



Stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata* Say)

Fot. Sławomir Wróbel

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 254/2009



Stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Fot. Sławomir Wróbel

RADZIKÓW 2009
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN — RADZIKÓW
05-870 BŁONIE pod WARSZAWĄ

INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN

Dyrektor: Prof. dr hab. Edward Arseniuk

Komitet Redakcyjny:

Editorial Committee:

HENRYK J. CZEMBOR (Przewodniczący — Editor-in Chief),
DANUTA BOROS, WIESŁAW MĄDRY, WOJCIECH NOWACKI,
STANISŁAWA ROZTROPOWICZ-SZKUBEL, BARBARA ZAGDAŃSKA,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

CZASOPISMO UKAZUJE SIĘ OD 1951 ROKU

Redaktor techniczny i skład komputerowy
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

Druk: PWR Sp. z o.o

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	Glubczyce	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	Ślupia	73,1	74,4	81,9	80,3	77,4
21	<i>Jasienica</i>	69,5				69,5	56	Ślupia 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	Karżnieszka	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	Kość. 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	Węgrze	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

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 $MS(1,2,...,n-1)$, 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

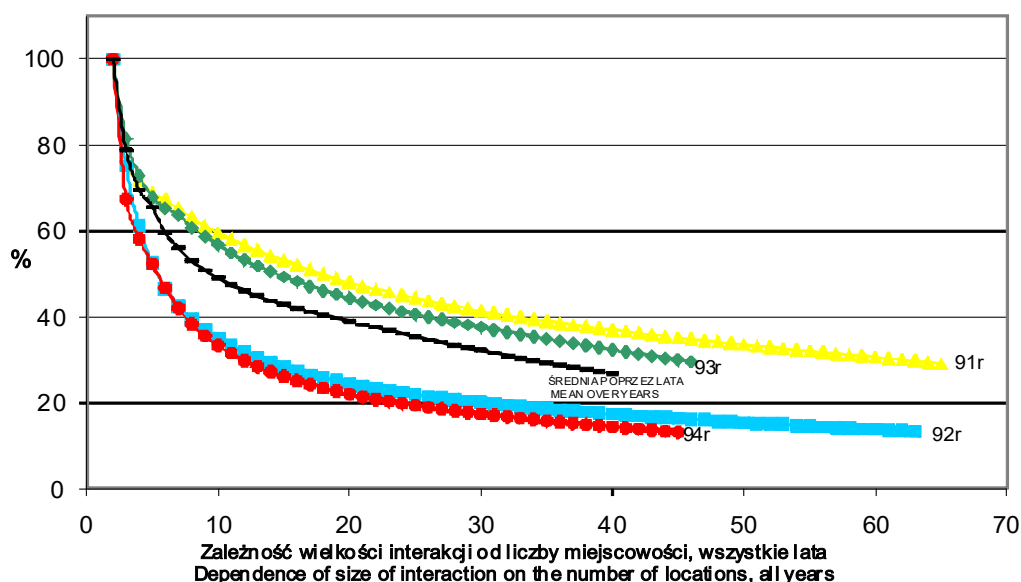
Nr No	Odmiana Variety	Miejscowość Location																				
		Bezek	Białogard	Bobrowniki	Bukówka	Chrzastowo	Cicibór	Czesławice	Dębina	Dukla	Głębokie	Głodowo	Głubczyce	Jelenia Góra	Karżnieszka	Kawęczyn	Kochice	Kościelna Wieś	Krościna Mała	Krzyżewo	Lisewo	Lubimiec Nowy
1	Alba	82,6	63,5	63,6	75,3	73,5	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
Średnia 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	Masłowie	Nowa Wieś U.	Przeclaw	Radostowo	Rarwino	Ruska Wies	Rychliki	Seroczyn	Ślupia	Ślupia Wielka	Sulejów	Śrem	Świebodzin	Tarnów Śl.	Tomaszów	Wrocław	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
Średnia 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	Karżnieszka	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	Wrocławsko	2+	1992, 1993
30	Wyczechy	+	
31	Zadąbrowie	2+	1993, 1994
32	Zybiszów	2	1993, 1994

n_i — oznacza liczbę 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 region 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.

SYLWIA KACZMAREK**ROMAN KIERZEK****DARIUSZ GRUCHOT**

Instytut Ochrony Roślin — PIB w Poznaniu

Reakcja pszenicy ozimej na stosowanie obniżonych dawek mieszaniny fluroksypyru i 2,4D

Winter wheat response to application of reduced doses of fluroxypyr + 2,4 D

Celem prowadzonych w latach 2006 i 2007 badań była ocena reakcji dwóch odmian pszenicy ozimej (Zyta i Kris) na stosowanie obniżonych dawek mieszaniny fluroksypyru + 2,4 D. Badania zostały wykonane w Instytucie Ochrony Roślin — PIB w Poznaniu i obejmowały ściśle doświadczenia polowe z odmianami pszenicy ozimej różniących się między sobą wysokością roślin. Dobór odmian miał na celu określenie ich zdolności konkurencyjnych względem chwastów. W trakcie wegetacji wykonano dwie analizy zachwaszczenia (3–4 tygodnie i 5–6 tygodni po zabiegu) podczas których odnotowano skład gatunkowy chwastów, ich liczebność oraz świeżą masę. Po zbiorze rośliny uprawnej określono plon oraz wybrane parametry, do których zaliczały się: masa 1000 ziaren oraz masa hektolitra ziarna. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że odmianą silniej konkurującą z chwastami była odmiana Zyta. Ponadto zastosowane w doświadczeniu obniżone dawki herbicydu ograniczyły nasilenie chwastów względem obiektów kontrolnych.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, odmiany, plonowanie, obniżone dawki herbicydów

Main goal of the investigation was evaluation of response of two winter wheat varieties of different plant height (Zyta -tall, Kris — short) to application of reduced doses of fluroxypyr + 2,4D mixture. The field experiments were carried out at the Institute of Plant Protection in Poznań, in the years 2006 and 2007. In order to assess competition of the wheat varieties to weed community, data were collected on weeds composition, number of weed plants per area and their fresh biomass. The data were recorded twice: 3–4 weeks and 5–6 weeks after the herbicide treatment. Grain yield, thousand kernels weight and test weight of wheat was determined after harvest. The analysis indicated, that the Zyta cultivar was more competitive to weeds than the Kris one. The reduced doses of the herbicide significantly decreased fresh mass of weeds, in comparison to the control objects.

Key words: winter wheat, winter wheat varieties, yielding, reduced herbicide doses

WSTĘP

Ograniczenie stosowania herbicydów ma bardzo duże znaczenie w odniesieniu do Redukcji kosztów poniesionych na produkcję. Wobec obecnej tendencji do zmniejszenia

zużycia stosowanych pestycydów, przy równoczesnym utrzymaniu wysokiego poziomu zwalczania chwastów, wykorzystanie naturalnych zdolności odmian roślin uprawnych ma zasadnicze znaczenie (Wu i in., 1999). Powszechne stosowanie herbicydów może stwarzać nowe problemy w walce z chwastami, jak na przykład zmiany w populacji gatunków chwastów, czy występowanie zjawiska uodpornienia się pewnych taksonów na stosowane środki (Lemerle i in., 2001). W konsekwencji poszukuje się rozmaitych metod w ograniczaniu zachwaszczenia, które mogłyby znaleźć zastosowanie w integrowanej ochronie roślin (Grundy i Froud-Williams, 1997; Mortensen i in., 2000). Spośród ważniejszych cech morfologicznych, wpływających na aktywność fotosyntetyczną roślin wymienia się: kąt nachylenia liści (Eisle i Köpke, 1997), wczesny wigor (Acciaresi i in., 2001), wysokość roślin (Gooding in., 1993), czy krzewistość (Christensen, 1995). Rośliny zbożowe charakteryzujące się takim cechami zaliczane są do roślin silnie konkurującymi z chwastami.

Celem prowadzonych doświadczeń polowych była ocena reakcji dwóch odmian pszenicy ozimej na stosowanie obniżonych dawek mieszaniny fluroksypiry i 2,4 D.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2006 i 2007 wykonano ściśle doświadczenia polowe mające na celu określenie reakcji odmian pszenicy ozimej (Zyta i Kris) na stosowanie obniżonych dawek mieszaniny fluroksypiry + 2,4D, reprezentujących grupę regulatorów wzrostu. Doświadczenie zlokalizowano na glebie płowej, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IIIa, o odczynie pH = 5,8 oraz zawartości próchnicy 1,61%. Wybór odmian do doświadczeń podyktowany był różnicami morfologicznymi pomiędzy nimi — odmiana Kris wyróżnia się bardzo niskimi roślinami, o ok. 30% niższymi w porównaniu do odmiany Zyta (Lista opisowa odmian, 2000). Przedplonem dla pszenicy ozimej w roku 2006 było żyto, natomiast w roku 2007 pszenżyto. Zabiegi herbicydowe wykonano ciśnieniowym opryskiwaczem plecakowym „Gloria” o wydatku cieczy opryskowej 200 l/ha, w fazie krzewienia pszenicy ozimej, stosując trzy dawki środka: 1,25 l/ha, 0,9 l/ha oraz 0,45 l/ha. Poziom zachwaszczenia łąnu oceniano metodą ilościowo-wagową, dwukrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego (3–4 tygodnie oraz 5–6 tygodni po aplikacji herbicydu). Podczas prowadzonych analiz określono skład gatunkowy zbiorowiska chwastów, liczebność oraz świeżą masę chwastów z powierzchni próbnych każdego poletka doświadczalnego, a wyniki przeliczono następnie na powierzchnię 1 m². Efekty działania pełnych oraz zredukowanych dawek herbicydu wykazano na tle obiektów kontrolnych poszczególnych odmian, w których nie prowadzono ochrony herbicydowej. Konkurencyjny wpływ odmian na poziom zachwaszczenia oceniano na podstawie plonu ziarna oraz wybranych parametrów. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej metodą analizy wariancji na poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

Przebieg warunków meteorologicznych różnił się w poszczególnych latach badań (tab. 1). W sezonie wegetacyjnym 2005/2006 średnia dobową temperatura wynosiła 8,0°C, a w kolejnym 10,1°C. Natomiast suma opadów w poszczególnych latach wynosiła odpowiednio 447,5 mm oraz 698,9 mm. Korzystniejsze warunki termiczne w okresie wschodów, wznowienia wegetacji wiosennej oraz w fazie rozwoju ziarniaków odnotowano

w sezonie 2006/2007, a największe różnice temperatur stwierdzono wczesną wiosną (w pierwszym roku temperatura wynosiła 0,3°C, a w kolejnym 5,4°C). Również suma opadów dla wymienionych okresów była zdecydowanie wyższa dla sezonu 2006/2007. Różnice w wysokości opadów między poszczególnymi sezonami wegetacyjnymi kształtowały się na poziomie 42,2 mm w momencie wschodów pszenicy, 12,6 mm wczesną wiosną oraz 73,7 mm podczas rozwoju ziarniaków.

Tabela 1

Przebieg warunków meteorologicznych w trakcie wegetacji pszenicy ozimej w sezonie 2005/2006 oraz 2006/2007

Weather conditions during winter wheat vegetation in the seasons 2005/2006 and 2006/2007

Lata Years	Miesiące — Months											Średnia/ Suma Average/ Amount
	X	XI	XI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Średnia dobowa temperature — Average daily temperature (°C)												
2005/2006	10,4	3,3	0,6	-6,7	-2,4	0,3	9,1	13,8	17,5	23,9	17,3	8,0
2006/2007	11,3	6,2	3,9	3,9	0,3	5,4	9,8	14,7	18,7	18,5	18,5	10,1
Suma opadów — Amount of precipitation (mm)												
2005/2006	5,1	18,2	84,5	14,8	38,8	27,0	61,8	47,5	14,3	20,3	115,2	447,5
2006/2007	47,3	67,5	47,5	72,9	46,1	39,6	13,0	78,6	88,0	136,3	62,1	698,9

WYNIKI I DYSKUSJA

W latach prowadzonych badań zidentyfikowano łącznie 23 gatunki chwastów, przy czym dominującymi były dwa z nich, tj.: *Viola arvensis* Murray oraz *Chenopodium album* L. Do pozostałych gatunków chwastów, które odnotowano w uprawie pszenicy ozimej zaliczały się: *Amaranthus retroflexus* L., *Anagalis arvensis* L., *Brassica napus* ssp. *oleifera*, *Consolida regalis* Gray, *Descurainia sophia* (L.) Weber, *Euphorbia helioscopia* L., *Fumaria officinalis* L., *Galeopsis tetrahit* L., *Galium aparine* L., *Geranium pusillum* L., *Lamium purpureum* L., *Lycopsis arvensis* L., *Matricaria inodora* L., *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Papaver rhoeas* L., *Polygonum aviculare* L., *Polygonum convolvulus* L., *Stellaria media* (L.) Vill, *Thlaspi arvense* L., *Veronica arvensis* L.

Z doniesień literaturowych wynika, że naturalny potencjał roślin uprawnych, dla przykładu różnicowanie aktywności allelopatycznej różnych odmian tego samego gatunku, może być z powodzeniem wykorzystywany w ochronie roślin (Bertholdsson, 2004; Wu i in., 1999). Polskie badania potwierdzają różnice w konkurencyjności odmian zbóż względem chwastów (Feledyn-Szewczyk i Duer, 2005; Kraski, 2006). Wielu autorów wskazuje również na możliwość zastosowania obniżonych dawek herbicydów (Kim i in., 1997; Knezežević i in., 2003; Krawczyk, 2006).

Przeprowadzone analizy wykazały, że istotny wpływ na zachwaszczenie ładu miały zarówno dawki stosowanego herbicydu, jak i odmiany pszenicy ozimej. Szczegółowe wyniki zachwaszczenia ładu pszenicy ozimej dla dwóch terminów wykonanych analiz przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Tabela 2

Efekt stosowania zróżnicowanych dawek herbicydu Gold 450 EC na liczbę oraz świeżą masę chwastów w uprawie pszenicy ozimej (rok 2006)

Effect of herbicide doses diversification on the total weeds number and weeds fresh mass in winter wheat cultivation (year 2006)

Obiekty Objects	Liczba chwastów (szt·m ⁻²) Weeds number per sq. m		Świeża masa chwastów (g·m ⁻²) Weeds fresh mass per sq. m	
	3–4 wat ¹	5–6 wat ²	3–4 wat ¹	5–6 wat ²
Zyta				
Kontrola — Control	89	83	247,68	199,87
1,25 l/ha	35	29	53,69	23,71
0,9 l/ha	39	28	89,12	36,89
0,45 l/ha	56	49	157,92	102,13
Kris				
Kontrola — Control	93	58	445,66	270,13
1,25 l/ha	36	24	77,21	39,07
0,9 l/ha	52	33	103,97	43,95
0,45 l/ha	58	53	246,71	141,49
Średnio dla Zyta Average for Zyta	55	47	137,10	90,65
Średnio dla Kris Average for Kris	60	42	218,39	123,66
NIR (0,05) odmiany LSD (0.05) varieties	2,5	2,2	4,227	2,118
Średnio dla dawek Average for doses				
Kontrola — Control	91	71	346,67	235,00
1,25	36	27	65,45	31,39
0,9	46	31	96,55	40,42
0,45	57	51	191,91	121,81
NIR (0,05) dawki LSD (0.05) doses	4,7	4,1	7,964	3,990
interakcja odmiany × dawki interaction varieties × doses	4,3	3,8	r.n.	r.n.

Objaśnienia Explanations:

¹3–4 wat – 3–4 tygodnie po zabiegu, 3–4 weeks after herbicide application

²5–6 wat – 5–6 tygodni po zabiegu, 5–6 weeks after herbicide application

W roku 2006 podczas pierwszej oceny zachwaszczenia (3–4 tygodnie po zabiegu) najwięcej chwastów w odmianie Zyta stwierdzono na obiekcie kontrolnym — liczba chwastów różniła się istotnie w porównaniu z obiektem, w którym stosowano herbicyd Gold 450 EC w dawce 0,45 l/ha, a jeszcze silniej w porównaniu do obiektów z dawkami 0,9 l/ha i 1,25 l/ha (tab. 2). Istotne różnice wykazano także pomiędzy dawkami 0,45 l/ha, a 0,9 l/ha i 1,25 l/ha, nie odnotowano natomiast różnic na kombinacjach z dawkami 0,9 l/ha i 1,25 l/ha. W przypadku drugiej odmiany (Kris) nasilenie chwastów ulegało istotnej redukcji wraz ze wzrostem stosowanej dawki środka. Podczas kolejnej oceny (5–6 tygodni po zabiegu) liczba chwastów w odmianie Zyta w efekcie stosowania dawek herbicydu Gold 450 EC 1,25 l/ha i 0,9 l/ha była istotnie niższa w porównaniu z obiektem, w którym aplikowano dawkę 0,45 l/ha oraz z kontrolą, a liczba chwastów po zastosowaniu dawki 0,45 l/ha była istotnie niższa w odniesieniu do obiektów kontrolnych. Również podczas oceny zachwaszczenia w tym terminie nie wykazano różnic pomiędzy dawkami herbicydu

1,25 l/ha, a 0,9 l/ha. W drugiej odmianie (Kris) zastosowanie dawki 0,45 l/ha nie obniżyło istotnie liczebności chwastów w porównaniu z kontrolą. Na istotną redukcję liczby wpływały natomiast dawki 0,9 l/h i 1,25 l/ha w odniesieniu do kontroli, ponadto dawka 1,25 l/ha ograniczyła zagęszczenie chwastów na jednostce powierzchni względem wszystkich pozostałych kombinacji.

Tabela 3

Efekt stosowania zróżnicowanych dawek herbicydu Gold 450 EC na liczbę oraz świeżą masę chwastów w uprawie pszenicy ozimej (rok 2007)
Effect of herbicide doses diversification on the total weeds number and weeds fresh mass in winter wheat cultivation (year 2007)

Obiekty Objects	Liczba chwastów (szt·m ⁻²) Weeds number per sq. m		Świeża masa chwastów (g·m ⁻²) Weeds fresh mass per sq. m	
	3–4 wat ¹	5–6 wat ²	3–4 wat ¹	5–6 wat ²
Zyta				
Kontrola — Control	58	31	114,47	77,18
1,25 l/ha	38	18	44,84	8,89
0,9 l/ha	28	21	41,33	25,53
0,45 l/ha	76	42	94,44	62,33
Kris				
Kontrola — Control	70	36	187,88	102,29
1,25 l/ha	74	13	79,16	10,63
0,9 l/ha	38	20	75,98	26,11
0,45 l/ha	82	41	172,79	67,37
Średnio dla Zyta Average for Zyta	50	28	73,77	43,48
Średnio dla Kris Average for Kris	66	28	128,95	51,60
NIR _(0,05) odmiany LSD _(0,05) varieties	3,4	1,1	2,684	2,528
Średnio dla dawek Average for doses				
Kontrola — Control	64	34	151,18	89,74
1,25	56	16	62,00	9,76
0,9	33	21	58,66	25,82
0,45	79	42	133,62	64,85
NIR _(0,05) dawki LSD _(0,05) doses	6,4	2,0	5,056	4,762
interakcja odmiany × dawki interaction varieties × doses	5,9	1,9	r.n.	r.n.

Objaśnienia: patrz tabela 2; Explanations: see table 2

Na podstawie analizy statystycznej świeżej masy chwastów widać, że w obu ocenianych odmianach, zarówno 3–4 tygodnie, jak i 5–6 tygodni po zabiegu, ze wzrostem dawki istotnie zwiększała się skuteczność chwastobójcza stosowanego herbicydu.

Odnotowano także istotne różnice pomiędzy odmianami w liczbie oraz świeżej masie chwastów dla obu terminów oceny zachwaszczenia i zachodzące interakcje pomiędzy odmianami i dawkami herbicydu w przypadku liczby chwastów.

W roku 2007 dla odmiany Zyta liczba chwastów 3–4 tygodnie od zabiegu była najwyższa na obiektach, w których stosowano herbicyd Gold 450 EC w dawce 0,45 l/ha (tab. 3). Liczba ta różniła się istotnie z kontrolą oraz pozostałymi dawkami herbicydu.

Istotnie najmniej chwastów względem wszystkich pozostałych kombinacji stwierdzono dla dawki 0,9 l/ha. W odmianie Kris również największe zagęszczenie chwastów odnotowano dla dawki 0,45 l/ha. Liczba chwastów na tym obiekcie różniła się istotnie od wszystkich pozostałych, również od kontroli. Istotnie najmniej chwastów w stosunku do pozostałych kombinacji wykazano dla dawki 0,9 l/ha. Nie stwierdzono różnic w liczebności chwastów pomiędzy obiektem kontrolnym a dawką 1,25 l/ha. Najliczniej chwasty podczas drugiej oceny w obu odmianach wystąpiły w efekcie stosowania dawki 0,45 l/ha, w dalszej kolejności na kontroli, a następnie po zastosowaniu dawek 0,9 l/ha i 1,25 l/ha. Różnice pomiędzy tymi obiektami zostały potwierdzone statystycznie.

Świeża masa zebranych z powierzchni próbnych chwastów była dla odmian Zyta i Kris istotnie najwyższa na kontroli względem wszystkich ocenianych dawek herbicydu Gold 450 EC. Istotne różnice zaznaczyły się także pomiędzy dawką 0,45 l/ha a dawkami 0,9 l/ha i 1,25 l/ha, różnic natomiast nie wykazano porównując dawki 0,9 l/ha i 1,25 l/ha. Z drugiej oceny zachwaszczenia wynika, że wraz ze wzrostem dawki herbicydu istotnie zmniejszała się świeża masa chwastów w obu odmianach pszenicy.

Porównując odmiany pszenicy ozimej wyraźnie widać, że silniejszą konkurencją względem chwastów charakteryzowała się odmiana Zyta. Interakcję pomiędzy odmianami a dawkami środka potwierdzono statystycznie jedynie dla liczby chwastów w obu ocenianych terminach.

Plony ziarna na obiektach, w których aplikowano herbicyd kształtowały się w roku 2006 na poziomie 3,85–4,20 t/ha (Zyta) i 3,44–3,93 t/ha (Kris), natomiast w roku 2007 odpowiednio 7,68–7,83 t/ha (Zyta) i 7,20–7,25 t/ha (Kris) (tab. 4). W roku 2006 najwyższe plony ziarna odmiany Zyta zebrano z poletek, na których stosowano najwyższą dawkę herbicydu, tj. 1,25 l/ha. Różniły się one istotnie od plonów pochodzących z obiektów, w których aplikowano dawkę 0,45 l/ha oraz od kontrolnych. Nie stwierdzono istotnych różnic w plonach pomiędzy dawkami 1,25 l/ha i 0,9 l/ha. Istotnie najwyższe plony ziarna odmiany Kris odnotowano po zastosowaniu dawki herbicydu 0,9 l/ha, następnie dawki 1,25 l/ha i 0,45 l/ha, a najniższe na kontroli. Różnice pomiędzy wszystkim obiektami były istotne. W kolejnym sezonie wegetacyjnym różnice w wysokości plonowania pszenicy ozimej obu odmian nie zostały potwierdzone statystycznie.

Dawki stosowanego herbicydu różnicowały masę hektolitra ziarna w roku 2006, nie wpływały natomiast na masę 1000 ziaren (tab. 4).

Na wysokość plonów oraz masę 1000 ziaren miały istotny wpływ badane odmiany pszenicy ozimej (tab. 4). W każdym roku prowadzonych badań wyżej plonowała odmiana Zyta, której ziarno charakteryzowało się większą masą hektolitra. Masa 1000 ziaren była istotnie wyższa dla odmiany Zyta jedynie w roku 2006, gdyż w roku 2007 różnice te nie zostały potwierdzone statystycznie.

Interakcje pomiędzy odmianami, a wysokością dawek herbicydu odnotowano dla plonów ziarna pszenicy oraz dla masy hektolitra w obu latach prowadzonych badań (tab. 4).

Tabela 4

Efekt stosowania zróżnicowanych dawek herbicydu Gold 450 EC na plony i wybrane parametry plonu pszenicy ozimej (lata 2006, 2007)

Table 4. Effect of herbicide doses diversification on the grain yields and selected yield parameters of winter wheat (years 2006, 2007)

Obiekty Objects	Rok 2006 — Year 2006			Rok 2007 — Year 2007		
	plony ziarna grain yield (t·ha ⁻¹)	masa hektolitra hectolitre weight (kg)	masa 1000 ziaren weight of 1000 grains (g)	plony ziarna grain yield (t·ha ⁻¹)	masa hektolitra hectolitre weight (kg)	masa 1000 ziaren weight of 1000 grains (g)
Zyta						
Kontrola — Control	3,40	64,25	36,93	7,58	73,08	40,11
1,25 l/ha	4,20	66,06	38,84	7,68	73,58	40,38
0,9 l/ha	4,05	65,07	38,29	7,73	74,73	40,22
0,45 l/ha	3,85	66,57	38,46	7,83	74,08	39,52
Kris						
Kontrola — Control	3,38	62,50	36,87	7,15	71,00	39,04
1,25 l/ha	3,67	64,26	36,92	7,23	71,98	39,98
0,9 l/ha	3,93	63,05	37,84	7,25	72,00	39,54
0,45 l/ha	3,44	64,03	37,01	7,20	71,93	39,31
Średnio dla Zyta Average for Zyta	3,88	65,49	38,88	7,71	73,87	40,06
Średnio dla Kris Average for Kris	3,61	63,46	37,16	7,21	71,73	39,46
NIR (0,05) odmiany LSD (0.05) varieties	0,097	0,784	1,211	0,118	1,777	r.n.
Średnio dla dawek Average for doses						
Kontrola — Control	3,39	63,38	36,90	7,36	72,04	39,57
1,25	3,94	65,16	37,88	7,46	72,78	40,18
0,9	3,99	64,06	38,06	7,49	73,36	39,88
0,45	3,65	65,30	37,74	7,52	73,00	39,41
NIR (0,05) dawki LSD (0.05) doses	0,183	1,477	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
interakcja odmiany × dawki interaction varieties × doses	0,169	1,367	r.n.	0,205	3,100	r.n.

Według Kraska (2006) istnieje możliwość ograniczenia zachwaszczenia z jednoczesną redukcją dawek herbicydów poprzez dobór odpowiedniej odmiany pszenicy ozimej. Również wyniki badań Feledyn-Szewczyk i Duer (2005) wskazują na zróżnicowanie konkurencyjności odmian pszenicy względem chwastów. Potwierdzeniem możliwości obniżenia dawek herbicydów w zbożach bez istotnego obniżenia plonowania roślin uprawnych są badania Roli i wsp. (1997) oraz Domaradzkiego i wsp. (2000).

WNIOSKI

1. Dawki herbicydu Gold 450 EC 1,25 l/ha, 0,9 l/ha oraz 0,45 l/ha istotnie różnicowały zachwaszczenie łąn w latach prowadzonych badań.
2. Na podstawie wielkości masy chwastów na obiekcie kontrolnym można sądzić, że odmiana Zyta wykazywała silniejsze oddziaływanie konkurencyjne w stosunku do chwastów.

3. Zastosowanie zredukowanych dawek mieszaniny substancji fluroksypyr + 2,4 D w istotny sposób ograniczyło świeżą masę chwastów w porównaniu do obiektów kontrolnych w uprawie pszenicy ozimej odmiany Zyta i Kris.

LITERATURA

- Acciaresi H. A., Chidichimo H. O., Sarandón S. J. 2001. Traits related to competitive ability of wheat (*Triticum aestivum*) varieties against Italian Ryegrass (*Lolium aestivum*). Biological; Agriculture and Horticulture 19: 275 — 286.
- Bertholdsson N. O. 2004. Variation in allelopathic activity over one hundred years of barley selection and breeding. Weed Res. 44: 78 — 86.
- Christensen S. 1995. Weed suppression ability of spring barley varieties. Weed Res. 35: 241 — 247.
- Domaradzki K., Rola H. 2000. Efektywność stosowania niższych dawek herbicydów w zbożach. Pam. Puł. 120 (I): 53 — 64.
- Eisle J. A., Köpke U. 1997. Choice of cultivars in organic farming: New criteria for winter wheat ideotypes. Pflanzenbauwissenschaften 1: 84 — 89.
- Feledyn-Szewczyk B., Duer I. 2005. Konkurencyjność kilku odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin 45: 126 — 133.
- Gooding M. J., Thompson A. J., Davies W. P. 1993. Interception of photosynthetically active radiation, competitive ability and yield of organically grown wheat varieties. Aspects of Applied Biology 34: 355 — 362.
- Grundy A. C., Froud-Williams R. J. 1997. The control of weeds in cereals using integrated approach. Aspects of Applied Biology. 50: 367 — 374.
- Kim D. S., Brain P., Caseley J. C., Marshall E. J. O. 1997. Brighton Crop Protection Conference — Weeds 3: 669 — 670.
- Knežević M., Durić M., Knežević I., Antonić O., Jelaska S. 2003. Effects of tillage and reduced herbicide doses on weed biomass production in winter and spring cereals. Plant Soil Environ. 49 (9): 414 — 421.
- Kraska P. 2006. Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydów na zachwaszczenie pszenicy ozimej. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46: 256 — 260.
- Krawczyk R. 2006. Aspekty stosowania obniżonych dawek herbicydów w zbożach jarych. Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin 46: 223 — 231.
- Lemerle D., Gill G. S., Murphy C. E., Walker S. L., Mokhtari, S., Cousens, R. D., Peltzer, S. J., Coleman, R. 2001. Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness and weed management. Australian Journal of Agricultural Research 52: 527 — 48.
- Lista opisowa odmian. 2000. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych. Słupia Wielka.
- Mortensen D. A., Bastiaans L., Sattin M. 2000. Improving crop competitive ability using allelopathy — an example from rice. Plant Breeding 121: 1 — 9.
- Rola J., Domaradzki K., Nowicka B. 1997. Wyniki badań nad redukcją dawek herbicydów do odchwaszczania zbóż. Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin 37: 82 — 87.
- Wu H., Pratley J., Lemerle D., Haig T. 1999. Crop cultivars with allelopathic capability. Weed Res. 39: 171 — 180.

JERZY DRZEWIECKI**ADAM MRÓWCZYŃSKI**

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Weryfikacja elektroforetyczna tożsamości roślin nietypowych pszenżyta ozimego z poletek kontroli następcej w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Zybiszowie

An electrophoretical technique to verify off-type plants of winter triticales during a post-control at the Experimental Station of Cultivars Testing in Zybiszów

W latach 2001, 2002, 2003 i 2004 w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Zybiszowie na poletkach kontroli następcej wysiano partie nasion z reprodukcji pięciu odmian pszenżyta ozimego. Najwięcej partii było w stopniu materiału kwalifikowanego pierwszego rozmnożenia (C/1) — 183. W sumie obsiano 297 poletek pszenżyta, w tym 75 odmianą Woltario, 73 Lamberto, 67 Fidelio, 47 Kitaro i 35 Magnat. Materiał do badań stanowiły rośliny nietypowe oraz zebrane z tych roślin ziarniaki, z lat zbioru 2002–2005. Celem pracy było oznaczenie roślin nietypowych oraz weryfikacja elektroforetyczna ich tożsamości na podstawie elektroforegramów prolamin monomerycznych ziarniaków. Wykonano obserwacje cech morfologicznych i fenologicznych roślin w fazie kłoszenia, przez porównanie z wzorcem. Tożsamość ziarniaków weryfikowano metodą elektroforezy prolamin monomerycznych ziarniaków, w żelu poliakrylamidowym, w środowisku kwaśnym (A-PAGE, pH 3). Odmiany Fidelio i Woltario miały najwięcej poletek z roślinami nietypowymi (ponad 70%), a odmiany Lamberto i Kitaro miały ich najmniej (około 1/3). Najczęściej obserwowanymi cechami roślin nietypowych były „rośliny wyższe”, „rośliny wcześniejsze” i „rośliny bez owłosienia dokłosa”. Weryfikacja elektroforetyczna potwierdziła prawidłowość oznaczeń poletkowych większości roślin nietypowych. Rośliny nietypowe u odmiany Kitaro stanowiły prawie 96,9%, które zweryfikowano jako „inne”. Ponad połowa roślin nietypowych Fidelio, Woltario i Magnat, (odpowiednio — 80,1%, 66,9% i 55,5%, ale u Lamberto tylko 36,1%) zweryfikowano jako „inne”. Najwyższy odsetek roślin nietypowych o niepotwierdzonej tożsamości stwierdzono dla cechy „rośliny wyższe”, a niższy odsetek dla cech „rośliny wcześniejsze” i „rośliny bez owłosienia dokłosa”.

Słowa kluczowe: kontrola następca, elektroforeza, prolaminy, rośliny nietypowe, tożsamość

Seed lots of five winter triticales cultivars were sown in post-control plots at the Experimental Station of Cultivars Testing in Zybiszów in the years 2001, 2002, 2003 and 2004. Certified seeds of the 1st generation (C/1) were predominant (183) among all the lots. In total, 297 experimental plots including 75, 73, 67, 47 and 35 plots for cvs Woltario, Lamberto, Fidelio, Kitaro and Magnat, respectively, were set up. The object of the investigations were untypical (off-type) plants and kernels

harvested from these plants in the years 2002, 2003, 2004 and 2005. The aim of the work was to identify off-type plants and to verify their identity based on electrophoregrams of prolamins extracted from grains. Morphological and phenological traits of the plants were determined and compared with those of plants in reference plots. An electrophoretic analysis to verify the identity of off-type plants was done by A-PAGE, pH 3, electrophoresis. The greatest number of plots in which off-type plants were identified was recorded with cvs Fidelio and Woltario (>70%), whereas the smallest one was found with cvs Lamberto and Kitaro (approx. 1/3 of plots). Predominant among the off-type plants were the following traits: "higher plants", "earlier earing" and "no hairiness of neck". The identity of most of the examined grains produced by the off-plants was confirmed. In cv. Kitaro, the identity of almost all (96.9%) plants, and in cvs Fidelio, Woltario and Magnat of more than half of plants (80.1%, 66.9% and 55.5%, respectively), was positively confirmed by protein electrophoresis. The lowest proportion (36.1%) of off-type plants was recorded for cv. Lamberto. The proportion of off-type plants with unconfirmed identity was higher among the "higher plants" than among plants expressing the "earlier earing" or "no hairiness of neck" traits.

Key words: electrophoresis, identity, off-type plants, post-control, prolamins

WSTĘP

Osiągnięcia polskiej hodowli pszenżyta ozimego są doceniane w Europie. W Polsce powierzchnia uprawy pszenżyta ozimego wzrasta systematycznie, od roku 2000 areal uprawy zwiększył się aż o 533 tys. ha. W latach 2002–2008 powierzchnia zakwalifikowanych plantacji nasiennych pszenżyta ozimego nie przekroczyła 9 tys. ha (Marciniak, 2009). W latach 2001–2007 dominowały w kwalifikacji polowej odmiany Fidelio (od 7,6% do 32,0%) i Woltario (od 1,8% do 18,6%). Także odmiana Lamberto (wycofana z rejestru w roku 2007) miała w latach 2001 i 2002 znaczący udział, mianowicie 20,8% (COBORU, 2002–2008).

W 2008 roku zapotrzebowanie (teoretyczne) na kwalifikowane nasiona pszenżyta do uprawy o powierzchni 1356 tys. ha wyniosło ok. 321 tys. ton. Na plantacjach nasiennych, o powierzchni ok. 7 tys. ha wyprodukowano w tym roku jedynie 26 tys. ton. Sprzedaż nasion kwalifikowanych wyniosła jeszcze mniej, bo 22,6 tys. ton, co stanowiło 9% nasion pszenżyta na rynku (Oleksiak, 2009).

Przy założeniu częstotliwości wymiany materiału siewnego pszenżyta, przynajmniej raz na 4 lata (zalecenia dla pszenżyta), roczna podaż nasion kwalifikowanych powinna wynieść około 80 tys. ton, a w rzeczywistości wyniosła około 26 tys. ton (Prusiński, 2007). Bardziej radykalne zalecenia sformułowali hodowcy, w celu utrzymania wyrównania odmian pszenżyta. Maćkowiak i wsp. (1993) zalecali stosunkowo częste (co 2–3 lata) odnawianie materiału siewnego.

Zalecane terminy wymiany materiału siewnego nie miały odzwierciedlenia w praktyce rolniczej. Znaczna część plantacji towarowych pszenżyta obsiewana jest materiałem niekwalifikowanym. Stan kwalifikowanych plantacji nasiennych, nadmierne ilości domieszek nasion innych zbóż i uzyskiwany z nich materiał często nie odpowiadały normom, o czym świadczył fakt stosunkowo dużego udziału dyskwalifikacji polowych i laboratoryjnych (Wolski, 1987, 1989; Tulo i in., 1995).

W tej sytuacji szczególne znaczenie dla zachowania wysokiej jakości materiału siewnego ma ostatni etap procesu kwalifikacji materiału siewnego — kontrola następcza

(ang. post-control). W przypadku pszenżyta poddaje się jej wszystkie partie zakwalifikowane jako materiał elitarny, przedbazowy (PB) i bazowy (B) oraz kwalifikowany (C1 i C2).

Kontrola następca powinna dać odpowiedź na dwa zasadnicze pytania:

- czy badana próba, pochodząca od firmy prowadzącej produkcję nasienną, jest zgodna z opisem odmiany i czy zachowana jest tożsamość odmiany?
- czy czystość odmianowa próby jest zgodna z normami opublikowanymi w Dz. Ustaw Nr 29 z dnia 1 lutego 2007 roku?

Kontrola następca polega na wizualnym porównaniu poletek z roślinami wzorcowymi z poletkami, na których rosną rośliny z partii nasion nadesłanych do oceny (Duczmał, 2000). Nasiona wzorca wysiewa się jednocześnie z próbami badanych partii nasion, wzorec gwarantuje tożsamość i czystość odmianową. W trakcie lustracji identyfikuje się rośliny nietypowe, ich liczbę porównuje się ze standardami, określa się wyrównanie roślin na poletkach kontrolnych, bada się trwałość cech odmianowych.

Problemem w ocenie tożsamości są tzw. rośliny nietypowe na plantacjach nasiennych i na poletkach postkontrolnych. Nadmierne występowanie roślin nietypowych może spowodować dyskwalifikację plantacji i partii nasion lub jej zdegradowanie do niższego stopnia kwalifikacji.

Małuszyńska z wsp. (2001) oceniła tożsamość nietypowych roślin pszenżyta ozimego odmian Bogo i Presto na 144 poletkach doświadczalnych o powierzchni 1 m². Autorzy zweryfikowali przy pomocy techniki elektroforezy prolamin ziarniaków tożsamość części roślin nietypowych pod względem czterech cech i stwierdzili, że nie wszystkie rośliny nietypowe charakteryzowały się ziarniakami z obrazem prolamin różnym od wzorca.

Badania były prowadzone na materiale doświadczalnym dwóch odmian pszenżyta, zebranych ze stosunkowo niewielkiej powierzchni. Z praktyki rolniczej (ocena polowa plantacji nasiennych i ocena poletkowa w ramach kontroli następcej) wiemy, że rośliny nietypowe pszenżyta są powszechnie obecne na poletkach, nieraz w liczbie przekraczającej dopuszczalne normy (PIORiN, 2007).

W niniejszej pracy przedstawiamy hipotezę, że część oznaczeń roślin jako nietypowe, w trakcie kontroli następcej, może być nieuzasadniona.

Aby udowodnić prawdziwość tego założenia wykonano w latach 2002–2005 oznaczenia roślin nietypowych pszenżyta ozimego na poletkach kontroli następcej w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian (dalej SDOO) w Zybiszowie. Do badań wybrano pięć odmian pszenżyta ozimego (Fidelio, Kitaro, Lamberto, Magnat i Woltario) o największym udziale w produkcji nasiennej w latach 2001–2004. Trzy z nich Fidelio, Magnat i Woltario to odmiany krótkosłome, dzięki wyraźnie lepszej odporności na wyleganie szczególnie przydatne do intensywnej uprawy.

Elektroforetyczny obraz białek zapasowych służy do określenia tożsamości biochemicznej odmiany, jej odrębności w stosunku do zarejestrowanych odmian, wyrównania pod względem składu podjednostek białkowych oraz trwałości w kolejnych reprodukcjach (Drzewiecki, 1997; Brzeziński, 2003). W produkcji nasiennej metodą elektroforetyczną wykorzystuje się do rozstrzygania wątpliwości w zakresie tożsamości i czystości genetycznej. Kontrola następca pojedynczego poletka dotyczy obserwacji cech

morfologicznych i fenologicznych 3000 roślin, a weryfikacja elektroforetyczna tożsamości roślin nie jest stosowana.

Zgodnie z procedurami badania odrębności, wyrównania i trwałości (OWT) odmian cecha elektroforegramu białek nie jest obligatoryjną, a jedynie uzupełniającą opis fenotypowy odmiany. Międzynarodowe Stowarzyszenie Oceny Nasion (ISTA) zaleca do weryfikacji tożsamości pszenicy i jęczmienia metodę tzw. kwaśnej elektroforezy białek zapasowych ziarniaków (A-PAGE). W przypadku pszenżyta Brzeziński (2003) z powodzeniem zastosował do katalogowania polskich odmian pszenżyta elektroforezę prolamin monomerycznych w systemie tzw. elektroforezy nieciągłej (w dwóch żelach), w pH 3, natomiast do weryfikacji tożsamości roślin nietypowych zbóż zarekomendowano metodę tzw. elektroforezy ciągłej (w jednym żelu) prolamin monomerycznych, w pH 3,1, (Konarev i in., 2000).

MATERIAŁ I METODY

W latach 2001–2004, w SDOO Zybiszów, na poletkach kontroli następczej wysiano partie nasion pięciu odmian pszenżyta ozimego. Nasiona badano na zlecenie Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Nasiona wzorców pochodziły z COBORU. W okresie 2001–2004 obsiano 297 poletek z reprodukcji, w tym odmianą Fidelio 67, Kitaro 47, Lamberto 73, Magnat 35 i odmianą Woltario 75 poletek. (tab. 1).

Jeśli liczba partii nasion określonej odmiany nadesłana do wysiewu w danym roku wynosiła nie więcej niż 10, nasiona wzorca wysiewano na jedno poletko wzorcowe. W przypadkach, gdy liczba wysiewanych partii danej odmiany była większa niż 10, nasiona wzorca wysiewano co 10 poletek.

Najwięcej prób partii nasion wysiano w 2004 roku — 108, najmniej, bo tylko 43 w 2001 roku. Największy udział miały partie nasion zakwalifikowane w stopniu materiału kwalifikowanego pierwszego rozmnożenia (C/1) — wysiano je na 183 poletkach (tab. 1).

Materiał do badań stanowiły rośliny nietypowe z lat zbioru 2002–2005, zebrane z tych roślin ziarniaki oraz ziarniaki roślin wzorców poszczególnych odmian. Na poletkach o powierzchni 10 m² (1,30 m. szer. × 8,40 m. dł.) wysiewano próby po 3500 ziarniaków, tak, aby uzyskać obsadę około 3000 roślin. Szerokość ścieżki między poletkami wynosiła 30 cm, a odległość między pasami (rzędami) poletek 2,30 m. Zgodnie z zasadami intensywnej agrotechniki pszenżyta ozimego wykonano zabiegi agrotechniczne, w tym nawożenie i środki ochrony roślin. Obserwacje prowadzono na poletkach w jednym powtórzeniu. Ocenę pierwszorzędowych i drugorzędowych cech morfologicznych oraz fenologicznych w fazie kłoszenia wykonano według opracowania COBORU z 1996 roku „Metodyka badania odrębności, wyrównania i trwałości (OWT). Pszenżyto”. Oznaczano rośliny pszenżyta charakteryzujące się występowaniem następujących cech nietypowości roślin (zestawienie w tabelach 2 i 3).

Rośliny wyższe (wszystkie badane odmiany), rośliny wcześniejsze (wszystkie odmiany oprócz Kitaro), brak owłosienia dokłosa (wszystkie odmiany oprócz Kitaro), owłosienie dokłosa na 3 (u Lamberto), występowanie owłosienia dokłosa lub owłosienie dokłosa na 7 (u odmiany Kitaro), mocny nalot woskowy na kłosie (u Fidelio i Woltario), słaby nalot

woskowy na kłosie (u Kitaro i Lamberto), brak zabarwienia ostróg (u Fidelio, Lamberto i Woltario), zabarwienie ostróg na 3 (u Lamberto, Magnat i Woltario), zabarwienie uszek (u Kitaro), pylniki zabarwione antocyjanem (u Kitaro).

Na poletkach, u wszystkich odmian znajdowano rośliny nietypowe odznaczające się nie jedną, a dwoma cechami charakterystycznymi dla roślin nietypowych. Na poletkach Fidelio były to — rośliny wyższe i wcześniejsze, wcześniejsze i bez owłosienia dokłosa, z pylnikami zabarwionymi antocyjanem lub z mocniejszym nalotem woskowym na kłosie, wyższe z brakiem zabarwienia ostróg, z mocnym nalotem woskowym na kłosie i z brakiem owłosienia dokłosa. Na poletkach Kitaro — rośliny z owłosionym dokłosem i słabym nalotem woskowym na kłosie, a u odmiany Lamberto — rośliny wyższe i wcześniejsze oraz wyższe i z zabarwieniem ostróg na 3. U odmiany Magnat — rośliny wcześniejsze i z zabarwieniem ostróg na 3. Na poletkach Woltario — rośliny wyższe i wcześniejsze, wyższe i z brakiem owłosienia dokłosa, wyższe i z brakiem zabarwienia ostróg, wyższe i z mocnym nalotem woskowym na kłosie, rośliny wcześniejsze i z brakiem zabarwienia ostróg, z mocnym nalotem woskowym na kłosie i z brakiem owłosienia dokłosa.

Z roślin oznaczonych jako nietypowe oraz z trzech do sześciu roślin wzorcowych wszystkich badanych odmian ścinano kłosa do elektroforezy. Z kłosów wyłuskiwano po jednym ziarniaku, ziarniaki rozgniatano i z otrzymanej mączki ekstrahowano roztworem 70% etanolu monomeryczne białka prolaminowe. Na żel nanoszono jednocześnie ekstrakty wzorca w liczbie trzech do sześciu i ekstrakty białkowe otrzymane z 22 do 25 pojedynczych ziarniaków pochodzących z form nietypowych.

Elektroforezę białek wykonano w systemie dwóch żeli poliakrylamidowych, 5% żelu zagęszczającego i 7,5% żelu rozdzielającego, w środowisku kwaśnym (A-PAGE, pH 3,1), według metody Brzezińskiego (2003). Żele z elektroforegramami białek skanowano w urządzeniu CanoScan 9950F firmy Canon, przy pomocy programu PhotoStudio 5.5. Obróbkę graficzną elektroforegramów wykonano przy pomocy programu Adobe Photoshop Elements 2.0.

WYNIKI

Zjawisko występowania nietypowych roślin pszenżyta na poletkach kontroli najczęściej jest charakterystyczne dla wszystkich badanych odmian. Na poletkach odmian Fidelio i Woltario zaobserwowano je na większości (odpowiednio, 76,1% i 73,3%) ocenianych poletek, ale u odmian Lamberto i Kitaro już tylko na około 1/3 poletek (odpowiednio, 30,1% i 36,1%; tab. 1, 2 i 3).

Najwięcej roślin nietypowych zauważono na poletkach z odmianą Woltario (260 roślin) i Fidelio (226). Znacznie mniej takich form było na poletkach odmian Magnat (26 roślin), Lamberto (47) i Kitaro (65 roślin; tab. 2 i 3).

Tabela 1

Liczba poletek kontroli następczej pszenżyta ozimego oraz stopień kwalifikacji materiału siewnego, wysiew w latach 2001–2004, zbiór 2002–2005

Number of winter triticale plots and seed lot category; sowing in the years 2001–2004, harvest in 2002–2005

Rok siewu/rok zbioru Year of sowing/year of harvest	Odmiana — Cultivar									
	Fidelio		Kitaro		Lamberto		Magnat		Woltario	
	liczba poletek number of examined plots	stopień kwalifikacji seed lot category	liczba poletek number of examined plots	stopień kwalifikacji seed lot category	liczba poletek number of examined plots	stopień kwalifikacji seed lot category	liczba poletek number of examined plots	stopień kwalifikacji seed lot category	liczba poletek number of examined plots	stopień kwalifikacji seed lot category
2001/2002	21	PB/II	3	PB/III	1	B	1	PB/III	4	PB/III
		B	4	C/1	2					PB/II
		C/1	14			C/1	10			B
2002/2003	15	B	14	B	4	C/1	28	B	3	PB/II
		C/1	1	C/1	10			C/1	7	B
										C/1
2003/2004	12	B	3	C/1	11	C/1	11	B	5	B
		C/1	9							C/1
2004/2005	19	PB/II	5	B	4	PB/III	6	PB/III	4	PB/III
		PB/II	3	C/1	15	PB/II	4	B	3	PB/II
		B	6			B	2	C/1	9	B
		C/1	5			C/1	11			C/1

PB/III — Materiał elitarny, przedbazowy trzeciego rozmnożenia; Pre-basic seed of 3rd generation

PB/II — Materiał elitarny, przedbazowy drugiego rozmnożenia; Pre-basic seed of 2nd generation

B — Materiał elitarny, bazowy; Basic seed

C/1 — Materiał siewny pierwszego rozmnożenia; Certified seed of 1st generation

Tabela 2

Występowanie roślin nietypowych na poletkach kontroli następczej pszenżyta ozimego Fidelio, Kitaro i Lamberto w SDOO Zybiszów w latach zbioru 2002, 2003, 2004 i 2005

The occurrence off-type plants of winter triticale cvs Fidelio, Kitaro and Lamberto in post-control plots in SDOO Zybiszów collected in 2002,2003,2004 and 2005

Odmiana Cultivar	Rok zbioru/liczba poletek z roślinami nietypowymi Harvest year/ Number of lots where off-type plants were found	Cecha/y rośliny nietypowej Trait/s of off-type plant	Liczba poletek, na których znaleziono rośliny nietypowe pod względem danej cechy lub pary cech Number of plots where off-type plants of a singular trait or a pair of traits were found	Liczba roślin uznanych za nietypowe pod względem danej cechy Number of off-type plants in relation to a given trait
1	2	3	4	5
Fidelio	2002	*W	2	7
		WCZ	16	34
		BOD	7	18
		MNK	7	17
		MNK i BOD	2	5
		WCZ i BOD	3	5
		WCZ i PZA	2	3
		WCZ i MNK	2	2
		WCZ	8	16
		BOD	4	6
	2003			

c. d Tabela 2

1	2	3	4	5
Fidelio	2004	6	*W i WCZ	46
			WCZ	1
			*W	19
			BOD	24
	2005	19	WCZ i BOD	1
			*W i WCZ	10
			BZO	11
			*W i BZO	1
			OD/OD7	12
			SNK	2
Kitaro	2002	3	PZA	2
			OD i SNK	5
	2003	3	OD/OD7	5
			ZU	2
	2004	7	OD/OD7	26
	2005	4	OD/OD7	9
			*W	2
	2002	1	BOD	2
	2003	2	BOD	1
			*W	1
Lamberto	2004	1	BOD	1
			*W	29
			SNK	3
	2005	18	BZO	2
			OD3	1
			*W i WCZ	4
			*W i ZO3	3

***W** - Rośliny wyższe; Higher plants, **WCZ**- Rośliny wcześniejsze; Early ripening plants, **BOD** - Brak owłosienia dokłosa; No hairiness of neck, **MNK**- Mocny nalot woskowy na kłosie; Strong glaucosity of ear, **MNK i BOD** - Mocny nalot woskowy na kłosie i brak owłosienia dokłosa; Strong glaucosity of ear and no hairiness of neck, **WCZ i BOD** - Rośliny wcześniejsze i brak owłosienia dokłosa; Early ripening plants and no hairiness of neck is absent, **WCZ i PZA** - Rośliny wcześniejsze i pylniki zabarwione antocyjanem; Early ripening plants and anthocyanin pigmentation of anthers, **WCZ i MNK** - Rośliny wcześniejsze i mocny nalot woskowy na kłosie; Early ripening plants and strong glaucosity of ear, ***W i WCZ** - Rośliny wyższe i wcześniejsze; Higher and early ripening plants, **BZO** - Brak zabarwienia ostróg; no pigmentation of calcars, ***W i BZO**- Rośliny wyższe i brak zabarwienia ostróg, Higher plants and no pigmentation of calcars, **OD/OD7**- występuje owłosienie dokłosa lub owłosienie dokłosa na 7, Hairiness of neck or degree of neck hairiness 7, **SNK** - słaby nalot woskowy na kłosie, Weak glaucosity ear, **PZA** - Pylniki zabarwione antocyjanem, anthocyanin pigmentation of anthers, **OD i SNK** - występuje owłosienie dokłosa i słaby nalot woskowy na kłosie, Hairiness of neck and weak ear glaucosity, **ZU** - zabarwienie uszek, Pigmentation of auricles (leaf leagules), **OD3** - Owłosienie dokłosa na 3, Degree of neck hairiness 3, **W i ZO3** - Rośliny wyższe i zabarwienie ostróg na 3, Higher plants and degree of calcars pigmentation 3

Wśród form nietypowych najczęstszymi były rośliny o cechach wczesności, wyższych i charakteryzujące się brakiem owłosienia dokłosa. Najwięcej takich form znaleziono na poletkach odmian Fidelio i Woltario. Dla przykładu, na poletkach odmiany Fidelio, w roku 2002 rośliny nietypowe „wczesne” i w roku 2005 rośliny o cesze „brak owłosienia dokłosa” znajdowane były na więcej niż 3/4 poletek (tab. 2). Rośliny charakteryzujące się cechą „brak owłosienia dokłosa” były widoczne także na poletkach Woltario, osiągając w roku 2005 największe nasilenie występowania na ponad połowie (58%) poletek (tab. 3).

Tabela 3

Występowanie roślin nietypowych na poletkach kontroli następczej pszenżyta ozimego odmian Magnat i Woltario w SDOO Zybiszów w poszczególnych latach zbioru 2002, 2003, 2004 i 2005

The occurrence off-type plants in winter triticale cvs Magnat and Woltario in post-control plots at the SDOO Zybiszów, harvested in 2002, 2003, 2004 and 2005

Odmiana Cultivar	Rok zbioru/ liczba poletek z roślinami nietypowymi Year of harvest/number of plots where off- type plants were found	Cecha/y rośliny nietypowej Trait/s off- type plant	Liczba poletek na których zaleziono rośliny nietypowe pod względem danej cechy lub pary cech Number of plots where off-type plants for a singular trait or a pair of traits were found	Liczba roślin uznanych za nietypowe pod względem danej cechy Number of off- type-plants for a given trait	
Magnat	2002	4	*WCZ	4	8
			BOD / BSOD	1	2
	2003	2	BOD / BSOD	1	1
			WCZ	2	2
	2004	1	BOD / BSOD	1	1
			W	4	5
	2005	8	BOD / BSOD	3	3
			ZO3	1	1
		WCZ i ZO3	2	4	
		WCZ	3	7	
Woltario	2002	4	poletko w całości nietożsame z wzorcem, partia nr 12287/6, bazowe plot completely non-identified with reference one, plot number 12287/6, basic seed	1	wszystkie all
			WCZ	8	26
	2003	11	BOD / BSOD	4	8
			BZO / ZO3	2	2
	2004	9	BOD / BSOD	5	12
			WCZ i W	9	78
			BOD / BSOD	18	38
			W	13	50
			WCZ	2	2
			WCZ i W	1	2
			MNK	4	6
	2005	31	BZO / ZO3	3	4
			BZO i WCZ	2	7
			BZO i W	2	3
			MNK i BOD	1	1
			MNK i W	3	8
		W i BOD	2	3	

*WCZ - Roślina wcześniejsza; Earlier ripening plant, BOD/BSOD - Brak owłosienia dokłosa lub bardzo słabe owłosienie dokłosa; No hairiness or very weak hairiness of neck, W - Roślina wyższa; Higher plant ZO3 - Zabarwienie ostróg na 3; Degree of calcars pigmentation 3, WCZ i ZO3 - Rośliny wcześniejsze i zabarwienie ostróg na 3; Early ripening plants and degree of calcars pigmentation 3, BZO / ZO3 - Brak zabarwienia ostróg lub zabarwienie na 3; No pigmentation or degree of calcars pigmentation 3, WCZ i W - Rośliny wcześniejsze i wyższe; Early ripening plants and higher plants, MNK i BOD - Mocny nalot na woskowy na kłosie i brak owłosienia dokłosa; Strong glaucosity of ear and hairiness of neck is absynt, MNK i W - Mocny nalot woskowy na kłosie i rośliny wcześniejsze; Strong glaucosity of ear and earlier ripening plants, BZO i WCZ - Brak zabarwienia ostróg i rośliny wcześniejsze; No pigmentation and early ripening plants, BZO i W - Brak zabarwienia ostróg i rośliny wcześniejsze; No pigmentation and early ripening plants, W i BOD - rośliny wyższe i brak owłosienia dokłosa; Higher plants and no hairiness of neck

Nietypowe rośliny wyższe szczególnie często występowały na poletkach odmian Lamberto i Woltario, osiągając maksimum występowania w roku 2005, u Lamberto prawie połowa poletek charakteryzowała się obecnością takich roślin (tab. 2), a u Woltario ponad 1/3 (tab. 3).

Rośliny charakteryzujące się pozostałymi cechami występowały znacznie rzadziej. Wyjątek stanowią rośliny Kitaro charakteryzujące się cechą „występuje owłosienie dokłosa”. Rośliny takie znaleziono na większości badanych poletek tej odmiany (tab. 2). Najmniej poletek z formami nietypowymi było u odmian Kitaro i Magnat (tab. 2 i 3).

W liczbach bezwzględnych najwięcej roślin „wczesnych” było u odmian Woltario — 122 i Fidelio 117 roślin. Nietypowych roślin wyższych najwięcej znaleziono u Woltario — 144 rośliny i Fidelio 83 rośliny, a roślin o cesze „brak owłosienia dokłosa” najwięcej u Woltario 62 i Fidelio 53 rośliny (tab. 2 i 3).

Rośliny o innych cechach występowały znacznie rzadziej, było ich najwyżej kilkanaście, z wyjątkiem cechy „owłosienie dokłosa”, u Kitaro 57 roślin i cechy „mocny nałot woskowy na kłosie”, u Fidelio, gdzie znaleziono ich 24.

Weryfikacja tożsamości metodą elektroforezy potwierdziła prawidłowość oznaczeń polekowych tożsamości większości roślin nietypowych. Takie rośliny charakteryzowały się obrazem ziarniaków różnym od wzorca.

Stwierdzono znaczne różnice pomiędzy odmianami po reprodukcji; okazało się, że u Kitaro prawie wszystkie (96,9%) rośliny nietypowe zweryfikowano jako tożsamościowo „inne”, podobnie u Fidelio 80,1%, ale u Woltario i Magnat zweryfikowano jako „inne” tylko nieco powyżej połowy nietypowych (odpowiednio 66,9 i 55,5%, zestawienie w tabeli 4). U odmiany Lamberto tylko część ziarniaków (36,1%) z całości badanych, różniła się od wzorca (tab. 4).

Tabela 4

Weryfikacja elektroforetyczna tożsamości ziarniaków roślin nietypowych pszenżyta ozimego Fidelio, Kitaro, Magnat, Lamberto i Woltario, z wszystkich lat zbioru (2002–2005)
Electrophoretical analysis of kernels identity in winter triticale harvested in 2002–2005

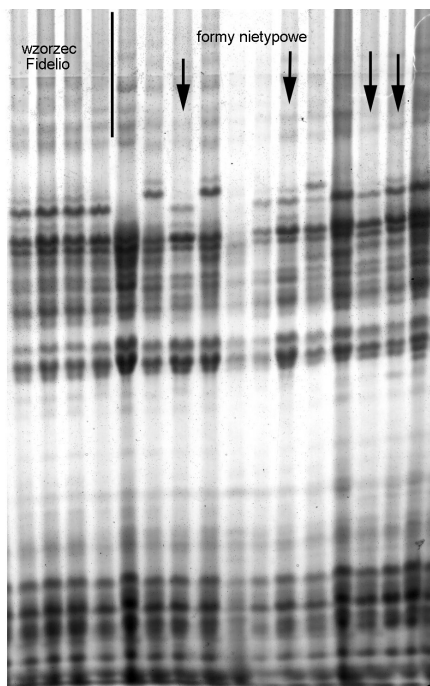
Odmiana Cultivar	Cechy rośliny nietypowej Traits of off-type plant	Liczba roślin nietypowych pod względem danej cechy, Number of off-type plants expressing a given traits	Weryfikacja elektroforetyczna tożsamości rośliny nietypowej Electrophoretical analysis of off-type plant identity	
			pozytywna positive	negatywna negative
1	2	3	4	5
Fidelio	*W	26	16	10
	WCZ	51	40	11
	BOD / BSOD	48	40	8
	MNK	17	16	1
	BZO	11	7	4
	W i WCZ	56	47	9
	WCZ i BOD	6	6	—
	WCZ i PZA	3	1	2
	WCZ i MNK	2	2	—
	W i BZO	1	1	—
	MNK i BOD	5	5	—

c. d. Tabela 4

1	2	3	4	5
Kitaro	W	2	2	—
	OD / OD7	52	52	—
	SNK	2	2	—
	ZJ	2	2	—
	PZA	2	1	1
	OD i SNA	5	5	—
Lamberto	W	30	10	20
	BOD / BSOD	4	2	2
	OD3	1	1	—
	SNK	3	2	1
	BZO	2	—	2
	W i WCZ	4	2	2
Magnat	W i ZO3	3	—	3
	W	5	1	4
	WCZ	10	7	3
	BOD / BSOD	7	4	3
	ZO3	1	—	1
	WCZ i ZO3	4	3	1
Woltario	W	53	41	12
	WCZ	35	21	14
	BOD / BSOD	58	34	24
	MNK	6	5	1
	BZO / ZO3	6	5	1
	W i WCZ	80	50	30
	BZO i WCZ	7	6	1
	BZO i W	3	3	—
	MNK i W	8	6	2
	MNK i BOD	1	1	—
	W i BOD	3	2	1
	Poletko w całości nietożsame z wzorcem, partia 12287/6, bazowe / Plot completely non-identified with reference plot, seed lot number 12287/6, Basic seed	Tożsamość zweryfikowano dla 10 roślin Identity was verified for 10 plants	10	—

***W** - Roślina wyższa; Higher plant, **WCZ** - Roślina wcześniejsza; Earlier ripening plant, **BOD i BSOD** - Brak owłosienia dokłosa lub bardzo słabe owłosienie dokłosa; No hairiness or very weak hairiness of shank, **MNK** - Mocny nalot woskowy na kłosie; Strong ear glaucosity, **BZO** - Brak zabarwienia ostróg; No calcars pigmentation, **W i WCZ** - Rośliny wyższe i wcześniejsze; Higher and early ripening plants, **WCZ i BOD** - Wcześniejsze i brak owłosienia dokłosa; Early ripening plants, no shank hairiness, **WCZ i PZA** - Wcześniejsze i pylniki zabarwione antocyjanem; Early ripening plants and antocyanin pigmentation of anthers, **WCZ i MNK** - Wcześniejsze i silny nalot woskowy na kłosie; Early ripening plants and strong ear glaucosity, **W i BZO** - Rośliny wyższe i brak zabarwienia ostróg; Higher plants and no calcars pigmentation, **MNK i BOD** - Mocny nalot woskowy i brak owłosienia dokłosa; Strong ear glaucosity and no shank hairiness, **OD/OD7** - Owłosienie dokłosa lub owłosienie dokłosa na 7; Hairiness of shank or degree of shank hairiness 7, **SNK** - Słaby nalot woskowy na kłosie; Weak ear glaucosity, **ZJ** - Zabarwienie języczka; Coloring of leaf ligule, **PZA** - Pylniki zabarwione antocyjanem; Antocyanin pigmentation of anthers, **OD i SNK** - Owłosienie dokłosa i słaby nalot woskowy na kłosie; Hairiness of shank and weak wax of ear, **OD3** - Owłosienie dokłosa na 3; Degree of shank hairiness 3, **W i ZO3** - Wyższe i zabarwienie ostróg na 3; Higher plants and degree of calcars pigmentation 3, **ZO3** - Zabarwienie ostróg na 3; Degree of calcars pigmentation 3, **WCZ i ZO3** - Wcześniejsze i zabarwienie ostróg na 3; Earlier ripening plants and degree of calcars pigmentation 3, **BZO / ZO3** - Brak zabarwienia ostróg lub zabarwienie na 3; No calcars pigmentation or degree of calcar pigmentation 3, **BZO i WCZ** - Brak zabarwienia ostróg i wcześniejsze; No calcars pigmentation and early ripening plants, **BZO i W** - Brak zabarwienia ostróg i wyższe; No calcars pigmentation and higher plants, **MNK i W** - Mocny nalot woskowy na kłosie i rośliny wyższe; Strong ear glaucosity and higher plants, **MNK i BOD** - Mocny nalot woskowy na kłosie i brak owłosienia dokłosa; Strong ear glaucosity and no shank hairiness, **W i BOD** - Rośliny wyższe i brak owłosienia dokłosa; Higher plants and no hairiness of shank

Potwierdzenie „innej” tożsamości drogą weryfikacji elektroforetycznej obrazu białek najtrudniejsze było dla cechy „roślina wyższa”. Dla przykładu, u odmian Woltario i Fidelio stwierdzono, że około 1/3 roślin „wyższych” (odpowiednio 30,7 i 38,5%, tab. 4) nie różniło się obrazem białek od wzorca, to znaczy dla tej grupy roślin rezultat elektroforetycznej weryfikacji „innej” tożsamości był negatywny (rys. 1).



Objaśnienia: formy nietypowe = rośliny nietypowe, strzałki pokazują ziarniki identyczne z wzorcem

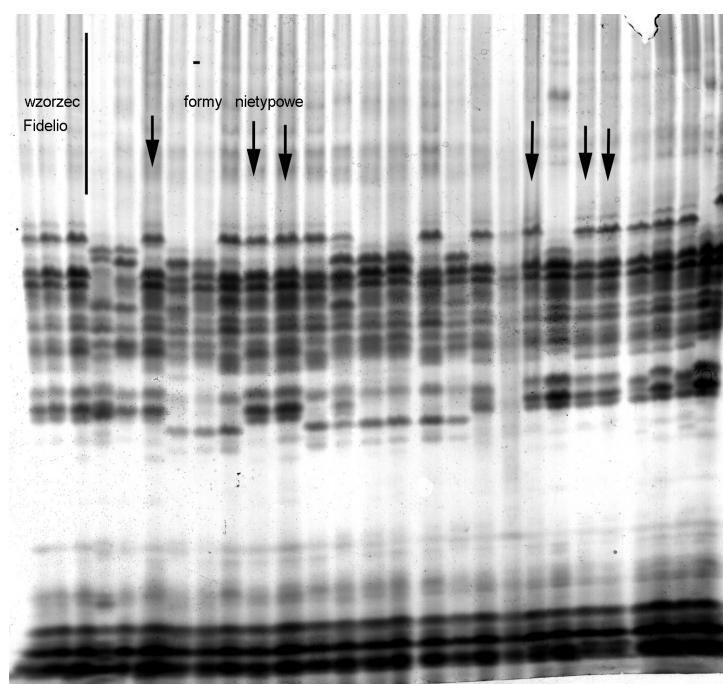
Explanation: formy nietypowe = off-type plants, arrows show grains that are identical with reference grains

Rys. 1. Elektroforegram prolamin ziarniaków roślin wzorca i roślin nietypowych wyższych pszenżyta Fidelio

Fig.1. The electrophoregram of grain prolamins in reference plants and off-type plants, trait “higher plants” in cv. Fidelio

W przypadku odmiany Lamberto cecha roślin nietypowych „rośliny wyższe” została potwierdzona elektroforetycznie jako „inna” tylko u części 33,3% roślin. Skrajne różne wyniki otrzymano dla odmian Kitaro i Magnat. Wszystkie ziarniki pszenżyta Kitaro, zebrane z kłosów roślin o cesze „rośliny wyższe” różniły się od wzorca, ale u odmiany Magnat takich ziarniaków było tylko 20%. Zaznaczyć trzeba, że próby badanych ziarniaków były niewielkie, dwa ziarniki Kitaro i pięć ziarniaków odmiany Magnat (tab. 4). Potwierdzono tożsamość „inną” ziarniaków roślin oznaczonych jako „rośliny wcześniejsze” większości badanych roślin z poletek Fidelio, Lamberto, Magnat i Woltario.

Najwięcej nie zweryfikowanych jako „inne” ziarniaków z roślin wczesnych stwierdzono w obrazach nasion Woltario — 36,9%, u odmiany Magnat — 28,6%. Najmniej u odmiany Fidelio — 18,7% (rys. 2).



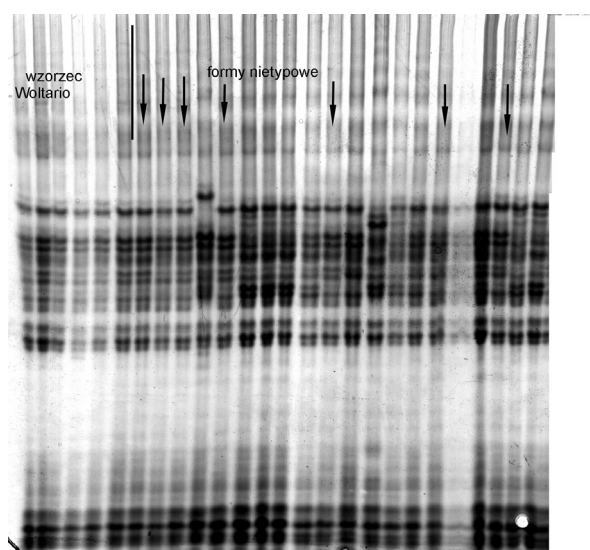
Objaśnienia: formy nietypowe = rośliny nietypowe, strzałki pokazują ziarniaki identyczne z wzorcem
 Explanation: formy nietypowe = off-type plants, arrows show grains that are identical with reference grains

Rys. 2. Elektroforegram prolamin ziarniaków roślin wzorca i roślin nietypowych wcześniejszych pszenżyta Fidelio

Fig. 2. The electrophoregram of grain prolamins in reference plants and off-type plants, trait "earlier earing plants" in cv. Fidelio

Także w przypadku cechy „brak owłosienia dokłosa” lub „bardzo słabe owłosienie dokłosa” u części roślin Fidelio, Magnat i Woltario nie potwierdzono tożsamości jako „innej”. O ile u Fidelio tylko 11,6% ziarniaków było identycznych ze wzorcem, to u odmian Woltario i Magnat była ich prawie połowa, u Woltario — 40,3% (rys. 3), a u pszenżyta Magnat aż 42,3% (tab. 4). U roślin nietypowych Lamberto połowa ziarniaków z próby badanej (czterech sztuk, z czterech roślin) dla cech „rośliny wcześniejsze” i „brak owłosienia dokłosa” okazała się być identyczna ze wzorcem (tab. 4). Weryfikacja tożsamości roślin nietypowych Kitaro, charakteryzujących się inną cechą intensywności owłosienia dokłosa, cechą — „występuje owłosienie dokłosa” była łatwa, wszystkie analizowane 52 ziarniaki (pobrane z kłosów 52 roślin), pod względem obrazu białek różniły się od wzorca (tab. 4, rys. 4).

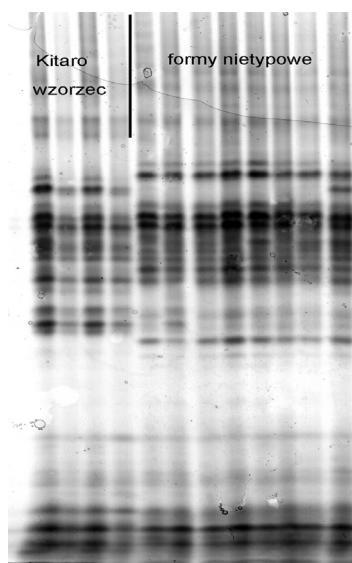
Weryfikacja tożsamości roślin o cesze „mocny nalot woskowy na kłosie” u odmian Fidelio i Woltario (odpowiednio — 4,2 i 20,0% ziarniaków identycznych ze wzorcem).



