

WPŁYW NAWADNIANIA PLANTACJI ZIEMNIAKÓW NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE BULW

Paweł Kielbasa

Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych,
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy
ul. Balicka 116B, 30-149 Kraków
e-mail: pawel.kielbasa@ur.krakow.pl

Streszczenie. W badaniach podjęto próbę porównania wybranych właściwości fizycznych bulw ziemniaków. Badania przeprowadzono na bulwach dwóch odmian ziemniaków tj. Lady Claire i Saturna uprawianych na plantacji nawadnianej i nienawadnianej. W badaniach laboratoryjnych wykorzystano metodę video-komputerową pozwalającą określić parametry geometryczne i wyliczyć współczynniki sferyczności. Zaobserwowano statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami średnimi współczynników sferyczności bulw ziemniaków uprawianych na plantacji nawadnianej i nienawadnianej. Stwierdzono że deszczowanie plantacji wpłynęło na zmniejszenie wartości współczynnika wydłużenia bulw i zwiększenie wartości współczynnika spłaszczenia bulw. Bulwy z plantacji deszczowanej były zbliżone do kształtu kulisto-owalnego.

Słowa kluczowe: współczynniki sferyczności, bulwa ziemniaczana, nawadnianie

WYKAZ OZNACZEŃ

ε – wskaźnik wypełnienia gabarytowego bulw, ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),
 a – długość bulwy, (cm),
 b – szerokość bulwy, (cm),
 c – grubość bulwy, (cm),
 m_{bc} – masa bulwy, (g)
 S – pole powierzchni rzutu bulwy na powierzchnię, (cm^2),
 S_1 – pole powierzchni styku bulwy z podłożem, (cm^2),
 W_a – współczynnik wydłużenia ,
 W_c – współczynnik spłaszczenia ,
 W_z – współczynnik zmienności,
 σ – błąd standardowy średniej.

WSTĘP

Ziemniak jest rośliną o dużych potrzebach wodnych. Wytwarza dużą biomasę części nadziemnej i bulw, a im wyższy tworzy plon, tym większą ilość wody i składników musi pobrać z gleby. Najczęściej uprawiany jest na glebach lekkich, które nie mają zdolności długiego zatrzymywania wody opadowej. Według danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz oddziału Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie przeciętne ilości opadów w Polsce w okresie wegetacji są mniejsze niż potrzeby ziemniaka. Największy niedobór opadów występuje zwłaszcza w lipcu i sierpniu, a więc wtedy, kiedy potrzeby wodne ziemniaka są największe. Efektem niedoborów wody w sezonie wegetacyjnym są znaczne wahania wielkości i jakości plonu. Metodą uzupełniania ilości opadów i wyrównywania ich rozkładu adekwatnie do potrzeb roślin a przez to utrzymanie wysokiego i stabilnego plonu o pożądanych cechach jakościowych bulw jest nawadnianie plantacji odpowiednimi dawkami wody w odpowiednim czasie (Trawczyński 2009). Obserwowane w ostatnich latach zwiększenie liczby plantacji ziemniaków, na których stosowane jest nawadnianie, wynika głównie z potrzeby uzyskania dobrej jakości plonu. Z oceny jakości plonu prowadzonej w kilku rejonach Polski przez IHAR Jadwisin wynika, że udział bulw odpadowych (drobnych, niekształtnych, z wadami skórki i miąższu) w plonie zebranym z typowych, prawidłowo prowadzonych (ale nienawadnianych) plantacji, wynosi 20-40%.

Deszczowanie powoduje znaczne zwiększenie plonu, przyspieszenie uzyskania plonu handlowego poprzez usunięcie czynnika hamującego wzrost bulw, jakim jest niedobór wody, poprawę jakości plonu poprzez zmniejszenie zawartości azotanów w bulwach (Głuska 1995). Deszczowanie ziemniaka, uzupełniające opady naturalne w okresie wegetacji, zwiększa znacząco, wraz z odpowiednim nawożeniem mineralnym, uzyskiwane efekty produkcyjne (Gładysiak i Borowczak 1996, Chmura i Rojek 2001, Nowak 2001). Potrzeby wodne ziemniaka w okresie wegetacji są bardzo zróżnicowane i zależą od odmiany, grupy wczesności, pokroju krzaka, terminu oraz gęstości sadzenia i innych czynników agrotechnicznych. Zarówno niedobór jak i nadmiar opadów wpływa niekorzystnie na plon ziemniaka. Optymalną ilość opadów w okresie wegetacji szacuje się na ok. 350 mm (Nowak 1989). W zależności od temperatury powietrza i usłonecznienia waha się od 300 mm w latach chłodnych, przy mniejszym usłonecznieniu, do ponad 450 mm w latach ciepłych i o dużym usłonecznieniu. W początkowych fazach rozwojowych ziemniak jest odporny na brak wody, natomiast w kolejnych fazach zapotrzebowanie na wodę systematycznie wzrasta. Najwięcej wody ziemniak potrzebuje w czasie kwitnienia i w czasie zawiązywania bulw – w tym okresie jest najbardziej wrażliwy na jej niedobór i najlepiej reaguje na nawadnianie. Jest to okres krytyczny w gospodarce wodnej ziemniaka. W tym czasie, w sło-

