

Tratamento térmico de produtos cárneos prontos para consumo e seus impactos na segurança e estabilidade

Por Ana Lúcia da S. C. Lemos, pesquisadora do Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital/SAA), Campinas (SP)

Os produtos cárneos prontos para consumo respondem pela maioria dos produtos cárneos disponíveis no mercado. Dentre os métodos utilizados na obtenção desses produtos, a aplicação de calor é o mais utilizado. A aplicação de calor promove alterações das proteínas e da gordura, além de propiciar a formação de compostos que contribuem para o sabor e o aroma dos produtos cárneos, conferindo características sensoriais únicas aos produtos.

A forma de aplicação de calor pode ser realizada em diferentes tipos de equipamentos, desde tachos encamisados, com ou sem agitação, estufas com diferentes funcionalidades, até fornos contínuos tradicionais ou impingment. Os processos podem ser realizados de forma contínua ou por batelada e os regimes de cozimento variam não só em uma mesma categoria de produto, mas também em função do tipo de equipamento utilizado e dos objetivos que se pretende atingir com o processo.

Independentemente do tipo de

equipamento, todos os produtos devem ser seguros para consumo sem necessidade de preparo, além de apresentarem as características sensoriais desejáveis e rendimento adequado. Assim sendo, o calor recebido pelo produto deve necessariamente ser suficiente para reduzir ou eliminar micro-organismos patogênicos relevantes para a saúde pública em suas formas vegetativas. Além disso, busca-se com a aplicação de calor a redução da flora deteriorante e, desta forma, se obter a vida útil desejada para o produto nas suas condições de comercialização.

O entendimento do significado de tratamento térmico, diferenciando-o do termo genérico cozimento, é essencial para que o processo de aplicação de calor seja eficaz e atenda a todos os seus objetivos, desde os sensoriais, passando pela segurança do produto, até o rendimento de processo.

A transferência de calor pode ocorrer por convecção, condução ou radiação, enquanto a transferência de massa,





que ocorre concomitantemente, acontece por difusão e convecção. Para que um produto atinja uma determinada temperatura em seu centro térmico, ocorre transferência de calor por convecção do meio para a superfície do produto e por condução no interior do produto. A taxa de transferência de calor por convecção é afetada pelo meio em que se encontra o produto, sendo o ar pior que o ar forçado, que por sua vez é pior que o vapor, sendo a água o meio mais eficiente. Quando se fala da transferência de calor por condução, sabe-se que as carnes não são boas condutoras de energia quando comparadas a outros materiais. O teor de água é o principal determinante da condutividade térmica na carne e nos produtos cárneos; quanto menor seu teor, menor a condutividade térmica, portanto mais dificultada é a transferência de calor por condução da superfície do produto até seu interior. No caso da radiação, seu efeito pode ser relevante em fornos de cocção por infravermelho, mas seu impacto pode ser ignorado na maior parte dos demais processos nos quais ocorre a transferência de calor.

É preciso que ambos os processos, transferência de calor e de massa (pode ocorrer tanto evaporação como condensação), sejam controlados para que se obtenham produtos seguros, com as características desejáveis e máximos rendimentos. Assim sendo, alguns conceitos devem ser entendidos: temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), ponto de orvalho e umidade relativa (UR).

Temperatura de bulbo seco: é a temperatura do ar ou do produto medida com um termômetro ou um probe.

Temperatura de bulbo úmido: é a temperatura medida quando a ponta do termômetro ou do probe está completamente coberta por um pano

úmido, enquanto o termômetro está exposto ao ar. A evaporação da água reduz a temperatura medida pelo termômetro e a quantidade de graus de redução em relação à temperatura medida pelo termômetro de bulbo seco, que depende da umidade do ar. Numa determinada TBS, quanto menor a umidade do ar menor será a diferença da TBU.

Temperatura no ponto de orvalho: também conhecida como a temperatura de saturação. Quando o ar úmido é resfriado, nesta temperatura começa a ocorrer a condensação. Em termos práticos, se a temperatura na superfície do produto cárneo ou em algum duto ou no teto da estufa estiver abaixo da temperatura do ponto de orvalho do ar em contato com esta superfície, o vapor d'água vai condensar nesta

NOTA DO EDITOR

Por meio do tratamento térmico (um conceito que vai além do termo genérico "cozimento"), a indústria frigorífica busca uniformidade, segurança e produtividade. Neste artigo, saiba como aplicar calor de forma eficaz para obtenção de produtos com características organolépticas específicas, além de eliminar ou reduzir as bactérias patogênicas presentes.



