

Artykuł przeglądowy

Wady mięsa i miopatie pojawiające się u kurcząt brojlerów: implikacje dla współczesnego przemysłu drobiarskiego

Giuseppe Maiorano

Uniwersytet Molise, Wydział Rolnictwa, Środowiska i Nauk o Żywności,
Via F. de Sanctis snc, 86100 Campobasso, Italy

W wyniku intensywnej selekcji kurczęta brojlery stały się zwierzętami najwydajniej produkującymi mięso, osiągając wyjątkowo szybkie tempo wzrostu. Jednak niektóre badania wskazują, że szybko rosnące odmiany ptaków wykazują różnorodne wady tkanki mięśniowej, czyli miopatie, które niekorzystnie wpływają na przemysł drobiarski. W szczególności, w ciągu ostatnich dziesięcioleci wzrastała częstotliwość występowania zaburzeń w obrębie mięśni piersiowych, takich jak miopatia mięśni piersiowych mniejszych (głębokich) oraz mięso z wadą PSE (blade, miękkie, wodniste), a od niedawna także tzw. białe włókna (white striping), stwardnienie mięśnia piersiowego (wooden breast) i wewnątrzmięśniowe wady tkanki łącznej (tzw. mięso spaghetti). Zaburzenia te zwiększają częstość występowania obniżonej jakości świeżego mięsa przeznaczonego na rynek detaliczny oraz do pewnego stopnia zmniejszają właściwości odżywcze, sensoryczne i technologiczne surowca mięsnego wykorzystywanego do dalszego przerobu. Występowanie tych zaburzeń wskazuje, że dalsze usprawnienia w wydajności przemysłu i produkcji mięsa mogą zostać ograniczone przez możliwości fizjologiczne brojlerów, ponieważ ich narządy wewnętrzne, system naczyniowy i szkielet wydają się być bliskie granic funkcjonalnych. Z tego względu jest kwestią problematyczną, czy lepiej dalej wyznaczać nowe cele w użytkowości zwierząt, czy też rozważyć krok wstecz w procesie selekcji i próbować zmniejszyć zakres pojawiających się problemów z jakością.

SŁOWA KLUCZOWE: brojlery / mięsień piersiowy mniejszy / mięso PSE / wada typu white striping / wada typu wooden breast / słaba spoistość mięsa

W ciągu ostatnich 50 lat liczba ludności na świecie wzrastała szybciej niż kiedykolwiek wcześniej i bardziej gwałtownie niż oczekuje się w przyszłości. W związku z tym wzrasta również popyt na mięso. Mięso kurcząt jest ważnym źródłem pożywienia o wysokiej wartości odżywczej i białka dla dużej części ludności świata. Wzrost spożycia mięsa drobiowego wynika z wszechstronnych możliwości jego wykorzystania, stosunkowo ni-

skich kosztów w porównaniu z innymi rodzajami mięsa, braku ograniczeń religijnych oraz postrzegania go jako zdrowszego i lepszej jakości niż inne gatunki mięsa. Zwiększony popyt ze strony konsumentów zmusił producentów kurcząt do szukania metod zwiększenia wydajności produkcji, a także do zagwarantowania konsumentom mięsa dobrej jakości. Jednak pobudzanie ptaków, poprzez intensywną selekcję genetyczną, do zwiększania tempa wzrostu, masy ciała, udziału mięśni piersiowych i wykorzystania paszy spowodowało różnorodne wady tkanki mięśniowej, czyli miopatie, które niekorzystnie wpływają na przemysł drobiarski. W szczególności, w ciągu ostatnich 30 lat wzrastała częstotliwość występowania zaburzeń mięśni piersiowych, takich jak miopatia mięśni piersiowych mniejszych i wada PSE (blade, miękkie, wodniste), a ostatnio również tzw. białe włókna (white striping), stwardnienie mięśni piersiowych (wooden breast) i wady wewnątrzmięśniowe tkanki łącznej (rozwłóknienie, tzw. mięso spaghetti).

