

WPLYW INTEGROWANEGO NAWOŻENIA NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE BULW ZIEMNIAKA

Zygmunt Sobol

Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

Wstęp

Ze względu na dużą trudność uprawy ziemniaka w systemie rolnictwa ekologicznego, coraz częściej proponuje się jego uprawę w systemie integrowanym [PROŚBA-BIAŁCZYK 2002]. Według MARKSA [2004, 2005] system ten powinien polegać między innymi na kontrolowaniu potrzeb nawozowych pola, monitoringu stanu plantacji, chorób i szkodników oraz plonów. Autor ten poleca, w odniesieniu do chemizacji upraw rolniczych (nawożenia, pielęgnacji i ochrony) stosować zasadę „tak mało jak to możliwe, tak dużo jak to konieczne”. Na ilość i jakość zbieranego plonu bulw ziemniaka istotny wpływ mają wszystkie etapy agrotechniki, a w szczególności rodzaj i sposób stosowanego nawożenia [LESZCZYŃSKI 2002]. Z punktu widzenia wymagań proekologicznych do najcenniejszych nawozów stosowanych w uprawie ziemniaka można zaliczyć: obornik, kompost, nawozy zielone, słomę oraz tzw. humusy biologiczne (stosowane powierzchniowo lub lokalnie) [MARKS 2001, 2004, 2005; PROŚBA-BIAŁCZYK 2002]. Jakość bulw ziemniaka opisywana jest wieloma właściwościami chemicznymi i fizycznymi. Wśród najistotniejszych z punktu widzenia wielu operacji technologicznych wykonywanych na bulwach w trakcie zbioru, obróbki pozbiorowej i przetwarzania wyróżnić można właściwości reologiczne bulw [BYSZEWSKI, HAMAN 1977]. Dlatego też konieczne jest rozszerzenie tych badań na materiał biologiczny (bulwy ziemniaka) uzyskany z upraw proekologicznych.

Celem badań było określenie wpływu lat badań, stosowanego nawożenia, odmian i frakcji wielkościowych bulw oraz długotrwałego okresu przechowywania, na wartość sił i odkształceń występujących do momentu osiągnięcia granicy wytrzymałości biologicznej bulw ziemniaka.

Materiał i metody

Jako zmienne niezależne przyjęto: lata badań (2001–2003); nawożenie (minalne w dawce NPK 90 : 90 : 135 kg·ha⁻¹ czystego składnika, nawóz zielony w postaci poplonu gorczycy z łubinem 40 t·ha⁻¹, biohumus bydłęcy w dawce 8000 dm³·ha⁻¹, biohumus Polli–Pam w dawce 2000 dm³·ha⁻¹ oraz jako kontrola uprawa bez nawożenia); odmianę (Baszta, Irga, Salto); frakcję wielkościową bulw (30–40 mm, 50–60 mm); okres przechowywania (od września do maja, badanie kontrolne

tuż po zbiorze, częstość pomiaru, co jeden miesiąc).

Badano następujące właściwości:

- siłę wywołującą naprężenia niszczące skórę bulwy ziemniaka F (N),
- odkształcenie bulwy ziemniaka występujące przy osiągnięciu granicy wytrzymałości biologicznej ε (mm).

Badanie siły i odkształcenia wykonano za pomocą penetrometru statycznego sprężynowego zgodnie z metodyką przedstawioną przez autora [Sobol. 2003].

