

# NAUKI INŻYNIERSKIE I TECHNOLOGIE ENGINEERING SCIENCES AND TECHNOLOGIES

1(16)•2015



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2015

Redaktor Wydawnictwa: Joanna Świrska-Korłub  
Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz  
Korekta: Barbara Cibis  
Łamanie: Agata Wiszniowska  
Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania  
znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa  
[www.nit.ue.wroc.pl](http://www.nit.ue.wroc.pl)  
[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Publikacja udostępniona na licencji Creative Commons  
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska  
(CC BY-NC-ND 3.0 PL)



© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2015

**ISSN 2080-5985**  
**e-ISSN 2449-9773**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace przyjmuje  
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
tel./fax 71 36 80 602; e-mail: [econbook@ue.wroc.pl](mailto:econbook@ue.wroc.pl)  
[www.ksiegarnia.ue.wroc.pl](http://www.ksiegarnia.ue.wroc.pl)

Druk i oprawa: EXPOL

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	7
<b>Elżbieta Kociolek-Balawejder:</b> Profesor Romuald Bogoczek (1930-2014) – wspomnienie 30 lat pracy na Wydziale Inżynierjno-Ekonomicznym .....	9
<b>Paweł Chwietczuk, Seweryn Lipiński, Zenon Syroka:</b> System sterowania procesem mieszania w produkcji jogurtów smakowych oparty na sterowniku PLC .....	19
<b>Klaudia Dąbrowska, Alicja Mańka, Małgorzata Krzywonos:</b> Możliwości wykorzystania owoców krajowych do produkcji win owocowych.....	27
<b>Kamil Kozłowski, Marta Cieślik, Anna Smurzyńska, Andrzej Lewicki, Mateusz Jas:</b> Wykorzystanie odpadów z przetwórstwa mięsnego na cele energetyczne .....	36
<b>Agnieszka Orkusz:</b> Czynniki kształtujące jakość mięsa drobiu grzebiącego. Praca przeglądowa .....	47
<b>Stanisław Poppek, Jarosław Świda:</b> The influence of security guaranteeing the sanctity of a packed food product on packaging perceiving by younger and older consumers .....	61
<b>Andrzej Tyburcy, Iwona Ścibisz, Anna Jabłońska:</b> Wpływ dodatku śliwek na wybrane właściwości burgerów wieprzowych .....	72

## Summaries

<b>Paweł Chwietczuk, Seweryn Lipiński, Zenon Syroka:</b> PLC-based system of controlling the mixing process in the production of flavored yogurt .....	19
<b>Klaudia Dąbrowska, Alicja Mańka, Małgorzata Krzywonos:</b> National fruit valuable raw materials for the production of fruit wine .....	27
<b>Kamil Kozłowski, Marta Cieślik, Anna Smurzyńska, Andrzej Lewicki, Mateusz Jas:</b> The usage of waste from meat processing for energetic purposes .....	36
<b>Agnieszka Orkusz:</b> Factors affecting the quality of gallinaceous poultry meat. A review.....	47
<b>Stanisław Poppek, Jarosław Świda:</b> Wpływ zabezpieczeń gwarantujących nienaruszalność zapakowanego produktu spożywczego na postrzeganie opakowań przez młodych i starszych konsumentów .....	61
<b>Andrzej Tyburcy, Iwona Ścibisz, Anna Jabłońska:</b> Effects of addition of plums on selected properties of pork burgers .....	72

**Andrzej Tyburcy, Iwona Ścibisz, Anna Jabłońska**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
e-mail: andrzej\_tyburcy@sggw.pl

---

## WPLYW DODATKU ŚLIWEK NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI BURGERÓW WIEPRZOWYCH

---

### EFFECTS OF ADDITION OF PLUMS ON SELECTED PROPERTIES OF PORK BURGERS

---

DOI: 10.15611/nit.2015.1.07

**Streszczenie:** Celem pracy było porównanie wpływu dodatku mrożonych śliwek (5 lub 10%) oraz kwasu askorbinowego (0,05%) na wybrane właściwości burgerów wieprzowych (wydajność, pH, zawartość wody i tłuszczu, wskaźnik TBARS oznaczany po 1 dniu i po 13 dniach przechowywania w opakowaniu próżniowym w temp. 3-7°C). Dodawane śliwki zostały scharakteryzowane pod względem zawartości wybranych składników chemicznych (m.in. cukrów, kwasów ogółem, antocyjanów i polifenoli ogółem). Stwierdzono obecność w owocach substancji znanych ze swojej aktywności przeciwutleniającej. Właściwości przeciwutleniające śliwek zostały potwierdzone po ich wprowadzeniu do burgerów. Śliwki zmniejszyły wskaźnik TBARS w burgerach o 69% lub 82% w porównaniu z próbą kontrolną, odpowiednio przy 5- i 10-procentowym dodatku, natomiast kwas askorbinowy obniżał ten wskaźnik o 90%. Pakowanie próżniowe produktów wyeliminowało w nich zmiany wskaźnika TBARS między 1 a 13 dniem przechowywania. Negatywnym skutkiem wprowadzenia śliwek do receptury burgerów wieprzowych było zmniejszenie ich wydajności po obróbce cieplnej.

