

LESZEK DOMAŃSKI
KRYSTYNA MICHALAK
EWA ZIMNOCH-GUZOWSKA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Młochów

Zróżnicowanie podatności wybranych odmian ziemniaka na ciemną plamistość pouszkodzeniową bulw

Variation of blackspot susceptibility of the selected potato cultivars

W latach 2004–2006 oceniono zróżnicowanie podatności 48 odmian ziemniaka z krajowego rejestru na ciemną plamistość pouszkodzeniową (CPP). Do zainicjowania reakcji ciemnej plamistości bulw został wykorzystany heksagonalny bęben ze sklejki drewnianej. Test przeprowadzono w połowie lutego na próbie 25 bulw z każdej odmiany, o średnicy 55–65 mm, wolnych od uszkodzeń. Ocenę podatności bulw na CPP wyrażano w formie dwóch parametrów: (1) przeciętnej liczby ciemnych plam pouszkodzeniowych na bulwie, (2) procentu bulw wolnych od plam. Wśród ocenianej puli odmian stwierdzono znaczne genetyczne zróżnicowanie pod względem CPP. Dość wysoki stopień genetycznego uwarunkowania ($H_b = 0,67-0,71$) tej cechy wskazuje, że pula genowa zawarta w grupie odmian o małej podatności na CPP (Vineta, Pirol, Denar, Vitara, Impala, Andromeda, Rosalind, Augusta, Kolia, Kuklik, Bila) może być wykorzystana do podniesienia tolerancji na CPP w nowych populacjach hodowlanych na drodze krzyżowania i selekcji.

Słowa kluczowe: ciemna plamistość pouszkodzeniowa, odmiany ziemniaka, odziedziczalność

The potato cultivars, in the number of 48, from the Polish National List were evaluated for variation of blackspot susceptibility (CPP) in the years 2004–2006. The hexagon plywood drum was used for induction of blackspot reaction. The blackspot susceptibility test was carried out in mid February on the samples of 25 tubers of each cultivar, 55–65 mm in diameter, free from bruises. Evaluation result of blackspot susceptibility of tubers was expressed in the form of two parameters: (1) mean number of blackspot bruises per tuber, (2) the percentage of bruise free tubers. A considerable genotypic variation in tolerance to CPP was detected among the tested potato cultivars. Moderately high broad-sense heritability of this trait ($H_b = 0.67-0.71$) indicates that gene-pool of the group of cultivars with low susceptibility to CPP (Vineta, Pirol, Denar, Vitara, Impala, Andromeda, Rosalind, Augusta, Kolia, Kuklik, Bila) may be used for genetic improvement of CPP tolerance.

Key words: blackspot, heritability, potato cultivars

WSTĘP

Podatność bulw na ciemną plamistość pouszkodzeniową (CPP) jest jedną z ważniejszych cech warunkujących jakość ziemniaków, niezależnie od kierunku użytkowania. Brook (1996) oszacował, że w USA zmniejszenie uszkodzeń związanych z urazami mechanicznymi bulw o 1%, odpowiadało przeciętnie kwocie około 7,5 mln. USD w skali roku. W efekcie tych uszkodzeń zwiększają się straty w czasie przechowywania bulw, powodowane intensywniejszą transpiracją i oddychaniem oraz rozwojem chorób (Czerko i in., 1985; Kuźniewicz i in., 1986; Storey i Davis, 1992). Ważnym finalnym skutkiem uszkodzeń jest zwiększenie odpadów powstających podczas sortowania, obierania, kontroli jakości i selekcji wizualnej (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000).

Ciemne plamy w miąższu bulw po uszkodzeniach są wynikiem katalitycznego działania oksydazy polifenolowej, która przekształca związki fenolowe, a głównie tyrozynę w barwniki melaninowe (Matheis, 1987; Dean i in., 1993; Edgell i in., 1998). Genetyczne uwarunkowanie podatności na CPP nie zostało dotychczas dobrze poznane. Cecha ta jest zarówno dość wysoko odziedziczalna (Pavek i in., 1985; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000), jak też modyfikowana przez warunki uprawowe i przechowywania (Mondy i in., 1960; Hughes i in., 1975; Peterson i Hall, 1975; Stark i in., 1985; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000).

