

WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPREŻYSTE MIAŻSZU BULW ZIEMNIAKA RÓŻNEJ WIELKOŚCI

Janusz Kolowca¹, Barbara Krzysztofik²

¹Katedra Podstaw Budowy Maszyn, Akademia Rolnicza

²Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Akademia Rolnicza

ul. Balicka 104, 30-149 Kraków

e-mail: krzysztofik@ar.krakow.pl

Streszczenie. Przeprowadzono testy pełzania z odciążeniem na walcowych próbkach miąższu pobranych z bulw o szerokości 30-40 mm oraz > 60 mm. Próbki z drobniejszych bulw podlegały mniejszym odkształceniom pełzania oraz charakteryzowały się większym modułem lepkości. Takie zróżnicowanie właściwości reologicznych bulw różnej wielkości może być spowodowane odmienną budową anatomiczną: rozmiarami i strukturą komórek.

Słowa kluczowe: bulwa ziemniaka, właściwości reologiczne

WSTĘP

Dokładne rozpoznanie układu maszyna – roślina uwarunkowane jest w dużej mierze rozwojem badań w zakresie reologii strukturalnej, nauki wiążącej zjawiska reologiczne, czyli płynięcie i odkształcenia materii w czasie, z jej budową wewnętrzną. Charakterystyka strukturalno-reologiczna różnych materiałów roślinnych może być bardzo przydatna konstruktorom maszyn, których projekty muszą zapewniać wysoką jakość produktu końcowego, co w przypadku ziemniaka wiąże się z minimalizacją uszkodzeń mechanicznych bulw powstających w trakcie różnych procesów technologicznych [2].

Uszkodzenia, różnej wielkości, zarówno zewnętrzne i wewnętrzne, są wynikiem mechanicznego oddziaływania elementów zespołów roboczych maszyn, co z kolei powoduje trwałe odkształcenia bulw. Bulwy bardziej wytrzymałe, o więk-

szej sprężystości, będą uszkodzane w mniejszym stopniu niż pozostałe. Ma to związek z ich budową wewnętrzną.

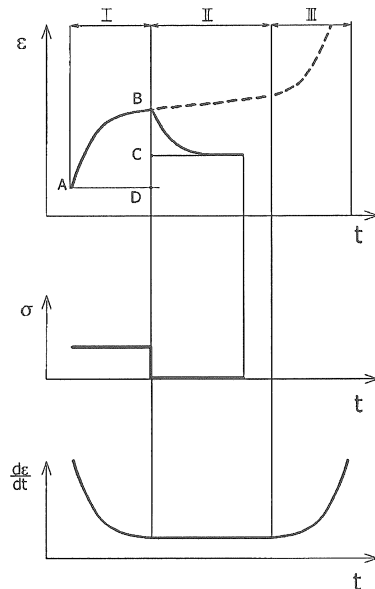
Hudson [1] stwierdził, że bulwy o większych komórkach, większej objętości przestrzeni międzykomórkowych i mniejszym ciężarze właściwym mają głębsze obicia. Badania przeprowadzone przez Krzysztofik [2] potwierdziły, że uszkodzenia bulw były dodatnio skorelowane m.in. z objętością komórek w tkance miękiszowej bulwy. Również Pawlak i Król [4] uważają, że cechy geometryczne komórek tkanki miękiszowej mają istotny wpływ na ich wytrzymałość, a najłatwiej ulegają uszkodzeniom komórki największe.

Wyraźne zróżnicowanie rozmiarów i struktury komórek występuje u bulw różnej wielkości, bowiem wzrost bulw nie jest jednakowy, a ich rozrzut wielkości jest cechą odmianową, ale silnie modyfikowany przez fenotyp, głównie dostęp do wody, światła i węglowodanów. Wzrostowi objętości bulwy towarzyszy rozrastanie się komórek miękiszowych, oraz perydermy poprzez podziały komórek (wzrost liczby warstw). Na ogół, bulwy rozmiarowo większe, lecz charakteryzujące się tym samym stopniem dojrzałości, co bulwy mniejsze, mają komórki o większych rozmiarach w tkance miękiszowej. Większe komórki i cieńsze ściany komórkowe charakteryzują bulwy o mniejszej odporności na uszkodzenia mechaniczne [3].

