

## ZMIANY UBYTKÓW GĘSTOŚCI SŁUPKÓW I PLASTRÓW WYCIĘTYCH Z BULW ZIEMNIAKA WYNIKAJĄCE Z ABSORPCJI WODY

*Zygmunt Sobol*

Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Akademia Rolnicza  
ul. Balicka 116 B, 30-149 Kraków  
e-mail: zsobol@ar.krakow.pl

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono analizę zmian ubytków gęstości w wyniku absorpcji wody obiektów wyciętych z bulw ziemniaka. Badania przeprowadzono na obiektach w kształcie słupków i plastrów, dla których stosunek powierzchni sorpcji do ich objętości – wskaźnik  $k_s$  – zmieniał się w zakresie od 1,4 do 9,5 cm<sup>-1</sup>. Badaniami objęto dwie odmiany bulw ziemniaka tj. Ibis i Vineta, które przechowywano 4,5 i 5,5 miesiąca w chłodni przy temperaturze ok. 6 °C i wilgotności względnej powietrza ok. 90%. W doświadczeniu zastosowano trzy czasy absorpcji tj. 5, 10, 15 min. Analiza wyników badań wskazuje, że dynamika zmian ubytku gęstości w obiektach o dużej wartości wskaźnika  $k_s$  (4-9,5 cm<sup>-1</sup>) jest wystarczająca, by rozpatrywać zachodzące zjawisko absorpcji wody jako zabieg optymalizujący gęstość półproduktów przeznaczonych na wyroby smażone. Krótko trwająca (5-10 min) absorpcja wody – przez półprodukty na wyroby smażone – powoduje istotne z technologicznego punktu widzenia zmiany ich gęstości. Niezbędne czasy absorpcji wody dla uzyskania istotnych zmian gęstości stanowią niewielki (ok. 15%) ułamek czasu potrzebnego na wytworzenie chipsów lub frytek.

Słowa kluczo we: słupki i plastry z bulw ziemniaka, ubytek gęstości, absorpcja wody

### WSTĘP

Coraz częściej ziemniaki przeznaczone na produkty smażone (frytki, chipsy), zależnie od odmiany są przechowywane w temperaturze 6-12°C. Jest to spowodowane koniecznością uniknięcia nadmiernej akumulacji sacharydów, które są głównym parametrem określającym przydatność technologiczną bulw na chipsy i frytki (Zgórska i Czerko 2006b, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2000). Przechowywanie ziemniaków w takich warunkach powoduje nadmierną transpirację, a to z kolei skutkuje istotnym wzrostem gęstości bulw nawet o  $15 \cdot 10^{-3}$  g·cm<sup>-3</sup> (stężenie składników suchej substancji wzrasta nawet o 16%) (Sobol 2006a, Sobol 2007, Zgórska i in. 2006). Wzrost gęstości bulw w końcowym okresie prze-

chowywania o  $(10-15) \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  może powodować istotne pogorszenie jakości frytek i chipsów, szczególnie przy wyborze odmian o wysokiej zawartości suchej substancji (dla chipsów ok. 25%, dla frytek ok. 22%) (Lisińska 1994, 2006). Stosowana od wielu lat metoda przechowywania (ograniczająca transpirację bulw), polegająca na stosowaniu niskich temperatur przechowywania (ok.  $4^{\circ}\text{C}$ ) i późniejszym rekondycjonowaniu bulw w atmosferze o temperaturze  $10-20^{\circ}\text{C}$  bywa zawodna (Mackay i in. 1990, Zgórska i Czerko 2006a). Nie zawsze w wyniku zabiegu rekondycjonowania następuje konwersja cukrów w skrobię. Obecnie niezadawalający stan skutecznego oddziaływania na jakość przechowywanych bulw dla potrzeb przemysłu spożywczego wymusza poszukiwania alternatywnych metod pozwalających na, przynajmniej częściową poprawę niektórych ich właściwości po nadmiernej transpiracji. Jedną z nich polega na przywróceniu stanu obranych bulw (porównywalnego ze stanem po zbiorze) poprzez absorpcję wody, przez ich zanurzenie. Jednak czas potrzebny na zrekompensowanie deficytu wody (powstałego podczas przechowywania) w bulwach jest dość długi (nawet 3,5 h), a to stanowi podstawową barierę dla wykorzystania tej metody w przemyśle spożywczego przetwarzania bulw (Sobol 2006 b,c, 2007).

