

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Oddział w Jadwisinie  
ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock

<sup>2</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie, Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa  
Pracownia Ekonomiki, Nasiennictwa i Hodowli Roślin  
05-870 Błonie, e-mail: mag.g1@wp.pl

MAGDALENA GRUDZIŃSKA<sup>1</sup>, DARIUSZ MAŃKOWSKI<sup>2</sup>

### **Straty masy surowca w procesie smażenia frytek ziemniaczanych w zależności od odmiany**

---

Mass losses of raw material for French fries in the process of frying, depending  
on a variety

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie strat masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych w zależności od odmiany oraz temperatury siedmiomiesięcznego przechowywania. Materiałem do badań było pięć odmian ziemniaka: Laskara, Bogatka, Honorata, Jurata i Innovator. Bezpośrednio po zbiorze materiał badawczy umieszczono w komorach przechowalniczych z temperaturą powietrza 5°C i 8°C i wilgotnością względną powietrza 95%. Badania prowadzono po zbiorze oraz po 7 miesiącach. Oznaczano zawartość suchej masy i skrobi oraz oceniano straty masy surowca w procesie smażenia frytek. Stwierdzono, że temperatura przechowywania bulw ziemniaka nie miała istotnego wpływu na straty masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych. Po pierwszym stopniu smażenia straty masy surowca były 2,5 razy większe niż po drugim. Najmniejsze straty w wyniku pierwszego stopnia smażenia uzyskano w surowcu po zbiorze (41,1%). Po drugim stopniu smażenia straty masy frytek wykonanych z przechowywanych bulw były o około 5% mniejsze niż straty masy frytek wykonanych z bulw po zbiorze. Najmniejszymi stratami masy surowca w wyniku procesu smażenia (pierwszy i drugi stopień) odznaczały się bulwy odmiany Bogatka (po zbiorze – 57,20%) i odmiany Innovator (po przechowywaniu – około 53%). Wykazano ścisłą współzależność pomiędzy zawartością suchej masy i skrobi a stratami masy surowca w wyniku procesu smażenia.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, odmiana, przechowywanie, frytki, smażenie, temperatura, straty masy

#### WSTĘP

W 2014 r. przedsiębiorstwa przemysłu ziemniaczanego wyprodukowały 220,5 tys. ton frytek. Łącznie tylko w sezonie przechowalniczym 2014/2015 na produkty smażone

przerobiono około 1070 tys. ton ziemniaków, tj. o 7,8% więcej niż w poprzednim sezonie [Dzwonkowski 2015]. Obecnie jest to jedna z największych gałęzi przetwarzania surowca ziemniaczanego, która nieustannie rozwija się i z roku na rok zwiększa produkcję.

Większość zakładów produkujących frytki bazuje od lat na tych samych odmianach ziemniaka, m.in.: Russet Burbank, Fresco, Innovator, Sagitta, Asterix, Victoria. Ze względu na coraz większe problemy z pozyskaniem surowca dobrej jakości przetwórcy zaczęli poszukiwać nowych odmian ziemniaka, które mogłyby sprostać wysokim wymaganiom jakości.

O przydatności do przetworzenia na produkty smażone decydują zarówno cechy zewnętrzne bulw (wielkość, kształt, głębokość osadzenia oczek), jak i wewnętrzne (m.in. zawartość suchej masy i skrobi). Te dwa parametry ważne są nie tylko ze względu na konsystencję gotowych produktów [Rytel i in. 2006], ale także na straty masy surowca wynikające z procesu smażenia [Grudzińska i in. 2015]. Zbyt duża zawartość suchej masy i skrobi zwiększa zużycie oleju w czasie smażenia [Ouchon i in. 2003, Lisińska 2006, Grudzińska 2007, Pedreschi i in. 2010] oraz zmniejsza wydajność.

Dobierając surowiec o odpowiednich cechach technologicznych i ich małej zmienności w czasie przechowywania, producent smażonych produktów z ziemniaka może spodziewać się ich wysokiej jakości oraz zminimalizowania strat surowca w czasie procesów technologicznych.

