

NESTE NÚMERO:

- 2 Breve panorama para a carne brasileira no início do século XXI
- 3 Pesquisa de aromas em carnes e produtos cárneos Parte II: identificação, olfatometria e quimiometria
- 5 Embalagem alimentar antimicrobiana na indústria cárnea

Comissão Editorial

Eunice Akemi Yamada
Exedito 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. XII – nº 5

Set-out/2002

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

ITAL abre inscrições para o curso de especialização em tecnologia de carnes

Visando atender a crescente demanda por profissionais especializados na área de carne, o Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) está recebendo inscrições para a turma de 2003 do Curso de Especialização em Tecnologia de Carnes.

Nas três turmas anteriores, o CTC teve alunos de diversas empresas preocupadas com a melhoria de qualificação dos seus profissionais.

A preferência das empresas e dos alunos pelo curso do CTC/ITAL deve-se ao fato de que o mesmo oferece amplo conhecimento sobre os principais tipos de carnes para atender os segmentos industriais das cadeias de carne bovina, suína e de aves, com um diferencial em relação aos outros cursos de especialização, que é a extensa programação de aulas práticas.

O CTC conta com excelente infraestrutura física que inclui abatedouro, sala de desossa, planta de processamento de

produtos cárneos, sala de cozimento e laboratórios de análises físicas e químicas, sensoriais e microbiológicas, que permitem dar ao aluno a vivência prática desde a produção da carne até os produtos prontos para consumo.

Sendo o Brasil hoje um dos maiores exportadores de carnes do mundo, o participante do Curso de Especialização em Tecnologia de Carnes qualifica-se para atender à necessidade de profissionais especializados que a presente situação demanda.

Com uma grade de disciplinas que cobre toda a área de tecnologia de carnes, a exigência do CTC é que o aluno tenha curso superior, apresente seu currículo e passe por uma entrevista individual com o coordenador do curso.

As inscrições podem ser feitas pela internet: www.ital.org.br/ctc, pelo telefone: (0*19) 3743 1884 ou no próprio Centro de Tecnologia de Carnes – Av. Brasil, 2880 – Jd. Chapadão – Campinas/SP.

Breve panorama para a carne brasileira no início do século XXI

José Ricardo Gonçalves

A indústria de carnes no Brasil chega ao novo século com um caminho irreversível: apostar em tecnologia em todos os elos do sistema produtivo. Na produção bovina, deve livrar-se de problemas como a febre aftosa. No frigorífico, aperfeiçoar os cortes para o consumidor final. A idéia é que as carnes em geral sejam oferecidas no varejo da forma mais prática para a dona-de-casa e, por outro lado, possam ganhar competitividade para exportação. O setor de bovinos, suínos e aves em conjunto, vem experimentando um crescimento gradual nas vendas, com o consumo por habitante superior a 75kg/ano, mas ainda precisa evoluir para acompanhar a ampliação de um mercado cada vez mais exigente.

Bovinos

O Brasil tem o maior rebanho bovino comercial do mundo, com uma projeção em torno de 167 milhões de cabeças para 2002, obtida a partir de um crescimento contínuo nos últimos anos. Contudo, exporta menos que os Estados Unidos. O principal problema ainda é a aftosa. A divulgação dos registros do surgimento de foco da doença, em Naviraí-MS, prejudicou os Estados que esperavam pela certificação internacional de área livre de aftosa com vacinação, num momento em que só Santa Catarina e Rio Grande do Sul a haviam conseguido. Os Estados Unidos deixaram de comprar a carne brasileira, além de Japão e Rússia, que acompanharam o padrão norte-americano. No âmbito do Mercosul, Argentina e Uruguai, que na ocasião haviam erradicado a doença, evitaram a carne brasileira. Posteriormente, o Chile acenou com a possibilidade de importação e credenciou 14 frigoríficos brasileiros. Atualmente a expectativa é mais favorável no sentido de se obter a certificação internacional para o País.

No mercado interno a população consome 90% da produção. Em 2000 foram produzidos 6,7 milhões de toneladas de carne, o que significa 36kg/habitante/ano. Para 2002, a expectativa ainda é de crescimento, ou seja, uma projeção de 7,3 milhões de toneladas de carne e um consumo de 37kg/habitante/ano.

