

Elżbieta WSZELACZYŃSKA¹, Jarosław POBEREŻNY¹, Ewa Żary-Sikorska¹, Jan Mareček²

e-mail: wszela@utp.edu.pl

¹ Zakład Technologii Żywności, Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

² Department of Plant Storage and Processing, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture Nitra, Slovak Republic

Wpływ miejsca uprawy i przechowywania bulw na wybrane cechy kulinarne trzech odmian ziemniaka

Wstęp

Ziemniak stanowi podstawę diety większości Polaków [Zarzecka i in. 2010, Zarzecka i Gugala 2011]. W skali światowej konsumpcja ziemniaka wynosi 34 kg, w Europie 63 kg, a w Polsce 120 kg na osobę rocznie [INTERNATIONAL 2008]. W stosunku do ziemniaka przeznaczonego zarówno do przetwórstwa jak i do bezpośredniej konsumpcji stawiane są ściśle określone wymagania. Ziemniak przeznaczony bezpośrednio do konsumpcji powinien odznaczać się kształtnymi bulwami, o zdrowej gładkiej skórce, mięszkiem mało ciemniejącym (surowy >6,5° w skali 9-stopniowej, po ugotowaniu >7,5° w skali 9°), dobrym smakiem >7° w skali 9°, właściwym zapachem i typem kulinarnym oraz miąższu barwy od białej do żółtej. Ponadto powinien wyróżniać się wysoką wartością odżywczą i niskim poziomem substancji niepożądanych (glikoalkaloidów, metali ciężkich, alfa toksyn, azotanów(V) [Wszelaczyńska 2002 i 2004, Lisińska 2006, Tajner-Czopek 2006, Gugala i Zarzecka 2007, Rytel i in. 2008]. W zależności od rejonu Polski, konsument preferuje inne odmiany ziemniaka jadalnego do bezpośredniego spożycia. Konsumenti poszukują ziemniaków o dobrej smakowitości, ale nie bez znaczenia dla nich jest również barwa jego miąższu. Według Zimnoch-Guzowskiej i Flisa [2006] barwa miąższu bulw ziemniaka jest wynikiem akumulacji dwóch rodzajów pigmentów: antocyjanów oraz karotenoidów a Hamouz i in. [2006] twierdzą, że zależy ona głównie od zawartości kwasów organicznych. Natomiast o smakowitości bulw decydują głównie zawarte w nich cukry [Leszczyński 2000, Zgórska 2002]. Nie bez znaczenia jest również wzajemny stosunek tych substancji. Składniki chemiczne bulw, kształtowane są głównie przez czynnik odmianowy lecz mogą być modyfikowane przez środowisko [Edwards i in. 2002, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2002a, Zgórska i Sowa-Niedziałkowska 2005, Lisińska 2006, Zimnoch-Guzowska, Flis 2006, Mareček i in. 2008, Pobereżny i Wszelaczyńska 2011, Trawczyński i Wierzbicka 2011]. Czynnikiem środowiskowym sprawia, że odmiana o dobrych właściwościach kulinarnych, uprawiana w jednym rejonie nie jest przydatna do konsumpcji w innym ze względu na zmianę swoich cech organoleptycznych. Wstąpienie Polski do UE dało większe możliwości wymiany sadzeńiaków i ich uprawy w innych krajach niż kraj pochodzenia. Uzasadnione są więc badania mające na celu uprawę tych samych odmian ziemniaka w różnych warunkach glebowo-klimatycznych a dotyczy to głównie krajów ościennych.

Dlatego podjęto badania, których celem było określenie wpływu miejsca uprawy i czasu przechowywania na smakowitość i barwę wybranych odmian ziemniaka.

Materiały i metody

Prezentowane wyniki są efektem trzyletniego doświadczenia polowego założonego w Polsce (region kujawsko-pomorski) i w Niemczech (Dolna Saksonia). W badaniach użyto trzy średniowczesne odmiany ziemniaka: dwie polskie (*Lena* i *Mors*) i jedną niemiecką (*Satina*). Polskie odmiany ziemniaków jadalnych charakteryzowały się przydatnością ogólnoużytkową, do bezpośredniej konsumpcji oraz do przetwórstwa, natomiast odmiana *Satina* tylko do bezpośredniej konsumpcji.

