

MIROSLAWA KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK, HANNA GAJEWSKA-SZCZERBAL,
WŁODZIMIERZ DOLATA

Instytut Technologii Mięsa
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WPLYW NASTRZYKIWANIA SOLANKĄ PEKLUJĄCĄ I MASOWANIA NA ZMIANY MIKROSTRUKTURY DWÓCH CZĘŚCI MIĘŚNIA NAJDŁUŻSZEGO GRZBIETU ŚWIŃ

Streszczenie. Celem badań była ocena zmian struktury w obrębie dwóch sąsiadujących ze sobą części mięśnia najdłuższego grzbietu świń (*musculus longissimus dorsi*), zachodzących pod wpływem nastrzyku solanką peklującą i masowania, przeprowadzona za pomocą komputerowej analizy obrazu. Do badań pobierano dwie części mięśnia: piersiową (*musculus longissimus thoracis*) i lędźwiową (*musculus longissimus lumborum*). Analizę struktury mięśni przeprowadzono na podstawie następujących parametrów przekroju poprzecznego: powierzchni, obwodu i średnicy Fereta (H i V) włókien mięśniowych, a także procentowego udziału i liczby włókien w analizowanym polu widzenia. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej stosując program Statistica. Na podstawie wyników uzyskanych za pomocą komputerowej analizy obrazu stwierdzono zróżnicowany wpływ obu procesów na zmiany histologiczne w każdej z badanych części mięśnia najdłuższego grzbietu świń.

Słowa kluczowe: mięśnie wieprzowe, peklowanie, plastyfikacja, histologia, komputerowa analiza obrazu

Wstęp

Proces peklowania jest bardzo złożonym procesem obejmującym wiele wzajemnie powiązanych ze sobą relacji. Skrócenie przebiegu procesu peklowania możemy uzyskać poprzez mechaniczną obróbkę mięsa, tzn. masowanie. W wyniku masowania uzyskuje się równomierny rozkład solanki peklującej wewnątrz kawałków mięsa. Proces masowania mięsa szczególnie ważną rolę spełnia w przetwarzaniu surowca we wczesnym okresie przemian poubojowych. Tkanka mięśniowa na tym etapie zmian ma nieco gorsze właściwości technologiczne. Jest ona twarda, sprężysta, o małej wodochłonności z dużymi ilościowo wyciekami soków podczas obróbki cieplnej. W wyniku plastyfika-

cji mięśni uzyskuje się poprawę kruchości, związania oraz wydajności otrzymanych z nich produktów (SCHWARZKOPF 2009), podobnie jak produktów z odkostnionych surowców mięsnych (RUST i OLSON 1973, KRAUSE i IN. 1978 a). Proces plastyfikacji, przyspieszając rozpad struktur białkowych w tkance mięśniowej, nadaje jej tzw. mechaniczną kruchość (ang. *mechanical tenderization on masceration*) (STANLEY i IN. 1994). Poddane masowaniu mięśnie szybciej absorbują solankę peklującą wprowadzaną w trakcie nastrzykiwania, przez co lepiej wchłaniają wodę (KRAUSE i IN. 1978 b). Poprzez rozluźnienie i uszkodzenie struktury mięśnia masowanie powoduje wzrost sorpcji solanki i wydostanie się białka do przestrzeni międzykomórkowych (TYSZKIEWICZ 1995, XARAGAYO i IN. 1998). Z danych literaturowych można wywnioskować, że mięśnie ubijanych zwierząt wykazują różnicę w teksturze (SHACKELFORD i IN. 1995) i strukturze (WIKLUND i IN. 1998), jak również w podatności na proces plastyfikacji (MOTYCKA i BECHTEL 1983). Można więc przyjąć, że każdy rodzaj mięśni wymaga innych parametrów masowania, których miernikiem jest najczęściej czas masowania (LACHOWICZ i IN. 2003).

Techniczne i technologiczne warunki peklowania, tzn. nastrzyku solanką peklującą, i procesu masowania (TYSZKIEWICZ i JAKUBIEC-PUKA 1995, SOBCZAK i IN. 2004, LACHOWICZ i IN. 2003) mają istotny i zasadniczy wpływ na kierunek zmian zachodzących w mikrostrukturze mięsa (GAJEWSKA-SZCZERBAL i IN. 2007, KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK i GAJEWSKA-SZCZERBAL 2007). Obecnie istnieje wiele technik mikroskopowych do badania struktury żywności, a zastosowanie komputerowej analizy obrazu dostarcza potrzebnych danych ilościowych do jej oceny (AGUILERA 2005).

