

MONIKA WEREŃSKA-SUDNIK, IWONA CHEŁMECKA, JANINA WOŁOSZYN,
ANDRZEJ OKRUSZEK, GABRIELA HARAF, AGNIESZKA ORKUSZ

WPLYW DODATKU PROSZKU Z ZIELONEJ HERBATY NA JAKOŚĆ WYROBÓW PODROBOWYCH PRZECHOWYWANYCH W WARUNKACH CHŁODNICZYCH

Streszczenie

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu dodatku sproszkowanej zielonej herbaty japońskiej – Matcha, typ Uji, na przebieg zmian oksydacyjnych i hydrolitycznych lipidów, parametry i trwałość barwy oraz ocenę sensoryczną doświadczalnych wyrobów podrobowych, wyprodukowanych w warunkach przemysłowych i przechowywanych chłodniczo.

W wyrobach wyprodukowanych z dodatkiem proszku z zielonej herbaty w ilościach [%]: 1,0, 1,5 i 2, przechowywanych chłodniczo (temp. 4 ± 1 °C) przez 1, 7 i 14 dni oznaczono: liczbę nadtlenu (LN), wartość wskaźnika TBARS, liczbę kwasową (LK), parametry barwy: L*, a*, b* oraz ΔE . Ponadto wykonano ocenę sensoryczną obejmującą: smak, zapach, wygląd na przekroju, konsystencję i ocenę ogólną. Otrzymane wartości porównano z wynikami próby odniesienia, którą stanowił wyrób bez dodatku proszku z zielonej herbaty.

Dodatek proszku z zielonej herbaty wpłynął na spowolnienie procesów utleniania oraz hydrolizy lipidów podczas chłodniczego przechowywania wyrobu podrobowego. Wartość liczby nadtlenu w próbie kontrolnej po 14 dniach przechowywania wyniosła 0,169 mg O₂/kg tłuszczu, zawartość substancji reagujących z kwasem 2-tiobarbiturowym, wyrażona za pomocą wskaźnika TBARS – 1,98 mg/kg, a liczby kwasowej – 1,82 mg KOH/g. Wartości tych parametrów w produkcie zawierającym 2 % sproszkowanej herbaty były mniejsze o [%]: 3,55, 20,7 i 21,9. Dodatek proszku z zielonej herbaty wpłynął istotnie na parametry barwy (L*, b*) i ΔE oraz na wyniki oceny sensorycznej produktów. Na koniec okresu przechowywania ocena ogólna wyrobu kontrolnego określona została jako niepożądana (2 JU), a wyrobów z dodatkiem proszku z zielonej herbaty – jako tolerowana (3 JU).

Słowa kluczowe: herbata zielona sproszkowana, wyrób podrobowy, zmiany oksydacyjne i hydrolityczne, przechowywanie chłodnicze

Mgr inż. M. Wereńska-Sudnik, prof. dr hab. inż. J. Wołoszyn, dr hab. inż. A. Okruszek, prof. nadzw., dr inż. G. Haraf, dr inż. A. Orkusz, Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego, Wydz. Inżynierijno-Ekonomiczny, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław, dr inż. I. Chelmecka, Zakład Przetwórstwa Mięsnego Jerzy Gawrycki, ul. Witosa 3, 58-260 Bielawa. Kontakt: monika.werenska@ue.wroc.pl

Wprowadzenie

Ze względu na obecność tłuszczu mięso i jego przetwory są podatne na procesy utleniania, które zachodzą w trakcie poddawania surowców różnym zabiegom technologicznym [16, 27]. Podczas chłodniczego przechowywania surowiec mięsny i wyroby z niego wytworzone ulegają przemianom, m.in. utlenianiu i hydrolizie lipidów, co przyczynia się do obniżenia jakości produktów. Utlenianie lipidów prowadzi do degradacji wartościowych składników, w tym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz witamin. Utlenione kwasy tłuszczowe wykazują działanie mutagenne w stosunku do kwasów nukleinowych i przyczyniają się do kancerogenezy [17]. Wtórne produkty utleniania wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, zwłaszcza aldehydy i ketony, wpływają niekorzystnie na smak, zapach, teksturę oraz znacznie obniżają wartość odżywczą surowca i gotowego produktu [11]. Z utlenianiem lipidów powiązane jest utlenianie białek, które przyczynia się do pogorszenia właściwości funkcjonalnych mięsa, m.in. wodochłonności, zdolności utrzymania wody własnej czy zdolności żelowania [9].

