

JERZY STANGIERSKI, JACEK KIJOWSKI, JOLANTA GRAS

WPLYW WYBRANYCH STABILIZATORÓW BIAŁEK NA JAKOŚĆ SUSZONEGO SUBLIMACYJNIE PRZEMYWANEGO MIĘSA DROBIU ODZYSKANEGO MECHANICZNIE

Streszczenie

Analizowano wpływ dodatków substancji ochronnych na właściwości funkcjonalne cieplnie tworzonych żeli z mrożonego oraz suszonego sublimacyjnie przemywanego 1% roztworem chlorku sodu a następnie dwukrotnie wodą mięsa brojlerów odzyskanego mechanicznie. Z przemywanego surowca przygotowano próbę kontrolną oraz z dodatkami: 0,25% trójfosforanu sodu (TPP), 8% polidekstrozy, 8% polidekstrozy + 0,25% TPP, 8% maltodekstryny (DE=15), 8% maltodekstryny + 0,25% TPP. Zastosowane dodatki chroniły właściwości funkcjonalne białek mrożonego i suszonego preparatu miofibryli, oceniane na podstawie rozpuszczalności białek, wycieku cieplnego, tekstury i barwy żeli oraz entalpii przemiany cieplnej. Najskuteczniej działającym dodatkiem ochronnym okazała się polidekstroza łącznie z TPP.

Wstęp

W celu otrzymania z mięsa drobiu odzyskanego mechanicznie (MDOM), surowca o lepszej jakości czynione są próby adaptacji metody produkcji surimi z ryb do surowców drobiarskich [7, 8, 21]. Generalnie technologia ta polega na kilkakrotnym przemywaniu surowca wodą, celem usunięcia białek sarkoplazmatycznych, w tym barwników i innych składników rozpuszczalnych w wodzie oraz tłuszczu, a w przypadku surowca drobiarskiego należy również usunąć tkankę łączną. Niewielkie zwiększenie siły jonowej roztworu przemywającego, poprzez dodatek małych ilości chlorku sodu (stężenie roztworu 0,3–1,5%), wpływa korzystnie na skuteczniejsze ekstrahowanie barwników (duża ich ilość przechodzi ze szpiku kostnego), a co się z tym wiąże rozjaśnienie barwy przemywanego mięsa drobiowego [10, 16, 20]. Istnieje jednak problem właściwego przechowywania preparatu. Rozwiązaniem jest zamrażanie lub suszenie,

jednak oba procesy powodują istotne pogorszenie rozpuszczalności białek czy też jakości cieplnie tworzonych żeli. Ażeby ograniczyć straty funkcjonalności preparatu surimi z ryb oraz z mięsa dużych zwierząt rzeźnych i drobiu stosuje się substancje stabilizujące białka (krioprotektanty) np. wielocukry i polifosforany [5, 11, 13, 14]. Krioprotektanty ograniczają stopień denaturacji białek podczas zamrażania. Jeżeli przed zamrożeniem układu wprowadzony zostanie krioprotektant, to cząsteczki jego mogą łączyć się z cząsteczkami białek jedną z grup funkcyjnych. W ten sposób każda cząsteczka jest chroniona przez cząsteczkę krioprotektanta. Podczas zamrażania część wody wymraża się ale część pozostaje związana z krioprotektantem. Utrudnia to cząsteczkom białek wzajemny kontakt i agregację [12].

Celem pracy było określenie efektywności działania dodatku wybranych substancji ochraniających białka w przemywanym MDOM po jego zamrożeniu i suszeniu sublimacyjnym.

Material i metody badań

Do badań użyto mięso drobiu odzyskane mechanicznie (MDOM) ze schłodzonych tuszek kurcząt brojlerów po wykrojeniu mięśni piersiowych i nóg oraz usunięciu skóry. Do separowania mięsa wykorzystano urządzenie francuskiej firmy Lima typ RM 500. Otrzymane MDOM było dzielone na porcje o masie około 1 kg, pakowane w woreczki polietylenowe i zamrażane w temperaturze $-18\pm 1^{\circ}\text{C}$. Przed przystąpieniem do badań rozmrażano je w temperaturze $4-6^{\circ}\text{C}$. MDOM przemywano 1% wodnym roztworem chlorku sodu, a następnie dwukrotnie wodą (MDOM:woda; 1:3) oraz oddzielano tłuszcz i tkankę łączną zgodnie z opisem w zastrzeżeniu patentowym [7]. Po przemyciu próbę dzielono na sześć porcji, do których dodano krioprotektanty w następujących ilościach:

1. 0% krioprotektanta – Kontrolna,
2. 0,25% trójfosforanu sodu (TPP),
3. 8% polidekstrozy,
4. 8% polidekstrozy + 0,25% TPP,
5. 8% maltodekstryny,
6. 8% maltodekstryny + 0,25% TPP.

Próby z dodatkami stabilizatorów mieszano w mikserze firmy Zelmer przez 5 minut. Każdą z sześciu prób podzielono na trzy części:

- pierwszą przeznaczano bezpośrednio do analiz,
- drugą zamrażano w woreczkach polietylenowych i przechowywano w temperaturze $-18\pm 1^{\circ}\text{C}$ przez 3 dni,
- trzecią zamrażano, a następnie suszono sublimacyjnie przez 72 godziny w temperaturze komory -38°C i przy temperaturze płyt grzejnych $+18^{\circ}\text{C}$. Do suszenia

użyto liofilizatora węgierskiego LMME typ OE 950.

