

# ZAWARTOŚĆ NIEKTÓRYCH SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH I POTENCJALNIE SZKODLIWYCH W ZIEMNIAKACH JADALNYCH POCHODZĄCYCH Z SIECI HANDLOWEJ

## THE CONTENT OF SOME NUTRIENTS AND POTENTIALLY HARMFUL COMPONENTS IN EDIBLE POTATOES PURCHASED IN THE RETAIL NETWORK

Barbara Wójcik-Stopczyńska, Monika Grzeszczuk, Barbara Jakubowska

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

**Słowa kluczowe:** ziemniaki, skrobia, witamina C, cukry redukujące, azotany(V)

**Key words:** potatoes, starch, vitamin C, reducing sugars, nitrates(V)

### STRESZCZENIE

**Wprowadzenie.** Dla większości Polaków ziemniaki stanowią nieodzowny składnik codziennej diety. Gotowane w wodzie lub na parze, uważane są za pokarm odpowiadający wymogom właściwego żywienia, jednak obok składników odżywczych mogą zawierać związki niepożądane.

**Cel badań.** Celem badań była ocena zawartości suchej masy i niektórych składników odżywczych (skrobia, witamina C) oraz potencjalnie szkodliwych (azotany(V), cukry redukujące), w bulwach ziemniaków jadalnych, dostępnych jesienią i wiosną w sieci handlowej na terenie Szczecina.

**Materiał i metody.** Ocenie poddano 25 próbek ziemniaków różnych odmian. Badania przeprowadzono w okresach jesienno-wiosennych (październik 2008 i 2009) i wiosennych (marzec 2009 i 2010). W ziemniakach oznaczono: zawartość suchej masy (metodą suszenia do stałej masy), skrobi (metodą *Eversa*), witaminy C (metodą *Tillmansa*), cukrów redukujących (metodą *Luffa-Schoorla*) oraz azotanów(V) – metodą z kwasem fenolodwusulfonowym.

**Wyniki.** Stwierdzono, że między próbkami występowały istotne różnice w zawartości badanych składników. Koncentracja suchej masy i skrobi wahała się w przedziale odpowiednio 14,50-21,23% oraz 9,25-15,05%. Średnia zawartość tych składników w ziemniakach badanych jesienią i wiosną była do siebie zbliżona. Koncentracja witaminy C była dwukrotnie niższa w ziemniakach kupowanych na wiosnę (8,47 i 7,77 mg·100g<sup>-1</sup>), niż jesienią (15,61 i 14,80 mg·100g<sup>-1</sup>). W większości próbek ziemniaków zawartość cukrów redukujących była wyższa od dopuszczalnego poziomu, tj. 0,5%. Nagromadzenie tych związków (średnio 1,69 i 1,25%) występowało zwłaszcza w ziemniakach dostępnych w handlu na wiosnę. Zawartość azotanów(V) tylko w pojedynczych próbkach przekraczała 200 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg ś.m.

**Wnioski.** Większość próbek ziemniaków charakteryzowała się niską zawartością suchej masy (do 20%), bardzo niską (<13%) lub niską (13,0-14,5%) zawartością skrobi oraz niską koncentracją azotanów(V). Ziemniaki dostępne w handlu na wiosnę stanowiły ubogie źródło witaminy C, zawierały natomiast dużo cukrów redukujących. Ze względu na możliwość tworzenia się toksycznego akrylamidu, powinny być w ograniczonym stopniu poddawane smażeniu.

### ABSTRACT

**Background.** For majority of Polish people potatoes are indispensable component of daily diet. Boiled or steamed potatoes are considered as food meeting the requirements of right nourishment. They are a source of nutrient components, however, potatoes may contain undesirable compounds.

**Objective.** The aim of this work was evaluation of dry matter and some nutrients (starch, vitamin C) and potentially toxic (nitrates(V), reducing sugars) constituents in edible potatoes purchased in a retail network in Szczecin in spring and autumn seasons.

