

SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF POTATO TUBERS GROWN IN THE ECOLOGICAL SYSTEM DEPENDING ON IRRIGATION

Summary

The aim of the study was to assess the dry matter, starch, vitamin C, glycoalkaloids and nitrates content in potato tubers from organic system cultivated in light, sandy soil of IHAR Jadwisin (Mazovia). The objective of this work was to evaluate the tuber chemical composition of 8 cultivars of potatoes under the influence of the irrigation. Irrigation had no effect on dry matter, starch and vitamin C, but significantly affected glycoalkaloids and nitrates. The study showed a significant effect of variety and years of research on the content of dry matter, starch, vitamin C, nitrates and glycoalkaloids. Genotypic differences were the most evident in the case of nitrates and glycoalkaloids content. Under the influence of irrigation decreased the nitrate content and increased content of glycoalkaloids.

WYBRANE CECHY JAKOŚCI BULW ZIEMNIAKÓW UPRAWIANYCH W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM W ZALEŻNOŚCI OD NAWADNIANIA

Streszczenie

Celem badań była ocena zawartości suchej masy, skrobi i witaminy C oraz azotanów i glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków pochodzących z uprawy w systemie ekologicznym na glebie lekkiej IHAR Jadwisin (mazowieckie). Badano czy nawadnianie miało wpływ na zmianę składu chemicznego bulw odmian wczesnych i późniejszych ziemniaka. Skład chemiczny badanych odmian porównano ze składem chemicznym tych odmian w systemie integrowanym uprawianych w różnych latach. Nawadnianie nie miało wpływu na zawartość suchej masy, skrobi i witaminy C, natomiast istotnie wpływało na glikoalkaloidy i azotany. Pod wpływem nawadniania zawartość azotanów zmniejszała się, a zawartość glikoalkaloidów wzrastała. W pracy udowodniono istotny wpływ odmian i lat badań na zawartość suchej masy, skrobi, witaminy C, azotanów i glikoalkaloidów. Różnice odmianowe najmocniej zarysowały się w przypadku zawartości azotanów i glikoalkaloidów.

1. Wstęp

Żywność ekologiczna cieszy się coraz większym zainteresowaniem konsumentów, dlatego potrzebna jest obiektywna ocena, jakości bulw ziemniaków pod względem ich składu chemicznego. Od 2004 roku w Polsce obserwuje się kilkakrotny wzrost liczby gospodarstw ekologicznych. W krajach Unii Europejskiej podejmowane są działania promujące tę metodę produkcji, dlatego poszukuje się odpowiedzi na pytanie czy bulwy ekologiczne mają lepszą wartość odżywczą niż uprawiane w innych systemach uprawy? O wartości odżywczej decydują składniki odżywcze, które po strawieniu i wchłonięciu do krwi wykorzystywane są przez organizm, jako źródło energii, budulec lub czynnik regulujący procesy życiowe [16]. Do tych substancji zaliczamy między innymi suchą masę, skrobię i witaminę C. Sucha masa ma duże znaczenie, gdyż wpływa na smak ziemniaków oraz konsystencję bulw surowych i przetworzonych jak również ze względu na zawartość w niej soli mineralnych, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. O wartości odżywczej ziemniaka decyduje zawartość węglowodanów w postaci łatwo przyswajalnej skrobi. W stanie surowym jest ona trudno strawna, dlatego poddaje się ją obróbce termicznej, która powoduje jej rozkład na łatwiej strawne dekstryny zawierające do 30 cząstek glukozy. Skrobia po ugotowaniu decyduje po części o smaku i konsystencji bulw. O wartości odżywczej bulw ziemniaka decyduje również zawartość witaminy C. Ma ona właściwości antyoksydacyjne korzystnie wpływające na system odpornościowy przeciwdziałając infekcjom i chorobom.

