

WIESŁAW PILARCZYK^{1,2}**ANNA FRAŚ**²¹ Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu² Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka

Próba określenia reprezentatywnego zbioru miejscowości w serii doświadczeń odmianowych z pszenicą

Część II. Wyniki czteroletnie

Determining a representative subset of locations in a series of wheat trials Part II. Four-year results

W badaniach mających na celu ocenę wartości gospodarczej odmian (badania WGO) i w porejestrowym doświadczalnictwie odmianowym (badania PDO), wnioski dotyczące odmian podejmowane są przy wykorzystaniu wyników jednorocznych i wieloletnich serii doświadczeń. W obydwu typach badań prowadzonych w Polsce przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych z siedzibą w Słupii Wielkiej, liczba zakładanych doświadczeń dla potrzeb badań WGO w ostatnim ćwierćwieczu wyraźnie zmalała praktycznie dla wszystkich ważnych gospodarczo gatunków. Natomiast, w ostatnich kilku latach, liczba doświadczeń w doświadczalnictwie porejestrowym wzrosła. W pracy przedstawiono rozważania dotyczące wpływu liczby miejscowości na wielkość interakcji odmian ze środowiskiem doświadczalnym, oraz udziału poszczególnych miejscowości w tworzeniu tej interakcji. W tym celu wykorzystano wyniki czteroletniej serii doświadczeń z odmianami pszenicy ozimej przeprowadzonych w latach 1991–1994. Sięgnięto po te, dość odległe w czasie, wyniki są to bowiem ostatecznie tak obszerne dane, zarówno pod względem liczby badanych odmian jak i liczby miejscowości. W następnych latach liczba prowadzonych doświadczeń dla potrzeb WGO wyraźnie zmalała. Podobne rozważania, przy wykorzystaniu wyników jednorocznej serii doświadczeń, prowadzone były w opracowaniu Pilarczyka i Fraś (2007).

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo-środowiskowa, ocena odmian, reprezentatywność miejscowości, seria doświadczeń

The inference on a value for cultivation and use (VCU) of new varieties is usually drawn from results of series of trials performed in different environments (trial stations, locations) over a period of 3–4 years. Similar series of trials are also performed for post-registration investigations. A size of series (number of locations) depends on the economic importance of a plant species and varies (in Poland) from very few trials for less important species to several dozens for the most important ones. There is a permanent economical pressure on reducing a size of series. In this work the influence of a number of experiments on the degree of a genotype-environment interaction was investigated. Also, a contribution of particular experimental stations (locations) to the genotype-environment interaction was

assessed. The results of a four-year series of 219 trials on wheat, conducted between 1991 and 1994 at 70 experimental stations, were utilized. This had been the last such an extensive set of data, as in the following years the number of trials was largely reduced.

Key words: genotype-environment interaction, representativeness of locations, series of trials

WSTĘP

W opracowaniu Pilarczyka i Fraś (2007), przy wykorzystaniu wyników jednorocznej serii doświadczeń, pokazano jak dobór miejscowości, w których prowadzi się doświadczenia wpływa na wielkość interakcji badanych odmian ze środowiskiem doświadczalnym reprezentowanym przez miejscowości, w których te doświadczenia zlokalizowano. Pokazano między innymi, że liczba miejscowości, w których prowadzi się badania powinna być odpowiednio duża, aby można było uzyskać stabilne wartości średniego kwadratu dla interakcji. Celem niniejszej pracy było określenie minimalnej liczby doświadczeń gwarantującej otrzymanie stabilnych wartości estymatorów interakcji badanych odmian ze środowiskiem reprezentowanym przez miejscowości. Szukano reprezentatywnego podzbioru miejscowości w każdym roku badań oraz zbioru tych miejscowości doświadczalnych, których obecność w zestawie punktów doświadczalnych jest wskazana zarówno przy analizie i interpretacji wyników serii jednorocznych, jak i serii czteroletniej. Identyfikacja takich miejscowości ma duże znaczenie praktyczne z powodu silnej presji ekonomicznej na ograniczenie wielkości serii (zmniejszenie liczby doświadczeń w roku).

MATERIAŁ I METODY

Rozważania prowadzono przy wykorzystaniu wyników czterech jednorocznych serii doświadczeń z odmianami pszenicy ozimej, przeprowadzonych od sezonu 1990/1991 do sezonu 1993/1994. Wykaz miejscowości, w których założono doświadczenia podano w tabeli 1. Miejscowości, w których nadal są zlokalizowane stacje doświadczalne oceny odmian podległe COBORU podane są drukiem wytłuszczonym, zlikwidowane drukiem zwykłym, natomiast drukiem pochyłym podano nazwy tych miejscowości, które nie należały do sieci punktów doświadczalnych oceny odmian. Jak widać z wartości zamieszczonych w tabeli 1, wystąpiło łącznie 40 takich miejscowości, w których doświadczenia przeprowadzono w każdym z rozważanych czterech sezonów. W sezonie 1990/1991 przeprowadzono 65 doświadczeń, w następnych sezonach było to odpowiednio 63, 46 i 45 doświadczeń. Wszystkie doświadczenia były założone w czterech powtórzeniach, w układach 1-rozkładalnych o blokach niekompletnych. W sezonie 1990/1991 zastosowano bloki niekompletne o pojemności 7 i 8 poletek, w sezonie 1991/1992 o pojemności 8 poletek, a w dwóch ostatnich sezonach o pojemności 8 i 9 poletek. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 15 m² (1,5 m × 10 m). Analizowaną cechą był plon ziarna przeliczony na standardową zawartość wody 15% i wyrażony w q/ha. Wykaz badanych odmian podany jest, wraz z ich średnimi plonami, w tabeli 2.

