

BARBARA LUTOMIRSKA**JOANNA JANKOWSKA**Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Agronomii Ziemniaka, Oddział Jadwisin

Występowanie deformacji i spękań bulw ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych i odmiany

The occurrence of misshaped tubers and tubers with cracks on the surface depending on meteorological factors and cultivars

Celem badań było określenie oddziaływania czynników meteorologicznych w okresie wegetacji na występowanie bulw spękanych i zdeformowanych w warunkach uprawy ziemniaka na glebie lekkiej oraz ocena zmienności odmian poszczególnych wczesności pod względem występowania bulw z wymienionymi defektami w plonie. W badaniach wykorzystano dane dotyczące udziału bulw spękanych i zdeformowanych w plonach, zebrane w trakcie realizacji doświadczeń odmianowych prowadzonych w Zakładzie Agronomii Ziemniaka IHAR, w latach 2001–2011. Doświadczenia polowe, z których pobierano odpowiednie próby zakładane były corocznie na glebie wytworzonej z piasków słabo gliniastych i gliniastych lekkich. We wszystkich latach realizacji eksperymentów stosowano standardową agrotechnikę uprawy ziemniaka, zachowując bardzo zbliżony poziom zabiegów. Takie zasady realizacji badań pozwoliły na przyjęcie założenia, że źródłem zmienności występowania bulw z defektami kształtu są różnicowane warunki meteorologiczne lat badań. Wykonane analizy zależności pomiędzy poziomem podstawowych czynników meteorologicznych w kolejnych fazach rozwoju roślin i występowaniem każdej z wad bulw w plonach odmian poszczególnych wczesności wykazały, że okresem, w którym stan pogody w najwyższym stopniu wpływa na występowanie w plonie bulw z deformacjami jest czas od pełni kwitnienia roślin do końca tej fazy, tj. okres początkowego, intensywnego rozwoju bulw. Stwierdzono istotną zależność pomiędzy temperaturą gleby oraz wartością współczynnika Sielianiowa w w/w okresie a udziałem bulw zdeformowanych w plonie wszystkich grup wczesności. Natomiast występowanie bulw spękanych istotnie determinowały warunki zaopatrzenia roślin w wodę w końcowej fazie ich wzrostu. Odnotowano istotne zależności pomiędzy sumami opadów oraz wartością współczynnika Sielianiowa w okresie zasychania roślin a udziałem bulw ze spękaniem. Badania wykazały, że odmiany tej samej wczesności istotnie różnią się, co do stopnia reakcji na warunki środowiska wyrażające się występowaniem w plonie bulw o wadliwym kształcie.

Słowa kluczowe: odmiany, wady kształtu bulw, warunki meteorologiczne, ziemniak

The aim of the study was to describe the influence of meteorological factors during the vegetation period on the occurrence of tuber growth cracks and tuber deformations in the potato yield cultivated in light sandy soil. We conducted an evaluation of the potato cultivars with regard to occurrence of the

tubers with these defects. In this study we used data on the share of tubers with growth cracks and tuber deformations in cultivars of different maturity groups. The tubers were collected during the experiments conducted in Potato Agronomy Department IHAR, in 2001–2011. Field trials were performed in light sandy-clay or clay soils. In all tested years, standardized and very similar agrotechnical treatments were applied. That way we could assume that the main source of variance in tuber deformations are the meteorological conditions in each year. The analyses of relationships between the meteorological factors in subsequent tuber growth phases and the occurrence of tuber deformations in cultivars of different maturity groups showed that the critical period for occurrence of tubers deformations was from full flowering to the end of flowering, that is during the early intensive phase of tuber growth. A strong relationship was found between the mean soil temperature and Sielianinow coefficient in this period and the occurrence of tuber deformations in all maturity groups of potato cultivars. Moreover, the relationship was found between total rainfall and the occurrence of tuber growth cracks in the final phase of plants' growth. There was a significant relationship between the total rainfall and Sielianinow coefficient in the period of plants' senescence and the occurrence of tuber growth cracks. The analyses showed that the cultivars of the same maturity are significantly different in response to environmental conditions expressed by the presence of potato tubers with defects.

Key words: cultivars, defects of tubers shape, meteorological factors, potato

WSTĘP

Obecność bulw z defektami kształtu wśród ziemniaków przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji utrudnia obróbkę i zwiększa ubytki w trakcie przygotowywania do spożycia. Natomiast w partiach ziemniaków przetwarzanych na cele spożywcze bulwy wadliwe ograniczają możliwość uzyskania produktu finalnego wysokiej jakości oraz pogarszają wykorzystanie surowca. Jest, zatem oczywiste, że ziemniaki na wymienione cele muszą spełniać określone wymagania dotyczące nie tylko kształtu i wielkości bulw, ale też dopuszczalnego udziału w dostarczanej partii bulw zdeformowanych i spękanych (Noordam i in., 2000; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2002; Dziennik Ustaw nr 194, 2003).

