

MIROŚŁAWA KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK, WŁODZIMIERZ DOLATA

## WPŁYW DODATKU WODY NA MIKROSTRUKTURĘ DROBNO ROZDROBNIONYCH FARSZÓW MIĘSNYCH I WYPRODUKOWANYCH Z NICH WĘDLIN

### Streszczenie

Badano wpływ dodatku wody (30, 40 i 50%) na jakość farszów mięsnych i wyprodukowanych z nich wędlin. Do badań histologicznych pobrano próbki farszów (po 5, 6 i 8 min procesu kutrowania) oraz próbki wędlin. Analiza mikrostruktury dotyczyła pomiarów elementów struktury (cząstek tłuszczu oraz włókien kolagenowych) przeprowadzonych za pomocą komputerowej analizy obrazu. Stwierdzono, że najlepszą dyspersję cząstek tłuszczu w matrycy białkowej i optymalne rozdrobnienie tkanki łącznej, uzyskano stosując 40% dodatek wody.

**Słowa kluczowe:** komputerowa analiza obrazu, mikrostruktura, drobno rozdrobniony farsz mięsny, tłuszcz, włókna kolagenowe, dodatek wody

### Wstęp

Woda jest związkiem bardzo reaktywnym, pełniącym rolę uniwersalnego rozpuszczalnika i czynnika dyspergującego. W przetwórstwie mięsa rolę wody rozpatruje się nie tylko jako naturalnego, dominującego składnika tkanki mięśniowej, lecz również jako substancji dodawanej w procesie przetwórczym i wpływającej na cechy reologiczne farszów mięsnych oraz wytworzonych z nich wyrobów gotowych [4]. Ma ona duże znaczenie w tworzeniu struktury farszu. Powoduje nawodnienie i rozpuszczenie uwolnionych z włókien mięśniowych białek i tworzy wraz z rozpuszczonymi w niej niskocząsteczkowymi związkami fazę rozpraszającą. Ułatwia termohydroлизę skleroprotein, podnosi soczystość i pożądalność smakową wędlin. Wpływa także na wydajność wędlin [1, 6, 9, 15]. Od ilości dodanej do farszu wody zależy proporcja ilościowa wody do białka. Niedobór wody w farszu powoduje objawy jego niedokutrowania i niedostatecznej soczystości wyrobu. Nadmiar wody dodanej w czasie kutrowania wywołuje natomiast spadek kohezji, tj. spójności między micelami białka kutrowanego farszu. Ponadto woda ta łatwo oddziela się podczas denaturacji cieplnej białek i powoduje, że wyroby stają się mniej soczyste, suche i „trocinowate” lub wodniste oraz mało sprężyste. Każdy rodzaj farszu (zestaw surowcowy) wymaga

optymalnego dodatku wody, przy którym uzyskuje się wyroby o najlepszej jakości. Przekroczenie tego dodatku powoduje pogorszenie cech jakościowych gotowego wyrobu [2, 3, 7, 11, 12].

Duży wpływ na ilość wchłoniętej i związanej wody w czasie kutrowania ma między innymi stopień rozdrobnienia farszu. Ze wzrostem stopnia rozdrobnienia farszu do określonej wielkości zwiększa się jego zdolność wiązania wody. Jednak zbyt duże rozdrobnienie farszu powoduje pogorszenie wiązania wody [1, 6, 9, 12, 15].

Celem podjętych badań było określenie wpływu zróżnicowania dodatku wody na strukturę farszów mięsnych oraz wyprodukowanych z nich wędlin przy wykorzystaniu metod histochemicznych i systemu komputerowej analizy obrazu mikroskopowego.