**Słowa kluczowe:** burgery wieprzowe, śliwki, wskaźnik TBARS, skład chemiczny, przechowywanie.

**Summary:** The aim of this work was to compare the effects of addition of plums (5 or 10%) or ascorbic acid (0.05%) on selected properties of pork burgers (yield, pH, water and fat contents, TBARS after 1 and 13 days of storage at 3-7°C in vacuum packaging). Selected chemical characteristics of plums (sugar, total acid, antocyanes, and phenolic contents among others) were determined. The fruit contained compounds which are known for their antioxidative activity. Antioxidative properties of plums were confirmed after their incorporation into burgers. The addition of plums (5 or 10%) decreased TBARS by 69% and 82%, respectively, whereas ascorbic acid decreased it by 90%. Vacuum packaging effectively inhibited changes of TBARS between the 1st and 13th day of storage. The negative effect of plums was the decrease of burger yield after heat treatment.

**Keywords:** pork burgers, plums, TBARS, chemical composition, storage.

## 1. Wstęp

Celem dodawania różnych produktów otrzymanych ze śliwek do przetworów mięsnych może być wzbogacenie ich w związki polifenolowe i błonnik, jak również wykorzystanie działania naturalnych substancji przeciwutleniających zawartych w śliwkach. Dotychczas próby dodawania tych składników podejmowano w przypadku takich produktów, jak kiełbasy wieprzowe surowe i poddane obróbce cieplnej [Nuñez de Gonzalez i in. 2008a], wyroby z całych mięśni wołowych [Nuñez de Gonzalez i in. 2008b], szynki wieprzowe [Nuñez de Gonzalez i in. 2009], kotleciki wołowe [Yıldız-Turp, Serdaroglu 2010] oraz indycze [Lee, Ahn 2005]. W cytowanych pracach stosowano przecier z suszonych śliwek o zawartości 30 lub 66% wody, koncentraty soku ze świeżych i z suszonych śliwek, suszony rozpyłowo proszek ze śliwek oraz rozpuszczalny w wodzie ekstrakt ze śliwek.

Leheska i in. [2006] stwierdzili, że charakterystyczny smak, wnoszony przez 5-, 10-procentowy dodatek przecieru z suszonych śliwek do kiełbasy śniadaniowej zyskał akceptację w grupie 10-, 12-letnich dzieci biorących udział w ocenie konsumenckiej tego produktu. Większość (70%) oceniających wyraziła chęć ponownego spożycia takiego przetworu. Yıldız-Turp i Serdaroglu [2010] stwierdzili, że 10-procentowy dodatek przecieru z suszonych śliwek, uwodnionych do zawartości 66% wody, pozytywnie wpływał na smak, soczystość oraz teksturę kotlecików wołowych o niskiej (5%) zawartości tłuszczu. Owoce, dzięki zawartemu w nich sorbitolowi, spełniały w takim produkcie rolę plastyfikatora.

Śliwki produkowane są w Polsce w ilości ok. 100 tys. ton i zajmują pod tym względem trzecie miejsce wśród owoców z drzew [GUS 2013]. Na polskim rynku spotykane są produkty mięsne z dodatkiem śliwek, np. pasztet ze śliwkami [Tabele kalorii 2014].

W dotychczas opublikowanych pracach nie badano wpływu dodatku mrożonych śliwek na właściwości produktów mięsnych. Celem niniejszej pracy było określenie wpływu dodatku utrwalanych w ten sposób śliwek na niektóre właściwości burgerów wieprzowych. Zamierzano porównać między innymi przeciwutleniające działanie takiego składnika i kwasu askorbinowego, dodawanego w ilości zazwyczaj stosowanej w technologii przetworów mięsnych.

## 2. Materiał i metodyka badań

Jako materiał do badań zastosowano karkówkę wieprzową, mrożone śliwki firmy Hortex oraz kwas L-askorbinowy cz.d.a. firmy Chempur. Karkówkę rozdrobniono w wilku przez siatkę o wielkości otworów 5 mm, podzielono na trzy porcje o masie ok. 1 kg, zapakowano próżniowo i zamrożono ( $-30^{\circ}\text{C}$ ). Opakowanie detaliczne mrożonych śliwek o masie 400 g podzielono na porcje o masie 100 g, które zapakowano i przechowywano w temp.  $-30^{\circ}\text{C}$ . Zamrożone surowce przechowywano nie dłużej niż 3 miesiące.

