

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, e-mail: barbara.sawicka@up.lublin.pl

BARBARA SAWICKA, DOMINIKA SKIBA

### **Zmienność ciemnienia miąższu bulw surowych i gotowanych słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.)**

Fluctuation of flesh darkening of raw and cooking tubers *Helianthus tuberosus* L.

**Streszczenie.** Celem badań jest ocena ciemnienia miąższu bulw surowych i gotowanych *Helianthus tuberosus* oraz określenie ich przydatności do bezpośredniej konsumpcji i przetwórstwa spożywczego. Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2003–2005 w Parczewie na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich, o lekko kwaśnym odczynie. Eksperyment prowadzono metodą bloków zrandomizowanych w 3 powtórzeniach. Czynnikiem eksperymentu były 2 odmiany słonecznika bulwiastego: Albik i Rubik. Stosowano pełną dawkę obornika w ilości  $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz nawożenie mineralne w ilości  $100 \text{ kg N}$ ;  $43,6 \text{ kg P}$ ;  $124,5 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Przeprowadzono ocenę ciemnienia miąższu bulw surowych i gotowanych badanych odmian wg skali 9-stopniowej. Eksperyment wykazał, iż intensywniejszą barwą miąższu bulw odznaczała się część stolonowa niż wierzchołkowa bulw gotowanych. Ciemnienie bulw surowych i gotowanych determinował czynnik genetyczny. Mniejszą skłonnością do ciemnienia miąższu bulw gotowanych oraz surowych po 1 godzinie odznaczała się odmiana Albik. Odmiana Rubik wykazała się natomiast większą stabilnością badanych cech jakości.

**Słowa kluczowe:** słonecznik bulwiasty, ciemnienie miąższu, bulwy surowe, bulwy gotowane

#### WSTĘP

Słonecznik bulwiasty był jednym z pierwszych źródeł pożywienia dla ludzi i zwierząt [Czerni 1986, Chekroun i in. 1996]. Bulwy tego gatunku są bardziej soczyste i słodsze niż bulwy ziemniaka, ponadto cechują się dużą wartością odżywczą i energetyczną. 100 g bulw *Helianthus tuberosus* dostarcza prawie 80 cal [Czerni 1986, Bobrownik 1990, Chrapkowska i Góral 1995, Berghofer i Reiter 1997, Sawicka 1999]. Głównym materiałem zapasowym tej rośliny jest inulina, podobnie jak skrobia w ziemniakach, która jednak inaczej ulega przyswajaniu przez organizm tak ludzki, jak i zwierzęcy. Pod względem chemicznym inulina jest fruktooligosacharydem i zalicza się ją do składników żywności określanych mianem prebiotyków. Prebiotyki nie ulegają trawieniu przez enzymy wydzielane do jelita cienkiego i w formie nienaruszonej docierają do jelita gru-

