź zmniejszaniem (formy ekstensywne) wartości cech wraz z polepszaniem się warunków środowiska. Są też formy niestabilne o tendencji nieokreślonej, to jest takie, których reakcji nie można przewidzieć.

Analiza statystyczna uzyskanych danych doświadczalnych przeprowadzana jest najczęściej z zastosowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji, pozwala na stwierdzenie efektów interakcji genotypowo-środowiskowej, nie charakteryzuje ona jednak dokładniej reakcji poszczególnych genotypów na warunki środowiska, ani też zróżnicowania cechy genotypów w środowiskach. W praktyce hipoteza o braku interakcji $G \times E$ jest najczęściej odrzucana, a wówczas interesujące może być zbadanie zarówno interakcji każdego genotypu ze środowiskiem jak i ocena środowisk pod względem ich interakcji z

genotypami. Możliwości takie daje zastosowanie m.in. programu SERGEN (Caliński i in., 1994). Celem niniejszej pracy była analiza środowisk, w których badane są rody jęczmienia jarego pastewnego w doświadczeniach przedwstępnych i wstępnych z punktu widzenia ich wpływu na uwidacznianie się różnic między obiektami.

MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano na podstawie danych uzyskanych z doświadczeń przedwstępnych i wstępnych z rodami jęczmienia jarego pastewnego, przeprowadzonych w latach 2003-2006. Doświadczenia przeprowadzono w sześciu miejscowościach: Strzelce (M1), Modzurów (M2), Nagradowice (M3), Polanowice (M4), Radzików (M5) i Bąków (M6), każde w układzie bloków losowanych w 4 powtórzeniach na poletkach o powierzchni 10 m². Stosowano standardowe zabiegi agrotechniczne. Doświadczenia przedwstępne, z uwagi na dużą liczbę badanych obiektów (około 100), prowadzone były w każdym roku w dwóch niezależnych doświadczeniach, oznaczonych jako S1 i S2, z których każde obejmowało 40-50 obiektów wraz z odmianami wzorcowymi. Z obu doświadczeń wybierano łącznie około 40 rodów do doświadczeń wstępnych. Należy zaznaczyć, że w doświadczeniach wstępnych w danym roku znajdowały się także inne rody, nie tylko te, które były wybrane z doświadczeń przedwstępnych przeprowadzonych rok wcześniej. Cechą obserwowaną był plon ziarna z poletka.

Analizowano strukturę interakcji genotypowo-środowiskowej za pomocą programu SERGEN (Caliński i in., 1994). W analizie tej środowisko oceniane było w aspekcie biologicznym poprzez średnią wartość danej cechy dla wszystkich genotypów porównywanych w tym środowisku, a dokładniej poprzez efekt środowiskowy wyrażony różnicą między średnią dla danego środowiska a średnią ogólną. Wartości statystyki F dla hipotezy ogólnej o braku zróżnicowania genotypów w poszczególnych miejscowościach pozwoliły wnioskować, w jakim środowisku różnice między genotypami uwidaczniały się najpełniej. Ponadto określono udział poszczególnych środowisk (miejscowości) w interakcji genotypowo-środowiskowej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnie plony ziarna uzyskane w badanym okresie 2003–2006 wskazują, że w czterech spośród sześciu miejscowości plon był zbliżony i wynosił od 7,22 do 7,62 kg z poletka (tab. 1). W pozostałych dwóch miejscowościach (M3 i M6) był około 5% niższy. W tych dwóch miejscowościach wystąpiło też najwięcej ujemnych odchyłeń środowiskowych; w M6 w ośmiu, a w M3 — w siedmiu na 11 analizowanych doświadczeń (tab. 2). Na tle wszystkich miejscowości najkorzystniej pod tym względem wypada M5, dla której w dziewięciu doświadczeniach (82%) stwierdzono dodatnie odchylenia plonu badanych rodów jęczmienia, przy czym w trzech przypadkach (doświadczenia przedwstępne S1 i S2 w 2004 oraz S1 w 2006) były to najwyższe odchylenia dodatnie.