Tabela 1

Miejscowości, w których prowadzono doświadczenia w latach 1991–1994 oraz średni plon
Locations in which the trials were performed in a 1991–1994 and mean yields

Lp.	Miejscowość Location	1991	1992	1993	1994	\bar{x}	Lp.	Miejscowość Location	1991	1992	1993	1994	\bar{x}
1	Bezek	72,7	84,6	82,7	77,1	79,3	36	Marianowo	86,1	83,1	75,8	83,7	82,2
2	Białogard	59,3	59,7	62,0	59,9	60,2	37	Masłowice	77,1	59,8	71,4	86,3	73,6
3	Bobrowniki	76,4	50,3	44,6	79,1	62,6	38	<i>Nienaszów</i>	30,1				30,1
4	Bogusławice	83,4	80,7			82,0	39	Nowa Wieś U	70,5	52,6	38,5	68,1	57,4
5	Bojanowo	59,4	67,8			63,6	40	Nowy Dwór	76,2	74,2			75,2
6	Bukówka	71,1	68,8	75,6	57,0	68,1	41	Nysa	73,6	61,6			67,6
7	Chrzastowo	71,7	75,1	68,9	75,0	72,7	42	Olesno		59,1			59,1
8	Cicibór	65,9	74,3	56,6	69,8	66,6	43	Opiesin	85,0	71,6			78,3
9	Czesławice	56,2	72,5	73,5	70,6	68,2	44	Pawłowice			60,3	70,8	65,5
10	Dąbrówka	61,7	62,6			62,1	45	Pluźniczka	77,2	65,4			71,3
11	<i>Dębina</i>	67,7	90,9	75,6	90,3	81,1	46	Prusim	57,0	63,9	43,8		54,9
12	Dukla	68,5	62,1	70,8	79,3	70,2	47	Przeclaw	82,5	79,3	79,6	85,5	81,7
13	Fałęcin	88,1	94,2			91,2	48	Przelewice	84,2	80,8			82,5
14	Garbno	82,2	79,7			81,0	49	Radostowo	72,4	87,0	88,5	95,0	85,7
15	Głębokie	54,9	74,8	67,0	64,0	65,2	50	Rarwino	58,3	81,7	51,3	68,1	64,9
16	Głodowo	61,9	74,5	59,7	66,8	65,7	51	Ruska Wieś	63,4	83,3	76,0	77,5	75,0
17	Głubczyce	66,5	81,2	80,0	74,4	75,5	52	Rychliki	91,7	91,3	75,2	98,6	89,2
18	Grabik	73,2	55,6			64,4	53	Seroczyn	75,5	71,4	58,4	66,3	67,9
19	Grabownica	70,2	87,4			78,8	54	<i>Sędziszów</i>	50,6				50,6
20	Jarosław		68,2			68,2	55	Słupia	73,1	74,4	81,9	80,3	77,4
21	<i>Jasienica</i>	69,5				69,5	56	Słupia W.	85,6	81,3	85,1	63,1	78,8
22	Jelenia Góra	63,2	52,8	67,3	58,0	60,3	57	<i>Stare Pole</i>	74,5	93,8	80,7		83,0
23	Karżniczka	62,6	64,7	62,0	68,6	64,5	58	Sulejów	70,5	70,3	79,5	47,2	66,9
24	Kawęczyn	63,7	64,9	68,6	70,5	66,9	59	<i>Szczawno Z.</i>	64,8	67,3			66,0
25	Kłodzko	73,2	83,8			78,5	60	Śrem	77,2	75,4	56,5	83,5	73,2
26	Kochcice	79,8	72,7	63,3	92,4	77,0	61	Świebodzin	81,4	56,0	63,1	79,2	69,9
27	Kościelec	71,3	65,6		68,2	68,4	62	Tarnów Śl.	76,5	83,6	75,4	63,8	74,8
28	Kośc. Wieś	66,6	78,6	60,0	76,8	70,5	63	Tomaszów	52,2	48,4	60,1	66,0	56,7
29	Krościna M.	85,4	83,1	92,2	79,8	85,1	64	Uhnun				55,0	55,0
30	Krzyżewo	81,9	87,2	82,5	81,1	83,2	65	Węgrzce	67,5		71,3	89,5	76,1
31	Kwietno	70,1	79,7			74,9	66	Wrocikowo	83,0	80,3	76,1	92,2	82,9
32	Lisewo	67,2	86,4	88,7	89,1	82,9	67	Wyczechy	69,9	77,8	51,3	41,2	60,1
33	Lubliniec N.	60,5	51,1	64,7	62,8	59,8	68	Wysoka	66,4	56,9			61,6
34	Lućmierz	54,3	52,1	58,7		55,0	69	Zadąbrowie	73,1	75,9	86,4	61,1	74,1
35	<i>Małyszyn</i>	46,7				46,7	70	Zybiszów	79,9	68,7	71,6	73,4	73,4

Czcionką wytłuszczoną zaznaczono stacje doświadczalne oceny odmian istniejące do dzisiaj.