Objaśnienia: formy nietypowe = rośliny nietypowe, strzałki pokazują ziarniaki identyczne z wzorcem
 Explanation: formy nietypowe = off-type plants, arrows show grains that are identical with reference grains

Rys. 3. Elektroforegram prolamin ziarniaków roślin wzorca i roślin nietypowych z brakiem owłosienia dokłosa pszenżyta Woltario

Fig. 3. The electrophoregram of grain prolamins in reference plants and off-type plants, trait “no hairiness” in cv. Woltario



Objaśnienia: formy nietypowe = rośliny nietypowe; Explanation: formy nietypowe = off-type plants

Rys. 4. Elektroforegram prolamin ziarniaków roślin wzorca i roślin nietypowych z brakiem owłosienia dokłosa pszenżyta Kitaro

Fig. 4. The electrophoregram of grain prolamins in reference plants and off-type plants, trait no neck “hairiness” in cv. Kitaro

Analiza roślin o cesze „brak zabarwienia ostróg” lub „zabarwienie ostróg na 3” odmian Fidelio i Woltario potwierdziła, że w większości były to rośliny inne, bowiem tylko 1/3 ziarniaków Fidelio i 12,5% ziarniaków Woltario nie różniło się obrazem prolamin od ziarniaków wzorców (tab. 4).

Na poletkach z odmianą Kitaro znaleziono rośliny charakteryzujące się rzadkimi cechami — dwie rośliny o cesze „pylniki zabarwione antocyjanem” i dwie charakteryzujące się cechą „zabarwienie języczka”; pierwsze zweryfikowano pod względem innej tożsamości w połowie, drugie — całkowicie (tab. 4).

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki potwierdziły prawidłowość poletkowej oceny tożsamości odmianowej, morfologiczno-fenologicznej większości roślin nietypowych. Jest to cenna informacja, bowiem rezultaty kontroli następczej są częścią procesu kwalifikacji materiału siewnego (powszechnie wiadomo, że kontrola następcza sprawdza efektywność zachowania w kolejnych pokoleniach, w produkcji nasiennej, trwałości odmian i czystości odmian).

W naszych badaniach wykazaliśmy istnienie różnic pomiędzy odmianami pod względem częstotliwości występowania roślin nietypowych na poletkach, w latach 2002–2005. Z badanych pięciu odmian pszenżyta Fidelio wyróżniało się największym (76,1%) udziałem poletek z roślinami nietypowymi. Jest charakterystyczne, że Fidelio pod względem udziału (6,4%) zdyskwalifikowanych plantacji nasiennych z lat 2001–2004 niekorzystnie odróżniało się od pozostałych badanych odmian (COBORU, 2005).

Odwrotnie, odmiany Kitaro i Lamberto charakteryzowały się najmniejszymi udziałami poletek z formami nietypowymi (odpowiednio 36,1% i 30,1%), a udział plantacji zdyskwalifikowanych w tym okresie nie przekraczał 2,4% (COBORU, 2005). Wnioskujemy, że zbieżność tych danych nie jest przypadkowa i wynika z różnic pomiędzy odmianami pod względem wyrównania danej cechy. Nie można wykluczyć także wpływu warunków reprodukcji na czystość odmianową. Niemniej, okres pięciu lat badań i uzyskane wyniki, w zestawieniu z danymi dostarczonymi przez PIORiN są naszym zdaniem wystarczające do sformułowania tezy, że pod względem zachowania wyrównania i czystości odmianowej pszenżyto Fidelio „zachowuje się” inaczej na poletkach niż odmiany Kitaro i Lamberto.

Nie wiemy tylko, czy powyższe różnice wynikają bardziej z wyrównania odmiany, czy raczej są uwarunkowane podatnością danej odmiany na wyradzanie. W przypadku pszenżyta, rośliny mieszańcowej, degeneracja odmian może zachodzić szybciej, chociaż plon w kolejnych rozmnożeniach, nie obniża się (Kwiatkowski, 2000).

Małuszyńska i wsp. (2001) wykazali, że pojawianie się roślin nietypowych na poletkach pszenżyta nie jest efektem aneuploidii, ale raczej błędów agrotechniki i naturalnych, niepożądanych przekrzyżowań, z powodu nie zachowania odpowiedniej izolacji przestrzennej. Konarev (2001) uważa, że problemy z wyrównaniem wynikają z niedoskonałości selekcji hodowlanej.

Potwierdził się tożsamość (jako inne rośliny) form nietypowych charakteryzujących się cechą „brak owłosienia dokłosa” w większym stopniu niż roślin o cechach „rośliny wczesne” i „rośliny wyższe”. Więcej, zauważyliśmy różnice między odmianami pod względem weryfikowalności elektroforetycznej tej samej cechy. Jest to wyraźnie widoczne na przykładzie cechy „rośliny wyższe”. U roślin Fidelio wyróżnienie roślin innych na podstawie elektroforegramu białek było stosunkowo łatwe, u Lamberto było trudne, większość roślin „wyższych” pod względem obrazu prolamin była identyczna z wzorcem. Nie wykonaliśmy identyfikacji odmianowej wykrytych roślin nietypowych, więc nie możemy przyjąć założenia, że problem odróżnialności w tym przypadku może wynikać po prostu z dużego pokrewieństwa genetycznego roślin innych z odmianą Lamberto. Analiza katalogu odmian pszenżyta (katalog elektroforetyczny Brzezińskiego, 2003) i doświadczenie własne z pracami nad pszenżytem upoważnia nas do twierdzenia, że zastosowana przez nas metoda A-PAGE ma rozdzielczość wystarczającą dla rozróżniania wszystkich polskich odmian pszenżyta. Wydaje się, że odpowiedź na to pytanie pozostaje na tym etapie otwarta.

Podobnie jest w przypadku cechy „wczesność”. Stopień weryfikacji tożsamości roślin charakteryzujących się tą cechą nie jest taki sam dla odmian.

Podejrzewamy, że część roślin oznaczona jako „nietypowe” w rzeczywistości nietypowymi nie była. Wyjaśnieniem zjawiska mogłyby być niedoskonałości procesu hodowlanego z wyrównywania odmian. Jedne odmiany, jak Kitaro zostały wyrównane przed zgłoszeniem do rejestracji, inne jak Fidelio czy Woltario nie do końca. W przypadku pszenżyta, rośliny mieszańcowej, degeneracja odmian może zachodzić szybciej, niewykluczone, że po kilku rozmnożeniach pojawiają się rośliny wyglądające na inne, ale w rzeczywistości zgodne z typem odmiany. Porównanie poletek z wzorcami tych odmian nasuwa jednak pewne wątpliwości. Wygląd roślin na poletkach wzorcowych nie uległ zmianie. Z drugiej strony musimy mieć na uwadze, że lustracja poletek wzorcowych była ograniczona do jednego — trzech poletek i jest możliwe, że pewnej zmienności roślin na poletkach wzorców pod względem takich cech jak wysokość, a przede wszystkim wczesność mogliśmy nie zauważyć.

Prawidłowa agrotechnika na poletkach postkontrolnych wyklucza zmienność w postaci niewyrównania warunków wzrostu i rozwoju roślin. Przyczyn zjawiska należy zatem szukać albo w wyrażaniu się odmiany pod wpływem presji środowiska albo w zróżnicowaniu wartości siewnej (wigor) nasion wysiewanych na poletka.

O ile ocena takich cech jak wysokość roślin czy wczesność (kłoszenia) może być w pewnym stopniu obarczona subiektywnym błędem oceny osoby dokonującej obserwacji (i to może być przyczyną nieudanej próby potwierdzenia innej tożsamości) to sądzimy, że oznaczanie na poletkach roślin innych na podstawie takich cech jak „brak owłosienia dokłosa”, czy „występuje owłosienie dokłosa” nie powinno być źródłem błędów. Przypuszczenie to potwierdziło się tylko dla drugiej cechy — „występuje owłosienie dokłosa”, u Kitaro, gdzie wszystkie ziarniaki okazały się być tożsamościowo „innymi”. W przypadku cechy „brak owłosienia dokłosa” zastanawiające są trudności w potwierdzeniu tożsamości rośliny jako „innej” na podstawie tej cechy (np. u Woltario), gdy w przypadku cechy „występuje owłosienie dokłosa” problemów nie było!

Nie jest wykluczone, że przyczyną tych rozbieżności mógł być nieprecyzyjny opis cechy „brak owłosienia dokłosa” w metodyce oceny OWT, chociaż jest możliwe, że pewne znaczenie mogłaby mieć niezawodność weryfikacji tożsamości nietypowych roślin jako „innych” w próbach nasion zebranych z poletek Kitaro, charakterystyczna dla odmiany Kitaro. Założenie to jest jednak wątpliwe, bowiem według katalogu elektroforetycznego polskich odmian pszenżyta nie wynika, aby Kitaro pod względem obrazu monomerycznych prolamin wyróżniało się szczególnie względem pozostałych odmian (co ułatwiałoby odróżnianie). Odmiana Kitaro, w produkcji nasiennej i na poletkach wyróżniała się pozytywnie niewielkim udziałem poletek z roślinami nietypowymi, charakteryzowała się najniższym odsetkiem zdyskwalifikowanych w okresie 2001–2004 plantacji nasiennych. Naszym zdaniem odmiana ta pod względem wyrównania cech, na podstawie rezultatów elektroforezy białek nasion okazała się najlepsza spośród badanych.

Przy interpretacji tożsamości ziarniaków na podstawie elektroforegramów musimy mieć na uwadze fakt, że o ile lustrwane rośliny na poletkach, w tym oznaczone rośliny nietypowe rozwijają się z nasion zebranych jesienią poprzedzającego roku i są następnym pokoleniem roślin z poprzedniego roku zbiorów, to ziarniaki zebrane z poletek postkontrolnych mogą powstawać nie tylko w wyniku samozapylenia, na roślinie macierzystej, ale także w rezultacie swobodnego przekrzyżowania z innymi roślinami, w obrębie danego poletka, z roślinami z innych poletek tej samej odmiany albo nawet z poletek innych odmian pszenżyta. Sytuacje takie są nieuniknione, bowiem ocena postkontrolna nie wymaga zachowania izolacji przestrzennej, lustruje się rośliny, a nie ziarniaki.

Nie możemy więc wykluczyć, że na elektroforegramach mogą uwidocznić się obrazy elektroforetyczne pojedynczych ziarniaków powstałych z przekrzyżowania, ziarniaków genetycznie nietożsamyh z rośliną macierzystą, na której się rozwijały.

Naturalne przekrzyżowania polskich odmian pszenżyta mogą wynosić od 1,1% do 10,5% (Sowa i Krysiak, 1994; Łapiński i in., 1996). Nawet 70-metrowa izolacja u odmian pszenżyta nie zapewnia całkowitej ochrony przed obcozapyleniem (Wolski, 1989). Udowodniono jednak, że zastosowanie nawet niewielkiej izolacji przestrzennej (2–3 metry) redukuje obcozapylenie od trzech do ośmiu razy czyli do poziomu jednego-trzech procent (Sowa i Krysiak, 1994). Mając na uwadze te dane oraz to, że odmiany w rzędach były rozdzielone od innych odmian poletkami wzorców o szerokości 1,3 m i pasem o szerokości 2,3 m od innych rzędów poletek założyliśmy, że prawdopodobieństwo obcozapylenia na poletkach jest bardzo niskie i uzyskane przez nas obrazy elektroforetyczne monomerycznych prolamin ziarniaków były zgodne, tożsame z charakterystycznymi dla rośliny macierzystej.

Jedynym pewnym sposobem wykluczenia przypadkowych obcozapylenia na poletkach postkontrolnych byłoby założenie izolatorów na kłosa wszystkich roślin oznaczonych jako nietypowe. Z przyczyn natury technicznej, w naszych doświadczeniach było to niemożliwe.

Nie zdołaliśmy udowodnić tożsamości „innej” u około 1/3 nietypowych roślin wyższych Woltario i Fidelio. Mając na uwadze fakt możliwych, lecz prawdopodobnie rzadkich obcozapylenia, możemy przypuszczać, że w rzeczywistości procent ziarniaków

tożsamy z wzorcem pod względem białek, dla tej cechy, u tych odmian mógł być nawet nieco większy.

Czystość odmianowa pszenżyta na poletkach postkontrolnych, dla odmian samopylnych materiału elitarnego (PB i B) nie może być niższa od 99,7% (co odpowiada 18 roślinom na dwóch poletkach po 3000 roślin), dla materiału kwalifikowanego pierwszego rozmnożenia (C/1) niższa od 99,0% (60 roślin innych) i C/2 niższa od 98,0% (120 roślin innych, Dz.U. 189 z 21 lutego 2007 r). Normy dla pszenżyta gatunku częściowo obcopolnego są dwukrotnie łagodniejsze niż np. dla pszenicy. Nie są to jednak normy łagodne i przypadku materiałów elitarnych, nie trudno znaleźć partie nasion, dla których normy są przekraczane. Według danych PIORiN (2007) z oceny tożsamości i genetycznej czystości odmianowej poletek post-kontrolnych w sezonie 2006/2007, część partii nasion pszenżyta ozimego przekraczała dopuszczalne limity roślin innych. Takie partie nasion są zagrożone jeśli nie dyskwalifikacją to przynajmniej degradacją do niższego stopnia.

W naszych badaniach stwierdziliśmy, że część roślin o cechach nietypowości najczęściej spotykanych na poletkach pszenżyta, jak: „rośliny wyższe”, „rośliny wcześniejsze” i „rośliny z brakiem owłosienia dokłosa” w rzeczywistości nie była roślinami innymi. Klasyfikowanie ich jako nietypowych mogło być nieuzasadnione.

Możemy przypuszczać, że część partii z raportu PIORiN z 2007 roku partii zagrożonych dyskwalifikacją lub degradacją w istocie tych norm nie przekraczała.

Nie wnioskujemy rutynowej rekomendacji metody elektroforezy białek ziarniaków wszystkich roślin nietypowych zebranych z poletek, gdyż nie ulega wątpliwości, że byłoby to ekonomicznie nieuzasadnione (Pickett, 1988; OECD, 2001), jedynie możliwość zastosowania tej metody w sytuacji zagrożenia danej partii nasion degradacją lub dyskwalifikacją. Należałoby raczej postulować dalsze prace nad wyrównaniem odmian pszenżyta w hodowli i kontrolą wyrównania takich cech jak „wysokość”, „wczesność” na poletkach referencyjnych, w hodowli zachowawczej odmian pszenżyta, czy wreszcie poprawę jakości pracy kwalifikatorów polowych na plantacjach nasiennych.

W świetle naszych badań możemy nawet wnioskować, że aktualne normy czystości odmianowej dla pszenżyta są nieco „na wyrost”, za łagodne. Nowelizacja na obecnym etapie nie wydaje się jednak pożądana, dopóki nie poprawi się wyrównania odmian pod względem niektórych cech.

WNIOSKI

1. Weryfikacja elektroforetyczna tożsamości ziarniaków roślin nietypowych potwierdziła inną tożsamość większości badanych ziarniaków.
2. Partie nasion odmian Woltario i Fidelio charakteryzowały się największym udziałem roślin nietypowych, natomiast Kitaro i Lamberto — najmniejszym.
3. Najwięcej roślin nietypowych charakteryzowało się cechami „rośliny wyższe”, rośliny wcześniejsze” i „brak owłosienia dokłosa”.

4. Część roślin nietypowych oznaczonych jako wyższe lub wcześniejsze lub bez owłosienia dokłosa pod względem elektroforegramu prolamin nie różniła się od roślin wzorców i była zgodna z typem charakterystycznym dla danej odmiany.
5. Rekomendujemy stosowanie metody elektroforetycznej dla weryfikacji tożsamości odmianowej roślin oznaczonych jako „rośliny wyższe” i „rośliny wcześniejsze”, ale jedynie w przypadkach zagrożenia danej partii nasion degradacją lub dyskwalifikacją.

LITERATURA

- Brzeziński W. 2003. Katalog elektroforetyczny zarejestrowanych w Polsce odmian pszenicy, pszenżyta, jęczmienia i owsa. Wiadomości Odmianoznawcze. Katalog elektroforetyczny. Zesz. 78, Słupia Wielka.
- COBORU. 1996. Metodyka badania odrębności, wyrównania i trwałości (OWT) — pszenżyto (*X Triticosecale* Wittm.). COBORU, Słupia Wielka.
- COBORU. 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008. Listy opisowe odmian. Rośliny rolnicze. Zboża.
- Drzewiecki J. 1997. Ocena tożsamości roślin rolniczych na podstawie cech nasion i siewek — stan obecny i nowe kierunki. Biul. IHAR 203: 7 — 22.
- Duczmal K. 2000. Kwalifikacja materiału siewnego. W: Nasiennictwo. Tom 1. Część ogólna. PWRiL. Poznań: 319 — 320.
- Dziennik Ustaw RP. 2007. Nr 189. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 lutego 2007 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania i jakości materiału siewnego.
- Konarev V. 2000. Identifikacja sortów i registracja genofonda kul’turnych rastenij po belkam semjan. Sankt-Peterburg. Izd. VIR: 187 s.
- Kwiatkowski J. 2000. Przyczyny i skutki degeneracji pszenżyta. Postępy Nauk Rolniczych 6: 97 — 108.
- Łapiński M., Stojalowski S. 1996. Naturalne przekrzyżowania między sąsiadującymi zasiewami pszenżyta ozimego Grado i RAH 101-8/84. Materiały z sympozjum naukowego: „Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta”. Międzyzdroje: 59.
- Maćkowiak W., Paizert K., Mazurkiewicz L., Woś H. 1993. Osiągnięcia i problemy hodowli pszenżyta w Polsce. Biul. IHAR 187: 143 — 166.
- Małuszyńska E., Drzewiecki J., Łapiński B. Tożsamość nietypowych roślin pszenżyta na podstawie analizy elektroforetycznej i cytogenetycznej ziarniaków. Biul. IHAR 218/219: 251 — 259.
- Marciniak K. 2009. Znaczenie hodowli zbóż prowadzonej w spółkach ANR dla polskiego rolnictwa. Hod. Rośl. i Nasien. 1: 8 — 13.
- OECD. 2001. OECD Schemes for the varietal certification of seed moving in international trade. Paris.
- Oleksiak T. 2009. Rynek nasion. Rynek środków produkcji dla rolnictwa nr 35: 30 — 35.
- Pickett A. A. 1988. Factors affecting seed production of triticale (*X Triticosecale* Wittm.). Plant Varieties and Seeds 1: 63 — 74.
- PIORiN. 2007. Strona internetowa: [www.piorin.gov.pl/nasiennictwo/ocena tożsamości](http://www.piorin.gov.pl/nasiennictwo/ocena-tozsamości).
- Prusiński J. 2007. Kwalifikowany materiał siewny zbóż — warto kupować czy może nie warto? W: Zboża wysokiej jakości. Poradnik dla producentów. Wyd. Agro Serwis, Warszawa: 30 — 40.
- Sowa W., Krysiak H. 1994. Ocena odmian pszenżyta pod względem skłonności do obcozapylania. Biul. IHAR 192: 23 — 28.
- Tulo M., Ludański Z., Pietrzak B. 1995. Charakterystyka materiału siewnego zbóż produkowanego w latach 1989–1992 na podstawie wyników oceny laboratoryjnej SON w Warszawie. Biul. IHAR 193: 55 — 69.
- Wolski T. 1987. Ocena i perspektywy produkcji pszenżyta w Polsce. Nowe Rolnictwo 6: 1 — 4.
- Wolski T. 1989. Niektóre problemy związane ze znacznym rozszerzeniem uprawy pszenżyta w Polsce. Materiały konferencyjne. „Technologia uprawy i wykorzystania ziarna pszenżyta”, SITR, AR Lublin: 9 — 21.

PODZIĘKOWANIE

Składamy podziękowanie Pani mgr inż. Katarzynie Skórka, ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Zybiszowie za dokonanie oznaczeń roślin nietypowych na polatkach. Wyrażamy podziękowanie dla Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa za wyrażenie zgody na wykonanie doświadczeń na materiale dostarczonym w latach 2001–2004 przez PIORiN do oceny tożsamości w SDOO Zybiszów.

TOMASZ GÓRALPracownia Chorób Roślin, Zakład Fitopatologii
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Odporność odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów powodowaną przez grzyb *Fusarium culmorum*

Resistance of winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium culmorum*

Odporność 28 odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów badana była w doświadczeniach polowych w latach 2002–2004. Średnie nasilenie fuzariozy kłosów wyniosło 23,3%. Reakcja odmian mieściła się w zakresie 14,1–39,9%. Większość odmian porażana była słabo lub w średnim stopniu, natomiast 5 odmian porażanych było w stopniu istotnie wyższym od średniej. Współczynnik korelacji nasilenia fuzariozy kłosów z uszkodzeniem ziarniaków był istotny, natomiast nie obserwowano korelacji między nasileniem fuzariozy kłosów a redukcją komponentów plonu. Analiza stabilności wykazała stabilną reakcję 9 odmian na fuzariozę kłosów w ciągu 3 lat badań. Sześć odmian charakteryzowało się małą stabilnością reakcji, w tym jedna wykazała znaczny wzrost porażenia kłosa przy wzroście średniego nasilenia fuzariozy kłosów.

Słowa kluczowe: *Fusarium culmorum*, fuzarioza kłosów, odmiany, odporność, pszenżyto

Resistance of 28 winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight (FHB) was studied under field conditions in the years 2002–2004. Average FHB severity was 23.3%. Cultivar reaction ranged from 14.1 to 39.9%. The majority of triticale cultivars was weakly or medium infected and did not differ significantly. Five cultivars were highly infected, significantly higher than the remaining ones. Coefficient of correlation between FHB severity and *Fusarium* kernel damage was significant. No correlation was found between FHB severity and reduction of yield components. Stability analysis showed stable reaction of nine cultivars to FHB over three experimental years. Six cultivars showed unstable reaction. One cultivar reacted with high increase of head infection to increased level of average FHB severity.

Key words: *Fusarium culmorum*, cultivars, head blight, resistance, triticale

WSTĘP

Fuzarioza kłosów jest chorobą zbóż powodowaną przez kompleks grzybów z rodzaju *Fusarium*. Najważniejszymi gatunkami występującymi na porażonych kłosach w Polsce są: *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. i *F. graminearum* Schwabe (Wakuliński i Chełkowski, 1993). Powszechnie występuje również słabo patogeniczny

gatunek *F. poae* (Peck) Wollenw. Grzyby *Fusarium* wytwarzają toksyczne metabolity — mikotoksyny. Porażenie kłosa przez *Fusarium* prowadzi do zasiedlenia ziarniaków przez grzyb i akumulacji mikotoksyn w ziarnie. Stanowią one zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt w przypadku spożycia żywności lub paszy wytworzonej z porażonego ziarna. Najważniejszymi mikotoksynami ze względu na powszechność występowania w ziarnie zbóż (z wyłączeniem kukurydzy) są trichoteceny (przede wszystkim deoksyniwalenol [DON] i pochodne oraz niwalenol) i zearalenon. W związku stwierdzonym zagrożeniem dla zdrowia ludzi oraz zwierząt w roku 2005 wprowadzono, a w 2007 zaktualizowano, przepisy ustalające maksymalne dopuszczalne zawartości detoksyniwalenolu i zearalenonu w ziarnie i produktach zbożowych. Określa je Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1126/2007 z dnia 28 września 2007 r. Dopuszczalne zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w produktach paszowych reguluje Zalecenie Komisji Nr 2006/576/WE z dnia 17 sierpnia 2006 r.

Fuzarioza kłosów pszenicy badana jest od wielu lat w różnych krajach i dostępne są liczne dane dotyczące tego zboża (Mesterhazy, 1995; Snijders, 1990; Lemmens i in., 1993; Buerstmayr i in., 1996). Mniej natomiast wiadomo na temat odporności pszenżyta na tę chorobę (Arseniuk i in., 1993; Góral i in., 1995; Maier i Oettler, 1996; Miedaner i in., 2001; Góral i in., 2002 a; Buśko, 2005; Veitch i in., 2008). W większości publikowanych prac pszenżyto sytuje się pod względem odporności pomiędzy pszenicą i żytem. Mała liczba opracowań tematu wynika z faktu, że pszenżyto (*×Triticosecale* Wittm.) jest bardzo młodym rodzajem i powierzchnia jego uprawy na świecie jest niewielka w porównaniu z pszenicą. W Polsce jednakże powierzchnia uprawy pszenżyta stanowi około 50% powierzchni pszenicy, stąd ważne jest uzyskanie informacji o odporności tego zboża na fuzariozę kłosów. W 2002 roku w IHAR Radzików rozpoczęto doświadczenia infekcyjne z odmianami pszenżyta ozimego. Wyniki z trzyletniego cyklu doświadczalnego przedstawione są w niniejszej pracy.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 38 odmian pszenżyta ozimego. Z tej liczby 28 odmian badano w latach 2002–2004. Pozostałe 10 odmian badano w jednym roku lub w dwóch latach i nie zostały one włączone do syntezy wyników z 3 lat. Doświadczenia prowadzono na polach doświadczalnych IHAR Radzików. Obiekty wysiane zostały w trzech powtórzeniach w układzie losowanych bloków oraz w kombinacji kontrolnej na poletkach o powierzchni 1 m². Rośliny chronione były fungicydem zwalczającym choroby liści — Tilt Plus 400 EC (1 l/ha). Kombinacja kontrolna, po wykłoszeniu roślin, chroniona była fungicydem zwalczającym fuzariozę kłosa Tilt CB 37,5 WP w dawce 1 kg/ha. Materiałem infekcyjnym była mieszanina zarodników konidialnych 5 izolatów *F. culmorum* wytwarzających DON *in vitro* (chemotyp DON) (Góral i in., 2002 b). Izolaty znajdują się w kolekcji izolatów *Fusarium* w Zakładzie Fitopatologii, Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Izolaty te były badane pod kątem patogeniczności wobec pszenicy i pszenżyta oraz są wykorzystywane do badań odporności na fuzariozę kłosów w warunkach polowych (Góral, 2006; Góral i Ochodzki, 2006, 2007).

Kłosa pszenżyta inokulowane były dwukrotnie w stadium kwitnienia oraz 2–3 dni później poprzez opryskiwanie zawiesiną o stężeniu ok. 10^6 zarodników/cm³. Stopień porażenia kłosów oceniany był od momentu ukazania się pierwszych objawów fuzariozy kłosów. Przeprowadzono 2–3 obserwacje w odstępach 7 dni. Określano procentowy udział porażonych kłosów w ogólnej liczbie kłosów na poletku oraz średnie porażenie kłosa Z wartości tych wyliczono indeks fuzariozy kłosów pokazujący udział porażonych kłosek na poletku. Po zbiorze kłosów określono względną redukcję komponentów plonu ziarna — masy ziarna z kłosa (MZK), masy tysiąca ziarniaków (MTZ), masy objętościowej ziarniaków (g/100 cm³). Udział ziarniaków uszkodzonych przez *Fusarium* w próbie (FDK) określono jedynie w roku 2004.

Analizę statystyczną wyników wykonano przy pomocy pakietu SAS 9.1 stosując procedurę GLM (SAS, 2004). W analizie wariancji zastosowano model losowy, w którym czynnikiem losowym był rok badań natomiast czynnikiem stałym odmiana. Przy pomocy programu SERGEN 3 przeprowadzono analizę stabilności reakcji odmian na fuzariozę kłosów. Środowiskiem w analizie były poszczególne lata badań (Caliński i in., 1998).

WYNIKI

Średnie nasilenie fuzariozy kłosów dla 28 odmian pszenżyta ozimego w latach 2002–2004 wyniosło 23,3% (tab. 1). Różnice pomiędzy odmianami były istotne. Zakres reakcji odmian wynosił 14,1 — 39,9%. W poszczególnych latach średnie nasilenie fuzariozy kłosów wynosiło: 2002 — 29,1%; 2003 — 20,1%; 2004 — 17,9%, przy czym średnie z dwóch ostatnich lat nie różniły się istotnie. Genotypami słabo porażanymi przez fuzariozę kłosa były Lasko, Lamberto, Fidelio i Alzo. W grupie pozostałych odmian należy zwrócić uwagę na odmianę Sorento, która była porażana najsłabiej ze wszystkich odmian pszenżyta (wyniki z lat 2003 i 2004) (tab. 2). Większość z 28 odmian była porażana słabo lub w średnim stopniu, natomiast kilka odmian było porażanych w stopniu dużo powyżej średniej. Wskazują na to wyniki porównania średnich testem Tukeya (tab. 1). Większość odmian znalazła się w grupie „a”, natomiast odmiany Modus, Sekundo, Pronto, Woltario i Bogo w grupie „e”.

Różnice pomiędzy odmianami dla wszystkich redukcji komponentów plonu okazały się nieistotne. Mogło to wynikać z niskiego średniego porażenia odmian pszenżyta oraz istotnej interakcji redukcji komponentów plonu ze środowiskiem obserwowanej dla większości odmian. Zaobserwowano jedynie tendencję do wzrostu redukcji plonu przy rosnącym nasileniu fuzariozy. Uszkodzenie ziarniaków w roku 2004 wyniosło średnio 42,0%, a reakcja odmian zawierała się w zakresie 21,6%–77,0%. Współczynnik korelacji uszkodzenia ziarniaków z fuzariozą kłosów w roku 2004 był istotny wyniósł $r = 0,403$. Jednakże niska wartość tego współczynnika wskazuje, że jedynie 16% zmienności uszkodzenia ziarniaków wynikało z obserwowanego porażenia kłosów. Znaczne odstępstwa od zależności liniowej obserwowano np. dla odmian Woltario i Pronto o niskim porażeniu ziarniaków, mimo silnego porażenia kłosa oraz dla odmiany Fidelio o wysokim porażeniu ziarniaków, przy niskim porażeniu kłosa.

Tabela 1

Reakcja odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* — wyniki z lat 2002–2004
Reaction of winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight caused by *F. culmorum* — results from 2002–2004

Lp. No	Odmiana Cultivar	Fuzarioza kłosów (%) Fusarium head blight (%)	Uszkodzenie ziarniaków (%) FDK (%) ¹	Redukcja MZK (%) Spike yield reduction (%)	Redukcja MTZ (%) TKW reduction (%)	Redukcja masy objętościowej (%) Test weight reduction (%)
1	Lasko	14,1 a ³	25,7 ab ³	43,9 ⁴	21,5 ⁴	5,3 ⁴
2	Fidelio ²	16,3 a	55,8 bcde	35,3	23,5	9,1
3	Lamberto	16,6 a	40,3 abcd	51,4	18,3	5,8
4	Alzo	16,7 a	37,4 abcd	48,3	22,2	4,4
5	Krakowiak	18,1 ab	36,2 abcd	51,6	20,0	8,0
6	Eldorado	18,8 abc	21,6 a	44,4	22,0	11,3
7	Hewo	18,9 abc	41,4 abcd	55,5	23,6	12,4
8	Prado	19,6 abcd	46,7 abcde	38,2	21,3	9,7
9	Kazo	19,9 abcd	42,6 abcd	54,5	23,9	10,1
10	Tewo	20,3 abcd	36,9 abcd	47,5	17,7	4,8
11	Malno	20,4 abcd	26,0 ab	42,0	17,9	5,5
12	Janko	20,9 abcd	37,1 abcd	50,1	24,5	13,5
13	Magnat ²	21,2 abcd	50,3 abcde	44,5	23,2	12,7
14	Pawo	22,2 abcd	25,8 ab	46,7	25,4	6,2
15	Kitaro	22,8 abcd	32,6 abcd	48,0	25,1	9,6
16	Piano	23,2 abcd	52,7 abcde	52,0	29,2	9,6
17	Presto	24,0 abcd	28,1 abc	35,0	16,0	4,6
18	Mundo	24,1 abcd	41,4 abcd	42,1	20,5	5,7
19	Prego	24,2 abcd	46,7 abcde	53,8	28,3	8,0
20	Tornado	24,8 abcd	38,4 abcd	45,1	28,5	8,9
21	Marko	25,8 abcd	44,6 abcd	44,2	21,1	7,7
22	Disco	26,1 abcd	60,3 cde	54,7	28,2	10,5
23	Pinokio ²	26,2 abcd	77,6 e	53,0	33,5	14,9
24	Modus	30,6 bcd	56,9 bcde	47,7	30,3	11,4
25	Sekundo	31,5 bcde	43,7 abcd	44,1	30,3	13,3
26	Pronto	32,0 cde	32,2 abc	38,7	16,8	6,4
27	Woltario ²	32,6 de	30,3 abc	56,9	30,2	9,3
28	Bogo	39,9 e	65,3 de	52,8	17,9	10,1
Średnia Mean		23,3	42,0	47,2	24,3	8,9
Wsp. zmienności CV%		25,2	31,2	12,9	20,2	33,5

¹ Wyniki z 2004r.; ² Odmiany krótkokłose; ³ Odmiany oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie według testu

Tukey'a dla $\alpha = 0,05$; ⁴ Różnice statystycznie nie istotne

¹ Results of 2004; ² Semi-dwarf cvs; ³ Cultivars marked with the same letter do not differ significantly according to Tukey test at $P = 0.05$; ⁴ Differences statistically insignificant

Analiza stabilności wykazała istotność efektu głównego dla odmian: Lasko, Fidelio, Lamberto, Eldorado, Hewo, Janko, Tornado, Pronto i Bogo (tab. 3). Przy braku istotności interakcji wskazuje to na wysoką stabilność reakcji tych odmian w kolejnych latach (rys. 1). Ich pozycja w rankingu była taka sama bez względu na nasilenie choroby w danym roku, np. Lasko było odmianą najslabiej porażaną w kolejnych latach, Bogo odmianą porażaną najsilniej. Reakcja pozostałych odmian była mniej stabilna. Interakcję ze środowiskiem wykazały odmiany: Mundo, Prego, Pinokio, Modus, Sekundo, Woltario. Należy zauważyć, że są to odmiany o wyższej od średniej podatności na fuzariozę kłosa.

Tabela 2

Reakcja 10 odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów (*Fusarium culmorum*) — wyniki z lat 2002–2004

Reaction of 10 winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight (*F. culmorum*) — results from 2002–2004

Lp. No	Odmiana Cultivar	Fuzarioza kłosów (%) Fusarium head blight (%)	Uszkodzenie ziarniaków (%) FDK (%)	Redukcja MZK (%) Spike yield reduction (%)	Redukcja MTZ (%) TKW reduction (%)	Redukcja masy objętościowej (%) Test weight reduction (%)
1	Sorento ¹	9,4	34,8	43,7	20,6	9,2
2	Todan ²	15,2	35,1	48,0	17,1	20,0
3	Zorro ^{2,3}	15,3	25,2	b.d n.a	b.d n.a	b.d n.a
4	Almo ¹	16,4	b.d n.a	44,5	20,4	5,5
5	Moreno ¹	18,4	b.d n.a	41,6	21,7	5,3
6	Nemo ¹	21,6	b.d n.a	43,4	18,2	1,1
7	Vero ¹	23,2	b.d n.a	45,8	26,3	7,0
8	Witon ¹	26,0	52,7	56,0	16,4	7,3
9	Salvo ¹	31,0	b.d n.a	58,7	24,6	5,5
10	Dagro ¹	36,4	b.d n.a	57,4	33,2	9,1
Średnia Mean		21,3	36,9	48,8	22,1	7,8

¹ Wyniki z 2 lat; ² Wyniki z 2004r.; ³ Odmiana krótkosłoma; b.d. — Brak danych

¹ 2-Year results; ² Results from 2004; ³ Semi-dwarf cultivar; n.a.— Data not available

Tabela 3

Wyniki analizy stabilności reakcji odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosa powodowaną przez *Fusarium culmorum* w latach 2002–2004

Stability analysis of winter triticale reaction to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium culmorum* over years 2002–2004

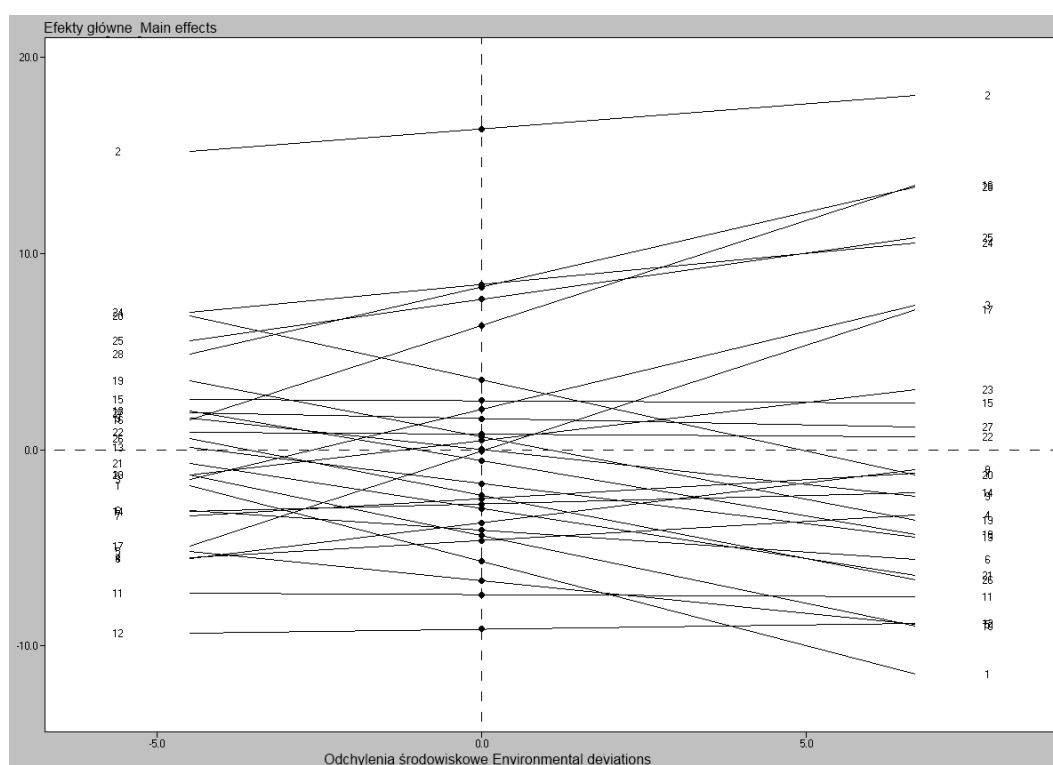
Nr No.	Odmiana Cultivar	Fuzarioza kłosa (%) Fusarium head blight (%)	Ocena efektu głównego Main effect	Statystyka F dla efektu głównego F-statistics for main effect	Statystyka F dla interakcji F-statistics for interaction	Statystyka F dla regresji interakcji F-statistics for regression interaction	Statystyka F dla odchylenia od regresji interakcji F-statistics for deviation from regression interaction
1	2	3	4	5	6	7	8
12	Lasko	14,1	-9,133	512,21**	0,04	—	—
5	Fidelio	16,3	-6,688	25,24**	0,38	—	—
11	Lamberto	16,6	-7,392	13,89*	0,85	—	—
1	Alzo	16,7	-5,688	3,39	2,06	—	—
10	Krakowiak	18,1	-4,373	2,51	1,64	—	—
4	Eldorado	18,8	-4,633	47,92**	0,10	—	—
6	Hewo	18,9	-4,096	15,58*	0,23	—	—
21	Prado	19,6	-3,003	0,92	2,13	—	—
8	Kazo	19,9	-3,725	4,56	0,66	—	—
26	Tewo	20,3	-2,318	1,11	1,04	—	—
14	Malno	20,4	-2,762	1,15	1,43	—	—
7	Janko	20,9	-2,503	13,09*	0,10	—	—
13	Magnat	21,2	-1,725	1,06	0,61	—	—
18	Pawo	22,2	-0,559	0,08	0,87	—	—
9	Kitaro	22,8	0,016	0,00	1,25	—	—
19	Piano	23,2	0,664	0,07	1,35	—	—

c.d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6	7	8
23	Presto	24,0	0,460	0,03	1,57	—	—
17	Mundo	24,1	-0,059	0,00	3,40**	6,10	0,96
22	Prego	24,2	0,784	0,05	2,70*	0,00	5,39**
27	Tornado	24,8	1,590	14,82*	0,04	—	—
15	Marko	25,8	2,497	3,66	0,37	—	—
3	Disco	26,1	2,053	0,57	1,61	—	—
20	Pinokio	26,2	3,553	1,13	2,41*	1,21	2,18
16	Modus	30,6	6,312	2,92	2,95*	41,68*	0,14
25	Sekundo	31,5	7,664	5,48	2,32*	0,31	3,53*
24	Pronto	32,0	8,423	26,40**	0,58	—	—
28	Woltario	32,6	8,293	1,97	7,57**	0,24	12,20**
2	Bogo	39,9	16,349	335,33**	0,17	—	—

* Istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,05$; ** Istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,01$

* Significant for P = 0.05; ** Significant for P = 0.01



Rys. 1. Efekty główne i proste regresji efektów interakcyjnych indeksu fuzariozy kłosa dla odmian pszenżyta ozimego względem środowiska. Numery odmian zgodne numerami w tabeli 3

Fig. 1. Main effects and regression lines of environmental interactions of *Fusarium* head blight index for winter triticale cultivars. Cultivar numbers in accordance with table 3

Spośród tych odmian Modus wykazała istotną zależność regresyjną interakcji od średniej środowiskowej, czyli nasilenia choroby. Dodatni współczynnik regresji i wysoki

współczynnik determinacji (97,7%) pokazuje, że odmiana Modus bardzo silnie reagowała na wzrost średniego nasilenia fuzariozy kłosów. Natomiast odmiany Prego, Sekundo i Woltario wykazujące istotność odchyleń od regresji były niestabilne i mało przewidywalne. Rysunek 1 przedstawia syntetycznie efekty główne dla wszystkich odmian, czyli ich średnią podatność na fuzariozę kłosa oraz ich reakcję na zmieniające się warunki środowiska (zmiana nasilenia choroby w danym roku).

DYSKUSJA

Średnie porażenie odmian pszenżyta było o 30% niższe niż średnie porażenie odmian pszenicy ozimej badanych w tych samych latach z zastosowaniem tej samej metodyki (Góral, 2006). Większość badanych odmian wykazała wysoką odporność na fuzariozę kłosów i nie różniły się one istotnie pod względem porażenia kłosa. Porażenie 5 najbardziej podatnych odmian było zbliżone do średniego porażenia odmian pszenicy (34,6%) (Góral, 2006). Wskazuje to, że odmiany pszenżyta jest z pochodzące z polskich programów hodowlanych mają wyższą odporność na fuzariozę kłosów niż pszenica. Można przypuszczać, że pszenżyto odziedziczyło odporność na fuzariozę kłosów przede wszystkim od odporniejszego rodzica — żyta (Arseniuk i in., 1993; Góral i in., 1995; Perkowski i in., 1995). Stwierdzenie to jest jednakże prawdziwe jedynie dla badanej w tej pracy populacji polskich odmian. Dane pochodzące z innych badań pokazują, że podatność pszenżyta na fuzariozę kłosów może być wyższa (Miedaner i in., 2001; Oettler i Wahle, 2001; Buśko, 2005; Comeau i in., 2008). W pracy Buśko (2005) rody hodowlane pszenżyta były porażane w stopniu zbliżonym do pszenicy i akumulowały w ziarnie bardzo wysokie ilości DON. Również w niniejszej pracy kilka odmian wykazało niską odporność zbliżoną do średniej dla pszenicy np. Bogo, Woltario. Oettler i Wahle (2001) stwierdzili, że redukcja plonu ziarna pszenżyta spowodowana porażeniem kłosów przez *F. culmorum* była zbliżona do obserwowanej dla pszenicy. Równocześnie obserwowali szeroki zakres zmienności badanych cech. Najmniejszą zmiennością charakteryzowała się redukcja masy 50 ml ziarna i porażenie kłosa przez *F. culmorum* najsłabiej wpływało na tę cechę. W znacznie większym stopniu zredukowana była natomiast masa 1000 ziarniaków. Porównywalne wyniki uzyskano w niniejszej pracy. Redukcja masy 1000 ziarniaków była około 3-krotnie wyższa niż redukcja masy objętościowej. Veitch i wsp. (2008) badali w trzyletnich doświadczeniach odporność na fuzariozę kłosów kanadyjskich odmian pszenżyta ozimego i jarego. Autorzy porównywali stopień uszkodzenia ziarniaków oraz zawartość DON w ziarnie pszenżyta i pszenicy. Zarówno odmiany pszenżyta ozimego, jaki i jarego okazały się bardziej podatne na fuzariozę kłosów niż odmiany pszenicy. Na wysoką podatność kanadyjskich odmian pszenżyta wskazują również inni autorzy (Comeau i in., 2008; Francois Langevin — inf. ustna). Tak duże różnice w średniej odporności polskich i kanadyjskich odmian pszenżyta wydają się wynikać z całkowicie różnego rodowodu obu grup odmian. Dokładne prześledzenie pochodzenia byłoby interesujące dla stwierdzenia, jakie są źródła podatności lub odporności tego zboża na fuzariozę kłosów.

W badanym zestawie odmian obserwowano słabą korelację pomiędzy nasileniem objawów choroby na kłosie a uszkodzeniem ziarniaków i redukcją plonu. Przykładowo

odmiana Fidelio wykazała wysoki stopień uszkodzenia ziarniaków, mimo słabego porażenia kłosa. W pewnym stopniu mogło to wynikać z późnego terminu kwitnienia tej odmiany i rozwoju choroby w okresie przedźniwnym. Można również brać pod uwagę niską odporność Fidelio na porażenie ziarniaków (typ III) przy wysokiej odporności typu II powodującej spowolnienie rozwoju objawów na kłosie. Odmiana Fidelio charakteryzowała się również akumulacją dużej ilości DON (Góral i Ochodzki, 2006), co pozostaje w zgodności z obserwowanym silnym uszkodzeniem ziarniaków. W przypadku pszenżyta przewidywanie uszkodzenia ziarniaków lub możliwego skażenia mikotoksynami na podstawie wizualnych symptomów choroby na kłosie wydaje się trudniejsze niż w przypadku pszenicy (Veitch i in., 2008). W większości publikowanych prac dotyczących pszenicy obserwowano silną zależność pomiędzy powyższymi cechami (Mesterhazy, 1995; Miedaner, 1997; Góral i Ochodzki, 2007). Natomiast współczynniki korelacji między stopniem porażenia kłosa a redukcją MTZ i zawartością toksyn były dla pszenżyta niższe i często nieistotne (Perkowski i in., 1995; Chełkowski i in., 2000; Góral i Ochodzki, 2006; Veitch i in., 2008). Uzyskiwano natomiast wyższe współczynniki korelacji pomiędzy stopniem uszkodzenia ziarniaków a zawartością DON (Góral i Ochodzki, 2006; Veitch i in., 2008). Ze względu na bardzo zróżnicowany obraz fenotypowy fuzariozy kłosów u pszenżyta stopień uszkodzenia ziarniaków jest bardziej wiarygodnym wskaźnikiem odporności u tego zboża.

WNIOSKI

1. Większość badanych odmian wykazała wysoką odporność na fuzariozę kłosów.
2. Najbardziej odporne na fuzariozę kłosa były odmiany Lasko, Lamberto, Fidelio, Alzo, Krakowiak i Eldorado. Najbardziej podatne — Bogo, Woltario, Pronto, Sekundo i Modus.
3. Współczynnik korelacji między fuzariozą kłosów a uszkodzeniem ziarniaków był istotny, Jego wartość wskazuje, że jedynie 16% zmienności uszkodzenia ziarniaków wynikało z obserwowanego porażenia kłosów.
4. Nie wystąpiła korelacja między fuzariozą kłosów a redukcją komponentów plonu.
5. Najbardziej stabilną reakcję w kolejnych latach wykazały odmiany: Lasko, Fidelio, Lamberto, Eldorado, Hewo, Janko, Tornado, Pronto i Bogo. Najmniej stabilne były odmiany Mundo, Prego, Pinokio, Modus, Sekundo, Woltario.

LITERATURA

- Arseniuk E., Góral T., Czembor H. J. 1993. Reaction of triticale, wheat and rye accessions to graminaceous *Fusarium* spp. at the seedling and adult plant stages. *Euphytica* 70: 175 — 183.
- Buerstmayr H., Lemmens M., Grausgruber H., Ruckebauer P. 1996. Scab resistance of international wheat germplasm. *Cereal Res. Commun.* 24: 195 — 202
- Buśko M. 2005. Badanie zawartości metabolitów grzybowych w ziarnie pszenicy i pszenżyta po inokulacji kłosów *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. Praca Doktorska. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu: 116 ss.

- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. SERGEN. Analiza serii doświadczeń odmianowych i genetyczno-hodowlanych. Program komputerowy, Wersja 3, Poznań.
- Comeau A., Langevin F., Savard M. E., Gilbert J., Dion Y., Rioux S., Martin R. A., Haber S., Voldeng H., Fedak G., Somers D., Eudes F. 2008. Improving *Fusarium* head blight resistance in bread wheat and triticale for Canadian needs. *Cereal Res. Commun.* 36, Supl. B: 91 — 92.
- Chełkowski J., Kaptur P., Tomkowiak M., Kostecki M., Goliński P., Ponitka A., Ślusarkiewicz-Jarzina A., Bocianowski A. 2000. Moniliformin accumulation in kernels of triticale accessions inoculated with *Fusarium avenaceum* in Poland. *J. Phytopathology* 148: 322 — 328.
- Góral T. 2006. Odporność odmian pszenicy ozimej na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. *Biul. IHAR* 242: 63 — 78.
- Góral T., Buśko M., Cichy H., Jackowiak H., Perkowski J. 2002 a. Resistance of winter triticale lines and cultivars to *Fusarium* head blight and deoxynivalenol accumulation in kernels. *J. Appl. Genet* 43A: 237 — 248.
- Góral T., Foremska E., Chełkowski J., Arseniuk E. 1995. Charakterystyka odmian pszenżyta, pszenicy i żyta pod względem odporności i tolerancji na porażenie kłosa przez *Fusarium* spp. *Biul. IHAR* 195/196: 251 — 259.
- Góral T., Ochodzki P. 2006. Resistance of Polish winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight and accumulation of *Fusarium*-mycotoxins in grain. *Proceedings of the 6th International Triticale Symposium*, September 3–7, 2002, Stellenbosch, South Africa: 140 — 143.
- Góral T., Ochodzki P. 2007. Wpływ porażenia kłosa i ziarniaków odmian pszenicy ozimej przez *Fusarium culmorum* na akumulację mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie. *Konferencja naukowa „Nauka dla hodowli roślin uprawnych”*. Streszczenia. Zakopane, 29. 01–02.02.2007 r: 153.
- Góral T., Perkowski J., Arseniuk E. 2002 b. Study on *Fusarium* head blight of winter triticale. In: E. Arseniuk, editor. *Proceedings of the 5th International Triticale Symposium*, June 30–July 5, 2002, Radzików, Poland, Vol. I: 179 — 184.
- Lemmens M., Buerstmayr H., Ruckebauer P. 1993. Variation in *Fusarium* head blight susceptibility of international and Austrian wheat breeding material. *Die Bodenkultur* 44: 65 — 78.
- Maier F., Oettler G. 1996. Genetic variation for head blight resistance in triticale caused by *Fusarium graminearum* isolates of different deoxynivalenol production. *Euphytica* 89: 387 — 394.
- Mesterhazy A. 1995. Types and components of resistance to *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Breed.* 114: 377 — 386.
- Miedaner T. 1997. Breeding wheat and rye for resistance to *Fusarium* diseases. *Plant Breeding* 116: 201 — 220.
- Miedaner T., Reinbrecht C., Lauber U., Schollenberger M., Geiger H. H. 2001. Effects of genotype and genotype-environment interaction on deoxynivalenol accumulation and resistance to *Fusarium* head blight in rye, triticale, and wheat. *Plant Breeding* 120: 97 — 105.
- Oettler G., Wahle G. 2001. Genotypic and environmental variation of resistance to head blight in triticale inoculated with *Fusarium culmorum*. *Plant Breeding* 120: 297 — 300.
- Perkowski J., Miedaner T., Geiger H. H., Muller H. M., Chełkowski J. 1995. Occurrence of deoxynivalenol (don), 3-acetyl-DON, zearalenone, and ergosterol in winter rye inoculated with *Fusarium culmorum*. *Cereal Chem.* 72: 205 — 209.
- SAS Institute. 2004. The SAS system for Windows. Release 9.1.3. SAS Inst., Cary, NC.
- Schinkel B. 2002. Triticale — still healthy crop? In : E. Arseniuk, editor. *Proceedings of the 5th International Triticale Symposium*, June 30–July 5, 2002, Radzików, Poland, Vol. I: 157 — 162.
- Snijders C. H. A. 1990. Genetic variation for resistance to *Fusarium* head blight in bread wheat. *Euphytica* 50: 171 — 179.
- Veitch R. S., Caldwell C. D., Martin R. A., Lada R., Salmon D., Anderson, D. M., MacDonald D. 2008. Susceptibility of winter and spring triticales to fusarium head blight and deoxynivalenol accumulation. *Can. J. Plant Sci.* 88: 783 — 788.
- Wakuliński W., Chełkowski J. 1993. *Fusarium* species causing scab of wheat, rye and triticale in Poland. *Hod. Rośl. Aklim.* (Special Edition) 37 (4):137 — 142.

Strony internetowe:

Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1126/2007 z dnia 28 września 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do toksyn *Fusarium* w kukurydzy i produktach z kukurydzy.
[<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:255:0014:0017>].

KRYSTYNA KOLASIŃSKA
ELŻBIETA MAŁUSZYŃSKA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Czystość ziarna zbóż jarych w ekologicznej produkcji nasiennej*

Seeds purity of spring cereals in organic seed production

Celem pracy była charakterystyka i porównanie liczby diaspor chwastów i roślin uprawnych występujących w ekologicznym materiale siewnym zbóż jarych na trzech etapach produkcji: bezpośrednio po zbiorze, przygotowanych do kwalifikacji laboratoryjnej oraz w materiale zakwalifikowanym. Materiał doświadczalny stanowiły próby ziarna zbóż z 2004, 2005 i 2006 roku zbioru, pochodzące z ekologicznych, kwalifikowanych plantacji nasiennych. W kolejnych latach analizowano odpowiednio 9, 11 i 7 prób, przy czym było to od 2 do 4 odmian owsa, pszenicy i jęczmienia w jednym roku. Próby pobrane bezpośrednio ze zbiornika kombajnu zawierały bardzo dużo nasion różnych gatunków roślin. Były to nasiona roślin uprawnych i chwastów, w tym chwastów zastrzeżonych, których występowanie jest najczęściej powodem dyskwalifikacji partii jako materiału siewnego. Ponadto stwierdzono obecność ziarniaków innych zbóż, które są bardzo trudne do usunięcia w procesie czyszczenia. Średnio w 2004 roku oznaczono nasiona 30, w 2005 — 23, a w 2006 — 17 różnych gatunków roślin. Liczba gatunków diaspor innych roślin zmniejszała się w ciągu trzech lat prowadzenia produkcji nasiennej. W ostatnim, trzecim roku, zarówno nasion innych roślin uprawnych jak i chwastów było najmniej. Liczba gatunków innych roślin występujących w materiale zakwalifikowanym zmniejszyła się wielokrotnie w porównaniu do określonej w materiale bezpośrednio po zbiorze. W gospodarstwach ekologicznych można z powodzeniem prowadzić produkcję nasienną. Jednak wiąże się to przede wszystkim ze znajomością zasad produkcji nasiennej, z wysoką świadomością i starannością pracy, jak również z odpowiednim wyposażeniem gospodarstwa w maszyny czyszczące.

Słowa kluczowe: analityczna czystość nasion, ekologiczna produkcja nasienne, zboża jare

The aim of the study was to assess and compare a number of other seeds in organic seed material in three phases of production: directly after seed harvest, in seeds prepared for laboratory certification (after cleaning) and after seed certification. The experiment was carried out in the years 2004, 2005 and 2006. Seeds were sampled from organic certified seed crops of spring cereals. In successive years, 9, 11 and 7 samples were analyzed. Two to four cultivars of oats, wheat and barley in each year of harvest were included. The purity, number and botanical composition of contaminated diasporae were evaluated. The samples collected directly after harvest were contaminated by seeds of numerous plant species including restricted weeds and different cereals. The average number of diasporae of other plant

* Badania prowadzone w ramach projektu MRiRW Nr HOR re-401-175

species in the samples was as follows: 30 in 2004, 23 in 2005 and only 17 in 2006. The number of species gradually decreased in successive years of the experiment. The number of species recorded for the samples of certified seed was many times smaller than that in the samples collected directly after harvest. The results show that the cereals seed production can be performed successfully in organic conditions, provided that the high requirements of the process are fulfilled. Moreover, a seed production farm must be supplied with a variety of seed cleaning machines and tools.

Key words: analytical purity, organic seeds crop, spring cereals

WSTĘP

Ustawa o rolnictwie ekologicznym (Dz.U.93, 2004) nakłada obowiązek stosowania w gospodarstwach ekologicznych materiału siewnego i rozmnożeniowego wyprodukowanego w warunkach ekologicznych. Z uwagi na niedobory wyżej wymienionego materiału Ustawa z dnia 30 marca 2007 (Dz.U.80, 2007) upoważnia Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa, właściwego ze względu na miejsce zamieszkania, do wystawiania jednorazowych zezwoleń na stosowanie niezaprawianego materiału siewnego nie spełniającego wymagań ekologicznych. Jednakże jest to postanowienie tymczasowe i należy liczyć się z tym, że przynajmniej w odniesieniu do niektórych gatunków roślin, zostanie niebawem cofnięte. Ekologiczna produkcja nasiennej powinna z jednej strony spełniać wymagania obowiązujące w kwalifikacji, ocenie i obrocie materiałem siewnym, a z drugiej strony, wymagania stawiane uprawie ekologicznej. Konwencjonalne i ekologiczne plantacje nasienne różnią się jedynie tym, że na plantacjach ekologicznych obowiązuje zakaz stosowania syntetycznych preparatów ochrony roślin i nawozów. Ponadto do siewu nie wolno używać nasion odmian genetycznie zmodyfikowanych oraz zaprawianych środkami chemicznymi. Powinno się zwracać uwagę na odporność odmian na patogeny Larinde (2004). Jednakże w Polsce nie ma oficjalnych list odmian rekomendowanych do produkcji ekologicznej. Spełnienie wszystkich wymagań dotyczących wytwarzania materiału siewnego nasion roślin rolniczych jest trudne.

Pierwsze w Polsce ekologiczne plantacje nasienne zbóż i ziemniaków zostały założone przez IHAR Radzików w 2004 roku. W latach prowadzenia niniejszych badań były to jedyne ekologiczne plantacje nasienne w Polsce. Duże wymagania i wysokie koszty produkcji zniechęcają rolników ekologicznych do podejmowania produkcji nasiennej.

Materiał nasienny, aby uzyskać status kwalifikowanego materiału siewnego, musi spełniać szereg wymagań dotyczących czystości, zawartości nasion chwastów i roślin uprawnych oraz zdolności kiełkowania (Dz. U.59, 2004). Od producenta ekologicznych nasion kwalifikowanych oczekuje się szczególnej dbałości o uprawę roślin i pielęgnację plantacji oraz o zbiór, czyszczenie i ewentualnie suszenie (Ekologiczna produkcja nasiennej roślin rolniczych..., 2004). Rolnik powinien również zdawać sobie sprawę z tego, że zanieczyszczenia takie jak nasiona chwastów, roślin uprawnych i przetrwalniki grzybów mogą przenosić się przez glebę jak również poprzez zanieczyszczone urządzenie zbierające, zbiornik kombajnu jak również maszynę czyszczącą. Niedokładne opróżnienie (wyczyszczenie) zbiornika kombajnu przed rozpoczęciem pracy na plantacji ekologicznej może prowadzić do konieczności wielokrotnego czyszczenia nasion lub wręcz braku

możliwości dostatecznego oddzielenia nasion niepożądanych od zbieranego materiału. Szczególną trudność sprawiają ziarniaki innych zbóż, zanieczyszczające materiał nasienny zbóż, ponieważ kształt i masa większości ziarniaków są podobne i oddzielenie jednych od drugich jest kłopotliwe. Wymagania jakościowe dotyczące zdolności kiełkowania są na ogół łatwiejsze do spełnienia i rzadziej są powodem dyskwalifikacji (Kolasińska, 2008).

Celem pracy była charakterystyka i porównanie liczby nasion chwastów i roślin uprawnych występujących w materiale ekologicznym zbóż na różnych etapach produkcji nasiennej: bezpośrednio po zbiorze, po czyszczeniu (przygotowanych do kwalifikacji laboratoryjnej) oraz w materiale zakwalifikowanym.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiły próby ziarna zbóż jarych z trzech lat zbioru 2004, 2005, 2006 pochodzące z ekologicznych plantacji nasiennych, zakwalifikowanych przez urzędowych kwalifikatorów Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa w stopniu C/1 jako ekologiczne plantacje nasienne. Do siewu użyto nasion bazowych — B otrzymanych od hodowcy. Ze względu na różną liczbę zakwalifikowanych plantacji, w kolejnych latach badano również różną liczbę prób — odpowiednio 9, 11 i 7. W roku 2004 analizowano 2 odmiany owsa (Polar i Chwat), 4 odmiany pszenicy (Torka, Koksa, Nawra, Korynta) i 3 odmiany jęczmienia (Rataj, Atol, Rodos). W 2005 roku badano 4 odmiany owsa (Polar, Chwat, Szakał, Sławko), 3 odmiany pszenicy (Rorka, Koksa, Korunta) i 4 jęczmienia (Atol, Rataj, Rodos, Stratus). Natomiast w 2006 roku badano 3 odmiany owsa (Polar, Chwat, Sławko) i po 2 odmiany pszenicy i jęczmienia (odpowiednio Torka, Nawra oraz Rataj i Stratus). Analizy laboratoryjne dotyczące oceny czystości ziarna i udziału nasion innych gatunków roślin prowadzono zgodnie z Przepisami ISTA (ISTA 2004). Badano czystość ziarna oraz liczbę i skład gatunkowy nasion roślin uprawnych i chwastów zanieczyszczających materiał nasienny w reprezentatywnej próbce 500 g. Dla porównania liczby gatunków roślin występujących w materiale nasiennym bezpośrednio po zbiorach i po czyszczeniu przeprowadzono analizę statystyczną z użyciem programu SAS (SAS 2004 i 2004 a). Porównanie średnich wykonano na podstawie studentyzowanego testu Tukeya (HDS) dla $p = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Kwalifikowany materiał siewny musi spełniać następujące wymagania: minimalna zdolność kiełkowania — 85% (75% dla nieoplewionych odmian *Avena sativa*), minimalna czystość analityczna — 98%, maksymalna liczba nasion innych gatunków roślin (gatunki zastrzeżone) w próbce o masie nie mniejszej niż 500 g nie może być większa niż 10 szt., w tym innych gatunków zbóż — 7 szt., innych gatunków niż zboża — 7 szt., zawartość nasion *Avena fatua* (owies głuchy), *Avena sterilis* (owies płony), *Avena ludoviciana* (owies Ludwika), *Lolium temulentum* (życica roczna) — 0 szt. oraz *Raphanus raphanistrum* (rzodkiew świrzepa) i *Agrostemma githago* (kąkol) — łącznie 3 sztuki. Maksymalna liczba przetrwalników *Claviceps purpurea* (sporysz) wynosi 3 szt. Materiał siewny powinien być

praktycznie wolny od organizmów szkodliwych i od szkodników magazynowych (Dz. U. 59, 2004).

Do produkcji nasiennej zbóż jarych wybrano gospodarstwa posiadające certyfikat gospodarstwa ekologicznego, długi staż, oraz których właściciele wyrażali chęć prowadzenia produkcji nasiennej. Wielkość plantacji wynosiła 0,5 ha i spełniała wymagania Ustawy o nasiennictwie (Dz.U.137, 2003). Bardzo ważny był przedplon, gdyż plantacje nasienne roślin zbożowych można zakładać tylko na polu, na którym w ostatnim roku, poprzedzającym rok założenia plantacji, nie były uprawiane rośliny wykluczające możliwość produkcji materiału siewnego danego gatunku, w szczególności innej odmiany tego samego gatunku lub tej samej odmiany, lecz niższego stopnia kwalifikacji (Dz. U.59, 2004). Plantacje nasienne roślin zbożowych można zakładać na polu wolnym od roślin, które są samosiewami z poprzedniej uprawy. Ponadto plantacje musiały spełniać wymogi dotyczące izolacji przestrzennej, czystości odmianowej, czystości gatunkowej, zachwaszczenia oraz występowania chorób i szkodników. Z założonych plantacji nasiennych, część zdyskwalifikowano, głównie z powodu nadmiernego zachwaszczenia roślinami owsa głuchego. Pozostałymi przyczynami dyskwalifikacji są: stanowiska niezgodne z wymaganiami, zachwaszczenie plantacji roślinami innych zbóż, tj. owsem siewnym lub jęczmieniem oraz nadmierne zachwaszczenie i zbyt duże opóźnienie rozwoju rośliny uprawnej (na podstawie dokumentacji PIORiN). W roku 2004 zakwalifikowano 9 plantacji, w roku następnym 11, a w 2006 tylko 7 i tylko ziarno z tych plantacji było przedmiotem analiz laboratoryjnych.

Czystość analityczna ziarna zbóż bezpośrednio po zbiorze wahała się od 86,5 do 99,3% zależnie od odmiany i roku zbioru, przy czym w trzecim wskaźnik ten był wyższy niż w poprzednich dwóch latach (tab. 1). Uzyskane wyniki wskazywały na potrzebę doczyszczania ziarna tak, aby czystość nie była niższa niż 98%.

W tabeli 1 podano liczbę nasion i skład gatunkowy roślin występujących w próbach zbóż pobranych bezpośrednio z kombajnu. Należy nadmienić, że szczegółowa charakterystyka chwastów i roślin uprawnych oraz częstotliwość występowania będzie przedmiotem innego opracowania. Próby materiału nasiennego zbóż pobrane bezpośrednio ze zbiornika kombajnu zawierały bardzo dużo diaspor różnych gatunków roślin. Były to nasiona roślin uprawnych i chwastów, w tym nasion roślin zastrzeżonych, których występowanie najczęściej jest powodem dyskwalifikacji partii jako materiału siewnego. W 500 g próbie owsa, pszenicy i jęczmienia z 2004 roku zbioru było od 166 do 4235, z 2005 od 370 do 11091 i z 2006 roku zbioru od 53 do 2437 sztuk nasion innych roślin. Wśród nich były także ziarniaki innych gatunków zbóż. W jednej próbie znaleziono 774 ziarniaki innych zbóż, bardzo trudnych do usunięcia w procesie czyszczenia. Ponadto występowały nasiona takich roślin uprawnych jak: seradela, gryka, proso, wyka siewna, motylkowate drobnonasienne i trawy oraz nasiona roślin warzywnych. W każdej analizowanej próbie występowały licznie nasiona komosy i rdestów (ptasi, powojowy, plamisty, kolankowaty).

Tabela 1

**Czystość ziarna zbóż jarych i występowanie nasion innych roślin w materiale nasiennym
bezpośrednio po zbiorze**

Purity of spring cereals seeds and occurrence of other plant species in seed material directly after harvest

Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Klasa gleby Soil quality class	Przedplon Forecrop	Czystość Purity (%)	Liczba nasion innych gatunków roślin Number of seeds of other species					
					łącznie, w tym gatunki z następnych kolumn together with species from next columns (szt./no.)	inne zboża other cereals (szt./no.)	gatunki uprawne, inne niż zboża cultivated species other than cereals (szt./no.)	rzodkiew świrzepsa <i>Raphanus raphanistrum</i> (L.) (szt./no.)	owies głuchy <i>Avena fatua</i> (L.) (szt./no.)	sporysz <i>Claviceps purpurea</i> (Fr.) (szt./no.)
a) zbiór 2004 — harvest 2004										
Owies	Polar	brak	mieszanka ^{1*}	99,3	166	16	9	0	30	0
Oats	Chwat	brak	seradela	89,6	2458	85	9	0	0	13
Pszenica Wheat	Torka	IV b	koniczyna	95,8	1631	6	2	422	1	3
	Koksa	IV	mieszanka ^{1*}	96,3	1076	4	129	0	0	5
	Nawra	brak	nostrzyk	91,4	4235	279	79	10	0	15
	Korynta	brak	truskawki	97,9	1396	57	167	0	0	2
Jęczmień Barley	Rataj	IV	koniczyna	99,1	460	5	0	0	0	2
	Atol	brak	trawa + koniczyna	96,4	3001	27	9	0	0	2
	Rodos	IV	trawa	88,0	1629	17	25	0	1	1
b) zbiór 2005 — harvest 2005										
Owies Oats	Polar	IV	seradela i gryka	97,8	578	45	31	7	0	1
	Chwat	V	żyto+ seradela	86,5	4423	54	24	1551	0	19
	Szakał	IV/V	seradela	99,2	581	9	0	0	0	0
	Sławko	IV/V	owies+ seradela	94,2	5521	211	7	232	0	0
Pszenica Wheat	Torka	IV	groch	96,1	11091	20	60	7	8	1
	Koksa	IV	żyto+ seradela	98,2*	4385	73	0	3	21	1
	Korynta	IV	gryka	88,8	7082	43	1453	0	0	0
Jęczmień Barley	Atol	IV b	gryka	94,1	370	13	134	0	0	8
	Rataj	IV/V	gorczyca	85,6**	3244	774	3	1583	0	1
	Rodos	IV	gorczyca	95,1	6468	19	2	4	1	0
	Stratus	IV/V	trawy	98,0	1453	87	2	124	0	0
c) zbiór 2006 — harvest 2006										
Owies Oats	Polar	IV	seradela+ gryka	97,3	1142	36	3	55	1	0
	Chwat	IV/V	mieszanka*	98,9	217	9	0	7	1	0
	Sławko	IV/V	żyto	96,6	53	9	0	0	0	0
Pszenica Wheat	Torka	IV	ziemniaki	96,0	2419	22	0	1	0	0
	Nawra	IV b	motylkowe	97,7	295	10	6	34	5	2
Jęczmień Barley	Rataj	IV	seradela	97,5	884	220	0	0	1	4
	Stratus	IV	ziemniaki+ dynia	96,9	2437	3	0	0	1	0

^{1*} zbożowo-strączkowa; cereals + leguminous * torebki śnieci /*Tilletia* sp. (L.) — 1 szt. ** torebki śnieci /*Tilletia* sp. (L.) — 2 szt.

mieszanka; mixture	seradela; serradella	koniczyna; clover	nostrzyk; meliot	truskawki; strawberries
gryka; buckwheat	groch; pea	żyto; rye	gorczyca; mustard	trawy; grasses
motylkowe; papilionaceous plants		dynia;pumpkin	ziemniaki; potatoes	

Tabela 2

**Czystość ziarna zbóż jarych i obfitość występowania gatunków innych roślin w materiale nasiennym
przygotowanym do kwalifikacji laboratoryjnej**

**Purity of spring cereals seeds and occurrence of other plant species in the seed lot prepared for
laboratory seeds certification**

Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Klasa gleby Soil quality class	Przedplon Forecrop	Czystość Purity	Liczba nasion innych gatunków roślin Number of seeds of other plant					
					łącznie, w tym gatunki z następ- nych kolumn together with species from next columns (szt./no.)	inne zboża other cereals (szt./no.)	gatunki uprawne, inne niż zboża cultivated species other than cereals (szt./no.)	rzodkiew świrzepsa <i>Raphanus raphanis- trum</i> (L.) (szt./no.)	owies głuchy <i>Avena fatua</i> (L.) (szt./no.)	sporysz <i>Claviceps purpura</i> (Fr.) (szt./no.)
a) zbiór 2004/harvest 2004										
Owies Oats	Polar Chwat	brak brak	mieszanka* seradela	99,7 96,5	47 310	27 126	0 1	1 0	1 0	0 9
Pszenica Wheat	Torka	IV b	koniczyna	99,7	19	5	0	10	1	0
	Koksa	IV	mieszanka*	100,0	2	1	1	0	0	0
	Nawra	brak	nostrzyk	98,1	238	188	31	4	0	0
Jęczmień Barley	Korynta	brak	truskawki	96,3	556	553	0	0	0	0
	Rataj	IV	koniczyna	99,8	20	20	0	0	0	0
	Atol	brak	trawa+ koniczyna	99,1	123	49	3	0	0	0
	Rodos	IV	trawa	99,6	7	7	0	0	0	0
b) zbiór 2005 — harvest 2005										
Owies Oats	Polar	IV	seradela+gryka	99,7	22	19	2	0	0	0
	Chwat	V	żyto+ seradela	98,0	477	69	1	402	1	1
	Szakał	IV/V	seradela	100,0	7	2	0	3	0	0
	Sławko	IV/V	owies+ seradela	97,8	448	278	0	146	0	0
Pszenica Wheat	Torka	IV	groch	99,9	10	10	0	0	0	0
	Koksa	IV	żyto+ seradela	99,8	29	28	0	0	0	0
	Korynta	IV	gryka	99,7	40	21	19	0	0	0
Jęczmień Barley	Atol	IV b	gryka	98,4	58	55	3	0	0	0
	Rataj	IV/V	gorczyca	95,0	402	291	0	111	0	0
	Rodos	IV	gorczyca	99,3	17	15	1	0	0	0
	Stratus	IV/V	trawy	99,5	73	46	1	26	0	0
c) zbiór 2006 — harvest 2006										
Owies Oats	Polar	IV	seradela+gryka	99,2	86	81	0	0	3	2
	Chwat	IV/V	mieszanka*	98,4	33	27	0	1	0	0
	Sławko	IV/V	żyto	99,4	11	11	0	0	0	0
Pszenica Wheat	Torka	IV	ziemniaki	99,5	28	25	0	0	0	0
	Nawra	IV b	motylkowe	97,7	9	5	1	3	0	1
Jęczmień Barley	Rataj	IV	seradela	97,5	49	48	0	0	0	0
	Stratus	IV	ziemniaki+ dynia	99,7	8	8	0	0	0	0

* zbożowo-strączkowa; cereals + leguminous

mieszanka; mixture seradela; serradella

gryka; buckwheat groch; pea

motylkowe; papilionaceous plants

koniczyna; clover

żyto; rye

dynia;pumpkin

nostrzyk; meliot

gorczyca; mustard

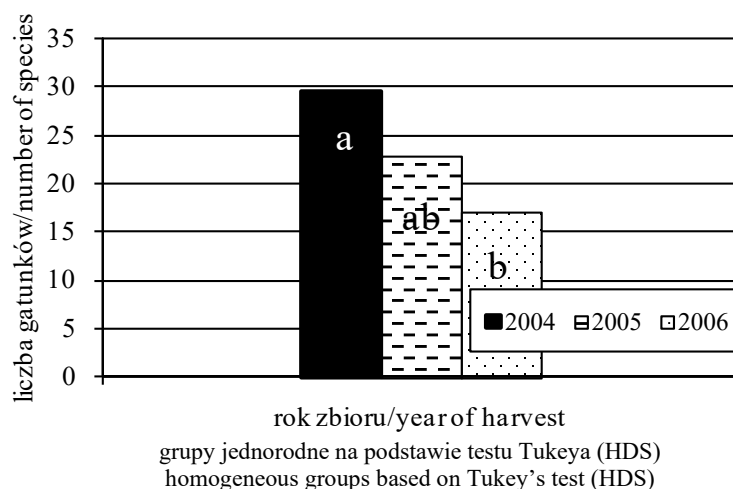
ziemniaki; potatoes

truskawki; strawberries

trawy; grasses

Plantacje nasienne znajdowały się w gospodarstwach ekologicznych położonych na Podlasiu i Kurpiach, na lekkich i ubogich glebach klasy IV i V (tab. 1 i 2). Stwierdzono duży udział nasion wyki drobnokwiatowej, chabru bławatka, bylicy pospolitej, rumianu polnego, niezapominajki polnej, maruny bezwonnej i perzu. Warto podkreślić, że w próbie pszenicy odmiany Torka z 2005 roku zbioru było ponad 10000 sztuk nasion komosy. Także liczba diaspor gatunków roślin zastrzeżonych była wysoka oraz bardzo zróżnicowana i wynosiła od 0 do 1583 sztuk. W próbie pszenicy Torka z 2004 roku były aż 422 nasiona rzodkwi świrzepy. W następnych latach w próbie owsa odmiany Chwat i jęczmienia Rataj (2005 rok) było ponad 1550 sztuk nasion tego gatunku oraz znacznie mniej w próbach z 2006 roku — od 1 o 55 sztuk lub chwast ten nie występował wcale. Zastrzeżone nasiona owsa głuchego występowały licznie w pierwszych dwóch latach — 30 (Polar z 2004 roku) i 21 sztuk (Koksa z 2005 roku zbioru). Ponadto występowały przetrwalniki (lub fragmenty) sporyszu — nawet 19 sztuk (owies Chwat — 2005 rok zbioru). Najczęstsze występowanie sporyszu stwierdzono w 2004 roku zbioru, rzadziej w 2005, a najrzadziej w 2006 roku (w 2 próbach na 7 badanych). W trzecim roku ekologicznej produkcji nasiennej w próbach zbóż przed czyszczeniem było już tylko 5 ziarniaków owsa głuchego (pszenica Nawra). Ponadto w 2005 roku stwierdzono obecność torebek śnieci — 1 sztuka w próbie pszenicy i 2 sztuki w próbie jęczmienia. Ta partia ziarna została ostatecznie zdyskwalifikowana. W omawianych badaniach nie stwierdzono występowania nasion kąkol, niegdyś tak popularnego chwastu występującego w zbożach. Niektóre ziarniaki żyta, pszenżyta lub nasiona gryki, seradeli i wyki obecne w badanym materiale prawdopodobnie pochodziły z przedplonu, którym była mieszanka zbożowo-strączkowa. Poza tym przedplonem dla plantacji były między innymi: ziemniaki, gorczyca, wyka, łubin, warzywa, trawa z wsiewką koniczyny lub pszenżyto (tab. 1 i 2).