Średni plon rodów jęczmienia w poszczególnych miejscowościach (kg/poletko)
Mean yield for analyzed barley breeding lines in particular localities (kg/plot)

Rok Year	Doświadczenie Trial	Środowisko Environment						Średnia Mean
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
2003	przedwstępne S1 pre-registration S1	7,67	8,42	5,20	6,81	6,60	3,87	6,43
	przedwstępne S2 pre-registration S2	8,12	8,83	5,14	6,82	7,06	5,89	6,98
	średnia mean	7,89	8,63	5,17	6,82	6,83	4,88	6,70
2004	przedwstępne S1 pre-registration S1	7,27	8,11	7,55	7,65	8,85	8,08	7,92
	przedwstępne S2 pre-registration S2	7,02	7,21	8,20	7,67	9,01	8,03	7,86
	wstępne W pre-registration W	8,51	7,24	9,13	7,72	8,55	8,71	8,31
	średnia mean	7,60	7,52	8,29	7,68	8,80	8,27	8,03
2005	przedwstępne S1 pre-registration S1	8,11	7,70	4,54	7,85	7,21	6,34	6,96
	przedwstępne S2 pre-registration S2	7,86	7,24	4,64	8,02	6,47	5,93	6,69
	wstępne W pre-registration W	9,18	7,31	5,30	7,73	7,31	7,06	7,32
	średnia mean	8,38	7,42	4,83	7,87	7,00	6,44	6,99
2006	przedwstępne S1 pre-registration S1	6,23	5,58	6,50	7,44	7,53	5,52	6,47
	przedwstępne S2 pre-registration S2	6,49	5,99	6,60	7,42	7,08	5,56	6,52
	wstępne W pre-registration W	7,33	5,84	6,08	7,94	7,70	5,93	6,80
	średnia mean	6,68	5,80	6,39	7,60	7,44	5,67	6,60
Średnia Mean		7,62	7,22	6,26	7,55	7,58	6,45	7,11
M1 — Strzelce						M4 — Polanowice		
M2 — Modzurów						M5 — Radzików		
M3 — Nagradowice						M6 — Bąków		

Biorąc jednakże pod uwagę sumaryczną (dla 11 doświadczeń) ocenę efektów środowiskowych jako najlepsze można wyróżnić dwie miejscowości: M1 i M5. (tab. 3). Zdecydowały o tym doświadczenia wstępne, dla których odchylenia środowiskowe były dodatnie, przy czym dla M1 (= 2,59) było ono znacznie wyższe aniżeli dla M5 (= 1,13). W przypadku doświadczeń przedwstępnych S1 i S2 relacje były odwrotne, jednakże różnica efektów środowiskowych w M5 i w M1 była mniejsza i wynosiła 1,04. Na wyróżnienie, oprócz M1 i M5, zasługuje również M4, która pod względem efektów środowiskowych znalazła się na trzecim miejscu. Natomiast dla miejscowości M2, charakteryzującej się stosunkowo wysokim średnim plonem rodów (nieznacznie

odbiegającym od poziomu plonowania w miejscowościach M1, M5 i M4), łączna ocena efektu środowiska okazała się czterokrotnie niższa od oceny środowiska dla M4.

Tabela 2

Oceny efektów środowiskowych (odchyłeń środowiskowych) w poszczególnych doświadczeniach
Estimation of environmental effects (environmental deviations) in particular trials

