

LESZEK GAJOWIECKI, ARKADIUSZ ŻYCH, KAZIMIERZ LACHOWICZ,  
MAŁGORZATA SOBCZAK, MAREK KOTOWICZ, JOANNA ŻOCHOWSKA

## ZMIANY TEKSTURY WYBRANYCH MIĘŚNI DROBIOWYCH I WIEPRZOWYCH PODDANYCH PROCESOWI UPLASTYCZNIANIA

### Streszczenie

Badano wpływ czasu uplastyczniania (0, 2, 4, 6, 8, 12 godz.) i szybkości obrotów bębna masownicy (5 i 20 obr./min), na zmiany tekstury i wielkości wycieku cieplnego wybranych mięśni wieprzowych i indyckich. Stwierdzono, że najwyższymi wartościami maksymalnej siły cięcia i pracy charakteryzował się wieprzowy mięsień dwugłowy uda (BF), najmniejszymi zaś mięsień piersiowy (PM) indyka. Proces uplastyczniania powodował spadek maksymalnej siły cięcia, pracy i wielkości wycieku cieplnego badanych mięśni. Dynamika i wielkość zmian analizowanych parametrów zależała od rodzaju mięśnia, czasu i intensywności procesu uplastyczniania. Największe zmiany badanych parametrów tekstury w mięśniu półbłoniastym (SM) nastąpiły w czasie pierwszych 6 godz. uplastyczniania, natomiast w mięśniu dwugłowym uda (BF) pomiędzy 6. a 12. godz. W zespole mięśni udowych (ZMU) indyka największe zmiany tekstury zachodziły pomiędzy 4. a 8. godz., a w mięśniu piersiowym (PM) do 6 godz. Zastosowanie 20 obr./min spowodowało większe zmiany tekstury i wycieku cieplnego w analizowanych przedziałach czasowych niż przy 5 obr./min. Jednocześnie tak intensywne uplastycznianie mięśni SM i PM powyżej 8 godz. powodowało wzrost siły cięcia, pracy i wielkości wycieku cieplnego, co może świadczyć o ich nadmiernym przemasowaniu.

**Słowa kluczowe:** mięso wieprzowe, mięso indyckie, tekstura, uplastycznianie.

### Wstęp

Jednym z powszechnie stosowanych w przemyśle mięsnym sposobów naruszenia struktury mięsa jest proces uplastyczniania, czyli mechanicznego oddziaływania na tkankę mięśniową [28, 23, 34]. Skutkiem tego procesu jest istotny spadek twardości mięśni, co wynika ze zmian zachodzących w strukturze mięsa [12, 26, 32].

Czas uplastyczniania zależy od wielu czynników, m.in. od rodzaju mięsa i wielkości jego kawałków, ilości nastrzyku solanką, konstrukcji masownicy czy zasto-

sowanego cyklu [6, 9, 22, 28]. Jednakże zasadniczymi czynnikami decydującymi o końcowym efekcie procesu uplastyczniania jest czas uplastyczniania i prędkość obrotów bębna masownicy [15, 23, 27].

Zbyt krótki czas uplastyczniania powoduje efekt niedomasowania – objawiający się zbitą i twardą strukturą wyrobu – natomiast zbyt długi czas powoduje efekt przemasowania objawiający się nadmiernym zniszczeniem struktury mięsa, obniżeniem wodochłonności i zwiększonym wyciekami cieplnym [22, 27, 35].

Celem pracy było określenie wpływu czasu i intensywności procesu uplastyczniania na zmiany tekstury wybranych mięśni wieprzowych i drobiowych.

### **Materiał i metody badań**

Materiał do badań stanowiły mięśnie szynki wieprzowej: *m. biceps femoris* – mięsień dwugłowy uda (BF), *m. semimebranosus* – mięsień półbłoniasty (SM); mięśnie indycze: *m. pectoralis major* – mięsień piersiowy indyka (PM) oraz zespół mięśni udowych indyka (ZMU).

Poszczególne mięśnie pobierano z chłodni Zakładu Produkcyjno-Doświadczalnego Przemysłu Spożywczego MasAR w Szczecinie 24 godz. po uboju, mierzono pH, ważono je, a następnie nastrzykiwano solanką peklującą w ilości 25% masy mięśnia. Tak przygotowane mięśnie poddawano procesowi uplastyczniania w masownicy próżniowej MP-74 firmy PEK-MONT s.c.<sup>®</sup>, stosując następujące parametry procesu:

- wypełnienie masownicy: 70% objętości,
- temperatura masowania:  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ,
- próżnia: 0,8 bara,
- liczba obrotów bębna masownicy: 5 i 20 obr./min,
- cykl uplastyczniania: 30 min – praca - 30 min – odpoczynek,
- efektywny czas uplastyczniania: 12 godz.