Ana Lúcia da Silva Corrêa Lemos é pesquisadora científica do Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), Campinas (SP), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA-SP), e diretora técnica do Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Ital. Possui graduação em engenharia de alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), mestrado em Ciência de Alimentos pela Unicamp e doutorado em Tecnologia de Alimentos também pela Unicamp. analucia@ital.sp.gov.br

superfície mais fria. Assim, a temperatura no ponto de orvalho é, na verdade, uma medida da umidade do ar.

As temperaturas que devem ser medidas durante o tratamento térmico são: temperatura no centro térmico do produto, TBS no ponto frio do equipamento, temperatura na superfície do produto e TBU no meio. Sendo a segurança microbiológica o principal requisito de um produto tratado termicamente e pronto para consumo, os cuidados com a etapa de cozimento são essenciais e muitas vezes o controle se torna complexo, pois durante o cozimento há que se obter também as características de qualidade desejadas. Se o produto é submetido ao tratamento térmico acondicionado em uma embalagem impermeável, os desafios



EM RESUMO

- É essencial que o processo de aplicação de calor seja eficaz e atenda a todos os seus objetivos, desde os sensoriais, passando pela segurança do produto, até o rendimento de processo.
- Quando se deseja defumar, por exemplo, onde cor e sabor devem ser obtidos durante o processo, os desafios são maiores.
- O resfriamento deve ocorrer de maneira rápida para impedir a germinação de micro-organismos que não foram eliminados no processo térmico, tais como os esporulados.
- Deve-se escolher o equipamento adequado para o processo térmico delineado, com manutenção realizada com frequência, garantido seu funcionamento em relação à distribuição uniforme do calor.

TABELA 1. ILUSTRAÇÃO DE UM PROCESSO TÉRMICO PARA ELABORAÇÃO DE SALSICHAS EM FUNÇÃO DO TIPO DE ENVOLTÓRIO

Etapa	Tripa	Tempo (min)	TBS (°C)	TBU (°C)	UR
Condicionamento	Natural	20	43	38	67
	Colágeno	15	52	38	40
	Celulósica	15	52	52	100
Preparo da superfície para aplicação da fumaça	Natural	40	63	0	0
	Colágeno	30	63	0	0
	Celulósica	30	63	43	30
Defumação natural	Todas	45	65	54	55
Fumaça líquida	Todas	15	-	-	-
Avermelhamento	Todas	20	68	44	25
Cozimento	Todas	20	74	60	50
Cozimento	Todas	Até atingir letalidade	74	74	100

são menores, mas quando se deseja defumar, por exemplo, onde a cor e o sabor devem ser obtidos durante o processo, os desafios são maiores e os controles de temperatura essenciais.

A segurança microbiológica de um produto tratado termicamente depende da letalidade atingida durante o processo. Geralmente, os processos térmicos são delineados para se atingir 5 a 7 logs de unidades formadoras de colônia (UFC/g) de redução de um determinado micro-organismo patogênico. Esses níveis de redução são bastante conservadores, mas se justificam, considerando-se a possibilidade de crescimento dos micro-organismos durante o processo inicial de aquecimento.

A compreensão da letalidade de um processo térmico passa pelo entendimento do significado dos valores D e Z. O valor D é o tempo em minutos, a uma determinada temperatura, necessário para reduzir a carga microbiana de um determinado patógeno em um log (90%), enquanto Z é definido como o número de graus necessários para aumentar o valor D de redução em mais um log (fator 10). O valor F

