

Ocena zawartości azotanów (V) i mikroelementów w bulwach ziemniaka jadalnego

Assessment of nitrate (V) and microelement content in edible potato tubers

KRYSTYNA ZARZECKA^{1/}, MAREK GUGAŁA^{1/}, IWONA MYSTKOWSKA^{2/}, ALICJA BARANOWSKA^{2/}

^{1/} Katedra Agrotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

^{2/} Katedra Nauk o Środowisku, Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

Wprowadzenie. Ziemniaki są podstawowym składnikiem diety człowieka i doskonałym źródłem składników mineralnych. Jednak obok składników odżywczych mogą zawierać składniki niepożądane.

Cel. Ocena zawartości azotanów i składników mineralnych (manganu, żelaza, miedzi i cynku) w bulwach ziemniaka jadalnego z sieci handlowej środkowo-wschodniej Polski.

Materiały i metody. Materiał badawczy stanowiły próby bulw ziemniaka zakupione w sieci handlowej na terenie środkowo-wschodniej Polski. Zakupu dokonano w trzech rodzajach sklepów (supermarket, sklep spożywczy i sklep owocowo-warzywny). Każdy rodzaj sklepu był reprezentowany przez dziesięć punktów sprzedaży. W każdym punkcie sprzedaży zakupiono po trzy opakowania bulw ziemniaka, każde o masie 2,0-2,5 kg. Zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka oznaczono za pomocą jonoselektywnej elektrody azotanowej oraz chlorosrebrzej elektrody odniesienia. Zawartość mikroelementów oznaczono metodą spektrometrii absorpcji atomowej (ASA).

Wyniki. Stwierdzono, że zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka zakupionych w supermarketach, sklepach spożywczych i sklepach owocowo-warzywnych wahała się w przedziale odpowiednio: 165,5-170,1; 162,2-164,2 i 152,1-154,8 mg/kg świeżej masy bulw. W prowadzonych badaniach największa średnia zawartość manganu była w bulwach zakupionych w sklepach owocowo-warzywnych, żelaza w supermarketach, a cynku w sklepach spożywczych.

Wnioski. Średnie zawartości azotanów (V) w ziemniakach zakupionych we wszystkich rodzajach sieci handlowej, nie stanowiły zagrożenia dla zdrowia człowieka. Zawartość analizowanych składników mineralnych, tj. manganu, żelaza, miedzi i cynku, była zróżnicowana, ale zbliżona do wartości podawanych przez innych autorów.

Słowa kluczowe: ziemniak, azotany (V), składniki mineralne

Introduction. Potatoes are a basic component of human diets worldwide and an excellent source of minerals. However, potatoes may contain undesirable compounds.

Aim. The assessment of the content of nitrates and microelements (manganese, iron, copper, zinc) in edible potato tubers in retail outlets in east-central Poland.

Material & Method. Samples of potato tubers were purchased in three kinds of outlets in east-central Poland: supermarkets, grocery shops and fruit and vegetable shops. Each kind of outlet was represented by 10 shops. Three packets of potato tubers, each weighing 2.0-2.5 kg, were purchased in every shop. The nitrate content was determined with the ionoselective nitrate electrode and chlorinesilver reference electrode. The microelement content was determined by the atomic absorption spectrometry method (AAS).

Results. The nitrate content (V) in potato tubers collected from supermarkets, groceries and fruit and vegetable shops ranged between 165.5-170.1; 162.2-164.2 and 152.1-154.8 mg/kg of fresh matter respectively. In the present study the highest average manganese content was determined in tubers purchased in fruit and vegetable shops, the highest average iron content in supermarkets and zinc in grocery shops.

Conclusion. The mean nitrate (V) content in potatoes purchased in all three types of outlets was not harmful to people's health. The contents of analyzed minerals such as manganese, iron, copper and zinc were varied and similar to the values reported by other authors.

