I Simpósio Online Sulamericano de Tecnologia,
Engenharia e Ciência de Alimentos
Online, 14 a 18 de fevereiro de 2022

PARÂMETROS DE QUALIDADE ENVOLVIDOS NA PRODUÇÃO DE CARNE POR MATURAÇÃO A SECO (*DRY AGED*): UMA REVISÃO

Yasmin Santiago Cury[1], Lenilton Santos Soares[2] e Marieli de Lima[3]

[1]*Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, Brasil (yasminscury@gmail.com)*
[2]*Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil*
[3]*Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, Brasil*

A presente revisão ressalta a influência os parâmetros de tempo de maturação, temperatura, umidade relativa e fluxo de ar sobre a maturação a seco (conhecida como *dry aged*), associando-os à qualidade final da carne (sabor, maciez e suculência). O efeito de maior valor da maturação a seco é a concentração do sabor e por ser único, o que leva há um valor diferenciado ao produto, onde diversos pesquisadores estudam quais os melhores parâmetros para se chegar à excelência.

Palavras-chave: qualidade, aminoácidos livres, valor agregado, maciez, sabor

INTRODUÇÃO

A maturação da carne é um processo amplamente documentado com o objetivo de melhorar sua maciez, palatabilidade e aumentar a vida de prateleira, agregando alto valor ao produto. Este método já é conhecido como um meio de conservação, que com o decorrer do tempo e a partir de parâmetros favoráveis, ocorrem reações bioquímicas na estrutura da carne, favorecendo a qualidade do produto quando se referem à sua maciez, sabor e aroma (Garcia-Galicia et al., 2020).

O método de maturação é também é um meio de desidratação da carne preservando-a devido à diminuição da atividade de água, reduzindo seu peso e volume, transformando o produto em uma forma ou formato mais adequado para armazenar, embalar, transportar ou usar e proporciona características desejáveis à peça, tais como, sabor diferenciado, suculência, mastigabilidade, entre outros (Berk, 2018). E de acordo com Brown (2015) durante a maturação da carne ocorrem mudanças metabólicas nas proteínas e carboidratos fornecendo material necessário para a reação de *Maillard*, o que comprova as mudanças positivas quanto ao sabor, de carne submetidas ao a tal procedimento.

As preferências quanto ao consumo de carne pela sociedade estão mudando e os produtos de qualidade, o diferencial na textura, sabor e suculência estão sendo cada dia mais procurados(Brown, 2015). Dessa maneira, o consumo de carne maturada está aumentando e um número cada vez maior de restaurantes está oferecendo carne maturada aos seus clientes (Nam e Inmyoung, 2020).

A maturação tradicional da carne envolve mantê-la (embalada ou não) por pelo menos 14 dias sob refrigeração (Lawrie e Ledward,2006). Na indústria de processamento de carnes, dois dos métodos de maturação mais comumente aplicados são a maturação úmida e a maturação a seco. Em geral, o processo de maturação a seco é realizado em condições aeradas, enquanto o processo de maturação úmida envolve essencialmente vácuo e embalagem, o que significa que as condições não envolvem aeração (Hanagasaki e Asato, 2018).

Na maturação úmida os cortes cárneos são acondicionados em uma embalagem lacrada a vácuo e armazenada em ambiente controlado sob temperatura refrigerada, tempo pré-determinado, que geralmente vai de 7 a 28 dias neste caso a umidade ou a velocidade do fluxo de ar não desempenham nenhum papel. Seus pontos vantajosos são o aumento da suculência e maciez devido à umidade retida da carne, além da flexibilidade de armazenamento (Smith et al., 2008; Dashdorj et al., 2016; Hulánková et al. 2018; Kim et al., 2019).

Na maturação a seco o processo se baseia em expor carcaças ou cortes de carne sem embalagem em salas refrigeradas com temperatura, umidade relativa e fluxo de ar controlados, a durabilidade deste método pode variar de semanas a meses de procedimento (Dashdorj et al., 2016; Oh et al., 2019).

Durante o processo dos produtos cárneos maturados a seco, ocorrem diferentes mudanças físico-químicas,

das quais a proteólise é um dos fenômenos mais importantes. As proteínas cárneas sofrem alterações na solubilidade e também são degradadas, principalmente pelas enzimas naturalmente presentes no músculo, como as calpaínas e a calpastatinas (Baird, 2008).

