

WPLYW PRZECHOWYWANIA ORAZ WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH NA JAKOŚĆ MIĄŻSZU BULW ZIEMNIAKA UPRAWIANEGO W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM

BARBARA KROCHMAL-MARCAK¹, BARBARA SAWICKA², ANNA KIELTYKA-DADASIEWICZ²,
BERNADETTA BIENIA¹

¹*Zakład Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława
Pigonia w Krośnie, ul. Dmochowskiego 12, 38–400 Krosno*

²*Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 15, 20–950 Lublin*

Synopsis. Badania przeprowadzono w latach 2012–2014, w Solinie (44°33' N, 18°41' E) na wysokości 272 m n.p.m. Na bazie eksperymentu polowego założono doświadczenie przechowalnicze. Obiektem badań były 3 jadalne odmiany ziemniaka (Amerykany, Lord i Denar). Materiał rozmnożeniowy odmian Lord i Denar stanowiły sadzeniaki w klasie C/A, zaś materiał odmiany Amerykany był niecertyfikowany, ale reprodukowany regionalnie, w gospodarstwie ekologicznym w Gliniku Dolnym, w powiecie strzyżowskim, z zachowaniem warunków produkcji nasiennej. Oceniono następujące cechy: smak, zapach, barwę, tendencję do rozgotowywania oraz ciemnienie miąższu bulw surowych i gotowanych bezpośrednio po zbiorze i po 8 miesiącach przechowywania, wg standardowych metod. Bulwy badanych odmian nie różniły się istotnie stopniem ciemnienia po zbiorze, natomiast długotrwałe przechowywanie pogorszyło jakość konsumpcyjną bulw oraz wpłynęło na pociemnienie miąższu bulw surowych i gotowanych, tak w części wierzchołkowej, jak i stolonowej. Jakość kulinarna, w tym skłonność do ciemnienia miąższu bulw surowych, wynikała również z warunków meteorologicznych panujących w okresie wegetacji ziemniaka oraz była uzależniona od cech genetycznych badanych odmian ziemniaka.

Słowa kluczowe: ziemniak, ciemnienie, odmiany, przechowywanie, właściwości kulinarne, warunki meteorologiczne

WSTĘP

Ciemnienie miąższu bulw ziemniaka jest jedną z istotnych cech warunkujących ich zbyt, jak i przydatność do przetwarzania. Rolnicy zwracają szczególną uwagę na to, by uprawiane przez nich odmiany były w jak najmniejszym stopniu podatne na procesy ciemnienia miąższu [Grudzińska i Zgórska 2006, Pobereżny 2011, Sawicka 1991, 2000, Sawicka i in. 2015, Zgórska 2004]. Bulwy ziemniaka przeznaczone do bezpośredniego spożycia czy też przetwórstwa spożywczego muszą spełniać określone wymagania jakościowe, zapewniające bezpieczeństwo zdrowotne żywności [Sawicka i in. 2015, Zgórska 2004]. Takie bezpieczeństwo może zapewnić uprawa ziemniaka w systemie ekologicznym. Zawartość bioaktywnych składników w bulwach tego gatunku, decydujących o procesach ciemnienia enzymatycznego, zależy m.in. od genotypu, warunków agrotechnicznych, meteorologicznych oraz czasu przechowywania [Hamoutz i in. 2005, Kołodziejczyk 2014, Kołodziejczyk i in. 2005, Pobereżny 2011, Zgórska 2004, Zgórska i Grudzińska 2012]. Na ciemnienie miąższu bulw surowych wpływa melanina

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: bkmarczak@gmail.com

(produkt utleniania tyrozyny przy katalitycznym działaniu enzymu tyrozyazy). Ciemnienie bulw gotowanych (ACD) jest procesem nieenzymatycznym, chemicznym. Interakcja czynników genetycznych i środowiskowych oddziałuje z kolei na zawartość kwasu chlorogenowego (CgA), kwasu cytrynowego (CA), kwasu askorbinowego (AA) i żelaza, które określają stopień pigmentacji miąższu – od barwy szarej do prawie czarnej. Zawartość CgA w bulwach ziemniaka znajduje się pod kontrolą genetyczną [Sawicka i in. 2006], podczas gdy CA i AA silnie wpływają w czasie wzrostu roślin i przechowywania bulw [Wang-Pruski i Nowak 2004]. Skłonność do ciemnienia miąższu bulw ziemniaka, uprawianych w systemie ekologicznym, związana z czasem przechowywania oraz z panującymi warunkami pogodowymi nie została do tej pory wystarczająco zbadana.

Celem niniejszej pracy było zweryfikowanie wpływu przechowywania oraz warunków pogodowych na jakość konsumpcyjną oraz proces ciemnienia miąższu bulw trzech odmian ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym.