Producentami zastosowanych stabilizatorów byli:

- firma Sigma Chemical Co – trójfosforan sodu,
- firma Pfizer – polidekstroza o nazwie handlowej Litesse,
- Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego w Nowogardzie – maltodekstryna średnioscukrzona (DE = 15).

Analiza podstawowa

Oznaczenia składu podstawowego prób wykonywano metodami standardowymi dla surowców mięsnych, tj. wodę metodą suszarkową w 105°C, białko metodą Kjeldahla (Nx6,25), tłuszcz metodą Soxhleta, zawartość popiołu oznaczono ogrzewając próbę w temperaturze powietrza 560°C.

Przygotowanie żeli

Do przemytego MDOM dodawano 2,5% chlorku sodu, dokładnie mieszano i próbę umieszczano w probówkach z tworzywa sztucznego o średnicy wewnętrznej 21 mm. Probówki z próbami ogrzewano dwustopniowo w łaźni wodnej, w temperaturze 55°C i 80°C przez 15 minut w każdej z temperatur zgodnie z metodyką [6]. Następnie probówki z utworzonymi żelami schładzano w wodzie z lodem do temperatury 20°C.

Oznaczenie rozpuszczalności białek preparatu przeprowadzono według metody Helandera [1], ekstrahując białka z prób 0,1 M buforem fosforanowym o pH 7,4 (składniki buforu: 0,1 M KH_2PO_4 + 0,1 M $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \times 12 \text{H}_2\text{O}$ + 1,1 M KJ).

Wyciek cieplny – określono obliczając różnicę mas próby przed i po ogrzaniu w procentach, w stosunku do masy próby przed ogrzewaniem.

Siłę niszczącą oraz wielkość odkształcenia żelu [9] – żełe ścisano do 80% ich wysokości w urządzeniu Instron typ 1140 używając przystawki ściskającej odpowiadającej sile maksymalnej 100 N. Prędkość przesuwu głowicy aparatu i taśmy rejestrującej ustalono odpowiednio na 100 i 200 mm/min. Z uzyskanych wykresów pomierzonej wielkości siły niszczącej oraz odkształcenia w momencie zniszczenia struktury żelu.

Parametry termodynamiczne określone za pomocą różnicowej kalorymetrii skaningowej – próby preparatu o masie 13–15 mg były ważone w aluminiowych naczynkach, zamykane za pomocą prasy i ogrzewane w urządzeniu Perkin-Elmer DSC 7 (Differential Scanning Calorimeter) z prędkością 10°C/min od 25 do 110°C. Jako próby referencyjnej użyto puste naczynko. Próby przemytego i wysuszonego MDOM były uwadniane do zawartości wody $85 \pm 0,5\%$. Do kalibracji temperatury oraz entalpii użyto standardy galu i indu firmy Merck. Oznaczano temperaturę przemiany maksymalnej i ciepło przemiany białek (entalpie) przemytego MDOM w stanie świeżym, mrożonym i suszonym.

Barwa żeli – barwę żeli oznaczono aparatem Chromameter CR 200b firmy Minolta. Wartości parametrów wyrażono w skali Huntera jako L^* , a^* i b^* .

Analizę statystyczną wyników dokonano za pomocą programu SPSS/PC+. Do grupowania wartości średnich zastosowano test Duncana tworzenia grup jednorodnych.

Omówienie wyników

Podstawowy skład chemiczny mrożonych i suszonych prób przemytego MDOM bez dodatku oraz z dodatkiem substancji ochronnych zamieszczono w tabeli 1.

W przemytym a następnie zamrożonym MDOM pomiędzy próbą kontrolną tj. bez dodatku stabilizatorów oraz z dodatkiem trójfosforanu sodu nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w składzie podstawowym, z wyjątkiem zawartości białka. Pozostałe próby charakteryzowały się istotnie statystycznie mniejszą ilością wody i białka. Koncentracja białka w mrożonych i suszonych preparatach była najwyższa w próbach kontrolnej i z dodatkiem samego TPP.

Rozpuszczalność stosuje się jako ogólny wskaźnik natywnego stanu białek. Istnieje wysoka dodatnia współzależność między cechami funkcjonalnymi białek, w tym zdolności do żelowania, a rozpuszczalnością. Dodatek trójfosforanu sodu do świeżej próby przemytego MDOM spowodował istotny statystycznie wzrost rozpuszczalności białka w stosunku do niemrożonej próby kontrolnej (Tab. 2). Stwierdzono natomiast niekorzystny wpływ maltodekstryny na wartość rozpuszczalności, która jednak uległa istotnej poprawie przy jednoczesnym dodatku maltodekstryny i TPP. Wysoka rozpuszczalność białek próby kontrolnej uległa istotnemu obniżeniu po procesie suszenia sublimacyjnego. Spośród użytych w badaniach krioprotektantów tylko TPP okazał się mało skuteczny w ochronie białek wysuszonego MDOM, gdyż uzyskana wartość była zbliżona do poziomu rozpuszczalności oznaczonej dla suszonej próby kontrolnej. Oceniając wpływ poszczególnych substancji ochronnych na stopień rozpuszczalności białek MDOM po jego liofilizacji można stwierdzić najkorzystniejszy przy dodatku samej polidekstrozy oraz polidekstrozy + TPP.

