



Relação sobre o desenvolvimento de Miopatias com fraturas ósseas e ruptura de pele na linha de abate de aves.

Relationship between the development of myopathies and bone fractures and skin breakdown on the poultry slaughter line.

Danilo Borba Agonilha¹, Mariana Medeiros Hergesel², Prof^a Dra. Mayka Reghiany Pedrão³

RESUMO

O consumo da carne de frango de corte vem crescendo em todo mundo, sendo um dos motivos para esse crescimento é seu grande valor nutricional. A demanda crescente por carne de frango resultou na pressão sobre os criadores, nutricionistas e produtores para aumentar o crescimento das aves, a eficiência alimentar e o tamanho dos músculos dos peitos. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo levantamento das principais miopatias emergentes e relacioná-las com as condenações e quantificar o colágeno total e proteína total nos ossos e pele de aves, correlacionando fraturas e ruptura de pele com relação ao colágeno proteína. Conclui-se que as alterações dos tecidos quando há comparação entre carcaças normais e carcaças classificadas como white striping e wooden breast são diferentes. Os dados gerados para pele e ossos são inéditos na literatura, dificultando a metodologia comparativa. As demais inconformidades não apresentaram boas correlações, sugerindo que não estão diretamente ligadas aos processos de desenvolvimento de carnes anômalas.

PALAVRAS-CHAVE: Frangos de corte; miopatias, White Stripping; Wooden Breast.

ABSTRACT

The consumption of broiler meat has been growing all over the world, and one of the reasons for this growth is its high nutritional value. The increasing demand for chicken meat has resulted in pressure on breeders, nutritionists and producers to increase bird growth, feed efficiency and breast muscle size. Thus, the present work aims to survey the main emerging myopathies and relate them to condemnations and quantify the total collagen and total protein in the bones and skin of birds, correlating fractures and skin rupture with respect to protein collagen. It is concluded that tissue changes when comparing normal carcasses and carcasses classified as white striping and wooden breast are different. The data generated for skin and bones are unprecedented in the literature, making the comparative methodology difficult. The other non-conformities did not show good correlations, suggesting that they are not directly linked to the development processes of anomalous meat.

KEYWORDS: Broiler Chicken; Myopathies; White Stripping; Wooden Breast.

¹ Danilo Borba Agonilha (Fundação Araucária). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: DANILOBORBA@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 7487912351939233.

² Mariana Medeiros Hergesel (Fundação Araucária). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: mariana.hergesel10@gmail.com. ID Lattes: 0902909165387683.

³ Prof^a Dra. Mayka Reghiany Pedrão. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: mayka.pedrao@gmail.com. ID Lattes: 5230158416889680.



INTRODUÇÃO

É notável o crescimento do consumo de carne de frango devido ao seu baixo custo, versatilidade e valor nutricional. Neste sentido, necessita-se alta produção e alta velocidade de desenvolvimento para o setor avícola. Por outro lado, as ocorrências de miopatias tem sido associada ao crescimento rápido das aves, ocasionando vascularização baixa e então resultando em comprometimento dos tecidos. Os frangos acometidos com tais anomalias acabam interferindo em sua aceitação pelo consumidor, gerando grande prejuízo econômico, e por isso existe o interesse para esclarecer sobre as causas de tais problemas a fim de amenizá-lo. Quando nos referimos a *White Striping* podemos caracterizá-la por conter a formação de tecido adiposo, além disso, a formação de estrias paralelas ao músculo e desta forma prejudica sua aparência frente ao consumidor. Já quando nos referimos a *Wooden Breast*, podemos caracterizar esta miopatia por sua textura amadeirada além de sua aparência pálida, contendo líquido viscoso e ainda podendo haver ocorrência de necrose.

MÉTODOS INSTRUMENTAIS

PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Foi realizado a higienização do material a ser utilizado durante a sequência de análises e as carcaças foram separadas por porções de interesse à pesquisa, sendo eles: peito, pele e ossos, depois identificados e refrigerados.

METODOLOGIAS EMPREGADAS

As análises foram feitas afim de poder reunir informações de sua composição proximal para obter mais informações sobre tais patologias, identificando seu impacto econômico e, portanto, foram realizadas determinações de lipídios, proteínas, umidade, cinzas e colágeno.