Branża mięsna coraz częściej stara się eliminować stosowanie syntetycznych przeciwutleniaczy i, tam gdzie jest to możliwe, zastępować je przeciwutleniaczami pochodzenia naturalnego, aby spełnić oczekiwania konsumentów. Na podstawie wyników badań przeciwutleniacze te uznawane są za w pełni bezpieczne, w przeciwieństwie do przeciwutleniaczy syntetycznych. Rośliny są popularnym źródłem przeciwutleniaczy. Wykazano, że część z nich ma znacznie silniejsze działanie przeciwutleniające niż przeciwutleniacze syntetyczne [16]. Substancje wykazujące działanie przeciwutleniające najczęściej dodawane są do żywności w postaci ekstraktów otrzymywanych z różnych części roślin, m.in. liści, kwiatostanów, łodyg, nasion, korzeni, skórki, kory czy też z miąższu owocowego.

Do skutecznych przeciwutleniaczy pochodzenia naturalnego należy m.in. zielona herbata, która zawiera aktywne polifenolowe związki przeciwutleniające – katechiny [10]. Stwierdzono, że zielona herbata (typ Uji) charakteryzuje się dużym potencjałem przeciwutleniającym, gdyż jest ok. 140 razy bogatsza w czynne związki niż zwykła jej odmiana [29]. Katechiny zawarte w ekstrakcie z liści herbaty (które coraz częściej wykorzystuje się w technologii przetwórstwa mięsa) wpływają m.in. na procesy hamowania powstawania wolnych rodników, ich neutralizowania, wiązania nadtlenu czy chelatowania jonów metali ciężkich, będących katalizatorami reakcji wolnorodnikowych [8]. Przyczyniają się również do obniżenia potencjału oksydacyjno-redukcyjnego, a przez to do utrzymania pożądanej stabilności barwy surowca i wyrobów mięsnych, zarówno w trakcie przechowywania chłodniczego, jak i zamrażalniczego [13, 19].

Celem pracy była ocena wpływu dodatku sproszkowanej zielonej herbaty japońskiej – Matcha, typ Uji, na przebieg zmian oksydacyjnych i hydrolitycznych lipidów

i wybrane wyróżniki jakościowe (parametry barwy L*, a*, b*, ΔE oraz ocenę sensoryczną) wyrobu podrobowego, wyprodukowanego w warunkach przemysłowych.

Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiły wyroby podrobowe wytworzone w warunkach przemysłowych w zakładzie mięsny. Wyroby wyprodukowano w czterech wariantach recepturowych (tab. 1), zgodnie z obowiązującą w zakładzie Dobrą Praktyką Produkcyjną (GMP).

Tabela 1. Skład recepturowy doświadczalnych wyrobów podrobowych

Table 1. Composition of experimental offal products

Skład recepturowy / Composition of formula		Wariant produkcyjny Production variant			
		I	II	III	IV
Przeciwutleniacz Antioxidant [%]	Proszek z zielonej herbaty / Green tea powder	0	1	1,5	2
Surowce podstawowe Basic raw material [kg]	Surowa wątroba / Raw liver	10	10	10	10
	Tłuszcz pachwinowy / Inguinal fat	35	35	35	35
	Skórki wieprzowe / Pork rinds	15	15	15	15
	Słonina / Fatback	25	25	25	25
	Gorąca woda / Hot water	25	25	25	25
Dodatki Additives [%]	Mieszanka peklująca i inne dodatki Curing mix and other additives	3,48	3,48	3,48	3,48

W trzech wariantach recepturowych zastosowano jako naturalny przeciwutleniacz proszek z zielonej herbaty japońskiej Matcha – typ Uji (Japonia) otrzymywany przez zmielenie wysuszonych liści odmiany Tencha. Sproszkowaną herbatę dodawano w ilościach [%]: 1,0, 1,5 i 2,0 (warianty recepturowe II, III i IV) w stosunku do całkowitej masy farszu. Próbę kontrolną stanowił wyrób o tym samym składzie recepturowym, bez dodatku proszku z zielonej herbaty (wariant I). Wyrób nadziewano w osłonki wiskozowe (Viscoflex®), formując batony o długości 20 cm. W zakładzie mięsny, na potrzeby badań przechowalniczych, wyroby zapakowano próżniowo (wysokość próżni – 99 %) w wysokobarierową folię poliamidowo-polietylenową (PA/PE) o przepuszczalności tlenu – 70 [cm³/m² × 24 h 0,1 MPa], ditlenku węgla – 287 [cm³/m² × 24 h 0,1 MPa] oraz pary wodnej – 10,3 [g/m² × 24 h].

Gotowe wyroby (n = 12 szt. w każdym wariantcie recepturowym) poddawano analizie laboratoryjnej po 24 h od zakończenia pełnego cyklu produkcyjnego oraz po 7 i 14 dniach chłodniczego przechowywania w temp. 4 ± 1 °C. Oznaczano: zawartość tłuszczu ogólnego metodą Soxhletha-Henkla [2], przy wykorzystaniu aparatu Soxtec HT2 (firmy TECATOR), liczbę nadtlenkową (LN) zgodnie z normą [24], zawartość

aldehydu malonowego metodą Saliha [26] w modyfikacji Pikula [22] i wyrażano jako wskaźnik TBARS w mg aldehydu malonowego/kg wyrobu. Absorbancję mierzono przy użyciu spektrofotometru Specord 210 Analytik (Jena AG, Jena, Niemcy) przy długości fali $\lambda = 532$ nm oraz liczbę kwasową (LK) zgodnie z normą [23].