corresponde à letalidade do processo, ou seja, o equivalente em tempo para promover a redução do número de logs previsto para o processo a uma dada temperatura de referência. Por exemplo, se quero reduzir 7 logs de *Salmonella* ($D_{60}=1,71$ minuto), são 12 minutos ($F/D=\text{redução em logs}$; $F=7 \times 1,71=12$). Se no processo térmico o termopar inserido no centro térmico do produto localizado no ponto frio do equipamento permanecer 12 minutos a 60°C, terei atingido a letalidade exigida. Assim sendo, conhecendo-se os valores D e Z para os micro-organismos de interesse nos diferentes produtos, a letalidade pode ser facilmente calculada. Vale ressaltar que composição do produto (gordura, umidade, proteína, etc), dimensões, além de pH, atividade de água, tipo de matéria-prima (suína, bovina, de aves), grau de cominuição, entre outras variáveis, também podem interferir nos cálculos. Por exemplo, altos teores de gordura, baixa atividade de água, presença de sal, fosfatos, ácidos e outros compostos podem apresentar efeito protetor sobre a *Salmonella*, além de as próprias cepas deste micro-organismo apresentarem

diferenças de resistência térmica.

O Serviço de Inspeção do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (FSIS/USDA) disponibiliza para as indústrias daquele país um guia com orientações para validação de processos térmicos (Apêndice A). Já o American Meat Institute (AMI) disponibiliza uma planilha para avaliação da letalidade dos processos térmicos de produtos cárneos, a partir de registros de tempo e temperatura do processo da empresa, calculando a letalidade (número de minutos equivalente ao tempo de permanência do produto numa determinada temperatura de referência).

Como o termopar/sensor deve ser introduzido no centro térmico do produto localizado no ponto frio do equipamento, primeiro é preciso conhecer o ponto frio do equipamento, fazer a distribuição de calor e isto requer que o equipamento esteja carregado com o produto cujo processo térmico será validado.

No caso de estufa, por exemplo, o ponto frio pode mudar ao longo do tratamento térmico, isto porque ocorre uma movimentação do ar no interior do equipamento. A umidade do ar varia ao longo de alguns processos e isto afeta a letalidade, portanto é preciso que a etapa de aplicação de calor com objetivo de atingir a letalidade seja realizada em temperaturas nas quais a superfície do produto não seja superior à TBU do equipamento (ambiente).

Muito importante é uniformizar a temperatura dos produtos no início do processo, de modo a assegurar a letalidade preparando a superfície para a defumação, quando houver. Cada tipo de produto tem suas especificidades, mas em geral, quando o produto é defumado, na etapa de condicionamento a temperatura de bulbo seco deve estar em torno de 45°C a 50°C, temperatura de bulbo úmido ligeira-



mente menor e umidade relativa do meio ajustada em função do tipo de envoltório (natural-70%, colágeno-40%, celulose-100%). Na Tabela 1, ilustramos como exemplo um processo térmico para elaboração de salsichas em função do tipo de envoltório utilizado.

Vale lembrar que a segurança de um produto cárneo pronto para consumo não depende somente da validação do processo térmico em si, mas também requer o controle do resfriamento. O resfriamento deve ocorrer de maneira rápida para impedir a germinação de micro-organismos que não foram eliminados no processo térmico, tais como os esporulados, que podem germinar durante o resfriamento. Outras barreiras devem ser estabelecidas, especialmente em produtos de grande

calibre, sujeitos a um período mais longo de resfriamento.

Os regimes de cocção variam de produto para produto. É essencial que se escolha o equipamento adequado para o processo térmico delineado e que a manutenção do mesmo seja realizada com frequência, garantido seu funcionamento em relação à distribuição uniforme do calor. Também é preciso entender a composição do produto e seus impactos na penetração de calor e letalidade do processo, além de adotar um regime de tratamento térmico conservador, sempre considerando a menor temperatura na qual o produto cru entra no processo térmico, minimizando assim os riscos de desvios e garantindo segurança, características sensoriais e produtividade.

REFERÊNCIAS

- U.S. Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. 2021. Compliance guidelines for meeting lethality performance standards for certain meat and poultry products, Appendix A (Revised). Disponível em: http://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2021-12/Appendix-A.pdf.
- AMI. American Meat Institute. Process Lethality Determination Spreadsheet. Disponível em: <https://www.amif.org/process-lethality/>

RECURSOS ON-LINE

Para mais informações sobre este tema ou outros relacionados, digite os seguintes códigos na barra de busca de CarneTec.com.br: 17b88938, 17b109867, 17b105830, 17b105185, 2b81018