A proteólise é um dos principais mecanismos de degradação que afetam as proteínas no processo de maturação, contribuindo na textura pela quebra da estrutura muscular, para o sabor por meio da geração de pequenos peptídeos e aminoácidos livres e para o aroma por degradação adicional de alguns aminoácidos livres. Existem vários estágios consecutivos na proteólise: quebra das principais proteínas miofibrilares pela ação de calpaínas e catepsinas, geração de polipeptídeos que atuam como substratos para peptidases para gerar pequenos peptídeos e intensa geração de aminoácidos livres pela ação das aminopeptidases (Toldrá, 2006).

Como apontam Wood et al. (2008), além da proteólise a oxidação lipídica é um fator importante no desenvolvimento dos sabores e características em carne maturadas a seco, podendo proporcionar sabores indesejados pela exposição da carne diretamente ao ar, dependendo do perfil de ácidos graxos da carne bem como os métodos de processamento e condições de armazenamento, para isso todos os parâmetros de processos devem ser cuidadosamente controlados e pré-determinado apara melhores resultados.

No decorrer da atividade de maturação a seco, vários microrganismos, especialmente leveduras e bolores, podem crescer na superfície da carne (Ryu et al., 2018). O papel das leveduras e bolores no desenvolvimento do sabor é bem conhecido e está associado às suas atividades proteolíticas e / ou lipolíticas na carne (Lee et al., 2019).Vale salientar que a marmorização, também influência no sabor junto a suculência das carnes, elevando sua qualidade.

Já o amaciamento da carne deve-se principalmente à degradação enzimática, com a maioria dos eventos proteolíticos mediados pela atividade de calpaínas ocorrem entre 3 e 14 dias *post-mortem*, principalmente por *μ-calpaína* (Maltin et al., 2003).

No entanto, todo o processo de maturação a seco leva a uma perda de até 30% de umidade, o que consequentemente, fazem com que os custos aumentem bastante devido ao tempo de armazenamento estendido, aquisição de equipamentos apropriados e redução no rendimento (Canavari et al., 2017), assim carnes maturadas se tornam mais caras do que carnes normais.

Segundo Hulánková et al. (2019) o produto que é maturado a seco mostrou maior patabilidade em comparação com produtos maturados a úmido, e isso é devido à perda de umidade, resultando em um sabor mais profundo e intenso, como o umami e o amargo com toques de nozes e queijo, além do aumento da maciez, resultante da degradação enzimática do tecido muscular .

Diante do exposto, o objetivo desta revisão foi demonstrar a influência dos parâmetros de processo empregados na maturação a seco, como o tempo, temperatura de armazenamento, umidade relativa e o fluxo de ar na qualidade final do produto, destacando os indicadores de sabor, maciez e suculência da carne.

TEMPO DE MATURAÇÃO

No geral, o tempo da maturação a seco afeta diretamente o produto final e é o parâmetro mais controlável dentro do processo, com a sua determinação no começo da maturação, onde se decidirá por um período longo ou curto. A faixa mais frequente utilizada e com as melhores respostas, já analisado por diversos pesquisadores, é a de 14 a 40 dias, obtendo resultados desejados e satisfatórios (Savell et al. 2007).

A influência na maciez ocorre nas primeiras duas semanas de maturação na maioria dos estudos (Terjung et al. 2020). Como descrito por Oh et al. (2019) o melhoramento da maciez na carne bovina pode ser ocasionada pela quebra das miofibrilas por meio de sua atividade de protease, o que foi observada em seu no estudo em lombo de vaca envelhecida por 28 dias. Já Yoonkyung et al. (2019) relataram que o método de maturação a seco melhorou a maciez no tempo de 40 a 60 dias em amostra de carne obtidas de carcaças de vacas Hanwoo (34-60 meses de idade). Junto à maciez, o método leva o aumento significativo da suculência nas peças, mostrado por Li et al. (2014), que ressaltam que a maturação a seco melhora a suculência da carne à medida que o tempo de maturação aumenta.

Como observado por Kim et al. (2016) a melhoria na característica do sabor na carne é um dos pontos mais tipicamente vantajosos do método de maturação a seco. Durante o seu progresso o teor de água diminuiu continuamente, especificamente entre os dias 14 e 21 de maturação, aumentando as concentrações da maioria dos compostos de sabor decorrente ao tempo de maturação para todos os músculos da carne (Yoonkyung et al. 2019).

Esta característica pôde ser comprovada por Yoonkyung et al. (2019) que no estudo em carne bovina observaram que a maioria dos compostos voláteis aumentaram em suas concentrações com o aumento do tempo de maturação, como o hexanal, heptanal, octanal, nonanal e 17-octadecanal que foram os compostos predominantes encontrados no estudo, afetando consideravelmente o sabor de todos os músculos. Além disso, sob a mesma condição de maturação a seco , as quantidades totais de pirazinas e compostos contendo enxofre associados a notas de

sabor agradáveis foram detectados nos músculos, no tempo de 40 a 60 dias.