MATERIAŁ I METODA

Aby wykazać wpływ wielkości bulwy na właściwości lepkosprężyste jej miąższu, do badań wzięto dwie frakcje bulw ziemniaka odmiany Salto, o wymiarach 30-40 mm i > niż 60 mm szerokości, z których pobierano próbki w kształcie walca o wymiarach ϕ 14,4 x 15 mm. Próbki wykrawano poprzecznie do największego wymiaru bulwy, z głębokości większej niż 5,1 mm, co odpowiada strefie uszkodzeń ciężkich [2]. Następnie ściskano je pomiędzy dwoma meta-łowymi płytkami wzdłuż wysokości walca.

Właściwości reologiczne oceniano na podstawie prób pełzania, polegających na rejestracji odkształcenia w czasie przy stałym obciążeniu. Celowa jest tutaj także obserwacja nawrotu próbki po zdjęciu obciążenia zewnętrznego. Nawrót charakteryzuje właściwości lepkosprężyste materiału. Z przebiegu pełzania i nawrotu można wyznaczyć m.in. zakresy odkształceń oraz prędkości pełzania i nawrotu (rys. 1).



Rys. 1. Krzywa pełzania z odciążeniem.
 BD – odkształcenie pełzania (odkształcenie sumaryczne),
 BC – odkształcenie nawrotu (odwracalne odkształcenie sprężyste),
 CD – odkształcenie trwałe (nieodwracalne odkształcenie plastyczne),
 I – pełzanie pierwszorzędowe, II – pełzanie drugorzędowe, III – pełzanie trzeciorzędowe.

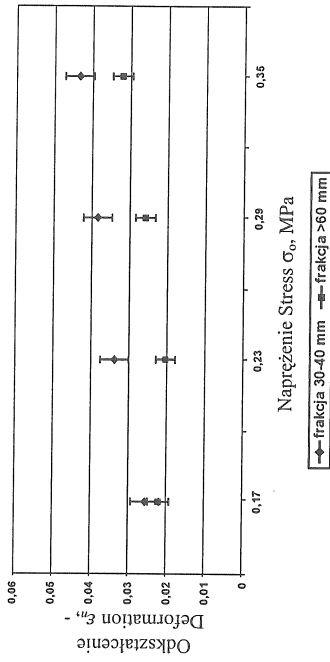
Fig. 1. Creep with an alleviation curve.
 BD – creep deformation (summary deformation),
 BC – return deformation (reversible flexible deformation),
 CD – permanent deformation (non-reversible plastic deformation),
 I – first rate crawling, II – second rate crawling, III – third rate crawling.

WYNIKI BADAŃ

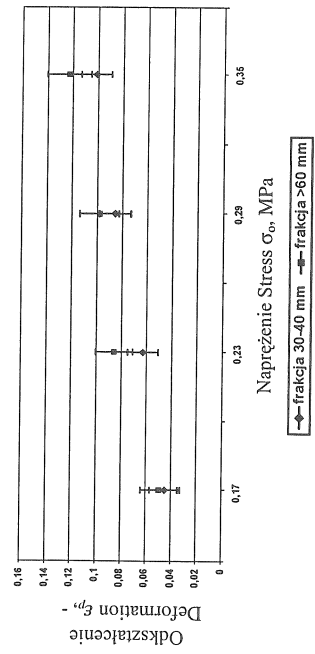
Wyniki badań przedstawiono na rysunkach 2-8, gdzie podano średnie wartości oraz 95% przedziały ufności dla wyznaczanych parametrów oceny właściwości reologicznych: ε_p (odkształcenie pełzania), ε_n (nawrót), $\varepsilon_r/\varepsilon_p$, V_I (prędkość pełzania), m_I (moduł pełzania jako stosunek zastosowanego naprężenia do prędkości pełzania), E (moduł lepkiej sprężystości), K_I (współczynnik lepkości dla odkształceń trwałych).

