

Ewelina HALLMANN<sup>1</sup>, Ewa REMBIAŁKOWSKA<sup>1</sup>, Janusz LIPOWSKI<sup>2</sup>, Krystian MARSZAŁEK<sup>2</sup>, Tamara JASIŃSKA<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> SGGW, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Zakład Żywności Ekologicznej, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa, bud. 32, e-mail: ewa\_rembialkowska@sggw.pl  
<sup>2</sup> Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, Zakład Technologii Przetworów Owocowych i Warzywnych ul. Rakowiecka 3,6 02-532 Warszawa, e-mail: lipowski@ibprs.pl

## THE INFLUENCE OF PASTEURIZATION PROCESS AND STORING ON BIOACTIVE COMPOUND CONTENT IN PICKLED RED PEPPER FRUITS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION

### Summary

Organic agriculture is a system of crop production without mineral fertilizers and synthetic pesticides. Natural fertilizers as manure, compost also green manure are widely used. For plant protection the natural insect predators and plants extracts are used. A lot of research made in Europe and Poland confirmed that crops from organic agriculture contained more bioactive compounds as flavonoids, carotenoids also vitamin C. The sweet red pepper is a good source of vitamin C, flavonoids especially rutin also carotenoids: capsorubin, capsantin, beta-carotene and lutein. Processing of fruits and vegetables is a good method to enhance diversity of diet. However, processing also decreases a level of bioactive compounds in comparison to the raw material. Therefore it was important to conduct the presented experiment. In the experiment two cultivars of sweet red pepper (Roberta and Berceo) from organic and conventional cultivation were used. Fruits of all cultivars were picked up in this same maturity time and processed. After the pickling process fruits were divided into three groups: fresh (after pickling), pasteurized and pasteurized and stored 6 month. Fruit samples of each group were freeze-dried and chemically analyzed. The content of dry matter, vitamin C, flavonoles, fenolic acids and carotenoids were carried out. The results obtained showed that pickled red pepper from organic production contained more vitamin C, flavonoles, fenolic acids, carotenoids and dry matter than the products from conventional production. After pickling process the organic samples were still richer in vitamin C, flavonoles, fenolic acids, lutein and dry matter than conventional ones. After storage period the content of bioactive compounds in the products has decreased; a decline was stronger in the organic samples than in the conventional ones.

## WPŁYW PROCESU PASTERYZACJI I PRZECHOWYWANIA NA ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW BIOLOGICZNIE CZYNNYCH W OWOCACH MARYNOWANEJ PAPRYKI SŁODKIEJ Z UPRAWY EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

### Streszczenie

Rolnictwo ekologiczne to system gospodarowania i produkcji płodów rolnych bez udziału nawozów mineralnych oraz syntetycznych środków ochrony roślin. Powszechnie stosuje się nawozy naturalne takie jak obornik, kompost czy nawozy zielone. W celu zabezpieczenia roślin przed szkodnikami stosuje się ochronę biologiczną (np. wrogowie naturalni lub wyciągi roślinne). Wiele badań przeprowadzonych w Europie i Polsce potwierdza, że płody z rolnictwa ekologicznego zawierają więcej związków o charakterze przeciwutleniającym jak flawonoidy, karotenoidy czy witamina C. Papryka słodka jest bardzo dobrym źródłem witaminy C, flawonoidów, szczególnie rutyny, oraz karotenoidów: kapsantyny, kapsorubiny, beta-karotenu i luteiny. Przetwórstwo warzyw i owoców jest bardzo dobrą metodą na przedłużenie okresu ich spożywania oraz urozmaicenia diety. Jednak każda metoda przetwarzania świeżych warzyw wpływa na obniżenie zawartości związków bioaktywnych, dlatego uznano za celowe zbadanie wpływu marynowania na skład owoców papryki z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Do doświadczenia wykorzystano dwie odmiany papryki słodkiej Roberta i Berceo z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Dojrzałe owoce papryki zostały zebrane w tym samym czasie i poddane procesowi marynowania w zalewie octowo-ziołowej, a następnie poddane analizie chemicznej. Wyniki badań chemicznych wskazują, że marynowana papryka ekologiczna była zasobniejsza w witaminę C, rutynę, kwasy fenolowe, beta-karoten, likopen i luteinę oraz suchą masę, w porównaniu z papryką marynowaną konwencjonalną. Po pasteryzacji próbki papryki ekologicznej były nadal zasobniejsze w witaminę C, rutynę, kwasy fenolowe, likopen, luteinę oraz suchą masę w porównaniu z próbkami konwencjonalnymi. Po przechowaniu stwierdzono spadek zawartości związków biologicznie czynnych w badanych produktach, przy czym próbki ekologiczne okazały się bardziej wrażliwe na warunki przechowania w porównaniu z konwencjonalnymi.

