

WIESŁAW PILARCZYK**EWA BAKINOWSKA****JAN BOCIANOWSKI****BOGNA ZAWIEJA**Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Optymalizacja wstępnych doświadczeń hodowlanych z jęczmieniem jarym*

Optimization of preliminary plant breeding trials with spring barley

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących metodyki oceny rodów hodowlanych na etapie doświadczeń wstępnych z jęczmieniem jarym. Celem było ustalenie optymalnej pojemności bloków niekompletnych w jakich powinno być zakładane doświadczenie w danej lokalizacji, ustalenie optymalnej wielkości poletek doświadczalnych oraz waloryzacja lokalizacji (ocena przydatności miejscowości), w których wykonuje się doświadczenia z punktu widzenia ich udziału w tworzeniu interakcji genotypowo-środowiskowej.

Słowa kluczowe: doświadczenie wstępne, rośliny zbożowe, jęczmień jary, pojemność bloków, optymalizacja, waloryzacja miejscowości, wielkość poletek

The results are presented of methodological research analysis on preliminary breeding trials with spring barley. Establishing optimal incomplete block size, plot size and assessment of trial locations for the considered trials were the main aims of the research.

Key words: assessment of trial locations, block size, optimization, plot size, preliminary cereal trials, spring barley

WSTĘP

Przed zgłoszeniem nowych odmian do badań rejestrowych do Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych (COBORU), w stacjach hodowli roślin (SHR) wykonywane są tzw. doświadczenia wstępne. Tak np. doświadczenia z jęczmieniem jarym przeprowadzane są w układach o blokach niekompletnych, w trzech powtórzeniach, w kilku miejscowościach. W doświadczeniach tych bada się wyselekcjonowane, w poprzednich latach, odmiany (około 30–40), z których wybiera się kilka najwartościowszych w celu zgłoszenia ich do badań rejestrowych. Badania w COBORU wykonuje się w

* Praca w części finansowana z projektu badawczego HORh-4040 dec – 28/08 Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

wielu zróżnicowanych środowiskach. Stąd, aby zgłoszone odmiany miały szansę okazać się lepszymi, pod względem wartości gospodarczej (WGO), od odmian konkurencyjnych (np. odmiany wzorcowe, odmiany wcześniej zarejestrowane), muszą okazać się lepszymi od nich w zróżnicowanych warunkach środowiskowych.

Celem prowadzonych badań było:

- określenie optymalnej pojemności bloków niekompletnych w doświadczeniach hodowlanych z jęczmieniem jarym,
- ustalenie optymalnej wielkości poletek doświadczalnych w stosowanych w tych doświadczeniach układach blokowych,
- waloryzacja, czyli ocena przydatności i dobór miejscowości przeprowadzenia doświadczeń z punktu widzenia ich udziału w tworzeniu interakcji badanych rodów ze środowiskiem.

MATERIAŁ I METODY

Wszystkie rozważania prowadzone były przy wykorzystaniu wyników czterech serii doświadczeń odpowiednio z 33, 33, 37 i 37 obiektami doświadczalnymi (rodami i odmianami wzorcowymi). Były to dwie serie doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) oraz dwie serie z jęczmieniem jarym pastewnym (JJP1 i JJP2).

Doświadczenia te zostały przeprowadzone w układach rozkładalnych o blokach niekompletnych w trzech powtórzeniach (replikacjach) (Patterson i Wiliams, 1976). We wszystkich doświadczeniach powierzchnia poletek wynosiła 10 m². Przeprowadzono je w następujących sześciu miejscowościach: Bąków — BKH, Modzurów — MOB, Nagradowice — NAD, Polanowice — POB, Radzików — RAH, Strzelce — STH. Cechą analizowaną był plon ziarna wyrażony w kg/poletko.

W celu znalezienia optymalnej pojemności bloków niekompletnych zastosowano metodę znaną pod angielską nazwą „post-blocking”. Jej autorami są dwaj statystycy brytyjscy H. D. Patterson i E. A. Hunter (1983), którzy podali zasady tej metody i wykazali poprawność wyników. Metoda ta była także zastosowana przez Pilarczyka (1990) w celu określenia optymalnej pojemności bloków niekompletnych w doświadczeniach odmianowych polskiej oceny odmian. Metoda „post-blocking” pozwala na znalezienie optymalnej pojemności bloków (kompletnych lub niekompletnych) przy ustalonych pozostałych parametrach doświadczeń (powierzchnia i kształt poletka oraz liczba powtórzeń obiektów doświadczalnych). Polega ona na grupowaniu poletek w ramach superbloków (replikacji) w bloki niekompletne o różnej pojemności (czyli o różnej liczbie poletek w blokach) i na obliczeniu średniej wariancji (lub średniego odchylenia standardowego) porównań obiektów doświadczalnych parami.

W opracowaniu posłużono się odchyleniami standardowymi, które dla każdej możliwej pojemności bloku niekompletnego obliczano stosując wzór:

$$sd_k = \sqrt{\frac{2MS_e(k)}{rE_k}},$$

gdzie $MS_e(k)$ oznacza średni kwadrat dla błędu doświadczalnego obliczonego przy stosowaniu bloków składających się z k poletek, r oznacza liczbę replikacji obiektów doświadczalnych, a E_k oznacza średni harmoniczny współczynnik efektywności układu blokowego (Pearce, 1970) dla liczby replikacji r i bloków o pojemności k poletek. Pojemność bloków niekompletnych, przy której otrzymuje się najmniejszą wartość odchylenia standardowego, jest w określonych warunkach doświadczalnych pojemnością optymalną, czyli taką, która gwarantuje minimalną wariancję porównań obiektów doświadczalnych.