Key words: potato, nitrates (V), minerals

© Probl Hig Epidemiol 2016, 97(3): 279-283

www.phie.pl

Nadesłano: 19.01.2016

Zakwalifikowano do druku: 20.08.2016

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Iwona Mystkowska

Katedra Nauk o Środowisku

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

tel. 503 05 22 14, e-mail: imystkowska@op.pl

Wprowadzenie

Ziemniak (*Solanum tuberosum* L.) należy do rodziny psiankowatych (*Solanaceae*). Pochodzi z Ameryki Południowej, a do Europy został sprowadzony pod koniec XVI w. Dopiero w XIX w. stanowił podstawowy surowiec żywnościowy, gorzelniczy i paszę [1, 2].

Obecnie, zarówno w Europie, jak i w Polsce jest wykorzystywany głównie jako ziemniak jadalny. Spożycie ziemniaka w naszym kraju jest dość duże, w ostatnich dziesięciu latach wynosiło 101-126 kg, a w sezonie 2014/2015 – 101 kg rocznie w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Ponadto wykorzystanie bulw na cele

jadalne w Polsce jest o ok. 50% większe od średniego w krajach unijnych, a pod względem spożycia ziemniaków na jednego mieszkańca wyprzedza nas tylko Łotwa (124 kg) [3].

O wartości żywieniowej ziemniaka, oprócz białka, węglowodanów i witamin, decyduje również zawartość składników mineralnych – makroelementów i mikroelementów oraz substancji szkodliwych (po przekroczeniu dopuszczalnych zawartości), głównie azotanów (V), glikoalkaloidów czy pozostałości środków ochrony roślin [4-8].

Azotany (V) należą do związków o niewielkiej szkodliwości dla człowieka, ale pod wpływem flory bakteryjnej żołądka mogą ulegać przemianom do toksycznych azotanów (III) (azotynów), następnie przechodzą w nitrozoaminy – związki kancerogenne. Ponadto mogą wywoływać destrukcję witamin i karotenoidów [9-11]. Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) Nr 1881/2006 [12] zawartość azotanów w bulwach ziemniaka nie powinna przekraczać 200 mg NO₃/kg świeżej masy.

Mikroelementy są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka, ale jeśli występują w surowcach i produktach roślinnych w odpowiednich ilościach. Zalecane dzienne dawki spożycia przez człowieka ustalone przez WHO nie przekraczają 100 mg/dobę, wynosząc dla: manganu 2,5-6 mg, żelaza 10-15 mg, miedzi 1,5-4 mg, cynku 15 mg/dobę [13].

Większość prac badawczych z zakresu składu chemicznego bulw ziemniaka obejmuje wpływ różnych czynników agrotechnicznych i środowiskowych, natomiast nieliczne są opracowania dotyczące jakości ziemniaków, które są oferowane w sieci handlowej. Badania Mozolewskiego i wsp. [14] wykazały, że wszyscy konsumenci spożywają ziemniaki, a ponad połowa spożywa je kilka razy w tygodniu.

Cel

Ocena zawartości azotanów i składników mineralnych (manganu, żelaza, miedzi i cynku) w bulwach ziemniaka jadalnego pochodzącego z sieci handlowej środkowo-wschodniej Polski.

Materiały i metody

Materiał badawczy stanowiły bulwy ziemniaka jadalnego zakupione w sieci handlowej na terenie środkowo-wschodniej Polski – w miastach Siedlce i Międzyrzec Podlaski. Zakupu ziemniaków dokonano w trzech rodzajach sklepów, które były reprezentowane przez dziesięć punktów sprzedaży, tj. supermarket (Biedronka – 3, Stokrotka – 2, Carefour – 1, Tesco – 1, Topaz – 2, Lidl – 1), sklep spożywczy (Delikatesy – 4, PSS Społem – 3, Carlos – 2, Mini Market – 1) i sklep owocowo-warzywny (10 sklepów). W supermarketach zakupiono odmiany ziemniaka: Melody (1),