### 1. Wstęp

Warzywa i owoce z produkcji ekologicznej charakteryzują się wysoką wartością odżywczą oraz są uważane za bezpieczniejsze niż z produkcji konwencjonalnej ze względu na brak stosowania w tym systemie nawozów syntetycznych oraz syntetycznych środków ochrony roślin. W uprawach ekologicznych stosuje się obornik, komposty i nawozy zielone, natomiast do ochrony roślin tylko naturalne wyciągi z roślin, pułapki

feromonowe czy też wrogów naturalnych, np. drapieżne owady. Takie postępowanie z roślinami uprawnymi zwiększa w nich syntezę związków biologicznie czynnych. Dlatego też warzywa z produkcji ekologicznej mogą zawierać więcej związków o charakterze antyoksydacyjnym. Związki polifenolowe, zaliczane do ogromnej grupy przeciwutleniaczy, są określane inaczej jako naturalne pestycydy [1, 2, 3]. Atak szkodników na roślinę to dla niej stres biotyczny i w systemie obronnym

rośliny rozpoczyna się produkcja związków fenolowych [17].

Papryka słodka, zwana też wielkoowocową, jest doskonałym źródłem witaminy C, flawonoli, kwasów fenolowych oraz karotenoidów (beta-karotenu, kapsoruby i kapsantyny) [8]. Wiele badań potwierdza, że warzywa z produkcji ekologicznej zawierają więcej bioaktywnych związków w porównaniu z warzywami konwencjonalnymi. Dlatego można przypuszczać, że warzywa przetworzone (np. marynaty) mogą, pomimo strat zaistniałych w wyniku przetwarzania, być nadal bogatsze w związki antyutleniające. W Polsce przetwórstwo warzyw i owoców ma już swoją tradycję i jest bardzo dobrą metodą na przedłużenie okresu ich spożywania oraz urozmaicenia diety. Niestety w dostępnej literaturze istnieje bardzo mało informacji na temat wartości odżywczej przetworów ekologicznych, w tym papryki marynowanej. Dlatego uznano za celowe podjęcie prezentowanego tematu.