**Material and methods.** The estimation included 25 samples of different potatoes cultivars. Studies were conducted in autumn (October 2008 and 2009) and in spring (March 2009 and 2010). In the samples the content of the following constituents was determined: dry matter (by drying to constant matter), starch (*Evers's* method), vitamin C (*Tillmans's* method), reducing sugars (*Luff-Schoorl's* method) and nitrates(V) (by method with the use of phenol-disulphanic acid).

**Adres do korespondencji:** Barbara Wójcik-Stopczyńska, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, 71-434 Szczecin, ul. Słowackiego 17, tel. +48 91 449 6427, email: bawojcik@zut.edu.pl

**Results.** It was stated that there were significant differences between the samples regarding the content of the tested constituents. Concentration of dry matter and starch ranged 14.50-21.23% and 9.25-15.05%, respectively. In potato tubers, which were under the researches in autumn and spring, mean contents of these constituents were nearly the same. Mean concentrations of vitamin C were almost two times lower in potatoes bought in spring (8.47 and 7.77 mg·100g<sup>-1</sup>) than in autumn (15.61 and 14.80 mg·100g<sup>-1</sup>). The content of reducing sugars exceeded the recommended highest level (0.5%) in the majority of the tested samples. Accumulation of these constituents occurred especially in potatoes available in markets in spring (mean 1.69 and 1.25%). Only in a few samples the content of nitrates(V) was higher than 200 mg NO<sub>3</sub>/kg f. m.

**Conclusions.** The majority of potatoes samples was characterized by a low content of dry matter (<20%), very low (<13%) or low (13.0-14.4 %) content of starch and low concentration of nitrates(V). Potatoes available in markets in spring contained little vitamin C but a lot of reducing sugars. Due to the possibility of toxic acrylamide formation they should be fried occasionally.

## WSTĘP

Ziemniaki, dla większości Polaków są nieodzownym składnikiem codziennej diety. Spożywane są głównie w formie tradycyjnej, jednak coraz częściej sporządzane są z nich produkty smażone i pieczone. Ziemniaki, zwłaszcza gotowane w wodzie lub na parze, uważane są za pokarm odpowiadający wymogom właściwego żywienia. Są dietetyczne, działają zasadotwórczo, stanowią źródło lekkostrawnych węglowodanów (głównie skrobi), witaminy C, wartościowego białka oraz składników mineralnych, takich jak potas, magnez i żelazo [20].

Oprócz składników korzystnych pod względem żywieniowym, ziemniaki i otrzymane z nich produkty, mogą zawierać także związki niepożądane. Należą do nich azotany(V), które pod wpływem flory bakteryjnej przewodu pokarmowego mogą ulegać redukcji do silnie toksycznych azotanów(III). Związki te powodują m.in. przemianę hemoglobiny do methemoglobiny, czego następstwem jest utrudnienie zaopatrzenia tkanek w tlen. Ponadto w wyniku reakcji azotanów(III) z II- i III-rzędowymi aminami powstają nitrozoaminy, uważane za embriotoksyczne, mutagenne i kancerogenne [21]. Wykazano, że ziemniaki są jednym z podstawowych źródeł azotanów(V) w diecie [22], a ich zawartość w ziemniakach niekiedy znacznie przekracza dopuszczalny poziom [11, 14].

Do potencjalnie szkodliwych składników ziemniaków można również zaliczyć cukry redukujące. Ich szczególna rola ujawnia się przy sporządzaniu z ziemniaków produktów poddawanych działaniu wysokiej temperatury (>120°C), a zwłaszcza produktów smażonych (frytki, chipsy), a także pieczonych lub prażonych. Cukry redukujące wraz z aminokwasami biorą udział w reakcjach *Maillarda*, które mają wpływ na kształtowanie barwy, smaku i zapachu tych produktów, ale sprzężone są też z powstawaniem szkodliwego dla zdrowia akrylamidu – neurotoksycznego, genotoksycznego, kancerogennego [28]. W procesie tworzenia tego związku kluczową rolę odgrywają asparagina oraz cukry redukujące [12, 28]. We frytkach i chipsach ziemniaczanych stwierdza się znaczne zawartości akrylamidu (od 50 do 2400-2600 µg/kg) [12]. Wykazano, że

istnieje korelacja między zawartością cukrów redukujących w surowych ziemniakach, a ilością akrylamidu powstającego w otrzymanyh z nich produktach smażonych. Stosowanie surowca o niskiej koncentracji cukrów redukujących, uważane jest za istotny czynnik ograniczający tworzenie się akrylamidu [1, 2].

