

THE INFLUENCE OF HOT WATER TREATMENT ON THE INCIDENCE OF POSTHARVEST DISEASES AND QUALITY OF APPLES

Summary

The study was conducted in the years 2009-2012 in a certified organic orchard belonging to the Research Institute of Horticulture in Skierniewice. Apples of two cultivars `Topaz` and `Pinova` after harvest were dipped in hot water (48-49°C) for 2 min. and stored under normal storage conditions (2°C) for 4 and 6 months. After storage the incidence of storage diseases and quality of apples were estimated. It was found that the main disease affecting apples was bull's eye rot (*Pezicula* spp.). The hot water treatment significantly reduced this disease on the apples of both cultivars (efficacy of 75-100% after 4 months of storage). There was no effect of postharvest hot water treatment on the fruit quality (as firmness, total soluble solids and acidity) both after storage and shelf life.

Key words: apples; varieties; water; temperature; quality; storage illnesses; experimentation

WPŁYW TRAKTOWANIA JABŁEK GORĄCĄ WODĄ NA ICH JAKOŚĆ I WYSTĘPOWANIE CHORÓB PRZECHOWALNICZYCH

Streszczenie

W latach 2009-2012 prowadzono w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach badania nad możliwością ograniczenia występowania chorób przechowalniczych jabłek dwóch odmian – `Pinova` i `Topaz` – przydatnych do uprawy ekologicznej, jednak bardzo podatnych na choroby przechowalnicze. Owoce po zbiorze zanurzano w gorącej wodzie o temperaturze 48-49°C przez 2 minuty, a następnie przechowywano w chłodni zwykłej w temperaturze 2°C. Po przechowaniu oceniono występowanie chorób przechowalniczych i cechy jakościowe jabłek. Stwierdzono, że główną chorobą, jaka wystąpiła na jabłkach obu odmian, pochodzących z sadu ekologicznego, była gorzka zgnilizna jabłek (*Pezicula* spp.). Traktowanie owoców gorącą wodą istotnie ograniczyło nasilenie tej choroby; efektywność zabiegu była bardzo wysoka (75-100%) po 4 miesiącach przechowywania. Traktowanie owoców gorącą wodą nie pogorszyło ich jakości, wyrażonej zawartością ekstraktu, jędrnością miąższu i kwasowością, ani po przechowaniu, ani po symulowanym obrocie handlowym.

Słowa kluczowe: jabłka; odmiany; woda; temperatura; jakość; choroby przechowalnicze; badania

1. Wstęp

Ochrona roślin przed chorobami w rolnictwie ekologicznym jest trudna ze względu na duże ograniczenia stosowania chemicznych środków ochrony roślin. W związku z tym decydujący wpływ na powodzenie produkcji ekologicznej ma uprawa odmian odpornych lub mało podatnych na choroby. W przypadku jabłoni dysponujemy licznymi odmianami odpornymi na najgroźniejszą chorobę w naszych warunkach klimatycznych, jaką jest parch jabłoni (*Venturia inaequalis*). Większość tych odmian, to odmiany późne, których owoce można by przechować przez wiele miesięcy i mogłyby być dostępne na rynku aż do wiosny. Niestety wiele odmian parchoodpornych jest podatnych na choroby przechowalnicze, a szczególnie na gorzką zgniliznę (*Pezicula* spp.) [2], która limituje możliwość długiego przechowywania jabłek. Ochrona jabłoni przed tą chorobą, w sadach konwencjonalnych oraz prowadzonych zgodnie z zasadami integrowanej produkcji, polega na kilkakrotnym opryskiwaniu drzew przed zbiorem jabłek syntetycznymi środkami ochrony roślin. Dozwolone do użycia w sadach ekologicznych preparaty zawierające miedź i siarkę nie są skuteczne w zapobieganiu gorzkiej zgniliznie. Z kolei możliwe do zastosowania preparaty biologiczne, zawierające pożyteczne bakterie lub grzyby, są skuteczne w ograniczaniu tzw. chorób przyrannych (np. mokra zgnilizna jabłek) natomiast są mało skuteczne w ograniczaniu gorzkiej zgnilizny [4].