MATERIAŁ I METODY

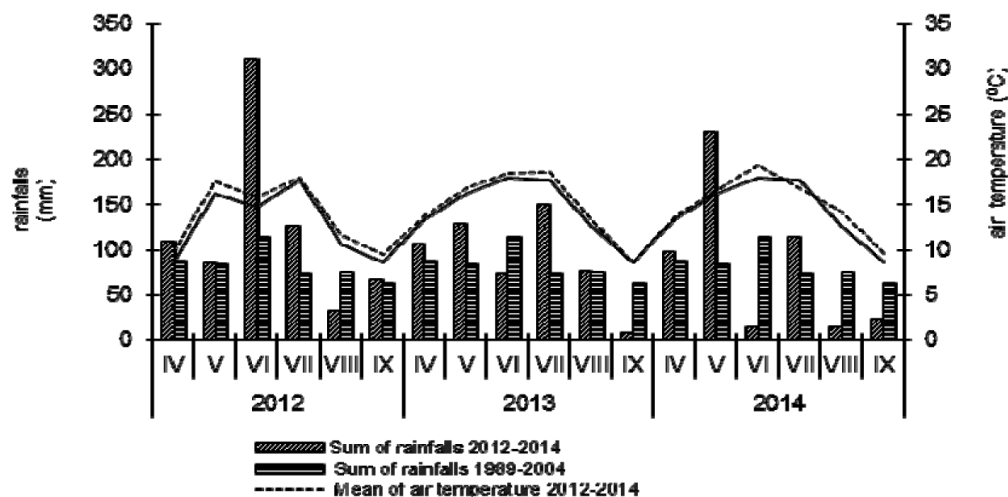
Materiał do badań stanowiły bulwy ziemniaka jadalnego, uprawianego w gospodarstwie ekologicznym w miejscowości Solina (44°33' N, 18°41' E) na wysokości 272 m n.p.m., w latach 2012–2014, na glebie brunatnej kwaśnej. Doświadczenie polowe przeprowadzono metodą bloków zrandomizowanych w 3 powtórzeniach. Obiektem badań były 3 jadalne odmiany ziemniaka (Amerykany, Lord i Denar). Materiał rozmnożeniowy odmian Lord i Denar stanowiły sadzeniaki w klasie C/A, zaś Amerykany był to materiał niecertyfikowany. Materiał sadzeniakowy odmiany Amerykany był reprodukowany regionalnie, w gospodarstwie ekologicznym w Gliniku Dolnym, w powiecie strzyżowskim, z zachowaniem warunków produkcji nasiennej. W badanym gospodarstwie ekologicznym stosowano zmianowanie (ziemniak – jęczmień jary – koniczyna z trawami (2 lata) – pszenica ozima + poplon z gorczycy białej na przyoranie); nie stosowano nawozów mineralnych ani pestycydów. Pod ziemniak zastosowano 3-letni kompost (słoma + koniczyna + obornik) w ilości 30 t·ha⁻¹. Ograniczanie zachwaszczenia w gospodarstwie polegało na bronowaniu broną chwastownikiem do wschodów, 3-krotnym obredlaniu i jednokrotnym pieleniu ręcznym tuż przed ostatnim redleniem. Ziemniaki sadzono 27 kwietnia, natomiast zbiór przeprowadzano w okresie dojrzałości fizjologicznej. W czasie zbioru pobrano reprezentatywne próby bulw, niezazielenionych i nieuszkodzonych, o średnicy 40–60 mm, z każdego powtórzenia doświadczenia polowego. Bulwy ziemniaka umieszczono w klimatyzowanej przechowalni. W tym celu frakcję bulw handlowych, o średnicy 40–60 mm, w ilości 10 kg, umieszczano w ażurowych skrzynkach w komorze, o pojemności około 30 ton. Pierwszym etapem przechowywania był miesięczny okres wstępnego składowania, podczas którego bulwy osuszano w temperaturze 10–18°C (3 dni). Następnie bulwy dojrzewały przez 2 tygodnie w temperaturze 15°C i wilgotności względnej powietrza RH = 90–95%. W kolejnym etapie (2 tygodnie) bulwy przygotowywano do spoczynku obniżając stopniowo temperaturę w przechowalni o 0,5°C na dobę. Bulwy przechowywano przez 8 miesięcy od zbioru (z uwzględnieniem 1 miesiąca wstępnego składowania). Maksymalne wahania temperatury (ΔT) podczas przechowywania ustawiono na $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

W czasie zbioru pobrano próby po 20 bulw, średniej wielkości, charakterystycznej dla danej odmiany, do oceny ciemnienia miąższu bulw surowych i gotowanych oraz po 20 bulw, średniej wielkości, niezazielenionych, nieuszkodzonych do oceny sensorycznej. Takie same próby bulw do badań pobrano po 8-miesięcznym okresie przechowywania. Ocenę ciemnienia miąższu bulw, jak i ich ocenę sensoryczną przeprowadzono w 2 terminach: a) bezpośrednio po zbiorze; b) po zakończonym okresie 8-miesięcznego przechowywania.

