

## STRATY PO PRZECHOWYWANIU BULW PODDANYCH SILE ŚCISKANIA

*Zbigniew Czerko*

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka,  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie

### Wstęp

W nowoczesnych przechowalniach stosowane są 2 sposoby przechowywania ziemniaków: składowanie luzem i w paletach skrzyniowych. Wysokość przyzmy ziemniaków w przechowalniach o składowaniu luzem dochodzi do 5 m, chociaż nowo budowane przechowalnie dla ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa na chipsy i frytki mają najczęściej wysokość przyzmy 4,5 m. Wysokość palet skrzyniowych wynosi od 1,0 do 1,5 m.

Ziemniaki w dolnej warstwie wysokiej przyzmy (4,5 m) podlegają dużej sile ściskającej. Po przechowywaniu wygląd ziemniaków jest zdeformowany, powstają odciski ciśnieniowe. Pod odciskami w niektórych bulwach po okresie przechowywania pojawia się ciemnienie mięszu [DUNCAN 1973; MEIJERS 1981; SCHORLING 2000]. Pod wpływem pęknięcia komórek mięszu dochodzi do zwiększonego utleniania fenoli do melaniny, czego przyczyną jest ciemnienie tkanki [BURTON 1970; DUNCAN 1973].

Odształcenia i odciski bulw a także ubytki naturalne w zasadniczej mierze decydują o widocznym równomiernym przez cały sezon przechowalniczym osiadaniu przyzmy. Zmniejszenie wysokości przyzmy może wynieść do 80 cm w przyzmie o wysokości 5,0 m przez 7 miesięcy przechowywania [CZERKO 2003].

Podczas przechowywania w paletach skrzyniowych o małej wysokości (100 cm) zjawisko osiadania i odształceń bulw nie ma istotnego znaczenia.

Celem doświadczenia była ocena strat przechowalniczych, wielkości odształceń ciśnieniowych oraz wielkości nekrozy po uszkodzeniu bulw ziemniaka po przechowywaniu w prasach symulujących siły ściskania odpowiadających przyzmie o wysokości 4,5 m.

### Metodyka

Doświadczenie przeprowadzono w dwóch sezonach przechowalniczych 2002/2003 i 2003/2004. Bulwy umieszczono w pojemnikach (prasach) o ciśnieniu 28 kN·m<sup>-2</sup>. Wartość ciśnienia w prasach ustalono na podobnym poziomie jakie występuje na dole przyzmy o wysokości 4,0 m.

Bulwy w pojemniku kontrolnym nie poddano żadnej sile nacisku. Ziemniaki 3 odmian Kuba, Triada, Danusia w kombinacji nie uszkodzonych i uszkodzo-

nych (po 15 bulw) umieszczono w pojemnikach o wymiarach 20 x 20 i wysokości 30 cm. Analizowane ziemniaki ułożono w ten sposób, że na dnie i pod pokrywą pojemnika ułożono dodatkowo warstwę ziemniaków po to, żeby bulwy z doświadczenia nie stykały się z twardą powierzchnią a tylko z bulwami.

Przed włożeniem do pojemników pojedyncze bulwy zostały zważone, a w kombinacji uszkodzonych bulw, uszkodzono je trzpieniem 6 x 6 mm na głębokość 6 mm.

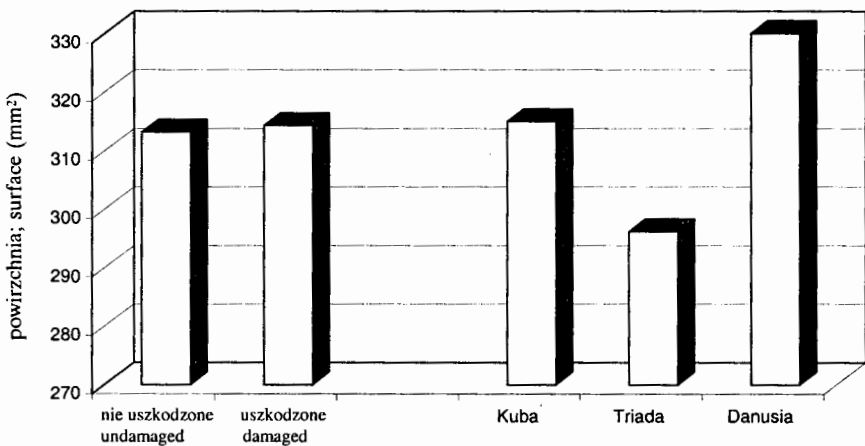
Pojemniki zostały wstawione do komory przechowalniczej, w której utrzymywano temperaturę około 14°C w okresie przygotowawczym i 4°C w długotrwałym okresie przechowywania. Wilgotność względna powietrza w przechowalni wynosiła 87–92%.