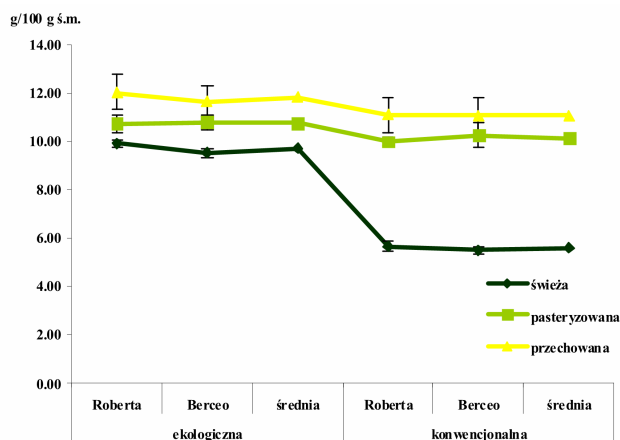
## 2. Materiał i metody

Do doświadczenia wykorzystano dwie odmiany papryki słodkiej (Roberta i Berceo) z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Rośliny były uprawiane w dwóch parach gospodarstw konwencjonalnych i ekologicznych (certyfikowanych), zlokalizowanych na terenie woj. mazowieckiego. Gospodarstwo ekologiczne nr 1 było położone w miejscowości Kaszewska Wola (gm. Przytyk, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°30' N 20°55' E. Do nawożenia użyto nawozy zielone na bazie facelii (500 kg) (w roku poprzedzającym doświadczenie) oraz nawóz mineralny o nazwie Patentkali. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 90 kg; fosfor /P/ 15 kg; potas /K/ 250 kg; wapń /Ca/ 80 kg, magnez /Mg/ 61 kg na hektar powierzchni, z dodatkiem wszystkich niezbędnych mikroelementów. Do ochrony zastosowano następujące preparaty: Bioczso BR, Grevit 200 SL, do ochrony przed zarzą ziemniaka, Biohumus EKO, wyciąg z pokrzywy. Gospodarstwo ekologiczne nr 2 było położone w miejscowości Radzanów (gm. Radzanów, pow. białobrzeski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°33' N 20°51' E. Do nawożenia użyto kompost z odpadów gospodarczych w ilości 150 kg / tunel, Biohumus EKO produkowany w gospodarstwie w ilości 47 l na cały czas i powierzchnię uprawy. Całościowy bilans nawożeniowy przedstawiał się następująco: azot /N/ 230 kg; fosfor /P/ 58,5 kg; potas /K/ 143 kg; wapń /Ca/ 823 kg, magnez /Mg/ 111 kg na hektar powierzchni, z dodatkiem wszystkich niezbędnych mikroelementów. Do ochrony zastosowano następujące preparaty: Grevit 200 SL, do ochrony przed zarzą ziemniaka. Gospodarstwo konwencjonalne nr 1 było położone w miejscowości Kaszewska Wola (gm. Przytyk, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°31' N 20°56' E. Do nawożenia zastosowano obornik bydlęcy w ilości 10 t/ha (w roku poprzedzającym doświadczenie, czyli 2007), kredę ogrodniczą, saletrę wapniowo – magnezową w ilości 5 kg/125m<sup>2</sup> Szczegółowy bilans NPK przedstawiał się następująco: azot /N/ 104 kg; fosfor /P/ 110 kg; potas /K/ 123 kg; wapń /Ca/ 651 kg, magnez /Mg/ 35 kg na hektar powierzchni. Do ochrony zastosowano następujące preparaty Mospilan 20 SP do ochrony przed mączlikiem szklarniowym. Gospodarstwo konwencjonalne nr 2 było położone w miejscowości Sewerynów (gm. Przytyk, pow. radomski, woj.

mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°28' N 20°54' E. Do nawożenia użyto obornik bydlęcy w ilości 0,25 t/ar oraz nawozy mineralne Polidap (10 kg/ar), Grantar (10 kg/ar) oraz saletrę wapniową (8 kg/ar). Razem z nawozem Polidap wprowadzono do uprawy wszystkie niezbędne mikroelementy. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 409 kg; fosfor /P/ 389 kg; potas /K/ 512 kg; wapń /Ca/ 362 kg, magnez /Mg/ 55 kg na hektar powierzchni. Do ochrony zastosowano następujące preparaty Sumilex 500 SC do ochrony przed szarą pleśnią, Previcur 840 SL energy do ochrony przed brunatną plamistością i zgnilizną korzeni, Topsin M 500 SC do ochrony przed brunatną plamistością i septoriozą liści, Mospilan 20 SP do ochrony przed mącznikiem szklarniowym. Dojrzałe owoce papryki zostały zebrane (w tym samym stanie dojrzałości ze wszystkich gospodarstw) i przekazane do marynowania. Owoce papryki zostały umyte i pokrojone na paski. Włożono je do słoików i dodano przyprawy w ilości 2 liście laurowe, 2 ziarna ziela angielskiego oraz 5 ziaren pieprzu czarnego, a następnie zalano zalewą octową. Skład zalewy był następujący: 15% stanowił ocet spirytusowy 10%, 1% sól kuchenna, 0,5% cukier, resztę stanowiła woda. Zalewę podgrzano do temperatury 90°C i dodano łyżkę oleju jadalnego Florinol. Tą zalewą wypełniono słoiki z papryką. Następnie część próbek zgodnie z założeniami doświadczenia poddano procesowi pasteryzacji w temp. 85°C w czasie 18 min. Po wykonaniu marynat próbki papryki świeżo marynowanej, po pasteryzacji oraz po 6 miesiącach przechowania zostały zliofilizowane i poddane analizie chemicznej, obejmującej ocenę zawartości suchej masy metodą wagową [10], witaminy C metodą Tillmansa [11], flawonoli w przeliczeniu na rutynę metodą Christa-Müllera oraz karotenoidów metodą chromatografii kolumnowej [15]. Ponieważ wybrana metoda analityczna pozwala na określenie tylko grupy związków flawonolowych, a do wykonania standardu wykorzystano związek rutynę, w dalszym toku pracy w stosunku do rutyny stosowano wymiennie terminologię flawonole [16].