Oprócz substancji odżywczych w ziemniaku znajdują się substancje antyodżywcze. Są to substancje, które ograniczają bądź uniemożliwiają wykorzystanie składników odżywczych, a przez to wywierają szkodliwy wpływ na organizm ludzki. Należą do nich glikoalkaloidy i azotany. Glikoalkaloidy (TGA) są ważnym składnikiem w roślinie ziemniaka, spełniając w niej rolę związaną z odpornością na choroby bakteryjne, grzybowe i owady. W ziemniaku zawarte są 2 alkaloidy: α -solanina i α -czakonina o sumarycznych wzorach odpowiednio $C_{45}H_{73}O_{15}N$ i $C_{45}H_{73}O_{14}N$. Azotany są szkodliwe, jeżeli przekraczają one dopuszczalne ilości $200 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ kg}$ świeżej masy bulw [13]. Na ich kumulację w bulwach wpływa w dominujący sposób nawożenie azotem. W rolnictwie ekologicznym źródłem azotu, fosforu, potasu i pierwiastków śladowych jest obornik i nawozy zielone. Rośliny pobierają z nich azot w ilości 50% w okresie 45 dni po wschodach. Późna mineralizacja obornika i nawozów zielonych do dostępnych form azotu w okresie wzrostu może być problemem wpływającym na plon, dojrzewanie i jakość przechowalniczą bulw [18].

Celem badań była ocena zawartości suchej masy, skrobi i witaminy C i składników antyodżywczych (azotanów i glikoalkaloidów) oraz stałej Maerckera w bulwach ziemniaków z uprawy ekologicznej w zależności od nawadniania i warunków pogodowych.

2. Metodyka badań

Wyniki badań pochodzą z doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2008-2010 w Instytucie Hodowli

i Aklimatyzacji Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym, Oddział w Jadwisinie na glebie lekkiej kompleksu żytniego dobrego. Pierwszy czynnik stanowiły bloki nawadniane i nienawadniane. Drugim czynnikiem były odmiany (n=8): wczesne (Berber – bardzo wczesna, Miłek – bardzo wczesna, Owacja – wczesna, Vineta – wczesna) oraz późniejsze (Agnes – średnio wczesna, Fianna – średnio późna, Tajfun – średnio wczesna, Ursus – późna). Stosowano obornik - 25 t·ha⁻¹ bez nawożenia mineralnego i zmianowanie 5-polowe: ziemniaki, owies, łubin żółty, żyto i facelię oraz rośliny międzyplonowe na przyoranie: peluszkę, gorczycę białą i seradelę. Analizę składu chemicznego bulw wykonano w ciągu 2-3 tygodni po zbiorze. Zawartości badanych składników oznaczono według metodyki: sucha masa – suszenie dwustopniowe w temperaturze 60°C, a następnie do stałej masy w 105°C, skrobia – metodą polarymetryczną, witamina C – metodą Tillmansa przy użyciu indofenolu, azotany – kolorymetrycznie w oparciu o reakcję Griessa oraz metodą Merck'a, glikoalkaloidy – metodą Bergersa. Stałą Maerckera obliczono odejmując zawartość skrobi od suchej masy.

Przebieg warunków klimatycznych w okresie wegetacji scharakteryzowano posługując się sumą opadów i współczynnikiem hydrotermicznym K (tab. 1), obliczonym według wzoru $K = 10 (P/T)$, który uwzględnia sumę opadów badanego okresu w [mm] – P i sumę średnich temperatur dobowych badanego okresu w [°C] – T. Wartości optymalne mieszczą się w zakresie od 1,0 do 2,0. Wartości $K > 2,0$ oznaczają mokry okres wegetacji z nadmiarem wody. Dane meteorologiczne obliczono na podstawie parametrów uzyskanych przez Stację Campbella w Jadwisinie. Sezon 2008 charakteryzowały okresy suszy w pierwszej fazie wegetacji

i wilgoci w drugiej, dlatego nawadnianie plantacji ekologicznej było uzasadnione i bardzo potrzebne. W okresie od 9.06 do 12.08 dostarczono 100 mm wody w 10 dawkach. W okresie wegetacji 2009 roku wystąpiły warunki wilgotne – optymalne dla ziemniaka, co spowodowało, że nie nawadniano plantacji. W 2010 roku nadmiar opadów spowodował, że nawadnianie plantacji nie było potrzebne. Przy przekroczeniu normy opadów dla ziemniaków o 160 mm określonej przez Dzieżyca i wsp. [4] na 344 mm, 9 mm wody dostarczonej jednorazowo w 2010 roku nie miało wpływu zarówno na plon bulw, jak i jego skład chemiczny.