Jedną z możliwych do zastosowania, nie chemicznych metod ochrony jabłek przed chorobami jest termoterapia, polegająca na traktowaniu zebranych owoców gorącym powietrzem lub wodą, przed umieszczeniem ich w chłodni. Przydatność tej metody do ograniczania rozwoju gorzkiej zgnilizny jabłek stwierdzono już w 1964 roku [5], jednak nie znalazła ona szerszego zastosowania w praktyce z powodu dynamicznego rozwoju przemysłu fitofarmaceutycznego dostarczającego łatwe do użycia, syntetyczne fungicydy. Obecnie obserwuje się wzrost zainteresowania tą metodą, szczególnie w odniesieniu do sadów ekologicznych [10, 11, 16]

Termoterapia jest stosowana w różnych działach produkcji roślinnej np. w celu eliminacji szkodników magazynowych, uwalniania materiału roślinnego od wirusów czy szkodników. W zależności od rodzaju materiału roślinnego i celu termoterapii stosuje się różną temperaturę i czas traktowania [6, 7, 8, 15]. W przypadku jabłek, o delikatnej skórce, nieodpowiedni dobór parametrów zabiegu może skutkować albo słabą efektywnością albo fitotoksycznością dla owoców [11, 16].

Celem badań było określenie efektywności traktowania jabłek gorącą wodą po zbiorze w ograniczaniu występowania chorób przechowalniczych oraz wpływu tego zabiegu na jakość jabłek po przechowaniu. Oceniano jędrność miąższu, zawartość ekstraktu i kwasowość, odpowiedzialne za smakowitość owoców oraz trwałość przechowalniczą.

2. Materiał i metody

Badania prowadzono w ciągu trzech sezonów przechowalniczych (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012) na jabłkach odmian bardzo podatnych na gorzką zgniliznę – `Pinova` i `Topaz` – pochodzących z certyfikowanego sadu ekologicznego w Nowym Dworze-Parceli, należącym do Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Program ochrony jabłoni przed chorobami w tym sadzie obejmował corocznie 2-3 zabiegi preparatem miedziowym, wykonane do kwitnienia jabłoni i 2 zabiegi preparatem siarkowym wykonane w czerwcu. Dodatkowo do badań włączono jabłka pochodzące z sadu stosującego zasady Integrowanej Produkcji, w którym stosowano dozwolone środki ochrony z wyłączeniem zabiegów przeciwko chorobom przechowalniczym wykonywanych w okresie 1,5 miesiąca przed zbiorem. Jabłka zbierano w optymalnym terminie wyznaczonym na podstawie próby skrobiowej, a następnego dnia zanurzano w wodzie o temperaturze 48-49°C przez 2 minuty. Temperatura wody i czas traktowania były ustalone na podstawie wcześniejszych doświadczeń własnych. Kombinację kontrolną stanowiły jabłka suche, niezanurzone w wodzie. Owoce umieszczano w plastikowych siatkach, a następnie w zbiorniku z gorącą wodą (o pojemności około 100 litrów) wyposażonym w grzałki i termostat. Owoce po traktowaniu przekładano delikatnie do skrzynek. Każda kombinacja obejmowała 4 skrzynki (po 60 owoców `Topaz` lub 80 `Pinova` w każdej). W sezonie 2011/2012 użyto większego zbiornika, o pojemności około 800 litrów, umożliwiającego zanurzanie owoców w skrzynkach plastikowych, bez ich przekładania i narażenia na uszkodzenia skórki. W tym sezonie przeprowadzono również dodatkowe doświadczenie obejmujące 3 kombinacje: 1. zanurzanie jabłek w gorącej wodzie (48-49°C przez 2 minuty), 2. zanurzanie jabłek w wodzie wodociągowej (ok. 25°C przez 2 minuty), 3. owoce suche - niezanurzone. Każda kombinacja składała się z 15 powtórzeń, które stanowiła 1 skrzynka jabłek odmiany `Pinova`.

Wszystkie owoce traktowane wodą i kontrolne umieszczano w chłodni zwykłej w temperaturze 2°C i wilgotności względnej powietrza około 90%. Po 4 i 6 miesiącach przechowywania oceniano występowanie chorób licząc owoce z objawami i zdrowe.