Celem badań było określenie zmian ubytku gęstości słupek i plasterów bulw ziemniaka w wyniku absorpcji wody.

#### MATERIAŁY I METODY

Badania wykonano na obiektach w kształcie słupek i plasterów wyciętych z bulw ziemniaka. Słupki wycinano wzdłuż najdłuższej osi bulw, wyznaczonej pomiędzy częścią wierzchołkową a pępkową. Formowano słupek o poprzecznym przekroju w kształcie prostokąta lub kwadratu (15x15, 10x15, 10x10, 10x7, 7x7, 5x5 mm). Plastry wycinano w kierunku poprzecznym do najdłuższej osi bulwy, a ich grubość wynosiła: 15; 10; 7; 5; 3; 1,5 mm. Aby wyznaczyć powierzchnię sorpcji wody, wszystkie obiekty zwymiarowano za pomocą suwmiarki dokonując pomiaru z dokładnością do 0,1 mm. W odniesieniu do słupek prowadzono pomiar boków poprzecznego przekroju i długości, a w plasterach określano ich grubości i obie osie poprzecznego przekroju, przyjmując kształt przekroju przybliżony do elipsy. W celu pełniejszej charakterystyki „możliwości sorpcyjnych” badanych obiektów wyznaczano wskaźnik  $k_s$  wyrażający stosunek powierzchni sorpcji do objętości plasterów lub słupek.

Wartość wskaźnika  $k_s$  „możliwości sorpcyjnych” badanych obiektów wyznaczano według wzoru 1:

$$k_s = \frac{S}{V} \quad (1)$$

gdzie:  $k_s$  – wskaźnik „możliwości sorpcyjnych” obiektu ( $\text{cm}^{-1}$ ),

$S$  – powierzchnia sorpcji obiektu ( $\text{cm}^2$ ),

$V$  – objętość obiektu ( $\text{cm}^3$ ).

Zakres badań obejmował sześć wielkości słupków, dla których stosunek powierzchni sorpcji do ich objętości ( $k_s$ ) zawierał się w przedziale od 2,9 do 9,4  $\text{cm}^{-1}$  oraz sześć wielkości plasterów, dla których  $k_s$  wynosiło od 1,4 do 9,5  $\text{cm}^{-1}$ . Badania wykonano na dwóch odmianach, tj. Ibis i Vineta w lutym i marcu (po 4,5 i 5,5 miesiącach przechowywania bulw) sezonu przechowalniczego 2006/07. Bulwy do badań przechowywano w chłodni w warunkach zalecanych dla ziemniaków konsumpcyjnych (około 6°C i 90% wilgotności względnej powietrza). Proces absorpcji wody przez objekty badań prowadzono poprzez ich zanurzenie w wodzie o temperaturze 15-20°C. Czas absorpcji wynosił 5; 10; 15 min.

Ziemniaki badanych odmian były uprawiane według poprawnej agrotechniki, a warunki uprawy były takie same. Ziemniaki uprawiano rzędowo stosując nawóz zielony (mieszanka łubinu wąskolistnego i gorczycy – 40 · 10<sup>3</sup> kg · ha<sup>-1</sup> zielonej masy) uzupełnionym kompostem w dawce 30 · 10<sup>3</sup> kg · ha<sup>-1</sup>. W uprawach zastosowano pielęgnację mechaniczno-chemiczną i pełną ochronę chemiczną.

W celu wyznaczenia gęstości określano masy i objętości – obiektów wyciętych z bulw – za pomocą elektronicznej wagi laboratoryjnej WPS 510/C/1. Objętość wyznaczono poprzez określenie masy bulwy w powietrzu i w cieczy o znanej gęstości (woda destylowana). Pomiar prowadzono z dokładnością do 0,001 g. Podczas pomiaru monitorowano temperaturę cieczy w zakresie 8-25°C.

Gęstości obiektów wyciętych z bulw ziemniaka wyliczano według wzoru 2:

$$\rho_b = \frac{m_p}{m_p - m_c} \cdot \rho_c \quad (2)$$

gdzie:  $\rho_b$  – gęstość obiektu ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ),

$m_p$  – masa obiektu w powietrzu (g),

$m_c$  – masa obiektu w cieczy (g),

$\rho_c$  – gęstość cieczy z uwzględnieniem jej temperatury ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ).