Uzyskane wyniki doświadczenia dwuczynnikowego opracowano statystycznie przy użyciu programu SAS Enterprise Guide. Zastosowano analizę wariancji istotności czynników i ich współdziałań ANOVA z wykorzystaniem testu Tukey'a. Wyniki analizy wariancji zawarto w tab. 2.

3. Wyniki i dyskusja

3.1. Sucha masa, skrobia i stała Maerckera

Zawartość suchej masy u odmian wczesnych wahała się od 19,0 do 21,4%, a u odmian późniejszych od 21,5 do 23,1% (tab. 3). Odmiany wczesne charakteryzowały się bardzo niską zawartością skrobi w zakresie od 11,9 do 14,3%, a późniejsze niską od 14,1 do 15,3%. Sucha masa i skrobia są cechami odmianowymi ulegającymi stosunkowo niewielkim zmianom pod wpływem czynników agrotechnicznych. Tę tezę udowodnili wcześniej inni autorzy [6, 9, 20, 21]. O dużej stabilności tych cech świadczą małe współczynniki zmienności wynoszące odpowiednio dla suchej masy i skrobi 10,4 i 15,5%. Nawadnianie nie miało wpływu na zawartość tych składników w bulwach.

Tab. 1. Dane meteorologiczne dla Jadwisina

Table 1. Meteorological data for Jadwisin

| Lata /Years | Opady /Rainfall | | | | | Suma /Sum | |
|------------------|--|------|------|-------|------|------------------|--|
| | Miesiąc /Month | | | | | | |
| | V | VI | VII | VIII | IX | | |
| 2008 | 62,9 | 43,5 | 68,8 | 80,9 | 48,8 | 304,9 | |
| 2009 | 80,8 | 72,4 | 85,6 | 83,1 | 18,8 | 340,7 | K: |
| 2010 | 166,8 | 64,0 | 96,7 | 105,3 | 71,3 | 504,1 | 0-0,5 susza /drought |
| Średnia /Average | 103,5 | 60,0 | 83,7 | 89,8 | 46,3 | 383,2 | 0,6-1,0 posucha /mild drought |
| | Współczynnik hydrotermiczny K /Hydrotermic coefficient | | | | | Średnia /Average | 1,1-2,0 wilgotno, warunki optymalne /moist, optimal conditions |
| 2008 | 1,64 | 0,84 | 1,22 | 1,48 | 1,40 | 1,32 | |
| 2009 | 2,12 | 1,38 | 1,28 | 1,54 | 0,44 | 1,35 | >2,1 mokro /wet |
| 2010 | 4,34 | 1,29 | 1,55 | 2,22 | 2,14 | 2,31 | |
| Średnia /Average | 2,70 | 1,17 | 1,35 | 1,75 | 1,33 | 1,66 | |

Tab. 2. Wyniki analizy wariancji dla badanych parametrów w Jadwisinie w latach 2008-2010

Table 2. The results for variance analysis of tested parameters in Jadwisin in years 2008-2010

| Parametry /Parameters | Istotność wpływu /Significance of the influence of | | | | | | |
|--|--|----|----|-----|-----|-----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 1x2 | 1x3 | 2x3 | |
| Skrobia % /Starch | | xx | xx | | xx | x | 1 – nawadniane, bez nawadniania /irrigation, no irrigation |
| Sucha masa % /Dry matter | | xx | xx | | | | 2 – odmiana /cultivar |
| Stała Maerckera /Maercker's constant | | xx | xx | | x | x | 3 – lata /years |
| Witamina C mg% /Vitamin C | | xx | xx | | | xx | istotny przy $\alpha = 0,05 - x, 0,01 - xx$ |
| TGA mg·kg ⁻¹ /Total glicoalcaloids | x | xx | xx | | | x | /significant at $\alpha = 0,05 - x, 0,01 - xx$ |
| Azotany /Nitrates mg NO ₃ ·kg ⁻¹ | xx | xx | xx | x | xx | x | |