LIPÍDIOS

Foi pesado 3g de cada parte das amostras em triplicata, identificando-as, onde foi colocada ao tubo extrator, adicionando éter de petróleo para arraste dos lipídios, foi acoplado o balão previamente pesado. A gordura estaria presente no fundo do balão ao término da análise. Ao final o balão foi colocado em estufa a 105°C por 4 a 6 horas. Após este período foi colocado no dessecador por 1h e depois pesado para a realização dos cálculos:

$$\% \text{ Lipídeos Total} = \text{PL} \times 100 \text{ P}$$

Sendo PL o peso do balão com a gordura subtraído do peso do balão, dividido pelo peso da amostra (P).

PROTEÍNA TOTAL

Foi realizada a metodologia de Kjeldahl que consiste em digestão, destilação e titulação. Para a digestão foi pesado 3g de cada amostra, de cada parte da carcaça, em



triplicata. Foram colocadas em tubo extrator, foi adicionado a mistura catalizadora e incorporamos 2 mL de ácido sulfúrico concentrado, depois deixado no tubo digestor a 400°C por 4 horas, até o conteúdo do tubo estar com aparência esverdeada. Depois, foi iniciado o processo de destilação, nesta etapa é formado o borato de amônio (NH₄H₂BO₃). Depois foi realizada a titulação com ácido clorídrico até a viragem do indicador. O nitrogênio é determinado pela equação (GALVANI, GAERTNER, 2006):

$$\% \text{ Nitrogênio Total} = (V_a - V_b) \times F \times 0,1 \times 0,014 \times 100/P_1$$

NT é a porcentagem de nitrogênio total na amostra

V_a volume de solução de ácido clorídrico gasto na titulação em mililitros

V_b volume de solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco em mililitros

F fator de correção para ácido clorídrico P₁ massa da amostra em gramas

Após a obtenção de nitrogênio total, o resultado foi multiplicado pelo fator de correção que converte nitrogênio em proteína F_n (6,25), onde o resultado P_b corresponde ao teor de proteína.

UMIDADE

Foi utilizada a metodologia de estufa onde foi pesado 5g de amostra, os cadinhos foram deixados a 105°C até o peso se manter constante, depois os cadinhos foram pesados para a realização dos cálculos:

$$\% \text{ teor de umidade} = \text{Peso final} / \text{peso da amostra} * 100$$

CINZAS

Foi pesada as amostras que foram utilizadas para umidade e deixamos na mufla a 550°C por 4 horas e depois realizamos o cálculo:

$$\% \text{ teor de cinzas} = \text{Peso final} / \text{peso da amostra} * 100$$

COLÁGENO

Foi realizada a hidrólise do mesmo, onde foi pesado aproximadamente 0,9g de amostra de cada parte (ossos, músculos e pele) em triplicata, inserindo em tubos de rosca identificados, adiciona-se 10ml de HCL 6N e embala em papel alumínio aonde foram mantidos em estufa 105°C por 16 horas. Em seguida, foi filtrado em filtro a vácuo e completado com água destilada em balão volumétrico de 250 mL. Esse foi o preparo das amostras, todavia houve a necessidade de realização de uma curva padrão, utilizando a hidroxiprolina como padrão clássico para esta metodologia. Em seguida, foi separado os tubos de ensaio previamente identificados, onde se pipetou as amostras da seguinte forma:

Deixada a amostra em repouso por 20 minutos em temperatura ambiente, e em seguida, foi adicionado 500µl de reagente de cor, colocados em banho-maria a 60°C por 15 minutos. Para poder quantificar retira-se após o tempo determinado e espera resfriar. Para leitura, utiliza-se um cromatógrafo do laboratório B-302, onde se coloca a amostra na cubeta de quartzo para leitura a 558nm comprimento de onda. Posteriormente após a leitura das amostras, adiciona-se os resultados a fórmula:



$$Y=0,2226X - 0,0117 \quad R^2 = 0,99$$

Sendo, Y a absorvância e X a concentração de hidroxiprolina.

