

Magdalena GRUDZIŃSKA¹, Zbigniew CZERKO¹, Joanna JANKOWSKA²

e-mail: m.grudzinska@ihar.edu.pl

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Jadwisinie

¹Zakład Przetwórstwa i Przechowalnictwa Ziemniaka²Pracownia Uprawy i Mechanizacji

Zmiany zawartości suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania oraz ich wpływ na straty masy surowca w procesie smażenia chipsów

Wstęp

W roku 2013 przedsiębiorstwa przemysłu ziemniaczanego wyprodukowały 82 tys. ton chipsów. Jak podaje *Dzwonkowski* [2014] łącznie tylko w ubiegłym roku na produkty smażone wykorzystano około 1 mln ton ziemniaków. Obecnie jest to jedna z największych gałęzi przetwarzania surowca ziemniaczanego, która nieustannie rozwija się i zwiększa z roku na rok swoją produkcję.

O przydatności bulw ziemniaka do przetwórstwa na produkty smażone decydują cechy zewnętrzne (wielkość i kształt bulw, głębokość osadzenia oczek) jak i wewnętrzne, które nazywane są też cechami technologicznymi [*Lisińska, 2000; Zgórska i Grudzińska, 2012*]. Do produkcji produktów przekąskowych typu chipsy ziemniaczane hodowcy jak i *Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych* polecają oprócz odmian jadalnych także odmiany skrobiowe o niskiej zawartości skrobi (do 17,9%).

Do najważniejszych cech technologicznych bulw ziemniaka należy m.in. zawartość suchej masy i skrobi. Zbyt wysoka ich zawartość w bulwach pogarsza teksturę produktów smażonych [*Rytel i in., 2006; Lisińska, 2006*], zwiększa zużycie oleju w czasie smażenia [*Ouchon i in., 2003; Lisińska, 2006; Grudzińska, 2007; Pedreschi i in., 2010*] oraz obniża wydajność.

Dobierając surowiec o odpowiednich cechach technologicznych o małej zmienności w czasie przechowywania, każdy producent produktów smażonych z ziemniaków może spodziewać się produktu wysokiej jakości oraz minimalizacji strat surowca w czasie procesów technologicznych.

Celem podjętych badań było określenie wpływu odmiany, temperatury i czasu przechowywania bulw ziemniaka na zmiany zawartości suchej masy i skrobi oraz straty masy surowca w wyniku procesu smażenia chipsów.

Materiał i metody

Odmiany. Materiałem do badań było pięć odmian jadalnych (*Hubal, Jurata, Etiuda, Honorata, VR 808*) oraz trzy odmiany skrobiowe (*Jubilat, Kaszub, Boryna*).

Uprawa. Materiał uprawiano na polu doświadczalnym – piasek gliniasty lekki o podłożu pseudo bielcowym. Stosowano nawóz zielony – gorczycę białą w ilości 35 t·ha⁻¹ jako między plon wysiewany jesienią oraz nawożenie mineralne [kg·ha⁻¹]: N – 94, P₂O₅ – 88 i K₂O – 135. W okresie wegetacji przeprowadzono zabiegi zgodne z zasadami dobrej praktyki rolniczej. Bulwy zbierano w pełnej dojrzałości fizjologicznej.

Przechowywanie. Bezpośrednio po zbiorze ziemniaki umieszczono w doświadczalnej przechowalni 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 temperatury 8°C i 5°C, zachowując taką samą wilgotność. Badania prowadzono po zbiorze oraz po 3 i 7 miesiącach przechowywania surowca w temperaturze 8 i 5°C w sezonie przechowalniczym 2014-2015.

Oznaczenia. Do badań pobierano ok. 5 kg próby ziemniaków z każdej odmiany i wariantu przechowywania. Umyte i osuszone ziemniaki krojono wzdłuż osi wierzchołek – stolon. Połówki roz-

drabniano w malakserze firmy *Bosch*, a następnie w homogenizatorze firmy *Ultra Turrax*. Po dokładnym wymieszaniu miązgi pobierano próby do oznaczeń laboratoryjnych na zawartość suchej masy – metoda suszarkowa dwustopniowa oraz na zawartość skrobi według normy [*PN-EN ISO 10520:2002*].