Na rysunku 1 przedstawiono porównanie liczby gatunków chwastów i roślin uprawnych, włącznie z innymi gatunkami zbóż, występującymi w analizowanym materiale nasiennym bezpośrednio po zbiorze. Należy dodać, że analizowano próby o wielkości nie mniejszej niż 500g (ISTA, 2004). Średnio w 2004 roku stwierdzono nasiona 30, w 2005 23, a w 2006 — 17 różnych gatunków roślin. Liczba gatunków była zależna od roku zbioru i zmniejszała się w ciągu trzech lat prowadzenia produkcji nasiennej. Statystycznie udowodniono, że w 2004 i w 2005 roku oraz w 2005 i w 2006 stwierdzono występowanie nasion podobnej liczby gatunków zanieczyszczających materiał nasienne. Natomiast różnica pomiędzy liczbą gatunków występujących w 2004 i 2006 roku była istotna, a co najważniejsze w ostatnim roku była najniższa. Oznacza to również, że ekologiczna produkcja nasiennej była prowadzona coraz lepiej. Należy podkreślić, że rolnicy, u których założono plantacje nigdy dotąd nie zajmowali się produkcją nasienną oraz nie zdawali sobie sprawy z tego, jakich nakładów pracy i staranności wymaga przygotowanie gleby, uprawa, pielęgnacja, a przede wszystkim zbiór oraz czyszczenie ziarna, aby zebrany materiał uzyskał status kwalifikowanego materiału siewnego.



Rys. 1. Liczba gatunków innych roślin występujących w ekologicznym materiale nasiennym bezpośrednio po zbiorze

Fig. 1. Number of other plant species occurring in organic sowing seed directly after harvest

Po zbiorze kombajnowym ziarno poddano czyszczeniu i zgodnie z obowiązującymi wymogami utworzono partie nasion, z których urzędowy próbobiorca pobrał próby do urzędowej kwalifikacji laboratoryjnej i do niniejszych badań. W tabeli 2, podobnie jak w tabeli 1, przedstawiono czystość analityczną ziarna oraz udział nasion innych gatunków roślin uprawnych i chwastów występujących w materiale nasiennym przygotowanym do kwalifikacji. Czystość ziarna, czyli udział ziarniaków deklarowanego gatunku, wynosiła od 95 do 100% i dla większości analizowanych prób spełniała wymagania stawiane dla kwalifikowanego materiału siewnego zbóż (Dz. U. 59, 2004). Jednakże w każdym roku, po 2 partie nie spełniały wymagań określonych dla parametru czystości. W ciągu trzech lat badań wyraźnie zmniejszyła się liczba diaspor innych gatunków roślin, jednak nadal pozostawała duża. W próbach pochodzących z konwencjonalnych plantacji nasiennych zbóż nie spotyka się tak bogatego i obfitego składu gatunkowego nasion innych roślin jak w próbach z plantacji ekologicznych (Dostatny i Małuszyńska, 2007).

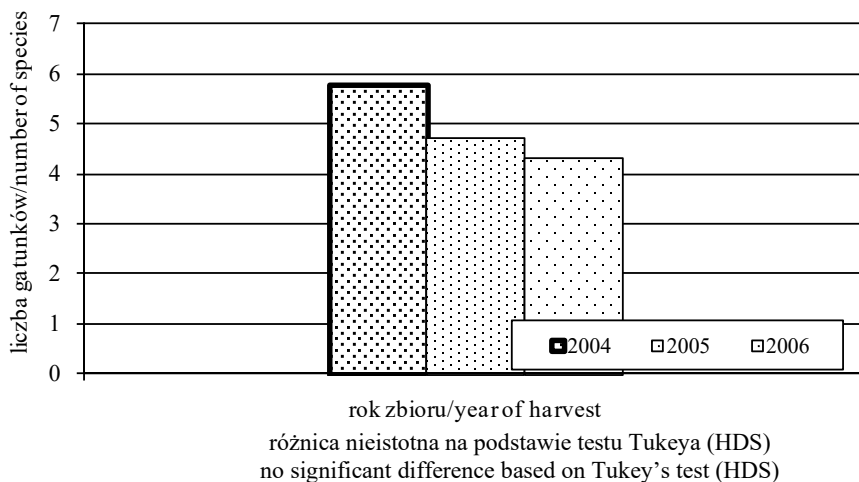
W 2004 roku najwięcej nasion innych roślin — 556 sztuk, było w próbie pszenicy odmiany Korynta, w której przed czyszczeniem stwierdzono aż 1396 nasiona chwastów i obcych uprawnych. W wyniku czyszczenia ziarna pszenicy odmiany Koksa czystość analityczna wzrosła do 100%, a liczba nasion innych gatunków z 1076 sztuk zmniejszyła się do 2 sztuk (po jednym owsa i gryki). Czyszczenie ziarna jęczmienia odmiany Rodos spowodowało poprawę czystości analitycznej i zmniejszenie udziału innych nasion. Jednakże w pozostałych próbach z 2004 roku zbioru występowały nasiona innych gatunków roślin w liczbie przekraczającej wartości dopuszczalne. Dotyczyło to zwłaszcza ziarna odmiany Torka, w której wprawdzie było dużo mniej nasion innych roślin — 19 sztuk w 500 g próbie (po zbiorach było 1631), w tym 10 sztuk rzodkwi świrzepy i 1 ziarniak

owsa głuchego. Efekt czyszczenia był jeszcze bardziej widoczny w następnym — 2005 roku. Łączna liczba diaspor innych gatunków roślin, po czyszczeniu, zmniejszyła się z 581 do 7 w przypadku owsa Szakał, a u pszenicy Torka z 11091 do 10 sztuk. Czystość analityczna ziarna po czyszczeniu wynosiła odpowiednio 100 i 99,9%. W 2006 roku najlepiej została doczyszczona partia jęczmienia odmiany Stratus. Czystość ziarna po czyszczeniu wynosiła 99,7%, a liczba nasion innych gatunków roślin zmniejszyła się z 2437 do 8 szt. Jednakże nadal pozostało 8 szt. ziarniaków innych zbóż, podczas gdy maksymalna, dopuszczalna liczba wynosi 7 sztuk (Dz. U. 59, 2004).

W procesie czyszczenia eliminowano dość dobrze nasiona chwastów i innych nie zbożowych gatunków roślin uprawnych, a znacznie gorzej ziarniaki innych zbóż. W materiale przed czyszczeniem bardzo licznie w każdym roku i w każdej próbie występowały nasiona komosy. Są one powszechnym chwastem występującym zarówno w materiale ekologicznym jak i konwencjonalnym (Dostatny i Małuszyńska, 2007). Natomiast po czyszczeniu nasiona komosy wystąpiły zaledwie w kilku próbach w liczbie od 1 do 3 sztuk. W próbie pszenicy odmiany Nawra z 2004 roku zbioru nadal pozostały nasiona wyki (31 szt.), co jak się wydaje, jest raczej skutkiem zaniedbania niż braku możliwości doczyszczania. Podobnie w 2005 roku w próbie odmiany Korynta było 19 nasion gryki, które również powinny być łatwo usunięte podczas czyszczenia. Natomiast w 2006 roku tylko w 1 próbie (Nawra) znaleziono 1 nasienie wyki, co pozwala sądzić, że rolnicy coraz lepiej doczyszczali wyprodukowany materiał. Znacznie słabiej odczyszczono ziarniaki innych gatunków zbóż. W 2004 roku było nawet 553 ziarniaków innych zbóż (Korynta) i były to przede wszystkim ziarniaki żyta — 464 i owsa — 87. W następnym roku najgorzej wyczyszczono materiał siewny owsa i jęczmienia. W próbie odmiany Sławko pozostało jeszcze 278 ziarniaków innych zbóż (żyto — 277 szt.), a w próbie jęczmienia Rataj — 291 (owies — 158 i pszenżyto — 117, żyto — 16). W ziarnie czyszczonym z 2006 roku zbioru nadal pozostawały ziarniaki innych zbóż w liczbie od 5 do 81 sztuk. Materiał siewny owsa Polar zawierał 69 ziarniaków pszenicy, 10 — żyta i 2 jęczmienia. W próbie jęczmienia Rataj znaleziono 32 sztuki owsa, a w pszenicy Torka 19 ziarniaków jęczmienia i 6 owsa. Wyniki te wskazują na dużą trudność w odczyszczaniu ziarniaków innych zbóż. Rodzi się pytanie, jaka drogą dostały się ziarniaki innych zbóż do zebranej masy nasiennej, skąd potem trudno było je odczyścić? Plantacje nasienne zostały zakwalifikowane, czyli także musiały spełniać wymóg czystości gatunkowej. Prawdopodobną przyczyną były zanieczyszczone układy żniwne, młóćące i czyszczące oraz zbiornik kombajnu. Ponadto obserwowano wzrost liczby ziarniaków innych zbóż w próbach po czyszczeniu w porównaniu do liczby ziarniaków znalezionych w materiale bezpośrednio po zbiorach (tab. 1 i 2). Może to wynikać z niedokładnego opróżnienia maszyny czyszczącej i ogólnie z braku staranności w przygotowaniu partii nasion, czyli jak ujednolicenia po czyszczeniu.

W materiale czyszczonym, przygotowanym do kwalifikacji laboratoryjnej, występowały nadal dość licznie nasiona rzodkwi świrzepy. W 2005 roku w próbie owsa odmiany Chwat było 402 nasiona rzodkwi świrzepy (przed czyszczeniem — 1551 szt.), w próbie odmiany Sławko 146 i w jęczmieniu Rataj — 111. Natomiast w ostatnim roku chwast ten występował tylko w 2 próbach w liczbie od 1 do 3 sztuk. W próbach pobranych po

czyszczeniu ziarna nadal występowały ziarniaki owsa głuchego, jednak tylko w niektórych partiach — owies Polar z 2004 i 2006 oraz Chwat z 2005 roku zbioru. Przetrwalniki sporyszu występowały sporadycznie, ale w 2004 roku w próbie owsa Chwat było 9, a w 2005 roku 1 sztuka. W pozostałych próbach były 2 przetrwalniki w próbie owsa Polar i 1 w pszenicy odmiany Nawra z 2006 roku zbioru. Wprawdzie nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy liczbą gatunków innych roślin uprawnych i chwastów w zależności od roku zbioru, to jednak można zauważyć wyraźną tendencję spadkową od 2004 poprzez 2005 do 2006 roku (rys. 2). Stwierdzono występowanie nasion innych roślin niż uprawiany gatunek — średnio 6 w 2004 roku, w 2005 — 5, a w 2006 nieco więcej niż 4 gatunki.



Rys. 2. Liczba gatunków innych roślin występujących w materiale nasiennym po czyszczeniu
Fig. 2. Number of other plant species occurring in organic sowing seed after cleaning

Końcowym etapem produkcji nasiennej jest laboratoryjna kwalifikacja materiału siewnego. Pozytywny wynik kwalifikacji polowej oraz ocena laboratoryjna nasion, w skład której wchodzi między innymi: zdolność kiełkowania, czystość analityczna, ogólna liczba nasion innych gatunków roślin, w tym liczba ziarniaków innych zbóż i liczba nasion chwastów zastrzeżonych decydują o tym, czy dana partia może znaleźć się w obrocie nasiennym. Badania miały na celu prześledzenie zmian czystości i zawartości nasion innych roślin od zbioru do uzyskania materiału kwalifikowanego. W tabeli 3 przedstawiono porównanie czystości i występowania nasion innych gatunków roślin w początkowym i końcowym etapie ekologicznej produkcji nasiennej, przy czym do porównania mogły być wybrane tylko te partie nasion, które zostały ostatecznie zakwalifikowane i uzyskały status kwalifikowanego, ekologicznego materiału siewnego. W 2004 były to 2 partie pszenicy, w 2005 owies, pszenica i jęczmień po 1 partii, a w 2006 roku również po 1 partii pszenicy i jęczmienia. Należy dodać, że zdolność kiełkowania ziarniaków

wymienionych partii spełniała wymagania standardów jakości (Dz. U.59, 2004). Czystość analityczna wynosiła ponad 99% i była wyższa niż określono to w wymaganiach jakościowych. W materiale zakwalifikowanym stwierdzono: w 2004 roku od 2 do 5, w 2005 od 3 do 5, a w 2006 jeden gatunek nasion innych roślin. Liczba innych gatunków roślin występujących w materiale zakwalifikowanym zmniejszyła się wielokrotnie w porównaniu do liczby gatunków występujących w materiale pobranym bezpośrednio z kombajnu oraz była często niższa niż w materiale przygotowanym do kwalifikacji laboratoryjnej. Ziarniaki innych zbóż, nasiona chwastów, w tym nasiona gatunków zastrzeżonych zostały dostatecznie odczyszczane. Jednak wymagało to najczęściej dodatkowego, kilkakrotnego czyszczenia z użyciem wyspecjalizowanych maszyn, co stwarzało duże trudności ograniczające produkcję nasiennej w gospodarstwach ekologicznych. Różnice pomiędzy parametrami przedstawionymi w tabelach 2 i 3 wynikają z dodatkowego czyszczenia ziarna przed powtórą kwalifikacją laboratoryjną (tab. 3).

Tabela 3

Czystość ziarna zbóż jarych i liczba nasion innych gatunków roślin występujących w materiale nasiennym bezpośrednio po zbiorze (S) i w kwalifikowanym C/1 (K)
Purity of seeds and number of other plant species occurring directly after harvest (S) and in certified C/1 (K) spring cereals

Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Czystość Purity		Liczba gatunków Number of species		Liczba nasion ogółem Total number of seeds		Liczba nasion innych zbóż Number of seeds of other cereals		Rzodkiew świrzepa <i>Raphanus raphanistrum</i>		Owies głuchy <i>Avena fatua</i>		Sporysz <i>Claviceps purpurea</i>	
		(%)		(szt./no.)		(szt./no.)		(szt./no.)		(szt./no.)		(szt./no.)		(szt./no.)	
		S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K
rok zbioru — year of harvest 2004															
Pszenica Wheat	Torka	95,8	99,7	29	2	1631	4	6	0	422	3	1	0	3	0
	Koksa	96,3	99,9	26	5	1076	8	4	6	0	0	0	0	5	0
rok zbioru — year of harvest 2005															
Owies Oats	Polar	97,8	99,7	24	5	578	9	45	4	7	3	0	0	1	0
Pszenica Wheat	Torka	96,1	99,8	35	3	11091	7	20	7	7	0	8	0	1	0
Jęczmień Barley	Rodos	95,1	99,4	20	4	6468	6	19	4	4	0	1	0	0	0
rok zbioru — year of harvest 2006															
Pszenica Wheat	Nawra	97,7	99,6	26	1	295	4	10	4	34	0	5	0	2	1
Jęczmień Barley	Stratus	96,9	99,5	17	1	2437	4	3	4	0	0	1	0	0	0

Tyburski i Żakowska-Biemans (2007) doceniając trud rolnika (bez uwzględniania dodatkowych wymagań stawianych dla produkcji nasiennej) stwierdzają, że „prowadzenie gospodarstwa ekologicznego wymaga agronomicznego kunsztu”.

Spełnienie wszystkich wymagań kwalifikacji okazało się bardzo trudne w ekologicznej produkcji nasiennej. Staranność uprawy, dbałość o czystość sprzętu używanego w czasie

źniw, umiejętność i dokładność czyszczenia ziarna oraz właściwe warunki podczas przechowywania materiału od zbioru do wczesnej wiosny, to podstawowe czynniki decydujące o ostatecznej kwalifikacji. Ekologiczną produkcję nasienną zbóż prowadzili rolnicy, którzy uczyli się zasad wytwarzania kwalifikowanego materiału siewnego. Podczas 3-letnich badań spośród kilkunastu rolników, którzy rozpoczynali produkcję, tylko trzech dołożyło należytych starań (ręczne usuwanie chwastów zastrzeżonych z plantacji, wielokrotne czyszczenie ziarna), aby wyprodukowany materiał nasenny spełniał wymagania jakościowe stawiane dla materiału kwalifikowanego. Partie materiału siewnego zbóż jarych wyprodukowanego przez tych rolników zostały zakwalifikowane, dopuszczone do obrotu przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa i umieszczone w Rejestrze Ekologicznego Materiału Siewnego.

PODSUMOWANIE

W materiale nasiennym zbóż jarych zebranych z ekologicznych, zakwalifikowanych plantacji nasiennych stwierdzono występowanie dużej liczby diaspor różnych gatunków chwastów i roślin uprawnych.

Zebrany materiał nasenny, aby uzyskać status kwalifikowanego materiału siewnego, wymagał starannego, kilkakrotnego doczyszczenia.

W gospodarstwach ekologicznych można z powodzeniem prowadzić produkcję nasienną, tak aby uzyskany materiał spełniał wymagania stawiane dla materiału kwalifikowanego. Jednak wiąże się to przede wszystkim z wysoką świadomością i znajomością zasad prowadzenia ekologicznej produkcji nasiennej oraz ze starannością pracy rolnika, jak również z odpowiednim wyposażeniem gospodarstwa w maszyny czyszczące.

LITERATURA

- Dostatny D. F., Małuszyńska E. 2007. Skład gatunkowy chwastów podczas wegetacji i w materiale ze zbioru w uprawach ekologicznych i konwencjonalnych. *Pam. Puł.* 145:43 — 59.
- Dziennik Ustaw z 2003 r. Nr 137, poz. 1299 z 2004 r. Nr 96, poz. 959. Ustawa o nasiennictwie.
- Dziennik Ustaw z 2004 r. Nr 59, poz. 565 z dnia 8 marca 2004 r. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania oraz jakości materiału siewnego.
- Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej 2004. Ustawa o rolnictwie ekologicznym. Nr 93 poz. 898.
- Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej 2007. Ustawa o zmianie ustawy o ochronie roślin oraz niektórych innych ustaw. Nr 80 poz. 541.
- ISTA 2004. International Rules for Seed Testing. Międzynarodowe Przepisy Oceny Nasion. Boros L., Kolasińska K., Małuszyńska E.(red.). IHAR Radzików.
- Kolasińska K. 2008. Wpływ naturalnych metod zaprawiania na zdolność kiełkowania i wigor zbóż jarych wyprodukowanych na ekologicznych plantacjach nasiennych. *Biul. IHAR* 247:15 — 29.
- Larinde M. A. 2004. Seed quality: an important aspect of organic seed production and seed trade. *Proceedings of the First World Conference on Organic Seed*. July 5–7, 2004, FAO Headquarters, Rome, Italy
- Praca zbiorowa pod redakcją W. Nowackiego 2004. Bodzon Z., Boros L., Kolasińska K., Małuszyńska E., Oleksiak T., Prończuk S., Wołkowski T., Goliszewski W., Nowacki W., Kaszuba J. Ekologiczna produkcja nasiennej roślin rolniczych. Materiały dla doradców. Wyd. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego – Regionalnego Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich w Radomiu. ISBN 83-89060-63-9: 1 — 166.

SAS Institute, Inc., 2004. SAS 9.1 Companion for Windows. SAS Publishing, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

SAS Institute, Inc., 2004a. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Publishing, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

Tyburski J., Żakowska-Biemans S. 2007. Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego. Wyd. SGGW Warszawa.

JANUSZ KOZDÓJ¹**DARIUSZ MAŃKOWSKI**²**HENRYK J. CZEMBOR**³¹ Zakład Biotechnologii i Cytogenetyki Roślin IHAR Radzików² Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa IHAR Radzików³ Zakład Genetyki i Hodowli Roślin IHAR Radzików

Analiza plonu jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) porażonego mączniakiem prawdziwym (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) Komunikat

The analysis of grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) infected by powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) Short communication

Przedstawiono wyniki badań dotyczących analizy struktury morfologicznej rośliny i kłosa oraz elementów struktury plonu ziarniaków z rośliny dwu form jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) podatnej (odm. Pallas) i odpornej (izogeniczna linia P13) na chorobę grzybową wywołaną mączniakiem prawdziwym (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). W fazie dojrzałości pełnej struktura morfologiczna rośliny wyrażona długością pędu, ogólną liczbą pędów w roślinie w tym liczbą pędów produktywnych, niedogonów i pędów suchych były podobne u obu form jęczmienia jarego. Struktura morfologiczna kłosa wyrażona długością kłosa, ogólną liczbą kłosek były także podobne u obu form jęczmienia jarego. Wielkość plonu ziarniaków z rośliny u obu form jęczmienia jarego była determinowana liczbą pędów produktywnych w roślinie ($r = 0,82$). Plon ziarniaków z rośliny odmiany Pallas (podatnej na mączniak prawdziwy) w porównaniu z izogeniczną linią P13 (odporną) był istotnie niższy o 36,8%. Było to spowodowane niższą (o 34%) liczbą ziarniaków z rośliny i niższą (o 4,1%) masą pojedynczego ziarniaka.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, mączniak prawdziwy, plon ziarna, czynniki plonotwórcze, zmienność

Results of analysis are presented for plant and ear morphological structure and components of grain yield per plant in two forms of spring barley: susceptible (Pallas cv.) and resistant (isogenic line P13) to powdery mildew. Analyses of some morphological traits of plant as stem length, total number of stems per plant, number of productive tillers per plant, number of unmatured tillers per plant, number of dry tillers per plant investigated at the ripening stage, showed no differences between these two forms of spring barley. Morphological structure parameters of ears as ear length, total number of spikelets per ear were also similar. Grain yield per plant of the spring barley forms was determined by productive tiller number per plant ($r = 0.82$). The grain yield per plant of Pallas (susceptible to powdery

mildew) in comparison with isogenic line P13 (resistant) was significantly lower, by 36.8 per cent, and was caused by lower of grain number per plant, by 34 per cent and significantly lower, by 4.1 per cent single grain weight.

Key words: grain yield, powdery mildew, spring barley, variability, yield components

WSTĘP

Wielkość plonu ziarna zbóż, w tym jęczmienia jarego, jest uwarunkowana reakcją genotypu na biotyczne i abiotyczne czynniki środowiska oddziaływujące na roślinę w okresie jej wegetacji, od wysiewu ziarniaków poprzez kolejne fazy wzrostu i rozwoju roślin do uzyskania fizjologicznej dojrzałości roślin umożliwiającej zbiór ziarna stanowiącego plon. Jednym z czynników biotycznych jest choroba grzybowa, której sprawcą jest mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) powodujący straty w plonie ziarna jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.) przeciętnie na poziomie 10% jak również i pogorszenie jakości ziarna przeznaczonego na cele browarne (cyt. Czembor, Czembor, 2004; Czembor, 2005; Jarvis i in., 2002; Kolster i in., 1986; Kjær i in., 1990). Spośród wielu czynników ograniczających straty w plonie ziarna ważnym jest uprawa odmian jęczmienia posiadających w swoim genomie geny specyficznej odporności między innymi z serii alleli *Mla* na poszczególne rasy mączniaka prawdziwego (Czembor, 2005). Nowsze odmiany jęczmienia zawierają recesywny gen odporności *mlo* (Czembor, 2005). Stopień nasilenia zmian chorobowych rośliny zależy, głównie od poziomu odporności genotypu na mączniak, jak również od przebiegu warunków pogodowych podczas wegetacji roślin z uwzględnieniem kolejnych fenofaz jęczmienia. Zagadnienia dotyczące mechanizmów genetycznej odporności jęczmienia na poszczególne rasy fizjologiczne mączniaka, charakterystyki genów odporności, a także charakterystyki poszczególnych odmian pod względem poziomu odporności na mączniak są przedstawione w wielu monografiach i publikacjach (Jørgensen, 1982; Belanger i in., 2002; Czembor, 2003; Czembor, 2004; Czembor i Czembor, 2003 a; Czembor i Czembor, 2003 b; Czembor i Czembor, 2003 c; Czembor i Czembor, 2005).

W aspekcie fizjologii plonowania jęczmienia, czynnikami plonotwórczymi determinującymi wielkość plonu ziarna z jednostki powierzchni są: liczba roślin na jednostce powierzchni, liczba pędów w roślinie z uwzględnieniem liczby pędów kłosonośnych (produktywnych), liczba kłosek w kłosie, liczba ziarniaków w kłosie i w roślinie oraz masa tysiąca ziarniaków (Kjær i in., 1990; Górny, 2004; Kozdój i Oleszczuk, 2006; Gozdowski i in., 2008). Wymienione czynniki plonotwórcze rośliny i kłosa kształtują się w okresie wegetacji w określonych fazach wzrostu i rozwoju rośliny (Górny, 2004).

Celem podjętych badań była próba wyjaśnienia obserwowanego obniżenia plonu ziarna z kłosa i rośliny u dwóch form jęczmienia jarego różniących się wrażliwością na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*): wrażliwej — odmianie Pallas i odpornej — izogenicznej linii P13.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań był dwurzędowy jęczmień jary (*Hordeum vulgare* L.) odmiana Pallas i jej linia izogeniczna P13 z genem *mlo* warunkującym odporność na mączniaka prawdziwego zbóż (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*). Wysiewu ziarniaków odmiany Pallas i linii P13 wykonano 8 kwietnia 2007 roku, po 200 szt. na poletko o powierzchni 2 m², w czterech powtórzeniach. Przedsięwzięcie wykonano nawożenie mineralne wieloskładnikowym nawozem mineralnym Polifoska 6 w ilości 300 kg/ha, pogłównie — nawożenie azotowe w postaci saletry amonowej (34% N) w ilości 100 kg·ha⁻¹. Zastosowano chemiczne odchwaszczanie preparatem Mustang w fazie krzewienia.

Rośliny obu form jęczmienia jarego rosły w warunkach naturalnych, a ich porażenie grzybem (mączniakiem prawdziwym) nastąpiło samoistnie. W okresie wegetacji roślin, od stadium początku strzelania w źdźbło do stadium dojrzałości pełnej, na podstawie wizualnej oceny, notowano objawy porażenia roślin przez mączniaka prawdziwego w skali przedstawionej w pracy Czembora (2004).

W fazie dojrzałości pełnej, z każdego poletka pobierano po 40 roślin — łącznie 320 roślin. Przeprowadzono pomiary długości pędu, określano całkowitą liczbę pędów w roślinie z uwzględnieniem pędów produktywnych (in. kłosonośnych), niedogonów (niedojrzałe) oraz suchych (ontogenetycznie najmłodsze pędy w roślinie, niedorozwinięte i silnie zaschnięte podczas zbioru roślin). Na grupie piętnastu, losowo pobranych roślinach, spośród czterdziestu roślin z każdego powtórzenia, przeprowadzono pomiary długości kłosów, policzono ogólną liczbę kłosów w kłosie, liczbę ziarniaków w kłosie, zważono ziarniaki z wszystkich kłosów z jednej rośliny. Z pozostałej grupy 35 roślin wymłócono ziarniaki z każdej rośliny, które następnie zważono. Średnią masę ziarniaków z rośliny, średnią masę ziarniaków z kłosa, jednostkową masę ziarniaka wyliczono na podstawie danych uzyskanych z 40 roślin z czterech powtórzeń zarówno dla odmiany, jak i linii.

Przeprowadzono analizy statystyczne: jednoczynnikową analizę wariancji (istotność różnic sprawdzono za pomocą procedury porównań wielokrotnych Tukeya), analizę współczynników korelacji liniowej Pearsona oraz analizę funkcji regresji wielokrotnej z wyznaczeniem standaryzowanych cząstkowych współczynników regresji. Obliczenia przeprowadzono w Systemie SAS® wersji 9.1. (SAS Institute Inc., 2004).

WYNIKI

W przeprowadzonym doświadczeniu rośliny odmiany Pallas (podatnej na mączniaka prawdziwego) w okresie ich wegetacji były bardzo silnie porażone wymienionym grzybem. Pierwsze symptomy chorobowe zaobserwowano w fazie początku strzelania w źdźbło. Nasilenie infekcji tym patogenem obserwowano od fazy zaawansowanego strzelania w źdźbło do fazy początku dojrzwania mlecznego. Rośliny w fazie zaawansowanego strzelania w źdźbło odznaczały się silnym porażeniem dolnych międzywęźli, pochew liściowych i blaszek liściowych. Przejawem w początkowej fazie infekcji było pokrycie powierzchni wyżej wymienionych organów rośliny białym nalotem, która w miarę nasilenia infekcji stawała się zagęszczoną, mączystą, watowatą powłoką. W

kolejnych, bardziej zaawansowanych stadiach rozwojowych roślin, od fazy kłoszenia do fazy mlecznego dojrzewania, obserwowano objawy infekcji również na górnych międzywęźlach (dokłosiach), kłosach, a ściślej na jego elementach strukturalnych takich jak: osadkach kłosowych, plewach, plewkach kłosków. Porażone liście roślin odmiany Pallas ulegały przedwczesnemu starzeniu się, które przejawiało się żółknięciem i następnie obumieraniu i zasychaniu. Także wykształcone ziarniaki w fazie dojrzałości pełnej, po zbiorze roślin, odznaczały się obecnością szarobrazowego nalotu na powierzchni okrywy owocowo-nasiennej. Dojrzałe ziarniaki charakteryzowały się brunatnym zabarwieniem okrywy owocowo-nasiennej, były pomarszczone. Opisane powyżej objawy choroby na organach nadziemnych roślin i ziarniakach spowodowanej przez mączniaka prawdziwego potwierdzają cechę wrażliwości odmiany Pallas na mączniak prawdziwy. W klasyfikacji oceny porażenia roślin, odmianę Pallas zaliczono do klasy 4 — silnie podatnej na mączniak prawdziwy (za Czembor, 2004).

Odmienne zachowywały się rośliny izogenicznej linii P13 (odpornej na mączniaka prawdziwego) analizowane porównawczo w tych samych stadiach rozwojowych podczas ich wegetacji co rośliny odmiany Pallas. Analizowane organy roślin izogenicznej linii P13 nie wykazywały żadnych zmian w strukturze morfologicznej oraz objawów infekcji tym patogenem. Wszystkie międzywęźla pędów, pochwy liściowe, blaszki liściowe, a następnie kłosy i ziarniaki, analizowane w odpowiednich fazach rozwojowych roślin, od stadium początku strzelania w źdźbło do stadium dojrzałości pełnej, były wolne od jakichkolwiek oznak infekcji mączniakiem prawdziwym. Zatem izogeniczna linia P13 jest całkowicie odporna na mączniaka prawdziwego. W klasyfikacji oceny porażenia roślin, izogeniczną linię P13 zaliczono do klasy 1 — odpornej (za Czembor, 2004).

Tabela 1

Wyniki jednoczynnikowej analizy wariancji cech ilościowych jęczmienia jarego
One-way ANOVA results for the spring barley quantitative variables

Cecha Trait	Średnia kwadratów Mean square	Wartość F F value	Pr>F
Długość pędu — Length of stem	144,4531	3,46	ns
Długość kłosa — Length of spike	0,1727	0,28	ns
Liczba kłosków/kłos — Spikelet no. per spike	0,0248	0,01	ns
Liczba ziarniaków/kłos — Grain no. per spike	1759,8074	217,99	**
Liczba ziarniaków/roślina — Grain no. per plant	217067,3110	50,90	**
Masa ziarniaków/roślina — Grain weight per plant	413,0525	58,95	**
Masa ziarniaków/kłos — Grain weight per spike	3,3348	167,82	**
Masa 1 ziarniaka — Weight of single grain	221,3705	8,46	**
Ogólna liczba pędów/roślina — Total no. of stems per plant	58,6531	0,99	ns
Liczba pędów produktywnych/roślina — No. of productive tillers per plant	37,7781	1,77	ns
Liczba pędów-niedogonów/roślina — No. of unmatured tillers per plant	2,4500	0,25	ns
Liczba pędów suchych/roślina — No. of dry tillers per plant	0,0125	0,00	ns

ns — Nieistotne — Not significant

Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji (tab. 1) stwierdzono istotne różnicowanie pod względem cech plonotwórczych kłosa (liczby ziarniaków z kłosa, jednostkowej masy ziarniaka, masy ziarniaków z kłosa) i rośliny (liczby ziarniaków z

rośliny, masy ziarniaków z rośliny) między izogeniczną linią P13 (odporną) i odmianą Pallas (wrażliwą). W przypadku pozostałych cech plonotwórczych kłosa (długość kłosa i liczba kłosek w kłosie) i rośliny (ogólna liczba pędów w roślinie, liczba pędów z kłosami, liczba niedogonów, liczba pędów suchych oraz długości pędu) istotnych różnic pomiędzy linią P13 a odmianą Pallas nie stwierdzono.

Struktura morfologiczna rośliny wyrażona wysokością rośliny, ogólną liczbą pędów w roślinie, w tym liczbą pędów produktywnych, niedogonów i pędów suchych była podobna zarówno u odm. Pallas, jak i u izogenicznej linii P13 (tab. 2). U odpornej linii P13 zaobserwowano tendencję wytwarzania większej liczby pędów produktywnych niż u wrażliwej odm. Pallas. Liczba pędów produktywnych w roślinie stanowiła ok. 51–52% ogólnej liczby wytworzonych pędów w roślinie, która wynosiła 18–19 (tab. 2). Pozostałe, 48–49% pędów w roślinie stanowiły niedogony i niedorozwinięte suche pędy. Wskazuje to na znaczne, o ok. 50% obniżenie potencjału plonotwórczego rośliny jęczmienia jarego.

Tabela 2

Wyniki procedury porównań wielokrotnych Tukeya (HSD)
Tukeys HSD analysis for the Pallas cv. and the P13 line

Cecha Trait	Odm. Pallas Pallas cv.	Linia P13 P13 line	NIR LSD
Długość pędu — Length of stem (cm)	61,4	62,7	1,42ns
Długość kłosa — Length of spike (cm)	7,10	7,00	0,23ns
Liczba kłosek/kłos — Spikelet no. per spike	25,60	25,57	0,55ns
Liczba ziarniaków/kłos — Grain no. per spike	10,90	15,60	0,63**
Liczba ziarniaków/roślina — Grain no. per plant	100,19	152,28	14,37**
Masa ziarniaków/roślina — Grain weight per plant (g)	3,91	6,18	0,58**
Masa ziarniaków/kłos — Grain weight per spike (g)	0,43	0,63	0,03**
Masa 1 ziarniaka — Weight of single grain (mg)	38,66	40,32	1,13**
Ogólna liczba pędów/roślina — Total no. of stems per plant	17,96	18,82	1,69ns
Liczba pędów produktywnych/roślina — No. of productive tillers per plant	9,08	9,74	0,99ns
Liczba pędów-niedogonów/roślina — No. of unmatured tillers per plant	3,40	3,57	0,69ns
Liczba pędów suchych/roślina — No. of dry tillers per plant	5,49	5,50	0,74ns

Istotności różnic testowano przy poziomie $\alpha = 0,05$

Significance of the differences were tested at $\alpha = 0.05$

Kłosa odmiany Pallas i linii P13 były podobnej długości (7 cm) i zawierały po 25–26 kłosek w kłosie (tab. 2). Średnia liczba ziarniaków z kłosa odmiany Pallas wynosiła 10,9 i była istotnie niższa (o 30%) w stosunku do liczby ziarniaków z kłosa linii P13, która wynosiła 15,6 (tab. 2). Liczba wytworzonych ziarniaków w kłosie stanowiła 43% (Pallas) i 61% (linia P13) ogólnej liczby kłosek w kłosie. Z danych przedstawionych w tabeli 2 wynika, że potencjał plonotwórczy kłosa wyrażony ogólną liczbą kłosek nie został wykorzystany. W linii P13 stwierdzono, że średnio 39% kłosek w kłosie nie zawiązało ziarniaków. W kłosie odmiany Pallas, wrażliwej na patogen, liczba kłosek sterylnych w wyniku infekcji grzybem była większa o 18% niż u linii P13. Zatem w kłosie odmiany Pallas łącznie 57% kłosek nie wytworzyło ziarniaków.

Jednostkowa masa ziarniaka odmiany Pallas była istotnie niższa (o 4,1%) w stosunku do masy ziarniaka linii P13 (tab. 2). Zatem masa ziarniaków (plon ziarna) z kłosa odmiany

Pallas wynosiła 0,43 g i była istotnie niższa (o 32,3%) niż masa ziarniaków z kłosa linii P13, która wynosiła 0,63 g (tab. 2).

W roślinie odmiany Pallas zostało wytworzonych 100,2 ziarniaków, co stanowiło 66% liczby ziarniaków wytworzonych w roślinie linii P13 (obniżenie liczby ziarniaków o 34% — tab. 2). Plon ziarna z rośliny odmiany Pallas był istotnie niższy (o 36,8%) w porównaniu z plonem ziarna linii P13 (tab. 2).

O wielkości plonu ziarniaków z rośliny jęczmienia jarego decydowały w następującej kolejności takie cechy jak: liczba ziarniaków z rośliny, liczba pędów produktywnych w roślinie, liczba ziarniaków w kłosie i masa ziarniaków z kłosa (tab. 3).

Tabela 3

Analiza funkcji regresji wielokrotnej — standaryzowane cząstkowe współczynniki regresji
Multiple regression analysis — standardized partial regression coefficients

Zmienna — Variable	Ocena standaryzowana — Standardized evaluation
Stała — Constans	0
Liczba ziarniaków/roślina — Grain no. per plant	1,21496
Liczba ziarniaków/kłos — Grain no. per spike	-0,46642
Masa ziarniaków/kłos — Grain weight per spike	0,43595
Liczba pędów produktywnych/roślina — No. of productive tillers per plant	0,27993
Długość pędu — Length of stem	0,00276
Długość kłosa — Length of spike	-0,0058
Liczba kłosków/kłos — Spikelet no. Per spike	-0,00153
Ogólna liczba pędów/roślina — Total no. of stems per plant	-0,00455
Masa 1 ziarniaka — Weight of single grain	0,03849
Liczba pędów-niedogonów/roślina — No. of unmatured tillers per plant	0,00414
Liczba pędów suchych/roślina — No. of dry tillers per plant	0

Z danych przedstawionych w tabeli 4 wynika, że wartości współczynników zmienności takich cech jak ogólna liczba pędów w roślinie, liczba pędów suchych w roślinie, długość kłosa były niższe u odmiany Pallas niż u linii P13.

Tabela 4

Analiza wartości współczynników zmienności (CV %)
Coefficient of variance analysis (CV %)

Cecha Trait	Odm. Pallas Pallas cv.	Linia P13 P13 line
Długość pędu — Length of stem	10,94	9,86
Długość kłosa — Length of spike	10,19	11,87
Liczba kłosków/kłos — Spikelet no. per spike	7,68	7,10
Liczba ziarniaków/kłos — Grain no. per spike	26,39	17,87
Liczba ziarniaków/roślina — Grain no. per plant	56,40	47,73
Masa ziarniaków/roślina — Grain weight per plant	55,21	49,26
Masa ziarniaków/kłos — Grain weight per spike	31,22	23,22
Masa 1 ziarniaka — Weight of single grain	15,34	10,17
Ogólna liczba pędów/roślina — Total no. of stems per plant	39,96	43,28
Liczba pędów produktywnych/roślina — No. of productive tillers per plant	51,12	44,22
Liczba pędów-niedogonów/roślina — No. of unmatured tillers per plant	90,67	87,49
Liczba pędów suchych/roślina — No. of dry tillers per plant	52,74	68,39

Wyższe wartości współczynników zmienności w odmianie Pallas w porównaniu z linią P13 stwierdzono dla następujących cech: długość pędu, liczba pędów produktywnych w roślinie, liczba niedogonów w roślinie, liczba ziarniaków z kłosa, masa pojedynczego ziarńiaka, masa ziarniaków z kłosa, liczba ziarniaków z rośliny, masa ziarniaków z rośliny oraz liczba kłosków w kłosie. Stwierdzone wyższe wartości współczynników zmienności dla wyżej wymienionych cech świadczą o mniejszej stabilności tych cech u odmiany Pallas w kształtowaniu plonu ziarna i jednocześnie potwierdzają silną podatność tej odmiany na mączniak prawdziwy.

Wartości współczynników korelacji (przedstawione łącznie dla odmiany i linii) zamieszczono w tabeli 5. Najważniejsze i najsilniejsze korelacje stwierdzono między masą ziarniaków z kłosa a liczbą ziarniaków z kłosa ($r = 0,95$) oraz z jednostkową masą ziarńiaka ($r = 0,62$) — między masą ziarniaków z rośliny a liczbą ziarniaków z rośliny ($r = 0,98$) — między długością kłosa a liczbą kłosków w kłosie ($r = 0,86$), między ogólną liczbą pędów w roślinie a liczbą pędów produktywnych w roślinie ($r = 0,73$), między liczbą pędów produktywnych w roślinie a liczbą ziarniaków wytworzonych przez roślinę ($r = 0,87$) i z ich masą ($r = 0,82$).

Tabela 5

Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy cechami badanymi łącznie dla odmiany Pallas i linii P13
Pearson's linear correlation coefficients between the tested traits, jointly for the Pallas cv. and the P13 line

Nr cechy Trait no.	Cecha Trait	Nr cechy — Trait no.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Długość pędu — Length of stem	1,00											
2	Długość kłosa — Length of spike	0,09	1,00										
3	Liczba kłosków/kłos — Spikelet no. per spike	0,04	0,86	1,00									
4	Liczba ziarniaków/kłos — Grain no. per spike	0,19	0,01	0,03	1,00								
5	Liczba ziarniaków/roślina — Grain no. per plant	0,40	0,08	0,01	0,51	1,00							
6	Masa ziarniaków/roślina — Grain weight per plant	0,44	0,10	0,03	0,55	0,98	1,00						
7	Masa ziarniaków/kłos — Grain weight per spike	0,28	0,06	0,07	0,95	0,47	0,56	1,00					
8	Masa 1 ziarńiaka — Weight of single grain	0,34	0,11	0,16	0,40	0,17	0,30	0,62	1,00				
9	Ogólna liczba pędów/roślina Total no. of stems per plant	0,38	0,24	0,11	-0,05	0,62	0,60	-0,02	0,03	1,00			
10	Liczba pędów produktywnych/roślina No. of productive tillers per plant	0,41	0,05	-0,03	0,10	0,87	0,82	0,07	0,04	0,73	1,00		
11	Liczba pędów-niedogonów/roślina No. of unmatured tillers per plant	0,18	0,24	0,13	-0,12	0,12	0,16	-0,03	0,04	0,65	0,14	1,00	
12	Liczba pędów suchych/roślina No. of dry tillers per plant	0,17	0,27	0,17	-0,14	0,14	0,14	-0,10	-0,03	0,71	0,21	0,39	1,00

NIR/ LSD -0,109 przy $\alpha = 0,05$, dla $n = 320$

NIR/ LSD -0,109 at the level of $\alpha = 0,05$, for $n = 320$

DYSKUSJA

W przeprowadzonym doświadczeniu jednorocznym rośliny jęczmienia jarego odmiany Pallas, silnie podatnej na porażenie mączniakiem prawdziwym, wytworzyły plon ziarna

niższy o 37% w stosunku do odpornej linii P13. Z danych literaturowych wynika, że straty w plonie ziarna dochodzą do 25%, a średnie roczne straty wynoszą ok. 10% (Czembor, 2005). Tak znaczny spadek plonu z rośliny odmiany Pallas uzyskany w przeprowadzonym doświadczeniu był wynikiem niższej liczby ziarniaków w kłosie (o 30%) i w roślinie (o 34%) oraz niższej masy pojedynczego ziarniaka (o 4%) w porównaniu z linią P13. Wyniki badań prezentowane w literaturze jednoznacznie wskazują, że w kłosach jęczmienia porażonego mączniakiem zostaje wytworzonych mniej ziarniaków o niższej jego masie (Carver i Griffiths, 1982; Kjær i in., 1990). Stopień redukcji liczby ziarniaków w kłosach roślin porażonych tym patogenem zależy od wielu czynników, między innymi nasilenia choroby, podatnością odmian na infekcję, przebiegiem pogody podczas wegetacji roślin (Tratwal, 2005).

W przeprowadzonym doświadczeniu, rośliny odmiany Pallas (zaliczonej do klasy 4 pod względem reakcji), były silnie porażone mączniakiem w przeciwieństwie do roślin izogenicznej linii P13 (zaliczonej do klasy 1 pod względem reakcji). Biorąc pod uwagę podobieństwo struktury morfologicznej kłosa (długość kłosa, ogólna liczba kłosek w kłosie) i rośliny (ogólna liczba pędów, liczba niedogonów i liczba niedorozwiniętych pędów suchych) u obu badanych form jęczmienia jarego oraz istotne różnice w plonie ziarna z rośliny można przypuszczać, że redukcja liczby ziarniaków w kłosach była wynikiem niezdolności 30–34% kwiatów w kłosie do zawiązywania ziarniaków. Prawdopodobnie duży stopień redukcji płodności kwiatów (u jęczmienia kłosek jest jednokwiatowy) był następstwem zaburzeń procesów embriologicznych podczas rozwoju zalążków w słupkach kwiatów, czy też zaburzeń w rozwoju zarodka i nasienia w początkowych etapach wzrostu i rozwoju owoców (ziarniaków) wywołanych infekcją grzybem. Osiągnięta masa pojedynczego ziarniaka w odmianie Pallas była nieznacznie (o 4%) ale istotnie niższa niż w izogenicznej linii P13, co może wskazywać na niedostateczny dopływ asymilatów do rozwijających się ziarniaków, z uszkodzonych przez patogen liści. Dane literaturowe wskazują na ścisły związek między zmniejszoną powierzchnią asymilacyjną liści w wyniku przedwczesnego starzenia (Carver i Griffiths, 1982) rośliny a stopniem porażenia rośliny przez mączniaka (nasilenia infekcji), co w efekcie przyczynia się do obniżenia plonu ziarna (Carver i Griffiths, 1982; Lim i Grunt, 1986; Jørgensen, 1992). W przeprowadzonym doświadczeniu uzyskany plon ziarna z rośliny był w największym stopniu determinowany liczbą pędów produktywnych w roślinie, niezależnie od formy jęczmienia — podatnej lub odpornej na mączniak. Liczba pędów produktywnych (kłosonośnych) w roślinie u odmiany Pallas, silnie porażonej mączniakiem, była nieznacznie niższa (różnice nieistotne) niż u linii P13, odpornej na ten grzyb. Niezależnie od stopnia porażenia (odmiana Pallas) lub jego braku (linia P13), badany czynnik plonotwórczy miał istotne znaczenie dla wytworzenia plonu przez rośliny obu form jęczmienia. Dane literaturowe podkreślają wagę tego czynnika plonotwórczego w kształtowaniu plonu (Lisowska, 2006; Kozdój i Oleszczuk, 2006). W doświadczeniu i w praktyce rolniczej uwzględnia się liczbę pędów produktywnych z jednostki powierzchni — czynnik plonotwórczy w największym stopniu determinujący wielkość plonu ziarna jęczmienia (Gozdowski i in., 2008). W ogólnej liczbie pędów wytworzonych przez roślinę obu form jęczmienia jarego, 51–52% stanowiły pędy produktywne, 29–31%

— pędy silnie zaschnięte (w roślinie ontogenetycznie najmłodsze) i 19% — niedogony (pędy kłosonośne pozbawione ziarniaków w kłosach i/lub z kłosami we wczesnych stadiach rozwojowych). Wskazuje to, między innymi, na nie wykorzystany potencjał plonotwórczy przez rośliny jęczmienia, który odznaczał się zdolnością do silnego krzewienia. Ponadto, w następstwie infekcji roślin patogenem u odmiany Pallas (forma podatna) nie stwierdzono zwiększenia liczby niedogonów w porównaniu z formą odporną. Wysoki odsetek liczby niedogonów i pędów suchych wskazuje pośrednio na silną dominację wierzchołkową pędów głównych i kilku bocznych pędów wytworzonych w okresie wczesnego krzewienia (głównie krzewienia jesiennego) w stosunku do pędów tworzących się w późniejszej fazie wiosennego krzewienia. Zaobserwowana w doświadczeniu tendencja do mniejszej liczby pędów produktywnych w roślinie odmiany Pallas sugeruje, że w wyniku infekcji grzybem nastąpiło przedwczesne starzenie liści i tym samym pędów ograniczając plon ziarna.

Kłos jest podstawową jednostką plonotwórczą u zbóż. U badanych form jęczmienia jarego masa ziarniaków z kłosa była istotnie skorelowana w większym stopniu z liczbą ziarniaków niż z jego jednostkową masą. Podobne zależności przedstawili Lisowska (2006), Kozdój i Oleszczuk (2006). Odmienne wyniki przedstawili Gozdowski i wsp. (2008) — zależności między liczbą ziarniaków w kłosie a masą tysiąca ziarniaków były ujemne i istotne. Długość kłosa obu form jęczmienia jarego jako cecha odmianowa była podobna i była istotnie skorelowana z liczbą kłosków. Nie wykazano istotnej zależności między liczbą ziarniaków w kłosie a liczbą kłosków w kłosie.

WNIOSKI

1. Wielkość plonu ziarniaków z rośliny jęczmienia jarego obu form była determinowana liczbą pędów produktywnych w roślinie.
2. Plon ziarniaków z kłosa jęczmienia jarego obu form był w większym stopniu determinowany liczbą ziarniaków w kłosie niż jego masą jednostkową.
3. Silne porażenie roślin odmiany Pallas, podatnej na porażenie mączniakiem prawdziwym, wpłynęło na płodność kłosów (co wyraziło się dużą redukcją liczby ziarniaków w kłosach) oraz na niższą masę ziarniaków, w porównaniu z odporną linią izogeniczną P13.

LITERATURA

- Belanger R. R., Bushnell W. R., Dik A. J., Carver L. W. 2002. The powdery mildews. A comprehensive treatise. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Carver T. L., Griffiths E. 1982. Effects of barley mildew on green leaf area and grain yield in field and greenhouse experiments. Am. Appl. Biol. 101: 561 — 572.
- Czembor H. J. 2003. Odporność krajowych odmian jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Biul. IHAR 230: 327 — 334.
- Czembor H. J. 2004. Odporność odmian jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2002 roku. Biul. IHAR 233: 117 — 125.
- Czembor H. J. 2005. Odporność odmian jęczmienia włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2003 roku na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Komunikat. Biul. IHAR 235: 181 — 189.

- Czembor J. H., Czembor E. 2003 a. Odporność *Mlo* jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Część I. Genetyka, fenotyp, mechanizm i badania molekularne. Biul. IHAR 230: 335 — 354.
- Czembor J. H., Czembor E. 2003 b. Odporność *Mlo* jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Część II. Źródła odporności i ich wykorzystanie w hodowli jęczmienia. Biul. IHAR 230: 355 — 374.
- Czembor J. H., Czembor E. 2003 c. Odporność *Mlo* jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Część III. Trwałość odporności. Biul. IHAR 230: 375 — 386.
- Czembor H. J., Czembor J. H. 2004. Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) w Polsce w roku 1999. Biul. IHAR 231: 377 — 386.
- Czembor H. J., Czembor J. H. 2005. Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) w Polsce w roku 2001. Biul. IHAR 236: 183 — 192.
- Gozdowski D., Mądry W., Wyszyński Z. 2008. Analiza korelacji i współczynników ścieżek w ocenie współzależności plonu ziarna i jego składowych u dwóch odmian jęczmienia jarego. Biul. IHAR 248: 23 — 31.
- Górny A. G. 2004. Zarys genetyki jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.). W: Zarys genetyki zbóż. Praca zbiorowa pod red. A.G. Górnego t. 1: 15 — 180.
- Jarvis W. R., Dubler W. D., Grave G. G. 2002. Epidemiology of powdery mildews in agricultural pathosystems. In: The powdery mildews. A comprehensive treatise. Ed. by: Belanger R. R., Bushnell W. R., Dik A. J., Carver L.W. APS Press, St. Paul, Minnesota: 169 — 199.
- Jørgensen J. H. 1992. Discovery, characterization and exploitation of *Mlo* powdery mildew resistance in barley. Euphytica 63: 141 — 152.
- Kjær B., Jansen H. P., Jansen J., Jørgensen J. H. 1990. Association between three *ml-o* powdery mildew resistance genes and agronomic traits in barley. Euphytica 46: 185 — 193.
- Kolster P., Munk L., Stolen O., Rohde J. 1986. Near-isogenic barley lines with genes for resistance to powdery mildew. Crop Sci. 26: 903 — 907.
- Kozdój J., Oleszczuk S. 2006. Analiza zmienności cech plonotwórczych kłosa i rośliny linii podwojonych haploidów jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.). W: Haploidy i linie podwojonych haploidów w genetyce i hodowli roślin. Red. Adamski T. i Surma M. IGR PAN Poznań: 109 — 117.
- Lisowska M. 2006. Współzależności pomiędzy cechami plonotwórczymi wybranych form jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.). Biul. IHAR 240/241: 91 — 97.
- Lim L. G., Grunt R. E. 1986. The effect of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*) and leaf rust (*Puccinia hordei*) on spring barley in New Zealand. I. Epidemic development, green leaf area and yield. Plant Pathology 35: 44 — 53.
- SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT 9.1 user's guide. Cary, NC, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- Tratwal A. 2005. Wpływ uprawy mieszanek odmian jęczmienia ozimego na ograniczenie występowania mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Biul. IHAR 235: 163 — 170.

MAGDALENA POL-SZYSZKO**PIOTR MASOJCZAK****IZABELA DONIEC****AGNIESZKA WENDA**

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Ocena aktywności α -amylazy w ziarnie odmian kukurydzy zwyczajnej (*Zea mays* L.) w aspekcie ich wykorzystania do produkcji bioetanolu

Analysis of α -amylase activity in grain of maize (*Zea mays* L.) cultivars in respect of their application to bioethanol production

Wzrastające zanieczyszczenie środowiska naturalnego, postępujący deficyt surowców kopalnianych oraz rosnące koszty pozyskiwania paliw konwencjonalnych spowodowały poszukiwanie alternatywnych źródeł energii. Celem pracy było wskazanie odmian kukurydzy zwyczajnej przydatnych do produkcji bioetanolu ze względu na wysoką aktywność amylolityczną ziarna. Aktywność α -amylazy oceniono metodą dyfuzji w żelu agarozowym i na podstawie liczby opadania według metodyki Hagberga-Pertena. Aktywność α -amylazy wahała się w granicach od 0,11 U·ml⁻¹ (Prosna) do 15,45 U·ml⁻¹ (Król) a liczba opadania od 61,0 s (Wilga) do 365,5 s (Blask). Najwyższą aktywność α -amylazy i niską liczbę opadania wykazały odmiany Wigo, Wilga, Cyrkon, Kosmo 230, Boruta, Kasia, Nimba, Iman, Król i Nysa. Ze względu na dużą zawartość endogennej alfa-amylazy, odmiany te mogą okazać się przydatne do produkcji bioetanolu.

Słowa kluczowe: alfa-amylaza, liczba opadania, bioetanol, kukurydza zwyczajna

Rising pollution of the environment, progressive shortage of natural resources, and rising costs of getting conventional fuel caused a search for alternative energy sources. The aim of the paper was to indicate the varieties of corn useful in production of bioethanol for the sake of high amylolytic activity of the grain. The activity of alpha-amylase was estimated with the method of diffusion in agarose gel and on the basis of the falling number according to the Hagberg-Perten's methodology. The activity of alpha-amylase varied between 0,11 (Prosna) to 15,45 U·ml⁻¹ (Król), and the falling number between 61.0 s (Wilga) and 365.5 s (Blask). The highest activity of alpha-amylase and low falling number showed the varieties Wigo, Wilga, Cyrkon, Kosmo 230, Boruta, Kasia, Nimba, Iman, Król and Nysa. Because of high content of endogenous alpha-amylase these varieties can turn out to be useful in production of bioethanol.

Key words: *Zea mays* L., alpha-amylase, falling number, bioethanol

WSTĘP

Wzrastające ceny ropy naftowej, jak też ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, i uzależnienie się od zewnętrznych dostaw paliw wpłynęły na bardzo szybki wzrost produkcji biopaliw w ostatnich latach w krajach UE (Michalski, 2005). W okresie 2000–2007 światowa produkcja biopaliw uległa potrojeniu z poziomu ok. 18,2 mld litrów w 2000 roku do ok. 60,6 mld litrów w 2007 roku.

Użytkowanie kukurydzy zwyczajnej jako surowca do produkcji bioetanolu z przeznaczeniem na biopaliwo jest opłacalne ze względu na możliwość uzyskania dopłat bezpośrednich do uprawy. Przemawia za tym także wysoka wydajność produkcji bioetanolu, oszczędna gospodarka wodna, umiarkowane wymagania glebowe, wysokie plonowanie i znaczna zawartość skrobi oraz dość stosunkowo duża produkcja biomasy (Gradziuk, 2002).

Producenci alkoholu etylowego surowego poszukują na rynku ziarna tych mieszańców kukurydzy, z których mogą uzyskać najwyższą wydajność w trakcie jego przerobu w gorzelnianach. Ziarno z wysoką aktywnością α -amylazy przy równoczesnej wysokiej zawartości skrobi byłoby dobrym surowcem zapewniającym wysoką wydajność produkcji bioetanolu. Endogenna α -amylaza umożliwiłaby szybszy rozkład skrobi do cukrów prostych.

Celem pracy była ocena aktywności α -amylazy metodą kolorymetryczną i poprzez ocenę liczby opadania jako czynnika, który ma znaczenie dla efektywności pozyskiwania bioetanolu z ziarna kukurydzy (Dreszer i in., 2003).

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 29 odmian kukurydzy zwyczajnej (*Zea mays* L.) pochodzących z dwóch największych polskich ośrodków hodowlanych: Hodowla Roślin Rolniczych Nasiona Kobierzyc Spółka z o.o. — otrzymano 9 odmian (Limko, KB 1902, KB 1903, Iman, Cyrkon, Kosmo 230, Koka, Duet, Król) i Hodowla Roślin Smolice Spółka z o.o. Grupa IHAR — otrzymano 20 odmian (Nysa, Wilga, Wiarus, Baca, Blask, Fido, Wigo, Glejt, Prosna, Buran, Nimba, Lober, Bzura, Brda, Cedro, Reduta, Junak, Boruta, Kasia, Grom) (tab. 1).

Uprawa kukurydzy w Hodowli Roślin Smolice miała miejsce na glebach klasy IVa–IVb, na kompleksie żytnim dobrym o 2-letniej monokulturze. Stosowano nawożenie po oborniku w ilości 350–400 q/ha co 2 rok, 90 kg·ha⁻¹ P, 180 kg·ha⁻¹ K i 300 kg·ha⁻¹ N w formie mocznika. W ochronie roślin stosowano oprysk środkiem Primextra gold w ilości 3 l·ha⁻¹ w fazie do 3 liścia.

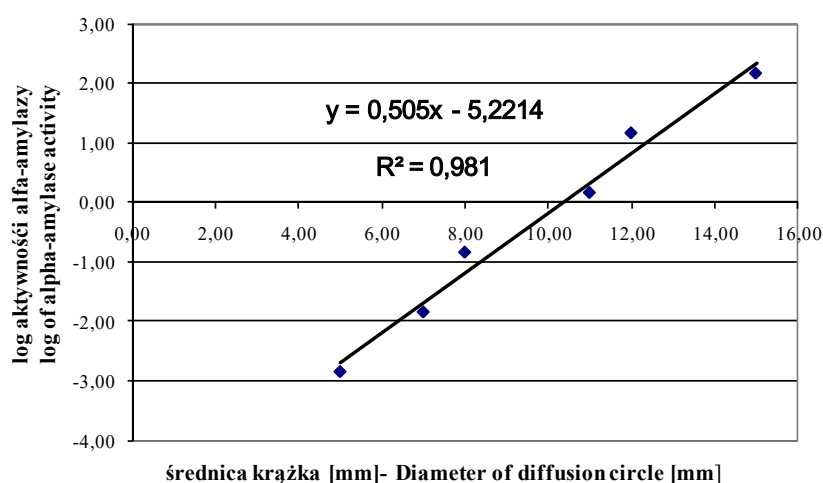
Hodowla Roślin Rolniczych Nasiona Kobierzyc do uprawy kukurydzy przeznaczyła gleby I i II klasy należące do czarnoziem wrocławskich. Stosowane nawożenie to: NPK 130–140 kg·ha⁻¹ N, 80 kg·ha⁻¹ P i 120 kg·ha⁻¹. Do ochrony roślin wykorzystano środki Milagro, Kalisto i Dual.

Kwalifikowane nasiona mieszańcowe pierwszego pokolenia F_1 pochodzą ze zbioru z 2004 roku. Wysiew odbywał się w siewie punktowym ok. 20–25.04, a zbiór kombajnem w okolicach 15.10.

Poziom aktywności α -amylazy w bardzo silnym stopniu zależy od warunków pogodowych w okresie wegetacji. Okazało się, że warunki klimatyczne naszego kraju są dość zmienne i nie zawsze optymalne dla roślin ciepłolubnych, jaką jest kukurydza. Ogólnie sezon 2004 był niekorzystny dla uprawy kukurydzy i należy go uznać jako wyjątkowy. Temperatury w maju były najniższe od 40 lat.

Ocenę aktywności α -amylazy w dojrzałym ziarnie kukurydzy przeprowadzono metodą dyfuzji w żelu agarowym (Masojć i Larsson-Raźniewicz, 1991; Vu i Masojć, 1999). Wykreślono krzywą kalibracyjną obrazującą zależność między średnicą krążka dyfuzyjnego w żelu a aktywnością enzymu przy założeniu, że 1 mg oczyszczonego preparatu α -amylazy (Sigma) odpowiada 1,6 jednostki aktywności [U] (rys. 1).

Dodatkowo aktywność alfa-amylazy w ziarnie oceniono metodą pośrednią przez określenie liczby opadania według Hagberga-Pertena (Jakubczyk i Haber, 1983). W tym celu wykorzystano automatyczny aparat Hagberga typu SWD produkowany przez Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego sp. z o.o. z Bydgoszczy. Zastosowano naważkę mąki w ilości 7,00 g.



Rys. 1. Krzywa kalibracyjna przedstawiająca zależność między średnicą krążka a logarytmem aktywności α -amylazy

Fig. 1. Calibration curve showing relationship between diameter of diffusion circle and logarithm of α -amylase activity

Wyniki oceny aktywności α -amylazy i liczby opadania poddano analizie statystycznej przy użyciu programu „STATISTICA”. Do oznaczenia przedziałów ufności zastosowano test D-Duncana, za pomocą którego badane odmiany kukurydzy ujęto w grupy jednorodne,

różniące się istotnie pod względem badanych cech. Obliczeń dokonano przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Według Biskupskiego i wsp. (1992) aktywność α -amylazy zależy przede wszystkim od warunków glebowo-klimatycznych oraz właściwości odmianowych. Aktywność amylolityczna badanych materiałów oznaczona metodą dyfuzji w żelu agarowym wykazała znaczną zmienność.

Wyróżniono siedem grup jednorodnych dla aktywności α -amylazy: niska aktywność enzymu — grupa A w zakresie od 0,11 do 0,56 $\text{U}\cdot\text{ml}^{-1}$, średnia grupa AB wartości aktywności od 0,66 do 1,33 $\text{U}\cdot\text{ml}^{-1}$ i wysoka aktywność o wartościach powyżej 1,89 $\text{U}\cdot\text{ml}^{-1}$ (tab. 1).

Tabela 1

Aktywność α -amylazy w ziarnie kukurydzy [$\text{U}\cdot\text{ml}^{-1}$]
Alpha-amylase activity in grain of maize cultivars [$\text{U}\cdot\text{ml}^{-1}$]

Odmiana Cultivar	Aktywność α -amylazy Activity of α -amylase [$\text{U}\cdot\text{ml}^{-1}$]	Grupy jednorodne Homogenous groups
Prosna ^S	0,11	A*
Buran ^S	0,14	A
Fido ^S	0,14	A
Wiarus ^S	0,16	A
Reduta ^S	0,19	A
Glejt ^S	0,28	A
Koka ^K	0,39	A
Cedro ^S	0,39	A
Błask ^S	0,47	A
Bzura ^S	0,47	A
Junak ^S	0,47	A
Duet ^K	0,56	A
Cyrkon ^K	0,56	A
Nysa ^S	0,56	A
Boruta ^S	0,56	A
Groni ^S	0,66	A, B
Lober ^S	0,66	A, B
Brda ^S	0,66	A, B
KB1902 ^K	0,66	A, B
KB1903 ^K	0,79	A, B
Wilga ^S	0,94	A, B
Kosmo 230 ^K	0,94	A, B
Baca ^S	1,33	A, B
Wigo ^S	1,89	A, B, C
Limko ^K	2,68	B, C
Kasia ^S	2,68	B, C
Nimba ^S	3,20	C, E
Iman ^K	5,41	E
Król ^K	15,45	F

* Grupy jednorodne, homogenous groups

^S - HR Smolice, ^K - HRR Nasiona Kobierzyc

Aktywność α -amylazy wahała się w granicach od 0,11 (Prosna) do 15,45 U·ml⁻¹ (Król). Niską aktywność α -amylazy (0,11–0,56 U·ml⁻¹) wykazało piętnaście odmian: Prosna, Buran, Fido, Wiarus, Reduta, Glejt, Koka, Cedro, Blask, Bzura, Junak, Boruta, Nysa, Duet, Cyrkon. Średnią aktywnością enzymu charakteryzowały się odmiany: Groni, Lober, Brda, KB1902, KB1903, Baca, Wilga i Kosmo230. Odmiany: Wigo, Limko, Kasia, Nimba, Iman i Król wykazały wysoką aktywność α -amylazy (powyżej 1,33 U·ml⁻¹).

Pod względem liczby opadania badane odmiany rozdzieliły się na dwie grupy: pierwsza o niskich wartościach LO zbliżonych do 60s i druga — o wysokich wartościach LO z przedziału 237–365 s (tab. 2).

Tabela 2

Liczba opadania w ziarnie odmian kukurydzy [s] Falling number in grain of maize cultivars [s]					
	Niska Low			Wysoka High	
Wilga	61,0 ±0,0*	A**	Buran	237,5 ±6,4	B
Fido	61,5 ±0,7	A	Reduta	240,5 ±7,8	B
Cyrkon	61,5 ±0,7	A	Koka	268,0 ±5,6	C
Kosmo 230	61,5 ±0,7	A	Junak	289,0 ±5,6	D
Wigo	62,0 ±0,0	A	Brda	299,5 ±12,0	D, E
Boruta	62,0 ±0,0	A	Limko	300,5 ±13,4	D, E
Nimba	62,0 ±0,0	A	Prosna	310,0 ±5,6	E, F
Iman	62,5 ±3,5	A	Duet	310,0 ±2,8	E, F
Kasia	62,5 ±2,1	A	KB1902	311,0 ±4,2	E, F
Król	63,5 ±2,1	A	Cedro	313,5 ±7,7	E, F
Nysa	69,0 ±1,4	A	KB1903	317,0 ±11,3	F
			Groni	325,0 ±2,8	F, G
			Bzura	331,5 ±4,9	G, H
			Glejt	338,0 ±11,3	G, H
			Wiarus	340,0 ±12,7	H
			Baca	357,0 ±7,1	I
			Lober	357,5 ±10,6	I
			Blask	365,5 ±6,4	I

* Odchylenie standardowe; Standard deviation

** Grupy jednorodne; Homogenous groups

Niską liczbę opadania wykazało 11 odmian kukurydzy zwyczajnej: Król, Nimba, Kasia, Wilga, Cyrkon, Wigo, Iman, Boruta, Fido, Kosmo 230, Nysa. Pozostałe odmiany: Buran, Reduta, Junak, Koka, Brda, Bzura, Limko, Prosna, Groni, Duet, KB1902, KB1903, Baca, Lober, Blask, Cedro, Glejt i Wiarus charakteryzowały się wysoką wartością liczby opadania.