WADY MIĘSA I POJAWIAJĄCE SIĘ MIOPATIE

Wada DPM

Wada DPM (miopatia mięśni piersiowych mniejszych), zwana także chorobą oregońską lub chorobą zielonych mięśni, została po raz pierwszy opisana w 1968 roku jako „miopatia degeneracyjna” u indyków. Choć schorzenie to zostało po raz pierwszy stwierdzone u dojrziałych indyków hodowlanych i brojlerów, staje się coraz powszechniejsze u ptaków hodowlanych typu mięsnego. W rzeczywistości szacuje się, że DPM występuje wyłącznie u ptaków, które zostały poddane selekcji pod względem wysokiej wydajności mięśni piersiowych i jej występowanie jest wyższe w nowoczesnych intensywnych systemach utrzymania zwierząt. DPM jest niedokrwienną martwicą, która rozwija się w mięśniach piersiowych mniejszych (*musculus supracoracoideus* lub *pectoralis minor*), gdyż są one otoczone przez nieelastyczne powięzi i mostek. W rzeczywistości mięsień nadkruczy, wciśnięty pomiędzy mostek i duży mięsień piersiowy (filet piersiowy), nie może się całkowicie rozszerzyć w czasie ruchu, co upośledza zaopatrzenie w krew, powodując niedokrwienie i niedotlenienie [8]. Wynikająca z tego zmiana nekrotyczna mięśni różni się kolorem, przechodząc od różowych wybroczyn do zabarwienia szarozielonego (fot. 1). Może ona być jedno- lub dwustronna, a stwierdza się ją dopiero podczas rozbioru tuszki. Poza tym, że jest estetycznie niepożądana, DPM nie ma znaczenia dla zdrowia konsumentów. Przeważnie jest niezauważona, gdy ptaki są sprzedawane jako tuszki lub ich części. Filet z wadą DPM powinien być usunięty, ale reszta tuszki nadaje się do spożycia. Jednak konieczne wykrawanie powoduje obniżenie klasy jakości wyrobów, prowadząc do strat finansowych w przemyśle, szczególnie ze względu na to, że dotyczy najbardziej wartościowych części tuszki. Występowanie tej wady u brojlerów szacuje się na 0,02% do 1,9% [9]; częstotliwość występowania DPM wzrasta wraz z masą ciała brojlerów, a więcej przypadków stwierdza się u odmian wysokowydajnych i u kogutów [5]. W badaniach Lien i wsp. [13] stwierdzono, że występowanie wady DPM rozpoczyna się około 26. i 36. dnia życia, odpowiednio u brojlerów płci męskiej i żeńskiej. Natomiast Castellini i wsp. [6], badając zachowanie szybko rosnących kurcząt w hodowli ekologicznej, zaobserwowali, że brak ruchu był bardziej spowodowany predyspozycjami genetycznymi niż wpływem warunków odchowu. W konsekwencji rozpoczęto selekcję genetyczną pod

kątem DPM. Obecny rozwój selekcji genomowej przy użyciu markerów DNA o wysokiej gęstości może okazać się skutecznym narzędziem do zmniejszenia występowania wady DPM w przyszłości [23].



Fot. 1. Zmiana DPM (fot. G. Maiorano)
Photo 1. Deep pectoral myopathy (photo G. Maiorano)

Mięso z wadą PSE

Wada PSE dotyczy koloru mięsa (bledsze niż normalnie), jego tekstury (bardziej miękkie niż normalnie) i zdolności utrzymywania wody (mniejsza niż normalnie). Powody tego stanu u kurcząt mogą być związane ze stresem przedubojowym, czynnikami środowiskowymi (tzn. stresem spowodowanym wysoką temperaturą) i selekcją genetyczną. Zazwyczaj przypisuje się to gwałtownemu spadkowi pH w okresie *post mortem*, podczas gdy temperatura mięsa jest nadal wysoka (mięso szybko kwaśniejące i mięso kwaśne) [23, 24]. Stwierdzono, że selekcja genetyczna prowadzona w kierunku zwiększonego tempa wzrostu i wielkości mięśni zmieniła wewnątrzkomórkową homeostazę wapnia, co spowodowało zmiany w integralności omięsnej, powodując znaczne implikacje dla jakości mięsa [28]. Ponadto wykazano, że nowoczesne hybrydowe kurczęta są bardziej podatne na stres związany z wysoką temperaturą i na wywołane stresem miopatie, które mogą mieć duży wpływ na jakość mięsa. Szacuje się, że wada PSE dotyczy od około 5 do 40% mięsa w przemyśle drobiarskim, prowadząc do znacznych strat finansowych [20].

