

ANITA DOBEK¹**WOJCIECH MIKULSKI**²¹ Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

² Hodowla Roślin Szelejewo

Zmienność materiałów hodowlanych pszenicy ozimej w perspektywie sukcesu odmianowego

Variability of breeding materials and prospects for a variety success in winter wheat

W ostatnich latach jak i w chwili obecnej hodowla roślin w Polsce podlega ciągłej reorganizacji. W ramach dotychczasowych działań zmniejszono nakłady finansowe na hodowlę roślin poprzez ograniczenie liczby programów hodowlanych. Zmniejszenie liczby programów nie może pozostać bez wpływu na końcowy efekt. Z danych Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych, który porównuje polskie i zagraniczne odmiany pszenicy ozimej wynika, że te ostatnie pod względem plonu są o kilka procent lepsze od polskich. Szukając odpowiedzi na pytanie, dlaczego tak się dzieje trzeba być świadomym, że materiał wyjściowy, którym dysponują hodowcy ma w całej Europie podobną zmienność genetyczną. Tymczasem analiza wyników trzech doświadczeń hodowlanych pokazała, że tylko w nielicznych przypadkach znaleziono linie lepsze od średniej powiększonej o jej odchylenie standardowe, czyli linie wyraźnie lepsze od pozostałych. Wskazuje to na konieczność zwiększenia liczby testowanych obiektów celem zwiększenia prawdopodobieństwa wyboru linii istotnie lepszych, a tym samym poprawienia konkurencyjności w stosunku do odmian zagranicznych.

Słowa kluczowe: doświadczenia jednopowtórzeniowe, podobieństwo genetyczne, wybór linii

One of the results of recent reorganizations in Polish breeding is a remarkable reduction of financial support, which caused decrease in the number of running breeding programs. According to the data collected by the Research Centre for Cultivar Testing (COBORU), yield of the Polish winter wheat varieties is a several per-cent lower than that of foreign-bred ones. The variation in initial germplasm is of the same size for the Polish and the foreign breeding, since the cause must be related to the breeding procedures. The analysis of three years field experiments in six locations revealed a low frequency of strains significantly better than the remaining ones. This indicates a necessity to increase the number of lines entering examination process in the Polish breeding programs, in order to increase competitiveness of the bred wheat cultivars.

Key words: genetic similarity, selection of lines, unreplicated trials

WSTĘP

W ostatnich latach jak i w chwili obecnej hodowla roślin w Polsce podlega ciągłej reorganizacji. W ramach dotychczasowych działań zmniejszono nakłady finansowe na

hodowlą roślin poprzez ograniczenie liczby programów hodowlanych. W chwili obecnej w Polsce realizowanych jest 7 programów hodowlanych z pszenicą ozimą, a dla porównania w Niemczech 27, natomiast w Czechach 10. Zmniejszenie liczby programów nie może pozostać bez wpływu na końcowy efekt hodowli. Widocznym tego skutkiem jest liczba odmian zgłaszanych na pierwszy rok badań do doświadczeń rejestrowych. W Niemczech w ostatnich latach każdego roku rozpoczyna się badać około 100 nowych odmian a w Polsce od 9 do 21.