Podczas oceny bulw surowych, każdą umytą i osuszoną bulwę krojono wzdłuż osi wierzchołek – stolon. Przekięte połówki układano na białym tle (bibuła filtracyjna) powierzchnią przekiętą na zewnątrz. Ciemnienie miąszu bulw surowych określono po 10 minutach i 4 godzinach od przekięcia, wg 9° skali, w której 9 oznacza barwę niezmienną, a 1 – ciemnienie najsilniejsze. Ocenę ciemnienia miąszu bulw gotowanych przeprowadzono na 10 bulwach, które najpierw umyto, obrano a potem ugotowano w niesolonej wodzie. Po ugotowaniu bulwy pokrojono poprzecznie ostrym nożem i ułożono na białej bibule filtracyjnej. Ciemnienie tychże bulw oceniano po 10 minutach i po 24 godzinach od przekięcia, według 9°, barwnej skali duńskiej, oddzielnie dla części wierzchołkowej i stolonowej. Ocenę ciemnienia miąszu bulw surowych i gotowanych, jak i ocenę sensoryczną bulw ziemniaka wykonano w Laboratorium Pracowni Towaroznawstwa Produktów Roślinnych w Lublinie, w oparciu o metodykę przyjętą przez Europejskie Stowarzyszenie do Badań nad Ziemniakiem (EAPR), a opracowaną w formie instrukcji Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie [Roztropowicz i in. 1999].

Ocenę sensoryczną bulw, z uwagi na barwę, smak, zapach i skłonność do rozgotowywania przeprowadzono po ich uprzednim ugotowaniu. Oceniano najpierw zapach, a następnie, po wyjęciu bulw na tacę, każdy z sześciu członków komisji, przebadanej pod względem predyspozycji sensorycznych, zgodnie z PN-ISO [1998a, 1998b], ocenił następujące cechy: smak, barwę, tendencję do rozgotowywania – w skali 9° [Roztropowicz i in. 1999]. Obliczenia statystyczne oparto na analizie wariancji (ANOVA) i wielokrotnych testach t-Tukeya (SAS 9.2 2008).

Warunki termiczno-wilgotnościowe, w okresie wegetacji ziemniaka w poszczególnych latach badań były zróżnicowane. Lata 2012–2014 charakteryzowały się wyższymi temperaturami powietrza w okresie wegetacji od średniej z wielolecia. 2012 rok określono, jako wilgotny, 2013 jako przeciętny pod względem opadów, zaś 2014 rok, o niskiej sumie opadów w czerwcu (rys. 1).



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka wg stacji meteorologicznej IMGW w Dukli

Fig. 1. Rainfalls and air temperature during the growing period of potatoes according to the meteorological station of IMGW in Dukla

WYNIKI I DYSKUSJA

Po 10 minutach od przekrojenia bulwy badanych odmian nie różniły się istotnie stopniem ciemnienia po zbiorze. Czas przechowywania wpłynął natomiast istotnie na pociemnienie miąższu bulw (8,8° – bezpośrednio po zbiorze oraz 7,5° – po przechowywaniu) (tab. 1). Czynnikiem decydującym o ciemnieniu miąższu bulw surowych po przechowaniu były właściwości badanych odmian, jak i sam proces przechowywania. Najjaśniejszą barwą miąższu, po 4 godzinach od przecięcia, odznaczała się odmiana Denar, najciemniejszą zaś – Lord. Odmiana Amerykany nie różniła się stopniem ciemnienia miąższu od odmiany Lord, ale wykazała się istotnie wyższym ciemnieniem niż odmiana Denar.

Tabela 1. Wpływ odmian i przechowywania na ciemnienie surowego miąższu bulw ziemniaka (skala 9°), średnia lat 2012–2014

Table 1. Effect of cultivars and storage on the raw flesh darkening of potato tubers (9° scale), mean for 2012–2014

Obiekty Objects	Ciemnienie po 10 minutach Darkening after 10 minutes			Ciemnienie po 4 godzinach Darkening after 4 hours		
	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean
Amerykany	8,8	7,5	8,2	6,6	6,4	6,5
Lord	8,7	7,4	8,1	6,4	6,1	6,3
Denar	9,0	7,7	8,4	7,1	6,9	7,0
Średnia – Mean	8,8	7,5	8,2	6,7	6,5	6,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	a – 0,3; b – 0,4; a x b – r.n.			a – 0,2; b – 0,3; a x b – r.n.		

