

# Różnice w budowie ultrastrukturalnej normalnych mięśni świń oraz z wadami PSE i DFD

IRENA SOBINA, JACEK KONDRATOWICZ

Katedra Oceny i Wykorzystania Surowców Zwierzęcych Wydziału Bioinżynierii Zwierząt, AR-T,  
ul. Oczapowskiego 5, 10-718 Olsztyn

Sobina I., Kondratowicz J.

## Differences in the ultra-structure of pigs' normal, PSE and DFD muscles

### Summary

The aim of the research was to compare the changes in the texture of pig's normal muscles and those with PSE and DFD defects, within the shortest possible time after slaughter. Special attention was paid to myofibrils and other organelles of the muscle fiber. The analysis were performed 2 hours after slaughter, on 15 samples of the dorsal muscle (m. longissimus dorsi), taken from the area between the 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> lumbar vertebrae, coming from normal, PSE and DFD meat.

An analysis of the muscle microstructure showed significant morphological differences between the above-mentioned meat groups. „Normal” meat was characterized by a regular tissue structure. It was loose and did not show any destructive changes. The structures of sarcomers, sarcoplasmic membrane and basement membrane were well-preserved. Regular transverse striation was also visible (stripes I and A, zone H and lines Z and M). The sarcomers were of equal length and width.

The microstructure of PSE meat changed the most quickly. The changes included: sarcomer disintegration (indistinct transverse striation, lack of stripe I, less visible lines Z, M and stripe A), sarcoplasmic disintegration (the presence of granular structures may suggest denaturation of sarcoplasmic protein elements), disintegration of cell organelles (mitochondria), disintegration of sarcoplasmic membrane (fragmentation of sarcoplasmic reticulum).

DFD meat showed no symptoms of rigor mortis 2 h p.m.. Disintegration of myofibrils observed on line Z, sarcoplasmic damages, indistinct mitochondria, lack of sarcoplasmic reticulum and damaged filiform structure of meat indicate that the process of meat autolysis was present at that time.

**Keywords:** ultrastructure, sarcomer, myofibrils, cell organelles.

Jakość mięsa jest cechą złożoną, obejmującą różne składniki. Z praktycznego punktu widzenia dzieli się je na określające jakość mięsa kulinarnego oraz cechy warunkujące jego przydatność technologiczną. W obu przypadkach użytkowania mięsa ważne jest możliwe jak najszybsze ustalenie ewentualnych różnic w strukturze tkankowej mięsa.

Poznanie mikrostruktury tkanki mięśniowej w okresie przed stężeniem poubojowym, jej heterogenicznej budowy w powiązaniu z biochemicznymi właściwościami mięsa może zdaniem Kauffmana (7) przyczynić się do wczesnego ujawnienia korzystnych lub wadliwych właściwości mięsa. Wykonane dotąd badania, publikowane w literaturze, określają generalnie zmiany struktury mięsa w czasie lub po stężeniu poubojowym.

Istotne też wydaje się zwrócenie uwagi na zróżnicowanie budowy wieprzowych mięśni szkieletowych, jak i wszelkie odchylenia od prawidłowej tkanki mięśniowej. Można wówczas ewentualnie prognozować wady mięsa typu PSE i DFD.

Wczesne i autolityczne zmiany poubojowe zachodzące w mięsie oraz ingerencja związana z użytkowaniem kulinarnym lub technologicznym mięsa powoduje uszkodzenia tkanki i dotyczy to w znacznej mierze struktur włókna mięśniowego powodujących skurcz mięśnia (11, 13). Celem podjętych badań było porównanie zmian struktury tkanki mięśniowej normalnych mięśni świń oraz z wadami PSE i DFD możliwie jak najszybciej po uboju ze szczególnym uwzględnieniem miofibrilli oraz innych organeli włókna mięśniowego.



## Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 15 próbach mięśnia najdłuższego lędźwi (*m. lumborum*) (odcinek między 3 a 5 kręgiem) wyciętych z lewych półtuszy tuczników o pokroju zbliżonym do świń rasy wbp oraz masie przedubowej około 110 kg. Mięśnie reprezentowały grupy mięsa: normalne, PSE i DFD. Kryterium doboru mięśni do poszczególnych grup jakościowych mięsa stanowiły:  $pH_i$ ,  $pH_u$  (24 godz. od uboju) – określone za pomocą pH-metru Radiometer, wartości not z oceny sensorycznej stopnia wodności mięsa wg Clausena i Thomsena (8), wodochłonności – określonej metodą Graua i Hamma (8), a także jasności barwy – mierzonej spektrokolorymetrycznie metodą podaną przez Różyczkę i wsp. (8).

Wartości  $pH_i < 5,8$  traktowano jako wskaźnik mięsa PSE. Dla mięsa normalnego i DFD wynosiły one odpowiednio:  $> 6,3$  i  $> 6,5$ . Wartości graniczne subiektywnej oceny barwy, konsystencji i wilgotności wg Clausena i Thomsena wynosiły dla mięsa PSE od 0,2 do 2 pkt., dla normalnego od 2 do 2,5 pkt., natomiast dla DFD od 4 do 5 pkt. Poprawny wybór mięsa normalnego i DFD na podstawie  $pH_i$  i oceny subiektywnej potwierdziło określenie kwasowości końcowej –  $pH_u$ . Wartości tego wskaźnika wynosiły: dla mięsa DFD  $> 6,2$ , dla PSE i normalnego  $< 6,0$ .

Po 1 godz. po uboju wycięte mięśnie przewożono do laboratorium w szczelnie zamkniętych, szklanych naczyniach i przechowywano w temperaturze 0-4°C.

Po 2 godz. od uboju wykonano z nich przy pomocy ultramikrotomu typu LBK ultracienkie skrawki mięśni. Preparaty histologiczne przeglądano i fotografowano w mikroskopie elektronowym typu Tesla 85. W preparatach zwracano uwagę na elementy strukturalne włókien mięśniowych ze szczególnym uwzględnieniem miofibrilli i organelli komórkowych.

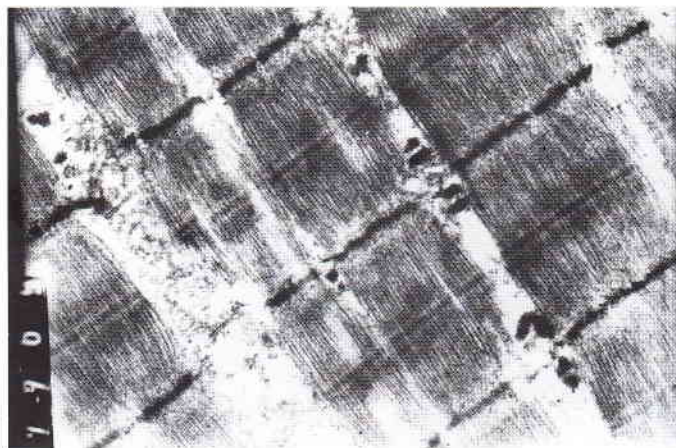
## Wyniki i omówienie

Wyniki badań przeprowadzonych 2 godz. po uboju wykazały, że mięso normalne i wadliwe (PSE i DFD) różniło się istotnie pod względem budowy ultrastrukturalnej.

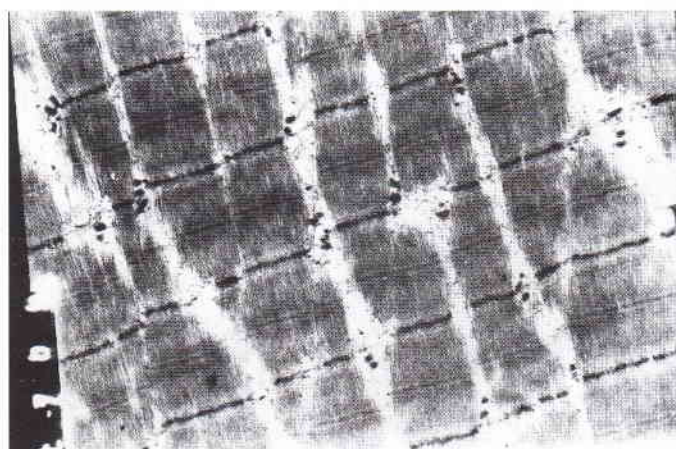
Stan mikrostrukturalny tkanki normalnej 2 godz. po uboju przedstawiono na ryc. 1, a, b.