Estimativas indicam que 40% da carne nacional seja vendida desossada e 60% com osso. A primeira poderia ainda ganhar mais espaço, seguindo a tendência internacional. Nos últimos anos, a venda nos supermercados tem superado a venda nos açougues. Este veio perdendo o poder de competição e sendo levado para a periferia. Nas regiões de classes média e média alta, surgiram as "boutiques de carne", com atendimento personalizado e tecnologia de ponta.

No aspecto tecnológico, a preocupação com a qualidade deve ser absolutamente prioritária. Os produtores de carne bovina vêm se espelhando nos setores de suínos e aves, tecnicamente mais organizados, para conseguir a sua evolução. Como a carne bovina é um produto que não é associado a uma marca específica, os frigoríficos procuram estabelecer sua marca associada a uma imagem de qualidade. No Brasil, ainda não se pode dizer de forma mais ampla que a carne bovina tenha uma marca própria, como a carne de frango, que já é associada a um padrão de qualidade.

Aves

O frango, símbolo dos primeiros tempos do Plano Real, conheceu uma expansão de mercado ao redor de 90% na década de 90. Depois de sucessivos crescimentos anuais em torno de 10%, atingiu a marca de 6,0 milhões de toneladas em 2000, com projeções para chegar a 7,0 milhões de toneladas em 2002, só ficando

atrás dos Estados Unidos e da China. As exportações caíram em função da crise na Ásia, mas houve uma recuperação dos embarques antes do final da referida década, com previsão de atingir 1,4 milhões de toneladas em 2002, isto é, 20% de toda a produção nacional. O consumo interno atingiu 29-30kg/habitante/ano, que é um patamar ao nível de países desenvolvidos. É hora de estimular a demanda por meio de campanhas institucionais e buscar a sua participação em outros segmentos, como a merenda escolar. A base da indústria tem sido o frango em pedaços, largamente aprovado pelo consumidor.

Suínos

A carne suína é a mais consumida no mundo, mas no Brasil ainda tem espaço reduzido, se compararmos com as carnes bovinas e de frango. É uma questão cultural e histórica. As empresas instalaram-se no Sul e, como o transporte era difícil na época para o mercado consumidor de São Paulo e do Rio, optou-se pelos derivados de fácil conservação. A venda de derivados ainda hoje engloba 80% do mercado. Os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina são responsáveis por cerca de 50% da produção nacional, com Inspeção Federal. O consumo brasileiro por habitante tem oscilado entre 11 e 12kg/ano.

As estatísticas mostram que a produção brasileira de carne suína foi da ordem de 2,2 milhões de toneladas em 2000, o que significa um crescimento de quase 14% em relação à produção de 1999. Tal incremento deve-se tanto à correção no peso médio regional de abate, quanto ao crescimento da produção em Santa Catarina, principal Estado produtor, impulsionado pelo movimento exportador, que foi o grande destaque da atividade em 2000.

Projeções para os próximos anos

Na literatura são encontradas algumas projeções para os anos seguintes, aqui expressas de forma bem resumida. Na bovinocultura, o crescimento contínuo do rebanho nos últimos anos poderá ser o prenúncio do final de um ciclo de alta na pecuária de corte, o qual ainda é absorvido por conta do aumento das exportações e do consumo interno. Quando isso não mais acontecer, a oferta maior exercerá pressão sobre

os preços, iniciando um ciclo de baixa na pecuária. Na avicultura, a produção ainda deverá crescer para atender as demandas interna e externa. Para a suinocultura, a menor quantidade de animais por quilômetro quadrado e o menor consumo por habitante favorecem o seu crescimento no mercado interno sem depender tanto do aumento das exportações. No âmbito internacional, os concorrentes do Brasil vêm se preocupando com a perda de mercado diante da competitividade

das cadeias produtivas de suínos e aves e sua capacidade de expansão.

Bibliografia consultada

Anuário da Pecuária Brasileira 2000, FNP Consultoria & Comércio, Ed. Argos, São Paulo.

Revista Engenharia de Alimentos, n. 25, jul/ago de 1999; RPA Editorial, São Paulo.