Deformacje i spękania należą do wad abiotycznych tzn. powstałych w wyniku oddziaływania czynników środowiskowych, nie mających charakteru pasożytniczego czy chorobotwórczego. Dokładne przyczyny ich powstawania wciąż jednak pozostają nieznanne. Autorzy prac dotyczących fizjologii plonowania i rozwoju bulw wykazali, że procesy prowadzące do powstawania deformacji i spękań mają miejsce w okresie nagromadzenia plonu. Najczęściej wskazywaną przyczyną jest niewłaściwe zaopatrzenie roślin w wodę (Van Loon, 1981) oraz występowanie stresu wysokiej temperatury (Gawrońska, 1998). Natomiast w świetle wyników badań agrotechnicznych czynnikiem oddziałującym na kształtowanie się morfologii bulw jest sposób przygotowania gleby (Essah i Honeycutt, 2004; Krzysztofik, 2010), oraz stosowana technologia uprawy (Nowacki, 2006).

Zdaniem wielu autorów, min. Wenera i Trętowskiego (1985) wstępowanie w plonie bulw z wadami kształtu stanowi cechę odmianową. Właściwość ta podlega jednak wyraźnej zmienności środowiskowej (Leavy i in., 1986; Jefferies i MacKerron, 1987; Lutomirska, 2003). Nie mniej genetyczna determinacja występowania wad kształtu bulw jest uwzględniana w toku prac hodowlanych, a poziom frekwencji bulw spękanych

i zdeformowanych w plonie znajduje się wśród kryteriów uwzględnionych w wymaganiach rejestracyjnych odmian ziemniaka (Metodyka COBORU, 1998).

Celem prezentowanych badań była ocena wpływ poziomu czynników meteorologicznych w okresie wegetacji na występowanie bulw spękanych i zdeformowanych w plonach ziemniaka, w warunkach uprawy na glebie lekkiej. Przeprowadzono także ocenę zróżnicowania odmian poszczególnych wczesności pod względem występowania bulw z wymienionymi defektami w plonie.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano dane dotyczące udziału bulw spękanych i zdeformowanych w plonach odmian różnej wczesności zebrane w trakcie realizacji doświadczeń odmianowych prowadzonych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB, Zakład Agronomii Ziemniaka w Jadwisinie, w 11-letnim okresie badań (lata 2001–2011). Doświadczenia polowe, z których pobierano próby do oceny wymienionych cech plonu zakładane były corocznie w obrębie tego samego kompleksu pól, na glebie bielcowej wytworzonej z piasków słabo gliniastych i gliniastych lekkich. Według kryteriów agronomicznych gleba ta należy do kompleksu żytniego dobrego. Uprawę ziemniaków prowadzono stosując standardową agrotechnikę, z zachowywaniem bardzo zbliżonego poziomu stosowanych zabiegów w kolejnych latach realizacji doświadczeń. Sadzenie ziemniaków miało miejsce w III dekadzie kwietnia, zawsze w tym samym dniu dla odmian wszystkich wczesności. Zbiory, w czasie których z każdego powtórzenia polowego pobierano próby bulw o masie ok. 8 kg przeznaczone do oceny struktury plonu oraz cech jakości bulw, przeprowadzano w pełni dojrzałości roślin danej wczesności. W ocenie występowania bulw z defektami kształtu nie uwzględniano bulw najdrobniejszych, tj. o średnicy poniżej 35 mm.

Uzyskane wyniki procentowego udziału bulw z wadą przeliczono na stopnie kątowe Bliss'a i w tej postaci poddano analizie statystycznej.

Dla realizacji pierwszego z celów badań uwzględniono dane zebrane dla 163 odmian hodowli krajowej i hodowli innych krajów europejskich. Natomiast ocenę zróżnicowania odmian poszczególnych wczesności pod względem występowania bulw z wymienionymi defektami w plonie przeprowadzono dla 88 genotypów, uwzględniono w niej, bowiem tylko te odmiany, które uczestniczyły w doświadczeniach nie mniej niż przez 3 lata. Szczegółowe dane, co do ilości materiału zebranego w kolejnych latach zawiera tabela 1.

Wartości średnie dla poszczególnych grup wczesności i lat badań wykorzystane zostały w przeprowadzonych analizach regresji z poszczególnymi czynnikami meteorologicznymi w wybranych okresach sezonu wegetacyjnego.