Instrumentalny pomiar jasności fotometrycznej barwy – L^* oraz składowe monochromatyczne, tj. wartości parametrów a^* i b^* wykonywano w systemie CIE $L^*a^*b^*$ według metodyki CIE [6], przy użyciu spektrofotometru odbiciowego Minolta CR-310 (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japonia). Wartość ΔE , wyrażoną jako zmianę barwy, obliczano z równania:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}, \text{ gdzie:}$$

wartość różnicy jasności fotometrycznej barwy ΔL^* oraz parametrów Δa^* i Δb^* obliczano zgodnie z następującymi formułami: $\Delta L = L^* - L^*_t$; $\Delta a^* = a^* - a^*_t$; $\Delta b^* = b^* - b^*_t$, gdzie L^* , a^* , b^* – zmierzone wartości parametrów barwy powierzchni wyrobu 24 h po wyprodukowaniu; L^*_t , a^*_t , b^*_t – wartości barwy wyrobów po 7 i 14 dniach chłodniczego przechowywania. Urządzenie skalibrowano według wzorca bieli ($y = 93,50$; $x = 0,3114$; $z = 0,3190$). Pomiary parametrów barwy wykonywano na powierzchni przekroju poprzecznego wyrobów po 15 min od otwarcia opakowania.

Badane wyroby (plastry o grubości 1 cm, wycięte z centrum geometrycznego wyrobu) poddawano ocenie sensorycznej przy udziale panelu oceniającego, składającego się z 8 osób (o ustalonej wrażliwości sensorycznej i przeszkolonych) [3]. Oceny wykonywano z użyciem 6-punktowej skali wyrażonej w jednostkach umownych (JU). Oceńniano następujące wyróżniki: smak, zapach, wygląd na przekroju, konsystencję, wygląd ogólny (noty łączne określano słownie z przedziału: 1 ÷ 2 – ocena niepożądana, 3 ÷ 4 – ocena tolerowana, 5 ÷ 6 – ocena pożądana) [21].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Jako miary zmienności obliczono wartości średnie (\bar{x}) i odchylenia standardowe (s). Ponadto wykonano dwuczynnikową analizę wariancji – ANOVA (wariant recepturowy i czas przechowywania chłodniczego). Statystyczną istotność różnic między wartościami średnimi grup (wszystkich badanych parametrów) szacowano testem rozstępu Tukeya przy poziomie istotności $p \leq 0,05$. Obliczenia wykonano przy użyciu pakietu statystycznego Statistica[®], wersja 12.0 (Statsoft InC., Tulusa, USA).

Wyniki i dyskusja

Zawartość tłuszczu w badanych wyrobach (24 h po zakończeniu pełnego cyklu produkcyjnego) wyniosła około 27 %, co czyniło je produktami podatnymi na procesy utleniania zachodzące w trakcie ich przechowywania. Z uwagi na to, że w początkowym etapie utleniania lipidów powstają nadtlenki oraz hydronadtlenki w wyrobach

podrobowych przechowywanych chłodniczo przez 14 dni wyliczono wartości liczby nadtlenkowej (LN) określającej ilość powstających pierwotnych produktów utleniania lipidów. Stopień zaawansowania procesów utleniania lipidów w wyrobach wyrażono za pomocą liczby nadtlenkowej oraz wskaźnika TBARS (wyrażającego ilość produktów powstających w reakcji z kwasem 2-tiobarbiturowym), natomiast stopień hydrolizy – za pomocą liczby kwasowej (LK) – tab. 2, 3 i 4.

Tabela 2. Wartości liczby nadtlenkowej doświadczalnych wyrobów podrobowych [mg O₂/kg tłuszczu]
Table 2. Peroxide value [mg O₂/kg of fat]

Zawartość przeciwutleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania Storage period [dni / days]		
	1	7	14
0,0	0,147 ^{bx} ± 0,02	0,149 ^{bx} ± 0,02	0,169 ^a ± 0,03
1,0	0,133 ^{by} ± 0,04	0,136 ^{by} ± 0,03	0,166 ^a ± 0,04
1,5	0,133 ^{by} ± 0,03	0,136 ^{by} ± 0,04	0,166 ^a ± 0,02
2,0	0,126 ^{byz} ± 0,02	0,130 ^{byz} ± 0,02	0,164 ^a ± 0,03

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; n = 12; a, b – różne litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu na czas przechowywania ($p \leq 0,05$) / different letters in rows denote statistically significant differences owing to storage time period, at $p \leq 0,05$; x, y, z – różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu na dodatek proszku z zielonej herbaty ($p \leq 0,05$) / different letters in columns denote statistically significant differences owing to green tea powder added, at $p \leq 0,05$.

