

WPŁYW CZASU PRZECHOWYWANIA NA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE BULW ZIEMNIAKA

Janusz Kolowca¹, Barbara Krzysztofik², Piotr Nawara²

¹Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Akademia Rolnicza

²Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Akademia Rolnicza

ul. Balicka 104, 30-149 Kraków

e-mail krzysztofik@ar.krakow.pl

Streszczenie. Przeprowadzono testy pelzania na mięszu bulw odmiany Salto w okresie przechowywania właściwego. Walcowe próbki o wymiarach $\phi 14,7 \times 10$ mm, poddawano ścisnaniu wzdłuż wysokości, a następnie je odciążano. Przyjęto poziom naprężeń równy 0,34 MPa, co odpowiadało nawrotowi próbek w około 70%. Stwierdzono wpływ czasu przechowywania oraz wielkości bulw na wartości modułu sprężystości i prędkości pelzania. Nie wykazano wpływu tych czynników na wielkość nawrotu i lepkości dynamicznej.

Słowa kluczowe: ziemniak, przechowywanie, właściwości reologiczne, testy pelzania

WSTĘP

Podczas długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka występują naturalne straty z powodu procesów oddychania i odparowania wody. Towarzyszą temu ubytki masy oraz zmiany biochemiczne, których rozmiar zależy jest od wielu czynników. Z upływem okresu przechowywania ubytki masy mogą się powiększać z powodu kiełkowania. Według Sobola [5] bulwy rozmiarowo mniejsze przechowywane w jednej warstwie i w pewnym oddaleniu od siebie, podczas przechowywania tracą więcej masy oraz objętości w porównaniu z bulwami większymi. Bulwy w trakcie przechowywania tracą turgor, co wpływa na strukturę tkanki bulw oraz parametry fizykochemiczne, decydujące o jakości produktów spożywczych otrzymanych z ziemniaków [1,6,7]. Należy się więc spodziewać, że wraz ze zmianami właściwości anatomiczno-chemicznych zmieniają się właściwości mechaniczne bulw.

Właściwości mechaniczne zależą także od rozmiarów bulw. Na ogół, bulwy rozmiarowo większe w ramach danej odmiany, mają większe komórki i prze-

strzenie międzykomórkowe w tkance miększej niż bulwy rozmiarowo mniejsze, co wpływa na ich różną (większą) uszkodzalność w trakcie obróbki mechanicznej [3].

Właściwości mechaniczne, w tym reologiczne, zależą wprost od budowy wewnętrznej materiału, od sprężystości i lepkości struktur komórkowych. Można je ocenić analizując zjawisko płynięcia materiału, przeprowadzając testy pełzania, które polegają na statycznym obciążeniu próbki i obserwacji zmian odkształcenia w czasie. Najlepiej jednak wykonać próbę pełzania z odciążeniem, rejestrując także tzw. nawrót próbki (materiału), gdyż jedną z bardzo ważnych cech reologicznych jest częściowa odwracalność odkształcenia pełzania po zdjęciu obciążenia. Taki pomiar umożliwia wyznaczenie wielu ważnych parametrów oceny właściwości reologicznych: odkształceń pełzania oraz nawrotu natychmiastowego i opóźnionego, prędkości pełzania i nawrotu, modułu pełzania, stałych materiałowych (modułu sprężystości, współczynnika lepkości dynamicznej) [2].

Przeprowadzono testy pełzania z odciążeniem na próbkach miększu bulw ziemniaka różnych rozmiarów, jednej odmiany, w trakcie ich trzymiesięcznego przechowywania właściwego.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były bulwy ziemniaka odmiany Salto (wybrane właściwości anatomiczno-chemiczne bulw tej odmiany przedstawia tab. 1).

Tabela 1. Wybrane właściwości morfologiczno-chemiczne bulw odmiany Salto

Table 1. Selected morphological and chemical properties of tubers of the Salto cultivar

Lp. Item	Właściwość – Proprieties	
1	Wielkość bulw – Size of tubers	Dość duża Fairly large
2	Zawartość suchej masy Dry mass content (%)	25,6
3	Skrobia Starch (%)	17,7
4	Azotany Nitrates (mg NaNO ₃)	54,1
5	Białko Proteins (%)	1,7
6	Odporność na uszkodzenia mechaniczne Resistance to mechanical damage	2 /b. podatna/ /Very susceptible/
7	Trwałość przechowalnicza Durability in storage	4 /słaba/ /poor/

Bulwy były przechowywane w chłodni w temperaturze 4°C i przy wilgotności powietrza 85-90%. Do badań brano bulwy zdrowe, dwóch frakcji wymiarowych 40-50 i 50-60 mm. Pomiary wykonywano po okresie kondycjonowania bulw, trzykrotnie w miesięcznych odstępach czasowych.