Próby do badań pobierano po 2, 4, 6, 8, 12 godz. efektywnego masowania. Każdorazowo pobierano po 5 mięśni każdego rodzaju. Próbę kontrolną (0) stanowiły mięśnie nastrzyknięte solanką peklującą – niepoddane procesowi masowania.

Mięśnie niemassowane, jak i poddane procesowi masowania zamykano w worki foliowe PA/PE i parzono w kotle parzelniczym, zanurzając je w wodzie o temp.  $75 \pm 1^\circ\text{C}$ , do osiągnięcia w centrum geometrycznym mięśnia temp.  $68 \pm 1^\circ\text{C}$ . Mięśnie po obróbce cieplnej studzono i po zważeniu przechowywano przez 12 godz. w chłodni, w temp.  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ . Z każdego mięśnia wycinano plaster o grubości  $20 \pm 1$  mm prostopadłe do przebiegu włókien mięśniowych i dokonywano pomiarów tekstury przy użyciu aparatu Instron 1140, sprzężonego z komputerem PC, stosując test WB (Warnera – Bratzlera). Próby przecinano równolegle do przebiegu włókien mięśniowych przy

prędkości głowicy pomiarowej 50 mm/min. Z uzyskanej krzywej wyznaczano siłę cięcia i pracę. Wykonano po 15 powtórzeń pomiarów każdej próby.

Preparaty do badań struktury mięśni (próby kontrolne – niemastowane) przygotowano według metody Burcka [5], polegającej na utrwalaniu prób płynem Sannomy'a, płukaniu alkoholem i benzenem, zalaniu parafiną i zatopieniu w bloczki, które ścinano za pomocą mikrotomu MPS -2 na skrawki o grubości 10  $\mu\text{m}$ , a następnie barwiono je kontrastowo hematoksyliną i eozyną. Na tak przygotowanych preparatach oznaczano wielkość elementów struktury przy zastosowaniu komputerowej analizy obrazu MULTISCAN. W każdym preparacie dokonano po 150 pomiarów powierzchni włókien mięśniowych oraz grubości perimysium i endomysium.

Wyciek cieplny prób nieuplastycznianych i uplastycznianych wyliczono z różnicy mas mięśni przed i po obróbce cieplnej i przedstawiono w procentach. Wyniki są średnimi z trzech pomiarów.

Otrzymane dane poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica 6.0 firmy StatSoft®. Wyliczono wartości średnie wraz z odchyleniami standardowymi. Istotność różnic sprawdzono testem NIR – Tukey'a na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Porównując wyniki pomiarów testu WB mięśni niemastowanych stwierdzono, że badane mięśnie istotnie różniły się analizowanymi parametrami maksymalnej siły cięcia i pracy (tab. 1 i 2).

Tabela 1

Wpływ czasu i intensywności procesu uplastyczniania na zmiany parametrów testu WB (Warnera-Bratzlera) mięśni wieprzowych.

The effects of a massaging time and drum speeds on changes in the WB (Warner-Bratzler) test parameters of pork muscles.

Efektywny czas masowania [h] Effective massaging time [h]	Parametr Parameter	BF		SM	
		5 obr./min 5 rpm drum speed	20 obr./min 20 rpm drum speed	5 obr./min 5 rpm drum speed	20 obr./min 20 rpm drum speed
0	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	103,17 <sub>a</sub> ±8,11	103,17 <sub>a</sub> ±8,11	76,40 <sub>b</sub> ±3,20	76,40 <sub>b</sub> ±3,20
	Praca [J] Work [J]	3,336 <sub>a</sub> ±0,11	3,336 <sub>a</sub> ±0,11	2,495 <sub>b</sub> ±0,12	2,495 <sub>b</sub> ±0,12

