

Agrotechnika i mechanizacja

ODMIANOWE ZRÓŻNICOWANIE ODPORNOŚCI BULW ZIEMNIAKA NA USZKODZENIA MECHANICZNE

dr inż. Barbara Lutomirska, mgr Joanna Jankowska
IHAR-PIB, Oddział w Jadwisinie, Zakład Agronomii Ziemniaka
e-mail: b.lutomirska@ihar.edu.pl

Uszkodzenia mechaniczne są najtrudniejszymi do uniknięcia wadami skórki i miąższu bulw ziemniaka, powodowanymi przez czynniki abiotyczne. Stanowią one jeden z głównych problemów produkcji ziemniaków oraz obrotu (Peters 1996). Powstałe w następstwie uszkodzeń defekty bulw ze względu na umiejscowienie zmian dzielimy na: zewnętrzne – gdy uszkodzenie obejmuje komórki skórki, a często także znajdujący się pod nią miąższ, oraz wewnętrzne – gdy komórki skórki pozostały nienaruszone, ale uszkodzeniu uległy komórki miąższu. W tym drugim wypadku zmiany są widoczne na zewnątrz w postaci odgnieceń bądź stwierdza się je dopiero po nacięciu czy przekrojeniu.

Główną przyczyną uszkodzeń mechanicznych bulw są przeciążenia oddziałujące na nie w czasie zbioru, a później na kolejnych etapach obróbki. Czynniki warunkujące powstawanie zmian uszkodzeniowych najczęściej dzieli się na:

- techniczne – związane z działaniem maszyn,
- środowiskowe – wynikające z oddziaływania czynników abiotycznych i biotycznych,
- biologiczne – determinowane cechami odmianowymi.

Wśród elementów składowych tworzących ostatnią grupę czynników są wymieniane m.in.: kształt i wielkość bulw, skład chemiczny, budowa anatomiczna, w tym grubość perydermy i liczba jej warstw, wielkość i kształt komórek tworzących perydermę, bu-

dowa i skład chemiczny ścian komórkowych, wielkość komórek parenchymy, a także stopień dojrzałości i siła związania bulw ze stolonami (Darvill, Albersheim 1984; Davies 1998; Dean i in. 1993; Gruczek i in. 2004; Konstankiewicz, Zdunek 2001; Laerke, Christiansen J. 2002; Lutomirska 1993; Šarec i in. 2006). Większość z nich to właściwości uwarunkowane genetycznie, kształtujące się u poszczególnych genotypów (odmian) na zróżnicowanym poziomie. Odmianowa podatność/odporność bulw na uszkodzenia mechaniczne jest efektem ich wzajemnej determinacji. Istotne miejsce genetycznie uwarunkowanej odporności na uszkodzenia wśród czynników decydujących o ich powstawaniu, a zatem i powstawaniu strat związanych z uszkodzeniami, powoduje, że poprawa odporności na uszkodzenia mechaniczne już od dłuższego czasu jest zaliczana do zadań stawianych hodowli.

Celem prezentowanych badań była analiza zróżnicowania odmian wprowadzanych do uprawy pod względem odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne, a także poszukiwanie odpowiedzi na pytanie, czy poziom tej cechy u odmian wpisywanych do krajowego rejestru ulega zmianie.

Materiał i metodyka badań

W badaniach wykorzystano wyniki ocen wykonanych w doświadczeniach odmianowych przeprowadzonych w Zakładzie Agronomii Ziemniaka IHAR-PIB w Jadwisinie w latach 2001-2012. Ocenę prowadzono metodą sor-

townika laboratoryjnego, w której za główne kryterium uszkodzeń uznaje się ich głębokość (Bouman 1996, Gastoł 1985).

Odmianowe doświadczenia polowe, zakładane corocznie z ok. 50 odmianami wszystkich grup wczesności, realizowano, zachowując w kolejnych latach bardzo zbliżony poziom czynników agrotechnicznych. W doświadczeniach tych w czasie zbioru w pełni dojrzałości odmiany w swojej grupie wczesności z każdego powtórzenia polowego pobierano próbę 50 wyrównanych bulw o średnicy ok. 50 mm. Dostarczone z pola próby umieszczano na 20-24 h w temperaturze 16°C, a następnie uszkodzono je na sortowniku laboratoryjnym. Bezpośrednio po uszkodzeniu próby składowano przez 72 h w temperaturze 18-20°C. Po tym czasie każdą bulwę w próbie oceniano pod względem powstałych zmian oraz ich głębokości. Zmiany kwalifikowano jako uszkodzenia zewnętrzne oraz uszkodzenia wewnętrzne. Odrębną grupę stanowiły bulwy, na których nie stwierdzono zmian związanych z oddziaływaniem przeciążeń mechanicznych, czyli nieuszkodzone.