Obniżenie funkcjonalności białek przemytego MDOM określone po zamrożeniu oraz suszeniu sublimacyjnym spowodowane jest słabszą rozpuszczalnością miozyny oraz w mniejszym stopniu aktyny. Zostało to potwierdzone w badaniach termodynamicznych DSC przeprowadzonych na przemytym mięsie odzyskanym mechanicznie z kurcząt [6]. Smith i wsp. [15] sugerowali na podstawie wyników swoich badań przeprowadzonych na izolowanych miofibrylach z mięśni kurcząt, że obniżenie rozpuszczalności białek może być spowodowane obecnością w preparacie niewielkiej ilości lipidów oraz produktów ich utleniania. Wzrost utleniania lipidów jest skorelowany ze spadkiem rozpuszczalności białek.

Tabela 1

Skład podstawowy przemywanego mięsa drobiu odzyskanego mechanicznie (MDOM) po jego zamrożeniu i suszeniu sublimacyjnym [%].
Chemical composition of washed mechanically recovered poultry meat (MRPM) after freezing and freeze-drying [%].

Próba Sample	Przemywane MDOM (Washed MRPM)							
	mrożone (frozen)				suszone (freeze-dried)			
	woda (water)	białko (protein)	tłuszcz (fat)	popiół (ash)	woda (water)	białko (protein)	tłuszcz (fat)	popiół (ash)
MDOM - kontrolna MRPM - control	89,6 ^a ± 0,1	10,6 ^a ± 0,4	0,4 ^a ± 0,1	0,4 ^a ± 0,1	9,4 ^{bc} ± 0,2	85,7 ^a ± 1,9	2,9 ^a ± 0,2	1,9 ^c ± 0,1
MDOM+TPP MRPM+TPP	90,0 ^a ± 0,7	10,1 ^b ± 0,2	0,4 ^a ± 0,1	0,4 ^a ± 0,2	9,3 ^c ± 0,3	85,3 ^a ± 2,1	3,0 ^a ± 0,3	2,6 ^a ± 0,0
MDOM+polidekstroza MRPM+polydextrose	85,3 ^b ± 0,7	9,0 ^c ± 0,2	0,4 ^a ± 0,1	0,5 ^a ± 0,0	9,6 ^{ab} ± 0,3	44,8 ^c ± 1,5	1,7 ^b ± 0,1	1,7 ^c ± 0,2
MDOM+polidekstroza+TPP MRPM+polydextrose+TPP	85,0 ^b ± 0,2	9,2 ^c ± 0,3	0,4 ^a ± 0,1	0,5 ^a ± 0,1	9,7 ^a ± 0,3	44,8 ^c ± 1,2	1,6 ^b ± 0,1	2,2 ^b ± 0,1
MDOM + maltodekstryna MRPM+maltodextrin	85,4 ^b ± 0,3	9,2 ^c ± 0,2	0,4 ^a ± 0,1	0,5 ^a ± 0,1	9,7 ^a ± 0,3	48,0 ^b ± 1,4	1,6 ^b ± 0,2	1,8 ^c ± 0,1
MDOM+maltodekstryna+TPP MRPM+maltodextrin+TPP	85,2 ^b ± 0,3	9,1 ^c ± 0,1	0,4 ^a ± 0,1	0,5 ^a ± 0,1	9,7 ^a ± 0,2	47,5 ^b ± 1,5	1,6 ^b ± 0,1	2,3 ^b ± 0,1

n = 9,

± – odchylenie standardowe (standard deviation),

a, b, c – te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P=0,05,

a, b, c – the same letters in column show no significant differences between means (P=0,05).

Tabela 2

Rozpuszczalność białek świeżego, mrożonego i suszonego mięsa drobiu odzyskanego mechanicznie po jego przemywaniu [% białka ogólnego]

Protein solubility of fresh, frozen and freeze-dried washed mechanically recovered poultry meat (MRPM) [% of total protein]

Próba Sample	Przemywane MDOM (Washed MRPM)		
	świeże (fresh)	mrożone (frozen)	suszone (freeze-dried)
MDOM - kontrolna MRPM - control	77,8 ^{Ab} ± 2,2	70,1 ^{Bd} ± 2,1	45,1 ^{Cd} ± 4,1
MDOM+TPP MRPM+TPP	80,3 ^{Aa} ± 1,5	73,9 ^{Bbc} ± 3,7	50,3 ^{Cc} ± 2,2
MDOM+polidekstroza MRPM+polydextrose	76,8 ^{Abc} ± 1,0	75,8 ^{Aab} ± 2,3	76,0 ^{Aa} ± 1,7
MDOM+polidekstroza+TPP MRPM+polydextrose+TPP	75,1 ^{ABc} ± 1,0	73,5 ^{Bbc} ± 1,2	75,7 ^{Aa} ± 1,0
MDOM + maltodekstryna MRPM+maltodextrin	70,3 ^{Ad} ± 3,2	71,9 ^{Acd} ± 5,0	70,9 ^{Ab} ± 5,4
MDOM+maltodekstryna+TPP MRPM+maltodextrin+TPP	77,8 ^{Ab} ± 0,9	77,7 ^{Aa} ± 2,0	72,7 ^{Bab} ± 4,1

n = 9,

± – odchylenie standardowe (standard deviation),

A, B, C – te same litery w rzędzie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P = 0,05,

A, B, C – the same letters in row show no significant differences between means (P = 0,05),

a,...,d – te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P = 0,05,

a,...,d – the same letters in column show no significant differences between means (P = 0,05).