## 3. Wyniki

Zawartość suchej masy w owocach papryki marynowanej przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Zawartość suchej masy w owocach dwóch odmian papryki marynowanej z systemu ekologicznego i konwencjonalnego analizowanych bezpośrednio po marynowaniu, po pasteryzacji oraz po 6 miesiącach przechowania

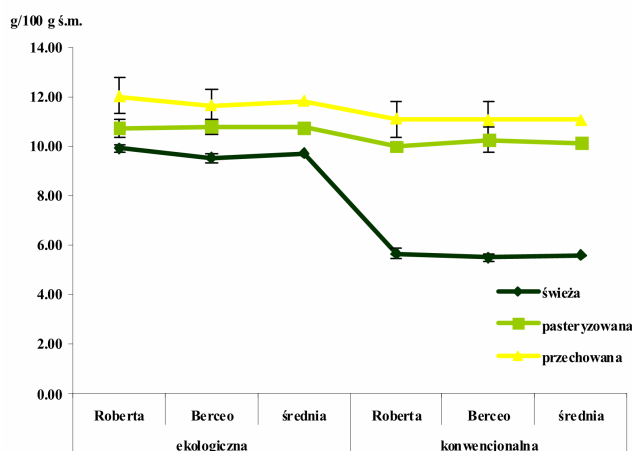
Fig. 1. The content of dry matter in two pickled red peppers from organic and conventional production analyzed after pickling, pasteurization and storage

	świeża	pasteryzowana	przechowana
p-value uprawa	<0,0001	0,0004	0,017
odmiana	n.s.	n.s.	n.s.
interakcja	n.s.	n.s.	n.s.

Owoce papryki ekologicznej charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością suchej masy, zarówno analizowane bezpośrednio po marynowaniu, jak też po pasteryzacji i po okresie przechowania. W owocach marynowanych odmiany Roberta stwierdzono nieznacznie więcej suchej masy w obu systemach uprawy, w porównaniu do drugiej badanej odmiany Berceo (rys. 1).

Zawartość suchej masy wzrosła po procesie pasteryzacji we wszystkich badanych odmianach papryki i w obu systemach uprawowych (rys. 1). Wśród badanych odmian po pasteryzacji najwięcej suchej masy stwierdzono dla owoców odmiany Berceo w obu systemach uprawy. Po 6 miesiącach przechowania papryka ekologiczna nadal była zasobniejsza w suchą masę niż papryka konwencjonalna i były to różnice istotne statystycznie (rys. 1). Wśród badanych odmian najwięcej suchej masy stwierdzono ponownie dla owoców odmiany Roberta i to w obu systemach uprawy.

Zawartość witaminy C w owocach papryki była istotnie zależna od systemu uprawy; znacznie więcej tej witaminy stwierdzono w papryce z uprawy ekologicznej (rys. 2). Nie wykryto natomiast zależności od badanej odmiany (rys. 2). W próbkach papryki marynowanej analizowanej bezpośrednio po przygotowaniu w systemie ekologicznym owoce odmiany Roberta charakteryzowały się wyższą zawartością witaminy C, zaś w systemie konwencjonalnym była to odmiana Berceo (rys. 2). Po procesie pasteryzacji stwierdzono spadek zawartości witaminy C we wszystkich badanych próbkach papryki, chociaż większy spadek zaobserwowano w próbkach ekologicznych, średnio o 25,2% (w próbkach konwencjonalnych o 9,8%). Po przechowaniu stwierdzono dalszy spadek zawartości witaminy C we wszystkich badanych próbkach papryki marynowanej, jednak papryka ekologiczna była nadal zasobniejsza w ten związek (rys. 2).

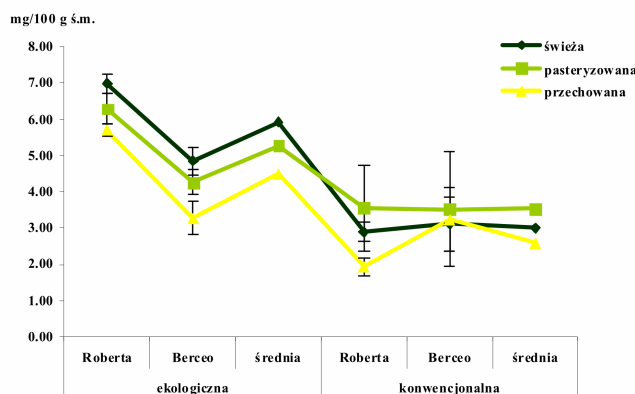


Rys. 2. Zawartość witaminy C w owocach dwóch odmian papryki marynowanej z systemu ekologicznego i konwencjonalnego analizowanych bezpośrednio po marynowaniu, po pasteryzacji oraz po 6 miesiącach przechowania

Fig. 2. The content of vitamin C in two pickled red peppers from organic and conventional production analyzed in after pickling, pasteurization and storage

	świeża	pasteryzowana	przechowana
p-value uprawa	<0,0001	<0,0001	<0,0001
odmiana	n.s.	n.s.	n.s.