W celu ustalenia optymalnej wielkości poletek doświadczalnych wykorzystano (obliczony we wszystkich analizowanych doświadczeniach) współczynnik korelacji wewnątrzblokowej (Binns, 1982, także Pilarczyk, 1988). Współczynnik ten, w sytuacji gdy porównuje się v odmian, obliczano korzystając ze wzoru:

$$\rho_v = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_e^2 + \sigma_B^2},$$

gdzie σ_B^2 oznacza komponent wariancyjny dla efektów bloków kompletnych, a σ_e^2 komponent wariancyjny dla błędu doświadczalnego. Reguły postępowania przy wykorzystaniu tego współczynnika są następujące (Binns, 1982):

- Jeśli obliczona wartość $\rho_v > 0,5$, to zwiększanie powierzchni poletek (w rozważanym doświadczeniu) nie prowadzi do poprawy precyzji doświadczenia. Skuteczne może być wtedy zmniejszenie pojemności bloków oraz redukcja powierzchni poletek. Takie wartości współczynnika ρ_v otrzymuje się przy dużej zmienności pola doświadczalnego.
- Jeśli $\rho_v < 0,1$, to zwiększanie powierzchni poletek prowadzi do poprawy precyzji, natomiast redukcja wielkości bloków nie daje efektu. Takie wartości ρ_v otrzymuje się przy zakładaniu doświadczeń na bardzo wyrównanych polach doświadczalnych.
- Jeśli natomiast $0,1 \leq \rho_v \leq 0,5$, to skuteczne jest połączenie dwóch postępowań, czyli należy jednocześnie zmieniać powierzchnię poletek i liczbę poletek w bloku. Takie wartości ρ_v otrzymuje się w przypadku umiarkowanej zmienności pól doświadczalnych.

Ocenę i dobór miejscowości przeprowadzania doświadczeń, z punktu widzenia ich wkładu do interakcji badanych rodów ze środowiskiem doświadczalnym, oparto na ukierunkowanej analizie czterech serii doświadczeń. Metoda ta polega w ogólności na obliczeniu odchyłań interakcyjnych A_{ij} , ($i = 1, \dots, o$; $j = 1, \dots, m$) w dwukierunkowej tabeli obiekty \times miejscowości o wymiarach $o \times m$, gdzie o oznacza liczbę obiektów, m liczbę miejscowości. W tym celu stosuje się wzór:

$$A_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_.$$

gdzie x_{ij} oznacza „poprawioną” średnią wartość plonu obliczoną dla i -tego obiektu doświadczalnego w j -tej miejscowości, z uwzględnieniem zastosowanego blokowego układu doświadczalnego, \bar{x}_i jest średnią brzegową obliczoną dla i -tego obiektu, \bar{x}_j jest

średnią brzegową obliczoną dla j -tej miejscowości a $\bar{x}_{.j}$ jest średnią ogólną obliczoną z całej tablicy obserwacji x_{ij} .

Suma kwadratów wszystkich A_{ij} daje sumę kwadratów dla interakcji genotypowo-środowiskowej, czyli $SS_{OM} = \sum_i \sum_j A_{ij}^2$ w analizie wariancji dla serii doświadczeń. Natomiast sumy $SS_j^{int} = \sum_i A_{ij}^2$ są częściowymi sumami kwadratów dla interakcji w poszczególnych miejscowościach. Ich porównanie pozwala ocenić udział poszczególnych miejscowości w interakcji. Cenniejsze są te miejscowości, które mają duży udział w ogólnej interakcji. Należy bowiem pamiętać o tym, że na końcowym etapie hodowli nowych odmian, gdy nowe kreacje hodowlane trafiają do badań rejestrowych w Centralnym Ośrodku Badania Odmian Roślin Uprawnych, są one oceniane w dużo bardziej zróżnicowanych środowiskach doświadczalnych (w dużej liczbie stacji doświadczalnych). Może wówczas wystąpić duża interakcja odmianowo-środowiskowa, a zatem nawet dobre odmiany-kandydatki mają utrudnione zadanie wykazania swej przewagi nad odmianami gorszymi. Dobrze by więc było, aby na ostatnim etapie hodowli, potencjalne odmiany badać w takich miejscowościach, które powodują największą interakcję. W celu identyfikacji takich miejscowości, każda z nich jest charakteryzowana przez procentowy U_j udział w ogólnej interakcji

$$U_j = \left[(SS_j^{int}) / SS_{OM} \right] 100\%$$

WYNIKI

Analizę post-blocking zastosowano do wyników wszystkich doświadczeń pojedynczych z czterech analizowanych serii. Wyniki zebrano w tabelach od 1 do 6. W kolumnie k , w przypadku stosowania bloków o dwóch pojemnościach, podana jest wartość dla przeważającej pojemności. Np. przy badaniu 33 odmian, przy pojemności $k = 4$ i liczbie bloków w superbloku 10, stosowano 7 bloków o pojemności $k = 3$ poletka i 3 bloki o pojemności $k = 4$ poletka, bowiem $7 \times 3 + 3 \times 4 = 33$. W tabelach najmniejsze i największe wartości odchyłek standardowych zostały wyróżnione (odpowiednio czarne i szare tło).

Przy poszukiwaniu optymalnej pojemności bloków niekompletnych (tabele 1–6) uzyskane wyniki pozwalają zauważyć, że w większości doświadczeń optymalna pojemność bloków zawierała się w przedziale od 4 do 7 poletek. W miejscowościach BKH oraz POB nie można było wskazać optymalnej pojemności bloku.

W doświadczeniach przeprowadzonych w RAH optymalna pojemność bloków wynosiła od 4 do 7 poletek, a w STH — od 6 do 7 poletek. Dla NAD — optymalna była mała pojemność bloków, natomiast dla MOB — wskazane było by stosowanie bloków o dużej pojemności, w tym także układów o blokach kompletnych.