## 2.1. Badanie składu chemicznego śliwek

Zawartość ekstraktu oznaczono refraktometrycznie poprzez pomiar współczynnika załamania światła za pomocą refraktometru Abbego w temperaturze 20°C; pomiar pH w zhomogenizowanej próbce owoców przeprowadzono za pomocą pehametru Hanna Instruments HI 221; kwasowość miareczkową oznaczono potencjometrycznie, a uzyskane wyniki przeliczono na kwas jabłkowy.

Oznaczenie zawartości polifenoli ogółem wykonano metodą Peri i Pompei [1971], wykorzystując odczynnik Folin-Ciocalteu'a, natomiast antocyjany ogółem oznaczono metodą spektrofotometryczną [Giusti, Wrolstad 2001]. Ekstrakcję polifenoli i antocyjanów z rozdrobnionych owoców śliwek przeprowadzono za pomocą wielokrotnej ekstrakcji z zastosowaniem ultradźwięków. Ekstrakcję polifenoli przeprowadzono mieszaniną metanolu/acetonu/wody (35:35:30, v/v/v), natomiast antocyjanów – za pomocą 70-procentowego metanolu zakwaszonego kwasem solnym (0,1%). Do oznaczenia poszczególnych związków polifenolowych, cukrów oraz kwasu L-askorbinowego wykorzystano metodę wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC). Analizy wykonywano na chromatografie firmy Shimadzu wyposażonym w detektor z matrycą diodową oraz w detektor refraktometryczny. Ekstrakcję polifenoli i antocyjanów z owoców śliwek prowadzono w sposób analogiczny do metod spektrofotometrycznych. Cukry proste ekstrahowano z owoców za pomocą wody dejonizowanej, natomiast kwas L-askorbinowy – 2-procentowym roztworem kwasu szczawowego. Próbki przed oznaczeniem chromatograficznym filtrowano przy użyciu filtrów strzykawkowych PTFE lub PA, o średnicy porów 0,45 µm.

Do analizy związków polifenolowych wykorzystano kolumnę Luna C18(2) 250×4,60 mm (Phenomenex). Jako eluentu użyto 10-procentowego roztworu kwasu mrówkowego (odczynnik A) oraz mieszaninę acetonitrylu/wody/kwasu mrówkowego (50:40:10) – odczynnik B, przy przepływie 1 cm<sup>3</sup>·min<sup>-1</sup>, według gradientu: 1 min 12% B; 16 min 30% B; 20,5 min 100% B; 22,5 min 100% B, 25 min 12% B, 35 min 12% B. Rejestrację prowadzono przy długości fali: 280 nm (katechina), 320 nm (kwas chlorogenowy i neochlorogenowy), 360 nm (kwercetyno-3-rutynozyd), 520 nm (antocyjany). Wyniki ilościowe oznaczeń antocyjanów podawano w przeliczeniu na cyjanidyno-3-glukozyd, natomiast kwasu neochlorogenowego – na kwas chlorogenowy. Pozostałe związki zidentyfikowano na podstawie czasu retencji, porównywanego z wzorcami, a oznaczenie ilościowe wykonano metodą wzorca zewnętrznego.

Zawartość cukrów prostych w owocach śliwek oznaczono metodą podaną w pracy [Colaric i in. 2006] w modyfikacji własnej. Analizę wykonywano na kolumnie Rezex RCU-USP 250×4 mm (Phenomenex). Eluent stanowiła woda redestylowana dozowana z prędkością 0,23 cm<sup>3</sup>·min<sup>-1</sup>. Analizę wykonywano w temp. 80°C.

Zawartość kwasu L-askorbinowego oznaczono metodą Tai i Gohda [2007] z modyfikacją własną. Do analizy wykorzystywano kolumnę ZIC®-HILIC o wymiarach 150×4,6 mm, 5 µm. Eluent stanowiła mieszanina acetonitrylu i 100 mM roztworu octanu etylu (800:200, v:v), dozowana z prędkością przepływu 0,5 cm<sup>3</sup>·min<sup>-1</sup>. Analizę

wykonywano metodą izokratyczną w temperaturze 25°C. Rejestrację prowadzono przy długości fali 240 nm. Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