Stwierdzono istotne zróżnicowanie właściwości reologicznych materiału pobranego z bulw o różnych rozmiarach. I tak, dla próbek pobranych z bulw mniejszych, wykazano:

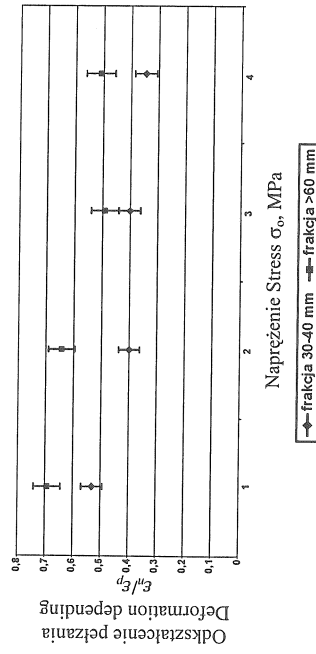
- mniejszą podatność na odkształcenia pełzania (rys. 2),
- większy nawrót lepkosprężysty (rys. 3),
- mniejsze odkształcenie trwałe, a więc większy udział odkształcenia nawrotu do sumarycznego odkształcenia pełzania (rys. 4),
- mniejszą prędkość pełzania (rys. 5),
- większy moduł pełzania (rys. 6),
- większy moduł lepkości (rys. 7),
- większy współczynnik lepkości odpowiadający za odkształcenia trwałe (rys. 8).



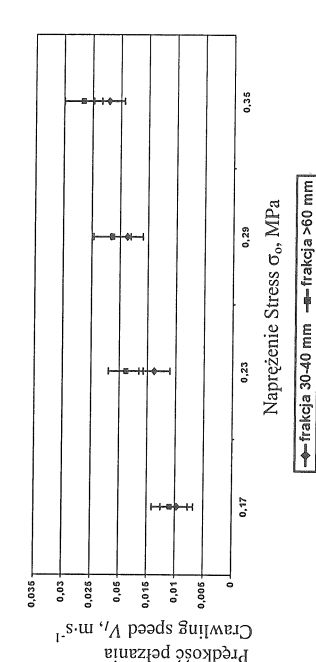
Rys. 2. Odształcenie pełzania ϵ_p w zależności od zastosowanego naprężenia σ_0
 Fig. 2. Crawling deformation ϵ_p depending upon the used stress σ_0



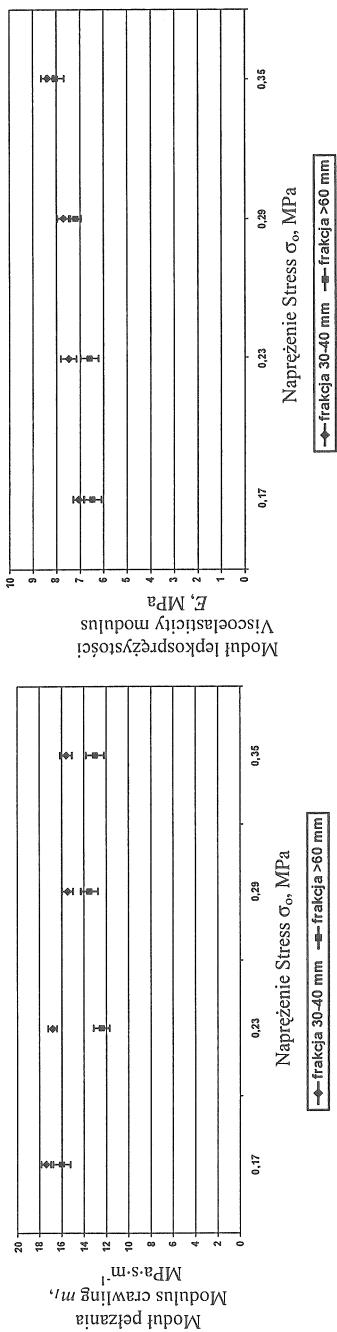
Rys. 3. Odształcenie nawrotu ϵ_n w zależności od zastosowanego naprężenia σ_0
 Fig. 3. Return deformation ϵ_n depending upon the used stress σ_0