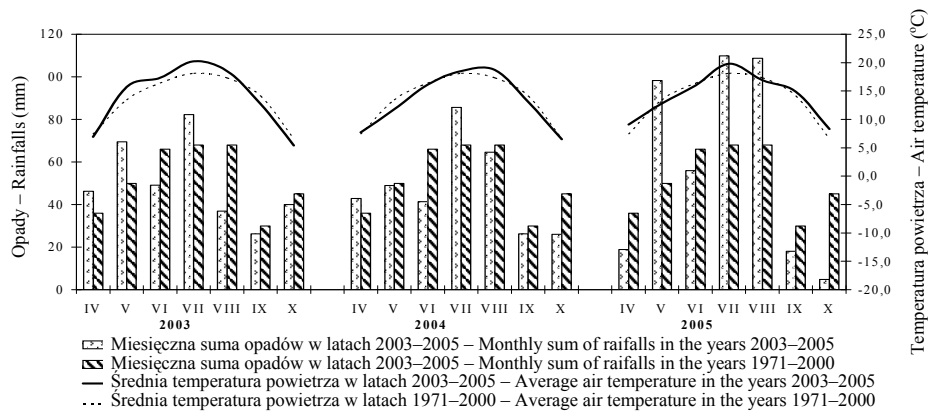
bego, gdzie selektywnie stymulują wzrost lubi aktywność ograniczonej liczby bakterii [Śliżewska i Libudzisz 2002]. Stąd też bulwy tego gatunku są polecane zarówno jako urozmaicenie w żywieniu, jak i w diecie diabetyków [Barta i Fuchs 1990, Barta i in. 1991, Chekroun i in. 1996, Berghofer i Reiter 1997, Sawicka 1999]. Bulwy *Helianthus tuberosus* uważane są w Europie Zachodniej za bardzo smaczne, soczyste, delikatne i słodkawe, przypominające w smaku karczochy, szparagi lub bataty [Czerni 1986, Chrapkowska i Góral 1995, Sawicka 1999, 2002, Sawicka i Krochmal-Marczak 2007]. Czerni [1986] zwraca uwagę, iż nie powinno się traktować ich jako substytut ziemniaka, lecz jako wykwintną, poszukiwaną ze względu na charakterystyczny smak, jarzynę. Do spożycia przeznaczają się bulwy *Helianthus tuberosus* zaraz po wykopaniu, ponieważ dość szybko się starzeją i wtedy nabierają niezbyt przyjemnego smaku. Są one doskonałym uzupełnieniem diety osób z owrzodzeniem żołądka i dwunastnicy oraz w początkowym stadium cukrzycy i fenyloketonurii [Sawicka 1999, Ziyani i Pekyardimci 2003, Cieślak i in. 2005]. Bulwy tego gatunku mogą być cennym surowcem dla przetwórstwa spożywczego i przemysłu farmaceutycznego. Jest to możliwe dzięki zawartości w nich cennych składników mineralnych (np. żelazo, magnez, fosfor, potas) i pokarmowych (np. białko, kwasy organiczne, związki fenolowe) [Bachmanowa 1954, Bobrownik 1990, Chrapkowska i Góral 1995, Chekroun i in. 1996, Friedman 1997, Cieślak 1998, Ziyani i Pekyardimci 2003, Cieślak i in. 2005, Ge i Zhang 2005, Florkiewicz i in. 2007].

Bulwy *Helianthus tuberosus* po przekrojeniu ulegają reakcjom ciemnienia enzymatycznego [Martinez i Whitaker 1995, Sawicka 1999]. Aby mogła zajść taka reakcja, niezbędne są przynajmniej 3 czynniki: związki fenolowe, enzym katalizujący tę reakcję i tlen. Reakcja taka polega na utlenianiu związków zawierających pochodne fenolowe (np. katechol, tyrozyna) przy udziale grup enzymów oksydoredukcyjnych do ciemno zabarwionych związków melaninowych [Swinarski 1968, Glibowski 2005]. W większości przypadków ciemnienie katalizuje enzym polifenolooksydaza (PPO) lub enzym posiadający w swoim łańcuchu kation miedzi, np. oksydaza askorbinianowa [Friedman 1997, Ziyani i Pekyardimci 2003]. PPO wykazuje optimum działania w temperaturze 25°C i przy pH zbliżonym do obojętnego. Reakcja z udziałem oksydazy polifenolowej może przebiegać dwoma etapami. Pierwszym etapem jest hydrolizacja monofenoli (np. fenolu) do difenoli (np. benzochinonów), a drugim – utlenianie difenoli (np. katecholu) do benzochinonów, które wywołują brązowienie, czerwienienie lub ciemnienie [Aydemir i in. 2003, Ziyani i Pekyardimci 2003, Wang-Pruski i Nowak 2004]. Miąższ bulw po ugotowaniu może przybierać również odcień szary. Ciemnienie to wywołane jest zmianami chemicznymi w bulwach, ale nie jest wynikiem enzymatycznych procesów utleniania. Polega ono na łączeniu się kwasu chlorogenowego z  $Fe^{2+}$  do ciemno zabarwionych kompleksów kwasu żelazodwuchlorogenowego [Swinarski 1968, Wang-Pruski i Nowak 2004]. Proces ten ulega zahamowaniu w obecności związków chelatujących żelazo, głównie kwasu cytrynowego [Swinarski 1968, Zgórska 1979, Wszelaczyńska 2004]. Ciemnienie miąższu bulw surowych oraz po ugotowaniu jest cechą niepożądaną w bulwach *Helianthus tuberosus* przeznaczonego do bezpośredniej konsumpcji i przetwórstwa spożywczego. Bulwy o pociemniałym miąższu wyglądają niekorzystnie i nie są akceptowane przez konsumentów. Stąd też celem badań jest ocena ciemnienia miąższu bulw surowych i gotowanych *Helianthus tuberosus* oraz określenie ich przydatności do bezpośredniej konsumpcji i przetwórstwa spożywczego.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2003–2005 w Parczewie, na glebie o składzie mechanicznym piasku gliniastego lekkiego. Eksperyment przeprowadzono metodą bloków zrandomizowanych w 3 powtórzeniach. Badano dwie odmiany: Albik i Rubik. W doświadczeniu stosowano nawożenie obornikiem w dawce  $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  i nawozami mineralnymi w ilości:  $100 \text{ kg N}$ ,  $43,6 \text{ kg P}$ ,  $124,5 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Sadzeniaki badanych odmian były w stopniu elity. Wszystkie zabiegi pielęgnacyjne przeprowadzono wg zasad najnowszej agrotechniki.