W wielu pracach doświadczalnych podejmowano badania mające na celu określenie wpływu różnych czynników – odmianowych, agrotechnicznych, warunków uprawy i przechowywania na skład chemiczny bulw ziemniaka [5, 9, 10, 18, 25]. Nieliczne są jednak doniesienia, których przedmiotem jest charakterystyka cech ziemniaków uzyskiwanych w praktyce produkcyjnej i oferowanych w sprzedaży [3, 15].

Celem pracy była ocena zawartości wybranych składników odżywczych (skrobia, witamina C) oraz potencjalnie szkodliwych (azotany(V), cukry redukujące) w bulwach ziemniaków jadalnych, dostępnych w okresie jesiennym i wiosennym w handlu na terenie Szczecina.

## MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były krajowe ziemniaki odmian jadalnych zakupione w sklepach detalicznych w Szczecinie. Ocenę przeprowadzono w czterech terminach: dwóch jesiennych – w październiku 2008 i 2009 roku oraz w dwóch wiosennych – w marcu 2009 i 2010 roku. Badaniami objęto ziemniaki z sezonu wegetacyjnego 2008 i 2009 roku, dostępne na rynku zarówno po zbiorze, jak też kierowane do handlu po przechowywaniu. Do badań zakupiono łącznie 25 próbek ziemniaków, po ok. 10 kg każda. Próbkki ziemniaków były w opakowaniach handlowych z etykietą zawierającą informację o pochodzeniu oraz odmianie ziemniaków. Próbkki ziemniaków reprezentowały 12 odmian: 3 bardzo wczesne (Berber, Gloria, Lord), 1 wczesną (Vineta), 7 średniowczesnych (Asterix, Dali, Ditta, Folva, Irga, Ramos, Satina) i 1 średniopóźną (Fianna). Materiał badawczy był zróżnicowany, ale jego dobór zależał od zaopatrzenia i dostępności danej odmiany na rynku.

W próbkach ziemniaków oznaczono w trzech powtórzeniach zawartość: suchej masy – metodą termicznego suszenia (w 105 °C) [7], skrobi – metodą *Eversa* [8], cukrów redukujących – metodą *Luffa-Schoorla* [7], witaminy C – metodą *Tillmansa* wg PN-A-04019 [17] i azotanów(V) – metodą z użyciem kwasu fenoldisulfonowego [24]. Istotność różnic między średnimi obliczono przy pomocy testu *Tukey'a*, przy poziomie istotności  $P=0,05$

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki oznaczania zawartość suchej masy, skrobi, cukrów redukujących oraz witaminy C i azotanów(V) w badanych bulwach ziemniaków jadalnych podano w tabelach 1 i 2.

Uzyskane wyniki wskazują, że między próbkami, reprezentującymi określone odmiany ziemniaków, występowały istotne różnice zawartości badanych składników. Potwierdza to znaczenie cech odmianowych (genetycznych) w kształtowaniu w bulwach zawartości wymienionych składników [4, 19, 25].

Zawartość suchej masy w bulwach ziemniaków jadalnych wynosi zwykle 17-25% [27]. Koncentracja suchej substancji w ocenianych ziemniakach mieściła się w przedziale 14,5-21,23%, przy czym w większości próbek nie przekraczała 20%, a w przypadku 24% próbek była niższa od 17%. Podstawowym składnikiem

suchej masy, ściśle z nią skorelowanym, jest skrobia. Przeprowadzona ocena wykazała, że jej zawartość wahała się od 9,25 do 15,05%. Kierując się kryteriami podawanymi w literaturze [23] stwierdzono, że w większości próbek, zawartość skrobi była bardzo niska (tj. poniżej 13,0%) lub niska (13,0-14,4%), a jedynie w trzech przypadkach – średnia (14,5-15,9%). Skrobia ma wpływ na wartość odżywczą ziemniaków, ale przy wyższej jej zawartości obserwuje się wzrost tendencji bulw do rozgotowania. Zaleca się [27], aby w ziemniakach przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji jej koncentracja w świeżej masie nie przekraczała 15-16%. Wszystkie badane próby ziemniaków odpowiadały temu kryterium.