Po zakończeniu przechowywania, a w sezonie 2010/2011 także w czasie zbioru jabłek, oceniono ich jakość oznaczając zawartość ekstraktu, kwasowość i jędrność miąższu. Zawartość ekstraktu oznaczano przy użyciu refraktometru cyfrowego Atago PR-101 (ATAGO, Japonia). Pomiar wykonano w świeżo wyciśniętym soku z każdego owocu, wynik wyrażono w procentach [%]. Kwasowość owoców oznaczano metodą miareczkową wykorzystując tytrator DL 50 Graphix (Mettler Toledo, Szwajcaria). Pomiar przeprowadzono w soku, metodą polegającą na miareczkowaniu 0,1 N roztworem wodorotlenku sodu (NaOH) określonej objętości soku, do osiągnięcia wartości pH 8,1. Wynik wyrażono w procentach w przeliczeniu na kwas jabłkowy [%]. Jędrność miąższu owoców oznaczano przy użyciu jędrnościomierza EPT1R (Kelowna BC, Kanada) wyposażonego w standardowy trzpień Magnessa-Taylor (o średnicy 11 mm). Pomiar wykonano z dwóch stron każdego owocu po uprzednim ścięciu skórki, wbijając trzpień w miąższ na głębokość 8,7 mm. Wyniki pomiarów wyrażono w kilogramach siły [kG]. Pomiar wykonano bezpośrednio po wyjęciu owoców z chłodni oraz po dodatkowych 7 dniach przetrzymania w temperaturze +18°C

(symulowany obrót towarowy - SOT).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji R.A. Fischera. Wartości procentowe transformowano według Blissa. Do oceny różnic między średnimi użyto testu Duncana, przyjmując poziom istotności 5%.

3. Wyniki i dyskusja

Na podstawie obserwacji prowadzonych w ciągu trzech sezonów przechowalniczych stwierdzono, że największe zagrożenie dla jabłek `Pinova` i `Topaz` pochodzących z sadu ekologicznego (EKO) stanowiła gorzka zgnilizna jabłek (*Pezicula* spp.). Straty owoców z powodu wystąpienia tej choroby były bardzo duże zwłaszcza po 6 miesiącach przechowywania (tab. 1). Natomiast nasilenie choroby na jabłkach tej samej odmiany z sadu IPO było niższe. Generalnie, niezależnie od technologii uprawy, porażenie jabłek przez *Pezicula* spp. w sezonie 2010/2011 było znacznie wyższe niż w pozostałych latach. Było to spowodowane bardzo sprzyjającymi infekcji jabłek warunkami pogodowymi, a zwłaszcza silnymi opadami deszczu, jakie wystąpiły w tym sezonie w okresie przedzbiorczym (123 mm w sierpniu i 100 mm we wrześniu). Inne choroby przechowalnicze, jak szara pleśń (*Botrytis cinerea*), mokra zgnilizna (*Penicillium expansum*) czy brunatna zgnilizna (*Monilinia fructigena*) występowały w bardzo małym nasileniu w ciągu 3 sezonów przechowalniczych (dane nie zamieszczone). O dużym udziale gorzkiej zgnilizny wśród chorób występujących na jabłkach z sadów ekologicznych informowali także inni autorzy [3, 9, 11, 16].

Efektywność pozbiorczego traktowania jabłek gorącą wodą była bardzo duża i po 4 miesiącach przechowywania wynosiła 75-100% (tab. 1). Po dłuższym okresie przechowywania efektywność obniżała się, szczególnie w sezonie 2010/2011, kiedy presja choroby była bardzo duża. Spadek efektywności był niższy w przypadku jabłek pochodzących z sadu IPO. Zastosowane parametry zabiegu (temperatura 48-49°C i czas zanurzania 2 minuty) były bezpieczne dla jabłek obu ocenianych odmian. We wcześniejszych, wstępnych badaniach własnych stwierdzono, że temperatura wody 52°C (2 minuty) powodowała oparzenia skórki jabłek odmian `Rajka`, `Free Redstar`, `Melfree` i `Topaz` (Bryk, dane niepublikowane) oraz `Szampion`, `Topaz` i `Golden Delicious` (Rutkowski, dane niepublikowane). Maxin i in. [11] stwierdzili, że efektywność zwalczania gorzkiej zgnilizny jabłek `Ingrid Marie` zależała proporcjonalnie od czasu traktowania (1-3 minuty) i temperatury wody (49-53°C), jednak przy wyższej temperaturze następowało uszkodzenie owoców (np. przy 53°C około 33% uszkodzonych jabłek `Pinova`). Podobne wyniki uzyskali Trapman i in. [16] odnośnie czasu traktowania jabłek `Pinova` – im dłuższy czas, tym większa efektywność, ale traktowanie jabłek przez 3 minuty powodowało uszkodzenie 10% owoców, a przez 4,5 minuty aż 26% owoców.