Do badań pobrano po 20 nieuszkodzonych bulw średniej wielkości. Określenie ciemnienia miąższu bulw surowych wykonano po ich przekrojeniu i po 1 godzinie od przecięcia wg 9° skali europejskiej, w której 9 oznacza barwę niezmienioną, a 1 – ciemnienie najsilniejsze. Ocenę ciemnienia miąższu bulw gotowanych przeprowadzono oddzielnie dla części stolonowej i wierzchołkowej bulw, po 10 minutach i 2 godzinach od ugotowania wg 9°, barwnej skali duńskiej, gdzie 9 oznacza barwę niezmienioną, 1 – ciemnienie bardzo silne, barwa miąższu czarna.



Rys. 1. Porównanie opadów i temperatury powietrza w okresie wegetacji *Helianthus tuberosus* w latach 2003–2005 wg stacji meteorologicznej COBORU w Uhninie

Fig. 1. Rainfalls and air temperatures during *Helianthus tuberosus* growth period in the years 2003–2005, according to COBORU weather station in Uhnin

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” – Fischera-Snedecora, a oceny istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonywano za pomocą wielokrotnych przedziałów ufności Tukeya. Ponadto wyliczono współczynnik zmienności każdej cechy ze wzoru:  $V = s/x$ , gdzie:  $s$  – odchylenie standardowe,  $x$  – średnia arytmetyczna. Przebieg pogody w latach badań był zróżnicowany, co ilustruje rysunek 1.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Ciemnienie miąższu bulw surowych występujące po obraniu jest skutkiem enzymatycznego utleniania związków fenolowych. Procesy ich utleniania (głównie tyrozyny i kwasów fenolowych: chlorogenowego i kawowego), zachodzące w surowych bulwach

*Helianthus tuberosus* przy udziale enzymów (oksydaza polifenolowa) powodują enzymatyczne ciemnienie miąższu bulw [Wszelaczyńska 2004, Matilla i Hellström 2007]. Ocena ciemnienia miąższu bulw surowych, wykonana bezpośrednio po przekrojeniu, wynosiła 8,55°, a w godzinę później miąższ bulw pociemniał 0,8° w skali 9°. Należy przypuszczać, że jest to związane z aktywnością oksydazy polifenolowej, która uczestniczy w utlenianiu substancji zawierających ugrupowania polifenolowe [Aydemir i in. 2003, Ziyani i Pekyardimci 2003, Florkiewicz i in. 2007, Matilla i Hellström 2007]. Zdaniem Aydemira i in. [2003] oraz Ziyana i Pekyardimci [2003] ich utlenianie odpowiedzialne jest za ciemnienie świeżo obranych warzyw, w tym bulw *Helianthus tuberosus*.