Ziemniaki sadzono na glebach wytworzonych z piasków gliniastych, zakwalifikowanych do kompleksu żytynego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej R IVa. W poszczególnych latach badań, wyboru pól 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.

Wszystkie dawki nawozów mineralnych stosowano wiosną przed sadzeniem ziemniaków, w ilościach uwzględniających potrzeby pokarmowe roślin:

Azot – 120 kg N ha⁻¹ w postaci saletry amonowej (34%),

Fosfor – 110 kg P₂O₅ ha⁻¹ w postaci superfosfatu potrójnego (46%),

Potas – 120 kg K₂O ha⁻¹ w postaci siarczanu potasu (50%).

Warunki pogodowe dla całego okresu prowadzenia doświadczenia w Polsce (Bydgoszcz) i w Niemczech (Getynga) przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1 Warunki meteorologiczne w czasie wegetacji ziemniaków: temperatura powietrza – T [°C] i opady atmosferyczne – O [mm]

Miesiąc	BYDGOSZCZ – Polska							
	2004		2005		2006		Średnio 1995–2003	
	T	O	T	O	T	O	T	O
IV	7,5	17,7	6,4	18,5	7,5	32,1	8,1	30,0
V	15,7	111,5	14,4	18,1	11,3	54,4	12,9	58,6
VI	16,3	31,3	17,7	30,4	14,7	39,6	16,0	55,0
VII	18,9	77,9	19,2	106,2	16,4	53,5	17,4	97,9
VIII	19,9	58,0	18,5	17,7	17,9	138,7	17,7	56,3
IX	12,9	70,5	13,6	16,7	12,7	40,0	12,5	57,0
GETYNGA – Niemcy								
IV	8,6	75,8	9,2	48,4	9,0	26,9	8,8	31,8
V	13,3	61,2	13,8	42,3	13,5	48,0	13,1	53,9
VI	15,9	79,2	16,5	65,8	15,4	54,3	15,2	58,5
VII	16,9	63,4	18,6	56,2	16,3	67,1	17,4	60,2
VIII	16,8	74,6	17,2	63,9	18,6	55,8	17,5	65,2
IX	14,5	63,6	15,5	54,9	13,4	49,7	13,9	49,3

Proces przechowywania prowadzono w komorach z kontrolowaną atmosferą w Instytucie Chemii Rolnej Uniwersytetu Georg-August w Getyndze. W czasie sześciomiesięcznego przechowywania utrzymywano stałą temperaturę +4°C i wilgotność względną powietrza 95%.

Ocenę wartości konsumpcyjnej bulw (barwa miąższu, smakowitość) oznaczono wg skali EAPR (European Association for Potato Research – Europejskie Stowarzyszenie do Badań Ziemniaków). Do oceny barwy miąższu ziemniaka stosowano skalę 6-punktową: 1 – miąższ biały, 6 – miąższ ciemnożółty. Smakowitość bulw określono według 9-punktowej skali przyjmując: 1 – jako ocenę bardzo złą, 5 – średnią, natomiast 9 – jako ocenę bardzo dobrą. Oceny organoleptycznej dokonywał stały 4-osobowy zespół zgodnie z PN-ISO 8586, zarówno dla prób ziemniaków pochodzących z doświadczeń polowych w Polsce jak i w Niemczech [Roztopowicz i in 1999].

Wszystkie próby bezpośrednio po zbiorach, jak i po pełnym okresie przechowywania, poddano badaniom analitycznym, których zakres obejmował oznaczenie zawartości cukrów ogółem (po hydrolizie kwasowej) – kolorymetrycznie. Jako reagenta wywołującego barwę używano α-dinitrofenolu, a krzywą standardową sporządzono wykorzystując chemicznie czystą glukozę.