Celem pracy było określenie strat masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych w zależności od odmiany oraz temperatury siedmiomiesięcznego przechowywania surowca.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań było pięć odmian ziemniaka: Laskara, Bogatka, Honorata, Jurata i Innovator. W związku z prowadzonymi badaniami wdrożeniowymi Oddziału Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie odmiany przedstawione w tym doświadczeniu przeszły dwu- lub trzycykliczne badania przechowalnicze dotyczące kierunku użytkowania odmian. Ze względu na małą zmienność i odpowiednią zawartość cech technologicznych, takich jak sucha masa i skrobia w poszczególnych latach wegetacji, oraz na niską zawartość cukrów redukujących te odmiany zostały wybrane do niniejszego doświadczenia. Materiał rozmnażany był na polu doświadczalnym IHAR oddział w Jadwisinie w taki sposób, w jaki jest rozmnażany na plantacjach towarowych. Próbę doświadczalną danej odmiany stanowiły bulwy zebrane z tego rozmnożenia (około 500 kg). Po zbiorze ziemniaki były sortowane, a następnie złożone do skrzyń i odpowiednich komór przechowalniczych w następujących warunkach: w okresie przygotowawczym, przez pierwsze dwa tygodnie po zbiorze, utrzymywano temperaturę 15°C, przy wilgotności względnej 90–95%; w ciągu następnych dwóch tygodni temperaturę stopniowo obniżano do 8°C (I komora) i 5°C (II komora), zachowując taką samą wilgotność. Badania prowadzono po zbiorze oraz po 7 miesiącach przechowywania surowca w temperaturze 8°C i 5°C w sezonie przechowalniczym 2015/2016.

### Wykonanie frytek

Bulwy badanych odmian ziemniaka (około 10–15 sztuk) myto i krojono w słupki o wymiarach 10 mm × 10 mm. Krajankę dokładnie myto, odwirowywano w wirówce, a następnie smażyono w oleju rzepakowym przez 5 minut w temperaturze 160°C we frytkownicy Valentine o pojemności 7 litrów oleju (I stopień smażenia). Po ochłodzeniu frytki zamrażano w temperaturze –20°C. Po około 30 dniach frytki odsmażano w temperaturze 180°C przez 2 minuty (II stopień smażenia). Każdą próbę wykonywano w dwóch powtórzeniach.

Straty masy surowca po I stopniu smażenia obliczano według wzoru:

$$x_1 = \frac{(a-b)}{a} \cdot 100\%$$

gdzie:

$x_1$  – straty masy surowca po I stopniu smażenia frytek (%),

$a$  – waga próby przed smażeniem (g),

$b$  – waga próby po I stopniu smażenia (g)

Straty masy surowca po II stopniu smażenia obliczano według wzoru:

$$x_2 = \frac{(a-b)}{a} \cdot 100\%$$

gdzie:

$x_2$  – straty masy surowca po II stopniu smażenia frytek (%),

$a$  – waga próby po I stopniu smażenia (g),

$b$  – waga próby po odsmażeniu (g)

Sumę strat surowca obliczano według wzoru:

$$\sum \text{strat} = x_1 + x_2$$

gdzie:

$x_1$  – straty masy surowca po I stopniu smażenia frytek (%),

$x_2$  – straty masy surowca po II stopniu smażenia frytek (%)

W bulwach ziemniaka oznaczono zawartość skrobi metodą polarymetryczną Ewersa zgodnie z PN-EN ISO 10520:2002 oraz zawartość suchej masy metodą suszarkową dwustopniową. Pierwszy stopień suszenia – temperatura 60°C przez 12 godzin, drugi stopień suszenia – temperatura 105°C przez 6 godzin. Zawartość suchej masy ( $X$ ) w procentach obliczana była według wzoru:

$$X = \frac{(a-b)}{a} \cdot 100\%$$

gdzie:

$a$  – masa naczynka z badaną próbką przed suszeniem (g),

$b$  – masa naczynka z badaną próbką po suszeniu (g),

$c$  – masa pustego naczynka (g)

## Analiza statystyczna

Istotność wpływu badanych czynników na analizowane cechy określono przy użyciu *n*-czynnikowej analizy wariancji z zastosowaniem testu F analizy wariancji (poprzedzonego sprawdzeniem założeń testu) wraz z wyznaczeniem grup jednorodnych na podstawie testu istotności różnic Tukeya dla poszczególnych par poziomów badanych czynników (tzw. test dla kontrastów Tukeya). Ocenę zależności przyczynowo-skutkowej przeprowadzono z wykorzystaniem analizy liniowej funkcji regresji prostej. Obliczenia wykonano w programie Statistica 13 [Dell 2016] z dodatkiem Zestaw Przyrodnika [StatSoft 2017].

## WYNIKI I DYSKUSJA

O przydatności bulw ziemniaka do przetwórstwa na produkty smażone decyduje m.in. zawartość suchej masy i skrobi. Bulwy ziemniaka przeznaczone do przetwórstwa na frytki powinny zawierać około 20–23% suchej masy i 15–17% skrobi [Lisińska 2006, Grudzińska 2012].

Tabela 1. Zmiany zawartości suchej masy i skrobi po zbiorze oraz po 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 5°C i 8°C

Table 1. Changes in the content of dry matter and starch after harvest and after 7 months of storage at 5°C and 8°C

Odmiana Cultivar	Średnio Mean	Po zbiorze After harvest	Po przechowywaniu/ After storage	
			5°C	8°C
Sucha masa/ Dry matter (%)				
Innovator	24,05 <i>b</i>	24,36	23,80	24,00
Laskara	23,62 <i>b</i>	23,22	23,78	23,88
Bogatka	20,00 <i>c</i>	19,18	20,00	20,84
Honorata	25,25 <i>a</i>	25,13	25,10	25,54
Jurata	23,10 <i>b</i>	23,95	22,80	22,55
Średnio/ Mean	23,21	23,16 <i>a</i>	23,10 <i>a</i>	23,36 <i>a</i>
Skrobia/ Starch (%)				
Innovator	17,26 <i>a</i>	17,36	17,14	17,30
Laskara	16,10 <i>b</i>	16,10	15,66	16,50
Bogatka	12,51 <i>c</i>	12,15	12,70	12,70
Honorata	17,12 <i>a</i>	17,60	17,12	17,66
Jurata	16,56 <i>ab</i>	16,10	16,00	16,60
Średnio/Mean	15,91	15,86 <i>a</i>	15,72 <i>a</i>	16,15 <i>a</i>

Sucha masa/ Dry matter (%) – odmiany/ cultivars  $F = p < 0,01$ ; czas i temperatura przechowywania / time and temperature of storage  $F = \_\_\_ p < 0,01$

Skrobia/ Starch (%) – odmiany/ cultivars  $F = \_\_\_ p > 0,05$ ; czas i temperatura przechowywania / time and temperature of storage  $F = \_\_\_ p > 0,05$

The same letters next to mean values indicate no significant differences.

W tabeli 1 przedstawiono zawartość suchej masy i skrobi w badanych odmianach bulw ziemniaka po zbiorze oraz po 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 5°C i 8°C. Badania wykazały, że mniejszą zawartością obu składników cechowały się bulwy odmiany Bogatka (odpowiednio 20% suchej masy oraz 12,51% skrobi), natomiast większą bulwy odmiany Honorata (25,25% suchej masy i 17,12% skrobi) i Innovator (24,05% suchej masy i 17,26% skrobi) (tab. 2).

