

Elżbieta WSZELACZYŃSKA¹, Jarosław POBEREŻNY¹, Mirosław GRUSZCZEWSKI²

e-mail: wszela@utp.edu.pl

¹ Zakład Technologii Żywności, Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz² Norika Polska Sp. z o.o., Barlinek

Trwałość przechowalnicza i stabilność cech jakościowych wybranych odmian ziemniaka o różnych kierunkach użytkowania

Wstęp

Ziemniak nadal stanowi podstawę diety a jego konsumpcja w Polsce utrzymuje się ciągle na wysokim poziomie (110 kg na osobę rocznie) [INTERNATIONAL 2008; Zarzecka i in., 2010; Zarzecka i Gugala, 2011]. Pozycja jaką zajmuje wśród warzyw wynika z wysokiej produkcji biomasy z jednostki powierzchni, oraz z szerokiego kierunku jego użytkowania [Jabłoński 2006; Pobereżny i Wszelaczyńska 2011]. Ponad 900 tys. ton ziemniaka przeznaczają się do przetwórstwa głównie na produkty smażone frytki i chipsy oraz do produkcji krochmalu [Leszczyński, 2012]. W stosunku do ziemniaka przeznaczonego zarówno do bezpośredniej konsumpcji jak i przetwórstwa stawiane są ściśle określone wymagania [Lisińska, 2006; Tajner-Czopek 2006; Rytel i in., 2008]. Powinien on odznaczać się odpowiednim typem kulinarnym, wysoką wartością odżywczą i niskim poziomem substancji niepożądanych (glikoalkaloidów, metali ciężkich, alfa toksyn, azotanów (V i III) [Lisińska, 2006; Gugala i Zarzecka, 2007; Rytel i in., 2008; Leszczyński, 2012]. Z ogólnej masy wyprodukowanych ziemniaków corocznie około 95% przechowuje się przez okres od 1 do 9 miesięcy (październik-czerwiec) [Lisińska, 2006; Pobereżny i Wszelaczyńska, 2011; Wszelaczyńska i Pobereżny, 2011]. W okresie długotrwałego składowania w bulwach, zachodzą procesy prowadzące do zmian nie tylko ilościowych ale również jakościowych. Wielkość tych zmian zależna jest od szeregu czynników głównie związanych z cechami odmianowymi, czynnikami środowiskowymi w okresie uprawy oraz warunkami w przechowalni. [Zgórska i Sowa-Niedziałkowska, 2005; Lisińska, 2006; Mareček i in., 2008; Pobereżny i Wszelaczyńska, 2011; Trawczyński i Wierzbicka, 2011; Leszczyński, 2012]. Wstąpienie Polski do UE dało większe możliwości korzystania z odmian wyhodowanych w innych krajach. Uzasadnione są więc badania mające na celu sprawdzenie stabilności cech jakościowych wybranych odmian ziemniaka uprawianych w Polsce.

Mając na uwadze powyższe uwarunkowania, podjęto badania, których celem było określenie trwałości przechowalniczej oraz stabilności wybranych parametrów jakościowych odmian ziemniaków przeznaczonych do zróżnicowanego użytkowania.

Materiały i metody

Odmiany ziemniaków. Prezentowane wyniki są efektem trzyletniego doświadczenia (2009–2011) z ziemniakami pochodzącymi od producenta sadzeniaków *Norika Polska SA*. W badaniach użyto 8 odmian ziemniaka o różnej przydatności i długości okresu wegetacji: *Gala*, *Karlana*, *Lambada*, *Pirol*, *Karatop*, *Kiebitz*, *Molli*, *Albatros*. Badane odmiany ziemniaka cechowały się przydatnością zarówno do bezpośredniej konsumpcji (*Gala*, *Karatop*, *Lambada* i *Molli*), do przetwórstwa spożywczego (*Karlana*, *Kiebitz*, *Pirol*) oraz do produkcji krochmalu (*Albatros*).

Uprawa. Ziemniaki sadzono na glebach wytworzonych z piasków gliniastych, zakwalifikowanych do kompleksu żynnego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej R IVa. W poszczególnych latach badań, wyboru pół doświadczalnych dokonano z uwzględnieniem możliwie niewielkiego zróżnicowania glebowego pod względem właściwości fizykochemicznych. We wszystkich latach przedplonem ziemniaków były zboża. Jesienią, w każdym roku poprzedzającym sadzenie ziemniaków stosowano obornik w ilości 25 t·ha⁻¹.