Ubytki gęstości wynikające z absorpcji wody przez objekty wycięte z bulw ziemniaka wyliczano na podstawie wzoru 3:

$$\Delta\rho = |\rho_i - \rho_o| \quad (3)$$

gdzie:  $\Delta\rho$  – ubytek gęstości obiektu ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ),

$\rho_i$  – gęstość obiektu po i-tym czasie absorpcji ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ),

$\rho_o$  – gęstość obiektu przed absorpcją ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ).

Zależności zmian ubytków gęstości od wartości wskaźnika  $k_s$  („możliwości sorpcyjnych” obiektów) wyrażono modelami obliczonymi metodą estymacji. Do estymacji parametrów tych równań zastosowano algorytm Gaussa-Newtona.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Zdecydowana większość badań i zabiegów dotyczących utrzymania dobrej jakości bulw ziemniaka podczas przechowywania koncentruje się nad optymalizowaniem warunków przechowywania, uwzględniając przy tym kierunek użytkowania ziemniaków, ich cechy odmianowe, okres przechowywania oraz oddziaływanie wielu czynników zewnętrznych takich jak: agrotechniczne, meteorologiczne itd.. Metoda znana i stosowana od wielu lat, ograniczająca ubytki naturalne bulw polega na przechowywaniu ziemniaków w warunkach niskich temperatur (około 4°C) a w końcowym okresie ich przechowywania rekondycjonowaniu w atmosferze o podwyższonej temperaturze 10-20°C. Pozytywne skutki tej metody zależą od temperatury rekondycjonowania, odmiany i terminu wykonania zabiegu (Mackay i in. 1990, Putz 1997, Zgórska i Czerko 2006a). Jednak wielu badaczy twierdzi, że nie zawsze uzyskuje się obniżenie zawartości sacharydów do odpowiedniego poziomu, wymaganego przez przemysł przetwórczy produkujący frytki, chipsy (Maag i Reust 1992, Putz 1997, 2004, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2002, Zgórska i Czerko 2006a). Dlatego też poszukuje się ciągle metod umożliwiających poprawę chociaż wybranych właściwości fizycznych bulw, które uległy pogorszeniu w wyniku długotrwałego przechowywania. Jednym z możliwych kierunków działania mającym na celu poprawę stanu fizycznego bulw (wynikającego z ich transpiracji) jest zastosowanie zjawiska sorpcji wody przez obrane bulwy. Z badań nad tą metodą wynika, że przebieg zmian badanych właściwości w odniesieniu do całych bulw (przyrost objętości, spadek gęstości) jest mało dynamiczny a zatem metoda ta nie znajduje na razie praktycznego zastosowania (Sobol 2006 b,c, 2007). W poszukiwaniu praktycznego rozwiązania autor założył, że dynamika zmian ubytku gęstości powinna rosnać wraz ze wzrostem stosunku powierzchni sorpcji wody przez dany obiekt do jego objętości. Dlatego przedmiotem badań były obiekty w kształcie słupków i plastrów, dla których wskaźnik  $k_s$  „możliwości sorpcyjnych” zmieniał się w szerokim zakresie od 1,4 do 9,5 cm<sup>-1</sup>.

W celu określenia, który z przyjętych czynników doświadczenia miał statystycznie istotny wpływ na ubytki gęstości powodowane absorpcją wody, wykonano analizę wariancji w klasyfikacji wielokrotnej. Z analizy wariancji wynika, że wartość ubytków gęstości zależała od kształtu obiektów (słupki, plastry), wymiarów obiektów (wskaźnika  $k_s$ ), terminu prowadzonych badań (czasu przechowywania bulw), czasu absorpcji wody. Analiza wariancji nie wykazała natomiast statystycznie istotnego wpływu badanych odmian na ubytek gęstości. Aby okre-

ślić wpływ wskaźnika  $k_s$  na badaną właściwość wyznaczono modele przybliżające przebiegi tych zmian, przy pomocy estymacji (tab. 1).