Po zanurzeniu jabłek w wodzie wodociągowej nastąpił wyraźny wzrost nasilenia gorzkiej zgnilizny jabłek (tab. 2) prawdopodobnie na skutek stymulowania rozwoju grzybów na powierzchni mokrych jabłek. Jest to wyraźny dowód, że czynnikiem ograniczającym rozwój chorób jest wysoka temperatura. Wyjaśnienie sposobu tego działania było przedmiotem wielu badań. Stwierdzono, że pod wpływem temperatury następowało zabijanie lub uszkodzanie struktur infekcyjnych grzybów obecnych na/w owocach [12]. Ponadto stwierdzono indukcję

zmian strukturalnych w epikutikularnych woskach znajdujących się na powierzchni owoców oraz wzrost ilości związków podobnych do ligniny w skórce owoców [14].

Duży wpływ na skuteczność metody w ograniczaniu gnicia owoców ma jakość jabłek użytych do zabiegu. Zależność taką zauważono we wstępnych badaniach własnych prowadzonych w IO w sezonie 2006/2007 na małej próbie owoców. Z powodu słabego plonowania drzew i braku wystarczająco dużej ilości jabłek z Sadu Ekologicznego w Nowym Dworze-Parceli (założony w 2004 roku) wszystkie zebrane owoce oceniano pod wieloma względami (wielkość, występowanie chorób, uszkodzenia spowodowane żerowaniem szkodników).

Dopiero po wykonaniu tej oceny jabłka traktowano gorącą wodą i przechowywano. Po 4 miesiącach przechowywania nasilenie gorzkiej zgnilizny na jabłkach nietraktowanych gorącą wodą było średnie (pochodziły z młodych drzew) i wyraźnie zmalało po zabiegu (tab. 3). Po traktowaniu gorącą wodą jabłka były bardzo silnie zaatakowane mokrą zgnilizną powodowaną przez grzyb *Penicillium expansum*, wnikający do owoców przez uszkodzenia skórki. Prawdopodobnie pod wpływem kilkakrotnego przekładania jabłek powstały spękania skórki, które powiększyły się po traktowaniu wodą, co ułatwiło wnikanie zarodników grzyba i rozwój choroby.

Tab. 1. Wpływ zanurzania jabłek w gorącej wodzie po zbiorze na występowanie gorzkiej zgnilizny (*Pezicula* spp.) w czasie przechowywania

Table 1. Influence of hot water treatment of apples on the incidence of bull's eye rot (*Pezicula* spp.) during storage

Odmiana Cultivar	Po 4 miesiącach przechowywania After 4 months of storage			Po 6 miesiącach przechowywania After 6 months of storage		
	kontrola non-treated	gorąca woda hot water	efektywność %	kontrola non-treated	gorąca woda hot water	efektywność %
	% porażonych owoców % of affected fruits		effectiveness %	% porażonych owoców % of affected fruits		effectiveness %
2009/2010						
Pinova EKO*	4,8 b	0,1 a	97,9	23,1 b	2,2 a	90,5
Topaz EKO*	6,6 b	0,6 a	90,9	21,2 b	2,2 a	89,6
Topaz IPO*	3,6 b	0,0 a	100,0	31,4 b	3,1 a	90,1
2010/2011						
Pinova EKO	21,8 b	2,4 a	89,0	78,9 b	46,7 a	40,8
Topaz EKO	29,1 b	2,2 a	92,4	79,1 b	35,6 a	55,0
Pinova IPO	11,2 b	0,1 a	99,1	57,3 b	14,1 a	75,4
2011/2012						
Pinova EKO	4,8 b	0,4 a	91,7	40,3 b	7,0 a	82,6
Topaz EKO	4,4 b	1,1 a	75,0	21,1 b	12,0 a	43,1

*EKO- jabłka pochodzące z sadu ekologicznego, *IPO – z sadu stosującego zasady IPO / *EKO – apples from organic orchard, *IPO- from IPM orchard

Analiza statystyczna wykonana oddzielnie dla każdej odmiany i terminu oceny. Średnie w wierszach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności 5%. / Statistical analysis was performed separately for each cultivar and season; means followed by the same letter are not significantly different at $p=0.05$.