Tabela 1

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Bąkowie (BKH)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Bąków (BKH)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MSe	sd	MSe	sd				MSe	sd	MSe	sd
11	3	0,590	0,070	0,281	0,084	0,308	12	3	0,581	0,060	0,262	0,059	0,260
10	3	0,590	0,056	0,252	0,080	0,301	11	3	0,581	0,062	0,267	0,045	0,227
9	4	0,706	0,048	0,213	0,073	0,263	10	4	0,700	0,058	0,235	0,047	0,212
8	4	0,706	0,055	0,228	0,080	0,275	9	4	0,700	0,052	0,223	0,068	0,255
7	5	0,777	0,064	0,234	0,073	0,250	8	5	0,771	0,043	0,193	0,075	0,255
6	6	0,824	0,064	0,228	0,074	0,245	7	5	0,771	0,062	0,232	0,087	0,274
5	7	0,845	0,067	0,230	0,083	0,256	6	6	0,814	0,064	0,229	0,076	0,249
4	8	0,863	0,077	0,244	0,079	0,247	5	7	0,841	0,052	0,203	0,088	0,264
3	11	0,913	0,074	0,232	0,082	0,245	4	9	0,878	0,062	0,217	0,081	0,248
2	17	0,956	0,079	0,235	0,079	0,235	3	12	0,913	0,059	0,208	0,073	0,231
1	33	1,000	0,079	0,229	0,085	0,238	2	19	0,961	0,088	0,247	0,088	0,247
							1	37	1,000	0,088	0,242	0,095	0,252

b — liczba bloków w superbloku, k — pojemność bloków, E_k — średni harmoniczny współczynnik efektywności układu
 Szarym kolorem oznaczono największe, a czarnym kolorem najmniejsze wartości odchyżeń standardowych. Tekstem pogrubionym oznaczono kolejne dwie najmniejsze wartości odchyżeń standardowych

b — number of blocks in a superblock, k — block size, E_k — harmonic mean efficiency coefficient of blocks design
 In grey the largest values are given, in black — the smallest values of standard deviation. Two next smallest standard deviations are printed in bold

Tabela 2

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Nagradowicach (NAD)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Nagradowice (NAD)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MSe	sd	MSe	sd				MSe	sd	MSe	sd
11	3	0,590	0,068	0,277	0,106	0,346	12	3	0,581	0,084	0,311	0,052	0,244
10	3	0,590	0,089	0,317	0,108	0,349	11	3	0,581	0,107	0,350	0,059	0,260
9	4	0,706	0,096	0,301	0,121	0,338	10	4	0,700	0,104	0,315	0,065	0,249
8	4	0,706	0,095	0,299	0,140	0,364	9	4	0,700	0,108	0,321	0,067	0,253
7	5	0,777	0,096	0,287	0,119	0,320	8	5	0,771	0,133	0,339	0,068	0,242
6	6	0,824	0,115	0,305	0,154	0,353	7	5	0,771	0,134	0,340	0,067	0,241
5	7	0,845	0,130	0,320	0,157	0,352	6	6	0,814	0,130	0,326	0,072	0,243
4	8	0,863	0,131	0,318	0,196	0,389	5	7	0,841	0,125	0,315	0,054	0,207
3	11	0,913	0,218	0,399	0,206	0,388	4	9	0,878	0,171	0,360	0,084	0,253
2	17	0,956	0,185	0,359	0,235	0,405	3	12	0,913	0,134	0,313	0,080	0,242
1	33	1,000	0,261	0,417	0,246	0,405	2	19	0,961	0,201	0,373	0,132	0,303
							1	37	1,000	0,208	0,372	0,189	0,355

W przypadku doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym można mówić o powtarzalności uzyskanych wyników w poszczególnych seriach (poza BKH i POB). Natomiast w doświadczeniach z jęczmieniem jarym pastewnym takiej powtarzalności nie dało się zauważyć.

Tabela 3

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Polanowicach (POB)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Polanowice (POB)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MSe	sd	MSe	sd				MSe	sd	MSe	sd
11	3	0,590	0,059	0,258	0,085	0,312	12	3	0,581	0,173	0,446	0,156	0,423
10	3	0,590	0,066	0,273	0,087	0,288	11	3	0,581	0,197	0,476	0,141	0,399
9	4	0,706	0,061	0,240	0,093	0,298	10	4	0,700	0,186	0,421	0,137	0,394
8	4	0,706	0,058	0,234	0,099	0,293	9	4	0,700	0,183	0,418	0,126	0,345
7	5	0,777	0,054	0,215	0,093	0,284	8	5	0,771	0,217	0,433	0,127	0,346
6	6	0,824	0,059	0,219	0,093	0,276	7	5	0,771	0,223	0,439	0,128	0,331
5	7	0,845	0,067	0,230	0,087	0,263	6	6	0,814	0,209	0,414	0,137	0,333
4	8	0,863	0,073	0,237	0,103	0,280	5	7	0,841	0,247	0,442	0,128	0,318
3	11	0,913	0,109	0,282	0,101	0,272	4	9	0,878	0,240	0,427	0,152	0,343
2	17	0,956	0,128	0,299	0,098	0,261	3	12	0,913	0,223	0,404	0,149	0,330
1	33	1,000	0,139	0,304	0,113	0,274	2	19	0,961	0,268	0,431	0,166	0,340
							1	37	1,000	0,340	0,476	0,184	0,350