Po okresie przechowywania na początku kwietnia próby zostały ocenione pod względem ubytków naturalnych, powierzchni odcisków, powierzchni przekroju nekrozy po uszkodzeniu, ilości i długości kielków, ciemnych plam pod odciskiem ciśnieniowym. Wyniki poddano ocenie statystycznej wykonując analizę wariancji z zastosowaniem testu F „Snedecora” dla modelu stałego. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy wykorzystano test t-Studenta.

### Wyniki i dyskusja

Wstępna ocena wyglądu bulw po przechowywaniu nie wykazała obecności bulw zgniłych czy mokrych. Nekrozy pouszkodzeniowe były zablźnione, a w miejscu styku bulw zniekształcone.

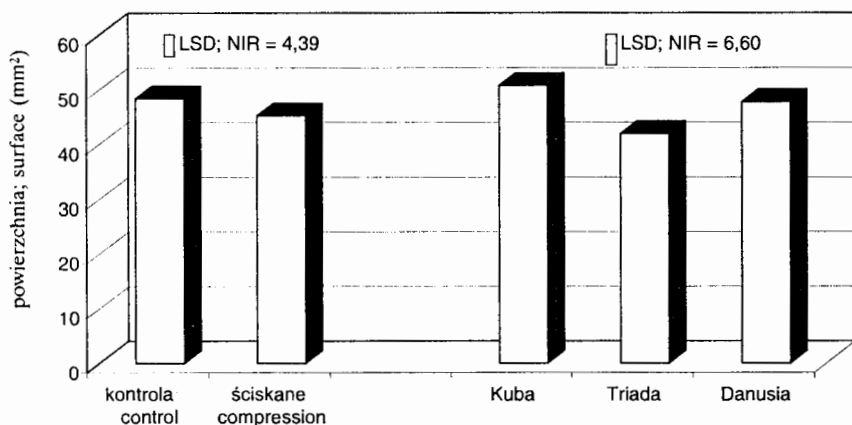
Średnia powierzchnia największego odcisku ciśnieniowego była największa w bulwach odmiany Danusia, a najmniejsza u odmiany Triada, jednak różnice te były nieistotne. Podobnie nieistotne były różnice w wielkości powierzchni odcisków w kombinacji bulw uszkodzonych i nie uszkodzonych (rys. 1).



Rys. 1. Powierzchnia odcisków ciśnieniowych po 7 miesiącach przechowywania bulw uszkodzonych i nie uszkodzonych

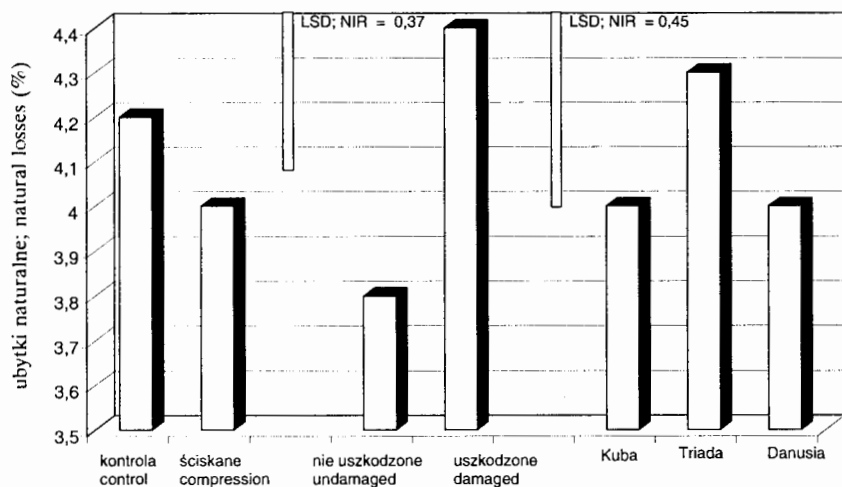
Fig. 1. The surface of pressure-bruises after 7 month storage of damaged and undamaged potato tubers

Wielkość powierzchni przekroju nekrozy pouszkodzeniowej różniła się między odmianami (rys. 2). Odmiana Triada charakteryzowała się istotnie najmniejszą powierzchnią nekrozy w stosunku do odmiany Kuba. Średnią wielkość powierzchni nekrozy miała odmiana Danusia a jej wielkość powierzchni nie różniła się istotnie w stosunku do dwu pozostałych odmian. Ściskanie bulw i w konsekwencji ich odkształcenie nie spowodowało istotnych zmian w wielkości nekrozy pouszkodzeniowej w stosunku do bulw nie poddanych ścisnaniu.