### **Materiał i metody badań**

Materiałem doświadczalnym były drobno rozdrobnione farsze mięsne oraz wyprodukowane z nich wędliny z 30-, 40- i 50-procentowym dodatkiem wody. Surowiec do produkcji drobno rozdrobnionych farszów oraz wyprodukowanych z nich wędlin stanowiły mięśnie golonki tylnej oraz tłuszcz drobny z szynki. Surowiec był pobierany bezpośrednio z zakładów mięsnych. Wyrób modelowy wytworzono według następującej receptury: 70% mięso wieprzowe kl. III (ścięgniście), 30% tłuszcz drobny oraz 40% woda z lodem dodawana w stosunku do masy mięsno-tłuszczowej. Do produkcji drobno rozdrobnionych farszów mięsnych zastosowano następujące prędkości obrotowe noży kutra: 3000 obr. $\cdot$ min<sup>-1</sup> oraz misy kutra: 20 obr. $\cdot$ min<sup>-1</sup>. Pojemność misy kutra wynosiła 22 dm<sup>3</sup>, natomiast na wale nożowym zamontowano cztery noże w kształcie linii łamanej. Surowiec mięsny i tłuszczowy do produkcji modelowego farszu rozdrabniano w wilku, przez siatkę o średnicy otworów 3 mm. Mięso peklowano przez 24 godz. z dodatkiem mieszanki peklującej w ilości 2,2% w temp. 4-6°C. Następnie surowce kutrowano, podając do misy kutra kolejno: mięso, wodę z lodem oraz tłuszcz. Czas trwania procesu kutrowania wynosił 8 min. Temp. farszu po zakończeniu procesu kutrowania nie przekroczyła 12°C.

Wyprodukowane farsze nadziewano w jelita naturalne o średnicy 28–30 mm. Po nadzianiu wędliny podsuszano w temp. 35°C przez 30 min, wędzono w temp. 60°C i parzono w temp. 75°C w komorze wędzarniczo-parzelniczej do uzyskania temp. 70°C w centrum geometrycznym batonu. Następnie wędliny schładzano w zimnej wodzie i przechowywano w chłodni przez 24 godz., w temp. 4-6°C. Z drobno rozdrobnionych farszów mięsnych i wyprodukowanych z nich wędlin wykonano po 4 preparaty histologiczne z każdego wariantu doświadczenia. Próbkę farszów pobierano po 5, 6 i 8 min procesu kutrowania. Z farszów i wędlin sporządzono bloczki o wymiarach 10x10x10 mm, które zamrażano w ciekłym azocie. Następnie bloczki przenoszono do kriostatu i ścinano na skrawki o grubości 10  $\mu$ m. Skrawki nakładano na nabiałczone szkiełka podstawowe i suszono w temp. pokojowej około 30 min, po czym preparaty barwiono czerwiecią oleistą w celu wykazania dyspersji tłuszczu. Do obserwacji zmian w tkance łącznej, głównie kolagenu, zastosowano barwienia metodą van Giesona [10].

Strukturę preparatów oceniano przy użyciu systemu komputerowej analizy obrazu mikroskopowego za pomocą programu MultiScan v.13,01, przy stałym powiększeniu mikroskopu ( $\times 200$ ). Z każdego preparatu analizowano 10 pól o stałej powierzchni. Charakterystykę uzyskanych obrazów przeprowadzono analizując następujące parametry: powierzchnia, długość, szerokość i obwód pól tłuszczowych; liczba analizowanych pól tłuszczowych; procentowy udział pól tłuszczowych w analizowanym polu; powierzchnia, długość, szerokość i obwód włókien kolagenowych [13, 16]. Uzyskane za pomocą komputerowej analizy obrazu dane liczbowe, ze względu na ich wartości mieszczące się w szerokim zakresie, przekształcono do następującej postaci:

$Y = \log(x)$ . Za pomocą testu Kołmogorowa–Smirnova potwierdzono, że przeprowadzona transformacja logarymiczna umożliwiła uzyskanie normalności rozkładu danych. Taka procedura postępowania zalecana jest przez Wagnera i Błażczaka [14]. Do oceny zróżnicowania wartości średnich zastosowano test t-Studenta. Wyniki analiz przedstawiono w podwójnej postaci: logarymicznej oraz po ich delogarytmowaniu do wartości rzeczywistych. W tym przypadku odchylenie standardowe nie było miarą precyzji oznaczeń. Spowodowane jest to tym, że dla małych wartości logarymicznych odchyłek standardowych efekty mają charakter liniowy, natomiast dla większych potęgowej. Statystyczną istotność oddziaływania badanych czynników oceniano za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) na poziomie istotności wnioskowania  $p \leq 0,05$ . Przyjęto założenie, że czas kutowania ma oczywisty wpływ na badane parametry [5, 8].