c.d. tabeli 1

2	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	100,33 <sup>1</sup> <sub>a</sub> ±3,71	98,90 <sup>1</sup> <sub>a</sub> ±2,90	70,12 <sup>2</sup> <sub>b</sub> ±2,10	67,00 <sup>2</sup> <sub>b</sub> ±4,20
	Praca[J] Work [J]	3,309 <sup>1</sup> <sub>B</sub> ±0,09	2,856 <sup>2</sup> <sub>B</sub> ±0,05	2,435 <sup>3</sup> <sub>A</sub> ±0,03	2,415 <sup>4</sup> <sub>A</sub> ±0,01
4	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	96,17 <sup>1</sup> <sub>a</sub> ±2,23	93,87 <sup>1</sup> <sub>b</sub> ±2,10	64,20 <sup>2</sup> <sub>c</sub> ±1,70	60,11 <sup>3</sup> <sub>c</sub> ±2,03
	Praca[J] Work [J]	3,177 <sup>1</sup> <sub>C</sub> ±0,10	2,670 <sup>2</sup> <sub>C</sub> ±0,11	2,326 <sup>3</sup> <sub>B</sub> ±0,05	2,197 <sup>4</sup> <sub>B</sub> ±0,04
6	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	88,11 <sup>1</sup> <sub>b</sub> ±2,10	84,60 <sup>2</sup> <sub>c</sub> ±2,17	59,40 <sup>3</sup> <sub>d</sub> ±2,30	51,20 <sup>4</sup> <sub>d</sub> ±3,41
	Praca[J] Work [J]	2,611 <sup>1</sup> <sub>D</sub> ±0,05	2,557 <sup>2</sup> <sub>D</sub> ±0,03	2,242 <sup>3</sup> <sub>C</sub> ±0,02	1,596 <sup>4</sup> <sub>C</sub> ±0,06
8	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	80,00 <sup>1</sup> <sub>c</sub> ±2,50	75,47 <sup>2</sup> <sub>d</sub> ±2,10	53,21 <sup>3</sup> <sub>d</sub> ±4,20	47,30 <sup>4</sup> <sub>d</sub> ±2,50
	Praca[J] Work [J]	2,518 <sup>1</sup> <sub>E</sub> ±0,04	2,532 <sup>2</sup> <sub>E</sub> ±0,05	1,683 <sup>3</sup> <sub>D</sub> ±0,06	1,535 <sup>4</sup> <sub>D</sub> ±0,04
12	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	74,93 <sup>1</sup> <sub>d</sub> ±2,10	71,20 <sup>2</sup> <sub>e</sub> ±1,40	48,20 <sup>3</sup> <sub>d</sub> ±3,60	48,87 <sup>4</sup> <sub>d</sub> ±2,00
	Praca[J] Work [J]	2,473 <sup>1</sup> <sub>F</sub> ±0,02	2,430 <sup>2</sup> <sub>F</sub> ±0,03	1,338 <sup>3</sup> <sub>E</sub> ±0,01	1,308 <sup>4</sup> <sub>E</sub> ±0,02

BF – mięsień dwugłowy uda / ; SM – mięsień półbłoniasty /

1, 2, 3, 4 – wartości średnie w kolumnach oznaczone tym samym indeksem górnym nie różnią się istotnie pomiędzy wariantami masowania z różną szybkością przy  $p \geq 0,05$ .

1, 2, 3, 4 – mean values in columns, marked by identical superscripts, do not significantly vary within the massaging variants using different drum speeds ( $p \geq 0.05$ ).

a, b, c; A, B, C – wartości średnie w kolumnach oznaczone tym samym indeksem dolnym nie różnią się istotnie pomiędzy wariantami o różnym czasie masowania przy  $p \geq 0,05$ .

a, b, c; A, B, C – mean values in columns, marked by identical subscripts, do not significantly vary within the variants of different massaging time ( $p \geq 0.05$ ).

Najwyższymi wartościami maksymalnej siły cięcia i pracy charakteryzował się mięsień dwugłowy uda (BF), pośrednie wartości stwierdzono w przypadku mięśnia półbłoniastego (SM) i zespołu mięśni udowych indyka (ZMU), a najniższe wartości obu parametrów wykazywał mięsień piersiowy indyka (PM).

Tabela 2

Wpływ czasu i intensywności procesu uplastyczniania na zmiany parametrów testu WB (Warnera-Bratzlera) mięśni indyckich.

The effects of a massaging time and drum speeds on changes in the WB (Warner-Bratzler) test parameters of turkey muscles.