Tab. 2. Wpływ zanurzania w wodzie jabłek odm. `Pinova` po zbiorze na występowanie gorzkiej zgnilizny po 3 miesiącach przechowywania

Table 2. Influence of water treatment of `Pinova` apples on the incidence of bull's eye rot after 3 months of storage

Kombinacja Treatments	% porażonych jabłek % of affected apples	Efektywność (%) Effectiveness (%)
Jabłka nietraktowane (suche) / Apples non treated	8,44 b	-
Zanurzane w zimnej wodzie (25°C) / Cold water	13,81 c	0 (+ 63,6%)
Zanurzane w gorącej wodzie (48-49°C) / Hot water	2,81 a	66,7

Średnie w kolumnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności 5%.
Means followed by the same letter are not significantly different at $p=0.05$.

Tab. 3. Wpływ zanurzania jabłek z sadu ekologicznego w gorącej wodzie na występowanie chorób przechowalniczych w sezonie 2006/2007

Table 3. Influence of hot water treatment of apples from organic orchard on the incidence of storage diseases in 2006/2007 season

Odmiana Cultivar	Kombinacja Treatment	% jabłek z objawami gorzkiej zgnilizny % of affected apple by bull's eye rot	% jabłek z objawami mokrej zgnilizny % of affected apple by blue mold
`Topaz`	Kontrola / Non treated	8,1	2,7
	Gorąca woda / Hot water	3,3	32,8
`Pinova`	Kontrola / Non treated	8,0	7,0
	Gorąca woda / Hot water	0,0	60,5
`Melfree`	Kontrola / Non treated	3,5	4,7
	Gorąca woda / Hot water	0,0	47,4

Dane przedstawione w tab. 4-6 wskazują, że traktowanie owoców gorącą wodą w niewielkim stopniu wpływało na jędrność, kwasowość i zawartość ekstraktu w jabłkach badanych odmian. Pomimo, że w kilku przypadkach zaobserwowane istotne różnice, to nie zanotowano powtarzalnych zależności sezonowych i odmianowych. Istotny wzrost zawartości ekstraktu pod wpływem traktowania gorącą wodą stwierdzono tylko w sezonie 2009/2010. Również dane literaturowe wskazują, że traktowanie gorącą wodą w różny sposób wpływa na jakość jabłek. Maxin i in. [11] stwierdzili, że jabłka odmian 'Ingrid Marie', 'Elstar' i 'Pinova' po traktowaniu gorącą wodą były bardziej dojrzałe niż kontrolne. Skrzyński [13] wskazał na korzystny wpływ traktowania gorącą wodą na zawartość ekstraktu i utrzymanie jędrności jabłek odmiany 'Szampion'.

Z kolei Smith i Lay-Yee [15] wykazali nieznacznie korzystny wpływ traktowania gorącą wodą na jędrność jabłek odmiany 'Royal Gala' oraz brak istotnych różnic w zawartości ekstraktu i kwasowości owoców traktowanych i kontrolnych.

Poważnym ograniczeniem stosowania termoterapii na szerszą skalę jest pracochłonność i czasochłonność metody, ponieważ brakuje w kraju odpowiedniego sprzętu umożliwiającego zanurzenie większej partii jabłek. Za granicą powstały pierwsze urządzenia do tego celu. W Niemczech w rejonie Altes Land pozytywnie oceniono działanie czterech urządzeń wyprodukowanych przez Burg's Machinefabriek [11], natomiast we Francji badane jest urządzenie skonstruowane przez Xeda International [1].

Tab. 4. Cechy jakościowe jabłek w sezonie 2009/2010 po przechowaniu
Table 4. The quality of apples after storage. Season 2009/2010