W przypadku pszenicy minimalna liczba opadania określona została na poziomie od 220 s do 250 s (Bernard, 2001; PN-ISO 3093 Zboża). Binek i wsp. (2007) podaje, że liczba opadania u pszenicy ozimej zależała od rozkładu opadów w okresie dojrzewania ziarna i od odmiany w okresie 3-lecia. Warunki pogodowe w roku 2004 spowodowały większe zróżnicowanie liczby opadania badanych odmian pszenicy.

Według Czubaszek (1995) u pszenżyta zakres wahań aktywności α -amylazy określonej na podstawie liczby opadania wynosił od 63 do 271 s. Przeciętna wartość tej cechy wynosiła 174 s. Wykazano także odmiany charakteryzujące się niską aktywnością

α -amylazy (liczba opadania 225s). Duże zróżnicowanie liczby opadania $>200s$ i $< 100s$ uzyskano w liniach wsobnych żyta w latach 1993 i 1994 w pracy Kolasińskiej i wsp. (1998).

Na podstawie testu D-Duncana, badane odmiany podzielono na grupy jednorodne, różniące się istotnie na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ pod względem badanej cechy. Utworzono 11 grup jednorodnych dla liczby opadania i 7 dla aktywności α -amylazy.

O przydatności ziarna kukurydzy do produkcji bioetanolu decyduje wiele czynników genetycznych takich jak odmiana, wilgotność, zawartość skrobi i jej jakość. Aktywność endogennej alfa-amylazy jest jednym z czynników efektywności produkcji bioetanolu z ziarna. Obok czynnika genetycznego, warunkuje ją także zmienność środowiskowa. Większa część badanych odmian pochodziła z HR Smolice. Jednakże nie zauważono wpływu pochodzenia odmiany na wartość aktywności alfa-amylazy.

Ostateczna ocena odmian pod względem przydatności do produkcji bioetanolu wymagać będzie uwzględnienia takich parametrów jak wydajność produkcji etanolu z jednostki biomasy oraz zawartość skrobi. Zakłada się, że ze 100 kg ziarna kukurydzy można otrzymać 63 kg skrobi i 39 l alkoholu (Michalski, 2005). Oceniany materiał badawczy charakteryzował się dużą zawartością skrobi w przedziale od 63,3% s. m. (Fido) do 70,4% s.m. (Brda). Nie tylko zawartość skrobi może decydować o tym, że kukurydza będzie wykorzystywana w gorzelnictwie. Ważne znaczenie ma również jej wysokie plonowanie i najmniejsze koszty środowiskowe produkcji bioetanolu.

PODSUMOWANIE

Aktywność α -amylazy w ziarnie odmian kukurydzy wahała się od 0,11 do 15,45 U·ml⁻¹. Najwyższą aktywność amylolityczną stwierdzono u 6 odmian: Wigo, Limko, Kasia, Nimba, Iman, Król.

Odmiany kukurydzy o najwyższych wartościach aktywności α -amylazy oraz niskiej liczbie opadania (Wigo, Wilga, Kosmo 230, Kasia, Nimba, Iman, Król i Nysa) mogą być brane pod uwagę jako potencjalnie cenny materiał do efektywnej produkcji bioetanolu.

LITERATURA

- Bernard A. 2001. Genetic diversity of South African winter wheat cultivars in relation to preharvest sprouting and failing number. *Euphytica* 119: 107 — 110.
- Binek A., Moś M., Wójtowicz T. 2007. Zróżnicowanie liczby opadania mąki z pszenicy ozimej w zależności od odmiany i warunków pogodowych podczas dojrzwania. *Fragm. Agronom.* XXIV Nr 2 (94).
- Biskupski A., Bogdanowicz M., Subda H. 1992: Wartość technologiczna ziarna pszenżyta. Cz. I. Charakterystyka biochemiczna i technologiczna. *Hod. Rośl. Aklim.* 36, 3/ 4: 73 — 89.
- Czubaszek A. 1995. Charakterystyka technologiczna pszenżyta hodowli polskiej na podstawie metod pośrednich i wypieku laboratoryjnego. Część I. Właściwości fizyczne, przemiałowe oraz skład chemiczny ziarna i mąki pszenżyta. *Hod. Rośl. Aklim.* 39, 3:
- Dreszer K. A., Michałek R., Roszkowski A. 2003. Energia odnawialna — możliwość jej pozyskiwania i wykorzystywania w rolnictwie. *Polskie Towarzystwo Inż. Rol.* Kraków — Lublin — Warszawa. 207 — 217.
- Gradziuk P. 2002. Alternatywne wykorzystanie gruntów rolniczych — przegląd roślin energetycznych. *Czysta Energia* nr 10: 24 — 26.

- Jakubczyk T., Haber T. 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW-AR, Warszawa: 11 — 19, 153 — 156.
- Kolasińska I., Madej L., Cygankiewicz A. 1998. Zmienność liczby opadania w liniach wsobnych i mieszańcach żyta. Biul. IHAR 205/206: 51 — 57.
- Masojć P., Larsson-Raźniewicz M. 1991. Genetic variation of alpha-amylase activity tested by gel diffusion technique. Swedish J. Agric. Res. 21: 141 — 145.
- Michalski T., 2005: Kukurydza rośliną przyszłości. Poradnik dla producentów. Agro Serwis, wydanie trzecie. Warszawa. 7 — 13.
- Vu D. T., Masojć P. 1999. Aktywność alfa-amylazy a odporność na porastanie u odmian pszenicy jarej. Biul. IHAR 211: 91 — 95.

DARIUSZ R. MAŃKOWSKI¹**ZBIGNIEW LAUDAŃSKI**²¹ Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa, IHAR, Radzików

² Zakład Biometrii

Wydział Zastosowań Informatyki i Matematyki, SGGW, Warszawa

Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce Część IV. Ocena postępu odmianowego pod względem odporności na patogeny

Biological progress in breeding, seed technology and production of potato in Poland Part IV. Assessment of cultivar quality progress in respect of resistance to pathogens

W pracy prezentowane są kolejne rezultaty podjętej próby oceny postępu biologicznego w hodowli, nasiennictwie i produkcji polowej ziemniaka w Polsce. Przeprowadzona została analiza zmian w wybranych cechach odpornościowych odmian ziemniaka znajdujących się w Krajowym Rejestrze odmian w latach 1957–2003 oraz w produkcji w latach 1986–2003. Oceniano średnią odporność odmian znajdujących się w Rejestrze i w produkcji na cztery ważne patogeny ziemniaka: zarazę ziemniaka, parcha zwykłego oraz wirusy PVY oraz PLRV. Znaczną poprawę w średniej odporności zarejestrowanych odmian odnotowano dla zarazy ziemniaka, PVY i PLRV. W produkcji odnotowano znaczną poprawę odporności uprawianych odmian na parcha zwykłego oraz PVY i PLRV.

Słowa kluczowe: odporność na patogeny, postęp biologiczny, postęp hodowlany, postęp odmianowy, postęp technologiczny, ziemniak

The paper presents results of biological progress estimation in breeding, seed production and field production of potato in Poland. The changes in resistance to some pathogens have been analyzed in potato cultivars from the National Register of the years 1957–2003 and in the production of the years 1986–2003. Resistances to late blight, common scab, and PVY, PLRV viral diseases have been estimated. Among the registered cultivars, a remarkable improvement has been noted in average estimates of resistance to late blight, PVY and PLRV. In the production, a significant increase of resistance of the grown cultivars has been stated for common scab, PVY and PLRV.

Key words: resistance to pathogens, biological progress, breeding progress, cultivar progress, technological progress, potato

WSTĘP

Wielokierunkowość użytkowania ziemniaków sprawia, że lista cech jakościowych będących przedmiotem doskonalenia w trakcie prac hodowlanych nad nową odmianą jest obszerna. Programy hodowlane ukierunkowane na wyhodowanie odmian ziemniaka dobrze zaadaptowanych do tak zróżnicowanych wymagań rynku muszą więc wychodzić z populacji hodowlanych o bardzo dużej zmienności genetycznej (Domański, 2008).

Z punktu widzenia rolnika uprawiającego ziemniaki bardzo ważną cechą stanowiącą o jakości i przydatności odmian do uprawy jest ich odporność na główne patogeny zagrażające temu gatunkowi.

Choroby ziemniaka są jednym z ważniejszych czynników powodujących straty w jego cyklu produkcyjnym. Znajomość odporności na patogeny wywołujące choroby powodujące znaczne straty w gospodarce jest podstawą do określenia warunków uprawy odmian ziemniaka (Gawińska-Urbanowicz, 2007).

Ziemniak jest tym gatunkiem spośród roślin rolniczych, którego produkcja jest zagrożona szeregiem chorób i szkodników. Wśród nich szczególnie niebezpiecznymi są organizmy kwarantannowe, których występowanie eliminuje uprawę ziemniaka w latach następnych. Istotne są straty w produkcji wywoływane porażeniem zarazą ziemniaka. Ostatnio znaczenia nabiera porażenie ziemniaka nekrotycznym szczepem wirusa Y ziemniaka, który wywołuje nekrozy na bulwach — PVY^{NTN} (Chrzanowska i Michalak, 2006).

Choroby, szkodniki i chwasty są przyczyną około 30% strat w produkcji ziemniaków (Arseniuk, 2003). Wiele chorób, a także niektóre szkodniki i chwasty, poza obniżką plonów, zmniejszają wartość użytkową bulw, zwłaszcza przeznaczonych na sadzeniaki i bezpośrednie spożycie. Wegetatywny charakter rozmnażania ziemniaków sprzyja utrzymywaniu się i rozprzestrzenianiu chorób i szkodników. Najważniejszą, z punktu widzenia ekonomiki produkcji, chorobą ziemniaka jest zaraza ziemniaka powodowana przez organizm grzybopodobny *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (Śliwka, 2008).

W produkcji towarowej ziemniaka dość duże koszty ponoszone są na chemiczną ochronę plantacji przed chorobami, szkodnikami i chwastami. Badania nad opłacalnością wykonywania zabiegów ochrony chemicznej plantacji ziemniaka przeprowadzili Krasieński i Juszcak (1998). Stwierdzili oni, że przy plonach rzędu 10 t·ha⁻¹ ochrona chemiczna plantacji, nawet w formie minimalnej (1–2 zabiegi), nie jest opłacalna. Przy plonach rzędu 25 t·ha⁻¹ opłaca się wykonywać nawet 4 zabiegi ochrony chemicznej, a przy plonach powyżej 30 t·ha⁻¹ finansowo opłacalne może być wykonanie nawet 5 zabiegów chemicznych.

Głównym celem prac badawczych hodowli odpornościowej ziemniaka było uzyskanie rodów o kompleksowej odporności w stosunku do wszystkich wirusów ziemniaka powodujących znaczne straty gospodarcze (Y, X, A, S, M i liściozwoju). Jednym z głównych założeń było i jest wykorzystywanie jak najbardziej skutecznych typów odporności ziemniaka, a więc skrajnej odporności czy nadwrażliwości (Dziwońska, 1974).

Kapsa (1977) podaje, iż hodowla ziemniaka rozwiązała już wiele problemów odpornościowych. Dużym sukcesem były wyniki prac nad odpornością na raka ziemniaka. Ta groźna choroba kwarantanna przestała być problemem dla krajowych odmian. Dobry efekt przyniosły prace nad odpornością na mątwika ziemniaczanego. Postęp w hodowli odnotowano również w zakresie odporności na choroby wirusowe. Hodowla odmian odpornych na choroby i szkodniki była najracjonalniejszym i jednocześnie najtańszym sposobem zapobiegania stratom w produkcji ziemniaków (Kapsa, 1977).

Jak podaje Kamasa (2003) hodowla polska zajmowała szczególnie wysoką pozycję w skali europejskiej w postępie odporności na wirusy. W przeciwieństwie do zagranicznych odmian ziemniaka, znajdujące się w krajowym Rejestrze w roku 2003, odmiany hodowli krajowej charakteryzowały się wysoką odpornością na wirus Y (średnio 7,5 w skali dziesięciostopniowej) oraz dość wysoką odpornością na wirus liściozwoju (średnio 6). Szczególnie ważną cechą jest odporność na mątwika ziemniaczanego, którą posiadały wszystkie odmiany zagraniczne zarejestrowane w ostatnim okresie w Polsce. Natomiast wśród odmian krajowych niespełna 60% stanowiły odmiany odporne. Należy jednak odnotować istotny postęp krajowej hodowli, gdyż wśród odmian rejestrowanych po roku 2000 prawie 90% to odmiany odporne na mątwika (Kamasa, 2003).

Celem tego opracowania jest przede wszystkim oszacowanie wielkości postępu biologicznego w hodowli, nasiennictwie i produkcji polowej ziemniaka w Polsce w okresie powojennym.

Niniejsza praca koncentruje się na oszacowaniu jakościowego postępu odmianowego, w odporności odmian ziemniaka na wybrane patogeny, ocenionego na etapie doświadczeń ścisłych i produkcji ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Oceny jakościowego postępu odmianowego dokonano na dwóch etapach — na etapie doświadczeń odmianowych oraz na etapie wykorzystania wytworzonego postępu w produkcji polowej. Do oceny wybrano cztery cechy związane z odpornością odmian ziemniaka na patogeny:

- odporność na zarazę ziemniaka (skala 9°; 1 — odmiany podatne, 9 — odmiany odporne);
- odporność na parcha zwykłego (skala 9°);
- odporność na wirusa Y ziemniaka (PVY) (skala 9°);
- odporność na wirusa liściozwoju (PLRV) (skala 9°).

Do oceny jakościowego postępu odmianowego na etapie doświadczeń ścisłych wykorzystano dane pochodzące z doświadczeń prowadzonych do roku 1957 przez Ministerstwo Rolnictwa (Wyniki doświadczeń..., 1961, 1962, 1964, 1966 a, 1966 b, 1968, 1969), a następnie przez Centralny Ośrodek Badań Odmian Roślin Uprawnych (Lista odmian..., 1970–2003; Rozmiarek, 1970; Syntezy wyników..., 1970–1999; Syntezy wyników..., 2000–2003; Wyniki porejestrowych..., 2000–2003).

Do oceny jakościowego postępu odmianowego, poza wynikami doświadczeń odmianowych oraz wynikami badań ankietowych, wykorzystano wyniki badań nad odpornością

odmian ziemniaków na wybrane patogeny (Gabriel i in., 1975; Olszewska-Rynkal, 1981; Pietrak, 2004).

Ocenę postępu jakościowego w produkcji polowej ziemniaka oparto na danych produkcyjnych pochodzących z indywidualnych gospodarstw rolniczych. Badania te prowadzone były przez Pracownię Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin, Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. W latach 1986–2003 ankietowano rocznie od 420 do 620 indywidualnych gospodarstw rolniczych.

Na podstawie wyników doświadczeń odmianowych COBORU i dostępnej literatury wyznaczono średni w wieloleciu poziom odporności na wybrane patogeny każdej odmiany występującej w doświadczeniach. Ponieważ w oznaczeniach odporności na patogeny na przestrzeni lat stosowano dwie skale pięcio- i dziesięciostopniową, zaistniała potrzeba ujednolicenia skali. Do opisu cech odpornościowych wybrano skalę dziesięciostopniową. Należało więc przeliczyć wyniki podane w skali pięciostopniowej na skalę dziesięciostopniową. Przeliczenia dokonano według wzoru:

$$x'_i = (2 \cdot x_i) - 1$$

gdzie: x_i — odporność w skali pięciostopniowej; x'_i — odporność w skali dziesięciostopniowej.

Do oceny postępu jakościowego na poziomie rejestracji nowych odmian, z odmian znajdujących się w rejestrze w każdym roku badań (1957–2003) wyznaczono średnią odporność odmian ziemniaka na wybrane patogeny. Do identyfikacji trendów zmian w czasie zastosowano analizę funkcji regresji liniowej. W przypadku oceny wykorzystania postępu jakościowego w produkcji polowej w latach 1986–2003, wyznaczono średnie ważone dla odporności odmian na patogeny uwzględniając ich udział w łącznej powierzchni uprawy gatunku w danym roku w ankietowanych gospodarstwach indywidualnych. Do oceny trendów dla tak wyznaczonych średnich ważonych w latach zastosowano funkcję regresji liniowej.

Analizy statystyczne przeprowadzono w Systemie SAS® w wersji 9.1.3 (SAS Institute Inc., 2004).

WYNIKI

Postęp jakościowy na etapie rejestracji nowych odmian

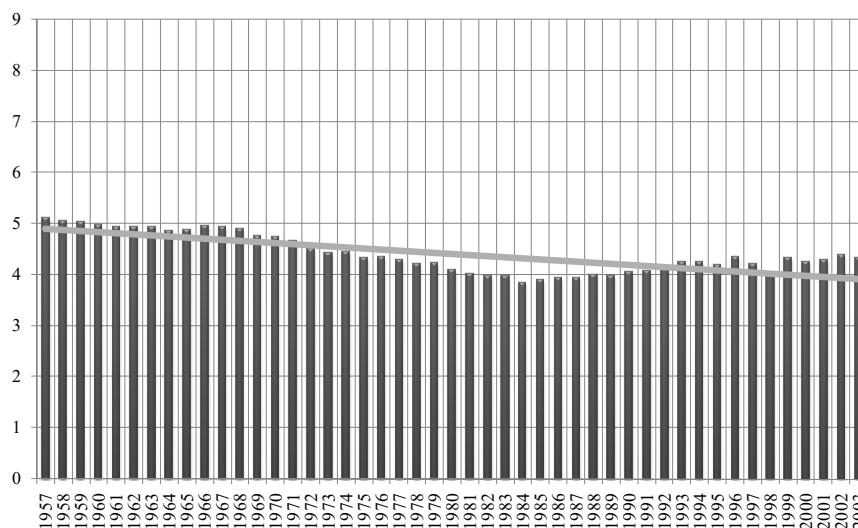
Na podstawie wyników doświadczeń odmianowych określono dla każdej odmiany wartości średnie odporności na: zarazę ziemniaka, parcha zwykłego, wirus PVY oraz wirus PLRV. Następnie wyznaczono średnie wartości tych cech dla odmian znajdujących się w rejestrze w latach 1957–2003. Dla tak uzyskanych średnich przeprowadzono analizę regresji liniowej (tab. 1). Na rysunkach 1 a, 1 b, 1 c oraz 1 d przedstawiono wartości średnie analizowanych cech jakościowych i wykresy istotnych funkcji regresji liniowej. Istotny trend wzrostowy stwierdzono we wszystkich analizowanych cechach jakościowych, z wyjątkiem odporności na zarazę ziemniaka, w przypadku której stwierdzono istotny trend ujemny.

Tabela 1

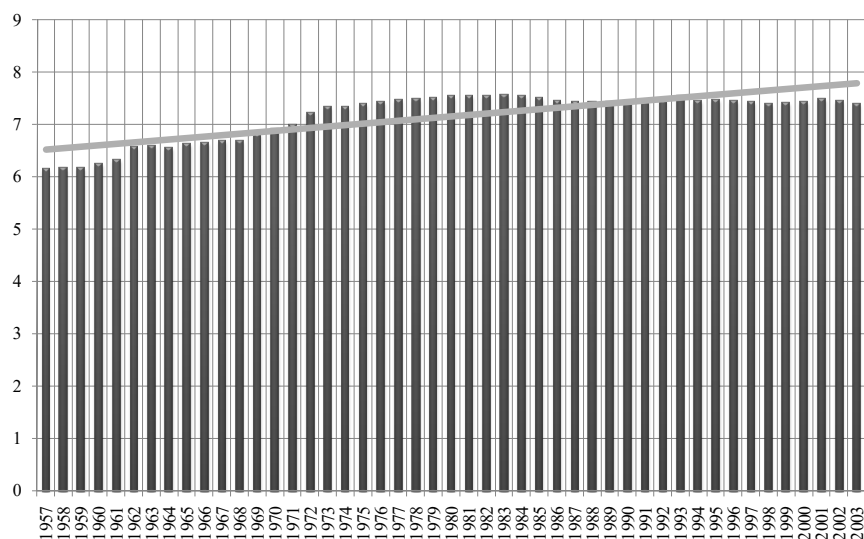
Analiza funkcji regresji dla średnich wartości odporności na wybrane patogeny dla odmian znajdujących się w rejestrze
Results of analysis of regression for average resistance to some pathogens for the cultivars from the National Registry

Cecha Variable	Statystyka F F statistic for model	R^2	Poprawiony R^2 Adjusted R^2	Stała regresji Intercept		Współczynnik regresji Regression coefficient	
				wartość value	statystyka t t statistic	wartość value	statystyka t t statistic
Odporność na zarzę ziemniaka (9°) Resistance to late blight (9°)	64,72**	0,5899	0,5808	4,9196	67,03**	-0,0214	-8,05**
Odporność na parcha zwykłego (9°) Resistance to common scab (9°)	93,72**	0,6765	0,6684	6,4976	83,00**	0,0275	9,68**
Odporność na PVY (9°) Resistance to PVY (9°)	824,23**	0,9482	0,9471	5,0874	125,42**	0,0422	28,71**
Odporność na PLRV (9°) Resistance to PLRV (9°)	939,06**	0,9543	0,9533	3,6790	66,72**	0,0613	30,64**

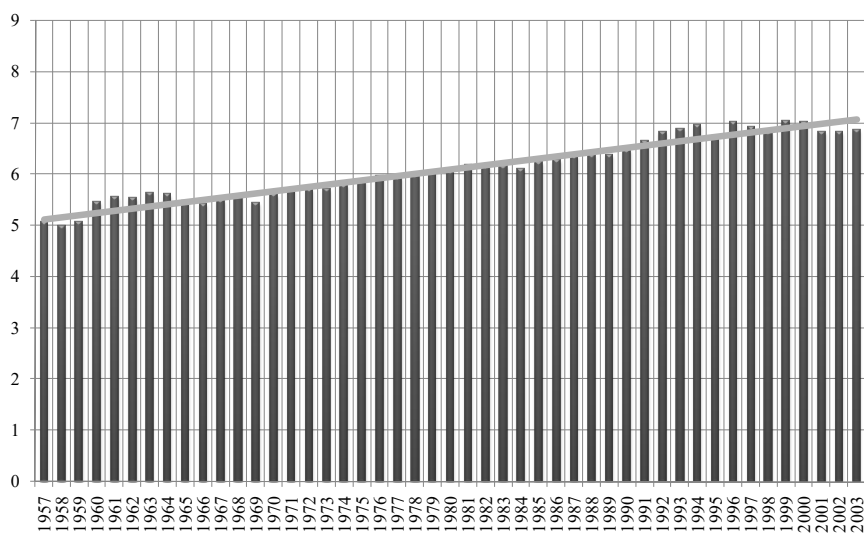
* Istotne przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0.05$; ** Istotne przy $\alpha = 0,01$, Significant at $\alpha = 0.01$; ^{NS} — Nieistotne; Not significant



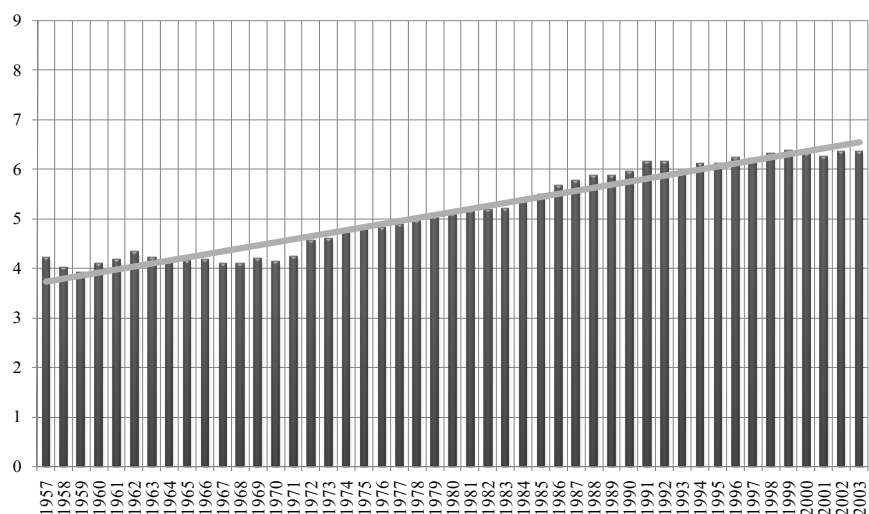
Rys. 1 a. Średnia odporność na zarzę ziemniaka (9°) oraz istotna funkcja regresji liniowej reprezentująca trend zmian w czasie dla odmian znajdujących się w rejestrze w latach 1957–2003
Fig. 1 a. Average resistance to late blight (9°) and significant linear regression function representing a trend of changes for the cultivars present in the National Register in the years 1957–2003



Rys. 1 b. Średnia odporność na parcha zwykłego (9°) oraz istotna funkcja regresji liniowej reprezentująca trend zmian w czasie dla odmian znajdujących się w rejestrze w latach 1957–2003
Fig. 1 b. Average resistance to common scab (9°) and significant linear regression function representing a trend of changes for the cultivars present in the National Register in the years 1957–2003



Rys. 1 c. Średnia odporność na PVY (9°) oraz istotna funkcja regresji liniowej reprezentująca trend zmian w czasie dla odmian znajdujących się w rejestrze w latach 1957–2003
Fig. 1 c. Average resistance to PVY (9°) and significant linear regression function representing a trend of changes for the cultivars present in the National Register in the years 1957–2003



Rys. 1 d. Średnia odporność na PLRV (9°) oraz istotna funkcja regresji liniowej reprezentująca trend zmian w czasie dla odmian znajdujących się w rejestrze w latach 1957–2003

Fig. 1 d. Average resistance to PLRV (9°) and significant linear regression function representing a trend of changes for the cultivars present in the National Register in the years 1957–2003

Postęp jakościowy na etapie produkcji polowej

Średnim ocenom odporności odmian ziemniaka na patogeny przypisano wagi odpowiadające poziomom udziału (frakcji) poszczególnych odmian w powierzchni uprawy w ankietowanych gospodarstwach indywidualnych w latach 1986–2003. Dla tak uzyskanych średnich ważonych przeprowadzono analizę regresji liniowej (tab. 2).

Tabela 2

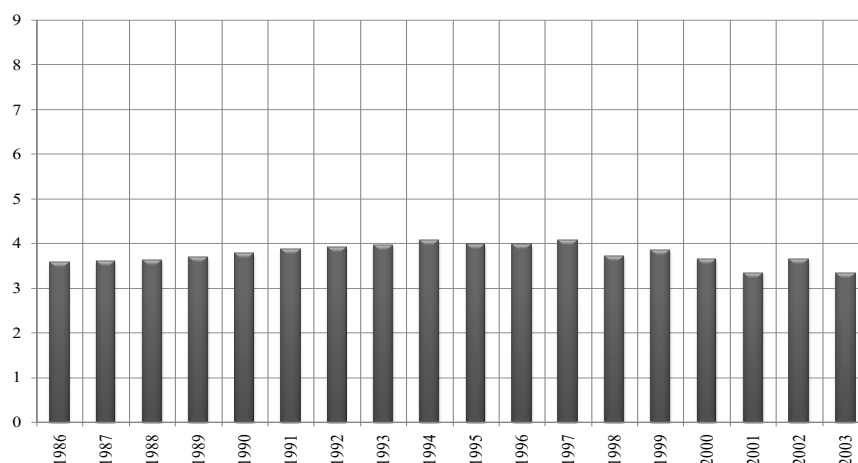
Analiza funkcji regresji dla średnich wartości odporności na wybrane patogeny dla odmian znajdujących się w produkcji

Results of analysis of regression for average resistance to some pathogens for the current cultivars in production

Cecha Variable	Statystyka F dla modelu F statistic for model	R^2	Poprawiony R^2 Adjusted R^2	Stała regresji Intercept		Współczynnik regresji Regression coefficient	
				wartość value	statystyka t t statistic	wartość value	statystyka t t statistic
Odporność na zarazę ziemniaka (9°) Resistance to late blight (9°)	0,61 ^{NS}	0,0365	0,0237	3,8276	34,40**	-0,0080	-0,78 ^{NS}
Odporność na parcha zwykłego (9°) Resistance to common scab (9°)	45,52**	0,7399	0,7237	6,9818	126,11**	0,0345	6,75**
Odporność na PVY (9°) Resistance to PVY (9°)	48,37**	0,7514	0,7359	4,1339	20,98**	0,1266	6,95**
Odporność na PLRV (9°) Resistance to PLRV (9°)	158,17**	0,9081	0,9024	4,8931	65,74**	0,0865	12,58**

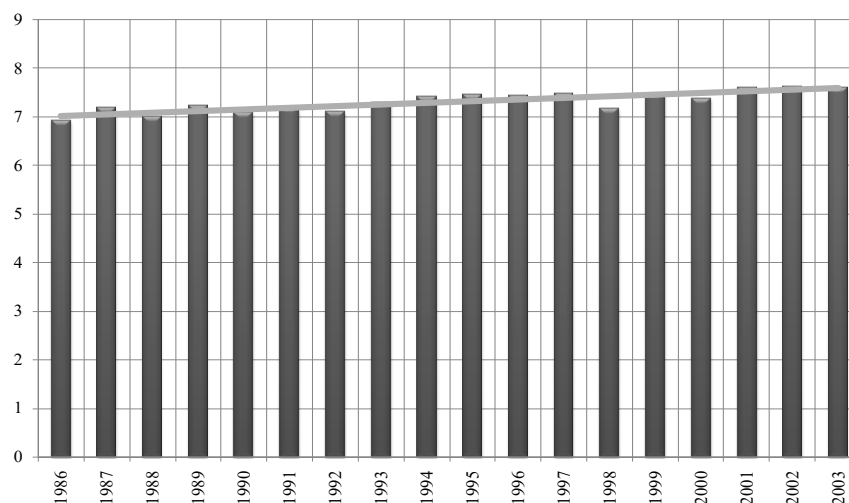
* Istotne przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0,05$; ** Istotne przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0,01$; ^{NS} — Nieistotne; Not significant

Na rysunkach 2 a, 2 b, 2 c oraz 2 d przedstawiono wyznaczone wartości średnie analizowanych cech jakościowych i wykresy istotnych funkcji regresji liniowej. Istotnego trendu liniowego nie stwierdzono tylko dla odporności na zarzę ziemniaka. Dla pozostałych badanych cech jakościowych stwierdzono istotne statystycznie, rosnące trendy liniowe.



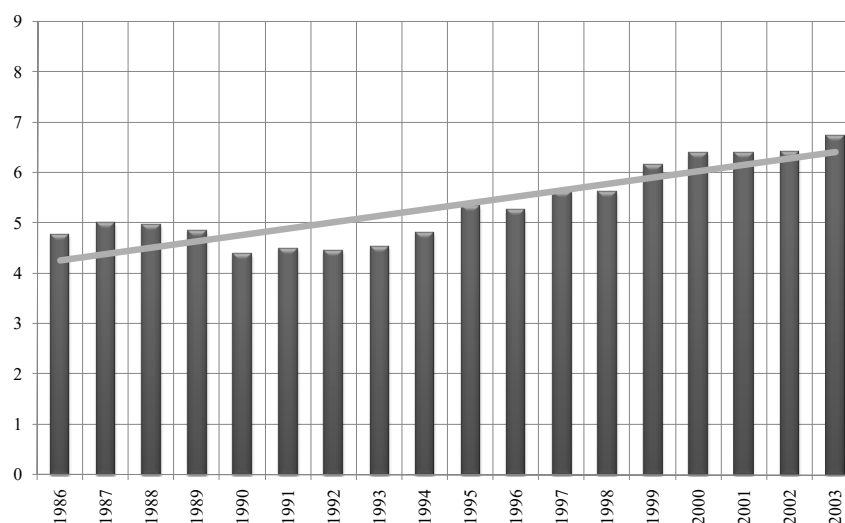
Rys. 2 a. Średnia odporność na zarzę ziemniaka (°) dla odmian znajdujących się w produkcji w latach 1986–2003

Fig. 2 a. Average resistance to late blight (°) for the cultivars present in production in the years 1986–2003

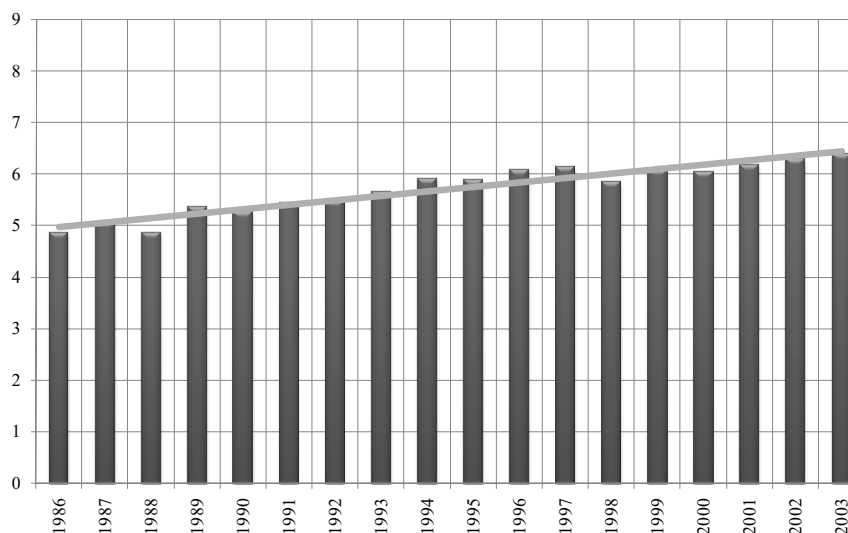


Rys. 2 b. Średnia odporność na parcha zwykłego (°) oraz istotna funkcja regresji liniowej reprezentująca trend zmian w czasie dla odmian znajdujących się w produkcji w latach 1986–2003

Fig. 2 b. Average resistance to common scab (°) and significant linear regression function representing a trend of changes for the cultivars present in production in the years 1986–2003



Rys. 2 c. Średnia odporność na PVY (9°) oraz istotna funkcja regresji liniowej reprezentująca trend zmian w czasie dla odmian znajdujących się w produkcji w latach 1986–2003.
Fig. 2 c. Average resistance to PVY (9°) and significant linear regression function representing a trend of changes for the cultivars present in production in the years 1986–2003.



Rys. 2 d. Średnia odporność na PLRV (9°) oraz istotna funkcja regresji liniowej reprezentująca trend zmian w czasie dla odmian znajdujących się w produkcji w latach 1986–2003
Fig. 2 d. Average resistance to PLRV (9°) and significant linear regression function representing a trend of changes for the cultivars present in production in the years 1986–2003

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Jakościowy postęp odmianowy w latach 1946–2007 potwierdzili w badaniach Chotkowski i Stypa (2007). Autorzy ci uznali za pozytywne zmiany w takich cechach jakościowych jak: odporność na PVY i PLRV, zarzę ziemniaka, czarną nóżkę, mątwika ziemniaczanego oraz nieznaczną poprawę w przypadku parcha zwykłego. Ponadto wskazali oni na postęp w walorach smakowych i kulinarnych odmian jadalnych (smakowość, ciemnienie mięszu surowego, ciemnienie mięszu gotowanego) i udział odmian przydatnych do przetwórstwa na chipsy i frytki oraz w cechach morfologicznych bulw ziemniaka (głębokość oczek, regularność kształtu). Zaobserwowali również wzrost zawartości skrobi w odmianach skrobiowych.

Zimnoch-Guzowska i wsp. (2006) stwierdzili, że prace hodowlane nad odpornością nowych odmian ziemniaka na patogeny powinny być kontynuowane, ponieważ mimo wielu lat badań nadal nie osiągnięto zadowalającego poziomu cech odpornościowych. W przypadku odmian skrobiowych, prace hodowców powinny skupić się na uzyskiwaniu odmian, charakteryzujących się krótkim okresem wegetacji (odmiany średnio-wczesne) oraz zawartością skrobi, nie przekraczającą 24%.

Analiza zmian poziomów wybranych cech jakościowych, wyznaczonych na podstawie wyników doświadczeń odmianowych SDOO, wykazała istotny trend wzrostowy odporności na parcha zwykłego, PVY oraz PLRV. Stwierdzono również spadek odporności na zarzę ziemniaka.

Badając zmiany cech jakościowych w produkcji polowej stwierdzono istotne trendy wzrostowe w przypadku odporności na parcha zwykłego, PVY oraz wirusa PLRV. W przypadku odporności na zarzę ziemniaka, mimo niewielkich wahań, nie stwierdzono istotnych zmian.

Na podstawie analizy wybranych cech takich, jak odporność na parcha zwykłego, PVY oraz PLRV, widać wyraźnie, że rolnicy wykorzystywali postęp jakościowy wytworzony przez hodowlę i wprowadzony do produkcji poprzez uprawę zarejestrowanych nowych odmian. Odporność na zarzę ziemniaka, w przypadku której stwierdzono istotny trend spadkowy na etapie rejestracji nowych odmian, nie ulegała istotnym zmianom w produkcji polowej.

Analizując dynamikę zmian wartości cech jakościowych w doświadczeniach ścisłych i produkcji polowej stwierdzono, że zmiany w odporności odmian na patogeny były silniejsze w produkcji polowej niż w doświadczeniach odmianowych. Odporność na parcha zwykłego w produkcji polowej wzrastała o 0,035 w skali dziesięciostopniowej, a na etapie rejestracji nowych odmian tylko o 0,028. W przypadku odporności na PLRV było to 0,087 dla produkcji polowej i 0,061 na etapie rejestracji nowych odmian. Największą intensywność zmian wykazała odporność na PVY. Na etapie rejestracji nowych odmian wzrost tej cechy wynosił 0,042 na rok, podczas gdy w produkcji polowej było to aż 0,127 w skali dziesięciostopniowej. Taka duża różnica wskazuje na wyjątkowe ukierunkowanie preferencji rolników, dobierających właściwe odmiany do uprawy. W produkcji polowej wyraźnie dominowały, odmiany cechujące się wyższą odpornością na PVY, a ich udział w powierzchni uprawy zwiększał się z każdym rokiem.

LITERATURA

- Arseniuk E. 2003. Nowy wizerunek polskiego ziemniaka. W: Ziemniak — nowe wyzwania. Agro Serwis, Warszawa: 3 — 8.
- Chotkowski J., Stypa I. 2007. Ocena postępu hodowlanego w produkcji ziemniaka w Polsce w latach 1946–2007. Biul. IHAR 245: 181 — 189.
- Chrzanowska M., Michalak K. 2006. Średnia odporność odmian na wirus Y w produkcji ziemniaków w Polsce to za mało. Ziemniak Polski 1: 5 — 9.
- Domański L. 2008. Kryteria selekcji na cechy jakościowe w hodowli ziemniaka. Ziemniak Polski 4: 22 — 24.
- Dziewońska M. 1974. Hodowla ziemniaków odpornych na wirusy.. Ziemniak: 22 — 29.
- Gabriel W., Chrzanowska M., Rynkalowa I. 1975. Odporność odmian ziemniaka na wirus liściozwoju oraz wirusy Y i M wg stanu badań na 1 stycznia 1975 r. Biuletyn Instytutu Ziemniaka 16: 41 — 43.
- Gawińska-Urbanowicz H. 2007. Ocena występowania chorób grzybowych i bakteryjnych ziemniaka w warunkach polowych. Biuletyn IHAR 243: 191 — 197.
- Kamasa J. 2003. Charakterystyka rejestru odmian ziemniaka. W: Ziemniaki — nowe wyzwania. Warszawa, Agro Serwi: 21 — 24.
- Kapsa E. 1977. Aktualne problemy ochrony ziemniaków. Nowe Rolnictwo 9: 7 — 9.
- Krasiński T., Juszczak M. 1998. Opłacalność ochrony plantacji ziemniaka. Ekonomia technologii produkcji roślinnej — konferencja naukowa, Bonin, IHAR: 12 — 18.
- Lista Odmian Roślin Rolniczych. 1970–2003. Słupia Wielka, COBORU.
- Olszewska-Rynkal I. 1981. Odporność na wirusy odmian ziemniaka wpisanych do rejestru odmian oryginalnych w latach 1975–1979. Biuletyn Instytutu Ziemniaka 26: 5 — 11.
- Pietrak J. 2004. Poziom odporności na wirusy odmian ziemniaka znajdujących się w Rejestrze w 2003 roku. Biul. IHAR 232: 301 — 306.
- Rozmiarzek A. 1970. Ziemniak — wyniki doświadczeń odmianowych przeprowadzonych w roku 1969. Słupia Wielka, COBORU.
- SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT 9.1 user's guide. Cary, NC, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- Syntezy wyników doświadczeń odmianowych — Ziemniak. 1970–1999. Słupia Wielka, COBORU.
- Syntezy wyników doświadczeń rejestrowych — Ziemniak. 2000–2003. Słupia Wielka, COBORU.
- Śliwka J. 2008. Geny odporności na *Phytophthora infestans* z *Solanum bulbocastanum* w hodowli ziemniaka. Ziemniak Polski, 3: 12 — 15.
- Wyniki doświadczeń odmianowych. 1961. Seria A. Sprawozdanie roczne. Zeszyt 53. Ziemniak. 1960 r. Warszawa, Ministerstwo Rolnictwa.
- Wyniki doświadczeń odmianowych. 1962. Seria B. Opracowanie wieloletnie. Tom XX. Ziemniak w latach 1957–1959. Warszawa, Ministerstwo Rolnictwa.
- Wyniki doświadczeń odmianowych. 1964. Seria A. Sprawozdanie roczne. Zeszyt 104. Ziemniak. 1963 r. Warszawa, Ministerstwo Rolnictwa.
- Wyniki doświadczeń odmianowych. 1966 a. Seria A. Sprawozdanie roczne. Zeszyt 116. Ziemniak. 1964 r. Warszawa, Ministerstwo Rolnictwa.
- Wyniki doświadczeń odmianowych. 1966 b. Seria B. Ziemniak w latach 1960–0962. Warszawa, Ministerstwo Rolnictwa.
- Wyniki doświadczeń odmianowych. 1968. Seria A. Sprawozdanie roczne. Zeszyt 151. Ziemniak 1966 r. Warszawa, Ministerstwo Rolnictwa.
- Wyniki doświadczeń odmianowych. 1969. Seria A. Sprawozdanie trzyletnie. Ziemniak 1966–1968. Warszawa, Ministerstwo Rolnictwa.
- Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Ziemniak. 2000–2003. Słupia Wielka, COBORU.
- Zimnoch-Guzowska E., Flis B., Pawlak A. 2006. Strategiczne kierunki hodowli ziemniaka. W: Ulepszanie roślin uprawnych dla zróżnicowanych agroekosystemów. Materiały z Sympozjum Naukowego z okazji 55-lecia IHAR. IHAR, Radzików.

DARIUSZ R. MAŃKOWSKI¹**ZBIGNIEW LAUDAŃSKI**²¹ Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin, Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików² Zakład Biometrii, Wydział Zastosowań Informatyki i Matematyki
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce Część V. Ocena postępu technologicznego w produkcji polowej ziemniaka w latach 1986–2003

Biological progress in breeding, seed technology and production of potato in Poland Part V. Estimation of technological progress in potato field production within the years 1986–2003

Wykorzystując dane produkcyjne pochodzące z badań ankietowych, opisano zmiany zachodzące w agrotechnice uprawy ziemniaka w gospodarstwach rolnych w latach 1986–2003. Dokonano oceny postępu technologicznego w uprawie ziemniaka. Postęp ten uznano za znaczący. Wyrażna poprawa nastąpiła w przygotowaniu stanowiska pod uprawę ziemniaka, wykorzystaniu zabiegów ochrony chemicznej oraz doborze plenniejszych odmian do uprawy. Stwierdzono natomiast niewielkie zmiany w wykorzystaniu kwalifikowanego materiału siewnego oraz nawożenia mineralnego. W badanym okresie systematycznie wzrastał udział w powierzchni produkcji gospodarstw stosujących korzystną dla ziemniaka technologię uprawy.

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo-środowiskowa, postęp biologiczny, postęp hodowlany, postęp odmianowy, postęp technologiczny, ziemniak

Data from survey investigation were used for description of changes in potato production on farms within the years 1986–2003. The technological Progress was estimated as significant. Distinct improvements occurred in preparation of soil, chemical control and choice of high yielding cultivars. On the other hand, small changes have been stated in use of qualified seed material and mineral nutrition. In the period of investigation, share of farms using the advantageous cultivation technology grew regularly.

Key words: genotype × environment interaction, biological progress, breeding progress, cultivar progress, technological progress, potato

WSTĘP

Najczęściej jako główne czynniki wpływające na kształtowanie plonu roślin rolniczych wymienia się: czynniki edaficzne (rodzaj gleby, zasobność gleby w składniki pokarmowe, itp.), klimatyczne (opady, nasłonecznienie, temperatura, itp.), agrotechniczne (zmianowanie, nawożenie organiczne i chemiczne, stosowana technologia uprawy, ochrona chemiczna plantacji, itp.), melioracyjne (nawadnianie i odwadnianie) oraz biologiczne — odmiana (Dzieżyc, 1993). Na czynniki klimatyczne rolnik nie ma wpływu, w małym stopniu może oddziaływać na czynniki edaficzne. W przypadku czynników biologicznych wpływ ten ograniczony jest do wyboru dostępnych na rynku odmian. Natomiast w największym stopniu rolnik ma wpływ na czynniki agrotechniczne. Tak więc na wysokość uzyskiwanych plonów można wpływać w znacznej mierze poprzez stosowanie odpowiednich technologii produkcji.

Sawicka i Pszczółkowski (2004) na podstawie analizy zmienności struktury plonu ziemniaka stwierdzili, że czynniki środowiskowe działały bardzo silnie na wysokość plonu handlowego bulw ziemniaka. Jednocześnie plony bulw wykazały się w badaniach wyraźną niestabilnością, ale ich wysokość, przekraczająca znacznie średnie plony krajowe, wskazywała na duży potencjał, możliwy do wykorzystania poprzez optymalizację procesu uprawy. Zmiennością cech ziemniaka wywołowaną różnymi warunkami środowiska zajmowało się wielu badaczy (Ubysz-Borucka, 1977; Trętowski i in., 1989; Sawicka, 1991; Sawicka i Pszczółkowski, 2004).

Roztropowicz (1971) na podstawie analizy przyczyn niskiego plonowania ziemniaków, przeprowadzonej w oparciu o doświadczenia, stwierdza że jednym z podstawowych elementów, na który należy zwracać uwagę w praktyce, jest dostosowanie zabiegów agrotechnicznych do układu warunków polowych.

Analizując zmiany w poziomie agrotechniki w gospodarstwach towarowych w latach 1986–1994 Krzymuski i Laudański (1996) zauważyli, iż niezależnie od zmian pogody wysokość osiągniętych plonów ziemniaka była ściśle uwarunkowana poziomem czynników plonotwórczych (jakość siedliska, nawożenie mineralne, wysadzanie kwalifikowanych sadzeniaków, ochrona chemiczna). Najwyższe plony osiągnęto w ścisłych doświadczeniach odmianowych, w których poziom agrotechniki był wysoki, pośrednie w gospodarstwach państwowych, gdzie poziom agrotechniki nie dorównywał doświadczeniom ścisłym, a najniższe w gospodarstwach indywidualnych, w których poziom agrotechniki był często ograniczony z przyczyn ekonomicznych. Ponadto autorzy zaobserwowali wyraźną współzależność stosowania wysokonakładowych środków produkcji (nawożenia mineralnego, chemicznej ochrony roślin i kwalifikowanego materiału sadzeniakowego), które współdziałając, w największym stopniu decydowały o wysokości uzyskiwanych plonów.

Celem opracowania jest oszacowanie postępu biologicznego w hodowli, nasiennictwie i produkcji polowej ziemniaka w Polsce. Niniejsza praca koncentruje się na ocenie zmian zachodzących w technologii produkcji ziemniaka w Polsce w latach 1986–2003.

MATERIAŁ I METODY

Ocenę postępu technologicznego w produkcji polowej ziemniaka oparto na danych produkcyjnych pochodzących z indywidualnych gospodarstw rolniczych. Badania te prowadzone były przez Pracownię Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin, Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Rozpoczęto je w roku 1986. Badania ankietowe przeprowadzane były w gospodarstwach prowadzących rachunkowość rolną dla potrzeb Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej. Ocenę postępu technologicznego oparto na metodyce zaproponowanej przez Laudańskiego i wsp. (2007 a i b).

W pierwszym etapie zidentyfikowano czynniki agrotechniczne wpływające istotnie na osiągane plony. W tym celu wykorzystano analizę funkcji regresji wielokrotnej uzyskiwanych plonów względem tych czynników. Poziomy wartości tych czynników zostały sprowadzone do skali wartości wyrażonej od 0 do 5 (dalej zwaną skalą 5-stopniową). Przekształcenia dokonano według wzoru:

$$x'_i = \frac{x_i - x_{\max}}{x_{\max} - x_{\min}} \cdot 5$$

gdzie: x_i — cecha ilościowa; x'_i — cecha wyrażona w skali 5-stopniowej; $x_{\max}$ — maksymalna wartość cechy ilościowej; $x_{\min}$ — minimalna wartość cechy ilościowej.

W kolejnym etapie wykonano analizę czynnikową metodą składowych głównych Hotellinga (Hotelling, 1933; Szczotka, 1977; Wójcik i Laudański, 1989; Timm, 2002), z zastosowaniem rotacji varimax oraz normalizacji Kaisera (Khattree i Naik, 1999; Timm, 2002). Rotacja varimax polega na obrocie kierunków głównych określających składowe główne w taki sposób, aby ładunki cech maksymalnie się różnicowały, przez co uzyskuje się łatwiejszą ich interpretację (Wójcik i Laudański, 1989; Khattree i Naik, 1999; Timm, 2002; SAS Institute Inc., 2004 b; Walesiak i Gatnar, 2009). Normalizacja Kaisera pozwala na identyfikację czynników głównych tłumaczących w największym stopniu zmienność obserwowanych cech (Kaiser, 1958; Khattree i Naik, 1999; Timm, 2002; SAS Institute Inc., 2004 b). Przyjmuje się, że znaczące są te czynniki główne, których wartości własne wynoszą powyżej 1. Zasada ta najczęściej znajduje potwierdzenie w teście ospyska (graficzna prezentacja wartości własnych czynników głównych).

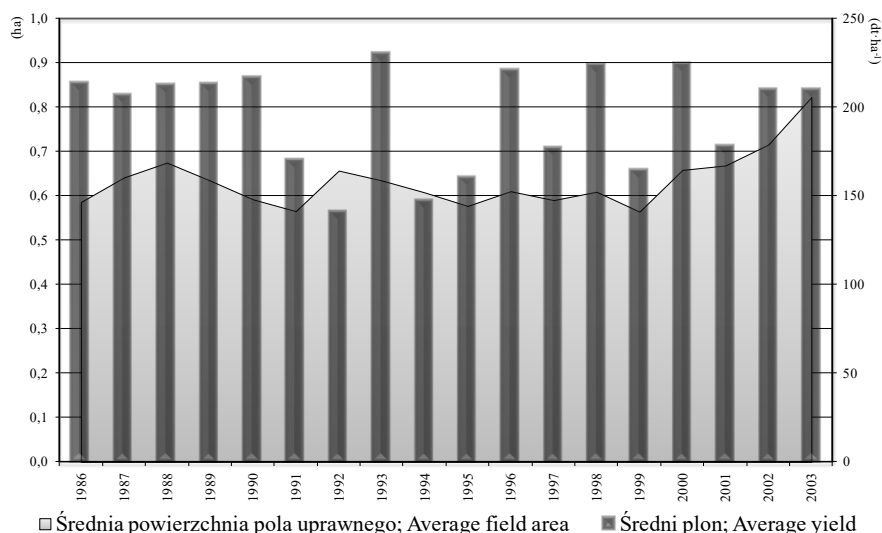
Następnie dla każdej obserwacji, dla wartości czynników głównych przypisano 0 jeżeli wartość była ujemna lub 1, gdy była nieujemna. Zestawiając tak wyznaczone wartości otrzymano zapis w systemie binarnym wariantów technologii uprawy. Następnie za pomocą modelu mieszanego Scheffégo-Calińskiego (Caliński i in., 1998) wyznaczono efekty główne, za pomocą których pogrupowano wyznaczone warianty technologii uprawy na technologie istotnie lepsze od średniej, technologie dające efekty na poziomie średnim oraz technologie dające wyniki istotnie gorsze od średniej środowiskowej. Po uwzględnieniu udziału powierzchniowego tych wariantów technologii uprawy w latach, oceniono czy na przestrzeni lat zachodziły jakieś zmiany oraz czy były one korzystne, czy też nie.

Do obliczeń wykorzystano System SAS® (SAS Institute Inc., 2004 a, 2004 b). Wykresy prezentujące geograficzne rozmieszczenie wartości cech sporządzono w programie STATISTICA 5.0 (StatSoft Inc., 1997).

WARUNKI PANUJĄCE W PRODUKCJI ZIEMNIAKA W LATACH 1986–2003

Postęp technologiczny w produkcji polowej ziemniaka ma niebagatelny wpływ na osiągnięte plony, jest jednak bardzo trudny do oszacowania. Jego ocena wymaga bardzo szczegółowych informacji o warunkach środowiskowych i o poziomie agrotechniki każdego badanego pola uprawnego. Dlatego też ocenę postępu technicznego i technologicznego wykonano w oparciu o dane produkcyjne pochodzące z indywidualnych gospodarstw rolnych.

W badaniach ankietowych w latach 1986–2003 opisano łącznie 14 847 pól uprawnych (co roku badano od 420 do 620 indywidualnych gospodarstw rolnych). Średnia wielkość pola uprawnego wahała się od 0,56 ha do 0,82 ha, a średnie plony od 14,1 t·ha⁻¹ do 23 t·ha⁻¹ (rys. 1). Analizując średnie plony w badanym okresie w ujęciu geograficznym (rys. 2) można zauważyć, że najwyższe plony ziemniaków osiągnęto w rejonie południowo-centralnej Polski, a najniższe w rejonie północno-centralnym.

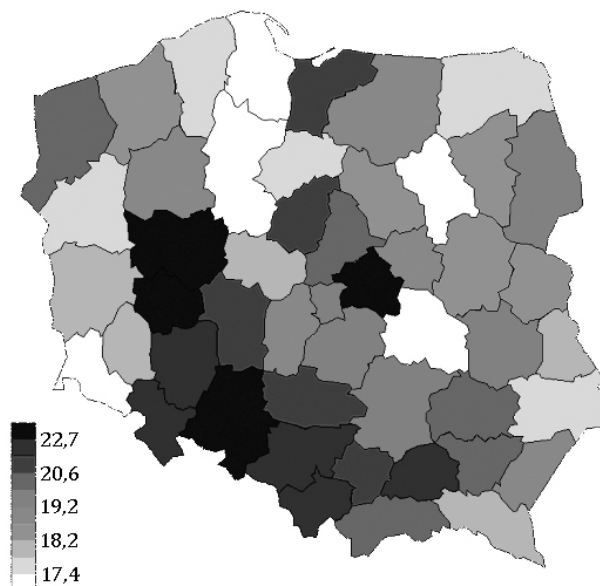


Rys. 1. Średnia powierzchnia pola uprawnego i średni plon ziemniaka w badaniach ankietowych w latach 1986–2003

Fig. 1. Average field area and average potato yield in the survey investigation within the years 1986–2003

W latach 1986–2003 średni udział odmian średnio późnych i późnych w powierzchni uprawy gatunku wynosił w badaniach ankietowych 57,8%, średnio wczesnych — 28,8%, wczesnych — 3,9%, a bardzo wczesnych — 9,67% (rys. 3 A). Obserwując dynamikę zmian w strukturze grup wczesności odmian, po rozbiciu badanego okresu na trzy okresy

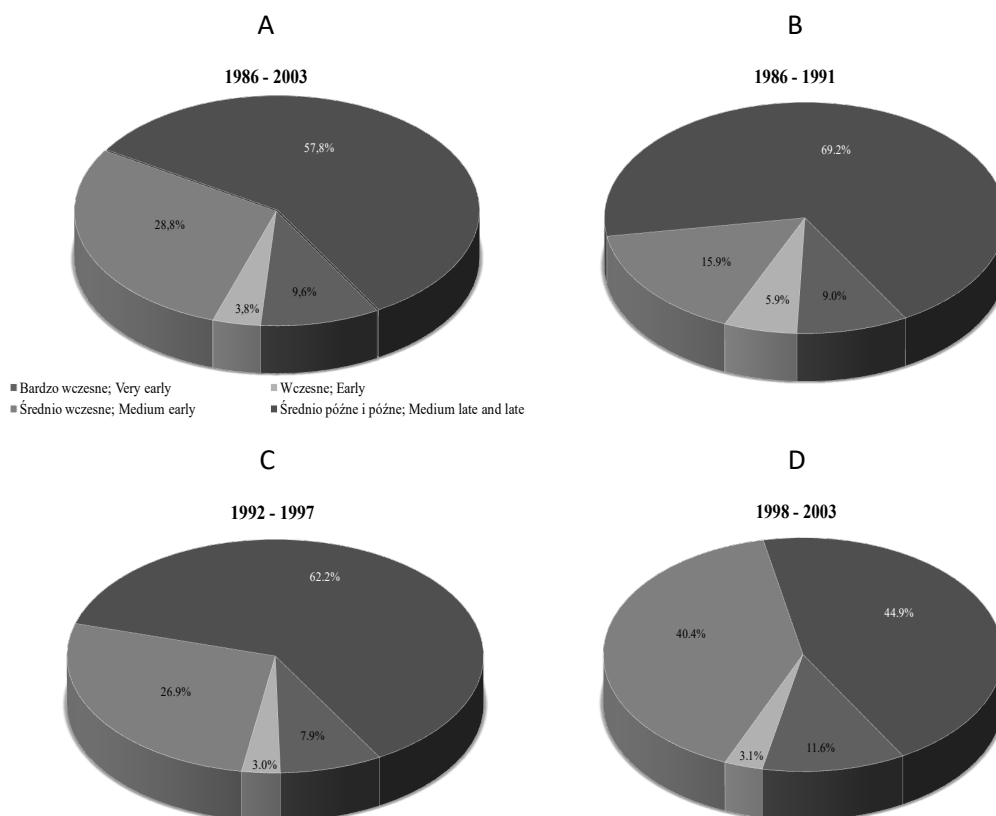
sześćioletnie (rys. 3 B, C, D), można zauważyć, iż w początkowym okresie zmniejszał się udział w produkcji polowej odmian z grupy wczesnych (spadek o 2,91%), natomiast zwiększał się udział odmian średnio wczesnych (o około 11,01%). W końcowym okresie badań udział odmian średnio późnych i późnych uległ wyraźnemu zmniejszeniu (o około 17,3%), przy jednoczesnym wzroście udziału odmian bardzo wczesnych (o około 3,66%) oraz średnio wczesnych (o około 13,51%).



Rys. 2. Średnie plony ziemniaków ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w badaniach ankietowych. Polska według starego podziału administracyjnego (49 województw)

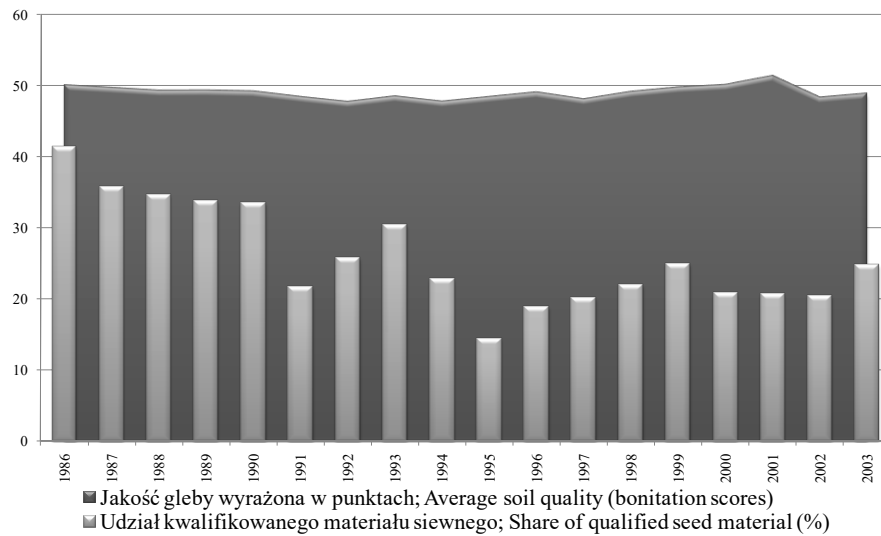
Fig. 2. Average potato yields ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) in the survey investigation. Poland in old administrate division (49 voivodeships)

Jakość siedliska, w ankietowanych gospodarstwach indywidualnych, wyrażona w punktach waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (Witek, 1981), nie ulegała w badanym okresie wyraźnym zmianom (rys. 4). W rejonie południowej i południowo-wschodniej Polski (rys. 5) ziemniaki uprawiano przeważnie na glebach o średnio najwyższej jakości, natomiast w rejonie północnej i północno-wschodniej Polski na stanowiskach o średnio najniższej jakości. W badanym okresie zaobserwowano spadek wykorzystania kwalifikowanego materiału siewnego (sadzeniaków) (rys. 4). Materiał kwalifikowany w roku 1986 wykorzystywało około 41,4% ankietowanych rolników, a w roku 2003 jedynie 24,7%. Największy udział kwalifikowanych sadzeniaków obserwowano w zachodniej części Polski, a najniższy w części północno-wschodniej (rys. 6).



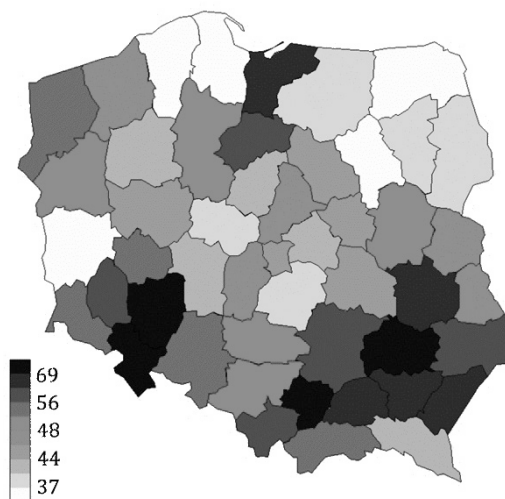
Rys. 3. Udział odmian należących do poszczególnych grup wczesności w powierzchni uprawy ziemniaka w latach 1986–2003 oraz w poszczególnych sześciolatkach w tym okresie
Fig. 3. Participation of cultivars classified to different groups of earliness on the area of potato cultivation in the years 1986–2003 and in successive six-years intervals of the period

W latach 1986–2003, w ankietowanych gospodarstwach indywidualnych, rolnicy uprawiali głównie odmiany znajdujące się w rejestrze odmian roślin uprawnych, przy czym były to w większości odmiany znajdujące się w rejestrze dłużej niż 5 lat. Jednak z upływem lat stopniowo wzrastał udział odmian nowych (zarejestrowanych co najwyżej 5 lat wcześniej). Niestety średnio ok. 10% uprawianych przez rolników odmian było odmianami bardzo starymi, wykreślonymi już z rejestru odmian roślin uprawnych (rys. 7). Średni wiek odmiany (okres od momentu rejestracji do roku w którym uprawiano daną odmianę) wynosił w tym okresie 13–16 lat.



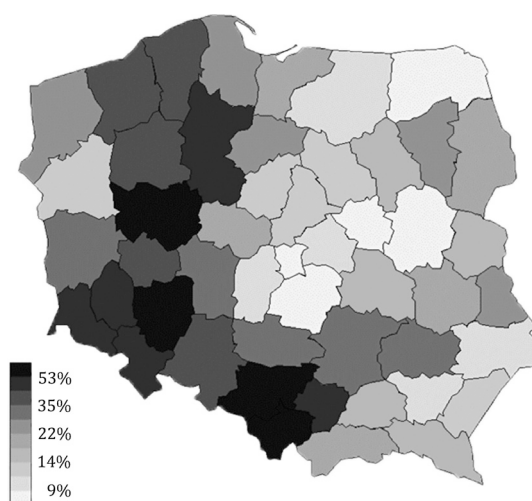
Rys. 4. Średnia jakość gleby w punktach waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej oraz procentowy udział kwalifikowanego materiału siewnego ziemniaka w badaniach ankietowych w latach 1986–2003

Fig. 4. Average soil quality (bonitation scores) and percentage share of qualified seed material in the survey investigation within the years 1986–2003



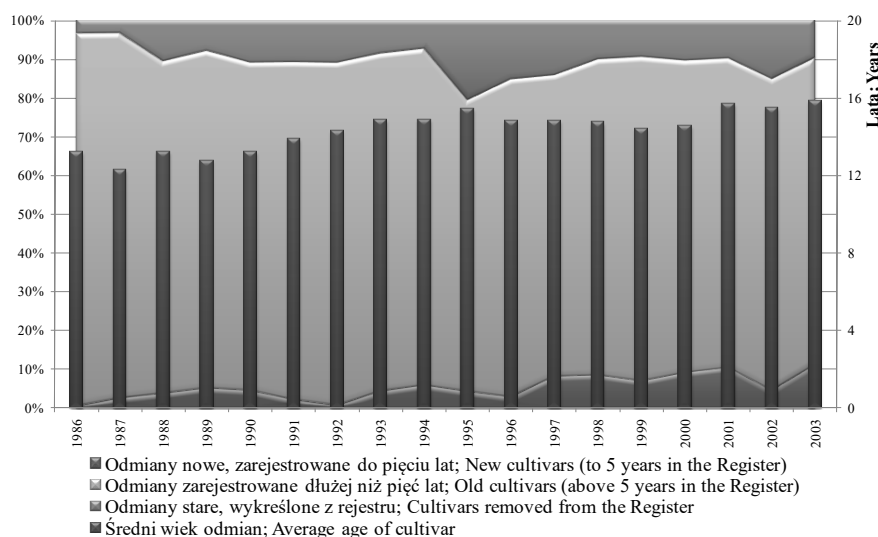
Rys. 5. Średnia jakość gleby wyrażona w punktach waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej w badaniach ankietowych. Polska według starego podziału administracyjnego (49 województw)

Fig. 5. Average soil quality bonitation scores in the survey investigation. Poland in old administrative division (49 voivodeships)



Rys. 6. Średni udział kwalifikowanego materiału siewnego ziemniaka w produkcji polowej ziemniaka w badaniach ankietowych. Polska według starego podziału administracyjnego (49 województw)

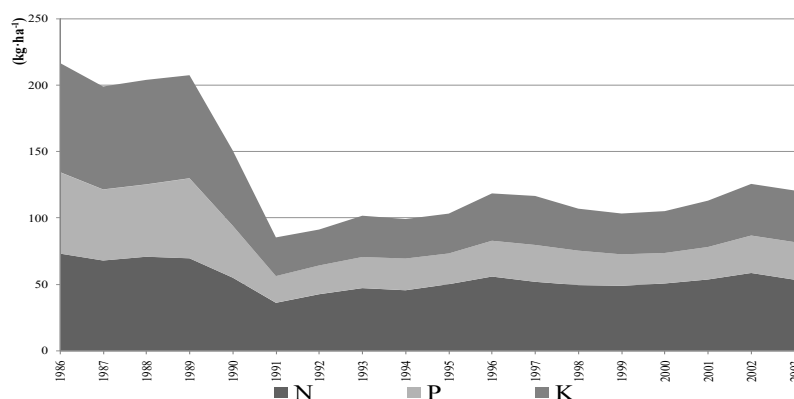
Fig. 6. Average percentage of qualified seed in the survey investigation. Poland in old administrative division (49 voivodeships)



Rys. 7. Średni wiek odmian (określający okres od momentu zarejestrowania danej odmiany do momentu jej uprawy na ankietowanym polu) oraz udział w ogólnej powierzchni uprawy odmian nowych (do 5 lat od momentu wpisania do rejestru), starych (powyżej 5 lat od momentu wpisania do rejestru) i odmian wykreślonych z rejestru a pozostających w uprawie w latach 1986–2003

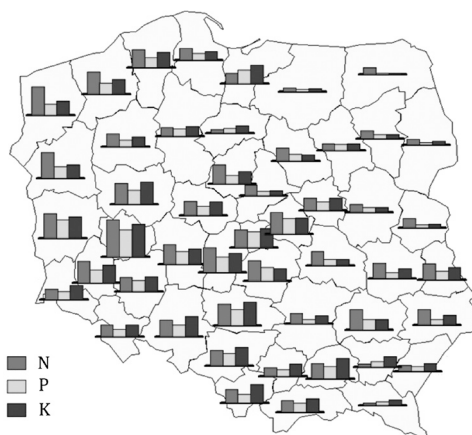
Fig. 7. Average age of cultivar (indicating the period from the time of registration of the cultivar to its growing on a surveyed farm) and participation of new cultivars (to 5 years in the Register), old cultivars (above 5 years in the Register) and cultivars removed from the Register but maintained in cultivation within the years 1986–2003

Dawki nawożenia mineralnego (N, P i K) w badanym okresie ulegały znacznym zmianom (rys. 8). W latach 1986–1989 wysokość nawożenia wynosiła około 220 kg NPK·ha⁻¹. Gwałtowny spadek (do poziomu około 80 kg NPK·ha⁻¹) nastąpił w roku 1991. W ostatnich latach badań (2000–2003) nawożenie mineralne utrzymywało się na poziomie ok. 116 kg NPK·ha⁻¹, przy czym największy udział miało nawożenie azotowe (około 54 kg N·ha⁻¹), a najmniejszy udział nawożenie fosforem (około 26 kg P·ha⁻¹). Obserwując geograficzny rozkład średnich poziomów nawożenia mineralnego (rys. 9) można zaobserwować, iż najwyższe dawki N, P i K stosowano w Polsce południowo-zachodniej, a najniższe w rejonie północno-wschodnim.



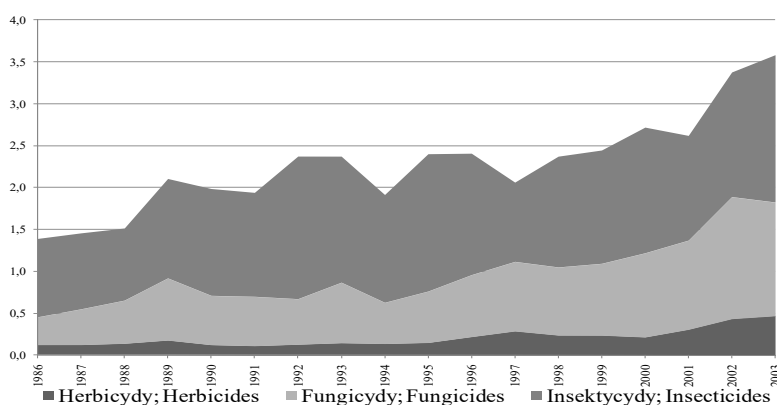
Rys. 8. Średni poziom nawożenia mineralnego wyrażony w kg czystego składnika na ha, w badaniach ankietowych, w latach 1986–2003

Fig. 8. Average level of mineral fertilization, expressed in kg of pure element per ha, according to the survey investigation of the years 1986–2003



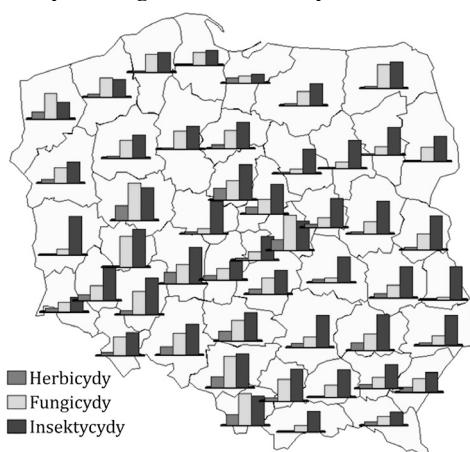
Rys. 9. Średnie nawożenie N, P, K w badaniach ankietowych. Polska według starego podziału administracyjnego (49 województw)

Fig. 9. Average N, P and K fertilization in the survey investigation. Poland in old administrate division (49 voivodeships)



Rys. 10. Średnia liczba zabiegów ochrony chemicznej stosowanych w uprawie ziemniaka, w badaniach ankietowych, w latach 1986–2003

Fig. 10. Average number of chemical protection treatments in potato cultivation, according to the survey investigation within the years 1986–2003



Rys. 11. Średnia liczba zabiegów chemicznej ochrony roślin herbicydami, fungicydami i insektycydami w badaniach ankietowych. Polska według starego podziału administracyjnego (49 województw)

Fig. 11. Average number of chemical protection treatments (fungicides, herbicides and pesticides) in potato cultivation, according to the survey investigation. Poland in old administrate division (49 voivodeships)

W badanym okresie można zaobserwować wzrost liczby zabiegów ochrony chemicznej w uprawie polowej ziemniaka (rys. 10). W początkowym okresie ankietowani rolnicy stosowali średnio 1,4 zabiegów chemicznej ochrony roślin w sezonie wegetacji, z czego 0,94 zabiegu insektycydami. Wraz z upływem lat obserwowano systematyczny wzrost liczby zabiegów. W końcowym okresie badań ankietowych, na polu ziemniaków rolnicy stosowali już średnio 3,6 zabiegów ochrony chemicznej, z czego 1,8 zabiegów

insektycydami, 1,4 zabiegów fungicydami i 0,4 zabiegu herbicydami. Geograficzne rozmieszczenie średniej liczby zabiegów ochrony chemicznej przedstawiono na rysunku 11. Można zaobserwować, iż średnio największą liczbę zabiegów ochrony chemicznej odnotowano w południowo-zachodniej i w centralnej Polsce.