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

Wyniki badań i dyskusja

Parametry jakości konsumpcyjnej oceniane są głównie za pomocą organów-zmysłu, przy użyciu metod punktowych. Barwa miąższu bulw ziemniaka jest cechą odmianową a jej określenie służy przede wszystkim do zaspokojenia gustów konsumenta. Może być biała, kremowa lub żółta z całą gamą odcieni pośrednich [Leszczyński 2000, Zalewski 2003, Lisińska 2006, Tajner-Czopek 2006, Rytel i in. 2008, Pyryt i Kolenda 2009, Plaza 2010, Zarzecka i in. 2010, Zarzecka i Gugala 2011]. Barwa miąższu odmian Polskich jest w większości jasnożółta i żółta, natomiast u odmian niemieckich i holenderskich przeważa miąższ żółty [Lisińska 2006, Zarzecka i Gugala 2011].

Tab. 2 Barwa miąższu bulw ziemniaka w zależności od miejsca uprawy i przechowywania [pkt]

Miejsce [A]	Odmiany [B]	Termin badań		Średnio
		Po zbiorze	Po przechowywaniu	
BYDGOSZCZ	SATINA	4,7 ¹	4,4	4,6
	LENA	3,2	3,0	3,1
	MORS	3,9	3,8	3,9
	Średnio	3,9	3,7	3,8
GETYNGA	SATINA	4,7	4,4	4,6
	LENA	3,9	3,6	3,8
	MORS	4,3	4,0	4,2
	Średnio	4,3	4,0	4,2
Średnio		4,1	3,9	4,0
NIR _{0,05}		A – 0,3 B – 0,6 A×B – n.i. Lata – istotne	A – 0,1 B – 0,4 A×B – 0,5 Lata – istotne	

¹ skala: 1–6 (1 – biała, 6 – ciemno żółta)

Badane odmiany charakteryzowały się różną barwą miąższu surowego od jasnożółtej – *Lena* do żółtej – *Satina* i *Mors*. Dla konsumenta istotne jest również aby miąższ po ugotowaniu nie tracił swojej oryginalnej barwy. W prowadzonych badaniach miejsce uprawy miało istotny wpływ na barwę miąższu bulw ugotowanych zarówno bezpośrednio po zbiorach jak i po przechowywaniu (Tab. 2). Istotnie wyższą ocenę – na korzyść uprawy w Niemczech – uzyskały odmiany *Lena* i *Mors* i wyniosła ona odpowiednio 0,7 i 0,4 pkt bezpośrednio po zbiorze oraz 0,6 i 0,2 pkt po przechowywaniu.

Tab. 3 Współczynniki zmienności [%] barwy miąższu bulw ugotowanych

Odmiany	Po zbiorze	Po przechowywaniu
Lena	9,0**	8,4**
Mors	8,6	5,8
Satina	8,1*	2,7*

* zmienność najmniejsza

** zmienność największa

Natomiast odmiana *Satina* charakteryzowała się stabilnością barwy uzyskując tą samą ocenę po zbiorach (4,7 pkt) jak i po przechowywaniu (4,4 pkt), zarówno w Polsce jak i w Niemczech. Potwierdzają to wyliczone współczynniki zmienności barwy miąższu bulw ugotowanych bezpośrednio po zbiorze i po przechowywaniu (Tab. 3). Bulwy badanych odmian pochodzące z uprawy w Niemczech uzyskały istotnie wyższą średnią ocenę za barwę miąższu ugotowanego. Odmienne rezultaty uzyskali *Gugala* i *Zarzecka* [2007], *Zarzecka* i in. [2010] w badaniach, których warunki pogodowe nie modyfikowały istotnie barwy miąższu badanych przez nich trzech odmian: *Wiking*, *Mors* i *Żagiel*. Wiadomym jest, że na barwę miąższu bulw wpływ mają również zawarte w nich kwasy organiczne i związki fenolowe, których ilość zależy od warunków pogodowych w okresie wegetacji [Wszelaczyńska 2004, Grudzińska i Zgórska 2006, Rytel i in. 2008, Plaza 2010]. Według *Hamouz* i in. [2006] uprawa ziemniaka w rejonach cieplejszych i bardziej suchych wpływa na gromadzenie w bulwach kwasu askorbinowego mogącego rozjaśniać naturalną barwę miąższu. Natomiast odmiany