Kursywą zaznaczono stacje doświadczalne nie należące do oceny odmian

By bold print still existing variety testing experimental stations are distinguished by bold - type characters, whereas names of the stations not belonging to the variety testing network are italicized

W sezonie 1990/1991 badano 37 odmian, w następnym sezonie 40, a w dwóch ostatnich było to 41 odmian. Wśród wszystkich badanych 57 odmian, 22 były badane we wszystkich uwzględnionych w tych rozważaniach sezonach. Wykaz tych odmian i miejscowości podany jest w tabeli 3 wraz ze średnimi plonami. Do analizy i interpretacji wyników zastosowano metodę zaproponowaną w opracowaniu Lin (1982), Lin i Butler (1988) i wykorzystaną także przez Pilarczyka i Fraś (2007) do interpretacji wyników serii doświadczeń z pszenicą ozimą z roku zbioru 1991. Najogólniej metoda polega na podziale średniego kwadratu dla interakcji odmian z n miejscowościami $MS(1,2,...,n)$ na dwa składniki.

Tabela 2

Odmiany pszenicy ozimej badane w doświadczeniach w latach 1991–1994 i ich średnie plony
Winter wheat varieties tested in 1991–1994 and their mean yields

Nr No	Odmiana Variety	1991	1992	1993	1994	\bar{x}	Nr No	Odmiana Variety	1991	1992	1993	1994	\bar{x}
1	Alba	70,1	74,0	71,2	73,3	72,2	30	Maltanka	72,6	76,5	70,6	77,8	74,4
2	Aleta	72,2	73,4	70,6	75,3	72,8	31	Mikon	71,9	72,8	70,1	72,7	71,9
3	Almari	72,9	76,0	72,4	74,3	73,9	32	Milan	68,3				68,3
4	AND 989	71,7	71,7	68,6		70,6	33	Nike	68,8	69,1	67,2		68,3
5	Arda	69,2	70,8	66,6	73,5	70,0	34	Niwa	65,5				65,5
6	Begra	63,1	66,3	60,9	65,2	63,9	35	Oda	70,4	73,7	65,3	73,6	70,7
7	BOA 287	70,0	70,8			70,4	36	Olcha			71,0	72,2	71,6
8	CHD 690	70,7	73,6	69,9	70,0	71,1	37	OLH 186	69,3				69,3
9	CHD791		75,4	70,8		73,1	38	OLH 387	72,2				72,2
10	DAD293				73,1	73,1	39	OLH 689	70,8	73,8			72,3
11	DED 490	71,5	71,6	68,6		70,6	40	OLH1092			69,4	73,2	71,3
12	DED692			69,8	72,3	71,1	41	OLH1393				76,6	76,6
13	DED793				72,9	72,9	42	OLH1493				75,0	75,0
14	Elena	72,7	75,9	76,1	78,7	75,9	43	Olma		71,6	67,1	71,0	69,9
15	Emika	67,0	72,9	70,2	74,8	71,2	44	Panda	65,7	67,1	66,8	69,5	67,3
16	Estica		77,8	72,9	74,3	75,0	45	Parada	67,4	71,1	66,8	71,8	69,3
17	Gama	65,8	67,2	63,7	67,9	66,1	46	Pob790		74,3	69,0	72,3	71,9
18	Jawa	70,6	76,5	68,0	74,2	72,3	47	Pob991		72,6	70,8	74,0	72,5
19	Jubilatka	72,8	72,2	69,6	75,1	72,4	48	Rada	68,3	70,0	66,4		68,2
20	Juma		71,9	66,7	71,1	69,9	49	Roma	71,4	72,5	69,5	75,9	72,3
21	Kamila	73,7	75,1	69,7	72,3	72,7	50	Rosa	67,1	70,8	66,3	70,1	68,6
22	Kobra	75,3	74,3	68,8	74,3	73,2	51	SMH 1389	73,2	75,4	69,1		72,6
23	KOC 1789	73,1	72,2	68,2	72,7	71,6	52	SMH1591		75,2	74,2	74,5	74,6
24	KOC1992			74,3	77,1	75,7	53	SMH1693				74,7	74,7
25	KOC2193				79,8	79,8	54	SOD391		74,3	70,8	73,7	72,9
26	KODA	67,2	68,4			67,8	55	STH393				74,4	74,4
27	LAD 487	72,1				72,1	56	Weneda	66,4	71,3	71,7		69,8
28	LAMA	70,9	73,1	69,0	73,7	71,7	57	Wilga				71,8	71,8
29	Lanca	70,5	72,0	65,7		69,4							