Encontrado a concentração de hidroxiprolina, a realização do cálculo para o resultado de colágeno consiste em multiplicar a concentração de hidroxiprolina por 8, pois de acordo com HEDRICK et al. (1994) a hidroxiprolina apresenta-se em quantidades constantes no colágeno, representando 13 a 14% do seu conteúdo total. Não ocorre de modo significativo em outros tecidos animais, razão pela qual a quantificação da hidroxiprolina permite estimar o teor do colágeno nos tecidos, utilizando e rotineiramente para essa finalidade a técnica de leitura espectrofotométrica. A determinação da concentração de hidroxiprolina multiplicada por oito estima o teor de tecido conjuntivo colagenoso na amostra de carne e/ou produto cárneo analisado.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado o programa biostat 5.3 (Software gratuito) onde foi realizado teste de “Estatística Descritiva: Dados Quantitativos” e “Análise de Variância (ANOVA)” para comparação de diferença entre as amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A literatura é rica em dados para as anomalias WS e WB para o músculo *Pectoralis major* (peito), todavia os dados referentes a pele e ossos não são totalmente escassos. Desta forma, os primeiros dados para estas partes anatômicas estão realizados por este grupo de trabalho. Sendo assim, logo abaixo há as tabelas com os dados obtidos no experimento. No Quadro 1 observa-se os resultados obtidos de forma comparativa para a composição proximal e relação colágeno proteína para pele das aves analisadas. Especificamente para colágeno, o resultado obtido vai ao encontro da teoria que a pele destes animais é mais frágil, podendo resultar em rupturas durante a depenagem e ainda desenvolvimento de dermatites. Segundo Gerhard Feiner (2006) a pele de aves apresenta 55% de umidade, 0,5% de cinzas e aproximadamente 35% de colágeno, indo de acordo aos resultados obtidos neste trabalho. De acordo com os resultados obtidos pela composição proximal da pele, músculo e ossos como demonstra na tabela nota-se que para colágeno evidencia a fragilidade na pele resultando em fraturas. No que se refere aos lipídios a literatura relaciona as anomalias com a presença de quantidade elevada de lipídios, o que de acordo com os resultados percebe-se que não houve tal aumento.

Quadro 1 – Composição proximal da Pele

Análises	PN(%)	PWS(%)	PWB(%)
Umidade	55,80 ^a (±2,0)	48,47 ^b (±5,6)	46,01 ^b (±5,60)
Cinzas	0,51 ^b (±0,10)	0,40 ^c (±0,05)	0,75 ^a (±0,20)
Lipídios	41,22 ^a (±2,90)	38,41 ^a (±3,40)	36,66 ^a (±1,36)
Proteínas	5,52 ^b (±1,50)	5,09 ^b (±2,20)	6,08 ^a (±1,90)



Colágeno	28,48 ^a (±7,40)	23,3 ^b (±3,30)	18,42 ^c (±2,30)
Colágeno/Proteína	5,16	4,58	3,02

Legenda: PN - Pele normal; PWS - Pele *White striping* e PWB - Pele *wooden breast*. As letras em sequência das porcentagens significam o grupo de dados qual pertence, dados com a mesma letra em sequência são estatisticamente idênticos, dados com letras diferentes diferem entre si. Teste de média Tukey 5%.

Em relação a Tabela 2, os dados estão de acordo com Salles et al., 2019; Thanatsang et al., 2020; Carvalho et al., 2021; Li et al., 2022; Costa Filho, et al., 2023; Carvalho et al., 2023. Bailey et al. (2015) e Carvalho et al., (2023) enfatizam ainda que a miopatia peitoral profunda ocorre quando há necrose isquêmica do músculo do peito, como resultado do esforço do levantamento de asas, onde o músculo fica incapaz de se expandir. Citam também as estrias brancas do peito com *White Striping* estão relacionadas com o tecido adiposo, através de análises histológicas e químicas, e as características do peito com *Wooden Breast* estão relacionadas com o tecido conjuntivo, caracterizado pelo endurecimento do músculo. Estes autores relatam que há mais colágeno nas carnes anômalas quando comparadas as normais. Esta ocorrência está diretamente associada à cicatrização do tecido. Todavia os dados obtidos neste trabalho não estão de acordo com os mesmos autores citados acima, uma vez que estes relatam que há mais lipídios nas carnes anômalas, que é resultado do processo de lipidose.