## Wyniki i dyskusja

### *Cząstki tłuszczu*

Wyniki analizy wariancji wpływu serii doświadczalnej oraz wariantu doświadczenia tzn. dodatku wody na wymiary cząstek tłuszczu wykazały, że zarówno w przypadku farszu, jak i wędliny, ilość dodanej wody miała statystycznie istotny wpływ na wszystkie badane wymiary cząstek tłuszczu (tab. 1). Stwierdzono, że wraz ze wzrostem dodatku wody do farszu wymiary cząstek tłuszczu zwiększały się (tab. 2).

T a b e l a 1

Wyniki analizy wariancji wpływu serii i wariantu doświadczenia na wymiary cząstek tłuszczu i włókien kolagenowych w farszach i wędlinach wyprodukowanych ze zmiennym dodatkiem wody (30, 40 i 50%) ( $p \leq 0,05$ ).

Results of the analysis of variance applied to analyse the effect of experiment series and variant on the dimensions of fat globules and collagen fibres in meat batters and processed meats products produced with varying water contents (30%, 40% and 50%) ( $p \leq 0.05$ ).

Parametr Parameter	Czynnik zmienności	Cząstki tłuszczu Fat globules	Włókna kolagenowe Collagen fibres
-----------------------	-----------------------	----------------------------------	--------------------------------------

	Factor of variation	Wartość F Value F	Poziom istotności F Level of significance F	Wartość F Value F	Poziom istotności F Level of significance F
Powierzchnia Area (F) / (MB)	Seria A / Series A	0,121	0,727	0,048	0,827
	Wariant B/ Variant B	36,968	0,000	3,424	0,034
	A x B	0,9165	0,400	0,358	0,700
Obwód / Periphery (F) / (MB)	Seria A / Series A	0,002	0,960	0,271	0,603
	Wariant B/ Variant B	29,743	0,000	3,551	0,030
	A x B	0,861	0,422	0,264	0,768
Długość / Length (F) / (MB)	Seria A / Series A	0,071	0,789	0,480	0,489
	Wariant B/ Variant B	29,152	0,000	3,349	0,036
	A x B	0,972	0,378	0,224	0,799
Szerokość / Width (F) / (MB)	Seria A / Series A	1,604	0,205	0,234	0,629
	Wariant B/ Variant B	35,669	0,000	2,439	0,089
	A x B	1,050	0,349	0,557	0,574
Powierzchnia Area (W) / (PMP)	Seria A / Series A	0,592	0,441	0,073	0,787
	Wariant B/ Variant B	345,836	0,000	0,566	0,568
	A x B	10,368	0,000	0,350	0,705
Obwód / Periphery (W) / (PMP)	Seria A / Series A	0,813	0,366	0,208	0,649
	Wariant B/ Variant B	330,845	0,000	0,975	0,378
	A x B	9,110	0,000	0,323	0,725
Długość / Length (W) / (PMP)	Seria A / Series A	0,749	0,386	0,202	0,480
	Wariant B/ Variant B	303,912	0,000	0,737	0,480
	A x B	8,7335	0,000	0,570	0,566
Szerokość / Width (W) / (PMP)	Seria A / Series A	0,368	0,544	1,327	0,250
	Wariant B/ Variant B	360,496	0,000	0,276	0,759
	A x B	10,744	0,000	0,032	0,969

Objaśnienia: / Explanatory notes:

F – farsz / MB – meat batter; W – wędlina / PMP – processed meat product

Współczynniki korelacji liniowej pomiędzy ilością dodanej wody a wymiarami cząstek tłuszczu w farszu są dość wysokie, jednak ich statystyczna istotność nie jest wystarczająca do sformułowania wniosku o liniowym związku pomiędzy zmiennymi (tab. 3). Wydaje się celowe, aby wyniki obliczeń potraktować jako liczbową ilustrację wyraźnego trendu do wzrostu parametrów wymiaru cząstek tłuszczu wraz z czasem kutrowania i dodatkiem wody do farszu.

Tabela 2

Wymiary cząstek tłuszczu w zależności od czasu kutrowania i dodatku wody (30, 40 i 50%) w farszach i wędlinach.

Dimensions of fat globules depending on the chopping time and water addition (30%, 40%, 50%) in meat batters and processed meat products.