uprawiane w rejonach o niższej temperaturze mają wyższą zawartość polifenoli a tym samym związków pogarszających barwę. Jest to zgodne z wynikami badań własnych, gdyż odmiany *Lena* i *Mors* uprawiane w Polsce (region chłodniejszy w stosunku do Niemiec) uzyskały niższe oceny (Tab. 2).

Długotrwały okres przechowywania powodował pogorszenie się barwy miąższu bulw w stosunku do tej, którą odmiany charakteryzowały się w momencie uzyskania pełnej dojrzałości (Tab. 2). Taki stan rzeczy jest oczywisty, pomimo optymalnych i bardzo stabilnych warunków przechowywania, gdyż w wyniku składowania w większości badane parametry ulegają zawsze pogorszeniu [Sobol 2005, Sobol i Baran 2007, Krzysztofik i Skonieczny 2010, Pobereżny i Wszelaczyńska 2011, Wszelaczyńska i Pobereżny 2011].

Smakowitość definiowana jest jako zespół wrażeń smakowo-zapachowych odczuwalnych podczas konsumpcji. Polskie odmiany cechuje w większości bardzo dobra smakowitość [Zimnoch-Guzowska i Flis 2006, Zarzecka 2010, Zarzecka i Gugala 2011]. Według *Lisińskiej* [2006] ziemniak przeznaczony do bezpośredniej konsumpcji nie może charakteryzować się niewłaściwym smakiem. Natomiast *Zgórska* i *Frydecka-Mazurczyk* [2002b] podkreślają, że ziemniak konsumpcyjny powinien odznaczać się bardzo dobrą (powyżej 7,0 w 9-stopniowej skali) oraz dobrą (powyżej 6,0) smakowitością. Badane odmiany spełniały te kryteria zarówno po zbiorze jak i po przechowywaniu, gdyż ocena smakowitości mieściła się w granicach od 6,0 pkt dla *Leny* do 7,5 dla odmiany *Mors* (Tab. 4). Należy zaznaczyć, że wystąpiły istotne różnice w smakowitości pomiędzy odmianami zarówno po zbiorze jak i po przechowywaniu, niezależnie od miejsca uprawy.

Tab. 4 Smakowitość bulw ziemniaka w zależności od miejsca uprawy i przechowywania [pkt]

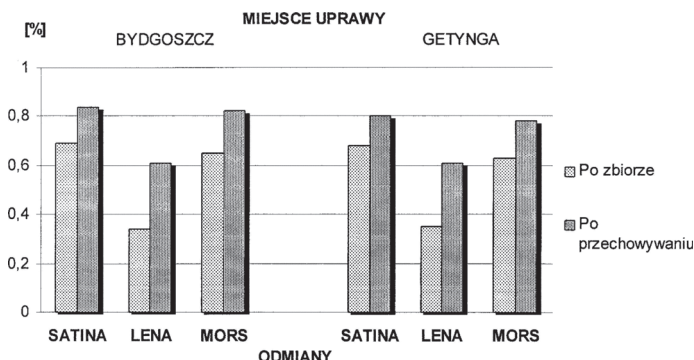
Miejsce [A]	Odmiany [B]	Termin badań		Średnio
		Po zbiorze	Po przechowywaniu	
BYDGOSZCZ	SATINA	7,0 ¹	6,5	6,8
	LENA	6,0	6,0	6,0
	MORS	7,5	6,8	7,2
	Średnio	6,8	6,4	6,7
GETYNGA	SATINA	6,8	6,7	6,8
	LENA	6,9	6,0	6,4
	MORS	7,3	6,6	7,0
	Średnio	7,0	6,4	6,7
Średnio		6,9	6,4	6,7
NIR _{0,05}		A – 0,7 B – 0,8 A×B – 1,0 Lata – istotne	A – 0,6 B – 0,9 A×B – 1,5 Lata – istotne	