Tabela 4

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Modzurówie (MOB)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Modzurów (MOB)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MSe	sd	MSe	sd				MSe	sd	MSe	sd
11	3	0,590	0,220	0,499	0,243	0,524	12	3	0,581	0,340	0,625	0,141	0,402
10	3	0,590	0,257	0,539	0,211	0,488	11	3	0,581	0,323	0,609	0,161	0,430
9	4	0,706	0,245	0,481	0,224	0,460	10	4	0,700	0,306	0,540	0,186	0,421
8	4	0,706	0,231	0,467	0,222	0,458	9	4	0,700	0,318	0,550	0,137	0,361
7	5	0,777	0,240	0,454	0,236	0,450	8	5	0,771	0,289	0,500	0,174	0,388
6	6	0,824	0,217	0,419	0,226	0,428	7	5	0,771	0,323	0,528	0,175	0,389
5	7	0,845	0,236	0,432	0,233	0,429	6	6	0,814	0,335	0,524	0,170	0,373
4	8	0,863	0,260	0,448	0,263	0,451	5	7	0,841	0,320	0,504	0,188	0,386
3	11	0,913	0,258	0,434	0,229	0,409	4	9	0,878	0,284	0,464	0,201	0,391
2	17	0,956	0,244	0,412	0,296	0,454	3	12	0,913	0,309	0,475	0,167	0,349
1	33	1,000	0,266	0,421	0,356	0,487	2	19	0,961	0,307	0,462	0,241	0,409
							1	37	1,000	0,301	0,448	0,265	0,420

Obliczone wartości współczynnika ρ_v zestawiono w tabeli 7. Analizując te wyniki można zauważyć, że w miejscowościach BKH, MOB i STH są wyrównane pola doświadczalne, dlatego możliwe jest tam zwiększenie powierzchni poletek, ewentualnie w drugiej kolejności zwiększenie pojemności bloków. Podobny kierunek zmian można zasugerować dla miejscowości NAD w przypadku doświadczeń z serii 1 z jęczmieniem jarym browarnym JJB1 i pastewnym JJP1. Natomiast w tej samej miejscowości dla doświadczeń z jęczmieniem browarnym i pastewnym z serii 2 (JJB2 i JJP2) wyniki sugerują zmniejszenie pojemności bloków lub redukcję wielkości poletek. Mogło to być spowodowane dużą zmiennością pola doświadczalnego. Identyczna sytuacja ma miejsce w

POB. W przypadku RAH doświadczenia z jęczmieniem browarnym były założone na polach o dużej zmienności. Zatem należałoby raczej zmniejszyć pojemności bloków lub zredukować wielkość poletek. Natomiast pola doświadczalne, na których zostały założone doświadczenia z jęczmieniem pastewnym były dość jednorodne, zatem można w nich poprawić precyzję poprzez zwiększanie powierzchni poletek i pojemności bloków.

Tabela 5

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Radzikowie (RAH)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Radzików (RAH)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MSe	sd	MSe	sd				MSe	sd	MSe	sd
11	3	0,590	0,045	0,226	0,070	0,281	12	3	0,581	0,114	0,362	0,080	0,303
10	3	0,590	0,046	0,228	0,060	0,260	11	3	0,581	0,127	0,382	0,094	0,329
9	4	0,706	0,043	0,201	0,054	0,226	10	4	0,700	0,126	0,346	0,099	0,307
8	4	0,706	0,052	0,222	0,065	0,248	9	4	0,700	0,083	0,281	0,094	0,299
7	5	0,777	0,048	0,203	0,063	0,233	8	5	0,771	0,112	0,311	0,089	0,277
6	6	0,824	0,062	0,224	0,066	0,231	7	5	0,771	0,117	0,318	0,122	0,325
5	7	0,845	0,054	0,206	0,059	0,216	6	6	0,814	0,111	0,301	0,113	0,304
4	8	0,863	0,065	0,224	0,072	0,236	5	7	0,841	0,156	0,352	0,125	0,315
3	11	0,913	0,082	0,245	0,082	0,245	4	9	0,878	0,160	0,349	0,120	0,302
2	17	0,956	0,096	0,259	0,109	0,276	3	12	0,913	0,142	0,322	0,137	0,316
1	33	1,000	0,097	0,254	0,129	0,293	2	19	0,961	0,187	0,360	0,153	0,326
							1	37	1,000	0,284	0,435	0,213	0,377

Tabela 6

Średnie kwadraty [$MS_e(k)$] i odchylenia standardowe (sd_k) w doświadczeniach z jęczmieniem jarym browarnym (JJB1 i JJB2) i pastewnym (JJP1 i JJP2) w Strzelcach (STH)
 Mean squares [$MS_e(k)$] and standard errors (sd_k) in trials with brewing (JJB1 and JJB2) and fodder (JJP1 and JJP2) spring barley at Strzelce (STH)

b	k	E_k	JJB1		JJB2		b	k	E_k	JJP1		JJP2	
			MSe	sd	MSe	sd				MSe	sd	MSe	sd
11	3	0,590	0,051	0,240	0,087	0,314	12	3	0,581	0,060	0,262	0,117	0,366
10	3	0,590	0,064	0,269	0,116	0,362	11	3	0,581	0,080	0,303	0,115	0,363
9	4	0,706	0,074	0,264	0,105	0,315	10	4	0,700	0,080	0,276	0,108	0,321
8	4	0,706	0,061	0,240	0,075	0,266	9	4	0,700	0,076	0,269	0,119	0,337
7	5	0,777	0,066	0,238	0,093	0,283	8	5	0,771	0,075	0,255	0,130	0,335
6	6	0,824	0,060	0,220	0,099	0,283	7	5	0,771	0,083	0,268	0,130	0,335
5	7	0,845	0,063	0,223	0,098	0,278	6	6	0,814	0,107	0,296	0,110	0,300
4	8	0,863	0,087	0,259	0,139	0,328	5	7	0,841	0,096	0,276	0,120	0,308
3	11	0,913	0,098	0,267	0,135	0,314	4	9	0,878	0,095	0,269	0,137	0,323
2	17	0,956	0,102	0,267	0,216	0,388	3	12	0,913	0,150	0,331	0,161	0,343
1	33	1,000	0,263	0,419	0,289	0,439	2	19	0,961	0,113	0,280	0,152	0,325
							1	37	1,000	0,310	0,455	0,187	0,353

