

NESTE NÚMERO:

- 3 Importância da atividade da enzima peroxidase glutaciona e do conteúdo de selênio em tecidos de bovinos e suínos utilizados na produção de carnes
- 4 A influência da genética e sistemas de insensibilização no bem estar - animal e qualidade de carne de suínos no Brasil
- 6 Marinação – mais que uma adição de sabor
- 8 Eventos 2004

Comissão Editorial

Eunice Akemi Yamada
 Expedito Tadeu Facco Silveira
 José Ricardo Gonçalves
 Manuel Pinto Neto
 Tânia Mara Jucá Lopes

Revisão

Cristina Helena R.C. Gonçalves

Editores

Fernando César Zullo

CENTRO DE TECNOLOGIA
 DE CARNES

ITAL

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CTC

TECNOCARNES

Vol. XIII – nº 5

Set-out/2003

BOLETIM DE CONEXÃO INDUSTRIAL DO
 CENTRO DE TECNOLOGIA DE CARNES DO ITAL

Estrutura do músculo cozido e força de cisalhamento

José Ricardo Gonçalves

Durante o cozimento a mudança mais perceptível é o encolhimento do volume do músculo, com a conseqüente perda de fluido e o desenvolvimento de uma rigidez não existente na carne crua. A textura é, provavelmente, o requisito mais importante para a qualidade degustativa e a extensão da mudança varia consideravelmente de músculo para músculo. Visto que a estrutura do músculo é determinada pela organização das proteínas miofibrilares e do tecido conjuntivo, não é surpreendente que a textura da carne cozida seja determinada principalmente pela resposta desses componentes ao calor. Porém as proteínas sarcoplasmáticas e os lípides intramusculares podem ter alguma importância na determinação desse parâmetro (LEDWARD, 1979).

No aspecto tecnológico a avaliação objetiva da textura é feita com base na força de cisalhamento requerida para romper o tecido muscular. O método tem aceitação universal e, em geral, apresenta boa correlação com a avaliação sensorial (método subjetivo), feita por equipes de provadores (JUDGE *et al*, 1989; LEDWARD, 1979; VARNAM; SUTHERLAND, 1995). Porém, alguns autores têm questionado a precisão do método e WHEELER *et al* (1997) reportaram que diferentes

procedimentos podem resultar em variações consideráveis no valor da força de cisalhamento entre experimentos de origens distintas.

O aumento da força de cisalhamento com a temperatura ocorre em duas fases distintas: 45-50°C e 65-70°C. Na primeira fase esse aumento tem sido atribuído à desnaturação de actina e miosina, cuja coagulação conduz à formação de um gel semi-rígido. O encolhimento da actomiosina ocorre dentro da camada endomisial, a qual não é afetada a baixas temperaturas. Na carne crua essa camada limita o intumescimento das miofibrilas e está sob um grau de tensão. A desnaturação da actomiosina libera a tensão e o fluido é forçado para fora do espaço entre o endomísio e as miofibrilas desnaturadas, explicando a perda de fluido observada a esta temperatura. Na segunda fase, o aumento da força de cisalhamento é atribuído ao encolhimento do colágeno perimisial. As fibras são desnaturadas e mudam de uma condição opaca, inelástica e com banda padrão característica, para uma fibra intumescida e com propriedades elásticas. A desnaturação é acompanhada pelo encolhimento e uma tensão é gerada contra as fibras do músculo, no interior dos feixes envolvidos pelo perimísio. O fluido liberado na

desnaturação da actomiosina é expelido pelo encolhimento do perimísio. A extensão do encolhimento e perda de fluido dependem da natureza e magnitude das ligações cruzadas intermoleculares, que estabilizam as fibras do colágeno perimísial. Por esta razão a extensão é maior em músculos de animais mais velhos.

O aquecimento prolongado a 70°C ou mais, finalmente conduz a uma redução da força de cisalhamento, provavelmente, em razão da quebra de ligações peptídicas. De modo geral, as ligações cruzadas de colágeno parecem capazes de regenerar a estrutura nativa quando é feito o resfriamento à 20°C. Como consequência, a resistência residual das fibras musculares aumenta, resultando numa força de cisalhamento maior a 20°C do que a 70°C.

A resistência residual das fibras musculares contribui para o enrijecimento da carne, além da tensão gerada pelo termoencolhimento do colágeno perimísial. As propriedades de elasticidade da carne cozida ao longo do eixo das fibras são cerca de 10 vezes maior que a força requerida para separar os feixes transversalmente. Isto indica a fragilidade do perimísio, responsável pela ligação lateral das fibras musculares. Estudos de fratura mecânica de carne cozida têm mostrado que a ligação endomísio-perimísio é a primeira a fraturar sob carga, constituindo-se então no ponto mais frágil. Aumentando a carga sucessivamente as fibras musculares individuais quebram, seguidas finalmente pelas fibras do perimísio.