Wykonanie chipsów. Do sporządzenia chipsów pobierano po 25 bulw każdej odmiany ziemniaka z każdego terminu badań i kombinacji. Bulwy badanych odmian myto, krojono mechanicznie w plastry o grubości 1,3 mm. Następnie wybierano losowo po około 4 plastry z każdej bulwy, co dało dwie równoległe próby (powtórzenia) chipsów o gramaturze około 200 gram. Próby myto, osuszano na bibule i smażono w głębokim oleju w temp. 170°C przez 3 min, do wilgotności około 2%. Straty masy surowca obliczano według wzoru:

$$X \equiv \frac{(a-b)}{b} * 100\%, \quad (1)$$

gdzie:

X – straty masy surowca, [%]

a – waga próby przed smażeniem, [g]

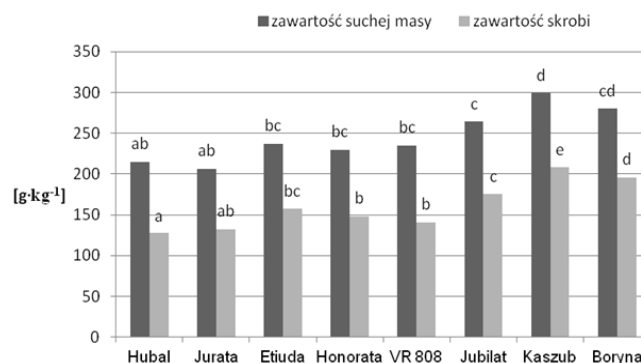
b – waga próby po smażeniu, [g]

Statystyka. Istotność wpływu badanych czynników na analizowane cechy określono przy użyciu analizy wariancji trzyczynnikowej ANOVA programem *Statistica 10*. Do testowania różnic między wartościami średnimi przy poziomie istotności p < 0,05 wykorzystano test *Tukeya* oraz test *t-Studenta*.

Wyniki i dyskusja

O przydatności do przetwórstwa na produkty smażone decyduje zawartość suchej masy i skrobi. Bulwy ziemniaka przeznaczone do przetwórstwa na chipsy powinny zawierać 200±250 g·kg⁻¹ suchej masy, 160–200 g·kg⁻¹ skrobi [*Lisińska, 2006*].

Na rys. 1 przedstawiono zawartość suchej masy i skrobi w badanych odmianach bulw ziemniaka po zbiorze. Badania wykazały, że najniższą zawartością obu składników cechowały się bulwy odmiany *Hubal* i *Jurata* (odpowiednio 215 i 206 g·kg⁻¹ suchej masy oraz 128 i 132 g·kg⁻¹ skrobi). W pozostałych odmianach jadalnych (*Etiuda, Honorata* i *VR 808*) poziom suchej masy i skrobi kształtował się na podobnym poziomie (około 230 g·kg⁻¹ suchej masy i 140±150 g·kg⁻¹ skrobi).



Rys. 1. Zawartość suchej masy i skrobi [g·kg⁻¹] w badanych odmianach bulw ziemniaka po zbiorze

Dla odmian skrobiowych zawartość obu składników była znacznie wyższa i wynosiła od 254 g·kg⁻¹ suchej masy i 175 g·kg⁻¹ skrobi w bulwach odmiany *Jubilat* do 299 g·kg⁻¹ suchej masy i 208 g·kg⁻¹ skrobi w bulwach odmiany *Kaszub*.

W czasie przechowywania czynnikami decydującymi o zmianach w zawartości suchej masy i skrobi są procesy fizjologiczne (transpiracja i oddychanie) oraz przebieg warunków termicznych i wilgotnościowych w przechowalni [Burton i in., 1992; Sowa-Niedziałkowska, 2002; 2005; Singh i Ezekiel, 2004; Czerko i in., 2013; 2014]. Wg Schippersa [1977], Rastovskiego [1981] oraz Sowy-Niedziałkowskiej [2002] wraz ze wzrostem temperatury przechowywania wzrasta intensywność transpiracji w wyniku czego wzrasta zawartość suchej masy w bulwach. Wzrost ten jest pozorny i związany z ubytkiem wody (ubytki naturalne).