Dodatek każdego ze stabilizatorów do świeżej próby przemywanego MDOM powodował zwiększenie wielkości wycieku cieplnego z otrzymanych żeli (Tab. 3). Tylko dodatek TPP wykazywał pozytywny wpływ na jego ograniczenie. Analizując uzyskane wyniki wycieków termicznych zauważyć można niekorzystny wpływ mrożenia i suszenia sublimacyjnego na oznaczaną cechę. Stwierdzono najniższy poziom wycieku z żeli otrzymanych z zamrożonego oraz suszonego preparatu z dodatkiem samego TPP oraz łącznie z polidekstrozą. W przypadku suszonych prób również obecność malto-dekstryny + TPP wpłynęła pozytywnie na ograniczenie ilości wycieku cieplnego z żeli.

T a b e l a 3

Wyciek ciepły z żeli otrzymanych ze świeżego, mrożonego i liofilizowanego mięsa drobiu odzyskanego mechanicznie po jego przemywaniu

Cooking loss from gels made from fresh, frozen and freeze-dried washed mechanically recovered poultry meat (MRPM)

Próba Sample	Przemywane MDOM (Washed MRPM)		
	świeże (fresh)	mrożone (frozen)	suszone (freeze-dried)
	Wyciek ciepły [%] Cooking loss [%]	Wyciek ciepły [%] Cooking loss [%]	Wyciek ciepły [%] Cooking loss [%]
MDOM - kontrolna MRPM - control	2,9 ^{Cd} ± 0,4	6,0 ^{Bc} ± 1,0	34,1 ^{Aa} ± 1,7
MDOM+TPP MRPM+TPP	2,3 ^{Bd} ± 0,5	2,9 ^{ABc} ± 0,4	3,4 ^{Af} ± 0,6
MDOM+polidekstroza MRPM+polydextrose	11,9 ^{Ba} ± 1,2	6,7 ^{Cc} ± 1,5	15,0 ^{Ac} ± 0,8
MDOM+polidekstroza+TPP MRPM+polydextrose+TPP	4,7 ^{Ac} ± 0,8	4,9 ^{Ad} ± 0,7	5,5 ^{Ae} ± 0,8
MDOM + maltodekstryna MRPM+maltodextrin	12,2 ^{Ba} ± 1,4	16,5 ^{Aa} ± 1,3	16,4 ^{Ab} ± 2,3
MDOM+maltodekstryna+TPP MRPM+maltodextrin+TPP	9,5 ^{Bb} ± 1,1	12,9 ^{Ab} ± 0,9	8,2 ^{Bd} ± 1,6

n = 9,

± – odchylenie standardowe (standard deviation),

A, B, C – te same litery w rzędzie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P = 0,05,

A, B, C – the same letters in row show no significant differences between means (P = 0,05),

a,...f – te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P = 0,05,

a,...f – the same letters in column show no significant differences between means (P = 0,05).

Przed procesem mrożenia najlepszą teksturę wyrażoną najwyższą wartością siły niezbędnej do zniszczenia struktury żelu oraz największym odkształceniem spowodowanym przyłożoną siłą, stwierdzono w próbach: kontrolnej, z dodatkiem TPP oraz w próbie z dodatkiem polidekstrozy + TPP (Tab. 4). Ustalono pozytywny wpływ, podobnie jak przy ocenie rozpuszczalności i wycieków ciepłych, dodatku trójfosforanu sodu na właściwości mechaniczne tworzonych żeli ze świeżego preparatu. Natomiast dodatek samej polidekstrozy oraz maltodekstryny istotnie osłabiał ich teksturę. Żele otrzymane z przemywanego i mrożonego MDOM bez dodatku stabilizatorów charaktery-

zowały się ponad 4-krotnie mniejszą wytrzymałością na ściskanie od żeli pozyskanych ze świeżej próby kontrolnej. Najkorzystniejszą wartość siły niszczącej strukturę żeli oraz odkształcenia oznaczono dla prób mrożonych z dodatkiem polidekstrozy + TPP. Proces suszenia sublimacyjnego spowodował dalsze obniżenie zdolności do tworzenia dobrej jakości żeli przez białka przemywanego MDOM. Najwyższą opornością mechaniczną na zniszczenie, czyli najbardziej pożądaną, jak również wysoką wartością odkształcenia charakteryzowały się próby żeli z dodatkiem polidekstrozy + TPP. Wartość tej siły była o około 15% niższa od uzyskanej dla żeli ze świeżej próby preparatu.