W czasie przechowywania czynnikami decydującymi o zmianach w zawartości suchej masy i skrobi były procesy fizjologiczne (transpiracja i oddychanie) oraz przebieg warunków termicznych i wilgotnościowych w przechowalni [Singh i Ezekiel 2003, Sowa-Niedziałkowska i Zgórska 2005, Czerko i in. 2009]. Love i Pavek [1989] oraz Ezekiel i in. [2004] podkreślają, że takie zmiany uzależnione są nie tylko od temperatury przechowywania, ale przede wszystkim od cech genetycznych odmian, których bulwy mają różną grubość perydermy (intensywność procesu transpiracji) oraz od ilości odkładanej suberyny, która jest naturalną barierą dla transportu wody [Schreiber i in. 2005].

W badaniach własnych dotyczących zmian zawartości suchej masy w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania wykazano jedynie różnice odmianowe (tab. 1).

Temperatura przechowywania surowca nie wpłynęła istotnie na zmiany zawartości suchej masy i skrobi w bulwach badanych odmian ziemniaka. Zawartość suchej masy kształtowała się średnio na poziomie 23%, a zawartość skrobi na poziomie 16%.

Tabela 2. Straty (%) masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych wykonanych z pięciu odmian ziemniaka po zbiorze

Table 2. Losses (%) by weight by a two-step frying potato French fries made from five potato cultivars

Odmiana/ Cultivar	Etapy smażenia/ Stages of frying				$\Sigma$ Strat $\Sigma$ Losses	
	I		II			
Innovator	41,55	<i>a</i>	16,44	<i>b</i>	58,00	<i>a</i>
Laskara	41,30	<i>a</i>	19,61	<i>c</i>	60,90	<i>b</i>
Bogatka	43,00	<i>b</i>	14,20	<i>a</i>	57,20	<i>a</i>
Honorata	40,11	<i>a</i>	24,23	<i>d</i>	64,34	<i>c</i>
Jurata	40,38	<i>a</i>	20,44	<i>c</i>	60,82	<i>b</i>
Średnia/ Mean	41,26		19,00		60,25	

Odmiany/ Cultivars  $F = \dots$   $p < 0,01$ ; proces technologiczny/ technological process  $F = \dots$   $p < 0,01$

Te same litery przy wartościach średnich oznaczają brak istotnych różnic/ The same letter next to mean values indicate no significant differences.

W tabeli 2 przedstawiono straty masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych 5 odmian ziemniaka po zbiorze.

Najmniejszymi ubytkami masy surowca w wyniku pierwszego stopnia smażenia cechowały się frytki wyprodukowane z bulw odmiany Honorata i Jurata (40,11%

i 40,38%). Istotnie większe straty (o około 3%) obserwowano jedynie we frytkach zrobionych z bulw odmiany Bogatka (43,0%). Po drugim stopniu smażenia straty kształtowały się średnio na poziomie 19%. Istotnie większymi ubytkami na tym etapie smażenia odznaczały się frytki wyprodukowane z ziemniaków odmiany Honorata (24,23%), natomiast istotnie mniejszymi z ziemniaków odmiany Bogatka (14,20%).

Suma strat w wyniku procesu smażenia (pierwszy i drugi stopień) wyniosła od 57,20% i 58% w przypadku frytek z odmiany Bogatka i Innovator do 64,34% w przypadku frytek z odmiany Honorata. Podobną ilością strat cechowały się frytki wykonane z bulw odmian Jurata i Laskara (60,82% i 60,90%).

W opinii Moyano i Berna [2002] straty masy surowca w procesie smażenia związane są z klasycznym modelem dyfuzji wilgoci w wyniku wysokich temperatur. Huang i Fu [2014] stwierdzili, że mechanizmy utraty wody w wyniku procesu smażenia kształtują się w zależności od zmian struktury na powierzchni i w wewnętrznej części frytki. Natomiast Krokida i in. [2000] utratę wilgoci frytek podczas smażenia tłumaczą temperaturą medium smażalniczego oraz grubością frytek, przy czym samo medium do smażenia nie wpływa na zjawisko przenoszenia masy. Zdaniem Grudzińskiej i in. [2015] różnice w ubytkach masy pomiędzy odmianami to także efekt zróżnicowanej zawartości suchej masy i skrobi.