<http://www.iea.sp.gov.br/>

<http://www.ibge.gov.br/>

<http://www.agricultura.gov.br/>

<http://www.agricultura.sp.gov.br>

Pesquisa de aromas em carnes e produtos cárneos

Parte II: identificação, olfatometria e quimiometria

Marcelo Thomazini; Luciana Miyagusku

1- Identificação química dos compostos voláteis

Os detetores de ionização por chama (FID) e captura de elétrons (ECD) continuam sendo largamente empregados para a análise de compostos voláteis presentes em diversos alimentos. No entanto, o maior avanço na identificação de compostos voláteis foi iniciado com a associação de cromatógrafos em fase gasosa a espectrômetros de massas (GC-MS). A união dessas duas poderosas técnicas de análise química introduziu uma ferramenta eficaz na separação e na identificação de compostos provenientes de várias misturas complexas. O emprego desse equipamento foi tão conveniente e útil para a análise de aromas que a lista de compostos voláteis identificados em alimentos soma atualmente cerca de 7000 diferentes estruturas químicas.

As características dos espectros de massas obtidos são usadas na identificação e confirmação de uma grande variedade de compostos orgânicos, onde as relações massa/carga dos fragmentos podem ser transformadas em informação estrutural a partir de estudos sobre os mecanismos de fragmentação dos compostos. A incorporação de

softwares tem habilitado o computador a rastrear e ajustar as condições instrumentais ótimas durante toda a análise cromatográfica, facilitando os cálculos e o confronto com bibliotecas de dados inseridas no sistema para informar rapidamente os possíveis resultados com certo grau de certeza.

Aliado à espectrometria, o conhecimento das características de retenção em fases estacionárias de diferentes polaridades são freqüentemente necessárias, quando compostos diferentes apresentam espectros de massas semelhantes. Um sistemático índice de retenção, proposto por Kováts, permite

expressar o tempo de retenção dos compostos de interesse em uma escala uniforme, construída a partir de alcanos em isotermas definidas para uma determinada fase estacionária.

Os índices de retenção têm auxiliado na identificação dos compostos, comparando a ordem de eluição experimental com a ordem de eluição indicada na literatura. Os cálculos podem ser obtidos graficamente, plotando o logaritmo do tempo de retenção corrigido *versus* o número de átomos de carbonos do respectivo alcano multiplicado por 100, ou pela fórmula representada abaixo.

Mesmo assim, muitos compostos voláteis apresentam isomeria ótica,

$$I_a^b = 100N + 100n \left(\frac{\log t_r'(x) - \log t_r'(N)}{\log t_r'(N+n) - \log t_r'(N)} \right)$$

I_a^b = índice de retenção de Kováts na fase estacionária a e na temperatura b

$t_r'(N)$ = tempos de retenção corrigidos dos alcanos com átomos de N carbono

$t_r'(N+n)$ = tempos de retenção corrigidos dos alcanos com átomos de N+n carbono

$t_r'(x)$ = tempo de retenção corrigido do composto desconhecido entre N e N+n

propriedade intimamente relacionada com a atividade biológica e a percepção sensorial. De fato, a literatura tem relatado odores característicos para cada enantiômero e conseqüentemente a identificação completa do composto volátil envolve a determinação da configuração absoluta (R ou S), realizada por derivação com reagentes quirais ou uso de fases estacionárias enantioseletivas.

2- Cromatografia em fase gasosa – Olfatometria (GC-O)

Nem todos os picos de um cromatograma representam compostos voláteis odoríferos, assim como a intensidade dos picos não é indicativa da contribuição efetiva do composto para a descrição do aroma. A associação da cromatografia em fase gasosa com a olfatometria traz ainda uma economia de trabalho quando se torna necessário priorizar a identificação de compostos voláteis importantes ao aroma do alimento.

Sniffing, AEDA, CHARM e OSME são conhecidas técnicas olfatométricas baseadas na olfação dos compostos eluídos da coluna cromatográfica. Na análise por *sniffing*, um divisor posicionado na saída da coluna cromatográfica promove a distribuição do fluxo do efluente para um tubo de sílica fundida desativada e para o detetor de ionização por chama. O tubo de sílica permite a comunicação com o ambiente externo e a olfação do efluente por provadores treinados, enquanto os picos são simultaneamente detectados e registrados. Os provadores utilizam suas próprias palavras para descrever a qualidade odorífera dos compostos voláteis eluídos.