POSTĘP TECHNOLOGICZNY

Ocena technologii uprawy

Do oceny technologii uprawy wykorzystano wyniki badań z lat 1992–2003. Obejmowały one dane o 7 561 polach uprawnych, na których uprawiano najliczniej występujące odmiany ziemniaków.

Pośród badanych cech związanych z uprawą ziemniaka, część stanowiły cechy ilościowe (plon, dawki nawożenia mineralnego, itp.), inne z kolei były traktowane jako cechy jakościowe (np. rodzaj materiału siewnego, odczyn gleby, rodzaj przedplonu, itp.). Do analiz wybrano tylko te cechy, które istotnie wpływały na osiągnięte plony. W celu ujednolicenia danych i sprowadzenia poszczególnych cech do wartości porównywalnych przewartościowano warianty cech jakościowych oraz lata uprawy (obrazujące wpływ warunków klimatycznych) na wartości średnich plonów. W analizach wykorzystano następujące cechy:

- Obornik — liczba lat, jaka upłynęła od ostatniego nawożenia obornikiem pola uprawnego do momentu przeprowadzenia ankiety, ($\bar{x} = 0,18$; $SD = 0,80$; min = 0,00; max = 15,00);
- Ilość wysiewu — wyrażona w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, ($\bar{x} = 2476,12$; $SD = 315,43$; min = 1200,00; max = 4285,00);
- NPK — dawka nawożenia mineralnego N, P i K, wyrażona w kg czystego składnika na hektar, ($\bar{x} = 111,10$; $SD = 103,75$; min = 0,00; max = 540,00);
- Termin sadzenia — liczba dni, które upłynęły od pierwszego stycznia do dnia sadzenia, ($\bar{x} = 113,83$; $SD = 9,30$; min = 63,00; max = 155,00);
- Termin zbioru — liczba dni, które upłynęły od pierwszego stycznia do dnia zbioru, ($\bar{x} = 257,01$; $SD = 14,88$; min = 152,00; max = 316,00);
- Pestycydy — łączna liczba zabiegów ochrony chemicznej fungicydami, herbicydami oraz insektycydami, ($\bar{x} = 2,53$; $SD = 1,57$; min = 0,00; max = 10,00);
- Przedplon — rodzaj przedplonu, przeliczony na średnie plony dla każdego przedplonu, w badaniach ankietowych rozróżniano 19 klas przedplonów, ($\bar{x} = 190,28$; $SD = 13,00$; min = 171,01; max = 225,19);
- Materiał siewny — rodzaj i stopień kwalifikacji materiału siewnego wyrażony w skali sześciostopniowej, przeliczony na średnie plony dla każdego ze stopni kwalifikacji, ($\bar{x} = 194,06$; $SD = 14,11$; min = 186,43; max = 243,82);
- Odczyn gleby — wyrażony w skali pięciostopniowej, przeliczony na średnie plony dla każdego z poziomów tej cechy, ($\bar{x} = 194,17$; $SD = 7,37$; min = 181,24; max = 206,61);

- Odmiana — średnie plony uzyskiwane dla danych odmian; w analizach uwzględniono 82 odmiany oraz grupy nieznanych odmian krajowych i zagranicznych, ($\bar{x}$ = 195,44; SD = 15,46; min = 158,48; max = 292,85);
- Jakość stanowiska — wyrażona w punktach waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (Witek, 1981); wyróżniono 8 poziomów tej cechy, ($\bar{x}$ = 49,15; SD = 19,26; min = 18,00; max = 100,00);
- Lata uprawy — poszczególne lata reprezentowały unikalne i losowe układy warunków klimatycznych, wpływających istotnie na osiągnięte plony; wartość lat wyrażono średnimi plonami uzyskiwanymi w danym roku, ($\bar{x}$ = 189,67; SD = 31,96; min = 140,84; max = 229,82).

Tak określone wartości cech przeliczono na skalę 5-stopniową.

Prawidłowy dobór cech przyczynowych dla plonowania ziemniaka potwierdziła przeprowadzona analiza regresji wielokrotnej (tab. 1). Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że każdy z analizowanych czynników miał istotny wpływ na plony ziemniaka.

Tabela 1

Wyniki analizy regresji wielokrotnej cech warunkujących plony ziemniaka w badaniach ankietowych
Results of multiple regression analysis of variables which determined potato yielding in the survey investigation

Model regresji wielokrotnej — Multiple regression model				
czynnik factor		ocena parametru parameter estimation	błąd standardowy standard error	statystyka t t statistic
Stała regresji — Intercept		-0,08982	0,08124	-1,11 ^{NS}
Rok — Year		0,13722	0,00352	38,99**
Odmiana Cultivar		0,25864	0,02889	8,95**
Jakość siedliska — Soil quality		0,02282	0,00564	4,05**
Odczyn gleby — Soil pH		0,02279	0,00432	5,27**
Przedplon — Forecrop		0,02682	0,00559	4,80**
Obornik — Manure		-0,09181	0,02368	-3,88**
Nawożenie NPK — NPK fertilization		0,11890	0,00764	15,56**
Sadzeniaki — materiał siewny — Seed material		0,04189	0,00537	7,80**
Ilość wysiewu — Seed rate		0,06853	0,01266	5,41**
Termin sadzenia — Sowing date		-0,05094	0,01352	-3,77**
Pestycydy — Pesticides		0,13184	0,00888	14,85**
Termin zbioru — Harvest date		0,08143	0,01453	5,61**
Analiza wariancji dla modelu — Models ANOVA				
źródło source	stopnie swobody degrees of freedom	suma kwadratów sum of squaers	średnie kwadraty mean squares	statystyka F F statistic
Model — Model	12	13935223	1161269	286,73**
Błąd — Error	7548	30569980	4050,07688	
Razem — Total	7560	44505204		
<i>R</i> modelu Models <i>R</i>	0,5596	<i>R</i> ² modelu Models <i>R</i> ²	0,3131	Poprawiony <i>R</i> ² modelu Models adjusted <i>R</i> ²
				0,3120

* Istotne przy $\alpha = 0,05$; ** Istotne przy $\alpha = 0,01$; ^{NS} — Nieistotne;

* Significant at $\alpha = 0.05$; ** Significant at $\alpha = 0.01$; ^{NS} — Not significant

W kolejnym etapie wykonano analizę czynnikową metodą składowych głównych wyodrębniania czynników, by następnie zastosować rotację varimax z normalizacją Kaisera dla czterech pierwszych składowych (tab. 2). Wyodrębnione cztery czynniki

główne wyjaśniały łącznie 51,18% zmienności. Wyznaczono także oceny wartości czynnikowych, które posłużyły do oceny ważności poszczególnych czynników metodą analizy regresji wielokrotnej plonu względem tych ocen. Oceny wartości czynnikowych posłużyły także do określenia dla każdego czynnika dwóch poziomów w taki sposób, że jeżeli wartość czynnika głównego była ujemna, wówczas przypisywano mu liczbę 0, jeżeli wartość czynnika głównego była nieujemna, wówczas nadawano mu liczbę 1. Zestawiając wszystkie cztery czynniki główne uzyskano $2^4=16$ wariantów (od 0 do 15) technologii produkcji.

Tabela 2

Czynniki główne wyznaczone w analizie czynnikowej dla cech opisujących technologię uprawy ziemniaka w badaniach ankietowych
Principal factors calculated in factor analysis for the variables describing potato cultivation technology in the survey investigation

Czynniki główne Principal factors	Wartości własne Eigen values		
	ogółem total	procent wariancji variance percent	skumulowany procent wariancji cumulated variance percent
1	2,17376129	19,76	19,76
2	1,34549043	12,23	31,99
3	1,11054086	10,10	42,09
4	1,00037415	9,09	51,18
5	0,98866346	8,99	60,17
6	0,93903805	8,54	68,71
7	0,77598977	7,05	75,76
8	0,72337099	6,58	82,34
9	0,69981371	6,36	88,70
10	0,63822386	5,80	94,50
11	0,60473343	5,50	100,00

Czcionką pogrubioną zaznaczono czynniki główne wskazane przy zastosowaniu kryterium Kaisera
 Principal factors chosen using Kaiser criterion have been bolded

Na podstawie macierzy czynników (tab. 3) stwierdzono, że pierwszą grupę (czynnik pierwszy) tworzyły takie czynniki agrotechniczne, jak odmiana, nawożenie NPK, jakość materiału siewnego (sadzeniaków) oraz liczba zabiegów pestycydami. Można uznać, że były to składniki nakładowe. Drugą grupę (czynnik drugi) stanowiły przede wszystkim jakość siedliska (gleby) oraz przedplon. To z kolei były składniki określające warunki siedliska. Trzecią grupę (czynnik trzeci) stanowiły termin sadzenia i termin zbioru, czyli elementy związane z długością okresu wegetacji. Natomiast czwartą grupę (czynnik czwarty) tworzyły takie cechy jak odczyn gleby oraz ilość wysiewu, czyli cechy związane z warunkami uprawy.

W ramach każdej z wyodrębnionych technologii uprawy wyznaczono wartości średnie dla wybranych cech (tab. 4) oraz przeprowadzono analizę wariancji plonów, która wykazała istotną (wartość $F = 142,63^{**}$) zmienność porównywanych technologii. Średnie i wyznaczone grupy jednorodne przedstawiono na rysunku 12. Wyodrębnione technologie uprawy zostały pogrupowane pod względem średnich plonów w 7 grup jednorodnych. Najwyższe średnie plony obserwowano przy wykorzystaniu technologii '15', '13' oraz '12', a najniższe w przypadku technologii '0', '1' i '2'.

Tabela 3

Macierz czynników głównych wyznaczonych w analizie czynnikowej
Principal factor matrix from the factor analysis

Czynnik Factor	Rotowane czynniki główne Rotated principal factors			
	1	2	3	4
Odmiana Cultivar	0,57648	0,09514	0,16132	0,13865
Jakość siedliska Soil quality	0,00750	0,78474	-0,13533	-0,04909
Odczyn gleby Soil pH	0,25860	0,03884	0,00812	0,80097
Przedplon Forecrop	0,07799	0,77315	-0,08241	0,10227
Obornik Manure	0,21648	0,31635	0,13335	-0,03918
Nawożenie NPK NPK fertilization	0,63922	-0,01844	-0,16901	-0,23174
Materiał siewny Seed material	0,55734	0,09247	-0,06811	0,07587
Ilość wysiewu Seed rate	0,41756	0,03801	0,07622	-0,52855
Termin sadzenia Sowing date	-0,28046	-0,16280	0,71258	0,10263
Pestycydy Pesticides	0,68097	0,11582	-0,08045	0,01374
Termin zbioru Harvest date	0,10962	0,01882	0,83279	-0,12109

Wyróżniono znaczące wartości współczynników korelacji (powyżej 0,5 i poniżej 0,5)

Significant values of correlation coefficients (over 0.5 and below 0.5) have been bolded

Wyniki analizy regresji wielokrotnej (tab. 5), przeprowadzonej dla wybranych cech plonotwórczych w każdej z wyodrębnionych technologii uprawy, pozwoliły na ocenę wpływu analizowanych cech na średnie plony dla każdej z technologii. Poszczególne lata, wyrażone średnimi plonami ziemniaka w danym roku, reprezentowały różne, losowe układy warunków klimatycznych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy (tab. 5) stwierdzono następujące istotne zależności pomiędzy plonami ziemniaków, osiąganymi w poszczególnych technologiach uprawy a analizowanymi czynnikami uprawy:

- W technologii uprawy ‘0’ istotną zależność z plonem stwierdzono dla cech: warunki klimatyczne (lata uprawy), nawożenie NPK, ilość wysiewu, data sadzenia i ochrona chemiczna plantacji.
- W technologii ‘1’ — warunki klimatyczne (lata uprawy), odczyn gleby, nawożenie NPK, jakość sadzeniaków oraz ilość wysiewu.
- W technologii ‘2’ — warunki klimatyczne (lata uprawy), wartość odmiany, nawożenie NPK i ochrona chemiczna plantacji.

Tabela 4

Wartości średnie wybranych cech przeliczone na skalę 0–5 dla wyodrębnionych technologii uprawy
Means values of some variables for the distinguished cultivation technologies (transformed to 0–5 bonitation)

Technologia uprawy Cultivation technology	Lata uprawy Years of cultivation	Odmiana Cultivar	Jakość stanowiska Soil quality	Odczyn gleby Soil pH	Przedplon Forecrop	Obornik manure	Nawożenie NPK NPK fertilization
'0'	2,6188	1,9856	1,4194	1,2577	0,8851	0,0123	0,8848
'1'	2,9021	2,0191	1,2756	3,2959	1,2174	0,0093	0,4695
'2'	2,5038	2,0404	1,1350	1,3973	0,7250	0,0203	0,5373
'3'	2,5672	2,0784	1,1203	3,1477	0,9857	0,0173	0,2928
'4'	2,7868	2,0368	2,9575	1,2848	2,4903	0,0421	0,8911
'5'	2,9845	2,0621	2,8770	3,3297	2,7844	0,0262	0,5526
'6'	2,6752	2,0779	2,5826	1,2829	2,5753	0,0673	0,4832
'7'	2,7285	2,1087	2,4395	3,3557	2,7483	0,0441	0,2615
'8'	2,6565	2,1279	1,2977	1,9510	1,2100	0,0125	1,7829
'9'	2,8738	2,2051	1,2055	3,8678	1,4063	0,0168	1,4708
'10'	2,6991	2,1838	1,1906	2,0191	0,9269	0,0228	1,5932
'11'	2,7257	2,2969	1,1475	3,9147	1,1060	0,0289	1,2521
'12'	2,8266	2,1800	2,9643	2,0799	2,6757	0,0940	1,7518
'13'	3,0194	2,1975	2,8006	3,8793	2,8895	0,1427	1,3713
'14'	2,6900	2,2482	2,7029	2,1709	2,5257	0,3125	1,5889
'15'	3,0809	2,3660	2,5018	3,7822	2,8139	0,2446	1,3582
Ogółem — Total	2,7712	2,1384	1,9761	2,6260	1,8728	0,0696	1,0339
Odchylenie standardowe między technologiami Standard deviation between technologies	0,1650	0,1071	0,7923	1,0383	0,8606	0,0897	0,5442
Współczynnik zmienności Coefficient of variation	5,95%	5,01%	40,09%	39,54%	45,95%	128,89%	52,64%
Technologia uprawy Cultivation technology		Materiał siewny Seed material	Ilość wysiewu Seed rate	Termin sadzenia Sowing date	Pestycydy Pesticides	Termin zbioru Harvest date	Plony Yields
'0'		0,1587	1,9896	2,5419	0,8195	2,9247	1,3210
'1'		0,2432	1,6817	2,6037	0,8365	2,7947	1,3279
'2'		0,1510	2,1505	3,0924	0,7533	3,3991	1,2529
'3'		0,1688	1,7454	3,2038	0,8468	3,3097	1,3629
'4'		0,2809	2,0527	2,4344	0,9063	2,9416	1,5423
'5'		0,3936	1,6905	2,5065	0,9444	2,8357	1,5073
'6'		0,2067	2,1773	3,0018	0,8784	3,4507	1,3922
'7'		0,2879	1,6946	3,1176	1,0339	3,3321	1,4193
'8'		0,9266	2,3917	2,3081	1,9175	3,0868	1,7492
'9'		1,2382	1,9915	2,3041	1,7952	2,8991	1,7140
'10'		0,9183	2,4496	2,9778	1,5481	3,4683	1,6888
'11'		1,3712	2,1034	3,0118	1,6075	3,4414	1,7214
'12'		1,3086	2,5477	2,2851	1,9242	3,0541	1,8693
'13'		1,6324	2,0197	2,2393	2,0312	2,9942	1,9368
'14'		1,0975	2,5995	2,8491	1,7743	3,4730	1,6994
'15'		1,6384	2,0043	2,8434	1,8185	3,4770	1,8935
Ogółem — Total		0,7514	2,0806	2,7075	1,3397	3,1801	1,5874
Odchylenie standardowe między technologiami Standard deviation between technologies		0,5682	0,2982	0,3392	0,4936	0,2599	0,2241
Współczynnik zmienności Coefficient of variation		75,62%	14,33%	12,53%	36,85%	8,17%	14,12%

Tabela 5

Wyniki analizy funkcji regresji wielokrotnej plonów, uzyskiwanych w wyodrębnionych technologiach uprawy, względem czynników plonotwórczych
Results of multiple regression analysis of yields obtained with the distinguished cultivation technologies versus yield components

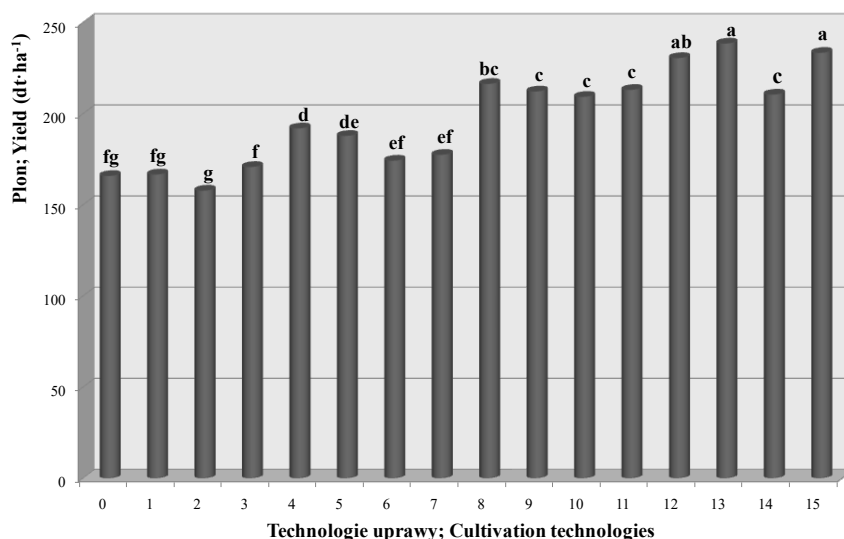
Numer technologii uprawy Number of cultivation technology	Ocena parametrów Parameter estimation														Model regresji wielokrotnej Multiple regression model			
		Stała Intercept	Lata uprawy Years of cultivation	Odmiana Cultivar	Jakość siedliska Soil quality	Odczyn gleby Soil pH	Przedplon Forecrop	Obornik Manure	Nawożenie NPK NPK fertilization	Materiał siewny Seed material	Ilość wysiewu Seed rate	Termin sadzenia sowing date	Pestycydy Pesticides	Termin zbioru Harvest date	Statystyka F F statistic	R modelu Models R	R ² modelu Models R ²	Poprawiony R ² modelu Models adjusted R ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
'0'	B*** Stat. t	-41,65 -0,84	14,42 9,52	27,37 1,24	2,79 0,73	-1,29 -0,49	-1,14 -0,31	14,07 0,39	11,29 2,74	8,78 1,79	17,23 2,35	17,42 2,54	21,32 3,95	2,21 0,36	11,10**	0,4790	0,2295	0,2088
'1'	B*** Stat. t	-4,71 -0,10	13,71 8,82	0,81 0,04	4,43 1,13	5,48 2,17	1,19 0,38	-35,80 -0,92	24,46 5,05	9,05 2,01	27,27 3,95	11,35 1,68	8,07 1,52	3,33 0,58	12,79**	0,5035	0,2535	0,2337
'2'	B*** Stat. t	-6,94 -0,12	15,52 13,88	34,16 2,15	3,82 1,11	1,53 0,71	-5,35 -1,52	-30,89 -1,73	13,51 3,69	0,51 0,11	9,00 1,33	8,05 1,02	17,08 3,55	-3,00 -0,31	22,89**	0,5247	0,2753	0,2633
'3'	B*** Stat. t	-26,04 -0,46	18,95 15,91	29,50 2,01	13,60 3,55	0,33 0,15	4,58 1,51	-1,92 -0,09	7,77 1,50	10,63 2,37	26,54 4,29	-13,26 -1,80	14,87 3,13	13,78 1,38	27,77**	0,5738	0,3292	0,3173
'4'	B*** Stat. t	-77,19 -1,42	7,23 4,18	55,93 2,49	5,46 1,74	4,00 1,43	2,44 0,71	-17,75 -0,96	20,11 4,35	4,10 0,91	28,83 3,57	-1,71 -0,23	19,59 3,58	5,66 0,87	8,03**	0,4278	0,1830	0,1602
'5'	B*** Stat. t	-188,42 -3,64	16,43 9,76	67,31 3,37	6,84 2,39	0,40 0,14	5,22 1,52	-50,70 -1,93	28,11 6,67	14,64 4,15	26,60 4,15	-5,57 -0,81	12,97 2,47	31,61 5,37	18,36**	0,5870	0,3446	0,3258

c.d. Tabela 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
‘6’	B***	124,13	11,75	58,21	6,57	1,40	4,42	-16,29	2,42	-2,93	-9,02	-17,40	6,50	-19,04	9,10**	0,4244	0,1801	0,1603
	Stat. t	1,90	7,82	3,18	2,51	0,54	1,26	-1,37	0,48	-0,60	-1,29	-2,27	1,39	-1,93				
‘7’	B***	145,50	12,65	-0,50	4,69	8,08	7,35	-18,28	6,32	-0,93	13,93	-16,49	6,11	4,47	10,49**	0,4329	0,1874	0,1696
	Stat. t	2,21	9,08	-0,03	1,95	3,09	2,29	-1,21	1,08	-0,25	2,24	2,16	1,42	0,39				
‘8’	B***	-112,16	18,19	60,71	3,50	-3,05	-1,79	83,78	8,59	3,35	8,26	6,59	21,18	19,98	12,32**	0,5257	0,2764	0,2539
	Stat. t	1,98	8,93	3,29	0,68	0,82	0,45	-1,77	1,95	1,26	1,03	0,78	4,59	2,25				
‘9’	B***	-94,38	22,98	42,84	0,34	8,60	6,29	34,78	16,62	2,61	11,47	-8,28	12,06	17,23	17,32**	0,6012	0,3614	0,3431
	Stat. t	-2,05	11,09	3,05	0,07	2,26	1,73	1,02	3,67	1,19	1,20	-1,05	2,58	2,69				
‘10’	B***	-83,58	20,93	45,08	-1,05	3,65	-2,72	-29,24	16,24	4,56	7,59	-8,57	14,89	25,60	21,73**	0,5753	0,3310	0,3158
	Stat. t	-1,28	12,96	3,40	0,24	1,08	-0,71	-1,36	4,20	2,05	1,09	-0,82	3,30	2,26				
‘11’	B***	43,32	21,66	6,03	7,59	5,05	6,83	-23,84	20,03	8,37	23,36	-10,06	25,48	-10,11	23,73**	0,6338	0,4017	0,3848
	Stat. t	0,65	11,92	0,55	1,46	1,47	1,92	-1,07	5,39	4,41	2,74	-1,09	5,92	-0,90				
‘14’	B***	181,23	13,19	17,27	-0,46	2,66	5,10	-6,65	12,19	4,03	-8,23	-16,05	10,20	-10,09	5,91**	0,3931	0,1545	0,1284
	Stat. t	2,10	6,26	1,12	0,13	0,69	1,16	-1,17	2,83	1,43	-1,03	-1,46	2,05	-0,80				
‘15’	B***	37,48	15,24	35,16	-0,77	2,68	9,50	5,25	13,77	5,15	19,85	-21,47	11,69	1,45	11,19**	0,5276	0,2784	0,2535
	Stat. t	0,50	6,81	3,28	-0,21	0,67	2,13	0,72	3,12	2,22	2,13	-2,15	2,25	0,12				

*** Współczynnik regresji / stała regresji; Czcionką pogrubioną oznaczono wartości istotne statystycznie przy $\alpha = 0,05$

*** Regression coefficient / intercept; Values significant at $\alpha = 0.05$ bolded.



Rys. 12. Wykres wartości średnich plonów dla wyodrębnionych technologii uprawy. Grupy jednorodne wyodrębniono w oparciu o test Tukeya-Kramera dla danych nieortogonalnych, przy $\alpha = 0,05$. Średnie z jednakowymi literami nie różnią się między sobą w sposób istotny

Fig. 12. Plot of mean yields for the distinguished cultivation technologies. Homogenous groups separated using the Tukey-Kramer test for non-orthogonal data at $\alpha = 0.05$. Means with the same letters are not significantly different

- W technologii '3' — warunki klimatyczne (lata uprawy), wartość odmiany, jakość siedliska, materiał siewny, ilość wysiewu, a także ochrona chemiczna plantacji.
- W technologii '4' — warunki klimatyczne (lata uprawy), wartość odmiany, nawożenie NPK, ilość wysiewu oraz ochrona chemiczna plantacji.
- W technologii '5' — warunki klimatyczne (lata uprawy), odmiana, jakość siedliska, nawożenie NPK, materiał siewny, ilość wysiewu, ochrona chemiczna plantacji i termin zbioru.
- W technologii '6' — warunki klimatyczne (lata uprawy), odmiana, jakość siedliska i termin sadzenia.
- W technologii '7' — warunki klimatyczne (lata uprawy), odczyn gleby, przedplon, ilość wysiewu i termin sadzenia.
- W technologii '8' — warunki klimatyczne (lata uprawy), wartość odmiany, ochrona chemiczna plantacji oraz termin zbioru.
- W technologii '9' — warunki klimatyczne (lata uprawy), odmiana, odczyn gleby, nawożenie NPK, ochrona chemiczna plantacji oraz termin zbioru.
- W technologii '10' — warunki klimatyczne (lata uprawy), odmiana, nawożenie NPK, materiał siewny, ochrona chemiczna plantacji i termin zbioru.

- W technologii '11' — warunki klimatyczne (lata uprawy), nawożenie NPK, jakość sadzeniaków, ilość wysiewu oraz ochrona chemiczna plantacji.
- W technologii '12' — warunki klimatyczne (lata uprawy), materiał siewny, ochrona chemiczna plantacji i termin zbioru.
- W technologii '13' — warunki klimatyczne (lata uprawy), nawożenie NPK, materiał siewny, ochrona chemiczna plantacji i termin zbioru.
- W technologii '14' — warunki klimatyczne (lata uprawy), nawożenie mineralne NPK i ochrona chemiczna plantacji.
- W technologii '15' — warunki klimatyczne (lata uprawy), wartość odmiany, przedplon, nawożenie NPK, jakość materiału siewnego, ilość wysiewu, termin sadzenia oraz ochrona chemiczna plantacji.

Wyznaczone, na podstawie średnich wartości czynników plonotwórczych (tab. 4), technologie produkcji można scharakteryzować w następujący sposób:

'0' — odmiany słabej wartości, stanowisko słabe, gleba kwaśna, słaby przedplon, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny niskiej jakości, optymalny termin sadzenia, niska liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

'1' — odmiany średniej wartości, stanowisko słabe, lekko kwaśny odczyn gleby, słaby przedplon, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, obniżona ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, mała liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

'2' — odmiany średniej wartości, słabe stanowisko, gleba kwaśna, słaby przedplon, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny bardzo słabej jakości, optymalna ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, mała liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

'3' — odmiany średniej wartości, słabe stanowisko, gleba lekko kwaśna, słaby przedplon, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, obniżona ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, mała liczba zabiegów pestycydami, optymalny termin zbioru.

'4' — odmiany średniej wartości, stanowisko średniej jakości, gleba kwaśna, przedplon średniej wartości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, optymalna ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, mała liczba zabiegów pestycydami, optymalny termin zbioru.

'5' — odmiany o średniej wartości, stanowisko średniej jakości, gleba lekko kwaśna, przedplon średniej wartości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, obniżona ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, mała liczba zabiegów pestycydami, optymalny termin zbioru.

'6' — odmiany średniej wartości, stanowisko średniej jakości, gleby kwaśne, przedplon średniej jakości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, optymalna ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, mała liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

'7' — odmiany średniej wartości, stanowisko średniej jakości, gleba lekko kwaśna, przedplon średniej wartości obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie

nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, obniżona ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, obniżona liczba zabiegów pestycydami, optymalny termin zbioru.

‘8’ — odmiany średniej wartości, niska jakość stanowiska, gleba kwaśna, słaby przedplon, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, obniżone nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, optymalna ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, średnia liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

‘9’ — odmiany średniej wartości, niska jakość stanowiska, obojętny odczyn gleby, przedplon słabej wartości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, obniżone nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, obniżona ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, obniżona liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

‘10’ — odmiany średniej wartości, stanowisko o niskiej jakości, gleba o odczynie lekko kwaśnym, przedplon o niskiej wartości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, obniżone nawożenie NPK, materiał siewny o niskiej jakości, optymalna ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, obniżona liczba zabiegów pestycydami, optymalny termin zbioru.

‘11’ — odmiany o średniej wartości, stanowisko słabe, gleba o odczynie obojętnym, przedplon słabej jakości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, optymalna ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, obniżona liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

‘12’ — odmiany średniej wartości, stanowisko średniej jakości, gleba o odczynie lekko kwaśnym, przedplon o średniej wartości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, obniżone nawożenie NPK, materiał siewny o słabej jakości, optymalna ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, optymalna liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

‘13’ — odmiany o średniej wartości, stanowisko średniej jakości, gleba o odczynie obojętnym, przedplon średniej wartości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny słabej jakości, optymalne: ilość wysiewu, termin sadzenia, liczba zabiegów pestycydami i termin zbioru.

‘14’ — odmiany o średniej wartości, stanowisko średniej jakości, gleba lekko kwaśna, przedplon o średniej wartości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, obniżone nawożenie NPK, materiał siewny niskiej jakości, optymalna ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, obniżona liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

‘15’ — odmiany o średniej wartości, średnia jakość stanowiska, obojętny odczyn gleby, przedplon średniej wartości, obornik stosowany w roku uprawy ziemniaka, niskie nawożenie NPK, materiał siewny o obniżonej jakości, optymalna ilość wysiewu, optymalny termin sadzenia, obniżona liczba zabiegów ochrony chemicznej, optymalny termin zbioru.

W wyniku przeprowadzonej dla plonu analizy interakcji technologiczno-środowiskowej w układzie technologie uprawy × lata (tab. 6), technologie podzielono, ze względu na wartości ocen efektów głównych, na trzy grupy:

— Grupę technologii o efektach istotnie lepszych od średniej środowiskowej stanowiły:

‘8’ (efekt główny = +2,121**), ‘9’ (ef. gł. = +1,469*), ‘10’ (ef. gł. = +1,392*), ‘11’ (ef.

- gł. = +1,458*), '12' (ef. gł. = +3,169**), '13' (ef. gł. = 3,641**), '14' (ef. gł. = +1,514*), '15' (ef. gł. = +3,222**).
- Grupę technologii o efektach istotnie słabszych od średniej środowiskowej stanowiły: '0' (efekt główny = -2,930**), '1' (ef. gł. = -3,396**), '2' (ef. gł. = -3,518**), '3' (ef. gł. = -2,238**), '5' (ef. gł. = -1,468**), '6' (ef. gł. = -2,187**), '7' (ef. gł. = -1,804**).
 - Jedynie technologia uprawy „4” nie różniła się istotnie od średniej środowiskowej.

Tabela 6

Podsumowanie analizy interakcji genotypowo-środowiskowej dla wariantu technologie uprawy × lata
Summary of G×E interaction for the cultivation technology × years variant

Technologie uprawy Cultivation technologies	Ocena efektu głównego Main effect estimation	Statystyka F dla efektu głównego F statistic for main effect	Statystyka F dla interakcji F statistic for interaction	Współczynnik regresji interakcyjnej Interaction regression coefficient	Statystyka F dla regresji interakcyjnej F statistic for interaction regression
'0'	-2,930	90,87**	1,26 ^{NS}	—	—
'1'	-3,396	166,69**	0,61 ^{NS}	—	—
'2'	-3,518	132,79**	2,60**	-0,064	0,38 ^{NS}
'3'	-2,238	34,14**	3,24**	0,073	0,31 ^{NS}
'4'	-0,443	0,75 ^{NS}	3,36**	-0,513	47,19**
'5'	-1,468	9,99**	2,04*	-0,026	0,03 ^{NS}
'6'	-2,187	17,02**	5,37**	-0,375	5,97*
'7'	-1,804	28,45**	1,31 ^{NS}	—	—
'8'	2,121	19,92**	2,64**	0,180	1,34 ^{NS}
'9'	1,469	6,52*	2,25**	0,477	13,06**
'10'	1,392	8,13*	4,56**	0,258	2,98 ^{NS}
'11'	1,458	8,79*	4,25**	0,296	4,25 ^{NS}
'12'	3,169	35,96**	2,87**	-0,125	0,49 ^{NS}
'13'	3,641	52,43**	1,57 ^{NS}	—	—
'14'	1,514	9,40*	2,44**	-0,164	0,99 ^{NS}
'15'	3,222	53,33**	1,09 ^{NS}	—	—

* Istotne przy $\alpha = 0,05$; ** Istotne przy $\alpha = 0,01$; ^{NS} — Nieistotne

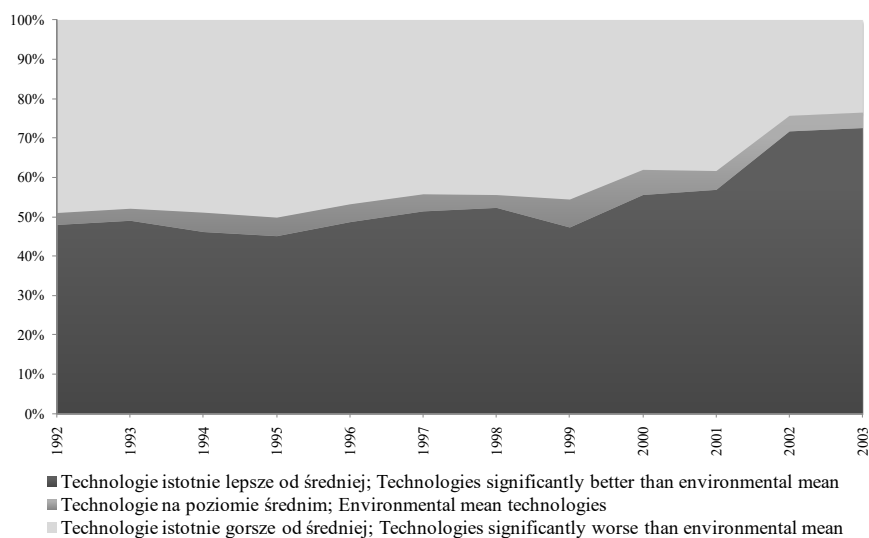
* Significant at $\alpha = 0.05$; ** Significant at $\alpha = 0.01$; ^{NS} — Not significant

Technologie '0', '1', '7', '13' i '15' uznano za technologie gwarantujące stabilne plony na przestrzeni lat uprawy (brak istotnej interakcji genotypowo-środowiskowej). Pozostałe wykazały istotną interakcję ze środowiskiem. Przy czym technologia '9' okazała się niestabilna i intensywna (istotna regresja interakcyjna i dodatni współczynnik regresji), to znaczy, że w latach o korzystniejszym układzie warunków klimatycznych pozwalała ona na uzyskiwanie relatywnie wyższych plonów ziemniaka. Natomiast technologia '4' i technologia '6' okazały się niestabilne i ekstensywne (istotna regresja interakcyjna i ujemny współczynnik regresji), czyli pozwalały na uzyskiwanie relatywnie wyższych plonów w gorszych latach uprawy. Zmienności plonowania w grupie niestabilnych technologii nie udało się opisać istotną funkcją regresji interakcyjnej, możemy je więc określić mianem technologii nieprzewidywalnych w reakcji na zmienne warunki klimatyczne.

Oszacowanie postępu technologicznego

Każdą z trzech grup technologii uprawy, wydzielonych ze względu na wartości ocen efektów głównych w analizie interakcji genotypowo-środowiskowej ($G \times E$) dla układu technologie uprawy $\times$ lata (tab. 6), zważono jej udziałem w powierzchni uprawy ziemniaka w produkcji polowej (badania ankietowe) w poszczególnych latach badań (1992–2003). W ten sposób uzyskano obraz zmian w strukturze udziału w powierzchni uprawy tych grup technologii (rys. 13).

W celu ustalenia trendów zmian udziałów poszczególnych grup technologii w powierzchni uprawy polowej, w kolejnych latach, przeprowadzono analizę regresji liniowej (tab. 7).



Rys. 13. Udział grup technologii w powierzchni uprawy w latach 1992–2003

Fig. 13. Cultivation technology groups participation in total area of potato cultivation within the years 1992–2003

Z roku na rok wzrastał udział technologii uprawy o wyższych efektach niż średnia środowiskowa, czyli technologii pozwalających uzyskać wyższe plony od średniej. Udział ten zwiększał się średnio o 2,1%. Równolegle następował systematyczny spadek udziału technologii uprawy o efektach gorszych od średniej środowiskowej, czyli takich, które dawały plony niższe od średniej. Ich udział spadał średnio o 2,2% rocznie. Udział technologii uprawy dających średnie plony, czyli o efektach nie różniących się istotnie od średniej środowiskowej, nie uległ większym zmianom i utrzymywał się na poziomie około 4% w latach 1992–2003.

Tabela 7

Analiza funkcji regresji dla udziałów grup technologii uprawy w łącznej powierzchni uprawy polowej w kolejnych latach

Regression analysis for cultivation technology groups participation in whole potato cultivation area in the following years

Grupa technologii uprawy Cultivation technology group	Statystyka F dla modelu Model F statistic	R^2	Poprawiony R^2 Adjusted R^2	Stała regresji Intercept		Współczynnik regresji Regression coefficient	
				wartość value	statystyka t t statistic	wartość value	statystyka t t statistic
Technologie istotnie lepsze od średniej środowiskowej Technologies significantly better then environmental mean	19,25**	0,6582	0,6240	0,4002	11,39**	0,0210	4,39**
Technologie nie różniące się w sposób istotny od średniej środowiskowej Technologies not significantly different from environmental mean	1,90 ^{NS}	0,0987	0,0086	0,0390	5,10**	0,0011	1,05 ^{NS}
Technologie istotnie gorsze od średniej środowiskowej Technologies significantly worse then environmental mean	29,90**	0,7495	0,7245	0,5608	18,91**	-0,0220	-5,47**

* Istotne przy $\alpha = 0,05$; ** Istotne przy $\alpha = 0,01$; ^{NS} — Nieistotne;

* Significant at $\alpha = 0.05$; ** Significant at $\alpha = 0.01$; ^{NS} — Not significant

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Na podstawie wybranych cech przeprowadzono analizę czynnikową, mającą na celu wskazanie głównych grup czynników, które w największym stopniu tłumaczyłyby obserwowaną zmienność. W wyniku przeprowadzonej analizy wskazano cztery czynniki główne, które łącznie wyjaśniały 51,2% obserwowanej zmienności (wariancji). Czynniki główne obrazowały czynniki nakładowe (pierwszy czynnik), warunki siedliskowe (czynnik drugi), długość okresu wegetacji (czynnik trzeci) oraz warunki uprawy (czynnik czwarty). Na podstawie oceny wartości tych czynników, dla każdej obserwacji, podzielono je na 16 grup, które odpowiadały różnym wariantom technologii uprawy ziemniaka. W wyniku przeprowadzonej analizy wariancji potwierdzono istotne zróżnicowanie wyznaczonych wariantów technologii uprawy pod względem efektów ich działania w postaci uzyskiwanych plonów ziemniaka.

Podziału wariantów technologii uprawy na trzy grupy, ze względu na stosunek do średnich efektów tych wariantów, dokonano na podstawie wyników analizy interakcji $G \times E$. Następnie oszacowano udziały technologii o efektach istotnie lepszych niż efekty średnie w ogólnej powierzchni uprawy ziemniaka w danym roku w ramach ankietowanych

gospodarstw. Zmiany udziału tej grupy technologii uprawy, w analizowanym okresie, wskazywały na postęp technologiczny w produkcji polowej ziemniaka. Udział lepszych technologii uprawy, dających istotnie lepsze efekty, wzrastał w latach 1992–2003 w tempie 2,1% rocznie.

Krzymuski i Laudański (1996) stwierdzili, że niezależnie od pogody plony ziemniaka, w latach 1986–1994, uwarunkowane były ściśle poziomem czynników plonotwórczych. Zauważyli oni, że spadek poziomu agrotechniki natychmiast powodował spadek plonów ziemniaka. Ponadto stwierdzili rosnące z roku na rok znaczenie poziomu agrotechniki w wysokości uzyskiwanych plonów, zarówno w doświadczeniach, jak i produkcji polowej.

Krzymuski i wsp. (1993) stwierdzili, że ziemniak w gospodarstwach indywidualnych jest technologicznie „zaniedbywany”. Jako szczególnie negatywne elementy stosowanej technologii produkcji autorzy wskazywali sadzeniaki nie pochodzące z kwalifikowanej produkcji nasiennej oraz niedostateczny poziom ochrony roślin.

Na podstawie dotychczasowych badań można stwierdzić, że rolnicy uprawiają plenniejsze odmiany (Mańkowski i Laudański, 2009 a), wprowadzają do uprawy odmiany wyróżniające się wyższą odpornością na główne patogeny (Mańkowski i Laudański, 2009 b) oraz, że z roku na rok poprawia się stosowana przez rolników agrotechnika. W tym samym czasie (1986–2003) średnie plony ziemniaka obserwowane w ankietowanych gospodarstwach wahały się w granicach 16,3–22,89 t·ha⁻¹, nie wykazując przy tym istotnego trendu zmiany wartości. Tak więc udział wymienionych czynników plonotwórczych nie wpływał w istotny sposób na obserwowane plony ziemniaka.

LITERATURA

- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. SERGEN — Analiza serii doświadczeń odmianowych i genetyczno hodowlanych. Program komputerowy, Poznań, IGR.
- Dziężyc J. 1993. Czynniki plonotwórcze — plonowanie roślin. Warszawa, Wydawnictwa Naukowe PWN.
- Hotelling, H. 1933. Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components. *Journal of Educational Psychology*, 24: 417 — 441; 498 — 520.
- Kaiser, H. F. 1958. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika* 23: 187 — 200.
- Khattree R., Naik D. N. 1999. *Applied Multivariate Statistics with SAS Software*. 2nd Edition. New York, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc., John Wiley & Sons Inc.
- Krzymuski J., Laudański Z. 1996. Zmiany w uprawie i w produkcji ziemniaka. Cz. II. Agrotechnika. *Biul. IHAR* 197: 283 — 290.
- Krzymuski J., Laudański Z., Oleksiak T. 1993. Metody oceny postępu genetycznego. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu*, 223: 49 — 56.
- Laudański Z., Mańkowski D. R., Sieczko L. 2007 a. Próba oceny technologii uprawy pszenicy ozimej na podstawie danych ankietowych gospodarstw indywidualnych. Część 1. Metoda wyodrębniania technologii uprawy. *Biul. IHAR* 244: 33 — 43.
- Laudański Z., Mańkowski D. R., Sieczko L. 2007 b. Próba oceny technologii uprawy pszenicy ozimej na podstawie danych ankietowych gospodarstw indywidualnych. Część 2. Ocena technologii uprawy. *Biuletyn IHAR*, Nr 244: 45 — 57.
- Mańkowski D. R., Laudański Z. 2009 a. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część 3. Ocena ilościowego postępu odmianowego w nasiennictwie oraz w produkcji polowej ziemniaka. *Biul. IHAR* 253: 259 — 275.

- Mańkowski D. R., Laudański Z. 2009 b. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część 4. Ocena postępu odmianowego pod względem odporności na patogeny. Biul. IHAR 254: 83 — 93.
- Roztropowicz S. 1971. Analiza przyczyn wahań w plonach ziemniaków oraz ich niskiego poziomu w skali kraju i województw. Biul. Inst. Ziemn. 7: 145 — 170.
- SAS Institute Inc. 2004 a. SAS 9.1 Companion for Windows. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SAS Institute Inc. 2004 b. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sawicka B. 1991. Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie białskopodlaskim. Rozpr. Habilit., 141, Wyd. AR Lublin.
- Sawicka B., Pszczółkowski P. 2004. Fenotypowa zmienność struktury plonu odmian ziemniaka w warunkach środkowo-wschodniej Polski. Biul. IHAR 232: 53—66.
- StatSoft Inc. 1997. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StstSoft Inc.
- Szczotka F. A. 1977. Podstawy analizy czynnikowej. Listy Biometryczne: 39—41.
- Timm N. H. 2002. Applied multivariate analysis. New York, USA, Springer Verlag Inc.
- Trętowski J., Boligłowa E., Bombik A. 1989. Zmienność plonu i zawartości skrobi u odmian ziemniaka różnych grup wczesności. Zesz. Probl. PNR 382: 70—77.
- Ubysz-Borucka L. 1977. Fenotypowa zmienność ziemniaka. Zesz. Probl. PNR, 191.
- Walesiak M., Gatnar E. (red.) 2009. Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R. Warszawa: PWN.
- Witek T. (red.) 1981. Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski według gmin. Puławy, IUNG.
- Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczałnictwie. Warszawa: PWN.

DARIUSZ R. MAŃKOWSKI¹**ZBIGNIEW LAUDAŃSKI**²¹ Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin, Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików² Zakład Biometrii, Wydział Zastosowań Informatyki i Matematyki
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce Część VI. Ocena postępu biologicznego na podstawie doświadczeń odmianowych i badań ankietowych

Biological progress in breeding, seed technology and production of potato in Poland Part VI. Assessment of biological progress on the basis of experiments and survey data

W pracy prezentowane są rezultaty podjętej próby oceny postępu biologicznego w hodowli, nasiennictwie i produkcji polowej ziemniaka w Polsce. Na podstawie, uzyskanych wcześniej składowych postępu biologicznego oceniono ich stopień udziału w opisanu zmienności plonów w doświadczeniach ścisłych i produkcji polowej. Przeprowadzona została także analiza współliniowości oraz interakcji składowych postępu biologicznego. Dokonano podsumowania wszystkich części zaprezentowanego cyklu opracowań.

Słowa kluczowe: postęp biologiczny, postęp hodowlany, postęp odmianowy, postęp technologiczny, ziemniak

The paper presents results of biological progress estimation in breeding, seed technology and production of potato in Poland. On the basis of the components of biological progress estimated in previous parts of the work, their participation in explanation of variation of yields has been rated in experiments and field production. An analysis of collinearity and interaction of the biological progress components has been performed. All parts of the presented series have been summarized.

Key words: biological progress, breeding progress, cultivar progress, technological progress, potato

WSTĘP

Jeżeli za postęp biologiczny przyjmiemy całokształt zmian samoczynnych (naturalnych) oraz/bądź wynikających z celowej działalności człowieka (antropogeniczny),

wpływający na cechy indywidualne w organizmach roślinnych i zwierzęcych. To w sensie rolniczym jest to całokształt zmian wpływających na wartość technologiczno-użytkową roślin i zwierząt gospodarskich. Postęp biologiczny w rolnictwie ma na celu podniesienie wydajności i/lub poprawienie jakości produkcji rolniczej. (Mańkowski, 2009 b).

Postęp biologiczny w ziemniaku można badać i określać na wielu płaszczyznach uwzględniając pojedyncze cechy, jak i grupy cech. Jednak z punktu widzenia producenta najważniejszym kryterium oceny postępu biologicznego jest plenność uprawianych odmian. Plon, jako końcowy efekt hodowli i uprawy jest wypadkową współdziałania tych czynników w określonych warunkach środowiska. Plony uzyskiwane w doświadczeniach odmianowych znacznie przewyższają plony uzyskiwane w produkcji. Wielkość plonów osiągniętych, w latach 1986–2003, w produkcji ziemniaka w Polsce stanowiła średnio 48,5% plonów z doświadczeń odmianowych prowadzonych przez COBORU. W przypadku innych gatunków roślin uprawnych stosunek ten jest podobny i wynosi średnio około 50%. W krajach Europy zachodniej wskaźnik ten sięga nawet do 90% (Mańkowski, 2009 a).

Na postęp biologiczny w roślinach rolniczych składa się szereg cech, między innymi: postęp odmianowy, postęp techniczny, postęp technologiczny, postęp społeczny, postęp ekonomiczny oraz środowisko naturalne (Runowski, 1997). Oszacować można jedynie niektóre spośród składowych postępu biologicznego. Dla rolnika najbardziej interesującymi składnikami postępu biologicznego są te, które w sposób bezpośredni bądź pośredni wpływają na uzyskiwane plony.

Celem pracy było określenia znaczenia poszczególnych, oszacowanych wcześniej składowych w postępie biologicznym wyrażonym zmianami plonowania ziemniaka w latach. Ocenę tą przeprowadzono odrębnie dla wyników pochodzących z doświadczeń ścisłych oraz dla danych produkcyjnych.

MATERIAŁ I METODY

Oceny udziału uprzednio wyznaczonych składowych postępu biologicznego dokonano oddzielnie dla doświadczeń ścisłych i dla produkcji polowej. W przypadku doświadczeń ścisłych oceniono udział w stopniu opisanu zmienności plonów przez takie składowe postępu biologicznego, jak potencjał plonotwórczy wniesiony przez hodowlę (postęp hodowlany na etapie rejestracji odmian) oraz potencjał plonotwórczy zarejestrowanych odmian (postęp odmianowy na etapie rejestracji odmian; Mańkowski i Laudański, 2009 a), a także cechy jakościowe (odmianowy postęp jakościowy na etapie rejestracji odmian) pośrednio wpływające na plon (odporność na patogeny; Mańkowski i Laudański, 2009 c). W przypadku produkcji polowej oceniono udział w opisanu zmienności plonów takich składowych postępu biologicznego, jak potencjał plonotwórczy uzyskany z uprawianych odmian (postęp odmianowy w produkcji polowej) (Mańkowski i Laudański, 2009 b), cechy jakościowe (odmianowy postęp jakościowy w produkcji polowej) pośrednio wpływające na plon (odporność na patogeny) (Mańkowski i Laudański, 2009 c) oraz udział technologii uprawy korzystnie wpływających na plony (postęp technologiczny w produkcji polowej) (Mańkowski i Laudański, 2009 d).

Ocenę poziomu wytłumaczenia zmienności plonów poprzez składowe postępy biologicznego przeprowadzono z wykorzystaniem analizy regresji wielokrotnej z wyznaczeniem cząstkowych współczynników determinacji. Do opisu relacji pomiędzy składowymi postępy biologicznego wykorzystano graficzną prezentację interakcji zmiennych modelu regresji wielokrotnej (Łubkowski, 1968; Wójcik i Laudański, 1989) oraz analizę ich współliniowości. Analizę współliniowości zmiennych (ang. collinearity) w modelu regresji wielokrotnej oparto na trzech miarach współliniowości: VIF (ang. variance inflation factor), indeksie warunku (ang. condition index) oraz ilorazie wariancji (ang. variance decomposition proportion).

VIF wyznacza się dla każdej zmiennej niezależnej w modelu według wzoru:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (1)$$

gdzie: VIF_j — VIF dla j -tej zmiennej; R_j^2 — współczynnik determinacji dla funkcji regresji wielokrotnej pomiędzy j -tą zmienną niezależną a pozostałymi zmiennymi niezależnymi z analizowanego modelu regresji wielokrotnej.

VIF jest miarą wzrostu wariancji obserwacji spowodowanego współliniowością zmiennych (Rawlings i in., 2001; SAS Institute Inc., 2004 b; Armitage i Colton, 2005). Jeżeli $VIF_j > 10$ to uznaje się, że współliniowość zmiennych w analizowanym modelu regresji wielokrotnej jest znacząca. W tym przypadku obserwowany współczynnik determinacji pomiędzy j -tą zmienną niezależną a pozostałymi zmiennymi niezależnymi z modelu regresji wielokrotnej kształtuje się na poziomie $R_j^2 \geq 0,90$.

Indeks warunku wyznacza się dla każdej ze składowych głównych opisujących zmienność analizowanych zmiennych niezależnych według wzoru:

$$\delta_k = \sqrt{\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_k}} \quad (2)$$

gdzie: δ_k — k -ty indeks warunku; $\lambda_{\max}$ — maksymalna wartość własna macierzy $\mathbf{X}'\mathbf{X}$; λ_k — k -ta wartość własna macierzy $\mathbf{X}'\mathbf{X}$; $\lambda_k > \lambda_{k+1}$; $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ — macierz korelacji stałej oraz wszystkich zmiennych przyczynowych.

Indeks warunku jest miarą siły współliniowości zmiennych w modelu. Jeżeli przyjmuje on wartości z zakresu 0 – 30 stwierdza się słabą współliniowość zmiennych, dla wartości 30 – 100 — średnią współliniowość zmiennych, a dla wartości > 100 — silną współliniowość zmiennych w modelu regresji wielokrotnej (Rawlings i in., 2001; SAS Institute Inc., 2004 b).

Iloraz wariancji wyznacza się w ramach każdej składowej głównej, oddzielnie dla każdej analizowanej zmiennej niezależnej według wzoru:

$$\left(\frac{\frac{u_{jk}^2}{\lambda_k}}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{u_{ji}^2}{\lambda_i} \right)} \right) \quad (3)$$

gdzie: u_{jk} — j -ty element k -tego wektora własnego macierzy $\mathbf{X}'\mathbf{X}$; λ_k — k -ta wartość własna macierzy $\mathbf{X}'\mathbf{X}$; u_{ji} — j -ty element i -tego wektora własnego macierzy $\mathbf{X}'\mathbf{X}$; λ_i — i -ta wartość własna macierzy $\mathbf{X}'\mathbf{X}$.

Przy wartości około 0,5 lub powyżej iloraz wariancji wskazuje na współliniowość zmiennych niezależnych z modelu regresji wielokrotnej (Rawlings i in., 2001; SAS Institute Inc., 2004 b).

Wszystkie analizy statystyczne wykonano w Systemie SAS® w wersji 9.1.3 (SAS Institute Inc., 2004 a i b).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Doświadczenia odmianowe

Ocenę udziału składowych postępu biologicznego w wytłumaczeniu zmienności plonów przeprowadzono z wykorzystaniem analizy regresji wielokrotnej. Analizą objęto wyniki doświadczeń odmianowych SDOO z lat 1957–2003, której wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Analiza funkcji regresji wielokrotnej dla plonów względem oszacowanych składowych postępu biologicznego w doświadczeniach SDOO
Multiple regression analysis of yields versus estimated biological progress components in state trials

Składowe postępu biologicznego Biological progress component	Cząstkowy R^2 — Partial R^2				
	wszystkie odmiany all cultivars	bardzo wczesne very early	wczesne early	średnio wczesne medium early	średnio późne i późne medium late and late
Potencjał plonotwórczy wytworzony w procesie hodowli nowych odmian i rodów Yielding potential created in breeding of New cultivars and lines	0,0029	0,0204	0,0123	0,0081	0,0166
Potencjał plonotwórczy zarejestrowanych odmian Yielding potential of registered cultivars	0,0909	0,0076	0,0098	0,0784	0,0518
Potencjał wynikający ze zmian cech jakościowych — odporność na patogeny Potential resulting from changes in quality characteristics — resistance to pathogens	0,5629	0,6475	0,6671	0,5234	0,4920
Łączny stopień wytłumaczenia zmienności plonów poprzez oszacowane składowe postępu biologicznego Cumulated degree of explanation of variation in yield by estimated biological progress components	0,6567	0,6755	0,6892	0,6099	0,5604

Oszacowane składowe postępu biologicznego tłumaczyły od 56,04% do 68,92% zmienności plonów zależnie od grupy wczesności. Średnio było to 65,67% wariancji plonów. Najbardziej znaczącą składową postępu biologicznego był potencjał plonotwórczy wynikający ze zmian cech jakościowych, wpływających pośrednio na plony, w tym

odporność odmian ziemniaka na główne patogeny (zaraza ziemniaka, parch zwykły, PVY, PLRV). W rozpatrywanych grupach wczesności potencjał plonotwórczy wynikający ze zmian cech jakościowych tłumaczył od 49,20% do 66,71% zmienności plonów ziemniaka w doświadczeniach SDOO. Potencjał plonotwórczy odmian wytworzony na etapie hodowli wyjaśniał dla poszczególnych grup wczesności od 0,81% do 2,04% zmienności plonów. Natomiast potencjał plonotwórczy zarejestrowanych odmian tłumaczył w poszczególnych grupach wczesności od 0,76% do 7,84% zmienności plonów odmian w doświadczeniach prowadzonych przez SDOO.

Produkcja polowa

Wykonano także ocenę udziału składowych postępu biologicznego w wytłumaczeniu zmienności plonów w produkcji polowej. Ocena ta została przeprowadzona z wykorzystaniem analizy regresji wielokrotnej. Analizą objęto wyniki badań produkcyjnych (ankietowych) gospodarstw rolnych z lat 1992–2003. Wyniki tej analizy przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Analiza funkcji regresji wielokrotnej dla plonów względem oszacowanych składowych postępu biologicznego w produkcji polowej
Multiple regression analysis of yields versus estimated biological progress components in field production

Składowe postępu biologicznego Biological progress component	Cząstkowy R^2 — Partial R^2				
	wszystkie odmiany all cultivars	bardzo wczesne very early	wczesne early	średnio wczesne medium early	średnio późne i późne medium late and late
Potencjał plonotwórczy odmian znajdujących się w produkcji Yielding potential of cultivars in field production	0,0080	0,1047	0,0144	0,0065	0,0517
Potencjał wynikający ze zmian cech jakościowych — odporność na patogeny Potential resulting from changes in quality characteristics — resistance to pathogens	0,5035	0,4804	0,4692	0,3021	0,4018
Potencjał wynikający ze zmian w technologii uprawy Potential resulting from changes in cultivation technology	0,1401	0,0506	0,0003	0,0794	0,2549
Łączny stopień wytłumaczenia zmienności plonów poprzez oszacowane składowe postępu biologicznego Cumulated degree of explanation of variation in yield by estimated biological progress components	0,6516	0,6357	0,4839	0,3880	0,7084

Oszacowane składowe postępu biologicznego uwzględniając grupy wczesności odmian tłumaczyły od 38,80% do 70,84% zmienności plonów. Średnio było to 65,16% wariancji plonów. Najbardziej znaczącą składową postępu biologicznego był potencjał odmian

wynikający ze zmian cech jakościowych, wpływających pośrednio na plony — odporności odmian ziemniaka na główne patogeny (zaraza ziemniaka, parch zwykły, PVY, PLRV). Potencjał ten tłumaczył, zależnie od grupy wczesności, od 30,21% do 46,92% zmienności plonów ziemniaka w produkcji polowej. Potencjał plonotwórczy uprawianych odmian tłumaczył od 0,65% do 10,47% zmienności plonów. Natomiast potencjał plonotwórczy wynikający z udziału lepszych technologii uprawy wyjaśniał od 0,03% do 25,49% zmienności plonów ziemniaka w produkcji polowej.

Ocena współliniowości i interakcji pomiędzy oszacowanymi składowymi postępu biologicznego

Zmienne budujące model regresji wielokrotnej dla oszacowanych składowych postępu biologicznego w doświadczeniach odmianowych SDOO przeanalizowano pod kątem ich współliniowości (tab. 3). W przypadku wszystkich odmian jedynie ocena parametrów modelu regresji wielokrotnej dla postępu hodowlanego nie była obciążona efektem współliniowości zmiennych. Dla odmian średnio wczesnych ocena parametrów nie była obciążona dla postępu hodowlanego, a w przypadku średnio późnych i późnych — dla postępu hodowlanego i postępu odmianowego.

Tabela 3

Wyniki analizy współliniowości zmiennych dla modeli regresji wielokrotnej opisujących postęp biologiczny w doświadczeniach SDOO

Collinearity diagnostics results for multiple regression models which describe biological progress in the state trials

Wyszczególnienie Specification	Wartość własna Eigen value	Indeks warunku δ_k condition index δ_k	Iloraz wariancji Variance ration						
			stała intercept	postęp hodowlany breeding progress	postęp odmianowy cultivar progress	parch zwykły common scab	zaraza ziemniaka late blight	PVY	PLRV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wszystkie odmiany — All cultivars									
VIF			0,00000	5,10769	10,99820	14,16352	14,31462	25,27413	30,50962
E-1	5,18138	1,00000	0,00001	0,00126	0,00038	0,00001	0,00002	0,00001	0,00003
E-2	1,68769	1,75217	0,00001	0,04456	0,02456	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
E-3	0,12347	6,47793	0,00001	0,00019	0,31676	0,00001	0,00006	0,00001	0,00001
E-4	0,00461	33,52689	0,00335	0,72688	0,49615	0,00005	0,04586	0,00829	0,06492
E-5	0,00244	46,04414	0,00345	0,13010	0,06500	0,06217	0,04988	0,00173	0,05273
E-6	0,00032	126,90120	0,04323	0,00200	0,09619	0,00006	0,00796	0,69705	0,75772
E-7	0,00008	257,80880	0,94996	0,09500	0,00095	0,93770	0,89623	0,29291	0,12458
Bardzo wczesne — Very early									
VIF			0,00000	25,91014	45,87093	15,90212	25,01070	27,17335	34,03923
E-1	5,91720	1,00000	0,00001	0,00038	0,00021	0,00001	0,00001	0,00001	0,00002
E-2	1,05706	2,36596	0,00001	0,00876	0,00455	0,00001	0,00001	0,00002	0,00006
E-3	0,01959	17,37903	0,00011	0,56364	0,25336	0,00001	0,00060	0,00019	0,00214
E-4	0,00439	36,72693	0,00298	0,11343	0,23068	0,01269	0,00232	0,00630	0,07583
E-5	0,00145	63,94733	0,00081	0,06248	0,33312	0,05824	0,11081	0,01384	0,00204
E-6	0,00026	151,96082	0,02184	0,00212	0,14779	0,02898	0,03897	0,80002	0,82689
E-7	0,00006	318,60108	0,97426	0,24920	0,03030	0,90006	0,84730	0,17962	0,09303

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wczesne — Early									
VIF			0,00000	12,70412	17,63533	14,75880	17,95573	25,38381	24,47994
E-1	5,49299	1,00000	0,00001	0,00077	0,00049	0,00001	0,00001	0,00001	0,00003
E-2	1,44762	1,94795	0,00001	0,01642	0,01456	0,00001	0,00001	0,00001	0,00004
E-3	0,04918	10,56832	0,00001	0,60147	0,44979	0,00003	0,00001	0,00002	0,00029
E-4	0,00878	25,01396	0,00201	0,17387	0,00001	0,00106	0,01149	0,00323	0,05953
E-5	0,00101	73,78200	0,00053	0,06026	0,47838	0,13619	0,16273	0,00274	0,07236
E-6	0,00035	125,69720	0,05113	0,00229	0,03358	0,00920	0,02033	0,66409	0,62614
E-7	0,00008	271,33112	0,94632	0,14492	0,02319	0,85350	0,80543	0,32991	0,24161
Średnio wczesne — Medium early									
VIF			0,00000	5,08886	21,29407	11,83049	13,43570	24,50438	32,63765
E-1	5,28436	1,00000	0,00001	0,00158	0,00028	0,00001	0,00002	0,00001	0,00003
E-2	1,60265	1,81584	0,00001	0,04263	0,01263	0,00001	0,00001	0,00001	0,00002
E-3	0,10764	7,00664	0,00001	0,79787	0,17419	0,00001	0,00011	0,00001	0,00003
E-4	0,00260	45,09853	0,00135	0,12060	0,10663	0,06932	0,07863	0,00012	0,01923
E-5	0,00232	47,67669	0,00986	0,01783	0,59921	0,00304	0,06227	0,01956	0,14597
E-6	0,00035	123,38272	0,05632	0,01923	0,09622	0,00010	0,01588	0,63899	0,65149
E-7	0,00009	243,48469	0,93246	0,00027	0,01084	0,92752	0,84309	0,34131	0,18323
Średnio późne i późne — Medium late and late									
VIF			0,00000	2,51210	2,30046	16,66243	11,31591	30,99868	27,83088
E-1	5,98597	1,00000	0,00001	0,00275	0,00279	0,00001	0,00002	0,00001	0,00003
E-2	0,80638	2,72457	0,00001	0,34219	0,00735	0,00001	0,00002	0,00001	0,00001
E-3	0,18268	5,72426	0,00001	0,16309	0,52554	0,00004	0,00001	0,00005	0,00032
E-4	0,02338	16,00186	0,00045	0,17191	0,15011	0,00003	0,01364	0,00070	0,01384
E-5	0,00116	71,91642	0,00741	0,31933	0,10789	0,10165	0,11607	0,00038	0,19981
E-6	0,00035	130,21511	0,09401	0,00038	0,06139	0,00006	0,01972	0,51484	0,42831
E-7	0,00008	278,89376	0,89812	0,00036	0,14493	0,89821	0,85053	0,48402	0,35768

E — Wartość własna macierzy $X'X$; Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości świadczące o występowaniu współliniowości zmiennych w analizowanych modelach regresji wielokrotnej

E — Eigenvalue of $X'X$ matrix ; Values demonstrating collinearity in the analyzed multiple regression models are bolded

Szczegółowa analiza występowania współliniowości w badanych modelach (tab. 3) wykazała:

- U wszystkich odmian — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 257,8$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka, bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 126,9$) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV oraz średnią współliniowość ($\delta_k = 33,5$) zmiennych opisujących postęp hodowlany i postęp odmianowy.
- W grupie odmian bardzo wczesnych — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 318,6$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka oraz bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 152,0$) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV.
- W grupie odmian wczesnych — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 271,3$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka, bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 125,6$) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV oraz słabą współliniowość ($\delta_k = 10,5$) zmiennych opisujących postęp hodowlany i postęp odmianowy.

- W grupie odmian średnio wczesnych — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 243,5$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka oraz bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 123,4$) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV.
- W grupie odmian średnio późnych i późnych — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 278,9$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka oraz bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 130,2$) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV.

W celu wykrycia interakcji pomiędzy oszacowanymi, na podstawie doświadczeń SDOO, składowymi postępu biologicznego, przeprowadzono dwukierunkową analizę wariancji (tab. 4) oraz sporządzono wykres interakcji (rys. 1). Wartości zmiennych przeliczono na skalę 5-stopniową w celu ujednolicenia skali porównań. Następnie wyznaczono średnie wartości zmiennych dla czterech klas plonów ($<26 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, $26\text{--}30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, $30\text{--}35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, $>35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Tabela 4

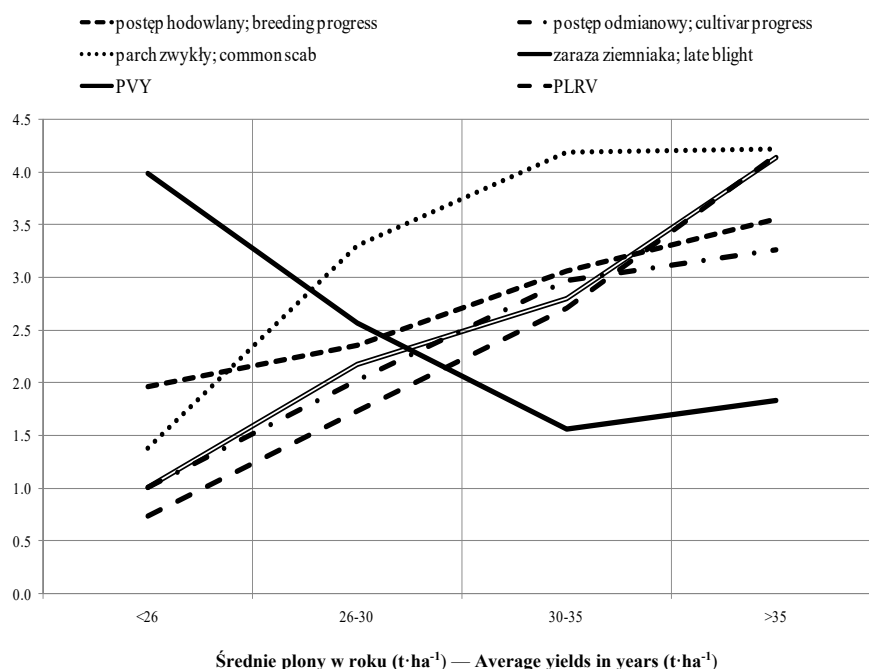
Wyniki dwukierunkowej analizy wariancji dla klas plonów i składowych postępu biologicznego w doświadczeniach SDOO

Results of two-way ANOVA for yield classes and biological progress components in the state trials

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Suma kwadratów odchyleń (Typ III) Sum of squares (Type III)	Średni kwadrat odchyleń Mean square	Statystyka F F statistic
A: Klasa plonu A: Yield class	3	104,3162584	34,7720861	21,83**
B: Składowa postępu biologicznego B: Biological progress component	5	27,2656261	5,4531252	3,42**
Interakcja $A \times B$ $A \times B$ interaction	15	128,2276800	8,5485120	5,37**
Błąd losowy Residual	258	410,9868548	1,5929723	
Razem Total	281	690,4337996		

** Istotne przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0.01$

Na podstawie wyników analizy wariancji i wykresu interakcji dla danych pochodzących z doświadczeń SDOO (tab. 4, rys. 1) stwierdzono występowanie interakcji pomiędzy analizowanymi zmiennymi. Wraz ze wzrostem plonu spadała odporność na zarazę ziemniaka, jednak spadkowi temu towarzyszył wzrost pozostałych zmiennych wpływających na plon. Wartości postępu hodowlanego i postępu odmianowego wzrastały systematycznie wraz ze wzrostem plonów. W podobny sposób zachowywały się, do plonów rzędu $35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, zmienne opisujące odporność na PVY i PLRV, jednak przy plonach powyżej $35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ nastąpił wyraźny wzrost wartości tych zmiennych.



Rys. 1. Wykres interakcji dla składowych postępu biologicznego w doświadczeniach SDOO.
 Fig. 1. Interaction plot for biological progress components in the state trials

Dla zmiennych budujących model regresji wielokrotnej (dla oszacowanych składowych postępu biologicznego w produkcji polowej na podstawie danych pochodzących z badań produkcyjnych) przeprowadzono analizę współliniowości (tab. 5). Dla wszystkich odmian jedynie ocena parametrów modelu dla postępu technologicznego oraz zmiennej opisującej odporność na parcha zwykłego nie były obciążone efektem współliniowości. W modelach regresji utworzonych dla odmian bardzo wczesnych, średnio wczesnych oraz średnio późnych i późnych efekt współliniowości wystąpił w przypadku oceny parametrów dla zmiennych opisujących odporność na choroby wirusowe (PVY i PLRV). W grupie odmian wczesnych współliniowością obciążona była jedynie ocena parametru dla zmiennej opisującej odporność na PLRV.

W wyniku szczegółowej analizy współliniowości w badanych modelach regresyjnych stwierdzono (tab. 5):

- W grupie wszystkich odmian — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 500,6$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego, zarazę ziemniaka, PLRV oraz postępu odmianowego.
- W grupie odmian bardzo wczesnych — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 363,9$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i PLRV oraz bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 171,4$) zmiennych opisujących odporność na PVY i zarazę ziemniaka.