Pomiary wykonywano na walcowych próbkach mięszu o wymiarach około $\phi 14,7 \times 10$ mm, wykrawanych poprzecznie do największego wymiaru bulw, z głębokości większej niż 5,1 mm, co odpowiada strefie tzw. uszkodzeń ciężkich.

Testy wytrzymałościowe polegały na ściskaniu materiału pomiędzy dwoma równoległymi płytami, wzdłuż wysokości próbki, przy zachowaniu stałości naprężenia, rejestracji odkształcenia próbki z dokładnością do 0,01 mm, aż do osiągnięcia stałej prędkości pełzania, a następnie na zdejmowaniu obciążenia i obserwacji nawrotu odkształcenia próbki, aż do momentu jego ustalenia się na stałym poziomie. Wielkość obciążenia była jednakowa dla wszystkich badanych obiektów i przyjęta tak, aby uzyskać możliwie duży udział odkształceń nawrotu w stosunku do odkształceń pełzania.

WYNIKI BADAŃ

Analizowano zmiany następujących parametrów oceny właściwości reologicznych:

- stosunku odkształcenia nawrotu do odkształcenia pełzania $\varepsilon_n \cdot \varepsilon_p^{-1}$ (tab. 2),
- współczynnika lepkości dynamicznej K (tab. 2),
- modułu sprężystości (rys. 1),
- prędkości pełzania (rys. 2).

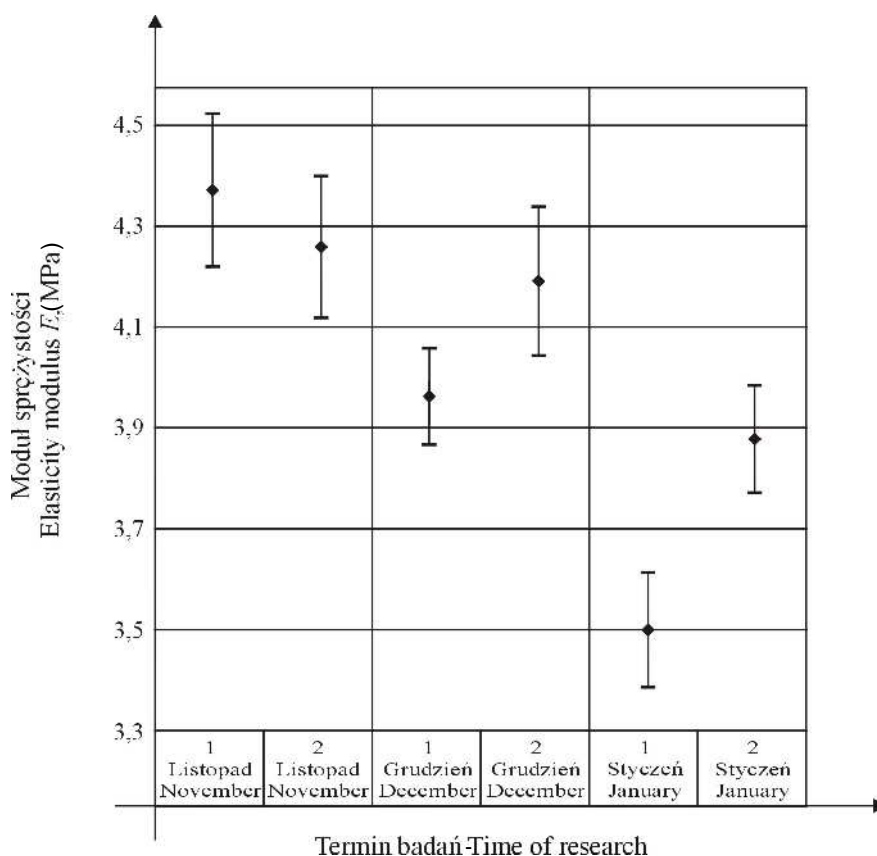
Tabela 2. Wartości średnie i 95% przedziały ufności dla wybranych parametrów oceny właściwości reologicznych