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: a – przechowywanie – storage (A – po zbiorze – after harvest, B – po przechowywaniu – after storage); b – odmiany – cultivars; r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Czas przechowania wpłynął istotnie ujemnie na ciemnienie miąższu bulw surowych ocenianych po 4 godzinach. Mniejszym ciemnieniem miąższu odznaczały się bulwy oceniane bezpośrednio po zbiorze (tab. 1). W opinii Czerko [2012], skłonność do ciemnienia zwiększa się w miarę przechowywania, a wzrost ten jest większy w bulwach składowanych w niskich temperaturach. Keutgen i in. [2014], sugerują, że procesy ciemnienia są bezpośrednio związane z zawartością kwasu askorbinowego, związków polifenolowych ogółem, jak i suchej masy oraz skrobi, w zależności od sposobu pomiaru tego procesu, jak i przyczyn jego powstawania (ciemnienie enzymatyczne bulw surowych i nieenzymatyczne bulw ugotowanych). Podobnie Haase i in. [2007] stwierdził wpływ kwasu askorbinowego na potencjał oksydacyjny ziemniaka. Zdaniem Lacy i Huffman [2016] jest to związane z hamowaniem reakcji ciemnienia poprzez redukcję produktów rozpadu związków fenolowych, które z kolei nie mogą zostać przekształcone do melanin powodujących przebarwienia bulw.

Skłonność do ciemnienia miąższu bulw surowych jest cechą wynikającą również ze zmienności środowiskowej. Bombik i in. [2003a] oraz Grudzińska i Zgórska [2006] wykazali wpływ warunków meteorologicznych na ciemnienie miąższu bulw. Badania Sawickiej [2000] oraz

Kołodziejczyk i in. [2005] dowodzą, że lata suche i ciepłe sprzyjają zachowaniu jasnej barwy miąższu bulw. Według Dmowskiego i in. [2004] oraz Boguszeńskiej [2007] duża ilość opadów powoduje wzrost koncentracji azotanów i przyczynia się do większej skłonności miąższu bulw do ciemnienia. Potwierdzają to również badania własne, gdzie największy stopień ciemnienia miąższu bulw surowych, w obu terminach oznaczeń zaobserwowano w 2012 roku, sklasyfikowanym, jako rok wilgotny, zaś najmniejsze ciemnienie odnotowano w 2014 roku, który charakteryzował się niską sumą opadów w czerwcu, okresie tuberyzacji ziemniaka (tab. 2).

Tabela 2. Wpływ przechowywania i lat na ciemnienie miąższu bulw surowych ziemniaka (skala 9°)
Table 2. Effect of storage and years on the darkening of potato tubers flesh (9° scale)

Lata Years	Ciemnienie po 10 minutach Darkening after 10 minutes			Ciemnienie po 4 godzinach Darkening after 4 hours		
	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean
2012	8,7	7,2	8,0	7,0	5,7	6,4
2013	8,8	7,5	8,2	7,2	5,8	6,5
2014	9,0	7,9	8,5	7,5	6,3	6,9
Średnia – Mean	8,8	7,5	8,2	7,2	5,9	6,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	a – 0,3; b – 0,4; a x b – r.n.			a – 0,2; b – 0,3; a x b – r.n		

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: a – przechowywanie – storage (A – po zbiorze – after harvest, B – po przechowywaniu – after storage); b – lata – years; r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Sawicka [1991] sugeruje, że intensywność ciemnienia bulw surowych jest determinowana głównie współdziałaniem odmian i lat (w 61,2%). Znacznie mniejszy udział w zmienności fenotypowej tej cechy przypisuje warunkom atmosferycznym w latach badań (20,8%), a najmniejszy – cechom odmianowym (16,5%). Cechy te modyfikowały ciemnienie miąższu bulw gotowanych, zarówno w części wierzchołkowej, jak i stolonowej, po 10 minutach, jak i po 24 godzinach (tab. 3). W części wierzchołkowej i stolonowej bulw najjaśniejszą barwą miąższu, po 10 minutach oraz po 24 godzinach od ugotowania i to zarówno po zbiorach, jak i po przechowywaniu, odznaczała się odmiana Amerykany, następnie odmiana Denar, zaś największą skłonność do ciemnienia wykazała odmiana Lord (tab. 3). Wyniki badań własnych znajdują potwierdzenie w pracach innych autorów [Grudzińska i Zgórska 2006, Wang-Pruski i Nowak 2004, Zgórska 2005, Murnice i in. 2011]. Zdaniem Sawickiej [1991], która przeprowadziła 7 letnie badania na 34 odmianach ziemniaka, zmienność odmianowa stanowi 35,2 do 98,0% zmienności fenotypowej, w przypadku ciemnienia części wierzchołkowej i 12,0–32,4% – w części stolonowej bulw. W opinii Sawickiej i in. [2006], Zgórskiej i in. [2006], Leszczyńskiego [2000] oraz Leriche i Wang-Pruski [2009] jest to cecha wybitnie związana z odmianą. Badania Pobereźnego [2011] potwierdzają podatność na ciemnienie, tak enzymatyczne, jak i chemiczne bulw, zależnie od odmiany. Autor ten dowodzi też, że jest zależność skłonności bulw surowych i gotowanych do ciemnienia a późniejszą jakością frytek i chipsów, zarówno po zbiorach, jak i po 6 miesiącach przechowywania.