## 2.2. Badanie wpływu dodatku śliwek na właściwości burgerów wieprzowych

Porcję mięsa i śliwek potrzebną do wykonania każdego z trzech powtórzeń doświadczenia rozmrażano w strumieniu wody wodociągowej przez 0,5 h. Następnie śliwki rozdrabniano w wilku z siatką o wielkości otworów 4,5 mm. Przygotowywano cztery warianty farszów. W skład próby kontrolnej (K) wchodziło 200 g mięsa, 20 g wody i 2 g NaCl. W wariantach z dodatkiem 5 i 10% śliwek (5S i 10S) 10 lub 20 g mięsa zastępowano analogiczną ilością śliwek. Wariant KA różnił się od próby kontrolnej dodatkiem 0,1 g kwasu askorbinowego (tj. 0,05% w stosunku do masy mięsa). Składniki mieszano 5 min w mieszarce Kenwood (sól i kwas askorbinowy były uprzednio rozpuszczane w przewidzianej w recepturze ilości wody, śliwki również mieszano wstępnie z roztworem soli). Burgery o masie 90 g (dwa dla każdego wariantu) formowano w płytce Petriego wyłożonej folią polietylenową i zamrażano owinięte folią w temp. -18°C. Następnego dnia burgery poddawano obróbce termicznej w piecu elektrycznym z wymuszoną cyrkulacją powietrza (200°C, czas 35 min, po 20 min ruszt obracano o 180°). Burgery osiągały temp.  $74 \pm 3$  °C w centrum geometrycznym. Obróbkę termiczną prowadzono w dwóch turach (každorazowo po jednym burgerze z poszczególnych wariantów). Po 1 h studzenia w temp. pokojowej burgery ważono, pakowano próżniowo i następnie przechowywano przez 24 h lub 13 dni w temp. 3-7°C. Po 24 h rozpakowywano po jednym burgerze z każdego wariantu, rozdrabniano je w wilku z siatką o wielkości otworów 4,5 mm i oznaczano w nich pH (za pomocą elektrody zespolonej zanurzonej w zawieszynie rozdrobnionej próbki wymieszanej z wodą w stosunku masowym 1:3) oraz wskaźnik TBA [Tyburcy, Krajewska, Florowski 2013]. Po 13 dniach ponownie rozpakowywano po jednym burgerze z każdego wariantu i oznaczano w nich wskaźnik TBA. Następnie rozdrobnione próbki z każdego wariantu mieszano z tymi pozostałymi po analizach wykonanych po 24 h (resztki rozdrobnionych próbek analizowanych po 24 h przechowywano do 13 dnia w stanie zamrożonym) i oznaczano w nich zawartość wody (metodą suszenia z piaskiem w temperaturze 105°C przez 3 h) oraz zawartość tłuszczu (metodą różnicową Soxhleta) [Klepacka (red.) 1996].

Do opracowania statystycznego wyników wykorzystano program Statgraphics Plus wersja 4.1. Do badania różnic między średnimi wartościami wydajności, pH, zawartości wody i tłuszczu w burgerach wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji i test Tukeya. Różnicę między wynikami wskaźnika TBARS uzyskanymi po 24 h godzinach i 13 dniach przechowywania burgerów badano przy użyciu sparowanego testu t-Studenta. Wpływ wariantu recepturowego burgerów na wartość tego wskaźnika zbadano za pomocą testu Kruskalla-Wallisa (ze względu na nierówność wariancji w grupach niemożliwe okazało się w tym przypadku zastosowanie analizy wariancji).

### 3. Omówienie i dyskusja wyników

Badane śliwki charakteryzowały się ekstraktem na poziomie 10,2 °Brix oraz kwasowością wynoszącą 1,1% (tab. 1). Glukoza i fruktoza były głównymi cukrami wchodzącymi w skład ekstraktu. Stwierdzono także obecność niewielkich ilości sacharozy i sorbitolu. Uzyskany w niniejszej pracy ekstrakt był zbliżony do wartości podawanych przez Kim i Padilla-Zakour [2004], natomiast znaczenie niższy od ekstraktu śliwek badanych przez Usenik i in. [2008]. Porównując kwasowość surowca badanego w niniejszej pracy z zawartością kwasu jabłkowego w śliwkach badanych przez Usenik i in. [2008] stwierdzono jednak, że istnieje znaczna różnica w stopniu dojrzałości owoców, co mogło wpłynąć na uzyskane różnice w zawartości ekstraktu.

Śliwki są bogatym źródłem związków o charakterze przeciwutleniającym, takich jak kwasy fenolowe, antocyjany i flawonole. Zawartość polifenoli ogółem w przeliczeniu na kwas galusowy wynosiła w badanych owocach 297,6 mg/100 g, natomiast zawartość antocyjanów w przeliczeniu na cyjanidyno-3-glukozyd wynosiła ponad 20 mg/100 g. Głównym związkiem polifenolowym śliwek był kwas neochlorogenowy, natomiast antocyjanem występującym w największej ilości był cyjanidyno-3-rutynozyd. Owoce zawierały także kwas chlorogenowy, kwercetyno-3-rutynozyd, (+) katechinę oraz inne związki polifenolowe w mniejszych ilościach. Ilość związków polifenolowych w śliwkach kształtuje się w szerokim zakresie od 42 mg do nawet 563 mg/100 g [Gill i in. 2002; Cevallos-Casals i in. 2006]. Zależy ona od wielu czynników, takich jak odmiana, stopień dojrzałości, warunki klimatyczne podczas dojrzewania owoców oraz warunki przechowywania owoców po zbiorze, a także wielkość owoców [Walkowiak-Tomczak 2008]. Cevallos-Casals i in. [2006] wykazali, że zawartość polifenoli w skórce owoców jest od 3 do 4 razy większa w porównaniu z miąższem owoców. Na zawartość polifenoli w badanych śliwkach mógł mieć wpływ także proces mrożenia przemysłowego, a szczególnie etap usuwania pestek. Śliwki wykazują wysoką aktywność polifenyllooksydazy [Siddiq i in. 1992], dlatego po przekrojeniu owoców i usunięciu pestki owoce powinny być jak najszybciej zamrożone, aby nie następowała degradacja związków polifenolowych, wynikająca z działania natywnych enzymów śliwek.