Wyniki i dyskusja

Z analizy wariancji w klasyfikacji wielokrotnej wynika, że na wartość siły przebiccia skórki bulw ziemniaka miały wpływ wszystkie czynniki doświadczenia, tj.: warunki meteorologiczne panujące w latach badań, okres przechowywania, odmiana, frakcje i nawożenie. Przeprowadzony, wielokrotny test rozstępu Dunca na wykazał dwie grupy jednorodne wartości siły przebiccia skórki w obrębie okresu przechowywania oraz stosowanego nawożenia (tab. 1). Dla lat badań największą wartością siły przebiccia (największą wytrzymałością mechaniczną) charakteryzowały się bulwy uprawiane w 2001 roku ($F = 29,07$ N), (tab. 1). Z analizy warunków meteorologicznych okresu wegetacji (średnia temperatura $16,2^{\circ}\text{C}$, suma opadów $560,1$ mm) dla tego roku badań wynika, że sprzyjały one prawidłowemu rozwojowi bulw (równomiernie rozłożone opady i temperatura), a to skutkowało wysoką ich wytrzymałością mechaniczną. Gorsze wyniki uzyskano w dwóch następujących latach. Najmniejszą wartość siły przebiccia ($26,47$ N) posiadały bulwy w roku 2002 (średnia temperatura $17,1^{\circ}\text{C}$, suma opadów $308,5$ mm), w którym rozkład opadów był nierównomierny (suma opadów w dwóch ostatnich dekadach wegetacji wynosiła $0,4$ mm). Fakt ten miał istotny wpływ na procesy zachodzące podczas przechowywania, modyfikując wytrzymałość mechaniczną bulw (rys. 1). W odniesieniu do okresu przechowywania zauważyć można, że wytrzymałość mechaniczna bulw wzrastała wraz ze wzrostem intensywności procesów życiowych (tab. 1), malała natomiast w okresie głębokiego spoczynku. Z badań wynika również (rys. 1 i 2), że na wartość siły przebiccia ma wpływ proces starzenia się bulw. W ostatnim okresie przechowywania (kwietniu i maju) bulwy duże (starsze) wykazywały mniejszą wytrzymałość mechaniczną niż bulwy małe (młodsze). Zależność ta była odwrotna dla początkowego okresu przechowywania (od września do lutego, rys. 2). Wartość siły przebiccia zależała również od odmian. Najbardziej odporną pod względem mechanicznym okazała się odmiana Salto ($F = 30,54$ N), a najmniej odporną odmiana Irga ($F = 25,68$ N), (tab. 1). Badania wskazują również, że odmiany pod względem wytrzymałości mechanicznej bulw nie reagowały jednakowo na zmienne warunki meteorologiczne (rys. 3), długotrwałe przechowywanie oraz stosowane nawożenie (rys. 4). Wytrzymałość bulw różniła się istotnie ze względu na zastosowane nawożenie. Bardziej wytrzymałe mechanicznie były bulwy uprawiane na nawozach mineralnych ($F = 27,96$ N) oraz bez nawożenia ($F = 27,90$ N). Mniejszą wytrzymałość stwierdzono dla nawożenia humusami biologicznymi ($F = 27,76$ i $27,78$ N). Pośrednie wartości siły przebiccia skórki uzyskano dla bulw nawożonych nawozem zielonym (tab. 1). Stopień oddziaływania poszczególnych nawozów na badaną właściwość bulw był niejednakowy i zależał od warunków pogodowych (rys. 5). W roku 2002 (niekorzystnym dla uprawy) nawo-

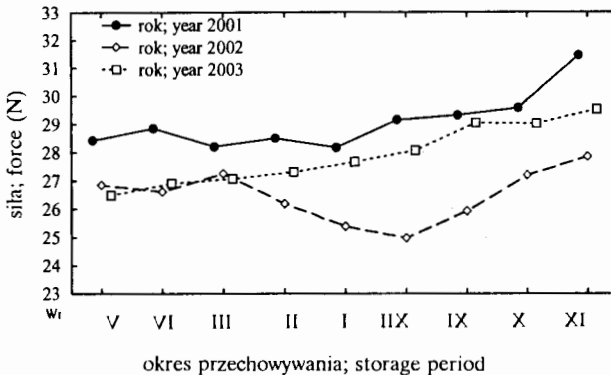
zenie proekologiczne wykazywało korzystniejsze oddziaływanie na wytrzymałość mechaniczną, w porównaniu z rokiem 2001 (dobrym dla uprawy ziemniaka). W roku 2003 wpływ nawożenia proekologicznego i tradycyjnego na badaną właściwość był porównywalny. Wśród badanych frakcji większą wytrzymałość wykazywały bulwy duże ($F = 28,00$ N) (bardziej dojrzałe), w porównaniu z bulwami frakcji mniejszej ($F = 27,62$).