Rys. 2. Powierzchnia nekroz uszkodzeniowych po 7 miesiącach przechowywania bulw ścisnkanych i kontroli

Fig. 2. The surface of damage necroses after 7 month storage for 3 potato cultivars control and compressed tubers

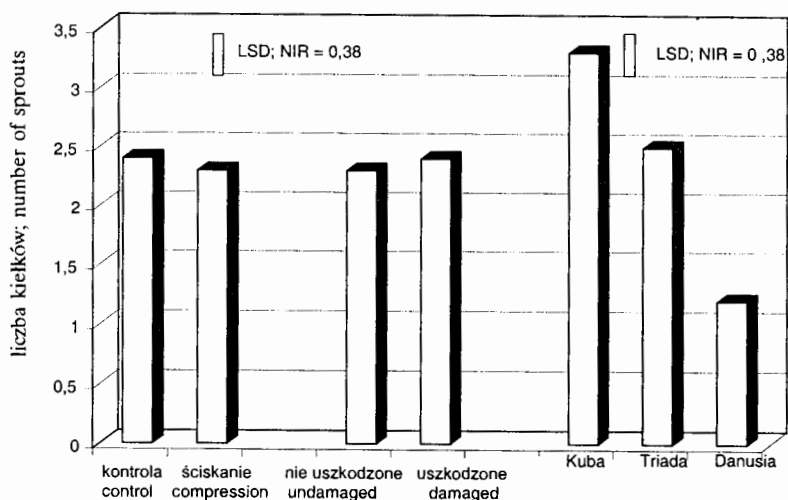


Rys. 3. Ubytki naturalne po 7 miesiącach przechowywania bulw

Fig. 3. Natural losses after 7 month storage of the tubers

Ubytki naturalne 3 odmian jako średnie badanych kombinacji, nie różniły się istotnie między sobą i wynosiły od 4,0 do 4,3% (rys. 3). Istotnie większe ubytki naturalne miały bulwy kombinacji uszkodzonej (średnio dla 3 odmian – 4,4%) niż bulwy nieuszkodzone (średnio dla 3 odmian – 3,8%). Ubytki naturalne bulw poddanych sile ściskania były nieistotne, niższe niż bulw nie ściskanych. Podobna zależność, że ubytki naturalne były mniejsze w bulwach poddanych sile ściskania i posiadających odciski, niż w bulwach nie ściskanych, była przedstawiona w pracy [CZERKO 2003]. Czynnikiem powodującym mniejsze ubytki naturalne (odparowanie wody) w bulwach ściskanych mogła być zwiększona powierzchnia stykających się bulw i przez to mniejsza powierzchnia bulwy z której zachodzi łatwiejsze odparowanie wody.

Rozwój kielków oceniano mierząc ich ilość i długość. Odmiany istotnie różniły się między sobą ilością kielków (rys. 4). Najmniej kielków było u odmiany Danusia (średnio – 1,2), średnia ilość kielków była u odmiany Triada (2,5), a najwięcej u odmiany Kuba (3,3). Nie było istotnej różnicy w ilości kielków na bulwach uszkodzonych i nie uszkodzonych. Także nie zanotowano istotnych różnic w ilości kielków na bulwach w kombinacji ściskanej i nie ściskanej.