Śliwki nie są surowcem zasobnym w witaminę C. Zawartość kwasu askorbinoowego wynosiła 5,3 mg/100 g i była bardzo zbliżona do zawartości oznaczonych przez Gil i in. [2002].

Przy dodatku śliwek do farszu burgerów obserwowano istotne zmniejszenie wydajności produktu (o 6-9 punktów procentowych) – tab. 2. Zjawisko to było spowodowane zakwaszającym działaniem śliwek, które ujawniło się w postaci niższego pH wyrobu (o 0,1 do 0,2 jednostki odpowiednio przy 5- i 10-procentowym dodatku śliwek). Białka mięśniowe przy obniżaniu się pH (jego zbliżeniu do punktu izoelektrycznego) mają mniejszą zdolność do wiązania wody po obróbce cieplnej. Podobną tendencję do obniżania wydajności pod wpływem dodatku składników otrzymanych ze śliwek obserwowano również w przypadku pieczenia wołowych [Nuñez de Gonzalez i in.



**Tabela 1.** Skład chemiczny śliwek  
**Table 1.** Chemical composition of plums

Cecha Characteristic	Średnia±odchylenie standardowe Means±standard deviations, <i>n</i> = 3
Ekstrakt Total soluble solids [° Brix]	10,2±0,7
pH	3,27±0,4
Kwasowość ogólna Total acidity [g/100 g]	1,1±0,3
Zaw. glukozy Glucose content [g/100 g]	2,8±0,4
Zaw. fruktozy Fructose content [g/100 g]	2,1±0,3
Zaw. sacharozy Sucrose content [g/100 g]	0,9±0,1
Zaw. sorbitolu Sorbitol content [g/100 g]	1,0±0,1
Zaw. polifenoli ogółem Total phenolics content [mg/100 g]	297,6±8,9
Kwas neochlorogenowy Neochlorogenic acid [mg/100 g]	97,4±4,6
Kwas chlorogenowy Chlorogenic acid [mg/100 g]	8,6±1,3
Kwercetyno-3-rutynozyd Quercetin-3-rutinoside [mg/100 g]	3,4±0,7
(+)Katechina (+)Catechin [mg/100 g]	2,1±0,5
Zaw. antocyjanów ogółem Total anthocyanin content [mg/100 g]	21,5±4,5
Cyjanidyno-3-glukozyd Cyanidin-3-glucoside [mg/100 g]	1,2±0,2
Cyjanidyno-3-rutynozyd Cyanidin-3-rutinoside [mg/100 g]	12,8±0,9
Peonidyno-3-rutynozyd Peonidin-3-rutinoside [mg/100 g]	4,0±0,5
Peonidyno-3-glukozyd Peonidin-3-glucoside [mg/100 g]	0,3±0,1
Zaw. kwasu L-askorbinowego L-ascorbic acid content [mg/100 g]	5,3±0,8

Źródło: opracowanie własne.

Source: own elaboration.

2008b], szynek [Nuñez de Gonzalez i in. 2009] i kotlecików wołowych [Yıldız-Turp, Serdaroglu 2010]. W ostatnim z wymienionych produktów 10-procentowy dodatek przecieru z suszonych (uwodnionych przed przetarciem) śliwek obniżył wydajność o 3 punkty procentowe. Autorzy tej pracy dodawali jednak do burgerów fosforany, które prawdopodobnie przeciwdziałały zmianom wydajności powodowanym przez śliwki. Ponadto przecier z suszonych śliwek zawierał mniej wody (tylko 66%) niż rozmrożone śliwki użyte w niniejszej pracy. Świeże owoce (z których produkuje się mrożonkę) zawierają 86-88% wody [Walkowiak-Tomeczak 2008].

Przy dodatku śliwek obserwowano niewielkie zmniejszenie zawartości wody w produkcie przy jednoczesnym zwiększeniu zawartości tłuszczu. Ta ostatnia zmiana wynikała prawdopodobnie ze zwiększenia zawartości składników suchej substancji (większego wycieku wody po obróbce cieplnej). Yıldız-Turp i Serdaroglu [2010] obserwowali zmniejszenie retencji wody po pieczeniu w kotlecikach wołowych z 10-procentowym dodatkiem przecieru z suszonych (uwodnionych przed przetarciem) śliwek.