Dawki nawozów mineralnych zawsze stosowano wiosną przed sadzeniem ziemniaków, w ilościach uwzględniających potrzeby pokarmowe roślin:

- Azot – 100 kg N·ha⁻¹ w postaci mocznika (46 %), saletrzaku (27%) i polifoski 4 (4%N-12% P₂O₅-32% K₂O)
- Fosfor – 110 kg P₂O₅·ha⁻¹ w postaci polifoski 4 (4%N-12% P₂O₅-32% K₂O),
- Potas – 150 kg K₂O·ha⁻¹ w postaci polifoski 4 (4%N-12% P₂O₅-32% K₂O).

Przechowywanie. Bulwy ziemniaka (próby 10 kg) przechowywano w komorach z kontrolowaną atmosferą w Zakładzie Technologii Żywności, Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii, UTP w Bydgoszczy. W czasie sześciomiesięcznego przechowywania utrzymywano stałą temperaturę uzależnioną od kierunku użytkowania ziemniaka i wilgotność względną powietrza 95%. Do bezpośredniej konsumpcji i do produkcji krochmalu – temp. składowania +4°C, natomiast do produkcji frytek i chipsów – temp. składowania +8°C.

Oznaczenia. Wszystkie próby bezpośrednio po zbiorach, jak i po pełnym okresie przechowywania, poddano badaniom analitycznym, których zakres obejmował oznaczenie zawartości suchej masy metodą suszarkową w temperaturze 60°C, a następnie dosuszając w 105°C do stałej masy i skrobi polarymetrycznie metodą *Eversa* [Krelowska-Kulas, 1993].

Po przechowywaniu określano wielkość strat świeżej masy – ubytki naturalne oraz wielkość ubytków suchej masy i skrobi obliczone z bilansu, po uwzględnieniu rzeczywistych ubytków naturalnych.

Wyniki badań i dyskusja

Wyniki trzyletnich badań poddano obliczeniom statystycznym, stosując metodę analizy wariancji dla doświadczeń jedno- oraz dwuczynnikowych, wykorzystując do oceny istotności różnic test *Tukey'a*. Celem przedstawienia stabilności badanych cech określono współczynniki zmienności.

Ubytki naturalne tj. zmniejszenie masy po przechowywaniu w stosunku do masy wyjściowej występują zawsze [Zgórska i Sowa-Niedziałkowska, 2005; Lisińska, 2006; Mareček i in., 2008; Pobereżny i Wszelaczyńska, 2011; Trawczyński i Wierzbicka, 2011; Leszczyński, 2012]. Są one uzależnione od wielu czynników takich jak: czasu przechowywania, temperatury, wilgotności względnej powietrza w przechowalni oraz składu gazowego atmosfery.

Warunki przechowywania – głównie temperatura – są ściśle powiązane z kierunkiem dalszego przeznaczenia odmiany ziemniaka. Wyniki badań własnych potwierdzają te zależności, gdyż po przechowywaniu nastąpiły straty świeżej masy dla każdej z badanych ośmiu odmian niezależnie od kierunku użytkowania (Tab. 1). Według *Sowy-Niedziałkowskiej* [2004] i *Jabłońskiego* [2006] straty świeżej masy przekraczające 10 % wpływają na pogorszenie jakości i nadmierną utratę turgoru bulw. Natomiast odmiany u których ubytki po długotrwałym okresie przechowywania – niezależnie od działających czynników – nie przekraczają 12 %, są zaliczane do surowca o dobrej trwałości przechowalniczej.