Dane odnośnie: opadów, średniej dobowej temperatury powietrza oraz średniej dobowej temperatury gleby na głębokości 10 cm wykorzystane w badaniach pochodziły z miejscowego punktu meteorologicznego oddalonego od pola doświadczalnego o ok. 1,5 km, w linii prostej. W oparciu o wyniki pomiaru temperatury powietrza oraz opady wyliczono wskaźnik hydrotermiczny Sieliana (K = $P \times 10 / \Sigma t$) dla odpowiednich

okresów sezonu wegetacyjnego (Molga, 1986). Wartość współczynnika Sielianinowa (K) 0,5 oznacza suszę, od 0,6 do 1,0 — posuchę, ok. 1,5 — warunki optymalne, ok. 2 — warunki wilgotne, zaś powyżej 3 — warunki skrajnie wilgotne.

Tabela 1

Zestawienie liczby odmian poszczególnych grup wczesności w latach badań
Number of cultivars of different maturity groups in the years of research

Rok badań Year of research	Bardzo wczesne Very early		Wczesne Early		Średnio wczesne Middle early		Średnio późne i późne Middle late and late		Razem odmian według miejsca wyhodowania Total cultivars depending on place of breeding		Łącznie Total
	miejsce wyhodowania place of breeding		miejsce wyhodowania place of breeding		miejsce wyhodowania place of breeding		miejsce wyhodowania place of breeding				
	p	z	p	z	p	z	p	z	p	z	
2001	8	3	4	2	27	3	24	0	63	8	71
2002	6	3	4	3	20	3	18	0	48	9	57
2003	5	5	7	4	22	3	18	0	52	12	64
2004	4	4	7	4	15	4	17	0	43	12	55
2005	4	4	7	3	11	3	15	0	37	10	47
2006	3	4	8	4	12	5	16	0	39	13	52
2007	8	2	7	6	13	3	17	3	45	14	59
2008	7	2	5	3	13	3	19	4	44	12	56
2009	7	1	4	4	14	1	21	3	46	9	55
2010	5	2	7	3	15	2	16	2	43	9	52
2011	5	1	5	2	15	1	19	2	44	6	50

Objaśnienia:

Explanations:

p — odmiany polskie; Polish cultivars

z — odmiany zagraniczne; foreign cultivars

Analizę statystyczną wyników wykonano wykorzystując program statystyczny SAS Enterprise Guide 4.3. W pierwszym etapie wykonano analizy dwuczynnikowe lata × odmiany, dla poszczególnych grup wczesności. Następnie, w celu oceny zróżnicowania odmianowego, wykonano analizy jednoczynnikowe. Istotność zróżnicowania weryfikowano procedurą porównania średnich Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zmienność występowania wad kształtu bulw

Występowanie bulw zdeformowanych jak i bulw ze spękaniem było istotnie zróżnicowane w latach badań (tab. 2 i 3).

Odnotowano również, że lata, w jakich zbierane plony wyróżniały się szczególnie niskim jak i wysokim udziałem każdej z analizowanych wad były właściwe dla określonych grup wczesności — inne w przypadku odmian bardzo wczesnych i wczesnych, a inne dla grup od dłuższym okresie wegetacji (tab. 2 i 3).

W warunkach uprawy ziemniaków na glebie lekkiej deformacje bulw stanowiły znacznie częstszą wadę niż spękania. Średni udział bulw zdeformowanych wynosił ok. 8,2% — u odmian wczesnych do 10,5% u odmian średnio późnych, natomiast bulw ze spękaniem ok. 2% — niezależnie grupy wczesności (rys. 1).

Tabela 2

Występowania bulw zdeformowanych w plonach odmian różnej wczesności w latach badań
The occurrence of tuber deformations in the yield of cultivars of different maturity groups in the years of research

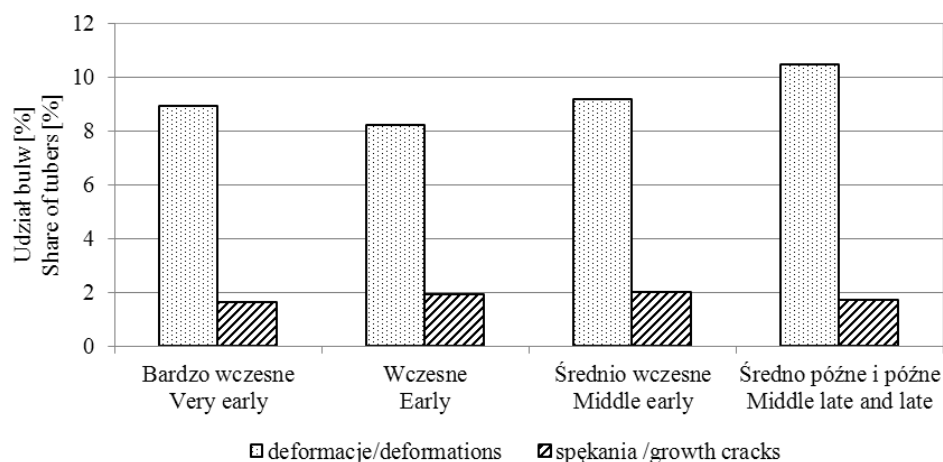
Grupa wczesności Maturity group	Rok o najniższym udziale bulw z wadą Year with the lowest share of tubers with defects	Udział bulw z wadą (% masy) Share of tubers with defects (% weight)	Rok o najwyższym udziale bulw z wadą Year with the highest share of tubers with defects	Udział bulw z wadą (% masy) Share of tubers with defects (% weight)	NIR _{0,05} dla lat (°Bliss) LSD _{0,05} for years (Bliss degree)
Bardzo wczesne Very early	2004	2,3	2009	16,0	4,6
Wczesne Early	2004	2,5	2009	15,7	0,9
Średnio wczesne Middle early	2005	4,2	2006	20,8	0,8
Średnio późne i późne Middle late and late	2005	5,4	2006	17,7	0,5