Celem badań była ocena zmian struktury w obrębie dwóch sąsiadujących ze sobą części mięśnia najdłuższego grzbietu świń (*musculus longissimus dorsi*), zachodzących pod wpływem nastrzyku solanką peklującą i masowania, z zastosowaniem komputerowej analizy obrazu.

Material i metody

Materiał badawczy stanowił mięsień najdłuższy grzbietu świń (*musculus longissimus dorsi*): surowy, nastrzyknięty solanką peklującą oraz poddany masowaniu. Mięśnie do badań pobierano 24 h po uboju, a temperatura mięsa nie przekraczała 4°C. Do badań pobrano dwie części mięśnia: piersiową (*m. longissimus thoracis* – I) i lędźwiową (*m. longissimus lumborum* – II). Po wykrojeniu mięśni z wychłodzonych tusz każdy z odcinków mięśnia podzielono na cztery części. Jedną z nich stanowiła próbę kontrolną. Do pozostałych trzech części wprowadzono solankę peklującą, stosując nastrzyk rozpyłowy, i uzyskano przyrost masy o 50%. W skład solanki wchodziły m.in. fosforany w ilości 0,56% w przeliczeniu na P₂O₅ oraz 5,2% chlorku sodu.

Z nastrzykniętych mięśni pobrano do badań jedną część, a dwie pozostałe umieszczono w szczelnych workach foliowych i poddano masowaniu. Efektywny czas masowania wynosił 7 h. Takie postępowanie technologiczne przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Z pobranych prób *m. longissimus thoracis* i *m. longissimus lumborum*: kontrolnych (mięśnie surowe), nastrzykniętych solanką oraz nastrzykniętych solanką i masowanych wycięto prostopadłością o wymiarach 10 × 10 × 30 mm, które utrwala-

Krzywdzińska-Bartkowiak M., Gajewska-Szczerbal H., Dolata W., 2010. Wpływ nastrzykiwania solanką peklującą i masowania na zmiany mikrostruktury dwóch części mięśnia najdłuższego grzbietu świń. Nauka Przyr. Technol. 4, 2, #24.

lono w zobojętnionej formalinie w celu zapobieżenia destrukcji tkanek. Z utrwalonych prób mięśni sporządzono preparaty mikroskopowe metodą parafinową. Skrawki, o grubości 10 μm , barwiono hematoksyliną (Delafielda) i eozyną. Badania mikrostruktury mięśni dokonano, stosując system komputerowej analizy obrazu za pomocą programu MultiScan (DOLATA i IN. 1998). Dla wszystkich preparatów opracowano jednakową procedurę identyfikacji i analizy mikrostruktury badanych mięśni. Charakterystykę uzyskanych obrazów przeprowadzono na podstawie następujących parametrów włókien mięśniowych: powierzchni, obwodu, średnicy Fereta H i V, procentowego udziału włókien mięśniowych oraz ich liczby w analizowanym polu widzenia. Ze stosunku średnicy H do V określono kształt włókien. Im bliższa jedności była wartość ilorazu, tym bardziej regularnym kształtem charakteryzowały się włókna.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, stosując program Statistica.

Wyniki i dyskusja

Wyniki analizy zmian struktury dwóch części mięśnia najdłuższego grzbietu świń przedstawiono w tabelach 1 i 2 oraz na rysunkach 1, 2 i 3.

Włókna mięśniowe *m. longissimus thoracis*, zarówno surowego, jak i nastrzykniętego solanką peklującą oraz masowanego, charakteryzowały się bardziej regularnym kształtem w porównaniu z włóknami *m. longissimus lumborum* poddanego tym samym procesom. Świadczą o tym wartości ilorazu średnicy Fereta H i V przedstawione w tabeli 2.