Tabela 1. Zmienność ciemnienia miąższu bulw surowych *Helianthus tuberosus* (średnie z lat 2003–2005)  
Table 1. Fluctuation of darkening of the flesh of raw tubers of *Helianthus tuberosus* (mean for the years 2003–2005)

Wyszczególnienie Specification	Ciemnienie bulw surowych od przecięcia w skali 9° Darkening of raw tubers from cutting in the 9° scale			
	10 minut – 10 minutes		1 godzina – 1 hour	
	średnia mean	V	średnia mean	V
Albik	8,47	7,11	8,01	6,82
Rubik	8,62	4,69	7,50	6,42
Średnia – Mean	8,55	5,90	7,76	6,62
NIR – LSD <sub>0,05</sub>	0,04	–	0,39	–

V – współczynnik zmienności – variability coefficient (%)

Między badanymi odmianami słonecznika bulwiastego wystąpiły istotne różnice pod względem ciemnienia miąższu bulw. Mniejszym ciemnieniem miąższu bulw surowych po 10 minutach od przekrojenia odznaczała się odmiana Rubik, natomiast po 1 godzinie od przekrojenia – Albik. Florkiewicz i in. [2007] stwierdzili, iż bulwy odmiany Albik zawierają w swoim składzie mniej związków fenolowych, przez co mogą być mniej podatne na ciemnienie miąższu bulw surowych. W opinii Mattila i Hellströma [2007] bulwy *Helianthus tuberosus* zawierają ok. 22 mg · 100 g<sup>-1</sup> świeżej masy kwasów fenolowych, w tym 21 mg · 100 g<sup>-1</sup> stanowi kwas kawowy. Zawartość kwasów fenolowych w bulwach tego gatunku jest o ok. 5 mg · 100 g<sup>-1</sup> świeżej masy niższa niż w bulwach ziemniaka. Badania Florkiewicz i in. [2007] wykazały dużą zawartość związków fenolowych w bulwach *Helianthus tuberosus* odmian Albik i Rubik (średnio 221,0 mg · 100 g<sup>-1</sup> w przeliczeniu na kwas chlorogenowy). Autorzy stwierdzili, że zawartość związków fenolowych w bulwach badanych odmian istotnie różniła się w zależności od terminu zbioru. Większą akumulację badanych związków zaobserwowali w bulwach pochodzących ze zbioru wiosennego niż jesiennego.

Stopień ciemnienia miąższu bulw gotowanych był uzależniony od rozmieszczenia pigmentu w bulwie. Część stolonowa bulw obydwu badanych odmian cechowała się wyższym stopniem ciemnienia niż część wierzchołkowa (tab. 1). Te wyniki są porównywalne z uzyskanymi przez Sawicką [1991, 1999, 2002], Silvě i in. [1991] oraz Seilera i Campbella [2006] i Sawicką i Krochmal-Marczak [2007]. Można przypuszczać, iż spowodowane to jest wyższym odczynem pH w części stolonowej, który sprzyja łączeniu się kwasu chlorogenowego z żelazem, dając ciemne zabarwienie. Część wierzchoł-