Trwałość przechowalnicza. Wybrane do badań odmiany charakteryzowały się dobrą trwałością przechowalniczą, gdyż średnie straty świeżej masy dla tych odmian były na poziomie tylko 4,5%. Należy zaznaczyć, że najmniejsze straty uzyskano dla odmian przeznaczonych

Tab. 1. Straty świeżej masy [%] bulw ziemniaka po 6 miesiącach przechowywania

Odmiany [A]	Lata badań [B]			Średnio
	2009/2010	2010/2011	2011/2012	
<i>Albatros</i> ¹⁾	5,3	4,2	5,1	4,9
<i>Gala</i> ²⁾	4,0	3,9	3,6	3,8
<i>Karatop</i> ²⁾	5,0	4,9	4,5	4,8
<i>Karlina</i> ³⁾	3,3	2,8	4,1	3,4
<i>Kiebitz</i> ³⁾	4,5	5,3	5,5	5,1
<i>Lambada</i> ²⁾	4,9	5,4	4,8	5,0
<i>Molli</i> ²⁾	4,6	4,6	5,7	4,9
<i>Pirol</i> ³⁾	4,5	4,8	3,2	4,2
Średnio	4,5	4,5	4,6	4,5

$$NIR_{\alpha=0,05} A - 0,36 B - n.i. A \times B - 0,45 B \times A - 0,62$$

¹⁾ do produkcji krochmalu (temp. składowania +4°C),

²⁾ do bezpośredniej konsumpcji (temp. składowania +4°C),

³⁾ do produkcji frytek i chipsów (temp. składowania +8°C)

na produkty smażone (średnio 4,2%) a największe dla odmiany przeznaczonej do produkcji krochmalu 4,9%.

Sowa-Niedzialkowska [2004] zwraca uwagę, że wzrost ubytków nawet o jeden procent pociąga za sobą znaczne straty nie tylko finansowe dla producenta ale jakościowe dla konsumenta i przemysłu. Dlatego wybór odmiany ma duże znaczenie gdyż, w tych samych warunkach, z dobrze przechowywujących się odmian można uzyskać znacznie więcej towaru handlowego o wyższej, jakości przy mniejszych nakładach finansowych.

Potwierdzają to wyniki badań własnych, gdyż zarówno odmiany konsumpcyjne jak i przeznaczone na frytki i chipsy w tych samych warunkach przechowywania różniły się wielkością strat (Tab. 1). W grupie odmian jadalnych najwyższe straty uzyskała odmiana *Lambada* 5% a najniższe *Gala* 3,8%. Natomiast w grupie odmian frytkowo-chipsowych największe straty uzyskano dla odmiany *Kiebitz* 5,1% a najmniejsze dla *Karlina* 3,4%. Wyliczone współczynniki zmienności (Tab. 4) wykazały, że najmniejszą stabilnością tej cechy wykazała się odmiana *Gala* CV – 3,07% i *Lambada* CV – 3,59% a największą *Pirol* CV – 11,37% i *Karlina* CV – 10,78%. Świadczy to o tym, że na straty świeżej masy bulw w okresie przechowywania wpływa mają nie tylko warunki panujące w przechowalni ale również warunki środowiskowe w poszczególnych latach uprawy.

Jest to zgodne z wynikami uzyskanymi przez wielu autorów [Zgórska i *Sowa-Niedzialkowska* 2005; *Lisińska*, 2006; *Mareček i in.*, 2008; *Pobereżny i Wszelaczyńska*, 2011; *Trawczyński i Wierzbicka*, 2011; *Leszczyński*, 2012].

Zawartość suchej masy i skrobi. Do ważnych właściwości jakościowych ziemniaka, które zależą od genetycznych uwarunkowań zaliczyć można suchą masę, której najważniejszym składnikiem jest skrobia [Zarzyńska i *Wroniak*, 2007; *Czerko i in.*, 2008; *Rytel i in* 2008; *Wierzbicka i in.*, 2008; *Marks*, 2009; *Murnice i in.*, 2011; *Zgórska i Grudzińska* 2012; *Leszczyński* 2012].

Tab. 2. Zawartość suchej masy w bulwach ziemniaka w zależności od uwarunkowań genetycznych i terminu badań [g·kg⁻¹]

Odmiany [A]	Termin badań [B]		Średnio
	Po zbiorze	Po przechowywaniu	
<i>Albatros</i> ¹⁾	276,1	261,9	269,0
<i>Gala</i> ²⁾	164,2	156,7	160,5
<i>Karatop</i> ²⁾	173,8	165,5	169,7
<i>Karlina</i> ³⁾	226,1	214,8	220,5
<i>Kiebitz</i> ³⁾	223,2	213,5	218,4
<i>Lambada</i> ²⁾	200,3	188,6	194,5
<i>Molli</i> ²⁾	208,4	192,4	200,4
<i>Pirol</i> ³⁾	226,9	215,3	221,1
Średnio	212,4	201,1	206,7

$$NIR_{\alpha=0,05} A - 9,00 B - 6,74 A \times B - n.i. B \times A - n.i.$$

¹⁾⁻³⁾ jak w tab. 1

Wierzbicka i in. [2008] podobnie jak *Bombik i in.* [2007] stwierdzili, że w zmienności całkowitej dla suchej masy i skrobi udział czynnika odmianowego jest największy i wynosi odpowiednio 66,5% oraz 64,6%.