Efektywny czas masowania [h] Effective massaging time [h]	Parametr Parameter	ZMU		PM	
		5 obr./min 5 rpm drum speed	20 obr./min 20 rpm drum speed	5 obr./min 5 rpm drum speed	20 obr./min 20 rpm drum speed
0	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	58,43 <sup>1</sup> <sub>a</sub>	58,43 <sup>1</sup> <sub>a</sub>	40,6 <sup>2</sup> <sub>a</sub>	40,6 <sup>2</sup> <sub>a</sub>
	Praca[J] Work [J]	±2,40	±2,40	±2,10	±2,10
2	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	1,795 <sup>1</sup> <sub>A</sub>	1,795 <sup>1</sup> <sub>A</sub>	1,135 <sup>2</sup> <sub>A</sub>	1,135 <sup>2</sup> <sub>A</sub>
	Praca[J] Work [J]	±0,10	±0,10	±0,11	±0,11
4	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	56,17 <sup>1</sup> <sub>a</sub>	54,10 <sup>2</sup> <sub>b</sub>	35,87 <sup>3</sup> <sub>a</sub>	32,67 <sup>3</sup> <sub>b</sub>
	Praca[J] Work [J]	±1,20	±0,75	±2,50	±3,10
6	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	1,746 <sup>1</sup> <sub>A</sub>	1,709 <sup>2</sup> <sub>A</sub>	0,957 <sup>1</sup> <sub>B</sub>	0,900 <sup>1</sup> <sub>B</sub>
	Praca[J] Work [J]	±0,02	±0,03	±0,02	±0,03
8	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	52,80 <sup>1</sup> <sub>b</sub>	50,33 <sup>2</sup> <sub>c</sub>	29,13 <sup>3</sup> <sub>b</sub>	21,60 <sup>4</sup> <sub>c</sub>
	Praca[J] Work [J]	±1,21	±1,12	±2,30	±1,41
10	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	1,689 <sup>1</sup> <sub>B</sub>	1,637 <sup>2</sup> <sub>B</sub>	0,826 <sup>3</sup> <sub>C</sub>	0,609 <sup>4</sup> <sub>C</sub>
	Praca[J] Work [J]	±0,03	±0,01	±0,01	±0,01
12	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	46,67 <sup>1</sup> <sub>c</sub>	44,37 <sup>2</sup> <sub>d</sub>	24,93 <sup>3</sup> <sub>c</sub>	19,53 <sup>4</sup> <sub>d</sub>
	Praca[J] Work [J]	±1,05	±1,04	±1,10	±0,62
14	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	1,601 <sup>1</sup> <sub>C</sub>	1,523 <sup>2</sup> <sub>C</sub>	0,772 <sup>3</sup> <sub>B</sub>	0,536 <sup>4</sup> <sub>B</sub>
	Praca[J] Work [J]	±0,03	±0,02	±0,02	±0,02
16	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	41,37 <sup>1</sup> <sub>d</sub>	39,27 <sup>2</sup> <sub>e</sub>	21,80 <sup>3</sup> <sub>d</sub>	17,90 <sup>4</sup> <sub>e</sub>
	Praca[J] Work [J]	±1,30	±0,53	±1,31	±0,72
18	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	1,526 <sup>1</sup> <sub>b</sub>	1,456 <sup>2</sup> <sub>b</sub>	0,745 <sup>3</sup> <sub>a</sub>	0,511 <sup>4</sup> <sub>b</sub>
	Praca[J] Work [J]	±0,01	±0,02	±0,03	±0,01
20	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	39,4 <sup>1</sup> <sub>d</sub>	36,47 <sup>2</sup> <sub>e</sub>	20,87 <sup>3</sup> <sub>d</sub>	22,27 <sup>4</sup> <sub>e</sub>
	Praca[J] Work [J]	±1,12	±1,05	±2,20	±1,97
22	Siła maksymalna [N] Maximum force [N]	1,487 <sup>1</sup> <sub>E</sub>	1,401 <sup>2</sup> <sub>E</sub>	0,705 <sup>3</sup> <sub>b</sub>	0,691 <sup>4</sup> <sub>E</sub>
	Praca[J] Work [J]	±0,02	±0,02	±0,03	±0,02

ZMU – zespół mięśni udowych / ; PM – mięśnie piersiowe / ;

Pozostałe oznaczenia jak w tab. 1. Other denotation marks as in Tab. 1.

Z analizy budowy histologicznej mięśni wynika, że mięśnie wieprzowe (BF i SM) charakteryzowały się większymi włóknami mięśniowymi, grubszym peri- i endomysium, w porównaniu z mięśniami indyków (tab. 3). Stwierdzono również różnice

w wielkościach elementów struktury pomiędzy poszczególnymi mięśniami, w obrębie grupy gatunkowej. I tak, mięsień BF charakteryzował się większymi włóknami mięśniowymi i grubszym peri- i endomysium w porównaniu z SM. Natomiast mięsień PM indyka miał włókna mięśniowe o większej powierzchni niż ZMU, ale jednocześnie charakteryzował się cieńszym peri- i endomysium. Znany jest pogląd, że tekstura mięsa jest zależna od elementów struktury i ich wzajemnego uporządkowania [3, 17, 32]. Dlatego zaobserwowane w pracy różnice parametrów tekstury badanych mięśni wieprzowych i indyckich tłumaczyć można stwierdzonymi różnicami w ich budowie histologicznej. Mięśnie charakteryzujące się większym polem powierzchni oraz grubszym peri- i endomysium są bardziej twarde niż mięśnie o niższych wartościach tych parametrów [4, 10, 16, 18, 19, 24].

Tabela 3

Średnie wartości elementów struktury mięśni wieprzowych i indyckich.  
Mean values of pork and turkey muscles' structure elements.

Rodzaj próby Sample type	Pole powierzchni przekroju poprzącznego włókna Fibre cross sectional surface area [ $\mu\text{m}^2$ ]	Grubość perimysium Perimysium thickness [ $\mu\text{m}$ ]	Grubość endomysium Endomysium thickness [ $\mu\text{m}$ ]
BF	2372 <sub>a</sub> ±107	27,0 <sub>a</sub> ±1,19	2,40 <sub>a</sub> ±0,03
SM	2097 <sub>b</sub> ±88	23,0 <sub>b</sub> ±1,28	2,25 <sub>b</sub> ±0,10
PM	1929 <sub>c</sub> ±69	12,8 <sub>c</sub> ±1,09	1,21 <sub>c</sub> ±0,05
ZMU	1579 <sub>d</sub> ±127	14,2 <sub>d</sub> ±0,52	1,92 <sub>d</sub> ±0,04

a, b, c – wartości średnie w kolumnach oznaczone tym samym indeksem dolnym nie różnią się istotnie pomiędzy sobą przy  $p \geq 0,05$ ;

a, b, c – mean values in columns, marked by identical subscripts, do not significantly vary from each other provided  $p \geq 0.05$ .