Em geral, pode ser percebido que o volume da carne é uma função das proteínas miofibrilares desnaturadas, mas a textura é determinada pelas fibras de colágeno do perimísio. Dois efeitos estão envolvidos: a compressão dos feixes musculares durante o encolhimento do colágeno e a ligação dos feixes musculares devido à resistência residual das fibras desnaturadas de colágeno. Em cada caso os efeitos são determinados pela natureza e

extensão das ligações cruzadas de colágeno (VARNAM; SUTHERLAND, 1995).

Dentre os principais fatores extrínsecos pós-morte, a literatura cita com freqüência o uso da estimulação elétrica da carcaça como forma de produzir músculos mais macios, refletindo na redução da força de cisalhamento. É uma técnica ainda pouco adotada pelos países em desenvolvimento, mas de grande interesse comercial, principalmente quando se pretende resfriar ou congelar rapidamente os músculos, reduzindo substancialmente as chances de ocorrer o encurtamento pelo frio (BENDALL, 1984). O efeito tem sido atribuído a três fatores principais: aceleração da glicólise, aceleração da atividade proteolítica (mediada pela ação do cálcio) e rupturas físicas causadas na estrutura da fibra muscular em razão das contrações drásticas. Quando o músculo é potencialmente macio, os resultados são menos perceptíveis. Por outro lado, em músculos de animais mais velhos a extensão da melhoria é significativa, embora não assegure necessariamente uma qualidade aceitável em termos de maciez. Então, o uso da estimulação elétrica é mais apropriado no abate de animais relativamente jovens, que não recebam alimentação altamente energética ou que possuam músculos potencialmente menos macios (HEDRICK *et al*, 1994). Quando combinada com a desossa a quente, há uma redução na perda de peso durante o resfriamento, nos custos de energia elétrica e no espaço necessário para as instalações frigoríficas.

Dentre os fatores que contribuem para a maciez do músculo estão as condições de cozimento. VAUDAGNA *et al* (1999) estudaram o cozimento a vácuo e por tempo prolongado do músculo *Semitendinosus* e concluíram que a força de cisalhamento diminui quando a temperatura de cozimento aumenta de 50 para 65°C. Resultados similares foram observados por DAVEY e GILBERT, citados por LEDWARD

(1979), trabalhando com o m. *sternomandibulares* bovino, para a mesma faixa de temperatura. Os mesmos autores observaram ainda que a força máxima de cisalhamento ocorreu por volta de 80°C, posteriormente declinando em temperaturas superiores. O decréscimo da força de cisalhamento em temperaturas de cozimento relativamente elevadas foi atribuído à degradação do colágeno desnaturado. Como efeito paralelo, é de se esperar maior perda na cocção (e menor suculência), embora a carne possa estar mais macia. Na prática, o cozimento é o “último recurso” para assegurar um nível de qualidade aceitável antes da carne ir para a mesa do consumidor. Assim sendo, o seu efeito deve ser avaliado de forma criteriosa, conhecendo-se todos os antecedentes do músculo e seus tratamentos.

Referências bibliográficas

- BENDALL, J.R. El estímulo eléctrico de las canales de los animales abasto. In: LAWRIE, R. **Avances de la ciencia de la carne**. Zaragoza. Ed. Acribia, p.57-83, 1984.
- HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. Kendall/Hunt, 354p., 1994.
- JUDGE, M.D.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; HEDRICK, H.B.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 2ed. USA: Kendall/Hunt Publishing Company, 351p., 1989.
- LEDWARD, R.J. In: PRIESTLEY, R.J. **Effects of Heating on Foodstuffs**. Applied Science Publishers. England. Cap. 5; p.121-157. 1979.
- VARNAN, A.H.; SUTHERLAND, P.J. **Meat and meat products**. Technology, chemistry and microbiology. Chapman & Hall. London. 1^o ed., Vol 3, Food Products Series, 430p., 1995.
- VAUDAGNA, S. R.; SÁNCHEZ, G; PICALLO, A; MARGARÍA, C.A; LASTA, J.A. Cooked vacuum-packed beef obtained by LT-LT process: Effect of thermal treatment on the product physical properties. In: 45th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 1999, august 1-6 Yokohama, Japan . **Proceedings**. Vol. 1, 3-p36.
- WHEELER, T.L.; SHAKELFORD, S.D.; JOHNSON, L.P.; MILLER, M.F.; MILLER, R.K.; KOOHMARAIE, M. A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. **J. Anim. Sci.** 1997, 75:2423-2432.