W badaniach własnych (Tab.1) wykazano, że odmiana i temperatura przechowywania surowca wpływa istotnie na zmiany suchej masy w bulwach badanych odmian ziemniaka.

Obserwowano, że w niskiej temperaturze (5°C) przechowywania pozorny przyrost suchej masy wynosił 24,3 g·kg⁻¹, natomiast w wyższej temperaturze (8°C) był prawie dwukrotnie wyższy (43,3 g·kg⁻¹). Podobne zależności otrzymali Kaaber i in. [2001], Gąsiorowska i Makarewicz [2004], Zgórska i Sowa-Niedziałkowska [2005], Grudzińska [2012] oraz Krzysztofik i Sułkowski [2013]. Love i Pavek [1989] oraz Ezekiel i in. [2004] podkreślają, że takie zmiany uzależnione są nie tylko od temperatury przechowywania ale przede wszystkim od 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].

Najwyższym przyrostem suchej masy w bulwach ziemniaka cechowały się ziemniaki odmiany *Jurata* (około 70 g·kg⁻¹), niezależnie od temperatury przechowywania, natomiast najmniejszymi bulwy odmiany *Etiuda* (od 6,3 g·kg⁻¹ do 21 g·kg⁻¹) i *Hubal* (od 4,6 g·kg⁻¹ do 23,2 g·kg⁻¹).

Zawartość suchej masy w ziemniakach jest ściśle skorelowana z zawartością skrobi. W związku z tym zmianom zawartości suchej masy towarzyszą zmiany skrobi.

W tab. 2 przedstawiono ubytki skrobi w bulwach badanych odmian ziemniaka po przechowywaniu w temperaturze 5 i 8°C.

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ czynnika odmianowego, temperatury i czasu przechowywania na ubytki skrobi w badanych odmianach bulw ziemniaka.

Różnice w ubytkach skrobi pomiędzy 3 a 7 miesiącem przechowywania bulw wynosiły 5g·kg⁻¹. Największe ubytki po 3 miesiącach składowania surowca niezależnie od temperatury przechowywania obserwowano w bulwach odmiany *VR 808* (średnio 21 g·kg⁻¹) i w bulwach odmian *Etiuda* (średnio 24 g·kg⁻¹), natomiast po 7 miesiącach przechowywania w bulwach odmiany *Boryna* (średnio

Tab. 2. Ubytki skrobi [g·kg⁻¹] w bulwach badanych odmian ziemniaka w czasie przechowywania w temperaturze 5 i 8°C.

Odmiana	Czas przechowywania					
	3 miesiące			7 miesięcy		
	5°C	8°C	\bar{x}	5°C	8°C	\bar{x}
<i>Hubal</i> ¹	8,0	4,0	6,0	1,0	10,0	5,0
<i>Jurata</i> ¹	16,0	0,0	8,0	13,0	19,0	16,0
<i>Etiuda</i> ¹	10,0	3,0	6,0	19,0	30,0	24,0
<i>Honorata</i> ¹	25,0	13,0	19,0	13,0	16,0	9,0
<i>VR 808</i> ¹	30,0	13,0	21,0	6,0	37,0	21,0
<i>Jubilat</i> ²	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0
<i>Kaszub</i> ²	19,0	1,0	10,0	13,0	21,0	17,0
<i>Boryna</i> ²	15,0	1,0	8,0	15,0	42,0	28,0
	16,0	4,7	10,0	10,0	22,0	15,0
¹ odmiana jadalna			NIR LSD $\alpha \leq 0,05$			
² odmiana skrobiowa			Odmiana (O) *			
* istotne statystycznie			Temperatura (T) *			
			Czas przechowywania *			

28 g·kg⁻¹). Najmniejszymi ubytkami węglowodanu niezależnie od warunków przechowywania (czas i temperatura) cechowały się bulwy odmiany *Jubilat*, które nie przekroczyły 3 g·kg⁻¹.

Przechowywanie bulw badanych odmian ziemniaka w niższej temperaturze (5°C) przez okres 3 miesiące powodowało większe ubytki skrobi (16 g·kg⁻¹), niż po 7 miesiącach przechowywania (10 g·kg⁻¹). Rozpad skrobi w niższych temperaturach (4÷6°C) następuje do cukrów prostych, gdzie skrobia jest substratem reakcji [Sowokinos, 2001]. Zależność pomiędzy zmianami zawartości skrobi w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania, a zawartością cukrów redukujących w jednej ze swoich prac przedstawił Hertog i in. [1997] oraz Grudzińska [2007].