Parametry analizy termodynamicznej prób przemywanego MDOM przedstawiono w tabeli 5. Temperatura maksymalnej przemiany (T_{maks}) uzyskana dla świeżej próby kontrolnej przemywanego MDOM, która odpowiada denaturacji miozyny wynosiła średnio 57,78°C. Powyższa temperatura różni się od wyników uzyskanych przez Yanga i Froninga [22]. Autorzy ci stwierdzili dla MOM z kurcząt przemywanego 0,1 M wodnym roztworem NaCl i ogrzewanego z prędkością 10°C/min temperaturę denaturacji miozyny wyższą o około 7°C. Kijowski i Mast [4] dowiedli, że ze wzrostem stężenia NaCl dodawanego do przemywanych wodą mięśni piersiowych kurcząt obniża się temperatura przemiany miozyny i aktywność. W omawianych badaniach użyto próby otrzymane z MDOM przemytego 1% wodnym roztworem NaCl. Sól obniża stabilność cieplną białek mięśniowych, dlatego mogą one denaturować i koagulować w niższych temperaturach. Prawdopodobnie pewne różnice określone na termogramach pomiędzy prezentowanymi wynikami a rezultatami uzyskanymi przez innych autorów [4, 17, 22] wynikać mogą z różnych metod suszenia oraz z odmiennych wartości pH i siły jonej pomiędzy badanymi próbkami, co zostało stwierdzone w przypadku izolowanych miofibrili pozyskanych z różnych typów mięśni drobiu [18, 19]. Dodatek antydenaturantów do przemytego MDOM przed zamrożeniem spowodował wzrost maksymalnej temperatury przemiany miozyny T_{maks} , średnio o około 2°C. Wyniki analizy termicznej DSC suszonego preparatu wskazują na obniżanie się temperatury przemiany miozyny we wszystkich badanych próbkach w stosunku do T_{maks} uzyskanej dla świeżych prób przemytego mięsa.

Dodatek węglowodanów do świeżej próby spowodował obniżenie wartości entalpii średnio o 2,2 J/g białka w stosunku do próby kontrolnej. Jedynie w przypadku preparatu z dodatkiem samego TPP nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy oznaczoną wartością entalpii a ΔH określoną dla próby kontrolnej. Określono natomiast istotne statystycznie obniżenie wartości ciepła przemiany po zamrożeniu próby kontrolnej, z dodatkiem TPP oraz maltodekstryny + TPP. Najistotniejsze zmiany spowodowane suszeniem określono przy analizowaniu wartości entalpii. Oznaczono najwyższą wartość ΔH wynoszącą 17,11 J/g białka dla suszonej próby przemytego

Tabela 4

Siła i odkształcenie w momencie zerwania struktury żeli otrzymanych z przemianowanego mięsa drobiu odzyskanego mechanicznie w stanie świeżym, po jego zamrożeniu i suszeniu sublimacyjnym.
The stress and strain at failure of gels obtained from fresh, frozen and freeze-dried washed mechanically recovered poultry meat (MRPM).

Próba Sample	Przemysłowane MDOM (Washed MRPM)							
	świeże (fresh)		mrożone (frozen)		suszone (freeze-dried)			
	Siła [N/cm ²] Stress [N/cm ²]	Odkształcenie [%] Strain [%]	Siła [N/cm ²] Stress [N/cm ²]	Odkształcenie [%] Strain [%]	Siła [N/cm ²] Stress [N/cm ²]	Odkształcenie [%] Strain [%]	Siła [N/cm ²] Stress [N/cm ²]	Odkształcenie [%] Strain [%]
MDOM - kontrolna MRPM - control	16,7 ^{Aa} ± 1,7	68,5 ^{Aa} ± 3,6	3,8 ^{Cd} ± 0,3	47,1 ^{Cc} ± 3,5	4,4 ^{Bc} ± 0,4	50,7 ^{Bc} ± 3,2		
MDOM+TPP MRPM+TPP	17,1 ^{Aa} ± 1,0	68,9 ^{Aa} ± 2,1	10,6 ^{Bc} ± 0,9	63,7 ^{Ba} ± 4,1	9,9 ^{Bc} ± 0,8	59,9 ^{Cb} ± 3,1		
MDOM+polidekstroza MRPM+polydextrose	13,1 ^{Bb} ± 2,0	58,6 ^{Bc} ± 4,0	15,6 ^{Ab} ± 1,4	60,5 ^{ABb} ± 2,9	12,2 ^{Bb} ± 1,2	63,6 ^{Aa} ± 4,1		
MDOM+polidekstroza+TPP MRPM+polydextrose+TPP	17,2 ^{Aa} ± 1,2	66,0 ^{Ab} ± 1,7	17,6 ^{Aa} ± 1,5	64,2 ^{ABa} ± 2,8	14,6 ^{Ba} ± 0,8	63,1 ^{Ba} ± 2,2		
MDOM + maltodekstryna MRPM+maltodextrin	12,0 ^{Ac} ± 1,2	64,6 ^{Ab} ± 2,3	11,1 ^{Ac} ± 1,6	59,9 ^{Bb} ± 3,4	5,3 ^{Bd} ± 0,8	51,3 ^{Cc} ± 3,3		
MDOM+maltodekstryna+TPP MRPM+maltodextrin+TPP	13,9 ^{Ab} ± 2,0	64,2 ^{Ab} ± 2,4	11,3 ^{Bc} ± 1,7	60,6 ^{Bb} ± 2,8	9,7 ^{Cc} ± 1,0	58,9 ^{Bb} ± 2,1		

n = 9,

± – odchylenie standardowe (standard deviation),

A, B, C – te same litery w rzędzie (dla tych samych oznaczeń) oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi (P = 0,05),
A, B, C – the same letters in row (for the same parameters) show no significant differences between means (P = 0,05),

a, ..., e – te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P = 0,05,

a, ..., e – the same letters in column show no significant differences between means (P = 0,05).

Temperatura maksymalna i entalpia całkowita przemian cieplnych świeżego, mrożonego i suszonego liofilizacyjnie mięsa drobiu odzyskanego mechanicznie po jego przemywaniu.

The temperature of maximum transition and total enthalpy of thermal transitions of fresh, frozen and freeze-dried washed mechanically recovered poultry meat (MRPM).