Importância da atividade da enzima peroxidase glutaciona e do conteúdo de selênio em tecidos de bovinos e suínos utilizados na produção de carnes

Renata Bromberg

O selênio constitui-se num mineral essencial ao organismo humano. Este nutriente é encontrado em enzimas antioxidantes, as quais protegem as células contra os efeitos dos radicais livres produzidos durante o metabolismo normal do oxigênio. Além disso, o selênio é também importante para o funcionamento adequado do sistema imune e da glândula tireóide. Os alimentos de origem vegetal constituem-se nas principais fontes de selênio presentes na dieta. Porém, a quantidade deste mineral no solo, a qual varia entre as diversas regiões, determina sua concentração na vegetação desenvolvida nestes locais. Algumas regiões da China e Rússia, por exemplo, apresentam baixas concentrações deste composto, sendo que a deficiência de selênio dietário é frequentemente relatada nestas regiões. Frutos oleaginosos, em particular castanha do Pará e nozes, são ótimas fontes de selênio, além de carnes, frutos do mar, peixes, leites e ovos. Animais que se alimentam de grãos e plantas que crescem em solos ricos em selênio apresentam em seus músculos níveis mais elevados deste mineral.

A Ingestão Diária Recomendada (IDR) constitui-se no nível de ingestão médio diário considerado suficiente para atender aos requerimentos de aproximadamente todos os indivíduos (97-98%) da população. As IDRs de selênio são de 55mcg para o adulto.

Nos tecidos de mamíferos, a principal forma de selênio é encontrada nas chamadas selenoproteínas. Uma selenoproteína importante é a enzima glutaciona peroxidase, que contribui para a proteção dos tecidos animais contra as reações deteriorativas da oxidação dos lipídeos, por meio da catálise da reação de redução do hidrogênio e peróxidos do lipídio. A

família da enzima glutaciona peroxidase contém ao menos quatro tipos de selenoproteínas: celular, extracelular, hidroperóxido de fosfolipídio e gastrintestinal. Já é de conhecimento geral que a distribuição desta enzima nos tecidos varia sensivelmente entre os diversos animais, embora ainda tenham sido realizados poucos estudos a respeito de sua presença em espécies utilizadas para a produção de carnes.

Desta forma, os pesquisadores Daun & Åkesson da Universidade de Lund, Suécia, publicaram neste ano um estudo com o objetivo de comparar a atividade da enzima glutaciona peroxidase e dos níveis totais e solúveis de selênio no rim, fígado, baço, coração e diafragma de bovinos e suínos. Supõe-se que a enzima glutaciona peroxidase localize-se na fração solúvel deste mineral. Sendo assim, as análises tanto do selênio total como o solúvel deve constituir-se num método simples de se estimar os compostos solúveis e ligados deste elemento, o que pode ser de relevância para a biodisponibilidade e papel funcional do selênio em alimentos. Neste trabalho, a atividade mais elevada da enzima glutaciona peroxidase em tecidos de suínos foi encontrada no fígado (35,0U/g), baço (29,3U/g) e rim (27,3U/g), sendo que valores muito inferiores a estes foram apresentados pelo coração (1,8U/g) e diafragma (0,8U/g). Em carne bovina observou-se outro padrão de variação entre os órgãos em relação à atividade desta enzima: rim (8,5U/g), baço (8,0U/g), coração (5,8U/g), fígado (4,0U/g) e diafragma (2,1U/g). Observou-se, desta forma, que sua atividade foi mais elevada nos tecidos viscerais (fígado, rim e baço) de suínos do que nos correspondentes órgãos de bovinos, porém para os tecidos musculares atividades mais

elevadas desta enzima foram constatadas em bovinos. O conteúdo total de selênio foi similar em ambas as espécies, apresentando valores mais elevados no rim (1.764 e 1.665ng/g, em suínos e bovinos, respectivamente), seguido pelo fígado (533 e 307ng/g), baço (370 e 284ng/g), coração (201 e 205ng/g) e diafragma (144 e 116ng/g). Uma maior variação na porcentagem de selênio solúvel foi detectada entre os órgãos dos suínos (46 a 94%) do que entre os órgãos de bovinos (61 a 75%).

Já foi estabelecido que a suplementação de selênio na alimentação animal pode elevar os níveis deste elemento e da enzima glutaciona peroxidase nos tecidos animais. O efeito é dependente da forma de selênio utilizado, sendo que as formas orgânicas produzem uma maior retenção do selênio no músculo do que as formas inorgânicas. Este mesmo efeito não foi observado nos órgãos viscerais de bovinos e suínos. Diversos órgãos de suínos e bovinos são utilizados como alimentos para humanos, de forma direta após o cozimento ou como ingredientes em produtos cárneos como patês e salsichas. O papel destes órgãos para a nutrição humana no que diz respeito ao selênio é pouco entendido até o momento. Uma vez que o consumo de selênio em diversos países é insatisfatório, pode-se especular que a qualidade de produtos cárneos pode ser melhorada pela adição de órgãos ricos em selênio, sendo que este estudo pode contribuir com informações a respeito deste composto.