Zawartość flawonoli w owocach papryki była istotnie zależna od systemu uprawy oraz badanej odmiany (rys. 3). W systemie ekologicznym próbki papryki marynowanej zawierały średnio blisko dwa razy więcej flawonoli niż w systemie konwencjonalnym (rys. 3). Wśród badanych odmian najwięcej flawonoli w systemie ekologicznym zawierały owoce odmiany Roberta, zaś w systemie konwencjonalnym była to odmiana Berceo. Po pasteryzacji stwierdzono spadek zawartości flawonoli w owocach ekologicznych o 0,64% i wzrost ich zawartości w owocach konwencjonalnych o 0,54%. Jednak nadal papryka ekologiczna była zasobniejsza w te związki (rys. 3). Wśród badanych odmian na uwagę zasługuje odmiana Roberta, która w obu systemach uprawy charakteryzowała się wyższą zawartością flawonoli w owocach (rys. 3). Po przechowaniu próbek stwierdzono spadek zawartości flawonoli we wszystkich badanych próbkach i większy spadek zanotowano dla próbek konwencjonalnych (rys. 3).



Rys. 3. Zawartość flawonoli w owocach dwóch odmian papryki marynowanej z systemu ekologicznego i konwencjonalnego analizowanych bezpośrednio po marynowaniu, po pasteryzacji oraz po 6 miesiącach przechowania

Fig. 3. The content of flavonoles in two pickled red peppers from organic and conventional production analyzed in after pickling, pasteurization and storage

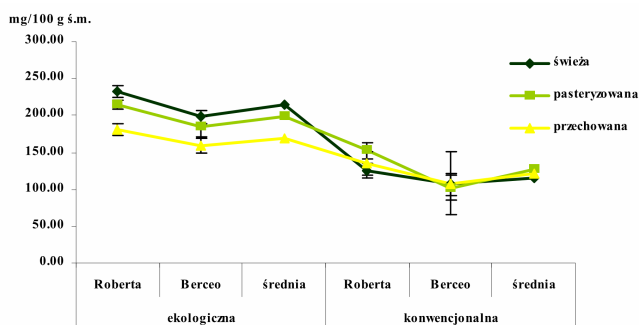
	świeża	pasteryzowana	przechowana
p-value uprawa	<0,0001	0,001	<0,0001
odmiana	0,0027	0,023	0,015
interakcja	0,0003	0,025	<0,0001

Owoce papryki ekologicznej bezpośrednio po marynowaniu charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością kwasów fenolowych (rys. 4). Wśród badanych odmian najwięcej kwasów fenolowych w obu systemach uprawy stwierdzono w owocach odmiany Roberta (rys. 4). Po pasteryzacji stwierdzono spadek zawartości badanych związków, ale tylko w próbkach papryki ekologicznej (średnio o 16,1%) w stosunku do papryki

analizowanej bezpośrednio po marynowaniu. Jednak papryka ekologiczna nadal była zasobniejsza w związki fenolowe w porównaniu z papryką konwencjonalną (rys. 4). Po okresie przechowania stwierdzono dalszy spadek zawartości kwasów fenolowych we wszystkich badanych próbkach papryki marynowanej i spadek ten wyniósł średnio 29,6% dla papryki ekologicznej oraz 5,5% dla próbek konwencjonalnych (rys. 4).

Zawartość beta-karotenu była istotnie zależna od systemu uprawy i badanej odmiany. Papryka marynowana z produkcji ekologicznej charakteryzowała się wyższą zawartością beta-karotenu w porównaniu z papryką konwencjonalną (rys. 5).