As análises olfatométricas por AEDA, CHARM e OSME são mais recentes e permitem determinar tanto a qualidade como a intensidade odorífera dos compostos voláteis, indicando o grau de contribuição de cada composto volátil ao aroma (Figura 1).

Em AEDA e CHARM várias corridas cromatográficas são necessárias

para estabelecer uma diluição do isolado original que represente a mínima resposta odorífera, abaixo disso odores não são mais percebidos. Os resultados em AEDA são expressos em valores FD (*Flavor Dilution*) e plotados contra os índices de retenção de Kováts para a obtenção de um registro da intensidade odorífera da composição de voláteis, comumente chamado de aromagrama. Na técnica denominada OSME (do grego *ὀσμή* = cheiro), os provadores avaliam diretamente a qualidade e a intensidade dos compostos odoríferos eluídos da coluna cromatográfica, evitando as várias diluições necessárias em AEDA e CHARM.

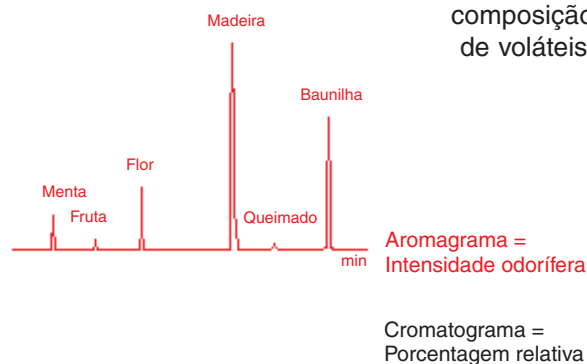
3- Quimiometria: técnicas de análise estatística multivariada

Devido à pluralidade de variáveis físico-químicas e sensoriais envolvidas na pesquisa de aromas de alimentos, torna-se primordial a aplicação de técnicas estatísticas multivariadas para responder as perguntas importantes do trabalho a partir da relação entre as matrizes de resultados.

Uma análise dos componentes principais (PCA) ou análise por agrupamento hierárquico (HCA) são úteis na caracterização das amostras, PCR (*principal components regression*) e PLS (*partial least square*) são métodos robustos de regressão multivariada, enquanto SIMCA (*soft independent modeling of class analogy*) e KNN (método dos vizinhos mais próximos) permitem construir modelos, estabelecer classificações amostrais e reconhecer padrões de identidade.

Uma exploração inicial da matriz de dados permite, por exemplo, escolher as opções de transformação e pré-

Figura 1 – Exemplo comparativo de registros da porcentagem relativa e das respectivas intensidades odoríferas de uma composição de voláteis.



processamento da informação, tais como derivadas, logaritmos, normalizações e autoescalamento. São funções que modificam a forma de visualização da matriz de dados e facilitam um maior aproveitamento da informação, sem alterar a estrutura original dos dados. A partir da filtração e eliminação de dados anormais torna-se possível explorar, concentrar e visualizar a informação em dimensões compreensíveis, ou seja, observar o comportamento das amostras e das dezenas de variáveis originais de estudo em duas ou três dimensões.

Referências bibliográficas

- ACREE, T.E.; LAVIN, E.H. *Flavour science and technology*. John Wiley & Sons, 1990, p 49-52.
- ETTRE, L.S. The Kováts retention index system, *Analytical Chemistry*, v.36, n.8, p.31A-41A, 1964.
- McDANIEL, M.R.; MIRANDA-LOPEZ, R.; WATSON B.T., MICHEALS N.J.; LIBBEY L.M. In Charalambous, G. (Ed.). *Flavors and off-flavors*, Elsevier, NY, p. 23-36, 1990.
- McLAFFERTY, F.W.; TURECEK, F. *Interpretation of mass spectra*. 4th, University Science Books, CA., 1993, 371 p.
- SCHIEBERLE, P.; GROSCH, W. Evaluation of the flavor of wheat and bread by aroma extract dilution analysis. *Zeitschrift Lebensmittel Unters Forschung*, v.182, n.2, p.111-113, 1987.
- THOMAZINI, M.; FRANCO, M.R.B. Metodologia para análise de constituintes voláteis do sabor. *Boletim da SBCTA*, v.34, n.1, p. 52-59, 2000