Parametr Parameter	Czas kutrowania [min] Chopping time [min]		Dodatek wody [%] Water addition [%]	Wartość średnia [log] Mean value [log]	s / SD	Wartość średnia Mean value	s / SD	
	Meat	at						
Powierzchnia zchnia [µm <sup>2</sup> ] Area	Meat	at	5	30	1,98 <sup>a</sup>	0,52	95,50 <sup>a</sup>	3,31
				40	2,24 <sup>b</sup>	0,49	173,78 <sup>b</sup>	3,09

		6	50	2,38 <sup>c</sup>	0,45	239,88 <sup>c</sup>	2,82		
			30	2,48 <sup>a</sup>	0,55	302,00 <sup>a</sup>	3,55		
			40	2,52 <sup>a</sup>	0,64	331,13 <sup>a</sup>	4,37		
			50	2,75 <sup>c</sup>	0,76	562,34 <sup>c</sup>	5,75		
			8	30	2,40 <sup>a</sup>	0,52	251,19 <sup>a</sup>	3,31	
				40	2,43 <sup>b</sup>	0,55	269,15 <sup>b</sup>	3,55	
		50		2,69 <sup>c</sup>	0,63	489,78 <sup>c</sup>	4,27		
		Wędlina Processed meat products			30	1,99 <sup>a</sup>	0,51	97,72 <sup>a</sup>	3,24
					40	2,21 <sup>b</sup>	0,50	162,18 <sup>b</sup>	3,16
					50	2,42 <sup>c</sup>	0,45	263,03 <sup>c</sup>	2,82
		Obwód [µm] Periphery	Farsz / Meat batter	5	30	1,52 <sup>a</sup>	0,30	33,11 <sup>a</sup>	2,00
					40	1,67 <sup>b</sup>	0,27	46,77 <sup>b</sup>	1,86
50	1,75 <sup>c</sup>				0,26	56,23 <sup>c</sup>	1,82		
6	30			1,81 <sup>a</sup>	0,30	64,57 <sup>a</sup>	2,00		
	40			1,82 <sup>a</sup>	0,36	66,07 <sup>a</sup>	2,29		
	50			1,94 <sup>b</sup>	0,41	87,10 <sup>b</sup>	2,57		
8	30			1,76 <sup>a</sup>	0,29	57,54 <sup>a</sup>	1,95		
	40			1,77 <sup>a</sup>	0,30	58,88 <sup>a</sup>	2,00		
	50			1,91 <sup>b</sup>	0,34	81,28 <sup>b</sup>	2,19		
Wędlina Processed meat products				30	1,52 <sup>a</sup>	0,29	33,11 <sup>a</sup>	1,95	
				40	1,65 <sup>b</sup>	0,28	44,67 <sup>b</sup>	1,91	
				50	1,77 <sup>c</sup>	0,25	58,88 <sup>c</sup>	1,78	

c.d. tab. 2

Długość [ $\mu\text{m}$ ] Length	Farsz / Meat batter	5	30	1,09 <sup>a</sup>	0,29	12,30 <sup>a</sup>	1,95	
					40	1,22 <sup>b</sup>	0,28	16,60 <sup>b</sup>
		50	1,30 <sup>c</sup>	0,26	19,95 <sup>c</sup>	1,82		
	Farsz / Meat batter	6	30	1,37 <sup>a</sup>	0,31	23,44 <sup>a</sup>	2,04	
			40	1,38 <sup>a</sup>	0,36	23,99 <sup>a</sup>	2,29	
			50	1,50 <sup>b</sup>	0,41	31,62 <sup>b</sup>	2,57	
	Farsz / Meat batter	8	30	1,31 <sup>a</sup>	0,29	20,42 <sup>a</sup>	1,95	
			40	1,33 <sup>a</sup>	0,31	21,38 <sup>a</sup>	2,04	
			50	1,47 <sup>b</sup>	0,35	29,51 <sup>b</sup>	2,24	
	Wędlina Processed meat products		30	1,09 <sup>a</sup>	0,29	12,30 <sup>a</sup>	1,95	
			40	1,20 <sup>b</sup>	0,28	15,85 <sup>b</sup>	1,91	
			50	1,32 <sup>c</sup>	0,26	20,89 <sup>c</sup>	1,82	
Szerokość [ $\mu\text{m}$ ] Width	Farsz / Meat batter	5	30	0,93 <sup>a</sup>	0,29	8,51 <sup>a</sup>	1,95	
				40	1,09 <sup>b</sup>	0,27	12,30 <sup>b</sup>	1,86
				50	1,15 <sup>c</sup>	0,24	14,13 <sup>c</sup>	1,74
		Farsz / Meat batter	6	30	1,19 <sup>a</sup>	0,30	15,49 <sup>a</sup>	2,00
				40	1,22 <sup>a</sup>	0,35	16,60 <sup>a</sup>	2,24
				50	1,34 <sup>b</sup>	0,41	21,88 <sup>b</sup>	2,57
		Farsz / Meat batter	8	30	1,16 <sup>a</sup>	0,28	14,45 <sup>a</sup>	1,91
				40	1,17 <sup>a</sup>	0,30	14,79 <sup>a</sup>	2,00
				50	1,31 <sup>b</sup>	0,33	20,42 <sup>b</sup>	2,14
		Wędlina Processed meat products		30	0,93 <sup>a</sup>	0,28	8,51 <sup>a</sup>	1,91
				40	1,07 <sup>b</sup>	0,27	11,75 <sup>b</sup>	1,86
				50	1,18 <sup>c</sup>	0,25	15,14 <sup>c</sup>	1,78