Bibliografia consultada

DAUN, C.; ÅKESSON, B. Glutathione peroxidase activity and content of total and soluble selenium in five bovine and porcine organs used in meat production. *Meat Science*, v.66, p.801-807, 2004.

A influência da genética e sistemas de insensibilização no bem estar - animal e qualidade de carne de suínos no Brasil

William Bertoloni¹; Exedito Tadeu Facco Silveira²

¹Universidade de Campinas, UNICAMP; ²Centro de Tecnologia de Carnes, ITAL. E-mail: tfacco@ital.org.br

Introdução

A genética, manejo pré-abate e métodos de insensibilização combinados com técnicas de abate e sistemas de resfriamento de carcaça influenciam o bem-estar do animal e a qualidade da carne, respectivamente.

Sistemas de insensibilização de suínos (dióxido de carbono ou elétrico) e suas relações com bem estar animal e qualidade de carne tem sido objeto de estudo nas últimas três décadas. Existem, ainda, alguns aspectos para serem entendidos e melhor definidos pela comunidade científica.

No Brasil, ambos sistemas de insensibilização são aplicados comercialmente no abate de suínos, entretanto, o comportamento das principais linhagens brasileiras de suínos em relação aos métodos de insensibilização aplicados não é bem conhecido.

Objetivos

Estudar a influência da insensibilização com dióxido de carbono (CO₂) e elétrica no bem-estar animal (reflexo ciliar; cortisol; creatina fosfoquinase; lactato) e qualidade da carne (pH; perda por exsudação e cor) de três empresas de genéticas de suínos.

Material e Métodos

Animais. Um total de noventa e seis suínos, dividido em dois blocos experimentais, proveniente de três genéticas comercializadas no Brasil (A, B, e C) foi usado neste experimento.

Abate. O período de jejum adotado variou de 14 a 16 horas. Os animais foram transportados em veículos dotados de carrocerias com dois pisos e densidade populacional de 240kg/m².

O tempo de pocilga variou de 2 a 3 horas e os animais de cada empresa de genética foram insensibilizados aleatoriamente através do sistema elétrico (220V, 60HZ e 1,4A), equipamento comercializado pela empresa Karl Schermer ou com o sistema gasoso (CO₂), modelo COMBI comercializado pela BUTINA.

Avaliações. No momento da sangria uma amostra de sangue foi coletada para a determinação da creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol. Os valores de pH foram medidos nos músculos *semispinalis captis* (SC) e *semimembranosus* (SM) um dia após o abate (pH_{24h}). A cor da carne (**L***, **a*e** **b***) foi determinada no músculo *longissimus dorsi* (LD) entre 20 a 24 horas *post mortem*, com o auxílio do colorímetro Minolta CR-2000. A refletância interna foi determinada nos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) com o equipamento de Classificação da Hennessy (HGP) no momento da tipificação (15 a 20 minutos *post mortem*) e entre 20 a 24 horas *post mortem*. Perda por exsudação (RASMUSSEN & ANDERSON, 1996) foi realizada no *longissimus dorsi* (LD) após 20 a 24 horas *post mortem*.

Resultados e Discussão

Os resultados da eficiência dos sistemas de insensibilização estão contidos na Tabela 1. Os resultados indicam que o sistema gasoso de insensibilização (CO₂) foi mais eficiente (2,86%) do que o elétrico (11,57%) em relação ao reflexo ciliar determinado 40 segundos após a aplicação da insensibilização. HOLST (2003) relatou que o tempo ideal para os animais apresentarem reflexo ciliar é 54 segundos após a insensibilização. Fundamentados neste resultado sugere-se que a condução dos animais na área que antecede a fila indiana seja ajustada para melhorar o aspecto em questão.

Os resultados estatísticos dos indicadores de estresse sanguíneo e da qualidade de carne são mostrados na Tabela 2. Os níveis plasmáticos de cortisol e lactato foram significativamente mais altos para suínos insensibilizados eletricamente, demonstrando assim que este sistema foi mais estressante do que o gasoso (CO₂). Em relação aos níveis de creatina fosfoquinase o sistema gasoso apresentou um ligeiro aumento em relação ao elétrico e esta diferença provavelmente foi devida

Tabela 1. Eficiência do sistema de insensibilização (% de reflexo ciliar)