Tab. 3. Zawartość skrobi w świeżej masie bulw ziemniaka w zależności od uwarunkowań genetycznych i terminu badań [g kg⁻¹]

Odmiany [A]	Termin badań [B]		Średnio
	Po zbiorze	Po przechowywaniu	
<i>Albatros</i> ¹⁾	191,7	186,2	189,0
<i>Gala</i> ²⁾	112,2	101,7	107,0
<i>Karatop</i> ²⁾	107,4	104,4	105,9
<i>Karlina</i> ³⁾	141,2	132,8	137,0
<i>Kiebitz</i> ³⁾	141,6	137,2	139,4
<i>Lambada</i> ²⁾	115,2	104,0	109,6
<i>Molli</i> ²⁾	126,3	120,3	123,3
<i>Pirol</i> ³⁾	156,2	141,5	148,9
Średnio	136,5	128,5	132,5

$$NIR_{\alpha=0,05} A - 10,23 B - 5,96 A \times B - n.i. B \times A - n.i.$$

¹⁾⁻³⁾ jak w tab. 1

Potwierdzają to wyniki badań własnych, gdyż badane odmiany różniły się istotnie zawartością zarówno suchej masy jak i skrobi (Tab. 2 i 3). Najwięcej suchej masy i skrobi zawierała odmiana *Albatros* (269,0 i 189,0 g·kg⁻¹) a najmniej *Gala* (160,5 i 107,0 g·kg⁻¹). Główny składnik ziemniaka skrobia w odmianach konsumpcyjnych występuje w ilości 100÷160 g·kg⁻¹ św. m. Natomiast bulwy ziemniaka przeznaczone do produkcji frytek powinny zawierać 200 – 220 g kg⁻¹ suchej masy i 150÷170 g·kg⁻¹ skrobi a do produkcji chipsów 210÷250 g·kg⁻¹ suchej masy i 160÷200 g·kg⁻¹ skrobi [Lisińska, 2006]. Badane odmiany spełniały stawiane im wymagania jakościowe zgodnie z kierunkiem ich użytkowania zarówno po zbiorach jak i po przechowywaniu (Tab. 2 i 3).

Tab. 4. Współczynniki zmienności CV [%] strat świeżej masy bulw ziemniaka po 6 miesiącach przechowywania

Odmiany	CV [%]
<i>Albatros</i> ¹⁾	6,71
<i>Gala</i> ²⁾	3,07*
<i>Karatop</i> ²⁾	3,08
<i>Karlina</i> ³⁾	10,78
<i>Kiebitz</i> ³⁾	5,80
<i>Lambada</i> ²⁾	3,59
<i>Molli</i> ²⁾	7,22
<i>Pirol</i> ³⁾	11,37**

¹⁾⁻³⁾ jak w tab. 1

* – zmienność najmniejsza

** – zmienność największa

Po długotrwałym okresie przechowywania nastąpił istotny spadek zawartości obu badanych składników średnio dla odmian o 5,6% dla suchej masy oraz 6,2% dla skrobi i jest to zgodne z wynikami *Bombika i in.* [2008] oraz *Pobereżnego i Wszelaczyńskiej* [2011]. Innego zdania są *Zgórska i in.* [2006], w badaniach których po przechowywaniu nastąpił wzrost zawartości suchej masy.