Proces uplastyczniania spowodował zmniejszenie maksymalnej siły cięcia i pracy. Wielkość tych zmian zależna była od czasu uplastyczniania, szybkości obrotów bębna masownicy i rodzaju mięśnia (tab. 1 i 2). Niezależnie od zastosowanej liczby obrotów stwierdzono, że mięsień dwugłowy uda w porównaniu do półbłoniastego był mniej podatny na zmiany parametrów tekstury. Mięsień półbłoniasty (SM) wykazywał większe zmiany tekstury do 6 godz. masowania, podczas gdy w mięśniu dwugłowym uda (BF), siła cięcia i praca w największym stopniu zmieniały się pomiędzy 6 a 12 godz. masowania.

Również mięśnie indyka wykazywały zróżnicowaną podatność na zmiany maksymalnej siły cięcia i pracy. Mięsień piersiowy indyka uplastyczniany przy 5 obr./min największe zmiany siły maksymalnej i pracy wykazywał do 6 godz., natomiast w zespole mięśni udowych największe zmiany obserwowano pomiędzy 4 a 8 godz. Zwiększenie intensywności procesu do 20 obr./min spowodowało, że w analizowanych przedziałach czasu zmiany zachodziły szybciej. W przypadku mięśni PM największą dynamikę zmian obserwowano do 4 godz. procesu, zaś ZMU pomiędzy 2 a 8 godz. procesu. Jednocześnie zaobserwowano, że tak intensywne uplastycznianie mięśnia PM (powyżej 8 godz.) wywoływało wzrost maksymalnej siły cięcia i pracy, natomiast dla ZMU nie powodowało istotnych zmian badanych parametrów.

Stwierdzone w niniejszych badaniach różnice w podatności badanych mięśni na zmiany parametrów maksymalnej siły cięcia i pracy wywołanych uplastycznianiem znajdują potwierdzenie w publikacjach Motycki i Bechtela [21], Shackelforda i wsp., [29] oraz Lachowicza i wsp. [16]. Badacze tłumaczą występujące zależności różnicami w twardości, gumowatości i spoistości mięśni. Stwierdzono, że mięśnie bardziej twarde będą mniej podatne na proces uplastyczniania i będą wymagały dłuższego czasu lub większej intensywności tego procesu [15, 16].

Odmierna podatność na proces masowania mięśni piersiowych i udowych indyka może wynikać z faktu, że różnią się one zawartością tkanki łącznej [8, 14, 19, 30, 34] oraz udziałem procentowym włókien białych i czerwonych [7, 13]. Większa podatność na proces masowania mięśni drobiu w porównaniu z mięśniami wieprzowymi wynika z faktu, że mięśnie drobiu charakteryzują się mniejszą średnicą włókien mięśniowych oraz cieńszym peri- i endomysium. Może też wiązać się z mniejszą zawartością białek cytoszkieletowych w mięsie drobiu [20], które w znacznym stopniu wpływają na twardość mięsa [25].

Wpływ czasu i szybkości procesu uplastyczniania na zmiany wielkości wycieku cieplnego badanych mięśni przedstawiono w tab. 4. i 5.

W próbach niepoddanych procesowi masowania największym wyciekem cieplnym charakteryzował się zespół mięśni udowych indyka (ZMU), podczas gdy mięśnie wieprzowe wykazywały pośrednie wartości wycieku cieplnego. Najmniejszy wyciek cieplny stwierdzono w mięśni piersiowym indyka (PM). Stwierdzone zależności mogły wynikać z różnic w pH, składzie chemicznym badanych mięśni czy ze zróżnicowanego udziału włókien o metabolizmie glikolitycznym [2, 11, 13, 34].

Proces uplastyczniania spowodował istotne zmniejszenie wielkości wycieku cieplnego we wszystkich badanych mięśniach (tab. 3 i 4). W mięśniach wieprzowych uplastycznianych przy 5 obr./min wyciek cieplny po 12 godz. zmniejszył się odpowiednio o około 49% w BF i o około 48% w SM, a przy zastosowaniu 20 obr./min odpowiednio o około 60% w BF i o około 52% w SM. W przypadku mięśni indyczych 12-godz. proces uplastyczniania z szybkością 5 obr./min powodował zmniejszenie

wycieku ciepłego o około 53% w mięśniu piersiowym i około 41% w zespole mięśni udowych, a w mięśniach uplastycznianych z szybkością 20 obr./min o około 46% w obu mięśniach, w porównaniu z próbą kontrolną – niemasowaną.

