

Maturação da carne bovina (Ageing of meat beef)

Cristiana Andrighetto*, **André Mendes Jorge***, **Roberto Oliveira Roça****,
Daniela da Rocha Sartori*, **Érico Rodrigues***, **Waldmaryan Bianchini***.

*Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp/Botucatu-SP.

**Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp/Botucatu-SP. Contatos:
andrighetto@fca.unesp.br, andrejorge@fmvz.unesp.br

RESUMEN – Las crecientes exigencias por parte de los consumidores por productos de calidad están movilizando a los productores y a la industria de la carne, de manera a que sus sistemas de producción sean adecuados para que puedan ofrecer a sus clientes un producto que contemple esa característica. Cuando evaluados los parámetros indicativos de la calidad de la carne, la blandura es el factor de mayor variabilidad, siendo este el atributo más deseable por parte del consumidor. La maduración es una alternativa tecnológica que visa mejorar la blandura de la carne, que consiste en mantener la carne después del proceso de *rigor mortis*, bajo sistema de refrigeración (temperatura cercana a 0° C) por un periodo de tiempo posterior al abate, que puede variar de 7 a 28 días. Durante la maduración la carne

sufre la acción de enzimas siendo estas las calpaínas y catepsinas. Las calpaínas degradan las proteínas miofibrilares, principalmente las de la línea Z, en determinados puntos internos de las moléculas, mejorando la blandura de la carne. Las catepsinas son proteínas intracelulares que se ubican en la fracción lisosómica de la célula, lo que las diferencia de otras proteasas. Una característica importante de las catepsinas es que ellas degradan no solo proteínas miofibrilares como también ejercen acción sobre las proteínas del tejido conjuntivo. La maduración es una herramienta que mejora la blandura de la carne, presentando un producto de mejor calidad para el consumidor.

Palabras clave: blandura, enzimas, degradación miofibrillar

RESUMO - As exigências cada vez maiores dos consumidores por produtos de qualidade estão mobilizando os produtores e a indústria da carne a adequarem seus sistemas de produção com objetivo de oferecer aos seus clientes um produto com essa característica. Quando avaliados parâmetros que envolvem a qualidade de carne, a maciez é o fator de maior variabilidade, sendo o atributo mais desejável pelo consumidor. A maturação é uma alternativa tecnológica para melhorar a maciez da carne que consiste em manter a carne após o processo de *rigor mortis* sob refrigeração

(temperatura em torno de 0°C), por um período de tempo após o abate que pode variar de 7 a 28 dias. Durante a maturação a carne sofre a ação de enzimas sendo estas as calpaínas e a catepsina. As calpaínas degradam as proteínas miofibrilares, principalmente as da linha Z, em determinados pontos internos das moléculas melhorando a maciez da carne. As catepsinas são proteínas intracelulares que se localizam na fração lisossômica da célula, o que as distingue de outras proteases. Uma característica importante das catepsinas é que elas degradam não só proteínas

miofibrilares como também exercem ação sobre as proteínas do tecido conjuntivo. A maturação é uma ferramenta que melhora a maciez da carne, apresentando um produto de melhor qualidade para o consumidor.

Palavras chave: maciez, enzimas, degradação miofibrilar

Key words: tenderness, enzym, myofibril degradation

1. Introdução

Nos últimos anos devido ao maior nível de exigência dos consumidores internos estimulados pela propaganda de carne de qualidade fez com que o comércio varejista passasse a exigir dos frigoríficos o fornecimento de carnes e carcaças que apresentassem certas características qualitativas (maciez, suculência e cor) (OLIVEIRA, 2000). Quando avaliados parâmetros que envolvem a qualidade de carne, a maciez é o fator de maior variabilidade, sendo o atributo mais desejável pelo consumidor (FELÍCIO, 1993; KOOHMARAIE, 2003).

Uma alternativa tecnológica muito difundida e utilizada pela indústria da carne, é a maturação, que tem como objetivo melhorar as características organolépticas da carne sendo as mais importantes, a maciez, o sabor e a suculência.