**Tabela 2.** Wydajność, pH, zawartość wody oraz tłuszczu w burgerach wieprzowych (średnie  $\pm$  odchylenia standardowe)

**Table 2.** Yield, pH, moisture and fat contents in pork burgers (means  $\pm$  standard deviations)

Wariant Formulation	Wydajność Yield (%) $n = 6$	pH $n = 3$	Woda Moisture (%) $n = 3$	Tłuszcz Fat (%) $n = 3$
K	70,1 $\pm$ 3,7 a	6,23 $\pm$ 0,03 a	61,8 $\pm$ 2,2 a	15,4 $\pm$ 1,2 a
5S	64,2 $\pm$ 3,7 bc	6,11 $\pm$ 0,07 ab	61,1 $\pm$ 4,1 a	15,7 $\pm$ 0,7 a
10S	60,8 $\pm$ 3,3 c	6,02 $\pm$ 0,03 b	58,5 $\pm$ 1,9 a	16,5 $\pm$ 0,8 a
KA	67,2 $\pm$ 2,6 ab	6,15 $\pm$ 0,08 ab	59,8 $\pm$ 3,4 a	16,1 $\pm$ 1,0 a

K – wariant kontrolny, 5S i 10S – z dodatkiem odpowiednio 5 i 10% śliwek, KA – z 0,05-procentowym dodatkiem kwasu askorbinowego.

K – control, 5S and 10S – with 5 or 10% addition of plums, respectively, KA – with 0.05% addition of ascorbic acid.

a, b, c – średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie ( $P > 0,05$ ).

a, b, c – means in columns with the same letter do not differ significantly ( $P > 0.05$ ).

Źródło: opracowanie własne.

Source: own elaboration.

Wartości wskaźnika TBARS burgerów uzyskane po czasie 24 h i 13 dni były zbliżone (tab. 3). Porównując obie grupy wyników (uzyskane po 24 h i 13 dniach) sparowanym testem t-Studenta, stwierdzono brak statystycznie istotnego wpływu czasu przechowywania na ten wskaźnik. Niektórzy autorzy stwierdzili statystycznie istotny wzrost wskaźnika TBARS podczas 14-dniowego przechowywania w opakowaniu próżniowym takich produktów, jak: wieprzowe kulki mięsne [Kobus-Cisowska i in. 2014], grillowane kotleciki z mięsa drobiowego [Smiddy i in. 2002] i pieczone

porcje kielbasy śniadaniowej [Nuñez de Gonzales i in. 2008a]. Obserwowane przez nich różnice były jednak wyraźnie mniejsze niż spowodowane dodatkiem substancji przeciwutleniających do produktów (m.in. różnych składników otrzymanych ze śliwek). Ahn i in. [2001] stwierdzili, że zmiany wskaźnika TBARS podczas 7-dniowego przechowywania zapakowanych próżniowo kotlecików poddanych obróbce cieplnej zależały od gatunku mięsa (użyto mięsa indyczego, wieprzowiny lub wołowiny). Największy wzrost wskaźnika TBARS następował w przypadku mięsa indyczego, podczas gdy w kotlecikach wołowych zmiana taka nie wystąpiła. Du i in. [Du, Nam, Ahn 2001] nie obserwowali istotnych zmian wskaźnika TBARS podczas 7-dniowego przechowywania rozdrobnionej wieprzowej połówicy, poddanej obróbce termicznej i zapakowanej próżniowo. W niniejszej pracy wobec braku istotnego wpływu czasu przechowywania połączono wyniki wskaźnika TBARS uzyskane po obu czasach i poddano je analizie testem Kruskala-Wallisa. Stwierdzono istotne różnice między wszystkim porównywanymi grupami wyników (tab. 3). Największą efektywnością w obniżaniu wskaźnika TBARS miał 0,05-procentowy dodatek kwasu askorbinowego (redukcja wskaźnika o 90% w porównaniu z próbą kontrolną). W przypadku dodatku 5 i 10% śliwek redukcja wskaźnika w porównaniu z wariantem kontrolnym wyniosła odpowiednio 69 i 82%.

**Tabela 3.** Wpływ dodatku śliwek i kwasu askorbinowego na wartość wskaźnika TBARS burgerów wieprzowych (średnie±odchylenia standardowe)

**Table 3.** Effects of plums and ascorbic acid on TBARS of pork burgers (means±standard deviations)

Wariant Formulation	TBARS [mg aldehydu malonowego/kg produktu] [mg malonaldehyde/kg of product]		
	po 24 h after 24 h <i>n</i> = 3	po 13 dniach after 13 days <i>n</i> = 3	niezależnie od czasu* irrespective of time* <i>n</i> = 6
K	4,81±0,54	4,50±0,07	4,65±0,38 a
5S	1,50±0,18	1,42±0,28	1,46±0,22 b
10S	0,75±0,10	0,87±0,01	0,81±0,09 c
KA	0,40±0,05	0,51±0,05	0,46±0,08 d

K, 5S, 10S, KA – zob. tab. 2.