Podobnie jak w farszach, w wędlinach zaobserwowano zwiększenie wymiarów cząstek tłuszczu wraz ze wzrostem dodatku wody. Wartości te różniły się statystycznie istotnie. Pomimo, że wartości współczynników korelacji liniowej pomiędzy dodatkiem wody a parametrami wymiarów cząstek tłuszczu w wędlinie są mniejsze niż w farszu, to są statystycznie wysoko istotne (tab. 3). Zależy to od liczby stopni swobody układu pomiarowego. Tak więc wszystkie wymiary cząstek tłuszczu w wędlinie wzrastają wraz z ilością dodatku wody do farszu mięsnego.

Ilość dodanej wody miała również statystycznie istotny wpływ na powierzchnię zajmowaną przez cząstki tłuszczu oraz ich ilość w badanym polu, zarówno w farszu, jak i w wędlinie (tab. 4). Stwierdzono, że w miarę zwiększania dodatku wody do farszu powierzchnia zajmowana przez cząstki tłuszczu ulegała zmniejszeniu zarówno w farszach, jak i wyprodukowanych z nich wędlinach. W farszach z dodatkiem wody w ilości 30 i 40% zaobserwowano zmniejszenie powierzchni zajmowanej przez cząstki tłuszczu po 6 min kutrowania, a następnie jej wartość wzrosła po 8 min. Natomiast w farszu z 50-procentowym dodatkiem wody powierzchnia ta zmniejszała się w całym okresie badanego procesu kutrowania (tab. 4).

Tabela 3

Korelacja liniowa pomiędzy czasem kutrowania, wielkością dodatku wody a wymiarami cząstek tłuszczu i włókien kolagenowych.

Linear correlation between the chopping time, amount of water added, and dimensions of fat globules and collagen fibres.

Parametr Parameter	Cząstki tłuszczu Fat globules			Włókna kolagenowe Collagen fibres	
	Czas kutrowania Chopping time	Dodatek wody (F) Water addition (MB)	Dodatek wody (W) Water addition (S)	Czas kutrowania Chopping time	Dodatek wody (F) Water addition (MB)
Powierzchnia Area	0,4728 (0,199)*	0,6029 (0,086)*	0,3082 (0,000)*	-0,8823 (0,002)*	0,0952 (0,808)*
Długość Length	0,4713 (0,200)*	0,5806 (0,101)*	0,2922 (0,000)*	-0,8278 (0,006)*	0,0857 (0,827)*
Szerokość Width	0,4634 (0,209)*	0,6238 (0,073)*	0,3111 (0,000)*	-0,8058 (0,009)*	0,0831 (0,832)*
Obwód Periphery	0,4702 (0,202)*	0,876 (0,096)*	0,3029 (0,000)*	-0,9192 (0,000)*	0,1050 (0,788)*

\*poziomy istotności współczynnika korelacji ( $p \leq 0,05$ )

\*Level of significance of the correlation coefficient ( $p \leq 0.05$ ).

Pozostałe objaśnienia jak w tab. 1. / Other explanatory notes see Tab. 1.

Tabela 4

Liczba cząstek tłuszczu oraz ich procentowy udział w farszach i wędlinach w zależności od czasu kutrowania i dodatku wody (30, 40 i 50%).