Tabela 7

Współczynniki korelacji wewnątrzblokowej (ρ_v), komponenty wariancyjne dla zmienności bloków kompletnych (σ_B^2) i błędu doświadczalnego (σ_e^2) i sugerowany kierunek zmian w metodycie doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym JJB i pastewnym JJP
Intrablock coefficients of correlation (ρ_v), variance components for blocks (σ_B^2) and trial errors (σ_e^2) and suggested changes in trial methodology in trials with brewing and fodder spring barley

Seria Series	Miejscowość Location	σ_B^2	σ_e^2	ρ_v	Sugerowany kierunek zmian w metodycie doświadczeń Suggested changes in trial methodology
BKH	JJB1	0,009	0,079	0,101	B↑
	JJB2	0,018	0,085	0,178	B↑A↑
	JJP1	0,013	0,088	0,127	B↑A↑
	JJP2	0,016	0,095	0,143	B↑A↑
MOB	JJB1	0,010	0,266	0,035	B↑
	JJB2	0,008	0,356	0,023	B↑
	JJP1	0,000	0,301	0,000	B↑
	JJP2	0,026	0,265	0,090	B↑
NAD	JJB1	0,006	0,261	0,023	B↑
	JJB2	0,261	0,246	0,515	A↓ lub B↓
	JJP1	0,009	0,208	0,043	B↑
	JJP2	0,153	0,189	0,447	A↓B↓
POB	JJB1	0,015	0,139	0,097	B↑
	JJB2	0,122	0,113	0,519	A↓ lub B↓
	JJP1	0,000	0,340	0,000	B↑
	JJP2	0,236	0,184	0,562	A↓ lub B↓
RAH	JJB1	0,042	0,097	0,302	A↓B↓
	JJB2	0,109	0,129	0,458	A↓B↓
	JJP1	0,069	0,284	0,197	B↑A↑
	JJP2	0,049	0,213	0,188	B↑A↑
STH	JJB1	0,022	0,263	0,078	B↑
	JJB2	0,002	0,289	0,006	B↑
	JJP1	0,003	0,310	0,008	B↑
	JJP2	0,027	0,187	0,126	B↑A↑

A↑ — oznacza odpowiednio zwiększenie, a A↓ zmniejszenie pojemności bloków w układzie doświadczalnym

B↑ — oznacza odpowiednio zwiększenie, a B↓ zmniejszenie powierzchni poletka

A°B° — oznacza, że w pierwszej kolejności należy zmieniać pojemność bloków, a w drugiej powierzchnię poletek (° oznacza ↑ lub ↓)

B°A° — oznacza, że w pierwszej kolejności należy zmieniać powierzchnię poletek, a w drugiej kolejności pojemność bloków

A↑ and A↓ denote, respectively, increasing and decreasing of block size in experimental design

B↑ and B↓ denote increasing and decreasing of plot size, respectively

A°B° — denotes that at first the block size ought to be changed and then plot size

B°A° — denotes reverse order then A°B°

W tabelach 8–11 przedstawiono odchylenia interakcyjne dla poszczególnych doświadczeń. Drukiem pogrubionym oznaczono największą i najmniejszą wartość odchylenia interakcyjnego w każdej miejscowości. Można zauważyć, że najmniejszy procentowy udział w ogólnej interakcji mają miejscowości BKH i STH. Są to miejscowości o warunkach glebowo-klimatycznych zbliżonych do średnich warunków panujących w miejscowościach, w których przeprowadzono badania. Największy udział w interakcji obiektów z miejscowościami miały miejscowości MOB, NAD i POB. Zatem powinny one znajdować się w zbiorze miejscowości, w których badane są nowe kreacje hodowlane.

Tabela 8

Odchylenia interakcyjne dla doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym. Seria I (JJB1), MS_{OM}
 średnie kwadraty dla interakcji
 Interactional deviations in trials with brewing spring barley. Series I (JJB1), MS_{OM} mean squares for
 interaction

Obiekt Object	Miejscowość Location						
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH	
1	-1,813	0,911	-3,410	5,514	-2,692	1,490	
2	-3,830	5,094	-6,627	1,397	5,891	-1,927	
3	-2,480	0,844	4,123	-1,953	1,941	-2,477	
4	-0,480	-1,356	4,823	-1,953	-1,459	0,423	
5	-3,546	3,578	-5,543	3,981	1,175	0,357	
6	1,487	-2,389	2,090	1,114	-3,292	0,990	
7	1,170	0,994	-4,327	-2,003	4,691	-0,527	
8	-1,480	-5,256	-0,577	4,947	-0,459	2,823	
9	-0,346	4,878	0,157	-2,719	-1,125	-0,843	
10	-1,580	4,544	0,223	0,647	-0,259	-3,577	
11	-0,863	-0,639	1,540	0,864	-0,542	-0,360	
12	1,704	3,728	0,107	0,631	-5,775	-0,393	
13	1,037	3,461	-1,360	-3,536	-1,242	1,640	
14	-1,530	-5,006	4,573	0,697	-1,109	2,373	
15	0,570	-0,806	2,273	-3,703	3,091	-1,427	
16	-0,663	-2,739	-2,460	3,964	2,158	-0,260	
17	0,604	-3,872	-2,193	-2,269	5,825	1,907	
18	0,304	-3,072	1,007	-0,469	-2,275	4,507	
19	2,187	2,111	0,390	-1,986	1,308	-4,010	
20	0,037	-4,839	2,240	0,264	-1,642	3,940	
21	0,187	0,211	-0,410	1,214	-0,392	-0,810	
22	0,920	4,544	-3,577	0,947	0,241	-3,077	
23	-2,780	-0,156	4,523	2,847	-2,459	-1,977	
24	0,870	-4,806	-0,027	2,297	-0,409	2,073	
25	1,087	0,411	-2,410	0,714	-1,592	1,790	
26	0,837	2,461	-2,060	-3,836	1,858	0,740	
27	-2,763	6,761	0,240	-1,236	-2,742	-0,260	
28	0,837	-0,439	-0,760	-0,236	0,658	-0,060	
29	2,554	-5,122	-2,243	3,081	3,575	-1,843	
30	0,237	0,161	4,540	-5,836	-1,542	2,440	
31	0,820	-3,756	6,523	-0,553	-1,459	-1,577	
32	3,987	0,711	2,190	-0,986	-0,692	-5,210	
33	2,720	-1,156	-3,577	-1,853	0,741	3,123	SS_{OM}
SS_j^{int}	108,492	370,844	327,288	227,135	216,439	172,251	1422,448
U_j (w %)	7,63	26,07	23,01	15,97	15,22	12,11	