Odwrotne zależności obserwowano w ziemniakach składowanych w wyższej temperaturze (8°C). Po krótkotrwałym przechowywaniu (3-miesięcznym) ubytki skrobi w ziemniakach wynosiły 5 g·kg⁻¹, natomiast po długotrwałym składowaniu sięgnęły 22 g·kg⁻¹.

Zmiany zawartości skrobi w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania w wyższych temperaturach w okresie wiosennym związane są z intensywnością oddychania [Biemelt i in. 2000]. Zdaniem Frydeckiej-Mazurczyk [1982] wydzielanie 1 mg CO₂ powoduje rozpad 0,614 mg skrobi.

Smażenie chipsów jest procesem termicznym, w którym surowiec poddawany jest szybkiemu ogrzewaniu w wysokiej temperaturze (160-180°C) w głębokim oleju. W wyniku ogrzewania w tak wysokiej temperaturze następuje bardzo szybka utrata wilgotności plastrów ziemniaczanych z prawie 80% do 2% [Ufheil i Escher, 1996], co jest przyjęte jako straty masy surowca.

W tab. 3 przedstawiono procentowe straty masy surowca wynikające z procesu smażenia chipsów zrobionych z badanych odmian bulw ziemniaka po zbiorze oraz po 3 i 7 miesięcznym przechowywaniu w temperaturze 5 i 8°C.

Po zbiorze największymi stratami masy (powyżej 680 g·kg⁻¹) cechowały się plastry ziemniaków wykonane z bulw odmiany *Hubal*, *Jurata* i *Honorata*, natomiast najmniejszymi zrobione z ziemniaków dwóch odmian skrobiowych *Kaszub* i *Boryna* (straty odpowiednio 623 i 631 g·kg⁻¹).

Analiza statystyczna wyników wykazała istotny wpływ czynnika odmianowego na analizowaną cechę oraz interakcję pomiędzy czynnikiem odmianowym a czasem i temperaturą przechowywania.

Największe straty masy plastrów ziemniaczanych po wysmażeniu obserwowano w chipsach zrobionych z bulw odmiany *Hubal* i *Jurata* przechowywanych w temperaturze 5°C (straty od 680 g·kg⁻¹ do 708 g·kg⁻¹).

Najmniejszymi stratami surowca niezależnie od czasu i temperatury przechowywania ziemniaków cechowały się chipsy wykonane z bulw dwóch odmian skrobiowych *Kaszub* i *Boryna* (straty od 620 g·kg⁻¹ do 650 g·kg⁻¹).

Tab. 1. Pozorny przyrost suchej masy [g·kg⁻¹] w badanych odmianach bulw ziemniaka po 3 i 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 5 i 8°C.

Odmiana	Czas przechowywania								
	3 miesiące			7 miesięcy			Średnio dla temperatury		
	5°C	8°C	\bar{x}	5°C	8°C	\bar{x}	5°C	8°C	
<i>Hubal</i> ¹	9,3	14,0	11,6	0,00	3,25	16,2	4,6	23,2	
<i>Jurata</i> ¹	68,0	73,0	70,5	68,0	8,78	77,6	68,0	80,4	
<i>Etiuda</i> ¹	8,4	25,0	16,7	4,2	1,68	10,5	6,3	21,0	
<i>Honorata</i> ¹	26,0	47,8	37,0	47,8	6,10	54,4	37,0	54,4	
<i>VR 808</i> ¹	21,2	34,0	27,6	21,3	3,40	27,6	21,2	34,0	
<i>Jubilat</i> ²	3,7	41,6	22,6	3,7	2,65	15,1	3,7	34,0	
<i>Kaszub</i> ²	36,7	46,8	41,7	16,7	4,68	31,7	26,7	47,0	
<i>Boryna</i> ²	42,8	63,5	23,1	11,0	4,28	32,5	27,0	53,1	
średnia	27,0	43,2	35,1	21,5	43,5	32,5	24,3	43,3	
¹ odmiana jadalna			NIR LSD $\alpha \leq 0,05$						
² odmiana skrobiowa			Odmiana (O) **						
** wysoka istotność			Temperatura (T) *						