Genética	N	Intervalo	Sistema de Insensibilização	Reflexo ciliar %	Contração forte %
B	71	40 seg,	CO ₂	0%	2,82%
B	72	40 seg,	Elétrico	12,5%	22,22%
A	63	40 seg,	CO ₂	3,17%	7,94%
A	68	40 seg,	Elétrico	8,82%	19,12%
C	76	40 seg,	CO ₂	5,26%	0%
C	76	40 seg,	Elétrico	13,16%	23,68%
TOTAL	210	40 seg,	CO ₂	2,86%	3,33%
TOTAL	216	40 seg,	Elétrico	11,57%	21,76%

aos fatores ambientais. Os sistemas de insensibilização não afetaram negativamente a cor da carne (L^* , a^* e b^*) embora o CO_2 resultou uma carne com coloração mais clara ($L^* = 45,61$) do que o elétrico ($L^* = 43,51$), os valores obtidos correspondem a carne normal ($PSE - L^* = 55,5 \pm 0,6$; $RSE - L^* = 47,3 \pm 0,7$; $RFN - L^* = 45,5 \pm 0,7$ e $DFD - L^* = 38,3 \pm 0,7$) conforme classificação proposta por WARRISS *et al.* (1995). As medidas de reflectância interna avaliada na linha de matança e 24 horas *post mortem* com o equipamento de Tipificação da Hennessy resultaram valores correspondentes à carne normal. Nenhuma diferença significativa entre os sistemas de insensibilização foi encontrada para a perda por exsudação, embora se observou que o CO_2 apresentou valores ligeiramente mais baixos do que o elétrico. SILVEIRA (1997) também reportou pequenas diferenças na qualidade da carne (pH e cor) em relação aos sistemas elétrico e gasoso (CO_2) aplicados em suínos.

A Tabela 3 mostra os resultados estatísticos dos indicadores sanguíneos de estresse e qualidade de carne para cada genética de suínos considerando a insensibilização com dióxido de carbono. Ocorreram diferenças significativas entre as médias dos indicadores sanguíneos (CPK, lactato e cortisol, $p < 0,05$) e qualidade da carne (pH, $p < 0,05$ e perda por exsudação, $p > 0,05$), indicando resultados mais favoráveis para a genética A.

Conclusões

O presente estudo indica que a insensibilização elétrica foi menos efetiva e mais estressante do que com dióxido de carbono (CO_2). A genética A apresentou vantagens em relação às demais ao considerar os indicadores de estresse sanguíneo e a qualidade de carne.

Referências bibliográficas

1. RASMUSSEN, A. & ANDERSSON, M. New methods for determination of drip loss in pork muscles. *Proceedings of the 42nd*

Tabela 2. Resultados estatísticos do estresse sanguíneo e qualidade de carne de suínos insensibilizados com sistema elétrico e dióxido de carbono.

Variáveis	Sistema de insensibilização			MSE
	Gás (CO_2)	Elétrico	Nível P	
CPK (U/L)	2371,20 2822 / 331	1757,96 2228 / 186	0,0240*	6618426
LACTATO mg/dl	122,21 46,63 / 331	146,58 53,22 / 186	4,3x10 ⁻⁸ ***	2360,181
CORTISOL mcg/dl	11,30 6,76 / 331	13,38 6,27 / 186	0,00025***	43,75424
L^*	45,61 5,42 / 149	43,51 5,87 / 68	0,01072*	30,9266
a^*	0,37 0,90 / 149	0,59 1,15 / 68	0,1285	0,965089
b^*	7,12 1,75 / 149	5,74 1,40 / 68	3,03x10 ⁻⁹ ***	2,715223
pH24SM	5,76 0,18 / 134	5,71 0,17 / 68	0,0402*	0,31566
pH24SC	6,09 0,27 / 88	6,24 0,18 / 42	0,001837***	0,059696
HGP45	37,92 6,67 / 374	33,97 3,81 / 202	2,56x10 ⁻¹³	36,6265
HGP24	87,61 10,51 / 202	83,76 14,23 / 150	0,038*	149,71

* $p < 0,005$ *** $p < 0,001$

Tabela 3. Resultados estatísticos do estresse sanguíneo e qualidade de carne de suínos insensibilizados com dióxido de carbono (CO_2).