Embalagem alimentar antimicrobiana na indústria cárnea

Eunice Akemi Yamada

Embalagem ativa é um conceito inovador de embalagem de alimentos que tem sido introduzida como uma resposta à contínua mudança na demanda do consumidor atual e nas tendências de mercado. Tem sido definida como: *um tipo de embalagem que muda a condição do sistema de embalagem para estender a vida-de-prateleira ou aumentar a segurança ou propriedades sensoriais, enquanto mantém a qualidade do alimento.*

Em geral, a embalagem alimentar ativa pode fornecer várias funções que não existem nos sistemas convencionais de embalagem. As funções ativas podem incluir a remoção de oxigênio, umidade ou etileno, a emissão de etanol ou *flavor* e a atividade antimicrobiana.

A contaminação microbiana reduz a vida-de-prateleira de alimentos e aumenta o risco de doenças provocadas por alimentos. Os métodos tradicionais que preservam os alimentos do efeito do crescimento microbiano incluem processo térmico, desidratação, congelamento, refrigeração, irradiação, embalagem em atmosfera modificada e adição de agentes antimicrobianos ou sais. Infelizmente, algumas dessas técnicas não podem ser aplicadas a alguns produtos alimentícios, tais como carne fresca e produtos prontos para consumo.

A embalagem antimicrobiana é uma promissora forma de embalagem ativa para alimentos ativos, em particular para produtos cárneos. Uma vez que a contaminação microbiana destes alimentos ocorre primariamente na superfície, devido ao manuseio pós-processamento, atenção tem sido dada para melhorar a segurança e o retardamento da deterioração pelo uso de *sprays* ou imersão em soluções antibacterianas. Entretanto, a aplicação direta de substâncias antibacterianas na

superfície dos alimentos tem benefícios limitados, porque as substâncias ativas são neutralizadas no contato ou difundem rapidamente da superfície para a massa alimentar. Por outro lado, a incorporação de agentes bactericidas ou bacteriostáticos nas formulações cárneas pode resultar em inativação parcial das substâncias ativas pelos constituintes do produto e, então, espera-se que tenha somente um efeito limitado na microbiota superficial.

Assim, o uso de películas de embalagem contendo agentes antimicrobianos poderia ser mais eficiente, por migração lenta dos agentes do material de embalagem para a superfície do produto, auxiliando manter, assim, altas concentrações onde eles são necessários. Se um agente antimicrobiano pode ser liberado da embalagem por um longo período, a atividade pode ser também estendida para a fase de transporte e estocagem da distribuição do alimento.

As substâncias antimicrobianas incorporadas aos materiais de embalagem podem controlar a contaminação microbiana reduzindo a taxa de crescimento e crescimento máximo populacional e/ou estendendo a fase *lag* do microrganismo-alvo, ou pela inativação de microrganismos pelo contato.

Desenvolvendo sistemas de embalagem antimicrobianos

A maioria dos sistemas de embalagem de alimentos representa tanto uma embalagem/sistema alimentício ou uma embalagem/ espaço livre/sistema alimentício.

Uma embalagem/sistema alimentício é um produto alimentar sólido em contato com o material de embalagem, ou um líquido alimentício ou líquido de baixa

viscosidade sem espaço livre. Os produtos cárneos embalados individualmente prontos para consumo, produtos cozidos *sous-vide* e produtos *delicatessen* são bons exemplos. A difusão entre o material de embalagem e o alimento e partição na interface são os principais fenômenos de migração envolvidos nestes sistemas. Os agentes antimicrobianos podem ser incorporados nos materiais de embalagem inicialmente e migrar ao alimento através de difusão e partição.

Embalagem/espaço livre/sistema alimentício são representados pelos alimentos embalados em embalagens flexíveis, copos e cartões. A evaporação ou distribuição equilibrada de uma substância entre o espaço livre, material de embalagem e/ou alimento tem sido considerado como uma parte dos principais mecanismos de migração para estimar a distribuição interfacial da substância. Uma substância ativa volátil pode ser usada neste sistema, uma vez que ela migra através do espaço livre e fendas de ar entre a embalagem e o alimento.