Występowały różnice zawartości skrobi w bulwach tej samej odmiany (np. Asterix, Lord, Vineta), lecz ocenianej w różnych okresach. Wahania zawartości skrobi w obrębie odmiany są uzasadnione, ponieważ duży wpływ na jej koncentrację w bulwach mają, oprócz cech genetycznych, także czynniki siedliska i agrotechniki [9, 18, 25] oraz warunki przechowywania [10].

Uzyskane wyniki wskazują, że w bulwach kupowanych jesienią oraz dostępnych w handlu po przechowywaniu, ocenianych na wiosnę, średnia zawartość suchej masy oraz skrobi była zbliżona. Podczas przechowywania, w zależności od odmiany (oraz różnej intensywności oddychania i transpiracji), stwierdzano zarówno obniżanie zawartości suchej masy i skrobi,

Tabela 1. Zawartość niektórych składników chemicznych w bulwach ziemniaków jadalnych pochodzących z sieci handlowej, ocenianych w okresie jesiennym

Content of some chemical components in tubers of edible potatoes purchased in retail network in autumn

Odmiana Cultivar	Sucha masa Dry matter [%]	Skrobia Starch [%]	Cukry redukujące Reducing sugars [%]	Witamina C Vitamin C [mg·100g <sup>-1</sup> ]	Azotany (V) Nitrates mgNO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ·kg <sup>-1</sup>
Październik/ October 2008					
Asterix	20,40	13,07	0,55	12,82	120,5
Berber	14,50	9,80	0,54	14,60	186,3
Dali	18,42	13,10	0,30	19,51	208,4
Gloria	19,77	14,15	0,25	14,96	147,6
Irga	19,42	13,32	0,15	16,21	99,7
Vineta	19,55	13,65	0,18	15,56	179,8
Średnia / mean	18,68	12,85	0,33	15,61	156,7
NIR <sub>0,05</sub> *LSD <sub>0,05</sub>	2,19	1,53	0,16	1,92	68,3
Październik/ October 2009					
Ditta	16,34	12,23	0,52	17,72	142,2
Fianna	18,58	12,05	0,08	14,50	49,1
Folva	20,89	14,27	0,25	16,27	121,6
Gloria	19,77	13,90	0,25	14,96	31,4
Irga	20,08	14,20	0,16	11,20	48,0
Lord	16,45	10,85	0,62	11,72	96,1
Satina	16,57	10,77	0,94	17,24	81,8
Średnia / mean	18,38	12,61	0,40	14,80	81,5
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	1,82	0,96	0,21	1,88	36,7

NIR – najmniejsza istotna różnica; LSD – least significant difference at significance

Tabela 2. Zawartość niektórych składników chemicznych w bulwach ziemniaków jadalnych pochodzących z sieci handlowej, ocenianych w okresie wiosennym

Content of some chemical components in tubers of edible potatoes purchased in retail network in spring

Odmiana Cultivar	Sucha masa Dry matter [%]	Skrobia Starch [%]	Cukry redukujące Reducing sugars [%]	Witamina C Vitamin C [mg·100g <sup>-1</sup> ]	Azotany (V) Nitrates mgNO <sub>3</sub> ·kg <sup>-1</sup>
Marzec / March 2009					
Asterix	19,82	14,83	0,92	9,84	69,5
Berber	15,32	10,45	1,89	7,74	150,8
Lord	16,95	11,30	1,96	7,08	233,3
Folva	19,42	14,42	2,29	8,22	208,8
Irga	19,44	13,95	1,34	9,48	175,5
Vineta	21,10	13,80	1,72	8,46	110,2
Średnia / mean	18,67	13,13	1,69	8,47	150,0
NIR <sub>0,05</sub> * LSD <sub>0,05</sub>	1,88	1,25	0,41	0,92	67,1
Marzec / March 2010					
Asterix	21,23	15,05	0,54	6,04	107,8
Ditta	18,90	14,70	0,85	8,05	82,3
Lord	19,51	13,25	1,69	9,94	59,8
Ramos	17,52	13,95	1,23	8,10	75,7
Satina	14,60	9,25	2,15	6,31	87,2
Vineta	20,16	12,90	1,07	8,20	124,7
Średnia / mean	18,65	13,18	1,25	7,77	89,6
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	2,04	1,62	0,45	1,23	25,7