Tabela 4

Wpływ czasu masowania i liczby obrotów bębna masownicy na wielkość wycieku ciepłego mięśni wieprzowych.

The effects of a massaging time and drum speeds on the thermal drip magnitude in pork muscles.

Efektywny czas masowania [h] Effective massaging time[h]	Wyciek ciepły [%] / Thermal drip [%]			
	BF		SM	
	5 obr./min 5 rpm drum speed	20 obr./min 20 rpm drum speed	5 obr./min 5 rpm drum speed	20 obr./min 20 rpm drum speed
0	27,2 <sup>1</sup> <sub>a</sub> ±0,9	27,2 <sup>1</sup> <sub>a</sub> ±0,9	25,1 <sup>2</sup> <sub>a</sub> ±0,4	25,1 <sup>2</sup> <sub>a</sub> ±0,4
2	25,1 <sup>1</sup> <sub>ab</sub> ±0,9	22,5 <sup>2</sup> <sub>b</sub> ±0,5	22,2 <sup>2</sup> <sub>b</sub> ±0,2	20,7 <sup>3</sup> <sub>b</sub> ±0,2
4	23,8 <sup>1</sup> <sub>b</sub> ±0,3	19,6 <sup>2</sup> <sub>c</sub> ±0,4	18,3 <sup>3</sup> <sub>c</sub> ±0,3	15,6 <sup>4</sup> <sub>c</sub> ±0,6
6	21,6 <sup>1</sup> <sub>c</sub> ±0,2	16,1 <sup>2</sup> <sub>d</sub> ±0,9	15,4 <sup>2</sup> <sub>d</sub> ±0,4	12,3 <sup>3</sup> <sub>d</sub> ±0,2
8	18,3 <sup>1</sup> <sub>d</sub> ±0,5	12,5 <sup>2</sup> <sub>e</sub> ±0,5	13,3 <sup>2</sup> <sub>e</sub> ±0,4	11,1 <sup>3</sup> <sub>e</sub> ±0,6
12	13,9 <sup>1</sup> <sub>e</sub> ±0,9	10,9 <sup>2</sup> <sub>f</sub> ±0,4	13,0 <sup>1</sup> <sub>e</sub> ±0,2	12,0 <sup>3</sup> <sub>ed</sub> ±0,3

Oznaczenia jak w tab. 1. / Denotation as in Tab. 1.

Zmniejszenie ilości wycieku ciepłego może wynikać z naruszenia struktury mięśni, ekstrakcji białek i tym samym lepszego wiązania solanki [26, 36]. Zaobserwowano jednocześnie, że zastosowanie 20 obr./min w przypadku mięśnia piersiowego indyka i mięśnia wieprzowego półbłoniastego uplastycznianych powyżej 8 godz. powodowało wzrost wielkości wycieku ciepłego. Fakt ten Müller [22] i Wajdzik [35] tłumaczą nadmiernym uszkodzeniem struktury mięsa w wyniku tzw. „przemasowania”, co wpływa na zmniejszenie, lub – w skrajnych przypadkach – na utraceniu zdolności białek do wiązania solanki.



Tabela 5

Wpływ czasu masowania i liczby obrotów bębna masownicy na wielkość wycieku ciepłego mięśni indyczych.

The effects of a massaging time and drum speeds on the thermal drip magnitude in turkey muscles.

Efektywny czas masowania [h] Effective massaging time[h]	Wyciek ciepły [%] / Thermal drip [%]			
	PM		ZMU	
	5 obr./min 5 rpm drum speed	20 obr./min 20 rpm drum speed	5 obr./min 5 rpm drum speed	20 obr./min 20 rpm drum speed
0	23,0 <sup>1</sup> <sub>a</sub> ±0,4	23,0 <sup>1</sup> <sub>a</sub> ±0,5	30,5 <sup>2</sup> <sub>a</sub> ±0,4	30,5 <sup>2</sup> <sub>a</sub> ±0,5
2	19,7 <sup>1</sup> <sub>b</sub> ±0,5	18,5 <sup>2</sup> <sub>b</sub> ±0,5	28,6 <sup>3</sup> <sub>b</sub> ±0,8	28,1 <sup>3</sup> <sub>b</sub> ±0,6
4	16,5 <sup>1</sup> <sub>c</sub> ±0,5	15,1 <sup>2</sup> <sub>e</sub> ±0,2	26,4 <sup>3</sup> <sub>c</sub> ±0,4	25,3 <sup>4</sup> <sub>c</sub> ±0,5
6	14,1 <sup>1</sup> <sub>d</sub> ±0,3	11,6 <sup>2</sup> <sub>df</sub> ±0,5	24,8 <sup>3</sup> <sub>d</sub> ±0,3	21,9 <sup>4</sup> <sub>d</sub> ±0,3
8	12,2 <sup>1</sup> <sub>e</sub> ±0,4	9,2 <sup>2</sup> <sub>e</sub> ±0,3	20,3 <sup>3</sup> <sub>e</sub> ±0,4	19,7 <sup>4</sup> <sub>e</sub> ±0,4
12	10,80 <sup>1</sup> <sub>f</sub> ±0,4	12,4 <sup>2</sup> <sub>f</sub> ±0,4	17,9 <sup>3</sup> <sub>f</sub> ±0,5	16,5 <sup>4</sup> <sub>f</sub> ±0,4

Oznaczenia jak w tab.1 / Denotation as in. Tab. 1.