Natomiast według *Czerko i in.* [2008] uwzględnianie różnic odmianowych już w czasie uprawy ziemniaka może być ważnym elementem w uzyskaniu bulw lepszej jakości. Potwierdzają to wyniki badań własnych, gdyż wyliczone współczynniki zmienności dla suchej masy i skrobi (Tab. 5) badanych odmian są najmniejsze po przechowywaniu dla tych samych odmian dla których były najmniejsze po zbiorze. Dla odmiany *Albatros* zarówno po zbiorze jak i po przechowywaniu współczynniki zmienności są najmniejsze i wyniosły odpowiednio CV – 4,22%, CV – 2,85% dla suchej masy i CV – 4,09%, CV – 4,06% dla skrobi. Natomiast najwyższą zmiennością charakteryzowała się odmiana *Lambada*. Dla tej odmiany współczynniki zmienności dla suchej masy po zbiorze i po przechowywaniu były na poziomie CV – 10,13% i CV – 9,55% a dla skrobi CV – 12,19% i CV – 14,52% (Tab. 5).

Tab. 5. Współczynniki zmienności CV [%] zawartości suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka

Odmiany	Sucha masa		Skrobia	
	Po zbiorze	Po przechowywaniu	Po zbiorze	Po przechowywaniu
<i>Albatros</i> ¹⁾	4,22*	2,85*	4,09*	4,06*
<i>Gala</i> ²⁾	6,84	5,54	9,80	5,74
<i>Karatop</i> ²⁾	6,95	6,54	8,26	6,46
<i>Karlina</i> ³⁾	5,23	3,72	7,19	8,87
<i>Kiebitz</i> ³⁾	5,41	5,18	6,92	7,16
<i>Lambada</i> ²⁾	10,13**	9,55**	12,19**	14,52**
<i>Molli</i> ²⁾	7,68	7,71	11,48	13,85
<i>Pirol</i> ³⁾	7,74	6,88	5,43	9,43

1)-3) jak w tab. 1

* – zmienność najmniejsza

** – zmienność największa

Nieco odmiennie przedstawia się interpretacja wyników strat suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka po ich przechowywaniu uzyskana z bilansu (Tab. 6). Uwzględnia ona bowiem rzeczywiste straty świeżej masy bulw w trakcie ich przechowywania spowodowane transpiracją i oddychaniem.

Tab. 6 Bilans strat suchej masy i skrobi po 6 miesiącach przechowywania bulw ziemniaka

Odmiany	Bilans strat			
	suchej masy		skrobi	
	%	g*	%	g*
<i>Albatros</i> ¹⁾	9,7	268,4	7,9	151,1
<i>Gala</i> ²⁾	7,9	129,7	12,4	138,8
<i>Karatop</i> ²⁾	9,2	159,7	7,5	79,9
<i>Karlina</i> ³⁾	8,1	183,1	8,9	125,2
<i>Kiebitz</i> ³⁾	8,9	199,1	8,4	119,9
<i>Lambada</i> ²⁾	10,2	204,5	14,1	162,0
<i>Molli</i> ²⁾	12,2	254,1	9,4	118,8
<i>Pirol</i> ³⁾	9,3	210,3	12,8	199,6
\bar{x}	9,5	200,5	10,1	138,1

1)-3) jak w tab. 1

* rzeczywisty ubytek skrobi wyliczony z uwzględnieniem strat świeżej masy po przechowywaniu bulw w stosunku do masy próby pierwotnej – 10 kg.

Po okresie przechowywania rzeczywisty spadek zawartości suchej masy wyniósł średnio 9,5% a skrobi 10,1%. Należy zauważyć, że spadek wyliczony z bilansu jest wyższy o 3,9 pkt % dla suchej masy i 3,6 pkt % dla skrobi. Największe różnice uzyskano dla odmian *Albatros*, *Karatop* i *Kiebitz*, a najmniejsze dla *Lambady* i *Pirola*.

Wnioski

Badane odmiany charakteryzowały się dobrą trwałością przechowywalniczą.

Odmiany różniły się istotnie między sobą zawartością suchej masy i skrobi.

Wszystkie odmiany spełniały kryteria jakości w zakresie suchej masy i skrobi w zależności od kierunku ich użytkowania zarówno po zbiorze jak i po przechowywaniu.

Uprawa odmian zagranicznych w warunkach Polski nie wpływa w znacznym stopniu na pogorszenie badanych parametrów jakości bulw.

Rzeczywiste straty suchej masy i skrobi po przechowywaniu są wyższe odpowiednio o 3,9 pkt % i 3,6 pkt %.

LITERATURA

Bombik A., Stankiewicz Cz., Starczewski J. 2008. *Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na cechy jakościowe przechowywanych bulw ziemniaka. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie*. Mat. konf. 12-15 maja, Szklarska Poręba, 225-226.