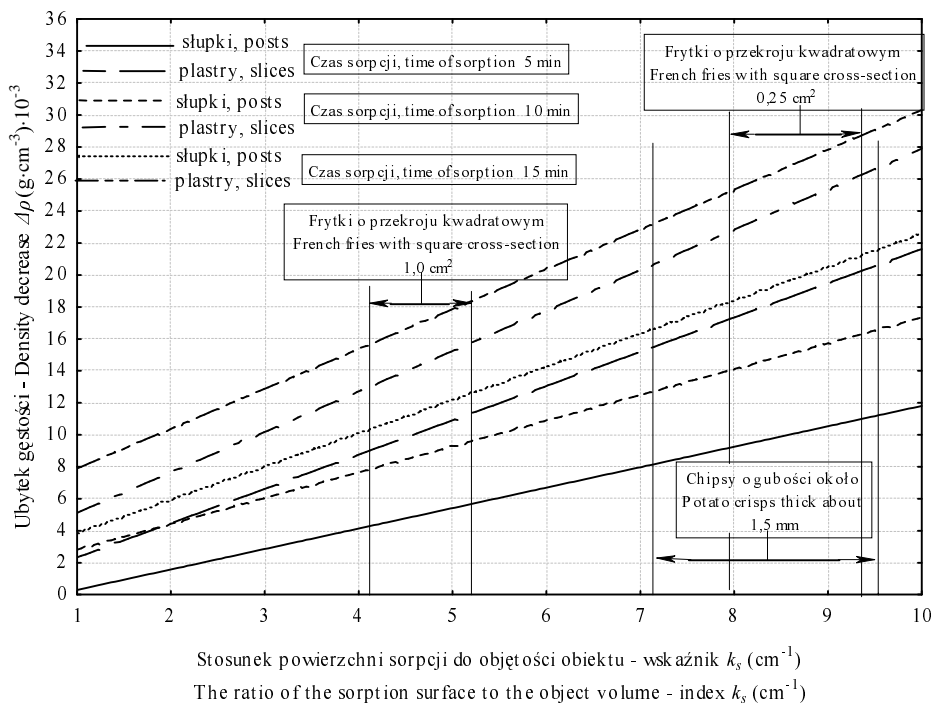
**Tabela 1.** Parametry modelu opisującego zmiany ubytku gęstości wycinków z bulw ziemniaka w zależności od wskaźnika  $k_s$  wyrażającego stosunek powierzchni sorpcji do objętości badanych obiektów

**Table 1.** Parameters of the model describing changes in density losses in objects cut out from potato tubers depending on the index  $k_s$  expressing the ratio of sorption surface to volume of tested objects

Czynniki – Elements	Funkcja estymowana – Estimated function		
	$y = a_1 \cdot x + a_2$		
	Parametry funkcji Function parameters		Udział wariancji wyjaśnionej Explained variance share
	$a_1$	$a_2$	
Dwa terminy łącznie – Two terms together			
Słupki – Posts – 5 min	1,279	–0,980	0,706
Słupki – Posts – 10 min	1,614	1,207	0,715
Słupki – Posts – 15 min	2,079	1,795	0,709
Słupki – Posts – 5 min	2,145	0,180	0,845
Słupki – Posts – 10 min	2,529	2,597	0,885
Słupki – Posts – 15 min	2,492	5,402	0,808
Pierwszy termin – First term – 02 luty – 2nd February			
Słupki – Posts – 5 min	1,278	–1,059	0,760
Słupki – Posts – 10 min	1,417	1,155	0,739
Słupki – Posts – 15 min	1,790	2,222	0,667
Słupki – Posts – 5 min	2,161	–0,481	0,874
Słupki – Posts – 10 min	2,729	0,969	0,936
Słupki – Posts – 15 min	2,637	3,927	0,815
Drugi termin – Second term – 02 marzec – 2nd March			
Słupki – Posts – 5 min	1,259	–0,783	0,638
Słupki – Posts – 10 min	1,553	2,573	0,772
Słupki – Posts – 15 min	2,114	2,601	0,768
Słupki – Posts – 5 min	1,840	1,649	0,861
Słupki – Posts – 10 min	2,295	4,371	0,874
Słupki – Posts – 15 min	2,317	6,999	0,851