¹ – skala: 1 – 9 (9 – bardzo dobra)

Według *Zimnoch-Guzowskiej* i *Flisa* [2006], *Plaza* [2010] smakowitość jest cechą silnie modyfikowaną przez środowisko, a więc precyzyjne jej określenie wymaga wieloletnich ocen próbek pochodzących z doświadczeń prowadzonych w wielu miejscowościach i powtórzeniach. Ziemniaki odmian użytych w badaniach *Satina* i *Mors* uzyskały wyższą, choć nie udowodnioną statystycznie, ocenę smakowitości po zbiorze w Polsce, natomiast bulwy odmiany *Lena* miały istotnie lepszą smakowitość w Niemczech. *Plaza* [2010] prowadząc badania, których celem było określenie wartości konsumpcyjnej ziemniaka nawozonego międzyplonami stwierdziła, że smakowitość bulw zmieniała się istotnie pod wpływem warunków środowiskowych. W badaniach wymienionej wyżej autorki najlepszą smakowitością, ocenioną od 7,7 do 8,8 pkt wyróżniały się bulwy zebrane w roku z najkorzystniejszą dla uprawy ziemniaka pogodą. Natomiast w roku niekorzystnym smakowitość bulw oceniła na poziomie od 6,9 do 8,3 pkt.

Wg *Wszelaczyńskiej* [2004], *Zimnoch-Guzowskiej* i *Flisa* [2006] w ocenie smakowitości szczególne znaczenie ma skład chemiczny bulw, w tym zawartość glikoalkaloidów. Natomiast *Leszczyński* [2000], *Zgórska* i *Frydecka-Mazurczyk* [2002b], *Tajner-Czopek* [2006] wskazują na ścisły związek pomiędzy smakowitością a zawartością cukrów,

których gromadzenie się w bulwach zależne jest od odmiany [Danilchenko i in. 2000, Wszelaczyńska 2002, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2002b]. Zgodnie z wymaganiami do bezpośredniego spożycia bulwy mogą zawierać do 1% sumy cukrów [Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2002b]. Przy podwyższonej zawartości sumy cukrów (powyżej 1%) bulwy po ugotowaniu nabierają słodkiego smaku, co jest cechą niekorzystną z punktu widzenia konsumenta [Leszczyński 2000, Tajner-Czopek 2006]. W prowadzonych badaniach koncentracja cukrów ogółem w pełni odpowiadała ustalonym normom (Rys. 1). Po okresie składowania nastąpiło pogorszenie smakowitości badanych odmian. Taki rezultat był spowodowany najprawdopodobniej wzrostem koncentracji cukrów w trakcie przechowywania (Rys. 1). Jedynie bulwy odmiany *Lena* uprawiane w Polsce nie zmieniły smakowitości po przechowywaniu.



Rys. 1. Zawartość cukrów ogółem w świeżej masie bulw ziemniaka w zależności od miejsca uprawy i przechowywania [%] (średnio z 3 lat badań)

Obliczone współczynniki zmienności barwy (Tab. 4) i smakowitości (Tab. 5) wskazują, że w stosunku do obu tych cech ziemniaki odmiany *Lena* wykazywała największą zmienność barwy i smakowitości zarówno po zbiorze jak i po przechowywaniu.

Tab. 5 Współczynniki zmienności [%] smakowitości bulw ugotowanych

Odmiany	Po zbiorze	Po przechowywaniu
<i>Lena</i>	19,0**	15,0**
<i>Mors</i>	10,6	12,3*
<i>Satina</i>	8,6*	14,2

* zmienność najmniejsza

** zmienność największa

Natomiast najmniejszą zmiennością barwy, wyróżniała się *Satina* po zbiorze i przechowywaniu, a najmniejszą zmiennością smakowitości *Satina* po zbiorze i *Mors* po przechowywaniu. Świadczy to o tym, że odmiana *Lena* najbardziej reagowała na warunki środowiskowe.