## Wnioski

1. Stwierdzono, że badane mięśnie różniły się istotnie analizowanymi parametrami tekstury i struktury.
2. Proces uplastyczniania powodował spadek maksymalnej siły cięcia, pracy i wielkości wycieku ciepłego badanych mięśni. Wielkość i dynamika zmian analizowanych parametrów zależała od rodzaju mięśnia, czasu i intensywności procesu uplastyczniania.
3. Mniej podatne, a tym samym wymagające dłuższego czasu uplastyczniania były:
  - wśród mięśni wieprzowych – mięsień dwugłowy uda,
  - wśród mięśni indyczych – zespół mięśni udowych.
4. Podczas uplastyczniania powyżej 8 godz., przy zastosowaniu 20 obr./min obserwowano zwiększenie ilości wycieku ciepłego i wzrost siły cięcia, świadczące o przemasowaniu:

- mięśnia półbłoniastego,
- mięśnia piersiowego indyka.

### Literatura

- [1] Babij A.S., Fronong G.W., Ngoka D.A.: The effect of short-term tumbling and salting on the quality of turkey breast muscle. *Poultry Sci.*, 1982, **61**, 300-303.
- [2] Bendall J.R., Swatland H.J.: A Review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.*, 1988, **24**, 85-126.
- [3] Bourne M.C.: *Food texture and viscosity: concept and measurement*. Academic Press, New York 1982.
- [4] Bouton P.E., Harris P.V., Shorthose W.R.: Possible relationship between shear, tensile, and adhesion properties of meat and meat structure. *J. Food Sci.*, 1975, **40**, 297-413.
- [5] Burck H.Ch.: *Technika histologiczna*, PZWL, Warszawa 1975.
- [6] Cassidy R.D., Ockerman H.W., Krol B, van Roon P.S., Plimpton jr. R.F., Cahill V. R.: Effect of tumbling method, phosphate level, and final cook temperature on histological characteristics of tumbled porcine muscle tissue. *J. Food Sci.*, 1978, **43**, 1514-1518.
- [7] Dransfield E., Sosnicki A. A.: Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Sci.*, 1999, **78**, 743-746.
- [8] Gajowiecki L., Lachowicz K., Żych A., Sobczak M., Kotowicz M., Żochowska J., Kłos B.: Porównanie przydatności technologicznej wybranych mięśni kurcząt do produkcji wyrobów masowanych. *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej w Szczecinie*, 220 *Scientia Alimentaria* 2001, (1), 29-34.
- [9] Gillett T.A., Cassidy R.D., Simon S.: Ham massaging. Effect of massaging cycle, environmental temperature, and pump level on yield, bind, and color of intermittently massaged hams. *J. Food Sci.*, 1982, **47**, 1083-1088.
- [10] Harris P.V.: Structural and other aspects of meat tenderness. *J. Text. Stud.* 1976, **7**, 49-63.
- [11] Jakubowska M., Kortz J., Gardzielewska J., Karamłucki T., Nadalszyk-Szymkowska W.: Współzależność między odczynem (pH<sub>i</sub>) a innymi cechami jakościowymi mięśni piersiowych kurcząt brojlerów. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.* 1999, **45**, 449-453.
- [12] Katsaras K., Budras K.D.: The relationship of the microstructure of cooked ham to its properties and quality. *Lebensm.-Wiss. u.- Technol.*, 1993, **26**, 229-234.
- [13] Kłosowska D., Kłosowski B., Rosiński A., Elminowska-Wenda G., Skrabka-Błotnicka T.: Microstructure of geese pectoralis muscle as related to some meat characteristics. 40<sup>th</sup> ICoMST, The Hague, 1994, S-IVB.45.
- [14] Kołczak T., Palka K., Zarzycki A.: Wpływ kolagenu śródmięśniowego na kruchość i inne cechy sensoryczne mięśni bydła. *Acta Agr. Silv. Ser. Zootech.*, 1992, **XXX**, 75-85.
- [15] Lachowicz K., Gajowiecki L., Aleksandrów W.: Wpływ czasu masowania na teksturę wybranych mięśni szynki wieprzowej. XXVII Sesja KTiChŻ PAN - streszczenia, Szczecin, 1996, s. 82-83.
- [16] Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L., Żych A.: Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. *Meat Sci.* 2003, **63**, 225-233.
- [17] Lepetit J., Culioli J.: Mechanical properties of meat. *Meat Sci.* 1994, **36**, 203-237.
- [18] Light N., Champion A.-E., Volye Ch., Bailey A. J.: The role of epimysial, perimysial, and endomysial collagen in determining texture in six bovine muscles. *Meat Sci.*, 1985, **13**, 137-149.
- [19] Liu A., Nishimura T., Takahashi K.: Relationship between structural properties of intramuscular connective tissue and toughness of various chicken skeletal muscles. *Meat Sci.*, 1996, **43** (1), 93-96.
- [20] Majorek-Skibińska A., Kijowski J.: Analiza jakościowa białek cytoszkieletowych mięsa drobiu. XXVI Sesja Naukowa KTiChŻ PAN-streszczenia sesji plakatowej, Łódź, 1995, s. 175.