Stwierdzono dobrze zachowaną strukturę sarkomeru, błony sarkoplazmatycznej i podstawnej. W obrębie sarkomeru widoczne było regularne poprzeczne prążkowanie, świadczące o stanie rozkurczu mięśnia (widoczne prążki I, A, strefa H oraz licznie Z i M).

W zasadzie długości i szerokości sarkomerów były równe. Mięso normalne wkrótce po uboju charakteryzowało się rozluźnioną strukturą i brakiem zmian destrukcyjnych. W mięsie tym 2 godz. po uboju nie zachodziło jeszcze stężenie pośmiertne, na co wskazują przedstawione w pracy elektronogramy. Wynikało to prawdopodobnie z faktu, że proces glikolizy poubojowej przebiegał prawidłowo, a kwasowość mięsa wzra-



a)



b)

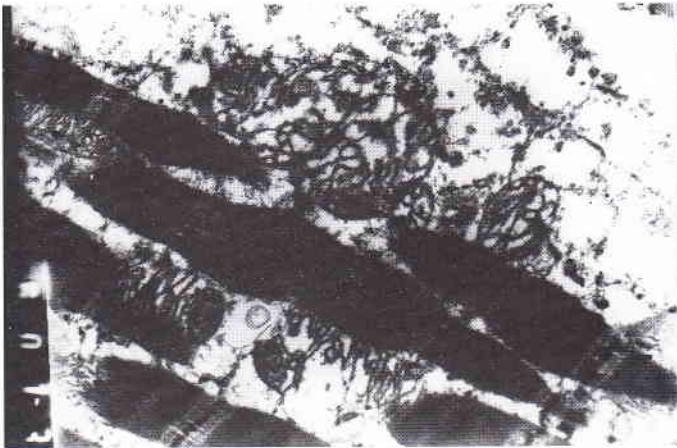
**Ryc. 1. Obraz ultrastruktury tkanki *m. longissimus dorsi* świń o mięsie normalnym 2 godz. po uboju**

- a) widoczne prążkowanie Z, M, I i A, uszkodzenie włókien mięśniowych przez przerwanie ich ciągłości, pow. 14 000×  
 b) widoczne nabrzmięta mitochondria z ciemną macierzą, pow. 14 000×

stała powoli. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie innych autorów (6). Stężenie pośmiertne w tkance mięśniowej świń zachodzi w czasie od 3 do 6 godz. po uboju. Niektórzy autorzy (12) wskazują na znacznie szybszy przebieg stężenia poubojowego, a mianowicie między 1 a 12 godz. po uboju. Dyskusja otrzymanych wyników z innymi danymi literatury jest utrudniona, ponieważ podawane w piśmiennictwie stwierdzenia dotyczące struktury mięsa normalnego dotyczyły badań mięsa w czasie lub po okresie stężenia poubojowego.

Ultrastruktura mięśni PSE (ryc. 2 a, b) różniła się zasadniczo w porównaniu z mięsem normalnym. Stwierdzono znaczną dezintegrację struktur włókien mięśniowych. W obrębie sarkomeru występowało niewyraźne poprzeczne prążkowanie, brak było prążka I, oraz słabo zarysowane były linie: Z, M i prążek A. W obrazie mikroskopowym widoczne były rozpadające się i puste mitochondria. Obecność struktur





a)

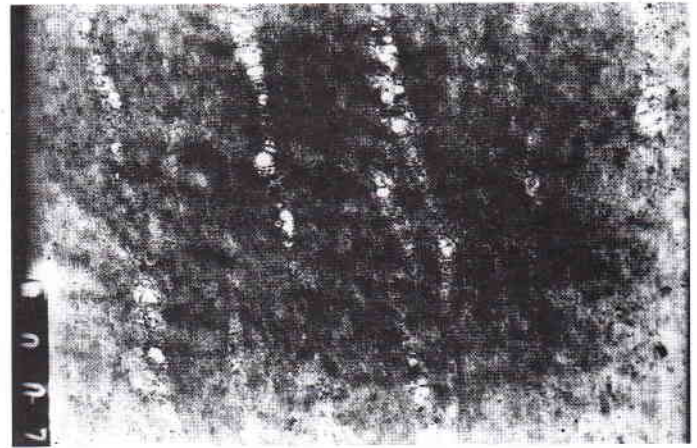


b)