Czerko Z., Lutomińska B., Zgórska K. 2008. *Technologia uprawy i przechowywania ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa*. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Mat. konf. 12-15 maja, Szklarska Poręba, 55-78.

Gugała M., Zarzecka K. 2007. Wpływ sposobów uprawy roli i doboru herbicydów na wartość konsumpcyjną bulw ziemniaka odmiany Wiking. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 6, nr 2, 29-37

INTERNATIONAL 2008. *International year of the potato*. (03.2014): <http://www.fao.org/potato-2008/>

Jabłoński K. 2006. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plon i zawartość skrobi oraz na jakość nowych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 512, cz. I, 193-200

Krełowska-Kulaś M. 1993. *Badanie jakości produktów spożywczych*. PWE, Warszawa

Leszczyński W. 2012. Żywnościowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przegląd literatury). *Biul. IHAR*, 266, 5-20

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

Marks N. 2009. Zawartość azotanów, azotynów i metali ciężkich w bulwach ziemniaka w zależności od długości okresu przechowywania. *Inż. Roln.*, 13, nr 1 (110), 183-187

Mareček J., Fikselová M., Frančáková H. 2008. Nutritional and technological value of selected edible potatoes during storage. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 530, 293-299

Murniece I., Karklina D., Galoburda R., Santare D., Skrabule I., Costa H.S., 2011. Nutritional composition of freshly harvested and stored Latvian potato varieties depending on traditional cooking methods. *J. Food Comp. Anal.*, 24, 699-710. DOI: 10.1016/j.jfca.2010.09.005

Pobereźny J., Wszelaczyńska E. 2011. Effect of bioelements (N, K, Mg) and long-term storage of potato tubers on quantitative and qualitative losses. Part II. Content of dry matter and starch. *J. Element.*, 16, nr 2, 237-246. DOI: 10.5601/jelem.2011.16.2.261-273

Rytlek E., Lisińska G., Kozicka-Pytlarz M. 2008. Wpływ sposobu uprawy na jakość konsumpcyjną ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 530, 259-269

Sowa-Niedziałkowska G. 2004. Naturalne sposoby ograniczające przemiany ilościowe w przechowywanych bulwach ziemniaka. *Ziemniak Polski*, 3, 29-32

Tajner-Czopek A. 2006. Metodyka określania wartości technologicznej i jakości konsumpcyjnej ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 95-103

Trawczyński C., Wierzbička A. 2011. Odmianowe i środowiskowe zróżnicowanie zawartości glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Biul. IHAR*, 262, 119-126

Wszelaczyńska E., Pobereźny J. 2011. Effect of bioelements (N, K, Mg) and long-term storage of potato tubers on qualitative losses. Part I. Natural losses. *J. Element.*, 16, nr 1, 7-20. DOI: 10.5601/jelem.2011.16.1.135-142

Wierzbička A., Mazurczyk W., Wroniak J. 2008. Wpływ nawożenia azotem i terminu zbioru na plon i wybrane cechy jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 530, 207-216

Zarzecka K., Gugała M., Milewska A. 2010. Oddziaływanie insektycydów nowej generacji na cechy kulinarne ziemniaków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 557, 201-208

Zarzecka K., Gugała M. 2011. Wybrane parametry jakości bulw ziemniaka jadalnego pochodzącego z rejonu Podlasia. *Bromat. Chem. Toksykol.* 44, nr 1, 38-42

Zarzyńska K., Wroniak J. 2007. Differences in quality of potato tubers growing in organic system depending on some agronomical factors. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 52, nr 4, 108-113

Zgórska K., Sowa-Niedziałkowska G. 2005. Wpływ czynnika termicznego i odmiany na zmiany jakościowe zachodzące w bulwach ziemniaka w czasie ich długotrwałego przechowywania. *Pam. Pul.*, 138, 327-336

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, 567-578

Zgórska K., Grudzińska M. 2012. Zmiany wybranych cech jakości bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Acta Agrophysica*, 19, nr 1, 203-214

Autorzy pracy dziękują firmie Norika Polska Sp. z o.o. w Berlinie za udostępnienie materiału do przeprowadzenia niniejszych badań w ramach dwustronnej współpracy trwającej od 2009 r.