Badania w IHAR O/Młochów ukierunkowano na poszukiwanie genotypów ziemniaka o małej podatności na CPP, które można by następnie wykorzystać w hodowli krajowej jako formy rodzicielskie, poprawiające wyżej wspomniany aspekt jakości.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 48 odmian z krajowego rejestru odmian ziemniaka z lat 2004–2006, w tym: 32 to odmiany jadalne, a 16 skrobiowe. Próby bulw przeznaczone do testu uszkodzeniowego, o średnicy 55–65mm, wolne od uszkodzeń zewnętrznych, pochodziły z poletek kolekcji odmian, rosnącej w latach 2004–2006 na polu doświadczalnym w IHAR Młochów i były przechowywane w przechowalni (4–6°C, 75% RH). Do wywołania CPP stosowano heksagonalny bęben ze sklejki drewnianej, będący kopią bębna stosowanego na Uniwersytecie Stanowym Michigan w East Lansing, USA (Douches i in., 2003). Test generujący CPP w bulwach przeprowadzono, w połowie lutego. Próbę bulw (25 szt.) z każdej odmiany, po uprzednim przetrzymaniu w temperaturze 11°C przez 12 h, umieszczano w bębnie i wykonywano 10 obrotów, po czym próby były przenoszone do pomieszczenia o temperaturze 19°C na 48 h i obierane. Ocenę podatności bulw na CPP wyrażano w formie dwóch parametrów: (1) przeciętnej liczby ciemnych plam pouszkodzeniowych na bulwie (LPB), (2) procentu bulw wolnych od plam (BWP).

Statystyczna analiza wyników obejmowała w I etapie ANOVA 2-kierunkową (16 odmian × 3 lata oceny × 2 replikacje) wg modelu mieszanego; w II etapie ANOVA (48 odmian × 3 lata oceny × 1 replikacja). Błąd eksperymentalny z ANOVA I etapu wykorzystano do testowania interakcji genotypowo-środowiskowej. Dane wejściowe do analizy wariancji, w przypadku

zmiennej LPB były przybliżane do rozkładu normalnego przy zastosowaniu transformacji Anscomba (1948) zgodnie z równaniem: $X' = \sqrt{(X + 3/8)}$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Stwierdzono istotne zróżnicowanie odmian, jak i interakcji genotypowo-środowiskowych pod względem podatności na CPP (tab. 1). Istotny był również wpływ lat na poziom rozpatrywanych cech. Dalsza analiza wyników wykazała dość wysoki stopień genetycznego uwarunkowania cech ($H_b = 0,67$ dla BWP i 0,71 dla LPB). Podobne do naszych wyników uzyskali Pavek i wsp. (1985) oraz Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2000) badając pulę innych odmian za pomocą aparatów typu uderzeniowego.

Tabela 1

Zbiorcza analiza wariancji (48 odmian \times 3 lata) dla średniej liczby ciemnych plam na bulwie — tLPB [dane transformowane wg wzoru $X' = \sqrt{(X + 3/8)}$] oraz procentu bulw w próbie wolnych od plam — BWP

Combined analysis of variance (48 cvs \times 3 years) for mean number of blackspot bruises per tuber — tLPB [data transformed according to the formula $X' = \sqrt{(X + 3/8)}$] and the percentage of bruise free tubers — BWP

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	tLPB		BWP	
		średni kwadrat mean square	wartość F F value	średni kwadrat mean square	wartość F F value
Odmiany Cultivars	47	0,323 = M_1	8,48**	1651,32	7,23**
Lata Years	2	0,476	12,51**	1082,84	4,74**
Odmiany \times lata Cultivars \times years	94	0,038 = M_2	5,43**	228,54	2,04**
Błąd ^{1/} Error	45	0,007 = σ_e^2		112,12	
Stopień genetycznego uwarunkowania cechy (H_b) Broad-sense heritability		0,71		0,67	

$$H_b = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_e^2); \sigma_g^2 = M_1 - M_2 / L; \sigma_{ge}^2 = M_2 - \sigma_e^2$$