The number of fat globules and their per cent content in meat batters and processed meat products produced from them depending on the chopping time and water addition (30%, 40%, 50%).

Czas kutrowania [min] Chopping time [min]	Dodatek wody / Water addition [%]					
	30		40		50	
	Liczba cząstek tłuszczu Number of fat globules	Udział cząstek tłuszczu [%] Per cent content of fat globules [%]	Liczba cząstek tłuszczu Number of fat globules	Udział cząstek tłuszczu [%] Per cent content of fat globules percentage [%]	Liczba cząstek tłuszczu Number of fat globules	Udział cząstek tłuszczu [%] Per cent content of fat globules [%]
5 min	107,20 <sup>a</sup>	37,00 <sup>a</sup>	83,5 <sup>b</sup>	35,50 <sup>ab</sup>	39,7 <sup>c</sup>	33,55 <sup>b</sup>
6 min	149,8 <sup>a</sup>	34,15 <sup>a</sup>	107,7 <sup>b</sup>	32,50 <sup>a</sup>	54,9 <sup>c</sup>	33,05 <sup>a</sup>
8 min	210,1 <sup>a</sup>	34,95 <sup>a</sup>	159,3 <sup>b</sup>	33,30 <sup>ab</sup>	77,2 <sup>c</sup>	30,70 <sup>b</sup>
Wędlina Processed meat products	262,1 <sup>a</sup>	28,40 <sup>a</sup>	213 <sup>b</sup>	25,25 <sup>b</sup>	160,7 <sup>c</sup>	23,65 <sup>b</sup>

Liczba cząstek tłuszczu rosła wraz z upływem czasu kutrowania w każdym wariancie. Natomiast porównując farsze z różnym dodatkiem wody w tym samym czasie procesu kutrowania stwierdzono, że ilość liczba tłuszczu malała ze wzrostem dodatku wody, a ich wartości różniły się statystycznie istotnie (tab. 4). Wraz ze wzrostem ilości dodanej wody zmniejszała się również liczba cząstek tłuszczu w wędlinach. Wędlina z 30-procentowym dodatkiem wody charakteryzowała się

największą liczbą cząstek tłuszczu, a ich wartości różniły się statystycznie istotnie od liczby cząstek tłuszczu uzyskanych w wariantach z 40- i 50-procentowym dodatkiem wody.

#### *Włókna kolagenowe*

Wyniki analizy wariancji wpływu serii doświadczalnej oraz wariantu doświadczenia tzn. dodatku wody na wymiary włókien kolagenowych wykazały, że w przypadku farszu statystycznie istotny wpływ na badane wyróżniki miała ilość dodanej wody (tab. 1).

Po 5 min procesu kutrowania najmniejszymi wartościami powierzchni, obwodu, długości i szerokości charakteryzował się farsz wyprodukowany z 50-procentowym dodatkiem wody. Dalsze kutrowanie spowodowało, że już po 6 i 8 minutach czasu trwania tego procesu najmniejszymi wymiarami włókien kolagenowych charakteryzował się farsz z 30-procentowym dodatkiem wody (tab. 5).

Wymiary włókien kolagenowych w farszach były statystycznie istotne i ujemnie skorelowane z czasem kutrowania (tab. 3). Wielkość wpływu tego czynnika wynosiła od 64,9 do 84,5%. Największą dynamikę zmian tych parametrów stwierdzono w farszu wyprodukowanym z 50-procentowym dodatkiem wody. Prawdopodobnie było to spowodowane napęcznieniem włókien i zmniejszeniem spójności między włóknami mięśniowymi, co wpłynęło na poprawę warunków cięcia. Według Dolaty [2], wraz ze wzrostem dodatku wody do 50% ulega skróceniu optymalny czas kutrowania, a dalsze zwiększenie ilości dodanej wody (60%) powoduje jego wydłużenie. W wędlinach doświadczalnych nie stwierdzono istotnego wpływu żadnego z badanych czynników na zmienność wymiarów włókien kolagenowych. Dlatego analizę względem czasu pomiarów ograniczono do obliczeń podstawowych statystyk opisowych (tab. 5).