$MS_{OM}(6) = 8,89$

$MS_{OM}(4) = 11,20$

Tekstem pogrubionym zaznaczono najmniejsze i największe wartości odchyłeń interakcyjnych w miejscowościach
 In bold the smallest and the largest values of interactional deviations are printed

Ten zestaw miejscowości powinien zostać uzupełniony o miejscowości o kontrastowych do nich warunkach glebowo-klimatycznych. W celu ułatwienia odczytywania otrzymanych wyników, miejscowościom nadano rangi (pod względem ich udziału w interakcji). Miejscowość o najmniejszym udziale otrzymała najniższą rangę, zaś o największym – najwyższą. Otrzymane rangi zostały zebrane w tabeli 12.

Tabela 9

Odchylenia interakcyjne dla doświadczeń z jęczmieniem jarym browarnym. Seria II (JJB2), MS_{OM}
 średnie kwadraty dla interakcji
 Interactional deviations in trials with brewing spring barley. Series I (JJB2), MS_{OM} mean squares for
 interaction

Obiekt Object	Miejscowość Location						
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH	
1	-1,000	2,085	-0,558	1,855	-0,661	-1,721	
2	-1,467	0,718	-1,924	2,388	0,173	0,112	
3	-2,650	4,435	-2,208	2,205	-1,311	-0,471	
4	-2,083	-0,098	-0,041	2,071	-0,244	0,395	
5	-1,067	-0,682	3,976	0,088	0,673	-2,988	
6	-1,667	-0,782	3,376	3,388	-3,027	-1,288	
7	1,383	0,468	-0,374	-1,462	-0,477	0,462	
8	-2,450	-6,465	4,892	8,105	0,089	-4,171	
9	-1,633	-1,648	-5,691	6,021	2,306	0,645	
10	0,350	7,235	-0,508	-5,795	-3,811	2,529	
11	1,200	0,985	4,342	-1,645	-5,561	0,679	
12	-0,683	-0,398	1,259	-2,929	0,756	1,995	
13	-1,183	-5,098	1,159	0,571	0,256	4,295	
14	0,233	-1,282	-6,324	9,788	-0,127	-2,288	
15	2,600	-3,815	-3,658	1,455	1,639	1,779	
16	-1,550	-0,565	3,392	0,705	-0,311	-1,671	
17	-1,817	5,868	0,526	-2,162	-0,677	-1,738	
18	1,217	0,502	0,059	-3,029	1,656	-0,405	
19	0,950	1,735	2,492	-2,295	-1,711	-1,171	
20	0,767	1,552	-3,091	0,721	-1,694	1,745	
21	0,917	-6,498	1,759	4,071	0,156	-0,405	
22	-1,200	1,485	4,042	-4,545	0,639	-0,421	
23	1,900	-2,915	-5,258	4,055	3,839	-1,621	
24	2,250	-7,365	-3,408	1,205	4,189	3,129	
25	0,400	-0,915	-0,358	-0,045	0,039	0,879	
26	-1,350	3,335	3,592	-8,095	1,289	1,229	
27	0,850	-2,265	1,092	-2,095	0,489	1,929	
28	-2,983	4,502	-1,441	2,271	0,456	-2,805	
29	3,700	3,485	3,342	-6,845	-5,061	1,379	
30	-0,350	-1,665	0,692	-0,895	5,289	-3,071	
31	0,400	4,685	-6,758	1,055	1,239	-0,621	
32	3,267	1,752	4,109	-4,579	-0,494	-4,055	
33	2,750	-2,365	-2,508	-5,595	-0,011	7,729	
SS_j^{int}	102,695	396,497	351,006	528,367	165,494	194,570	1738,629
U_i (w %)	5,91	22,81	20,19	30,39	9,52	11,19	

$MS_{OM}(6) = 10,86$

$MS_{OM}(4) = 13,99$

Ponadto w tabelach od 8 do 11 podano wartości średniego kwadratu dla interakcji przy uwzględnieniu wyników całej serii 6 doświadczeń [$MS_{OM}(6)$] oraz przy uwzględnieniu jedynie wyników z czterech miejscowości o największym udziale w interakcji [$MS_{OM}(4)$], co pozwoliło pokazać jak dobór miejscowości, w których wykonuje się doświadczenia, wpływa na wielkość interakcji. Jak widać, różnice między tymi wielkościami są duże. Zatem, jeśli uwzględni się fakt, że wielkości MS_{OM} występują w mianowniku testu F dla hipotezy o braku różnic między rodami, to łatwo zauważyć, że wynik testu i decyzja selekcyjna w niezwykle istotnym stopniu zależy od doboru miejscowości, w których

prowadzono doświadczenia na ostatnim etapie hodowli przed zgłoszeniem rodów do rejestracji.

