

WPLYW WYSOKOŚCI REDLINY I TEMPERATURY ZBIORU NA WYSTĘPOWANIE WAD ZEWNĘTRZNYCH BULW ZIEMNIAKA

KATARZYNA RYMUZA¹, ANTONI BOMBIK, DARIUSZ STOPA

*Katedra Metod Ilościowych i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny
w Siedlcach, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce*

Synopsis. W pracy przedstawiono trzyletnie (2004–2006) wyniki badań dotyczących wpływu kształtu redliny i terminu zbioru, określonego temperaturą gleby na występowanie wad zewnętrznych bulw ziemniaka. Doświadczenie polowe założono w układzie split-split-plot w 4 powtórzeniach w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Dużą rolę w kształtowaniu plonu bulw zazieleniałych udziału bulw zdeformowanych oraz wskaźnika uszkodzeń mechanicznych odgrywały warunki środowiskowe w okresie wegetacji, czynnik odmianowy, kształt redliny i temperatura zbioru. Lata, czynnik odmianowy oraz termin zbioru modyfikowały masę bulw zazieleniałych. Najmniej bulw zazieleniałych zebrano w roku o najwyższych opadach oraz wówczas gdy termin zbioru odbywała się przy temperaturze gleby 16°C. Najmniej bulw zdeformowanych podobnie jak i uszkodzonych mechanicznie zebrano w latach o najniższej sumie opadów. Odmiana Żagiel charakteryzowała się najmniejszą skłonnością do deformacji i uszkodzeń mechanicznych.

Słowa kluczowe: uszkodzenia bulw, deformacje, wskaźnik uszkodzeń mechanicznych, zazielenienie

WSTĘP

Ziemniak przeznaczony do bezpośredniego spożycia lub do przetwórstwa spożywczego musi spełniać określone wymagania jakościowe, zapewniające jego zbytni [Lutomiska 2006, Zarzecka i in. 2013, Zarzyńska i Goliszewski 2012]. Do widocznych wad bulw obniżających poziom uzyskanego plonu handlowego należą m.in.: bulwy drobne, zazielenienia bulw, deformacje, silne spękania fizjologiczne, uszkodzenia mechaniczne, uszkodzenia powodowane przez szkodniki glebowe. Wady te powstają na wszystkich etapach produkcji ziemniaka a ich stopień zależy od wzrostu mechanizacji [Krzysztofik 2013]. Według wielu autorów powstawanie zewnętrznych wad bulw ziemniaka jest determinowane czynnikami związanymi z odmianą, przebiegiem warunków pogodowych w czasie wegetacji oraz agrotechniką [Krzysztofik i in. 2009, Lutomińska i Jankowska 2012, Lutomińska i in. 2013, Trawczyński 2013, Zarzecka i in. 2013]. Temperatura gleby jest jednym z czynników charakteryzujących termin zbioru ziemniaka, który decyduje o ilości i jakości uzyskanego plonu bulw [Bombik i in. 2013a, 2013b, Marks i in. 1993, Rymuza i in. 2015]. Przy niskiej temperaturze gleby naskórek bulw staje się mniej elastyczny i w większym stopniu jest narażony na uszkodzenia przez elementy kopaczek lub kombajnów.

Kształt redliny decyduje również o jakości plonu i kosztach produkcji. Według Jabłońskiego [1993] właściwie ukształtowana redlina powinna mieć kształt spłaszczonego stożka i być dość szeroka, aby nie następowało jej przesuszanie. W prawidłowo uformowanych redlinach występują dobre warunki wzrostu stolonów oraz tuberyzacji a w plonie jest mało bulw zazielenionych i zdeformowanych [Krzysztofik i Nawara 2007].

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: katarzyna.rymuza@uph.edu.pl

Celem pracy było zbadanie wpływu kształtu (wysokości) redliny i terminu zbioru, określonego temperaturą gleby, na występowanie wad zewnętrznych bulw ziemniaka: zazielenienie, deformacje i wskaźnik uszkodzeń mechanicznych.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004–2006, w Rolniczej Stacji Doświadczalnej (RSD) w Zawadach (52°03' N, 22°33' E) należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach na glebie należącej do rzędu gleb płowoziemnych i typu gleby płowej, klasy bonitacyjnej IVb.

W trzyletnim okresie badań każdy sezon wegetacyjny charakteryzował się zróżnicowanymi warunkami rozwoju i plonowania ziemniaka. Wartości współczynników hydrotermicznych Sielianinowa wskazują, że lata 2004 i 2006 były latami wilgotnymi (tab. 1). W roku 2004 średnie temperatury w poszczególnych miesiącach wegetacji odchyłały się w niewielkim stopniu od średnich temperatur z wielolecia, a rozkład opadów w okresie gromadzenia plonu był dość równomierny. Rozkład temperatur w drugim roku badań sprzyjał rozwojowi ziemniaka, natomiast niekorzystne były warunki wilgotnościowe. W 2006 roku średnie temperatury oscylowały wokół średniej wieloletniej. Okres wegetacji w roku 2006 charakteryzował się najwyższą sumą opadów a opady te były nierównomiernie rozłożone w czasie.