Tabela 1; Table 1

Wielokrotny test rozstępu Duncana
(grupy jednorodne wartości siły przebiccia skórki bulw ziemniaka)
Duncan multiple range test
(uniform groups of potato tuber skin piercing force value)

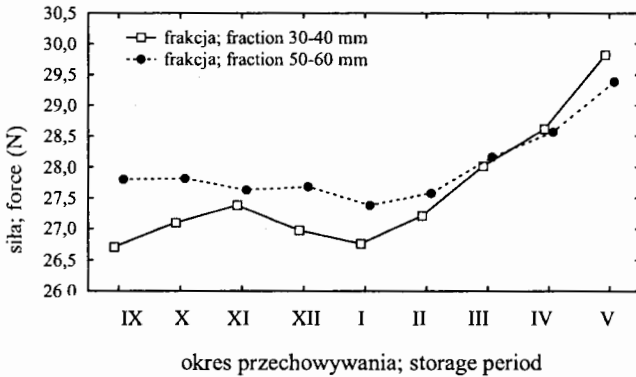
Czynniki; Factors	Grupy jednorodne; Uniform groups Średnia wartość siły przebiccia skórki bulw ziemniaka F (N) Average value of potato tuber skin piercing force F (N)		
Lata badań Years of research	2001r. $x_1 = 29,07$	2002r. $x_2 = 26,47$	2003r. $x_3 = 27,90$
Okres przechowywania storage period	wrzesień; September $x_1 = 27,26$	grudzień; December $x_4 = 27,33$	marzec; March $x_7 = 28,09$
	październik; October $x_2 = 27,46$	styczeń; January $x_5 = 27,07$	kwiecień; April $x_8 = 28,59$
	listopad; November $x_3 = 27,51$	luty; February $x_6 = 27,39$	maj; May $x_9 = 29,60$
Odmiana; Cultivar	Baszta $x_1 = 27,21$	Irga $x_2 = 25,68$	Salto $x_3 = 30,53$
Nawożenie Fertilization	kontrola; control $x_1 = 27,90$	mineralne; mineral $x_2 = 27,96$	zielony; green $x_3 = 27,66$
	biohumus; humus $x_4 = 27,76$		Polli-Pam $x_5 = 27,78$

— grupa jednorodna; uniform group



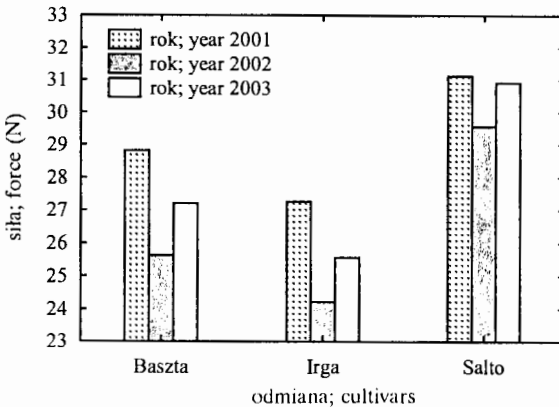
Rys. 1. Wpływ okresu przechowywania na wartość siły przebiccia skórki bulw ziemniaka dla lata badań

Fig. 1. Influence of storage period on potato tuber skin piercing force for the research years



Rys. 2. Wpływ okresu przechowywania na wartość siły przebicia skórki bulw ziemniaka dla frakcji

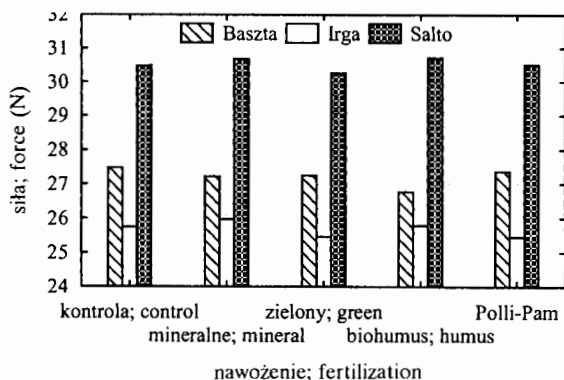
Fig. 2. Influence of storage period on potato tuber skin piercing force for the fractions



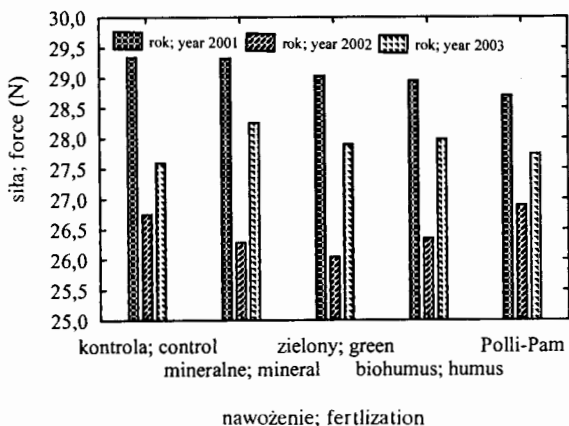
Rys. 3. Wpływ odmian na wartość siły przebicia skórki bulw ziemniaka dla lat badań