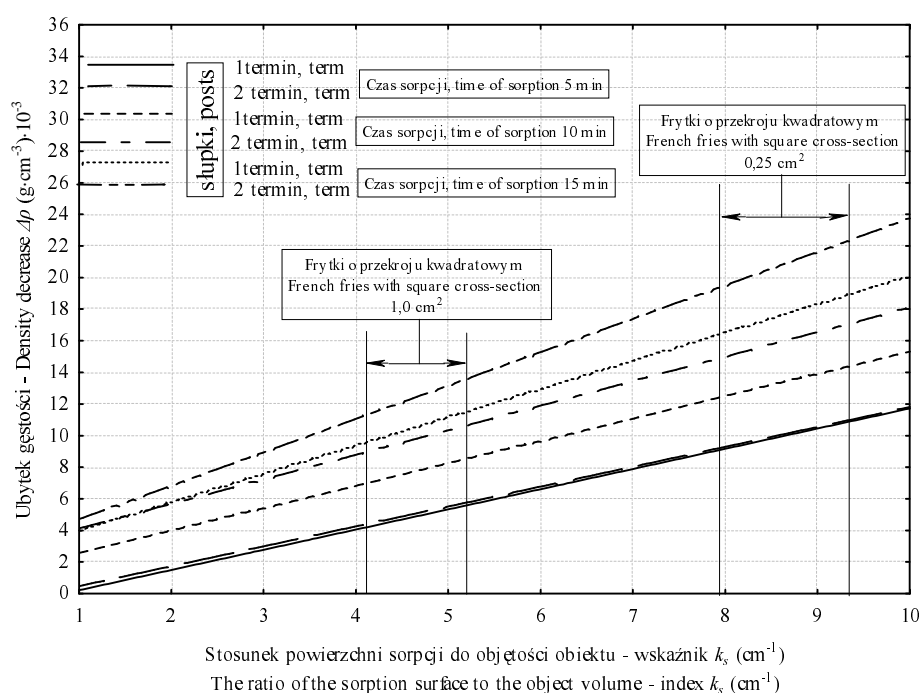
Wartość ubytków gęstości systematycznie wzrastała wraz ze wzrostem wskaźnika  $k_s$ , a przebiegi tych zmian wyznaczono łącznie dla dwóch czasów przechowywania bulw i dla każdego oddzielnie (tab. 1). Uzyskane dopasowania wyznaczonych modeli do wartości rzeczywistych są zadowalające. Udziały wariancji wyjaśnionych dla tych

modeli zawierały się w przedziale od 0,638 do 0,936. Obiekty największe – o najmniejszym wskaźniku  $k_s$  – charakteryzowały się najmniejszymi ubytkami gęstości (np. ok.  $3 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  dla plasterów grubości 15 mm i ok.  $2 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  dla słupków o przekroju kwadratowym i długości boku kwadratu 15 mm – w czasie 5 min sorpcji) (rys. 1). Wśród obiektów najmniejszych, o największym wskaźniku  $k_s$  (czasu sorpcji 5 min) uzyskano odpowiednio największe ubytki gęstości (dla słupków o polu przekroju ok.  $0,25 \text{ cm}^2$  kształtu kwadratowego ok.  $10 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , a dla plasterów grubości 1,5 mm ok.  $18 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Analizując wyniki badań zauważa się zróżnicowaną wartość ubytków gęstości w zależności od kształtu obiektów (słupki, plastry) szczególnie dla obiektów o dużej wartości wskaźnika  $k_s$ . Obiekty w kształcie słupków absorbowały mniej wody w porównaniu z plastrami, a w wyniku tego wartości ubytków gęstości słupków były mniejsze niż plasterów, pomimo porównywalnych wartości wskaźnika  $k_s$ .



**Rys. 1.** Zmiany ubytku gęstości obiektów (słupków i plasterów) wyciętych z bulw ziemniaka w zależności od wskaźnika  $k_s$  – wyrażającego stosunek powierzchni sorpcji do objętości badanych obiektów  
**Fig. 1.** Relationship between density losses in the objects (posts and slices) cut out from potato tubers and the index  $k_s$  expressing the ratio of sorption surface to volume of tested objects  
 w opisie poprawić thick jest trick – tu przy 1,5 mm