\* NIR – najmniejsza istotna różnica; LSD – least significant difference

jak też wzrost koncentracji tych składników w świeżej masie bulw [10].

W badanych ziemniakach z sieci handlowej Szczecina zawartość witaminy C (6,04-19,51 mg·100g<sup>-1</sup>), była zbliżona do koncentracji tego składnika (10-30 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m.), zwykle występującej w bulwach [19], a zdecydowanie wyższa niż w ziemniakach pochodzących z targowiska w Olsztynie (3,02 mg·100g<sup>-1</sup>) badanych przez *Borowskiego* i wsp. [3]. Podczas przechowywania ziemniaków zawartość witaminy C może ulegać zmniejszeniu nawet o ponad 50% [18]. Potwierdzają to wyniki własnych badań wskazujące, że koncentracja witaminy C w bulwach sprzedawanych wiosną, po przechowywaniu (6,04-9,84 mg·100g<sup>-1</sup>), była około dwukrotnie niższa niż w nabywanych jesienią (11,20-19,5 mg·100g<sup>-1</sup>). Dane te dowodzą, że ziemniaki dostępne w handlu po przechowywaniu stanowią ubogie źródło witaminy C zwłaszcza, że znaczne ubytki tego składnika zachodzą także podczas przygotowania potraw. *Rytel* i *Lisińska* [19] wykazały, że przy sporządzaniu ziemniaków gotowanych i frytek straty witaminy C sięgały odpowiednio 46% i 85%.

Zgodnie z zaleceniami [27] graniczna zawartość cukrów redukujących w świeżej masie ziemniaków przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji i przetwórstwa wynosi 0,5%, natomiast optymalna na frytki oraz chipsy – nie więcej niż 0,25% i 0,15%. We wszystkich próbkach ziemniaków badanych w terminach wiosennych (tab. 2) oraz w 5 spośród 13 badanych jesienią (tab. 1), zawartość cukrów redukujących była wyższa

od maksymalnego dopuszczalnego poziomu. Nagromadzeniem tych związków odznaczały się zwłaszcza ziemniaki kupowane wiosną (po przechowywaniu), w których średnia koncentracja cukrów redukujących (1,23% i 1,69%) była 3-4 wyższa niż w badanych jesienią (0,33 i 0,40%). Wyniki badań innych autorów [15, 26] wskazują, że podczas przechowywania dochodzi niekiedy do znacznego wzrostu zawartości cukrów redukujących w bulwach. Powodem tego jest biochemiczny rozkład skrobi, który nasila się w niższych temperaturach przechowywania ziemniaków (szczególnie przy temperaturze poniżej 4 °C). Dlatego przed wydaniem ziemniaków z przechowalni, aby zmniejszyć w nich zawartość cukrów redukujących, zaleca się przeprowadzenie procesu rekondycjonowania bulw [26]. Przyczyną stwierdzonej w niniejszych badaniach, wysokiej zawartości cukrów redukujących w ziemniakach dostępnych w sieci handlowej na wiosnę, mogły być warunki temperaturowe w czasie przechowywania, brak efektywnego procesu rekondycjonowania oraz przechłodzenie bulw w transporcie lub podczas składowania w obiektach handlowych.