kowa natomiast, zdaniem Swinarskiego [1968] i Lei [1989] jest bogatsza w kwas cytrynowy, który łącząc się z żelazem, daje bezbarwne kompleksy. Badania miąższu bulw gotowanych wykazały, iż mniejszą skłonnością do ciemnienia miąższu odznaczała się odmiana Albik niż Rubik i to we wszystkich terminach oznaczeń (tab. 2). Wpływ odmian na te cechy jakości bulw potwierdza Swinarski [1968], Wang-Pruski i Nowak [2004], Sawicka [1991, 1999, 2002] oraz Sawicka i in. [2006]. W opinii Swinarskiego [1968], Smitha [1987], Dale'a i Mackaya [1994], Wang-Pruskiego i Nowaka [2004] czynniki, które przyczyniają się do podatności miąższu bulw na ACD, są nie tylko natury genetycznej, ale i środowiskowej. Zdaniem tychże autorów współdziałanie czynników genetycznych i siedliskowych oddziałuje na całkowitą koncentrację CgA, CA, AA i żelaza, które w efekcie określają stopień ciemnego zabarwienia. W badaniach Zgórskiej [1979], Lei [1989], Dale'a i Mackaya [1994], dowiedziono, że zawartość CgA w bulwach ziemniaka jest pod kontrolą genetyczną, gdyż CA i AA silnie oddziałują na ciemnienie miąższu bulw poprzez wzrost roślin oraz warunki przechowywania i składowania bulw. Smith [1987] zauważył, iż zawartość żelaza w bulwach zależy w pierwszym rzędzie od typu gleby i warunków wzrostu. Cieślik [1998] dowiodła, iż bulwy *H. tuberosus* cechuje trzykrotnie wyższy poziom związków żelaza niż bulwy ziemniaka, w których Swinarski [1968] wykazał korelację między ciemnieniem bulw a zawartością tego składnika.

Tabela 2. Zmienność ciemnienia miąższu bulw gotowanych of *Helianthus tuberosus* (średnie z lat 2003–2005)

Table 2. Fluctuation of darkening of the flesh of boiled tubers of *Helianthus tuberosus* (mean for the years 2003–2005)

Wyszczególnienie Specyfification	Ciemnienie bulw po ugotowaniu w skali 9° Darkening tubers after preparation in the 9°scale							
	10 minut – 10 minutes				2 godziny – 2 hours			
	A		B		A		B	
	średnia mean	V	średnia mean	V	średnia mean	V	średnia mean	V
Albik	7,79	12,12	7,72	11,83	7,24	14,78	7,18	14,61
Rubik	7,72	12,90	7,64	13,07	6,56	11,75	6,50	11,59
Średnia Mean	7,76	12,51	7,68	12,45	6,90	13,27	6,84	13,10
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,04	–	0,04	–	0,35	–	0,34	–

A – ciemnienie części wierzchołkowej – darkening of the apical part; B – ciemnienie części stolonowej – darkening of the stolon part; V – współczynnik zmienności – variability coefficient (%)

Współczynnik zmienności, będący ilorzem bezwzględnej miary zmienności cechy, jako wielkość niewymiarowa pozwala na porównywanie zróżnicowania, zarówno kilku zbiorowości pod względem tej samej cechy, jak i tej samej zbiorowości pod względem kilku cech. Jest on miarą rozrzutu otrzymanych wyników. Im mniejsza jest jego wartość, tym dana cecha jest bardziej stabilna. Spośród ocenianych cech ciemnienia miąższu bulw surowych bardziej stabilną okazało się ciemnienie miąższu bulw po 10 min niż po 1 godz. od przekrojenia (tab. 1). Ocena miąższu bulw gotowanych wykazała, iż większą

stabilnością cechował się miąższ bulw gotowanych, ocenianych po 10 min od przekrojenia. Pod względem stabilności badane cechy jakości miąższu bulw można uszeregować następująco: w przypadku odmiany Rubik – ciemnienie bulw surowych po przekrojeniu > ciemnienie bulw surowych po 10 min > ciemnienie miąższu bulw po 2 godz. od ugotowania > ciemnienie miąższu bulw po 10 min od ugotowania; a w przypadku odmiany Albik – ciemnienie bulw surowych po 1 godz. > ciemnienie bulw surowych po przekrojeniu > ciemnienie bulw po 10 min. od ugotowania > ciemnienie miąższu bulw gotowanych po 2 godz. od ugotowania (tab. 2). Niskie współczynniki badanych cech świadczą o ich wysokiej stabilności. W badaniach Killycka [1977] zakres wysokiego dziedziczenia sięgał od 0,60 do 0,68, a wąskiego – od 0,33 do 0,63. Współczynniki powtarzalności ciemnienia bulw surowych w badaniach Sawickiej [1991] wahały się od 0,53 do 0,67, a bulw gotowanych od 0,75 do 0,97. Wyniki te wskazują na złożony genom ciemnienia miąższu bulw, co w pewnym stopniu wyjaśnia powolny postęp w hodowli odmian odpornych na ACD, w porównaniu z agrotechnicznie wartościowymi genotypami.