Rok Year	Doświadczenie Trial	Środowisko Environment					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6
2003	przedwstępne S1 pre-registration S1	1,24	1,99	-1,23	0,38	0,17	-2,56
	przedwstępne S2 pre-registration S2	1,14	1,85	-1,83	-0,16	0,08	-1,08
2004	przedwstępne S1 pre-registration S1	-0,65	0,19	-0,36	-0,27	0,93	0,16
	przedwstępne S2 pre-registration S2	-0,84	-0,65	0,35	-0,19	1,15	0,17
	wstępne W pre-registration W	0,20	-1,07	0,82	-0,59	0,24	0,40
2005	przedwstępne S1 pre-registration S1	1,16	0,71	-2,41	0,90	0,26	-0,61
	przedwstępne S2 pre-registration S2	1,16	0,55	-2,06	1,32	-0,22	-0,76
	wstępne W pre-registration W	1,86	-0,01	-2,02	0,42	-0,01	-0,25
2006	przedwstępne S1 pre-registration S1	-0,24	-0,89	0,03	0,98	1,06	-0,94
	przedwstępne S2 pre-registration S2	-0,04	-0,53	0,08	0,90	0,56	-0,97
	wstępne W pre-registration W	0,53	-0,96	-0,72	1,13	0,90	-0,88

Tabela 3

Oceny efektów środowiskowych (średnio z czterech lat) dla poszczególnych doświadczeń oraz ranking
środowisk pod względem sumarycznych efektów środowiskowych
Estimation of environmental effects (mean for four years) for particular trials and ranking of localities
in respect of the overall environmental effects

Doświadczenie Trial	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Przedwstępne S1 Pre-registration S1	1,52	2,00	-3,97	1,98	2,42	-3,95
Przedwstępne S2 Pre-registration S2	1,43	1,22	-3,46	1,88	1,56	-2,64
Wstępne W Pre-registration W	2,59	-2,03	-1,92	0,95	1,13	-0,73
Łącznie Total	5,54	1,19	-9,35	4,82	5,12	-7,32
Ranking	(1)	(4)	(6)	(3)	(2)	(5)
M1 — Strzelce				M4 — Polanowice		
M2 — Modzurów				M5 — Radzików		
M3 — Nagradowice				M6 — Bąków		

Wobec dodatniej sumarycznej oceny efektów środowiska M2 w przypadku doświadczeń przedwstępnych (druga pozycja w rankingu) zasadniczy wpływ na tak dużą różnicę miały plony, a tym samym i odchylenia środowiskowe uzyskane w tej miejscowości dla doświadczeń wstępnych (-2,03). Zauważmy, bowiem że sumaryczne oceny efektów środowiskowych w miejscowościach M1, M5 i M4 były dla każdego z doświadczeń przedwstępnych i wstępnych zawsze dodatnie. W przeciwieństwie do wymienionych czterech miejscowości M1, M5, M4 i M2 ujemną oceną efektu środowiskowego zarówno łącznego jak i dla poszczególnych doświadczeń odznaczały się miejscowości M6 i M3. Prawdziwość powyższych rozważań, przedstawionych na podstawie ocen efektów środowiskowych zawartych w tabeli 3, potwierdza procentowy udział środowisk w sumie dodatnich a także ujemnych ocen (-) efektów środowiskowych z poszczególnych lat podany w tabeli 4.

Tabela 4

Procentowy udział środowisk w sumie dodatnich/ujemnych ocen efektów środowiskowych
Participation of environments (%) in the entire number of positive/negative environmental effects

Doświadczenie Trial	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Przedwstępne S1 Pre-registration S1	19,2	25,2	50,1 (-)	25,0	30,6	49,9 (-)
Przedwstępne S2 Pre-registration S2	23,4	20,1	56,8 (-)	30,9	25,6	43,2 (-)
Wstępne W Pre-registration W	55,4	43,5 (-)	40,9 (-)	20,4	24,2	15,6 (-)
Łącznie Total	33,3	7,1	56,1 (-)	28,9	30,7	43,9 (-)
Ranking	(1)	(4)	(6)	(3)	(2)	(5)
M1 — Strzelce				M4 — Polanowice		
M2 — Modzurów				M5 — Radzików		
M3 — Nagradowice				M6 — Bąków		