W przedziale wartości wskaźnika  $k_s$  od ok. 7,5 do 9,5  $\text{cm}^{-1}$  (w przybliżeniu określa półprodukty na frytki o polu przekroju ok. 0,25  $\text{cm}^2$  kształtu kwadratowego i chipsy o grubości ok. 1,5 mm) wystąpiły największe różnice w ubytkach gęstości – ok.  $8 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  – pomiędzy frytkami a chipsami. Te znaczne różnice w ubytkach gęstości upatrywać można w zróżnicowanym udziale komórek miękiszu kory pierwotnej i komórek miękiszu rdzeniowego oraz rdzenia wewnętrznego. Udział komórek miękiszu kory pierwotnej i komórek miękiszu rdzeniowego w plastrach jest większy niż w słupkach ponieważ słupki do badań formowano z części środkowej bulw.



**Rys. 2.** Zmiany ubytku gęstości słupków wyciętych z bulw ziemniaka w zależności od wskaźnika  $k_s$  wyrażającego stosunek powierzchni sorpcji do objętości badanych obiektów, w obrębie badanych czasów przechowywania

**Fig. 2.** Relationship between density losses in posts cut out from potato tubers and the index  $k_s$  expressing the ratio of sorption surface to volume of tested objects, within the tested storage time

Z badań wynika również, że zmiany ubytku gęstości zdeterminowane są przez czas absorpcji wody. I tak ubytek gęstości dla półproduktów na chipsy o grubości ok. 1,5 mm, po 5 min absorpcji wyniósł ok.  $18 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , a dla frytek – o polu przekroju ok. 0,25  $\text{cm}^2$  – ok.  $10 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Po 15 min absorpcji wody dla tych samych obiektów ubytki gęstości wynosiły odpowiednio ok.  $28 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  dla pół-

produktów na chipsy i  $20 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  na frytki. Tak więc wnioskować można, że by zrównoważyć wzrost gęstości wynikający z transpiracji bulw w okresie przechowywania, należy przeprowadzić proces absorpcji wody np.: przez półprodukty na chipsy w niespełna 5 min a frytki cienkie przez ok. 10 min (rys. 1).

Dynamika absorpcji wody przez obiekty o dużej wartości wskaźnika  $k_s$  ( $4-9,5 \text{ cm}^{-1}$ ) wskazuje, że metoda ta może być rozpatrywana jako zabieg optymalizujący gęstość półproduktów na wyroby smażone. Tak krótko trwająca absorpcja wody – przez półprodukty na wyroby smażone – powoduje istotne z technologicznego punktu widzenia zmiany ich gęstości. Niezbędne czasy absorpcji wody dla uzyskania istotnych zmian gęstości stanowią niewielki (ok. 15%) ułamek czasu potrzebnego na wytworzenie chipsów lub frytek (Lisińska 1994, 2006). Z przeprowadzonych badań wynika również, że wartość ubytków gęstości zależała od terminu prowadzonych badań (czasu przechowywania bulw) (rys. 1 i 2). Dla obiektów – głównie słupeków – kształtowanych z bulw przechowywanych dłużej (5,5 miesiąca) uzyskano wyższe wartości ubytków gęstości niż dla takich samych obiektów z bulw przechowywanych krócej (4,5 miesiąca). Zależność ta znajduje potwierdzenie w badaniach prowadzonych przez autora a dotyczących zmian gęstości bulw ziemniaka – w wyniku absorpcji wody – w okresie przechowywania. Badania te wskazują, że ubytki gęstości bulw systematycznie przyrastały od czwartego do siódmego miesiąca przechowywania (Sobol 2007).

#### WNIOSKI

1. Ubytki gęstości wynikające z absorpcji wody, obiektów wyciętych z bulw ziemniaka zależą od wskaźnika  $k_s$  wyrażającego stosunek powierzchni sorpcji do objętości obiektu. Wraz ze wzrostem wartości wskaźnika  $k_s$  wzrasta wartość ubytków gęstości.

2. Na przebieg zmian ubytków gęstości w czasie absorpcji wody istotny wpływ ma kształt badanych obiektów. Większe ubytki gęstości powstają w plastrach w porównaniu ze słupekami.

3. Ubytki gęstości wszystkich badanych obiektów zależą od czasu absorpcji wody. Wraz ze wzrostem czasu absorpcji wody rośnie wartość ubytków gęstości.