Tabela 1. Wpływ procesu nastrzykiwania i masowania na parametry morfologiczne *musculus longissimus thoracis* (I) oraz *musculus longissimus lumborum* (II) (μm)

Table 1. The effect of injection and plasticization process on morphological parameters of *musculus longissimus thoracis* (I) and *musculus longissimus lumborum* (II) (μm)

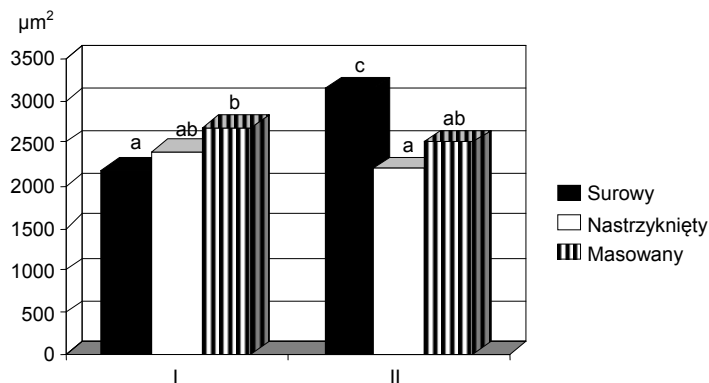
Mięsień	Długość	Szerokość	Obwód
Surowy			
I	67,57 ^a	42,62 ^a	177,96 ^{ab}
II	80,03 ^c	52,50 ^d	214,10 ^c
Nastrzyknięty			
I	67,06 ^{ab}	46,28 ^{abc}	182,06 ^{ab}
II	61,50 ^b	43,68 ^{ab}	169,52 ^a
Masowany			
I	67,77 ^a	47,81 ^c	186,90 ^b
II	67,27 ^{ab}	47,43 ^{bc}	184,36 ^{ab}

Wartości średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$.

Tabela 2. Wpływ procesu nastrzykiwania i masowania na zmiany średnicy Fereta włókien mięśniowych w *musculus longissimus thoracis* (I) oraz *musculus longissimus lumborum* (II) (μm)
 Table 2. The effect of injection and plasticization process on changes in Feret's diameter of muscle fibers of *musculus longissimus thoracis* (I) and *musculus longissimus lumborum* (II) muscles (μm)

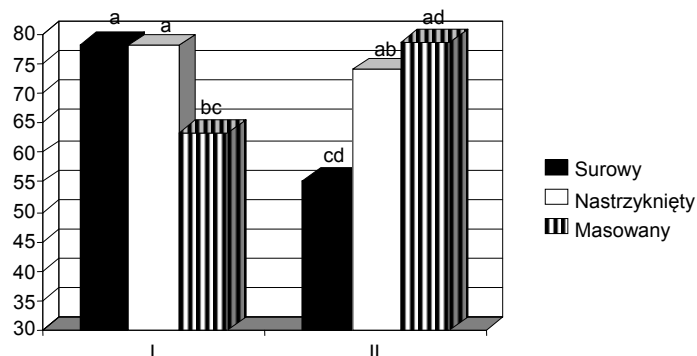
Mięsień	H	V	H/V
Surowy			
I	59,87 ^{ab} ± 6,8	50,60 ^a ± 4,5	1,18
II	75,69 ^c ± 1,4	56,99 ^a ± 1,3	1,33
Nastrzyknięty			
I	55,06 ^a ± 7,7	57,02 ^a ± 6,6	0,97
II	55,97 ^a ± 5,4	49,91 ^a ± 5,0	1,12
Masowany			
I	59,15 ^{ab} ± 4,6	56,91 ^a ± 2,7	1,04
II	58,95 ^{ab} ± 2,6	56,03 ^a ± 3,6	1,05

Wartości średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$.



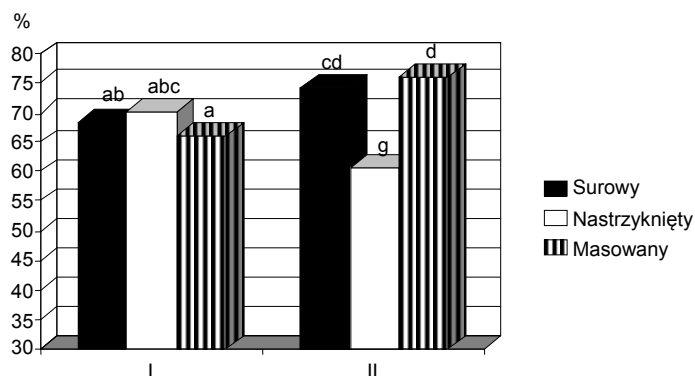
Rys. 1. Wpływ procesu nastrzykiwania i masowania na powierzchnię przekroju poprzecznego włókien mięśniowych *musculus longissimus thoracis* (I) oraz *musculus longissimus lumborum* (II). Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$.

Fig. 1. The effect of injection and plasticization process on cross-section area of muscle fibers of *musculus longissimus thoracis* (I) and *musculus longissimus lumborum* (II). Mean values designated with different letters are statistically significantly different at $p \leq 0.05$.