Próba Sample	Przemywane MDOM (Washed MRPM)									
	świeże (fresh)		mrożone (frozen)		suszone (freeze-dried)					
	T _{max} [°C] T _{max} [°C]	ΔH [J/g białka] ΔH [J/g of protein]	T _{max} [°C] T _{max} [°C]	ΔH [J/g białka] ΔH [J/g of protein]	T _{max} [°C] T _{max} [°C]	ΔH [J/g białka] ΔH [J/g of protein]	T _{max} [°C] T _{max} [°C]	ΔH [J/g białka] ΔH [J/g of protein]		
MDOM - kontrolna MRPM - control	57,78Ac ± 0,45 57,78Ac ± 0,45	20,14Aa ± 0,28 20,14Aa ± 0,28	57,22Ac ± 0,44 57,22Ac ± 0,44	16,26Bbd ± 0,29 16,26Bbd ± 0,29	57,05Ab ± 0,48 57,05Ab ± 0,48	14,11Ce ± 0,18 14,11Ce ± 0,18				
MDOM+TPP MRPM+TPP	59,63Aab ± 0,47 59,63Aab ± 0,47	20,20Aa ± 0,29 20,20Aa ± 0,29	58,53Bb ± 0,38 58,53Bb ± 0,38	18,26Bb ± 0,33 18,26Bb ± 0,33	55,19Cc ± 0,49 55,19Cc ± 0,49	14,73Cd ± 0,40 14,73Cd ± 0,40				
MDOM+polidekstroza MRPM+polydextrose	59,18Ab ± 0,63 59,18Ab ± 0,63	17,78Ac ± 0,41 17,78Ac ± 0,41	58,26Bb ± 0,49 58,26Bb ± 0,49	17,19Ac ± 0,21 17,19Ac ± 0,21	58,07Ba ± 0,46 58,07Ba ± 0,46	13,71Be ± 0,48 13,71Be ± 0,48				
MDOM+polidekstroza+TPP MRPM+polydextrose+TPP	59,14Bb ± 0,41 59,14Bb ± 0,41	18,88Ab ± 0,48 18,88Ab ± 0,48	60,08Aa ± 0,29 60,08Aa ± 0,29	19,01Aa ± 0,24 19,01Aa ± 0,24	56,87Cb ± 0,48 56,87Cb ± 0,48	17,11Ba ± 0,16 17,11Ba ± 0,16				
MDOM + maltodekstryna MRPM+maltodextrin	58,29Ac ± 0,33 58,29Ac ± 0,33	16,88Ad ± 0,33 16,88Ad ± 0,33	58,16Ab ± 0,17 58,16Ab ± 0,17	17,20Ac ± 0,32 17,20Ac ± 0,32	57,34Bb ± 0,36 57,34Bb ± 0,36	16,18Bb ± 0,26 16,18Bb ± 0,26				
MDOM+maltodekstryna+TPP MRPM+maltodextrin+TPP	59,96Aa ± 0,45 59,96Aa ± 0,45	18,12Ac ± 0,32 18,12Ac ± 0,32	58,38Bb ± 0,28 58,38Bb ± 0,28	15,99Bd ± 0,17 15,99Bd ± 0,17	54,93Cc ± 0,31 54,93Cc ± 0,31	15,49Cc ± 0,30 15,49Cc ± 0,30				

n = 4,

± – odchylenie standardowe (standard deviation),

A, B, C – te same litery w rzędzie (dla tych samych oznaczeń) oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P = 0,05,

A, B, C – the same letters in row (for the same parameters) show no significant differences between means (P = 0,05),

a,...d – te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P = 0,05,

a,...d – the same letters in column show no significant differences between means (P = 0,05).

Tabela 6

Barwa żeli otrzymanych ze świeżego, mrożonego i suszonego mięsa drobiu odzyskanego mechanicznie po jego przemywaniu.
Colour of gels prepared from fresh, frozen and freeze-dried washed mechanically recovered poultry meat (MRPM).