Tabela 3

Występowania bulw ze spękaniem w plonach odmian różnej wczesności w latach badań
The occurrence of tuber growth cracks in the yield of cultivars of different maturity groups in the years of research

Grupa wczesności Maturity group	Rok o najniższym udziale bulw z wadą Year with the lowest share of tubers with defects	Udział bulw z wadą (% masy) Share of tubers with defects (% weight)	Rok o najwyższym udziale bulw z wadą Year with the highest share of tubers with defects	Udział bulw z wadą (% masy) Share of tubers with defects (% weight)	NIR _{0,05} dla lat (°Bliss) LSD _{0,05} for years (Bliss degree)
Bardzo wczesne Very early	2004	0,1	2002	4,3	2,8
Wczesne Early	2004	0,0	2002	4,1	1,0
Średnio wczesne Middle early	2005	0,3	2001	5,0	0,6
Średnio późne i późne Middle late and late	2004	0,2	2011	4,7	0,5

Na częstsze występowanie deformacji niż spękań bulw wskazują też wyniki badań prowadzonych przez Nowackiego. Przedstawione przez tego autora wyniki monitoringu jakości plonu ziemniaka wskazują, że deformacje bulw stanowią znacznie większy problem niż spękania dla producentów ziemniaka w przeważającej liczbie województw (Nowacki, 2006).



Rys. 1. Udział bulw zdeformowanych i sękanych w plonie poszczególnych grup wczesności, średnia z lat 2001–2011

Fig. 1. The share of tuber deformations and tuber growth cracks in the yield of the different maturity groups, means of years 2001–2011

Wpływ warunków meteorologicznych na występowanie wad kształtu bulw

Wobec zachowania stałych warunków glebowych i agrotechnicznych we wszystkich latach realizacji doświadczeń uznano, że przyczynę zróżnicowanego udziału bulw o niewłaściwym kształcie w latach badań stanowił stan pogody w kolejnych sezonach wegetacji.

Wstępna ocena układu poszczególnych parametrów meteorologicznych w latach o skrajnie wysokim oraz najniższym poziomie notowanych wad wskazuje, że czynnikami o wyraźnym zróżnicowaniu w kolejnych miesiącach porównywanych lat były temperatura gleby i opady (tab. 4).

Tabela 4

Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji w latach o największym zróżnicowaniu występowania defektów bulw

Meteorological conditions during the vegetation period in the years when the largest differentiation of tuber defects occurred

Rok badań Year of research	Suma opadów Total rainfall (mm)				Temperatura powietrza The temperature of air (°C)				Temperatura gleby The temperature of soil (°C)			
	miesiące — months				miesiące — months				miesiące — months			
	VI	VII	VIII	IX	VI	VII	VIII	IX	VI	VII	VIII	IX
2001	68,3	103,5	33,8	74,9	14,5	20,2	18,9	11,5	18,1	23,1	23,0	15,0
2002	72,4	37,6	58,7	22,1	16,9	20,4	20,5	13,1	20,5	23,4	23,7	17,2
2004	35,1	69,3	37,0	39,8	14,9	16,8	18,5	10,2	19,6	21,3	22,7	x
2005	36,3	67,4	12,3	25,3	14,7	19,7	16,2	15,0	19,2	23,5	20,2	18,3
2006	50,9	9,2	156,1	11,5	15,9	21,9	17,0	14,9	20,9	25,4	20,9	17,9
2009	72,4	85,6	83,1	18,8	16,4	21,3	17,4	14,8	22,4	24,3	23,6	20,4
2011	44,8	278,1	57,1	18,5	17,5	17,0	17,5	13,7	21,8	19,4	19,8	16,4

Stwierdzono też, że chociaż rozkład temperatury powietrza nie wskazuje na wyraźne bezpośrednie oddziaływanie tego czynnika, to znaczną rolę mogą mieć warunki termiczno-wilgotnościowe (wyrażane współczynnikiem Sielianinowa) w istotnych dla kształtowania plonu fazach wzrostu roślin. Wykonano, zatem szereg analiz korelacji pomiędzy poziomem wymienionych czynników w kolejnych okresach rozwoju roślin (i bulw) odmian poszczególnych grup wczesności i udziałem bulw z omawianymi wadami w plonie odmian tych wczesności.