Wyniki oceny były podstawą wyliczenia wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych W_1 [%] i uszkodzeń wewnętrznych W_2 [%], których suma W [%] daje ogólny wskaźnik uszko-

dzeń. Wyższa wartość wskaźnika oznacza, że bulwy uległy silniejszym uszkodzeniom i ich odporność jest niższa. Parametrem uzupełniającym wynik oceny jest udział bulw nieuszkodzonych w ogólnej masie próby.

Łącznie w wymienionym okresie oceniono 168 odmian wszystkich grup wczesności. W prezentowanych badaniach uwzględniono jednak tylko te, dla których zgromadzono wyniki za okres nie krótszy niż 3 lata. Dane te poddano analizie statystycznej, stosując program SAS Enterprise Guide 4.3. Przeprowadzono także analizę zmian odporności, biorąc pod uwagę rok wpisania do krajowego rejestru. Wyróżniono 4 okresy: do roku 1995, 1996-2000, 2001-2005 i po roku 2005.

Wyniki

Analiza wykazała istotne zróżnicowanie wszystkich ocenianych parametrów zależnie od wczesności odmian (tab. 1). Najwyższy średni udział bulw nieuszkodzonych oraz najniższe wskaźniki uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych, a zatem także najniższy ogólny wskaźnik uszkodzeń stwierdzono u odmian wcześniejszych – bardzo wczesnych i wczesnych. W miarę wydłużania się okresu wegetacji średni udział bulw nieuszkodzonych istotnie malał, zaś wartość współczynników uszkodzeń wzrastała (tab. 1).

Tabela 1

Średnie wartości parametrów oceny odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne dla grup wczesności odmian

Grupa wczesności	Liczba ocenianych odmian	Parametr oceny			
		udział bulw nieuszkodzonych % masy	wskaźnik uszkodzeń zewnętrznych W_1 [%]	wskaźnik uszkodzeń wewnętrznych W_2 [%]	ogólny wskaźnik uszkodzeń W [%]
Bardzo wczesne i wczesne	37	29,5	22,3	15,5	37,8
Średnio wczesne	45	20,1	31,5	19,8	51,5
Średnio późne i późne	38	13,1	38,0	21,8	59,7
NIR $P=0,05$	x	1,9	2,4	2,0	2,1

Wyniki dla poszczególnych grup odmian pozwalają stwierdzić, że odmiany różnią się istotnie pod względem parametrów uwzględnionych w ocenie. Należy podkreślić, że za-

kres wartości ocenianych parametrów właściwych dla odmian o najkorzystniejszym i najgorszym ich poziomie nie zawsze układa się odpowiednio do stwierdzonej powyżej

ogólnej zależności, że wraz z wydłużaniem się okresu wegetacji odporność odmian na uszkodzenia mechaniczne maleje (tab. 2).

We wszystkich grupach wczesności odnotowano odmiany charakteryzujące się podobnie wysokimi wartościami współczynnika zarówno uszkodzeń zewnętrznych, jak i wewnętrznych, tj. mało odporne na uszkodze-

nia. Były to odmiany wcześniejsze Delikat i Cedron, Alicja w grupie odmian średnio wczesnych oraz Anielka i Klepa w grupie średnio późnych. Podobnie, we wszystkich grupach wczesności znalazły się odmiany odporne na uszkodzenia mechaniczne, o niskiej wartości wskaźnika $W[\%] = \text{ok. } 20$ (tab. 2).