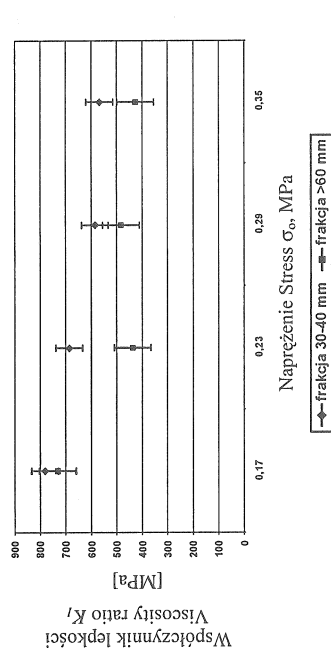
Rys. 4. Odształcenie pełzania ϵ_n/ϵ_p w zależności od zastosowanego naprężenia σ_0
 Fig. 4. Crawling deformation depending ϵ_n/ϵ_p depending upon the used stress σ_0



Rys. 5. Prędkość pełzania V_1 w zależności od zastosowanego naprężenia σ_0
 Fig. 5. Crawling speed V_1 depending upon the used stress σ_0



Rys. 6. Moduł pełzania m_1 w zależności od zastosowanego naprężenia σ_0
 Fig. 6. Modulus crawling m_1 depending upon the used stress σ_0



Rys. 8. Współczynnik lepkości K_1 w zależności od zastosowanego naprężenia σ_0
 Fig. 8. Viscosity ratio K_1 depending upon the used stress σ_0

Przedstawione spostrzeżenia mają związek z budową wewnętrzną bulw różnej wielkości, co jest powodem wyraźnego zróżnicowania właściwości lepko-sprężystych parametrów oceny dla bulw małych i dużych, i co może potwierdzać wyniki badań przytoczone w rozdz. 1 dotyczące wpływu wielkości bulwy na jej odporność na powstawanie uszkodzeń mechanicznych w różnych procesach technologicznych zbioru i obróbki pozbiorowej ziemniaków.

WNIOSEK

1. Stwierdzono wyraźne zróżnicowanie właściwości reologicznych miąższu w zależności od rozmiaru bulw. Próbki pobrane z mniejszych bulw podlegały mniejszym odkształceniom pełzania i charakteryzowały się większym modułem lepko-sprężystym. Wartości modułu lepkosprężystości dla bulw frakcji 30-40 mm wynosiły 7,0-8,5 MPa, a dla bulw frakcji powyżej 60 mm odpowiednio 6,5-8,0 MPa.

PIŚMIENNICTWO

1. **Hudson D.E.:** The relationship between blackspot and specific gravity to bruise dept in potatoes. *Am. Pot. Journ.*, 52, 9-14, 1975.
2. **Krzysztofik B.:** Wpływ wybranych czynników na budowę anatomiczną i odporność bulw ziemniaka na mechaniczne uszkodzenia. *Inżynieria Rolnicza*, nr 7/27, 2001.
3. **Lewosz I., Reda S., Ryś D., Jastrzębski K., Piątek I.:** Skład chemiczny bulw ziemniaka a ich odporność na uszkodzenia mechaniczne. *Biul. Inst. Ziemn.*, 18, 31-40, 1976.
4. **Pawlak K., Król A.:** Zmiany struktury tkanki bulwy ziemniaka w wyniku deformacji. *Acta Agrofizyka*, 24, 110-121, 1999.

PULP RHEOLOGICAL PROPERTIES OF TUBERS IN VARIOUS SIZES

Janusz Kolowca¹, Barbara Krzysztofik²

¹Basic Machine Construction Section, University of Agriculture

²Agricultural and Food Technology Section, University of Agriculture

ul. Balicka 104, 30-149 Kraków

e-mail: krzysztofik@ar.krakow.pl

Abstract. Crawling tests with alleviation were carried out on cylindrical samples. The samples were collected from tubers 30-40 mm in width or width of > 60 mm. Samples collected from smaller tubers were subjected to lower crawling deformation ranges and revealed a higher visco-elastic modulus. Such differentiation of rheological properties of tubers in various sizes resulted from varied anatomical structures, i.e.: cellular size and structure.

Keywords: potato tuber pulp, rheological properties