neczne i ciepłe dni, dobowe zużycie wody może dochodzić do 6 mm (Kaczmarczyk, Nowak 2006). W okresie intensywnego wzrostu nawet kilkudniowe braki dostępnej wody w glebie mogą powodować zahamowanie wzrostu i wyraźną obniżkę plonów. Dla ziemniaka jest to okres tuberyzacji (wiązania bulw) oraz okres gwałtownego przyrostu masy bulw, który rozciąga się w czasie kilku tygodni zależnie od genotypu i przypada najczęściej w okresie od czerwca do końca sierpnia. Okresy suszy powodują zahamowanie przyrostu bulw. Po wznowieniu opadów wzrost bulwy jest ograniczony do specyficznych stref wokół oczek, co powoduje zniekształcenie typowego dla odmiany, regularnego kształtu. Tworzą się bulwy o tzw. kształtach lalkowatych. Często przy nierównomiernym rozkładzie opadów powstają pęknięcia bulw, zabliźniające się następnie szorstką skórką. Wszelkie wady kształtu są dużym mankamentem zarówno w produkcji ziemniaków jadalnych, jak i przeznaczonych do przetwórstwa. Przy dużych zniekształceniach bulwy są traktowane, jako nieprzydatne do handlu.

Do prawidłowego i efektywnego funkcjonowania maszyny, konieczna jest przy jej projektowaniu dokładna znajomość właściwości fizycznych materiału biologicznego poddawanego obróbce. Zdaniem Byszewskiego i Hamana (1977) przyczyny zastoju w rozwoju konstrukcji niektórych maszyn rolniczych są wynikiem niewystarczających badań nad podstawowymi cechami fizycznymi roślin, uprawianych na szeroką skalę. Dużym utrudnieniem jest to, że bulwy, jako materiał biologiczny łatwo ulegają uszkodzeniom, a ich reakcja na czynniki zewnętrzne ma charakter losowy.

W swoich badaniach Budyń (1993) potwierdził utrudnienia w istnieniu klasyfikacji poszczególnych cech materiałów biologicznych. Różnice w wielkości i kształcie ziemniaków oraz ich podatności na uszkodzenia powodują, że są one trudne w obróbce i sortowaniu. Stwierdzono również, że w przypadku gabarytów bulw, także znacząca rolę odgrywają rodzaje gleby, liczba słonecznych dni oraz wielkość opadów w całym okresie wegetacji, jak również prawidłowość prowadzonych zabiegów agrotechnicznych i inne czynniki związane z uprawą. Ze względu na dużą różnorodność kształtów bulwy Gilewicz (1980) opracował sześć typowych kształtów bulw ziemniaka.

W produkcji ziemniaków wartość odmiany nabiera coraz większego znaczenia, dlatego też konieczne jest poznanie cech charakteryzujących daną odmianę, zwłaszcza tych cech, które hodowcy i konstruktorzy maszyn rolniczych uważają za ważne.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto dwie odmiany ziemniaków (Saturna, Lady Claire) z plantacji o powierzchni na 70 ha sztucznie nawadnianej i nienawadnianej, uprawianych na glebie średnio-zwięzłej, klasy bonitacyjnej I i II gatunku – 1^a pylasty. Celem

badania była analiza wpływu nawadniania plantacji ziemniaków na wartość współczynników sferyczności bulw w warunkach produkcyjnych.

Dla realizacji celu sformułowano zadania badawcze:

- a) określenie współczynników sferyczności: wydłużenia, spłaszczenia,
- b) określenie wskaźnika wypełnienia gabarytowego,
- c) pomiar powierzchni maksymalnego rzutu bulwy na powierzchnię, oraz powierzchni styku bulwy z podłożem.

Nawadnianie było przeprowadzane od fazy zwarcia rzędów do początku fazy więdnienia łęcin, dawką około 25 mm wody, w odstępach 7-8 dni deszczownią mostową. Badane odmiany ziemniaków są odmianami odpowiednio Laidy Claire wczesna oraz Saturna średnio-późna o podobnej zawartości skrobi i kształcie okrągło owalnym. Bulwy badanych odmian ziemniaków są odmianami jadalnymi zarejestrowanymi w 2002 roku. Na polach objętych doświadczeniem zastosowano chemiczno mechaniczną technologię pielęgnacji ziemniaków (Kiełbasa 2006).