Tabela 1. Temperatura powietrza, sumy opadów oraz wartości współczynnika Sielianinowa w okresie prowadzenia badań

Table 1. Temperature, precipitation and Sielianinov's coefficients value during the study period

Lata – Years	Miesiące – Month					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Opady – Precipitation						
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5
2005	12,3	64,7	44,1	86,5	45,4	15,8
2006	29,8	39,6	24,0	16,2	227,6	20,9
1990–2003	39,2	42,2	48,0	65,2	41,7	51,9
Temperatura – Temperature						
2004	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	8,0
2005	8,6	13,0	15,9	20,2	17,5	15,0
2006	8,4	13,6	17,2	22,3	18,0	8,4
1990–2003	8,3	14,4	17,7	19,9	19,1	8,3
Wartość współczynnika Sielianinowa – Value of Sielianinov's coefficients						
2004	1,49	2,70	1,14	0,90	1,14	0,50
2005	0,47	1,60	0,92	1,38	0,83	0,35
2006	1,18	0,93	0,46	0,23	4,08	0,45

0,50 silna posucha – very drought, 0,50–0,69 posucha – drought, 0,70–0,99 słaba posucha – slightly drought, ≥ 1 brak posuchy; według Baca i in. [1980] – according to Bac et al [1980]

Doświadczenie założono w układzie split-split-plot w 4 powtórzeniach, jako doświadczenie trójczynnikowe, zgodnie z założeniami przedstawionymi w pracy Trętowskiego i Wójcika (1991). Badanymi czynnikami, były: odmiany ziemniaka jadalnego (czynnik A): Sante, Romula, Żagiel; rodzaje redlin (czynnik B): redlina płaska (16 cm), redlina średnia (typowa) – (20 cm), redlina wysoka (24 cm); termin zbioru (C), określony na podstawie średniej temperatury gleby (16, 12 oraz 8°C) z 3 kolejnych dni poprzedzających zbiór bulw ziemniaka, mierzonej o godzinie 8⁰⁰ rano, na głębokości 10 cm.

W pracy przeanalizowano wpływ czynników doświadczenia na masę bulw zazieleniałych, zdeformowanych oraz wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych. Za bulwy zazieleniałe przyjęto u których powierzchnia zazielenienia była większa od 20%. Ocenę wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka przeprowadzono po 3 dniach od zbioru. Próby przed badaniem umyto i obsuszono, a następnie bulwy poddawano szczegółowym oględzinom i kwalifikowano do jednej z czterech grup (klas): I – nieuszkodzone, II – uszkodzone lekko (zadrażnienia miąższu do 1,7 mm głębokości), III – uszkodzone średnio (zadrażnienia miąższu od 1,7 do 5,0 mm), IV – uszkodzone ciężko (zadrażnienia miąższu głębsze od 5,0 mm).

Głębokość uszkodzeń ustalano przy pomocy nożyka do obierania ziemniaków, mającego szczelinę 1,7 mm, przez ścinanie odpowiedniej liczby skrawków w zranionym miejscu.

Dla każdej klasy uszkodzeń podano liczbę bulw oraz ich masę w kilogramach, a następnie obliczono procentowy wskaźnik uszkodzeń mechanicznych, zgodnie z metodyką zalecaną przez Roztropowicz [1999], według wzoru:

$$W = C + 0,3 S + 0,1 L,$$

gdzie: C – % masy bulw ciężko uszkodzonych, S – % masy bulw średnio uszkodzonych, L – % masy bulw lekko uszkodzonych.

Wyniki doświadczenia opracowano statystycznie, wykorzystując w tym celu analizę wariancji zgodnie z modelem stałym [Trętowski i Wójcik 1991]:

$$y_{ijlp} = m + a_i + g_j + e_{ij}^{1/1} + b_l + ab_{il} + e_{ijl}^{2/2} + c_p + ac_{ip} + bc_{lp} + abc_{ilp} + e_{ijlp}^{3/3},$$

gdzie: y_{ijlp} – wartość badanej cechy dla i-tego poziomu czynnika A, l-tego poziomu czynnika B, p-tego poziomu czynnika C w j-tym bloku (powtórzeniu), m – średnia układu doświadczalnego (populacji), a_i , b_l , c_p – odpowiednie efekty główne badanych czynników, g_j – efekt j-tego bloku, ab_{il} , ac_{ip} , bc_{lp} – odpowiednie efekty interakcji 2 czynników, abc_{ilp} – efekt interakcji 3 czynników, $e_{ij}^{1/1}$, $e_{ijl}^{2/2}$, $e_{ijlp}^{3/3}$ – efekty losowe, o których założono, że są jednorodnie i mają rozkład normalny.