Pierwszy składnik jest związany z interakcją odmian z $n-1$ miejscowościami $MS(1,2,\dots,n-1)$, przy wyłączeniu jednej z nich, np. miejscowości n -tej. Drugi składnik $SR(n)$ jest sumą średnich kwadratów dla interakcji odmian z parami wszystkich miejscowości z miejscowością n -tą. Taki rozkład pozwala na identyfikację minimalnego podzbioru miejscowości gwarantującego uzyskanie stabilnej wartości dla interakcji odmian z miejscowościami. Szczegóły obliczeniowe związane z zastosowaną metodą podane są w opracowaniu Pilarczyka i Fraś (2007). Metodę tę zastosowano oddzielnie do wyników dla każdego z lat zbiorów od 1991 do 1994 oraz dla wartości średnich z czterech lat (w ostatnim przypadku wykorzystano jedynie wyniki dla kompletnej tablicy 22 odmian i 40 miejscowości, tabela 3). W celu ilustracji zależności wielkości interakcji odmian z miejscowościami od liczby miejscowości zależność tę przedstawiono graficznie (rys. 1) zarówno w poszczególnych latach, jak i dla wartości średnich ze wszystkich czterech lat badań.

Tabela 3

Średnie plony odmian w miejscowościach, w których badania przeprowadzano przez cały czteroletni okres 1991–1994
Mean yields in locations in which the experiments were performed every year between 1991 and 1994

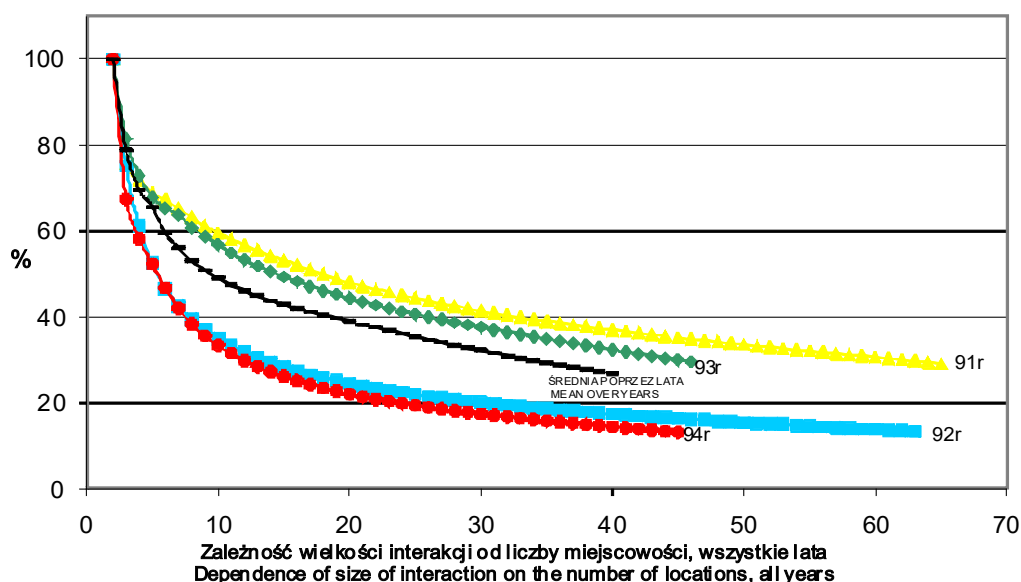
Nr No	Odmiana Variety	Miejscowość Location																				
		Bezek	Białogard	Bobrowniki	Bukówka	Chrzastowo	Cicibór	Czesławice	Dębina	Dukla	Głębokie	Głodowo	Głubczyce	Jelenia Góra	Karżnieszka	Kawęczyn	Kochcice	Kościelna Wieś	Krościna Mała	Krzyżewo	Lisewo	Lubimiec Nowy
1	Alba	82,6	63,5	63,6	75,3	73,5	66,2	65,7	84,0	72,2	65,9	69,3	72,2	62,8	63,3	65,9	80,2	70,3	82,6	86,1	82,9	51,1
2	Aleta	83,1	65,7	63,7	71,7	72,8	67,6	71,1	84,0	69,2	67,0	68,7	76,6	61,9	67,8	66,8	78,8	71,7	86,0	82,9	82,9	60,6
3	Almari	80,2	62,1	67,6	69,6	77,2	67,8	72,0	86,6	73,6	68,9	65,8	78,6	62,1	68,6	70,7	77,5	75,1	86,1	85,1	88,6	61,3
4	Arda	75,2	59,5	65,1	66,2	71,9	66,6	68,8	81,9	67,1	60,6	66,0	71,1	56,7	63,3	65,6	74,6	70,0	85,3	79,6	80,0	59,5
5	Begra	74,3	54,5	55,9	57,2	66,3	63,3	58,6	71,5	59,3	61,7	57,1	68,9	53,7	59,7	60,0	68,7	65,8	76,2	74,8	73,5	55,8