Metoda pobierania i przechowywania materiału doświadczalnego

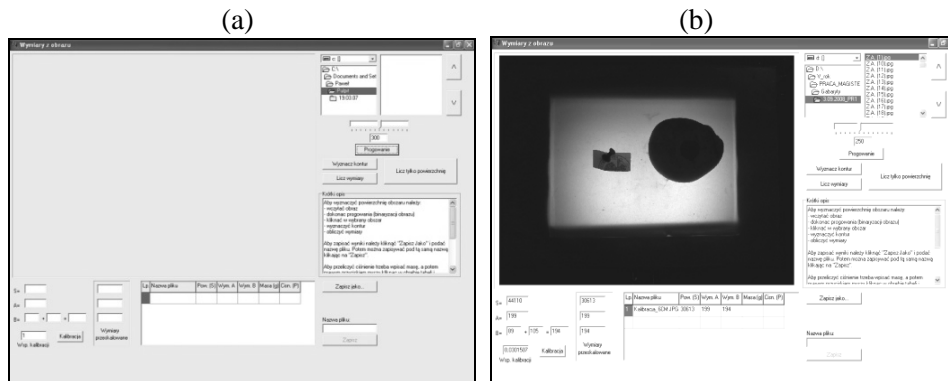
Materiał badawczy w liczbie 100 sztuk każdej z odmian wybierano bezpośrednio z redliny z plantacji ziemniaków gospodarstwa rolnego Top Farms Głubczyce. Z tego materiału wybrano losowo po 30 sztuk bulw frakcji 5-7 cm z każdej odmiany, które następnie ważono na wadze elektronicznej WPE 600 z dokładnością do 0,1 g. Badanie laboratoryjne przeprowadzono w pomieszczeniu o temp. $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ i wilgotności powietrza wynoszącej $50\pm 2\%$.

Metoda wyznaczania współczynników sferyczności bulw

Stanowisko badawcze zostało zaprojektowane, wykonane i zmodyfikowane w Katedrze Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie (Kiełbasa 2005).

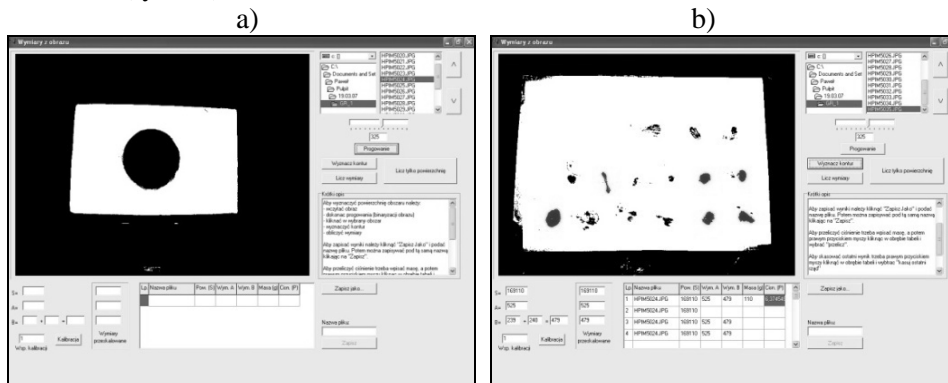
Do wyznaczenia badanych właściwości, tj.: gabarytów bulw, powierzchni styku bulwy z podłożem trącym oraz powierzchni maksymalnego rzutu bulwy na podłoże, obiekty układano na podświetlanej szybie stołu pomiarowego pod obiektywem aparatu.

Program komputerowy umożliwiał wyznaczenie, analizę i archiwizację wyznaczanych parametrów bulw (Kiełbasa i in. 2008). Po uruchomieniu program komputerowy umożliwiał wybór zarchiwizowanego zdjęcia badanego obiektu (rys. 1a) a następnie wyświetlenie go w oknie roboczym (rys. 1b).



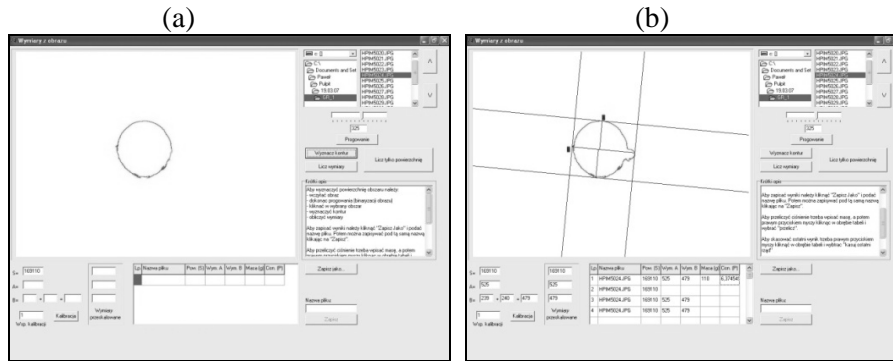
Rys. 1. Interfejs programu komputerowego (a) i widok badanego obiektu w oknie roboczym programu (b)
Fig. 1. Interface of the computer software (a) and view of the object studied in the software working window (b)

Następnie obraz badanego obiektu przekształcano w binarny (rys. 2a) zachowując ustalony w czasie skalowania próg binaryzacji. Kliknięciem myszki wybierano dany obiekt bądź jego część do analizy. Wybrany obiekt lub obiekty (w przypadku pola powierzchni styku materiału z podłożem) był podświetlany na czerwono (rys. 2b).