Badania te wykazały, że okresem, w którym stan warunków pogody w najwyższym stopniu wpływa na występowanie w plonie bulw z deformacjami jest czas od pełni kwitnienia roślin do jego końca, czyli faza początkowego, intensywnego rozwoju bulw. Stwierdzono istotną zależność pomiędzy temperaturą gleby w w/w okresie a udziałem bulw zdeformowanych w plonie jak i pomiędzy wartością współczynnika Sielianinowa, a występowaniem wymienionej wady. Zależność ta została udowodniona dla wszystkich grup wczesności (tab. 5).

Wykazano, że wraz ze wzrostem temperatury gleby w podanym przedziale czasu, w zakresie od 20,5°C do 25,5°C i odpowiednio współczynnika Sielianinowa od 0,3 do 3,0 zwiększał się w zbieranym plonie udział bulw o nietypowych zdeformowanych kształtach (rys. 2).

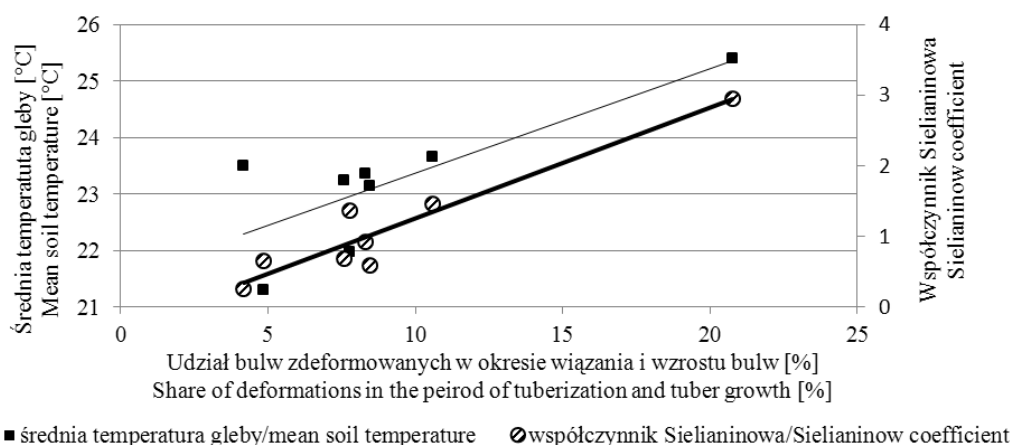
Tym samym uzyskane wyniki są zgodne z efektami prac prowadzonych w warunkach kontrolowanych, których autorzy podkreślają, że stres związany ze zbyt wysoką temperaturą powoduje u ziemniaka nie tylko ograniczenia wysokości plonu, ale także pogorszenie jego jakości, w tym cech morfologii bulw (Levy, 1986; Rykaczewska, 2004).

Tabela 5

Zależności pomiędzy poziomem czynników meteorologicznych a występowaniem bulw zdeformowanych w plonie

The relationships between the level of meteorological factors and the occurrence of tuber deformations in the yield

Faza rozwoju roślin Phase growth of plants	Czynnik meteorologiczny Meteorological factor	Zakres wartości czynnika Factor volume	Wykazane zależność Showed correlation	
			grupa wczesności maturity group	wartość współczynnika korelacji correlation coefficient
Pełnia — koniec kwitnienia Full flowering — end of flowering	Temperatura gleby (°C) Soil temperature (°C)	20,5–23,8	wczesne early	0,773
		21,3–25,4	średnio wczesne middle early	0,605
	21,3–24,8	średnio późne i późne middle late and late	0,605	
	Współczynnik Sielianinowa Sielianinow coefficient	0,3–2,3	wczesne early	0,662
		0,3–3,0	średnio wczesne middle early	0,880
		0,3–3,0	średnio późne i późne middle late and late	0,662



Rys. 2. Zależność pomiędzy średnią temperaturą gleby oraz współczynnikiem Sielianinowa w początkowym okresie wzrostu bulw a występowaniem bulw zdeformowanych w plonie odmian średnio wczesnych

Fig. 2. The relationships between the mean soil temperature and Sielianinow coefficient in the period of tuberization and tuber growth on the occurrence of tuber deformations in the yield of middle early cultivars

Tabela 6

Zależności pomiędzy poziomem czynników meteorologicznych a występowaniem bulw ze spękaniem w plonie