Temperatura przechowywania nie miała istotnego wpływu na straty masy surowca po pierwszym i drugim stopniu smażenia frytek (tab. 3). Zarówno po przechowywaniu w temperaturze 5°C, jak i 8°C straty po pierwszym stopniu smażenia tego surowca wyniosły średnio około 41%, a po drugim stopniu smażenia – około 16% (tab. 3).

Tabela 3. Straty (%) masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych po przechowywaniu w temperaturze 5°C i 8°C

Table 3. Losses (%) of weight by two-step frying potato French fries after storage at 5°C and 8°C

Odmiana Cultivar	Straty surowca po przechowywaniu/ After storage						Średnio dla etapów smażenia Mean of stages of frying	
	w temperaturze 5°C/ at 5°C			w temperaturze 8°C/ at 8°C				
	etapy smażenia stages of frying		Σ strat Σ losses	etapy smażenia stages of frying		Σ strat Σ losses	I	II
	I	II		I	II			
Innovator	34,80	17,50	52,34	37,70	16,40	54,10	36,25	16,90
Laskara	41,52	16,15	57,70	38,22	17,10	55,30	39,90	16,62
Bogatka	43,65	12,45	56,10	41,30	12,60	53,90	42,50	12,52
Honorata	42,00	19,00	61,00	42,94	14,80	57,74	42,50	16,90
Jurata	43,27	17,00	60,30	44,36	11,90	56,25	43,80	14,45
Średnia Mean	41,00	16,42	57,50	40,90	16,56	57,47		

Analiza statystyczna wyników wykazała istotne interakcje pomiędzy odmianą, temperaturą przechowywania ziemniaków i procesem technologicznym (tab. 4).

Po pierwszym stopniu smażenia najmniejszym ubytkiem masy cechowały się frytki zrobione z bulw odmiany Innovator (niezależnie od temperatury przechowywania ziemniaków), natomiast największym z bulw odmiany Bogatka przechowywanych w temperaturze 5°C (43,65%) oraz odmiany Jurata przechowywanych w temperaturze 8°C (44,36%). Po drugim etapie smażenia we frytkach obserwowano dwukrotnie mniejszy ubytek masy niż po pierwszym. We frytkach wyprodukowanych z bulw odmiany Bogatka odnotowano najmniejsze straty surowca (około 12%) niezależnie od temperatury przechowywania bulw. Istotne różnice w ubytkach masy frytek po drugim etapie smażenia obserwowano po przechowywaniu bulw w temperaturze 5°C i 8°C u odmian Honorata i Jurata. Drugi stopień smażenia frytek z bulw tych odmian przechowywanych w niższej temperaturze (5°C) powodował większe ubytki masy o ok. 4,2% (odmiana Honorata) i o ok. 5,1% (odmiana Jurata) niż z bulw tych samych odmian przechowywanych w wyższej temperaturze (8°C).

Tabela 4. Wyniki analizy wariancji dla strat masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych

Table 4. The results of variance analysis for losses of mass as a result of a two-stage frying potato fries