Rys. 2. Zbinaryzowany widok obiektu badawczego(a) oraz widok obiektu wybranego do analizy (b)
Fig. 2. Binary view of the object studied (a) and view of the object chosen for analysis (b)

Program komputerowy umożliwiał wyznaczenie długości obwodu badanego obiektu (rys. 3a) oraz dwóch wymiarów tzn. długości i szerokości (rys. 3b) jak również pola powierzchni rzutu badanego obiektu na powierzchnię lub pola powierzchni styku np. bulwy z podłożem.



Rys. 3. Widok obwodu badanego obiektu (a) oraz widok zwymiarowanych ziemniaków (b)
Fig. 3. Setting the perimeter of the object studied (a) and view of the potato measurement (b)

W celu określenia statystycznie istotnych różnic mierzonych parametrów cebuli pomiędzy jej odmianami przeprowadzono analizę wariancji z testem Dun-cana. Stosowne współczynniki sferyczności oraz wskaźnik wypełnienia gabary-towego wyliczono ze wzorów:

współczynnik wydłużenia (W_a)

$$W_a = \frac{a}{b}, \quad (1)$$

gdzie:

a – długość bulwy, (cm),

b – szerokość bulwy, (cm),

współczynnik spłaszczenia (W_c)

$$W_c = \frac{c}{b}, \quad (2)$$

gdzie:

b – szerokość bulwy, (cm),

c – grubość bulwy, (cm),

a wskaźnik wypełnienia gabarytowego (ε) ze wzoru:

$$\varepsilon = \frac{m_{bc}}{a \cdot b \cdot c} \left(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3} \right) \quad (3)$$

gdzie:

a – długość bulwy, (cm),

b – szerokość bulwy, (cm),

c – grubość bulwy, (cm),

m_{bc} – masa bulwy, (g).

WYNIKI BADAŃ

W procesie sortowania dużą rolę odgrywają, takie właściwości ziemniaków jak ich długość, szerokość i grubość. W tabeli 1 przedstawiono średnie wymiary bulw badanych odmian ziemniaków.

Średnia wartość długości badanych bulw z plantacji nawadnianej wynosiła 8,14 cm a długość bulw z plantacji nienawadnianej wynosiła 7,22 cm.

Tabela 1. Wymiary liniowe bulw ziemniaków

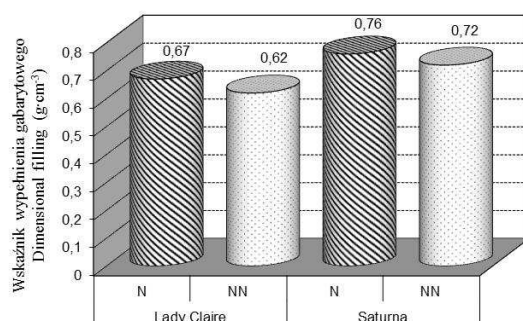
Table 1. Potato tuber linear dimensions

Odmiana ziemniaków Potato variety	Rodzaj plantacji Kind of plantation	Długość Length (cm)			Szerokość Width (cm)			Grubość Thickness (cm)		
		Średnia	Błąd stand. średniej Standard error of the mean (cm)	Wsp. zmienności Variation coefficient (%)	Średnia	Błąd stand. średniej Standard error of the mean (cm)	Wsp. zmienności Variation coefficient (%)	Średnia	Błąd stand. średniej Standard error of the mean (cm)	Wsp. zmienności Variation coefficient (%)
		a			b			c		
Lady Claire	N	8,28	0,06	7,1	6,56	0,03	4,9	5,11	0,04	8,0
Saturna	N	8,00	0,08	10,3	6,11	0,06	9,6	4,47	0,03	6,7
Lady Claire	NN	7,31	0,10	5,4	6,09	0,16	10,6	5,06	0,12	9,4
Saturna	NN	7,13	0,11	6,4	5,69	0,13	9,6	4,28	0,09	8,2

N – plantacja nawadniana – irrigated field; NN – plantacja nienawadniana – non-irrigated field.

Wskaźnik wypełnienia gabarytowego bulw

Jakość procesu separacji i pozbiorowej obróbki plonu ziemniaków jest także uzależniona od wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw. Na rysunku 4 przedstawiono średnie wartości wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw z plantacji sztucznie nawadnianych i nienawadnianych.