Tabela 10

**Odczyny interakcyjne dla doświadczeń z jęczmieniem jarym pastewnym. Seria I (JJP1), MS_{OM}
średnie kwadraty dla interakcji**
**Interactional deviations in trials with fodder spring barley. Series I (JJP1), MS_{OM} mean squares for
interaction**

Obiekt Object	Miejscowość Location						
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH	
1	-2,947	-0,947	5,301	-1,361	-0,601	0,555	
2	-0,014	1,886	0,235	0,773	-1,668	-1,211	
3	-4,014	-1,414	-4,165	3,373	0,832	5,389	
4	-0,497	2,503	-3,649	-3,111	6,649	-1,895	
5	-1,747	-5,747	-4,699	6,639	3,299	2,255	
6	-4,781	2,119	3,668	1,106	-0,535	-1,578	
7	0,253	8,853	-2,399	-2,161	0,999	-5,545	
8	0,553	4,853	-6,199	-0,161	1,399	-0,445	
9	0,519	1,219	4,268	-2,294	-4,535	0,822	
10	-4,031	-5,331	3,418	5,756	3,115	-2,928	
11	-2,497	1,003	-0,949	7,989	-5,051	-0,495	
12	-0,814	-0,714	-4,365	6,173	1,932	-2,211	
13	-0,714	6,986	-6,765	2,673	-3,368	1,189	
14	1,386	-3,114	3,535	0,373	-0,568	-1,611	
15	0,086	1,586	-1,665	-0,627	2,132	-1,511	
16	2,686	3,686	-3,465	-6,527	0,132	3,489	
17	-2,014	3,386	4,335	-1,227	-2,568	-1,911	
18	-0,614	0,486	3,435	-2,827	2,532	-3,011	
19	-1,681	-3,081	8,568	-2,994	0,765	-1,578	
20	-1,747	1,553	2,401	1,239	-6,401	2,955	
21	0,686	2,686	-2,765	-1,527	1,032	-0,111	
22	0,303	0,803	-1,149	-0,311	-1,351	1,705	
23	1,519	-5,981	-5,332	-1,394	9,565	1,622	
24	0,703	0,903	-7,649	7,089	-0,351	-0,695	
25	-0,731	-1,531	-4,982	1,356	5,715	0,172	
26	-1,997	-9,097	4,751	5,189	0,649	0,505	
27	1,353	-2,747	5,501	-9,361	-2,001	7,255	
28	2,686	0,486	3,835	1,673	-7,568	-1,111	
29	1,736	0,636	-4,915	2,723	-0,318	0,139	
30	0,036	2,336	0,985	3,123	-2,118	-4,361	
31	3,986	-8,114	-0,665	1,073	-2,768	6,489	
32	4,686	-5,414	-1,165	-2,527	0,032	4,389	
33	1,953	2,453	-3,899	0,839	0,899	-2,245	
34	1,953	-0,547	7,201	-9,561	0,899	0,055	
35	2,736	2,436	2,885	-8,477	1,582	-1,161	
36	1,736	-1,664	2,085	-1,877	-0,018	-0,261	
37	-0,714	2,586	4,435	-0,827	-2,368	-3,111	SS_{OM}
SS_j^{int}	171,131	541,828	685,781	650,811	403,327	286,451	2739,329
$U_i(w\%)$	6,25	19,78	25,03	23,76	14,72	10,46	

$MS_{OM}(6) = 15,22$

$MS_{OM}(4) = 19,82$

Tabela 11

Odchylenia interakcyjne dla doświadczeń z jęczmieniem jarym pastewnym. Seria II (JJP2), MS_{OM}
 średnie kwadraty dla interakcji
 Interactional deviations in trials with fodder spring barley. Series I (JJP2), MS_{OM} mean squares for
 interaction

Obiekt Object	Miejscowość Location						
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH	
1	-4,271	-0,263	0,642	4,269	-1,133	0,756	
2	-1,388	-2,480	-2,074	1,953	2,350	1,639	
3	1,095	-2,396	6,809	0,736	-3,067	-3,177	
4	-2,405	-0,696	5,109	-1,664	1,333	-1,677	
5	-3,705	-0,296	1,209	0,636	2,233	-0,077	
6	0,245	-3,246	5,059	-2,914	2,083	-1,227	
7	1,195	3,704	-0,791	-3,664	-5,267	4,823	
8	-1,388	-4,280	-2,074	7,653	-0,050	0,139	
9	3,229	-1,163	1,242	-4,431	-0,133	1,256	
10	4,262	5,970	3,476	-7,597	-0,200	-5,911	
11	-3,171	4,137	-1,358	4,369	-2,333	-1,644	
12	-1,121	-2,613	-10,308	7,619	7,217	-0,794	
13	-2,221	8,087	-0,708	-6,881	0,717	1,006	
14	-0,538	0,670	4,776	-4,597	1,700	-2,011	
15	-2,271	-1,063	1,342	0,369	1,267	0,356	
16	-2,038	-1,630	-1,324	5,303	0,000	-0,311	
17	2,962	-6,830	-1,624	5,303	-1,700	1,889	
18	-0,638	-3,030	1,476	0,603	2,000	-0,411	
19	-2,621	-0,213	-0,308	1,319	1,017	0,806	
20	0,429	-1,063	1,842	-1,231	-2,833	2,856	
21	0,629	4,037	-2,558	-1,531	1,267	-1,844	
22	0,795	-1,196	-0,791	0,336	-1,267	2,123	
23	-3,155	-7,346	-0,141	4,186	3,083	3,373	
24	0,345	-3,946	-4,041	0,386	3,083	4,173	
25	-0,938	-1,830	3,976	-5,097	1,100	2,789	
26	1,679	2,487	3,692	0,219	-6,183	-1,894	
27	-1,771	1,637	1,042	-1,231	-1,933	2,256	
28	2,262	7,370	-2,024	-1,397	1,800	-8,011	
29	3,145	2,254	-0,541	0,386	-0,517	-4,727	
30	0,845	3,154	1,259	-7,414	-1,017	3,173	
31	0,045	3,054	-11,541	10,186	2,783	-4,527	
32	3,162	5,670	-3,824	-4,497	-0,300	-0,211	
33	0,379	-3,813	-0,008	-0,181	5,717	-2,094	
34	2,112	1,720	2,326	-0,847	-5,950	0,639	
35	0,562	0,670	5,276	-4,097	-6,300	3,889	
36	1,562	0,470	-2,524	-1,997	2,100	0,389	
37	2,695	-5,696	-1,991	5,436	-2,667	2,223	SS_{OM}
SS_j^{int}	173,252	503,602	517,463	669,001	330,675	293,914	2487,908
U_j (w %)	6,96	20,24	20,80	26,89	13,29	11,81	