Augusta (1), Milva (1), Satina (2), Asterix (1), San-te (2), a dwie odmiany nie miały nazwy, w sklepach spożywczych następujące odmiany: Irga (8), Lord (1), Tajfun (1), a w sklepach owocowo-warzywnych: Irga (6), Lord (2), Vineta (2). W każdym punkcie sprzedaży zakupiono po trzy opakowania bulw (trzy powtórzenia w badaniach laboratoryjnych), każde o masie wynoszącej 2,0-2,5 kg. Łącznie przeanalizowano 90 prób ziemniaków. Wszystkie bulwy spełniały wymagania pod względem parametru wielkości, który określono zgodnie z Rozporządzeniem MRiRW [15] i przedstawiono we wcześniejszej pracy [16]. Analizy chemiczne obejmujące oznaczenie azotanów wykonano w świeżej masie, natomiast mikroelementy w suchym materiale w trzech powtórzeniach. Zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka oznaczono za pomocą jonoselektywnej elektrody azotanowej oraz chlorosrebrowej elektrody odniesienia [17]. Zawartość mikroelementów (mangan, żelazo, miedź, cynk) oznaczono metodą spektrometrii absorpcji atomowej (ASA) [18]. Próby bulw wysuszono do stałej masy w 70°C, a następnie w temperaturze 105°C. Suszone ziemniaki (próbki 1,0 g) były rozpuszczane w mieszaninie HNO₃ (7 ml) + H₂O₂ (1 ml). Otrzymany materiał zmineralizowano w laboratoryjnym piecu mikrofalowym Ethos przez jeden cykl. Wyniki badań opracowano statystycznie, stosując jednoczynnikową analizę wariancji przy poziomie istotności p=0,05.

Wyniki

Ziemniak jadalny znajdujący się w obrocie powinien spełniać obowiązujące w naszym kraju wymagania prawne. Szczegółowe wymagania dotyczące jakości handlowej ziemniaka wczesnego oraz jadalnego określa Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 października 2003 r. [15]. Natomiast maksymalne poziomy zanieczyszczeń w żywności zawierają Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności [19] i Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych [12]. Zawartość azotanów w badanych ziemniakach jadalnych kształtowała się w granicach od 152,1 do 170,1 mg NO₃/kg świeżej masy (tab. I). Najmniejszą średnią ich obecność wynoszącą 153,4 mg/kg stwierdzono w bulwach nabytych w sklepach owocowo-warzywnych, a największą (166,0 mg/kg świeżej masy) zakupionych w supermarketach, w których dominowały odmiany zagraniczne i były to różnice udowodnione statystycznie.

Tabela I. Zawartości azotanów (V) i mikroelementów w bulwach ziemniaka jadalnego
Table I. Assessment of nitrate (V) and microelement content

		Supermarket	Sklep spożywczy /Grocery shop	Sklep owocowo-warzywny /Fruit and vegetable shop
azotany /nitrogen	M	166,6 ^a	163,3 ^a	153,4 ^b
[mg/kg św.m/fr.m]	Min-Max	165,5-170,1	162,2-164,2	152,1-154,8
mangan /manganese	M	22,03 ^a	21,80 ^b	22,10 ^a
[mg/kg s.m/d.m]	Min-Max	21,6-22,6	21,4-22,1	21,5-22,5
żelazo /iron	M	68,1 ^a	67,2 ^a	64,4 ^b
[mg/kg s.m/d.m]	Min-Max	64,5-73,0	65,2-69,5	62,1-64,7
miedź /copper	M	6,58 ^a	6,60 ^a	6,58 ^a
[mg/kg s.m/d.m]	Min-Max	6,50-6,65	6,57-6,63	6,51-6,62
cynk /zinc	M	19,5 ^a	19,6 ^a	19,3 ^b
[mg/kg s.m/d.m]	Min-Max	19,3-19,7	19,2-19,9	19,0-19,8

^a, ^b – wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie $p=0,05$ /mean values denoted by the same letter do not differ significantly at $p=0,05$

W tabeli I przedstawiono zawartość manganu, żelaza, miedzi i cynku w bulwach ziemniaka jadalnego. Mikroelementy te są uznawane jako pierwiastki śladowe niezbędne do prawidłowego wzrostu i rozwoju organizmu. Zawartość manganu w analizowanych bulwach ziemniaka mieściła się w przedziale od 21,4 do 22,6 mg/kg suchej masy. Najmniejszą jego ilość oznaczono w bulwach pochodzących ze sklepów spożywczych, natomiast istotnie większą, a zarazem podobną w pozostałych punktach sprzedaży – supermarketach i sklepach owocowo-warzywnych.