Tabela 3. Wpływ odmian i przechowywania na ciemnienie miąższu bulw gotowanych ziemniaka (skala 9°), średnia lat 2012–2014

Table 3. Effect of cultivars and storage on the darkening of cooking flash of potato tubers (9° scale), mean for 2012–2014

Obiekty Objects	Ciemnienie po 10 minutach Darkening after 10 minutes						Ciemnienie po 24 godzinach Darkening after 24 hours					
	Część wierzchołkowa Apical part			Część stolonowa Stolon part			Część wierzchołkowa Apical part			Część stolonowa Stolon part		
	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean
Amerykany	8,8	8,5	8,7	8,6	8,3	8,5	8,2	7,8	8,0	7,6	7,2	7,4
Lord	8,2	8,0	8,1	8,0	7,6	7,8	7,4	7,0	7,2	7,2	6,5	6,9
Denar	8,4	8,1	8,3	8,1	7,6	7,8	7,6	7,1	7,4	7,3	6,6	7,0
Średnia – Mean	8,5	8,2	8,3	8,2	7,8	8,0	7,7	7,3	7,5	7,4	6,8	7,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	a – 0,3; B – 0,4; a x b – r.n			a – 0,2; b – 0,4 a x b – r.n.			a – 0,2; b – 0,3 a x b – r.n			a – 0,2; b – 0,3 a x b – r.n.		

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: a – przechowywanie – storage (A – po zbiorze – after harvest, B – po przechowywaniu – after storage); b – odmiany – cultivars; r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Długotrwałe przechowywanie pogorszyło istotnie jakość bulw gotowanych poprzez pociemnienie miąższu, tak w części wierzchołkowej, jak i stolonowej. Potwierdzają to badania Van Dijk i in. [2002], Rivero i in. [2003], Sawickiej i in. [2006], Thybo i in. [2006] oraz Pobereżnego [2011]. Rozważając wpływ warunków pogodowych na ciemnienie miąższu bulw gotowanych podczas przechowywania i to, zarówno w części stolonowej, jak i wierzchołkowej stwierdzono, że najjaśniejszą barwę miąższu bulw gotowanych, w obu terminach oznaczeń, zaobserwowano w 2014 roku, który charakteryzował się małą ilością opadów w czerwcu i sierpniu, zaś największym ciemnieniem miąższu odznaczały się bulwy w wilgotnym, 2012 roku (tab. 4). Potwierdzają to badania Marksa [2009] oraz Sawickiej [1991, 2000], gdyż w latach ciepłych i suchych, o dużym nasłonecznieniu bulwy ziemniaka zawierają więcej skrobi i są mniej podatne na ciemnienie miąższu bulw gotowanych.

Badane odmiany wykazały podobną reakcję, w postaci zmian nasilenia ciemnienia miąższu bulw gotowanych, na przechowywanie bulw. Zdanie na ten temat podzielają również Zgórska [2005], Zgórska i in. [2006], Zgórska i Grudzińska [2012], Keutgen i in. [2014]. Bombik i in. [2003b], Haase i in. [2007], Knowles i in. [2009] oraz Czerko [2012] dowiedli natomiast interakcji odmian i przechowywania.

Długotrwałe przechowywanie pogarszało istotnie cechy kulinarne bulw ziemniaka, niezależnie od odmiany. Najlepszą smakowitością, zapachem i jednocześnie najmniejszą tendencją bulw do rozgotowywania odznaczały się bulwy odmiany Amerykany, najmniej korzystnymi tymi cechami cechowała się odmiana Lord. Najjaśniejszą barwą miąższu odznaczała się natomiast odmiana Denar, zwłaszcza bezpośrednio po zbiorze bulw (tab. 5). Istotną reakcję odmian na przechowywanie stwierdzono jedynie w przypadku tendencji bulw do rozgotowywania. Jedynie odmiana Denar nie reagowała pogorszeniem tej cechy na długotrwałe przechowywanie. Analizując oddziaływanie warunków pogodowych na cechy kulinarne ziemniaka

Tabela 4. Wpływ przechowywania i lat na ciemnienie miąższu bulw gotowanych (skala 9°)
Table 4. Effect of storage and years on the darkening of cooking flash of potato tubers (9° scale)

Obiekty Objects	Ciemnienie po 10 minutach Darkening after 10 minutes						Ciemnienie po 24 godzinach Darkening after 24 hours					
	Część wierzchołkowa Apical part			Część stolonowa Stolon part			Część wierzchołkowa Apical part			Część stolonowa Stolon part		
	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean
2012	8,3	8,0	8,2	8,0	7,6	7,8	7,3	6,7	7,0	7,1	6,5	6,8
2013	8,5	8,2	8,4	8,2	7,9	8,1	7,8	7,5	7,7	7,4	6,8	7,1
2014	8,6	8,4	8,5	8,5	8,0	8,3	8,1	7,7	7,9	7,6	7,0	7,3
Średnia – Mean	8,5	8,2	8,3	8,2	7,8	8,00	7,7	7,3	7,5	7,4	6,8	7,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	a – 0,3; b – 0,4 a x b – r.n.			a – 0,2; b – 0,4 a x b – r.n.			a – 0,2; b – 0,3 a x b – r.n.			a – 0,2; b – 0,3 a x b – r.n.		