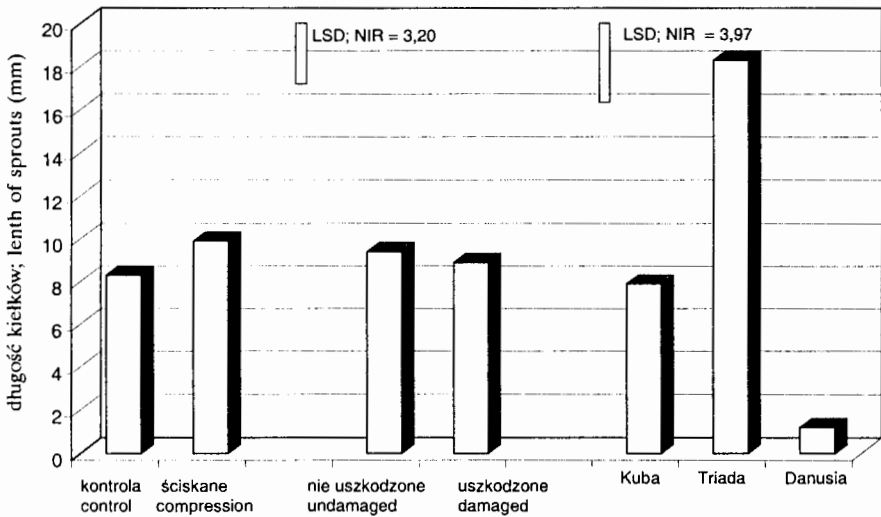


Rys. 4. Liczba kielków po 7 miesiącach przechowywania bulw  
 Fig. 4. Number of sprouts after 7 month storage of the tubers

Długości kielków była istotnie zróżnicowana u badanych odmian; najkrótsze kielki miała odmiana Danusia – 1,2 mm, dłuższe odmiana Kuba – 7,9 mm i najdłuższe odmiana Triada 18,3 mm (rys. 5). Nie było istotnych różnic w długości kielków między kontrolą a bulwami ściskanymi, a także między bulwami uszkodzonymi i nieuszkodzonymi.

Ziemiaki z odciskami ciśnieniowymi zostały dodatkowo odłożone na 3 dni i przechowywane w wyższej temperaturze 18°C, żeby ocenić ewentualne zmiany barwy miąższu. W żadnej z badanych odmian nie zaobserwowano ciemnienia miąższu bulw pod odciskami ciśnieniowymi. Zjawisko ciemnienia miąższu pod odciskami ciśnieniowymi nie wystąpiło także w badaniach prowadzonych w po-

przednich latach w IHAR [CZERKO 2003]. Także nie było ciemnienia miąższu w trzech badanych odmianach pod nekrozami pouszkodzeniowymi (sztucznie spowodowanymi na początku przechowywania). Badania przeprowadzone przez [LULAI 1996] pokazują, że ciemna plamistość miąższu może powstać pod uszkodzeniami ciśnieniowymi, gdzie nie zakończył się proces gojenia komórek, a także w bulwach posiadających duże ubytki naturalne. W prezentowanym doświadczeniu warunki na szybkie gojenie uszkodzeń były dobre: wysoka temperatura (14°C), wilgotność (90%) oraz wymagana wentylacja. W takich warunkach gojenie uszkodzeń mechanicznych może zachodzić już po kilku dniach [WIGGINTON 1974; JARVIS, DUNKAN 1979].



Rys. 5. Długość kielków po 7 miesiącach przechowywania bulw  
Fig. 5. Lenth of sprouts after 7 month storage of the tubers

Zmiany barwy miąższu pod odciskami ciśnieniowymi zauważone w przechowalniach produkcyjnych po przechowywaniu w wysokich przyzmac mogą wynikać nie z bezpośrednich uszkodzeń komórek w wyniku ściskania lecz podczas obróbki na maszynach przeladunkowych. W miejscu odcisku ciśnieniowego łatwej uszkadzała się skórka i w tym miejscu może powstać ciemna plamistość [MEIJERS 1981]. Drugim czynnikiem wpływającym na zwiększenie skłonności do powstawania ciemnienia miąższu pod odciskiem są duże ubytki naturalne. W omawianym doświadczeniu ten czynnik nie mógł mieć istotnego znaczenia, gdyż warunki przechowywania były dobre, a ubytki naturalne były małe (4,0–4,3%).

## Wnioski

1. Ziemiaki poddane dużym siłom ściskania (takim jak przy składowaniu luzem o wysokości 4,0 m) miały widoczne odkształcenia ciśnieniowe o powierzchni około 313 mm<sup>2</sup>.

2. Straty przechowalnicze bulw poddanych sile ściskania nie różniły się istotnie od strat w bulwach prób kontrolnych.
3. Zapewnienie optymalnych warunków podczas przechowywania ziemniaków zapobiegło powstaniu ciemnej plamistości pod odciskami ciśnieniowymi.