Tab. 3. Straty surowca [g·kg⁻¹] w procesie smażenia chipsów wykonanych z bulw badanych odmian ziemniaka po zbiorze oraz w czasie przechowywania w temperaturze 5 i 8°C

Odmiana	Po zbiorze	Czas przechowywania							
		3 miesiące			7 miesięcy			Średnio dla temperatury	
		5°C	8°C	\bar{x}	5°C	8°C	\bar{x}	5°C	8°C
Hubal ¹	687	680	680	680 ^{abc}	708	669	689 ^e	693 ^e	675 ^{de}
Jurata ¹	686	694	686	690 ^c	695	665	680 ^{abc}	695 ^e	675 ^{de}
Etiuda ¹	669	661	66,0	661 ^{abc}	673	669	671 ^{abc}	667 ^{cde}	665 ^{de}
Honorata ¹	688	674	655	665 ^{abc}	687	662	675 ^{abc}	681 ^{de}	659 ^{bcd}
VR 808 ¹	673	679	674	677 ^{abc}	684	666	675 ^{abc}	681 ^{de}	670 ^{cde}
Jubilat ²	662	691	680	685 ^{bc}	676	672	674 ^{abc}	684 ^{de}	676 ^{de}
Kaszub ²	623	620	639	630 ^a	627	639	633 ^{ab}	623 ^a	639 ^{abc}
Boryna ²	631	631	650	641 ^{abc}	621	650	635 ^{ab}	626 ^a	650 ^{bc}
	665	666	665	666	671	661	666	669	663

1 odmiana jadalna
2 odmiana skrobiowa
* istotne statystycznie

NIR LSD $\alpha \leq 0,05$
odmiana *
odmiana x czas przechowywania *
odmiana x temperatura *

Na rys. 2 przedstawiono zależność pomiędzy zawartością suchej masy (A) i skrobi (B) w bulwach ziemniaka po przechowywaniu w temperaturze 5 i 8°C, a stratami masy surowca w wyniku procesu smażenia chipsów.

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

Wykazano istotne, ujemne korelacje pomiędzy badanymi cechami. Im wyższa była zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka tym mniejsze były straty surowca w wyniku procesu smażenia. Współczynniki determinacji cech wynosiły odpowiednio dla zawartości suchej masy (Rys. 2A) bulw przechowywanych w temperaturze 5°C $R^2 = 0,80$ i w 8°C $R^2 = 0,71$ oraz zawartości skrobi (Rys. 2B) bulw składowanych w niższej temperaturze $R^2 = 0,70$ i w wyższej $R^2 = 0,64$. Obserwowano, że przy zawartości suchej masy około 255 g·kg⁻¹ i 170 g·kg⁻¹ skrobi straty masy w procesie smażenia wynoszą około 660 g·kg⁻¹ niezależnie od temperatury przechowywania ziemniaków.

Jak wynika z wyżej podanych zależności (Rys. 2) bulwy ziemniaków przechowywane w temperaturze 5°C, w których zawartość suchej masy jest mniejsza niż 255 g·kg⁻¹, a zawartość skrobi jest mniejsza niż 170 g·kg⁻¹ wykazują straty surowca nawet do 700 g·kg⁻¹, natomiast w ziemniakach przechowywanych w wyższej temperaturze (8°C) poniżej 680 g·kg⁻¹.

Wnioski

Niezależnie od czynnika odmianowego pozorny wzrost suchej masy w bulwach ziemniaka po przechowywaniu w wyższej temperaturze (8°C) jest prawie dwukrotnie wyższy niż w bulwach przechowywanych w niższej temperaturze (5°C).

Najmniejszą zmiennością zawartości skrobi w czasie przechowywania w temperaturze 5 i 8°C odznaczały się bulwy odmiany skrobiowej *Jubilat*.