Wada typu white striping (WS)

Ostatnio stwierdzono pojawianie się na mięśniach piersiowych brojlerów w wieku ubojowym białych paseczków o różnej wielkości, równoległych do kierunku włókienek mięśniowych. Są one widoczne głównie na brzusznej powierzchni mięśni, przeważnie u większych ptaków. Wada ta jest określana jako „white striping” (WS). Powoduje ona wśród producentów brojlerów duże obawy, gdyż zmniejsza atrakcyjność mięsa dla konsumenta. Obecność białych paseczków, szczególnie w dużym nasileniu (fot. 2), nadaje filetom „tłusty” wygląd, który jest negatywnie postrzegany przez konsumentów (jako niezdrowy).

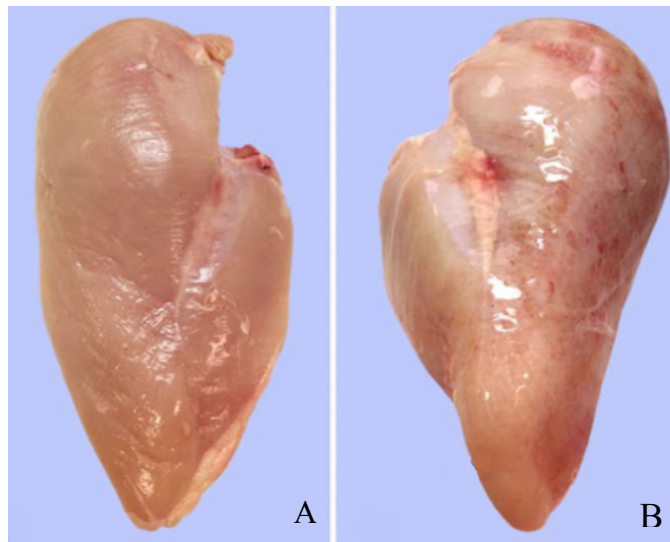
Na podstawie oceny wizualnej filety są klasyfikowane jako normalne (bez paseczków), umiarkowanie lub poważnie dotknięte wadą [11]. Etiologia WS jest obecnie nieznana, niemniej jednak istnieje kilka czynników, które mogą wpływać na występowanie tej wady w mięśniach piersiowych: genotyp (wysoki udział mięśni piersiowych > standardowy), płeć (osobniki męskie > żeńskie), tempo wzrostu (szybkie > wolne), dieta (wysokoenergetyczna > niskoenergetyczna), ubojowa masa ciała (ciężkie > lekkie) [7, 23]. Badania histopatologiczne wykazały, że wada WS jest zwykle związana z degeneracją mięśni i zmianami miopatycznymi poniżej obszaru dotkniętego prądkowaniem, polegającymi na utracie poprzecznego prądkowania, nienormalnym wzrostem włókien, degeneracją flokularną/wakuolarną i lizą włókien, umiarkowaną mineralizacją, okazjonalną regeneracją, lipidozą, śródmiąszowym stanem zapalnym i zwłóknieniem [10]. W różnych badaniach stwierdzono, że filety z dużą wadą WS mają zwiększoną zawartość tłuszczu ze zmodyfikowanym składem kwasów tłuszczowych, zmniejszoną zawartość białka i zwiększoną zawartość całkowitego kolagenu w porównaniu z normalnymi filetami, co prowadzi do zmniejszenia wartości odżywczej tego mięsa [10, 17, 21]. Kuttappan i wsp. [12] wykazali, że w miarę zwiększania się wady „white stripping” wzrastał udział tłuszczu w suchej masie mięśni. Zaobserwowano też negatywny wpływ WS na cechy jakości technologicznej mięsa drobiowego (niższa zdolność zatrzymywania wody i bardziej miękka tekstura niż w mięsie normalnym) [15]. W różnych badaniach, prowadzonych przez niezależne zespoły badawcze w USA i Włoszech, stwierdzono, że częstotliwość występowania poważnej wady WS wzrosła drastycznie z 1,4-8,7% (średnio 5%) w 2012 roku [10, 22] do 25,7-32,3% (średnio 29%) w 2015 roku [27, 30]. Ponadto, w niedawnym badaniu Gratta i wsp. [7] zaobserwowano, że w momencie uboju wskaźnik WS wynosił około 75,5%, a występowanie poważnie dotkniętych wadą WS mięśni piersiowych było wyższe u kurcząt linii Ross 308 niż Cobb 500 (25,9% vs 7,41%). Maiorano stwierdził, że 30% mięśni piersiowych kurcząt linii Ross, przy uboju w 42. dniu życia, było dotkniętych wadą WS, a 5% cięższych mięśni wykazywało poważne WS (dane niepublikowane). Większość tych badań przeprowadzono w kontrolowanych warunkach środowiskowych, przy idealnych warunkach wzrostu ptaków.