A melhoria do sabor pôde também ser comprovada por Nam e Inmyoung (2020) que ao estudarem a maturação a seco em carne suína detectaram o aumento de aminoácidos livres, responsáveis por aromas e sabores característicos na maturação no dia 28, sendo maior do que em comparação do que medido no dia 21, indicando que em 28 dias a carne de porco deve produzir um sabor mais palatável, profundo e complexo, devido a presença do ácido glutâmico e ácido aspártico realçando o sabor umami e também a presença de treonina e leucina, responsáveis pelo sabor amargo na carne.

O pH também é conhecido por estar intimamente relacionado à qualidade da carne juntamente com maciez, suculência e sabor. Oh et al. (2018) avaliaram a variação do pH em carne bovina, e verificaram que conforme o período de maturação a seco aumentou, o pH da porção interna da carne também aumentou significativamente ($p<0,05$). Os resultados encontrados podem ser devido ao acréscimo do teor de aminas/amônias e trimetilamina e pela hidrólise das proteínas musculares causadas pelas catepsinas, que alteram propriedades físico-químicas da carne, resultado melhorias em sua qualidade.

Comprovou-se também que após a maturação a seco por 28 dias, os resultados da análise da microbiota da carne mostraram que bolores e leveduras predominaram na carne bovina maturada a seco, realçando sabores e aroma característico da maturação (Oh et al., 2019).

UMIDADE RELATIVA

A umidade relativa do ar controlada desempenha papel crucial no processo de maturação a seco, o seu valor determinado no processo que irá garantir qualidade da carne. Quando a umidade relativa for muito alta, bactérias deteriorantes podem crescer, ocasionando sabores indesejáveis, já quando a umidade for baixa, restringirá o crescimento bacteriano, porém promoverá maior perda de peso por evaporação e a carne irá desidratar rapidamente, perdendo a suculência necessária para um padrão de qualidade aceitável pelos consumidores (Dashmaa et al., 2016).

Segundo DeGreer et al. (2009) a umidade relativa dentro da faixa de 61% a 85% é a recomendada pra a maturação, mas se deve ter o registro diário durante todo o seu processo. Sendo comprovada por Hyemin et al. (2019) que ao maturar a seco lombo bovino a uma umidade relativa de 75% observou melhoramento da qualidade da carne , quanto ao aumento de aminoácidos livres como os ácidos oleico, palmítico e esteárico, que por sua vez interferem diretamente no sabor característico da carne maturada, demonstrando o diferencial do processo.

Por outro lado, o estudo de Yoonkyung et al. (2019) relatou que na maturação a umidade relativa na faixa de 65% a 85% melhorou os atributos de qualidade alimentar em carne bovina, indicando aumento dos escores dos atributos sensoriais com o aumento do tempo de maturação para todos os músculos estudados.

FLUXO DE AR

O fluxo de ar é um parâmetro tão importante quanto a umidade relativa e o seu valor deve ser suficiente para fornecer uma circulação de ar em pontos mortos ou locais de alta velocidade. Para ocorrer a redução de umidade necessária, o fluxo de ar deve ser suficiente para atingir toda superfície do corte. Caso seja utilizado ar em excesso, a carne secará rapidamente e aumentarão as perdas de corte no produto final (Campbell et al. 2001).

O fluxo de ar deve ser mantido uniforme durante todo o processo de maturação e as peças devem ser dispostas separadamente para garantir a circulação entre as peças e o controle entre cada porção (Gudjónsdóttir et al. 2015).

No estudo de Oh et al. (2019) o resultado mostrou que 2,5 m/s de fluxo de ar mostrou mais diversidade microbiana do que aqueles maturados a seco a 0 e 5 m/s de fluxo, uma vez que 2,5 m/s de fluxo de ar é mais apropriado para espalhar fungos e leveduras e fornecer oxigênio para eles, atribuindo características sensoriais desejáveis à carne bovina maturada a seco.

TEMPERATURA

A temperatura de maturação é um parâmetro crítico do processo, visto que se a temperatura do processo for elevada pode promover um crescimento bacteriano, resultando no desenvolvimento de odores e sabores estranhos e indesejáveis, portanto, o método é realizado em temperaturas de refrigeração (0 °C a 4 ºC), sem congelar a carne, para que não ocorra interferência nos efeitos da maturação, que quando a temperatura está abaixo do ponto de congelamento estes processo enzimáticos se tornam mais lentos, prejudicando todo o processo (Dashmaa et al., 2016).

A temperatura interna do ambiente deve ser estabilizada, sem muitas oscilações, para isso recomenda-se que a sala de maturação tenha uma antessala ou seja aberta para outra área refrigerada, evitando a entrada de ar externo quente e úmido (DeGreer et al., 2009).

Nam e Inmyoung (2020) estudaram a qualidade da carne suína maturada a seco, sendo a barriga e a espádua de porco como as partes estudadas, sob uma temperatura de 2°C a - 1° C, resultando um aumento na palatabilidade das peças, agregando valor ao produto.

Yoonkyung et al. (2019) trabalharam a maturação a seco de músculos da carne Hanwoo sob a uma faixa de temperatura de 2 ℃ – 4 ℃ resultando melhoramento na maciez e sabor dos músculos.

CONCLUSÃO

Mediante exposto, a adoção da maturação a seco pode realmente ser útil para melhorar a qualidade e aceitabilidade da carne no mercado. Sendo um processo que produz carne com sabor único e de alto valor agregado. O tempo da maturação a seco mostrou uma influência notável nas propriedades funcionais, a umidade relativa o fluxo de ar e a temperatura fornecem um controle e garantia da qualidade das peças, evitando que surja efeitos indesejados no produto final. Como resultado, a técnica de maturação a seco, pode fornecer carne mais macia, suculenta e de sabor encorpado no produto final, podendo ser uma influência positiva na decisão do consumidor.

REFERÊNCIAS

BAIRD, B. Dry aging enhances palatability of beef, Beef safety/quality issues update, p. 27-28, 2008.

BERK, Z. Dehydration. In Food process engineering and technology .Academic Press, ed. 3, p. 513–566, 2018.

CAMPBELL, R. E.; HUNT, M. C.; CHAMBERS, L. P. Dry-aging effects on palatability of beef longissimus muscle. Journal Food Science, v. 66, n. 19, p. 6-9, 2001.

CANAVARI, M.; BIASCO, D.; WONGPRAWMAS, R. Is Dry Aging for Pork Relevant to Consumers?, Journal of International Food & Agribusiness Marketing, v. 30, n. 3, p. 291-303, 2018.

DASHDORJ, D.; TRIPATHI, V. K.; CHO, S.; KIM, Y.; HWANG, I.. Dry aging of beef; Review, Dashdorj et al. Journal of Animal Science and Technology, v. 58, n. 20, 2016.

DEGREER, S. L.; HUNT, M. C.; BRATCHER, C. L.; CROZIER-DODSON, B. A.; JOHNSON, D. E.; STIKA, J. F. Effects of dry age of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. Meat Science, v. 83, n.7, p. 68-74, 2009.

GARCIA-GALICIA, I. A.; GONZALEZ-VACAME, V. G.; HUERTA-JIMENEZ, M. ; CARRILLO-LOPEZ, L. M.; TIRADO-GALLEGOS, J. M.; REYES-VILLAGRANA, R. A.; ALARCON- ROJO, Alma D. Ultrasound Versus traditional ageing: physicochemical properties in beef longissimus lumborum, CyTA - Journal of Food, vol. 18, n. 1, p. 675-682, out. 2020.

GUDJÓNSDÓTTIR, M.; GACUTAN, M. D.; MENDES, A. C.; CHRONAKIS, I. S.; JESPERSEN, L.; KARLSSON A. H. Effects of electrospun chitosan wrapping for dry aging of beef, as studied by microbiological, physicochemical and low-field nuclear magnetic resonance analysis, Food Chemical, v. 184, n.1, p. 67-75, 2015.

HÁ, Y.; HWANG, I.; BA, H. V.; RYU, S.; KIM, Y.; KANG, S. M.; KIM, J.; KIM, Y.; CHO, S. Effects of Dry- and Wet-ageing on Flavor Compounds and Eating Quality of Low Fat Hanwoo Beef Muscles, Food Sci. Anim. Resour, v. 39, n. 4, p. 655-667, 2019.

HANAGASAKI, T.; ASATO, N. Changes in free amino acids and hardness in round of Okinawan delivered cow beef during dry- and wet-aging processes, Hanagasaki and Asato Journal of Animal Science and Technology, v. 60, p. 23, 2018.

HEDRICK, G. B.; ABERLE, E.; GORREST, M. J.; MERKEL, R. Principles of Meat Science, Kendall/Hunt Pub. Co., Dubuque, IA, ed. 3, p. 126–131, 1988.