Dodatek proszku z zielonej herbaty nie wpływał na hamownie powstawania pierwotnych produktów utleniania tłuszczu, przy czym wyliczone wartości LN wyrobów ocenianych po 24 h od ich wyprodukowania oraz po 7 dniach chłodniczego przechowywania nie różniły się istotnie. We wszystkich badanych wariantach recepturowych zostały stwierdzone statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) różnice między średnimi wartościami LN wyrobów przechowywanych przez 14 dni a przechowywanych przez 24 h i 7 dni od ich wyprodukowania (tab. 2). Zmiany te można tłumaczyć interakcją produktów utleniania lipidów z innymi produktami powstającymi podczas ich jełczenia oraz tym, że nadtlenki nie są związkami trwałymi i ulegają w trakcie przechowywania dalszym przemianom chemicznym [15]. Różnice wartości LN po 14 dniach chłodniczego przechowywania pomiędzy wyrobem kontrolnym a wyrobami z dodatkiem proszku z zielonej herbaty nie zostały potwierdzone statystycznie (tab. 2). Flaczyk i wsp. [7] stwierdzili obecność pierwotnych produktów utleniania lipidów już w 1. dniu chłodniczego przechowywania farszu mięsnego z dodatkiem ekstraktów z zielonych i żółtych liści miłorzębu dwuklapowego. Ponadto autorzy ci stwierdzili, że wartość liczby nadtlenkowej nie zmieniła się po jednym dniu i po 7 dniach przechowywania

chłodniczego, a po 14 i 21 dniach przechowywania nastąpił zróżnicowany, nieproporcjonalny wzrost wartości LN. Zdolność inhibitowania procesów utleniania lipidów Flaczyk i wsp. [7] przypisują znacznej ilości polifenoli zawartych w liściach miłorzębu dwuklapowego, powszechnie stosowanego jako składnik produktów farmaceutycznych.

Przeciwutleniające działanie proszku z zielonej herbaty zaobserwowano w stosunku do wtórnych produktów oksydacji lipidów oznaczonych jako TBARS. Wartość wskaźnika TBARS wyrobów z dodatkiem proszku z zielonej herbaty po 14 dniach przechowywania była istotnie ($p \leq 0,05$) niższa w porównaniu z próbą kontrolną (tab. 3). Postępujący proces utleniania lipidów zawartych w próbce kontrolnej skutkowało zwiększeniem ilości powstałych produktów reakcji z kwasem 2-tiobarbiturowym o ok. 33 % po 14 dniach chłodniczego przechowywania. Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu dodatku proszku z zielonej herbaty (1,0, 1,5 i 2,0 %) na wartość wskaźnika TBARS wyrobów przechowywanych chłodniczo przez 1 dzień i 7 dni.

Tabela 3. Wartości wskaźnika TBARS doświadczalnych wyrobów podrobowych [mg/kg produktu]
Table 3. Values of TBARS indicator of experimental offal products [mg/kg of product]

Zawartość przeciwutleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania / Storage period [dni / days]		
	1	7	14
0,0	1,48 ^b ± 0,03	1,54 ^b ± 0,01	1,98 ^{ax} ± 0,01
1,0	1,55 ^b ± 0,03	1,55 ^b ± 0,07	1,66 ^{ay} ± 0,01
1,5	1,52 ^b ± 0,04	1,55 ^b ± 0,08	1,62 ^{ay} ± 0,04
2,0	1,44 ^b ± 0,06	1,47 ^b ± 0,03	1,57 ^{ay} ± 0,01

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Wartość wskaźnika TBARS wyrobów doświadczalnych podczas 14-dniowego przechowywania istotnie wzrosła. Po 1 dniu i 7 dniach chłodniczego przechowywania nie zaobserwowano istotnych różnic wartości wskaźnika TBARS między ocenianymi wyrobami, natomiast po 14 dniach przechowywania wyrób kontrolny charakteryzował się wyższą wartością TBARS w porównaniu z wyrobami z dodatkiem proszku z zielonej herbaty.

W literaturze przedmiotu brakuje informacji na temat wpływu dodatku do wyrobów podrobowych proszku z zielonej herbaty jako naturalnego przeciwutleniacza. Liczne są natomiast te, które opisują zastosowanie ekstraktów, naparów lub czystych katechin (otrzymywanych z herbat) do mięsa lub jego przetworów. Zmniejszenie ilości powstawania wtórnych produktów utleniania, wyrażone liczbą TBARS, w wyrobach z dodatkiem ekstraktu zielonej herbaty w proszku wykazali Cheorun i wsp. [5] w pasztecie wieprzowym (czas przechowywania 15 dni). Podobnie efekt przeciwutleniający