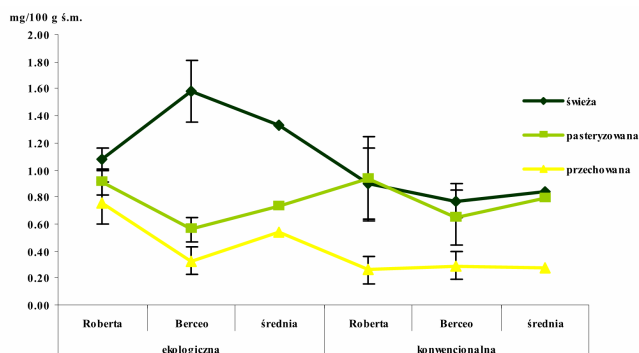
Po pasteryzacji stwierdzono spadek zawartości beta-karotenu we wszystkich badanych próbkach, jednak znacznie większy spadek zanotowano dla próbek ekologicznych w porównaniu z próbkami konwencjonalnymi (rys. 5). Po procesie pasteryzacji papryka konwencjonalna była zasobniejsza w beta-karoten w porównaniu z papryką ekologiczną (rys. 5). W obu systemach uprawy papryka odmiany Roberta była zasobniejsza w beta-karoten (rys. 5). Po przechowaniu próbek stwierdzono spadek zawartości tego karotenoidu we wszystkich badanych próbkach, jednak większy spadek stwierdzono dla próbek konwencjonalnych (rys. 5).



Rys. 4. Zawartość kwasów fenolowych w owocach dwóch odmian papryki marynowanej z systemu ekologicznego i konwencjonalnego analizowanych bezpośrednio po marynowaniu, po pasteryzacji oraz po 6 miesiącach przechowania

*Fig. 4. The content of phenolic acids in two pickled red peppers from organic and conventional production analyzed in after pickling, pasteurization and storage*

p-value	świeża	pasteryzowana	przechowana
uprawa	0,0017	<0,0001	0,0001
odmiana	n.s.	<0,0001	0,015
interakcja	n.s.	n.s.	n.s.



Rys. 5. Zawartość beta-karotenu w owocach dwóch odmian papryki marynowanej z systemu ekologicznego i

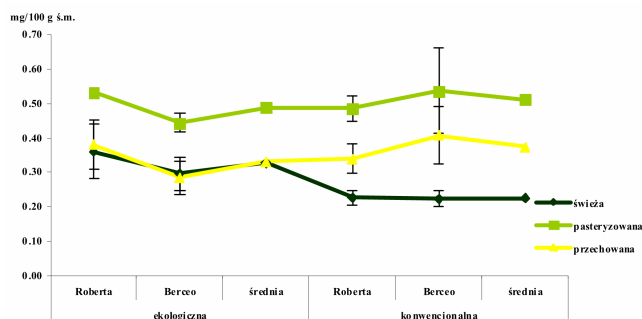
konwencjonalnego analizowanych bezpośrednio po marynowaniu, po pasteryzacji oraz po 6 miesiącach przechowania

*Fig. 5. The content of beta-carotene in two pickled red peppers from organic and conventional production analyzed in after pickling, pasteurization and storage*

p-value	świeża	pasteryzowana	przechowana
uprawa	0,0001	n.s.	<0,0001
odmiana	0,0211	0,0007	0,0005
interakcja	0,0006	n.s.	0,0001

Pomimo spadku zawartości beta-karotenu po okresie przechowania papryka ekologiczna była nadal istotnie zasobniejsza w ten składnik (rys. 5).

Zawartość luteiny w świeżo marynowanych próbkach papryki ekologicznej była istotnie wyższa w porównaniu z próbkami konwencjonalnymi (rys. 6). W obu systemach uprawy owoce odmiany Roberta charakteryzowały się wyższą zawartością luteiny w porównaniu do drugiej badanej odmiany Berceo (rys. 6). Po procesie pasteryzacji stwierdzono wzrost zawartości luteiny we wszystkich badanych próbkach papryki, chociaż większy przyrost tego karotenoidu zaobserwowano w próbkach konwencjonalnych (rys. 6). W rezultacie pasteryzowana papryka z produkcji ekologicznej zawierała nieznacznie mniej luteiny w porównaniu z próbkami konwencjonalnymi (rys. 6). Po procesie przechowywania stwierdzono spadek zawartości luteiny we wszystkich badanych próbkach, chociaż większy spadek zaobserwowano dla próbek ekologicznych (rys. 6). w efekcie po okresie przechowania próbki papryki marynowanej z produkcji konwencjonalnej były zasobniejsze w luteinę w porównaniu z próbkami ekologicznymi (rys. 6).