Z danych Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych, który porównuje polskie i zagraniczne odmiany pszenicy ozimej wynika, że te ostatnie pod względem plonu są o kilka procent lepsze od polskich (Gacek, 2000, 2001 a, 2002 a). Szukając odpowiedzi na pytanie, dlaczego tak się dzieje trzeba być świadomym, że materiał wyjściowy, którym dysponują hodowcy ma w całej Europie podobną zmienność genetyczną. Wystarczy przeanalizować pochodzenia odmian zagranicznych by się przekonać, że w polskich firmach hodowlanych stosowany jest ten sam materiał wyjściowy, którym dysponują inne kraje (Gacek, 2001, 2002). Potwierdzeniem tego faktu może być średnie podobieństwo międzyodmianowe pszenic ozimych, które wynosiło 90% i wahało się od 80% do 95% (Tyrka i Mikulski, 2003). Również doniesienia innych autorów (Krystkowiak, 2003; Rębarz, 2003) wskazują na niewielkie genetyczne zróżnicowanie pszenic europejskich. Klucz do sukcesu hodowlanego zależy od odpowiedniej selekcji materiału hodowlanego. O ile w wypadku pewnych cech jakościowych takich jak np. odporność na rdzę brunatną, w procesie selekcji możemy się posłużyć biologią molekularną i próbą identyfikacji genów warunkujących daną cechę o tyle w wypadku cech ilościowych, uwarunkowanych zwykle dużą liczbą genów, badania molekularne mogą wspomóc, lecz nie zastąpić doświadczeń polowych. Jeśli zatem punkt startowy jest taki sam, a efekt końcowy różny, tzn. że przyczyny porażek należy doszukiwać się w procesie hodowlanym. Co zatem należy uczynić by zwiększyć konkurencyjność polskiej hodowli pszenic ozimych? Proces hodowlany trwa lat 12 i składa się z wielu etapów. Wydaje się sensowne by zmiany rozpocząć od momentu, w którym po raz pierwszy analizowane jest zachowanie materiału hodowlanego w warunkach produkcyjnych. Dotyczy to testowania pokoleń F₇–F₈, kiedy to linie i wzorzec wysiewa się w kilku miejscowościach na poletkach o powierzchni 10 m². Na podstawie uzyskanych obserwacji przeprowadza się pierwszą selekcję linii. Przyjrzymy się temu bliżej na przykładzie trzech programów hodowlanych realizowanych przez spółki tworzące Porozumienie Nasienne „Pol-Nas”.

MATERIAŁ I METODY

W programie hodowlanym Porozumienia Nasiennego „Pol-Nas” w pokoleniu F₇–F₈ testuje się rocznie 900 linii, z których około 300 przechodzi do dalszych badań. Dla zilustrowania problemów, które pojawiają się na tym etapie hodowli posłużymy się wynikami doświadczeń z trzech lat (1999, 2001 i 2002). Doświadczenia prowadzono w 6 stacjach badawczych, a mianowicie w Kobierzycach (KOC), Henrykowie (HEC), Polanowicach (POB), Mikulicach (MIB), Szelejewie (SZD) i Modzurowie (MOB). Uzyskane wyniki analizowano programem DGH2 z zastosowaniem metody autoregresji

(Dobek i Kala, 1995), która modeluje zachowanie się wzorca według następującego schematu:

$$x_{ij+1} = \mu_i + \rho(x_{ij} - \mu_i) + \varepsilon_{j+1}$$

gdzie: x_{ij} oraz x_{ij+1} są plonami odmiany wzorcowej na dwóch kolejnych poletkach, μ_i jest wartością oczekiwaną plonu odmiany wzorcowej w i -tym bloku (pasie), ρ jest parametrem autoregresji, a ε_{j+1} jest błędem losowym. Oszacowane zgodnie z powyższym modelem plony wzorca posłużyły do predykcji plonów linii badanych w doświadczeniu. Charakterystyki uzyskanych ocen zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Podstawowe charakterystyki linii oraz wzorca uzyskane w poszczególnych latach i miejscowościach
Basic characteristics of lines and standard variety in different years and localities