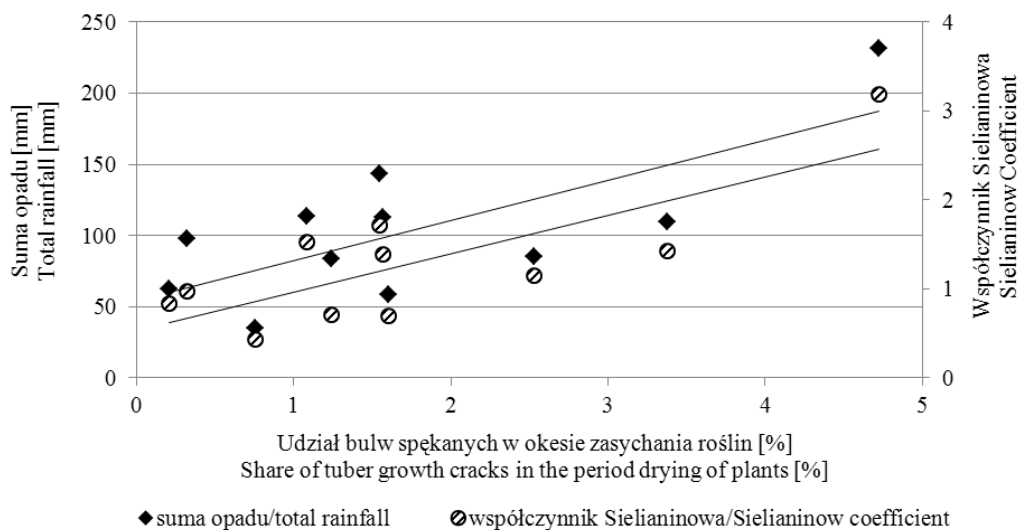
The relationships between the level of meteorological factors and the occurrence of tuber growth cracks in the yield

Faza rozwoju roślin Phase growth of plants	Czynnik meteorologiczny Meteorological factor	Zakres wartości czynnika Factor volume	Wykazana zależność Showed correlation	
			grupa wczesności maturity group	wartość współczynnika korelacji correlation coefficient
Zasychanie roślin Drying of plants	suma opadów (mm) total rainfall (mm)	8,0–116,0	wczesne early	0,558
		35,1–231,8	średnio wczesne middle early	0,504
		81,4–268,3	średnio późne i późne middle late and late	0,404
Zasychanie roślin Drying of plants	współczynnik Sielianinowa Sielianinow coefficient	0,2–3,2	wczesne early	0,524
		0,4–3,2	średnio wczesne middle early	0,554
		0,7–2,1	średnio późne i późne middle late and late	0,311

Analizy zależności pomiędzy czynnikami meteorologicznymi i występowaniem bulw spękanych wykazały natomiast, że największe znaczenie dla powstawania tego defektu bulw mają warunki związane z zaopatrzeniem roślin w wodę w końcowej fazie ich wzrostu.

Odnotowano istotne zależności pomiędzy sumami opadów w okresie zasychania roślin a udziałem bulw ze spękaniem u odmian wszystkich wczesności z wyjątkiem bardzo wczesnych (tab. 6). Czynnikiem o podobnym stopniu oddziaływania na powstawanie spękań okazał się także współczynnik Sielianinowa czyli warunki termiczno-wilgotnościowe (tab. 6).

Wykazane zostało, że w miarę wzrostu sumy opadów oraz współczynnika Sielianinowa w okresie, kiedy ma miejsce nasilenie procesów związanych z przekazywaniem do bulw substancji zgromadzonych w kończącej wegetację części nadziemnej i jednocześnie proces suberynizacji skórki przebiega bardziej intensywnie, częściej dochodzi do spękań zarówno w obrębie tworzącego się korka jak i głębiej położonych komórek miąższowych (rys. 3).



Rys. 3. Zależność pomiędzy sumą opadów oraz współczynnikiem Sielianinowa w okresie zasychania roślin a występowaniem bulw spękanych w plonie odmian średnio wczesnych

Fig. 3. The relationships between the total rainfall and the Sielianinow coefficient in the period of drying of plants on the occurrence of tuber growth cracks in yields of middle early cultivars

Powyższe zależności są, zatem w pewnym zakresie zbieżne z rezultatami doświadczeń zaprezentowanych przez badaczy ze Słowenii. Stwierdzili oni, że nasilenie spękań bulw sprzyjają krótkookresowe wahania temperatury gleby, związane z małą rozstawą redlin (Dolničar i in., 2004). W warunkach naszych badań tj. prowadzenia uprawy ziemniaka na glebie lekkiej, wzrost sum opadów powoduje na ogół większą zmienność warunków termicznych w glebie. Na wahania wilgotności gleby i związane z tym nierównomierne tempo wykorzystania wody, następujące po okresach suszy lub w okresach wysokiej temperatury, jako przyczynę zaburzeń w rozwoju bulw prowadzącą do występowania nieprawidłowości w ich kształcie wskazują też naukowcy amerykańscy (Selman i in., 2008).