O período de rigor mortis é um dos fenômenos mais importantes no processo de conversão do músculo em carne, sendo caracterizado pela rigidez do músculo após a morte do animal. Isso se deve a formação de ligações cruzadas permanentes entre a actina e miosina uma vez que o músculo já não dispõe de energia necessária para o relaxamento. A maciez da carne será então definida pelo balanço entre o endurecimento induzido pelo rigor muscular e o amaciamento natural, durante a maturação (Heinemann, 2002).

A maturação da carne consiste em manter a carne após o processo de *rigor mortis* sob refrigeração (temperatura em torno de 0°C), por um período de tempo após o abate que pode variar de 7 a 28 dias. Durante o processo há necessidade de embalar a carne a vácuo, o que retarda o crescimento de bactérias aeróbicas putrefativas e favorece o crescimento das bactérias lácticas, que, por sua vez, produzem substâncias antimicrobianas (Puga et al., 1999). A maturação também possibilita a ação de proteases endógenas.

2. Sistemas bioquímicos da maturação

No processo de maturação a ação de enzimas endógenas responsáveis pela maciez é prolongada. As principais enzimas presentes nesse processo são as calpaínas e as catepsinas capazes de hidrolisar as proteínas miofibrilares.

O principal mecanismo ou sistema relacionado com a maciez é o das calpaínas, estas são enzimas cálcio dependentes e apresentam três componentes principais: calpaína tipo I ou μ -calpaína (enzima que requer baixos níveis ou micromoles, μ M, de cálcio), é ativada quando o pH decai de 6,8 para aproximadamente 5,7; calpaína tipo II ou m-calpaína (enzimas que requer níveis mais elevados ou milimoles, mM, e cálcio). É ativado

quando o pH está em torno de 5,7 e é responsável pela continuidade do processo de amaciamento, estando ativa em torno das 16 horas post-mortem e assim permanecendo por longos períodos; calpastatina, que tem como principal função inativar as calpaínas. (Volpelli et al., 2004)

Uma das principais evidências, que apontam para as calpaínas, como reguladoras do processo de amaciamento, é o fato de que durante o processo de maturação da carne as calpaínas degradam as proteínas miofibrilares em determinados pontos internos das moléculas melhorando a maciez da carne, porém, não são capazes de levar o processo de hidrólise até aminoácidos.

O enfraquecimento da estrutura da linha Z promove o amaciamento da carne. Grandes mudanças na maturação são causadas pelas calpaínas, entre 3 a 4 dias *post mortem* (Moraes & Azevedo, 2003).

As calpaínas não atuam diretamente sobre a miosina e a actina, porém, degradam as linhas Z e digerem as proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C. A hidrólise da tropomiosina e troponina facilita a desestruturação e a liberação dos filamentos finos, resultando nos monômeros de actina, enquanto que a digestão da proteína C em um mecanismo semelhante desestabiliza e libera os filamentos grossos, resultando nos monômeros de miosina (Kubota et al, 1993).

As proteínas titina e nebulina reforçam transversalmente a estrutura miofibrilar e a ação da μ -calpaína e m-calpaína sobre estas enzimas auxilia a enfraquecer esta estrutura. Finalmente, a digestão da desmina e das linhas Z também enfraquece a estrutura miofibrilar, principalmente as linhas Z, que são necessárias para manter juntos os sarcômeros (Roça, 2000; Kubota et al, 1993).

O complexo do sistema calpaínas é constituído também pela presença da calpastatina, uma enzima que inibe a ação das calpaínas, desta forma diminuindo a degradação das proteínas miofibrilares durante o processo de maturação reduzindo assim a maciez. A calpastatina tem grande influência na maciez da carne após 24 horas e também nas carnes maturadas, cessando seus efeitos só quando termina a calpaína ou o sistema enzimático é destruído pelo cozimento. Carnes com alta atividade de calpastatina no primeiro dia *post-mortem* necessitam de maior força para serem cortadas, ou seja, são menos macias (Rübensam et al., 1998).

A carne de zebuínos é menos macia que a carne de taurinos em virtude da proteólise reduzida das proteínas miofibrilares associada à alta atividade de calpastatina nos músculos. A participação crescente de genes de *Bos indicus* em cruzamentos com *Bos taurus*, diminui então consideravelmente a maciez da carne devido à maior atividade de calpastatina na carne de *Bos indicus* e suas cruzas à medida que a participação do genótipo *Bos indicus*, em cruzamentos com bovinos *Bos taurus*, ultrapassa 25%, a atividade de calpastatina e a força de cisalhamento do contrafilé (músculo *longissimus dorsi*) aumentam resultando em carne de pior textura, ou seja, mais dura. (Rubensam et al., 1998). De forma resumida, a calpastatina regularia a taxa de proteólise miofibrilar e sua própria hidrólise, controlando a

atividade da μ -calpaína sem cessar os efeitos da proteinase.

As catepsinas são enzimas também importantes no processo de maturação. São proteínas intracelulares dos tecidos animais, ativas em pH ácido. Essas enzimas se localizam na fração lisossômica da célula, o que as distingue de outras proteases, como a tripsina e a quimiotripsina, que são excretadas pelas células. Foram descritas cinco catepsinas, designadas com as letras A, B, C, D e E. As catepsinas B e D degradam a actina e miosina nativas e as catepsinas B e L degradam o colágeno, porém, sua atividade em pH 5,5 é baixa (Roça, 2000).

Portanto as catepsinas degradam não só proteínas miofibrilares (como as calpaínas o fazem) como também exercem ação sobre as proteínas do tecido conjuntivo (colágeno), o que pode indicar um sinergismo entre os dois sistemas (Moraes & Azevedo, 2003).

Nas carnes maturadas a quantidade de colágeno solubilizado é maior que em carnes não maturadas, pela ação proteolítica das catepsinas, liberadas ao meio extracelular e capazes de clivar o colágeno insolúvel em fragmentos solúveis (Oliveira et al., 1998; Monsón et al., 2004).

Desta maneira a maturação aumenta a capacidade de retenção de água diminuindo assim as perdas de peso por cozimento, que podem então estar relacionadas com o grau de gelatinização do colágeno e a exposição do músculo a proteases degradativas que provocam danos no tecido conectivo intramuscular e na membrana básica envolvendo os tecidos, deste modo, limitando a habilidade do colágeno encolher com o aquecimento e, portanto, diminuindo as perdas por cozimento (Oliveira et al., 1998).

3. Utilização do cálcio durante a maturação

Como citado anteriormente a calpaína I ou μ -calpaína necessita de baixos níveis de cálcio para se ativar (1 a 10 μ M), já a calpaína II ou m-calpaína necessita de altos níveis de cálcio livre (50 a 70mM), quantidades maiores do que as encontradas naturalmente na carne. Como consequência, apenas 30% da calpaína II é ativada num processo natural de maturação. A fim de melhorar a eficiência desse sistema, vem sendo estudada a adição de soluções salinas contendo íons cálcio (CaCl₂) à carne, seguido de maturação a vácuo sob refrigeração (Moura et al., 1999).

O aumento da concentração de cloreto de cálcio intensifica a proteólise durante a maturação e influencia positivamente a textura da carne, reduzindo a força de cisalhamento (Heinemann & Pinto, 2003).

É importante que a injeção de cloreto de cálcio seja realizada após a instalação do *rigor mortis*, uma vez que a carne tratada em estado pré-rigor pode apresentar problemas de aparência e flavor. Além disso, dependendo da quantidade de sal adicionado à carne, pode ocorrer formação de sabor indesejável (Morgan et al., 1991).

Morgan et al., (1991) observaram o desenvolvimento de sabor amargo e metálico em carne injetada com solução 300mM de cloreto de cálcio. Assim, é importante estabelecer a concentração e quantidade ideal de CaCl₂ a ser adicionado à carne para obter o efeito desejado de abrandamento da textura, sem promover o surgimento de defeitos de sabor decorrentes da aplicação dessa alternativa tecnológica.