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: a – przechowywanie – storage (A – po zbiorze – after harvest, B – po przechowywaniu – after storage); b – lata – years; r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Tabela 5. Wpływ odmian i przechowywania na właściwości kulinarne bulw ziemniaka (skala 9°), średnia lat 2012–2014

Table 5. Effect of cultivars and storage on the cooking properties of potato tubers (9° scale), mean for 2012–2014

Odmiany Cultivars	Smakowitość Taste			Zapach Flavour			Barwa miąższu Flesh colour			Tendencja bulw do rozgotowywania Tubers tendency to overcook		
	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean
Amerykany	8,1	6,9	7,5	8,6	7,3	8,0	7,9	4,5	6,2	7,8	6,9	7,4
Lord	7,6	6,4	7,0	7,8	6,9	7,4	8,9	4,9	6,9	7,3	6,0	6,7
Denar	7,9	7,0	7,5	8,1	7,2	7,7	9,0	5,0	7,0	7,1	6,8	7,0
Średnia – Mean	7,9	6,8	7,3	8,2	7,1	7,7	8,6	4,8	6,7	7,4	6,6	7,0
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	a – 0,3; b – 0,4 a x b – r.n.			a – 0,3; b – 0,5 a x b – r.n.			a – 0,2; b – 0,3 a x b – r.n.			a – 0,3; b – 0,4 a x b – 0,8		

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: a – przechowywanie – storage (A – po zbiorze – after harvest, B – po przechowywaniu – after storage); b – odmiany – cultivars; r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

zaobserwowano, że najlepszymi właściwościami kulinarnymi charakteryzowały się bulwy zebrane w ciepłym i przeciętnym, pod względem wilgotnościowym, 2014 roku, a najgorszą smakowitość i barwę miały bulwy ze zbioru w 2012, wilgotnym roku (tab. 6). W tym samym roku bulwy cechowały się najmniejszą tendencją do rozgotowywania, największą zaś – w 2014, suchym roku. Podobne wyniki uzyskał Kołodziejczyk [2014] oraz Zarzecka i in. [2011], gdzie najlepszą smakowitością i najmniejszą tendencją do rozgotowywania odznaczały się bulwy zebrane w latach ciepłych i przeciętnych pod względem opadów.

Tabela 6. Wpływ lat i przechowywania na właściwości kulinarne bulw ziemniaka (skala 9°), średnia lat 2012–2014

Table 6. Effect of years and storage on the cooking properties of potato tubers (9° scale), mean for 2012–2014

Lata Years	Smakowitość Taste			Zapach Flavour			Barwa miąższu Flesh colour			Tendencja bulw do rozgotowywania Tubers tendency to overcook		
	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean
2012	7,8	5,6	6,7	8,4	7,1	7,8	8,2	4,3	6,3	7,8	7,4	7,6
2013	7,6	7,4	7,5	7,8	6,9	7,4	8,9	4,9	6,9	7,6	5,9	6,8
2014	8,2	7,4	7,8	8,3	7,4	7,9	8,7	5,1	6,9	6,9	6,2	6,6
Średnia – Mean	7,9	6,8	7,3	8,2	7,1	7,7	8,6	4,8	6,7	7,4	6,5	7,0
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	a – 0,3; b – 0,4 a x b – r.n.			a – 0,3; b – 0,5 a x b – r.n.			a – 0,2; b – 0,3 a x b – r.n.			a – 0,3; b – 0,4 a x b – 0,8		

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: a – przechowywanie – storage (A – po zbiorze – after harvest, B – po przechowywaniu – after storage); b – lata – years; r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Współdziałanie warunków pogodowych i długotrwałego przechowywania obserwowano w przypadku smakowitości, w latach skrajnych od względem opadów, zaś w przypadku tendencji do rozgotowywania bulw – tylko w przeciętnym, pod względem opadów, jak i temperatury powietrza, 2013 roku.

WNIOSKI

1. Czas 8 miesięcznego przechowywania istotnie wpłynął na ciemnienie miąższu bulw surowych, jak również po ugotowaniu. Najjaśniejszą barwą miąższu bulw surowych, po 4 godzinach od przecięcia, odznaczała się odmiana Denar, najciemniejszą zaś – Lord, zaś odmiana Amerykany wykazała najmniejszą skłonność do ciemnienia bulw gotowanych po 10 minutach oraz po 24 godzinach, zarówno w części wierzchołkowej, jak i stolonowej.
2. Cechy kulinarne uległy istotnemu pogorszeniu po 8-miesięcznym okresie przechowywania. Jedynie odmiana Denar nie reagowała pogorszeniem rozgotowywania na długotrwałe przechowywanie.

3. Cechy odmianowe bulw ziemniaka modyfikowały właściwości kulinarne ziemniaka. Najlepszym smakiem, zapachem i najmniejszą tendencją do rozgotowywania charakteryzowała się odmiana Amerykany, zaś najlepszą barwą miąższu odznaczała się odmiana Denar.
4. Pogoda słoneczna i sucha bardziej sprzyjała zachowaniu jasnej barwy miąższu bulw surowych oraz gotowanych we wszystkich terminach oznaczeń, natomiast nadmiar opadów powodował pociemnienie miąższu.
5. Warunki pogodowe decydowały w istotnym stopniu o jakości kulinarnej bulw. Najlepszą smakowitość, zapach i barwę bulw uzyskano w suchym i słonecznym roku, zaś najmniejszą tendencję do rozgotowywania bulw – w roku wilgotnym.

PIŚMIENNICTWO

- Boguszewska D. 2007. Wpływ niedoboru wody na zawartość wybranych składników chemicznych w bulwach ziemniaka. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 5(54): 93–101.
- Bombik A., Stankiewicz C., Starczewski J. 2003a. Interakcja genotypowo środowiskowa w ocenie wybranych cech jakości ziemniaka. *Biul. IHAR* 226/227(2): 539–546.
- Bombik A., Wolska A., Markowska M. 2003b. Zastosowanie komponentów wariacyjnych do oceny zmienności cech jakości ziemniaka jadalnego w sieci handlowej Siedlec. *Fragm. Agron.* 20(1): 18–26.
- Czerko Z. 2012. Technologia przechowywania oraz ograniczenie strat ilościowych i jakościowych podczas przechowywania. W: *Produkcja i rynek ziemniaka* (red. J. Chotkowski). Wieś Jutra, Warszawa: 287–323.
- Dmowski L., Nowak L., Chmura K. 2004. Reakcja odmian ziemniaka o różnej długości wegetacji na zróżnicowane warunki wodno-nawozowe. *Biul. IHAR* 232: 141–148.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2006. Ciemnienie enzymatyczne miążgi bulw ziemniaka w zależności od odmiany. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 579–584.
- Haase T., Schüler C., Haase N.U., Heß J. 2007. Suitability of organic potatoes for industrial processing: effect of agronomical measures on selected quality parameters at harvest and after storage. *Potato Res.* 50: 115–141.
- Hamouz K., Lachman J., Dvořák P., Pivec V. 2005. The effect of ecological growing on the potatoes yield and quality. *Plant Soil Environ.* 51: 397–402.
- Keutgen A.J., Pobereżny J., Wszelaczyńska E., Murawska B., Spychaj-Fabisiak E. 2014. Wpływ przechowywania na procesy ciemnienia bulw ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) i ich właściwości prozdrowotne. *Inż. Aparat. Chem.* 53(2): 86–88.
- Knowles N.R., Diskill J.E.P., Knowles L.O. 2009. Sweetening response of potato tubers of different maturity to conventional and nonconventional storage temperature regime. *Postharvest Biol. Technol.* 52: 49–61.
- Kołodziejczyk M. 2014. Wpływ warunków opadowo-termicznych na skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 69(3): 1–10.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Marks N., Krzysztofik B. 2005. Oddziaływanie rodzaju nawożenia i typu gleby na ciemnienie miąższu bulw średnio wczesnych odmian ziemniaka. *Pam. Puł.* 139: 65–74.
- Lacy K., Huffman W.E. 2016. Consumer demand for potato products and willingness-to-pay for low-acrylamide, sulfite-free fresh potatoes and dices: evidence from lab auctions. *J. Agric. Resource Econ.* 41: 116–137.
- Leriche E.L., Wang-Pruski G. 2009. Distribution of elements in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers and their relationship to after-cooking darkening. *Hort. Sci.* 44: 1866–1873.
- Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność* 4(25), Supl: 5–27.
- Marks N. 2009. Mechaniczne uszkodzenia bulw ziemniaka. *Wyd. Pol. Tow. Inż. Rol. Kraków*: ss. 117.
- Murnice I., Karklina D., Galoburda R., Santare D., Skrabule I., Costa H.S. 2011. Nutritional composition of freshly harvested and stored Latvian potato varieties depending on traditional cooking methods. *J. Food Comp. Analys.* 24: 699–710.