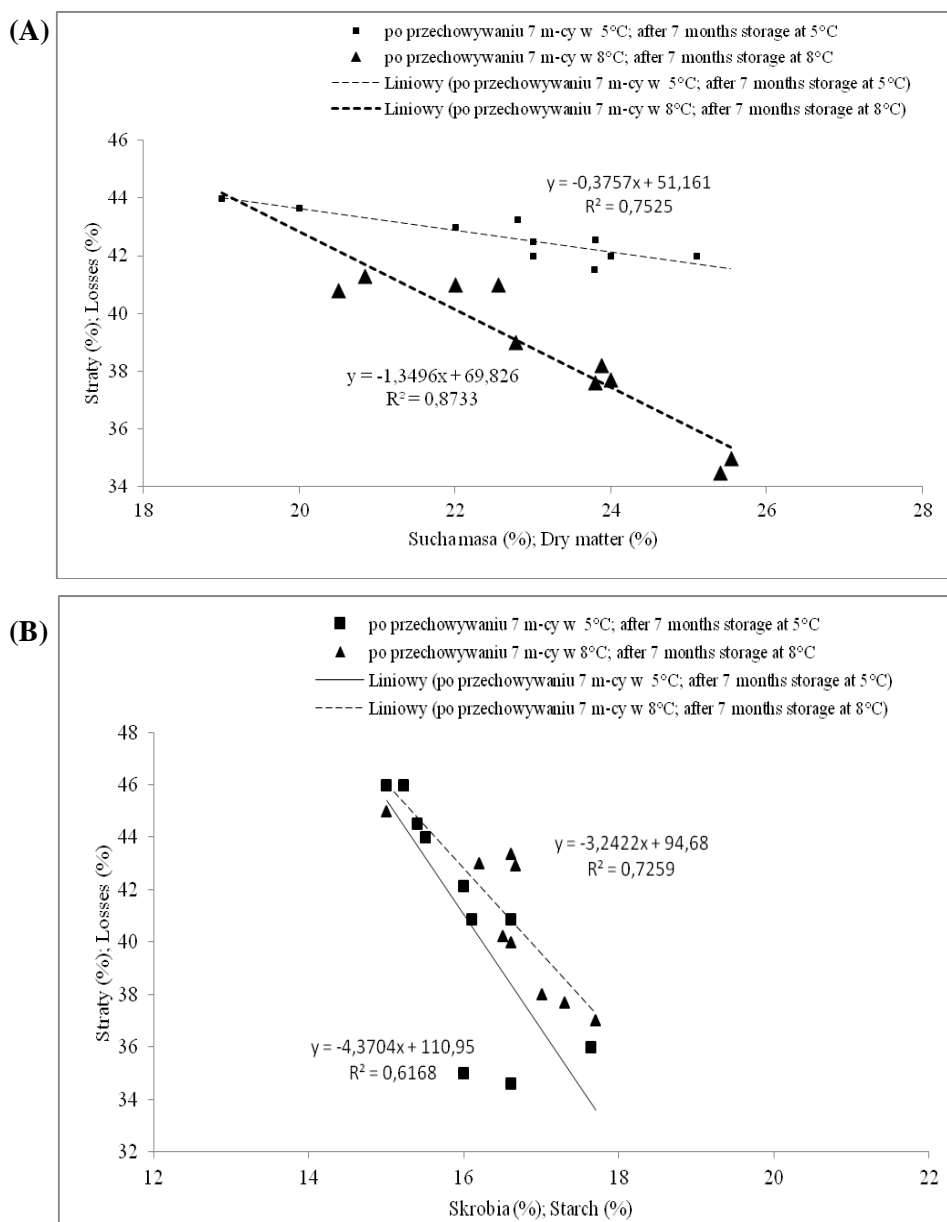
Źródła zmienności Sources of variation	F	Poziom istotności Level of significance	Istotność Significance
Odmiana (O) Cultivar	1,209	0,330	n.i.
Temperatura przechowywania (TP) Temperatur of storage	0,579	0,454	n.i.
Proces technologiczny (PT) Technological process	2045,811	0,001	***
O × TP	2,914	0,034	*
O × PT	3,567	0,0149	**
TP × PT	1,129	0,298	n.i.
O × TP × PT	5,566	0,001	***

\*\*\* bardzo wysoka istotność ( $p_{0,01}$ )/ very high significance; \*\* wysoka istotność ( $p_{0,05}$ )/ high significance; \* istotny/ significant

n.i. – nieistotny przy  $p_{0,05}$ / not significant at  $p_{0,05}$

Na rysunku 1 przedstawiono zależność pomiędzy zawartością suchej masy (A) i skrobi (B) w bulwach ziemniaka po przechowywaniu w temperaturze 5°C i 8°C a stratami masy surowca w wyniku pierwszego stopnia smażenia frytek.

Zawartość suchej masy i skrobi była ściśle skorelowana ze stratami masy surowca niezależnie od temperatury składowania surowca.