Rys. 2. Wpływ procesu nastrzykiwania i masowania na liczbę włókien mięśniowych *musculus longissimus thoracis* (I) oraz *musculus longissimus lumborum* (II) w badanym polu widzenia. Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$.

Fig. 2. The effect of injection and plasticization process on number of muscle fibers of *musculus longissimus thoracis* (I) and *musculus longissimus lumborum* (II) in visual field. Mean values designated with different letters are statistically significantly different at $p \leq 0.05$.



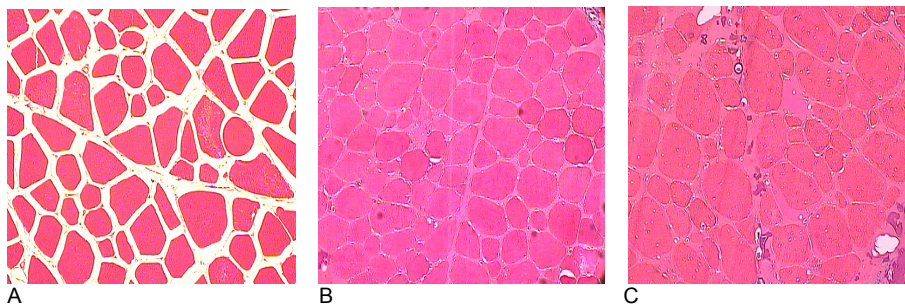
Rys. 3. Wpływ procesu nastrzykiwania i masowania na procentowy udział włókien mięśniowych *musculus longissimus thoracis* (I) oraz *musculus longissimus lumborum* (II) w badanym polu widzenia. Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$.

Fig. 3. The effect of injection and plasticization process on percentage share of fibers of *musculus longissimus thoracis* (I) and *musculus longissimus lumborum* (II) in visual field. Mean values designated with different letters are statistically significantly different at $p \leq 0.05$.

Wprowadzona solanka peklująca spowodowała zwiększenie powierzchni przekroju poprzecznego włókien mięśniowych w *m. longissimus thoracis* w stosunku do mięśnia surowego i zarazem zwiększenie ich procentowego udziału w polu widzenia. Świadczą o tym wyniki pomiaru powierzchni przekroju poprzecznego (rys. 1), szerokości i obwodu włókien mięśniowych (tab. 1), wykonane w preparatach z mięśni surowych i nastrzykniętych. Proces plastyfikacji wpłynął na dalsze zwiększenie powierzchni przekroju włókien mięśniowych (rys. 1) *m. longissimus thoracis* przy jednoczesnym zmniejszeniu ich liczby w badanym polu widzenia (rys. 2). Między uzyskanymi wartościami średnimi stwierdzono różnice statystycznie istotne.

Włókna części lędźwiowej surowego mięśnia najdłuższego grzbietu charakteryzowały się większymi powierzchniami przekroju niż włókna części piersiowej (rys. 1, 4). Nastrzyk solanką spowodował zmniejszenie powierzchni włókien w *m. longissimus lumborum* w stosunku do mięśnia surowego. Można przypuszczać, że wnikięcie większości solanki do wnętrza włókien mięśniowych *m. longissimus thoracis* nastąpiło już w fazie wprowadzenia solanki peklującej, natomiast w *m. longissimus lumborum* większa ilość solanki peklującej znalazła się w przestrzeniach międzykomórkowych, co można zaobserwować na obrazach uzyskanych z preparatów histologicznych badanych mięśni (rys. 4, 5). W *m. longissimus lumborum* stwierdzono również większą liczbę komórek mięśniowych o mniejszej powierzchni i mniejszym ich procentowym udziale w badanym polu obrazu w stosunku do mięśni surowych. Na rysunku 5, przedstawiającym mięsień *longissimus lumborum* po nastrzyku solanką peklującą, można zaobserwować rozluźnienie włókien mięśniowych, co było powodem zmniejszenia liczby włókien w badanym polu widzenia w stosunku do mięśni surowych (rys. 3). Rozluźnienie włókien mięśniowych w mięśniach po nastrzyku zaobserwowali w swych badaniach również DOLATA i IN. (2005).