Variáveis	Genética			MSE	
	A	B	C		Nível P
CPK (U/L)	1571,29 ^a 880 / 132	2641,69 ^b 2722 / 140	2789,60 ^b 4085 / 87	0,000689***	7212398
LACTATO mg/dl	118,09 ^a 40,99 / 131	133,61 ^b 46,61 / 141	109,68 ^a 48,32 / 87	0,000268***	2032,051
CORTISOL mcg/dl	9,22 ^a 4,89 / 120	12,11 ^b 7,62 / 134	12,57 ^b 6,99 / 85	0,000251***	43,65973
L^*	47,11 ^a 5,21 / 72	45,37 ^a 4,89 / 54	41,46 ^b 5,16 / 23	0,000040***	25,890
a^*	0,28 0,85 / 72	0,34 0,94 / 54	0,76 0,89 / 23	0,07522	0,789972
b^*	7,17 ^a 1,93 / 72	7,42 ^a 1,66 / 54	6,28 ^b 0,96 / 23	0,03058*	2,951816
pH24SM	5,83 ^a 0,17 / 61	5,74 ^b 0,17 / 49	5,65 ^b 0,15 / 24	0,000039***	0,28480
pH24SC	6,08 0,30 / 40	6,06 0,24 / 39	6,26 0,22 / 9	0,11976	0,0705
HGP45	39,50 ^a 6,47 / 119	39,99 ^a 6,37 / 179	30,59 ^b 3,25 / 76	9,9X10 ⁻²⁸ ***	34,89487
HGP24	90,72 11,48 / 88	86,75 9,65 / 59	83,54 8,10 / 55	0,000219***	102,6025
Perda por Exsudação (%)	4,74 1,25 / 31	5,52 1,17 / 21	5,68 2,11	0,062711	2,3007

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Scheffé ($p < 0,05$).

* $p < 0,005$ *** $p < 0,001$

ICoMST, Lillehammer, Norway, p.286-287, 1996.

2. SILVEIRA, E.T.F. Slaughtering techniques and its effects on pork quality. Doctoral Dissertation, UNICAMP, 1997.
3. HOLST, S. Return to consciousness in slaughter pigs stunned with CO_2 . **Danish Meat Research Institute**. www.dmrk.dk .
4. WARRIS, P. D.; BROWN, S. N.; NUTE, G. R.; KNOWLES, T. G.; EDWARDS, J. E.; PERRY, A. M.; JOHNSON, S. P. Potential

interaction between the effects of pre-slaughter stress and post-mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs. *Meat Science*, v. 41, p. 55-68, 1995.

Agradecimentos

Este estudo recebeu Auxílio Financeiro da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

Marinação – mais que uma adição de sabor

Tradução e adaptação: Eunice A. Yamada

Usar o sal para melhorar a palatabilidade da carne tem sido uma prática de milhares de anos. Enquanto inicialmente o objetivo maior do uso era como um conservante, mais tarde realizado também para melhorar as qualidades mais estéticas como o sabor, maciez e suculência. Mais recentemente, esta velha prática tem-se tornado comum usando soluções salinas, ou salmouras, agora conhecida como marinação.

Na sua forma mais simples, a marinação envolve a introdução de uma salmoura na carne crua. Esta solução é adicionada na carne deixando de molho, por tumbleamento ou injeção e pode ser realizado também por diferentes métodos mecânicos ou manuais. Deixar de molho é o método mais básico, com os íons do sal movendo passivamente para o interior do músculo. Estes íons provocam várias mudanças na estrutura do músculo, que afetam sua palatabilidade. Os íons causam certa repulsão entre eles e com a estrutura da proteína nas fibras musculares. Esta repulsão rompe a integridade da rede de proteína na fibra muscular e torna a mordida mais fácil, aumentando a maciez. Os íons frouxamente ligam moléculas de água no músculo, assim reduzindo a perda de umidade por meio de gotejamento e cozimento. Um menor gotejamento e perda no cozimento significam carne cozida mais suculenta. A suculência adicionada também melhora a percepção de maciez por aumentar a lubrificação e reduzir a densidade das proteínas na carne cozida.

Inovações tecnológicas neste tema básico têm sido desenvolvidas por anos. O massageamento da carne com a salmoura providencia agitação da salmoura e a carne para encorajar uma maior e mais rápida penetração da salmoura. O vácuo no “tumbler” ajuda ainda mais ao provocar uma

expansão da rede protéica e entrar mais salmoura para o interior da carne. Outra inovação é injetar a salmoura diretamente no músculo. Apesar de ser mais comumente realizada com injetoras contínuas, pode ser feita manualmente em pequenas operações. A injeção pode também ser feita imediatamente antes de “tumblear” para a penetração máxima de salmoura. O tumbleamento difere da injeção, pois é um sistema de lotes que resulta em maior uniformidade dentro e entre as peças de carne, entretanto, tem absorção mais superficial. A injeção é usualmente um sistema em linha, resultando em distribuição menos uniforme mas com melhor penetração, particularmente com peças grandes à medida que envia a salmoura diretamente para o interior e através da carne. Enquanto deixar de molho depende dos íons para segurar a água do músculo sem inserir água extra, o tumbleamento e a injeção realmente inserem água extra no músculo para manter os ingredientes da salmoura lá.

Muitas variações de composição de salmoura têm sido desenvolvidas. O sal de mesa comum (cloreto de sódio) é provavelmente o ingrediente de marinação mais comum. Outros sais como o cloreto de potássio e cálcio têm sido usados com o intuito de reduzir o sódio dos produtos, mas o cloreto de sódio é o mais comum. Os fosfatos são provavelmente o componente de marinação mais comum após o sal comum. Há muitos tipos de fosfatos, cada qual tendo alguma propriedade química diferente (solubilidade, pH) e efeitos no produto. Em geral, os fosfatos têm alto pH (alcalino), são íons grandes com uma grande carga eletrônica. Estes três fatores funcionam para melhorar a qualidade e o rendimento da carne. O alto pH torna as proteínas musculares mais solúveis e ajuda-as a reter água

no músculo, melhorando as propriedades de umidade já mencionadas. O fato deles serem grandes (íons altamente carregados), os fazem comportarem como os íons de sal. Eles rompem a estrutura protéica, ligam-se à água e melhoram a suculência e maciez da carne. A malha frouxa das fibras de proteínas solúveis permite que as moléculas de proteína liguem água, liguem-se entre si e realizem outras funções nos músculos, como formar emulsões. “Funcionalidade” é o nome dado para a capacidade das proteínas de fazer estes vários trabalhos em um produto. A capacidade de retenção de água é uma habilidade funcional específica da proteína ou carne de reter tanto a água própria ou água adicionada durante o processamento.

O açúcar ou outros adoçantes podem melhorar o sabor e ter a propriedade de ligar água e melhorar a suculência. Eles podem também contribuir para o desenvolvimento de coloração durante o cozimento se isto for desejado. Sucos de frutas são naturais e é uma forma de apelo publicitário para adicionar tanto a doçura como outros sabores com sucos cítricos, assim como ter alguma propriedade antioxidante. As ervas também podem ter funções múltiplas como o alecrim e alho, ambos com propriedade saborizante e antioxidante. Outros ingredientes de marinação comuns são os caldos ou extratos que contribuem e/ou melhoram o sabor, antioxidantes tais como vitaminas E ou C, realçadores de sabor como o glutamato monossódico, ervas e especiarias.

Os primeiros usos da marinação para carne de aves foram para melhorar ou realçar um bom produto. A marinação é usada para melhorar o sabor, textura, liga ou propriedades de rendimento de muitos tipos de produtos normais. Entretanto, com o desenvolvimento de novos

ingredientes e o conhecimento das causas de alguns problemas comuns da carne, a marinação está começando a tomar parte de um tratamento corretivo, tal como uma prescrição médica. Vamos examinar alguns exemplos.

1. Dureza de carne de peito de desossa pré-rigor. No esforço de atender a elevada demanda de carne de peito desossada, muitos processadores estão desossando filés o mais rápido possível após a morte ou após resfriamento, sem maturação suficiente. A maturação é a prática de armazenar as carcaças recém-abatidas sob refrigeração por um período de tempo que permita o desenvolvimento do *rigor-mortis*. O *rigor-mortis* é o processo da morte do músculo que segue a morte do animal. Muitos estudos têm determinado que uma quantidade mínima de maturação necessária antes de desossar o peito da carne de frango é entre três a quatro horas *post-mortem*. A estimulação física da desossa antes deste tempo ter passado (isto é, 3-4 horas após a morte) causa a dureza resultante da carne. Devido à logística necessária para a maturação e a perda de rendimento decorrente (relatado como sendo até 3%), muitos processadores estão procurando maneiras tanto de prever a dureza como reverter (“remediar”) a dureza uma vez que aconteça.

A carne obtida imediatamente após a morte ou imediatamente após a carcaça sair do “chiller” (cerca de 1,5 hora após a morte) será significativamente dura. A força necessária para cortar tal carne é aumentada de cerca de 6 a 17kgf/g de carne. Deixar de molho os filés após desossa ou deixar de molho a carcaça antes da desossa em salmoura pela marinação pode reduzir a dureza para cerca de 10kgf/g de carne. Consistente com esta melhoria na maciez está um aumento no íon cloreto e conteúdo de umidade na carne e também uma redução na perda de peso durante o cozimento.

A concentração ótima de sal e o tempo de exposição na marinação depende do produto, a composição da solução e o método de tratamento (molho, “tumbleamento”, injeção). Apesar de muitos processadores terem inicialmente usado a marinação para estimular seu rendimento de produto, como eles reduzem seu tempo de maturação, eles também conseguem o benefício de reduzir a dureza. À medida que a desossa é realizada mais cedo *post-mortem*, o benefício da tenderização da marinação torna-se ainda mais importante.