Quadro 2 – Composição proximal do Músculo

Análises	MN	MWS	MWB
Umidade	75,51 ^a (±0,34)	75,13 ^a (±0,77)	78,05 ^a (±0,57)
Cinzas	1,49 ^a (±0,24)	1,13 ^b (±0,05)	1,01 ^b (±0,05)
Lipídios	3,11 ^a (±1,50)	1,97 ^a (±0,69)	1,99 ^a (±0,33)
Proteínas	20,91 ^a (±2,18)	19,40 ^a (±0,75)	15,28 ^b (±1,11)
Colágeno	5,27 ^b (±0,74)	6,33 ^a (±2,39)	5,93 ^a (±1,93)
Colágeno/Proteína	0,25	0,32	0,37

Legenda: MN - Músculo normal; MWS - Músculo *White striping* e MWB - Músculo *wooden breast*.

Em relação ao Quadro 3, há a apresentação dos resultados para análise do tecido ósseo. Não foi determinado umidade e lipídios, uma vez que objetivou-se analisar somente a integridade da matriz óssea, que é baseada em minerais e proteínas, tais como diferentes tipos de colágenos. Para proteínas totais não houve diferença significativa a 5% entre as amostras analisadas, todavia a deposição de colágeno comportou-se de forma diferentes, seno que as aves classificadas como normais apresentaram maior teor desta proteína e uma maior relação colágeno/proteínas. Fato este esperado, uma vez que os ossos destas aves, no processo de abate tendem a serem fraturados de forma mais fácil quando comparadas com as aves não acometidas por WS e WB. Como há falta de matéria específico na literatura, será utilizado como comparativo a composição proximal de animais que são abatidos para consumo humano. Madhusudana (2014) trabalhando com Yellowfin



Tuna obteve 21,74% e 47,41% para proteínas e lipídios respectivamente. Em trabalho de Bechtel et al., (2019) realizado com cabeças de canções obtiveram 32,52% e 16,84% para proteínas e cinzas respectivamente. Em um único artigo específico para análise de ossos de aves destinadas ao abate, Suchý et al., (2009) relatam que obtiveram 36,5% e 47,2% para proteínas e cinzas respectivamente. Quando comparado os resultados da tabela 3 com os de Suchý et al., (2009) verifica-se que os dados são compatíveis.