Fig. 3. Influence of varieties on potato tuber skin piercing force value for the research years

Na wartość odkształcenia bulw ziemniaka (występującego przy osiągnięciu granicy wytrzymałości biologicznej) miały istotny statystycznie wpływ wszystkie czynniki doświadczenia. Wielokrotny test rozstępu Duncana wykazał trzy grupy jednorodne wartości odkształcenia w obrębie zastosowanego nawożenia (tab. 2). Z badań wynika, że na wartość odkształcenia duży wpływ ma turgor komórek. Zależność ta znalazła potwierdzenie w części badań dotyczących wpływu warunków pogodowych i długotrwałego przechowywania. Dla lat badań największą wartość odkształcenia (4,80 mm) uzyskano w 2003 roku (najsuchszy rok, suma opadów w okresie wegetacji wynosiła 266,7 mm), a najmniejszą (3,57 mm) w roku 2001. Z analizy wpływu okresu przechowywania na wartość odkształcenia można stwierdzić, że wzrastała ona wraz z okresem przechowywania (tab. 2).



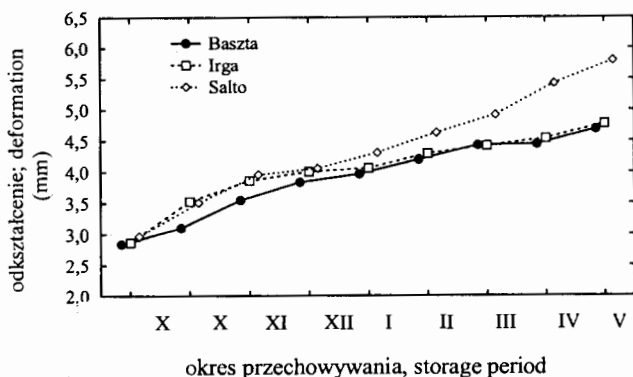
Rys. 4. Wpływ nawożenia na wartość siły przebiccia skórki bulw ziemniaka dla odmian
Fig. 4. Influence of fertilization on potato tuber skin piercing force for cultivars



Rys. 5. Wpływ nawożenia na wartość siły przebiccia skórki bulw ziemniaka dla lat badań

Fig. 5. Influence of fertilization on potato tuber skin piercing force for the research years

Wzrost odkształcenia wiązał się ze spadkiem turgoru komórek, a spowodowane to było utratą wody przez bulwy wskutek jej transpiracji. Najbardziej podatną na odkształcenia była odmiana Salto ($\epsilon = 4,40$ mm) najmniej podatną odmiana Baszta ($\epsilon = 3,90$ mm). Zauważa się istotne różnice wartości odkształcenia między odmianą Salto a pozostałymi odmianami w ostatnim okresie przechowywania (rys. 6). Różnica ta jest spowodowana nadmierną transpiracją wody w wyniku wcześniejszego kiełkowania odmiany Salto. Najbardziej podatne na odkształcenie były bulwy nawożone mineralnie ($\epsilon = 4,17$ mm) a najmniej nawożone nawozem zielonym ($\epsilon = 4,08$ mm). Równie niską wartość uzyskano dla kontroli ($\epsilon = 4,04$ mm). Wśród frakcji wielkościowych większym odkształceniom ulegały bulwy mniejsze ($\epsilon = 4,28$ mm) niż bulwy większe ($\epsilon = 3,94$ mm).