Odmianowe zróżnicowanie występowania wad kształtu bulw

Przeprowadzone badania zmienności genotypowej wykazały, że odmiany każdej z grup wczesności charakteryzuje istotne zróżnicowanie, co do występowania w plonie tak bulw zdeformowanych jak i bulw ze spękaniem (tab. 7 i 8).

Tabela 7

Zróżnicowanie odmian ziemniaka pod względem występowania bulw zdeformowanych
Differentiation of potato cultivars in the incidence of tuber deformations

Grupa wczesności Maturity group	Liczba ocenianych odmian Number of evaluated cultivars	Odmiany o najniższym udziale bulw z wadą Cultivars with the lowest share of tubers with defects		Odmiany o najwyższym udziale bulw z wadą Cultivars with the highest share of tubers with defects		NIR _{p=0,05} dla grupy wczesności (°Bliss) LSD _{0,05} of maturity group (Bliss degree)
		odmiana cultivar	udział bulw z wadą (%) share of tubers with defects (%)	odmiana cultivar	udział bulw z wadą (%) share of tubers with defects (%)	
Bardzo wczesne Very early	13	Arielle	2,3	Flaming	15,7	1,2
		Velox	4,6	Felka Bona	14,4	
		Impala	5,5	Justa	12,1	
Wczesne Early	19	Gracja	2,4	Aksamitka	14,4	1,3
		Bila	4,7	Dorota	13,1	
		Ewelina	6,5	Owacja	11,6	
Średnio wczesne Middle early	29	Mors	2,4	Finezja	27,6	1,4
		Andromeda	3,4	Adam	18,4	
		Irga	3,8	Wiarus	18,2	
Średnio późne i późne Middle late and late	28	Salto	3,5	Ikar	18,9	1,2
		Sonda	5,0	Niagara	17,8	
		Pasja	5,5	Medea	15,0	

Najmniejsze różnice odmianowe, co do występowania bulw zdeformowanych odnotowano w grupie odmian wczesnych. Największy udział takich bulw stwierdzono u odmiany Gracja — 2,4%, najwyższy zaś u Aksamitki — 14,4% (tab. 7). Grupą, w której genotypowa zmienność udziału bulw zdeformowanych była najwyższa okazały się odmiany średnio wczesne, udział bulw z omawianą wadą u odmiany o najkorzystniejszym poziomie tej cechy wynosił również 2,4% — odmiana Mors ale u odmiany, u której ta cecha okazała się najmniej korzystna — Finezji znacznie więcej, bo 27,6% (tab. jw.). Odmiany o najwyższym i najniższym udziale bulw zdeformowanych wśród odmian bardzo wczesnych oraz charakteryzujących się najdłuższym okresem wegetacji to odpowiednio: bardzo wczesne Flaming i Arielle oraz późne: Ikar i Salto (tab. jw.).

Najwyższą skłonnością do powstawania spęknięć bulw charakteryzowała się późna odmiana Jasia — 9,7%, natomiast u odmian wczesnych — Rosalind i Gracja oraz późniejszych — Gandawa i Niagara nie zanotowano obecności takich bulw (tab. 8).

Tabela 8

Zróznicowanie odmian ziemniaka pod względem występowania bulw ze spękaniem
Differentiation of potato cultivars in the incidence of tuber growth cracks

Grupa wczesności Maturity group	Liczba ocenianych odmian Number of evaluated cultivars	Odmiany o najniższym udziale bulw z wadą Cultivars with the lowest share of tubers with defects		Odmiany o najwyższym udziale bulw z wadą Cultivars with the highest share of tubers with defects		NIR _{P=0,05} dla grupy wczesności (°Bliss) LSD _{0,05} of maturity group (Bliss degree)
		odmiana cultivar	udział bulw z wadą (%) share of tubers with defects (%)	odmiana cultivar	udział bulw z wadą (%) share of tubers with defects (%)	
Bardzo wczesne Very early	13	Lord	0,4	Milek	5,2	1,2
		Arielle	0,6	Molli	4,8	
		Denar	0,7	Flaming	2,5	
Wczesne Early	19	Rosalind	0,0	Ewelina	5,6	1,2
		Gracja	0,0	Bellarosa	4,9	
		Kuklik	0,1	Cyprian	3,6	
Średnio wczesne Middle early	29	Wiking	0,1	Pasat	4,2	0,9
		Elanda	0,1	Adam	4,1	
		Monsun	0,1	Zuzanna	2,3	
Średnio późne i późne Middle late and late	28	Gandawa	0,0	Jasia	9,7	1,2
		Niagara	0,0	Inwestor	5,0	
		Danusia	0,1	Pokusa	3,4	