- PN-ISO Analiza sensoryczna – Metodologia – Wytyczne ogólne: 1998a., PN-ISO 6658, ss. 21.
- PN-ISO. Analiza sensoryczna – Metodologia – Metoda sprawdzania wrażliwości smakowej.: 1998b, PN-ISO 3972, ss. 12.
- Pobereźny J. 2011. Effect of physicochemical properties of starch on the tendency of potato tuber flesh to darkening and the processed product quality. *Starch/Stärke* 63: 106–116.
- Rivero C.R., Rodriguez R.E., Diaz R.C. 2003. Effects of current storage conditions on nutrient retention in several varieties of potatoes from Tenerife. *J. Food Chem.* 80: 445–450.
- Roztropowicz S, Czerko Z, Głuska A, Goliszewski W, Gruczek T, Lis B. 1999. Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. *Jadwisin: Wyd. IHAR*: ss. 50.
- SAS® 9.2 (TS1M0) System Requirements, Foundation for AIXk 2.10. 2008.
- Sawicka B. 1991. Próba ustalenia wpływu niektórych czynników środowiska i zabiegów agrotechnicznych na ciemnienie miąższu bulw ziemniaka. *Biul. IHAR* 179: 67–75.
- Sawicka B. 2000. Wpływ technologii produkcji na jakość bulw ziemniaka. *Pam. Puł.* 120: 391–401.
- Sawicka B., Halim H.S., Noema A.H. 2015. The role of Nutrition in the Healthy Lifestyle/ Rola żywienia w Zdrowym Stylu Życia. 4.1. Functional Food in creating the healthy lifestyle. In: *Promotion of Healthy lifestyle in European Countries*. Sawicki B. (ed.). University of Life Science in Lublin, 441–463.
- Sawicka B., Kuś J., Barbaś P. 2006. Ciemnienie miąższu bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu uprawy. *Pam. Puł.* 142: 445–457.
- Thybo A.K., Christansen J., Kaack K., Petersen M.A. 2006. Effect of cultivars, wound healing and storage on sensory quality and chemical components in pre-peeled potatoes. *Lebensmittelwiss Technol.* 39: 166–176.
- Van Dijk C., Fischen M., Beekhuizen J.G., Stolle-Smits M. 2002. Texture of cooked potatoes (*Solanum tuberosum*). I. Relationship between dry matter content, sensory-perceived texture and near infrared spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.* 50: 5082–5088.
- Wang-Pruski G., Nowak J. 2004. Potato after-cooking darkening. *Am J. Potato Res.* 81: 7–16.
- Zarzecka K., Zadrozniak B., Gugala M. 2011. Wpływ insektycydów na cechy konsumpcyjne bulw. *Fragm. Agron.* 28(3): 129–138.
- Zgórska K. 2004. Wymagania jakościowe wobec odmian ziemniaka do przetwórstwa spożywczego. *Ziemniak Pol.* 4: 26–28.
- Zgórska K. 2005. Zmiany cech technologicznych bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Ziemniak Pol.* 4: 26–28.
- Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M. 2006. Wpływ warunków przechowywania na niektóre cechy kulinarne i technologiczne bulw wybranych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 567–578.
- Zgórska K., Grudzińska M. 2012. Zmiany wybranych cech jakości bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Acta Agrophys.* 19: 203–214.

B. KROCHMAL-MARZAK, B. SAWICKA, A. KIELTYKA-DADASIEWICZ, B. BIENIA

INFLUENCE OF STORAGE AND CLIMATIC CONDITIONS ON THE QUALITY TUBER FLESH POTATO CULTIVATED IN THE ORGANIC SYSTEM

Summary

The study was conducted from 2012–2014 in Solina (44°33' N, 18°41' E) at the altitude of 272 m.a.s.l. Based on the field experiment, a storage case study was carried out. The study objects were 3 ware potato cultivars (American, Lord and Denar). The propagating material of the Lord and Denar cultivars were class C/A seed potatoes and the propagating material of the American cultivar was non-certified, but regionally reproduced at an ecological farm in Glinik Dolny, Strzyżowski district, under the conditions of seed production. The following features were evaluated: taste, odour, colour, overcooking tendency and flesh darkening in raw and cooked tubers directly after harvest and after 8 months of storage, according

to standard methods. The cultivars under study were not significantly different in terms of darkening rate after harvest, whereas long-term storage decreased the eating quality of tubers and resulted in flesh darkening in raw and cooked tubers in the head and stolon area. The culinary quality, including flesh darkening tendency in raw tubers, also resulted from the meteorological conditions in the potato vegetation period and was conditional upon genetic features of the potato cultivars under study.

Key words: potato, darkening, cultivars, storage, climatic conditions, cooking properties

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 30.05.2016

Do cytowania – *For citation*:

Krochmal-Marczak B., Sawicka B., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Bienia B. 2016. Wpływ przechowywania oraz warunków meteorologicznych na jakość miąższu bulw ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym. *Fragm. Agron.* 33(2): 44–54.