Uzyskane wyniki dotyczące żelaza i cynku wykazały, że najmniejsze ilości tych pierwiastków gromadziły bulwy zakupione w sklepach owocowo-warzywnych, odpowiednio – średnio 64,4 i 19,30 mg/kg, a istotnie większe w pozostałych miejscach sprzedaży, tj. supermarketach i sklepach spożywczych. Zawartość miedzi w ziemniakach nabytych we wszystkich miejscach sieci handlowej środkowo-wschodniej Polski była podobna i kształtowała się od 6,50 do 6,55 mg/kg suchej masy bulw.

Dyskusja

Odmiany ziemniaka jadalnego wykorzystywane w bezpośredniej konsumpcji i w przemyśle spożywczym powinny charakteryzować się odpowiednimi cechami zewnętrznymi, optymalnym składem chemicznym i zawierać jak najmniejsze ilości związków niepożądanych, takich jak azotany czy glikoalkaloidy. Przeprowadzone badania wykazały, że ziemniaki zakupione we wszystkich rodzajach sklepów w sieci handlowej środkowo-wschodniej Polski, tj. w supermarketach, sklepach spożywczych i sklepach owocowo-warzywnych spełniały wymagania pod względem zawartości azotanów, ich zawartość nie przekraczała 200 mg NO_3/kg świeżej masy [12]. Zbliżone zawartości azotanów w ziemniakach dostępnych w handlu w Olsztynie określili Murawa i wsp. [20]. Zgórska i Grudzińska [21] stwierdziły, że największe stężenie azotanów (V) znajduje się w skórce i bezpośrednio pod nią. Podczas obierania ich ilość obniża się

średnio o 24%, a w czasie gotowania ulega dalszemu zmniejszeniu, średnio o 43% pierwotnej zawartości. Maksymalne dopuszczalne dzienne pobranie (ADI) azotanów (V) przez człowieka nie powinno przekraczać 3,7 mg NO_3/kg masy ciała [22].

Do właściwego funkcjonowania organizmu człowiek musi dostarczyć z pożywieniem wszystkie niezbędne składniki odżywcze, w tym również mineralne. Według Rozporządzeń [12, 19] dopuszczalny poziom zawartości w warzywach i bulwach ziemniaka dotyczy ołowiu, kadmu i rtęci, natomiast nie określają one dopuszczalnego poziomu pozostałych pierwiastków. Badania prowadzone w ostatnich latach wskazują na niskie zawartości manganu, żelaza, ołowiu i cynku w produktach spożywczych pochodzenia roślinnego, określane jako fizjologiczna zawartość [5, 6, 23]. Zalecane dzienne zapotrzebowanie przez organizm człowieka o masie 70 kg opracowane przez WHO dla analizowanych pierwiastków kształtuje się następująco: mangan (Mn) – 2,5-6 mg, żelazo (Fe) – 10-18 mg, miedź (Cu) – 1,5-4 mg, cynk (Zn) – 15 mg [13]. Natomiast według Norm żywienia dla populacji polskiej [24] poziom zalecanego dziennego spożycia (RDA) składników mineralnych, takich jak: żelazo, miedź, cynk, dla kobiet i mężczyzn wynosi odpowiednio: Fe 10-18 i 10, Cu 0,9 i 0,9, Zn 8 i 11 mg. Jednocześnie autorzy powyższego opracowania wskazują, że spośród składników mineralnych znajdujących się w organizmie człowieka tylko niektóre, zgodnie z aktualnym stanem wiedzy, uznane są za niezbędne do jego prawidłowego rozwoju i funkcjonowania i wymieniają: wapń, fosfor, magnez, żelazo, cynk, miedź, jod, selen, fluor.

Mangan jest aktywatorem enzymów biorących udział w procesie wytwarzania energii, regulujących metabolizm cukrów, uczestniczy w przemianach cholesterolu i syntezie kwasów tłuszczowych, przy jego niedoborze zwiększa się ilość wolnych rodników nadtlenkowych [25]. Średnia koncentracja manganu w zakupionych próbach wynosiła odpowiednio: 22,03; 21,80 i 22,10 mg/kg suchej masy bulw. Podobną ilość

tego pierwiastka stwierdziły Rudzińska-Mękal i Mikos-Bielak [26], natomiast Sawicka [27] odnotowała około 2-krotnie mniejszą ilość manganu.