### Literatura

- BURTON W.G. 1970. *Black spot. Physiological aspects*. Processing of the Fourth Triennial Conference of the European Association for Potato Research INRA Publ. 70/5: 79–92.
- CZERKO Z. 2003. *Reakcja bulw ziemniaka na ściskanie podczas przechowywania przy składowaniu luzem*. Biul. IHAR 228: 275–281.
- DUNCAN H.J. 1973. *Rapid bruise development in potatoes with oxygen under pressure*. Potato Res. 16: 306–310.
- JARVIS M.C., DUNCAN H.J. 1979. *Water loss from potato tuber discs: a method for assessing wound healing*. Potato Res. 22: 60–73.
- LULAI E.C. 1996. *Cellular changes and physiological responses to tuber pressure-bruising*. Am. Potato J. 73: 197–209.
- MEIJERS C.P. 1981. *Disease and defects liable to effect potatoes during storage*, in: *Storage of Potatoes. Post-harvest behaviour, storage design, storage practice, handling*. Rastovski A., Pudoc A. (Eds) Wageningen: 138–166.
- SCHORLING E. 2000. *Ursachen für das unterschiedliche Auftreten von Lagerdruckstellen*. Kartoffelbau 51(8): 332–336.
- WIGGINTON M.J. 1974. *Effects of temperature, oxygen tension and relation humidity on the wound healing process in the potato tuber*. Potato Res. 17: 200–214.

**Słowa kluczowe:** ziemniaki przechowywanie, straty, uszkodzenia, ściskanie

### Streszczenie

W przechowalniach o składowaniu luzem, w których wysokość pryzmy ziemniaków dochodzi do 5 m na dole pryzmy występują siły ściskające powodujące deformację i uszkodzenia ciśnieniowe. Dokonano oceny bulw ziemniaków poddanych sile ściskającej około 28 kN·m<sup>-2</sup>. Ziemniaki 3 odmian Kuba, Triada i Danusia były ściskane w pojemnikach przechowywanych w temperaturze 4°C. Pojemniki poddane sile ściskania i pojemniki kontrolne bez sił ściskających napełniono bulwami zdrowymi i uszkodzonymi. Po przechowywaniu oceniano: ubytki naturalne, długość i ilość kielków, powierzchnię odcisków oraz powierzchnię przekroju nekrozy pouszkodzeniowej.

Średnia powierzchnia największego odcisku wyniosła 313 mm<sup>2</sup> i nie różniła się istotnie między bulwami, które były uszkodzone i nieuszkodzone. Powierzchnia nekrozy pouszkodzeniowej największa była u odmiany Kuba 51 mm<sup>2</sup> a najmniejsza u Triady – 42 mm<sup>2</sup>. Różnice w powierzchni nekrozy pouszkodzeniowej między bulwami kontrolnymi a bulwami ściskanymi nie były istotne. Ubytki natu-

ralne większe były w bulwach uszkodzonych niż nie uszkodzonych, ale ubytki naturalne bulw ściskanych nie różniły się istotnie od kontroli.

Po przechowywaniu w badanych odmianach nie wystąpiło zjawisko ciemnienia miąższu pod odciskiem ciśnieniowym.

## STORAGE LOSSES OF POTATO TUBERS SUBJECTED TO COMPRESSIVE FORCE

*Zbigniew Czerko*

Department of Potato Storage and Processing,  
Plant Breeding and Acclimatization Institute, Research Division Jadwisin

Key words: potatoes storage, losses, damage, compression

### Summary

The potatoes in storage houses potatoes can be stored in bulk up to the height of 5 m. In lower levels of pile the potatoes are subjected to strong compressive forces, causing the deformation and pressure-bruising of tubers. The experiment estimated reaction of potatoes Kuba, Triada, Danusia cultivars subjected to compressive force about  $28 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$  in press-boxes. The boxes were filled with damaged and undamaged tubers and stored at the temperature  $4^\circ\text{C}$ . After storage period natural losses, length and number of the sprouts, surface of pressure-bruises on the tubers and surface of post-damage necroses were evaluated.

Mean surface of the largest pressure-bruise was  $313 \text{ mm}^2$ , and the differences between damaged and undamaged potato tubers were in significant. The largest surface of post-damage necroses –  $51 \text{ mm}^2$  was observed on potatoes of Kuba cultivar, while the smallest –  $42 \text{ mm}^2$  in Triada cv. Differences between control and squeezed potatoes tubers were insignificant.

No changes in form of parenchyma darkening under the site of pressure-bruise were observed.

Dr Zbigniew Czerko

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemiaków

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin

Oddział w Jadwisinie

05-140 SEROCK

e-mail: iharoj@pol.pl