#### **Wnioski**

1. Najlepszym rozdrobnieniem cząstek tłuszczu charakteryzowały się: farsz i wędlina z 30-procentowym dodatkiem wody.
2. Obrazy mikrostruktury farszów i wędlin ze zróżnicowanym dodatkiem wody potwierdziły, że na wielkość powierzchni cząstek tłuszczu w farszach wpłynęła obecność dużej liczby bardzo drobnych cząstek, pośród których można było zaobserwować duże pola tłuszczowe nierównomiernie rozproszone w matrycy białkowej.
3. Farsz z 40-procentowym dodatkiem wody charakteryzował się mniejszymi wymiarami cząstek tłuszczu, większą ich liczbą i lepszą dyspersją w porównaniu z farszem o 30-procentowym dodatku wody.

Tabela 5

Wymiary włókien kolagenowych w farszach w zależności od czasu kutrowania i dodatku wody (30, 40 i 50%).

Dimensions of collagen fibres in meat batters depending on the chopping time and water addition (30%, 40%, 50%).

Parametr Parameter	Czas kutrowania [min] Chopping time [min]	Dodatek wody [%] Water addition [%]	Wartość średnia [log] Mean value[log]	s / SD	Wartość średnia Mean value	s / SD



Powierzchnia [ $\mu\text{m}^2$ ] Area	5	30	3,84 <sup>a</sup>	0,54	6918,31 <sup>a</sup>	3,47
		40	3,79 <sup>a</sup>	0,45	6165,95 <sup>a</sup>	2,82
		50	3,88 <sup>a</sup>	0,40	7585,78 <sup>a</sup>	2,51
	6	30	3,42 <sup>a</sup>	0,40	2630,27 <sup>a</sup>	2,51
		40	3,56 <sup>b</sup>	0,42	3630,78 <sup>b</sup>	2,63
		50	3,45 <sup>ab</sup>	0,36	2818,38 <sup>ab</sup>	2,29
	8	30	3,29 <sup>a</sup>	0,42	1949,84 <sup>a</sup>	2,63
		40	3,36 <sup>a</sup>	0,37	2290,87 <sup>a</sup>	2,34
		50	3,37 <sup>a</sup>	0,30	2344,23 <sup>a</sup>	2,00
Obwód [ $\mu\text{m}$ ] Periphery	5	30	2,66 <sup>a</sup>	0,29	457,09 <sup>a</sup>	1,95
		40	2,61 <sup>a</sup>	0,24	407,38 <sup>a</sup>	1,74
		50	2,68 <sup>a</sup>	0,21	478,63 <sup>a</sup>	1,62
	6	30	2,42 <sup>a</sup>	0,22	263,03 <sup>a</sup>	1,66
		40	2,50 <sup>b</sup>	0,25	316,23 <sup>b</sup>	1,78
		50	2,43 <sup>a</sup>	0,20	269,15 <sup>a</sup>	1,58
	8	30	2,37 <sup>a</sup>	0,23	234,42 <sup>a</sup>	1,70
		40	2,43 <sup>a</sup>	0,20	269,15 <sup>a</sup>	1,58
		50	2,41 <sup>a</sup>	0,17	257,04 <sup>a</sup>	1,48
Długość [ $\mu\text{m}$ ] Length	5	30	2,25 <sup>a</sup>	0,31	177,83 <sup>a</sup>	2,04
		40	2,20 <sup>a</sup>	0,25	158,49 <sup>a</sup>	1,78
		50	2,27 <sup>a</sup>	0,22	186,21 <sup>a</sup>	1,66
	6	30	1,99 <sup>a</sup>	0,24	97,72 <sup>a</sup>	1,74
		40	2,08 <sup>b</sup>	0,28	120,23 <sup>b</sup>	1,91
		50	2,01 <sup>a</sup>	0,22	102,33 <sup>a</sup>	1,66
	8	30	1,96 <sup>a</sup>	0,25	91,20 <sup>a</sup>	1,78
		40	2,02 <sup>a</sup>	0,22	104,71 <sup>a</sup>	1,66
		50	1,99 <sup>a</sup>	0,18	97,72 <sup>a</sup>	1,51
Szerokość [ $\mu\text{m}$ ] Width	5	30	1,83 <sup>a</sup>	0,28	67,61 <sup>a</sup>	1,91
		40	1,81 <sup>a</sup>	0,24	64,57 <sup>a</sup>	1,74
		50	1,84 <sup>a</sup>	0,25	69,18 <sup>a</sup>	1,78
	6	30	1,62 <sup>a</sup>	0,21	41,69 <sup>a</sup>	1,62
		40	1,68 <sup>b</sup>	0,20	47,86 <sup>b</sup>	1,58
		50	1,64 <sup>ab</sup>	0,18	43,65 <sup>ab</sup>	1,51
	8	30	1,52 <sup>a</sup>	0,22	33,11 <sup>a</sup>	1,66
		40	1,55 <sup>ab</sup>	0,20	35,48 <sup>ab</sup>	1,58
		50	1,58 <sup>b</sup>	0,18	38,02 <sup>b</sup>	1,51

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003-2005 jako projekt badawczy.