Rys. 4. Średnie wartości wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw (N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana)

Fig. 4. Mean values of dimensional filling of potato tubers (N - irrigated field, NN – non-irrigated field)

Średnia wartość wskaźnika wypełnienia gabarytowego dla wszystkich odmian ziemniaków objętych badaniami wynosiła $0,69 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Największą wartość analizowanego parametru odnotowano dla bulw odmiany Saturna z plantacji nawadnianej, który wynosił $0,76 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ($\sigma_{\varepsilon} \varepsilon = 0,011 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) oraz $0,72 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ($\sigma_{\varepsilon} \varepsilon = 0,017 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) dla bulw z plantacji nienawadnianej. Zaobserwowano dość znaczne zróżnicowanie bulw w obrębie badanych odmian ziemniaków, o czym świadczy różnica względna pomiędzy skrajnymi wartościami średnimi wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw wynosząca 22%. Niewielkie błędy standardowe średniej zawierające się w granicach od $0,011 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ do $0,017 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ pozwalają stwierdzić, że zmienność wskaźnika wypełnienia gabarytowego w obrębie badanej odmiany była niewielka. W tabeli 2 przedstawiono wynik analizy wariancji z testem Duncana dla zbadania różnic w wartościach średnich współczynnika wypełnienia gabarytowego pomiędzy analizowanymi odmianami.

Tabela 2. Analiza wariancji z testem Duncana dla wartości średnich wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw

Table 2. Variance analysis with Duncan test for average values of bulb dimensional filling index

Odmiana ziemniaków Potato variety	Rodzaj plantacji Kind of plantation	Lady Claire		Saturna	
		N	NN	N	NN
Lady Claire	N	X			
Lady Claire	NN	*	X		
Saturna	N	*	*	X	
Saturna	NN	*	*	*	X

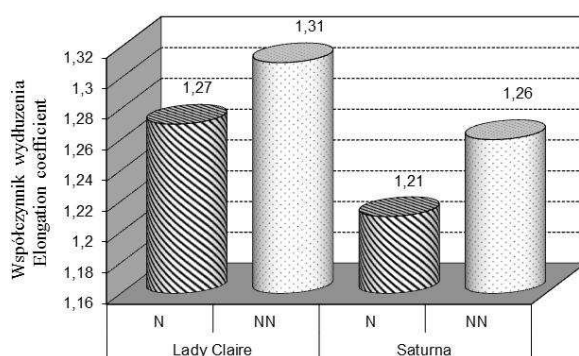
N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana
N – irrigated field, NN – non-irrigated field.

* różnica istotna ($\alpha = 0,05$)
*significant difference ($\alpha = 0.05$).

Zaobserwowano statystycznie istotne różnice w wartościach średnich wskaźnika wypełnienia gabarytowego pomiędzy wszystkimi badanymi odmianami i kombinacjami doświadczenia.

Współczynnik wydłużenia bulw

Parametrem mającym duże znaczenie w klasyfikacji plonu bulw jest współczynnik wydłużenia bulw. Na rysunku 5 przedstawiono średnie wartości współczynnika wydłużenia bulw badanych odmian ziemniaków.



Rys. 5. Średnie wartości współczynnika wydłużenia bulw ziemniaków (N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana)

Fig. 5. Mean values of the elongation coefficient of potato tubers (N - irrigated field, NN – non-irrigated field)

Średnia wartość współczynnika wydłużenia bulw badanych odmian ziemniaków nawadnianych wynosiła 1,24 natomiast nienawadnianych była nieznacznie wyższa i wynosiła 1,29. Różnica względna pomiędzy wartościami średnimi współczynnika wydłużenia plasowała się odpowiednio 3% dla odmiany Lady Claire i około 4% dla odmiany Saturna. Najniższą wartość współczynnika wydłużenia wynoszącą 1,21 ($\sigma_{wa} = 0,024$) odnotowano w przypadku bulw odmiany Saturna uprawianych na plantacji nawadnianej, natomiast najwyższą wartość średnią współczynnika wydłużenia charakteryzowały się bulwy odmiany Lady Claire z plantacji nienawadnianej wynosząc 1,31 ($\sigma_{wa} = 0,012$). Współczynnik zmienności współczynnika wydłużenia badanych odmian ziemniaków kształtował się średnio na poziomie 9% przy czym należy zaznaczyć że w przypadku bulw z plantacji nawadnianej jego wartość była niższa i wynosiła 7,5%.

Analiza statystyczna (tab. 3) wykazała statystycznie istotne różnice w wartościach średnich współczynnika wydłużenia bulw pomiędzy wszystkimi badanymi

odmianami z wyjątkiem bulw ziemniaków odmiany Saturna NN a bulwami odmian Lady Claire N i Saturna N.