Table 2. Mean values and 95% intervals of confidence for selected parameters of estimation of rheological properties

Termin badań Time of research	$\varepsilon_n \cdot \varepsilon_p^{-1}$		K (MPa·s ⁻¹)	
	Fracja Fraction (mm)		Fracja Fraction (mm)	
	40-50	50-60	40-50	50-60
Listopad November	0,717 (0,013)	0,702 (0,013)	796,7 (17,9)	801,7 (13,6)
Grudzień December	0,700 (0,012)	0,682 (0,016)	839,5 (17,3)	801,7 (15,2)
Styczeń January	0,681 (0,014)	0,691 (0,015)	809,6 (44,0)	833,7 (44,9)

Z danych w tabeli 2 wynika, że wartości parametru $\varepsilon_n \cdot \varepsilon_p^{-1}$ wahały się, dla wszystkich przeprowadzonych prób, w granicach 0,68-0,72, tzn. udział odkształceń nawrotu w stosunku do odkształceń sumarycznych (odkształcenie nawrotu plus odkształcenie trwałe) wynosił około 70%. Można więc uznać, że przyjęty w badaniach poziom obciążenia 0,34 MPa okazał się zadawalający, gdyż odkształcenie nawrotu przewyższało odkształcenie trwałe prawie 2,5-krotnie.

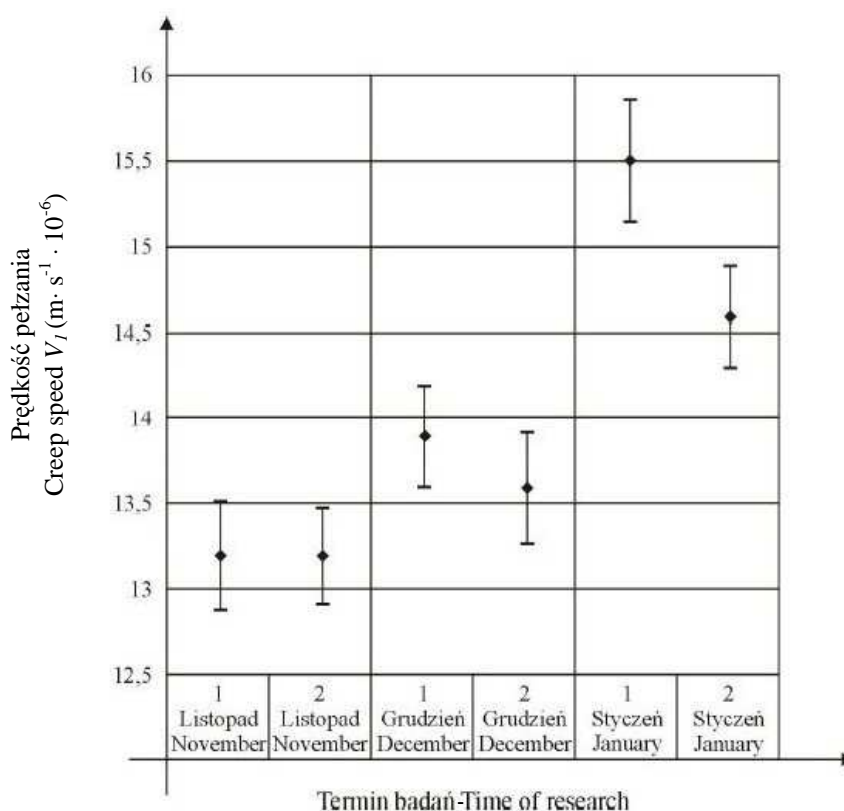
Wartości parametru K, czyli współczynnika lepkości dynamicznej (tab. 2) nie różniły się istotnie w różnych terminach i dla obu badanych frakcji wymiarowych. Wahały się one w zakresie 0,66-0,73.