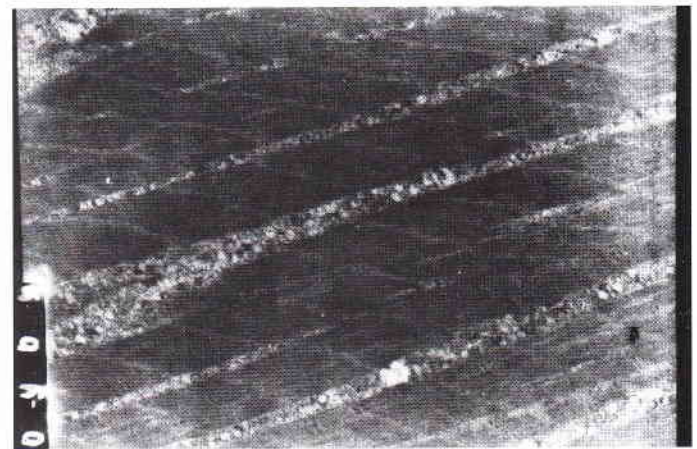
Ryc. 2. Obraz ultrastruktury *m. longissimus dorsi* świń o mięsie wadliwym PSE 2 godz. po uboju

- a) pęczki włókienek nierównomiernie szerokie, zwężone i przerywane, widoczne obrzmiałe mitochondria, pow. 8000×  
 b) niewyraźne poprzeczne prążkowanie w obrębie sarkomerów, lekko widoczne prążki Z, M i A, pow. 6000×

ziarnistych może wskazywać na denaturację elementów białkowych sarkoplazmy i dezintegrację błony sarkoplazmatycznej. W przebiegu włókienek obserwowano fragmentację siateczki sarkoplazmatycznej. Opisany stan struktury mięsa PSE zgodnie z wcześniej podanymi sugestiami (8, 10) wskazywał na postępujące już w 2 godz. po uboju usztywnienie mięśnia – stężenie pośmiertne. Szybkość zmian mikrostrukturalnych, obserwowanych w mięsie PSE wynikała prawdopodobnie z bardzo szybkiego przebiegu glikolizy w tym mięsie. Jest to zgodne z innymi powszechnie prezentowanymi poglądami. W świetle badań szeregu autorów (1, 4, 5, 8, 9) większe stężenie poubojowe odpowiada wyższej kwasowości początkowej mięsa określonej 45 minut po uboju oraz mniejszemu spadkowi odczynu mięsa w czasie pierwszej doby przechowywania. Zdaniem tych autorów szybki spadek pH mięsa PSE w czasie 1 godz. po uboju powoduje wyczerpanie rezerw energetycznych (KP, ATP i glikoge-



a)



b)

Ryc. 3. Obraz ultrastruktury *m. longissimus dorsi* w mięsie DFD 2 godz. po uboju

- a) zatarta struktura włókienek i pęczków włókienek mięśniowych, wyraźny rozpad struktury włókien, pow. 10 000×  
 b) niewidoczne prążki Z, niewyraźne mitochondria, brak retikulum sarkoplazmatycznego, pow. 8000×

nu), brak możliwości odbudowy ATP i trwałe, nieodwracalne powiązanie miofilamentów cienkich i grubych. Stwierdzone w badaniach własnych szybkie zakwaszenie prowadziło prawdopodobnie do głębokiego zakwaszenia tkanki ( $pH_i < 5,8$ ), a to z kolei do denaturacji białek sarkoplazmatycznych i miofibrylnych, a także do uszkodzenia błony komórkowej.