Uzyskane wyniki dowodzą, że zwłaszcza ziemniaki kupowane wiosną, o wysokiej zawartości cukrów redukujących, powinny być w ograniczonym zakresie wykorzystywane przez nabywców do sporządzania frytek. Nabierają one bowiem nie tylko niekorzystnej barwy, smaku i zapachu, ale zawierają też więcej toksycznego akrylamidu [1, 12]. Wykazano [13, 16], że wyższą koncentracją tego związku (nawet >5000µg/

kg) charakteryzują się frytki przygotowywane w warunkach domowych, niż sporządzane profesjonalnie. Aby obniżyć w surowych ziemniakach zawartość cukrów redukujących, a w efekcie ograniczyć ilość powstającego we frytkach akrylamidu, krajankę przed smażeniem należy poddawać moczeniu i blanszowaniu [16].

Zawartość azotanów(V) mieściła się w przedziale 31,4-233,3 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>·kg<sup>-1</sup>, jednak tylko w trzech spośród badanych 25 próbek, ich zawartość przekraczała 200 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>·kg<sup>-1</sup>, a w jedenastu była niższa niż 100 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>·kg<sup>-1</sup>. W porównaniu do wyników uzyskanych przez Murawę i wsp. [14], zanieczyszczenie ziemniaków z sieci handlowej w Szczecinie azotanami(V) można uznać za niskie. Autorzy badając ziemniaki z rynku olsztyńskiego stwierdzili, że w zależności od roku, wysoką zawartość tych związków (>200 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>·kg<sup>-1</sup>) stwierdzano w 30 - 72% próbek. Jak wykazano, zawartość azotanów(V) w bulwach jest zmienna i zależy od wielu czynników [4] m.in. od odmiany (wcześnie kumulują ich więcej niż późniejsze) [11], nawożenia – zwłaszcza azotowego [6], warunków wegetacji (temperatury, opadów) [5] oraz systemu uprawy – niższą zawartością azotanów odznaczają się zwykle bulwy pochodzące z upraw ekologicznych [25]. Dla konsumenta istotne znaczenie ma fakt, że w wyniku obierania i gotowania ziemniaków, zawartość azotanów ulega obniżeniu o ok. 20-30% [6].

## WNIOSKI

- Większość ocenianych próbek ziemniaków, zakupionych w Szczecinie jesienią i wiosną, odznaczała się niską zawartością suchej masy (< 20%), bardzo niską (< 13%) lub niską (13,0-14,4%) zawartością skrobi oraz niską koncentracją (< 200 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg ś.m.) azotanów(V).
- Ziemniaki oferowane w sprzedaży wiosną były ubogim źródłem witaminy C, zawierały jej dwukrotnie mniej (6,04-9,84 mg·100g<sup>-1</sup>), niż kupowane jesienią (11,20-19,51 mg·100g<sup>-1</sup>).
- W ziemniakach dostępnych w handlu na wiosnę występował wysoki poziom cukrów redukujących (średnio 1,69 i 1,25%), dlatego powinny być one w ograniczonym stopniu poddawane smażeniu, ze względu na możliwość tworzenia się toksycznego akrylamidu.

