

AGENTES ANTIMICROBIANOS QUÍMICOS E NATURAIS

Agentes antimicrobianos são agentes químicos que inibem o crescimento de microorganismos. O cloreto de sódio (sal de cozinha) é o mais antigo agente antimicrobiano. Ácidos orgânicos (acético, benzóico, propanóico e sórbico) são usados como agentes antimicrobianos em alimentos com baixo valor de pH. Nitratos e nitritos são utilizados para inibir o crescimento da bactéria Clostridium botulinum em alimentos que contenham carne crua (linguiça, presunto, bacon e salame). Dióxido de enxofre e sulfitos são usados para controlar o crescimento de microorganismos em frutas secas, sucos e vinhos. Nisina e natamicina são usados para inibir o crescimento de bactérias e fungos.

AS BACTERIOCINAS

Alguns microorganismos possuem a capacidade de produzir substâncias que podem influenciar no desenvolvimento de outros microorganismos. Desde os anos 50 é relatada a habilidade de várias espécies de bactérias do gênero *Bacillus* de produzir substâncias com atividade antimicrobiana, dentre essas são relatadas a subtilisina, as proteases e as termolisinas. Em se tratando de antimicrobianos a maior ênfase é dada as bacteriocinas, definidas como peptídeos antimicrobianos que destroem ou inibem

o crescimento de outras bactérias taxonomicamente relacionadas com a cepa produtora. Muitas bactérias ácido-láticas produzem uma grande diversidade de bacteriocinas, sendo a nisina a única bacteriocina reconhecida pela FDA e usada como conservante alimentar. Muitas bacteriocinas têm sido caracterizadas bioquimicamente e geneticamente. Embora sejam conhecidas, a função estrutural, a biossíntese e o modo de ação de algumas bacteriocinas, muitos aspectos desses compostos ainda permanecem desconhecidos.

As primeiras bacteriocinas descritas foram as colicinas, que são ativas contra *Escherichia coli*. Atualmente, são conhecidas muitas outras bacteriocinas produzidas por microorganismos Gram positivos, patogênicos ou não.

A nisina é uma bacteriocina produzida por certas linhagens de *Lactococcus lactis*, cujo nome é derivado do termo “*N-inhibitory Substances*” (NiS) adicionado ao sufixo INA. Essa bacteriocina foi descrita pela primeira vez como uma substância inibidora do crescimento do *Lactobacillus bulgaricus*. Posteriormente, chegou-se a conclusão de que a nisina inibe o crescimento de bactérias Gram positivas e o crescimento de esporos de *Clostridium* e *Bacillus*.

A classificação das bacteriocinas de bactérias ácido lácticas investigadas até o momento diferem em seus espectros de atividade, características bioquímicas e determinantes genéticos. Entretanto, a maioria delas possui baixa massa molecular (3 a 10 kDa), alto ponto isoelétrico, e contém regiões hidrofílicas e hidrofóbicas.

Baseadas na sua estrutura primária, peso molecular, estabilidade ao calor e organização molecular, as bacteriocinas de bactérias ácido lácticas podem ser subdivididas em quatro grupos:

- classe I - lantibióticas, caracterizadas pela presença de lantionina e b-metil lantionina;
- classe II - pequenas (<10 kDa) e relativamente estáveis ao calor, são peptídeos de membrana ativa que não contêm lantionina, subdivididos em: (a) peptídeos ativos contra *Listeria*, com seqüência N-terminal definida (classe IIa); (b) complexos, que requerem dois diferentes peptídeos para que tenham atividade (classe IIb); (c) e peptídeos com tiol ativado, que requerem resíduos de cisteína reduzidos para que sejam ativos (classe IIc);
- classe III - grandes (>30 kDa), proteínas termolábeis; e
- classe IV - bacteriocinas complexas que contêm porções lipídicas ou de carboidratos além da porção protéica.

Em função das semelhanças observadas nas suas características, essa classificação acabou sendo adotada também para substâncias produzidas por outras bactérias Gram positivas.

Existem outras propostas de classificação de bacteriocinas de bactérias lácticas e a pesquisa na área de bacteriocinas é muito dinâmica, devendo ser necessário algum tempo até que um sistema de classificação definitivo seja obtido.

Segundo demonstrado em estudos sobre nisina (*L. lactis*), pediocina (*P. acidilactici*), subtilisina (*B. subtilis*) e outras bacteriocinas conhecidas, as bacteriocinas de bactérias Gram positivas são formadas, primeiramente, como precursores com pequena atividade biológica. Estudos relataram que todas as bacteriocinas até então conhecidas são sintetizadas como pré-peptídeos com uma seqüência N-terminal que dirige seu transporte para fora da célula e é removida antes que uma

bacteriocina ativa possa ser detectada.