L = liczba lat; L = number of years

^{1/} średnie kwadraty z analizy wariancji (16 odmian \times 3 lata \times 2 replikacje); ^{1/} mean squares in ANOVA (16 cvs \times 3 years \times 2 replications)

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

Stwierdzono wysoce istotną współzależność między zastosowanymi w naszej pracy parametrami CPP. Zależność ta miała postać wielomianu drugiego stopnia o następującym równaniu: $tLPB = 2,01179 - 0,02909 BWP + 0,00017 (BWP)^2$, gdzie; tLPB jest transformowaną przeciętną liczbą plam na bulwie. Statystyka R^2 wykazała, że wyżej wspomniany model wyjaśniał 97% zmienności tLPB. Z uwagi na ścisłą korelację między rozpatrywanymi zmiennymi, można przy ocenie podatności bulw na CPP zrezygnować z oceny zmiennej — BWP, gdyż nie wnosi ona dodatkowej informacji.

Spośród ocenianych 48 odmian wyróżniono grupę 11 odmian o małej podatności na CPP (tab. 2). Genotypy te stanowią cenne źródło form rodzicielskich, jako że będąc wpisane do krajowego rejestru reprezentują wysoki poziom plenności, jak również wysoki

poziom cech jakościowych. Odmiany skrobiowe wykazują większą podatność na CPP niż odmiany jadalne, co wykazały również badania Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk (2000).

Tabela 2

Średnie oceny podatności odmian na ciemną plamistość pouszkodzeniową w teście bębnowym i ich podział na grupy jednorodne
Mean blackspot susceptibility ratings of cultivars in the drum test and their classification into homogenous groups

Kierunek użytkowania Utility	Odmiany Cultivars	Średnia liczba ciemnych plam na bulwie (zakres) Mean number of blackspot bruises per tuber (range)		Grupy Jednorodne wg testu Tukeya Homogenous groups according to Tukey's test ^{1/}
		X _{min}	X _{max}	
jadalne: table:	Pirol, Vineta	0,14	0,18	a b
jadalne: table:	Andromeda, Augusta, Bila, Denar, Impala Kolia, Kuklik, Rosalind, Vitara	0,19	0,30	a b c
jadalne: table: skrobiowe: starch:	Bard, Beata, Bryza, Ditta, Drop, Felka, Gracja, Krasa, Orlik, Triada, Zebra Saturna	0,32	0,56	a b c d
jadalne: table:	Danusia, Irga	0,63	0,65	a b c d e
jadalne: table: skrobiowe: starch:	Bartek, Ibis, Korona, Maryna, Romula, Ruta, Syrena, Zeus Dorota, Lawina, Monsun, Pasat	0,75	1,05	a b c d e f
skrobiowe: starch	Kuba	1,34		b c d e f g
skrobiowe: starch	Alicja, Cedron	1,38	1,39	c d e f g
skrobiowe: starch	Jasia	1,59		d e f g h
skrobiowe: starch	Głada, Grot	2,10	2,11	e f g h i
skrobiowe: starch	Albatros, Bzura	2,19	2,30	f g h i
skrobiowe: starch	Rudawa	2,79		g h i
skrobiowe: starch	Hinga	3,30		h i
skrobiowe: starch	Meduza	4,01		i

^{1/} Grupy jednorodne oznaczono tymi samymi literami

^{1/} Homogenous groups denoted with the same letters

Dane uzyskane z charakterystyk katalogowych (www.europotato.org) dla 4 odmian (Impala, Ditta, Drop, Saturna), jak również z publikacji Zgórskiej (1989) dla 3 odmian (Bryza, Bzura, Ruta) były zgodne z wynikami, jakie uzyskano w naszych badaniach za pomocą testu bębnowego.