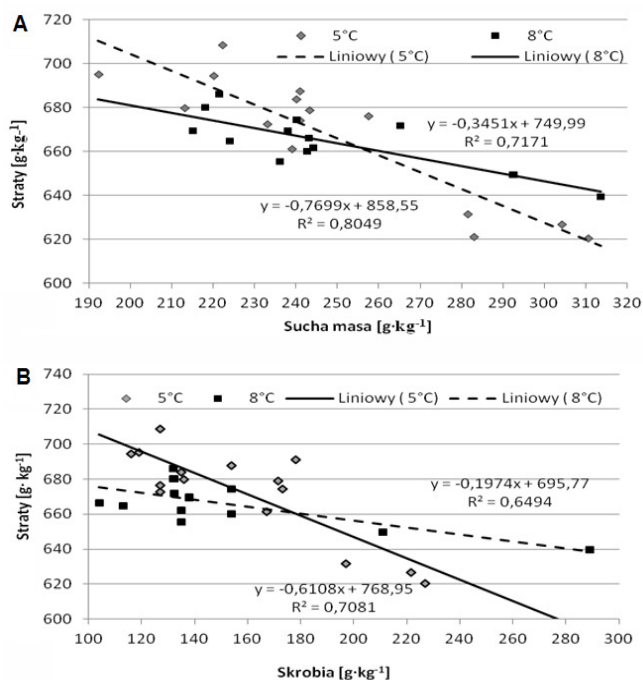
Wykazano ścisłą współzależność pomiędzy zawartością suchej masy i skrobi, a stratami masy surowca w wyniku procesu smażenia. Wyższe współczynniki determinacji otrzymano dla bulw przechowywanych w temperaturze 5°C.

LITERATURA

Burton W.G., Van Es A., Hartmans K.J. 1992. *The physics and physiology of storage* [in:] Harris P. (Ed.) The potato crop. Chapman and Hell. London. 2 ed., 608-709. DOI 10.1007/978-94-011-2340-2_14

Biemel, Hajirezaei M., Hentschel E., Sonnewald U., 2000. Comparative analysis of abscisic acid content and starch degradation during storage of tubers harvested from different potato varieties. *Potato Res.* **43**, 371-382 DOI: 10.1007/BF02360541

Czerko Z., Grudzińska M., Zgórska K. 2013. Porównanie zarejestrowanych odmian ziemniaka z nowymi rodami pod względem strat przechowywalniczych. *Biul. Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 269, 101-114



Rys. 2. Zależność pomiędzy zawartością suchej masy (A) i skrobi (B) w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania w temperaturze 5 i 8°C, a stratami masy surowca w wyniku procesu smażenia chipsów (n = 40)

Czerko Z., Grudzińska M., 2014. Wpływ warunków wegetacji i przechowywania na kiełkowanie bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 271, 119-127

Dzwonkowski W., 2014. Handel zagraniczny ziemniakami, przetworami ziemniaczanymi i produktami skrobiowymi. *Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy*. **41**, 18-26

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

Frydecka-Mazurczyk A., 1982. Oddychanie bulw ziemniaka w czasie wzrostu i przechowywania. *Ziemniak Kartofel The Potato*, 125-135

Gąsiorowska B., Makarewicz A., 2004. Wpływ terminu sprzętu ziemniaka i warunków przechowywania na skład chemiczny bulw. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **500**, 455-464

Grudzińska M., 2007. *Stabilność cech technologicznych i konsumpcyjnych bulw ziemniaka w czasie przechowywania*. Praca doktorska, Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław

Grudzińska M., 2012. Wpływ warunków atmosferycznych i przechowywalniczych na cechy technologiczne ziemniaka w produkcji frytek i chipsów. *Biul. Inst. Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* **265**, 137-148

Hertog M.L.A.T.M., Putz B., Tijskens L.M.M., 1997. The effect of harvest time on the accumulation of reducing sugars during storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers: Experimental data described, using a physiological based, mathematical model. *Potato Res.* **40**, 69-78. DOI: 10.1007/BF02407563

Kaaber L., Brathen E., Martinsen B.K., Shomer I., 2001. The effect of storage conditions on chemical content of raw potatoes and texture of cooked potatoes. *Potato Res.* 44:153-163. DOI: 10.1007/BF02410102

Krzysztofik B., Sułkowski K., 2013. Zmiany składu chemicznego bulw ziemniaka podczas przechowywania i ich wpływ na wybrane właściwości chipsów. *Inżynieria Rolnicza*, 4 (147), 161-169