### Literatura

- [1] Ambrosiadis I., Klettner P.: Einfluss der Kutterprozesse auf Brühwurst. Fleischwirt., 1981, **61** (11), 1621-1628.
- [2] Dolata W.: Wpływ dodatku wody na optymalny czas kutrowania oraz jakość farszów i wędlin parzonych drobno rozdrobnionych. Gosp. Mięś., 1988, **3**, 26-29.
- [3] Dolata W., Krzywdzińska M., Piotrowska E.: The effect of added water on the quality and structure of batter. Properties of Water in Foods, 2000, 184-189.
- [4] Dolatowski Z., Twarda J.: Rola wody w mięsie. Mięso i Wędliny, 2002, **8**, 32-34.
- [5] Eland R.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczego. PWN. Warszawa 1964.

- [6] Girard I., Dantchevs S., Calderon F.: Beziehungen zwischen Temperatur sowie Zerkleinerungsgrad beim Kuttern und Struktur von Brühwurstbrät. *Fleischwirt.*, 1983, **63** (5), 909-912.
- [7] Gorbатов A., Kosoj W., Jełkin W.: Wlijanije niekotorych technologiczeskich faktorow na reologiczeskije swojstwa kołbasnowo farsza i gotowycch izdelij. *Mjasn. Ind. SSSR*, 1976, **1**, 23-26.
- [8] Karpiński A.: <http://astro.temple.edu/~andykarp/psych522/03> (Psychology 522 – Statistics and Data Analysis I) 2003.
- [9] Klettner P.: Zerkleinerungstechnik bei Brühwurst. *Fleischwirt.*, 1985, **65** (1), 22-30.
- [10] Kłosowska D., Lewandowska M., Puchajda H.: *Anim. Prod. Review, Appl. Sci. Report.*, 1999, **45**, 73-81.
- [11] Makąła H., Olkiewicz M.: Wpływ dodatku wody, białka sojowego i skrobi modyfikowanej na jakość produktów mięsnych. *Gosp. Mięś.*, 1999, **11**, 38-41.
- [12] Puolanne E., Ruusunen M. : On the water- binding capacity of the ingredients of the cooked sausage. 25<sup>th</sup> European Meeting of Meat Research Workers. Budapest 1979, p. 256.
- [13] Stetkiewicz J.: Zastosowanie badań morfometrycznych w ocenie toksyczności działania substancji chemicznych. *Studia i materiały monograficzne. Łódź. Instytut Medycyny Pracy*, 1992, **39**, 146.
- [14] Wagner W., Błażczak P.: *Statystyka matematyczna z elementami doświadczałnictwa*. Wyd. AR. Poznaniu 1992.
- [15] Wirth F.: Wasserbindung, Fettbindung, Strukturbildung. *Fleischwirt.*, 1985, **65** (1), 10-20.
- [16] Wojnar L., Majorek M.: *Komputerowa analiza obrazu*. Computer Scanning System Ltd. 1994.

#### THE EFFECT OF WATER ADDITION ON MICROSTRUCTURE OF FINELY COMMINUTED MEAT BATTERS AND PROCESSED MEAT PRODUCTS PRODUCED OF THEM

##### S u m m a r y

It was investigated the effect of water addition (30%, 40% and 50%) on the quality of meat batters and processed meat products produced from them. For the purpose of histological analyses, there were collected batter samples (following the 5, 6, and 8 minute chopping process) and processed meat products samples. The analysis of microstructure included the measuring of structure elements (fat globules and collagen fibres); the measurements were performed using a computer image analysis. It was stated that the best dispersion of fat globules in the protein lattice, and the optimum comminution of connective tissue were obtained when 40% of water was added.

**Key words:** computer image analysis, microstructure, finely comminuted meat batters, fat, collagen fibres, water addition ☒