związany z wysoką zdolnością przeciwutleniającą składników ekstraktu z zielonej herbaty w pulpetach wieprzowych stwierdzili Nissen i wsp. [20] (czas przechowywania 10 dni) oraz Hęś i wsp. [12] (czas przechowywania 6 miesięcy). Autorzy ci podają, że wartość wskaźnika TBARS w próbach z ekstraktem z zielonej herbaty była istotnie niższa w porównaniu z próbami kontrolnymi. Również dodatek katechin wyekstrahowanych z zielonej herbaty przyczynił się do skutecznej ochrony przed utlenianiem lipidów zawartych w kielbaskach wołowych i drobiowych (czas przechowywania 7 dni) oraz w przetworach z mielonego mięsa wieprzowego (czas przechowywania 7 dni, skład katechin – 40 % EGCG, 12 % EGC, 12 % ECG, 10 % EC) [19, 28].

Mitsumoto i wsp. [19] oraz Hęś i wsp. [12] stwierdzili, że dodatek naparu z zielonej herbaty do przetworów z mięsa wieprzowego, wołowego oraz mielonego mięsa wieprzowego, przechowywanych zarówno chłodniczo, jak i zamrażalniczo wpłynął skutecznie nie tylko na spowolnienie tempa utleniania lipidów, lecz także na poprawę ich właściwości reologicznych.

Wraz z wydłużaniem czasu przechowywania zaobserwowano istotny wzrost wartości LK we wszystkich badanych próbach. Najwyższą wartością LK charakteryzował się wyrób kontrolny po 14 dniach chłodniczego przechowywania, natomiast najniższą – wyroby z dodatkiem proszku z zielonej herbaty badane po 24 h od zakończenia cyklu produkcyjnego (tab. 4).

Tabela 4. Liczba kwasowa doświadczalnych wyrobów podrobowych [mg KOH/g tłuszczu]

Table 4. Acid value of experimental offal products [mg KOH/g of fat]

Zawartość przeciwutleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania / Storage period [dni / days]		
	1	7	14
0,0	1,00 ^{cx} ± 0,04	1,38 ^{bx} ± 0,02	1,82 ^{ax} ± 0,01
1,0	0,91 ^{cy} ± 0,01	1,11 ^{by} ± 0,04	1,62 ^{ay} ± 0,04
1,5	0,91 ^{cy} ± 0,00	1,33 ^{byz} ± 0,02	1,45 ^{ayz} ± 0,04
2,0	0,93 ^{cy} ± 0,02	1,15 ^{by} ± 0,01	1,42 ^{ayz} ± 0,04

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Wzrost wartości LK wraz z wydłużaniem czasu przechowywania stwierdziła również Karpińska-Tymoszczyk [14] w klopsach z mięsa drobiowego (czas przechowywania 15 dni). Natomiast Pyrcz i wsp. [25] wskazują na metodę obróbki termicznej jako czynnik decydujący o początkowej wartości liczby kwasowej. W badaniach wymienionych autorów wartość LK oznaczona w pasztetowej wynosiła 0,494 ÷ 0,648 mg KOH/g tłuszczu (po pasteryzacji) oraz 0,541 ÷ 0,678 mg KOH/g tłuszczu (po sterylizacji).

Wartość parametru L* badanych wyrobów zmniejszała się wraz z wydłużaniem czasu chłodniczego przechowywania, zarówno w próbach z dodatkiem proszku z zie-

lonej herbaty, jak i w próbie kontrolnej (tab. 5). Wyrób kontrolny charakteryzował się najwyższą wartością parametru L* w całym okresie chłodniczego przechowywania, w porównaniu z wyrobami z dodatkiem proszku z zielonej herbaty. Wartość parametru a* wyrobów zawierających dodatek proszku z zielonej herbaty była niższa w porównaniu z próbą kontrolną w całym okresie przechowywania i nie uległa zmianie we wszystkich badanych wariantach recepturowych w ciągu 14-dniowego chłodniczego przechowywania. Natomiast wartość parametru b* nie zmieniła się istotnie podczas 14-dniowego chłodniczego przechowywania w wyrobie kontrolnym i z 1-procentowym dodatkiem proszku z zielonej herbaty, a w wyrobach z 1,5- i 2-procentowym dodatkiem przeciwutleniacza wartości parametru b* zmniejszyły się (tab. 5).