Ao lado da difusão e sorção equilibrada, algumas embalagens antimicrobianas usam antibióticos ou fungicidas covalentemente imobilizados, ou moléculas ativas tais como grupos aminas. Este caso utiliza inibição superficial do crescimento microbiano por imobilização da substância antimicrobiana (que não é de grau alimentício) sem transferência de massa difusível.

A incorporação de uma substância antimicrobiana em um sistema de embalagem de alimentos pode ter vários caminhos. Um é colocar o antimicrobiano na película adicionando-o no extrusor quando a película ou a película co-extrusada é produzida. A desvantagem desse

método é a baixa eficiência, uma vez que o material antimicrobiano não exposto à superfície da película geralmente não é totalmente disponível para a atividade antimicrobiana. Uma alternativa à extrusão é aplicar o aditivo antimicrobiano de maneira controlada onde o material é necessário e não seja perdido, por exemplo, ele pode ser incorporado na camada de contato com o alimento (que usualmente também serve como a camada interna termosselante) de um material de embalagem multicamada.

Vários fatores devem ser considerados no *design* ou modelação de película antimicrobiana ou embalagem:

1. Natureza química da película/ condições de casting process e atividade antimicrobiana residual.

A escolha do antimicrobiano é geralmente limitada pela sensibilidade térmica do componente durante a extrusão ou pela incompatibilidade do componente com o material de embalagem. Por exemplo, um por cento de sorbato de potássio em uma película LDPE (polietileno de baixa densidade) inibiu o crescimento de leveduras em placas de ágar. A resina LDPE e o sorbato de potássio em pó podem ser misturados, extrusados e peletizados para produzir um lote-mãe. Estes peletes podem ser adicionados à resina LDPE. O lote-mãe deve ser produzido em baixa temperatura para prevenir a decomposição térmica do sorbato de potássio. Outro estudo encontrou, entretanto, que o sorbato, benzoato e propionato, relativamente polares são incompatíveis com o LDPE apolar. Os anidridos ácidos são mais compatíveis que os ácidos livres e seus sais devido às suas polaridades menores.

A atividade antimicrobiana residual é a atividade efetiva dos agentes antimicrobianos utilizados após *casting* (extrusão) e processos de conversão (laminação, impressão, desidratação). Os efeitos de adesivos e solventes deveriam ser também caracterizados quantitativamente.

2. Características das substâncias antimicrobianas e alimentos. Os componentes alimentares afetam significativamente a eficiência das substâncias antimicrobianas e a sua liberação. As características físico-químicas do alimento podem alterar a atividade antimicrobiana das substâncias. Por exemplo, o pH dos alimentos influencia a ionização (dissociação/associação) da maioria das substâncias químicas ativas e podem mudar a atividade antimicrobiana de ácidos orgânicos e seus sais. A atividade antimicrobiana e estabilidade química de substâncias ativas incorporadas poderiam ser influenciadas também pela atividade de água do alimento. Ainda, cada alimento tem sua microbiota característica. A cinética de liberação dos agentes antimicrobianos tem sido projetada para manter a concentração acima da concentração crítica inibidora com respeito aos microrganismos contaminantes que aparentemente estão presentes.

3. Temperatura de armazenamento.

A temperatura de armazenamento pode afetar a atividade antimicrobiana dos conservantes químicos. Geralmente, elevadas temperaturas de estocagem podem acelerar a migração de agentes ativos na película/camadas de cobertura, enquanto a refrigeração retarda a taxa de liberação. As condições de temperatura durante a produção e distribuição devem ser previstas para determinar seu efeito na atividade residual antimicrobiana dos compostos ativos.

4. Coeficiente de transferência de massa. O sistema mais simples é a liberação difusível de substâncias ativas da embalagem no alimento. Um desenho multicamada tem a vantagem que o antimicrobiano pode ser adicionado em uma fina camada de sua migração e liberação controlada pela espessura da camada da película ou cobertura. Na prática, uma matriz de várias camadas é usada para controlar a taxa de liberação da substância ativa. O controle da liberação e quantidade de migração de substâncias

antimicrobianas da embalagem de alimentos é muito importante. Um modelo de transferência de massa do fenômeno de migração pode ser usado para descrever o perfil de concentração na película/camada de cobertura e o alimento por todo tempo. Com o uso de modelos de transferência de massa é possível calcular o período de estocagem que mantém a concentração de agente ativo acima da concentração crítica efetiva, assim, a vida-de-prateleira segura do alimento poderia ser calculada.