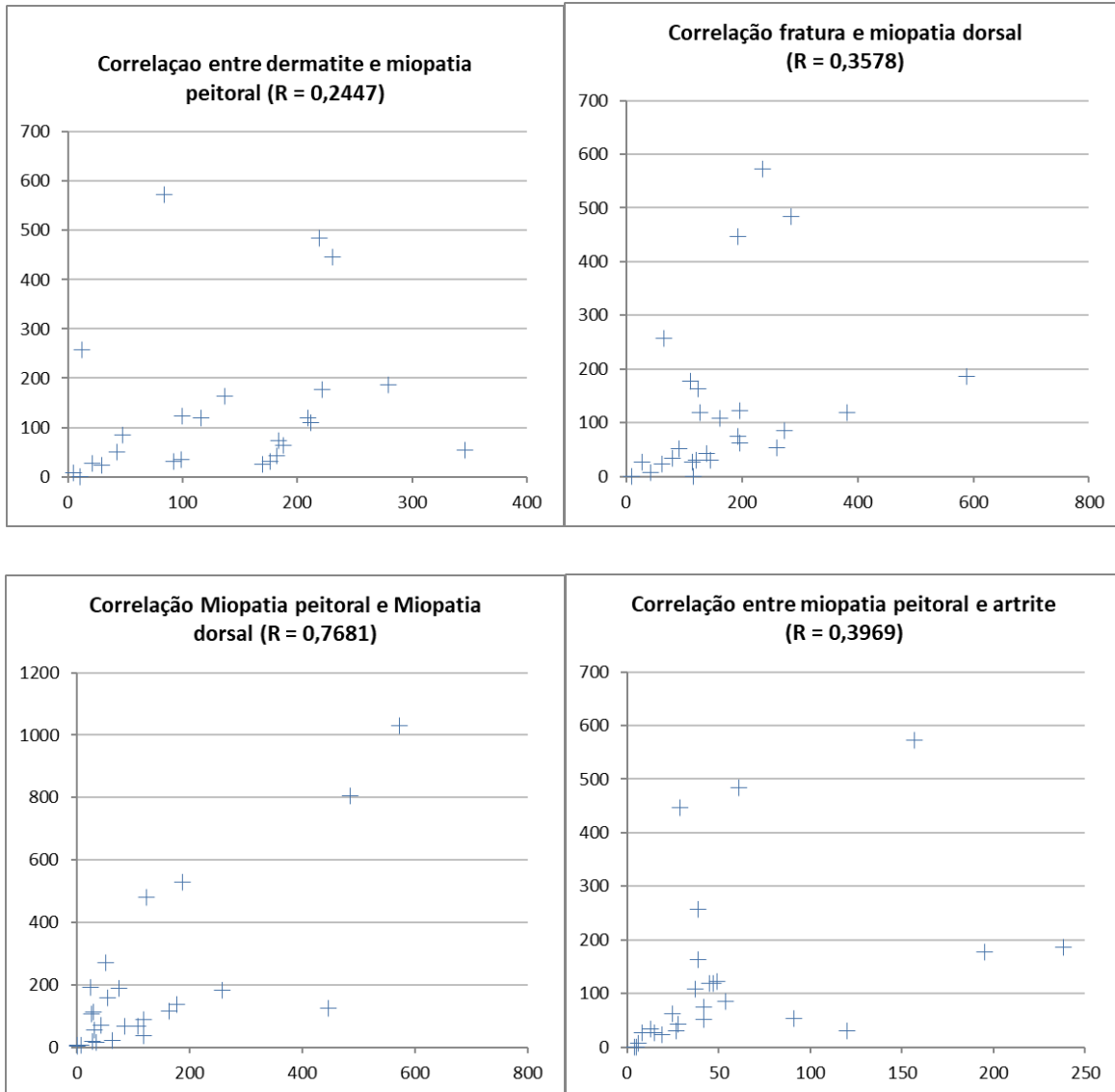
Quadro 3 – Composição proximal do Osso

Análises	ON	OWS	OWB
Cinzas	33,19 ^a (±6,87)	36,55 ^a (±7,81)	35,64 ^a (±6,28)
Proteínas	18,47 ^a (±5,12)	20,90 ^a (±5,52)	18,89 ^a (±4,23)
Colágeno	39,97 ^a (±7,31)	31,18 ^b (±5,72)	34,60 ^b (±6,86)
Colágeno/Proteína	2,16	1,49	1,83

Legenda: ON - Osso normal; OWS - Osso *White striping* e OWB - Osso *Wooden breast*.

Finalmente, após tabulação e análise dos resultados, o objetivo central foi verificar possíveis correlações entre as inconformidades que levam às condenações parciais das carcaças. A Miopatia dorsal é uma lesão caracterizada pelo amarelamento e inchaço da pele que recobre o músculo lesado. Com a abertura da pele é possível verificar um edema subcutâneo, hemorragias musculares superficiais, palidez, aderência, aumento da espessura e consistência envolvendo o músculo. (ZIMERMANN, *et.al* 2011). Já a miopatia peitoral é relacionada a falta de oxigenação muscular, levando a degeneração, necrose e fibrose do músculo peitoral profundo, o músculo supracoracóideo é o filezinho ou também conhecido como sassami. Normalmente apresentam coloração que varia de amarelo claro, verde ou um verde azulado, com uma textura fibrosa e seca. (VIEIRA, *et.al* 2006). Analisando a Figura 1 observa-se que a maior correlação encontrada foi entre miopatia dorsal e miopatia peitoral. As demais inconformidades não indicaram boas correlações entre as carcaças analisadas. Todavia é necessário ressaltar que a análise estatística não está totalmente concluída, sendo que outros dados serão analisados para finalização deste projeto.

