

## ROZPUSZCZALNOŚĆ BIAŁEK MIĘSNIOWYCH W MIĘSIE WODNISTYM U ŚWIŃ \*

TADEUSZ KOTIK

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN  
Zakład Mięsoznawstwa, Bydgoszcz

Powstawanie mięsa wodnisteo (PSE) jest wynikiem zmian białkowych. Jak wykazali badacze zajmujący się tym zagadnieniem zmiany zachodzą przede wszystkim w białkach sarkoplazmatycznych (Henry i in., 1955; Lawrie, 1960; Krzywicki i Wismer-Pedersen, 1962; McLoughlin i Goldspink, 1963; Scopes i Lawrie, 1963; Scopes, 1964). Przypuszcza się, że białka te ulegają denaturacji pod wpływem działania wysokiej temperatury i niskiego pH w tuszy, w wyniku szybkiej pośmiertnej glikolizy.

Z dotychczasowych badań wynika, że mięso prawidłowe, w porównaniu z wodnistym, zawiera więcej rozpuszczalnych białek sarkoplazmatycznych i miofibrylarnych, a mniej białek stromy (Wismer-Pedersen, 1959; Lawrie i in., 1961; Hart, 1962; Topel i in., 1967; Kołczak, 1968).

Wstępne badania nad tym zagadnieniem przeprowadzone w naszym Zakładzie wykazywały, że istnieje zależność jakości mięsa od poziomu frakcji białkowych (Kotik, 1967). Badania te kontynuowano w celu wyjaśnienia, które z frakcji białkowych ulega denaturacji.

### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 118 poledwicach (*M. longissimus dorsi*) uzyskanych od świń o ciężarze 86—96 kg. Po upływie 45 minut od uboju oznaczono w mięśni *longissimus dorsi* pH (zwane dalej pH<sub>1</sub>), a po 48 godzinach pobierano z tusz próby tego mięśnia z odcinka pierwszych trzech kręgów lędźwiowych. Po standardowym rozdrobieniu oznaczono w próbie azot całkowity, miofibrylarny, sarkoplazmatyczny, stromy oraz azot niebiałkowy, zgodnie z metodą Helandera (1957) nieco zmodyfikowaną. Modyfikacja polegała na ekstrahowaniu świeżego mięsa (zamiast

\* Praca finansowana w części przez Dep. Rol. USA (FG-Po-182).

zamrożonego) i użyciu homogenizatora (zamiast mikrotomu). Frakcję stromy rozdzielono na białko zdenaturowane i pozostałość (nazywaną dalej stromą) według metody Fishera (1963).

Obliczenia statystyczne przeprowadzono zgodnie z metodami podanymi przez Snedecora (1956).

### WYNIKI

W tabeli 1 przedstawiono zawartość azotu całkowitego i jego frakcji w mięśni *longissimus dorsi* 118 świń. Mięsa te podzielono na 3 grupy w oparciu o graniczne wartości  $pH_1$  (Kortz i in., 1968). W mięsie pra-

Tabela 1

Podział frakcji azotu w mięśni *longissimus dorsi* świń na podstawie wartości granicznych  $pH_1$

Frakcje azotu	Wartość $pH_1$			Statystyczna istotność różnic
	<6,0	6,0—6,3	>6,3	
	n = 43 $\bar{x}$	n = 30 $\bar{x}$	n = 45 $\bar{x}$	
Całkowity w mg/g świeżej tkanki	35,033	35,108	34,502	—
Miofibrylarny	31,88	39,30	48,32	x
Sarkoplazmatyczny	20,37	23,76	27,43	x
Zdenaturowany	30,43	21,62	8,57	x
Stromy	4,76	2,54	2,32	x
Niebiałkowy	12,56	12,78	13,36	x

x — istotne przy  $P < 0,01$  wyrażone w % azotu całkowitego.

Tabela 2

Współczynniki korelacji (r) między  $pH_1$  a frakcjami azotu w mięśni *longissimus dorsi*

Frakcje azotu	r
Całkowity	-0,166
Miofibrylarny	+0,563 <sup>x</sup>
Sarkoplazmatyczny	+0,654 <sup>x</sup>
Zdenaturowany	-0,570 <sup>x</sup>
Stromy	-0,466 <sup>x</sup>
Niebiałkowy	+0,375 <sup>x</sup>

x — istotne przy  $P < 0,001$ .

widlowym w porównaniu z mięsem wodnistym znaleziono wyraźnie wyższą zawartość białka miofibrylarnego i sarkoplazmatycznego, a niższą zawartość białka zdenaturowanego i stromy. Różnice między tymi mięsami w poziomie frakcji były statystycznie wysoko istotne.