Obraz struktury mięśni DFD, określonej 2 godz. po uboju różnił się zdecydowanie od struktury mięsa normalnego i PSE (ryc. 3 a, b). Elektronogramy mięsa DFD wykazywały zatartą strukturę włókienek i pęczków włókienek mięśniowych. Tkanka mięśniowa o cechach DFD wykazywała rozpad struktury nitkowatej mięsa (widoczne były jedynie anizotropowe miofilamenty włókienek). Stwierdzono obecność obrzmiałych mitochondriów z rozjaśnioną macierzą i cystern sarkoplazmatycznych. Znacznej dezintegracji ulegała błona podstawna włókienek mięśniowych. Nie stwierdzono objawów morfologicznych, świadczących o stęże-

niu poubojowym. Nasuwa się zatem wniosek, że w mięsie DFD stężenie poubojowe mogło objąć mięśnie w krótkim czasie po uboju i rozwinąć się niedostatecznie, trwać krótko i niepostrzeżenie. Brak charakterystycznych cech stężenia pośmiertnego w mięsie zwierząt zmęczonych przed ubojem wykazali także inni autorzy (2, 3, 8).

Stwierdzony w badaniach własnych zupełny brak struktury nitkowatej mięsa w 2 godz. po uboju wskazywałby na właściwą autolizę. Przyczyny takiego stanu rzeczy należy upatrywać w procesach biochemicznych zachodzących w mięsie DFD po uboju. Kwasowość mięsa DFD w tym czasie była mała i wzrost kwasowości niedostateczny. Zatem proces glikolizy był powolny i zmiany mikrostrukturalne związane ze stężeniem pośmiertnym przebiegały niepostrzeżenie, natomiast wyraźnie przebiegał proces autolizy właściwej.

Podsumowując wyniki badań można wnioskować, że analiza mikrostruktury tkanki mięśniowej świń wykazała istotne różnice w grupach mięsa. Mięso normalne charakteryzowało się prawidłową strukturą tkanki mięśniowej. Miało rozluźnioną strukturę i nie wykazywało zmian destrukcyjnych. W mięsie tym stwierdzono dobrze zachowaną strukturę sarkomera, błony sarkoplazmatycznej i podstawnej, a także widoczne było regularne poprzeczne prążkowanie.

Najwcześniej zmieniła się mikrostruktura mięsa PSE. Zmiany dotyczyły: dezintegracji sarkomera, sar-

koplazmy, rozpadu organelli komórkowych (mitochondriów) i dezintegracji błony sarkoplazmatycznej.

W mięsie DFD 2 godz. po uboju brak było cech charakterystycznych dla stężenia poubojowego. Rozpad miofibryli, uszkodzenie sarkoplazmy, niewyraźne mitochondria, brak retikulum sarkoplazmatycznego, uszkodzenia nitkowatej struktury mięsa wskazywałyby na postępujący w tym czasie proces autolizy mięsa.

## Piśmiennictwo

1. Bergmann V.: Exp. Pathol. 17, 243, 1979.
2. Bykowski W.: Gosp. Mięsna 35, 10, 1983.
3. Dantzer R., Mormede P.: J. Anim. Sci. 75, 1, 1983.
4. Frankowski M., Mika M.: Gosp. Mięsna 45, 27, 1993.
5. Johannsen U., Menger S., Lengerken G.: Arch. Exp. Vet. Med. 36, 3, 357, 1982.
6. Kauffman R. G.: Odkrycia dotyczące jakości mięsa u świń. Rękopis. Laboratorium Biologii Mięśni, nr 353, Poznań, 1995, s. 5.
7. Klosowska D.: Cechy histologiczne i histochemiczne mięśni świń, bydła, drobiu a jakość mięsa. Praca hab. Bydgoskie Tow. Nauk., Wyd. Nauk. Przyrodn., seria B, 1984.
8. Kolb E.: Vet. Med. 34, 32, 1979.
9. Kołczak T., Magnowska B.: Medycyna Wet. 41, 440, 1985.
10. Kondratowicz J.: Acta Acad. Agric. Techn. Olst., Zoot. 34, 3, 1991.
11. Pyrz J.: Chłódnictwo, nr 2-6, 20, 1980.
12. Tyszkiewicz I.: Technologiczna ingerencja w mikrostrukturę mięsa. Masz. ref. wygłoszonego podczas Dni Przemysłu Mięsnego w Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz., Warszawa, s. 21, 1994.