Rys. 1. Zależność pomiędzy zawartością suchej masy (A) i skrobi (B) w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania w temperaturze 5°C i 8°C a stratami masy surowca w wyniku I etapu smażenia frytek

Fig. 1. The relationship between the dry matter content (A), starch (B) in potato tubers during storage at 5°C and 8°C and a losses of mass of raw material as a result of I stage of frying French fries



Wykazano istotne, ujemne korelacje pomiędzy badanymi cechami. Im większa była zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, tym mniejsze były straty surowca w wyniku smażenia pierwszego stopnia. Współczynniki determinacji cech wynosiły odpowiednio dla zawartości suchej masy (rys. 1A) bulw przechowywanych w temperaturze 5°C  $R^2 = 0,75$  i w 8°C  $R^2 = 0,87$  oraz zawartości skrobi (rys. 1B) bulw składowanych w niższej temperaturze  $R^2 = 0,72$  i w wyższej  $R^2 = 0,61$ .

#### WNIOSKI

1. Temperatura przechowywania bulw ziemniaka nie miała istotnego wpływu na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach badanych odmian oraz na straty masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych.

2. Straty masy surowca po pierwszym etapie smażenia były 2,5 razy większe niż po drugim. Najmniejsze straty w wyniku pierwszego etapu uzyskano w surowcu badanym po zbiorze bulw. Po drugim etapie smażenia straty masy frytek wykonanych z bulw po przechowywaniu były o około 5% mniejsze niż straty masy frytek wykonanych z bulw ziemniaka bezpośrednio po zbiorze.

3. Najmniejszymi stratami masy surowca w wyniku procesu smażenia frytek odznaczały się bulwy odmiany Bogatka (po zbiorze – 57%) i Innovator (po przechowywaniu – około 53%).

4. Wykazano ścisłą współzależność pomiędzy zawartością suchej masy i skrobi a stratami masy surowca w wyniku procesu smażenia.

#### PIŚMIENNICTWO

- Czerko Z., 2009. Wpływ odmian i temperatury przechowywania ziemniaków na wielkość strat masy bulw. *Biul. IHAR* 254, 159–168.
- Dzwonkowski W., 2015. Rynek ziemniaka. Stan i Perspektywy, 41, 19–26.
- Dell Inc., 2016. Dell Statistica (data analysis software system), version 13.
- Ezekiel R., Singh B., Sharma M.L., Garg I.D., Paul Khurana S.M., 2004. Relationship between weight loss and periderm thickness in potatoes stored at different temperatures. *Potato J.* 31, 135–140.
- Grudzińska M., 2007. Stabilność cech technologicznych i konsumpcyjnych bulw ziemniaka w czasie przechowywania. Praca doktorska, UP we Wrocławiu, mps, 109 ss.
- Grudzińska M., Czerko Z., Jankowska J., 2015. Zmiany zawartości suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania oraz ich wpływ na straty masy surowca w procesie smażenia chipsów. *Inż. Aparat. Chem.* 5, 243–246.
- Grudzińska M., 2012. Wpływ warunków atmosferycznych i przechowalniczych na zmienność cech technologicznych bulw ziemniaka do produkcji frytek i chipsów. *Biul. IHAR* 265, 137–148.
- Hebeisen T., Ballmer T., Guthapfel N., Torche J.M., Reust W., 2005. Suitable potato varieties reduce acrylamide formation in processed products and dishes. 16<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, July 17–22, Bilbao, Spain, 496–500.