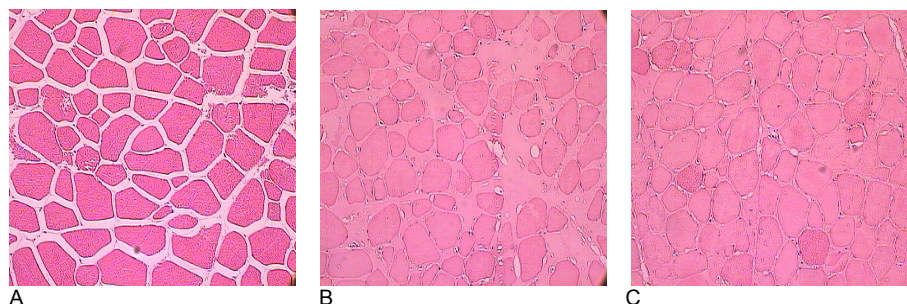
Proces plastyfikacji przyczynił się do zwiększenia powierzchni przekroju poprzecznego, długości, szerokości i obwodu włókien mięśniowych w *m. longissimus lumborum* w stosunku do mięśni tylko nastrzykniętych solanką peklującą (rys. 1, tab. 1). Zwiększenie grubości włókien mięśniowych spowodowało zmniejszenie się przestrzeni międzykomórkowych, o czym świadczy większa liczba i większy procentowy udział włókien mięśniowych w badanym polu obrazu.



Rys. 4. Mikrostruktura *musculus longissimus thoracis*: A – mięsień surowy, B – mięsień nastrzyknięty solanką peklującą, C – mięsień po procesie masowania ($\times 200$)

Fig. 4. Microstructure of *musculus longissimus thoracis*: A – raw muscle, B – muscle injected with brine, C – plasticized muscle ($\times 200$)

Krzywdzińska-Bartkowiak M., Gajewska-Szczerbal H., Dolata W., 2010. Wpływ nastrzykiwania solanką pekującą i masowania na zmiany mikrostruktury dwóch części mięśnia najdłuższego grzbietu świń. *Nauka Przyn. Technol.* 4, 2, #24.



Rys. 5. Mikrostruktura *musculus longissimus lumborum*: A – mięsień surowy, B – mięsień nastrzyknięty solanką pekującą, C – mięsień po procesie masowania ($\times 200$)

Fig. 5. Microstructure of *musculus longissimus lumborum*: A – raw muscle, B – muscle injected with brine, C – plasticized muscle ($\times 200$)

Wnioski

1. Stwierdzono, że proces nastrzykiwania solanką pekującą i masowania w większym stopniu wpłynął na zmiany powierzchni przekroju poprzecznego włókien mięśniowych *musculus longissimus thoracis* niż *musculus longissimus lumborum*.

2. Komputerowa analiza obrazu pozwoliła wykazać różnicę pomiędzy dwiema częściami surowego mięśnia najdłuższego grzbietu: piersiową (*musculus longissimus thoracis*) i lędźwiową (*musculus longissimus lumborum*).

3. Zastosowany system komputerowej analizy obrazu pozwolił na obiektywną ocenę zmian mikrostruktury w obrębie mięśnia najdłuższego grzbietu świń (*musculus longissimus dorsi*), zachodzących pod wpływem nastrzyku solanką pekującą oraz po procesie masowania.

Literatura

- AGUILERA J.M., 2005. Why food microstructure? *J. Food Eng.* 67: 3-11.
- DOLATA W., KRZYWDZIŃSKA M., CIERNIEWSKA A., 1998. The length of collagen fibres as influenced by the chopping time. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 48, 7, 2: 189-191.
- DOLATA W., KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK M., WAJDZIK J., 2005. Technological effect of plastication on changes in the macrostructure of meat. *Electr. J. Pol. Agric. Univ. Food Sci. Technol.* 8, 3, #39.
- GAJEWSKA-SZCZERBAL H., KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK M., KORBİK T., 2007. Analysis of changes of the histological structure of ham muscles as affected by curing and thermal treatment. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 57, 2: 227-232.
- KRAUSE R.J., OCKERMAN H.W., KROL B., MOERMANN P.C., PLIMPTON R.F., 1978 a. Influence of tumbling, tumbling time, trim and sodium tripolyphosphate on quality and yield of cured hams. *J. Food Sci.* 43: 853.
- KRAUSE R.J., PLIMPTON R.F., OCKERMAN H.W., CAHILL V.R., 1978 b. Influence of tumbling and sodium tripolyphosphate and salt and nitrite distribution in porcine muscle. *J. Food Sci.* 43: 190.

Krzywdzińska-Bartkowiak M., Gajewska-Szczerbal H., Dolata W., 2010. Wpływ nastrzykiwania solanką peklującą i masowania na zmiany mikrostruktury dwóch części mięśnia najdłuższego grzbietu świń. *Nauka Przyn. Technol.* 4, 2, #24.

- KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK M., GAJEWSKA-SZCZERBAL H., 2007. Effect of curing by injection method, massaging and pasteurisation on histological changes in bovine muscles. *Electr. J. Pol. Agric. Univ. Food Sci. Technol.*, 10, 2, #19.
- LACHOWICZ K., SOBCZAK M., GAJOWIECKI L., ŻYCH A., 2003. Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. *Meat Sci.* 63: 225-253.
- MOTYCKA R.R., BECHTEL P.J., 1983. Influence of pre-rigor processing, mechanical tenderization, tumbling method and processing time on the quality and yield of ham. *J. Food Sci.* 48: 1532-1536.
- RUST R.E., OLSON P.G., 1973. *Meat curing principles and modern practice.* Koch Supplies, Kansas City.
- SCHWARZKOPF CH., 2009. Anteil kleinstückigen Materials unvermeidbar? *Fleischwirtschaft* 1: 43-45.
- SHACKELFORD S.D., WHEELER T.L., KOHARAIE M., 1995. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *J. Animal Sci.* 73: 3333-3340.
- SOBCZAK M., LACHOWICZ K., CZARNECKI R., GAJOWIECKI L., KLEMKE A., ŻOCHOWSKA J., 2004. Comparative analysis of the susceptibility of selected muscles of pietrain, duroc and Polish large white × polish landrace pigs to massage-induced changes. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 54, 13, 2: 179-184.
- STANLEY D.W., STONE A.P., HULTIN H.O., 1994. Solubility of beef and chicken myofibrillar proteins in low ionic strength media. *J. Agric. Food Chem.* 42: 853.
- TYSZKIEWICZ I., 1995. Technologiczna ingerencja w mikrostrukturę mięsa. *Gosp. Mięsna* 7: 19.
- TYSZKIEWICZ I., JAKUBIEC-PUKA A., 1995. Ultrastructure of mechanically tenderized pork muscle. *Meat Sci.* 41, 3: 273-282.
- WIKLUND E., MALMFORS G., LUNGSTRÖM K., 1998. The effects of exercise on muscles fibre composition and oxidative capacity in eight bovine skeletal muscles. *Swed. J. Agric. Res.* 28: 111-116.
- XARAGAYO M., FREIXANTE L., LAGARES J., FERNANDEZ E., DE JAGER-PONET P., 1998. Wirkung der Vormassage bei der Herstellung gegarter Fleischerzeugnisse aus ganzen Muskeln. *Fleischwirtschaft* 78: 953-995.

THE EFFECT OF CURING BRINE INJECTION AND PLASTICIZATION ON CHANGES IN MICROSTRUCTURE OF THE TWO PARTS OF PORCINE LONGISSIMUS DORSI MUSCLE IN PIGS

Summary. The aim of the study was to evaluate changes in structural elements within two adjacent parts of the longissimus dorsi muscle (*musculus longissimus dorsi*) in pigs, occurring under the influence of curing brine injection and massaging. Two parts of muscles were collected for analyses: the thoracic section (*musculus longissimus thoracis*) and the lumbar section (*musculus longissimus lumborum*). The structure of muscles was analysed in terms of the following parameters of muscle fibers: area, diameter, the Feret diameter H and V, percentage of muscle fibers and their amount in the analyzed field of view. The shape of fibers was determined on the basis of the H/V diameter ratio. Results were analysed statistically using the Statistica software package. On the basis of results recorded using computer image analysis the effect of both processes on histological changes in each of the analysed sections of the longissimus dorsi muscle was found to vary.

Key words: pork meat, curing injection, plasticization, histology, computer image analysis

Krzywdzińska-Bartkowiak M., Gajewska-Szczerbal H., Dolata W., 2010. Wpływ nastrzykiwania solanką peklującą i masowania na zmiany mikrostruktury dwóch części mięśnia najdłuższego grzbietu świń. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 2, #24.

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Mirosława Krzywdzińska-Bartkowiak, Instytut Technologii Mięsa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań, Poland, e-mail: mkb@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

9.02.2010

Do cytowania – For citation:

*Krzywdzińska-Bartkowiak M., Gajewska-Szczerbal H., Dolata W., 2010. Wpływ nastrzykiwania solanką peklującą i masowania na zmiany mikrostruktury dwóch części mięśnia najdłuższego grzbietu świń. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 2, #24.*