Figura 1 - Correlação de Pearson para diferentes tipos de miopatias, artrite e fraturas obtidas para os frangos de corte classificados como normais, *white striping* e *wooden breast*.



Fonte: Próprio autor, 2023

Alguns fenômenos são interessantes o suficiente para se destacar, apesar da hipertrofia característica avaliada nas patologias *Wooden Breast*, o mesmo tem uma significativa menor quantidade de proteína em sua composição, uma contra intuição caso a associe-se rigidez com maior densidade proteica no músculo. Ainda podemos observar que a mesma patologia tem significante acréscimo de proteína em sua pele em comparação as demais amostras.



CONCLUSÃO

Conclui-se que as alterações dos tecidos quando há comparação entre carcaças normais e carcaças classificadas como white striping e wooden breast são diferentes. Os dados gerados para pele e ossos são inéditos na literatura, dificultando a metodologia comparativa. As demais inconformidades não apresentaram boas correlações, sugerindo que não estão diretamente ligadas aos processos de desenvolvimento de carnes anômalas.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório Multiusuário do Câmpus Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelas análises realizadas. A CAPES por apoiar o Programa de Pós Graduação PPGTAL. Ao CNPq pela concessão de bolsa DT 2 para MRP. A Fundação Araucária de Amparo à Pesquisa do Estado do Paraná pela concessão de bolsas de IC e a UTFPR pelo incentivo a pesquisa e bolsas disponibilizadas.

Conflito de interesse

Os autores declaram que não há conflitos de interesse na pesquisa apresentada.

REFERÊNCIAS

BECHTEL, P.J., WATSON, MA., LEA, JM., BETT-GARBER, KL., BLAND.JM. **Properties of bone from Catfish heads and frames.** *Food Sci Nutr.* 2019. 7: 1396–1405. <https://doi.org/10.1002/fsn3.974>

GALVANI, F, GAERTNER., E. **Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta.** Circular Técnica, nº 63. Corumbá: Embrapa,2006. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37465/1/CT63.pdf>> Acesso em: 03 maio.2022.

HEDRICK, H.B. et al. Principles of meat science. 3th ed. Dubuque: Kendall Hunt, 1994. 355 p.

MADHUSUDANA. R. **Extraction and quality evaluation of yellowfin tuna bone powder.** *Fishery Technology.* 2014. 51. 38-42.

Komiyama, C. M., Caldara, F. R., Burbarelli, M. F. D. C., Gandra, É. R. D. S., Fernandes, A. R. M., & Garcia, R. G. (2020). **Diagnóstico e avaliação in vivo de miopatias em peitos de frangos de corte.**

PETRACCI, M., SOGLIA, F., MADRUGA, M., CARVALHO, L., IDA, E., ESTÉVEZ, M. **Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities.** *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12431>. 2019.

SUCHÝ, P. & Straková, E. & Herzig, Ivan & Steinhauser, Ladislav & Kralik, Gordana & Zapletal, David. 2009. **Chemical composition of bone tissue in broiler Chickens intended for slaughter.** *Czech Journal of Animal Science.* 54. 10.17221/1726-CJAS.



VIEIRA, B. T., ALMEIDA, O.D., ALVES, X. M.F., FRANCO, R.M., ANDRADE, L. C., TORTELLY, R. **Aspectos anatomopatológicos da miopatia peitoral profunda em frangos de corte abatidos sob inspeção sanitária.** R. bras. Ci. Vet., v. 13, n. 3, p. 144-146, set./dez. 2006.

ZIMERMANN, F., FALLAVENA, L.C.B., SALLE, F. O., MORAES, L. B., MORAES, H. L. S., SALLE, C. T. P., NASCIMENTO, V. P. **Pesquisa etiológica da miopatia dorsal cranial em frangos de corte.** 2011. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP (Revista MV&Z) ISSN 2179-6645. v. 9 n. 3.

FEINER, GERHARD. Cooked sausages. **In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Meat Products Handbook**, Woodhead Publishing, 2006. Pg 239-286. ISBN 9781845690502. <https://doi.org/10.1533/9781845691721.2.239>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845690502500125>).