K, 5S, 10S, KA – see tab. 2.

a, b, c, d – różne litery wskazują na istotne różnice między grupami ( $P < 0,05$ ).

a, b, c, d – different letters indicate significant differences between groups ( $P < 0.05$ ).

\* Średnie obliczono, łącząc wyniki uzyskane dla danego wariantu po obu czasach przechowywania.

\* Means were calculated by pooling results obtained after 24 h and 13 days of storage.

Źródło: opracowanie własne.

Source: own elaboration.

Nuñez de Gonzalez i in. [2008a] stwierdzili podobny poziom redukcji wskaźnika TBARS podczas przechowywania pieczonych porcji kielbasy śniadaniowej od 56%

przy 3-procentowym dodatku przecieru z suszonych śliwek (o zawartości wody 30%) do 66% przy 6% dodatku takiego przecieru. W innych badaniach [Nuñez de Gonzalez i in. 2008b] uzyskano redukcję wskaźnika TBARS podczas przechowywania poddanych wstępnej obróbce cieplnej pieczeni wołowych od 47% przy 5-procentowym dodatku suszonego rozpyłowo proszku śliwkowego do 74% przy dodatku 5-procentowym koncentratu soku ze świeżych śliwek.

Wobec stwierdzenia braku istotnych zmian wskaźnika TBARS między 1 i 13 dniem przechowywania burgerów wieprzowych w niniejszej pracy można przypuszczać, że dodatek śliwek hamował wzrost tego wskaźnika podczas obróbki cieplnej i wychładzania produktu. Hęś, Gramza-Michałowska i Szymandera-Buszka [2009] również stwierdziły, że obecność przeciwutleniaczy (ekstraktu rozmarynu i BHT) w gotowanych pulpetach wieprzowych hamowała wzrost wskaźnika TBARS po obróbce cieplnej. Wartość tego wskaźnika w próbie kontrolnej wzrosła dwukrotnie, podczas gdy w próbach z dodatkiem przeciwutleniaczy jedynie 1,2- do 1,3-krotnie. Ogrzewanie powoduje wyraźny wzrost wskaźnika TBARS w produktach z mięsa wieprzowego. Mechanizm przyspieszenia utlenienia lipidów mięsa pod wpływem obróbki cieplnej polega m.in. na uszkodzeniu błon komórkowych i ekspozycji obecnych tam nienasyconych kwasów tłuszczowych na działanie tlenu, zwiększeniu zawartości w mięsie żelaza niehemowego, które jest katalizatorem procesu utleniania, inaktywacji enzymów o działaniu przeciwutleniającym i obniżeniu energii aktywacji procesu utleniania [Nuñez de Gonzalez i in. 2008a].

#### 4. Podsumowanie

Mrożone śliwki zawierają w wiele związków, które są znane ze swojej aktywności przeciwutleniającej. Wprowadzenie tego składnika do receptury burgerów wieprzowych powoduje wyraźne obniżenie wskaźnika TBARS po obróbce cieplnej i wychłodzeniu. W czasie 13 dni przechowywania produktu w opakowaniu próżniowym w temp. 3-7°C wskaźnik TBARS utrzymuje się na poziomie, który stwierdzono na początku przechowywania. Pakowanie próżniowe jest więc efektywnym sposobem wyeliminowania zmian oksydacyjnych podczas przechowywania takiego produktu. Istnieje potrzeba wprowadzenia do receptury burgerów wieprzowych ze śliwkami dodatków, które skompensowałyby obniżenie wydajności tych produktów po obróbce cieplnej spowodowane zakwaszającym działaniem śliwek.

#### Literatura

- Ahn D.U., Nam K.C., Du M., Jo C., 2001, *Effect of irradiation and packaging conditions after cooking on the formation of cholesterol and lipid oxidation products in meat during storage*, Meat Sci., vol. 57, s. 413-418.
- Cevallos-Casals B. A., Byrne D., Okie W. R., Cisneros-Zevallos, L., 2006, *Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties*, Food Chem., vol. 96, no. 2, s. 273-280.