$MS_{OM}(6) = 13,82$

$MS_{OM}(4) = 17,86$

Tabela 12

Rangi przedstawiające udział poszczególnych miejscowości w interakcji odmiany × miejscowości
Ranks of locations according to their contributions to the variety × location interactions

Doświadczenie Experiment	Miejscowość Location					
	BKH	MOB	NAD	POB	RAH	STH
JJB1	1	6	5	4	3	2
JJB2	1	5	4	6	2	3
JJP1	1	4	6	5	3	2
JJP2	1	4	5	6	3	2
Suma rang Sum of ranks	4	19	20	21	11	9

DYSKUSJA I WNIOSKI

Zagadnienie wpływu zestawu miejscowości, w których prowadzi się badania odmianowe na decyzje dotyczące wartości odmian i na wielkość interakcji odmian ze środowiskiem doświadczalnym interesowało badaczy od dawna. I tak np. Miller i inni (1959) zajmowali się zagadnieniem doboru liczby replikacji i liczby miejscowości pod kątem minimalizacji wariancji porównań między odmianami. Z kolei Lin i Binns (1985) oraz Lin i Butler (1988) zajmowali się interakcją par odmian i miejscowości oraz wyborem najlepszych miejscowości do przeprowadzenia serii doświadczeń. Natomiast Fan i wsp. (2001) zajmowali się oceną miejscowości na podstawie interakcji genotypów ze środowiskiem. W Polsce zagadnieniem tym zajmował się Pilarczyk (1983) oraz Pilarczyk i Fraś (2007, 2009), którzy analizując wyniki polskiej oceny odmian z odmianami pszenicy pokazali, że stabilizacja wielkości interakcji następuje, gdy seria osiąga wielkość około 15 doświadczeń. Pokazali także, które z miejscowości miały istotny praktycznie wpływ na wielkość interakcji, a które nie miały wpływu na tę interakcję i z tego punktu widzenia były „nadmiarowe”. Zagadnienie to jest niezwykle ważne na ostatnim etapie hodowli zbóż, gdyż przeprowadzane wtedy serie doświadczeń rzadko składają się z więcej niż sześciu doświadczeń. Zatem dobry (lub zły) wybór lokalizacji doświadczeń może w znacznym stopniu wpłynąć na decyzje dotyczące porównywanych odmian.

Przedstawione wnioski są prawdziwe dla warunków panujących w roku prowadzenia badań. Wobec powszechnie występującej interakcji badanych obiektów z latami badań, konieczne jest potwierdzenie otrzymanych wyników w kolejnych latach. Dopiero ich ewentualne potwierdzenie może dać możliwość na ich uogólnienie, uszczegółowienie i szanse na powtórzenie się w przyszłych badaniach. Otrzymane „optymalne” pojemności bloków w analizowanych doświadczeniach były nieco mniejsze od tych uzyskanych przez Pilarczyka (1988) w doświadczeniach oceny odmian. Może to świadczyć o nieco mniejszym wyrównaniu pól doświadczalnych w rozpatrywanych lokalizacjach, tym bardziej, jeśli uwzględni się fakt, że w ocenie odmian stosuje się poletka o powierzchni 15 m², a w analizowanych tu doświadczeniach stosowano poletka o powierzchni 10 m².

LITERATURA

- Binns M. R. 1982. The choice of plot size in randomized block experiments. *J. of American Society for Horticulture Science* 107: 17 — 19.
- Fan L. J., Hu B. M., Shi C. H., Wu J. G. 2001. A method of choosing locations based on genotype \times environment interaction for regional trials of rice. *Plant Breeding* 120 (2): 139 — 142.
- Lin C. S., Binns M. R. 1985. Procedural approach for assessing cultivar-location data: Pairwise genotype-environment interactions of test cultivars with checks. *Can. J. Plant Sci.* 65: 1065 — 1071.
- Lin C. S., Butler G. 1988. A data-based approach for selecting locations for regional trials. *Can. J. Plant Sci.* 68: 651 — 659.
- Miller A., Williams J. C., Robinson H. F. 1959. Variety \times environment interaction in cotton variety tests and their implications on testing methods. *Agric. J.* 51 (3): 132 — 134.
- Patterson H. D., Hunter E. A. 1983. The efficiency of incomplete block designs in National List and Recommended List cereal variety trials. *J. of Agric. Sci., Cambridge* 101: 427 — 433.
- Patterson H. D., Williams E. R. 1976. A new class of resolvable block design. *Biometrika* 63: 83 — 92.
- Pearce, S. C. 1970. The efficiency of block design in general. *Biometrika* 57, 2: 339 — 346.
- Pilarczyk W. 1983. Wykorzystanie analizy skupień do podziału stacji doświadczalnych na grupy o małej interakcji odmianowo-środowiskowej, *Colloquium Biometricum* 13: 133 — 147.
- Pilarczyk W., Fraś A. 2007. Próba określenia reprezentatywnego zbioru miejscowości w serii doświadczeń odmianowych z pszenicą ozimą, *Biul. IHAR* 246: 3 — 10.
- Pilarczyk W., Fraś A. 2009. Próba określenia reprezentatywnego zbioru miejscowości w serii doświadczeń odmianowych z pszenicą. Cz II. Wyniki czteroletnie, *Biul. IHAR* 254: 3 — 12.
- Pilarczyk, W. 1988. Planowanie i analiza doświadczeń – teoria i praktyka. *Wiadomości Odmianoznawcze* 6/28.
- Pilarczyk, W. 1990. Skuteczność różnych metod analizy jednoczynnikowych doświadczeń blokowych. *Wiadomości Odmianoznawcze* 2/39.