Do porównania średnich oraz oceny interakcji wykorzystano najmniejsze istotne różnice (NIR), których wartości obliczono w oparciu o test Tukeya przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. Do zbadania charakteru wpływu temperatury gleby podczas zbioru oraz kształtu redliny na badane cechy wykorzystano wielomiany ortogonalne. Badane czynniki ilościowe w doświadczeniu występowały w 3 poziomach, w związku z tym ich wpływ mógł mieć charakter liniowy lub paraboliczny. Analizę charakteru wpływu czynników ilościowych na badane cechy przeprowadzono zgodnie z modelem regresji prostej i wielomianowej, w której estymuje się funkcję regresji na podstawie danych empirycznych [Trętowski i Wójcik 1991]. Do obliczeń wykorzystano program Statistica 6.0 oraz program własny (arkusz obliczeniowy) utworzony w EXCEL 2003.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zazielenienie bulw zależało od lat badań, odmian i terminów zbioru. Wystąpiła również istotna interakcja sezonów wegetacyjnych i odmian, odmian i kształtu redliny oraz kształtu redliny i terminów zbioru. Zielenienie bulw jest zjawiskiem bardzo niekorzystnym, które po-

woduje, że bulwy nie nadają się do konsumpcji, a nawet na paszę [Krzewińska i Michałowska 2014, Trawczyński i Wierzbicka 2011, Zarzecka i in. 2013].

Najmniej bulw zazieleniałych znajdowało się w plonie zebrany w 2006 roku, najwięcej w 2004 roku (tab. 2). Najmniej bulw zazieleniałych zebrano więc w roku o najwyższych opadach. Niezależnie od lat badań, odmiany Sante i Żagiel charakteryzowały się około 2-krotnie mniejszą masą bulw zazieleniałych niż odmiana Romula. W pierwszym roku badań istotnie mniejszą masą bulw zazieleniałych charakteryzowała się odmiana Sante niż pozostałe odmiany. W drugim roku prowadzenia doświadczenia istotnie mniej bulw z tą wadą znajdowało się w plonie odmiany Sante i Żagiel niż u odmiany Romula. W ostatnim roku badań w plonie wszystkich odmian znajdowała się porównywalna masa bulw zazieleniałych. Jak podaje Reeves [1988] cecha zielenienia bulw jest powszechna i dotychczas nie wyhodowano odmiany, której bulwy nie zielenieją pod wpływem światła, chociaż występuje wyraźne zróżnicowanie odmian pod względem tej cechy, co potwierdzają badania Jankowskiej i Lutomirskiej [2014].

Tabela 2. Masa bulw zazieleniałych ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od sezonu wegetacyjnego i odmian ziemniaka
Table 2. Weight of tubers that turned green ($t \cdot ha^{-1}$) depending on the growing season and potato cultivar

Lata – Years	Odmiana – Cultivar			Średnia Mean
	Sante	Romula	Żagiel	
2004	0,67	1,43	1,24	1,11
2005	0,28	1,37	0,50	0,72
2006	0,25	0,26	0,20	0,24
Mean	0,40	1,02	0,64	–
NIR _{0,05} –HSD _{0,05} : lata – years – 0,27; odmiany – cultivar – 0,27; lata x odmiany – years x cultivar – 0,47				

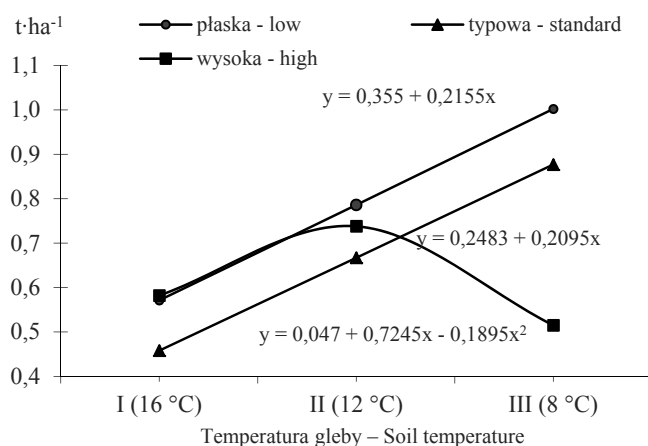
Istotnie mniejszą masę bulw zazieleniałych zebrano w pierwszym niż w trzecim terminie zbioru. Najmniej tych bulw było w plonie zebrany najwcześniej, tj. przy temperaturze gleby 16°C (tab. 3). Może to wynikać z faktu, że wraz z opóźnieniem terminu zbioru następowało powiększanie masy bulw i ich wypychanie na zewnątrz redliny, przez co więcej bulw było narażonych na działanie promieni słonecznych. Jednocześnie następować mogło bardziej intensywne rozmywanie redlin przez opady atmosferyczne. To wszystko mogło wpływać na większą masę bulw zazieleniałych, jaka znajdowała się w plonie zebrany najpóźniej.

Ziemniak wymaga gleb pulchnych, przewiewnych i dostatecznie uwilgotnionych [Piskier 2004]. Według Jabłońskiego [1993] właściwie ukształtowana redlina warunkuje niewielką liczbę bulw zazielenionych. Potwierdzają to badania Chmielnickiego [1987], w których na udział bulw zazielenionych w plonie, istotnie wpływała wysokość redliny oraz występowanie współdziałania pomiędzy rozstawem a wysokością redliny. Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych z tym, że wpływ redliny ujawnił się w interakcji z terminem zbioru i odmianą. Przy uprawie ziemniaka w redlinie płaskiej istotnie mniej bulw zazieleniałych znajdowało się w plonie zebrany w pierwszym i drugim niż w trzecim terminie zbioru. W redlinie typowej istotnie mniejszą masę bulw z tą wadą zebrano w pierwszym niż w trzecim terminie zbioru. Natomiast masa bulw zazieleniałych zebrana z redliny wysokiej w poszczególnych terminach była zbliżona (tab. 3). Badanie charakteru wpływu wykazało liniową zależność masy bulw zazieleniałych od kształtu redliny płaskiej i typowej oraz terminu zbioru (rys. 1). Przy uprawie ziemniaka

Tabela 3. Masa bulw zazieleniałych ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od kształtu redliny (cm) i terminu zbioru ($^{\circ}C$)
 Table 3. Weight of tubers that turned green ($t \cdot ha^{-1}$) depending on the ridge shape (cm) and harvest date ($^{\circ}C$)

Wysokość redliny Ridge shape	Termin zbioru (temperatura gleby) Harvest date (soil temperature)			Średnia Mean
	I (16 $^{\circ}C$)	II (12 $^{\circ}C$)	III (8 $^{\circ}C$)	
Płaska – Low (16 cm)	0,64	0,65	1,07	0,79
Typowa – Standard (20 cm)	0,47	0,65	0,89	0,67
Wysoka – High (24 cm)	0,58	0,74	0,52	0,61
Średnia – Mean	0,56	0,68	0,82	–

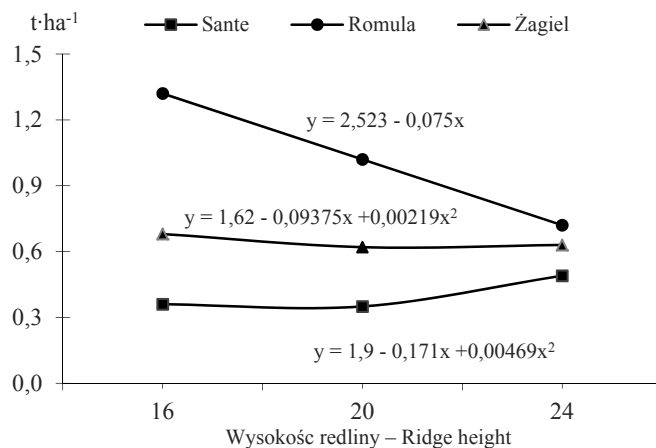
NIR_{0,05}–HSD_{0,05}: termin zbioru – harvest dates – 0,22; kształt redliny x terminy zbioru – ridge shapes x harvest dates – 0,38



Rys. 1. Zależność masy bulw zazieleniałych ($t \cdot ha^{-1}$) od kształtu redliny (cm) i terminu zbioru ($^{\circ}C$)
 Fig. 1. Relationship between the weight of green tubers ($t \cdot ha^{-1}$), ridge shape (cm) and harvest date ($^{\circ}C$)

w redlinie płaskiej i typowej wraz z kolejnym terminem zbioru masa ta wzrastała odpowiednio o: 0,216 i 0,210 $t \cdot ha^{-1}$. Istotnie mniejsza masa bulw zazieleniałych odmiany Romula znajdowała się w plonie zebranym z redliny wysokiej niż z redliny płaskiej. Wzrost wysokości redliny o 1 cm powodował zmniejszenie masy bulw zazieleniałych tej odmiany o 0,075 $t \cdot ha^{-1}$ (rys. 2). Pozostałe odmiany, bez względu na kształt redliny, charakteryzowały się podobną masą bulw zazieleniałych (tab. 4).

Poważną wadą bulw ziemniaka są deformacje jej kształtu. W badaniach prowadzonych przez Krzysztofik i in. [2004] udział bulw zdeformowanych w plonie zależał istotnie od odmiany, a udział bulw kształtnych w plonie handlowym wahał się na poziomie około 50%. Podobne zależności uzyskano w badaniach własnych. Udział bulw z deformacjami w plonie ogólnym determinowany był przez sezony wegetacyjne i odmiany. Wystąpiła również interakcja po-



Rys. 2. Zależność masy bulw zazieleniałych (t·ha⁻¹) od odmiany i kształtu redliny (cm)
 Fig. 2. Relationship between the weight of green tubers (t·ha⁻¹), potato cultivar and ridge shape (cm)

Tabela 4. Masa bulw zazieleniałych (t·ha⁻¹) w zależności od odmiany i kształtu redliny (cm)
 Table 4. Weight of tubers that turned green (t·ha⁻¹) depending on the ridge shape (cm) and potato cultivar

Wysokość redliny – Ridge shape	Odmiana – Cultivar		
	Sante	Romula	Żagiel
Płaska (16 cm) – Low (16 cm)	0,36	1,32	0,68
Typowa (20 cm) – Standard (20 cm)	0,35	1,03	0,62
Wysoka (24 cm) – High (24 cm)	0,49	0,72	0,63
NIR _{0,05} –HSD _{0,05} : odmiany x kształt redliny – cultivars x ridge shapes – 0,41			

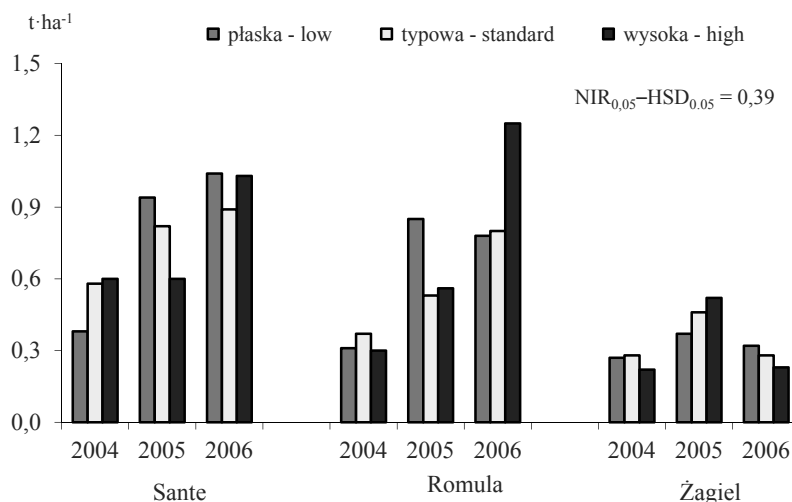
między sezonami wegetacyjnymi, odmianami i kształtem redliny. Przeciętnie, niezależnie od odmiany, istotnie mniejsza masa bulw zdeformowanych w plonie wystąpiła w 2004 roku niż w latach pozostałych (tab. 5). Najwięcej bulw z tą wadą wystąpiło w sezonie wegetacyjnym 2006 charakteryzującym się najwyższą sumą opadów (358,1 mm). Nadmierne opady, jakie wystąpiły w miesiącu sierpniu (227,6 mm), spowodowały wtórny przyrost bulw po wcześniejszym, długim okresie suszy. Z pracy Nowackiego [2002] wynika, że większa ilość bulw z deformacjami kształtu wystąpiła w sezonie z sumą opadów 403 mm i średniej temperaturze 14,4°C niż w sezonie o opadach wynoszących 239 mm i temperaturze 14,7°C. Lutomirska i Jankowska [2012] zauważyły również, że wraz ze wzrostem współczynnika Sielianinowa od 0,3 do 3,0 wzrasta istotnie liczba deformacji bulw. Nadmierna ilość opadów w końcowym okresie rozwoju roślin determinowała występowanie bulw spękanych.

Odmiana Żagiel charakteryzowała się istotnie mniejszą skłonnością do deformacji niż Sante i Romula. Odmiana Romula w 2006 roku charakteryzowała się istotnie mniejszą masą bulw z deformacjami z redliny płaskiej i typowej niż z redliny wysokiej (rys. 3). Bez względu na

Tabela 5. Masa bulw zdeformowanych ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od sezonu wegetacyjnego i odmiany ziemniakaTable 5. Weight of deformed tubers ($t \cdot ha^{-1}$) depending on the growing season and potato cultivar

Lata – Years	Odmiana – Cultivar			Średnia Mean
	Sante	Romula	Żagiel	
2004	0,52	0,33	0,26	0,37
2005	0,79	0,65	0,45	0,63
2006	0,99	0,94	0,28	0,74
Średnia – Mean	0,77	0,64	0,33	–

NIR_{0,05}–HSD_{0,05}: lata – years – 0,20; odmiany – cultivars – 0,20

Rys. 3. Wpływ sezonów wegetacyjnych, odmiany i kształtu redliny (cm) na masę bulw zdeformowanych ($t \cdot ha^{-1}$)Fig. 3. The effect of the growing season, potato cultivar and ridge shape (cm) on the weight of deformed tubers ($t \cdot ha^{-1}$)

sezon wegetacyjny i kształt redliny odmiany Sante i Żagiel zawierały w plonie porównywalną masę bulw zdeformowanych.

Wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw zależała od lat badań, czynnika odmianowego i terminu zbioru. Istotna okazała się również interakcja pomiędzy sezonami wegetacyjnymi, kształtem redliny i terminem zbioru. Istotnie mniejszą wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw stwierdzono w 2005 (5,3%) i 2006 (4,2%) niż w 2004 roku (7,1%) (tab. 6). Nadmierne opady występujące we wrześniu wpłynęły bezpośrednio na podniesienie wilgotności gleby w okresie zbioru, co mogło być przyczyną zwiększenia uszkodzeń mechanicznych bulw. Z badań Marksa i Sobola [1998] wynika, że najwięcej uszkodzeń mechanicznych bulw

Tabela 6. Wskaźnik uszkodzeń mechanicznych bulw (w %) w zależności od sezonu wegetacyjnego i odmiany ziemniaka

Table 6. Index of mechanical injuries of tubers (%) depending on the growing season and potato cultivar

Lata – Years	Odmiana – Cultivar			Średnia Mean
	Sante	Romula	Żagiel	
2004	5,1	6,9	9,2	7,1
2005	4,9	4,7	6,4	5,3
2006	4,0	3,3	5,3	4,2
Średnia – Mean	4,7	5,0	7,0	–

NIR_{0,05}_HSD_{0,05}: lata – years – 1,5; odmiany – cultivars – 1,5

zanotowano w roku o największych opadach i najniższych temperaturach w okresie wegetacji. Potwierdzają to wyniki badań własnych. W roku o najniższej wartości współczynnika Sielianinowa, wynikającej z małych opadów w okresie wegetacyjnym i wysokich temperatur, wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw była najniższa. W roku o najwyższej wartości współczynnika hydrotermicznego (suma opadów była najwyższa w całym doświadczeniu) uszkodzonych bulw było najwięcej. Odmiany Sante i Romula charakteryzowały się istotnie niższą wartością wskaźnika uszkodzeń (w granicach 2%) niż odmiana Żagiel (tab. 6). Istotnie niższa wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw była w plonie zebranym w pierwszym niż w terminach późniejszych (tab. 7). Analiza z wykorzystaniem wielomianów ortogonalnych wy-

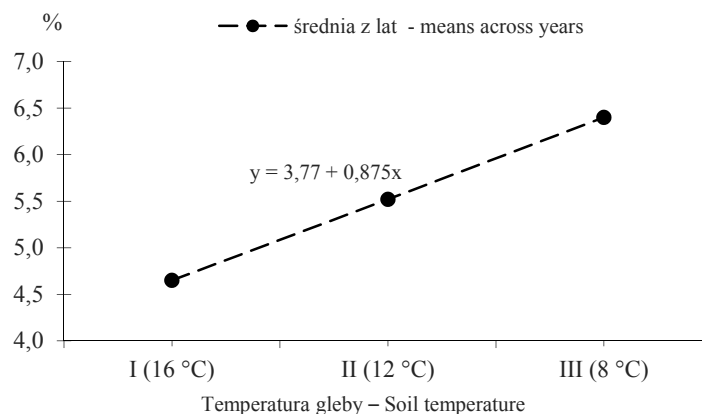
Tabela 7. Wskaźnik uszkodzeń mechanicznych bulw (%) w zależności od sezonu wegetacyjnego i terminu zbioru (°C)

Table 7. Index of mechanical injuries of tubers (%) depending on the growing season and harvest date (°C)

Lata – Years	Termin zbioru (temperatura gleby) – Harvest date (soil temperature)		
	I (16°C)	II (12°C)	III (8°C)
2004	5,6	7,3	8,4
2005	4,1	5,9	6,0
2006	4,0	4,2	4,4
Średnia – Mean	4,5	5,8	6,3

NIR_{0,05}_HSD_{0,05}: termin zbioru – harvest date – 1,0

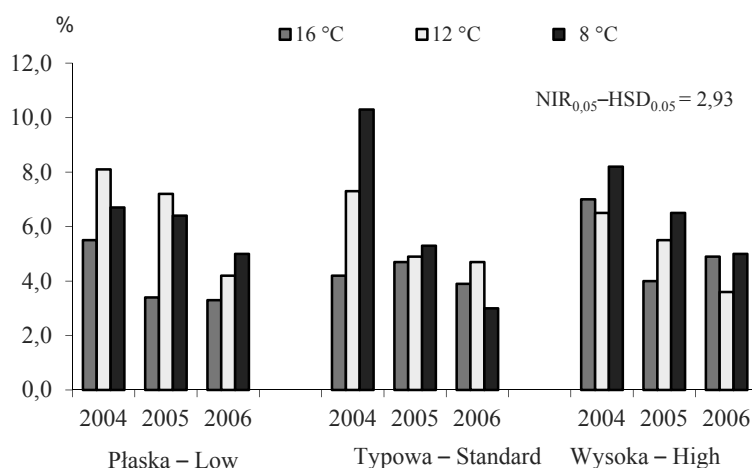
kazała liniową zależność wartości wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw od terminu zbioru. Wraz z opóźnieniem terminu zbioru wskaźnik uszkodzeń mechanicznych bulw w kolejnych terminach wzrastał o około 0,88% (rys. 4). Podobne wyniki uzyskali również Marks i Sobol [1998]. W przeprowadzonym doświadczeniu udowodnili, że bulwy zbierane przy temperaturze 11°C były mocniej uszkodzane niż przy zbiorze w temperaturze gleby 14°C.



Rys. 4. Zależność pomiędzy wartością wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw (%) a terminem zbioru (°C)

Fig. 4. Relationship between values of the index of mechanical injuries of tubers (%) and harvest date (°C)

Przy produkcji ziemniaka w redlinie płaskiej w 2005 roku istotnie niższa wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych przypadła na plon zebrany w pierwszym terminie niż w pozostałych terminach (rys. 5). Przy uprawie ziemniaka w redlinie typowej w 2004 roku wystąpiły istotne różnice pomiędzy wartościami wskaźnika uszkodzeń w poszczególnych terminach zbioru. Najniższym wskaźnikiem uszkodzeń charakteryzował się plon zebrany w pierwszym terminie zbioru, przy temperaturze gleby 16° C. W kolejnych terminach, wraz z obniżeniem temperatury



Rys. 5. Wpływ sezonów wegetacyjnych, kształtu redliny (cm) i terminu zbioru (°C) na wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw (%).

Fig. 5. The effect of the growing season, ridge shape (cm) and harvest date (°C) on the index of mechanical injuries of tubers (%)

zbioru, wskaźnik uszkodzeń mechanicznych bulw wzrastał. Przy produkcji ziemniaka w redlinie wysokiej nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy wartościami wskaźnika uszkodzeń dla poszczególnych terminów zbioru we wszystkich latach badań.

Na podstawie otrzymanych wyników badań można stwierdzić, że każdy z badanych czynników wnosi pewną informację do praktyki produkcji ziemniaka wysokiej jakości. Duże możliwości w uzyskiwaniu wysokiego plonu ziemniaka dobrej jakości tkwią głównie w agrotechnice, a jak pokazują wyniki badań własnych m.in.: we właściwym kształcie redliny oraz w optymalnie dobranym terminie zbioru, opisanym temperaturą gleby. Uzyskane w pracy wyniki mogą posłużyć do zaleceń praktycznych dla rolników, jak również mogą być wykorzystane bezpośrednio do dalszych prac badawczych nad poszukiwaniem optymalnych metod produkcji ziemniaka.

WNIOSKI

1. Lata, czynnik odmianowy oraz termin zbioru modyfikowały masę bulw zazieleniałych. Najmniej bulw zazieleniałych zebrano w roku o najwyższych opadach oraz wówczas gdy termin zbioru odbywał się przy temperaturze gleby 16°C.
2. Udział bulw z deformacjami w plonie ogólnym determinowany był przez sezony wegetacyjne i odmiany. Przeciętnie, niezależnie od odmiany najwięcej bulw z tą wadą wystąpiło w sezonie charakteryzującym się najwyższą sumą opadów. Odmiana Żagiel charakteryzowała się istotnie mniejszą skłonnością do deformacji niż Sante i Romula.
3. Wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka zależała od warunków wegetacji, odmiany i temperatury gleby w czasie zbioru. W sezonie wegetacyjnym charakteryzującym się najwyższymi opadami wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych była najniższa. Najbardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne okazały się bulwy odmiany Żagiel. Wraz z obniżaniem temperatury gleby w czasie zbioru wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych wzrastała.

PIŚMIENNICTWO

- Bombik A., Rymuza K., Stopa D. 2013a. Potato yield depending on ridge shape and harvest time. Part I. Total and commercial tuber yield. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 12(4): 31–43.
- Bombik A., Rymuza K., Stopa D. 2013b. Potato yield depending on ridge shape and harvest time. Part II. The yield of tuber fractions. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 12(4): 45–57.
- Chmielnicki J.W. 1987. Wpływ kształtu redlin i głębokości sadzenia na warunki wzrostu roślin, rozmieszczenie gniazd bulw i plonowanie ziemniaków (cz. I). *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 107(2): 85–101.
- Jabłoński K. 1993. Pielęgnacja. W: *Produkcja ziemniaków*, Technologia – Ekonomia – Marketing. Chotkowski J. (red.). Wyd. IHAR Bonin: 33–36.
- Jankowska J., Lutomirska B. 2014. Czynniki środowiska determinujące występowanie spękań i deformacji bulw ziemniaka. *Ziem. Pol.* 4: 18–25.
- Krzewińska A., Michałowska D. 2013. Ziemniak na talerzu – ile o nim wiemy. *Ziem. Pol.* 2: 54–58.
- Krzysztofik B. 2013. Wpływ technologii zbioru na wartość indeksu mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka. *Inż. Rol.* 3(146): 179–118.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D. 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. *Inż. Rol.* 5(114): 123–129.
- Krzysztofik B., Nawara P. 2007. Wpływ rozłogu bulw pod krzakiem ziemniaka na ich cechy jakościowe. *Acta Agrophys.* 9(3): 665–672.
- Krzysztofik B., Nawara P., Szczówka P. 2004. Nakłady energetyczne poniesione przy obieraniu mechanicznym bulw ziemniaka. *Inż. Rol.* 3(58): 267–275.

- Lutomirska B., Jankowska J. 2012. Występowanie deformacji i spękań bulw ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych i odmiany. *Biul. IHAR* 266:131–142.
- Lutomirska B., Szutkowska B., Nowacki W., Pietraszko M., Jankowska J. 2013. Występowanie wad kształtu bulw w plonie odmian i zaawansowanych materiałów hodowlanych ziemniaka. *Biul. IHAR* 267: 121–130.
- Marks N., Baran P., Sobol Z. 1993. Wpływ rozkładu temperatur w okresie wegetacji na wielkość mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 408: 329–338.
- Marks N., Sobol Z. 1998. Wpływ metod uprawy i pielęgnacji na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka podczas zbioru. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 343, *Tech. Rol.* 16: 27–38.
- Nowacki W. 2002. Parametry jakości ziemniaka konfekcjonowanego, genetyczne i środowiskowe ich uwarunkowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 335–345.
- Piskier T., 2004. Możliwości uproszczenia wiosennej uprawy roli pod ziemniaki. *Ziem. Pol.* 1: 17–20.
- Reeves A.F. 1988. Varietal differences in potato tuber greening. *Am. Potato J.* 65: 651–658.
- Roztropowicz S. (red.). 1999. *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem.* IHAR, Oddz. w Jadwisinie, ss. 50.
- Rymuza K., Pawlonka Z., Stopa D., Starczewski K., Bombik A. 2015. The effect of ridge height and harvest date on edible potato. *Bulg. J. Agri. Scien.* 21(3): 611–617.
- Trawczyński C. 2013. Wybrane czynniki kształtujące wielkość plonu handlowego trzech odmian ziemniaka w latach 2012–2012. *Ziem. Pol.* 3: 29–33.
- Trawczyński C., Wierzbička A. 2011. Odmianowe i środowiskowe zróżnicowanie zawartości glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Biul. IHAR* 262: 119–126.
- Trętowski J., Wójcik A.R. 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych.* WSRP Siedlce, ss. 538.
- Zarzecka K., Gugala M., Dołęga H. 2013. Występowanie wad bulw ziemniaka w warunkach pielęgnacji mechaniczno-chemicznej. *Nauka Przyr. Technol.* 7(1), #4.
- Zarzyńska K., Goliszewski W. 2012. Odmianowo-środowiskowe uwarunkowania plonowania ziemniaków w systemie ekologicznym. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 60(4): 135–139.

K. RYMUZA, A. BOMBIK, D. STOPA

THE EFFECT OF RIDGE HEIGHT AND HARVEST DATE ON AN OCCURRENCE OF POTATO TUBER EXTERNAL DEFECTS

Summary

The work is based on results of a three-year study (2004–2006) on the influence of ridge shape and harvest date determined based on soil temperature on an occurrence of potato tuber external defects. A field experiment was set up as a split-split-plot arrangement with four replicates. Environmental conditions during the growing season, cultivar, ridge shape and soil temperature at harvest markedly influenced the yield of tubers which turned green, the proportion of deformed tubers and the index of mechanical injuries of tubers. The study years, cultivars and harvest dates affected the weight of tubers which had turned green. The lowest number of green tubers was found in the years when either precipitation was the highest or tubers were harvested at the soil temperature of 16°C. Least deformed tubers and mechanically injured tubers were recorded in the years with the lowest precipitation. Cv. Żagiel proved to be least prone to deformation and mechanical injuries.

Key words: tuber injuries, deformation, index of mechanical injuries, greening

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print:* 30.08.2016

Do cytowania – *For citation*

Rymuza K., Bombik A., Stopa D. 2016. Wpływ wysokości redliny i temperatury zbioru na występowanie wad zewnętrznych bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 33(3): 80–91.