WNIOSKI

1. Występowanie bulw zdeformowanych oraz bulw ze spękaniem w plonach okazało się istotnie uzależnione od roku uprawy i odmiany. W plonach ziemniaków z gleby lekkiej częstszą wadą kształtu bulw są deformacje.
2. Nasilenie występowania bulw z defektami kształtu w plonach z gleby lekkiej podlega silnej zmienności związanej z układem warunków meteorologicznych w kolejnych fazach rozwoju roślin (i bulw) odmian danej wczesności. Przeprowadzone analizy wykazały, że:
 - udział bulw zdeformowanych w plonie był silnie uwarunkowany temperaturą gleby oraz wartością współczynnika Sielianinowa w okresie od pełni do końca kwitnienia roślin, czyli w czasie intensywnego, początkowego przyrostu masy bulw,
 - wraz ze wzrostem sumy opadów oraz współczynnika Sielianinowa w końcowym okresie gromadzenia masy plonu (faza zasychania roślin) zwiększał się udział bulw spękanych w plonie odmian wczesnych, średnio wczesnych a także średnio późnych i późnych.
3. Odmiany należące do poszczególnych grup wczesności były istotnie zróżnicowane pod względem występowania bulw zdeformowanych i spękanych w plonie. Najwięcej bulw spękanych odnotowano u odmiany Jasia, natomiast odmiany Finezja, Adam i Ikar okazała się najbardziej skłonne do tworzenia bulw zdeformowanych.

LITERATURA

- Dolničar P., Vučajnk, F., Godeša T., Bernik R. 2004. The effect of stress conditions and production technologies on non-parasitic defects of potato tubers. Conf. paper: Novi izzivi v poljedelstvu. Zbornik simpozija, Ljubljana, Slovenia 13-14 decembra 2004: 227.
- Gawrońska H. 1998. Wytwarzanie i dystrybucja biomasy u ziemniaka *Solanum tuberosum* L. w zróżnicowanych warunkach środowiska. Fundacja Rozwój SGGW Warszawa: 95.
- Jefferies R. A., Mackerron D. K. L. 1987. Observations on the incidence of tuber growth cracking in relation to weather patterns. *Potato Res.* 30: 613 — 623.
- Krzysztofik B. 2010. Wpływ sposobu uprawy roli na niektóre cechy trzech odmian ziemniaka. *Zeszyty Prob. Post. Nauk Rol.* 557: 183 — 192.
- Levy D. 1986. Genotypic variation in response of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to high ambient temperature and water deficit. *Field Crops Res.* 15: 85 — 96.
- Levy D., Livesku L., Van der Zaag. 1986. Double cropping of potatoes in a semi-arid environment: the association of ground cover with tuber yields. *Potato Res.* 29: 437 — 449.
- Lutomirska B. 2003. Rola odmiany jako czynnika warunkującego plonowanie i cechy jakości bulw. *Mat. z Konf. Nauk., Znaczenie odmiany w agrotechnice i przechowalnictwie ziemniaka. Jadwisin:* 36.
- Loon van C. D. 1981. The effect of water-stress on potato growth, development and yield. *Am. Potato J.* 58: 51 — 69.
- Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. *Ziemniak. Oprac. Kamasa J. COBORU. Słupia Wielka* 1998. 12.
- Molga M. 1986. Podstawy klimatologii rolniczej. *PWRL Warszawa:* 544 — 547.
- Noordam J. C., Otten G.W., Timmermans A. J. M., van Zwol B. H. 2000. High-speed potato grading and quality inspection based on a color vision system. *Machine Vision Applications in Industrial Inspection VIII*, Kenneth W. Tobin; Ed. Proc. SPIE: 3966: 206 — 217.
- Nowacki W. 2006. Straty plonu handlowego ziemniaków powodowane przez choroby i szkodniki w 2005 roku. *Postęp w Ochronie Roślin.* 46 (1): 195 — 201.
- Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej ziemniaków (Dziennik Ustaw z dnia 29 października 2003 roku, nr 194, poz. 1899, 1900, 1901).
- Selman L., Andrews N., Stone A., Mosley A. 2008. What's Wrong with my Potato Tubers? EM 8948-E, January: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/em/em8948-e.pdf>
- Werner E., Trętowski J. 1985. *Ziemniak jadalny. Biologia ziemniaka.* PWN Warszawa: 254 — 265.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2002. Normy i wymagania ziemniaków jadalnych oraz do przetwórstwa spożywczego. *Produkcja i rynek ziemniaków jadalnych. Pod redakcją J. Chotkowskiego. Warszawa "Wiś Jutra":* 183 — 192.