Rys. 6. Wpływ okresu przechowywania na wartość odkształcenia bulw ziemniaka dla odmian

Fig. 6. Influence of storage period on potato tuber deformation for cultivars

Tabela 2; Table 2

Wielokrotny test rozstępu Duncana (grupy jednorodne wartości odkształcenia skórki bulw ziemniaka w granicy wytrzymałości biologicznej)

Duncan multiple range test (uniform groups of potato tuber deformation value within biological resistance limit)

Czynniki; Factors	Grupy jednorodna; Uniform groups								
	Średnia wartość odkształcenia skórki bulw ziemniaka ϵ (mm) Average value of potato tuber deformation ϵ (mm)								
Lata badań Years of research	2001r. $x_1 = 3,57$		x_1	x_2	x_3	2002r. $x_2 = 3,96$		2003r. $x_3 = 4,80$	
Okres przechowywania Storage period	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
	wrzesień; September $x_1 = 2,89$			grudzień; December $x_4 = 3,97$			marzec; March $x_7 = 4,59$		
	październik; October $x_2 = 3,38$			styczeń; January $x_5 = 4,12$			kwiecień; April $x_8 = 4,80$		
	listopad; November $x_3 = 3,79$			luty; February $x_6 = 4,37$			maj; May $x_9 = 5,08$		
Odmiana; Cultivar	Baszta $x_1 = 3,90$		x_1	x_2	x_3	Irga $x_2 = 4,04$		Salto $x_3 = 4,40$	
Nawożenie; Fertilization	x_1	x_3	x_4	x_5	x_2				
	x_1	x_3	x_4	x_5	x_2				
	x_1	x_3	x_4	x_5	x_2				
	kontrola; control $x_1 = 4,04$			mineralne; mineral $x_2 = 4,17$			zielony; green $x_3 = 4,08$		
biohumus; humus $x_4 = 4,12$					Polli-Pam $x_5 = 4,14$				

— grupa jednorodna; uniform group

Wnioski

1. Nawożenie proekologiczne wpływa korzystnie na wytrzymałość mechaniczną bulw ziemniaka w latach o niesprzyjających warunkach pogodowych (suchych, upalnych). W roku o dostatecznej ilości opadów większą wytrzymałość posiadają bulwy nawożone mineralnie.
2. W czasie długotrwałego przechowywania wytrzymałość mechaniczna bulw rośnie wraz ze wzrostem intensywności procesów życiowych.
3. Wartość odkształcenia bulw (w granicy wytrzymałości biologicznej) w dużym stopniu zależy od długości okresu przechowywania i warunków pogodowych w okresie wegetacji.
4. Występuje duża zmienność badanych właściwości w zależności od odmian.

Literatura

- BYSZEWSKI W., HAMAN J. 1977.** *Gleba – maszyna – roślina*. PWN Warszawa: 238–245.
- LESZCZYŃSKI W. 2002.** *Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 47–64.
- MARKS N. 2001.** *Technika i efekty proekologicznego nawożenia ziemniaków*. Wieś Jutra 3(32): 23–25.
- MARKS N. 2004.** *Efekty ekologicznej i integrowanej produkcji ziemniaka*. Wieś Jutra 2(67): 34–36.
- MARKS N. 2005.** *Możliwość zastosowania integrowanej metody uprawy ziemniaków*. Ziemniak Polski 2: 17–20.
- PROŚBA-BIAŁCZYK U. 2002.** *Uprawa ziemniaka z uwzględnieniem aspektów rolnictwa ekologicznego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 33–45.
- SOBOL Z. 2003.** *Wpływ wybranych czynników na niektóre właściwości mechaniczne bulw ziemniaka*. Acta Agrophysica 83: 163–176.

Słowa kluczowe: ziemniak, nawożenie, właściwości reologiczne

Streszczenie

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2001–2003. Badaniami objęto wybrane właściwości reologiczne bulw ziemniaka (wartość siły i odkształcenia w granicy wytrzymałości biologicznej). Jako zmienne niezależne przyjęto: rok badań, odmianę, okres przechowywania, nawożenie i frakcję wielkościową. Wszystkie czynniki przyjęte w doświadczeniu miały statystycznie istotny wpływ na badane właściwości.

THE INFLUENCE OF INTEGRATED FERTILIZATION
ON SELECTED MECHANICAL PROPERTIES
OF POTATO TUBERS

Zygmunt Sobol

Department of Agricultural and Food Technology,
Agricultural University, Kraków

Keywords: potato, fertilization, rheological properties

Summary

The field experiment was conducted in the years 2001–2003. The research dealt with selected rheological properties of potato tubers (value of force and deformation within biological strength limits). The following independent variables were assumed: research year, variety, storage period, fertilization and size fraction. All factors assumed in the experiment showed statistically significant influence upon the tested properties.

Dr inż. **Zygmunt Sobol**
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja
ul. Balicka 104
30-149 KRAKÓW
e-mail: zsobol@ar.krakow.pl