Fot. 2. Filet z dużą wadą „white stripping” (fot. G. Maiorano)
Photo 2. Fillet with severe white striping (photo G. Maiorano)

Wada typu wooden breast (WB)

Ostatnio zaobserwowano, że wadzie WS może towarzyszyć nowa choroba mięśni piersiowych zwana „wooden breast” (WB), która wpływa na jakość mięsa w komercyjnej produkcji brojlerów. Mięśnie dotknięte WB (fot. 3) wykazują blade, rozległe obszary w doogonowej części filetów, charakteryzujące się znaczną twardością; w niektórych przypadkach obserwuje się na powierzchni filetów bezbarwny lepki płyn i małe wybroczyny (zmiany wybroczynowe) [29]. W różnych badaniach zaobserwowano, że mięśnie z WS i WB wykazują podobne zmiany histopatologiczne, stąd mogą mieć one podobną etiologię, nawet jeśli pozostaje ona nadal nieznana. Dowody wynikające z analizy RNA-seq potwierdzają miejscową hipoksję (niższe stężenie tlenu), stres oksydacyjny, zwiększone stężenie wewnątrzkomórkowe wapnia, niższą zawartość glikogenu, jak również możliwość zamiany typu włókienek mięśniowych, jako kluczowych cech choroby WB [1, 18]. Innymi słowy, WB jest miopatią, która powoduje nekrozę włókienek mięśniowych z infiltracją makrofagów. Należy zgodzić się z profesorem Vellemanem, który twierdzi, że: „w odpowiedzi na martwicę następuje zwłóknienie, prowadząc do syntezy tkanki łącznej i zastąpienia białek typowych dla mięśni wysoko usieciowanym kolagenem”. Wzrost usieciowania kolagenu może być spowodowany wyższym poziomem ekspresji dekoryny, zaobserwowanym w mięśniach z WB [31]. Wysoko usieciowany kolagen nadaje mięśniom drewniany, czyli bardzo sztywny fenotyp. Ponadto Abasht i wsp. [1] stwierdzili, że tkanki dotknięte WB posiadają unikalną sygnaturę metaboliczną.

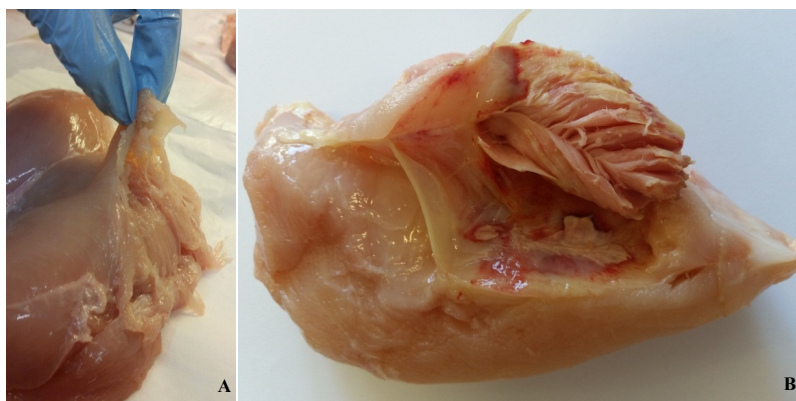


Fot. 3. Porównanie filetów normalnych (A) i z wadą „woody breast” (B); Sihvo i wsp. [29]
Photo 3. Comparison of normal (A) and wooden breast fillets (B); Sihvo et al. [29]