Adres autora: dr Irena Sobina, ul. Oczapowskiego 5, 10-957 Olsztyn

**BAGGESEN D. L., AARESTRUP B. M.: Charakterystyka niedawno powstałych opornych na wiele antybiotyków *Salmonella enterica* serovar *typhimurium* DT 104 oraz innych opornych na wiele leków typów fagowych izolowanych ze stad świń w Danii. (Characterisation of recently emerged multiple antibiotic-resistant *Salmonella enterica* serovar *typhimurium* DT104 and other multiresistant phage types from Danish pig herds). Vet. Rec. 143, 95-97, 1998 (4)**

Spośród 670 izolatów *Salmonella enterica* od świń w Danii w 1996 r. 1% był oporny na ampicylinę+klawulinian, 4% na ampicylinę, 4% na neomycynę, 1% na enrofloksacynę, 0 na kolistynę i gentamycynę, 4% na spektinomycynę, 34% na streptomycynę, 17% na tetracyklinę, 4% na TMP+sulfonamid. Na wszystkie testowane antybiotyki było wrażliwych 66% izolowanych szczepów. Jednocześnie izolatów z różnych stad świń było jednocześnie odporne na ampicylinę, streptomycynę i tetracyklinę. Wśród nich występowały również izolaty odporne na chloramfenikol bądź neomycynę lub sulfonamidy. Wśród tych izolatów wyróżniono 5 typów fagowych (DT) w oparciu o typowanie fagami i wyniki elektroforezy PFGE zidentyfikowano 7 klonów różniących się opornością na wiele preparatów. Do najczęściej spotykanych należał DT104 (4 izolaty), DT193 (3 izolaty). Dwa z trzech izolatów *S. typhimurium* DT104 z 1994 i 1995 r. były wrażliwe na wszystkie antybiotyki podczas gdy jeden izolat z 1994r. był oporny na spektinomycynę, streptomycynę i sulfonamidy.

**BOND R., COBB M. A., LLOYD D. H.: Porównanie metody zmywania przy użyciu detergentu i metody wymazów w określaniu liczby bakterii tlenowych na skórze psa. (Comparison of a detergent scrub and a swab technique for the quantification of aerobic bacteria on canine skin). Vet. Rec. 143, 171-172, 1998 (6)**

Określenie liczby bakterii na skórze ma ważne znaczenie w badaniach nad ekologią drobnoustrojów, rolą bakterii w etiologii i patogenezie chorób skóry oraz w badaniach skuteczności leków stosowanych w bakteryjnych chorobach skóry. Badając 25 psów basetów z łojotokowym zapaleniem skóry zakażonych *Malassezia pachydermatis* oraz *Staphylococcus intermedius* porównano metodę zmywania detergentem z metodą wymazów w oznaczaniu wielkości populacji tych drobnoustrojów na skórze psów. Płyn użyty do zmywania zawierał 0,075M PBS (pH7,9) i 0,1% Tritonu X-100. Posiewy bakteriologiczne wykonywano na agar Oxoid CM 271, inkubację prowadzono w 37°C. Wymazy wykonywano przy pomocy Transwab, które przed użyciem zwilżano jałową wodą destylowaną. Badania powtarzano w odstępach 2-3 dniowych przez okres 3 tygodni po użyciu do pielęgnacji psów jednego z dwóch szamponów przeciwbakteryjnych. Wielkość populacji bakteryjnej (wartość średnia log jtk/cm<sup>2</sup>) po zastosowaniu detergentu i przed użyciem szamponu wynosiła 5,9, po jego zastosowaniu 3,9. Wśród flory bakteryjnej po myciu szamponem dominował *S. intermedius*. Przy stosowaniu techniki wymazów do określania wielkości populacji bakterii wartości te wynosiły odpowiednio 3 i 2, przy czym wśród mikroflory dominował również *S. intermedius*.