Interesujące było też zbadanie, w jakim stopniu w poszczególnych miejscowościach uwidaczniało się zróżnicowanie rodów. W tabeli 5 zamieszczono wartości statystyki F określającej zróżnicowanie badanych obiektów w każdej z 6 miejscowości oraz wartości średnich kwadratów dla błęd. Rozpatrując indywidualnie doświadczenia w poszczególnych miejscowościach można zauważyć, że nie we wszystkich przypadkach różnice te były istotne — w 6 doświadczeniach (9,1%,) wartości statystyki F nie przekraczały wartości krytycznej na poziomie $\alpha = 0,05$. Z tabeli tej wynika także, że mimo niejednorodność średnich kwadratów dla błędów w poszczególnych doświadczeniach, można zaobserwować występowanie największych różnic między rodami w miejscowości M5, a najniższych w M4.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że udział poszczególnych miejscowości w obserwowanej interakcji genotypowo-środowiskowej nie był jednakowy. W poszczególnych latach i typach doświadczeń wahał się od 4,8% (M6 — przedwstępne S1 w 2004 r.) do 41% (M2 — wstępne 2006) (tab. 6). Największy wpływ na wystąpienie interakcji $G \times E$ miały warunki środowiskowe występujące w miejscowościach M4 i M3.

Dzieląc zamieszczone w tabeli 6 wyniki na trzy grupy: poniżej 10%, 10–20%, powyżej 20% udziału poszczególnych środowisk w interakcji można zauważyć, że najwyższy stopień reakcji rodów na warunki glebowe i klimatyczne miał miejsce w środowiskach M4 i M3, dla których udział procentowy w interakcji $G \times E$ wyniósł powyżej 20% odpowiednio 8 i 6 razy. Badane rody okazały się najmniej wrażliwe na warunki środowiskowe panujące w miejscowościach M6 i M5.

Tabela 5

Wartości statystyki F dla braku zróżnicowania plonu rodów jęczmienia jarego w poszczególnych miejscowościach oraz średnie kwadraty dla błęd (w nawiasach)
 F statistics for no-differentiation in the yield of breeding lines at particular localities and mean square error values (in brackets)

Rok Year	Doświadczenie Trial	Statystyka F (średni kwadrat dla błęd) — F statistics						$F_{0,05}$
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
2003	przedwstępne S1 pre-registration S1	2,51 (0,25)	1,60 (0,38)	1,44 (0,81)	1,72 (0,38)	1,72 (0,49)	1,56 (0,59)	1,54
	przedwstępne S2 pre-registration S2	1,91 (0,28)	1,83 (0,33)	1,76 (0,83)	2,72 (0,67)	3,49 (0,17)	2,13 (0,26)	
	przedwstępne S1 pre-registration S1	1,56 (0,59)	3,08 (0,12)	3,58 (0,47)	1,62 (0,80)	4,69 (0,15)	5,24 (0,09)	1,52
	przedwstępne S2 pre-registration S2	1,27 (0,67)	1,88 (0,27)	2,05 (0,33)	2,26 (0,43)	6,86 (0,09)	5,27 (0,06)	
2004	wstępne W pre-registration W	2,14 (0,97)	1,55 (0,73)	1,52 (0,97)	1,09 (0,83)	7,19 (0,29)	3,55 (0,16)	1,51
	przedwstępne S1 pre-registration S1	2,58 (0,20)	3,04 (0,10)	2,25 (0,21)	2,13 (0,47)	4,96 (0,07)	2,53 (0,15)	
	przedwstępne S2 pre-registration S2	2,64 (0,13)	2,74 (0,11)	1,99 (0,30)	1,59 (0,46)	1,58 (0,17)	0,94 (0,64)	1,51
	wstępne W pre-registration W	2,12 (0,39)	2,45 (0,16)	2,32 (0,36)	1,45 (1,26)	6,37 (0,08)	2,00 (0,09)	
2005	przedwstępne S1 pre-registration S1	1,26 (1,10)	5,64 (0,26)	2,42 (0,14)	2,28 (0,58)	11,66 (0,11)	7,77 (0,06)	1,49
	przedwstępne S2 pre-registration S2	5,08 (0,16)	4,19 (0,36)	6,17 (0,09)	2,69 (0,38)	19,52 (0,09)	8,64 (0,08)	
	wstępne W pre-registration W	2,64 (0,17)	1,23 (1,48)	1,17 (0,27)	4,10 (0,19)	5,22 (0,20)	2,53 (0,15)	1,41
	przedwstępne S1 pre-registration S1	1,26 (1,10)	5,64 (0,26)	2,42 (0,14)	2,28 (0,58)	11,66 (0,11)	7,77 (0,06)	