Próba Sample	Przemywane MDOM (Washed MRPM)											
	świeże (fresh)			mrożone (frozen)			suszone (freeze-dried)					
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
MDOM - kontrolna MRPM - control	75,1 ^{Aa} ± 0,2	1,4 ^{Aa} ± 0,4	9,2 ^{Ca} ± 0,8	73,2 ^{Bd} ± 0,2	0,6 ^{Bd} ± 0,3	10,7 ^{Ba} ± 0,8	73,0 ^{Bc} ± 0,6	0,6 ^{Ba} ± 0,5	14,1 ^{Aa} ± 0,6			
MDOM+TPP MRPM+TPP	75,1 ^{Aa} ± 0,3	1,4 ^{Aa} ± 0,3	8,9 ^{Ca} ± 1,1	74,7 ^{Aab} ± 0,6	-0,7 ^{Bc} ± 0,4	10,4 ^{Ba} ± 0,5	74,7 ^{Aab} ± 0,8	-1,6 ^{Cc} ± 0,2	11,3 ^{Ac} ± 0,3			
MDOM+polidekstroza MRPM+polydextrose	75,3 ^{Aa} ± 0,9	1,7 ^{Aa} ± 0,6	9,5 ^{Ba} ± 0,3	73,7 ^{Bcd} ± 0,9	1,4 ^{Ab} ± 0,2	9,4 ^{Bb} ± 0,5	75,4 ^{Aa} ± 0,8	-1,1 ^{Bb} ± 0,1	12,2 ^{Ab} ± 0,3			
MDOM+polidekstroza+TPP MRPM+polydextrose+TPP	74,8 ^{Aa} ± 0,6	1,4 ^{Aa} ± 0,2	9,4 ^{Ba} ± 0,6	73,9 ^{Abc} ± 0,7	0,9 ^{Bc} ± 0,3	8,9 ^{Bc} ± 0,3	74,2 ^{Ab} ± 0,8	-1,9 ^{Cd} ± 0,2	10,4 ^{Ac} ± 0,2			
MDOM + maltodekstryna MRPM+maltodextrin	75,1 ^{Aa} ± 0,8	1,7 ^{Aa} ± 0,3	9,4 ^{Ba} ± 0,6	74,9 ^{Aa} ± 1,3	1,9 ^{Aa} ± 0,3	9,8 ^{Bb} ± 0,4	75,6 ^{Aa} ± 1,3	-1,0 ^{Bb} ± 0,1	11,6 ^{Ac} ± 0,3			
MDOM+maltodekstryna+TPP MRPM+maltodextrin+TPP	75,0 ^{Aa} ± 1,4	1,5 ^{Ba} ± 0,3	9,1 ^{Ba} ± 0,4	74,3 ^{Aabc} ± 0,8	1,9 ^{Aa} ± 0,2	9,7 ^{Bb} ± 0,5	75,0 ^{Aab} ± 1,3	-1,8 ^{Ccd} ± 0,2	10,9 ^{Ad} ± 0,5			

n = 9,

± - odchylenie standardowe (standard deviation),

A, B, C - te same litery w rzędzie (dla tych samych oznaczeń) oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P = 0,05,
A, B, C - the same letters in row (for the same parameters) show no significant differences between means (P = 0,05),

a,...e - te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi przy P = 0,05,
a,...e - the same letters in column show no significant differences between means (P = 0,05).

MDOM zawierającego dodatek polidekstrozy + TPP. Określona wartość ΔH była tylko o około 10% mniejsza od entalpii uzyskanej dla świeżej próby preparatu bez dodatku.

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w parametrach barwy pomiędzy żelami otrzymanymi ze świeżej próby przemytego MDOM (Tab. 6). Zamrożenie przemywanego surowca spowodowało pociemnienie barwy otrzymanych żeli w przypadku próby kontrolnej oraz z dodatkiem polidekstrozy. Żele otrzymane z sublimacyjnie suszonych preparatów zawierających dodatki wszystkich badanych krioprotektantów charakteryzowały się wysokimi wartościami L^* , nie różniącymi się istotnie statystycznie od wyników uzyskanych dla żeli ze świeżego preparatu.

W procesie przemywania usuwane są z MDOM składniki rozpuszczalne w wodzie, które stabilizują białka miofibryli podczas zamrażania i zamrażalniczego przechowywania [2, 3]. Następstwem tego jest konieczność natychmiastowego wykorzystania preparatu w przetwórstwie lub zastosowanie zabiegów utrwalających. Jedną z prostszych metod utrwalania jest przechowywanie zamrażalnicze. Dopiero usunięcie wody umożliwi długotrwałe przechowywanie w temperaturze pokojowej wysuszonych surowców, zapobiega rozwojowi mikroorganizmów, znacznie zwalnia dynamikę reakcji biochemicznych i chemicznych, a ponadto zmniejsza koszty transportu i magazynowania. Dodatek samego trójfosforanu sodu w ilości 0,25% do przemywanego a następnie zamrażanego MDOM korzystnie wpłynął na zachowanie dobrych cech jakościowych otrzymanego preparatu. Ponadto otrzymywane z dodatkiem TPP próby mrożone charakteryzowały się również wysoką zawartością białka. Jednak w przypadku suszenia sublimacyjnego przemytego MDOM powyższy związek wykazywał stosunkowo słabe działanie ochronne białek preparatu. Najkorzystniejszy efekt stabilizujący białka otrzymanego preparatu stwierdzono przy łącznym zastosowaniu polidekstrozy i TPP, a stosunkowo niską zawartość białka ogólnego w suszonej próbce z tymi dodatkami można poprawić przez użycie mniejszego od 8% dodatku polidekstrozy. Jednak obniżenie poziomu węglowodanów może wpłynąć na jakość suszonego preparatu, co wymaga dalszych badań.

Wnioski

1. Ograniczenie utraty funkcjonalności suszonego sublimacyjnie przemywanego mięsa drobiu odzyskanego mechanicznie można osiągnąć poprzez dodatek wybranych stabilizatorów przed procesem odwadniania.
2. Najkorzystniejszy efekt ochronny określony na podstawie rozpuszczalności białek, wycieków cieplnych, tekstury żeli oraz wartości entalpii przemiany termicznej wykazywał dodatek 8% polidekstrozy wraz z 0,25% TPP.
3. Zastosowane dodatki ochronne zapobiegły niepożądanemu ciemnieniu żeli otrzymanych z przemytego i wysuszonego mięsa drobiu odzyskanego mechanicznie.