W latach badań sucha masa i skrobia zmieniały się istotnie. W skrajnie wilgotnym roku 2010 zawartość ich była najniższa. Nadmiar opadów 2010 roku obniżył przeciętną zawartość suchej masy o 2,2 i skrobi o 3 punkty procentowe (tab. 5). Stała Maerckera określa średnią zawartość substancji nieskrobiowych (tj. kwasów organicznych, związków azotowych, tłuszczów, włókna surowego i popiołu) obecnych w suchej masie ziemniaka. Zawartość substancji nieskrobiowych wahała się w badanym materiale od 6,52 do 7,83, a jej średnia wartość wynosiła 7,27 i była wyższa od standardowej wartości – 5,75 o 1,52. Najniższą jej wartość miała bardzo wczesna odmiana Owacja, a najwyższą późna odmiana Ursus (tab. 3). Jest to cecha stabilna o małym współczynniku zmienności (12%).

3.2. Witamina C

Zawartość witaminy C w surowych bulwach ekologicznych była wysoka u dwóch z ośmiu badanych odmian. U sześciu pozostałych odmian jej wartości kształtowały się na średnim i niskim poziomie (tab. 3 i 5). Nawadnianie nie miało wpływu na jej ilość natomiast odmiany i lata różnicowały jej zawartość istotnie. Najwięcej witaminy C zawierały bulwy odmian: Tajfun - 25,4 i Ursus – 23,9 mg%, a najmniej Fianna – 17,9 i Berber – 18,1 mg% świeżej masy. W mokrym 2010 roku witaminy C było najwięcej (tab. 5). Rytel i Lisińska [14] wykazały, że podczas obierania i rozdrabniania ziemniaków traci się około 15% witaminy C, a podczas gotowania dalsze 46%. Straty witaminy C przed spożyciem ziemniaków wykazali również inni autorzy [1, 2]. Dzielne zapotrzebowanie organizmu człowieka na witaminę C wynosi od 50 do 100 mg. Przy średniej zawartości witaminy C – 20 mg% w bulwach surowych, ziemniaki ugotowane zawierają jej 8 mg% (w wyniku 60% strat). Zatem spożycie 50 g ziemniaków pokrywa do 16% dziennego zapotrzebowania człowieka na ten cenny składnik.

3.3. Glikoalkaloidy

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach jest determinowana głównie przez genotyp, co udowodnili również inni autorzy: Jarych-Szyska, Hase, Lisińska, Mazurczyk, Tajner-Czopek, Wroniak i Zarzyńska [5, 6, 7, 8, 9, 15, 19, 21]. Jest to ważne z punktu widzenia doboru odmian do uprawy ekologicznej, aby na wstępie eliminować odmiany o dużej skłonności do kumulacji tych związków. Do ich syntezy przyczynia się również światło naturalne i sztuczne, uszkodzenia mechaniczne i zranienia bulw podczas zbioru [22, 23]. W prowadzonych badaniach wykazano, że zawartość glikoalkaloidów zależała istotnie od nawadniania, odmiany i warunków pogodowych (tab. 2). Bulwy nawadniane zawierały więcej glikoalkaloidów niż bulwy nienawadniane. Nie wszystkie odmiany zareagowały tak samo na nawadnianie. W przypadku odmian: Agnes i Tajfun więcej glikoalkaloidów zawierały bulwy nienawadniane (tab. 4). Zwraca uwagę wysoka zawartość TGA u wczesnej odmiany Owacja – 165 mg·kg⁻¹ (tab. 3), duża u odmian: Miłek – 105,8 i Tajfun – 93,0, oraz niska u odmian: Agnes – 47,2 i Fianna – 43,8 mg·kg⁻¹. Właściwości toksyczne glikoalkaloidów ziemniaka poznano stosunkowo dawno w badaniach na zwierzętach ssących. Przyjmuje się, że zawartość tych związków nie powinna przekraczać 200 mg·kg⁻¹ w świeżej masie bulw [5, 7, 8, 19], a w ziemniakach jadalnych 100 mg·kg⁻¹. Badania wielu autorów [3, 5, 8, 11, 15, 19, 22] wykazały, że najwięcej

glikoalkaloidów jest w zewnętrznej warstwie skórki ziemniaka. Obieranie ziemniaków zmniejsza ich ilość od 30 do 50%, a gotowanie o 20%. Ubytek jednak tego składnika jest dwa razy większy przy obieraniu niż gotowaniu. Warunki pogodowe w latach badań różnicowały zawartość glikoalkaloidów istotnie (tab. 5). Więcej glikoalkaloidów bulwy kumulowały w 2010 roku, w którym było bardzo dużo opadów.