M1 — Strzelce
M2 — Modzurów
M3 — Nagradowice

M4 — Polanowice
M5 — Radzików
M6 — Bąków

Porównywanie rodów w doświadczeniach przeprowadzanych w wielu miejscowościach (środowiskach) pozwala ocenić badane genotypy nie tylko pod względem plonowania, ale i stabilności. W tabeli 7 podano procent rodów stabilnych w poszczególnych doświadczeniach. Jako kryterium stabilności przyjęto wartość statystyki F dla interakcji genotypowo-środowiskowej danego rodu, jeśli nie przekracza ona wartości krytycznej F na poziomie istotności 0,05. Na uwagę zasługuje fakt dużej liczby rodów stabilnych (od 61,2% do 84,8%) i małej rodów niestabilnych. Z jednej strony oznaczać to może występowanie stosunkowo niedużych różnic glebowych i klimatycznych w latach 2003-2006 w środowiskach, w których były prowadzone wszystkie 11 serii doświadczeń, z drugiej zaś wskazywać na ukierunkowanie polskiej hodowli na

selekcję genotypów stabilnych. Aby stwierdzić, jak badane genotypy reagują na zmienne warunki glebowo-klimatyczne środowisk, w których przeprowadzane są doświadczenia, środowiska te powinny być znacząco zróżnicowane. Zróżnicowanie to jest większe w przypadku serii doświadczeń prowadzonych w różnych latach, niż w różnych miejscowościach. Zróżnicowanie warunków pogodowych w danym roku na terenie kraju może nie być na tyle duże, aby interakcja $G \times E$ w pełni się uwidoczniła. Tak więc wnioskowanie o stabilności rodów jęczmienia na podstawie eksperymentów prowadzonych w różnych miejscowościach, ale w jednym tylko roku nie daje pełnego obrazu zróżnicowania ich reakcji na warunki środowiskowe, tym bardziej że w każdej z tych miejscowości zapewnia się roślinom optymalne warunki wzrostu i rozwoju. Tym przypuszczalnie można tłumaczyć stosunkowo wysoki odsetek w doświadczeniach przedwstępnych i wstępnych rodów niewykazujących istotnej interakcji $G \times E$. Oznacza to także, że hodowcy opierając się na wynikach takich doświadczeń nie mają pełnej informacji o reakcji rodów na zmieniające się warunki środowiska.

Tabela 6

Udział środowisk (%) w interakcji $G \times E$
Participation of environments (%) in $G \times E$ interaction

Rok Year	Doświadczenie Trial	Środowisko Environment					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6
2003	przedwstępne S1 pre-registration S1	9,4	12,6	25,3	14,4	14,3	23,9
	przedwstępne S2 pre-registration S2	15,0	10,9	23,9	35,2	6,8	8,3
2004	przedwstępne S1 pre-registration S1	15,7	7,3	38,1	23,7	10,5	4,8
	przedwstępne S2 pre-registration S2	17,9	14,2	22,7	26,0	11,8	7,4
	wstępne W pre-registration W	27,1	18,5	22,9	10,4	15,9	5,3
	przedwstępne S1 pre-registration S1	19,1	11,5	19,4	29,9	7,6	12,5
2005	przedwstępne S2 pre-registration S2	13,9	7,9	24,8	21,5	11,1	20,8
	wstępne W pre-registration W	17,1	7,3	18,3	39,2	10,6	7,5
	przedwstępne S1 pre-registration S1	23,8	19,1	10,7	25,2	12,7	8,4
2006	przedwstępne S2 pre-registration S2	7,4	24,3	9,0	28,8	20,8	9,8
	wstępne W pre-registration W	7,0	41,0	10,2	14,8	17,1	9,9