Współczynniki korelacji między frakcjami azotu a  $pH_1$  w mięsie podano w tabeli 2. Dane te wskazują na wysoko istotną zależność między frakcjami białkowymi a  $pH_1$ . Im wyższe było  $pH_1$ , tym stwierdzono więcej azotu miofibrylarnego, sarkoplazmatycznego i niebiałkowego a mniej białka zdenaturowanego i stromy.

Wyliczono także współczynniki korelacji między frakcją białka zdenaturowanego a pozostałymi frakcjami (tabela 3). Uzyskane wyniki wskazują na bardzo ścisłą negatywną zależność między białkiem zdenaturowanym a białkiem miofibrylarnym i sarkoplazmatycznym.

Tabela 3

Współczynniki korelacji ( $r$ ) między frakcją białka zdenaturowanego a pozostałymi frakcjami azotu w mięśniu *longissimus dorsi*

Frakcje azotu	$r$
Całkowity	+0,371 <sup>x</sup>
Miofibrylarny	-0,976 <sup>x</sup>
Sarkoplazmatyczny	-0,909 <sup>x</sup>
Stromy	+0,423 <sup>x</sup>
Niebiałkowy	-0,695 <sup>x</sup>

x — istotne przy  $P < 0,001$ .

## DYSKUSJA

Zmiany pośmiertne zachodzące w białkach mięśniowych w dużym stopniu wpływają na jakość mięsa (Sayre i Briskey, 1963). Z dotychczasowych poglądów wynika, że tworzenie się mięsa wodnisteego spowodowane jest denaturacją białek sarkoplazmatycznych, które osadzają się na miofibrylach i utrudniają ekstrakcję z nich białek miofibrylarnych (Bendall i Wismer-Pedersen, 1962; McLoughlin, 1963; Lawrie i in., 1963; Scopes, 1964; Hornsey i Stephenson, 1963). Cassens i in. (1963 a, b) dokonali wyłomu twierdząc, że w mięsie wodnistym następuje uszkodzenie włókienek miozynowych oraz ich denaturacja; wnioski te wyciągają na podstawie badań struktury mięsa wodnisteego przy użyciu mikroskopu elektronowego.

W dotychczas prowadzonych badaniach nad mięsem wodnistym wnioskowano o obecności białka zdenaturowanego na podstawie obrazów histologicznych oraz zmniejszonej rozpuszczalności białek sarkoplazmatycznych.

W badaniach nad frakcjami białkowymi w mięsie wprowadziliśmy oznaczenie frakcji białka zdenaturowanego. Pozwoliło to nam stwierdzić wysoką zawartość białka zdenaturowanego w mięsie wodnistym.

Współczynniki korelacji pomiędzy poziomem białka zdenaturowa-

nego a pozostałymi frakcjami białkowymi w mięsie wskazują na ścisłą negatywną zależność między białkiem zdenaturowanym a białkiem miofibrylarnym i sarkoplazmatycznym (tabela 3). Ta ścisła zależność z białkiem sarkoplazmatycznym ( $r = -0,91$ ) potwierdza fakt, że frakcja białka zdenaturowanego powstaje z części białka sarkoplazmatycznego. Współczynnik korelacji  $r = -0,98$  między frakcją białka zdenaturowanego a frakcją białka miofibrylarnego sugeruje, że białko zdenaturowane pochodzi nie tylko z białek sarkoplazmatycznych, lecz także z białek miofibrylarnych. Należy zatem przyjąć, że zmniejszona rozpuszczalność białek miofibrylarnych w mięsie wodnistym nie jest spowodowana osadzaniem się zdenaturowanych białek sarkoplazmatycznych na miofibrylach, ale denaturacją białek miofibrylarnych.

Z przedstawionych w tabeli 1 danych wynika, że większa część frakcji białka zdenaturowanego pochodzi z białek miofibryli. Przy ocenie jakości mięsa należy zwrócić uwagę na fakt, że jest ona uzależniona ściśle od zawartości białek, szczególnie zaś od zawartości białka zdenaturowanego. Im więcej jest białka zdenaturowanego, tym mięso jest bardziej wodniste.