Miejscowość Locality	$x_{l \min.}$	$x_{l \max.}$	$\bar{x}_l$	s_l	$\bar{x}_{wz}$	s_{wz}
1999						
SZD	51,1	98,4	76,98	4,18	74,56	3,31
POB	37,0	78,7	59,67	8,32	58,46	7,02
MOB	30,0	92,1	65,59	6,55	66,61	5,84
MIB	33,9	85,2	61,05	6,74	54,09	5,61
KOC	56,9	105,4	82,30	5,52	71,42	4,60
HEC	38,4	104,4	77,26	9,76	76,42	8,35
2001						
SZD	34,8	91,0	62,27	6,25	52,47	5,52
POB	24,5	109,2	73,11	10,07	65,50	8,32
MOB	11,8	94,0	59,62	5,73	58,83	5,09
MIB	27,3	93,9	64,04	8,39	52,82	6,88
KOC	56,8	106,9	76,82	6,34	64,06	5,29
HEC	37,8	106,3	82,42	5,62	80,38	4,92
2002						
SZD	47,5	105,1	73,38	5,41	74,00	4,88
POB	37,0	110,0	83,53	13,07	87,08	11,21
MOB	48,9	131,7	86,20	9,82	93,89	8,50
MIB	45,6	102,4	82,79	5,60	88,43	5,09
KOC	36,0	104,3	72,07	10,13	76,97	8,36
HEC	64,0	129,8	101,12	5,88	109,08	5,13

SZD — Szelejewo, POB — Polanowice, MOB — Modzurów, MIB — Mikulice, KOC — Kobierzyce, HEC — Henryków

$x_{l \min.}$ — Minimalny plon linii; Minimal yield

$x_{l \max.}$ — Maksymalny plon linii; Maximal yield

s_l — Odchylenie standardowe dla linii; Standard deviation for lines

s_{wz} — Odchylenie standardowe dla wzorca; Standard deviation for standard variety

$\bar{x}_l$ — Średni plon linii; Average yield of lines, $\bar{x}_{wz}$ — Średni plon wzorca; Average yield of standard variety

Zaznaczyć należy, że wzorcem w poszczególnych latach nie była ta sama odmiana. W roku 1999 była to Elena, w 2001 — Kobra, a w trzecim ponownie Elena. Uwagę zwracają plony linii i wzorca w roku 2002. Były one wyższe w porównaniu do uzyskiwanych we wcześniejszych latach badań, a ponadto w roku tym średni plon wzorca przewyższał średni plon linii.

WYNIKI I DYSKUSJA

Powszechnie stosowanym w doświadczeniach hodowlanych kryterium wyboru jest odwołanie się do wzorca. W tabeli 2 zamieszczono dla poszczególnych miejscowości i lat badań liczby linii, które były lepsze od wzorca, a także liczby linii lepszych od wzorca powiększonego o jego odchylenie standardowe. Wyboru dokonano tylko na podstawie plonu, pomijając cechy jakościowe, co stanowi pewnego rodzaju uproszczenie, bowiem w hodowli pszenicy konsumpcyjnej cechy jakościowe będą rekompensowały słabszy plon.

Tabela 2

Liczby linii lepszych od wzorca oraz od wzorca powiększonego o jego odchylenie standardowe w 6 miejscowościach i 3 latach badań
Number of lines better than standard and better than standard plus standard deviation for 6 localities and 3 years of testing

Miejscowość Locality	1999		2001		2002	
	$x_l > \bar{x}_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz} + s_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz} + s_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz} + s_{wz}$
SZD	619	398	771	633	234	160
POB	499	137	684	428	322	56
MOB	411	198	479	330	225	68
MIB	791	541	843	637	189	50
KOC	681	499	805	696	208	36
HEC	538	203	584	314	101	20

x_l — Plon linii; Lines yield

s_{wz} — Odchylenie standardowe dla wzorca; Standard deviation for standard variety

$\bar{x}_{wz}$ — Średni plon wzorca; Average yield of standard variety

Analizując wyniki z tabeli 2 należy zwrócić uwagę na znaczne różnice w liczbach linii wybranych w zależności od zastosowanego wzorca i roku badań. Przy czym najmniej linii lepszych od wzorca i lepszych od wzorca powiększonego o jego odchylenie standardowe wybrano w roku 2002 (tab. 2), co można wytłumaczyć wyższymi średnimi plonami wzorca w porównaniu do średnich plonów linii (tab. 1). Z punktu widzenia wyboru do dalszej hodowli interesujące są te linie, które okazały się być dobre nie w jednej, lecz prawie we wszystkich miejscowościach, czyli linie charakteryzujące się dużą stabilnością plonowania. Liczby linii o takich własnościach podają tabele 3 i 4. Analiza danych zamieszczonych w tabeli 3 wskazuje na dwa istotne problemy. Pierwszy związany jest z intensywnością selekcji. W obecnym układzie programów hodowlanych rocznie należy wybrać około 300 linii, co powoduje, że przy bardzo łagodnym kryterium jakim jest tylko przewaga nad wzorcem, w doświadczeniu w roku 2002 należałoby wybrać linie, które okazały się być lepsze od wzorca tylko w dwóch miejscowościach. Przy takim postępowaniu z góry musimy się więc liczyć z faktem, że dokonujemy wątpliwego wyboru. Wydaje się, że do dalszych etapów badań powinny przejść tylko te linie, które okazały się być lepsze od wzorca w co najmniej 5 miejscowościach. Problemu tego nie ma w doświadczeniach z roku 1999 i 2001, w których odmianą wzorcową była Elena. I tu dotykamy drugiego z istotnych zagadnień. Wzorzec pełni podwójną rolę w doświadczeniach jednopowtórzeniowych. Z jednej strony pozwala na kontrolowanie

żyźności gleby, z drugiej stanowi kryterium oceny linii. O ile pierwsza rola jest bezdyskusyjna, o tyle druga — jak pokazują przykłady — wątpliwa. Rozwiązaniem wydaje się być nie odwoływanie się do wzorca, lecz do średniej z oszacowanych (poprawionych) plonów badanych linii (tab. 4).

Tabela 3

Liczby linii powtarzających się jako lepsze od wzorca oraz od wzorca powiększonego o jego odchylenie standardowe w wielu miejscowościach
Number of lines repeatedly better than standard and better than standard plus standard deviation in different localities

Rok badań Year	1999		2001		2002	
	$x_l > \bar{x}_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz} + s_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz} + s_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz}$	$x_l > \bar{x}_{wz} + s_{wz}$
Liczba powtórzeń Number of repetitions						
6	156	13	241	66	2	-
5	225	59	297	173	23	1
4	188	122	202	198	67	2
3	157	174	97	215	97	18
2	98	203	40	130	174	61
1	59	187	20	80	245	201

x_l — Plon linii; Lines yield

s_{wz} — Odchylenie standardowe dla wzorca; Standard deviation for standard variety

$\bar{x}_{wz}$ — Średni plon wzorca; Average yield of standard variety

Tabela 4

Liczby linii powtarzających się jako lepsze od średniej dla linii oraz od średniej dla linii powiększonej o jedno- oraz o dwa odchylenia standardowe w wielu miejscowościach
Number of lines repeatedly better from average of lines and from average plus one standard deviation and average plus two standard deviations in different localities

L.p.	Rok badań — Year								
	1999			2001			2002		
	$x_l > \bar{x}_l$	$x_l > \bar{x}_l + s_l$	$x_l > \bar{x}_l + 2s_l$	$x_l > \bar{x}_l$	$x_l > \bar{x}_l + s_l$	$x_l > \bar{x}_l + 2s_l$	$x_l > \bar{x}_l$	$x_l > \bar{x}_l + s_l$	$x_l > \bar{x}_l + 2s_l$
6	98	6	-	57	5	-	89	5	-
5	154	27	-	148	19	1	158	15	-
4	129	42	2	180	53	4	163	36	3
3	142	82	17	175	11	26	150	80	-
2	141	131	33	155	168	61	127	152	39
1	145	201	126	123	231	185	131	215	128

L.p. — Liczba powtórzeń; Numer of repetitions

x_l — Plon linii; Lines yield

s_l — Odchylenie standardowe dla linii; Standard deviation for lines

$\bar{x}_l$ — Średni plon linii; Average yield of lines

Wyniki zamieszczone w tabeli 4 wykazują zrównoważenie częstości pojawiania się linii w poszczególnych kategoriach: ($l > \bar{x}_l$, $l > \bar{x}_l + s_l$, $l > \bar{x}_l + 2s_l$) niezależnie od roku.

I tak np. suma linii wskazanych jako lepsze od wzorca w 6 bądź 5 miejscowościach oraz we wszystkich kategoriach wynosiła 285 w 1999 roku, 230 w 2001 roku i 267 w 2002

roku. Wskazuje to na przewagę kryterium „średniej dla linii” nad „średnią dla wzorca”, pozwala, bowiem uwolnić się od wpływu interakcji genotypowo-środowiskowej na zachowanie się wzorca. Z drugiej strony stanowi potwierdzenie konieczności zwiększenia liczby programów hodowlanych, bowiem w żadnym z doświadczeń, nawet przy tak łagodnym kryterium, którym jest porównanie ze średnią nie wybierzemy planowanej liczby 300 linii, które okazały się być lepsze od wzorca w co najmniej 5 miejscowościach (252, 205 i 247 odpowiednio). Wybór linii, które dały dobre plony tylko w 4 miejscowościach niejako z góry dopuszcza wybór złego materiału. Ponadto kryterium porównania ze średnią jest bardzo słabym kryterium. Dla potwierdzenia statystycznego istotnej różnicy konieczne byłoby porównanie ze średnią plus dwa odchylenia standardowe. Analizując wyniki zamieszczone w tabeli 4 stwierdzić należy, że jest to jednak zbyt ostre kryterium, ponieważ w żadnym z trzech doświadczeń nie znaleziono linii lepszej od średniej o dwa odchylenia we wszystkich miejscowościach. W tym kontekście wydaje się, że praktyką powinien być wybór tylko tych linii, które okazały się być dobre we wszystkich badanych środowiskach i przewyższają średnią, o co najmniej jedno odchylenie standardowe. Ostrzejsza selekcja to niewątpliwie pierwszy z warunków, które muszą być spełnione by efekty polskiej hodowli stały się porównywalne z wynikami hodowców z innych krajów europejskich. Pociąga to za sobą jednakże konieczność istotnego zwiększenia liczby programów hodowlanych. Jeśli bowiem na podstawie doświadczeń jednopowtórzeniowych chcielibyśmy wybrać tę samą liczbę 300 linii, to zbiór wyjściowy powinien zawierać około 50000 linii.

Skalę problemu odzwierciedla zdanie podsumowujące publikację dotyczącą prac hodowlanych ze zbożami, w którym Baenziger i wsp. (2002) na stronie 257 piszą między innymi: „On average, over 100.000 lines will be looked at to find a cultivar!”.

LITERATURA

- Baenziger P. S., Shelton D. R., Shipman M. J., Graybosch R. A. 2002. Breeding for end use quality; reflections on the Nebraska experience. In: *Wheat in Global Environment*. Bedl Z. , Langa L., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 255 — 262.
- Dobek A., Kala R. 1995. On the analysis of experiments with unreplicated varieties. *Biul. Oceny Odmian* 26/27: 73 — 82.
- Gacek E. 2001, 2002. Lista Opisowa Odmian COBORU, Słupia Wielka.
- Gacek E. 2000, 2001 a, 2002 a. Synteza Wyników Doświadczeń Rejestrowych Ozimych, COBORU, Słupia Wielka.
- Krystkowiak K. 2003. Wykorzystanie markerów molekularnych RAPD do badań różnicowania genetycznego odmian pszenic. V Konferencja Krajowa „Rośliny zbożowe — Markery DNA dla roślin zbożowych i traw”. IGR PAN Poznań.
- Rębarz M. 2003. Wykorzystanie markerów RAPD do badania zmienności wewnątrzodmianowej pszenic. V Konferencja Krajowa „Rośliny zbożowe — markery DNA dla roślin zbożowych i traw”. IGR PAN Poznań.
- Tyrka M., Mikulski W. 2003. Porównanie zmienności fenotypowej i genotypowej odmian i rodów pszenicy zwyczajnej. II Ogólnopolska Konferencja. Zasoby genowe roślin w ochronie różnorodności biologicznej. Skierniewice, 22–23.10.2003.