Rys. 6. Zawartość luteiny w owocach dwóch odmian papryki marynowanej z systemu ekologicznego i konwencjonalnego analizowanych bezpośrednio po marynowaniu, po pasteryzacji oraz po 6 miesiącach przechowania

*Fig. 6. The content of lutein in two pickled red peppers from organic and conventional production analyzed in after pickling, pasteurization and storage*

p-value	świeża	pasteryzowana	przechowana
uprawa	0,0006	n.s.	n.s.
odmiana	n.s.	n.s.	n.s.
interakcja	n.s.	0,0100	0,0063

#### 4. Dyskusja wyników

Zawartość suchej masy w papryce marynowanej była istotnie zależna od systemu uprawy. W każdym z badanych przypadków (owoce badane bezpośrednio po marynowaniu, pasteryzowane oraz po przechowaniu 6 miesięcy) owoce

papryki ekologicznej zawierały więcej suchej masy w porównaniu z papryką konwencjonalną. Niestety w dostępnej literaturze brakuje informacji o ekologicznej papryce marynowanej. Jedyna praca z tej tematyki to wcześniejsze badania autorek, więc uzyskane wyniki można porównać tylko do tych badań oraz w sporadycznych wypadkach do wyników analizy surowej papryki ekologicznej i konwencjonalnej. W swojej pracy Rembiałkowska i Hallmann [13] wykazały, że papryka marynowana ekologiczna zawierała o 3,24% więcej suchej masy w porównaniu z papryką konwencjonalną. Zawartość witaminy C w owocach papryki zależała nie tylko od warunków uprawy, ale również od odmiany. Jednak w prowadzonym doświadczeniu uzyskano zależność zawartości witaminy C tylko od badanego systemu uprawy. Ekologiczne owoce papryki na każdym etapie doświadczenia zawierały istotnie więcej witaminy C. Owoce papryki marynowanej zawierały istotnie więcej witaminy C i było to odpowiednio 57,24 mg/100 g ś.m. oraz 37,54 mg/100 g ś.m., chociaż zawartość tego związku była też zależna od badanej odmiany. W przypadku owoców świeżych podobnie Pérez-López i in. [9] otrzymali wyniki wyższe dla papryki ekologicznej wynik 148,85 mg/100 g ś.m., a dla papryki konwencjonalnej tylko 120,65 mg/100 g ś.m. Wyniki te oznaczają, że proces marynowania, a następnie pasteryzacji wpływa negatywnie na zawartość witaminy C w owocach papryki.

Zawartość flawonoli w papryce ekologicznej była istotnie wyższa na każdym etapie prowadzenia doświadczenia niż w papryce konwencjonalnej. Odmienne wyniki uzyskano w poprzednim roku badań, w którym uzyskano dla papryki marynowanej ekologicznej niższą zawartość flawonoli w porównaniu z papryką marynowaną konwencjonalną [13]. Natomiast w przypadku papryki świeżej zbliżoną zawartość w odniesieniu do flawonoli (kwercetyny) otrzymali Chassy i in., którzy podali zawartość kwercetyny w wysokości 3,08 mg/100 g ś.m. dla owoców ekologicznych oraz 2,41 mg/100 g ś.m. dla owoców konwencjonalnych [4]. Zawartość kwasów fenolowych w papryce zmieniała się w zależności od stanu przetworzenia owoców. W świeżo przygotowanej marynacie ekologicznej stwierdzono większą zawartość kwasów fenolowych niż w marynacie konwencjonalnej. W przypadku owoców świeżych Chassy i in. uzyskali dla ekologicznej papryki wartości znacznie niższe - 36,4 mg/100 g ś.m., a dla konwencjonalnej 34,4 mg/100 g ś.m. [4].

Owoce papryki ekologicznej świeżo marynowanej oraz po przechowaniu zawierały więcej beta-karotenu w porównaniu z owocami konwencjonalnymi (rys. 5). Tylko w przypadku papryki po pasteryzacji stwierdzono więcej beta-karotenu w próbkach konwencjonalnych. Odmienne wyniki otrzymano w poprzednim roku badań, kiedy stwierdzono dla papryki świeżo marynowanej więcej tego barwnika w próbkach konwencjonalnych [13]. Suma karotenoidów w owocach papryki świeżej z produkcji ekologicznej wyniosła 3,2 mg/100 g ś.m., zaś w owocach papryki konwencjonalnej tylko 1,8 mg/100 g ś.m. [9]. W roku 2008 było odwrotnie: w owocach papryki ekologicznej marynowanej stwierdzono niższą sumę karotenoidów w porównaniu z próbkami ekologicznymi [13].