5. Propriedades físicas do material de embalagem. Quando a atividade antimicrobiana é adicionada aos materiais de embalagem para reduzir o crescimento microbiano, ela pode afetar as propriedades físicas dos materiais de embalagem. Estudos relatados encontraram que a transparência da película plástica sob estudo reduziu com a adição de agente ativo. A performance dos materiais de embalagem deve ser mantida após a adição de substâncias ativas, mesmo que os materiais contenham formulações mais heterogêneas.

Exemplos de conceitos de embalagem antimicrobiana

Como mencionado anteriormente, os direcionamentos para embalagem antimicrobiana podem ser classificados em dois tipos. O primeiro consiste em ligar um agente à superfície da embalagem e isto poderia requerer uma estrutura molecular suficientemente grande para reter a atividade na célula microbiana mesmo quando ligado ao plástico. Tais agentes são aparentemente limitados a enzimas ou outras proteínas antimicrobianas. O segundo direcionamento envolve a liberação de agentes ativos na superfície do alimento.

Os sistemas não-comestíveis podem conter algum tipo de aditivo alimentar no seu material de embalagem. Alguns agentes químicos existem naturalmente em plantas ou produtos fermentados. Entretanto, eles são principalmente sintetizados quimicamente e classificados como

aditivos químicos, algumas vezes com regulamentações restritivas necessárias.

No Japão, um zeolito prata-substituído tem sido desenvolvido como o agente antimicrobiano mais comum incorporado em plásticos. Íons prata, que inibem uma gama de enzimas metabólicas, apresentam forte atividade antimicrobiana com um largo espectro. O zeolito, que tem alguns de seus átomos de superfície substituídos por prata, é laminado como uma fina camada (3-6µm) no polímero de contato da superfície do alimento e que parece liberar íons prata como solução aquosa do alimento, entra nas cavidades expostas da estrutura porosa. Menos que 0,001% de prata é necessário na cobertura. Em junho de 2000, o AglONTM Silver Ion Technology recebeu a aprovação do FDA para uso em todos os tipos de polímeros de contato alimentar no mercado norte-americano.

Muitos outros compostos têm sido propostos e testados para atividade antimicrobiana em embalagem de alimentos incluindo ácidos orgânicos, tais como sorbato, propionato e benzoato ou seus respectivos anidridos ácidos, bacteriocinas como a nisina e pediocina ou enzimas, tais como lisozima e fungicidas como *benomyl* e *imazalil*.

Um desenvolvimento comercial interessante é o recente *marketing* da série de produtos do aprovado Microban de contato alimentar, tais como *cutting boards* e panos de copa, que contém triclosan (2,4,4'-triclora-2'-hidroxidifenil-eter, também usado em sabões, xampus e pasta dentífricas). A eficácia do plástico com triclosan incorporado (TIP) contra populações de bactérias patogênicas de origem alimentar, assim como bactérias associadas com superfície de carne foi estudada. Ensaio de *plate overlay* indicaram que plástico contendo 1500ppm de triclosan inibiram o crescimento de *Brochotrix thermosphacta* ATCC 11509, *Salmonella thyphimurium* ATCC 14028, *Staphylococcus aureus* ATCC 12598, *Bacillus subtilis* ATCC 6051, *Shigella flexneri* ATCC 12022,

Escherichia coli ATCC25922 e variedades de *E. coli* O157:H7. Entretanto, a mesma película não reduziu efetivamente populações bacterianas em superfícies cárneas embaladas a vácuo e refrigeradas.

Em contraste com as películas antimicrobianas convencionais, alguns grupos funcionais que têm atividade antimicrobiana têm sido imobilizados na superfície da película de polímero por métodos de modificação química para prevenir a transferência ou migração de substâncias antimicrobianas do polímero ao alimento.

A modificação da composição dos polímeros da superfície por irradiação de elétrons de tal modo que a superfície contenha grupos aminos que inativam os microrganismos por contato, tem sido realizada.