3.4. Azotany

Zawartość azotanów kształtowała się na bardzo niskim poziomie i wynosiła średnio dla odmian 27,6 mg NO₃ w kilogramie świeżej masy bulw. Udowodniono istotny wpływ nawadniania, odmiany i lat na ich zawartość. Bulwy nawadniane zawierały mniej azotanów średnio o 5 mg ·kg⁻¹. Nie wszystkie odmiany zareagowały tak samo na nawadnianie (tab. 4). Odmiana Owacja miała nieco więcej azotanów na kombinacji nawadnianej, a Vitara tyle samo na obu kombinacjach. Najmniej azotanów zawierały odmiany: Fianna (15,0) i Vitara (15,8), a najwięcej odmiany: Miłek (46,9) i Berber (43,5). Na ich niski poziom korzystnie wpłynęły również opady, które wystąpiły w sezonie lat 2009 i 2010.

3.5. Porównanie składu chemicznego bulw z systemu ekologicznego i integrowanego

Średnie wartości jakości bulw pochodzących z systemu integrowanego w Oddziale Jadwisin porównano na podstawie literatury [10] z danymi w tab. 3. Nie stwierdzono różnic w zawartości suchej masy i skrobi w bulwach pochodzących z tych dwóch systemów uprawy. Nieco więcej witaminy C zawierały bulwy z uprawy ekologicznej. Więcej było azotanów w bulwach pochodzących z systemu integrowanego, a TGA w bulwach ekologicznych. Większa ilość glikoalkaloidów w bulwach ekologicznych ma związek z naturalną obronnością roślin bez ochrony chemicznej wytwarzających więcej tego składnika w obronie przed owadami i chorobami. Zawartość substancji niepożądanych w bulwach była dużo poniżej dopuszczalnych norm w obu systemach uprawy. Niektórzy autorzy udowodnili, że nie ma różnic w zawartości witaminy C pomiędzy bulwami z systemu integrowanego, konwencjonalnego i ekologicznego [12, 17, 21]. Odnośnie azotanów najczęściej wyniki dotyczące niskiej zawartości tych związków w bulwach ekologicznych się potwierdzają [12], ale są prace [19, 20] w których udowodniono wysoką zawartość azotanów, w bulwach pochodzących z gleb ciężkich.

4. Wnioski

1. Nawadnianie nie miało wpływu na zawartość suchej masy, skrobi i witaminy C, natomiast istotnie wpływało na zawartość glikoalkaloidów i azotanów.
2. Pod wpływem nawadniania zawartość azotanów zmniejszała się, a zawartość glikoalkaloidów wzrastała.
3. W pracy udowodniono istotny wpływ odmiany i lat badań na zawartość suchej masy, skrobi, witaminy C, azotanów i glikoalkaloidów. Różnice odmianowe najmocniej zarysowały się w przypadku zawartości azotanów i glikoalkaloidów.
4. Wartość stałej Maerckera odbiegała od standardowo przyjętej i wynosiła dla bulw z upraw ekologicznych średnio 7,27, a jej wartość dla badanych odmian wahała się od 6,52 do 7,83.

Tab. 3. Skład chemiczny bulw ziemniaka odmian uprawianych w systemie ekologicznym w Jadwisinie w latach 2008-2010
 Table 3. The chemical composition of potato varieties grown in the organic system in Jadwisin in 2008-2010