Rys. 1. Moduł sprężystości E w różnych terminach badań (1 – frakcja 50-60 mm, 2 – frakcja 40-50 mm)
Fig. 1. Elasticity modulus E at various times of research (1 – 50-60 mm fraction, 2 – 40-50 mm fraction)

Z rysunku 1, gdzie przedstawiono wartości średnie i 95% przedziały ufności dla parametru E , można odczytać, że w trakcie przechowywania, w kolejnych

terminach badań, wartości modułu sprężystości wyraźnie malały. Dla frakcji 50-60 mm mieściły się one w przedziale 4,55-3,5 MPa, a dla frakcji 40-50 mm w przedziale 4,5-3,85 MPa. W dwóch ostatnich terminach moduł sprężystości dla frakcji drobniejszej był wyraźnie wyższy niż dla większej frakcji bulw.



Rys. 2. Prędkość pełzania V_I w różnych terminach badań (1 – frakcja 50-60 mm, 2 – frakcja 40-50 mm)
Fig. 2. Creep speed V_I at various times of research (1 – 50-60 mm fraction, 2 – 40-50 mm fraction)

Analizując dane zamieszczone na rysunku 2 można zauważyć wzrost prędkości pełzania w kolejnych terminach badań, wyższy dla bulw większych. I tak, prędkość pełzania dla frakcji 40-50 mm wahała się w granicach $(12,9-14,9) \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, dla frakcji 50-60 mm w granicach $(12,8-15,9) \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

WNIOSKI

1. Stwierdzono wpływ 3-miesięcznego czasu przechowywania na moduł sprężystości i prędkość pełzania próbek miąższu bulw badanej odmiany. Moduł sprężystości malał a prędkość pełzania wzrastała z czasem przechowywania.

2. Zaobserwowano różnice we właściwościach reologicznych dwóch frakcji wymiarowych bulw 40-50 mm i 50-60 mm. Moduł sprężystości był wyższy, a prędkość pełzania niższa, dla bulw mniejszych rozmiarów (szczególnie wyraźna różnica wystąpiła wraz z przedłużaniem się okresu przechowywania bulw).

3. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy wartościami współczynnika lepkości dynamicznej dla różnych wariantów przeprowadzonego doświadczenia.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bajema R.W., Hyde G.M., Baritell A.L.:** Turgor and temperature effects of dynamic failure properties of potato tuber tissue. *AM. Soc. of agric. Eng.*, 3, 741-746, 1998.
2. **Kolowca J.:** Ocena właściwości reologicznych wysokowodnionych materiałów roślinnych. *Inżynieria Rolnicza*, 11 (53), 97-103, 2003.
3. **Krzysztofik B.:** Wpływ wybranych czynników na budowę anatomiczną i odporność bulw ziemniaka na mechaniczne uszkodzenia. *Inżynieria Rolnicza*, 7(27), 73-76, 2001.
4. **Pawlak K., Król A.:** Zmiany struktury tkanki bulwy ziemniaka w wyniku deformacji. *Acta Agrophysica*, 24, 110-121, 1999.
5. **Sobol Z.:** Wpływ wybranych czynników na cechy fizyczne bulw ziemniaka. *Inżynieria Rolnicza*, 6 (39), 101-108, 2002.
6. **Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.:** Rozmieszczenie suchej masy i sacharydów w różnych częściach bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 489, 327-334, 2002.
7. **Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.:** Wpływ zabiegu rekondycjonowania na jakość bulw ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR*, 214, 213-219, 2000.

INFLUENCE OF TIME OF STORAGE ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF POTATO TUBERS

Janusz Kolowca¹, Barbara Krzysztofik², Piotr Nawara²

¹Basic Machine Construction Section, Agricultural University

²Agricultural and Food Technology Section, Agricultural University

ul. Balicka 104, 30-149 Kraków

e-mail: krzysztofik@ar.krakow.pl

Abstract. Creep tests were performed on the flesh of potato tubers of Salto cultivar during a period of proper storage. Cylindrical samples with dimensions of $\phi 14,7 \times 10$ mm were subjected to compression along the height, followed by relaxation. Stress level of 0.34 MPa was adopted for the tests, which corresponded to sample rebound of about 70%. An influence of time of storage as well as of the size of tubers on the value of elasticity modulus and creep velocity was observed. No influence of these factors was found on the level of rebound and on the dynamic viscosity.

Keywords: potato, storage, rheological propriety, creep tests