HULÁNKOVÁ, R.; KAMENÍK, J.; SALÁKOVÁ, A.; ZÁVODSKÝ, D.; BORILOVA, G. The effect of dry aging on instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle, LWT, v. 89, p. 559-565, 2018.

JIANG, T.; BUSBOOM, J.; NELSON, M.; O'FALLON, J.; RINGKOB, T.; ROGERS-KLETTE, K.; PIPER, K. Influência de dietas forrageiras e envelhecimento na palatabilidade da carne bovina, Ciência da carne, v. 86, n. 3, p. 642-650, 2010.

KIM, J. H.; JEON, M. Y.; LEE, C. H.; Physicochemical and sensory characteristics of commercial, frozen, dry, and wet-aged Hanwoo sirloins, Asian-Australasian jornal of animal sciences, v. 32, n. 10, p. 1621, 2019.

LI, X.; BABOL, J.; BREDIE, W. L.; NIELSEN, B.; TOMANKOVA, J.; LUNDSTROM, K. A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. Meat Science, v. 97, n. 4, p. 33-442, 2014.

LAWRIE, R. A.; LEDWARD, D. A. Lawrie's meat science. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.

LEE, H. J.; YOON, J. W.; KIM, M.; OH, H.; YOON, Y.; JO, C. Changes in microbial composition on the crust by different air flow velocities and their effect on sensory properties of dry-aged beef, Meat science, v. 153, p. 152-158, 2019.

MALTIN, C.; BALCERZAK, D.; TILLEY, R.; DELDAY, M. Determinants of meat quality: tenderness, Proceedings of the Nutrition Society, v. 62, n. 2, p. 337-347, 2003

NAM, O. S.; PARK, I. Palatability and hygiene characteristics of dry-aged pork and optimisation of dry ageing period, International Journal of Food Science and Technology, n. 55, p. 1180–1188, jan. 2020.

NINO, Terjung; FRANZISKA, Witte; VOLKER, Heinz. The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging, Meat Science v. 172, 108355, fev. 2021.

OH, J.; LEE, H. J.; YOON, J. W.; CHOE, J.; JO, C. Electrical resistance and mold distribution on beef surface as indicators of dry aging, Journal of Food Process Engineering, ed. 13122, 2019.

OH, H.; LEE, H. J.; LEE, J.; JO, C.; YOON, Y. Identification of Microorganisms Associated with the Quality Improvement of Dry-Aged Beef Through Microbiome Analysis and DNA Sequencing, and Evaluation of Their Effects on Beef Quality, Journal of Food Science, v. 84, ISS. 10, 2019.

RYU, S.; PARK, M. R.; MABURUTSE, B. E.; LEE, W. J.; PARK, D. J.; CHO, S.; KIM, Y. Diversity and characteristics of the meat microbiological community on dry aged Beef, Journal of microbiology and biotechnology, v. 28, n. 1, p.105-108, 2018.

SAVELL J. W.; HARRIS K. B.; MILLER R. K.; GRIFFIN D. B.; LASTER M. A.; VOGES K. L. Avaliação da maciez, sabor e rendimento da carne bovina maturada a seco. Resumo do projeto. Associação Nacional de Pecuaristas de Carne. Disponível: http://www. beefresearch.org/CMDocs/ BeefResearch/PE_Project_Summaries/FY06Tendern ess_flavor_yield_assess ments.pdf. Acesso em 03 de dezembro de 2021.

SMITH, R.; NICHOLSON, K.; NICHOLSON, J.; HARRIS, K.; MILLER, R.; GRIFFIN, D.; SAVELL, J. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins, Meat science, v. 79, n. 4, p. 631-639, 2008.

STADNIK, J.; DOLATOWSKI, Z. J. Effect of Inoculation with Probiotics and Ageing Time on Selected Functional Properties and Oxidation of Proteins in Dry-Cured Pork Loins, International Journal of Food Properties, v. 17, n. 4, p. 866-876, 2014.

TERJUNG, N.; WITTE, F.; HEINZ, V.; The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging, Meat Science, v. 172, 108355, ISSN 0309-1740, 2021.

TOLDRÁ, F. The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions, Trends in Food Science & Technology, v. 17,n. 4, p. 164–168, 2006.

ZHAO, C. J.; SCHIEBER, A..; GÄNZLE, M. G. Formation of Taste-Active Amino Acids, Amino Acid Derivatives and Peptides in Food Fermentations - A Review. Food Research International, v. 89, p. 39-47, 2016.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. L.; HUGHES, S. L.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. Meat Science. v. 78, p. 343–358, 2008.