- Colaric M., Stampar F., Solar A., Hudina M., 2006, *Influence of branch bending on sugar, organic acid and phenolic content in fruits of 'Williams' pears (Pyrus communis L.)*, J. Sci. Food Agric., vol. 86, no. 14, s. 2463-2467.
- Du M., Nam K.C., Ahn D.U., 2001, *Cholesterol and lipid oxidation products in cooked meat as affected by raw-meat packaging and irradiation and by cooked-meat packaging and storage time*, J. Food Sci., vol. 66, no. 9, s. 1396-1401.
- Gil M. I., Tomàs-Barberà F.A., Hess-Pierce B., Kader A.A., 2002, *Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C content of nectarine, peach, and plum cultivars from California*, J. Agric. Food Chem., vol. 50, no. 17, s. 4976-4982.
- Giusti M., Wrolstad R.E., 2001, *Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy*, "Current Protocols in Food Analytical Chemistry", F1.2.1-F1.2.13.
- GUS, 2013, Rocznik Statystyczny Rolnictwa, [www.stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/\(10.11.2014\)](http://www.stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/(10.11.2014)).
- Heś M., Gramza-Michałowska A., Szymandera-Buszk K., 2009, *Wpływ wybranych metod ogrzewania oraz zamrażalniczego przechowywania na utlenianie się lipidów w produktach mięsnych z dodatkami przeciwutleniającymi*, Bromat. Chem. Toksykol., t. 42, nr 3, s. 455-459.
- Kim D.O., Padilla-Zakour O.J., 2004, *Jam processing effect on phenolics and antioxidant capacity in anthocyanin-rich fruits: cherry, plum, and raspberry*, J. Food Sci., vol. 69, no. 9, s. S395-S400.
- Klepacka M. (red.), 1996, *Analiza żywności*, Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa.
- Kobus-Cisowska J., Flaczyk E., Rudzińska M., Kmiecik D., 2014, *Antioxidant properties of extracts from Ginkgo biloba leaves in meatballs*, Meat Sci., vol. 97, s. 174-180.
- Lee E.J., Ahn D.U., 2005, *Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract*, Meat Sci., vol. 71, s. 300-305.
- Leheska J.M., Boyce J., Brookes J.C., Hoover L.C., Thompson L.D., Miller M., 2006, *Sensory attributes and phenolic content of precooked pork breakfast sausage with fruit purees*, J. Food Sci., vol. 71, no. 3, s. S249-S252.
- Núñez de Gonzalez M.T., Hafley B.S., Boleman R.M., Miller R.M., Keeton J.T., Rhee K.S., 2008a, *Antioxidant properties of dried plum ingredients in raw and precooked pork sausage*, J. Food Sci., vol. 73, no. 5, s. H63-H71.
- Núñez de Gonzalez M.T., Hafley B.S., Boleman R.M., Miller R.M., Rhee K.S., Keeton J.T., 2008b, *Antioxidant properties of plum concentrates and powder in precooked roast beef to reduce lipid oxidation*, Meat Sci., vol. 80, s. 997-1004.
- Núñez de Gonzalez M.T., Hafley B.S., Boleman R.M., Miller R.M., Rhee K.S., Keeton J.T., 2009, *Quantitative effects of fresh and dried plum ingredients on vacuum-packaged, sliced hams*, Meat Sci., vol. 83, s. 74-81.
- Peri C., Pompei G., 1971, *An assay of different phenolic fraction in wines*, Am. J. Enol. Vitic., vol. 22, no. 2, s. 55-58.
- Siddiq M., Sinha N.K., Cash J.N., 1992, *Characterization of polyphenoloxidase from Stanley plums*, J. Food Sci., vol. 57, no. 5, s. 1177-1179.
- Smiddy M., Papkovskaia N., Papkovsky D.B., Kerry J.P., 2002, *Use of oxygen sensors for the non-destructive measurement of the oxygen content in modified atmosphere and vacuum packs of cooked chicken patties; impact of oxygen content on lipid oxidation*, Food Research Int., vol. 35, s. 577-584.
- Tabele kalorii, 2014, [www.tabele-kalorii.pl/kalorie,Pasztet-domowy-ze-sliwkami-Indykpol.html\(10.11.2014\)](http://www.tabele-kalorii.pl/kalorie,Pasztet-domowy-ze-sliwkami-Indykpol.html(10.11.2014)).
- Tai A., Gohda E., 2007, *Determination of ascorbic acid and its related compounds in foods and beverages by hydrophilic interaction liquid chromatography*, J. Chromatogr. B, vol. 853, no. 1-2, s. 214-220.
- Tyburcy A., Krajewska S., Florowski T., 2013, *Antioxidant properties of various cranberry-derived ingredients in precooked and raw meat patties*, Fleischwirtschaft Int., vol. 28, no. 3, s. 61-64.

- Usenik V., Kastelec D., Veberič, Štampar F., 2008, *Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica L.*)*, Food Chem., vol. 111, s. 830-836.
- Walkowiak-Tomczak D., 2008, *Characteristics of plums as a raw material with valuable nutritive and dietary properties – a review*, Pol. J. Food Nutr. Sci., vol. 58, no. 4, s. 401-405.
- Yıldız-Turp G., Serdaroglu M., 2010, *Effects of using plum puree on some properties of low fat beef patties*, Meat Sci., vol. 86, s. 896-900.