Lisińska G. 2000. *Czynniki surowcowe i technologiczne kształtujące jakość przetworów ziemniaczanych*. I Konferencja Naukowa „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”, 08-11 maja Polanica Zdrój, 81-57

Lisińska G. 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 511, 81-94

Love S.L., Pavek 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

- 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 Chemistry*, **121**, 616–620 DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.12.075
- PN-EN ISO 10520:2002. *Skrobia naturalna -- Oznaczanie zawartości skrobi - Metoda polarymetryczna Ewersa*
- Rastovski A., Buitelaar N., Van Es A., De Haan P.H., Hartmans K.J., Meijers C.P., Van der Schild J.H. W., Sijbring P.H., Sparenberg H., Van Zwol B.H., Van der Zaag D.E. 1981. *Storage of potatoes*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen
- 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
- 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
- Schippers P.A. 1977. The rate of respiration of potato tubers during storage. 3. Relationships between rate of respiration, weight loss and other variables. *Potato Res.* **20**, 321-329. DOI: 10.1007/BF02362243
- Singh B., Ezekiel R., 2003. Influence of relative humidity on weight loss in potato tubers stored at high temperature. *Indian Society for Plant Physiology*, **8**, 141-144
- Sowa-Niedziałkowska G., 2002. Wpływ naturalnych sposobów ograniczających intensywność przemian ilościowych w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, **489**, 355-363
- Sowa-Niedziałkowska G., Zgórska K., 2005. Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka. *Pamiętnik Puławski*, **139**, 233-243
- Sowokinos J.R., 2001. Biochemical and molecular control of cold induced sweetening in potatoes. *Am. J. Potato Res.* **78**: 221–236. DOI: 10.1007/BF02883548
- Ufheil G., Escher F. 1996. Dynamics of oil uptake during deep-fat frying of potato slices. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, **29**, 640–644. DOI: 10.1006/fstl.1996.0097
- Zgórska K., Sowa-Niedziałkowska G., 2005. Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany cech jakościowych w bulwach ziemniaka w czasie ich długotrwałego przechowywania. *Pamiętnik Puławski*, **139**, 327-336
- Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M., 2006. Wpływ warunków przechowywania na wybrane cechy kulinarne i technologiczne bulw wybranych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **511**, 567-578
- Zgórska K., Grudzińska M., 2012. Zmiany wybranych cech jakości bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Acta Agrophysica* **19**, 203-214

CZASOPISMO NAUKOWO-TECHNICZNE

INŻYNIERIA I APARATURA CHEMICZNA

ukazuje się od 1961 roku

Czasopismo jest poświęcone problemom obliczeń procesowych i zagadnieniom projektowo-konstrukcyjnym aparatury i urządzeń stosowanych w przemyśle przetwórczych, w tym szczególnie w przemyśle chemicznym, petrochemicznym, rolno-spożywczym, jak również w energetyce, gospodarce komunalnej i w ochronie środowiska.

Przeznaczone jest zarówno dla pracowników badawczych, projektantów, konstruktorów, jak i dla menadżerów oraz inżynierów ruchomych.

W czasopiśmie publikowane są artykuły o szerokim spektrum tematycznym, obejmującym problematykę procesów i operacji jednostkowych inżynierii chemicznej, bio- i nanotechnologie, inżynierię biomedycyną, recykling, bezpieczeństwo procesowe oraz obliczenia i projektowanie aparatów w aspekcie poprawy wydajności, lepszego wykorzystania surowców, oszczędności energii i ochrony środowiska.

Publikowane prace są recenzowane przez specjalistów. Autorzy artykułów opublikowanych w „Inżynierii i Aparaturze Chemicznej” uzyskują 5 punktów (od 17.09.2012) do oceny parametrycznej Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Czasopismo jest regularnie abstraktowane w CAS (Chemical Abstracts Service – a division of the American Chemical Society, Columbus, Ohio, USA) i jest indeksowane na platformie SciFinder®:

<http://www.cas.org/products/scifindr/index.html>

w Bazie Polskich Czasopism Technicznych – BazTech:

<http://baztech.icm.edu.pl/wysz.html>

a także w bazie tekstów naukowych elektronicznych i drukowanych:

<http://scholar.google.com>