#### WNIOSKI

1. Ciemnienie miąższu bulw surowych oraz gotowanych zarówno części stolonowej, jak i wierzchołkowej, było w dużym stopniu zależne od właściwości odmianowych.
2. Mniejszą skłonnością do ciemnienia miąższu bulw gotowanych zarówno w części wierzchołkowej, jak i stolonowej odznaczała się odmiana Albik.
3. Odmiana Rubik z uwagi na wyższą stabilność ciemnienia miąższu bulw surowych, jak i gotowanych może być predysponowana do celów konsumpcyjnych i przetwórstwa spożywczego.

#### LITERATURA

- Aydemir T., Kavrayan D., Çinar S., 2003. Isolation and characterization of polyphenoloxidase from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Sayı* 21, 115–125.
- Bachmanowa S., 1954. Bulwa – *Helianthus tuberosus* – i jej zastosowanie w przemyśle spożywczym. *Przem. Rol. Spoż.*, 6, 201–204.
- Barta J., Fuchs A., 1990. Jerusalem artichoke as a multipurpose raw material for food products of high fructose or inulin content. *Proceedings of 8<sup>th</sup> Conference on Food Science*, Budapest, 10–11 May.
- Barta J., Goin B., Torok S., 1991. Natural foods from Jerusalem artichoke tubers. *Acta Alimentaria*, 20 (1), 72–73.
- Berghofer E., Reiter E., 1997. Production and functional properties of Jerusalem artichoke powder. *Proceedings of 4<sup>th</sup> International Workshop on Carbohydrates as Organic Raw Materials*, Vienna, 20–21 March, 53.
- Bobrownik L.D., 1990. Promising directions for using Jerusalem artichoke in the food industry. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Pishchevaya Tekhnologiya*, 4, 12–13.
- Chekroun M. B., Amzile J., Mokhtari A., El Haloui N. E., 1996. Comparison of fructose production by 37 cultivars of Jerusalem artichoke [*Helianthus tuberosus* L.]. *New Zealand J. Crop Hort. Sci.*, 24, 115–120.