WNIOSKI

1. Wśród ocenianej puli odmian ziemniaka z krajowego rejestru występuje znaczne genetyczne zróżnicowanie pod względem podatności na ciemną plamistość pouszkodzeniową bulw.
2. Stopień genetycznego uwarunkowania tej cechy $H_b = (0,67-0,71)$ wskazuje, że pula genowa zawarta w grupie odmian o małej podatności na ciemną plamistość pouszkodzeniową (Vineta, Pirol, Denar, Vitara, Impala, Andromeda, Rosalind, Augusta, Kolia, Kuklik, Bila) może być wykorzystana do doskonalenia tej cechy w nowych populacjach hodowlanych na drodze selekcji.

LITERATURA

- Anscombe F. J. 1948. The transformation of Poisson, binominal and negative binominal data. *Biometrika* 35: 246 — 254.
- Brook R. C. 1996. Potato bruising. How and why emphasizing blackspot bruise. Running Water Publishing, Michigan, USA.
- Czerko Z., Gastoł J., Manikowski Z. 1985. Wpływ dwóch metod zbioru na trwałość przechowalniczą ziemniaków ze szczególnym uwzględnieniem uszkodzeń mechanicznych. *Biul. Inst. Ziemn.* 33: 29 — 136.
- Dean B. B., Jackowiak N., Nagel M., Pavék J., Corsini D. 1993. Blackspot pigment development of resistant and susceptible *Solanum Tuberosum* L. genotypes at harvest and during storage measured by three methods of evaluation. *Am. Potato J.* 70: 201 — 217.
- Douches D. S., Chase R. W., Coombs J., Flecher K., Frank L., Driscoll J., Estellee E., Hammerschmidt R., Kirk W. 2003. Seventy-second annual report by Michigan State University. In: National Germplasm Evaluation and Enhancement Report, 2001. Ed. by K.G. Haynes. Seventy-Second Annual Report by Cooperators. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS-162: 171 — 199.
- Edgell T., Brierley E.R., Cobb A.H. 1998. An ultrastructural study of bruising in stored potato tubers. *Annals of Applied Biology* 132: 143 — 150.
- Hughes J. C., Grant A., Faulks R. M. 1975. Susceptibility of tubers to internal damage (blackspot). *Potato Res.* 18: 338 — 339.
- Kuźniewicz M., Bittner K., Fechner E. 1986. Lagerungsverluste bei Kartoffeln in Abhängigkeit von unterschiedlichen Aufbereitungsterminen. *Feldwirtschaft* 7: 314 — 316.
- Matheis G. 1987. Polyphenol oxidase and enzymatic browning of potatoes (*Solanum tuberosum*). I. Properties of potato polyphenol oxidase. *Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel* 11: 5 — 12.
- Mondy N.I., Klein B.P., Smith L.I. 1960. The effect of maturity and storage on phenolic content, enzymatic activity and discoloration of potatoes. *Food Res.* 25: 693 — 705.
- Pavék J., Corsini D., Nissley F. 1985. A rapid method for determining blackspot susceptibility of potato clones. *Am. Potato J.* 62: 511 — 517.
- Peterson C. L., Hall C. V. 1975. Dynamic mechanical properties of the Russet Burbank potato as related to temperature and bruise susceptibility. *Abstr. Am. Potato J.* 52: 289.
- Stark J. C., Corsini D. L., Hurley P. J., Dwelle R. B. 1985. Biochemical characteristics of potato clones differing in blackspot susceptibility. *Am. Potato J.* 62: 657 — 666.
- Storey R. H. J., Davies H. V. 1992. Tuber quality. In: Harris (Ed.) *The Potato Crop*. Chapman Hall, Londyn: 507 — 569.
- Zgórska K. 1989. Biologiczne i ekologiczne czynniki warunkujące podatność bulw ziemniaka na powstawanie ciemnej plamistości pouszkodzeniowej. *Bonin*, str. 1 — 91.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000. Czynniki wpływające na ciemną plamistość pouszkodzeniową. *Biul. IHAR* 213: 253 — 259.
- Internet: Anonim. European Potato Database. www.europotato.org.