| Odmiana /Variety | Sucha masa % /Dry matter | Skrobia % Starch | Stała Maerckera /Maercker's constant | Witamina C mg% /Vitamin C | TGA mg·kg ⁻¹ /Total glicoalcaloids | Azotany mg NO ₃ ·kg ⁻¹ /Nitrates |
|--|-----------------------------|---------------------|--|---------------------------------|---|--|
| Jadalne wczesne /Edible early | | | | | | |
| Berber | 19,0 | 11,9 | 7,12 | 18,1 | 74,6 | 43,5 |
| Milek | 21,4 | 14,3 | 7,10 | 21,5 | 105,8 | 46,9 |
| Owacja | 19,2 | 12,7 | 6,52 | 21,9 | 165,7 | 34,7 |
| Vitara | 19,5 | 12,7 | 6,78 | 18,4 | 71,5 | 15,8 |
| Jadalne późniejsze /Edible late | | | | | | |
| Agnes | 21,5 | 14,1 | 7,35 | 21,5 | 47,2 | 23,1 |
| Fianna | 22,6 | 14,9 | 7,73 | 17,9 | 43,8 | 15,0 |
| Tajfun | 23,1 | 15,3 | 7,72 | 25,4 | 93,0 | 24,2 |
| Ursus | 23,1 | 15,3 | 7,83 | 23,9 | 66,2 | 17,5 |
| NIR /LSD $\alpha \leq 0,05$ | 1,1 | 0,9 | 0,73 | 1,8 | 27,7 | 11,3 |
| Nawadniane /Irrigation | 21,4 | 14,0 | 7,38 | 20,9 | 89,5 | 25,1 |
| Bez nawadniania /No irrigation | 21,0 | 13,8 | 7,16 | 21,3 | 77,5 | 30,1 |
| NIR /LSD $\alpha \leq 0,05$ | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | 8,7 | 3,4 |
| Średnia /Average | 21,2 | 13,9 | 7,27 | 21,1 | 83,5 | 27,6 |
| Współczynnik zmienności – CV ⁴ /coefficient of variation | 10,4 | 15,5 | 12,0 | 24,8 | 78,3 | 57,2 |

Tab. 4. Wpływ nawadniania na zawartość składników antyodżywczych w bulwach ziemniaka z systemu ekologicznego w Jadwisinie w latach 2008-2010

Table 4. Effect of irrigation on the anti-nutritional components content in potato tubers from the organic system in Jadwisin in 2008-2010

| Odmiana /Variety | TGA mg·kg ⁻¹ /Total glicoalcaloids | | Azotany mg NO ₃ ·kg ⁻¹ /Nitrates | |
|--|---|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| | Nawadniane /Irrigation | Bez nawadniania /No irrigation | Nawadniane /Irrigation | Bez nawadniania /No irrigation |
| Berber | 76,5 | 72,7 | 34,8 | 52,2 |
| Milek | 113,2 | 98,4 | 42,9 | 51,0 |
| Owacja | 179,8 | 151,6 | 36,1 | 33,3 |
| Vitara | 88,6 | 54,3 | 15,8 | 15,8 |
| Agnes | 46,2 | 48,3 | 21,3 | 24,9 |
| Fianna | 52,2 | 35,4 | 13,4 | 16,7 |
| Tajfun | 84,7 | 101,2 | 21,2 | 27,2 |
| Ursus | 74,5 | 57,9 | 15,0 | 20,0 |
| Średnia /Average | 89,5 | 77,5 | 25,1 | 30,1 |
| P-value odmiana x nawadnianie /variety x irrigation | 0,0102 | | n.s. | |

P – value 0,0001-0,05 – istotne /significant

Tab. 5. Wpływ lat na skład chemiczny bulw ziemniaka odmian uprawianych w systemie ekologicznym w Jadwisinie
 Table 5. Effect of years on the chemical composition of potato varieties grown in the organic system in Jadwisin

| Lata /Years | Sucha masa % /Dry matter | Skrobia % /Starch | Stała Maerckera Maercker's constant | Witamina C mg% Vitamin C | TGA mg·kg ⁻¹ Total glicoalcaloids | Azotany mg NO ₃ ·kg ⁻¹ /Nitrates |
|------------------------|--------------------------------|----------------------|--|-----------------------------|---|---|
| 2008 | 21,7 | 15,3 | 6,41 | 20,6 | 81,1 | 40,2 |
| 2009 | 22,3 | 15,1 | 7,20 | 17,4 | 68,8 | 33,1 |
| 2010 | 19,8 | 12,1 | 7,77 | 24,9 | 99,3 | 15,8 |
| Średnia /Average | 21,2 | 13,9 | 7,27 | 21,1 | 83,5 | 27,6 |
| P-value lata /years | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |

P – value 0,0001-0,05 – istotne /significant

5. Literatura

- [1] Burgos G., Auqui S., Amoros W., Salas E., Bonierbale M.: Ascorbic Acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. *J. of Food Composition and Analysis*, 2009, 22: 533-538.
- [2] Cieślak E.: Zmiany zawartości witaminy C podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. *Przegląd Kastr.*, 5: 16-17, 1991.
- [3] Cieślak E.: Wpływ procesów kulinarnych na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 1998, 10: 15-22.
- [4] Dzieżyc J., Nowak L., Panek K.: Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1987, 314.
- [5] Hase N.: Glicoalcaloids in potato tubers related to storage and consumer offering. *Potato Research*, 2010, 53: 297-3010.
- [6] Mazurczyk W.: Skład chemiczny dojrzałych bulw 43 odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.*, 1988, 37, 11-20.
- [7] Mazurczyk W.: Zmiany zawartości glikoalkaloidów w dojrzałych bulwach ziemniaka, zależnie od odmiany oraz wybranych czynników agrotechnicznych. *Ziemniak*, 1988, 29-43.
- [8] Mazurczyk W.: Charakterystyka polskich odmian ziemniaka pod względem zawartości glikoalkaloidów. *Makroproblemy produkcji ziemniaka w Polsce w okresie przemian organizacyjno-ekonomicznych*. Instytut Ziemniaka, Bonin, 1994, 117-119.
- [9] Mazurczyk W.: Skład chemiczny dojrzałych bulw 30 odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.*, 1994, 44: 55-63.
- [10] Nowacki W.: Charakterystyka krajowego rejestru odmian ziemniaka. *Wydanie XIII*, 34-36, Jadwisin, 2010.
- [11] Pęksa A., Gołubowska G., Aniołowski K., Lisińska G., Rytel E.: Changes of glycoalcaloids and nitrate contents in potato during chip processing. *Food Chemistry*, 2006, 97: 151-156.
- [12] Rembiałkowska E.: Comparison of the contents of nitrates, nitrites, lead, cadmium, and vitamin C in potatoes from conventional and ecological farms. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1999, Vol. 8/49, 4: 17-26.
- [13] Rozporządzenie MZ z dnia 13.01.2003. dot. maksymalnych poziomów zanieczyszczeń azotanami warzyw i ziemniaków. *Dz. U.*, Nr 37, poz. 326: 9.
- [14] Rytel E., Lisińska G.: Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka podczas gotowania i przetwarzania na produkty smażone i suszone. *Nauka i Technologia. Jakość*, 2007, 6 (55) 186-197.
- [15] Tajner-Czopek A., Jarych-Szyska M., Lisińska G.: Changes in glycoalcaloids content of potatoes destined for consumption. *Food Chemistry*, 2008, 106:706-711.
- [16] Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 28.10.2006. *Dz. U.* 2009, Nr 98, poz. 817.
- [17] Warman P., Havard K. Yield, vitamin and mineral content of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1998, 68: 207-216.
- [18] Wheatley R.E., Haase N.U., Cormack W., Colauzzi M., Guarda G.: Organic potato farming and nitrogen fertilization, some food for thought. In: *Management of nitrogen and water in potato production*. Wageningen, 2000, 288-309.
- [19] Wroniak J., Mazurczyk W.: Odmianowe zróżnicowanie zawartości glikoalkaloidów w zależności od przeciętnej masy bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2006, z. 511: 189-195.
- [20] Zarzyńska K., Wroniak J.: Różnice w jakości plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. *J. of Res. Applic. Agric. Engng*, 2007, Vol. 52(4): 108-113.
- [21] Zarzyńska K., Wroniak J.: Różnice w składzie chemicznym bulw ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym i integrowanym w zróżnicowanych warunkach klimatyczno-glebowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2008, z. 530: 249-257.
- [22] Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M.: Wpływ ekspozycji świetlnej na zielenienie, akumulację chlorofilu i glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka *Żywność. Nauka i Technologia. Jakość*, 2005, 2 (43) Supl., 222-228.
- [23] Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M.: Wpływ wybranych czynników na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Żywność. Nauka i Technologia. Jakość*, 2006, 1 (46) Supl., 229-234.