4. Na zmiany ubytków gęstości - głównie słupeków - istotny wpływ ma czas przechowywania bulw. Obiekty wycięte z bulw o dłuższym czasie przechowywania charakteryzowały się większymi ubytkami gęstości.

5. Z dynamiki przebiegu sorpcji wody przez obiekty o dużej wartości wskaźnika  $k_s$  ( $4-9,5 \text{ cm}^{-1}$ ) przypuszczać można, że metoda ta może być rozpatrywana jako zabieg optymalizujący gęstość półproduktów przeznaczonych na wyroby smażone.



## PIŚMIENNICTWO

- Lisińska G., 1994. Ziemniak jako surowiec dla przemysłu. Wymagania w stosunku do surowca. *Post. Nauk Roln.*, 1, 32-40.
- Lisińska G., 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. z. 511 część I*, 81-94.
- Maag W., Reust W., 1992. Lagerung und rekonditionierung von Chipskartoffeln. *Kartoffelbau*, 10, 443-448.
- Mackay G.R., Brown J., Torrence C.J.W., 1990. The processing potential of tuber of the cultivated potato after storage at low temperature. *Potato Res.*, 33, 211-218.
- Putz B., 1997. Erste 4°C – Typen bei Kartoffeln aus deutschen Züchtung. *Granum-Verlag Detmold*, 25-30.
- Putz B., 2004. Reduzierende Zucker in Kartoffel. *Kartoffelbau*, 5, 188-192.
- Sobol Z., 2006a. Wpływ wybranych czynników na gęstość bulw ziemniaka. *Acta Agrophysica*, 8(1), 219-228.
- Sobol Z., 2006b. Zmiany masy i objętości bulw ziemniaka w wyniku absorpcji wody. *Inżynieria Rolnicza*, 11(86), 437-445.
- Sobol Z., 2006c. Zmiana ubytku gęstości bulw ziemniaka w wyniku absorpcji wody. *Acta Agrophysica*, 8(4), 985-993.
- Sobol Z., 2007. Zmiany gęstości bulw ziemniaka powodowane transpiracją i absorpcją wody w okresie przechowywania. *Inżynieria Rolnicza*, (w druku).
- Zgórska K., Czerko Z., 2006a. Rekondycjonowanie bulw przechowywanych w niskiej temperaturze – metoda ograniczająca zawartość cukrów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511 część II, 547-556.
- Zgórska K., Czerko Z., 2006b. Zmiany jakości ziemniaków przechowywanych w atmosferze podwyższonego stężenia CO<sub>2</sub>. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511 część II, 513-522.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A., 2000. Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR*, 213, 239-251.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A., 2002. Przydatność nowych polskich odmian do przetwórstwa spożywczego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 489, 347-354.
- Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M., 2006. Wpływ warunków przechowywania na niektóre cechy kulinarne i technologiczne bulw wybranych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511 część II, 567-578.

CHANGES IN DENSITY LOSSES IN POSTS AND SLICES  
CUT OUT FROM POTATO TUBERS,  
RESULTING FROM WATER ABSORPTION

*Zygmunt Sobol*

Department of Agricultural and Food Technology, Agricultural University  
ul. Balicka 116 B, 430-149 Kraków  
e-mail: zsobol@ar.krakow.pl

**Abstract.** The paper presents an analysis of changes in density losses resulting from water absorption of objects cut out from potato tubers. The tests were carried out on objects resembling bars and slices for which the ratio of the sorption surface to their volume – index  $k_v$  – changed from 1.4

to  $9.5 \text{ cm}^{-1}$ . The investigation included tubers of two potato cultivars, Ibis and Vineta, which were stored for 4.5 and 5.5 months at a temperature of about  $6^\circ\text{C}$  and relative humidity of air about 90%. Three variants of sorption time were used – 5, 10 and 15 minutes. Analysis of the results of the investigation shows that the dynamics of changes in density losses in objects characterized by high value of the index  $k_s$  ( $4\text{-}9.5 \text{ cm}^{-1}$ ) is sufficient to consider the occurring phenomenon of water absorption as a treatment optimizing the density of semi-products intended for frying. The short water absorption time obtained for semi-products intended for frying, so as to get significant – from the technological point of view – changes in density, is a small fraction (about 15%) of the time needed to produce chips or fried potatoes.

**Key words:** posts and slices from potato tubers, density loss, water absorption