6	Chd690	78,2	61,1	67,9	64,5	72,8	65,8	71,4	79,4	65,6	66,3	65,6	74,2	62,9	62,7	70,3	79,3	71,7	90,4	82,5	80,7	61,7
7	Elena	85,4	58,9	64,8	72,1	76,6	69,1	70,0	89,4	77,3	68,0	68,5	85,0	63,3	66,2	67,4	81,1	73,1	84,3	92,0	91,0	63,1
8	Emika	74,7	65,3	65,1	70,9	70,4	66,2	68,7	82,6	65,8	63,4	69,5	69,9	62,6	67,6	66,0	79,6	68,5	80,4	79,4	82,0	58,3
9	Gama	67,3	52,4	56,9	62,5	68,7	65,4	63,0	74,8	65,8	60,3	63,7	69,5	55,3	62,4	64,4	68,0	67,3	84,2	71,4	80,5	53,2
10	Jawa	78,6	60,8	58,9	69,7	74,8	68,6	65,2	82,9	71,2	64,3	66,4	83,7	63,0	63,4	69,8	78,6	76,6	91,4	87,0	87,6	65,1
11	Jubilatka	84,8	65,6	61,4	68,1	71,1	70,3	69,7	77,7	70,5	67,3	64,3	76,4	57,6	67,2	68,5	77,5	70,2	86,2	87,0	82,9	60,4
12	Kamila	84,0	61,7	59,2	69,7	74,0	66,3	68,5	78,9	76,4	67,1	65,2	76,3	62,0	68,5	63,5	78,4	71,0	88,7	83,3	83,3	60,1
13	Kobra	81,1	54,5	61,7	71,1	75,1	68,6	66,7	83,4	76,3	68,4	65,2	84,8	64,1	65,2	71,0	78,7	71,5	93,9	83,5	90,1	64,7
14	KOC1789	81,9	55,5	62,9	64,8	73,7	70,0	65,7	83,0	70,4	66,5	65,4	81,8	62,1	66,6	68,4	75,6	69,2	88,9	85,9	86,7	59,4
15	Lama	80,0	63,9	65,9	67,1	75,6	68,7	70,6	78,7	71,5	67,0	66,2	76,0	60,3	62,1	65,7	76,9	71,3	85,6	85,6	78,9	65,1
16	Maltanka	80,4	61,0	64,0	72,2	76,0	70,7	76,5	82,4	69,7	66,8	69,2	79,5	61,7	66,2	72,5	77,8	76,6	90,4	85,3	85,8	63,4
17	Mikon	82,4	61,9	57,0	70,1	69,5	62,6	64,9	85,8	72,2	63,8	67,6	77,7	60,8	66,1	63,2	77,9	70,3	85,4	78,5	86,5	54,5
18	Oda	78,9	55,9	61,8	66,5	72,7	65,9	69,5	78,9	70,0	63,1	61,6	73,1	62,4	66,6	71,5	75,0	69,6	85,6	80,7	80,8	60,5
19	Panda	80,3	62,8	57,2	64,7	67,4	62,2	68,2	73,2	64,7	62,7	63,4	62,6	54,9	58,1	61,5	76,1	63,8	78,4	79,2	75,1	56,6
20	Parada	78,6	55,4	61,0	69,7	73,2	63,9	68,3	78,5	63,1	60,2	64,8	75,7	58,5	64,2	61,2	78,2	67,6	85,9	82,4	78,5	60,2
21	Roma	80,3	62,7	65,8	71,5	71,9	66,7	75,2	80,9	73,4	66,3	68,7	71,4	62,5	64,0	66,8	78,2	70,6	84,1	82,5	82,5	58,6
22	Rosa	75,5	54,0	61,1	63,2	72,4	64,2	67,5	80,2	66,2	69,2	63,1	75,2	58,7	63,4	66,6	71,1	70,9	86,0	79,5	81,2	58,4
	Srednia Mean	79,4	59,9	62,2	68,1	72,6	66,7	68,4	80,8	69,6	65,2	65,7	75,4	60,4	64,7	66,7	76,7	70,6	85,7	82,5	82,8	59,6

c. d. Tabela 3

Nr No	Odmiana Variety	Miejscowość Location																			
		Marianowo	Masłowice	Nowa Wieś U.	Przeclaw	Radostowo	Rarwino	Ruska Wies	Rychliki	Seroczyn	Stupia	Stupia Wielka	Sulejów	Śrem	Świebodzin	Tarnów Śl.	Tomaszów	Wrocikowo	Wyczechy	Zadąbrowie	Średnia Mean
1	Alba	85,0	73,6	57,4	82,8	92,8	69,5	81,2	89,4	74,0	80,4	84,4	67,6	74,2	69,3	73,0	55,7	87,6	61,5	71,7	73,2
2	Aleta	82,5	74,0	57,8	83,6	83,7	68,3	79,6	91,5	73,9	80,3	80,6	66,7	76,1	70,2	78,1	62,0	83,7	61,3	75,6	73,7
3	Almari	84,9	78,0	56,7	84,5	88,1	68,7	77,4	90,0	69,8	84,0	81,7	70,9	76,5	72,0	80,8	57,5	86,2	61,9	72,0	74,7
4	Arda	79,3	71,8	58,3	78,5	83,8	67,8	72,5	91,5	69,1	72,1	78,1	64,7	72,9	69,2	74,3	56,3	82,0	62,2	70,9	70,7
5	Begra	75,6	67,0	52,3	69,3	76,5	57,7	66,6	79,2	59,9	65,9	67,8	61,5	67,0	61,8	67,2	51,9	74,3	55,3	63,0	64,4
6	CHD690	82,1	73,0	57,8	79,6	83,7	62,3	75,1	86,6	63,5	75,5	74,8	66,2	71,2	71,9	73,4	58,0	79,8	64,0	76,2	71,7
7	Elena	86,3	77,6	56,3	87,1	96,2	65,7	82,0	95,1	75,0	88,3	85,1	70,7	79,1	71,0	83,0	54,9	87,7	63,6	82,8	76,3
8	Emika	81,6	70,6	63,0	79,9	85,4	68,2	76,9	90,1	69,6	73,9	80,4	65,6	70,9	70,9	70,5	57,2	84,5	63,7	74,1	71,8
9	Gama	76,7	69,8	53,2	74,2	78,2	58,1	59,2	84,4	57,9	72,4	72,8	64,6	71,4	70,0	66,5	54,8	70,5	55,3	74,1	66,5
10	Jawa	85,1	74,1	58,0	83,7	89,1	67,5	68,2	89,2	66,9	79,0	81,0	66,3	73,8	72,0	80,7	58,7	79,2	58,3	63,5	73,0
11	Jubilatka	84,3	72,8	60,3	80,9	86,9	65,5	83,0	87,5	70,5	78,8	77,7	66,1	75,2	69,8	74,8	57,3	87,8	59,9	82,4	73,1
12	Kamila	84,0	75,7	57,3	84,9	88,8	67,8	77,9	91,8	67,0	80,6	79,3	68,8	75,2	69,8	74,0	59,0	86,9	63,2	74,2	73,3
13	Kobra	85,6	74,6	56,9	81,1	87,8	60,5	69,4	92,8	66,6	80,9	81,0	68,8	79,0	71,6	79,1	58,2	82,4	56,7	81,9	73,9
14	KOC1789	80,5	73,5	56,0	82,6	91,5	58,7	68,9	90,8	63,3	78,5	77,5	67,5	75,6	70,5	78,4	53,9	81,6	53,0	76,0	72,1
15	Lama	81,1	76,2	58,8	82,8	85,7	69,0	75,2	88,8	67,7	75,6	76,1	65,1	73,2	70,0	76,6	55,6	80,4	60,0	73,7	72,3
16	Maltanka	85,9	78,6	57,1	82,3	86,8	66,9	75,9	92,6	72,8	85,0	82,0	75,0	77,6	73,2	75,0	59,7	86,1	58,4	78,8	74,9
17	Mikon	81,2	75,7	57,6	82,1	93,3	63,5	71,5	90,5	69,5	78,6	81,2	67,4	75,8	69,5	75,1	54,9	83,2	59,1	78,9	72,2
18	Oda	81,1	74,2	54,9	80,4	85,4	63,2	75,2	86,6	63,6	76,0	80,4	68,5	73,1	70,3	72,8	55,2	81,2	59,5	76,1	71,2
19	Panda	76,4	70,8	59,5	75,5	80,3	65,0	72,7	87,6	67,3	67,5	71,5	64,1	69,0	63,5	64,5	52,8	84,9	59,6	72,5	67,9
20	Parada	76,7	71,9	54,7	76,5	83,7	59,5	72,5	88,2	68,0	77,2	79,2	64,2	72,3	66,2	73,7	58,6	78,7	59,8	65,1	69,9
21	Roma	80,6	75,5	58,2	84,9	85,8	66,0	79,2	91,3	71,0	79,2	77,8	67,5	74,6	70,9	69,6	59,5	88,1	64,8	78,2	73,2
22	Rosa	80,5	69,4	59,1	73,5	81,1	59,8	66,6	84,1	61,1	72,6	74,3	64,0	75,2	70,9	71,6	57,6	72,4	57,6	68,0	69,2
Srednia Mean		81,7	73,5	57,3	80,5	86,1	64,5	73,9	89,1	67,6	77,4	78,4	66,9	74,0	69,7	74,2	56,8	82,2	59,9	74,1	—

WYNIKI

Najwyższy średni (z wszystkich badanych odmian) plon w doświadczeniu, 98,6 q/ha, uzyskano w sezonie 1993/1994 w miejscowości Rychliki, a najniższy 30,1 q/ha, w sezonie 1990/1991 w miejscowości Nienaszów. Zatem przeciętny poziom plonów w doświadczeniach wahał się w bardzo szerokim zakresie, co świadczy o dużym zróżnicowaniu warunków glebowo-klimatycznych w rozważanych lokalizacjach doświadczeń. Wśród odmian badanych przez cały uwzględniony czteroletni okres (tab. 2) najwyższym średnim plonem 75,9 q/ha (z miejscowości i czterech sezonów) charakteryzowała się odmiana Elena, a najniższym 63,9 q/ha odmiana Begra. Zatem badane odmiany różniły się od siebie w sposób znaczący. W każdym roku występowała istotna statystycznie interakcja badanych odmian z miejscowościami. Średnie kwadraty dla tej interakcji wyniosły 21,49 w roku 1991, i odpowiednio 20,99, 20,53 i 30,59 w kolejnych latach.



Rys. 1. Względne wartości maksymalnych średnich kwadratów dla interakcji (dla podzbiorów miejscowości o różnych liczebnościach), wyrażone w procentach średniego kwadratu dla interakcji dla dwóch miejscowości o największej interakcji

Fig. 1. Relative values of maximum mean squares for interaction for subsets of locations of different sizes, expressed in percentages of the mean square for interaction for pair of locations with maximum interaction

Oddzielnie dla każdego roku, wykorzystując średnie poprawione otrzymane za pomocą analizy wariancji danych z doświadczeń pojedynczych, obliczono wartości średnich kwadratów dla interakcji. Następnie usuwano ze zbioru wyników kolejno jedną, dwie, trzy

itd. miejscowości, za każdym razem usuwając miejscowość o najmniejszym udziale w interakcji odmian ze środowiskiem. W ostatnim kroku w zbiorze wyników pozostawały dwie miejscowości o największym udziale w interakcji. Dla kolejnych liczb miejscowości obliczano wartości średnich kwadratów dla interakcji. Podobne obliczenia wykonano także dla ortogonalnego podzbioru 40 miejscowości, w których przeprowadzono doświadczenia w każdym roku, przy wykorzystaniu wyników dla 22 odmian, które były badane przez cały czteroletni okres. Wartości średnich kwadratów dla interakcji dla kolejnych liczb miejscowości wyrażono w procentach tejże interakcji otrzymanej dla dwóch miejscowości gwarantujących największą interakcję. Wyniki te przedstawiono graficznie na rysunku 1.

Łatwo jest zauważyć, że od około 15 miejscowości otrzymane krzywe są dość płaskie. Zatem liczba doświadczeń nie mniejsza od 15 gwarantuje otrzymanie stabilnej (czyli wolnej od przypadkowego doboru miejscowości, w których wykonuje się badania doświadczalne) wartości średniego kwadratu dla interakcji odmian z miejscowościami. Wartości średniego kwadratu dla interakcji przy takich 15 miejscowościach wyniosły w kolejnych latach, odpowiednio 39,38 w roku 1991, 44,58 w roku 1992, 34,32 w roku 1993 i 60,66 w roku 1994. Natomiast dla wartości średnich z czterech lat badań (czyli dla wyników z tabeli 3) wartość ta wyniosła 49,27. W tym opracowaniu przyjęto zatem 15 miejscowości jako graniczną minimalną wielkość serii.

W celu oceny przydatności poszczególnych lokalizacji doświadczeń, dla każdej stacji doświadczalnej oceny odmian (SDOO) policzono liczbę zdarzeń (liczbę lat), że dana stacja weszła do podzbioru 15 miejscowości gwarantujących największą interakcję. Jeśli po liczbie występuje znak „+”, oznacza to, że dana miejscowość wystąpiła także w minimalnym podzbiorze 15 miejscowości przy analizie serii czteroletniej.

Wyniki zestawiono w tabeli 4. Uwzględniono jedynie istniejące obecnie stacje doświadczalne oceny odmian. I tak widać, że dwie stacje doświadczalne (Ruska Wieś i Kawęczyn) trzykrotnie (w trzech spośród czterech lat uwzględnionych w tym opracowaniu) wystąpiły w minimalnych podzbiórach piętnastu miejscowości o największej interakcji. Dodatkowo Ruska Wieś znalazła się w takim podzbiorze przy łącznym opracowaniu wyników z czterech lat badań. Można więc powiedzieć, że są to miejscowości o największym udziale w powstawaniu interakcji odmian ze środowiskiem doświadczalnym.

Ponadto wystąpiło 11 miejscowości, które dwukrotnie wystąpiły w podzbiórach 15 miejscowości o największej interakcji. Osiem spośród nich wystąpiło także w takim podzbiorze przy łącznym opracowaniu wyników z czterech lat. Są to zatem miejscowości o dużym „udziale” w tworzeniu interakcji. Z drugiej zaś strony wystąpiło 13 stacji doświadczalnych, które ani jeden raz nie wystąpiły w podzbiorze 15 miejscowości o największej interakcji odmian z miejscowościami ani przy analizie wyników jednorocznych, ani przy analizie serii czteroletniej.

Wśród nich jest 9 takich lokalizacji, w których badania prowadzono w każdym roku z rozważanych czterech lat. Są to zatem miejscowości o minimalnym wpływie na wielkość interakcji odmian z warunkami środowisk, w których przeprowadzono doświadczenia. Wystąpiły także dwie lokalizacje (Wyczechy i Nowa Wieś Ujska), które nie wystąpiły w minimalnym podzbiorze 15 miejscowości w żadnym roku badań, ale wystąpiły przy

łącznym opracowaniu serii czteroletniej. Stąd przy tych miejscowościach w tabeli 4 wystąpił znak „+” bez żadnej liczby.

Tabela 4

Wykaz stacji doświadczalnych i ich udział w tworzeniu interakcji odmian ze środowiskiem
List of locations (experimental stations) and their participation in a genotype by location interaction

Lp No	Miejscowość Location	n_i	Lata Years
1	Bezek	2	1992, 1993
2	Białogard	2+	1993, 1994
3	Bobrowniki	2	1992, 1994
4	Bukówka	1	1994
5	Chrzastowo	1	1991
6	Czesławice	2+	1993, 1994
7	Dukla	1	1993
8	Głębokie	1	1991
9	Głubczyce	1+	1994
10	Jelenia Góra	1	1991
11	Karżniczka	1	1994
12	Kawęczyn	3	1992, 1993, 1994
13	Kościelna Wieś	1	1991
14	Krościna Mała	2+	1991, 1993
15	Krzyżewo	1	1992
16	Lisewo	1+	1993
17	Lubliniec Nowy	1+	1994
18	Marianowo	1	1992
19	Nowa Wieś Ujska	+	
20	Przeclaw	1	1993
21	Radostowo	2+	1993, 1994
22	Rarwino	2+	1992, 1994
23	Ruska Wieś	3+	1991, 1993, 1994
24	Słupia	2+	1992, 1993
25	Śrem	1	1994
26	Tarnów Śląski	1+	1994
27	Tomaszów	1	1991
28	Węgrzce	1	1993
29	Wrocikowo	2+	1992, 1993
30	Wyczechy	+	
31	Zadąbrowie	2+	1993, 1994
32	Zybiszów	2	1993, 1994

n_i — oznacza liczę wystąpień i-tej miejscowości w minimalnym zbiorze 15 miejscowości o największej interakcji (w poszczególnych latach), natomiast „+” oznacza takie wystąpienie w serii czteroletniej

n_i — denotes the number of cases that i-th location occurred in a minimum (within year) set of 15 locations with the highest genotype by location interaction, while “+” means such occurring in a four-year series of trials

DYSKUSJA

Przeprowadzone rozważania pokazują, że różne miejscowości (stacje doświadczalne oceny odmian) w różnym stopniu partycypują w powstawaniu interakcji odmian ze środowiskiem doświadczalnym reprezentowanym przez te miejscowości. Identyfikacja tych miejscowości, które w największym stopniu przyczyniają się do powstawania interakcji pozwala na lepsze planowanie doświadczeń w zależności od celu badań. Obecnie jest to szczególnie ważne wobec nieustannej presji ekonomicznej na ograniczenie

wielkości serii doświadczeń (ograniczenie liczby lokalizacji, w których prowadzi się doświadczenia i ograniczenie liczby lat badań). W przeprowadzonych tu rozważaniach uwzględniony jest tylko jeden aspekt optymalnego planowania serii doświadczeń, mianowicie aspekt związany z wielkością interakcji odmian ze środowiskiem. W żadnym zakresie nie uwzględnia się innych aspektów związanych chociażby z reprezentatywnością poszczególnych miejscowości dla warunków makro- lub mikroregionów uprawy różnych gatunków roślin. Badania tego rodzaju prowadzone były np. w pracy Lin i Butler (1988). Znaleźć tam można także rozważania umożliwiające identyfikację miejscowości o podobnym „udziale” w interakcji. Zastąpienie jednej z nich znajdującej się w zbiorze minimalnym powiedzmy 15 miejscowości, przez inną o podobnym wkładzie do interakcji w niewielkim stopniu zmieni tę interakcję, a ta nowa miejscowość może lepiej reprezentować docelowy rejon uprawy. Należy także pamiętać o tym, że rozważania prowadzone w tym opracowaniu dotyczą jedynie doświadczeń z pszenicą ozimą. Wnioski w niewielkim tylko stopniu mogą być uogólnione na inne gatunki. Jedynie analiza dużych serii z odmianami innych niż pszenica gatunków pozwoli na ewentualne wyciągnięcie wniosków uogólniających o przydatności poszczególnych miejscowości w planowaniu i interpretacji wyników serii doświadczeń. Podobne rozważania prowadzone przy wykorzystaniu wyników doświadczeń z odmianami ziemniaka, z zastosowaniem analizy skupień, były prowadzone przez Pilarczyka (1983).

WNIOSKI

1. Wyniki z odpowiednio wybranych kilkunastu (co najmniej 15) miejscowości w jednym roku badań stanowią wystarczająco dużą próbę do prawidłowego oszacowania interakcji odmian ze środowiskiem, czyli do poprawnego wnioskowania o zachowaniu się odmian w zróżnicowanym środowisku doświadczalnym;
2. Wśród różnych lokalizacji doświadczeń można wyróżnić takie miejscowości, które w większym stopniu przyczyniają się do powstawania interakcji genotypowo-środowiskowej i takie w których badane odmiany zachowują się „średnio”. Takie miejscowości nie przyczyniają się do poznania struktury interakcji.

LITERATURA

- Lin C.S. 1982. Grouping genotypes by a cluster method directly related to genotype-environment mean square. *Theor. Appl. Genet.* 62: 277 — 280.
- Lin C. S., Butler G. 1988. A data-based approach for selecting locations for regional trials, *Can. J. Plant Sci.* 68: 651 — 659.
- Pilarczyk W. 1983. Wykorzystanie analizy skupień do podziału stacji doświadczalnych na grupy o małej interakcji odmianowo-środowiskowej. *Colloquium Biometryczne*. Tom 13: 133 — 147.
- Pilarczyk W., Fraś A. 2007. Próba określenia reprezentatywnego zbioru miejscowości w serii doświadczeń odmianowych z pszenicą. *Biul. IHAR* 246: 3 — 10.