Tabela 2

**Odmiany o największym zróżnicowaniu parametrów
charakteryzujących odporność na uszkodzenia w grupach wczesności**

Grupa wczesności	Odmiana	Parametr oceny			
		udział bulw nieuszkodzonych % masy	wskaźnik uszkodzeń zewnętrznych $W_1[\%]$	wskaźnik uszkodzeń wewnętrznych $W_2[\%]$	ogólny wskaźnik uszkodzeń $W[\%]$
Bardzo wczesne i wczesne	Rosalind	55,1¹	8,3¹	11,8	20,2¹
	Delikat	1,3²	37,5	50,7²	88,2²
	Cedron	3,7	49,1²	28,8	77,9
	Gwiazda	17,2	24,1	4,0	28,1
	NIR $P=0,05$	24,2	23,0	18,1	23,1
Średnio wczesne	Alicja	5,6	45,9	39,8	85,7
	Elanda	37,2	13,5	5,0	18,5
	Jubilat	3,0	24,3	35,8	60,1
	Mors	43,8	14,6	25,9	40,5
	NIR $P=0,05$	24,7	34,1	25,8	26,0
Średnio późne i późne	Anielka	1,4	71,8	21,9	93,7
	Zagłoba	37,8	16,8	4,0	20,8
	Jelly	33,6	14,5	9,6	24,1
	Klepa	22,7	17,1	46,1	63,2
	NIR $P=0,05$	20,1	28,6	nieist.	45,7

¹ najkorzystniejsza wartość parametru w grupie wczesności

² najmniej korzystna wartość parametru w grupie wczesności

Okazało się też, że w każdej grupie wczesności można wyróżnić klasy (podgrupy) genotypów nie różniących się istotnie pod względem wartości ocenianych parametrów. Najmniej, bo tylko 1 taką klasę wyróżniono w grupie odmian późniejszych dla wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych $[W_2]$, najwięcej – 15 – dla ogólnego wskaźnika uszkodzeń $[W]$ u odmian średnio wczesnych (tab. 3). Odmiany późniejsze nie różniły się zatem istotnie pod względem występowania

w bulwach zmian wewnętrznych spowodowanych oddziaływaniem sił mechanicznych. Stosunkowo małym zróżnicowaniem, jeśli chodzi o te uszkodzenia, charakteryzowały się również odmiany średnio wczesne (5 jednorodnych klas), podczas gdy w znacznie mniej licznej grupie odmian o krótszym okresie wegetacji było tych klas 10. Wyniki te potwierdzają, że odporność odmian na powstawanie podstawowych typów uszkodzeń jest bardzo złożona.

Tabela 3

Liczebność grup odmian jednorodnych pod względem poszczególnych parametrów oceny uszkodzeń w grupach wczesności

Grupa wczesności	Liczba ocenianych odmian	Parametr oceny			
		udział bulw nieuszkodzonych % masy	wskaźnik uszkodzeń zewnętrznych W ₁ [%]	wskaźnik uszkodzeń wewnętrznych W ₂ [%]	ogólny wskaźnik uszkodzeń W[%]
Bardzo wczesne i wczesne	37	12	8	10	13
Średnio wczesne	45	11	7	5	15
Średnio późne i późne	38	8	10	1	7

Wskazanie właściwej miary dla oceny zmian w poziomie cech odmian w kontekście postępu hodowlanego nie jest łatwe. W niniejszych badaniach posłużono się analizą różnicowania wartości średnich dla odmian zarejestrowanych w określonych przedziałach czasowych. Wyniki pozwalają stwierdzić, że aczkolwiek statystycznie udowod-

nione zróżnicowanie pomiędzy średnim poziomem ocenianych parametrów wykazano tylko u odmian średnio wczesnych, a ponadto różnice przyjmują wartości zarówno ujemne, jak i dodatnie, to zauważalna jest pewna poprawa wszystkich analizowanych parametrów (tab. 4).

Tabela 4

Średnie wartości parametrów charakteryzujących odporność bulw na uszkodzenia mechaniczne polskich odmian wpisanych do krajowego rejestru w kolejnych okresach

Grupa wczesności	Okres wpisania do rejestru	Liczba odmian	Udział bulw nieuszkodzonych % masy	Wskaźnik uszkodzeń zewnętrznych W ₁ [%]	Wskaźnik uszkodzeń wewnętrznych W ₂ [%]	Ogólny wskaźnik uszkodzeń W[%]
Bardzo wczesne i wczesne	do roku 1995	3	32,4	24,0	15,6	38,6
	1996-2000	7	30,7	21,7	16,7	38,3
	2001-2005	6	26,2	22,3	12,3	34,6
	po roku 2005	9	26,0	21,6	11,0	32,6
	liczba odmian łącznie/NIR $P=0,05$	25	nieist.	nieist.	nieist.	nieist.
Średnio wczesne	do roku 1995	5	18,9	30,3	23,4	53,7
	1996-2000	12	16,6	38,9	23,2	63,1
	2001-2005	9	22,7	27,3	17,1	44,4
	po roku 2005	12	19,8	28,4	17,7	46,2
	liczba odmian łącznie/NIR $P=0,05$	38	nieist.	8,2	6,2	9,3
Średnio późne i późne	do roku 1995	2	17,9	29,9	31,1	60,9
	1996-2000	16	9,3	44,8	26,1	70,7
	2001-2005	12	14,7	35,6	21,2	56,8
	po roku 2005	6	15,5	33,7	20,0	53,8
	liczba odmian łącznie/NIR $P=0,05$	36	nieist.	nieist.	nieist.	nieist.