Kombinacja / Treatment	Zawartość ekstraktu Total soluble solids (%)	Jędrność miąższu Firmness (kG)	Kwasowość Titratable acidity (%)
Pinova – EKO			
Kontrola, po przechowaniu / Control, after storage	16,00 ab	7,82 a	0,447 a
Gorąca woda, po przechowaniu / Hot water, after storage	15,70 ab	7,79 a	0,425 a
Kontrola, SOT* / Control, after shelf life	15,57 a	7,79 a	0,392 a
Gorąca woda, SOT / Hot water, after shelf life	16,30 b	7,54 a	0,404 a
Topaz – EKO			
Kontrola, po przechowaniu / Control, after storage	14,70 a	6,05 a	0,692 b
Gorąca woda, po przechowaniu / Hot water, after storage	15,27 b	6,38 ab	0,703 b
Kontrola, SOT / Control, after shelf life	14,80 a	6,26 ab	0,634 a
Gorąca woda, SOT / Hot water, after shelf life	14,73 a	6,52 b	0,631 a
Topaz – IPO			
Kontrola, po przechowaniu / Control, after storage	15,13 a	6,24 a	0,639 bc
Gorąca woda, po przechowaniu / Hot water, after storage	15,47 b	6,36 a	0,672 c
Kontrola, SOT / Control, after shelf life	14,97 a	6,25 a	0,576 ab
Gorąca woda, SOT / Hot water, after shelf life	15,13 a	6,24 a	0,536 a

*SOT – symulowany obrót towarowy. Analiza statystyczna wykonana oddzielnie dla każdej cechy i odmiany. Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności 5%.
Statistical analysis was performed separately for each parameter and cultivar; means followed by the same letter are not significantly different at $p=0.05$.

Tab. 5. Cechy jakościowe jabłek w sezonie 2010/2011 w czasie zbioru i po przechowaniu
Table 5. The quality of apples at harvest and after storage. Season 2010/2011

Kombinacja / Treatment	Zawartość ekstraktu Total soluble solids (%)	Jędrność miąższu Firmness (kG)	Kwasowość Titratable acidity (%)
Pinova – EKO			
Kontrola, zbiór / Control, at harvest	13,97 a	7,60 b	0,744 d
Kontrola, po przechowaniu / Control, after storage	14,60 ab	6,90 a	0,483 bc
Gorąca woda, po przechowaniu / Hot water, after storage	15,23 b	7,13 ab	0,497 c
Kontrola, SOT / Control, after shelf life	15,07 b	7,45 b	0,385 a
Gorąca woda, SOT / Hot water, after shelf life	15,23 b	7,41 ab	0,428 ab
Topaz – EKO			
Kontrola, zbiór / Control, at harvest	14,10 ab	8,61 c	1,17 c
Kontrola, po przechowaniu / Control, after storage	14,53 b	6,23 ab	0,67 b
Gorąca woda, po przechowaniu / Hot water, after storage	14,37 ab	6,18 ab	0,66 b
Kontrola, SOT / Control, after shelf life	13,97 a	6,28 b	0,60 a
Gorąca woda, SOT / Hot water, after shelf life	13,94 a	5,77 a	0,60 a
Pinova – IPO			
Kontrola, zbiór / Control, at harvest	13,79 a	7,84 c	0,779 b
Kontrola, po przechowaniu / Control, after storage	13,77 a	6,42 a	0,405 a
Gorąca woda, po przechowaniu / Hot water, after storage	13,93 a	6,50 ab	0,414 a
Kontrola, SOT / Control, after shelf life	13,73 a	6,54 ab	0,355 a
Gorąca woda, SOT / Hot water, after shelf life	14,17 a	6,68 b	0,390 a

Objaśnienia – jak tab. 4. / Explanation as table 4.

Tab. 6. Cechy jakościowe jabłek w sezonie 2011/2012
 Table 6. The quality of apples. Season 2011/2012

Kombinacja / Treatment	Zawartość ekstraktu Total soluble solids (%)	Jędrność miąższu Firmness (kG)	Kwasowość Titratable acidity (%)
Pinova – EKO			
Kontrola, po przechowaniu / Control, after storage	14,89 a	5,46 a	0,407 b
Gorąca woda, po przechowaniu / Hot water, after storage	14,71 a	5,47 a	0,413 b
Kontrola, SOT / Control, after shelf life	14,54 a	5,06 a	0,349 a
Gorąca woda, SOT / Hot water, after shelf life	14,91 a	5,43 a	0,366 a
Topaz – EKO			
Kontrola, po przechowaniu / Control, after storage	14,43 a	5,18 a	0,702 c
Gorąca woda, po przechowaniu / Hot water, after storage	14,31 a	5,01 a	0,684 b
Kontrola, SOT / Control, after shelf life	14,48 a	4,96 a	0,613 a
Gorąca woda, SOT / Hot water, after shelf life	14,22 a	4,97 a	0,602 a
Pinova – EKO			
Kontrola, po przechowaniu / Control, after storage	14,95 a	6,04 a	0,457 a
Gorąca woda, po przechowaniu / Hot water, after storage	14,43 a	5,43 a	0,435 a
Zimna woda, po przechowaniu / Cold water, after storage	14,61 a	6,15 a	0,452 a

Objaśnienia – jak tab. 4. / Explanations as table 4.