- W grupie odmian wczesnych — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 380,9$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i PLRV.
- W grupie odmian średnio wczesnych — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 379,9$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i PLRV.
- W grupie odmian średnio późnych i późnych — bardzo silną współliniowość ($\delta_k = 388,3$) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i PLRV.

Tabela 5

Wyniki analizy współliniowości zmiennych dla modeli regresji wielokrotnej opisujących postęp biologiczny w produkcji polowej
Collinearity diagnostics results for multiple regression models which describe biological progress in field production

Wyszczególnienie Specification	Wartość własna Eigen value	Indeks warunku condition index δ_k	Iloraz wariancji — Variance ratio						
			stała intercept	postęp technologiczny technological progress	postęp odmianowy cultivar progress	parch zwykły common scab	zaraza ziemniaka late blight	PVY	PLRV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wszystkie odmiany — All cultivars									
VIF			0,00000	4,23456	82,78169	8,47939	20,00956	25,28111	20,00992
E-1	6,88231	1,00000	0,00001	0,00013	0,00003	0,00001	0,00001	0,00002	0,00001
E-2	0,10814	7,97765	0,00006	0,00167	0,00820	0,00002	0,00038	0,00009	0,00002
E-3	0,00803	29,28012	0,00005	0,62538	0,00955	0,00003	0,00018	0,01137	0,00008
E-4	0,00099	83,20695	0,02763	0,19923	0,15895	0,00186	0,00022	0,39058	0,00025
E-5	0,00030	151,52016	0,00921	0,03495	0,10558	0,05057	0,29772	0,00512	0,07520
E-6	0,00020	184,36520	0,15914	0,12986	0,24814	0,00869	0,18790	0,46832	0,13491
E-7	0,00003	500,58069	0,80390	0,00878	0,46956	0,93882	0,51361	0,12450	0,78953
Bardzo wczesne — Very early									
VIF			0,00000	3,48295	2,85716	5,81503	9,92957	14,00748	15,83539
E-1	6,16867	1,00000	0,00001	0,00020	0,00177	0,00001	0,00001	0,00003	0,00001
E-2	0,80234	2,77279	0,00001	0,00023	0,33507	0,00001	0,00001	0,00002	0,00001
E-3	0,02254	16,54193	0,00069	0,12263	0,13319	0,00014	0,00575	0,01161	0,00003
E-4	0,00588	32,37672	0,00001	0,59747	0,01415	0,00003	0,00226	0,10497	0,00027
E-5	0,00031	141,03444	0,38987	0,01077	0,16444	0,00634	0,29691	0,01268	0,05673
E-6	0,00021	171,35818	0,02161	0,16850	0,32330	0,09657	0,58642	0,65478	0,17103
E-7	0,00005	363,92004	0,58781	0,10021	0,02808	0,89692	0,10864	0,21592	0,77193
Wczesne — Early									
VIF			0,00000	3,85320	5,71606	6,50535	8,15954	9,93537	15,01374
E-1	6,54042	1,00000	0,00001	0,00016	0,00124	0,00001	0,00001	0,00004	0,00001
E-2	0,43966	3,85695	0,00001	0,00001	0,16969	0,00001	0,00008	0,00001	0,00001
E-3	0,01548	20,55300	0,00067	0,31915	0,15084	0,00014	0,00548	0,00249	0,00004
E-4	0,00383	41,30405	0,00230	0,22157	0,23126	0,00018	0,00761	0,34538	0,00024
E-5	0,00031	146,05715	0,19124	0,36661	0,38504	0,02796	0,96224	0,07490	0,00844
E-6	0,00026	159,51535	0,30735	0,06079	0,00127	0,02106	0,02337	0,35363	0,22490
E-7	0,00005	380,92665	0,49841	0,03171	0,06066	0,95065	0,00121	0,22356	0,76638
Średnio wczesne — Medium early									
VIF			0,00000	3,43545	3,89069	5,89732	4,73800	14,52643	14,59834
E-1	6,87678	1,00000	0,00001	0,00016	0,00060	0,00001	0,00002	0,00003	0,00001
E-2	0,10187	8,21602	0,00013	0,00040	0,20952	0,00004	0,00134	0,00016	0,00003
E-3	0,01733	19,92003	0,00022	0,31055	0,20080	0,00003	0,00809	0,00128	0,00001
E-4	0,00326	45,90087	0,00014	0,36367	0,44564	0,00009	0,03747	0,23465	0,00079
E-5	0,00046	122,66111	0,18302	0,14262	0,10087	0,02333	0,75476	0,25154	0,00001
E-6	0,00025	166,41137	0,23933	0,09773	0,04010	0,03232	0,12295	0,40911	0,24397
E-7	0,00005	379,87195	0,57717	0,08487	0,00247	0,94419	0,07538	0,10323	0,75519

c. d. Tabela 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Średnio późne i późne — Medium late and late									
VIF			0,00000	3,71483	7,26906	6,03102	5,27162	10,95593	14,75298
E-1	6,91043	1,00000	0,00001	0,00015	0,00022	0,00001	0,00002	0,00003	0,00001
E-2	0,07745	9,44604	0,00018	0,00505	0,07700	0,00005	0,00238	0,00051	0,00004
E-3	0,00820	29,03127	0,00011	0,69653	0,16057	0,00003	0,00135	0,01277	0,00004
E-4	0,00314	46,88517	0,00211	0,00046	0,63899	0,00001	0,02855	0,33160	0,00058
E-5	0,00049	119,10852	0,10566	0,14480	0,04132	0,02905	0,82940	0,13806	0,00309
E-6	0,00025	167,14028	0,28739	0,10473	0,04025	0,01930	0,02243	0,41870	0,24283
E-7	0,00005	388,31529	0,60455	0,04829	0,04165	0,95156	0,11588	0,09832	0,75342

E — Wartość własna macierzy $\mathbf{X}'\mathbf{X}$; Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości świadczące o występowaniu współliniowości zmiennych w analizowanych modelach regresji wielokrotnej

E — Eigenvalue of $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ matrix; Values demonstrating collinearity in the analyzed multiple regression models are bolded

W celu wykrycia interakcji pomiędzy oszacowanymi składowymi postępu biologicznego, na podstawie danych pochodzących z badań produkcyjnych, przeprowadzono, podobnie jak uprzednio na danych SDOO, dwukierunkową analizę wariancji (tab. 6) oraz sporządzono wykres interakcji (rys. 2). Dla ujednolicenia skali porównań, wartości zmiennych zostały przeliczone na skalę 5-stopniową. Następnie wyznaczono średnie wartości zmiennych dla czterech klas plonów ($<18 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $18\text{--}20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $20\text{--}21 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $>21 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Na podstawie wyników analizy wariancji oraz wykresu interakcji dla danych pochodzących z produkcji polowej (tab. 6, rys. 2) stwierdzono występowanie interakcji pomiędzy analizowanymi zmiennymi. Obniżenie odporności odmian na zarazę ziemniaka obserwowano przy plonach rzędu $21 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Równolegle zmniejszała się odporność na parcha zwykłego i PLRV, a odporność na PVY i postęp odmianowy ulegały lekkim wahaniom.

Tabela 6

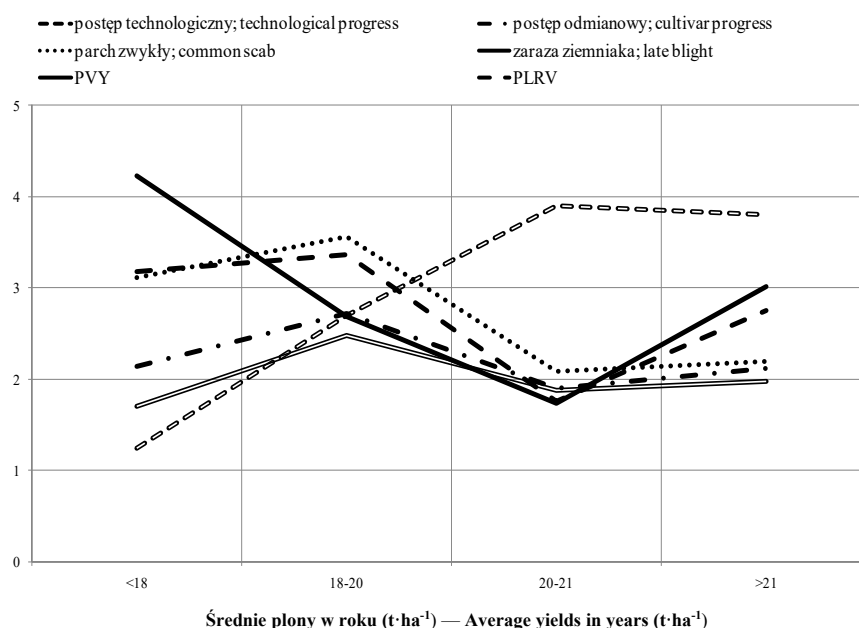
Wyniki dwukierunkowej analizy wariancji dla klas plonów i składowych postępu biologicznego w produkcji polowej

Results of two-way ANOVA for yield classes and biological progress components in field production

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Suma kwadratów odchyłeń (Typ III) Sum of squares (Type III)	Średni kwadrat odchyłeń Mean square	Statystyka F F statistic
A: Klasa plonu A: Yield class	3	41,51760945	13,83920315	8,18**
B: Składowa postępu biologicznego B: Biological progress component	5	30,97654384	6,19530877	3,66**
Interakcja A × B A × B interaction	15	56,89253802	3,79283587	2,24*
Błąd losowy Residual	84	142,1989544	1,6928447	
Razem Total	107	271,5856453		

** — Istotne przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0.01$.

* — Istotne przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0.05$.



Rys. 2. Wykres interakcji dla składowych postępu biologicznego w produkcji polowej
Fig. 2. Interaction plot for biological progress components in field production

Wraz ze wzrostem plonów do poziomu około 21 t·ha⁻¹ postęp technologiczny wyraźnie wzrastał. Przy plonach powyżej 21 t·ha⁻¹ nie stwierdzono dalszego wzrostu postępu technologicznego. Brak wyraźnych zmian poziomu postępu technologicznego przy najwyższych plonach został zrekompensowany wzrostem wartości zmiennych opisujących odporność na zarazę ziemniaka oraz na PLRV.

DYSKUSJA

Analiza udziału składowych postępu biologicznego, oszacowanych na podstawie doświadczeń odmianowych, w całościowym, ilościowym postępie biologicznym, pozwoliła na stwierdzenie, że składowe te łącznie tłumaczą, zależnie od grupy wczesności, 56,0%–68,9% zmienności obserwowanych plonów. Można więc przypuszczać, że 31%–44% zmienności ilościowego postępu biologicznego, wyrażanego zmianami plonowania, było spowodowane wpływem innych, nie analizowanych czynników (np. postępowaniem technicznym, postępowaniem organizacyjnym, itp.) oraz bezpośrednim wpływem warunków środowiska. Potencjał plonotwórczy, wytworzony w procesie hodowli nowych odmian i rodów (postęp hodowlany), tłumaczył 0,8%–2,0% zmienności postępu biologicznego. Potencjał plonotwórczy, wnoszony przez zarejestrowane odmiany (postęp odmianowy), tłumaczył 0,7%–7,8% zmienności postępu biologicznego, a potencjał wynikający ze zmian cech jakościowych, wpływających pośrednio na plon (odporność na główne patogeny), tłumaczył łącznie 49,2%–66,7% zmienności ilościowego postępu biologicznego,

wyrażonego zmianami plonowania ziemniaka w doświadczeniach odmianowych. Analiza współliniowości składowych postępu biologicznego wykazała występowanie silnych współliniowości między postępowaniem hodowlanym i postępowaniem odmianowym, odpornością na zarazę ziemniaka i odpornością na parcha zwykłego oraz pomiędzy odpornością na PVY i odpornością na PLRV. Stwierdzono również występowanie istotnej interakcji pomiędzy składowymi postępowaniem biologicznego. Wraz ze wzrostem plonów składowe postępowanie biologicznego zmieniały swoje wartości, wzajemnie się uzupełniały i zastępowały.

Oszacowanie udziału składowych postępu biologicznego, wyznaczonych na podstawie danych pochodzących z produkcji polowej ziemniaka (badania ankietowe), w ilościowym postępie biologicznym wykazało, że analizowane składowe tłumaczyły, zależnie od grupy wczesności odmian, 38,8%–70,8% zmienności ilościowego postępu biologicznego, wyrażonego zmianami plonowania. Potencjał plonotwórczy wniesiony przez uprawiane odmiany (postęp odmianowy) tłumaczył 0,7%–10,5% zmienności postępu biologicznego, potencjał wynikający ze zmian w technologii uprawy (postęp technologiczny) tłumaczył 0,03%–25,5% zmienności postępu biologicznego, a potencjał plonotwórczy wynikający ze zmian cech jakościowych, wpływających pośrednio na plon (odporność na główne patogeny), tłumaczył łącznie 30,2%–48,0% zmienności ilościowego postępu biologicznego, wyrażonego zmianami plonowania ziemniaka w ankietowanych gospodarstwach rolnych. Analiza współliniowości składowych postępu biologicznego wykazała występowanie, silnych współliniowości pomiędzy odpornością na zarazę ziemniaka i odpornością na PVY oraz między odpornością na PLRV i odpornością na parcha zwykłego. Stwierdzono również występowanie istotnej interakcji pomiędzy składowymi postępowaniem biologicznego. Wraz ze wzrostem plonów składowe postępowanie biologicznego zmieniały swoje wartości. Niskie wartości postępu odmianowego i cech związanych z odpornością na patogeny rekompensował postęp technologiczny, który przy najwyższych plonach był wspierany przez podwyższoną odporność na PLRV i zarazę ziemniaka.

Wyniki analizy regresji wielokrotnej należy traktować jako szacunkowe, bowiem znaczący wpływ na ich wartości miały współliniowość i interakcje występujące pomiędzy składowymi postępowaniem biologicznego.

Na postęp biologiczny składa się wiele czynników. Są to między innymi postęp wytworzony przez hodowlę i wprowadzony do produkcji przez rejestrację nowych odmian, postęp technologiczny związany ze zmianami w technologii uprawy, postęp techniczny związany z wprowadzaniem nowych, efektywniejszych maszyn, postęp społeczny, postęp ekonomiczny, postęp organizacyjny, itp. Poza tymi czynnikami, które są ściśle związane z rolnictwem i hodowlą roślin, na obserwowany postęp biologiczny wpływ mają również warunki środowiskowe (temperatury, opady, siedlisko itp.). Wszystkie te czynniki kształtują postęp biologiczny. Nie są to jednak działania odrębne, addytywne. Czynniki te współdziałają wzajemnie oraz ze środowiskiem. To przecież wprowadzanie nowych odmian (postęp odmianowy) często powoduje zmiany w technologii uprawy (postęp technologiczny). Technologia uprawy oddziałuje na stosowaną technikę (postęp techniczny) oraz odwrotnie. Technologia i technika łączą się ze zmianami organizacyjnymi (postęp organizacyjny, postęp społeczny) oraz ekonomicznymi (postęp ekonomiczny) i odwrotnie. Wspomniane czynniki oraz środowisko również wzajemnie na siebie wpływają.

Niniejsza praca stanowi próbę przybliżenia oceny postępu biologicznego w ziemniaku, na podstawie dostępnych danych i wyników analiz. Praca porusza jedynie wybrane zagadnienia związane z postępowaniem biologicznym i jego składowymi. Pozwala jednak dostrzec pewne prawidłowości i fakty związane z postępowaniem wnoszonym przez hodowlę nowych odmian ziemniaka i przenoszonym przez nasiennictwo do produkcji polowej, w której powinien być wykorzystany.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Podsumowując cykl opracowań (Mańkowski, 2009 b; Mańkowski i Laudański, 2009 a, b, c, d) można stwierdzić, że zagadnienia związane z postępowaniem biologicznym są bardzo złożone. Może o tym świadczyć różne rozumienie i definiowanie takich pojęć, jak postęp biologiczny, hodowlany, odmianowy czy genetyczny. Można spotkać wiele podejść do tego zagadnienia. Różnorodność ta nie wpływa jednak pozytywnie na stan wiedzy w tym zagadnieniu. W przypadku ziemniaka niewiele jest prac, które obejmują długi okres jego uprawy i opisują równocześnie zagadnienie postępu biologicznego, obejmującego plenność, jakość czy zmiany w efektach hodowli, nasiennictwie i uprawie polowej. Zdecydowana większość opracowań dotyczy bądź to krótkich okresów czasu, bądź tylko wybranych zagadnień związanych z postępowaniem biologicznym.

Niniejszy cykl opracowań powstał z zamiarem szerszego spojrzenia na zagadnienia związane z postępowaniem biologicznym. Celem przewodnim badań, przy zastosowaniu jednolitej metodyki, była ocena składowych postępu biologicznego na podstawie dostępnych danych, a także ocena udziału tych składowych w całościowym postępie biologicznym w ziemniaku. Ocenie poddawano kolejne składowe, począwszy od hodowli (ilościowy postęp hodowlany oraz ilościowy i jakościowy postęp odmianowy na etapie rejestracji nowych odmian), poprzez nasiennictwo, czyli ogniwo przenoszące efekty postępu odmianowego z hodowli do praktyki rolniczej (ilościowy postęp odmianowy na etapie nasiennictwa), aż do produkcji polowej ziemniaka, czyli faktycznego wykorzystania postępu wnoszonego przez hodowlę wraz z wprowadzaniem nowych odmian do produkcji (ilościowy i jakościowy postęp odmianowy i postęp technologiczny w produkcji polowej ziemniaka). Na koniec podjęto próbę oszacowania udziału tych składowych w postępie biologicznym oraz ocenę wzajemnych relacji pomiędzy tymi składowymi.

Zaprezentowana analiza zmian w hodowli, nasiennictwie i produkcji polowej ziemniaka pokazała, jak złożone jest zagadnienie postępu biologicznego. Jest on efektem wielu czynników, które poza oddziaływaniem bezpośrednim dodatkowo w większym lub mniejszym stopniu wzajemnie współdziałają modyfikując tym samym zakres swego oddziaływania. Na podstawie dostępnych materiałów możliwe było tylko przybliżone oszacowanie udziału kilku składowych postępu biologicznego.

Opracowania zaprezentowały podejście metodyczne, umożliwiające dokonanie oceny składowych postępu biologicznego, takich jak jakościowy i ilościowy postęp hodowlany i odmianowy oraz postęp technologiczny. Pozwoliły ponadto ocenić postęp na etapie hodowli nowych odmian i ich rejestracji, transmisji tego postępu z hodowli do produkcji,

wykorzystania bądź jego nagromadzenia w produkcji polowej oraz postęp wynikający z technologii uprawy ziemniaka w powojennej Polsce.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz sformułowano następujące wnioski, odpowiadające postawionym na wstępie prac celom szczegółowym (Mańkowski, 2009 b):

1. Zastosowana metodyka pozwoliła na oszacowanie zmian poziomów wybranych cech ilościowych i jakościowych w hodowli, nasiennictwie i produkcji polowej ziemniaka. Oszacowane z zastosowaniem tej metodyki składowe postępu biologicznego były porównywalne w tych samych okresach badań dla doświadczeń odmianowych, nasiennictwa i produkcji polowej. Proponowana metodyka uwzględniała w szerokim aspekcie różnorodność swojego zastosowania. I tak dla cech ilościowych umożliwiła zminimalizowanie błędu systematycznego poprzez wykorzystanie do porównań wzorca pomostowego, zbudowanego na bazie odmian charakteryzujących się stabilnością tych cech. W przypadku cech jakościowych, pozwoliła na ocenę zmian wnoszonych przez wprowadzanie nowych odmian oraz na ocenę wykorzystania tych zmian w produkcji polowej. Ocena zmian w technologii uprawy pozwoliła na rozróżnienie gospodarstw zajmujących się produkcją polową ziemniaka, ze względu na rodzaj i efekty stosowanej technologii uprawy. Na podstawie tego podziału można było oszacować charakter zmian zachodzących w badanym okresie.
2. W latach 1957–2003 nastąpił istotny ilościowy i jakościowy postęp hodowlany i odmianowy. Najwyższy poziom ilościowego postępu hodowlanego, obserwowanego na etapie doświadczeń odmianowych prowadzonych przez SDOO, wystąpił w grupie odmian wczesnych i bardzo wczesnych. Najwyższy ilościowy postęp odmianowy, obserwowany na etapie wprowadzania nowych odmian, wystąpił również w grupie odmian wczesnych i bardzo wczesnych. Jedynie w przypadku odmian średnio późnych i późnych nie stwierdzono istotnego trendu mówiącego o postępie odmianowym. Szczegółowa analiza wahań postępu odmianowego wykazała, iż po połowie lat 90. XX wieku odnotowano spadek potencjału plonotwórczego odmian znajdujących się w rejestrze. Analiza jakościowego postępu odmianowego w latach 1957–2003, wykazała istotny wzrost zawartości skrobi u odmian skrobiowych oraz wzrost odporności na parcha zwyczajnego, wirusa Y i wirusa liściozwoju u odmian znajdujących się w rejestrze. Regres stwierdzono tylko w przypadku odporności na zarazę ziemniaka.
3. W latach 1994–2003 nasiennictwo ziemniaka polegało w głównej mierze na reprodukcji materiału siewnego odmian znajdujących się w rejestrze. W tym okresie, wystąpił ilościowy regres odmianowy, będący reakcją na spadek efektów plonotwórczych dla zarejestrowanych odmian. Istotny postęp ilościowy odnotowano jedynie w przypadku odmian bardzo wczesnych. We wszystkich pozostałych grupach wczesności stwierdzono istotny regres, najsilniejszy w grupie odmian średnio późnych i późnych.
4. W produkcji polowej, w latach 1986–2003, obserwowano istotny ilościowy postęp odmianowy, wyrażony wzrostem potencjału plonotwórczego uprawianych odmian. Najwyższy postęp nastąpił w przypadku odmian wczesnych i średnio wczesnych. W przypadku odmian bardzo wczesnych nie stwierdzono istotnego trendu obrazującego

- ilościowy postęp odmianowy. Występujący regres w nasiennictwie ziemniaka nie przekładał się więc na postęp odmianowy w produkcji polowej.
5. W latach 1992–2003 wzrastał udział technologii upraw ziemniaka zapewniających wyższe plony. Ten postęp technologiczny nie był jednak wystarczający, aby uzyskiwane w produkcji polowej plony ziemniaka zbliżyły się do plonów uzyskiwanych w doświadczeniach odmianowych.
 6. Największe znaczenie w kształtowaniu się postępu biologicznego, wyrażonego zmianami plonowania ziemniaka, miał postęp jakościowy w doświadczeniach odmianowych i produkcji polowej. Największy udział w wytłumaczeniu obserwowanej zmienności plonów miały cechy związane z odpornością na patogeny. Dla badanego okresu stwierdzono występowanie współdziałania składowych postępu biologicznego, jak również występowanie współliniowości niektórych jego składowych.

LITERATURA

- Armitage P., Colton T. (eds.). 2005. *Encyclopedia of Biostatistics*. 2nd Ed. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Łubkowski Z. 1968. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Warszawa, PWRiL.
- Mańkowski D. R. 2009 a. Ocena postępu biologicznego w produkcji ziemniaków. *Wieś Jutra* 2 (127): 10 — 12.
- Mańkowski D. R. 2009 b. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część 1. Przegląd ilościowych metod oceny postępu hodowlanego i odmianowego. *Biul. IHAR* 251: 153—173.
- Mańkowski D. R., Laudański Z. 2009 a. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część II. Ocena ilościowego postępu hodowlanego i odmianowego na podstawie doświadczeń odmianowych z lat 1957–2003. *Biul. IHAR* 251: 175—196.
- Mańkowski D. R., Laudański Z., 2009 b. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część III. Ocena ilościowego postępu odmianowego w nasiennictwie oraz w produkcji polowej ziemniaka. *Biul. IHAR* 253: 259 — 275.
- Mańkowski D. R., Laudański Z. 2009 c. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część IV. Ocena postępu odmianowego pod względem odporności na patogeny. *Biul. IHAR* 254: 83 — 93.
- Mańkowski D. R., Laudański Z., 2009 d. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część V. Ocena postępu technologicznego w produkcji polowej ziemniaka w latach 1986–2003. *Biul. IHAR* 254: 95 — 119.
- Rawlings J. O., Pantula S. G., Dickey D. A. 2001. *Applied Regression Analysis — a Research Tool*. 2nd Ed. New York, USA: Springer Verlag.
- Runowski H. 1997. *Postęp biologiczny w rolnictwie*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- SAS Institute Inc. 2004 a. *SAS 9.1 Companion for Windows*. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SAS Institute Inc. 2004 b. *SAS/STAT 9.1 User's Guide*. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. *Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczeniach rolniczych*. PWN, Warszawa.

ANNA PŁAZA
FELIKS CEGLAREK
MILENA ANNA KRÓLIKOWSKA
MAŁGORZATA PRÓCHNICKA
Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Podlaska w Siedlcach

Nawożenie ziemniaka jadalnego biomasą międzyplonów w warunkach środkowo- wschodniej Polski

Table potato fertilization by biomass of intercrops in conditions of East-Central Poland

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2002–2005 mające na celu określenie wpływu międzyplonów na plon i strukturę plonu ziemniaka jadalnego w warunkach środkowo-wschodniej Polski. W doświadczeniu badano następujące kombinacje nawożenia międzyplonem: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem), obornik, wsiewka międzyplonowa (koniczyna czerwona, życica wielokwiatowa), międzyplon ścierniskowy (rzodkiew oleista, rzodkiew oleista — mulcz). W biomasie międzyplonów oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). W pierwszym roku po nawożeniu międzyplonami uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Rywał. Podczas zbioru ziemniaka określono plon ogólny i handlowy, a po zbiorze strukturę plonu bulw. Otrzymane wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż spośród badanych międzyplonów najwięcej suchej masy wprowadziła do gleby życica wielokwiatowa, a makroelementów koniczyna czerwona. Wartość nawozowa koniczyny czerwonej przewyższała a rzodkiew oleistą przyoranej jesienią dorównywała wartości nawozowej obornika. Największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział frakcji bulw małych w plonie odnotowano na obiekcie nawożonym koniczyną czerwona.

Słowa kluczowe: mulcz, nawożenie międzyplonem ścierniskowym, nawożenie wsiewką międzyplonową, plon, struktura plonu bulw, ziemniak

The paper presents results of the studies carried out in 2002–2005, which aimed to assess the influence of intercrop fertilization on table potato yield and its structure under conditions of East-Central Poland. The following combinations of intercrop fertilization were applied: control object (without intercrop fertilization), farmyard manure, undersown crop (red clover, Italian ryegrass), stubble catch crop (oil radish, oil radish — mulch). The content of dry mass and macroelements (N, P, K, Ca and Mg) in biomass of intercrops was determined. In the first year after applying intercrop fertilization the potatoes were cultivated. During harvest a total yield and commercial yield of potato tubers were assessed, and after harvest a structure of tuber yield was evaluated. The results obtained indicated that the highest amount of dry mass and macroelements was introduced into soil with Italian ryegrass and red clover respectively. The fertilizing value of red clover exceeded that of farmyard

manure. No significant difference in fertilizing value was found between oil radish and farmyard manure. The plot fertilized with red clover was characterized by the highest proportions of table and seed potatoes, and the lowest participation of small tubers.

Key words: mulch, undersown crop fertilization, potato, stubble catch crop fertilization, yield, yield structure

WSTĘP

Ziemniak należy do roślin o dużych wymaganiach pokarmowych. Do wydania wysokich plonów wymaga zarówno nawożenia organicznego, jak i mineralnego (Roztropowicz, 1992; Sawicka i Kuś, 2002). Podstawowym nawozem naturalnym stosowanym w uprawie ziemniaka jest obornik. Zmniejszająca się produkcja obornika i rozwój integrowanej uprawy ziemniaka skłaniają do poszukiwania alternatywnych form nawożenia, takich jak nawozy zielone (Roztropowicz, 1994; Grześkiewicz i Trawczyński, 1997; Ceglarek i Płaza, 2000). Międzyplony w integrowanej uprawie ziemniaka traktowane są jako „akumulatory” niewykorzystanych w przedplonie składników pokarmowych dla ziemniaka następczo przychodzącego w zmianowaniu. Ich wymywanie do wód gruntowych z arealów pokrytych szatą roślinną jest wielokrotnie mniejsze niż z gleb pozostających w czarnym ugorze, co ma istotne znaczenie w ochronie środowiska rolniczego (Spiertz i in., 1996; Songin, 1998). Spośród międzyplonów największy udział powinny mieć wsiewki i międzyplony ścierniskowe, zwłaszcza pozostawione do wiosny w formie mulczu. Niewiele jest na ten temat danych eksperymentalnych. Stąd wyłania się potrzeba prowadzenia badań mających na celu określenie wpływu międzyplonów na plon i strukturę plonu bulw ziemniaka jadalnego w warunkach środkowo-wschodnie Polski.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2002–2005 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Eksperyment założono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Zawartość próchnicy wynosiła 1,38%. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 15 m². Badano następujące kombinacje nawożenia międzyplonem: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem), obornik, wsiewka międzyplonowa — biomasa przyorana jesienią (koniczyna czerwona, życica wielokwiatowa), międzyplon ścierniskowy — biomasa przyorana jesienią (rzodkiew oleista), międzyplon ścierniskowy — biomasa pozostawiona do wiosny w formie mulczu (rzodkiew oleista). Jesienią, w losowo wybranych miejscach, z każdego poletka międzyplonu, z powierzchni 1 m² pobrano próby masy kośnej i resztek poźniwnych roślin łącznie z ich masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby w celu określenia plonu świeżej masy. W pobranym materiale roślinnym oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). Następnie na wyznaczone poletka wywieziono obornik bydlęcy (30 t ha⁻¹) i wykonano orkę przedzimową, z wyjątkiem poletek z rzodkwią oleistą pozostawioną do wiosny w formie mulczu. W pierwszym roku po zastosowaniu

nawożenia organicznego uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Rywał. Wczesną wiosną wysiano nawozy mineralne, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 39 kg P i 100 kg K. Na poletkach, na których jesienią wykonano orkę przedzimową, nawozy mineralne wymieszano z glebą za pomocą kultywatora zagregatowanego z broną. Natomiast na poletkach z mulczem stosowano bronę talerzową i kultywator. Ziemniaki wysadzano w III dekadzie kwietnia, a zbierano w II dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaków określono plon ogólny i handlowy, przyjmując za plon handlowy bulwy zdrowe, o średnicy powyżej 40 mm. Następnie pobrano średnie ich próby w celu oznaczenia struktury plonu bulw. Wydzielono frakcje bulw o średnicy 30, 30–40, 40–50, 50–60 i powyżej 60 mm. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

WYNIKI

Spośród badanych międzyplonów życica wielokwiatowa dostarczyła najwięcej suchej masy, istotnie mniej koniczyna czerwona, a najmniej rzodkiew oleista (tab. 1). Natomiast najwięcej makroelementów wprowadziła do gleby koniczyna czerwona. Życica wielokwiatowa, chociaż wytworzyła najwięcej biomasy, to jako roślina niemotylkowa tylko pod względem ilości potasu dorównywała koniczynie czerwonej, a rzodkiew oleista, tylko pod względem fosforu. Pozostałą ilość makroelementów badane międzyplony wprowadziły do gleby istotnie mniej niż koniczyna czerwona.

Tabela 1

Ilość suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) i makroelementów ($kg \cdot ha^{-1}$) wprowadzona do gleby przez badane międzyplony i obornik (średnie z lat 2002–2004)
Dry mass ($t \cdot ha^{-1}$) and macroelements ($kg \cdot ha^{-1}$) introduced to soil with the intercrops and farmyard manure applied (mean for 2002–2004)

Międzyplon Intercrop	Sucha masa Dry mass	Makroelementy Macroelements				
		N	P	K	Ca	Mg
Obornik Farmyard manure	7,2	163,4	47,8	132,9	62,7	39,5
Koniczyna czerwona Red clover	5,2	151,4	31,2	109,7	47,8	23,9
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	6,1	112,7	26,3	104,2	34,5	13,0
Rzodkiew oleista Oil radish	4,3	95,8	30,4	86,3	37,8	15,8
Rzodkiew oleista - mulcz Oil radish - mulch	4,4	96,0	30,6	86,5	38,0	16,1
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,7	10,8	1,3	7,2	5,1	3,0

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ nawożenia międzyplonem na plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka (tab. 2 i 3). Stosowanie zarówno obornika, jak i międzyplonów powodowało istotny wzrost plonów w porównaniu do plonu ogólnego i handlowego odnotowanego na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia międzyplonem.

Tabela 2

Wpływ obornika i międzyplonów na plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka (średnie z lat 2003–2005)
The influence of farmyard manure and intercrop fertilization on total yield of fresh mass of potato tubers
(mean for 2002–2004)

Nawożenie międzyplonem Intercrop fertilization	Plon ogólny Total yield t·ha ⁻¹	Wzrost plonu w porównaniu z kontrolą Increase in yield as compared to control		Wzrost plonu w porównaniu z nawożeniem obornikiem Increase in yield as compared to the effects of farmyard manure fertilization	
		t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%
Obiekt kontrolny Control object	32,7	0,0	0,0	-9,2	-22,0
Obornik Farmyard manure	41,9	+9,2	+28,1	0,0	0,0
Koniczyna czerwona Red clover	44,5	+11,8	+36,1	+2,6	+6,2
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	38,2	+5,5	+16,8	-3,7	-8,8
Rzodkiew oleista Oil radish	41,7	+9,0	+27,5	-0,2	-0,5
Rzodkiew oleista — mulcz Oil radish — mulch	40,6	+7,9	+24,2	-1,3	-3,1
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	1,1	—	—	—	—

Tabela 3

Wpływ obornika i międzyplonów na plon handlowy bulw ziemniaka (średnie z lat 2003–2005)
The influence of farmyard manure and intercrop fertilization on commercial yield of potato tubers
(mean for 2003–2005)

Nawożenie międzyplonem Intercrop fertilization	Plon handlowy Commercial yield, t·ha ⁻¹	Wzrost plonu w porównaniu z kontrolą Increase in yield as compared to control		Wzrost plonu w porównaniu z nawożeniem obornikiem Increase in yield as compared to the effects of farmyard manure fertilization	
		t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%
Obiekt kontrolny Control object	25,9	0,0	0,0	-11,4	-30,6
Obornik Farmyard manure	37,3	+11,4	+44,0	0,0	0,0
Koniczyna czerwona Red clover	42,7	+16,8	+64,9	+5,4	+14,5
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	31,5	+5,6	+21,6	-5,8	-5,5
Rzodkiew oleista Oil radish	36,8	+10,9	+42,1	-0,5	-1,3
Rzodkiew oleista — mulcz Oil radish — mulch	34,4	+8,5	+32,8	-2,9	-7,8
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	1,0	—	—	—	—

Największe plony bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego koniczyną czerwoną. Po zastosowaniu tej formy nawożenia plon ogólny bulw ziemniaka był większy o 6,2%, a plon handlowy aż o 14,5% w porównaniu do plonów odnotowanych na oborniku. Na pozostałych obiektach nawożonych międzyplonami plony bulw ziemniaka były

mniejsze od odnotowanych na oborniku. Jednak po przyoraniu rzodkwi oleistej plony te nie różniły się istotnie w porównaniu do obiektu z obornikiem. Natomiast na obiektach nawożonych życią wielokwiatową i rzodkwią oleistą w formie mulczu były istotnie mniejsze niż na oborniku.

Nawożenie międzyplonem w istotny sposób oddziaływało nie tylko na plon, ale i na jego strukturę (tab. 4). Można zauważyć tu pewną zależność, a mianowicie, tam gdzie otrzymano największe plony bulw ziemniaka odnotowano największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział frakcji bulw małych w plonie. Natomiast na obiektach: kontrolnym, nawożonym życią wielokwiatową i rzodkwią oleistą w formie mulczu udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków był mniejszy, przy największym udziale frakcji bulw małych w plonie.

Tabela 4

Wpływ obornika i międzyplonów na procentowy udział frakcji bulw w plonie (średnie z lat 2003–2005)
The influence of farmyard manure and intercrop fertilization on percentage participation of tuber fractions in yield (mean for 2003–2005)

Nawożenie międzyplonem Intercrop fertilization	Ziemniaki jadalne Table potatoes ≥ 40 mm	Sadzeniaki Seed potatoes 30-60 mm	Bulwy małe Small tubers ≤ 30 mm
Obiekt kontrolny Control object	56,5	53,7	33,4
Obornik Farmyard manure	87,9	85,3	6,6
Koniczyna czerwona Red clover	93,4	92,6	2,1
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	68,8	67,2	18,7
Rzodkiew oleista Oil radish	87,2	85,0	6,3
Rzodkiew oleista — mulcz Oil radish — mulch	82,7	80,9	9,2
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	2,4	2,1	1,8

DYSKUSJA

Niedobór obornika spowodowany spadkiem pogłowia zwierząt gospodarskich, niska opłacalność produkcji oraz przesłanki przemawiające za systemem integrowanej uprawy ziemniaka skłaniają do poszukiwania alternatywnych rozwiązań. Na szczególną uwagę zasługują tu nawozy zielone. W badaniach własnych, spośród międzyplonów najwyżej plonującą okazała się życica wielokwiatowa. Na wysoką produkcję biomasy traw wskazują też wyniki badań Witkowicza (1998) oraz Kuraszewicza i Pałysa (2002). W przeprowadzonym doświadczeniu rzodkiew oleista uprawiana w międzyplonie ścierniskowym plonowała istotnie niżej niż wsiewka koniczyny czerwonej. Również w badaniach Nowakowskiego i wsp. (1997), spośród międzyplonów ścierniskowych najniżej plonującą okazała się rzodkiew oleista.

Wartość nawozowa międzyplonów zależy nie tylko od ilości przyoranej biomasy, ale również od jej jakości wyrażonej zawartością składników mineralnych. W badaniach

własnych podobnie, jak u Witkowicza (1998) i Duer (1999) największą ilość makroelementów dostarczyła koniczyna czerwona. Rośliny niemotylkowe, a zwłaszcza życica wielokwiatowa wprowadziły do gleby istotnie mniej makroelementów.

Sadowski (1992) oraz Ceglarek i Płaza (2000) wskazują na przewagę nawozów zielonych nad obornikiem. Wynika to z faktu, iż składniki pokarmowe zawarte w nawozie zielonym są na ogół łatwiej przyswajalne niż składniki obornika, dzięki szybszemu rozkładowi masy organicznej. W omawianym doświadczeniu, spośród międzyplonów najwyższą wartość nawozową wykazała koniczyna czerwona. Wynika to z faktu, iż nawóz organiczny, który zawiera najwięcej makroelementów oddziałuje najkorzystniej na plonowanie rośliny następcej (Sadowski, 1992; Grześkiewicz i Trawczyński, 1997; Ceglarek i Płaza, 2000; Boligłowa i Gleń, 2003). W badaniach własnych, analogicznie jak u Nowakowskiego i wsp. (1997) rzodkiew oleista pod względem działania nawozowego dorównywała obornikowi. Życica wielokwiatowa natomiast wykazała niższą wartość nawozową. W nawożeniu ziemniaka międzyplony ścierniskowe można stosować także w formie mulczu. Jednak ten sposób użyźniania stanowiska nie dorównywał obornikowi. Potwierdzają to badania Dziemi i Szarka (2000) oraz Boligłowy i Gleń (2003) dotyczące nawożenia ziemniaka mulczem z gorczycy białej. Chociaż plon świeżej masy bulw ziemniaka był mniejszy niż na oborniku, to jednak zauważa się tu korzystne oddziaływanie rośliny międzyplonowej pozostawionej na polu w formie mulczu poprzez spowolnienie procesu mineralizacji substancji organicznej, niedopuszczenie do wymywania azotu, magazynowania wody z opadów jesienno-zimowych, poprawienie struktury gleby i wzbogacenie jej w masę organiczną (Dziemi i Boligłowa, 1993; Spiertz i in., 1996; Songin, 1998; Pleasant, 2001).

Z badań własnych wynika, że nawożenie międzyplonem oddziałuje nie tylko na plon bulw ziemniaka, ale i na jego strukturę. Spośród badanych międzyplonów najkorzystniej na omawianą cechę oddziaływało nawożenie koniczyną czerwona. Można zauważyć tu pewną zależność, którą potwierdzają badania innych autorów (Roztropowicz, 1994; Grześkiewicz i Trawczyński, 1997; Boligłowa i Gleń, 2003; Dziemi i in., 2004). Mianowicie, na obiektach, gdzie otrzymuje się największe plony ziemniaka, występuje wzrost udziału bulw dużych, a spadek udziału bulw średnich i małych. Największy udział bulw drobnych w plonie odnotowano na obiekcie kontrolnym, bez nawożenia międzyplonem.

WNIOSKI

1. Spośród badanych międzyplonów najwięcej suchej masy wprowadzono do gleby z życią wielokwiatową, a makroelementów z koniczyną czerwona.
2. Wartość nawozowa koniczyny czerwonej przewyższała, a rzodkiew oleistej dorównywała wartości nawozowej obornika.
3. Największy udział frakcji bulw jadalnych i sadzeniaków, a najmniejszy udział frakcji bulw małych w plonie odnotowano na obiekcie nawożonym koniczyną czerwona.

LITERATURA

- Boligłowa E., Gleń K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *EJPAU, Ser. Agronom. Is. 1, 6: 1 — 10.*
- Ceglarek F., Płaza A. 2000. Wpływ nawożenia wsiewkami międzyplonowymi na jakość bulw ziemniaka jadalnego uprawianego w rejonie Siedlec. *Biul. IHAR 213: 109 — 116.*
- Dzienia S., Boligłowa E. 1993. Rola mulczowania w podnoszeniu żyzności i urodzajności gleby. *Post. Nauk Rol. 1: 107 — 111.*
- Dzienia S., Szarek P. 2000. Efektywność uprawy bezplużnej oraz międzyplonów i słomy w produkcji ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470: 145 — 152.*
- Dzienia S., Szarek P., Pużyński S. 2004. Plonowanie i jakość ziemniaka w zależności od systemu prawy roli i rodzaju nawożenia organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 235 — 242.*
- Duer I. 1999. Plon suchej masy kilku odmian koniczyny uprawianej w ekologicznym i integrowanym systemie produkcji oraz akumulacja azotu w glebie. *Zesz. Nauk. AR Kraków 347: 69 — 77.*
- Grzeszkiewicz H., Trawczyński C. 1997. Poplony ścierniskowe jako nawóz organiczny w uprawie ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn. 48: 73 — 82.*
- Kuraszkiewicz R., Pałys E. 2002. Wpływ roślin ochronnych na plon masy nadziemnej wsiewek międzyplonowych. *Annales UMCS, Sec. E 57: 105 — 112.*
- Nowakowski M., Gutmański I., Kostka-Gościński D., Kaczorowski G. 1997. Międzyplony ścierniskowe odmian gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej jako nawozy zielone i czynniki ograniczania mącznika burakowego w glebie. *Biul. IHAR 202: 201 — 211.*
- Pleasant B. 2001. Develop a passion for potatoes. *Organ. Gard. Vol. 41, Is. 3: 81 — 87.*
- Roztropowicz S. 1994. Poplony ścierniskowe jako cenny nawóz organiczny pod ziemniak. *Ziemn. Pol. 4: 11 — 14.*
- Sadowski W. 1992. Porównanie efektywności obornika, słomy, nawozów zielonych i biohumusu w uprawie ziemniaka. *Mat. konf. nauk. „Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych”. ART Olsztyn: 216 — 222.*
- Sawicka B., Kuś J. 2002. Zmienność składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 273 — 282.*
- Songin W. 1998. Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. *Post. Nauk Rol. 2: 43 — 51.*
- Spieritz J. H. J., Haverkort A. J., Verejken P. H. 1996. Environmentally safe and consumer friendly potato production in The Netherlands. 1. Development of ecologically sound productions systems. *Potato Res. 39: 371 — 378.*
- Witkowicz R. 1998. Porównanie plonowania oraz wartości przedplonowej wsiewek roślin motylkowatych i traw na glebie lekkiej. *Rocz. AR Poznań, CCCVII, Ser. Rol. 52: 65 — 70.*

ANNA PŁAZAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Podlaska w Siedlcach

Znaczenie nawozów zielonych w uprawie ziemniaka jadalnego

The importance of green fertilizers in table potatoes cultivation

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2001–2004 mające na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych i międzyplonów ścierniskowych na plonowanie ziemniaka uprawianego w zmiennych warunkach pogodowych. W doświadczeniu badano następujące kombinacje nawożenia międzyplonem: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem), obornik, wsiewka międzyplonowa (lucerna chmielowa, lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa), międzyplon ścierniskowy (facelia, facelia — mulcz). Jesienią, w pobranym materiale roślinnym i w oborniku oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). W pierwszym roku po zastosowaniu nawożenia międzyplonami uprawiano ziemniaki jadalne. Podczas zbioru oznaczono plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka, a po zbiorze zawartość skrobi. Otrzymane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań istotnie różnicowały plony bulw ziemniaka. Stosowanie wsiewek międzyplonowych (lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa i lucerna chmielowa) oraz międzyplonów ścierniskowych (facelia przyorana jesienią, jak i pozostawiona do wiosny w formie mulczu) w pełni zastępuje obornik w nawożeniu ziemniaka.

Słowa kluczowe: międzyplon ścierniskowy, nawożenie, plon handlowy, plon ogólny, wsiewka międzyplonowa, ziemniak.

The paper presents results of the investigations conducted in the years 2001–2004, which aimed to assess the influence of undersown crops and stubble catch crops on yielding of potatoes cultivated under changing weather conditions. The following combinations of intercrop fertilization were applied: control object (without intercrop fertilization), farmyard manure, undersown crop (black medic, black medic + Italian ryegrass), stubble catch crop (phacelia, phacelia — mulch). In autumn, the content of dry mass and macroelements (N, P, K, Ca and Mg) in potato plants and in farmyard manure was determined. In the first year after intercrop fertilization table potatoes were cultivated. During harvest a total yield and commercial yield of potato tubers were assessed, and after harvest the content of starch was determined. The results obtained showed that weather conditions in the period of investigations significantly modified the yields of potato tubers. The undersown crops applied (black medic + Italian ryegrass and black medic) and stubble catch crops (phacelia both plowed down in the autumn or left in the form of mulch till the spring, time alike) completely substituted for the farmyard manure in potato fertilization.

Key words: commercial yield, fertilization, potato, undersown crop, stubble catch crop, total yield

WSTĘP

We współczesnej uprawie ziemniaka jadalnego dąży się do obniżenia kosztów i pracochłonności nawożenia organicznego oraz ochrony środowiska rolniczego, bez istotnego spadku plonu (Stopez i in., 1995; Sadowski, 1992; Ceglarek i Płaza, 2006). Niezwykle cenne są tu międzyplony przedłużające okres trwania okrywy roślinnej. Na tej podstawie można sądzić, iż skażenie działalnością rolniczą cieków i zbiorników wodnych z gospodarstw uprawiających międzyplony jest mniejsza niż z gospodarstw uprawiających rośliny tylko w plonie głównym (Stopez i in., 1995; Ceglarek i Płaza, 2006). Zaleca się tu uprawę wsiewek i międzyplonów ścierniskowych, zwłaszcza pozostających do wiosny w formie mulczu (Karlson-Strese i in., 1998; Songin, 1998; Duer, 1999). Stąd wyłania się potrzeba prowadzenia badań mających na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych i międzyplonów ścierniskowych na plonowanie ziemniaka uprawianego w zmiennych warunkach pogodowych.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2001–2004 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Badania polowe prowadzono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, o odczynie obojętnym, średnie zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Zawartość próchnicy wynosiła 1,36%. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 15 m². Badano następujące kombinacje nawożenia międzyplonem: obiekt kontrolny (bez nawożenia międzyplonem), obornik, wsiewka międzyplonowa — biomasa przyorana jesienią (lucerna chmielowa, lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa), międzyplon ścierniskowy — biomasa przyorana jesienią (facelia), międzyplon ścierniskowy — biomasa pozostawiona do wiosny w formie mulczu (facelia). Wsiewkę lucerny chmielowej (20 kg·ha⁻¹) i mieszanki lucerny chmielowej z życią wielokwiatową (10 + 15 kg·ha⁻¹) wsiewano w jęczmień jary uprawiany na ziarno. Natomiast facelię uprawianą w międzyplonie ścierniskowym wysiewano w ilości 12 kg·ha⁻¹, po zbiorze jęczmienia jarego. Jesienią w losowo wybranych miejscach, z każdego poletka międzyplonu, z powierzchni 1 m² pobrano próby masy kośnej i resztek poźniwnych łącznie z ich masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby, w celu określenia plonu świeżej masy. W pobranym materiale roślinnym oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). Następnie na wyznaczone poletka wywieziono obornik bydlęcy (30 t·ha⁻¹), wcześniej pobierając średnią jego próbę w celu oznaczenia składu chemicznego. Następnie wykonano orkę przedzimową, z wyjątkiem poletek z facelią pozostawioną do wiosny w formie mulczu.

W pierwszym roku po zastosowaniu nawożenia międzyplonem uprawiano ziemniaki jadalne odmiany Rywał. Wczesną wiosną wysiano nawozy mineralne, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 90 kg N, 39 kg P i 100 kg K. Na poletkach, na których jesienią wykonano orkę przedzimową, nawozy mineralne wymieszano z glebą za pomocą kultywatora zagregatowanego z broną. Natomiast na poletkach z mulczem stosowano

bronę talerzową i kultywator. Ziemniaki wysadzano w III dekadzie kwietnia, a zbierano w II dekadzie września. Podczas zbioru ziemniaka, na każdym poletku określono plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka, przyjmując za plon handlowy bulwy zdrowe o średnicy powyżej 40 mm. Następnie, z każdego poletka pobrano próby bulw w celu oznaczenia zawartości skrobi. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

Lata prowadzenia badań charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem warunków pogodowych (tab. 1).

Tabela 1

Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań w Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Weather conditions in the period of the investigations according to the Meteorological Station
in Zawady

Lata Years	Miesiące Months						Średnie Mean
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura powietrza w °C Air temperature in °C							
2001	8,7	15,5	17,1	23,8	20,6	12,1	16,3
2002	9,0	17,0	17,2	21,0	20,2	12,9	16,2
2003	7,1	15,6	18,4	20,0	18,5	13,5	15,5
2004	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	13,0	14,1
1951–2000	7,8	13,8	17,1	18,7	18,0	13,0	14,7
Opady w mm Rainfall in mm							
2001	69,8	28,0	36,0	55,4	24,0	108,0	321,2
2002	12,9	51,3	61,1	99,6	66,5	18,7	310,1
2003	13,6	37,2	26,6	26,1	4,7	24,3	132,5
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	320,9
1951–2000	37,1	50,6	61,5	71,6	53,8	50,0	324,6

O udaniu się międzyplonów decyduje ilość opadów i rozkład temperatur w miesiącach sezonu wegetacyjnego. Korzystnym zarówno dla uprawy wsiewek, jak i międzyplonów ścierniskowych okazał się 2002 rok. Nieco gorsze warunki pogodowe odnotowano w 2001 roku, a najgorsze w niekorzystnym, suchym 2003 roku. Warunki pogodowe różnicowały także plony bulw ziemniaka uprawianego bezpośrednio po nawożeniu międzyplonem. Najkorzystniejszym dla uprawy ziemniaka okazał się 2004 rok, nieco gorsze warunki pogodowe wystąpiły w 2002 roku, a najgorsze w suchym i ciepłym 2003 roku.

WYNIKI

Badane nawozy organiczne wprowadziły do gleby różną ilość biomasy i makroelementów (tab. 2). Najwięcej suchej masy dostarczył obornik, istotnie mniej wsiewki międzyplonowe, a najmniej międzyplony ścierniskowe. Analizując ilość makroelementów wprowadzonych do gleby przez badane nawozy stwierdzono, że najwięcej azotu dostarczył obornik, lucerna chmielowa i mieszanka lucerny chmielowej z życią wielokwiatową, a najmniej facelia. Pod względem ilości fosforu, potasu, wapnia i magnezu międzyplony nie dorównywały obornikowi.

Tabela 2

Ilość suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) i makroelementów ($kg \cdot ha^{-1}$) wprowadzona do gleby przez badane nawozy organiczne (średnie z lat 2001–2003)

Dry mass ($t \cdot ha^{-1}$) and macroelements ($kg \cdot ha^{-1}$) introduced to soil with the intercrops applied (mean for 2001–2003)

Nawóz organiczny Organic fertilization	Sucha masa Dry mass	N	P	K	Ca	Mg
Obornik Farmyard manure	7,8	164,8	48,2	134,6	63,8	39,9
Lucerna chmielowa Black medic	5,6	157,4	34,5	115,8	51,2	25,8
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	6,3	156,9	32,6	119,2	50,4	20,7
Facelia Phacelia	4,5	112,4	37,5	92,6	43,2	20,9
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	4,6	112,8	37,9	93,0	43,7	21,2
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,8	10,6	5,3	10,2	5,1	2,8

Plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka był istotnie różnicowany przez warunki pogodowe, nawożenie międzyplonem i ich interakcję (tab. 3 i 4).

Tabela 3

Wpływ lat badań i nawozów organicznych na plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka, $t \cdot ha^{-1}$
The influence of research years and organic fertilizers on total yield of fresh mass of potato tubers, $t \cdot ha^{-1}$

Nawożenie organiczne Organic fertilization	2002	2003	2004	Średnia Mean
Obiekt kontrolny Control object	44,7	18,7	42,9	35,4
Obornik Farmyard manure	53,2	23,4	51,7	42,8
Lucerna chmielowa Black medic	56,5	26,8	54,5	45,9
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	58,1	27,5	56,8	47,5
Facelia Phacelia	54,0	24,4	53,2	43,9
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	53,9	23,6	52,1	43,2
Średnia Mean	53,4	24,1	51,9	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				1,4
Nawożenie organiczne — organic fertilization				1,2
Interakcja — interaction				1,7

Tabela 4

Wpływ lat badań i nawozów organicznych na plon handlowy świeżej masy bulw ziemniaka, t·ha⁻¹
The influence of research years and organic fertilizers on commercial yield of fresh mass of potato tubers, t·ha⁻¹

Nawożenie organiczne Organic fertilization	2002	2003	2004	Średnia Mean
Obiekt kontrolny Control object	32,6	10,2	30,7	24,5
Obornik Farmyard manure	49,8	18,4	47,9	38,7
Lucerna chmielowa Black medic	53,2	20,7	51,2	41,7
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	57,0	22,5	55,8	45,1
Facelia Phacelia	52,7	19,8	50,6	41,0
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	50,4	18,9	48,3	39,2
Średnia Mean	49,3	18,4	47,4	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				1,5
Nawożenie organiczne — organic fertilization				1,3
Interakcja — interaction				1,8

Największe plony bulw ziemniaka zebrano w korzystnym 2002 roku, istotnie mniejsze w 2004, a najmniejsze w niekorzystnym 2003 roku. Nawożenie międzyplonem także istotnie różnicowało plony bulw. Plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka nawożonego mieszanką lucerny chmielowej z życią wielokwiatową oraz lucerną chmielową był istotnie większy od odnotowanego na oborniku. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż plony bulw ziemniaka nawożonego facelią zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu nie różniły się istotnie od plonów odnotowanych na oborniku. Istotnie mniejsze plony niż na oborniku odnotowano tylko na obiekcie kontrolnym (bez nawożenia międzyplonem). Wykazano interakcję, z której wynika, że największe plony bulw ziemniaka zebrano w korzystnym 2002 roku z obiektu nawożonego mieszanką lucerny chmielowej z życią wielokwiatową, a najmniejsze w suchym 2003 roku z obiektu kontrolnego, bez nawożenia międzyplonem.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ warunków pogodowych, nawożenia międzyplonem i ich współdziałania na zawartość skrobi w bulwach ziemniaka (tab. 5). Najwyższą zawartością skrobi charakteryzowały się ziemniaki uprawiane w suchym i ciepłym 2003 roku. W latach 2002 i 2004 zawartość skrobi w bulwach ziemniaka była istotnie niższa niż w roku 2003. Nawożenie międzyplonem także istotnie różnicowało koncentrację skrobi w bulwach ziemniaka. Najwyższą zawartością skrobi wyróżniały się ziemniaki nawożone mulczem z facelii. Natomiast zawartość skrobi w bulwach ziemniaka nawożonego mieszanką lucerny chmielowej z życią wielokwiatową oraz facelią przyoraną jesienią nie różniła się istotnie od odnotowanej w bulwach ziemniaka nawożonego obornikiem. Tylko w ziemniakach nawożonych lucerną chmielową i na obiekcie kontrolnym koncentracja skrobi w bulwach ziemniaka była istotnie najniższa.

Tabela 5

Zawartość skrobi w świeżej masie bulw ziemniaka, %
Starch content in fresh mass of potato tubers, %

Nawożenie organiczne Organic fertilization	2002	2003	2004	Średnia Mean
Obiekt kontrolny Control object	16,2	16,7	16,4	16,4
Obornik Farmyard manure	16,7	17,5	16,8	17,0
Lucerna chmielowa Black medic	16,5	16,9	16,6	16,7
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	16,9	17,5	17,1	17,2
Facelia Phacelia	17,2	17,7	17,4	17,4
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	17,3	17,8	17,4	17,5
Średnia Mean	16,8	17,4	17,0	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}				
Lata — years				0,2
Nawożenie organiczne — organic fertilization				0,3
Interakcja — interaction				0,4

Wykazano też interakcję, z której wynika, że najwyższą zawartość skrobi odnotowano w bulwach ziemniaka nawożonego facelią zarówno przyoraną jesienią, jak i pozostawioną do wiosny w formie mulczu w 2003 roku, a najniższą w bulwach ziemniaka uprawianego na obiekcie kontrolnym w 2002 roku.

DYSKUSJA

Niedobór obornika spowodowany spadkiem pogłowia zwierząt gospodarskich i rozwój integrowanej produkcji ziemniaka skłaniają do wysycenia płodozmianu międzyplonami z przeznaczeniem na zielony nawóz. W badaniach własnych międzyplony pod względem ilości suchej masy i makroelementów, z wyjątkiem azotu nie dorównywały obornikowi. Należy jednak wyjaśnić, że jednorazowe pobranie próby materiału roślinnego łącznie z ich masą korzeniową nie obejmuje całkowitej ilości materii organicznej, jaka w postaci korzeni pozostaje w glebie. Dotyczy to bowiem tylko warstwy ornej, a ponadto w czasie wegetacji system korzeniowy stale się odnawia przez obumieranie starych i przyrost nowych korzeni (Malicki, 1997). Nowak (1992), Sadowski (1992), Makaraviciute (2003) oraz Ceglarek i Płaza (2006) wskazują na przewagę nawozów zielonych nad obornikiem. Wynika to z faktu, iż składniki pokarmowe zawarte w nawozie zielonym są na ogół łatwiej przyswajalne niż składniki obornika, dzięki szybszemu rozkładowi masy organicznej. W omawianym doświadczeniu, spośród międzyplonów najwyższą wartość nawozową wykazała mieszanka lucerny chmielowej z życicą wielokwiatową oraz lucerna chmielowa. Wynika to z faktu, iż badane wsiewki międzyplonowe wprowadziły do gleby podobną ilość azotu, jak obornik. Jednak rozkład zielonej masy międzyplonu przebiega szybciej niż obornika, a zatem dostęp składników pokarmowych, a zwłaszcza azotu dla rośliny

następczej jest większy, co zwiększa jej plony (Płaza i in., 2004). W badaniach własnych wartość nawozowa międzyplonu ścierniskowego z facelii przyoranej jesienią i pozostawionej do wiosny w formie mulczu dorównywała wartości nawozowej obornika. Jest to zrozumiałe, ponieważ spośród roślin niemotylkowych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym, biomasa tej rośliny wyróżniała się najwyższą zawartością makroelementów, jest delikatna i szybko ulega rozkładowi (Grzeškiwicz i Trawczyński, 1997; Nowakowski i in., 1997). W integrowanej uprawie ziemniaka niezwykle cenne jest stosowanie facelii w formie mulczu, która pełni wiele korzystnych funkcji: spowalnia mineralizację substancji organicznej, nie dopuszcza do wymywania azotu, magazynuje wodę z opadów jesienno-zimowych, poprawia strukturę gleby i wzbogaca ją w masę organiczną (Hoyt i Hargrove, 1986; Dzienia i Boligłowa, 1993; Songin, 1998; Pleasant, 2001).

Badania własne, analogicznie jak Głuskiej (2000) oraz Kołodziejczyka i in. (2007) dowodzą, że wielkość plonu bulw ziemniaka zależy nie tylko od czynników agrotechnicznych, lecz również od czynników środowiskowych, a przede wszystkim od sumy i rozkładu opadów w okresie wegetacji roślin. Niekorzystne warunki pogodowe odnotowane w 2003 roku spowodowały silny spadek plonu bulw ziemniaka pomimo dużej produkcji biomasy międzyplonów, w roku poprzedzającym uprawę ziemniaka. Wynika to z faktu, iż niedobór opadów w okresie wegetacji ziemniaka hamuje rozkład biomasy w glebie, co zmniejsza ilość składników pokarmowych udostępnianych roślinie uprawnej, efektem czego jest niski plon bulw ziemniaka.

WNIOSKI

1. Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań istotnie różnicowały plony i zawartość skrobi w bulwach ziemniaka.
2. Największe plony bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego mieszkanką lucerny chmielowej z życicą wielokwiatową.
3. Najwyższą koncentracją skrobi wyróżniały się w bulwy ziemniaka nawożonego facelią w formie mulczu.
4. Stosowanie wsiewek międzyplonowych (lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa, lucerna chmielowa) i międzyplonów ścierniskowych (facelia) zarówno przyoranych jesienią, jak i pozostawionych do wiosny w formie mulczu w pełni zastępuje obornik w nawożeniu ziemniaka.

LITERATURA

- Cegłarek F., Płaza A. 2006. Ocena ekonomiczna uprawy ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 451 — 457.
- Duer I. 1999. Plon suchej masy kilku odmian koniczyny uprawianej w ekologicznym i integrowanym systemie produkcji oraz akumulacja azotu w glebie. Zesz. Nauk. AR Kraków 347: 69 — 77.
- Dzienia S., Boligłowa E. 1993. Rola mulczowania w podnoszeniu żyzności i urodzajności gleby. Post. Nauk Rol. 1: 107 — 111.
- Głuska A. 2000. Wpływ agrotechniki na kształtowanie jakości plonu ziemniaka. Biul. IHAR 213: 173 — 178.

- Grześkiewicz H., Trawczyński C. 1997. Poplony ścierniskowe jako nawóz organiczny w uprawie ziemniaka. Biul. Inst. Ziemn. 48: 73 — 82.
- Hoyt G. D., Hargrove W. L. 1986. Legume cover crop for improving crop and soil management in the Southern United States. Hort. Sci. 21: 67 — 74.
- Karisson-Strese E. M., Rydberg I., Becker H. C., Umaerus M. 1998. Strategy for catch crop development. II. Screening of species undersown in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) with respect to catch crop growth and grain yield. Acta Agric. Scand., Sec. B, Soil and Plant Sci. 48: 26 — 33.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S. 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. Fragm. Agron. 2 (94): 142 — 150.
- Makaraviciute A. 2003. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different potato varieties. Agronom. Res. 1 (2): 197 — 209.
- Malicki L. 1997. Znaczenie resztek poźniwnych w płodozmianie. Acta Acad. Agric. Tech. Olst. Agric. 64: 57 — 66.
- Nowak G. 1982. Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem C₁₄ w glebach intensywnie nawożonych. Zesz. Nauk. ART Olsztyn Ser. Rol. 35: 3 — 57.
- Nowakowski M., Gutmański I., Kostka-Gościński D., Kaczorowski G. 1997. Międzyplony ścierniskowe odmian gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej jako nawozy zielone i czynniki ograniczania mączki burakowego w glebie. Biul. IHAR 202: 201 — 211.
- Pleasant B. 2001. Develop a passion for potatoes. Organ. Gard. Vol. 41, Is. 3: 81 — 87.
- Płaza A., Ceglarek F. 2004. Reakcja ziemniaka odmiany Rywal na nawożenie wsiewkami międzyplonowymi w warunkach środkowo-wschodniej Polski. Biul. IHAR 232: 101 — 106.
- Sadowski W. 1992. Porównanie efektywności obornika, słomy, nawozów zielonych i biohumusu w uprawie ziemniaka. Mat. konf. nauk. nt. „Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych“. ART Olsztyn: 216 — 222.
- Songin W. 1998. Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. Post. Nauk Rol. 2: 43 — 51.
- Spiertz J. H. J., Haverkort A. J., Vereijken P. H. 1996. Environmentally safe and consumer friendly potato production in The Netherlands. 1. Development of ecologically sound productions systems. Potato Res. 39: 371 — 378.
- Stopes C., Milington S., Woolward L. 1996. Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. Agric. Ecos. and Environ. 57: 189 — 196.

KRYSTYNA ZARZYŃSKAInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Oddział w Jadwisinie

Porównanie potencjału rozwojowego polskich i zagranicznych odmian ziemniaka badanych w latach 2005–2008

Comparison of the development potential of Polish and foreign potato cultivars tested in 2005–2008

W badaniach przeprowadzonych w latach 2005–2008 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie oceniano potencjał rozwojowy różnej wielkości sadzeńiaków w zależności od pochodzenia odmian. Przebadano 16 odmian w tym 8 polskich i 8 zagranicznych. Stwierdzono, że odmiany zagraniczne charakteryzowały się lepszym modelem rozwoju to znaczy, pomimo wytwarzania większej liczby oczek przez sadzeńiaki tej samej wielkości, rośliny z nich wyrosłe tworzyły mniejszą liczbę łodyg. Konsekwencją tego było wytwarzanie mniejszej liczby, bardziej wyrównanych bulw potomnych. Stwierdzono również, że w miarę wzrostu masy bulwy matecznej malała produktywność 1 łodygi. Korzystniejsze jest więc gęściejsze sadzenie bulw małych niż rzadsze sadzenie bulw dużych.

Słowa kluczowe: bulwa, łodyga, oczko, plon, sadzeńiak, ziemniak

In the experiment conducted in the years 2005–2008 at the Plant Breeding and Acclimatization Institute, division Jadwisin, the development potential of potato plants depending on their origin and tuber size was assessed. Eight Polish and eight foreign cultivars were tested. The foreign cultivars, compared to the Polish ones, exhibited a pattern of plant development that enabled reaching high tuber yield. Namely, despite the greater number of eyes on seed tubers of a comparable size, the plants produced by tubers of foreign cultivars were characterized by a comparatively smaller number of stems. This resulted in producing a smaller number of progeny tubers, but more uniform in size. It was also found that the tuber productivity per stem was higher when relatively small seed potatoes were planted. Therefore, it is more profitable to plant smaller tubers in higher density rather than big tubers in low density.

Key words: eye, seed potato, stem, tuber, yield

WSTĘP

W uprawie ziemniaków, głównie jadalnych, poszukuje się odmian, które wytwarzałyby wysoki plon wyrównanych bulw (Lutomirska, Nowacki, 2006). Wielkość plonu, jest pochodną liczby bulw pod krzakiem i ich masy (Allen i in., 1992). O strukturze plonu bulw

decyduje głównie liczba pędów na jednostce powierzchni, która wynika z wielkości sadzeniaka i gęstości sadzenia, ale znaczną rolę odgrywają tu również cechy odmianowe (Zarzyńska, 2004). Jedną z nich jest liczba wytwarzanych oczek i procentowy udział oczek wyrastających w łodygi. Odmiany tworzące małą liczbę łodyg produkują na ogół mniejszą liczbę bulw większych i odwrotnie (Haverkort i in., 1990). Porównując odmiany polskiej hodowli i hodowli zagranicznych daje się zauważyć (obserwacje własne), że większość odmian zachodnich cechuje się lepszym modelem rozwoju tj. wytwarza mniej łodyg, ma mniejszą masę nadziemną, wytwarza mniej bulw, ale o większej masie, co w konsekwencji daje bardziej wyrównany plon. Celem pracy jest przeanalizowanie różnic odmianowych dotyczących niektórych cech sadzeniaków o zróżnicowanej wielkości, decydujących o ich potencjale rozwojowym, modelu rozwoju rośliny a w konsekwencji plonie bulw i jego strukturze.

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 2005–2008 w Oddziale IHAR w Jadwisinie na 16 odmianach jadalnych ziemniaka o różnej wczesności i użytkowości. Każdą odmianę badano przez 2 lata. W grupie badanych odmian znajdowało się 8 odmian hodowli polskiej i 8 odmian hodowli zagranicznych. Wykaz odmian podano w tabeli 1.

Tabela 1

Wykaz badanych odmian
List of the investigated cultivars

Odmiany polskie Polish cultivars	Wczesność Earliness	Lata badań Years of investigation	Odmiany zagraniczne Foreign cultivars	Kraj pochodzenia Origin country	Wczesność Earliness	Lata badań Years of investigation
Denar	bardzo wczesna very early	2005–2006	Krasa	Czechy Czech Republic	bardzo wczesna very early	2007–2008
Kuklik		2005–2006	Karatop			2005–2006
Korona	wczesna early	2005–2006	Velox			2007–2008
Gracja		2005–2006	Delicat			2004–2005
Oman		2007–2008	Nora		wczesna early	2007–2008
Syrena	średnio późna mid-late	2005–2006	Augusta	Niemcy Germany		2005–2006
Tajfun	średnio wczesna mid-early	2006–2007	Pirol		średnio wczesna mid-early	2005–2006
Ursus	późna late	2006–2007	Roxana			2007–2008

Bulwy od najmniejszych do 200 g dzielono na klasy wagowe w przedziałach co 20 g. W każdej klasie było po 10 bulw. Wyróżniono 10 klas wielkości. Wiosną sadzeniaki wysadzono w jednakowej rozstawie 75 × 33 cm. W okresie zwarcia rzędów liczone łodygi główne w każdej roślinie. Za łodygę główną przyjmowano ukorzeniony pęd mający stolony i bulwy. W czasie zbioru oceniano wielkość plonu i jego strukturę tj. udział bulw różnej wielkości. Powtórzeniami były lata badań. W obliczeniach statystycznych

zastosowano analizę wariancji używając programu ANOVA. Istotność zróżnicowania badano testem t-Studenta.

WYNIKI BADAŃ

Istotność zróżnicowania badanych cech

W tabeli 2 przedstawiono wyniki analizy wariancji dotyczące zróżnicowania badanych cech.

Tabela 2

Wyniki analizy wariancji dotyczące zróżnicowania badanych cech
Results of variance analysis as regards the differentiation of analyzed features

Badana cecha Analyzed feature	Pochodzenie odmian Origin of cultivars (1)	Odmiana Cultivar (2)	Wielkość sadzeniaka Seed tuber size (3)	Współdziałanie Interaction (1×3)	Współdziałanie Interaction (2×3)
Liczba oczek na bulwie Number of eyes per seed tuber	+	—	++	—	—
Liczba łodyg w roślinie Number of stems per plant	—	++	++	—	—
Procentowy udział kiełkujących oczek Percentage share of sprouting eyes	+	—	++	—	—
Liczba bulw potomnych z rośliny Number of progeny tubers per plant	++	+	++	—	—
Liczba bulw potomnych z łodygi Number of progeny tubers per stem	++	+	++	—	—
Średnia masa bulwy potomnej Average mass of one progeny tuber	—	+	++	—	—
Produktywność 1 łodygi (g bulw/łodygę) Productivity of one stem (g tubers /stem)	++	++	++	—	—

++ istotność na poziomie 0,01; significant at P = 0.01
 — brak istotności; not significant difference

+ istotność na poziomie 0,05; significant at P = 0.05

Istotne różnicowanie odmian hodowli polskiej i zagranicznych dotyczyło następujących cech: liczba oczek na bulwie, procentowy udział oczek wyrastających w łodygi, liczba bulw potomnych z 1 rośliny, liczba bulw potomnych przypadających na 1 łodygę i produktywność 1 łodygi (tab. 2). Nie stwierdzono istotności zróżnicowania liczby łodyg i średniej masy 1 bulwy potomnej. Wielkość sadzeniaka w sposób wysoce istotny różnicowała wszystkie badane cechy. Nie stwierdzono istotności współdziałania pochodzenia odmian i wielkości sadzeniaka, jak również odmiany i wielkości sadzeniaka w odniesieniu do żadnej z badanych cech, co oznacza, że reakcja odmian na wzrastającą wielkość sadzeniaków była jednakowa. Lata badań nie wpłynęły w sposób istotny na wartości badanych cech i nie stwierdzono istotności współdziałania odmian z latami badań w odniesieniu do badanych cech.

Różnice w potencjale rozwojowym sadzeniaków różnej wielkości u odmian hodowli polskiej i zagranicznych

Wielkość sadzeniaka wpłynęła na wszystkie badane cechy, ale przy tej samej masie sadzeniaka wartości tych cech u odmian pochodzenia polskiego i hodowli zagranicznych

znacznie się różniły (tab. 3). W miarę zwiększania masy sadzeniaka wzrastały w sposób liniowy wartości takich cech jak: liczba oczek na bulwie, liczba łodyg w roślinie, procentowy udział oczek wyrastających w łodygi i liczba bulw przypadających na 1 roślinę. Malą natomiast liczba bulw przypadających na 1 łodygę, średnia masa 1 bulwy i produktywność 1 łodygi (tab. 3).

Tabela 3

Wartości badanych cech u odmian polskich i zagranicznych dla sadzeniaków najmniejszych i największych
The values of features analyzed in relation to the smallest and the biggest seed tubers in Polish and foreign potato cultivars

Badana cecha Analyzed feature	Pochodzenie odmian Origin of cultivars	Sadzeniak najmniejszy Smallest seed tuber (20 g)	Sadzeniak największy Biggest seed tuber (200 g)	NIR LSD
Liczba oczek na bulwie Number of eyes per seed tuber	polskie — Polish zagraniczne — foreign	5,5 6,3	9,4 10,4	3,3
Liczba łodyg Number of stems per plant	polskie — Polish zagraniczne — foreign	3,2 2,8	7,8 7,5	2,8
Procentowy udział oczek wyrastających w łodygi Percentage share of sprouting eyes	polskie — Polish zagraniczne — foreign	58,2 44,4	83,0 72,1	22,5
Liczba bulw potomnych przypadająca na 1 roślinę Number of progeny tubers per plant	polskie — Polish zagraniczne — foreign	11 9,0	20,4 17,1	7,0
Liczba bulw potomnych przypadająca na 1 łodygę Number of progeny tubers per stem	polskie — Polish zagraniczne — foreign	3,4 3,2	2,6 2,3	0,7
Średnia masa 1 bulwy Average mass of one tuber	polskie — Polish zagraniczne — foreign	71,6 69,7	65,1 62,7	6,0
Produktywność 1 łodygi Productivity of one stem	polskie — Polish zagraniczne — foreign	224,0 213,0	187,8 166,4	31,7

Wartości badanych cech dla średniej wielkości sadzeniaka w zależności od pochodzenia odmian

W tabeli 4 przedstawiono wartości średnie dla odmian pochodzenia polskiego i zagranicznych uwzględniając średnią masę sadzeniaka.

Średnia liczba oczek wytwarzanych przez sadzeniaki polskich odmian była niższa niż wytwarzanych przez odmiany zachodnie, a liczba wyrastających łodyg nawet nieznacznie większa (tab. 4). Przyczyną takiej sytuacji był mniejszy procentowy udział oczek wyrastających w łodygi. U odmian hodowli polskiej wynosił on ok. 70%, a u odmian hodowli zachodnich niecałe 60%. Liczba bulw potomnych przypadająca na 1 roślinę wynosiła średnio dla wszystkich wielkości sadzeniaków — 15,7 u odmian polskich i 13,0 u odmian zagranicznych. U tych odmian mniejsza była również liczba bulw przypadających na 1 łodygę. Średnia masa 1 bulwy była nieznacznie większa w przypadku odmian polskich, ale wynikało to z większych plonów naszych odmian. W badanym zestawie odmian zagranicznych przeważały bowiem odmiany bardzo wczesne i wczesne o mniejszym potencjale plonotwórczym. Dowodem tego jest również mniejsza produktywność 1 łodygi u tych odmian.

Tabela 4

Wartości badanych cech dla średniej wielkości sadzeniaka (średnio z 10 klas wielkości) dla odmian polskich zagranicznych

The values of features analyzed (mean for 10 size classes of seed potatoes) for Polish and foreign cultivars

Badana cecha Analyzed feature	Pochodzenie odmian Origin of cultivars		NIR LSD
	polskie— Polish	zagraniczne — foreign	
Liczba oczek na bulwie Number of eyes per seed tuber	7,4	8,4	0,70
Liczba łodyg w roślinie Number of stems per plant	5,5	5,2	—
Procentowy udział kielkujących oczek Percentage share of sprouting eyes	70,6	58,3	8,0
Liczba bulw potomnych /1 roślinę number of progeny tubers per plant	15,7	13,0	2,2
Liczba bulw potomnych /1 łodygę Number of progeny tubers per stem	3,5	2,7	0,5
Średnia masa 1 bulwy potomnej Average mass of one progeny tuber	68,4	66,2	—
Produktywność 1 łodygi Productivity of one stem	215,5	189,7	21,7

DYSKUSJA

Zaobserwowane różnice w rozwoju odmian polskich i zagranicznych zostały potwierdzone w przeprowadzonych badaniach. Odmiany zagraniczne mają niejako genetycznie zakodowane wytwarzanie mniejszej liczby łodyg w porównaniu z odmianami polskimi (Havercot i in., 1990). Wynika to głównie z mniejszego udziału kielkujących oczek. Liczba wszystkich wytwarzanych oczek przez bulwy tej samej wielkości jest, jak wykazano nawet większa niż w przypadku odmian polskiej hodowli, ale mniejsza ich ilość wyrasta w łodygi. Taki model rozwoju rośliny decyduje w konsekwencji o strukturze plonu bulw. Z bardzo wielu prac w literaturze polskiej i zagranicznej wynika bowiem, że zagęszczenie pędów na jednostce powierzchni powoduje wzrost plonu bulw ale jednocześnie jego zdrobnienie (Chmielnicki, 1984; Vander Zaag i in., 1990; Rodrigues i in., 2004, 2005; Struik i in., 1990; Zarzyńska, 1996.) W pracach polskich autorów dużą uwagę zwraca się również na różnice odmianowe dotyczące udziału kielkujących oczek (Roztropowicz, Pietryka, 1984; Zarzyńska, 1996, 2000). Dotychczas jednak nie podjęto próby porównania odmian polskich i zagranicznych pod kątem aktywności wzrostowej sadzeniaków tej samej wielkości. Powszechnie obowiązująca teoria, iż odmiany polskie wytwarzają więcej oczek i oczka te są głębsze, co czyni bulwę mniej atrakcyjną wizualnie w porównaniu do większości odmian zachodnich została po części obalona. Okazuje się (badania własne) że „gładsze” bulwy odmian zachodnich wytwarzają generalnie więcej oczek, ale tylko niewiele z nich wyrasta w łodygi (Ittersum i in., 1992; Rodrigues i in., 2005). Taki model rozwoju rośliny jest bardziej pożądany w przypadku produkcji bulw jadalnych i dla przetwórstwa. W produkcji nasiennej, natomiast bardziej odpowiedni byłby model rośliny wytwarzającej więcej łodyg, a tym samym większą liczbę mniejszych bulw.

WNIOSKI

1. Stwierdzono zróżnicowanie potencjału rozwojowego sadzeniaków w zależności od pochodzenia odmiany. Odmiany zagraniczne charakteryzowały się lepszym modelem rozwoju, tj. pomimo wytwarzania większej liczby oczek przez sadzeniaki tej samej wielkości, rośliny z nich wyrosłe wytwarzały mniejszą liczbę łodyg.
2. Liczba bulw potomnych zależała zarówno od wielkości sadzeniaka, jak i pochodzenia odmiany. Odmiany zagraniczne wytwarzały mniejszą liczbę bulw z tej samej wielkości sadzeniaków niż odmiany polskie.
3. W miarę wzrostu masy bulwy matecznej malała produktywność 1 łodygi. Korzystniejszym jest więc sadzenie mniejszych sadzeniaków gęściej niż rzadsze sadzenie bulw dużych.

LITERATURA

- Allen E. J., Wurr D. C. C. 1992. Plant density. In: The potato crop. The scientific basis for improvement. Second Ed. P. M. Harris (ed.). Chapman and Hall, London.
- Chmielnicki J. W. 1984. Zależność między wielkością sadzeniaków a potencjalnymi plonami ziemniaka. Sesja naukowa „Podstawy produktywności roślin. IUNG Puławy: 41 — 44.
- Haverkort, A. J. M. van de Waart, Bodlaender K. B. A. 1990. Interrelationships of the number of initial sprouts, stems, stolons and tuber per potato plant. *Potato Res.* 33: 269 — 274.
- Ittersum M. K. van, Struik P. C. 1992. Relationship between stolon and tuber characteristics and the duration of tuber dormancy in potato. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 40: 159 — 172.
- Lutomirska B., Nowacki W. 2006. Plonowanie i jakość bulw niektórych odmian krajowych i zagranicznych w uprawach o zróżnicowanym poziomie wybranych czynników agrotechnicznych. *Mat. Konf. Naukowej Szklarska Poręba* 8 — 11 maja, 2006: 99 — 100.
- Rodrigues M. A., Martins F., Coutinho, J. 2004. The effect of seed size, seed — pieces and physiological age of seed tubers on growth and yield of potato crop. *Rev. Sciences Agrarias XXVII* (2/4): 28 — 39.
- Rodrigues M. A. Pereira P., Arrobas M. 2005. Seed size effects on above — ground stem number and yield of potato crop. Abstract of Papers and Posters, EAPR Conference in Bilbao, July, 17–22.: 171 — 174.
- Roztropowicz S., Pietryka M. 1984. Zależność między wielkością bulw, liczbą oczek, procentem oczek kiełkujących oraz liczbą oczek w roślinach kilkunastu odmian ziemniaka. *Ziemniak* 1983/84: 5 — 15.
- Vander Zaag P., Demagante A. L., Ewing E. E. 1990. Influence of plant spacing on potato (*Solanum tuberosum* L.) morphology, growth and yield under two contrasting environments. *Potato Res.* 33: 313 — 323.
- Zarzyńska K. 1996. Możliwość przewidywania plonu bulw określonej frakcji na podstawie masy sadzeniaka. *Biul. Inst. Ziem.* 46: 39 — 50.
- Zarzyńska K. 2000. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Część IV. Liczba łodyg w roślinie i procent kiełkujących oczek u bulw matecznych różnej wielkości. *Biul. IHAR* 214: 167 — 181.
- Zarzyńska K. 2004. Analiza plonu potomnego bulw ziemniaka w zależności od wielkości bulwy matecznej i odmiany. *Biul. IHAR* 232: 15 — 21.

ZBIGNIEW CZERKO

IHAR Radzików, Oddział w Jadwisinie

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka

Wpływ odmiany i temperatury przechowywania ziemniaków na wielkość strat masy bulw

The influence of potato cultivar and storage temperature on the amount of losses in tuber mass

Celem doświadczenia było określenie strat przechowalniczych nowych odmian ziemniaka (w latach 2004-2007) przechowywanych w 3 różnych temperaturach 3°C, 5°C i 8°C. Po zakończonym sezonie przechowalniczym (po 6 miesiącach) określano ubytki naturalne, straty wywołane rozwojem chorób oraz kiełkowaniem. Określono termin rozpoczęcia kiełkowania oraz intensywność wzrostu kiełków podczas przechowywania w temperaturach 3°C, 5°C i 8°C. Średnio, ubytki naturalne ziemniaków przechowywanych w temperaturze 3°C i 5°C były na tym samym poziomie, tj. 6,7–6,8%. Wyższa temperatura przechowywania (8°C) powodowała istotne zwiększenie ubytków naturalnych (8,7%). Średnie straty spowodowane rozwojem chorób wynosiły od 0,5% do 7,5%. Odmiany: Augusta, Velox, Clarissa, Felka Bona i Pirol, miały straty na poziomie nie przekraczającym 1,0%. Początek kiełkowania ziemniaków zależał od temperatury przechowywania i od odmiany. Ziemniaki przechowywane w temperaturze 8°C zależnie od odmiany rozpoczynały kiełkowanie od 3 dekady listopada (Nora) do 3 dekady stycznia (Clarissa, Syrena). Po okresie przechowywania długość kiełków wynosiła od 15 mm (Clarissa) do 166 mm (Velox). Temperatura przechowywania 5°C spowodowała opóźnienie terminu kiełkowania średnio o 2 miesiące w stosunku do przechowywania w temperaturze 8°C. Ziemniaki przechowywane w temperaturze 3°C z wyjątkiem odmiany Nora i Velox nie rozpoczęły kiełkowania. Straty w wyniku kiełkowania poszczególnych odmian wynosiły od 0,1% do 1,5%. Większość odmian (Augusta, Clarissa, Felka Bona, Pirol, Kuklik, Nora, Velox) uzyskało wysoką ocenę trwałości przechowalniczej na 8 i 9 punktów w skali 9°, najniżej na 2 punkty została oceniona odmiana Krasa.

Słowa kluczowe: choroby, kiełkowanie, przechowywanie, temperatura, ubytki naturalne, ziemniak

The aim of the investigations carried out in the years 2004–2007 was to assess the losses in mass of potato tubers of 10 cultivars stored at 3°C, 5°C or 8°C. After a 6-month storage season natural losses, losses caused by tuber diseases and those caused by sprouting were estimated. The date of beginning and intensity of tuber sprouting during storage at different temperatures were determined. Natural losses in tubers kept at 3°C or 5°C were comparable (6.7–6.8%). Relatively higher losses (8.7%) were recorded for tubers stored at 8°C. The losses caused by tuber diseases ranged from 0.5% to 7.5%. The tuber mass loss in cvs Augusta, Velox, Clarissa, Felka Bona and Pirol did not exceed 1%. The date of beginning of tuber sprouting depended both on the potato cultivar and on the storage temperature. The potatoes stored at 8°C started sprouting between the 3rd decade of November (Nora) and the 3rd decade of January (Clarissa, Syrena). After the 6-month storage period the average length of sprouts varied

from 15 mm (Clarissa) to 166 mm (Velox). The conditions of storage at 5°C, compared to those at 8°C, caused the delay in beginning of tuber sprouting by about 2 months. The tubers kept at 3°C did not sprout, except for the cvs Nora and Velox. The losses in tuber mass caused by sprouting ranged from 0.1% to 1.5%, depending on the cultivar. Seven of 10 cultivars: Augusta, Clarissa, Felka Bona, Kuklik, Nora, Pirol and Velox reached high degrees (8–9) in a 9-degree scale used to estimate the level of storage durability. The lowest level of this feature (2) was estimated for cv. Krasa.

Key words: diseases, natural losses, potato, sprouting, storage, temperature

WSTĘP

Przechowywanie ziemniaków ma na celu przedłużenie okresu ich użytkowania przy zachowaniu jak najmniejszych strat ilościowych i jakościowych. Przydatność ziemniaków do długotrwałego przechowywania związana jest z właściwościami genetycznymi odmiany, która może ulegać modyfikacjom pod wpływem warunków uprawy, zbioru i przechowywania (Sowa-Niedziałkowska, 2000 i 2004 a).

Trwałość przechowalnicza odmiany zależy od: długości okresu spoczynku bulw, intensywności procesów życiowych zachodzących w bulwach, odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne oraz podatności bulw na choroby grzybowe i bakteryjne w okresie wegetacji i przechowywania (Sowa-Niedziałkowska, 2002 a). W czasie przechowywania wyróżnia się następujące straty ilościowe: ubytki naturalne, straty w wyniku kiełkowania oraz straty w wyniku porażenia chorobami.

Ubytki naturalne powstają w wyniku transpiracji i oddychania bulw. Intensywność transpiracji zależy od odmiany, od stopnia dojrzałości technicznej bulw (skorkowacenie skórki), i od warunków przechowywania. Do warunków mający największy wpływ na kształtowanie strat w przechowalni należą: temperatura, wilgotność powietrza, a także intensywność wentylacji (Rastovski i in., 1981; Czerko, 2004).

Intensywność oddychania zależy przede wszystkim od stopnia dojrzałości ziemniaków oraz od okresu i temperatury przechowywania. Najniższa intensywność oddychania bulw podczas przechowywania występuje w temperaturze 5°C. Temperatury przechowywania powyżej i poniżej 5°C przyczyniają się do wzrostu intensywności oddychania (Frydecka-Mazurczyk, 1979; Kubicki, 1988). Procentowe straty w wyniku oddychania są stosunkowo małe i wahają się od 0,5 do 1,0% za 6 miesięcy przechowywania (Sowa, 1988).

Duże straty w czasie przechowywania mogą powodować choroby szczególnie zaraza ziemniaka, mokra i sucha zgnilizna, a w ostatnich latach coraz większego znaczenia nabiera alternarioza (Kuźniewicz, 1982; Sowa-Niedziałkowska, 2000).

Straty w wyniku kiełkowania uzależnione są od odmiany i temperatury przechowywania. W wyższej temperaturze przechowywania kiełkowanie następuje szybciej i jest intensywniejsze (Sowa-Niedziałkowska, 2004 b).

Dobór temperatury w przechowalni uzależniony jest od kierunku użytkowania ziemniaków. Zalecana temperatura przechowywania dla sadzeniaków wynosi 3°C, dla ziemniaków jadalnych 5°C i dla ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego 8°C.

Celem doświadczenia było określenie wielkości strat przechowalniczych nowych odmian ziemniaka spowodowanych ubytkami naturalnymi, chorobami przechowalniczymi oraz kiełkowaniem przechowywanych w temperaturze 3°C, 5°C i 8°C.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 10 odmian ziemniaka. Wszystkie odmiany rozmnażane były na polu doświadczalnym w Jadwisinie w latach 2004–2007. Celem zapewnienia takich samych warunków uprawy i rozwoju roślin wysadzano materiał kwalifikowany w stopniu CA lub CB. W czasie wegetacji przeprowadzono takie same zabiegi jakie stosowane są na plantacjach produkcyjnych. Dodatkowo przeprowadzono kilkakrotnie selekcję negatywną usuwając rośliny i bulwy porażone chorobami (czarna nóżka, silne objawy porażeniem wirusami i rizoktoniozą). W końcowym okresie wegetacji nać niszczone rozbijaczem łęcin, a po upływie 2–3 tygodni przeprowadzono zbiór kombajnem. Termin zbioru przypadał na koniec września. Bulwy przechowywano w następujących warunkach:

- w okresie przygotowawczym przez pierwsze dwa tygodnie po zbiorze utrzymywano temperaturę na poziomie 15°C, przy wilgotności względnej powietrza około 90%;
- w ciągu następnych dwóch tygodni temperaturę stopniowo obniżano, zachowując taką samą wilgotność;
- w długotrwałym składowaniu, trwającym 5 miesięcy, próby (2 × 10 kg) umieszczano w komorach przechowalni w których utrzymywano temperaturę 3°C, 5°C i 8°C, przy wilgotności względnej powietrza 90%–95%;
- początek kiełkowania i intensywność wzrostu kiełków oceniano na bulwach przechowywanych w skrzynkach. Ocenę wykonywano co 10 dni, a za początek kiełkowania przyjęto termin, w którym 75% bulw rozbudzone było kiełkami (>3 mm).

Po zakończonym sezonie przechowalniczym określano ubytki naturalne, straty wywołane rozwojem chorób oraz kiełkowaniem. Badania prowadzono przez 3 sezony przechowalnicze. Wyniki opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ubytki naturalne

Dane w tabeli 1 przedstawiają ubytki naturalne bulw badanych odmian przechowywanych w temperaturze 3°C, 5°C i 8°C. Średnio dla 3 temperatur przechowywania ubytki wynosiły od 5,5% u odmiany Felka Bona do 13% u odmiany Krasa. Średnio dla badanych odmian ubytki naturalne ziemniaków przechowywanych w temperaturze 3°C i 5°C były na tym samym poziomie i wynosiły 6,7%–6,8%. Ziemniaki przechowywane w wyższej temperaturze (8°C) miały istotnie wyższe ubytki naturalne niż przechowywane w temperaturze 3°C i 5°C. Głównym czynnikiem decydującym o wielkości ubytków naturalnych jest intensywna transpiracja w wyniku dużego deficytu wilgotności powietrza w temperaturze 8°C. Analizując wyniki badań można zauważyć, że odmiany Felka Bona, Nora, Clarissa najmniej reagowały wzrostem ubytków naturalnych po przechowywaniu w wyższej temperaturze.

Tabela 1

**Wielkość ubytków naturalnych (%) w zależności od odmiany i temperatury przechowywania
(średnio z lat 2004–2007)**

Natural losses depending on cultivar and storage temperature (average from 2004–2007; %)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania Storage temperature			Średnio Mean
	3°C	5°C	8°C	
Felka Bona	5,5	5,4	6,0	5,6
Pirol	5,5	6,1	6,0	5,9
Augusta	5,4	5,5	6,9	5,9
Nora	5,8	5,8	6,1	5,9
Clarissa	6,4	6,4	6,3	6,4
Kuklik	6,0	6,9	7,7	6,9
Velox	5,7	6,1	8,7	7,3
Bartek	7,1	7,3	8,1	7,5
Syrena	9,3	8,9	12,4	10,2
Krasa	11,6	9,2	17,9	12,9
Średnio dla temperatury przechowywania Mean for storage temperature	6,8	6,7	8,7	7,4
NIR _{0,5}	0,8			1,5
LSD ₀₅				

Odmiany te mogą być przechowywane w szerokim zakresie temperatur (3°C–8°C). Natomiast odmiany, Velox, Syrena, Krasa miały istotnie wyższe ubytki naturalne po przechowywaniu w temperaturze 8°C. Obniżenie ubytków naturalnych ziemniaków przechowywanych w wyższej temperaturze możliwe jest przez sztuczne nawilżanie powietrza. W badaniach prowadzonych w przechowalni produkcyjnej o składowaniu luzem z nawilżaniem powietrza uzyskano obniżenie ubytków naturalnych o 20% dla odmiany Krasa i Velox w stosunku do przechowalni bez nawilżania powietrza (Czerko, 2007).

Porażenie chorobami

Wpływ temperatury przechowywania na straty spowodowane rozwojem chorób przechowalniczych badanych odmian przedstawiono w tabeli 2. Średnie straty spowodowane rozwojem chorób badanych odmian wynosiły od 0,5% do 7,5%. Dobrą odporność na choroby przechowalnicze stwierdzono u odmian Augusta, Velox, Clarissa, Felka Bona i Pirol w których straty nie przekraczały 1,0%. Istotnie gorszą odporność wykazały odmiany: Bartek (7,5%) i Krasa (6,5%). Rozwój chorób w poszczególnych warunkach przechowywania nie był istotnie zróżnicowany dla większości odmian. Tylko u odmiany Bartek w wyższej temperaturze przechowywania (8°C) stwierdzono istotnie większe porażenie chorobami. Natomiast, nie udowodniono istotnego wpływu warunków termicznych w zakresie temperatur 3°C–8°C na straty powstałe w wyniku rozwoju mokrej zgnilizny (tab. 3). Najniższe porażenie suchą zgnilizną wystąpiło w temperaturze 8°C. Rozwój mieszanej zgnilizny wzrastał wraz ze wzrostem temperatury i największy wystąpił w temperaturze 8°C.

Tabela 2

Straty masy bulw (%) spowodowane rozwojem chorób w zależności od odmiany i temperatury przechowywania (średnio z lat 2004–2007)
Losses caused by diseases depending on cultivar and storage temperature (average from 2004–2007; %)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania Storage temperature			Średnio Mean
	3°C	5°C	8°C	
Augusta	0,7	0,5	0,4	0,5
Velox	0,4	0,1	1,0	0,5
Clarissa	0,9	0,8	1,0	0,9
Felka Bona	1,0	1,1	0,6	0,9
Pirol	0,6	1,2	1,0	0,9
Kuklik	1,5	2,1	1,1	1,6
Nora	2,2	1,7	1,2	1,7
Syrena	2,4	3,6	4,2	3,4
Krasa	7,7	6,1	5,5	6,5
Bartek	6,1	7,3	9,3	7,5
Średnio dla temperatury przechowywania Mean for storage temperature	2,3	2,4	2,5	2,4
NIR _{0,5} LSD ₀₅	0,8			0,5

Tabela 3

Procent porażenia bulw chorobami przechowalniczymi w różnych temperaturach przechowywania (średnia, 10 odmian za 3 lata)
The occurrence of diseases on tubers stored at different temperatures (mean for 10 cultivars and 3 years)

Choroba Disease	Temperatury przechowywania Storage temperatures			NIR _{0,5} LSD _{0,5}
	3°C	5°C	8°C	
Mokra zgnilizna Soft rot	0,80	0,83	0,65	0,34
Sucha zgnilizna Dry rot	0,37	0,39	0,25	0,14
Mieszana zgnilizna Mix rot	1,07	1,27	1,79	0,37

Kielkowanie

Początek kiełkowania ziemniaków zależał od temperatury przechowywania i od odmiany (tab. 4). Ziemniaki przechowywane w temperaturze 8°C zależnie od odmiany rozpoczynały kiełkowanie od 3 dekady listopada (Nora) do 3 dekady stycznia (Clarissa, Syrena, Felka Bona, Bartek). Po okresie przechowywania długość kiełków wynosiła od 15 mm (Clarissa) do 166 mm (Velox). Temperatura przechowywania 5°C spowodowała opóźnienie terminu kiełkowania średnio o 2 miesiące w stosunku do przechowywania bulw w temperaturze 8°C. Bulwy odmiany Clarissa przechowywane przez 6 miesięcy w temperaturze 5°C nie kiełkowały, natomiast odmiana Velox miała kiełki o długości 44 mm. Większość odmian przechowywanych w temperaturze 3°C, zalecanej dla sadzeniaków, nie rozpoczęły kiełkowania. Tylko odmiana Nora i Velox miały kiełki o długości 5 i 12 mm.

Tabela 4

Termin rozpoczęcia kiełkowania i długość kiełków po 6 miesiącach przechowywania (średnio z lat 2004–2007)

The beginning of sprouting and sprout length after 6 months of storage (average from 2004–2007)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania — Storage temperature:					
	3°C		5°C		8°C	
	początek kiełkowania start of sprouting	długość kiełków length of sprouts	początek kiełkowania start of sprouting	długość kiełków length of sprouts	początek kiełkowania start of sprouting	długość kiełków length of sprouts
Clarissa	—	—	—	—	3 d. I	15
Syrena	—	—	2 d. III	4	3 d. I	19
Krasa	—	—	2 d. II	8	2 d. XII	22
Felka Bona	—	—	2 d. III	5	3 d. I	22
Bartek	—	—	3 d. III	< 3	3 d. I	27
Pirol	—	—	1 d. III	8	2 d. I	28
Augusta	—	—	3 d. II	8	3 d. XII	30
Nora	1 d. III	5	2 d. I	21	3 d. XI	51
Kuklik	—	—	3 d. II	11	2 d. I	54
Velox	3 d. I	12	3 d. XII	44	2 d. XI	166

Straty w wyniku kiełkowania u poszczególnych odmian wynosiły od 0,1% do 1,5% (tab. 5). Poza czynnikiem odmianowym, temperatura przechowywania miała istotny wpływ na masę kiełków. Bulwy odmian: Syrena, Clarissa, Bartek, Pirol, Krasa, Augusta, Kuklik, Felka Bona przechowywane w temperaturze 3°C i 5°C nie miały istotnych strat w wyniku kiełkowania. Odmiana Nora i Velox nieznacznie kiełkowały w temperaturze 3°C, a wyraźny wzrost nastąpił w wyższych temperaturach przechowywania w 5°C i 8°C. Przechowywanie ziemniaków w temperaturze 8°C spowodowało wzrost strat w wyniku kiełkowania u wszystkich badanych odmian.

Tabela 5

Wpływ temperatury przechowywania na straty (%) w wyniku kiełkowania bulw (średnio z lat 2004–2007)

Influence of storage temperature on losses caused by sprouting (average from 2004–2007; %)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania Storage temperature			Średnio Mean
	3°C	5°C	8°C	
Syrena	0,0	0,01	0,28	0,10
Clarissa	0,0	0,01	0,43	0,15
Bartek	0,0	0,0	0,48	0,16
Pirol	0,0	0,0	0,59	0,20
Krasa	0,0	0,0	0,75	0,25
Augusta	0,0	0,07	0,97	0,34
Kuklik	0,0	0,04	1,20	0,41
Felka Bona	0,0	0,0	1,40	0,47
Nora	0,07	0,34	2,52	0,98
Velox	0,14	0,72	3,64	1,50
Średnio dla temperatury Mean for temperature	0,02	0,12	1,23	0,46
NIR _{0,5}		0,60		0,30
LSD ₀₅				

Suma strat

Suma strat za 6 miesięczny okres przechowywania zależała od odmiany i wahała się od 6,8% u odmiany Augusta do 19,6% u odmiany Krasa (tab. 6).

Tabela 6

Wpływ temperatury przechowywania na wielkość (%) strat ogółem (2004–2007)
Influence of storage temperature on total losses in 2004–2007 (%)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania Storage temperature			Średnio Mean
	3°C	5°C	8°C	
Augusta	6,1	6,0	8,3	6,8
Felka Bona	6,5	6,5	8,0	7,0
Pirol	6,1	7,3	7,6	7,0
Clarissa	7,3	7,2	7,7	7,4
Nora	8,1	7,8	9,9	8,6
Kuklik	7,4	9,1	10,0	8,9
Velox	6,2	7,0	14,7	9,3
Syrena	11,7	12,5	16,9	13,7
Bartek	13,2	14,5	17,8	15,2
Krasa	19,4	15,3	24,2	19,6
Średnio dla temperatury Mean for temperature	9,2	9,3	12,5	10,3
NIR _{0,5}	1,8			1,0
LSD ₀₅				

Średnio dla 10 odmian suma strat ziemniaków przechowywanych w temperaturze 3°C i 5°C była jednakowa i wynosiła około 9%. Suma strat ziemniaków przechowywanych w 8°C była istotnie wyższa i wynosiła 12,5%. Procentowy udział poszczególnych rodzajów strat przechowalniczych zależał od temperatury przechowywania. W niskiej temperaturze przechowywania największy udział mają ubytki naturalne, odpowiednio w 3°C — 74,6% i w 8°C — 70,0%. Udział strat w wyniku kiełkowania w najwyższej temperaturze przechowywania wynosił odpowiednio w 8°C — 9,9% i w 3°C — 0,2% (tab. 7).

Tabela 7

Udział procentowy poszczególnych strat przechowalniczych w różnych temperaturach przechowywania
Percentage share of storage losses at different storage temperatures

Rodzaj strat Kind of losses	Temperatury przechowywania Storage temperatures		
	3°C	5°C	8°C
Ubytki naturalne Natural losses	74,6	72,7	70,0
Choroby Diseases	25,2	26,0	20,1
Kiełki Sprouts	0,2	1,3	9,9

Na podstawie średnich z wszystkich temperatur przechowywania przedstawiono sumę strat w skali 9-stopniowej (tab. 8). Większość odmian (Augusta, Clarissa, Felka Bona, Pirol,

Kuklik, Nora, Velox) uzyskało wysoką wartość 8 i 9 punktów, najniżej została oceniona odmiana Krasa (2 punkty).

Tabela 8

**Suma strat badanych odmian po całym okresie przechowywania wyrażone w skali 9°
(średnio a lat 2004-2007)**

Total losses for cultivars after storage seasons in 9° scale (mean for 2004–2007)

Skala Scale	Odmiany — Cultivars
9	Augusta, Clarissa, Felka Bona, Pirol
8	Kuklik, Nora, Velox
7	—
6	—
5	Syrena
4	Bartek
3	—
2	Krasa
1	—

Zalecana temperatura przechowywania danej odmiany powinna uwzględniać z jednej strony ogólne wymagania stawiane przez poszczególne kierunki użytkowania (przetwórstwo 8°C, jadalne 5°C, sadzeniaki 3°C), a z drugiej strony temperaturę, w której powstają najniższe straty.

W przechowalnictwie ważny jest także koszt przechowywania, który ze względu na czas pracy wentylacji jest najniższy w przechowalni, w której utrzymywana jest najwyższa zalecana temperatura — 8°C (Czerko, 1993). Stąd mimo, że dla sadzeniaków zalecana jest niska temperatura przechowywania (3°C) to biorąc pod uwagę, że są odmiany takie jak: Bartek, Felka Bona, które w wyższej temperaturze 5°C rozpoczynają późno kiełkowanie i w wyższej temperaturze nie obserwuje się zwiększenia strat przechowalniczych, to korzystniejsze jest przechowywanie tych odmian w wyższej temperaturze. Jednak do ostatecznego określenia temperatury przechowywania sadzeniaków danej odmiany potrzebna jest znajomość wpływu temperatury przechowywania na plonowanie ziemniaków. Zdaniem wielu autorów, wybór optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków uzależniony jest od: tempa fizjologicznego starzenia się bulw, długości okresu spoczynku oraz plonowania roślin w warunkach polowych (Rykaczewska, 1993; Reust i in., 2001). Badania przeprowadzone na 54 odmianach (Sowa-Niedziałkowska, 2002 b) pozwoliły wydzielić grupy odmian, które odmiennie reagowały plonem na wzrost temperatury przechowywania. Autorka wyodrębniła 12 odmian dla których najkorzystniejsza była najniższa temperatura przechowywania, a wzrost temperatury przechowywania powodował spadek plonu. Jednak największą grupę (41 odmian) stanowiły odmiany które nie reagowały spadkiem plonu po przechowywaniu w dużym zakresie temperatur od 2°C do 6°C. Dobór temperatury przechowywania dla odmian z tej grupy zależy tylko od wielkości strat w danej temperaturze.

Głównymi cechami odmiany sprzyjającymi dobremu przechowywaniu ziemniaków jadalnych jest długi okres spoczynku, mało intensywny wzrost kiełków oraz niskie straty przechowalnicze. Ziemniaki charakteryzujące się niską intensywnością kiełkowania

przechowują się lepiej, gdyż łatwiejsze jest przewietrzanie pryzmy, a w konsekwencji poprawiają się warunki przechowywania.

Ziemniaki charakteryzujące się długim okresem spoczynku przeznaczone do przetwórstwa mogą być przechowywane w temperaturze 8°C przez kilka miesięcy bez stosowania inhibitorów kiełkowania. Natomiast odmiany przeznaczone do długotrwałego przechowywania (do czerwca) charakteryzujące się długim okresem spoczynku mogą wymagać mniejszej dawki inhibitorów zastosowanych w całym sezonie przechowalniczym. Wszystkie te zależności wskazują, że najkorzystniejsze w przechowalnictwie są odmiany, które mogą być przechowywane w dużym zakresie temperatur bez istotnego pogorszenia ich jakości i strat.

WNIOSKI

1. Badane odmiany są bardzo zróżnicowane pod względem przydatności do długotrwałego przechowywania.
2. Większość badanych odmian charakteryzowała się wysoką trwałością przechowalniczą ocenianą na 8 i 9 w skali 9-stopniowej.
3. Najniższe straty u większości odmian stwierdzono po przechowywaniu bulw w temperaturze 3°C i 5°C
4. W najwyższej temperaturze przechowywania w 8°C występują głównie straty spowodowane ubytkami naturalnymi i kiełkowaniem.
5. Odmiany charakteryzujące się niską trwałością przechowalniczą wymagają szczególnej troski podczas zbioru i nie powinny być przeznaczone do długotrwałego przechowywania.

LITERATURA

- Czerko Z. 1993. Zmiany energochłonności utrzymania mikroklimatu w przechowalni w zależności od wymagań technologicznych odmian. *Biul. Inst. Ziem.* 43: 137 — 146.
- Czerko Z. 2004. Ubytki naturalne ziemniaków w zależności od dawki wentylacyjnej i rodzaju systemu wentylacji. *Biul. IHAR.* 232: 227 — 232.
- Czerko Z. 2007. Straty podczas przechowywania ziemniaków w przechowalni z nawilżaniem i bez nawilżania. *Biul. IHAR* 243: 245 — 250.
- Czerko Z. 2008. Trwałość przechowalnicza wybranych odmian ziemniaka. *Ziem. Pol.* 3: 24 — 28.
- Frydecka-Mazurczyk A. 1978. Oddychanie bulw ziemniaka w zależności od warunków termicznych w czasie przechowywania. *Biul. Inst. Ziem.* 22: 113 — 124.
- Kubicki K. 1988. Biologiczne i techniczne uwarunkowania przechowywania ziemniaków. PWN Warszawa: 206 ss.
- Kuźniewicz M. 1982. Czynniki warunkujące występowanie chorób w czasie przechowywania ziemniaków oraz możliwości ograniczenia ich rozwoju. Praca doktorska. *Inst. Ziem. Bonin:* 166 ss.
- Rastovski A., van Es A. (ed.). 1981. Storage of potatoes. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen: 262 p.
- Reust W., Winiger F. A., Hebeisen T., Dutoit J. P. 2001. Assessment of the physiological vigour of new potato cultivars in Switzerland. *Potato Res.* 44: 11 — 17.
- Rykaczewska K. 1993. Znaczenie wieku fizjologicznego sadzeniaków w rozwoju i plonowaniu ziemniaka. W: Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej. *Mat. Konf. Nauk. SGGW Warszawa:* 260 — 266.

- Sowa G. 1988. Udział transpiracji bulw ziemniaka w powstawaniu ubytków naturalnych podczas przechowywania. *Ziemniak*: 61 — 77.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2000. Wpływ warunków wzrostu roślin i magazynowania bulw odmian jadalnych ziemniaka na ich trwałość przechowalniczą. *Biul. IHAR*. 213: 225 — 232.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002 a. Wpływ naturalnych sposobów ograniczających intensywność przemian ilościowych w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 489: 355 — 363.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002 b. Określenie optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych.* z. 223/224: 361 — 368.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004 a. Wpływ odmiany ziemniaka i warunków przechowywania bulw na długość okresu uśpienia i intensywność kiełkowania. *Biul. IHAR* 232: 23 — 36.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004 b. Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeniakach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania. Część I. Okres uśpienia i intensywność wzrostu kiełków. *Biul. IHAR*. 233: 219 — 236.

JAROSŁAW PRZETAKIEWICZPracownia Organizmów Kwarantannowych, Zakład Fitopatologii
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Propozycja zmian w polskiej skali oceny odporności odmian ziemniaka na raka ziemniaka zgodnie z Protokołem Diagnostycznym EPPO PM 7/28

Suggestions for changes in the Polish scale used to evaluate the resistance of potato cultivars to potato wart disease according to the EPPO Diagnostic Protocol PM 7/28

W Polsce, od ponad 30 lat oceny odporności laboratoryjnej metodą Glynne-Lemmerzahla na raka ziemniaka następowały zmiany skali oceny do postaci akceptowanej przez Państwa Członkowskie Unii Europejskiej (UE). W roku 1980 (Malec, 1980) podstawą pierwszej skali oceny było występowanie sorusów, co pozwalało na selekcję podatnych i pozostawianie rodów odpornych. Zastosowanie tej skali nie pozwalało wyszczególnić rodów krańcowo odpornych, odpornych i słabo odpornych. W roku 2008 nowa skala pozwalała na taki podział, który wykonywano na podstawie reakcji nekrotycznych gospodarza (Przetakiewicz, 2008). Zastosowana skala oceny nie była jednak zrozumiała dla innych Państw Członkowskich UE i nie pokrywała się ze skalą Protokołu Diagnostycznego EPPO PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004). W Polsce skala rozpoczynała się od stopnia 0 (krańcowo odporne) poprzez IV, III, II/III, II do I (krańcowo podatne). Natomiast w skali Protokołu Diagnostycznego EPPO PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004) stopień 1 oznaczał krańcowo odporne poprzez 2, 3, 4 do stopnia 5 oznaczającego krańcową podatność. W roku 2009 podjęto decyzję o ujednoliceniu polskiej oceny odporności na raka ziemniaka zgodnie z Protokołem Diagnostycznym EPPO PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004) z podziałem na pięć stopni: 1 — krańcowo odporne, 2 — odporne, 3 — słabo odporne, 4 — słabo podatne i 5 — krańcowo podatne. Odmiany uznawane za odporne w warunkach laboratoryjnych (testowane metodą Glynne-Lemmerzahla) mieszczą się w przedziale od 1 do 3 stopnia.

Słowa kluczowe: metoda Glynne-Lemmerzahla, *Synchytrium endobioticum*, rak ziemniaka, ziemniak, *Solanum tuberosum*

Over 30 years of evaluating in Poland the resistance of potato to *Synchytrium endobioticum* by the Glynne-Lemmerzahl method, the resistance scale pattern has evolved to its final version that is acceptable to other Members of EU. In 1980, the first scale focused on the occurrence of sori. This approach allowed to eliminate susceptible breeding lines and recognize resistant lines. However, there was no possibility to discriminate between extremely resistant, resistant and weakly resistant lines. Such a discrimination was possible after developing in 2008 a new scale, based on the necrotic response of the host. This scale however was not understandable for other Members of EU. Moreover, it greatly differed from the scale accepted in the EPPO Diagnostic Protocol PM 7/28. In the Polish scale, 0

(extremely resistant) was followed by IV, III, II/III, II and I, the latter degree meaning extremely susceptible. In the EPPO scale, I (extremely resistant) is followed by 2, 3, 4 and 5, the latter degree indicating extremely susceptible. In 2009, the decision was made on adjusting the Polish scale to the EPPO standards. The modified scale has five degrees: 1 — extremely resistant, 2 — resistant, 3 — weakly resistant, 4 — slightly susceptible, and 5 — extremely susceptible. The cultivars considered as resistant to *S. endobioticum* under laboratory conditions based on the Glynne-Lemmerzähl method are given 1–3 points.

Key words: Glynne-Lemmerzähl method, *Synchytrium endobioticum*, potato wart disease, potato, *Solanum tuberosum*

WSTĘP

W związku z brakiem harmonizacji w sprawie oceny odporności laboratoryjnej na raka ziemniaka wywołowanego przez *Synchytrium endobioticum* podjęto prace mające na celu ustalenie wspólnej metodyki oceny. Pomoże to w przyszłości honorowanie wyników oceny odporności odmian ziemniaka przez wszystkie Kraje Wspólnoty jak również ujednolici system identyfikacji patotypów *S. endobioticum*. System oceny odporności głównie dotyczy patotypu 1(D1) *S. endobioticum*, który występuje na wszystkich kontynentach za wyjątkiem Australii i Oceanii (OEPP/EPPO, 1999) i jest jednocześnie najbardziej rozpowszechniony w krajach regionu Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin (z ang. EPPO).

Rak ziemniaka to groźna choroba, która posiada status choroby kwarantannowej podlegającej obowiązkowi zwalczania z urzędu w wielu krajach świata, w tym także w krajach UE i w Polsce. Sposoby zwalczania i rozprzestrzeniania się *S. endobioticum* są określone w odpowiednich Dyrektywach Unii Europejskiej; Dyrektywa 69/464/EWG z dnia 8 grudnia 1969 r. w sprawie zwalczania raka ziemniaka (*Synchytrium endobioticum*) (Dz. Urz. WEL 323, 24.12.1969). Dyrektywa 2000/29/WE z dnia 8 maja 2000 r. w sprawie środków fitosanitarnych przeciwko wprowadzeniu na obszar Wspólnoty organizmów szkodliwych dla roślin lub produktów roślinnych i przeciwko ich rozprzestrzenianiu się na obszarze Wspólnoty (Dz. Urz. WE L 169, 10.07.2000, z późn. zm.) oraz w polskich Rozporządzeniach Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 stycznia 2005 r. (Dz. U. Nr 27, poz. 226) i z dnia 5 sierpnia 2004 r. (Dz. U. Nr 183, poz. 1891) w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się *Synchytrium endobioticum*. Jedyną skuteczną metodą walki z rakiem ziemniaka jest dopuszczanie do uprawy tylko odmian rakoodpornych.

Laboratoryjna ocena odporności rodów hodowlanych i odmian na raka ziemniaka jest możliwa przy użyciu tzw. metody Spieckermanna (Spieckermann and Kothoff, 1924) i Glynne-Lemmerzähla (Glynne, 1925; Lemmerzähl, 1930; Noble and Glynne, 1970). Metody te są powszechnie stosowane i zgodne z międzynarodowymi standardami (OEPP/EPPO, 1999). Wcześniejsze porównanie wymienionych wyżej metod (Przetakiewicz i Kopera, 2007 i Przetakiewicz, 2008 b) wskazuje, że metoda Glynne-Lemmerzähla jest bardziej czuła od pozostałych i rekomendowana, jako obowiązkowa dla wszystkich Krajów Wspólnoty (ESA, 2006).

Harmonizacja oceny odporności na raka ziemniaka ma na celu stosowanie tylko jednej metody — Glynne-Lemmerzahla — jak również tej samej 5-stopniowej skali oceny laboratoryjnej. Niniejsza praca ma na celu zmianę skali oceny w taki sposób, aby nie było konieczne w przyszłości przeprowadzanie ponownej oceny odmian już uznanych za odporne.

MATERIAŁ I METODY

W doświadczeniach wykorzystano rody ziemniaka z Hodowli Roślin w Szyldaku Sp. z o.o. i Hodowli Ziemniaka Zamarte Sp. z o.o. W pierwszym roku badań występuje największe zróżnicowanie stopnia oceny odporności wśród testowanych rodów — nigdy wcześniej niepoddawanych selekcji po tym względem. W doświadczeniach użyto całych bulw lub ich fragmentów zawierających oczka.

Zastosowaną w doświadczeniach metodę Glynne-Lemmerzahla wykonano zgodnie z oryginalnymi pracami Glynne (1925), Lemmerzahl (1930) i Noble & Glynne (1970) oraz modyfikacjami wprowadzonymi przez Malca (Malec, 1972 i 1980; Malec i Lubiewska 1979), a także autorów protokołu diagnostycznego PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004). Stopień porażenia kielków (pędów) określano według sześciostopniowej skali opisanej przez Przetakiewicza (Przetakiewicz, 2008a): **0** — wczesne reakcje nekrotyczne, **IV** — późne reakcje nekrotyczne, **III** — bardzo późne reakcje nekrotyczne, **II/III** — bardzo późne reakcje nekrotyczne i nieznekrotyzowane dojrzałe sorusy, **II** — duża liczba sorusów, reakcja naroślotwórcza wyraźna, początek tworzenia się narośli rakowej na części kielka, **I** — duża liczba sorusów, cały kielek zmieniony w narośl rakową.

Polską sześciostopniową skalę (Przetakiewicz, 2008a) porównywano z pięciostopniową skalą niemiecką (Langerfeld i Stachewicz, 1994) zaproponowaną, jako wspólną dla regionu EPPO: **1** — krańcowo odporne, **2** — odporne, **3** — słabo odporne, **4** — słabo podatne i **5** — krańcowo podatne. Skala niemiecka jest stosowana od 2004 r. w oficjalnym Protokole Diagnostycznym PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004) i zostanie utrzymana w nowelizowanym wydaniu w roku 2009/2010 realizowanym przez Polskę, Holandię i Niemcy.

WYNIKI I DYSKUSJA

Chociaż metodyka oceny odporności odmian i materiałów hodowlanych ziemniaka na *S. endobioticum* nie zmieniała się prawie od 30 lat (Malec, 1980) to pewne elementy opisu stopnia odporności uległy modyfikacjom mającym na celu podkreślenie reakcji nekrotycznych gospodarza a nie liczby dojrzałych sorusów. Przedstawiona poniżej 5-stopniowa skala pozwalała na podział testowanych genotypów ziemniaka na odporne i podatne. Nie uwzględniała w swoim opisie rodzaju występujących reakcji nekrotycznych lub ich braku:

Skala oceny odporności laboratoryjnej według Malca (1980):

- 0 — brak sorusów — odmiana odporna,
- IV — pojedyncze sorusy — odmiana odporna,

III — mała liczba sorusów (do kilkunastu), słaba reakcja naroślotwórcza: większa liczba sorusów (do kilkudziesięciu), brak reakcji naroślotwórczej — odmiana odporna,

II — duża liczba sorusów, reakcja naroślotwórcza wyraźna, początek tworzenia się narośli rakowej na części kielka — odmiana podatna,

I — duża liczba sorusów, cały kielek zmieniony w narośl rakową — odmiana podatna.

Tak przedstawiony opis nie pozwalał na identyfikację form krańcowo odpornych, czy słabo odpornych. Nie uwzględniał również podziału form podatnych na krańcowo podatne i słabo podatne. Te uogólnienia spotkały się ze sporym niezrozumieniem ze strony instytucji badawczych zajmujących się oceną odporności na raka ziemniaka w Krajach Członkowskich UE, gdzie nawet formy słabo podatne mogą być uznawane za odporne przy ocenie metodą Spieckermanna (Przetakiewicz, 2008b). Generalnie założenia takiego podziału nie zmieniły się do tej pory, ponieważ zgodnie z polskim Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 stycznia 2005 r. (Dz. U. Nr 27, poz. 226) i z dnia 5 sierpnia 2004 r. (Dz. U. Nr 183, poz. 1891) dopuszczane do uprawy odporne odmiany ziemniaka to formy skrajnie odporne, odporne i słabo odporne a odmiany niedopuszczane do uprawy to formy krańcowo podatne i słabo podatne. Ostatnia grupa odmian może być dopuszczana do uprawy tylko na polach wolnych od zarodni przetrwalnikowych *S. endobioticum* (Przetakiewicz i Kopera, 2007). Dla celów badawczych i dla hodowców zagranicznych, którzy chcieli rejestrować swoje odmiany na terytorium Polski zmodyfikowano skalę w taki sposób, aby każdy stopień odpowiadał odpowiedniej reakcji nekrotycznej gospodarza:

Zmodyfikowana skala oceny odporności laboratoryjnej według Przetakiewicza (2008 a i b):

0 — bark sorusów, wczesne reakcje nekrotyczne,

IV — pojedyncze znekrotyzowane sorusy, późne reakcje nekrotyczne,

III — głównie bardzo późne reakcje nekrotyczne,

II/III — reakcja pośrednia pomiędzy st. II i III,

II — początek tworzenia się narośli rakowej, brak nekroz,

I — liczne sorusy, całe kielki proliferują w narośla rakowe.

W skali tej wprowadzono bardzo praktyczny stopień II/III, w którym oceniano reakcje pośrednią charakteryzującą się zarówno bardzo późnymi reakcjami nekrotycznymi jak i brakiem takich reakcji i rozwojem narośli rakowych na tym samym lub sąsiednich pędach tej samej bulwy. W całej skali wprowadzono również podział w zależności od reakcji gospodarza na patogena od wczesnych nekroz do pełnej proliferacji pędów. Pomimo modyfikacji pozostawiono oryginalny podział od st. 0 po przez IV, III, II/III, II aż do stopnia I, co wprowadzało pewien barak logiki.

Najbardziej podobną skalą do polskiej jest skala niemiecka (tab. 1), która jednocześnie została przygotowana do oceny materiałów hodowlanych metodą Glynne-Lemmerzahla (Langerfeld i Stachewicz, 1994). Skala ta również uległa modyfikacjom na podstawie wcześniejszych publikacji z 1965 roku (Hille, 1965) i z 1980 (Stachewicz, 1980) i jednocześnie jest zalecana przez Protokół Diagnostyczny PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004). Poszczególne typy reakcji nekrotycznych epidermy 14-dniowych pędów, które inokulowano pływkami *S. endobioticum*, patotyp 1(D1) przedstawiono na rysunku 1.

Fotografie przedstawiają reakcję genotypów odpornych — zgodnie z Protokołem Diagnostycznym PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004) i z polską oceną odporności (Przetakiewicz, 2008a). Powstawanie na epidermie gospodarza reakcji nekrotycznych: wczesnych, późnych i bardzo późnych, w warunkach laboratoryjnych, daje całkowitą pewność odporności w warunkach polowych (doniczkowych) z użyciem zarodni przetrwalnikowych (zimowych) grzyba. Te trzy typy reakcji kwalifikują genotypy do odpornych.

Tabela 1

Nowa skala oceny odporności laboratoryjnej na raka ziemniaka, która będzie stosowana w Polsce od 2009 roku

A new scale to assess laboratory resistance to *S. endobioticum* to be applied in Poland since 2009

Skala odporności Resistance scale	Klasyfikacja Classification	Opis Description
1	Krańcowo odporne Extremely resistant	Wczesne reakcje nekrotyczne, żadnych widocznych sorusów. Early defence necrosis; no visible sori formation.
2	Odporne Resistant	Późne reakcje nekrotyczne; częściowe formowanie się sorusów, sorusy niedojrzałe lub nekrotyzujące przed dojrzaniem. Late defence necrosis; sori formation partially visible, sori immature or necrotic before maturity.
3	Słabo odporne Weakly resistant	Bardzo późne reakcje nekrotyczne; pojedyncze dojrzałe sorusy lub grupy sorusów, jednak kompletnie otoczone nekrozami; reakcje nekrotyczne dominują, jednak nie zawsze wcześniej przed dojrzaniem pojedynczych lub grup sorusów; rozproszone infekcje, do pięciu nieznikających sorusów, przy jednoczesnych nekrozach w innych miejscach kielka lub na sąsiednich kielkach tej samej bulwy. Very late defence necrosis; single ripe sori or sorus fields developed, but completely surrounded by necrosis; defence reactions are dominant, but not always faster than sorus or sorus field maturation; scattered infections, up to five non-necrotic sori, clear necrosis in other zones of the same tuber piece.
4	Słabo podatne Slightly susceptible	Rozproszone infekcje; sorusy lub grupy sorusów nie nekrotyzowane; późne reakcje nekrotyczne mogą być obecne w innych miejscach kielka; kielki mogą lekko proliferować. Scattered infections; sori or sorus fields non-necrotic, few in number; late necrosis can be present on other infection sites on the sprout; the sprout can be slightly malformed (thickened).
5	Krańcowo podatne Extremely susceptible	Liczne infekcje, dojrzałe sorusy i grupy sorusów bez jakichkolwiek nekroz, dominująca reakcja naroślotwórcza Dense infection fields, numerous ripe non-necrosed sori and sorus fields, fields with dense non-necrotic infection sites, predominant tumour formation.

Na rysunku 2 przedstawiono przykłady genotypów, które zakwalifikowano do podatnych. Po mimo obecności bardzo późnych reakcji nekrotycznych w stopniu 4 (skala niemiecka / PM 7/28) lub II/III (skala polska) część sorusów (co najmniej 5) nie ulega nekrotyzacji i przechodzi cały cykl rozwojowy. Takie rody lub odmiany mogą wykazywać połową odporność, gdzie presja patogena jest znacznie niższa, w porównaniu do warunków laboratoryjnych (Przetakiewicz, 2007, 2008 a i 2008 b). Głównym celem eliminacji takich genotypów jest uniknięcie ryzyka powstawania nowych bardziej wirulentnych patotypów (Malec, 1963 i 1974). Z ewolucyjnego punktu widzenia odmiany słabo podatne na raka są bardziej niebezpieczne a niżeli odmiany krańcowo podatne, na których, co najwyżej

namnoży się określony patotyp, występujący do tej pory. W pierwszym przypadku, w sprzyjających warunkach, po kilku latach monokultury lub częstej uprawy, może dojść do przełamania odporności uprawianych odmian ziemniaka, co miało miejsce w przypadku wykrywania nowych patotypów (Broun, 1942; Malec, 1981). Definicja stopnia 5 niemieckiej skali / PM 7/28 odpowiada definicji stopnie II i I polskiej skali (tab. 2, rys. 2). Głównym elementem oceny w tym stopniu jest brak jakichkolwiek reakcji nekrotycznych, gdzie wszystkie sorusy przechodzą pełen cykl rozwojowy z silniejszą lub słabszą proliferacją epidermy gospodarza.

Charakterystyka skali odporności polskiej wersji odpowiada ściśle skali przedstawionej w tabeli 1. Przy jednoczesnym uszeregowaniu odporności od 1 — krańcowo odpornych do 5 — krańcowo podatnych. Odpowiednie przyporządkowanie stopni odporności przedstawiano w tabeli 2.

Tabela 2

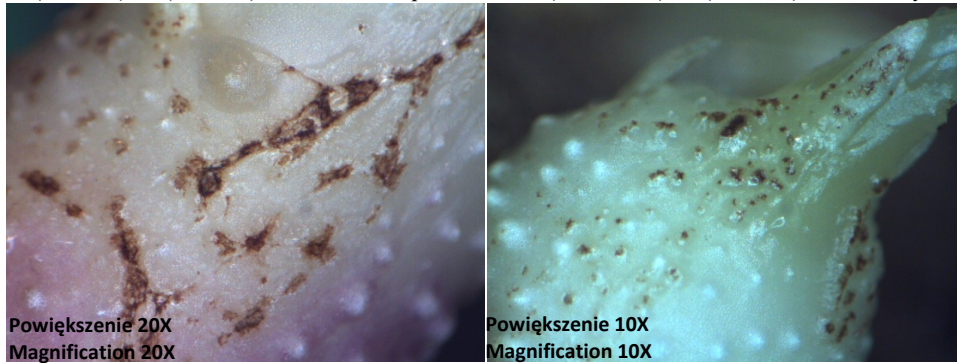
Porównanie skali z Protokołu Diagnostycznego PM 7/28 do skali polskiej obowiązującej do 2008 roku
Comparison of scales from Diagnostic Protocols of EPPO PM 7/28 and from Poland obligated till 2008

PM 7/28 PM 7/28	Odpowiednik skali polskiej Equivalent of Polish scale	Klasyfikacja Classification
1	0	Krańcowo odporne Extremely resistant
2	IV	Odporne Resistant
3	III	Słabo odporne Weakly resistant
4	II/III	Słabo podatne Slightly susceptible
5	II i I — II & I	Krańcowo podatne Extremely susceptible

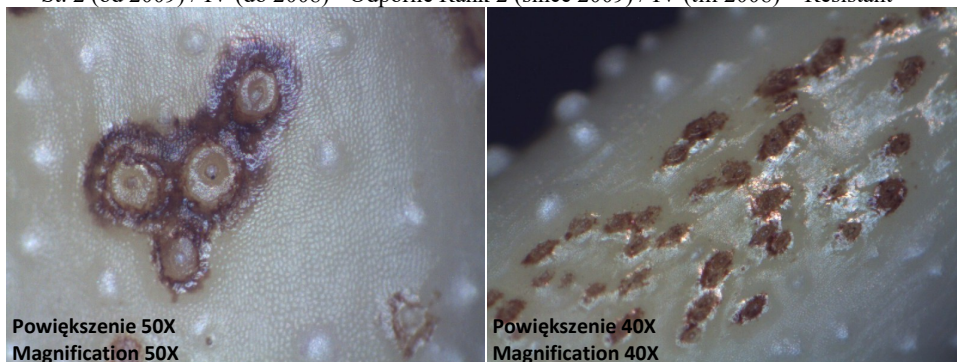
Od roku 2009 w sezonie jesiennym ocena laboratoryjna odporności materiałów hodowlanych i odmian ziemniaka na raka ziemniaka na wszystkie testowane patotypy *S. endobioticum* będzie podawana w 5-stopniowej skali, gdzie stopień 1, 2 i 3 będzie oznaczał odporność w warunkach laboratoryjnych a stopień 4 i 5 będzie oznaczał odpowiednio podatność. Świadectwa odporności będą wydawane tylko dla rodów / odmian ziemniaka, które zakwalifikowały się w st. 1, 2 i 3.

Ten etap harmonizacji ma na celu unifikację metodyki testów laboratoryjnych, a co za tym idzie wzajemne honorowanie wyników oceny odporności uzyskiwanych w różnych instytucjach naukowych, w tym również z Polski. Dla łatwiejszej interpretacji odporności na raka ziemniaka należy stosować identyczną skalę. W przyszłości strona polska proponuje 9-stopniową skalę odporności, gdzie 1 będzie oznaczał krańcowo podatne a 9 — krańcowo odporne. Na tym etapie badań jest to nie możliwe do zaakceptowania przez kraje (Holandia i Niemcy) uczestniczące w programie harmonizacji określanym jako Ring testy.

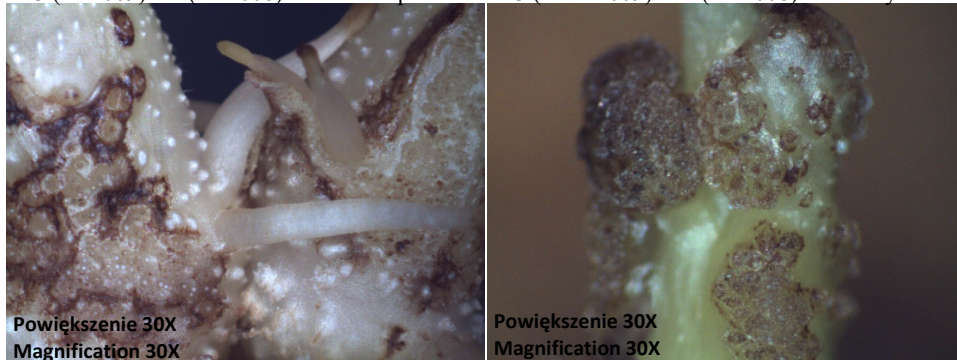
St. 1 (od 2009) / 0 (do 2008) – Krańcowo odporne Rank 1 (since 2009) / 0 (till 2008) – Extremely resistant



St. 2 (od 2009) / IV (do 2008) - Odporne Rank 2 (since 2009) / IV (till 2008) – Resistant

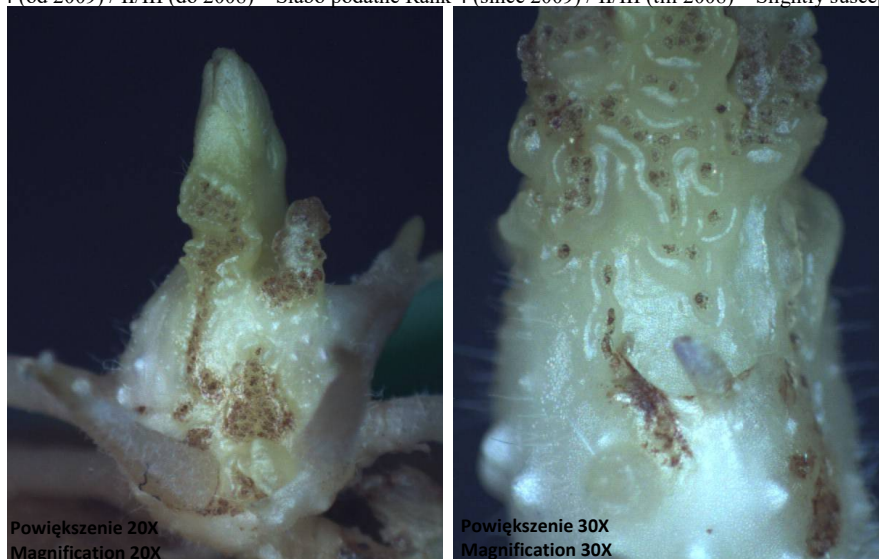


St. 3 (od 2009) / III (do 2008) – Słabo odporne Rank 3 (since 2009) / III (till 2008) – Weakly resistant

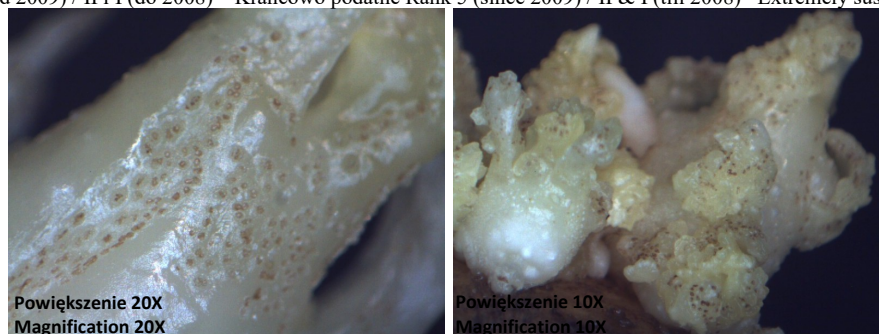


Rys. 1. Ilustracje fotograficzne przedstawiające formy odporne na raka ziemniaka
Fig. 1. Photo illustration of genotypes resistant to potato wart disease

St. 4 (od 2009) / II/III (do 2008) – Słabo podatne Rank 4 (since 2009) / II/III (till 2008) – Slightly susceptible



St. 5 (od 2009) / II i I (do 2008) – Krańcowo podatne Rank 5 (since 2009) / II & I (till 2008) – Extremely susceptible



Rys. 2. Ilustracje fotograficzne przedstawiające formy podatne na raka ziemniaka
Fig. 2. Photo illustration of genotypes susceptible to potato wart disease.

WNIOSKI

1. Nowa skala ujednolici system oceny odporności w krajach stosujących metodę Glynne-Lammerzahla.
2. Wprowadzenie 5-stopniowej skali nie wymaga weryfikacji już ocenianych odmian i ich ponownej autoryzacji.

LITERATURA

- Broun H. 1942. Biologische Spezialisierung bei *Synchytrium endobioticum* (Vorläufige Mitteilung). Zeit. Pflanzenkrankh. und Pflanzensch. 5, H. 11: 481 — 486.
- ESA Meeting of the ad-hoc Working Group of the ESA Potato Section: Harmonization of testing for resistance to wart disease, Lüneburg, 2006-06-14.
- Glynn M. D. 1925. Infection experiments with wart disease of potato *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Ann. of Appl. Biol. 12: 34 — 60.
- Hille M. 1965. Assessment of potato cultivars for their behavior towards *Synchytrium endobioticum*, the cause of potato wart disease. Nachr. Des D. Pflanz. 17: 137 — 142.
- Langerfeld E., Stachewicz H. 1994. Assessment of varietal reactions to potato wart (*Synchytrium endobioticum*) in Germany. Bulletin EPPO/OPPE 24:793 — 798.
- Lemmerz J. 1930. Neues vereinfachtes Infektionsverfahren zur Prüfung von Kartoffelsorten auf Krebsfestigkeit. Züchter 2: 799 — 297.
- Malec K. 1963. Zmiany wirulencji grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. w zależności od stopnia wrażliwości odmian ziemniaków i od terminów zakażenia. Hod. Rośl. Aklim. 7: 25 — 54.
- Malec K. 1972. Zmiany w metodyce badania rakoodporności materiałów hodowlanych ziemniaka. Biul. Inst. Ziemn. 10: 5 — 10.
- Malec K. 1974. Z badań nad powstawaniem nowych, bardziej wirulentnych biotypów grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Biul. Inst. Ziemn. 14: 131 — 135.
- Malec K. 1980. Metodyka badania rakoodporności materiałów hodowlanych ziemniaka stosowana w Samodzielnej Pracowni Badania Odporności na Choroby i Szkodniki Kwarantannowe Instytutu Ziemniaka. Biul. Inst. Ziemn. 25: 125 — 139.
- Malec K. 1981. Biotypy grzyba *S. endobioticum* (Schilb.) Perc. w Polsce. Z prac Instytutu Ziemniaka, Bonin 1981: 1 — 38.
- Malec K., Lubiewska E. 1979. Zmiany w metodyce badania rakoodporności materiałów hodowlanych ziemniaka. Biul. Inst. Ziemn. 23: 79 — 85.
- Noble M., Glynn M. D. 1970. Wart disease of potatoes. FAO Plant Protection Bulletin 18: 125 — 135.
- OEPP/EPPO. 1999. EPPO Standards PM 3/59 *Synchytrium endobioticum*: soil tests and descheduling of previously infested plots. EPPO Bul. 29: 225 — 231.
- OEPP/EPPO. 2004. EPPO Standards PM 7/28 *Synchytrium endobioticum*. EPPO Bul. 34: 155 — 157.
- Przetakiewicz J. 2008a. Assessment of the resistance of potato cultivars to *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Poland. EPPO Bul. 38: 211 — 215.
- Przetakiewicz J. 2008b. Porównanie dwóch metod oceny stopnia porażenia kielków ziemniaka patotypem 1(D1) grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Biul. IHAR 248: 67 — 76.
- Przetakiewicz J., Kopera K. 2007. Porównanie przydatności metody: Glynn-Lemmerz i Spieckermanna do oceny odporności ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) na *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. patotyp 1 (D1) dla potrzeb testów masowych. Biul. IHAR 243: 235 — 244.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 października 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzenianiu się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. nr 207, poz. 1737).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 sierpnia 2004 r. w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzenianiu się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. nr 183, poz. 1891).
- Spieckermann A., Kothoff P. 1924. Die Prüfung von Kartoffeln auf Krebsfestigkeit. Dtsch. Landwirtw. Press 51 (11): 114 — 115.
- Stachewicz H. 1980. Identification of pathotypes of the potato wart pathogen *Synchytrium endobioticum* by means of test cultivars. Archiv f. Phyt. & Pflanz. 16: 1 — 11.

MARIAN FLISKatedra Ekologii i Hodowli Zwierząt Łownych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wielkość szkód wyrządzanych przez dziki w uprawach rolniczych w obwodzie łowieckim polnym w latach 1999–2000 i 2008–2009

The amount of damages caused by wild boars to cultivating crops in the field hunting area in the years 1999–2000 and 2008–2009

Celem badań była ocena wielkości szkód w dwóch latach gospodarczych, w odstępie 10 lat w warunkach obwodu łowieckiego polnego, położonego na Wyżynie Lubelskiej. W ciągu okresu objętego oceną wielkość szkód, w ujęciu powierzchni zredukowanej na terenie objętym oceną zwiększyła się ponad dwukrotnie, przy niemal symbolicznym wzroście liczby szkód objętych likwidacją. Z kolei udział szkód w ziemniakach zmniejszył się z 54,9% w sezonie łowieckim 1999/2000 do 7,5% w sezonie 2008/2009, przy jednoczesnym wzroście szkód w uprawach kukurydzy, który w tych samych okresach wynosił odpowiednio 2,4% i 32,7%. W ciągu sezonu wegetacyjnego, niezależnie od okresu oceny, największe nasilenie szkód w uprawach przypadało na drugą połowę maja i pierwszą połowę czerwca, to samo zaobserwowano w uprawie ziemniaków. W roku gospodarczym 1999/2000 — 66,2% wszystkich szkód w uprawach ziemniaków odnotowano w drugiej połowie maja, zaś w roku gospodarczym 2008/2009, prawie 60% szkód wystąpiło w czerwcu. W okresie objętym oceną liczebność dzików, będących głównym sprawcą szkód (ok. 90%), na terenie obwodu łowieckiego stanowiącego teren badań zwiększyła się blisko 2,5-krotnie, przy jednoczesnym blisko 8-krotnym wzroście pozyskania łowieckiego tego gatunku. Dodatkowo w sezonie łowieckim 1999/00, łowiecka eksploatacja populacji kształtowała się na poziomie 74,3%, zaś w sezonie 2008/09 osiągnęła wielkość 241,7% zinwentaryzowanego stanu populacji.

Słowa kluczowe: szkoda łowiecka, uprawy rolnicze, uprawy ziemniaków, dzik

The study aimed at evaluating the damage extent in two years (10 years increment) in the field hunting area localized in Lublin Upland. During the studied period, the extent of damages — taking into account the reduced area — was twice as much at only symbolic increase in the number of damages under liquidation. The percentage of damages to potato cultivations decreased from 54.9% in the hunting season 1999/2000 to 7.5% in the season 2008/2009 at the simultaneous increase in the number of damages to maize plantations 2.4% and 32.7%, respectively. Regardless of the evaluation time during the vegetation period, the largest intensification of damages was recorded at the end of May and at the beginning of June. The most considerable damages to potato also occurred at the end of May and in June. In the 1999/2000 season, 66.2% of all damages to potato fields were recorded at the end of May, whereas in 2008/2009 almost 60% of the damages took place in June. Over the evaluation period, the population of wild boars being the principal damage perpetrators (about 90%) increased by almost

2.5-fold, at almost 8-fold increase in hunting gaining of these animals. In addition, in the 1999/2000 season, the hunting exploitation of the population was at the level of 74.3%, whereas in the 2008/2009 season, it reached up to 241.7% of the catalogued population status.

Key words: hunting damage, agricultural cultivations, potato cultivations, wild boar

WSTĘP

Na przełomie ostatnich kilkunastu lat, dla wielu producentów rolnych coraz dotkliwsze stają się szkody wyrządzane przez dzikie zwierzęta w uprawach rolniczych. Wzrost wielkości szkód jak również przestrzennego ich rozmieszczenia związany jest zwłaszcza ze wzrostem liczebności populacji zwierzyny grubej, a głównie dzików, które w 90% są sprawcami wszystkich szkód w uprawach i płodach rolnych. Jako pośrednią przyczynę wzrostu uszkodzeń upraw rolnych wymienić należy również coraz intensywniejsze zmiany środowiskowe, występujące zarówno w fitocenozach leśnych, będących do niedawna podstawowym miejscem bytowania zwierzyny grubej jak również agrocenozach. Zmiany te spowodowane intensyfikacją produkcji rolnej i leśnej przyczyniają się do swoistych modyfikacji zachowań zwierząt dzikich jak również ich przyzwyczajzeń żerowych (Flis, 2008).

Wielkość, rozmieszczenie przestrzenne szkód oraz ich nasilenie, uzależnione jest zwłaszcza od liczebności zwierzyny w danym terenie, liczby i wielkości kompleksów leśnych, co rzutuje na liczbę i długość tzw. granicy polno-leśnej, znacznie wpływającej na wielkość szkód w uprawach rolniczych, zwłaszcza tych położonych w bezpośrednim sąsiedztwie lasu (Drozd, 1988 a; Dubas, 1996). Dodatkowo wielkość szkód zależna jest również od pory roku, co powiązane jest z cyklami rozwojowymi roślin uprawnych oraz zastosowanych zabiegów profilaktycznych mających na celu skuteczne ograniczanie szkód. Wielkość i stopień uszkodzenia roślin, powiązany jest również ze strukturą gatunkową upraw jak również samą strukturą użytków rolniczych.

Celem pracy była analiza wielkości i rozkładu szkód w ciągu sezonu wegetacyjnego ze szczególnym uwzględnieniem ziemniaków, w warunkach obwodu łowieckiego polnego położonego na Wyżynie Lubelskiej.

MATERIAŁ I METODY

Analiza obejmowała wielkość szkód powstałych w dwóch latach gospodarczych 1999/2000 i 2008/2009, w dziesięcioletnim odstępie czasu. Dane odnośnie wielkości powierzchni szkód, stopnia uszkodzenia roślin jak również daty powstania i likwidacji szkód w poszczególnych rodzajach upraw rolniczych, uzyskano z protokołów wstępnego i ostatecznego szacowania szkód, prowadzonych przez dzierżawcę obwodu łowieckiego, jako organu odpowiedzialnego za wynagrodzenie powstałej szkody, co wynika z uregulowań ustawowych w tym zakresie (Ustawa Prawo łowieckie 1995, Rozp. Min. Środ. z 15 lipca 2002; Wójcik, 2003; Flis, 2007). W ocenie wielkości szkód posłużono się pojęciem powierzchni zredukowanej szkody jako bardziej obiektywnym, a zarazem porównywalnym wskaźnikiem analizy. Powierzchnia ta określana jest na podstawie iloczynu rzeczywistego areалу, który uległ uszkodzeniu oraz procentu zniszczenia roślin

na tym areale. Tym samym powierzchnia zredukowana szkody, stanowi teoretycznie wyliczoną powierzchnię, na której rośliny zniszczone są w 100% (szkoda całkowita).

Dodatkowo w ocenie uwzględniono zmiany liczebności dzików jak również wielkość pozyskania łowieckiego, a tym samym łowieckiej eksploatacji populacji pomiędzy ocenianymi okresami.

Badania prowadzono w obwodzie łowieckim, oddalonym ok. 15 km na wschód od granic administracyjnych miasta Lublina. Całkowita powierzchnia obwodu wynosi 6000 ha, zaś udział gruntów leśnych stanowi 19,5%. W klasyfikacji obwodów łowieckich obwód ten jest obwodem polnym. Rejon ten ze względu na położenie, cechuje się dość żyznymi glebami typu czarnoziemów położonych na podłożu lessowym, co sprawia, że uprawiane są tutaj zwłaszcza rośliny o dużych wymaganiach glebowych. Dodatkowo gospodarkę rolną cechuje znaczne rozdrobnienie upraw, a średnia powierzchnia pojedynczych pól nie przekracza 1 ha. W okresie objętym oceną na terenie obwodu łowieckiego znacznemu zmniejszeniu uległa powierzchnia upraw ziemniaków, zaś wystąpił wzrost upraw kukurydzy, zwłaszcza z przeznaczeniem na kiszonkę. Szacunkowa powierzchnia upraw ziemniaków w sezonie łowieckim 1999/2000 stanowiła ok. 8%, zaś 10 lat później zmniejszyła się do ok. 2%. Z kolei szacunkowy udział upraw kukurydzy w pierwszym z ocenianych sezonów stanowił ok. 2%, zaś w sezonie 2008/09 osiągnął szacunkową wielkość 10%.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wielkość szkód w przeciągu dziesięcioletniego okresu, w ujęciu powierzchni zredukowanej na terenie objętym oceną zwiększyła się ponad dwukrotnie, przy niemal symbolicznym wzroście ilości szkód objętych likwidacją (tab. 1). W sezonie łowieckim 1999/00 łącznie zgłoszono 62 szkody, z czego połowa ($n = 31$) dotyczyła upraw ziemniaków, zaś w sezonie łowieckim 2008/09 liczba zgłoszonych szkód zwiększyła się o 3 ($n = 65$), a największa liczba szkód dotyczyła upraw ziemniaków i pszenicy, gdzie likwidacją objęto po 16 szkód. Jednak łączna powierzchnia zredukowana szkód w uprawach ziemniaków i pszenicy, była mniejsza w porównaniu z powierzchnią zredukowaną 10 szkód w uprawach kukurydzy.

Z kolei procentowy udział szkód poszczególnych upraw, obliczony w ujęciu powierzchni zredukowanej w analizowanym okresie pokazuje, że w ziemniakach zmniejszył się on z 54,9% w sezonie łowieckim 1999/00 do 7,5% w sezonie 2008/09, przy jednoczesnym wzroście szkód w uprawach kukurydzy, który w tych samych okresach wynosił odpowiednio 2,4% i 32,7%. Średnia wielkość powierzchni zredukowanej jednej szkody w sezonie łowieckim 1999/00 wynosiła 0,1 ha, zaś w sezonie 2008/09 wzrosła do 0,2 ha. W tym samym okresie średnia wielkość powierzchni zredukowanej pojedynczej szkody w ziemniakach zmniejszyła się z 0,1 ha do 0,07 ha. Według badań Drozda (1988 b) średnia powierzchnia szkody w makroregionie środkowowschodniej Polski, na początku lat 80. ubiegłego stulecia wynosiła 0,1 ha. Stan taki tłumaczyć można zmniejszeniem areалу uprawy ziemniaków na analizowanym terenie, co powiązane jest z występującą ogólnopolską tendencją w tym zakresie (Chotkowski i Rembeza, 2006). Według danych

GUS w latach 2000–2007 w skali kraju powierzchnia upraw ziemniaków zmniejszyła się ponad dwukrotnie i w 2007 roku w skali kraju powierzchnia uprawy ziemniaków wynosiła tylko 570 tys. hektarów. Z kolei na terenie województwa lubelskiego, zmniejszenie areálu uprawy ziemniaków w tym samym okresie, było blisko 3-krotne (GUS, 2008), a na analizowanym obszarze 4-krotne.

Tabela 1

Liczba i wielkość szkód w poszczególnych uprawach rolniczych w ocenianych okresach
Number and extent of damages to cultivating crops during evaluated periods

Rodzaj uprawy Crop	Parametry Parameters	Okres wystąpienia szkody Damage occurrence	
		1999/2000	2008/2009
Pszenica Wheat	n	12	16
	ha	0,89	3,78
	%	14,5	26,3
Pszenżyto Triticale	n	—	1
	ha	—	0,11
	%	—	0,8
Mieszanka zbożowa Cereal mixture	n	—	1
	ha	—	0,14
	%	—	0,9
Rzepak Rape	n	—	4
	ha	—	0,84
	%	—	5,9
Kukurydza Corn	n	2	10
	ha	0,15	4,96
	%	2,4	32,7
Użytki zielone Green lands	n	2	2
	ha	0,27	0,76
	%	4,4	5,3
Buraki cukrowe Sugar beet	n	15	15
	ha	1,46	2,69
	%	23,8	18,7
Ziemniaki Potato	n	31	16
	ha	3,37	1,07
	%	54,9	7,5
Ogółem Total	n	62	65
	ha	6,1	14,4
	%	100	100

n — liczba szkód; number of damages

ha — powierzchnia szkód; ha — damage area

% — procentowy udział szkód w danej uprawie w stosunku do wszystkich szkód; percentage share of the damages to a given crop in total damages

W ciągu sezonu wegetacyjnego największe nasilenie szkód w uprawach niezależnie od okresu oceny, przypadało na drugą połowę maja i pierwszą czerwca, zaś największe nasilenie uszkodzeń upraw ziemniaków występowało w drugiej połowie maja i w czerwcu (tab. 2). W sezonie łowieckim 2008/09, w okresach tych, likwidacją objęto łącznie ok. 1/3 wszystkich szkód w ciągu roku. W sezonie łowieckim 1999/2000 w drugiej połowie maja i pierwszej połowie czerwca, likwidacją objęto blisko połowę wszystkich szkód powstałych w ciągu całego roku gospodarczego. Rozkład szkód w ujęciu procentowym jest swoistym potwierdzeniem szkód w ujęciu powierzchni zredukowanej (rys. 1), przy czym

w sezonie łowieckim 2008/09 nastąpiło niejako przesunięcie rozkładu szkód z drugiej połowy maja, na cały miesiąc czerwiec.

Tabela 2

Rozkład powierzchni zredukowanej szkód w uprawach rolniczych w różnych terminach sezonu wegetacyjnego
Distribution of the reduced area of damages during the vegetation season in cultivating crops

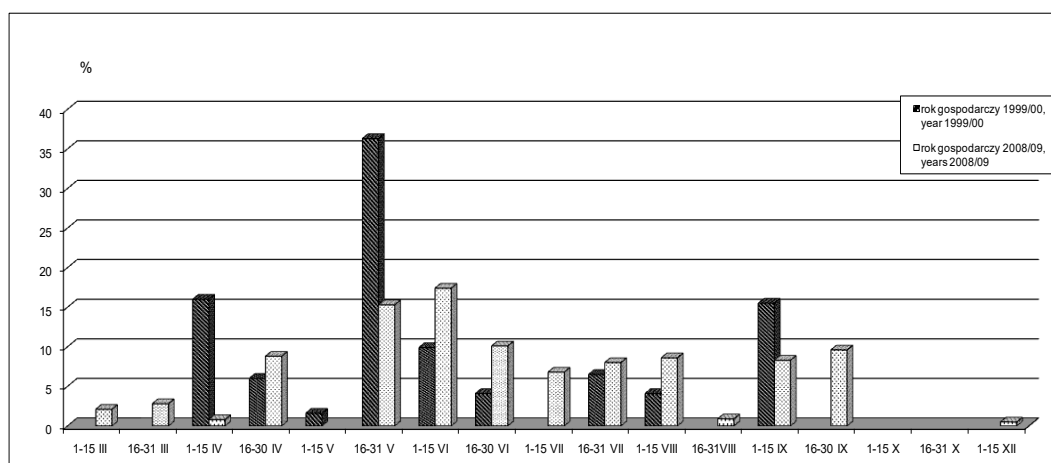
Wyszczególnienie Specification	Okres oceny Evaluation period	Terminy powstania szkód Dates of the occurrence of damages									Ogółem Total
		1-15 III	16-31 III	1-15 IV	16-30 IV	1-15 V	16-31 V	1-15 VI	16-30 VI	1-15 VII	
1	2	3									4
Szkody ogółem (ha)	1999/00	—	—	0,98	0,37	0,10	2,23	0,61	0,25	—	6,1
Total damages (ha)	2008/09	0,30	0,40	0,11	1,26	—	2,19	2,51	1,45	0,97	14,4
Szkody w ziemniakach (ha)	1999/00	—	—	—	0,32	0,10	2,23	0,55	0,16	—	3,4
Damages to potatoes (ha)	2008/09	—	—	—	—	—	0,18	0,32	0,31	0,06	1,1
Odsetek szkód powstałych w ziemniakach (%)	1999/00	—	—	—	86,5	100,0	100,0	90,1	64,0	—	54,9
Percentage of damages to potatoes *	2008/09	—	—	—	—	—	8,2	12,7	21,4	6,2	7,5

		16—31 VII	1—15 VIII	16—31 VIII	1—15 IX	16—30 IX	1—15 X	16—31 X	1—15 XI	
Szkody ogółem (ha)	1999/00	0,40	0,25	—	0,95	—	—	—	—	6,1
Total damages (ha)	2008/09	1,15	1,23	0,13	1,20	1,37	—	—	0,07	14,4
Szkody w ziemniakach (ha)	1999/00	0,01	—	—	—	—	—	—	—	3,4
Damages to potatoes (ha)	2008/09	0,03	0,11	0,06	—	—	—	—	—	1,1
Odsetek szkód powstałych w ziemniakach (%)	1999/00	2,5	—	—	—	—	—	—	—	54,9
Percentage of damages to potatoes *	2008/09	2,6	8,9	46,2	—	—	—	—	—	7,5

* Udział szkód wyrządzonych w ziemniakach w stosunku do wszystkich szkód

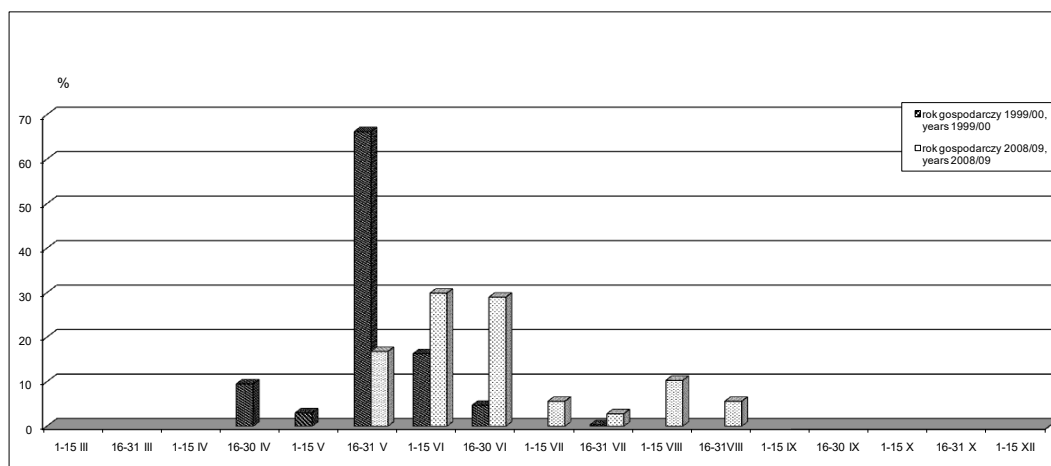
* Participation of the damages to potatoes in total damages

Udział szkód wyrządzonych w ziemniakach w stosunku do wszystkich szkód na analizowanym obszarze wskazuje, że w sezonie łowieckim 1999/2000, w okresie od drugiej połowy kwietnia do końca czerwca odsetek ten był bardzo wysoki i w niektórych okresach szkody w ziemniakach stanowiły 100% wszystkich objętych likwidacją (tab. 2). Z kolei w sezonie łowieckim 2008/2009, największy odsetek szkód w ziemniakach wystąpił w drugiej połowie czerwca i drugiej połowie sierpnia i wynosił odpowiednio 21,4% i 46,2%, zaś w pozostałych okresach sezonu wegetacyjnego, odsetek ten był niewielki i na ogół nie przekraczał 10%. W roku gospodarczym 1999/2000 — 66,2% wszystkich szkód w uprawach ziemniaków odnotowano w drugiej połowie maja, zaś w roku gospodarczym 2008/2009, prawie 60% szkód wystąpiło w czerwcu (rys. 2). Dodatkowo w sezonie łowieckim 2008/2009, wystąpiło miesięczne przesunięcie okresu, w którym powstawały szkody w ziemniakach oraz wydłużenie okresu powstawania szkód, co z kolei warunkowało bardziej równomierny ich rozkład w okresie sezonu wegetacyjnego.



Rys. 1. Procentowy rozkład szkód ogółem w uprawach wyrządzanych przez zwierzyne w poszczególnych okresach sezonu wegetacyjnego

Fig. 1. Percentage distribution of total damages to the crops caused by animals in particular periods of the vegetation season



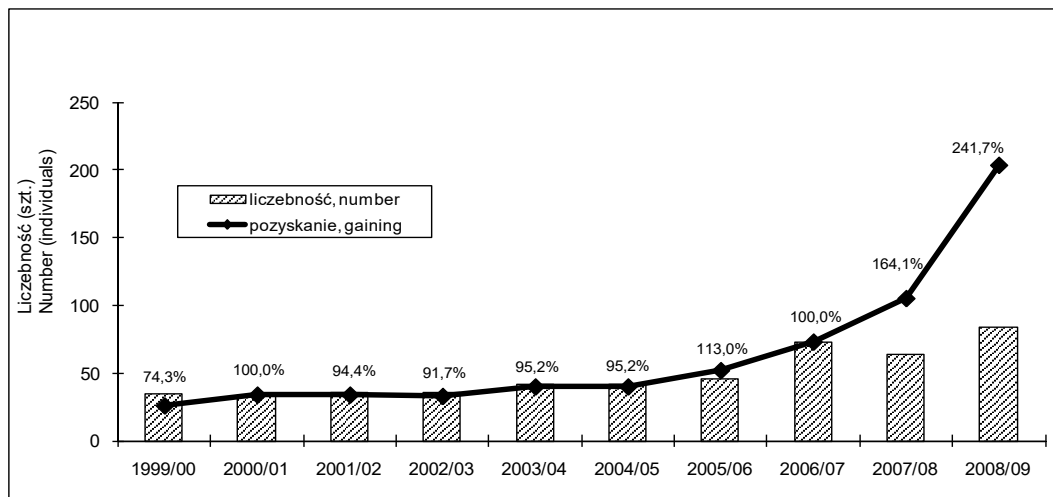
Rys. 2. Procentowy rozkład szkód wyrządzanych przez zwierzyne w uprawach ziemniaków w poszczególnych okresach sezonu wegetacyjnego

Fig. 2. Percentage distribution of damages made by animals to potato crops in particular periods of the vegetation season

Podobne wyniki w zakresie największego nasilenia powstawania szkód w uprawach rolniczych jak również w uprawach ziemniaków, uzyskał Drozd (1988 b), prowadząc badania w makroregionie środkowo-wschodniej Polski w latach 1979–1983. Z kolei Dubas (1996) prowadząc badania w północno-wschodniej Polsce, podał dwa okresy nasilenia szkód. Pierwszy z nich obejmował okres maja i czerwca, zaś drugi okres przypadał na miesiące sierpień i wrzesień. Dodatkowo autor ten podał, że istnieje pewien specyficzny

łańcuch żeru polowego zwierzyny, co związane jest z sezonem wegetacyjnym poszczególnych upraw jak również terminem ich sprzętu z pól.

W okresie objętym oceną, liczebność dzików, będących głównym sprawcą szkód (ok. 90% wszystkich szkód), na terenie obwodu łowieckiego stanowiącego teren badań, zwiększyła się blisko 2,5 krotnie, przy jednoczesnym prawie 8-krotnym wzroście pozyskania łowieckiego tego gatunku (rys. 3). Dodatkowo w sezonie łowieckim 1999/2000 łowiecka eksploatacja populacji kształtowała się na poziomie 74,3%. W kolejnych pięciu sezonach łowieckich wskaźnik ten wzrósł i średnio wynosił 95%, zaś w kolejnych sezonach eksploatacja populacji ulegała zwiększaniu, by w ostatnim sezonie łowieckim (2008/2009) osiągnąć wielkość 240% zinwentaryzowanego stanu populacji. Wzrost liczebności dzików, na terenie naszego kraju obserwowany jest od początku lat dziewięćdziesiątych (Kamieniarz i Panek, 2008). Jako główną przyczynę tego zjawiska wymienia się zmiany behawioralne gatunku, objawiające się znaczną plastycznością do zasiedlania zróżnicowanych środowisk, a zwłaszcza polnych, gdzie w strukturze agrocenoz dominują uprawy wielkołanowe. Kolejnym aspektem związanym ze zmianami wynikającymi z intensyfikacji rolnictwa jest dostępność wysokoenergetycznego żeru na polach uprawnych, niemal przez cały rok. Z kolei obfita baza żerowa, przyczynia się do znacznego podwyższenia potencjału rozrodczego populacji, co przedkłada się w sposób bezpośredni na wzrost jej liczebności (Kozdrowski i Dubiel, 2004).



Rys. 3. Liczebność i pozyskanie dzików w badanym obwodzie łowieckim w ciągu 10 lat
Fig. 3. Number and gaining the wild boars in hunting districts in the period of 10 years

Wzrost liczebności dzików pociągnął za sobą wzrost wielkości szkód wyrządzanych przez ten gatunek, a wysoka łowiecka eksploatacja gatunku nie przyczyniła się do swoistej eksplozji liczebności, która przez ostatnie dziesięć sezonów łowieckich utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Z kolei spadek wielkości szkód wyrządzanych w uprawach ziemniaków, związany jest najprawdopodobniej z 4-krotnym spadkiem areału uprawy w

tym rejonie, przy jednoczesnym wzroście zainteresowania uprawami kukurydzy, a tym samym i znaczącym wzroście ilości i areалу szkód w jej uprawach.

WNIOSKI

1. Wielkość szkód w obwodzie łowieckim stanowiącym teren badań, zwiększyła się pomiędzy latami okresu objętego oceną blisko 2,5 krotnie, przy niemal identycznej ich liczbie w dwóch latach gospodarczych. Największy wzrost areálu szkód wyrażony w powierzchni zredukowanej, wystąpił w uprawach kukurydzy (ponad 30. krotny), zaś w uprawach ziemniaków nastąpił ponad 3. krotny spadek powierzchni zredukowanej szkód.
2. Wykonane analizy wielkości szkód w stosunku do szacunkowej powierzchni upraw ziemniaków i kukurydzy wskazują, że pomimo znacznego spadku areálu uprawy ziemniaków w ocenianym okresie, atrakcyjność żerowa tej rośliny pozostaje nadal wysoka i w sezonie łowieckim 2008/2009 porównywalna była z atrakcyjnością upraw kukurydzy, przy pięciokrotnie większym areale jej uprawy.
3. W ciągu sezonu wegetacyjnego niezależnie od okresu oceny, najwięcej szkód ogólnie w uprawach zwierzęta wyrządzały w drugiej połowie maja. W uprawach ziemniaków najwięcej szkód zwierzęta wyrządzały także w drugiej połowie maja, ale tylko w sezonie łowieckim 1999/00, zaś w sezonie łowieckim 2008/2009 nastąpiło przesunięcie nasilenia szkód na miesiąc czerwiec, kiedy ok. 60% szkód powstało w tym okresie.
4. W sezonie łowieckim 1999/2000 wystąpiła swoista kulminacja szkód wyrządzanych przez zwierzynę w ziemniakach w okresie miesięcy wiosennych. W maju wszystkie szkody objęte likwidacją dotyczyły ziemniaków, zaś w drugiej połowie kwietnia i pierwszej czerwca, było to blisko 90% wszystkich szkód objętych likwidacją. W sezonie łowieckim 2008/2009 szkody powstałe w ziemniakach, charakteryzowały się w miarę wyrównanym rozłożeniem, za wyjątkiem okresu drugiej połowy sierpnia kiedy szkody w uprawach ziemniaków stanowiły blisko połowę szkód objętych likwidacją w tym okresie.
5. W okresie objętym oceną liczebność dzików, będących podstawowym gatunkiem wyrządzającym szkody zwiększyła się blisko 2,5 krotnie, przy jednoczesnym blisko 8. krotnym wzroście pozyskania łowieckiego. Z kolei łowiecka eksploatacja populacji tego gatunku w okresie objętym oceną, zwiększyła się ponad 3. krotnie.

LITERATURA

- Chotkowski J., Rembeza J. 2006. Tendencje zmian na rynku ziemniaków w Polsce. W: Produkcja ziemniaków. Chotkowski J. (red.) Wydawnictwo Wieś Jutra. Warszawa: 7 — 15.
- Drozd L. 1988a. Wpływ rozdrobnienia kompleksów leśnych na szkody wyrządzane przez dziki w uprawach polowych w makroregionie środkowowschodniej Polski. Sylwan, Nr 11–12: 79 — 84.
- Drozd L. 1988 b. Szkody wyrządzane przez dziki w uprawach polowych w makroregionie środkowowschodniej Polski. ANNALES UMCS Sectio EE, Vol. VI, 29: 243 — 253.
- Dubas W. J. 1996. Szkody łowieckie w przyleśnych uprawach rolnych w północno-wschodniej Polsce. Sylwan, Nr 10: 45 — 56.

- Flis M. 2007. Szkody w ziemniakach. *Łowiec Polski*, Nr 9: 50 — 53.
- Flis M. 2008. Procedura szacowania szkód wyrządzonych przez zwierzęta w uprawach rolniczych. *Biul. IHAR* 248: 117 — 123.
- Kamieniarz R., Panek M. 2008. Zwierzęta łowne w Polsce na przełomie XX i XXI wieku. *Stacja Badawcza – OHZ PZŁ w Czempiniu*: 46 — 49.
- Kozdrowski R., Dubiel A. 2004. Biologia rozrodu dzika. *Medycyna Weterynaryjna*, 60: 1251 — 1253.
- Rocznik Statystyczny Rolnictwa i Obszarów Wiejskich. 2008. GUS Warszawa: 264 — 270.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 lipca 2002 roku, w sprawie postępowania przy szacowaniu szkód oraz wypłat odszkodowań za szkody w uprawach i płodach rolnych (Dz. U. z 2002 r. Nr 126, poz. 1081).
- Ustawa z dnia 13 października 1995 roku – Prawo łowieckie (Dz. U. 05.175.1462)
- Wójcik M. 2003. Szacowanie szkód łowieckich. *Wydawnictwo Zachodni Poradnik Łowiecki*. Piła: 43 — 50.

DARIUSZ R. MAŃKOWSKI¹**ZBIGNIEW LAUDAŃSKI**²**DANUTA MARTYNIAK**³**MAŁGORZATA FLASZKA**²¹ Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa, IHAR — Radzików

² Zakład Biometrii, Wydział Zastosowań Informatyki i Matematyki SGGW — Warszawa³ Pracownia Traw Pozapaszowych i Roślin Energetycznych

Zakład Traw, Roślin Motylkowatych i Energetycznych, IHAR — Radzików

Struktura wielo cechowej zmienności odmianowej wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.)

The structure of multivariable cultivar variation of *Poa pratensis* L.

W pracy zaprezentowano analizę czynnikową jako metodę oceny struktury wielo cechowej zmienności obiektów. Przedstawiono dokładny opis tej metody wraz z wskazaniem jak ją wykonać w Systemie SAS®. Przeanalizowano zmienność wielo cechową odmian gazonowych wiechliny łąkowej. Wyznaczono pięć czynników odpowiedzialnych za ponad osiemdziesiąt procent obserwowanej zmienności. Podjęto próbę interpretacji wyznaczonych czynników.

Słowa kluczowe: analiza czynnikowa, kryterium Kaisera, ocena trawnikowa, trawy gazonowe, rotacja varimax, wiechlina łąkowa, zmienność wielo cechowa

The paper presents factor analysis as a method to assess the multivariable variation of objects. The exact description of this method is presented, together with an indication of how it should be performed in the SAS® System. Multivariable variation of turf cultivars of *Poa pratensis* L. was analyzed. There were five common factors responsible for more than eighty percent of the observed variability. Interpretation of these common factors was attempted.

Key words: factor analysis, Kaiser criterion, turfgrass quality, turf grasses, varimax rotation, *Poa pratensis* L., multivariable variation

WSTĘP

Wiechlina łąkowa jest jednym z podstawowych i wartościowych gatunków traw gazonowych, najczęściej wysiewanym na tereny zieleni (Rutkowska i Hempel, 1986; Kozłowski i in., 2000; Martyniak, 2003 b).

Uzyskanie nowych, wartościowych form hodowlanych wiechliny łąkowej nie jest łatwe, głównie ze względu na występującą u tego gatunku apomiksję, która utrudnia uzyskanie efektów zamierzonego krzyżowania (Matzk, 1991; Martyniak, 2003 b).

O sukcesach w hodowli nowych odmian wiechliny, podobnie jak w przypadku innych roślin uprawnych, decyduje w znacznym stopniu materiał wyjściowy, a w szczególności szeroka zmienność cech biologiczno-użytkowych (morfologicznych) decydujących o wartości odmiany (Martyniak, 2003 b).

W ocenie trawnikowej traw gazonowych zwraca się uwagę na szereg cech biologicznych decydujących o wartości tych traw. Do najważniejszych można zaliczyć:

- Smukłość i delikatność liścia. Jest to cecha silnie uwarunkowana genetycznie (Martyniak, 2003 a). Delikatny i smukły liść jest uważany za jedną z podstawowych cech wysokiej jakości trawnika (Domański, 1992; Prończuk, 1993; Żyłka i Prończuk, 1998; Martyniak, 2003 a).
- Barwa liścia jest niekwestionowaną cechą decydującą o przydatności traw na cele gazonowe (Martyniak, 2003 a).
- Zadarnienie czyli zagęszczenie runi. Na zawartość runi decydujący wpływ ma krzewienie się roślin oraz rozłogowy system korzeniowy (Domański i in., 1989). Zadarnienie jest w znacznym stopniu zależne od wysokości i częstotliwości koszenia (Martyniak, 2003 a).
- Powolność odrastania roślin w runi. Cecha ta w znacznej mierze zależy od liczby pokosów (Domański, 1992; Prończuk i in., 1997).
- Ogólny aspekt estetyczny trawnika. Łączy w sobie wszystkie cechy biologiczne i użytkowe trawnika, jest najważniejszym walorem przy ocenie wartości trawnika (Domański, 1992; Prończuk, 1993; Żurek i in., 2001; Martyniak, 2003 a, 2003 b).

W dotychczasowych badaniach nad wartością trawnikową odmian gazonowych wiechliny łąkowej potwierdzono występowanie znacznej zmienności wartości cech użytkowych, co świadczy o dużej różnorodności genetycznej tych odmian (Żyłka i Prończuk, 1998; Martyniak, 2003 b; Prończuk i Prończuk, 2008).

W literaturze krajowej zagadnienie zmienności wielocechowej roślin rolniczych jest często poruszane. Ocena taka ma duże znaczenie w procesie hodowlanym, gdyż pozwala na wczesne rozpoczęcie selekcji genotypów pod względem określonych cech dyskryminujących podział genotypów na podgrupy podobne wielocechowo (Wyrzykowska i Stankiewicz, 2006). Wielocechowe analizy zmienności cech powszechnie są wykorzystywane w analizie zmienności genetycznej w kolekcjach zasobów genowych (Sieczko i in., 2004; Ukalska i in., 2004, 2008). W praktyce spotkać można dwa podejścia do analizy wielocechowej. W części prac autorzy do opisu obserwowanej zmienności stosują analizę składowych głównych (Sieczko i in., 2004; Ukalska i in., 2004, 2008; Baran i in., 2005; Wyrzykowska i Stankiewicz, 2006), w innych natomiast stosowana jest analiza czynnikowa (Czembor, 2007 a, 2007 b; Laudański i in., 2007; Gregorczyk i in., 2008; Mańkowski i Laudański, 2009).

Karl Pearson jako pierwszy zaproponował analizę składowych głównych (PCA, Principal Component Analysis) na początku XX wieku. Znaną i używaną obecnie formę tej analizy zawdzięczmy Hotellingowi (1933) i Rao (1964). W analizie składowych głównych zestaw p skorelowanych zmiennych (cech) jest przekształcany do mniejszej liczby nieskorelowanych, hipotetycznych konstrukcji zwanych składowymi głównymi (principal components, PC) (Timm, 2002; Armitage i Colton, 2005). Składowe główne

wykorzystywane są do interpretacji zależności, które występują pomiędzy źródłowymi zmiennymi.

Również na początku XX wieku, psycholog, Charles Spearman zaproponował wykorzystanie analizy czynnikowej (EFA, Exploratory Factor Analysis) do analizy ludzkiej inteligencji. Analiza ta polegała na wyjaśnieniu relacji w zbiorze obserwacji wielu zmiennych (cech) poprzez liniową kombinację kilku nieobserwowanych losowych czynników (common factors) (Timm, 2002). Spearman (1904) zaproponował model dla jednego czynnika. Teoria ta została następnie rozwinięta dla wielu czynników przez Thurstonea (1931, 1947).

Ponieważ obie analizy, PCA i EFA, zwykle rozpoczynają się od analizy wariancji dla wielu zmiennych (cech) charakteryzowanych przez macierz korelacji lub macierz kowariancji oraz obie analizy mogą być wykorzystane do scharakteryzowania zmienności obserwacji poprzez hipotetyczne nie występujące w rzeczywistości konstrukcje (składowe główne, czynniki główne), w pewnych sytuacjach mogą być one używane zamiennie. Różnice występujące pomiędzy tymi analizami polegają na tym, że w analizie czynnikowej (EFA) wyznaczone czynniki, które tłumaczą prawie całą zmienność wewnętrzną powodowaną występowaniem zależności liniowych (kowariancję), nie muszą tłumaczyć tyle samo obserwowanej zmienności (wariancji), co składowe główne wyznaczone w analizie składowych głównych (PCA) (Timm, 2002). Dlatego też zaleca się wykorzystywanie analizy składowych głównych do tłumaczenia obserwowanej zmienności (wariancji), a analizy czynnikowej do tłumaczenia obserwowanej kowariancji (Timm, 2002).

Celem pracy była próba oceny struktury zmienności wielocechowej dla cech opisujących wartość trawnikową odmian wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) z wykorzystaniem wielocechowej analizy czynnikowej.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy

Badaniom poddano 25 odmian i rodów (tab. 1) hodowlanych wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.). Dane pochodziły z dwóch doświadczeń wieloletnich (1993–1995 oraz 1995–1997). Doświadczenia te były zakładane w IHAR w Radzikowie w układzie losowanych bloków w trzech blokach.

Nasiona traw wysiewano ręcznie na poletka o powierzchni 1 m². Trawniki zakładano na przełomie kwietnia i maja. Nawożenie mineralne stosowano w kilkukrotnych dawkach w ciągu okresu wegetacyjnego, zachowując przy tym optymalny stosunek N:P:K, który kształtował się na poziomie 6:2:4. Doświadczenia prowadzono według metodyki COBORU (Domański i Martyniak, 1979; Domański, 1992).

Ocenę cech użytkowych przeprowadzono zgodnie z metodyką opisaną przez Prończuka (1993). Wartość trawnikową oceniano na podstawie następujących cech gazonowych (tab. 1):

— PR — przezimowanie;

- OAW, OAL, OAJ — ogólny aspekt estetyczny trawnika (oceniany odpowiednio: wiosną, latem i jesienią);
- ZAW, ZAL, ZAJ — zadarnienie (oceniane odpowiednio: wiosną, latem i jesienią);
- ODW, ODL — intensywność odrastania (oceniana odpowiednio: wiosną i latem);
- DLW, DLL — smukłość, delikatność liścia (oceniana odpowiednio: wiosną i latem);
- BW, BL — barwa liścia (oceniana odpowiednio: wiosną i latem).

Obserwacji cech dokonywano w skali 9-stopniowej, gdzie 1 oznacza ocenę najgorszą, a 9 — ocenę najwyższą.

Tabela 1

Odmiany irody wiechliny łąkowej badane w analizowanych doświadczeniach
***Poa pratensis* L. cultivars and strains explored in the analyzed experiments**

Odmiany i rody Cultivars and strains	Średnie wartości cech trawnikowych Average values of turfgrass features, 1–9 scale, 9 — the best												
	PR	OAW	ZAW	ODW	DLW	BW	OAL	ZAL	ODL	DLL	BL	OAJ	ZAJ
1368	5,2	6,2	6,0	6,3	5,0	8,6	6,1	6,4	6,7	5,2	8,4	6,2	7,0
1399	3,8	5,6	5,4	6,3	4,8	8,6	5,8	6,0	6,1	5,0	7,3	4,4	5,8
1414	4,3	5,8	6,2	6,7	6,0	7,6	7,0	7,2	7,1	6,0	7,8	6,1	7,0
1425	5,0	6,0	6,2	7,1	5,2	8,4	6,6	7,1	7,4	5,2	7,9	6,9	7,6
Dresa	5,5	6,7	7,0	7,3	6,0	7,8	7,4	8,0	7,9	5,8	8,3	7,8	8,5
Parkowa	3,9	6,1	6,0	7,0	6,7	9,0	7,0	7,9	7,8	6,9	8,2	7,3	8,0
1571	6,1	6,2	6,8	6,3	5,2	7,2	6,4	7,6	7,1	5,3	8,3	7,4	7,8
Alicja	5,7	6,7	6,9	7,0	5,0	8,3	7,3	7,3	7,2	5,0	7,9	6,4	6,9
Bluma	5,7	6,9	6,9	6,9	4,8	8,8	7,1	7,4	7,0	5,3	8,8	6,8	7,6
Bila	5,2	6,7	6,9	7,0	5,3	8,8	7,1	7,4	7,4	5,5	8,8	7,3	7,9
BIKA	5,5	6,9	7,3	6,8	5,2	8,7	7,3	7,5	7,3	5,1	8,5	6,9	7,4
BA-145	5,6	6,7	6,8	6,7	5,2	8,6	7,0	7,2	7,1	5,3	8,4	6,8	7,2
BA-64	4,3	6,0	6,2	6,3	4,6	8,4	6,2	6,8	6,7	4,6	6,7	6,4	6,7
Compact	4,4	5,8	6,1	6,0	5,8	7,0	6,9	7,1	7,2	5,0	7,6	6,8	8,0
Cynthia	5,6	6,3	6,6	7,3	6,3	8,7	6,6	8,0	7,9	6,9	7,6	7,0	8,1
Esto	5,8	7,0	7,2	7,1	5,0	8,9	7,2	7,7	7,0	5,0	8,8	7,0	7,4
Gol	5,5	6,9	6,8	6,9	5,9	8,7	6,4	6,7	7,0	6,0	8,1	6,3	6,7
Haga	5,7	6,5	6,7	6,7	5,2	7,7	6,5	7,1	6,9	5,6	7,6	6,8	7,5
Limousine	7,5	8,1	8,4	8,3	7,1	8,0	7,6	8,9	8,6	7,3	7,1	8,0	8,8
Monopoly	5,1	6,3	6,3	5,4	4,8	7,6	6,2	6,6	6,1	4,6	7,1	7,2	7,1
Parade	5,7	6,5	6,8	6,5	5,0	7,8	6,6	6,7	7,1	5,2	7,9	6,5	6,9
RAH-213/86	4,3	5,7	6,1	6,7	5,0	6,1	6,7	7,1	7,0	5,2	6,9	6,7	7,4
RAH-7/84	5,0	6,1	6,4	7,0	5,2	8,4	6,7	7,8	7,3	5,2	7,6	7,2	7,8
Ron	4,3	6,6	6,4	7,0	5,4	8,8	6,0	6,3	7,3	5,8	5,9	6,2	7,0
Contra	5,5	5,8	6,3	6,8	4,8	8,3	6,2	6,6	6,9	5,0	8,0	6,7	7,3

PR — przezimowanie; winter survival

OAW, OAL, OAJ — ogólny aspekt estetyczny trawnika (oceniany odpowiednio: wiosną, latem i jesienią); aesthetic aspect of lawn in spring, summer and fall, respectively

ZAW, ZAL, ZAJ — zadarnienie (oceniane odpowiednio: wiosną, latem i jesienią); turf density, in spring, summer and fall, respectively

ODW, ODL — intensywność odrastania (oceniana odpowiednio: wiosną i latem); regrowth intensity in spring and summer, respectively

DLW, DLL — smukłość, delikatność liścia (oceniana odpowiednio: wiosną i latem); leaf slenderness in spring and summer, respectively

BW, BL — barwa liścia (oceniana odpowiednio: wiosną i latem); leaf colour in spring and summer, respectively

Analiza czynnikowa

U podstaw analizy czynnikowej leży założenie, że w zespole p cech (zmiennych) $\{X_i\}$ ukryte są wspólne czynniki, będące źródłem zawartej w nich informacji (Wójcik i Laudański, 1989). Celem analizy czynnikowej jest wykrycie wspólnych czynników, które odpowiadają za zachowanie się tych cech lub grup cech. Analiza czynnikowa może więc służyć do poszukiwania grup cech, zachowujących się podobnie według ustalonych związków między nimi (na przykład według wartości współczynników korelacji). Dlatego też najczęściej w poszukiwaniu wspólnych czynników wykorzystuje się macierz korelacji między poszczególnymi cechami (zmiennymi) (SAS Institute Inc., 2004 a).

Najbardziej rozpowszechnioną metodą wyznaczania czynników jest metoda czynników głównych Hotellinga (Szczotka, 1977; Wójcik i Laudański, 1989; Khattree i Naik, 1999; Timm, 2002). Polega ona na przypisaniu czynnika Z_j wektorowi własnemu dla j -tej wartości własnej m.in. macierzy korelacji, co zastosowano w niniejszej pracy.

Najczęściej w analizie czynnikowej metodą składowych głównych Hotellinga stosuje się kryterium Kaisera, które polega na tym, by do zespołu czynników, określanych na bazie macierzy korelacji, brać te składowe, których wartość własna przekracza 1. Kryterium to pozwala na identyfikację czynników głównych tłumaczących w największym stopniu zmienność obserwowanych cech (Kaiser, 1958; Khattree i Naik, 1999; SAS Institute Inc., 2004 b). Innym stosowanym często kryterium jest tak zwane kryterium osypiska. Metoda ta bazuje na wykresie osypiska, na którym zaznaczone są wartości własne uporządkowane w kolejności malejącej (Kim i Mueller, 1978). Kryterium osypiska mówi, że należy zachować tyle czynników, ile tworzy „zbocze”, natomiast zignorować te, które tworzą „osypisko”, czyli których połączone wartości własne tworzą linię prawie poziomą (Walesiak i Gatnar, 2009).

Między czynnikami Z_j ($j = 1, 2, \dots, q \leq p$) i zmiennymi X_i zachodzą związki liniowe dla $i = 1, 2, \dots, p$:

$$X_i = a_{i1} \cdot Z_1 + a_{i2} \cdot Z_2 + \dots + a_{iq} \cdot Z_q + b_i \cdot U_i = \sum_{j=1}^q a_{ij} \cdot Z_j + b_i \cdot U_i$$

co w notacji macierzowej może być zapisane w postaci:

$$\mathbf{X}_{p \times 1} = \mathbf{A}_{p \times q} \mathbf{Z}_{q \times 1} + \mathbf{B}_{p \times p} \mathbf{U}_{p \times 1}$$

gdzie: $\mathbf{B} = \text{diag}(b_1, b_2, \dots, b_p)$.

Współczynniki a_{ij} noszą nazwę ładunków cechy X_i dla czynnika Z_j . Zmienne U_i są składnikami (czynnikami) specyficznymi w każdej zmiennej X_i . Czynniki Z_j i U_i są wewnątrznie i między sobą nieskorelowane. Natomiast wartość $h_i^2 = \sum_{j=1}^q a_{ij}^2$ nazywana jest zasobem wspólnym zmienności cechy X_i determinowanej czynnikami Z_j , zaś wielkość $b_i^2 = 1 - h_i^2$ to wariancja specyficzna.

Suma zasobów $h_i^2 = \sum_{j=1}^q a_{ij}^2$ daje łączną determinację zmienności wszystkich X_i przez czynniki Z_j . Ponieważ suma wariancji zmiennych X_i ($i = 1, 2, \dots, p$) jest równa p , to współczynnik:

$$R_{\mathbf{X}\mathbf{Z}}^2 = \frac{1}{p} \cdot \sum_{i=1}^p h_i^2 = \frac{1}{p} \cdot \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q a_{ij}^2$$

jest zespołowym współczynnikiem determinacji. Suma kwadratów ładunków może być rozdzielona na składniki przypisane poszczególnym czynnikom Z_j . Oznacza to, że wartość:

$$\lambda_j = \sum_{i=1}^p a_{ij}^2 \quad (j = 1, 2, \dots, q)$$

określa wagę w determinacji zmienności zbioru $\{X_i\}$.

W analizie czynnikowej wykonuje się dodatkowo rotację kierunków głównych określających czynniki główne. Jeżeli $\mathbf{R}$ oznacza macierz korelacji zmiennych $\{X_i\}$, to oznaczając przez $\mathbf{A}$ macierz o elementach a_{ij} oraz p wierszach i q kolumnach, możemy zapisać macierz korelacji (macierz kowariancji po standaryzacji) w postaci $\mathbf{R} = \mathbf{A}\mathbf{A}^T + \mathbf{V}$, gdzie $\mathbf{B}^2 = \mathbf{V}$, czyli $\mathbf{V} = \text{diag}(b_1^2, b_2^2, \dots, b_p^2)$, zaś macierz kowariancji $\mathbf{\Sigma} = E(\mathbf{X}\mathbf{X}^T)$.

Otóż, jeżeli macierz $\mathbf{D}$ jest macierzą ortogonalną, to transformacja czynników $\mathbf{Z}' = \mathbf{Z}\mathbf{D}$ nie zmienia struktury macierzy korelacji $\mathbf{R}$, ponieważ:

$$(\mathbf{A}\mathbf{D})(\mathbf{A}\mathbf{D})^T = \mathbf{A}\mathbf{D}\mathbf{D}^T\mathbf{A}^T = \mathbf{A}\mathbf{A}^T$$

Transformacji $\mathbf{D}$ geometrycznie odpowiada obrót kierunków głównych określających składowe główne. Można dokonać obrotu tak, aby ładunki przy cechach maksymalnie się różnicowały, przez co otrzymuje się ich prostszą interpretację. Stąd warunek by suma kwadratów odchyłeń ładunków była maksymalna ($\text{var } a \rightarrow \max$), prowadzi do rotacji varimax, dającej maksymalne zróżnicowanie ładunków w ramach czynnika (Szczotka, 1977; Wójcik i Laudański, 1989; Khattree i Naik, 1999; SAS Institute Inc., 2004 b). Często zdarza się, że po zastosowaniu metody głównych składowych bez rotacji, prawie wszystkie zmienne (cechy) opisują pierwszy czynnik. Taka sytuacja wyklucza interpretację uzyskanych wyników. Rotacja pozwala na uniknięcie takiego problemu (Walesiak i Gatnar, 2009).

Analiza czynnikowa w Systemie SAS®

W Systemie SAS® (SAS Institute Inc., 2004 b) analizę czynnikową wykonuje się za pomocą procedury FACTOR. Uproszczona składnia tej procedury ma postać (Hatcher, 1994; SAS Institute Inc., 2004 b):

```
PROC FACTOR DATA = nazwa_zbioru NORM = normalizacja
ROTATE = rotacja <NFACTORS = n> <OUT = nazwa_zbioru_wynikowego>;
BY zmienne_grupujące;
VAR zmienne_analizowane;

RUN;
```

Procedura zostaje wywołana poleceniem PROC FACTOR, następnie w poleceniu DATA podajemy nazwę zbioru z danymi. Polecenie NORM pozwala na wskazanie rodzaju normalizacji, jaka ma być zastosowana (np. KAISER, WEIGHT, NONE). Wskazanie pierwszej opcji spowoduje zastosowanie normalizacji Kaisera (Kaiser, 1958), drugiej — normalizacji Curetona-Mulaika (Cureton i Mulaik, 1975), a w przypadku trzeciej opcji żadna normalizacja nie będzie wykonana. Polecenie ROTATE służy do wskazania jaka

rotacja ma być wykonana (np. VARIMAX, EQUAMAX, QUARTIMAX, QUATRIMIN, OBLIMIN, NONE, itp.) (SAS Institute Inc., 2004 b; Walesiak i Gatnar, 2009). Polecenie NFACTORS jest poleceniem opcjonalnym, wykorzystuje się je, gdy obliczenia z góry chce się ograniczyć do n czynników. Opcjonalne polecenie OUT pozwala na zapisanie do zbioru wartości wyznaczonych czynników dla obserwacji do wynikowego zbioru. Polecenie to wymaga użycia polecenia NFACTORS. Polecenie BY pozwala na przeprowadzenie analizy w ramach grup zdefiniowanych przez określoną zmienną, po której zbiór danych powinien być posortowany lub poindeksowany. W przypadku pominięcia polecenia BY, analiza zostanie wykonana dla wszystkich obserwacji w zbiorze danych. Polecenie VAR służy do wskazania zmiennych do analizy, w przypadku jego pominięcia do analizy zostaną wzięte wszystkie dane numeryczne ze zbioru danych. Polecenie RUN kończy procedurę i przekazuje ją do kompilatora kodu, czyli do wykonania przez System SAS®.

Przebieg analizy statystycznej wyników

Wielocechowe dane doświadczalne poddano analizie czynnikowej z normalizacją Kaisera i rotacją ortogonalną varimax. Analizowano dane w dwóch wariantach — pierwszy uwzględniający powtórzenia dla odmian w latach badań oraz drugi, według średnich obserwacji dla odmian w latach badań. Liczbę istotnych czynników wyznaczono w oparciu o kryterium Kaisera. W celu interpretacji uzyskanych czynników szczegółowej analizie poddano uzyskaną macierz czynników po rotacji.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Dane w poszczególnych latach doświadczeń nie były reprezentowane przez jednakowe liczby powtórzeń dla badanych odmian i rodów hodowlanych. Dlatego też analizy przeprowadzono w dwóch układach — dla danych źródłowych oraz danych uśrednionych dla odmian w latach badań.

Przeprowadzona analiza czynnikowa według danych źródłowych, uwzględniających powtórzenia, oraz według danych uśrednionych wskazała w obu przypadkach pięć czynników, które tłumaczyły odpowiednio 72,5% oraz 80,9% zmienności (tab. 2). Wartości własne analizowanej macierzy korelacji dla tych czynników były większe od 1 (kryterium Kaisera).

Pierwszy czynnik tłumaczył odpowiednio 30,8% oraz 38,5% zmienności, czynnik drugi — 13,3% oraz 13,4%, czynnik trzeci — 10,9% oraz 11,4%, czynnik czwarty — 9,3% oraz 8,9%, natomiast piąty czynnik tłumaczył odpowiednio 8,2% zmienności dla kompletnych danych oraz 8,7% zmienności dla danych uśrednionych dla odmian w latach.

Szczegółowa analiza macierzy rotowanych czynników pozwoliła na określenie struktury budowy wyznaczonych czynników (tab. 3).

W obu wariantach obliczeniowych wyznaczone czynniki były determinowane w największym stopniu przez takie same zestawy cech. Pierwszy czynnik (30,8÷38,6% zmienności) był determinowany przez odrost wiosną, smukłość liścia wiosną, zadarnienie latem, odrost latem i smukłość liścia latem. Drugi czynnik (13,3÷13,4% zmienności) — przezimowanie, ogólny aspekt estetyczny wiosną oraz zadarnienie wiosną.

Tabela 2

Wyznaczone czynniki oraz stopień wyjaśnienia przez nie obserwowanej zmienności
The appointed factors and degree of explanation of the observed variability

Numer czynnika Factor number	Wszystkie dane z powtórzeń All data from replications			Dane dla odmian uśrednione w latach Data for cultivars — average in years		
	wartość własna eigen value	% zmienności variance %	skumulowany % zmienności cumulated variance %	wartość własna eigen value	% zmienności variance %	skumulowany % zmienności cumulated variance %
1	4,00519944	30,81	30,81	4,99908508	38,45	38,45
2	1,73223602	13,32	44,13	1,74509544	13,42	51,88
3	1,41674674	10,90	55,03	1,48250585	11,40	63,28
4	1,20298736	9,25	64,29	1,16071915	8,93	72,21
5	1,07009663	8,23	72,52	1,12921705	8,69	80,90
6	0,78087298	6,01	78,52	0,64874488	4,99	85,89
7	0,59879699	4,61	83,13	0,45921044	3,53	89,42
8	0,48494864	3,73	86,86	0,42454712	3,27	92,69
9	0,45924632	3,53	90,39	0,28637989	2,20	94,89
10	0,35822176	2,76	93,15	0,21654517	1,67	96,55
11	0,34259994	2,64	95,78	0,17364156	1,34	97,89
12	0,30732994	2,36	98,15	0,15079673	1,16	99,05
13	0,24071723	1,85	100,00	0,12351163	0,95	100,00

Tabela 3

Macierz czynników po rotacji
The factors matrix after rotation

Cecha Variable	Wszystkie dane z powtórzeń All data from replications					Dane dla odmian uśrednione w latach Data for cultivars — average in years				
	czynnik 1 factor 1	czynnik 2 factor 2	czynnik 3 factor 3	czynnik 4 factor 4	czynnik 5 factor 5	czynnik 1 factor 1	czynnik 2 factor 2	czynnik 3 factor 3	czynnik 4 factor 4	czynnik 5 factor 5
PR	-0,11304	0,58908	0,43132	0,04663	-0,20597	-0,02123	0,63505	0,49899	0,10528	-0,04842
OAW	0,11489	0,83533	0,16132	0,03952	0,13855	0,18338	0,87850	0,11830	0,09873	0,10476
ZAW	0,11689	0,86044	-0,02720	0,13064	0,03286	0,13801	0,89036	-0,03071	0,09742	-0,01007
ODW	0,58279	0,44428	-0,01504	0,11763	0,03946	0,68518	0,48400	0,02068	0,11088	0,06779
DLW	0,85105	-0,06713	0,11772	0,08322	0,07135	0,89110	-0,02516	0,16460	0,06029	0,03150
BW	0,12484	0,11829	-0,13151	-0,15496	0,88875	0,17898	0,14270	-0,19519	-0,17778	0,86784
OAL	0,19356	0,12976	-0,08517	0,88516	-0,11003	0,19123	0,16428	-0,02052	0,90935	-0,07762
ZAL	0,52395	0,29181	0,26159	0,49939	0,01772	0,60483	0,28045	0,27465	0,53609	0,02335
ODL	0,64427	0,12045	0,26333	0,30367	-0,11166	0,69461	0,22822	0,24449	0,43554	-0,10556
DLL	0,82526	0,04808	0,08801	-0,01382	0,04179	0,87789	0,10224	0,10957	0,03023	0,06583
BL	-0,27748	-0,14315	0,49753	0,40544	0,52916	-0,25678	-0,18773	0,42495	0,43705	0,60246
OAJ	0,16845	0,27102	0,77865	0,04335	-0,10370	0,17248	0,28154	0,79778	0,10892	-0,09229
ZAJ	0,38981	0,01180	0,79767	-0,08422	0,02805	0,47415	-0,07830	0,79467	-0,05448	0,00184

Trzeci czynnik (10,9÷11,4% zmienności) — ogólny aspekt estetyczny jesienią i zadarnienie jesienią. Czwarty czynnik (9,3÷8,9% zmienności) — ogólny aspekt estetyczny latem i zadarnienie latem. Natomiast piąty czynnik (8,2÷8,7% wytłumaczonej zmienności) był determinowany przez barwę liścia wiosną i barwę liścia latem.

DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują na zasadność wykorzystywania w analizie czynnikowej wartości uśrednionych dla obiektów (odmian i rodów hodowlanych) w latach. Zastosowanie do obliczeń wartości średnich w miejsce źródłowych danych powoduje zwiększenie stabilności obliczeń oraz sprawia, że obserwowane zależności są znacznie wyraźniejsze. Przemawia za tym wyższa o 8,4% (tab. 2) wartość wyjaśnionej zmienności przez wskazane czynniki główne dla danych uśrednionych względem danych źródłowych. Dodatkowym potwierdzeniem stanowią wyższe współczynniki korelacji analizowanych cech i czynników głównych (tab. 3).

Wykonana analiza czynnikowa pozwoliła na wskazanie pięciu czynników tłumaczących około 81% obserwowanej zmienności. Te pięć czynników odpowiadało więc za prawie całą obserwowaną zmienność cech trawnikowych u badanych odmian i rodów hodowlanych wiechliny łąkowej. Interpretując znaczenie tych wskazanych czynników stwierdzono, że:

- czynnik piąty (tłumaczący 8,7% obserwowanej zmienności) był czynnikiem odpowiadającym za barwę (BW, BL). Barwa liści wiechliny łąkowej jest w znacznym stopniu zdominowana przez genotyp (Makowiecki, 1969). Znacznie mniejszy wpływ na zabarwienie liści może mieć zastosowana technologia uprawy (w szczególności nawożenie),
- czynnik czwarty (8,9% zmienności) był czynnikiem odpowiedzialnym za objawy suszy w okresie wegetacji (OAL, ZAL). Oceny zadarnienia latem oraz ogólnego aspektu estetycznego latem są ściśle powiązane z występowaniem suszy w okresie wegetacji i rozwojem systemu korzeniowego (Jewiss, 1972; Waldron i in., 1998),
- czynnik trzeci (11,4% zmienności) był czynnikiem związanym z kondycją trawników przed zimą, po całym okresie wegetacji (OAJ, ZAJ). Zadarnienie jesienią i ogólny aspekt estetyczny oceniany jesienią świadczyły o tym czy rośliny dobrze zniosły sezon wegetacji oraz zastosowane koszenia. Cechy te mówią również o przygotowaniu roślin do zimy,
- czynnik drugi (13,4 % zmienności) był czynnikiem ściśle powiązanym z przezimowaniem roślin, oraz ich rozwojem wczesną wiosną (PR, OAW, ZAW). O wiele lepszą ocenę uzyskiwały obiekty, które przetrwały w dobrej kondycji zimę. Cechowały się lepszym zadarnieniem wczesną wiosną, a co za tym idzie również lepszą oceną ogólnego aspektu estetycznego,
- pierwszy czynnik (tłumaczący 38,5% obserwowanej zmienności) był powiązany z cechami odpowiedzialnymi za ogólną ocenę estetyczną trawnika (ODW, DLW, ZAL, ODL, DLL). Cechy budujące ten czynnik odpowiadają za znacznie ponad jedną trzecią obserwowanej zmienności pomiędzy badanymi odmianami i rodami hodowlanymi w latach oraz blisko 50% wyjaśnionej zmienności pięciu czynników.

Podsumowując, trawnikowa wartość użytkowa, oceniana całościowo jako ogólny aspekt estetyczny, okazała się w badaniach cechą o znacznej choć nie największej zmienności. W praktyce, a tym samym i w hodowli, istotna jest jednak nie tylko zmienność genotypowa (odmianowa), ale też sezonowa i to zarówno w porach roku, jak i w latach

użytkowania. Natomiast dość wyraźna zmienność stwierdzona w zadarnieniu jest bardzo ważną cechą dla hodowli nowych odmian gazonowych, ze względu jej wpływu na ogólny aspekt trawnikowy, zwłaszcza w okresie letnim, w którym pogarsza się on w wyniku pogłębiającej się suszy.

Zastosowana analiza czynnikowa pozwoliła na rozdzielenie obserwowanej zmienności cech gazonowych wiechliny łąkowej na pięć źródeł związanych z oceną estetyczną trawnika, przezimowaniem roślin, kondycją trawnika po sezonie wegetacji, reakcją na suszę oraz barwą liści.

WNIOSKI

Przeprowadzone analizy pozwoliły na ocenę struktury zmienności wielocechowej cech gazonowych wybranych odmian i rodów hodowlanych wiechliny łąkowej. Wykonane obliczenia pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Analiza czynnikowa pozwoliła na wskazanie pięciu czynników odpowiedzialnych za około 81% obserwowanej zmienności cech trawnikowych badanych obiektów.
2. Wyznaczone czynniki były powiązane z różnymi aspektami właściwości i oceny badanych odmian i rodów hodowlanych wiechliny łąkowej, przy czym pierwszy czynnik okazał się najbardziej znaczący, pozostałe cztery czynniki można uznać za równorzędne, i tak:
 - pierwszy czynnik, tworzony przez cechy odpowiedzialne za generalną ocenę estetyczną trawników (cechy: odrost wiosną, smukłość liścia wiosną, zadarnienie latem, odrost latem oraz smukłość liścia latem);
 - drugi czynnik — z przezimowaniem roślin i ich rozwojem wczesną wiosną (cechy: przezimowanie, ogólny aspekt estetyczny wiosną oraz zadarnienie wiosną);
 - trzeci czynnik — z kondycją trawnika po sezonie wegetacyjnym (cechy: ogólny aspekt estetyczny jesienią oraz zadarnienie jesienią);
 - czwarty czynnik — z objawami niedoboru wody w okresie wegetacji, szczególnie w okresie letnim (cechy: ogólny aspekt estetyczny latem oraz zadarnienie latem);
 - piąty czynnik — z barwą liści — cechą uwarunkowaną w głównej mierze genetycznie (cechy: barwa liścia wiosną oraz barwa liścia latem).
3. Przeprowadzona analiza statystyczna wyników może stanowić pomoc w praktycznej hodowli, a zwłaszcza wyznaczaniu kierunków kreowania nowych odmian, na określone cechy (np. barwa liści czy kondycja trawnika w sezonie wegetacyjnym).

LITERATURA

- Armitage P., Colton T. (eds.) 2005. Encyclopedia of Biostatistics. 2nd Edition. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Baran S., Kalembe D., Pietrzykowski R., Zieliński W. 2005. Wykorzystanie wielowymiarowych metod statystycznych do badania bioróżnorodności jodły pospolitej *Abies alba* Mill. Colloquium Biometryczne Nr 35: 115 — 126.
- Cureton E. E., Mulaik S. A. 1975. The weighted varimax rotation and the promax rotation. Psychometrika 40: 183 — 195.

- Czembor E. 2007 a. Charakterystyka odmian i materiałów hodowlanych życicy wielokwiatowej i mieszańcowej ze szczególnym uwzględnieniem odporności na rdzę koronową i pleśń śniegową. Biul. IHAR 245: 249 — 266.
- Czembor E. 2007 b. Wartość rolnicza odmian życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) w warunkach Polski. Biul. IHAR 245: 223 — 247.
- Domański P. 1992. System badań oceny odmian traw gazonowych w Polsce. Biul. IHAR 183: 251 — 261.
- Domański P., Cieplik Z., Hempel A. 1989. Analiza wczesnych stadiów rozwojowych traw gazonowych. Wiadomości Odmianoznawcze 7/37: 1 — 22.
- Domański P., Martyniak J. 1979. Zbiór instrukcji metodycznych prowadzenia doświadczeń odmianowych z trawami. Słupia Wielka: COBORU: 22 — 33.
- Gregorczyk A., Smagacz J., Hury G., Ułasiak S. 2008. Zastosowanie metod wielowymiarowych do oceny współzależności cech użytkowych ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. Colloquium Biometricum Nr 38: 23 — 31.
- Hatcher L. 1994. A step-by-step approach to using SAS® for factor analysis and structural equation modeling. Cary, NC, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- Hotelling H. 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. Journal of Educational Psychology 24: 417 — 441: 498 — 520.
- Jewiss O. R. 1972. Tillering in grasses, its significance and control. J. Brit. Grassld. Soc. 2.
- Kaiser, H. F. 1958. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. Psychometrika 23: 187 — 200.
- Khattree R., Naik D. N. 1999. Applied multivariate statistics with SAS® software. 2nd Edition. New York, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc. and John Wiley & Sons.
- Kim J. O., Mueller C. W. 1978. Factor analysis. Statistical Methods and Practical Issues. Sage Publishing, Beverly Hills.
- Kozłowski S., Goliński P., Golińska B. 2000. Pozapaszowa funkcja traw. Łąkarstwo w Polsce 3: 79 — 94.
- Laudański Z., Mańkowski D. R., Sieczko L. 2007. Próba oceny technologii uprawy pszenicy ozimej na podstawie danych ankietowych gospodarstw indywidualnych. Część 1. Metoda wyodrębniania technologii uprawy. Biul. IHAR 244: 33 — 43.
- Makowiecki J. 1969. Przydatność hodowlana odmian botanicznych i ekotypów wiechliny łąkowej występujących w Polsce. Zesz. Probl. PNR zesz. 90: 63 — 66.
- Mańkowski D. R., Laudański Z. 2009. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część 5. Ocena postępu technologicznego w produkcji polowej ziemniaka w latach 1986–2003. Biul. IHAR 254: 95 — 119.
- Martyniak D. 2003 a. Cechy biologiczne warunkujące wartość gazonową i nasienną wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) w świetle literatury. Biul. IHAR 228: 335 — 344.
- Martyniak D. 2003 b. Wartość trawnikowa nowych odmian *Poa pratensis* L. wyhodowanych w IHAR. Biul. IHAR 225: 321 — 328.
- Matz F. 1991. New efforts to overcome apomixis in *Poa pratensis* L. Euphytica 55: 65 — 72.
- Prończuk M., Prończuk S. 2008. Ocena przydatności odmian i ekotypów wiechliny łąkowej (*Poa pratensis*) na trawniki niskonakładowe (ekstensywne). Biul. IHAR 248: 147 — 159.
- Prończuk S. 1993. System oceny traw gazonowych. Biul. IHAR 186: 127 — 132.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D. 1997. Metody syntetycznej oceny wartości użytkowej traw gazonowych. Zeszyty Problemowe PNR zesz. 451: 125 — 133.
- Rao C. R. 1964. The use and interpretation of principal component analysis in applied research. Sankhyā, A26: 329 — 358.
- Rutkowska B., Hempel A. 1986. Trawniki.: PWRiL, Warszawa.
- SAS Institute Inc. 2004 a. BASE SAS 9.1.3 Procedures guide. Cary, NC, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- SAS Institute Inc. 2004 b. SAS/STAT 9.1 users guide. Cary, NC, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- Sieczko L., Mądry W., Zieliński A., Paderewski J., Urbaś-Szwed K. 2004. Zastosowanie analizy składowych głównych w badaniach nad wielo cechową charakterystyką zmienności genetycznej w kolekcji zasobów genowych pszenicy twardej (*Triticum durum* L.). Colloquium Biometryczne Nr 34: 223 — 239.

- Spearman C. 1904. General intelligence objectively determined and measured. *Amer. J. Psychology* 15: 201 — 293.
- Szczotka F. A. 1977. Podstawy analizy czynnikowej. *Listy Biometryczne*: 39 — 41.
- Thurstone L. L. 1931. Multiple factor analysis. *Psychological Review*, 38: 406 — 427.
- Thurstone L. L. 1947. Multiple factor analysis. Chicago, USA: The University of Chicago Press.
- Timm N. H. 2002. Applied multivariate analysis. New York, USA: Springer-Verlag Inc.
- Ukalska J., Skórnik-Pokarowska U., Masny A. 2004. Ocena zróżnicowania wielocechowego w kolekcji odmian truskawki (*Fragaria* × *Ananassa*): cechy plonu owoców i jego jakości. *Colloquium Biometryczne*, Nr 34a: 181 — 194.
- Ukalska J., Uklaski K., Śmiałowski T., Mądry W. 2008. Badanie zmienności i współzależności cech użytkowych w kolekcji roboczej pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L.) za pomocą metod wielowymiarowych. *Biuletyn IHAR*, 249: 45 — 57.
- Waldron B. L., Ehilke N. J., Wyse D. L., Vellekson D. J. 1998. Genetic variation and predicted gain from selection for winterhardiness of turf quality in a perennial ryegrass top cross population. *Crop Science* 38: 817 — 822.
- Walesiak M., Gatnar E. (red.). 2009. Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R. Warszawa: PWN.
- Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczałnictwie. Warszawa: PWN.
- Wyrzykowska M., Stankiewicz C. 2006. Wielowymiarowa analiza zmienności cech rolniczych różnych form lucerny mieszańcowej (*Medicago sativa* ssp. *media*). *Biul. IHAR* 242: 243 — 251.
- Żurek G., Prończuk S., Żyłka D. 2001. Ocena przydatności ekotypów wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) do warunków intensywnego użytkowania trawnikowego. *Zeszyty Problemowe PNR*, zesz. 474.
- Żyłka D., Prończuk S. 1998. Zmienność cech morfologicznych i biologicznych ekotypów wiechliny łąkowej wybranych z Zasobów Genowych IHAR na użytkowanie trawnikowe. *Zeszyty Problemowe PNR*, zesz. 463: 499 — 507.

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Wiesław Pilarczyk Anna Fraś	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	3
Sylvia Kaczmarek Roman Kierzek Dariusz Gruchot	Reakcja pszenicy ozimej na stosowanie obniżonych dawek mieszaniny fluroksypiru i 2,4D Winter wheat response to application of reduced doses of fluroxypyr + 2,4 D	13
Jerzy Drzewiecki Adam Mrówczyński	Weryfikacja elektroforetyczna tożsamości roślin nietypowych pszenżyta ozimego z poletek kontroli następczej w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Zybiszowie The electrophoretical verification off-type plants of winter triticale during post-control in the Experimental Station of Cultivars Testing in Zybiszów	21
Tomasz Góral	Odporność odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów powodowaną przez grzyb <i>Fusarium culmorum</i> Resistance of winter triticale cultivars to <i>Fusarium</i> head blight caused by <i>Fusarium culmorum</i>	41
Krystyna Kolańska Elżbieta Małuszyńska	Czystość ziarna zbóż jarych w ekologicznej produkcji nasiennej Seeds purity of spring cereals in organic seed production	51
Janusz Kozdój Dariusz Mańkowski Henryk J. Czembor	Analiza plonu jęczmienia jarego (<i>Hordeum vulgare</i> L.) porażonego mączniakiem prawdziwym (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>) Komunikat The analysis of grain yield of spring barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) infected by powdery mildew (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>) Short communication	65
Magdalena Pol-Szysko Piotr Masojć Izabela Doniec Agnieszka Wenda	Ocena aktywności α -amylazy w ziarnie odmian kukurydzy zwyczajnej (<i>Zea mays</i> L.) w aspekcie ich wykorzystania do produkcji bioetanolu Analysis of α -amylase activity in grain of maize (<i>Zea mays</i> L.) cultivars in respect of their application to bioethanol production	75
Dariusz R. Mańkowski Zbigniew Laudański	Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce Część IV. Ocena postępu odmianowego pod względem odporności na patogeny Biological progress in breeding, seed technology and production of potato in Poland Part IV. Assessment of cultivar quality progress in respect of resistance to pathogens	83

Dariusz R. Mańkowski Zbigniew Laudański	Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce Część V. Ocena postępu technologicznego w produkcji polowej ziemniaka w latach 1986–2003 Biological progress in breeding, seed technology and production of potato in Poland Part V. Estimation of technological progress in potato field production within the years 1986–2003	95
Dariusz R. Mańkowski Zbigniew Laudański	Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce Część VI. Ocena postępu biologicznego na podstawie doświadczeń odmianowych i badań ankietowych Biological progress in breeding, seed technology and production of potato in Poland Part VI. Assessment of biological progress on the basis of experiments and survey data	121
Anna Płaza Feliks Ceglarek Milena Anna Królikowska Małgorzata Próchnicka	Nawożenie ziemniaka jadalnego biomasa międzyplonów w warunkach środkowo-wschodniej Polski Table potato fertilization by biomass of intercrops in conditions of East-Central Poland	137
Anna Płaza	Znaczenie nawozów zielonych w uprawie ziemniaka jadalnego The importance of green fertilizers in table potatoes cultivation	145
Krystyna Zarzyńska	Porównanie potencjału rozwojowego polskich i zagranicznych odmian ziemniaka badanych w latach 2005–2008 Comparison of the development potential of Polish and foreign potato cultivars tested in 2005–2008	153
Zbigniew Czerko	Wpływ odmiany i temperatury przechowywania ziemniaków na wielkość strat masy bulw The influence of potato cultivar and storage temperature on the amount of losses in tuber mass	159
Jarosław Przetakiewicz	Zmiany w polskiej skali oceny odporności odmian i materiałów hodowlanych ziemniaka na raka ziemniaka — ujednolicenie oceny zgodnie z Protokołem Diagnostycznym EPPO PM 7/28 Changes in Polish scale of assessment to potato wart disease of breeding lines and cultivars of potato — unification of assessment according to Diagnostic Protocol of EPPO PM 7/28	169
Marian Flis	Wielkość szkód wyrządzanych przez dziki w uprawach rolniczych w obwodzie łowieckim polnym w latach 1999–2000 i 2008–2009 The amount of damages caused by wild boars to cultivating crops in the field hunting area in the years 1999–2000 and 2008–2009	179
Dariusz R. Mańkowski Zbigniew Laudański Danuta Martyniak Małgorzata Flaszka	Struktura wielo cechowej zmienności odmianowej wiechliny łąkowej (<i>Poa pratensis</i> L.) The structure of multivariable cultivar variation of <i>Poa pratensis</i> L.	189