2. Pouca cor, pouca liga da carne e rendimento em carne de peito. Os frangos e perus crescem rapidamente sob uma certa quantidade de estresse associado com seu elevado nível de performance. Quando temperaturas ambientes elevadas ou o manuseio pré-abate são adicionados a isso, algumas das aves mais susceptíveis ao estresse podem desenvolver uma condição anormal caracterizada por carne pálida com baixa funcionalidade da proteína. A perda da função usualmente mostra-se como baixa capacidade de ligar peças de carne ou de reter a umidade. Esta condição anormal é denominada, carne pálida, mole e exsudativa (PSE) e pode ter contribuição genética e ambiental. Há muitas formas de manuseio e estratégias genéticas sendo investigados para prevenir o problema. Independentemente da causa, os processadores vêem a perda por gotejamento e perda no cozimento dobrar e perdas de produtos cárneos com os picos de carnes PSE no verão.

A causa para a redução da função da proteína em carne PSE é aquela que o pH do músculo cai rapidamente após a morte, antes que a carcaça seja resfriada. A combinação do baixo pH e da alta temperatura danifica as proteínas do músculo responsáveis pela cor e liga. Enquanto esperamos o desenvolvimento de técnicas para prevenção, uma solução a curto prazo

pode ser a marinação. Uma vez que o problema PSE é dependente do pH e envolve perda de água/capacidade de liga da proteína, a marinação pode ter a habilidade de reverter ambos os defeitos característicos na carne, restaurando a carne à normalidade.

Num estudo, filés de peito de frango pálidos e de coloração normal foram avaliados antes e após injeção e marinação com “tumbler” com uma solução de cloreto de sódio e um fosfato de alto pH (pH 11). O objetivo era usar sal (cloreto de sódio) e fosfato para ajudar ligar água enquanto o pH mais elevado do fosfato especial poderia reverter o pH anormalmente baixo da carne PSE. Antes do tratamento, a carne pálida tinha um pH mais baixo e a cor mais clara que a carne normal. A marinação com solução de pH 11 elevou o pH para aquele da carne normal. Enquanto esta mudança de pH reduziu a perda de peso durante o cozimento, ele somente reduziu parcialmente a palidez. A luminosidade ou palidez, neste caso, não será significativa se o produto é para ser cozido ou congelado ou se os filés possam ser classificados pela cor. O rendimento e liga de água e carne são os fatores mais críticos, e eles podem ser restabelecidos ao normal.

Concluindo, estes resultados mostram a idéia básica de que a estratégia de marinação pode ser desenvolvida em direção a um defeito particular da carne para corrigir e reverter o dano. Usando a combinação correta de ingredientes e métodos de tratamento permite ao processador atingir o mecanismo específico do problema. Isto dá à marinação uma nova dimensão que vai além de adicionar sabor e aumentar o rendimento de uma carne normal. Os marinados podem tornar-se a prescrição para “carne enferma” do processador.

Fonte

SAMS, A. Marination – more than just a way of adding flavour. **Poultry International**, v. 43, n.2, p. 22-26, February, 2004.

Eventos 2004

Fevereiro a Dezembro

Curso de Especialização em Tecnologia de Carnes
Coordenador: Nelson José Beraquet

12 a 15 de julho

Curso de Procedimentos para Implementação do Sistema HACCP na Indústria de Carnes
Coordenadores: Luciana Miyagusku, Renata Bromberg, Manuel Pinto Neto

27 a 29 de julho

Curso CTC Teórico/Prático em Cortes Cárneos Bovinos
Coordenadores: Nelson J. Beraquet e Expedito Tadeu Facco Silveira

1 e 2 de setembro

Seminário: Exportação de Carnes
Coordenadores: Nelson J. Beraquet e José Ricardo Gonçalves

28 a 30 de setembro

Seminário e Workshop: Processamento de Pescado
Coordenadores: Nelson J. Beraquet e Eunice Yamada

26 a 28 de outubro

Seminário de Bem Estar Animal
Coordenador: Expedito Tadeu Facco Silveira

23 a 25 de novembro

Curso Teórico Prático: Processamento de Embutidos
Coordenadores: Ana Lúcia da Silva Corrêa Lemos e Eunice Yamada



Informações

Fabiana Sabadini Rezende
Tel: (019) 3743-1884
e-mail: eventosctc@ital.sp.gov.br
site: www.ital.sp.gov.br



SECRETARIA DE
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO



GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO
CUIDANDO DE GENTE

O CTC – TecnoCarnes é uma publicação bimestral do Centro de Tecnologia de Carnes – CTC do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, localizado à Av. Brasil, 2880 C.P.139, Tel. (019) 3743-1880/3743-1886, CEP 13073-001 – Campinas, SP. E-mail: ctc@ital.sp.gov.br. <http://www.ital.sp.gov.br/ctc/>. A reprodução das matérias contidas no CTC – TecnoCarnes é permitida, desde que citada a fonte.