Wnioski

Odmiany różniły się istotnie między sobą barwą miąższu i smakowitością bulw po ugotowaniu.

Niezależnie od miejsca uprawy i przechowywania najlepszą smakowitością bulw wyróżniała się odmiana *Mors* a barwą *Satina*.

Warunki środowiskowe istotnie różnicowały badane cechy bulw szczególnie korzystnie w warunkach uprawy w Dolnej Saksonii.

LITERATURA

Danilchenko H., Trečiokaitė E., Žabaliūnienė D., Danilchenko W. 2000. Wpływ nawożenia na jakość bulw i produktów ziemniaczanych. *Biul. IHAR*, 213, 137-147

Edwards C.G., Englar J.W., Brown C.R., Peterson J.C., Sorensen E.J. 2002. Changes in color and sugar content of yellow-fleshed potatoes stored at three different temperatures. *Am. J. Potato Res.*, 79, 49-56

Grudzińska M., Zgórska K. 2006. Intensywność ciemnienia enzymatycznego a zawartość związków fenolowych w różnych częściach bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 585-591.

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

Hamouz K., Dvořák P., Lachman J., Šařec P., Čepl J. 2006. Influence of site conditions and cultivars on the contents of antioxidants in potato tubers. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 245-254

INTERNATIONAL 2008. *International year of the potato*. www.potato2008.org/en/world/index.html

Krzysztofik B., Skonieczny P. 2010. Wpływ okresu przechowywania na zmiany właściwości fizycznych bulw ziemniaka. *Inż. Roln.*, 4(122), 135-141

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

Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność*, 4 (25) (Supl.), 5-27

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

Plaža A. 2010. Wartość konsumpcyjna bulw ziemniaka nawożonego międzyplonami w środkowo-wschodniej Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 557, 193-199

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. *Journal of Element.*, 16(2), 237-246

Pyryt B., Kolenda H. 2009. Charakterystyka jakości sensorycznej bulw gotowanych w zależności od odmiany ziemniaka i sposobu gotowania. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 42(3), 386-390

Roztropowicz S., Czerko Z., Głuska A., Goliszewski W., Gruczek T., Lis B., Lutomińska B., Nowacki W., Rykaczewska K., Sowa-Niedziałkowska G., Szutkowska M., Wierzejska-Bujakowska A., Zarzyńska K., Zgórska K. 1999. *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem*. Wyd. IHAR Radzików, Oddział Jadwisin; 1-50

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

Sobol Z. 2005. Określenie strat ilościowych bulw ziemniaka. Cz II. Ubytki naturalne. *Inżynieria Rolnicza*, 10(70), 349-359

Sobol Z., Baran D. 2007. Relacje pomiędzy przyrostem gęstości bulw a wybranymi właściwościami ziemniaka w okresie przechowywania. *Inżynieria Rolnicza*, 9(97), 203-210

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

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

Wszelaczyńska E. 2002. Przydatność bulw ziemniaka odmiany Mila –nawożonych zróżnicowanymi dawkami magnezu – do produkcji wyrobów uszlachetnionych. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 1(1), 121-129

Wszelaczyńska E. 2004. Wpływ nawożenia magnezem na zawartość kwasów organicznych i ciemnienie miąższu bulw ziemniaka odmiany Mila. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 3(1), 175-186

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. *Journal of Element.* 16(1), 7-20

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.* XLIV,1, 38-42

Zimnoch-Guzowska E., Flis B. 2006. Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 23-36

Zgórska K. 2002. Jakość ziemniaków jadalnych i do przetwórstwa spożywczego, *Ziemniak Pol.*, 4, 14-20,

Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2002a. Przydatność nowych polskich odmian ziemniaka do przetwórstwa spożywczego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 488, 347-354

Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2002b. Rozmieszczenie suchej masy i sacharydów w różnych częściach bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 489, 327-334

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