Tabela 3. Analiza wariancji z testem Duncana dla wartości średnich współczynnika wydłużenia
Table 3. Variance analysis with Duncan test for average values of bulb elongation

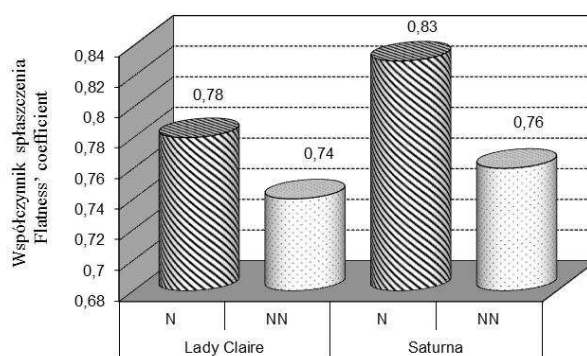
Odmiana ziemniaków Potato variety	Rodzaj plantacji Kind of plantation	Lady Claire		Saturna	
		N	NN	N	NN
Lady Claire	N	X			
Lady Claire	NN	*	X		
Saturna	N	*	*	X	
Saturna	NN	–	*	–	X

N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana
 N - irrigated field, NN – non-irrigated field.

*różnica istotna ($\alpha = 0,05$)
 *significant difference ($\alpha = 0.05$)

Współczynnik spłaszczenia bulw

Najmniejszą wartością średnią współczynnika spłaszczenia (rys. 6) charakteryzowały się bulwy odmiany Lady Claire na plantacji nawadnianej [0,78 ($\sigma_{wc} = 0,007$)], oraz 0,74 ($\sigma_{wc} = 0,008$) na plantacji bez nawadniania. Różnica względna pomiędzy wartościami współczynnika spłaszczenia bulw badanych odmian ziemniaków nawadnianych i nienawadnianych plasowała się na poziomie 5% w przypadku odmiany Lady Claire i ok. 8% w przypadku odmiany Saturna.



Rys. 6. Średnie wartości współczynnika spłaszczenia bulw (N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana)

Fig. 6. Mean values of the flattening coefficient of potato tubers (N – irrigated field, NN – non-irrigated field)

Badane odmiany cechowała mała zmienność w wartościach współczynnika spłaszczenia. Wyrażająca ją wartości błędu standardowego średniej wynosiła maksymalnie 0,018. Najmniejszą zmiennością charakteryzowały się bulwy odmiany Saturna (współczynnik zmienności wynosił 5,32% na plantacji deszczowanej, a 9,54% na niedeszczowanej).

W tabeli 4 przedstawiono wyniki testu istotności różnic dla wartości średnich współczynnika spłaszczenia bulw pomiędzy badanymi odmianami ziemniaków.

Tabela 4. Analiza wariancji z testem Duncana dla wartości średnich współczynnika spłaszczenia
Table 4. Variance analysis with Duncan test for average values of flattening coefficients

Odmiana ziemniaków Potato variety	Rodzaj plantacji Kind of plantation	Lady Claire		Saturna	
		N	NN	N	NN
Lady Claire	N	X			
Lady Claire	NN	*	X		
Saturna	N	*	*	X	
Saturna	NN	–	–	*	X

N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana,
N – irrigated field, NN – non-irrigated field.

* różnica istotna ($\alpha = 0,05$)

* significant difference ($\alpha = 0.05$).

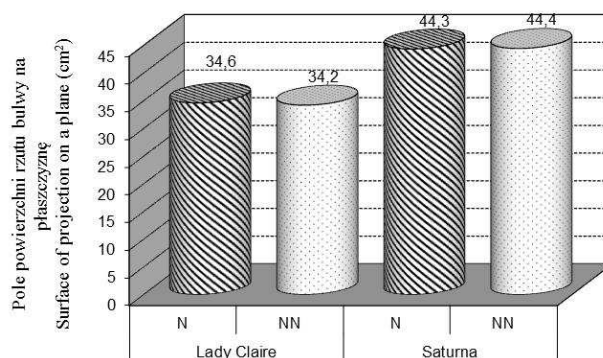
Odnotowano cztery statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami średnimi współczynnika spłaszczenia bulw badanych odmian ziemniaków. Nie odnotowano statystycznie istotnych różnic pomiędzy bulwami odmiany Lady Claire N i Saturna NN oraz Lady Claire NN i Saturna NN.

Powierzchnia rzutu bulwy na płaszczyznę

Parametrem niewątpliwie wpływającym na proces separacji i obróbki pozbiorowej plonu jest powierzchnia rzutu bulwy a płaszczyznę.

Średnia wartość pola powierzchni rzutu bulwy na płaszczyznę obydwu badanych odmian (rys. 7) wynosiła 39,47 cm² dla ziemniaków plantacji nawadnianej oraz 39,32 cm² dla bulw z plantacji nienawadnianej. Najmniejszą wartością analizowanej powierzchni charakteryzowały się bulwy odmiany Lady Claire uprawiane na plantacji niedeszczowanej wynosząc 34,20 cm² ($\sigma_{sz} = 0,42$ cm²). Różnica względna pomiędzy skrajnymi wartościami powierzchni rzutu bulw badanych odmian ziemniaków wynosiła 30%, co świadczy o dość dużym zróżnicowaniu bulw pod względem badanego parametru. Wartości błędów standardowych średniej w przypadku bulw badanych odmian ziemniaków oscylowały w granicach 0,29-1,23 cm². Natomiast współczynnik zmienności pola powierzchni rzutu bulwy na płaszczyznę dla badanych odmian

ziemniaków kształtował się na poziomie 8,43% dla plantacji nawadnianej i 11,92% dla plantacji nienawadnianej.



Rys. 7. Średnie wartości pola powierzchni rzutu bulwy na płaszczyznę (N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana)

Fig. 7. Mean values of the surface area of potato tuber projection on a plane (N – irrigated field, NN – non-irrigated field)

Najmniejszą zmiennością powierzchni rzutu na płaszczyznę charakteryzowały się bulwy ziemniaków odmiany Saturna, gdzie współczynnik zmienności plasował się na poziomie 8,24% – plantacja deszczowana i 11,39% – plantacja niedeszczowana.

W tabeli 5 przedstawiono wyniki analizy wariancji z testem Duncana dla wartości średnich pola powierzchni maksymalnego rzutu bulwy na płaszczyznę.

Tabela 5. Analiza wariancji z testem Duncana dla wartości średnich pola powierzchni rzutu bulwy na podłożu

Table 5. Variance analysis with Duncan test for average values of area of bulb projection on the surface

Odmiana ziemniaków Potato variety	Rodzaj plantacji Kind of plantation	Lady Claire		Saturna	
		N	NN	N	NN
Lady Claire	N	X			
Lady Claire	NN	*	X		
Saturna	N	*	*	X	
Saturna	NN	*	*	–	X

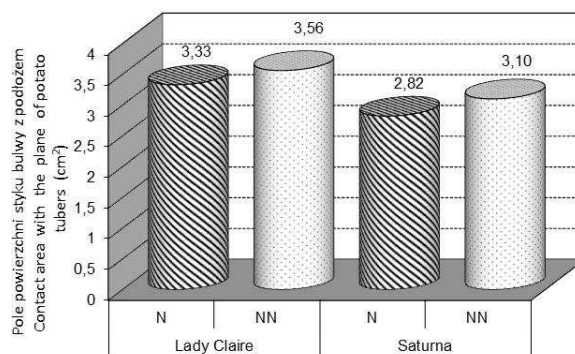
N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana
N – irrigated field, NN – non-irrigated field.

* różnica istotna ($\alpha = 0,05$)
* significant difference ($\alpha = 0.05$).

Analiza statystyczna wykazała pięć istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi pola powierzchni rzutu bulwy na podłoże. Nieistotną statystycznie różnicę odnotowano tylko pomiędzy bulwami ziemniaków Saturna N i Saturna NN.

Powierzchnia styku bulw z podłożem

Na rysunku 8 przedstawiono średnie wartości powierzchni styku bulw z podłożem.



Rys. 8. Średnie wartości pola powierzchni styku bulwy z podłożem (N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana)

Fig. 8. Mean values of potato tubers contact area with a plane of potato tubers (N - irrigated field, NN – non-irrigated field)

Średnia wartość pola powierzchni styku bulw z podłożem trącym wszystkich odmian ziemniaków objętych badaniami wynosiła 3,07 cm² dla bulw z plantacji deszczowanej oraz 3,33 cm² dla bulw z plantacji nideszczowanej. Najmniejszą wartością powierzchni styku z podłożem wynoszącą 2,82 cm² ($\sigma_{S_s} = 0,159\text{cm}^2$) odnotowano dla bulw odmiany Saturna na plantacji nawadnianej. Natomiast największą powierzchnią styku bulwy z podłożem charakteryzowały się bulwy odmiany Lady Claire, gdzie wyniosła 3,56 cm² ($\sigma_{S_s}=0,095\text{cm}^2$) – plantacja nienawadniana.

Najmniejszą zmiennością charakteryzowały się bulwy ziemniaków odmiany Saturna, gdzie współczynnik zmienności plasował się na poziomie 23% – plantacja deszczowana i 26 % – plantacja nideszczowana.

W tabeli 6 przedstawiono wyniki analizy wariancji z testem Duncana dla średnich wartości powierzchni styku z podłożem bulw badanych odmian ziemniaków.

W przypadku pola powierzchni styku bulwy z podłożem zaobserwowano cztery statystycznie istotne różnice w wartościach średnich badanych odmian

ziemniaków na sześć możliwych. Nie zaobserwowano statystycznie istotnej różnicy pomiędzy bulwami odmian Lady Claire N i Saturna NN oraz Saturna N i Saturna NN.

Tabela 6. Analiza wariancji z testem Duncana dla wartości średnich pola powierzchni styku bulwy z podłożem

Table 6. Variance analysis with Duncan test for average values of area of contact between a potato tuber and a plane

Odmiana ziemniaków Potato variety	Rodzaj plantacji Kind of plantation	Lady Claire		Saturna	
		N	NN	N	NN
Lady Claire	N	X			
Lady Claire	NN	*	X		
Saturna	N	*	*	X	
Saturna	NN	–	*	–	X

N – plantacja nawadniana; NN – plantacja nienawadniana
N – irrigated field, NN – non-irrigated field.

* różnica istotna ($\alpha = 0,05$),
* significant difference ($\alpha = 0.05$).

WNIOSKI

1. Stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami średnimi współczynników sferyczności bulw ziemniaków uprawianych na plantacji nawadnianej i nienawadnianej. Deszczowanie plantacji wpłynęło na zmniejszenie współczynników wydłużenia bulw i zwiększenie współczynników spłaszczenia bulw.

2. Odnotowano wzrost wartości wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw ziemniaków uprawianych na plantacji nawadnianej w stosunku do bulw ziemniaków uprawianych na plantacji nienawadnianej.

3. Bulwy z plantacji deszczowanej były zbliżone do kształtu kulisto-owalnego, a tym samym powierzchnia styku z podłożem jest mniejsza. Nawadnianie plantacji ziemniaków w latach, kiedy niedobór wody jest odczuwalny przez rośliny, wpływa dodatnio na cechy fenotypowe bulw.

PIŚMIENNICTWO

- Budyn P., 1993. Badanie wybranych właściwości powierzchniowych bulw ziemniaka z punktu widzenia ich znaczenia w procesie zbioru i obróbki pozbiorowej. Zesz. Nauk. AR., Kraków, 178.
- Byszewski W., Haman J., 1977. Gleba – maszyna – roślina. PWN, Warszawa.
- Chmura K., Rojek S., 2001. Irrigating potatoes in the Wrocław Region. Przegl. Nauk. Wydz. Inż. I Kształtów. Środow. SGGW w Warszawie, 22, 259-274.

- Gilewicz K., 1980 Badania wymiarowych i wymiarowo-masowych własności kłębów ziemniaczanych istotnych w procesie sortowania. Rocznik Nauk Roln., 74(2), 33-53.
- Gładysiak S., Borowczak F., 1996. Wpływ pogody, deszczowania i nawożenia azotowego na plony ziemniaków w wieloletnich doświadczeniach w warunkach Wielkopolski. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 438, 53-60.
- Głuska A., 1995. Nawadnianie ziemniaków przeznaczonych na bardzo wczesny zbiór. Ziemiak Polski. Bonin, 3, 25-28.
- Kaczmarczyk S., Nowak L., 2006. Nawadnianie roślin. PWRIL, Poznań.
- Kielbasa P., Budyn P., 2005. Zastosowanie techniki wideo komputerowej przy wyznaczaniu cech fizycznych bulw. Inżynieria Rolnicza, 8(68), 143-152.
- Kielbasa P., Budyn P., Rad M., 2008. Wykorzystanie elektronicznego układu pomiarowego do oceny wybranych cech fizycznych plodów rolnych. Inżynieria Rolnicza, 7(105), 93-100.
- Nowak L. 2001. Efekty deszczowania ziemniaków średnio wczesnych w rejonie Wrocławia zależnie od ilości opadów. Fragm. Agron., 1, 69-75.
- Nowak L., 1989. Potrzeby wodne roślin okopowych. Potrzeby wodne roślin uprawnych. Pr. zbiorowa pod red. J. Dzieżyca. PWN, Warszawa, rozdz. 4, 85-118.
- Trawczyński C., 2009. Nawożenie i nawadnianie w uprawie ziemniaka jadalnego. Wieś Jutra, Warszawa, 2(127), 18-20.

INFLUENCE OF THE POTATOES FIELD IRRIGATION ON PHYSICAL PROPERTIES OF TUBERS

Paweł Kielbasa

Institute of Farm Machinery Management, Ergonomics and Production Processes,
Agriculture University
ul. Balicka 116B, 30-149 Kraków
e-mail: pawel.kielbasa@ur.krakow.pl

Abstract. In the research an attempt of comparing physical parameters of potatoe tubers diversified in terms of the technology, cultivation and variety was made. Research were carried out on two variants of potatoe tubers i.e. of Lady Claire and the Saturna planted on the irrigated and not-irrigated field. In laboratory testing a video-computer method was used – letting determine geometrical parameters and enumerate rates of form factor. Statistically significant differences were observed between medium value of friction coefficient of potatoe tubers planted on the irrigated and not-irrigated field. Sprinkling of the plantation had an effect on reducing the elongation rates and increasing flattening rates of the tubers. Tubers from the sprinkled field are in the greater degree similar to the spherical-oval shape, hence the joint surface with the rubbing base is smaller, and the pressure of tubers to this surface is bigger.

Key words: sphericity indices, potato tubers, sprinkling irrigation