#### LITERATURA

1. Bendall, J. R. and J. Wismer-Pedersen, 1962. *J. Food Sci.*, 27:144.
2. Cassens, R. G., E. J. Briskey and W. G. Hoekstra, 1963a. *Nature*, 197:1119.
3. Cassens, R. G., E. J. Briskey and W. G. Hoekstra, 1963b. *Nature*, 198:1004.
4. Fisher, R. L., 1963. *Proceedings Meat Tenderness Symposium*, Camden, New Jersey, Campbell Soup Comp., USA.
5. Hart, P. C., 1962. *Fijdschr. Diergeneesk.*, 87:1020.
6. Helander, E., 1957. *Acta Physiol. Scand*, vol. 41, Supp., 141.
7. Henry, M., J. Billon et G. Haouza, 1955. *Rev. Path. Gen. Comp.*, 669:857.
8. Hornsey, H. C. and R. A. Stephenson, 1963. IXth Conference of European Meat Research Workers Budapest.
9. Kołczak, T., 1968. *Praca doktorska*, WSR, Kraków.
10. Kortz, J., S. Grajewska, J. Różycka i R. Barzdo, 1968. *Met. wet.*, 24:325.
11. Kotik, T., 1967. *Informator o wynikach badań naukowych zakończonych w 1966 r.*, Warszawa, PWRiL, s. 456.
12. Krzywicki, K. and J. Wismer-Pedersen, 1962. VIIIth European Congress of Meat Research Institutes, Moskwa.
13. Lawrie, R. A., 1960. *J. Comp. Pathol. Therap.*, 70:273.
14. Lawrie, R. A. and D. P. Gatherum, 1961. VIIth Meeting of European Meat Research Workers, Warsaw.
15. Lawrie, R. A., J. F. Penny, R. K. Scopes and C. A. Voyle, 1963. *Nature*, 200:673.
16. McLoughlin, J. V., 1963. IXth Conference of European Research Workers, Budapest.
17. McLoughlin, J. V. and G. Goldspink, 1963. *Irish J. Agric. Res.*, 2:27.
18. Sayre, R. N. and E. J. Briskey, 1963. *J. Food Sci.*, 28:675.
19. Scopes, R. K. and R. A. Lawrie, 1963. *Nature*, 197:202.
20. Scopes, R. K., 1964. *Biochem. J.*, 91:201.

21. Snedecor, G. W., 1956. Statistical Methods, Vth ed. Ames, Iowa. The Iowa State College Press.
22. Topel, D. G., R. A. Merkel and J. Wismer-Pedersen, 1967. J. Animal Sci., 26:311.
23. Wismer-Pedersen, J., 1959. Acta Agric. Scand, 9:69.

Тадеуш Котик

## РАСТВОРИМОСТЬ МЫШЕЧНЫХ БЕЛКОВ В ВОДЯНИСТОМ МЯСЕ

### Резюме

С целью исследования растворимости мышечных белков в зависимости от степени водянистости мяса исследовали 45 свиней беконного типа с нормальным мясом ( $pH_1 > 6,3$ ), 30 свиней с мясом частично водянистым ( $pH_1 = 6,0-6,3$ ) и 43 свиньи с водянистым мясом ( $pH_1 < 6,0$ ).

Через 48 часов после убоя на пробах мышцы *longissimus dorsi* определяли содержание общего белка и его фракций, т. е. белка миофибрилярного, саркоплазматического, денатурированного и белка строма, а также небелкового азота методами Helandera (1957) и Fischera (1963).

Полученные результаты указывают, что растворимость белка миофибрилярного и саркоплазматического, а также небелкового азота статистически высоко достоверно понижается вместе со снижением  $pH_1$ , зато количество денатурированного белка повышается.

Коэффициенты корреляции между фракцией денатурированного белка и фракциями белков миофибрилярного и саркоплазматического составляли соответственно:  $r = -0,98$  и  $r = -0,91$ . Это доказывает, что денатурированный белок происходит как из фракции белка саркоплазматического, так и из белка миофибрилярного.

Tadeusz Kotik

## MUSCLE PROTEIN SOLUBILITY IN PALE, SOFT AND EXUDATIVE MEAT

### Summary

In order to investigate the solubility of muscle protein in relation to the degree of severity of pale, soft and exudative (PSE) meat condition, forty-five bacon pigs possessing. Normal meat ( $pH_1 > 6.3$ ), thirty pigs with Medium meat ( $pH_1 = 6.0-6.3$ ), and forty-three pigs with PSE meat ( $pH_1 < 6.0$ ), were submitted to examination.

Forty-eight hours after slaughter, total protein content as well as that of its fractions, i.e., myofibrillar, sarcoplasmic, denatured, and stroma proteins, and non-protein nitrogen, were determined on samples of longissimus dorsi muscles by means of Helander's (1957) and Fisher's (1963) methods.

The results obtained suggest that coincident with  $pH_1$  fall there is a significant decrease in myofibrillar and sarcoplasmic protein and non-protein nitrogen solubility, and a simultaneous increase in denatured protein content.

Correlation coefficients of denatured protein fraction to sarcoplasmic and myofibrillar protein fractions respectively, were:  $r = -0.91$ ; and  $r = -0.98$ . That proves denatured protein comes both from sarcoplasmic and myofibrillar protein fractions.