## PIŚMIENNICTWO

- Amrein T.M., Schönbacher B., Rohner F.: Potential for acrylamide formation in potatoes: data from the 2003 harvest. *Eur. Food Res. Technol.* 2004, 219, 572-578.
- Biedermann-Brem S., Noti A., Grab K.: How much reducing sugar may potatoes contain to avoid excessive acrylamide formation during roasting and baking? *Eur. Food Res. Technol.* 2003, 217, 369-373.
- Borowski J., Szajdek A., Borowska E.J.: Charakterystyka chemiczna i aktywność biologiczna warzyw z terenu Olsztyna. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2008, 3, 333-337.
- Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka w zależności od odmiany, miejsca uprawy i terminu zbioru. *Żywność* 2000, 4(25) Supl., 46-51.
- Grudzińska M., Zgórska K.: Wpływ warunków meteorologicznych na zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka. *Żywność* 2008, 5(60), 98-106.
- Jarych-Szyska M.: Wpływ nawożenia azotowego na zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka. *Żywność* 2006, 2(47), Supl., 74-84.
- Krełowska-Kulas M.: Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa 1993.
- Leszczyński W.: Krytyczna ocena metod oznaczania zawartości skrobi w bulwach ziemniaka. *Przem. Ferment. Rol.* 1975, 19(11), 22-24.
- Leszczyński W.: Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 2002, 489, 47-64.
- Mareček J., Fikselova M., Frančakova H.: Nutritional and technological value of selected edible potatoes during storage. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 2008, 530, 293-299.
- Mazurczyk W., Lis B.: Zawartość azotanów i glikoalkaloidów w dojrzałych bulwach ziemniaka jadalnego. *Roczn. PZH* 2000, 51(1), 37-41.
- Mojška H., Gielecińska I., Marecka D., Kłys W.: Badania nad wpływem składników surowcowych i czynników technologicznych na poziom akrylamidu we frytkach ziemniaczanych. *Roczn. PZH* 2008, 52(2), 163-172.
- Mojška H., Gielecińska I., Szponar L.: Acrylamide content in heat-treated carbohydrate-rich food in Poland. *Roczn. PZH* 2007, 58(1), 345-349.
- Murawa D., Banaszkiewicz T., Majewska E., Błaszczuk B., Sulima J.: Zawartość azotanów (III) i (V) w wybranych gatunkach warzyw i ziemniakach dostępnych w handlu w Olsztynie w latach 2003 i 2004. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2008, 1, 67-71.
- Nourian F., Ramaswamy H.S., Kushalappa A.C.: Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures. *Lebensm. – WiSS. U. – Technol.* 2003, 36, 49-65.
- Pedreschi F., Kaack K., Granby K., Troncoso E.: Acrylamide reduction under different pre-treatments in French fries. *J. Food Engineering* 2007, 79, 1287-1294.
- PN-A-04019:1998 Produkty spożywcze. Oznaczanie witaminy C.
- Rytel E., Lisińska G., Kozicka-Pytlarz M.: Wpływ sposobu uprawy na jakość konsumpcyjną ziemniaka. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 2008, 530, 259-269.
- Rytel E., Lisińska G.: Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka podczas gotowania i przetwarzania na produkty smażone i suszone. *Żywność* 2007, 6(55), 186-197.
- Stypa I.: Odmiany ziemniaka najlepszej wartości kulinarnej. *Agrochemia* 2005, 11, 18.

21. *Traczyk J.*: Azotany i azotyny – występowanie i wpływ na zdrowie człowieka. *Żywność. Żywnienie. Prawo a Zdrowie* 2000, 1, 81-89.
22. *Wawrzyniak A., Gronowska-Senger A., Górecka K.*: Ocena pobrania azotanów i azotynów z żywnością w gospodarstwach domowych w Polsce w latach 1991-1995. *Roczn. PZH* 1999, 50(3), 269-287.
23. *Wyszkowski K.*: Ocena jakości i przechwalnictwo bulw ziemniaka. W: *Ocena jakości i przechwalnictwo produktów rolnych – pod red. Z. Ciećko*. Wyd. Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2003, 75-97.
24. *Zalewski W.*: Zagadnienie występowania różnych form azotu w warzywach w związku z nawożeniem azotowym. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1971, IV, 147-154.
25. *Zarzyńska K., Wroniak J.*: Różnice w składzie chemicznym bulw ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym i integrowanym w zróżnicowanych warunkach klimatyczno-glebowych. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 2008, 530, 249-257.
26. *Zgórska K., Czerko Z.*: Rekondycjonowanie bulw przechowywanych w niskiej temperaturze – metoda ograniczająca zawartość cukrów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 2006, 511, 547-556.
27. *Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.*: Normy i wymagania jakościowe ziemniaków jadalnych oraz do przetwórstwa spożywczego. W: *Produkcja i rynek ziemniaków jadalnych – pod red. J. Chotkowskiego*. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2002, 183-192.
28. *Żyłewicz D., Nebesny E., Oracz J.*: Akrylamid – powstawanie, właściwości fizykochemiczne i biologiczne. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2010, 3, 415-427.

Otrzymano: 26.09.2011

Zaakceptowano do druku: 20.03.2012