Ta ogólna tendencja nie oznacza, że wszystkie nowo rejestrowane odmiany są bardziej odporne na uszkodzenia, wskazuje tylko, że wysiłki krajowej hodowli zmierzające w kierunku poprawy tej cechy dają efekty, choć na pewno nie są one jeszcze na poziomie oczekiwanym przez producentów i odbiorców ziemniaków.

W miejsce podsumowania

Odporność na uszkodzenia mechaniczne jako ważna agrotechnicznie cecha odmianowa podlega ocenie już po wpisaniu odmiany do KR, a jej wynik jest podawany w „Charakterystyce Krajowego Rejestru Od-

mian ziemniaka” opracowywanej co roku w oddziale IHAR-PIB w Jadwisinie. Jak podano wyżej, w prezentowanych badaniach dokonano bardziej szczegółowej analizy parametrów charakteryzujących reakcję bulw na działanie sił mechanicznych, a zatem wyniki te dokładniej charakteryzują ocenione odmiany. W związku z tym autorki uznały, że włączenie do niniejszej publikacji szczegółowych wyników może być dla Czytelników bliżej zainteresowanych kwestiami produkcji ziemniaków ciekawe. W zestawieniu są tylko odmiany znajdujące się w krajowym rejestrze (tab. 5).

Tabela 5

Odporność ocenionych odmian ziemniaka (znajdujących się w rejestrze, stan na 20.01.2014) na uszkodzenia mechaniczne

Grupa wczesności	Odmiana	Udział bulw nieuszkodzonych, % masy	Wskaźnik uszkodzeń zewnętrznych W ₁ [%]	Wskaźnik uszkodzeń wewnętrznych W ₂ [%]	Ogólny wskaźnik uszkodzeń W[%]
Bardzo wczesne	<i>Arielle*</i>	24,6	28,1	9,8	37,9
	<i>Denar</i>	35,8	14,0	12,7	26,7
	<i>Impala</i>	51,2	10,0	13,1	23,1
	<i>Irys</i>	7,1	38,2	7,4	45,6
	<i>Justa</i>	11,6	33,0	15,6	48,6
	<i>Krasa</i>	24,4	24,6	10,5	35,1
	<i>Lord</i>	42,9	12,9	8,6	21,6
	<i>Milek</i>	24,1	21,8	10,0	31,7
	<i>Molli</i>	13,1	38,0	25,1	63,1
	<i>Viviana</i>	7,2	29,9	36,2	66,1
Wczesne	<i>Aruba</i>	19,4	21,5	9,6	31,0
	<i>Bila</i>	39,8	16,8	21,8	39,6
	<i>Cedron</i>	3,7	49,1	28,8	77,9
	<i>Cyprian</i>	22,1	20,1	9,5	29,7
	<i>Gracja</i>	34,1	24,6	19,0	43,6
	<i>Gwiazda</i>	17,2	24,1	4,0	28,1
	<i>Latona</i>	26,1	24,8	22,8	47,7
	<i>Michalina</i>	25,0	16,6	4,5	21,1
	<i>Oman</i>	22,4	26,1	12,7	38,8
	<i>Owacja</i>	40,6	13,2	7,9	21,1
	<i>Rosalind</i>	55,1	8,3	11,8	20,2
	<i>Vineta</i>	40,8	17,0	12,3	29,3
Średnio wczesne	<i>Adam</i>	13,5	25,0	24,3	49,3
	<i>Ametyst</i>	10,0	41,7	17,5	59,4
	<i>Andromeda</i>	33,3	24,1	15,0	39,1
	<i>Bartek</i>	21,6	27,0	17,7	44,7
	<i>Bursztyn</i>	12,6	29,1	28,8	57,9
	<i>Cekin</i>	22,3	17,4	22,0	39,4
	<i>Ditta</i>	13,1	36,4	28,9	65,2
	<i>Finezja</i>	16,9	21,3	17,5	38,8