Częstotliwość występowania „woody breast” w komercyjnych liniach kurcząt nie jest obecnie dobrze udokumentowana. Owens [19] podaje, że w dotkniętych nią stadach może dotyczyć nawet do 50% ptaków. Natomiast Gratta i wsp. [7] oraz Maiorano (dane niepublikowane) stwierdzili wadę WB średnio u 5,1% oraz 2% brojlerów. Wykazano, że filety z wadą WB wykazywały zmiany w zawartości składników odżywczych podobne do WS. Wada WB także negatywnie wpływa na przemysł drobiarski, który staje w obliczu wielkich strat finansowych z powodu reklamacji konsumentów dotyczących filetów dotkniętych tymi miopatiami.

Wady śródmięśniowej tkanki łącznej

Od niedawna pojawia się problem jakości mięsa drobiowego związany z niską spoistością mięsa, wynikającą z niedojrzałości śródmięśniowej tkanki łącznej, która wykazuje zmniejszoną integralność strukturalną filetów piersiowych, określaną jako wada typu „spaghetti meat” (fot. 4 A, B). Mięso dotknięte tą wadą jest tak luźne, że możliwe jest wyciągnięcie palcami wiązek włókienek mięśniowych (fot. 4A). Stwierdzono, że kolagen (0,2-0,4% chudego mięsa), główny komponent śródmięśniowej tkanki łącznej, tworzy rusztowanie odpowiedzialne za strukturalną integralność mięśni szkieletowych i odgrywa kluczową rolę w determinowaniu twardości mięsa [16, 26] różnych zwierząt gospodarskich, także ptaków [3, 14]. Wiadomo, że wraz z wiekiem postępuje sieciowanie – od niedojrzałego do form bardziej dojrzałych [16]. Stwierdzono, że grubość śródmięśniowej i omięsnej mięśni piersiowych z wadą typu „spaghetti meat” była odpowiednio większa i dużo mniejsza u szybko rosnących brojlerów, w porównaniu z wolno rosnącymi, powodując niską stabilność termiczną. Dlatego też płyn utracony przez miofibryle podczas okresu *post mortem* może powodować rozpad mięśni [4]. Ponadto Ahn i wsp. [2] wykryli, że omięsne mięśni piersiowych u szybko rosnących ptaków były cieńsze, niż u ich wolno rosnących odpowiedników. W związku z tym, mięso drobiowe jest kruche, ale może okazać się delikatne, a nawet papkowate [25]. Po ugotowaniu mięso z wadą typu „spaghetti meat” jest bardzo miękkie, rozpada się [32], co praktycznie wymusza jego wykorzystanie wyłącznie w wyrobach przetworzonych, powodując znaczne straty finansowe w przemyśle drobiarskim.



Fot. 4. Filet z mięśni piersiowych z wadą typu „spaghetti meat” (fot. G. Maiorano)
Photo 4. Fillet with the ‘spaghetti meat’ defect (photo G. Maiorano)

WNIOSKI

W wielu badaniach wykazano, że intensywna selekcja genetyczna, ukierunkowana przede wszystkim na zwiększenie tempa wzrostu, spowodowała podwyższoną częstotliwość występowania różnych typów miopatii, które niekorzystnie wpływają na przemysł drobiarski. Występowanie takich stanów chorobowych wskazuje, że dalsze podnoszenie wydajności produkcji przemysłowej i produkcji mięsa może zostać ograniczone przez fizjologiczną zdolność kurcząt brojlerów, gdyż ich narządy wewnętrzne, układ naczyniowy i szkielet wydają się być blisko granicy funkcjonalnej. Stąd jest kwestią problematyczną, czy lepiej nadal wyznaczać nowe cele w użytkowości, czy rozważyć krok wstecz w procesie selekcji i spróbować zmniejszyć zakres tych nowo pojawiających się problemów jakościowych.