Żelazo jest niezbędne przede wszystkim do syntezy hemoglobiny, mioglobiny i cytochromów oraz uczestniczy w procesie utleniania i dostarczania tlenu do tkanek. Wchodzi w skład enzymów: oksydazy, peroksydazy i katalazy [28]. Cynk jest składnikiem i aktywatorem wielu enzymów. Bierze udział w metabolizmie białek, węglowodanów i tłuszczów. Jest niezbędny w sprawności układu odpornościowego, pracy mózgu i w procesach widzenia oraz do odczuwania smaku i zapachu [25, 28].

Miedź jest ważnym składnikiem białek, bierze udział w syntezie hemoglobiny i erytrocytów, tworzeniu kości i kolagenu oraz czynnie uczestniczy w procesach odpornościowych organizmu [25].

Zawartość żelaza, cynku i miedzi oznaczona w bulwach zakupionych w różnych sklepach sieci handlowej środkowo-wschodniej Polski była zbliżona do wartości tych pierwiastków podawanych przez innych autorów [26, 27, 29, 30]. Wierzbička [5] i Leszczyński [31] stwierdzili, że bulwy *Solanum tuberosum* są doskonałym źródłem składników mi-

neralnych, a spożycie 100 g ziemniaków zaopatruje organizm człowieka w mangan w 6-8%, w żelazo w ok. 12%, w miedź w 11%, a w cynk w 2-3%. Natomiast w prowadzonych badaniach, po przeliczeniu oznaczonych składników na 100 g świeżej masy bulw, która wynosiła dla manganu 0,528, dla żelaza 1,63, miedzi 0,158 i dla cynku 0,468 mg i przyjęciu ich średniej wartości przykładowo dla supermarketów, zaspokojenie dziennego zapotrzebowania dla kobiet i mężczyzn wynosiło dla: manganu 21%, żelaza 16 i 9%, miedzi 17% oraz cynku 24 i 18%. Zatem bulwy ziemniaka są dobrym źródłem składników mineralnych.

Wnioski

1. Bulwy ziemniaka zakupione we wszystkich rodzajach sieci handlowej środkowo-wschodniej Polski spełniały wymagania pod względem zawartości azotanów (V).
2. Największe ilości azotanów (V) zawierały odmiany zagraniczne nabyte w supermarketach.
3. Ziemniaki oferowane w sprzedaży różniły się pod względem zawartości badanych mikroelementów. Pokrywały one dzienne zapotrzebowanie człowieka na oznaczone składniki w 9-24%.

Piśmiennictwo / References

1. Ceglarek F, Zarzecka K. Ziemniak. [w:] Szczegółowa uprawa roślin. Jasińska Z, Kotecki A (red). AR, Wrocław 2003: 315-373.
2. Zgórska K. Ziemniak jako składnik racjonalnej diety. Ziemi Pol 2013, 1: 29-35.
3. Dzwonkowski W, Szczepaniak I, Zdziarska T, Mieczkowski M. Popyt na ziemniaki. Analizy rynkowe. Rynek Ziemniaka 2015, 42: 19-26.
4. Leszczyński W. Żywnościowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przegląd literatury). Biul IHAR 2012, 266: 5-20.
5. Wierzbička A. Zawartość wybranych składników mineralnych w ziemniakach ekologicznych a wartość żywnościowa. Ziemi Pol 2013, 2: 24-28.
6. Wójcik-Stopczyńska B, Grzeszczuk M, Jakubowska B. Zawartość niektórych składników odżywczych i potencjalnie szkodliwych w ziemniakach jadalnych pochodzących z sieci handlowej. Rocz PZH 2012, 63(2): 207-212.
7. Zarzecka K, Gugała M, Mystkowska I. Herbicide residues and nitrate concentration in tubers of table potatoes. J Toxicol Environ Health A 2010, 73: 1244-1249.
8. Zarzecka K, Gugała M, Zarzecka M. Ziemniak jako dobre źródło składników odżywczych. Post Fitoter 2013, 3: 191-194.
9. Grudzińska M, Zgórska K. Wpływ warunków meteorologicznych na zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka. Żywn Nauk Technol Jakość 2008, 5(60): 98-106.
10. Marks N. Zawartość azotanów, azotynów i metali ciężkich w bulwach ziemniaka w zależności od długości okresu przechowywania. Inż Rol 2009, 1(100): 183-187.
11. Janowiak J, Spychaj-Fabisiak E, Wszelaczyńska E, et al. Effect of many-year natural and mineral fertilization on yielding and the content of nitrates (V) in potato tubers. JCEA 2009, 10(1): 109-114.
12. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
13. Kabata-Pendias A, Pendias H. Biosfera. Pierwiastki grupy I. [w:] Biogeochemia pierwiastków śladowych. Kabata-Pendias A, Pendias H (red). PWN, Warszawa 1999: 51-329.
14. Mozolewski W, Radzymińska M, Łazicki T. Jakość ziemniaka spożywanego w opinii konsumentów. Biul IHAR 2014, 272: 5-16.
15. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej ziemniaków (Dz.U. z 2003, nr 194, poz. 1900).
16. Zarzecka K, Gugała M, Mystkowska I, et al. Chemical composition of edible potato tubers in retail outlets in east-central Poland. J Ecol Engin 2015, 16(1): 57-61.
17. Kolbe H, Müller K. Vergleichende Untersuchungen über semiquantitative und quantitative Methoden zur Bestimmung von Nitrat in Kartoffelknollen. Potato Res 1987, 29: 333-344.
18. Ostrowska A, Gawliński S, Szczubińska Z. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. IOŚ, Warszawa 1991.
19. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności (Dz.U. z 2003, nr 37, poz. 326).