## 5. Wnioski

1. Świeżo marynowana papryka ekologiczna obu badanych odmian (Roberta i Berceo) charakteryzowała się istotnie wyższą zawartością związków biologicznie czynnych w porównaniu z papryką konwencjonalną.
2. Zarówno w systemie ekologicznym jak i konwencjonalnym marynowana papryka odmiany Roberta, analizowana bezpośrednio po procesie marynowania, charakteryzowała się wyższą zawartością związków biologicznie czynnych niż odmiana Berceo.
3. Pasteryzacja owoców papryki marynowanej negatywnie wpływała na zawartość większości badanych związków bioaktywnych.
4. Po okresie przechowywania stwierdzono kolejny spadek zawartości badanych związków bioaktywnych w owocach papryki ekologicznej i konwencjonalnej, przy czym często większy spadek związków biologicznie czynnych stwierdzano dla próbek ekologicznych.
5. Pomimo znacznego spadku zawartości cennych związków w owocach papryki w wyniku procedur przetwórczych nadal większe poziomy tych związków występowały w papryce z uprawy ekologicznej niż konwencjonalnej.
6. Papryka marynowana z produkcji ekologicznej, zwłaszcza odmiana Roberta, może być polecana jako cenne źródło związków bioaktywnych w okresie zimowym, gdy surowa papryka jest trudniej dostępna.

## 6. Literatura

- [1] Asami D. K., Hong Y. J., Barrett D. M., Mithel A. E.: Comparison of the phenolic and ascorbic acid content of freeze – dried and air – dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51, 1237-1247.
- [2] del Amor F.M., Serrano-Martínez A., Fortea M.A., Núñez-Delicado E.: Differential effect of organic cultivation on the levels of phenolics, peroxidase and capsidiol in sweet peppers. *J. Sci Food Agric.*, 2008, 88, 770-777.
- [3] Brandt K., Mølgaard J.P.: Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *J. Sci. Food Agric.*, 2001, 81, 924-931.
- [4] Chassy A.W., Bui L., Renaud E.N.C., van Horn M., Mitchell A.E.: Three year comparison of the content of antioxidant microconstituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppes. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, 54, 8244-8252.
- [5] Deepa N., Kaur Ch., George B., Singh B., Kapoor H.C.: Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annum L.*) genotypes during maturity. *LWT*, 2007, 40, 121-129.
- [6] Garcíá M.I., Lozano M., de Espinosa V.M., Ayusto M. C., Bernalte M.J., Vidal-Aragon M.C., Perez M.M. Agronomic characteristics and carotenoid content of five Bola-type red pepper (*Capsicum annum L.*) cultivars. *Sci. Hort.*, 2007, 113, 202-207.
- [7] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Zawartość związków bioaktywnych w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Żyw. Człow. i Met.* XXXIV 2007, nr 1/2, 538-543.
- [8] Marrn A., Ferreres F., Tomaàs-Barberaán F.A., Gil M.I.: Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annum L.*). *J. Agric. Food Chem.*, 2004, 52, 3861-3869.
- [9] Pérez-López A.J., del Amor F.M., Serrano-Martínez A., Fortea M.A., Núñez-Delicado E.: Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. *J. Sci. Food Agric.*, 2007, 87, 2075-2080.

- [10] Polska Norma, PN-A-75101-03:1990, Analiza chemiczno-rolnicza roślin. Oznaczanie powietrznie suchej i suchej masy.
- [11] Polska Norma, PN-A-75101-11:1990, Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [12] Rembiałkowska E., Hallmann E., Szafirowska A.: Nutritive quality of tomato fruit from organic and conventional cultivation: Culinary Arts, SGGW, 2005, 193-202.
- [13] Rembiałkowska E., Hallmann E.: Zmiany zawartości związków bioaktywnych w owocach papryki marynowanej z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2008, Vol. 53(4), 51-57.
- [14] Rembiałkowska E., Hallmann, Wasiak-Zys G.: Jakość odżywcza i sensoryczna pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Żyw. Człow. Człon Met. XXX, 2003, nr 3/4, 203-209.
- [15] Saniawski M., Czapski J.: The effect of methyl jasmonate on lycopene and b-carotene accumulation in ripening red tomatoes. Exper. 1983, 39, 1373-1374.
- [16] Strzelecka H., Kamińska J., Kowalski J., Wawelska E.: Chemiczne metody badań roślinnych surowców leczniczych. Warszawa: PZWL, 1978.
- [17] Young J.E., Zhao X., Carey E.E., Welti R., Yang Sh-Sh., Wang W.: Phytochemical phenolics in organically grown vegetables. Mol. Nutr. Food Res., 2005, 49, 1136-1142.