Grupa wczesności	Odmiana	Udział bulw nieuszkodzonych, % masy	Wskaźnik uszkodzeń zewnętrznych W ₁ [%]	Wskaźnik uszkodzeń wewnętrznych W ₂ [%]	Ogólny wskaźnik uszkodzeń W[%]	
	Gawin	17,6	27,5	10,9	38,5	
	Glada	18,9	20,2	34,3	54,5	
	Ibis	12,8	39,9	32,1	72,1	
	Irga	8,2	43,4	18,3	61,7	
	Jubilat	3,0	24,3	35,8	60,1	
	Jutrzeńka	8,6	35,3	22,7	58,0	
	Kuba	10,3	41,7	24,6	66,3	
	Legenda	9,6	43,2	17,4	60,6	
	Pasat	12,7	44,8	15,5	60,3	
	Promyk	4,5	34,1	19,7	53,8	
	<i>Roxana</i>	35,1	20,2	4,3	24,4	
	Rumpel	7,8	44,9	21,6	72,0	
	Sante	8,0	44,9	27,6	72,5	
	Satina	36,0	24,8	13,0	37,8	
	Stasia	12,4	22,8	28,3	51,2	
	Tajfun	14,9	34,2	14,2	48,4	
	Tetyda	37,2	14,1	11,1	25,2	
	<i>Victoria</i>	43,3	16,2	8,8	24,4	
	Średnio późne	Bosman	15,4	25,2	14,7	39,9
		Bryza	19,7	33,0	24,8	57,8
Gustaw		2,8	34,6	21,9	56,5	
<i>Jelly</i>		33,6	14,5	9,6	24,1	
Pasja		8,3	33,6	36,0	69,6	
Syrena		11,6	41,2	29,3	54,2	
Zenia		15,3	27,0	13,8	40,8	
Późne	Gandawa	15,4	37,6	20,5	58,2	
	Hinga	10,3	39,6	24,6	64,2	
	Inwestor	8,4	23,5	38,6	62,0	
	Jasia	7,7	35,8	28,4	64,2	
	<i>Kuras</i>	18,3	22,5	23,1	45,6	
	Pokusa	14,5	31,3	21,2	52,5	
	Rudawa	11,0	33,4	24,6	58,0	
	Skawa	5,4	47,6	23,7	71,3	
	Sonda	3,2	50,9	15,4	66,3	
	Ślęza	11,6	39,3	19,3	58,6	
	Zagłoba	37,8	16,8	4,0	20,8	

* kursywą wyróżniono odmiany hodowli zagranicznej

Literatura

1. **Bouman A. 1996.** Mechanical damage in potato tubers: standardization of methodologies. 1996. [W:] 13th Conf. EAPR. Abstr. Veldhoven: 383-384; 2. **Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka.** Pr. zbior. Red. nauk. W. Nowacki. 16 edycji:1989-2013. IHAR-PIB Oddz. Jadwisin; 3. **Darvill A. G., Albersheim P. 1984.** Phytoalexins and their elicitors. – Ann. Rev. Plant Physiol. 53: 243-275; 4. **Davies H. V.**

1998. Physiological mechanisms associated with the development of internal necrotic disorder of potato. – Am. Potato J. 75: 37-44; 5. **Dean B. B., Jackowiak. N., Nagel M., Pavek J., Corsini D. 1993.** Black spot 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; 6. **Gastoł J. 1985.** Metoda badań odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne stosowa-

- na w doświadczeniach agrotechnicznych. – Biul. Inst. Ziemn. 33: 7-18; **7. Gruczek T., Lutomska B., Sowa-Niedziałkowska G. 2004.** Podatność odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne bulw i straty przechowalnicze. – Biul. IHAR 232: 233-242; **8. Konstankiewicz K., Zdunek A. 2001.** Influence of turgor and cell size on the cracking of potato tissue. – Int. Agrophysics 15: 27-30; **9. Laerke P. E., Christiansen J. 2002.** Blackspot bruise susceptibility of two potato cultivars determined by two different test methods. [W:] 15th Conf. EAPR. Abstr. Hamburg: 35; **10. Lutomska B. 1993.** Wstępne wyniki badań nad siłą związania bulw z rośliną mateczną i jej wpływem na powstawanie uszkodzeń mechanicznych w czasie zbioru kopaczką elewatorową. – Biul. Inst. Ziemn. 42: 57-68; **11. Peters T. 1996.** Damage of potato tubers, a review. – Potato Res. 39: 479-484; **12. Šarec P., Hamouz K., Šarec O., Dvorák P. 2006:** Susceptibility to mechanical damage of potatoes cultivated in different environmental conditions. – Int. Agrophysics 20: 47-53