20. Murawa D, Banaszkiewicz T, Majewska E i wsp. Zawartość azotanów (III) i (V) w wybranych gatunkach warzyw i ziemniakach dostępnych w handlu w Olsztynie w latach 2003-2004. *Bromat Chem Toksykol* 2008, 1: 67-71.
21. Zgórska K, Grudzińska M. Zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka po obróbce wstępnej i termicznej. *Zesz Probl Post Nauk Rol* 2004, 500: 475-481.
22. Augustyniak U, Brzozowska A, Czerwińska D i wsp. Toksykologia żywności. Przewodnik do ćwiczeń. Brzozowska A (red). SGGW, Warszawa 2010: 211-220.
23. Bednarek W, Tkaczyk P, Dresler S. Zawartość metali ciężkich jako kryterium oceny jakości bulw ziemniaka. *Ann UMCS* 2006, 61(1): 121-131.
24. Jarosz M (red). Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. IŻŻ, Warszawa 2012.
25. Jankowiak D. Składniki mineralne wchodzące w skład związków o podstawowym znaczeniu dla procesów metabolicznych ustroju. [w:] Składniki mineralne w żywieniu ludzi i zwierząt. Friedrich M, Jankowiak D, Ożgo M i wsp (red). AR, Szczecin 2002: 28-56.
26. Rudzińska-Mękal B, Mikos-Bielak M. Wpływ regulatorów wzrostu na zawartość mikroelementów w bulwach ziemniaka. *Zesz Probl Post Nauk Rol* 2000, 471: 505-512.
27. Sawicka B. Zmiany zawartości manganu i żelaza w bulwach wczesnych odmian ziemniaka w okresie wegetacji. *Zesz Probl Post Nauk Rol* 1996, 434: 225-229.
28. Bańkowski E. Witaminy i mikroelementy. [w:] *Biochemia. Podręcznik dla studentów uczelni medycznych*. Bańkowski E (red). Urban & Partner, Wrocław 2004: 513-548.
29. Szteke B, Jędrzejczak R, Ręczajska W. Zależność pomiędzy zawartością makro- i mikroelementów w ziemniakach. *Bromat Chem Toksykol* 2006, 3: 243-250.
30. Petryk A, Bedla D. Ocena zawartości Pb, Zn, Cr, Fe w bulwach ziemniaka oraz w glebie na terenie gminy Trzebinia. *Inż Ekol* 2010, 22: 18-24.
31. Leszczyński W. Znaczenie ziemniaka jako produktu żywnościowego oraz w przetwórstwie przemysłowym. *Ziemi Pol* 2012, 1: 38-43.