Tabela 5. Parametry barwy doświadczalnych wyrobów podrobowych

Table 5. Colour parameters of experimental offal products

Parametr Parameter	Zawartość przeciwutleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania / Storage period [dni / days]		
		1	7	14
L*	0,0	64,13 ^{ax} ± 0,03	63,60 ^{bx} ± 0,09	62,40 ^{cx} ± 0,32
	1,0	63,51 ^{ay} ± 0,21	62,38 ^{ay} ± 0,01	60,76 ^{by} ± 0,06
	1,5	62,74 ^{ayz} ± 0,03	61,21 ^{byz} ± 0,18	59,20 ^{cyz} ± 0,31
	2,0	61,11 ^{ayw} ± 0,03	61,08 ^{ayz} ± 0,04	59,17 ^{byz} ± 0,01
a*	0,0	11,55 ^x ± 0,02	11,32 ^x ± 0,20	11,55 ^x ± 0,05
	1,0	8,34 ^{yz} ± 0,21	8,37 ^{yz} ± 0,02	8,39 ^{yz} ± 0,06
	1,5	8,70 ^y ± 0,21	8,81 ^y ± 0,07	8,87 ^y ± 0,08
	2,0	8,07 ^{yw} ± 0,02	8,21 ^{yw} ± 0,06	8,30 ^{yw} ± 0,13
b*	0,0	9,17 ^x ± 0,15	9,16 ^x ± 0,03	8,99 ^x ± 0,14
	1,0	7,63 ^{yz} ± 0,10	7,57 ^{yz} ± 0,05	7,50 ^{yz} ± 0,04
	1,5	8,83 ^{ay} ± 0,02	8,47 ^{by} ± 0,12	8,46 ^{by} ± 0,20
	2,0	9,38 ^{ax} ± 0,24	9,21 ^{ax} ± 0,04	8,89 ^{bx} ± 0,06
ΔE	0,0	-	0,62 ^x ± 0,09	1,83 ^y ± 0,29
	1,0	-	0,30 ^y ± 0,11	1,62 ^{yz} ± 0,17
	1,5	-	0,58 ^x ± 0,05	1,58 ^{yz} ± 0,27
	2,0	-	0,28 ^y ± 0,16	1,98 ^x ± 0,08

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Niektórzy badacze twierdzą, że zmiana barwy chłodniczo przechowywanych wyrobów mięsnych, w tym drobiowych, wyrażająca się zmianami wartości parametrów L* i b* mogła być spowodowana ciemną barwą dodatków roślinnych (ekstrakty z zielonej herbaty, pestek winogron, śliwek) [1, 4, 18, 19].

Wartość parametru ΔE wskazuje na zmiany barwy przechowywanych wyrobów. Zakres, w którym doświadczony obserwator zauważy różnicę barwy wynosi $1 \div 2$, natomiast poniżej tego zakresu przyjmuje się, że zmiany są niezauważalne. Po 7 dniach chłodniczego przechowywania wartości parametru ΔE wszystkich wyrobów były niższe od 1, co wskazuje, że były one niezauważalne dla oceniającego. Natomiast po 14 dniach przechowywania zaobserwowano zmiany barwy wszystkich wyrobów, przy czym dodatek proszku z zielonej herbaty wpłynął pozytywnie na ocenę ogólną wyrobów, które ocenione zostały jako tolerowane, natomiast wyrób kontrolny – jako nietolerowany (tab. 6).

Tabela 6. Ocena sensoryczna doświadczalnych wyrobów podrobowych
Table 6. Sensory evaluation of experimental offal products

Wyróżnik Trait	Zawartość przeciwutleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania / Storage period [dni / days]		
		1	7	14
Smak Taste	0,0	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^{by} ± 0,46	2,00 ^{cy} ± 0,00
	1,0	6,00 ^a ± 0,00	5,50 ^{bx} ± 0,53	3,00 ^{cx} ± 0,00
	1,5	6,00 ^a ± 0,00	5,50 ^{bx} ± 0,53	3,00 ^{cx} ± 0,00
	2,0	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^{by} ± 0,46	3,00 ^{cx} ± 0,00
Zapach Smell	0,0	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^b ± 0,46	2,50 ^{cy} ± 0,53
	1,0	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^b ± 0,46	3,00 ^{cx} ± 0,00
	1,5	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^b ± 0,46	3,00 ^{cx} ± 0,00
	2,0	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^b ± 0,46	3,00 ^{cx} ± 0,00
Wygląd na przekroju Cross-sectional appearance	0,0	6,00 ^a ± 0,00	5,50 ^b ± 0,53	2,25 ^{cy} ± 0,46
	1,0	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^b ± 0,46	3,00 ^{cx} ± 0,00
	1,5	6,00 ^a ± 0,00	5,50 ^b ± 0,53	3,00 ^{cx} ± 0,00
	2,0	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^b ± 0,46	3,00 ^{cx} ± 0,00
Konsystencja Consistency	0,0	6,00 ^a ± 0,00	5,00 ^{by} ± 0,00	2,00 ^{cy} ± 0,00
	1,0	6,00 ^{ax} ± 0,00	5,75 ^{ax} ± 0,46	3,00 ^{bx} ± 0,00
	1,5	6,00 ^a ± 0,00	5,00 ^{by} ± 0,00	3,00 ^{cx} ± 0,00
	2,0	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^{by} ± 0,46	3,00 ^{cx} ± 0,00
Ocena ogólna Overall rate	0,0	6,00 ^a ± 0,00	5,00 ^{by} ± 0,00	2,00 ^{cy} ± 0,00
	1,0	6,00 ^a ± 0,00	5,25 ^{by} ± 0,46	3,00 ^{cx} ± 0,00
	1,5	6,00 ^a ± 0,00	5,50 ^{bx} ± 0,53	3,00 ^{cx} ± 0,00
	2,0	6,00 ^a ± 0,00	5,50 ^{bx} ± 0,53	3,00 ^{cx} ± 0,00