M1 — Strzelce
M2 — Modzurów
M3 — Nagradowice

M4 — Polanowice
M5 — Radzików
M6 — Bąków

Procent liczby rodów stabilnych i niestabilnych w poszczególnych doświadczeniach
Percentage of stable and unstable breeding lines in particular trials

Rok Year	Doświadczenie Trial	Liczba badanych rodów Number of analyzed breeding lines	Rody stabilne Stable breeding lines	Rody niestabilne Unstable breeding lines
			liczba (%) number (%)	liczba (%) number (%)
2003	przedwstępne S1 pre-registration S1	42	35 (83,3)	7 (16,7)
	przedwstępne S2 pre-registration S2	42	32 (76,2)	10 (23,8)
2004	przedwstępne S1 pre-registration S1	44	29 (65,9)	15 (34,1)
	przedwstępne S2 pre-registration S2	44	34 (77,3)	10 (22,7)
	wstępne W pre-registration W	54	45 (83,3)	9 (16,7)
2005	przedwstępne S1 pre-registration S1	46	36 (78,3)	10 (21,7)
	przedwstępne S2 pre-registration S2	46	39 (84,8)	7 (15,2)
	wstępne W pre-registration W	62	48 (77,4)	14 (22,6)
2006	przedwstępne S1 pre-registration S1	49	40 (81,6)	9 (18,4)
	przedwstępne S2 pre-registration S2	49	30 (61,2)	19 (38,8)
	wstępne W pre-registration W	68	56 (82,3)	12 (17,6)

WNIOSKI

1. Spośród sześciu analizowanych miejscowości najlepsze warunki do selekcji rodów miały miejsce w miejscowości M5, co uwidoczniło się w wysokich plonach, dużym i istotnym statystycznie zróżnicowaniu rodów oraz stosunkowo niskim udziałem tej miejscowości w interakcji $G \times E$.
2. Udział badanych miejscowości w interakcji genotypowo-środowiskowej nie był jednakowy. W dwóch spośród sześciu miejscowości, w których przeprowadzane są doświadczenia przedwstępne i wstępne z rodami jęczmienia jarego interakcja genotypowo-środowiskowa okazała się bardziej znacząca, osiągając w niektórych przypadkach wartości przekraczające 30%.
3. Znacząca przewaga rodów stabilnych w plonowaniu może z jednej strony oznaczać występowanie stosunkowo niedużych różnic glebowych i klimatycznych w latach 2003–2006 w środowiskach, w których były prowadzone doświadczenia, co nie sprzyjało ujawnianiu się interakcji $G \times E$, z drugiej zaś wskazywać na ukierunkowanie polskiej hodowli na selekcję genotypów stabilnych.

LITERATURA

- Altin G.N., McRae K.B., Lu X. 2000. Genotype \times region interaction for two-row barley yield in Canada. *Crop Sci.* 40: 1 — 6.
- Blanche S. B., Myers G. O. 2006. Identifying discriminating locations for cultivar selection in Louisiana. *Crop Sci.* 46: 946 — 949.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1994. SERGEN. Analiza serii doświadczeń odmianowych i genetyczno-hodowlanych. IGR PAN, Poznań.
- Ceccarelli S., Acevedo E., Grando S. 1991. Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes. *Euphytica* 56: 169 — 185.
- Ceccarelli S., Grando S., Hamblin J. 1992. Relationship between barley yield measured in low- and high-yielding environments. *Euphytica* 64: 48 — 58.
- Kaczmarek Z. 1986. Analiza serii doświadczeń zakładanych w blokach niekompletnych. *Rocz. AR Poznań*, 155: 117 str.
- Mądry W. 2004. Modele i metody statystyczne analizy interakcji genotypowo-środowiskowej, stabilności i adaptacji genotypów. *Post. Nauk Roln.* 2/308 : 29 — 43.
- Mądry W., Kang M. S. 2005. Scheffé-Caliński and Shukla models: their interpretation and usefulness in stability and adaptation analyses. *J. Crop Improv.* 14: 325 — 369.