- Chrapkowska K.J., Góral S., 1995. Możliwości przygotowania potraw z bulw *Helianthus tuberosus* L. (Topinambur). Mat. Konf. Nauk. Osiągnięcia i Perspektywy Technologii Żywności. Łódź, 12–13 September, 50.
- Cieślik E., 1998. Zawartość składników mineralnych w bulwach nowych odmian topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Zesz. Nauk. AR Kraków, 342 (10), 23–30.
- Cieślik E., Kopeć A., Prażnik W. 2005. Healthy properties of Jerusalem artichoke flour (*Helianthus tuberosus* L.). EJPAU, Food Science and Technology, 8, 2, <http://ejpau.media.pl>
- Czerni A., 1986. Warzywa rzadko spotykane. Wyd. Watra, Warszawa.
- Dale M.F.B., Mackay G.R., 1994. Inheritance of table and processing quality. [In:] Potato Genetics. Eds. J.E. Bradshaw, G.R. Mackay, CAB International Publisher, Wallingford, UK, 296–297.
- Florkiewicz A., Cieślik E., Filipiak-Florkiewicz A. 2007. Wpływ odmian i terminu zbioru na skład chemiczny bulw topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Żywność, 3 (14), 71–81.
- Friedman M., 1997. Chemistry, biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. A Review. J. Agric Food Chem., 45, 1523–1540.
- Ge X.Y., Zhang W.G., 2005. Production of ethanol from Jerusalem artichoke tubers. Food Technol. Biotechnol. 43 (3), 241–246.
- Glibowski P., 2005. Inhibicja enzymatycznego brązowienia przez zastosowanie białek serwatkowych. Folia Univ. Agric. Stetin., Sci. Alimentaria, 246 (4), 107–118.
- Killick R.J., 1977. Genetic analyses of several traits in potato by means of a diallel cross. Ann Appl Biol., 86, 279–289.
- Leja M., 1989. Chlorogenic acid as the main phenolic compound of mature and immature potato tubers stored at low and high temperature. Acta Physiol. Plant., 11, 201–206.
- Martinez M.V., Whitaker J.R., 1995. The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends Food Sci. Tech., 6, 195–200.
- Mattila P., Hellström J. 2007. Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products, <http://www.aseonfood.info/Articles/11018567.pdf>
- Sawicka B., 1991. Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie białkopodlaskim. Rozpr. Nauk. AR, 141, WAR, Lublin.
- Sawicka B., 1999. Możliwość wykorzystania słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.) jako warzywa. Plant Breeding Symposium: Horticulture Plant Breeding to Start with XXI Century. Lublin, 4–5 February, 95–98.
- Sawicka B., 2002. Zmienność składu chemicznego bulw *Helianthus tuberosus* L. w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln., 484, 573–579.
- Sawicka B., Krochmal-Marczak B., 2007. Fenotypowa zmienność ciemnienia miąższu bulw *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. 517, 651–660.
- Sawicka B., Kuś J., Barbaś P., 2006. Ciemnienie miąższu bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu uprawy. Pam. Puł. 142, 445–457.
- Seiler G.J., Campbell L.G., 2006. Genetic variability for mineral concentration in the forage of Jerusalem artichoke cultivars. Euphytica, 150, 281–288.
- Silva G. H., Chase R. W., Hammerschmidt R., Cash J. N., 1991. After-cooking of Spartan Pearl potatoes as influenced by location, phenolic acids and citric acid. J. Agric. Food Chem. 39, 871–873.
- Smith O., 1987. Effect of cultural and environmental conditions on potatoes for processing. [In:] Potato Processing. Eds. W.F. Talburt and O. Smith, 4th ed. Van Nostrand Reinhold Company, Inc., New York, 108–110.
- Swinarski E., 1968. Związek pomiędzy ciemnieniem ziemniaka po ugotowaniu, a niektórymi czynnikami jego składu. Hod. Rośl. Nasien., 12 (4), 369–384.
- Ślizewska K., Libudzisz Z., 2002. Wykorzystanie oligosacharydów jako prebiotyków. Przem. Spoż., 4, 10–12, 16.
- Wang-Pruski G., Nowak J., 2004. After-cooking darkening of potato. Am. J. Potato Res. [http://www.findarticles.com/p/articles/mi\\_qa4069/is\\_200401/ai\\_n9402757/pg\\_2](http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa4069/is_200401/ai_n9402757/pg_2)

- 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.
- Zgórska K., 1979. Czynniki warunkujące cechy jakości ziemniaka jadalnego. *Ziemniak*, 183–206.
- Zyian E., Pekyardimci S., 2003. Characterization of polyphenil oxidase from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Turk. J., Chem.*, 27, 217–225.

**Summary.** The study results based on a field experiment carried out in Parczew in the years 2003–2005 on the soil of light loamy sand type acidic reaction by means of randomized sub-blocs in three replications. The experimental factors were made by two cultivars: Albik and Rubik. Full manuring and uniform mineral fertilization was applied in the amounts: 25 t ha<sup>-1</sup> farm manure and 100 kg N; 43.6 kg P; 124.5 kg K ha<sup>-1</sup>. The estimations of darkening flesh of raw and cooking tubers were made according to the 9° scale. The investigation revealed a more intense darkening in the stolon part than in the apical part of a tuber which was determined by the genetic factor. Albik cultivar was characterized by a smaller tendency to the flesh darkening of cooking and raw bulbs after 1 hour. Rubik cultivar showed more stability in respect of the quality of raw tubers.

**Key words:** Jerusalem artichoke, darkening pulp, raw tubers, cooking tubers