Cobertura e películas antimicrobianas comestíveis. Há um crescente interesse em coberturas comestíveis devido a fatores, tais como preocupações ambientais, necessidade para novas técnicas de estocagem e oportunidades para criar novos mercados para *commodities* agrícolas subutilizadas com propriedades de formação de película. Coberturas comestíveis e películas preparadas de polissacarídeos, proteínas e lipídios tem uma variedade de vantagens, tais como a biodegradação, ser comestível, biocompatibilidade, aparência, propriedades de barreira contra oxigênio e estresse físico.

Algumas vantagens do uso de coberturas comestíveis e películas em produtos cárneos têm sido discutidas. As coberturas comestíveis deveriam:

- ajudar aliviar o problema de perda de umidade durante a estocagem de carnes frescas ou congeladas;
- manter os sucos de carnes frescas e cortes de aves quando embalados em bandejas plásticas de varejo;
- reduzir a taxa de oxidação lipídica causadora de rancidez e oxidação de mioglobina causadora de coloração marrom;

- reduzir a carga de microrganismos deteriorantes e patogênicos na superfície de carnes cobertas;
- restringir perda de odores voláteis e captar odores estranhos.

Como uma aplicação de embalagem ativa, coberturas comestíveis carreando antioxidantes ou antimicrobianos podem ser usados para tratamento direto de superfícies cárneas.

No caso de coberturas e películas comestíveis, a seleção de agentes ativos incorporados é limitada a compostos comestíveis. Porque eles tem que ser consumidos junto com as camadas de coberturas/películas comestíveis e alimentos, ser comestível e seguro são características essenciais.

Foi demonstrado que a cobertura de alginatos contendo ácidos orgânicos foram marginalmente efetivos em carcaças bovinas, reduzindo os níveis de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* e *Escherichia coli* O157:H7 por 1,80, 2,11 e 0,74 logs, respectivamente.

A inibição completa de *Listeria monocytogenes* em presunto, carne de peito de peru e bovino foi obtida usando pediocina ou nisina fixada na tripa de celulose.

Conclusões

Os consumidores continuam demandando alimentos minimamente processados e que possuam a qualidade de produtos frescos, enquanto a distribuição moderna requer uma vida-de-prateleira adequada. Inúmeros tipos de embalagem de alimentos podem ser usados em combinação com técnicas de preservação de alimentos, a fim de aumentar a eficácia da cadeia de preservação do alimento. A idéia de combinar antimicrobianos com películas de embalagens para controlar o crescimento de microrganismos no alimento poderia ter um impacto significativo na extensão da vida-de-prateleira e segurança alimentar.

A aplicação de películas antimicrobianas permitiria a migração do agente antimicrobiano para a

superfície da película e assim produzir um efeito contínuo na superfície do alimento durante exposição prolongada. A adição direta de antimicrobianos ao alimento resultará em uma imediata redução da população bacteriana, mas esta técnica não considera a recuperação de células injuriadas ou o crescimento de células que não foram destruídas pela adição direta. O uso de materiais de embalagem antimicrobiana pode minimizar a contaminação microbiana da superfície do alimento durante

estocagem, transporte e manuseio. A principal ação destas películas está baseada na liberação de substâncias antimicrobianas nos produtos alimentícios. Alguns destes agentes poderiam por a saúde do consumidor em risco, se a liberação não for rigidamente controlada por algum mecanismo como o próprio material de embalagem. Uma inovação interessante poderia ser o uso de polímeros com superfícies que tenham sido modificadas por irradiação de elétrons ou tratamento de plasma para gerar atividade antimicrobiana sem qualquer

transferência ou migração de substâncias ao alimento.

Como o crescimento e a taxa de mortalidade da bactéria variam para cada meio de crescimento, conclusões de como as películas antimicrobianas funcionarão com um produto alimentício devem ser determinados para cada aplicação.

Referência bibliográfica

QUINTAVALLA, S.; VICINI, L. Antimicrobial food packaging in meat industry. Proceedings of 48th International Congress of Meat Science and Technology, Rome, August 2002, v. I, p.97-101.



SECRETARIA DE
AGRICULTURA E
ABASTECIMENTO



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO