

LESZEK DOMAŃSKI**EWA ZIMNOCH-GUZOWSKA****MAŁGORZATA PACZKOWSKA¹**

Zakład Genetyki i Materiałów Wyjściowych Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Młochów

¹ Zakład Wartości Odżywczych Żywności

Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa

Wstępna ocena stabilności niektórych cech technologicznych w programie syntezy materiałów wyjściowych dla hodowli ziemniaka przydatnego do przetwórstwa na chipsy

Preliminary evaluation of the stability of some processing quality traits in a frame of the development of parental lines for breeding of potato cultivars for chip industry

Dwadzieścia cztery genotypy ziemniaka, uzyskane z programu syntezy materiałów wyjściowych dla hodowli ziemniaka przydatnego do przetwórstwa na chipsy oraz cztery odmiany o zróżnicowanej przydatności do przetwórstwa na chipsy zostały ocenione w Młochowie, w latach 1999–2001 pod względem zawartości skrobi i barwy chipsów. Zbiorcze analizy wariancji wykazały istotne zróżnicowanie między genotypami i latami badań dla wszystkich rozpatrywanych cech. Stwierdzono również znaczne różnice między genotypami pod względem ich interakcji z latami. Zidentyfikowano trzy rody (M-62705, M-62724 i M-62774) łączące cechy jasnej i stabilnej barwy chipsów (po przechowaniu bulw w niskiej temperaturze) z podwyższoną i stabilną zawartością skrobi. Stwierdzono średnio wysokie, istotne zależności między średnimi genotypowymi a badanymi parametrami stabilności: „wariancją stabilności” Shukli (S^2_i) i współczynnikiem zmienności ($V\%$) w odniesieniu do barwy chipsów. Nie stwierdzono natomiast takiego związku w przypadku zawartości skrobi.

Słowa kluczowe: cechy technologiczne, interakcja genotypowo-środowiskowa, parametry stabilności, ziemniak

Twenty four potato genotypes obtained in a frame of the development of parental lines for breeding of potato cultivars suitable for chip processing and four cultivars differing in suitability for chip processing were evaluated at Młochów in 1999–2001 for starch content and chip colour. Combined analysis of variance indicated significant differentiation between genotypes and years of the test for all traits under consideration. High differences among treatments were also found in the genotype $\times$ year interaction. The three selections (M-62705, M-62724, M-62774) combining light chip colour after cold storage and stability of this trait with increased starch content as well as the stability of starch content

were identified. A moderate correlations were observed between mean values of chip colour and stability parameters: Shukla's "stability variance" (S^2_i) and coefficient of variation ($V\%$), whereas no such association could be observed in the case of starch content.

Key words: genotype $\times$ environment interaction, processing quality traits, stability statistics, potato

WSTĘP

Zawartość skrobi i cukrów redukujących są bardzo ważnymi składnikami limitującymi przydatność surowca do produkcji chipsów. Odmiany ziemniaka przydatne do wyrobu chipsów obok okrągłego, względnie okrągło-owalnego, regularnego kształtu bulw i bulw wolnych od wad mięszu, powinny charakteryzować się (Lisińska i Rutkowski, 1999; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000): zawartością suchej masy w granicach 21–25% (skrobi 16–20%); niską zawartością cukrów redukujących ($<0,25\%$) oraz niewielką zmiennością tych cech w poszczególnych latach uprawy. Podwyższona zawartość suchej masy (skrobi) w bulwach ziemniaka zapewnia wyższą wydajność chipsów, korzystnie wpływa na ich konsystencję oraz sprawia, że absorbują one mniej tłuszczu w trakcie smażenia. Zawartość cukrów redukujących (glukozy i fruktozy) jest ściśle skorelowana z kolorem produktu smażonego, który jest wiodącą cechą kształtującą jakość chipsów (Lisińska, 1981; Mazza, 1983; Pritchard i Adam, 1994; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000).

Uruchomione zostały programy hodowlano-badawcze mające na celu uzyskanie materiałów wyjściowych, względnie odmian o niskiej i stabilnej zawartości cukrów redukujących po długotrwałym przechowaniu bulw w niskich ($4\text{--}6^\circ\text{C}$) temperaturach (Jakuczun i in., 1995; Thill i Peloquin, 1995; Mackay i in., 1997; Putz, 1999).

W programach hodowlanych ukierunkowanych na doskonalenie cech technologicznych ważne jest wartościowanie genotypów w różnych układach środowiskowych, przy czym istotna jest w tym przypadku identyfikacja genotypów posiadających stabilność typu biologicznego. Zgodnie z biologiczną koncepcją stabilności (Becker i Léon, 1988), stabilny genotyp utrzymuje wartość cechy na możliwie stałym poziomie niezależnie od warunków środowiska.

Celem przeprowadzonych badań była próba wyodrębnienia, z celowo wytworzonej populacji hodowlanej, rodów ziemniaka o podwyższonej i stabilnej zawartości skrobi oraz jasnej i stabilnej barwie chipsów bezpośrednio z niskich temperatur, które mogą być wykorzystane do hodowli nowych odmian przydatnych do przetwórstwa spożywczego.

MATERIAŁ I METODY

Material

Przedmiotem oceny były 24 rody uzyskane z krzyżowań między odmianami szeroko wykorzystywanymi w przetwórstwie na chipsy lub frytki, o wysokiej zdolności kombinacyjnej pod względem barwy produktu smażonego a rodami o podwyższonej zawartości skrobi, jasnej barwie chipsów, podwyższonej odporności na wirusy i zarazę ziemniaka. Do badań włączono 4 odmiany wzorcowe, o zróżnicowanej przydatności do przetwórstwa na chipsy, (odmiana Saturna — europejski standard w przetwórstwie na

chipsy, krajowe odmiany Mila i Triada — przydatne do przetwórstwa na chipsy i frytki, odmiana Maryna — nie przydatna do przetwórstwa). Badane rody i odmiany uprawiano na polu doświadczalnym IHAR Oddział Młochów, na piasku gliniastym lekkim o średniej zasobności w fosfor i słabej w potas.

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków, stosując 30-krzakowe poletka w dwóch powtórzeniach i było ono prowadzone przez trzy lata (1999–2001). Zastosowano typowy dla plantacji surowcowych program nawożenia i ochrony, natomiast nie stosowano deszczowania. Doświadczenia sprzątano po osiągnięciu przez rośliny pełnej dojrzałości przy temperaturach powietrza i gleby $>10^{\circ}\text{C}$. Bezpośrednio po zbiorach pobierano z każdego powtórzenia 5 kg próbki bulw do oznaczeń zawartości skrobi oraz 30 bulwowe próbki (średnicy 55–60 mm, wolne od chorób, uszkodzeń i zazielenienia) do testów smażenia.

Metody

Zawartość skrobi oznaczano metodą hydrostatyczną. Chipsy wytwarzano bezpośrednio z bulw przechowywanych w chłodni (temperatura 4°C) przez trzy miesiące oraz po dodatkowych 14 dniach rekondycjonowania w temperaturze 19°C . Chipsy produkowano laboratoryjnie, wycinając ze środkowej części każdej z 15 bulw po trzy plasterki o grubości 1,6 mm, które następnie smażyono w frytownicy (wyposażonej w termoregulator), w oleju roślinnym do głębokiego smażenia, w temperaturze 180°C . Barwę chipsów oceniano w skali 1–9, gdzie: 9 = najjaśniejsze, wg kart barwnych IBVL (Wageningen).

Analizy statystyczne

Dane dotyczące barwy chipsów przed opracowaniem statystycznym transformowano poprzez pierwiastkowanie, a następnie sprawdzano testem Tukeya, czy nie występują w doświadczeniach pojedynczych interakcje między efektami genotypowymi i blokowymi oraz czy spełnione jest założenie o normalności rozkładu błędów doświadczalnych. Wyżej wspomniane wstępne analizy zrealizowano wykorzystując pakiet statystyczny STATGRAPHICS v.4.1. Wyniki doświadczeń opracowano za pomocą zbiorczej analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich, wykorzystując program MSTAT-C, natomiast do grupowania rodów względem wzorca jakości wykorzystano program genetyczno-hodowlany SERGEN v.3 (Caliński i in., 1998). Do oszacowania udziału każdego genotypu w interakcji genotypowo-środowiskowej wykorzystano dwa wskaźniki stabilności: wariancję stabilności (S^2_i) (Shukla, 1972; Kudła i in., 1987; Mądry, 2002) i współczynnik zmienności (V%) (Francis i Kannenberg, 1978; Węgrzyn i Sikorska, 1987; Gałek i in., 2000).

Warunki meteorologiczne

Ilość i rozkład opadów (tab. 1) oraz temperatury powietrza i gruntu (IMGW, 1999–2001) w sezonach wegetacyjnych 1999–2001 różniły się. Rok 1999 był ciepły i obfity w opady w II i III dekadzie kwietnia i czerwca, ale odznaczał się znacznym niedoborem opadów w lipcu oraz w I i II dekadzie sierpnia. W 2000 roku odnotowano; znaczne niedobory opadów w maju i czerwcu, dobre uwilgotnienie gleby w lipcu, następnie niedobory opadów w I i II dekadzie sierpnia i września. Rok 2001 odznaczał się znacznie wyższymi opadami w porównaniu do lat 1999–2000, nadmierne opady miały miejsce

w lipcu oraz w II dekadzie września, co w efekcie powodowało wzrost zagrożenia ze strony *Phytophthora. infestans* oraz obniżenie zawartości skrobi.

Tabela 1

Opady w Młochowie (w mm) w latach badań (miesiące IV–IX)
Rainfall in Młochów (in mm) in the years of study (months IV–IX)

Miesiąc Month	Dekady Decades	Rok Year		
		1999	2000	2001
IV	I	0,0	16,0	16,1
	II	54,0	1,0	10,0
	III	24,5	0	63,0
V	I	19,5	0	0
	II	8,0	11,1	14,1
	III	6,0	21,0	15,2
VI	I	60,0	4,1	7,5
	II	42,0	17,1	5,0
	III	61,0	0,0	39,5
VII	I	7,5	36,1	62,5
	II	7,5	17,0	84,6
	III	0,0	42,1	88,1
VIII	I	1,0	7,2	12,0
	II	7,0	7,0	0,0
	III	15,5	35,0	17,0
IX	I	3,0	5,5	16,6
	II	0,0	24,1	36,3
	III	26,5	0,0	18,1
Σ (V–VIII)		235,0	197,7	346,4

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza wariancji (tab. 2) wykazała, że lata uprawy miały istotny wpływ zarówno na barwę chipsów, jak i zawartość skrobi. Podobną zmienność wyników wskutek działania takich zróżnicowanych środowiskowych czynników wzrostu roślin, jak temperatura i opady odnotowali w odniesieniu do cukrów redukujących i barwy chipsów Tai i Coleman (1999) oraz Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2000). Natomiast w odniesieniu do zawartości suchej masy i skrobi zmiany te stwierdziły Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2000). Dalsza analiza wariancji (tab. 2) wykazała, że zarówno zróżnicowanie genotypów, jak i interakcji genotypy $\times$ lata były wysoce istotne dla wszystkich rozpatrywanych cech. Wysoki efekt interakcji genotypowo-środowiskowej nie jest pożądany z punktu widzenia doboru komponentów do krzyżowania (Węgrzyn i Sikorska, 1987).

W wyniku trzyletnich testów, przeprowadzonych na bulwach smażonych bezpośrednio po przechowaniu w temperaturze 4°C zidentyfikowano trzy rody (M-62705, M-62724, M-62774) o jasnej (noty > 6) i stabilnej barwie chipsów (tab. 3). Rody te w przeprowadzonej analizie funkcji parametrów genotypowych w odniesieniu do odmiany Saturna okazały się istotnie lepsze od tego wzorca. Dotychczasowa, trudno dostępna dla polskich hodowców pula tetraploidalnych form rodzicielskich typu "cold-chipping" jak: odmiany Brodick i Eden z Wielkiej Brytanii (Mackay i Dale, 1990); Snowden i NorValley z USA (Love i in.,

1998; Novy i in., 1998); Artis i Sempra z Niemiec (Putz, 1999) powiększyła się tym samym o trzyrody krajowej hodowli.

Tabela 2

Zbiorcza analiza wariancji zawartości skrobi i barwy chipsów po przechowaniu bulw w 4°C dla 28 genotypów ziemniaka ocenianych w latach 1999–2001
Combined ANOVA of starch content and chip colour after storage of tubers at 4°C for 28 potato genotypes

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square		
		barwa chipsów (transformacja pierwiastkowa) chip colour (square root transformation)		zawartość skrobi starch content
		4°C	4°C + R	
Lata Years	2	0,154*	0,100**	44,584**
Genotypy Genotypes	27	0,519**	0,388**	15,001**
Genotypy × lata Genotypes × Years	54	0,086**	0,033**	1,763**
Powtórzenia Replications	3	0,012	0,002	3,994
Błąd Error	81	0,007	0,004	0,246

* Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$

* Significant at $\alpha = 0.05$

** Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** Significant at $\alpha = 0.01$

R — Rekondycjonowanie

R — Reconditioning

Tabela 3

Średnie wartości barwy chipsów (w skali 1–9; 9 = najlepszy) po przechowaniu bulw w 4°C przez trzy miesiące bez rekondycjonowania oraz dwa parametry stabilności dla ocenianych rodów
Mean values for chip colour (in 1–9 scale; 9 = the best) after three-month storage at 4°C without reconditioning and two stability parameters for tested clones

Ród / odmiana Clone / cultivar	Średnia Mean value	Grupa ^{1/} w porównaniu do wzorca Saturna Group ^{1/} in comparison to the standard cv. Saturna	Zakres zmienności w latach Variation range in years		Parametry stabilności Stability parameters	
			MIN.	MAX.	S ² _i	V%
1	2	3	4	5	6	7
M-62648	5,2	b	4,9	5,7	0,012	4,08
M-62705	6,4	a	6,2	6,6	0,004	2,33
M-62710	4,9	b	4,8	4,9	0,001	1,76
M-62724	6,2	a	6,1	6,4	0,001	1,50
M-62741	5,9	b	5,7	6,2	0,004	2,45
M-62773	6,0	b	5,6	6,4	0,004	2,43
M-62774	6,4	a	6,3	6,6	0,004	2,20
M-62775	6,0	b	5,8	6,4	0,014	3,96

c.d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6	7
M-62777	5,8	b	5,5	6,2	0,000	1,10
M-62780	4,6	c	3,8	5,2	0,055**	8,75
M-62781	2,4	c	1,5	3,6	0,149**	19,64
M-62784	3,0	c	2,4	3,5	0,018	6,43
M-62787	5,5	b	4,3	6,4	0,077**	9,40
M-62790	3,1	c	1,8	4,9	0,198**	19,83
M-62793	4,3	c	4,1	4,5	0,007	3,62
M-62794	3,8	c	3,4	4,0	0,002	2,36
M-62798	4,0	c	3,0	5,0	0,054**	9,23
M-62801	4,3	c	4,3	4,4	0,000	1,91
M-62802	4,2	c	3,1	4,8	0,038**	7,75
M-62805	6,0	b	4,4	7,5	0,136**	11,86
M-62806	4,7	b	3,0	6,3	0,127**	12,99
M-62807	4,7	c	3,9	5,9	0,051**	8,29
M-62809	2,5	c	2,0	3,5	0,070**	13,33
M-62810	4,5	c	2,9	5,7	0,010	12,52
Maryna	2,5	c	1,8	3,5	0,068**	13,22
Mila	4,6	c	4,1	4,9	0,001	1,86
Triada	4,6	c	4,4	4,9	0,000	1,40
Saturna	5,5		5,3	5,6	0,000	0,81

^{1/} a — Istotnie lepszy od wzorcowej odmiany Saturna

a — Significantly better than standard cv. Saturna

b — Nie różniący się istotnie od wzorcowej odmiany Saturna

b — Not significantly different from standard cv. Saturna

c — Istotnie słabszy od wzorcowej odmiany Saturna

c — Significantly poorer than standard cv. Saturna

** — Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** — Significant at $\alpha = 0.01$

Zabieg rekondycjonowania bulw po przechowaniu w niskiej temperaturze poprawiał barwę chipsów w 26 na 28 ocenianych obiektów (tab. 4). Nie stwierdzono rodów, które by uzyskały oceny istotnie lepsze od wzorcowej odmiany Saturna (tab. 4). Istotność wariancji stabilności (S^2_i) w odniesieniu do barwy chipsów (wariant 4°C + rekondycjonowanie) stwierdzono dla 13 rodów oraz odmian Maryna i Mila, co świadczy o ich niestabilnej reakcji na zróżnicowane warunki środowiskowe występujące w latach 1999–2001. Jasną i stabilną barwę chipsów, porównywalną do tej, jaką uzyskano z bulw odmiany Saturna uzyskano dla 10 rodów, wśród których były również rody (M-62705, M-62724, M-62774).

Oceniane rody spełniały na ogół wymagania stawiane przez przemysł przetwórczy na chipsy pod względem zawartości skrobi (tab. 5). Sześć rodów wykazywało istotnie wyższą zawartość skrobi od wzorcowej odmiany Saturna (z czego 5 charakteryzowało się dobrą stabilnością), dalsze 13 rodów było na poziomie wzorca (z czego 8 wykazywało dobrą stabilność).

W tabeli 6 przedstawiono współczynniki korelacji między średnimi genotypowymi badanych cech a parametrami stabilności. Przy ocenie wyżej wspomnianych korelacji posłużono się współczynnikami korelacji porządkowej, jako że parametry stabilności nie mają rozkładu normalnego.

Tabela 4

Średnie wartości barwy chipsów (w skali 1-9; 9 = najlepszy) po przechowaniu bulw w 4°C przez trzy miesiące z rekondycjonowaniem oraz dwa parametry stabilności dla ocenianych rodów
Mean values for chip colour (in 1-9 scale; 9 = the best) after three-month storage at 4°C with reconditioning and two stability parameters for tested clones

Ród / odmiana Clone / cultivar	Średnia Mean value	Grupa ^{1/} w porównaniu do wzorca Saturna Group ^{1/} in comparison to the standard cv. Saturna	Zakres zmienności w latach Variation range in years		Parametry stabilności Stability parameters	
			MIN.	MAX.	S ² _i	V%
M-62648	6,1	a	5,8	6,4	0,005	2,36
M-62705	7,0	a	6,9	7,0	0,001	2,33
M-62710	5,2	b	4,6	6,1	0,030**	6,05
M-62724	7,1	a	7,0	7,2	0,000	0,72
M-62741	5,5	b	3,7	7,1	0,120**	11,70
M-62773	6,6	a	6,3	7,0	0,013*	3,60
M-62774	7,4	a	7,2	7,7	0,000	0,46
M-62775	6,8	a	6,6	7,3	0,001	1,01
M-62777	6,9	a	6,8	7,0	0,002	1,50
M-62780	4,4	b	4,0	4,7	0,015*	4,67
M-62781	4,1	b	3,8	4,3	0,013*	4,44
M-62784	4,1	b	3,4	4,8	0,017*	5,18
M-62787	7,0	a	6,6	7,3	0,013*	3,44
M-62790	6,1	a	5,4	6,9	0,198**	19,83
M-62793	6,5	a	5,7	6,8	0,009	3,11
M-62794	6,5	a	5,7	7,3	0,016*	4,00
M-62798	7,2	a	7,0	7,5	0,000	0,44
M-62801	6,2	a	5,7	7,1	0,015*	3,95
M-62802	6,6	a	6,1	7,2	0,020*	4,40
M-62805	7,2	a	6,8	7,7	0,014*	3,52
M-62806	6,7	a	6,5	6,8	0,004	2,06
M-62807	6,5	a	6,3	6,8	0,007	2,75
M-62809	4,3	b	3,0	5,8	0,093**	11,59
M-62810	5,8	b	5,5	6,2	0,002	1,67
Maryna	2,7	b	2,2	3,1	0,014*	5,78
Mila	5,9	b	5,4	6,2	0,018*	4,36
Triada	6,8	a	5,8	6,7	0,002	1,58
Saturna	6,8		6,4	7,0	0,003	1,78

^{1/}a — Nieróżniący się istotnie od wzorcowej odmiany Saturna

a — Not significantly different from standard cv. Saturna

b — Istotnie słabszy od wzorcowej odmiany Saturna

b — Significantly poorer than standard cv. Saturna

* — Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$

* — Significant at $\alpha = 0.05$

** — Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** — Significant at $\alpha = 0.01$

Stwierdzono istotne zależności między średnimi dla barwy chipsów a badanymi parametrami stabilności (S²_i) i (V%), przy czym zależność była silniejsza w przypadku barwy chipsów oznaczanej po zabiegu rekondycjonowania. Nie stwierdzono natomiast takiego związku dla zawartości skrobi. Dla wszystkich cech wykazano silne dodatnie korelacje pomiędzy wariancją stabilności (S²_i) a współczynnikiem zmienności (V%), co oznacza, że wykorzystując każdy z tych parametrów do grupowania serii genotypów uzyskujemy takie same uporządkowanie. Podobną prawidłowość stwierdzono w doświadczeniach oceniających stabilność cech bonitacyjnych i technologicznych populacji

żyta (Gałek i in., 2000). Ograniczona liczba lat, w których badano genotypy w tym doświadczeniu, uniemożliwiła zastosowania testowania regresji interakcji poszczególnych genotypów względem środowiska.

Tabela 5

Średnia zawartość skrobi oraz dwa parametry stabilności tej cechy u ocenionych rodów
Mean starch content and two stability parameters of this trait for tested clones

L.p. No	Ród / odmiana Clone / cultivar	Średnia zawartość skrobi (%) Mean starch content (%)	Grupa ^{1/} w porównaniu do wzorca Saturna Group ^{1/} in comparison to the standard cv. Saturna	Zakres zmienności w latach Variation range in years		Parametry stabilności Stability parameters	
				MIN	MAX	S ² _i	V%
1	M-62648	16,6	b	16,1	17,2	0,096	1,79
2	M62705	19,5	a	18,9	20,1	0,759	3,59
3	M-62710	17,1	b	15,8	18,2	3,143**	8,20
4	M-62724	16,8	b	16,5	17,4	0,415	3,14
5	M-62741	15,9	b	14,9	18,0	1,234**	4,36
6	M-62773	17,8	b	16,6	20,2	1,984**	6,28
7	M-62774	19,2	a	17,7	20,1	0,353	2,55
8	M-62775	19,0	a	17,0	20,1	1,077*	4,36
9	M-62777	16,2	b	13,9	17,6	2,237**	7,32
10	M-62780	17,7	b	15,3	20,4	3,057	7,81
11	M-62781	15,5	c	14,6	16,1	0,029	1,28
12	M-62784	16,3	b	14,1	17,8	2,093**	7,04
13	M-62787	20,6	a	19,9	21,1	0,152	1,65
14	M-62790	17,5	b	16,6	18,3	0,000	0,45
15	M-62793	14,5	c	13,5	15,1	0,080	1,83
16	M-62794	16,8	b	15,9	17,4	0,312	2,75
17	M-62798	17,9	b	17,0	18,8	0,000	0,16
18	M-62801	16,5	b	15,3	17,9	0,221	2,41
19	M-62802	17,3	b	16,3	18,3	0,000	2,41
20	M-62805	16,1	b	15,1	17,8	0,399	3,22
21	M-62806	19,4	a	18,1	20,0	0,242	2,13
22	M-62807	18,6	a	18,3	18,8	0,648	3,49
23	M-62809	14,1	c	13,2	15,8	0,718	4,84
24	M-62810	19,3	a	19,0	19,6	0,242	2,42
25	Maryna	15,1	c	14,7	15,6	0,223	2,64
26	Mila	16,6	b	15,1	18,3	0,601	3,78
27	Triada	16,4	b	15,6	17,6	3,312**	8,78
28	Saturna	16,7		16,0	17,1	0,233	2,43

^{1/}a — Istotnie lepszy od wzorcowej odmiany Saturna

a — Significantly better than standard cv. Saturna

b — Nie różniący się istotnie od wzorcowej odmiany Saturna

b — Not significantly different from standard cv. Saturna

c — Istotnie słabszy od wzorcowej odmiany Saturna

c — Significantly poorer than standard cv. Saturna

* — Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$

* — Significant at $\alpha = 0.05$

** — Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** — Significant at $\alpha = 0.01$

Ekspresję cech ocenianych w tym doświadczeniu modyfikowały: (1) okresowo występujące stresy powodowane wysokimi temperaturami i towarzyszące im niedobory wody w glebie; (2) okresowo występujące nadmierne opady i związane z nimi nadmierne

uwilgotnienie gleby, które stwarzało trudności w zapewnieniu pełnej ochrony przeciwko *P. infestans*. Niedobór wody w glebie w okresie wzrostu roślin do końca fazy kwitnienia, nawet przy dobrym zaopatrzeniu roślin w wodę w późniejszym okresie powoduje obniżenie ilości skrobi oraz zwiększenie zawartości cukrów redukujących i sacharozy (Lisińska i Leszczyński, 1989). Wysokie temperatury ($>27^{\circ}\text{C}$) zarówno powietrza, jak i gleby indukują wtórny wzrost bulw (Bodlaender i in., 1964), w których z kolei dochodzi do obniżenia ilości skrobi i podwyższenia zawartości cukrów oraz nierównomiernego rozkładu tych składników w bulwie. Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2000) wykazały, że duża ilość opadów i niska temperatura w końcowym okresie wegetacji obniżały zawartość suchej masy i skrobi oraz zwiększały zawartość cukrów redukujących.

Tabela 6

Korelacja między średnimi genotypowymi badanych cech a parametrami stabilności dla 28 genotypów ziemniaka
Correlation among the mean values of investigated traits and stability parameters for 28 potato genotypes

Cecha Trait	Współczynniki korelacji porządkowej Spearmana między: Spearman rank correlation coefficients among:		
	średnia — S^2_i mean	średnia — V% mean	S^2_i — V%
Barwa chipsów (4°C) Chip colour (4°C)	-0,38*	-0,51*	0,96**
Barwa chipsów ($4^{\circ}\text{C} + \text{R}$) Chip colour ($4^{\circ}\text{C} + \text{R}$)	-0,60**	-0,79**	0,89**
Zawartość skrobi Starch content	-0,03	-0,18	0,98**

R — Rekondycjonowanie

R — Reconditioning

* — Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$

* — Significant at $\alpha = 0.05$

** — Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** — Significant at $\alpha = 0.01$

WNIOSKI

1. Na podstawie zbiorczej analizy wariancji wykazano istotne zróżnicowanie barwy chipsów i zawartości skrobi między genotypami i latami badań. Stwierdzono także występowanie interakcji genotypy $\times$ lata.
2. Zidentyfikowano trzy rody (M-62705, M-62724 i M-62774) łączące cechy jasnej i stabilnej barwy chipsów (po przechowaniu bulw w niskiej temperaturze) z podwyższoną i stabilną zawartością skrobi.
3. Stwierdzono istotne zależności między średnimi genotypowymi a parametrami stabilności (S^2_i) i (V%) w odniesieniu do barwy chipsów, natomiast nie stwierdzono takiego związku w przypadku zawartości skrobi.

LITERATURA

- Becker H. C., Léon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1 — 23.
- Bodlaender K. B. A., Lugt C., Marinus J. 1964. The induction of second growth in potato tubers. *Eur. Potato J.* 7: 57 — 71.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski P. 1998. Podręcznik użytkownika programu Sergen 3. Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu.
- Francis T. R., Kannenberg L. W. 1978. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. *Can. J. Plant Sci.* 58: 1029 — 1034.
- Galek R., Bujak H., Kaczmarek J. 2000. Ocena stabilności cech bonitacyjnych i technologicznych w kolekcji żyta jarego na podstawie pięciu parametrów statystycznych. *Biul. IHAR* 216: 69 — 77.
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Ośrodek Meteorologii. 1999–2001. Dekadowy Biul. Agrometeorol. Warszawa.
- Jakuczun H., Zgórska K., Zimnoch-Guzowska E. 1995. An investigation of the level of reducing sugars in diploid potatoes before and after cold storage. *Potato Research* 38: 331 — 338.
- Kudła M., Czembor H. J., Kudła M. M. 1987. Stabilność plonowania mutantów jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 61: 123 — 128.
- Lisińska G. 1981. Wpływ różnych czynników na skład chemiczny bulw ziemniaka i jakość otrzymanych z nich chipsów. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. Rozprawy* 31.
- Lisińska G., Leszczyński W. 1989. *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science, London, New York.
- Lisińska G., Rutkowski A. 1999. Czipsy ziemniaczane. *Przemysł Spożywczy* 53, 1/99: 42 — 44.
- Love L., Pavak J. J., Thompson-Johns A., Bohl W. 1998. Breeding progress for potato chip quality in North American cultivars. *Amer. J. of Potato Res.* 75: 27 — 36.
- Mackay G. R., Dale M. F. B. 1990. Quality in potatoes. *Scottish Crop Research Institute. Annual Report 1990*: 9 — 12.
- Mackay G. R., Tod D., Bradshaw J. E., Dale M. F. B. 1997. The targeted and accelerated breeding of potatoes. *Scottish Crop Research Institute. Annual Report 1996/97*: 40 — 45.
- Mazza G. 1983. Correlations between quality parameters of potatoes during growth and long-term storage. *Amer. Potato J.* 60: 145 — 159.
- Mądry W. 2002. Zastosowanie modelu regresji łącznej z nierównymi wariancjami reszt do analizy stabilności genotypów. *Materiały VI Międzynarodowego Sympozjum Genetyka Ilościowa Roślin Uprawnych, Duszники Zdrój 18–20.06.2002*: 81 — 82.
- Novy R. G., Secor G. A., Farnsworth L., Lorentzen J. H., Holm E. T., Preston D. A., Gudmestad N. C., Sowokinos J. R. 1998. NorValley: a white-skinned chipping cultivar with cold-sweetening resistance. *Amer. J. of Potato Res.* 75: 101 — 105.
- Prichard M. K., Adam L. R. 1994. Relationships between fry colour and sugar concentration in stored Russet Burbank and Shepody potatoes. *Amer. Potato J.* 71: 59 — 68.
- Putz B. 1999. First potato varieties for chip industry suitable to be stored at 4°C. In : *Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations 14th Triennial Conference of the EAPR, Sorrento, Italy, May 2–7, 1999*. Assessorato, Agricoltura Regione Campania: 327 — 328.
- Shukla G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*, 29: 237 — 245.
- Tai G. C. C., Coleman W. K. 1999. Genotype × environment interaction of potato chip colour. *Can. J. Plant Sci.* 79: 433 — 438.
- Thill Ch. A., Peloquin S. J. 1995. A breeding method for accelerated development of cold chipping clones in potato. *Euphytica* 84: 73 — 80.
- Węgrzyn S., Sikorska H. 1987. Wysokość i stabilność plonowania czołowych europejskich odmian jęczmienia jarego. *Biul. IHAR*, 161: 129 — 134.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000. Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR* 213: 239 — 251.