- [21] Motycka R.R., Bechtel P.J.: Influence of pre-rigor processing, mechanical tenderization, tumbling method, and processing time on the quality and yield of ham. *J. Food Sci.*, 1983, **48**, 1532-1536.
- [22] Müller W.D.: Einfluß der Herstellungstechnologie auf Kochpökelfwaren. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach*, 1990, **108** (7), 163-170.
- [23] Müller W.D.: Cooked cured products. Influence of manufacturing technology. *Fleischwirt.*, 1991, **71** (5), 544-550.
- [24] Oryl B.: Zróżnicowanie tekstury i struktury wybranych mięśni buhajków. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, *Praca w druku*.
- [25] Pospiech E., Grześ B.: Białka cytoszkietowe i ich rola w kształtowaniu jakości mięsa. *Gosp. Mięś.* 1997, **8**, 28-33.
- [26] Rejt J., Kubicka H., Pisula A.: Changes of physical and chemical properties and of histological structure of meat subjected to massage under vacuum. *Meat Sci.*, 1978, **2**, 145-153.
- [27] Rosing M.: Ermittlung des Einflusses von Tumbelgeschwindigkeit und Zeit auf die Qualität von Kochschinken. *Die Fleischerei*, 1981, **32**, 8-16.
- [28] Scheid D.: Kochschinkenherstellung Injektion, Mechanische Bearbeitungsprozesse und Wärmebehandlung. *Fleischwirt.*, 1985, **65** (4), 436-449.
- [29] Shackelford S.D., Reagan J.O., Mann T.F., Lyon C.E., Miller M.F.: Effects of blade tenderization, vacuum massage time, and sensory characteristics of precooked chuck roasts. *J. Food Sci.*, 1989, **54**, 843-845.
- [30] Swatland H.J.: A note on the growth of connective tissues binding turkey muscle fibres together. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 1990, **23** (4-5), 239-241.
- [31] Theno D.M., Siegel D.G., Schmidt G.R.: Meat massaging: Effects of salt and phosphate on the ultrastructure of cured porcine muscle. *J. Food Sci.*, 1978, **43**, 488-492.
- [32] Tyszkiewicz I.: Technologiczna ingerencja w mikrostrukturę mięsa. *Gosp. Mięś.*, 1995, **7**, 19-21.
- [33] Tyszkiewicz I., Jakubiec-Puka A.: Ultrastructure of mechanically tenderised pork muscle. *Meat Sci.*, 1995, **41**(3), 273-282.
- [34] Vardarajulu P., Cunningham F.E.: A Histological study of turkey meat as related to sensory characteristics. *Poultry Sci.*, 1971, **50**, 1144-1149.
- [35] Wajdzik J.: Wykorzystywanie plastyfikacji w produkcji wyrobów z mięśni szynek. *Gosp. Mięś.*, 1996, **11**, 38-42.
- [36] Xaragayó M., Freixanet L., Lagares J., Fernandez E., de Jaeger-Ponnet P.: Wirkung der Vormassage bei der Herstellung gegarter Fleischerzeugnisse aus ganzen Muskeln. *Fleischwirt.*, 1998, **78** (9), 953-959.

## THE EFFECT OF MASSAGING ON CHANGES IN THE TEXTURE OF SELECTED POULTRY AND PORK MUSCLES

### S u m m a r y

The effect of a massaging time (0, 2, 4, 6, 8 and 12 hours) and drum speeds (5 and 20 rpm) on the texture and thermal drip changes in selected pork and turkey muscles were studied. The massaging resulted in a reduction of the maximum force, work ratio, and the thermal drip magnitude in the muscles.

The dynamics and magnitude of changes in parameters under analysis depended on the muscle type, the drum speeds, and the massaging time. A comparison of the four massaged muscles proved that the SM and PM muscles required a shorter massaging time than the ZMU and BF muscles.

It was stated that if the muscles were too long massaged and/or a higher drum speed was applied, they were over-massaged.

**Key words:** pork meat, turkey meat, texture, plastification. ☒