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Zarówno wyroby kontrolne, jak i z dodatkiem proszku z zielonej herbaty, zostały ocenione najwyżej za wszystkie wyróżniki uwzględnione w analizie sensorycznej, tj.

smak, zapach, wygląd na przekroju, konsystencję oraz ocenę ogólną po 24 h od zakończenia cyklu produkcyjnego (tab. 6). Dodatek przeciwutleniacza w postaci proszku z zielonej herbaty wpłynął najkorzystniej na zachowanie wyjściowych cech wyrobów podrobowych przez 7 dni ich przechowywania w warunkach chłodniczych (tab. 6). Analiza przeprowadzona po 14 dniach przechowywania wyrobów wskazuje, że oceniane atrybuty jakościowe zmieniły się istotnie w porównaniu z wyrobem kontrolnym, jak i przechowywanym przez 7 dni, co wskazuje, że dodatek zastosowanego w badaniach przeciwutleniacza najefektywniej spowalnia procesy oksydacyjne zachodzące w badanym produkcie w okresie krótszym niż 14 dni jego przechowywania w opakowaniu próżniowym w warunkach chłodniczych.

Wnioski

1. Dodatek proszku z zielonej herbaty do wyrobu podrobowego przyczynił się do spowolnienia zmian lipidów podczas 14-dniowego chłodniczego przechowywania. Świadczyły o tym wartości liczby nadtlenczkowej, wskaźnika, TBARS i liczby kwasowej.
2. Dodatek proszku z zielonej herbaty wpłynął na zmiany parametrów barwy L* oraz b*, nie powodując jednocześnie negatywnego wrażenia sensorycznego wyglądu ogólnego u oceniających.
3. Dodatek proszku z zielonej herbaty może być skutecznym sposobem przedłużenia trwałości wyrobów podrobowych.

Literatura

- [1] Ahn J., Grun I.U., Mustapha A.: Effects of plants extracts on microbiological growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiol.*, 2007, **24**, 7-14.
- [2] AOAC International: Official Methods of Analysis. 16th ed. AOAC Intern., Washington, DC, 1995.
- [3] Baryłko-Piekielna N., Matuszewska I.: Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowanie. Wyd. II. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2014.
- [4] Carpenter R., O'Grady M.N., O'Callaghan Y.C., O'Brien N.M., Kerry J.P.: Evaluation of the antioxidant potential of grape seed and bearberry extracts in raw and cooked pork. *Meat Sci.*, 2007, **76**, 604-610.
- [5] Cheorun J., Jun H.S., Cheon B.S., Myung W.B.: Functional properties of raw and cooked pork patties with added irradiated, freeze-dried green tea leaf extract powder during storage at 4 °C. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 13-17.
- [6] CIE: Colorimetry. Commission Internationale de l'Éclairage. Publication CIE 15.2. 2nd ed. Vienna, Austria, 1986, pp. 19-58.
- [7] Flaczyk E., Kobus-Cisowska J., Jeszka M.: Wpływ dodatku ekstraktów z liści miłorzębu dwuklapowego na stabilność oksydacyjną lipidów farszu pierogów mięsnych przechowywanych w warunkach chłodniczych. *Nauka Przyr. Technol.*, 2009, **3** (4), 117-128.
- [8] Gramza A., Korczak J., Amarowicz R.: Tea polyphenols – their antioxidant properties and biological activity – a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14** (55), 219-235.
- [9] Gramza A., Korczak J.: Tea constituents (*Camelia sinensis L.*) as antioxidants in lipid systems. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **16**, 351-358.