4. Considerações finais

É muito importante o entendimento das bases bioquímicas no processo de amaciamento da carne durante a maturação, já que esta é uma ferramenta que melhora as suas características organolépticas, apresentando um produto de melhor qualidade para o consumidor e aumentando o seu valor de mercado.

Referências Bibliográficas

1. HEINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F. Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade de carne bovina maturada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23 supl., p. 1-6, 2003.
2. HEINEMANN, R. J. B.; Influencia no peso de abate nas características da carcaça e da carne do músculo *longissimus dorsi* em novilhos nelore e cruzados Limousin-Nelore. (Dissertação – Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos). São José do Rio Preto, Unesp, 2000. 123 p.
3. Kubota, E. H., Olivo, R.; Shimokomaki, M. Maturação da carne: um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, v. 18, n. 200, out., p. 12-15, 1993.
4. MAHER, S. C.; MULLEN, A. M.; BUCKELEY, D.J. et al. Influence of biochemical differences on the variation in tenderness of M. *Longissimus dorsi* of Belgian Blue steers managed homogeneously pre and pos slaughter. **Meat Science**. v. 69. p. 215-224, 2004.
5. Morgan, J.B.; Miller, R.K.; Mendez, F.M.; Hale, D.S.; Savell, J.W. Using calcium chloride injection to improve tenderness of beef from mature cows. **Journal of Animal Science**, v.69, n.11, p.4469-4476, 1991.
6. MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SURRE, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meta quality. **Meat Science**. v. 68. p. 565-602, 2004.
7. MORAIS, M. V. T.; AZEVEDO, P. R. A. Fatores extrínsecos que influenciam no amaciamento da carne. Revista nacional da carne. n.321, 2003 Disponível em: URL http://www.dipemar.com.br/carne/321/materia_estudo_carne.htm.
8. MORGAN, J. B.; MILLER, R. K.; MENDEZ, F. M.; et al. Using calcium chloride injection to improve tenderness of beef from mature cows. **Journal of Animal Science**, v.69, n.11, p.4469-4476, 1991.
9. MOURA, A. C.; FILHO, A. L.; NARDON, R. F.; et al. Efeito da injeção de cloreto de cálcio pós-morte e tempo de maturação no amaciamento e nas perdas de cozimento do músculo *Longissimus dorsi* de animais *Bos indicus* e *Bos taurus* selecionados para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.6, p.1382-1389, 1999.
10. OLIVEIRA, A.L. Qualidade da carne bovina. **Informe Agropecuário**.v. 21. n. 205. p.39-47, 2002.

11. OLIVEIRA, L. B.; SOARES, G. J. D.; ANTUNES, P. L. Influência da maturação da carne bovina na solubilidade do colágeno e perdas por cozimento. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.4. n. 3. p. 166-171., 1998.
12. PUGA, D. M. U.; CONTRERAS, C. J. C., TURNBULL, M. R. Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*Triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.19 n.1 p. 1-10, 1999.
13. Roça, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP, 2000, 201p.
14. RÜBENSAM, J. M., FELÍCIO, P. E., TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.405-409, 1998.
15. VOLPELLI, L. A.; FAILLA, S.; SEPILERI, A., et al. Calpain system in vitro activity and miofibril fragmentation index, in fallow deer effects of age and supplementation. **Meat Science**. p. 1-4, 2004.

Trabajo recibido el 13/02/2006, nº de referencia 060603_RED VET Enviado por su autor principal. Publicado en [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet), ISSN 1695-7504 el 01/06/06.

[Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org/comunidad-virtual) - Veterinaria Organización S.L.®

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con Veterinaria.org – <http://www.veterinaria.org/> y [REDVET® http://www.veterinaria.org/revistas/redvet](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](http://www.veterinaria.org/copyright) 1996 -2006