4. Podsumowanie

- Zanurzenie jabłek odmian `Pinova` i `Topaz` w wodzie o temperaturze 48-49°C przez 2 minuty istotnie redukowało występowanie gorzkiej zgnilizny jabłek (*Pezicula* spp.).
- Nie wystąpiły objawy fitotoksyczności na jabłkach obu odmian po takim zabiegu.
- Zanurzenie jabłek w gorącej wodzie nie pogarszało jakości jabłek i w nieznacznym stopniu wpływało na takie cechy jak zawartość ekstraktu, jędrność miąższu i kwasowość, zarówno bezpośrednio po wyjęciu owoców z chłodni, jak i w czasie symulowanego obrotu towarowego.
- Owoce przeznaczone do termoterapii muszą być w dobrej kondycji, bez uszkodzeń skórki.
- Ze względu na pracochłonność metody i brak odpowiedniego sprzętu do jej zastosowania termoterapia może być polecana do wykorzystania w małych sadach ekologicznych.

5. Bibliografia

- Bompeix G.: Apple thermotherapy: new machine. COST 864 Expert Meeting. March 25-26, 2009. Bergen, Norway, s. 23.
- Bryk H., Kruczyńska D.: Występowanie chorób przechowalniczych na jabłkach odmian parchoodpornych. Acta Agrobotanica, 2005, 58: 205-212.
- Bryk H., Kruczyńska D.: Możliwości uprawy i ochrony jabłoni przed chorobami w sadach ekologicznych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2011, 56 (3): 40-44.
- Bryk H., Rutkowski K.P.: Efficacy of alternative methods in controlling of bull's eye rot (*Pezicula* spp.). Prog.Plant Prot./PostępyOchr. Roś., 2012, Vol. 52 (w druku)
- Burchill R.T.: Hot water as possible post-harvest control of *Gloeosporium* rots of stored apples. Plant Pathol., 1964, 13: 106-107.
- Fallik E.: Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). Postharvest Biology and Technology, 2004, 32: 125-134.
- Jones V.M., Waddell B.C.: Hot water treatment of lightbrown apple moth eggs on apples and nectarines. Proc. 49th N.Z. Plant Protection Conf., 1996: 71-74.
- Lurie S.: Postharvest heat treatments Review. Postharvest Biology and Technology, 1998, 14: 257-269.
- Mari M., Neri F., Bertolini P.: New approaches for postharvest disease control in Europe. In: Postharvest Pathology. Plant Pathology in the 21st century, 2009, vol. 2: 119-134.
- Maxin P., Huyskens-Keil S., Klopp K., Ebert G.: Control of postharvest decay in organic grown apples by hot water treatment. Acta Horticulturae. 2005, 682 (vol. 3): 2153-2157.
- Maxin P., Fieger-Metag N., Benduhn B., Kruse P., Heyne P.: Hot water dipping in Northern Germany – on farm results after four years of scientific work. Proc. of 12-th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing. 31.01-2.02.2006, Hohenheim, Germany: 118-120.
- Neri F., Mari M., Brigati S., Bertolini P.: Control of *Neofabraea alba* by plant volatile compounds and hot water. Postharvest Biol. Technol., 2009, 51: 425-430.
- Skrzyński J.: Prestorage heat treatment of apples. Vegetable Crops Research Bulletin, 2007, vol. 67: 197-202.
- Schirra M., D'hallewin G.D., Ben-Yehoshua S., Fallik E.: Host-patogen Interactions modulated by heat treatment. Postharvest Biol. Technol., 2000, 21: 71-85.
- Smith K.J., Lay-Yee M.: Response of 'Royal Gala' apples to hot water treatment for insect control. Postharvest Biology and Technology, 2000, 19: 111-122.
- Trapman M., De Coninck K., Konijn K.: Combined treatment with BoniProtect (*Aureobasidium pullulans*) and hot water to control storage diseases. Proc. of 14-th International Conference on Organic Fruit-Growing. 22-24.02.2010, Hohenheim, Germany: 92-98.