PIŚMIENNICTWO

1. ABASHT B., MUTRYN M.F., MICHALEK R.D., LEE W.R., 2016 – Oxidative stress and metabolic perturbations in wooden breast disorder in chickens. *PLoS ONE* 11, e0153750.
2. AHN J.Y., ZHENG J.X., LI J.Y., ZENG D., QU L.J., XU G.Y., YANG N., 2010 – Effect of myofiber characteristics and thickness of perymysium and endomysium on meat tenderness of chickens. *Poultry Science* 89, 1750-1754.
3. BAÉZA E., GUY G., SALICHON M.R., JUIN H., ROUSSELOT-PAILLEY D., KLOSOWSKA D., ELMINOWSKA-WENDA M., SRUTEK G., ROSINSKI A., 1998 – Influence of feeding systems, extensive vs. intensive on fatty liver and meat production in geese. *Archiv fur Geflugelkunde* 62, 169-175.
4. BALDI G., SOGLIA F., MAZZONI M., SIRRI F., CANONICO L., BABINI E., LAGHI L., CAVANI C., PETRACCI M., 2017 – Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. *Animal* Mai 22, 1-10. doi:10.1017/S1751731117001069.
5. BILGILI S.F., HESS J.B., LIEN R.J., DOWNS K.M., 2000 – Deep pectoral myopathy in broiler chickens. [In:] Proceedings of the XXI World's Poultry Congress, Montreal, Canada.
6. CASTELLINI C., MUGNAI C., DAL BOSCO A., 2002 – Meat quality of three chicken genotypes reared according to the organic system. *Italian Journal of Food Science* 4, 401-412.
7. GRATTA F., BIROLO M., PICCIRILLO A., PETRACCI M., MAERTENS L., XICCATO G., TROCINO A., 2017 – Effects of the feeding system on performance and myopathy occurrence in two broiler chicken genotypes. *Italian Journal of Animal Science* 16 (1), 48.
8. JORDAN F.T.W., PATTISON M., 1998 – Deep pectoral myopathy of turkeys and chickens. In *Poultry Diseases*; Saunders Elsevier: London, UK, pp. 398-399.
9. KIJOWSKI J., KUPIŃSKA E., STANGIERSKI J., TOMASZEWSKA-GRAS J., SZABLEWSKI T., 2014 – Paradigm of deep pectoral myopathy in broiler chickens. *World's Poultry Science Journal* 70, 125-138.
10. KUTTAPPAN V.A., BREWER V.B., WALDROUP P.W., OWENS C.M., 2012 – Influence of growth rate on the occurrence of WS in broiler breast fillets. *Poultry Science* 91, 2677-2685.
11. KUTTAPPAN V.A., LEE Y.S., ERF G.F., MEULLENET J.-F.C., MCKEE S.R., OWENS C.M., 2012 – Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of WS. *Poultry Science* 91, 1240-1247.