- [10] Gramza-Michałowska A., Bajerska-Jarzębowska J.: Leaves of *Camellia sinesisensis*: Ordinary brewing plant or super antioxidant source? *Food*, 2007, **1**, 56-64.
- [11] Hęś M., Korczak J.: Wpływ różnych czynników na szybkość utleniania się lipidów mięsa. *Nauka Przyr. Technol.*, 2007, **1** (1), 3-14.
- [12] Hęś M., Gramza-Michałowska A., Szymandera-Buszk K.: Wpływ wybranych metod ogrzewania oraz zamrażalniczego przechowywania na utlenianie się lipidów w produktach mięsnych z dodatkiem przeciwutleniaczy. *Bromatol. Chem. Toksyk.*, 2009, **XLII** (3), 455-459.
- [13] Jachacz L., Dolatowski Z.: Wpływ naparu herbaty na stabilność produktów mięsnych podczas przechowywania. *Roczn. Instyt. Przem. Mięsnego i Tłuszcz.*, 2009, **XLVII** (2), 66-75.
- [14] Karpińska-Tymoszczyk M.: The effect of rosemary, sodium erythorbate and their mixture and packaging method on the quality of turkey meatballs. *Food Sci. Technol. Res.*, 2012, **18** (2), 131-142.
- [15] Karpińska-Tymoszczyk M., Danowska-Oziewicz M.: Wpływ dodatku modyfikowanych skrobi kukurydzianych na jakość wyrobów z mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012, **XLV** (3), 549-555.
- [16] Karre L., Lopez K., Getty K. J. K.: Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Sci.*, 2013, **94**, 220-227.
- [17] Klimczak J., Irzyniec Z.: Szybkość zmian oksydacyjnych lipidów w funkcji temperatury przechowywania mrożonego boczku wędzonego. *Chłodnictwo*, 2008, **XLIII** (4), 54-57.
- [18] Lee E. K., Ahn D. U.: Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extracts. *Meat Sci.*, 2005, **71**, 300-305.
- [19] Mitsumoto M., O'Grady M.N., Kerry J.P., Buckley D.J.: Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 773-779.
- [20] Nissen L.R., Byrne D.V., Bertelsen G., Skibsted L.H.: The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Sci.*, 2004, **68**, 485-495.
- [21] Orkusz A.: Wpływ barierowości opakowania kulinarnych mięśni udowych indyków pakowanych w modyfikowanej atmosferze na ich cechy sensoryczne. *Nauki Inż. Technol.*, 2014, **2** (13), 68-76.
- [22] Pikul J.: Ocena technologiczna surowców i produktów przemysłu drobiarskiego. Wyd. AR, Poznań 1993.
- [23] PN-EN ISO 660:2010. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- [24] PN-EN ISO 3960:2012. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenczkowej. Jodometryczne (wizualne) oznaczanie punktu końcowego.
- [25] Pyrecz J., Pietrończyk K., Danyluk B., Kowalski R., Bilska A.: Wpływ wybranych emulgatorów oraz rodzaju obróbki termicznej na stabilność frakcji lipidowej wędlin podrobowych typu "pasztetowa". *Nauka Przyr. Technol.*, 2011, **5** (3), 19-27.
- [26] Salih A.M., Smith D.M., Price J.F., Dawson L.E.: Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. *Poultry Sci.*, 1987, **66**, 1483-1488.
- [27] Shah M.A., Don Bosco S.J., Mir S.A.: Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Sci.*, 2014, **98**, 21-33.
- [28] Tang S.Z., Ou S.Y., Huang X.S., Li W., Kerry J.P., Buckley D.J.: Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions. *J. Food Eng.*, 2006, **77**, 248-253.
- [29] Weiss D.J., Anderton C.R.: Determination of catechins in matcha green tea by micellar electrokinetic chromatography. *J. Chromatography A*, 2003, **1011**, 173-180.

EFFECT OF GREEN TEA POWDER ADDED ON QUALITY OF OFFAL PRODUCTS STORED UNDER REFRIGERATION**S u m m a r y**

The objective of the research studies was to assess the effect of powdered Japanese green tea, Matcha, Uji type, on oxidative and hydrolytic changes in lipids as well as on parameters and stability of colour, and on sensory evaluation of experimental offal products produced under industrial conditions and cold stored.

The products analysed were manufactured with varying % amounts (1.0; 1.5; 2.0) of added green tea powder and cold stored (at a temperature of $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) during a period of 1, 7, and 14 days. As for those products, the following was determined: peroxide value (PV); TBARS indicator value; acid value (AV); colour parameters: L^* ; a^* ; b^* ; and ΔE . Furthermore, a sensory analysis was carried out and covered: taste, smell, cross-sectional appearance, consistency, and overall evaluation rate. The results obtained were compared with the analysis results of the control sample that was a product with no green tea powder added.

The addition of green tea powder caused the processes of lipid oxidation and lipid hydrolysis to slow down during cold storage. As for the 14-day cold stored control sample, its peroxide value was 0.169 mg O_2/kg of fat, the content of 2-thiobarbituric acid reactive substances therein and expressed as a TBARS indicator was 1.98 mg/kg, and its acid value was 1.82 mg KOH/1 g. As for the product containing 2 % of green tea powder, the values of those parameters were, respectively, by 3.55, 20.7, and 21.9 % percentage points lower. The addition of green tea powder significantly affected the colour parameters (L^* , b^*), ΔE , and the sensory evaluation of the products. At the end of the storage period, the overall evaluation of the control sample was rated as undesirable (2 CU) while that of the products with green tea powder added as tolerable (3 CU).

Key words: green tea powder, offal product, oxidative and hydrolytic changes, cold storage ☒