LITERATURA

- [1] Helander E.A.: Influence of exercise and restricted activity on the protein composition of skeletal muscles. *Biochem. J.*, **78**, 1961, 478.
- [2] Jiang S.T., Hwang B.O., Tsao C.T.: Protein denaturation and changes in nucleotides of fish muscle during frozen storage. *J. Agric. Food Chem.*, **35**, 1987, 22.
- [3] Jiang S.T., Hwang B.O., Tsao C.T.: Effects of adenosine nucleotides and their derivatives on the denaturation of myofibrillar proteins *in vitro* during frozen storage at -20°C . *J. Food Sci.*, **52**, 1987, 117.
- [4] Kijowski J., Mast M.G.: Effect of sodium chloride and phosphates on the thermal properties of chicken meat proteins. *J. Food Sci.*, **53**, 1988, 367.
- [5] Kijowski J., Stangierski J., Cegielska-Radziejewska R.: Effect of selected stabilizing agents on functional properties and microbiology of frozen stored myofibril preparation. *Proceedings of XII-th Eur. Symp. on the Quality of Poultry Meat, Zaragoza, Spain.*, 1995, 369.
- [6] Kijowski J., Richardson R.I.: The effect of cryoprotectants during freezing or freeze drying upon properties of washed chicken MRM. *Inter. J. Food Sci. Technol.*, **31**, 1996, 45.
- [7] Kijowski J., Stangierski J., Magnuski T., Pikul J.: Sposób otrzymywania koncentratu miofibrili. Patent RP, PL 169727 B1, 1996.
- [8] Knight M.K., Choo B.K., Wood J.M.: Applying the surimi process to red meats and poultry. *Food Technol. Int. Europe.*, 1991, 147.
- [9] Knudsen L.B., Borresen T., Nielsen J.: Textural parameters in compression testing of a gel made from fresh and frozen fish mince. *J. Text. Stud.*, **18**, 1987, 261.
- [10] Lin S.W., Chen T.C.: Yields, color and composition of washed, kneaded and heated mechanically deboned poultry meat. *J. Food Sci.*, **54**, 1989, 561.
- [11] MacDonald G.A., Lanier T.: Carbohydrates and cryoprotectants for meat and surimi. *Food Technol.*, **45**, 1991, 150.
- [12] Matsumoto J.J.: Chemical deterioration of muscle protein, during frozen storage. In: „Chemical deterioration of proteins”. Whitaker J.R. and Fujimaki M. (Ed.), 1980, 95.
- [13] Matsumoto J.J., Noruchi S.F.: Cryostabilization of protein in surimi. In: „Surimi technology”. Lanier T.C. and Lee C.M. (Ed.), Marcel Dekker Inc., New York., 1992, 357.
- [14] Park J.W., Lanier T.C., Pilkington D.H.: Cryostabilization of functional properties of pre-rigor and post-rigor beef by dextrose polymer and/or phosphates. *J. Food Sci.*, **58**, 1993, 467.
- [15] Smith D., Noormarji S., Price J., Benniuk M., Herald T.: Effect of lipid oxidation on the functional and nutritional properties of washed chicken myofibrils stored at different water activities. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 1990, 1307.
- [16] Stangierski J., Kijowski J., Pikul J.: Wpływ różnych roztworów przemywających na barwę surimi z mięsa drobiu odkostnionego mechanicznie. I Seminarium nt.: „Technologia surimi z surowców zwierzęcych”. Red. J. Kijowski. Poznań, 1994, 99.
- [17] Stangierski J., Kijowski J., Ujittenboogaart T.R.: Quality of spray-dried myofibril preparation from mechanically recovered poultry meat. *Proceedings of XIII-th Eur. Symp. on the Quality of Poultry Meat, Poznań, Poland.*, 1997, 466.
- [18] Wright D.J., Leach I.B., Wilding P.: Differential scanning calorimetric studies of muscle and its constituent proteins. *J. Sci. Food Agric.*, **28**, 1977, 557.
- [19] Xiong Y.L., Brekke C.J., Leung H.K.: Thermal denaturation of muscle proteins from different species and muscle types as studied by differential scanning calorimetry. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, **20** (5), 1987, 357.

- [20] Yang T.S., Froning G.W.: Selected washing processes affected thermal gelation properties and microstructure of mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.*, **57**, 1992, 325.
- [21] Yang T.S., Froning G.W.: Changes in myofibrillar protein and collagen content of mechanically deboned chicken meat due to washing and screening. *Poultry Sci.*, **71**, 1992, 1221.
- [22] Yang T.S., Froning G.W.: Evaluation of protein functionality in alkali and nonalkali surimi processed mechanically deboned chicken meat. *J. Muscle Foods.*, **5**, 1994, 221.

THE EFFECT OF SELECTED STABILIZERS OF PROTEINS ON THE QUALITY OF FREEZE-DRIED WASHED MECHANICALLY RECOVERED POULTRY MEAT

S u m m a r y

The aim of this study was to determine the effect of cryoprotectants on the quality of heat formed gels obtained from frozen and freeze-dried washed once with 1% sodium chloride and afterwards twice with water mechanically recovered broiler meat. From the washed mechanically recovered poultry meat (MRPM) six samples were prepared: control and with 0,25% sodium tripolyphosphate (TPP), 8% polydextrose, 8% polydextrose + 0,25% TPP, 8% maltodextrine (DE=15), 8% maltodextrine + 0,25% TPP. The used additives protected functional properties of proteins (protein solubility, thermal drip, texture and colour of gels and total enthalpy of thermal transitions) in the frozen and freeze-dried myofibril preparation. Polydextrose with TPP was found to be the best cryoprotectant. ❖