12. KUTTAPPAN V.A., SHIVAPRASAD H.L., SHAW D.P., VALENTINE B.A., HARGIS B.M., CLARK F.D., MCKEE S.R., OWENS C.M., 2013 – Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. *Poultry Science* 92, 331-338.
13. LIEN R.J., BILGILI S.F., HESS J.B., JOINER K.S., 2012 – Induction of deep pectoral myopathy in broiler chickens via encouraged wing flapping. *Journal of Applied Poultry Research* 21, 556-562.
14. MAIORANO G., SOBOLEWSKA A., CIANCIULLO D., WALASIK K., ELMINOWSKA-WENDA G., SLAWINSKA A., TAVANIELLO S., ZYLINSKA J., BARDOWSKI J., BEDNARCZYK M., 2012 – Influence of in ovo prebiotic and synbiotic administration on meat quality of broiler chickens. *Poultry Science* 91, 2963-2969.
15. MAZZONI M., PETRACCI M., MELUZZI A., CAVANI C., CLAVENZANI P., SIRRI F., 2015 – Relationship between pectoralis major muscle histology and quality traits of chicken meat. *Poultry Science* 94, 123-130.
16. MCCORMICK R.J., 2009 – Collagen. [In:] Applied muscle biology and meat science (ed. M. Du and R.J. McCormick). CRC Press, London, UK, pp. 129-148.
17. MUDALAL S., LORENZI M., SOGLIA F., CAVANI C., PETRACCI M., 2015 – Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal* 9, 728-734.
18. MUTRYN M.F., BRANNICK E.M., FU W., LEE W.R., ABASHT B., 2015 – Characterization of novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA sequencing. *BMC Genomics* 16, 399.
19. OWENS C.M., 2014 – Identifying quality defects in poultry processing. *Watt Poultry USA*, pp. 42-50.
20. OWENS C.M., ALVARADO C.Z., SAMS A.R., 2009 – Research developments in pale, soft, and exudative turkey meat in North America. *Poultry Science* 88, 1506-1512.
21. PETRACCI M., MUDALAL S., BABINI E., CAVANI C., 2014 – Effect of WS on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. *Italian Journal of Animal Science* 13, 179-183.
22. PETRACCI M., MUDALAL S., BONFIGLIO A., CAVANI C., 2013 – Occurrence of WS under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science* 92, 1670-1675.
23. PETRACCI M., MUDALAL S., SOGLIA F., CAVANI C., 2015 – Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal* 71, 363-374.
24. PIETRZAK M., GREASER M.L., SOSNICKI A.A., 1997 – Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in pectoralis major muscle of domestic turkeys. *Journal of Animal Science* 5, 2106-2116.
25. PUOLANNE E., VOUTILA L., 2009 – The role of connective tissue in poultry meat quality. In Proceedings of the XIX European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XIII European Symposium Quality of Eggs and Egg Products, Turku, Finland.
26. PURSLOW P.P., 2005 – Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Science* 70, 435-447.
27. RUSSO E., DRIGO M., LONGONI C., PEZZOTTI R., FASOLI P., RECORDATI C., 2015 – Evaluation of white striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. *Poultry Science* 94, 1843-1848.

28. SANDERCOCK D. A., BARKER Z.E., MITCHELL M.A., HOCKING P.M., 2009 – Changes in muscle cell cation regulation and meat quality traits are associated with genetic selection for high body weight and meat yield in broiler chickens. *Genetics Selection Evolution* 41, 1-8.
29. SIHVO H.K., IMMONEN K., PUOLANNE E., 2014 – Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. *Veterinary Pathology* 51, 619-623.
30. TIJARE V., YANG F., KUTTAPPAN V., ALVARADO C., COON C., OWENS C., 2016 – Meat quality of broiler breast fillets with white striping and woody breast muscle myopathies. *Poultry Science* 95, 2167-2173.
31. VELLEMAN S.G., CLARK D.L., 2015 – Histopathological and myogenic gene expression changes associated with wooden breast in broiler breast muscles. *Avian Diseases* 59, 410-418.
32. VOUTILA L., RUUSUNEN M., JOUPPILA K., PUOLANNE E., 2009 – Thermal properties of connective tissue in breast and leg muscles of chicken and turkeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89, 890-896.

Giuseppe Maiorano

Meat defects and emergent muscle myopathies in broiler chickens: implications for the modern poultry industry

S u m m a r y

Due to intensive selection, broiler chickens have become the most efficient meat producing animals, attaining exceptionally rapid growth. However, several studies indicate that fast-growing varieties exhibit various muscle tissue defects – myopathies – which adversely affect the poultry meat industry. In particular, recent decades have seen an increase in the incidence of breast muscle abnormalities such as myopathy of the minor (deep) pectoral muscles and pale, soft and exudative (PSE) meat, and more recently white fibres called ‘white striping’, hardening of the breast muscle known as ‘wooden breast’, and intramuscular connective tissue defects (‘spaghetti meat’). These abnormalities increase the occurrence of lower quality fresh meat for the retail market and to some extent reduce the nutritional, sensory and technological properties of raw meat used for further processing. The prevalence of these conditions indicates that further improvements in the efficiency of the meat industry and meat production may be constrained by the physiological capabilities of broilers, as their internal organs, vascular system and skeleton appear to be close to their functional limit. Hence, a problematic question is whether it is better to continue to set new performance goals for animals or to consider a step back in the selection process and attempt to reduce the extent of these emergent quality issues.

KEY WORDS: broilers / pectoralis minor muscle / PSE meat / white striping / wooden breast / poor meat cohesion