- Huang P.Y.H., Fu Y.Ch., 2014. Modelling the kinetics of water loss during deep-fat frying of potato particulates. *Czech J. Food Sci.* 32, 585–594.
- Krokida M.K., Oreopoulou V., Maroulis Z.B., 2000. Water loss and oil uptake as a function of frying time. *J. Food Engin.* 44, 39–46.
- Lisińska G., 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511, 81–94.
- Love S.L., Pavak J.J., 1989. Family and skin-type effects on storage losses in a potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding population. *Am. Potato J.* 66, 247–251, DOI 10.1007/BF02853448.
- Moyano P.C., Berna A. Z., 2002. Modeling water loss during frying of potato strips: effect of solute impregnation. *Dry. Technol.* 20(7), 1303–1318.
- Ouchon B. P., Aguilera J. M., Pyle D.L., 2003. Structure oil absorption relationships during deep-fat frying. *J. Food Sci.*, 68, 2711–2716, doi: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb05793.x.
- Pedreschi F., V.H. Segtnan V.H., S.H. Knutsen S.H., 2010. On-line monitoring of fat, dry matter and acrylamide contents in potato chips using near infrared interactance and visual reflectance imaging. *Food Chem.* 121, 616–620, doi:10.1016/j.foodchem.2009.12.075.
- PN-EN ISO 10520:2002. Skrobia naturalna – Oznaczanie zawartości skrobi – Metoda polarymetryczna Ewersa.
- Rytel E., Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G., 2006. Konsystencja ziemniaków gotowanych i produktów smażonych w zależności od zawartości polisacharydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511, 601–610.
- Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G., 2008. Zawartość akryloamidów we frytkach w zależności od temperatury i czasu smażenia. *Zesz. Probl. Nauk Rol.* 530, 371–379.
- Singh B., Ezekiel R., 2003. Influence of relative humidity on weight loss in potato tubers stored at high temperature. *Indian Soc. Plant Physiol.* 8, 141–144.
- Schreiber L., Franke R., Hartmann K., 2005. Wax and suberin development of native and wound periderm of potato (*Solanum tuberosum* L.) and its relation to peridermal transpiration. *Planta* 220, 520–530, DOI 10.1007/s00425-004-1364-9.
- Sowa-Niedziałkowska G., 2002. Wpływ naturalnych sposobów ograniczających intensywność przemian ilościowych w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489, 355–363.
- Sowa-Niedziałkowska G., Zgórska K., 2005. Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka. *Pam. Puł.* 139, 233–243.
- StatSoft Polska, 2017. Zestaw Przyrodnika, wersja 1.0. [www.statsoft.pl](http://www.statsoft.pl).
- Dell, 2016. Statistica, [www.software.dell.com](http://www.software.dell.com).

**Summary.** Celem pracy było określenie strat masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych w zależności od odmiany oraz temperatury siedmiomiesięcznego przechowywania. Materiałem do badań było pięć odmian ziemniaka: Laskara, Bogatka, Honorata, Jurata i Innovator. Bezpośrednio po zbiorze materiał badawczy umieszczono w komorach przechowalniczych z temperaturą powietrza 5°C i 8°C i wilgotnością względną powietrza 95%. Badania prowadzono po zbiorze oraz po 7 miesiącach. Oznaczano zawartość suchej masy i skrobi oraz oceniano straty masy surowca w procesie smażenia frytek. Stwierdzono, że temperatura przechowywania bulw ziemniaka nie miała istotnego wpływu na straty masy surowca w wyniku dwustopniowego smażenia frytek ziemniaczanych. Po pierwszym stopniu smażenia straty masy surowca były 2,5 razy większe niż po drugim. Najmniejsze straty w wyniku pierwszego stopnia smażenia uzyskano w surowcu po zbiorze (41,1%). Po drugim stopniu smażenia straty masy frytek

wykonanych z przechowywanych bulw były o około 5% mniejsze niż straty masy frytek wykonanych z bulw po zbiorze. Najmniejszymi stratami masy surowca w wyniku procesu smażenia (pierwszy i drugi stopień) odznaczały się bulwy odmiany Bogatka (po zbiorze – 57,20%) i odmiany Innovator (po przechowywaniu – około 53%). Wykazano ścisłą współzależność pomiędzy zawartością suchej masy i skrobi a stratami masy surowca w wyniku procesu smażenia.

**Key words:** potato, cultivar, mass losses, French fries, frying, storage, temperature

Otrzymano/ Received: 17.03.2017  
Zaakceptowano/ Accepted: 24.01.2018