Na região C-terminal, em alguns casos, o polipeptídeo precursor sofre modificações pós-tradução. Estas modificações incluem desidratação de resíduos de serina e/ou treonina específicos, o que resulta na formação de 2,3-deidroaminoácidos; e adição de grupos tióis de resíduos de cisteína as ligações duplas de alguns desses aminoácidos, o que gera resíduos de lantionina e b-metil lantionina.

O transporte dos peptídeos para o ambiente externo é carregado por um efluxo dependente de ATP de complexos protéicos associados à membrana.

Quanto à sua atividade, as bacteriocinas podem variar conforme a espécie bacteriana sensível e o ambiente em que se encontram. De maneira geral, as bacteriocinas podem promover um efeito letal bactericida sem lise celular, com lise celular ou com efeito bacteriostático.

A maioria das bacteriocinas de bactérias ácido lácticas caracterizadas parece ter um mecanismo de ação comum, no qual elas dissipam a força próton-motriz (FPM), com modificações no potencial de membrana e no gradiente de concentração de H⁺ (pH). Tais efeitos, em microorganismos-alvo, levam à formação de poros na membrana citoplasmática.

Com a emergência de microorganismos psicrófilos em alimentos, o desenvolvimento de novas tecnologias e a procura dos consumidores por alimentos naturais, as bacteriocinas e/ou seus microorganismos produtores têm sido reconhecidos como uma fonte potencial de bioconservantes para alimentos.

O potencial de aplicação de uma determinada bacteriocina pode ser predito por suas propriedades. Características como estabilidade à temperatura, pH e espectro de ação estão entre as mais importantes para tal previsão. A fim de obter bacteriocinas comercialmente úteis, muitos laboratórios têm feito pesquisas detalhadas com cepas isoladas de vários alimentos.

A atividade das bacteriocinas no alimento pode ser afetada por diversos fatores, como por exemplo, mudança na solubilidade e na carga eletrostática das bacteriocinas; ligação das bacteriocinas aos componentes do alimento; inativação das bacteriocinas por proteases; mudanças na parede ou na membrana celular dos microorganismos-alvo como resposta a fatores ambientais.

Os fatores que podem influenciar na difusão das bacteriocinas em alimentos, incluem concentração de sal, pH, nitrito e nitrato, fase aquosa disponível para difusão, conteúdo lipídico e superfície lipídica disponível para solubilização. A distância que a molécula de bacteriocina precisa percorrer para alcançar a célula-alvo e o número dessas células com relação à quantidade do antimicrobiano são considerações importantes a serem feitas na predição de sua atividade.

Um estudo demonstrou que *Listeria monocytogenes* adaptadas a ambientes ácidos são mais resistentes à ação

Agentes antimicrobianos

de bacteriocinas, provavelmente, a algumas modificações que ocorrem na sua membrana celular. Esse estudo chama atenção para o fato de que sistemas de resistência devem ser considerados quando a nisina é utilizada em alimentos minimamente processados.

A eficácia da ação de diferentes bacteriocinas já foi testada em vários alimentos, principalmente produtos cárneos e laticínios, com relativo sucesso. No entanto, a autorização para que uma bacteriocina seja regulamentada para uso em alimentos depende dos alimentos nos quais ela será usada e seu propósito nos mesmos. O uso de bacteriocinas purificadas, microorganismos produtores de bacteriocinas, ou expressão genética de bacteriocinas em microorganismos produtores de alimentos nos Estados Unidos está sob jurisdição da FDA e são regulamentados como ingredientes alimentícios sob o *Federal Food, Drug and Cosmetic Act* (FFDCA). No FFDCA, as substâncias são reconhecidas como seguras (*Substances Generally Recognized as Safe* - GRAS) por especialistas qualificados.

A idéia da utilização de nisina em alimentos foi sugerida pela primeira vez depois da realização de uma experiência com linhagens de *Lactococcus lactis subsp. lactis* na fabricação do queijo suíço, obtendo como resultado a inibição do estufamento tardio causado pelo *Clostridium butyricum* e *Clostridium tyrobutyricum*.

A nisina foi reconhecida como aditivo alimentar pela Organização de Alimentos e Agricultura/Organização Mundial de Saúde (FAO/OMS) em 1969, com o limite máximo de ingestão de 33.000 Unidades Internacionais/kg de peso corpóreo. Diversos países permitem o uso de nisina em produtos como leite, queijo, produtos lácteos, tomates e outros vegetais enlatados, sopas enlatadas, maionese e alimentos infantis. No Brasil, a nisina é aprovada para uso em todos os tipos de queijo no limite máximo de 12,5 mg/kg; o Brasil é pioneiro na utilização dessa bacteriocina em produtos cárneos, sendo permitida sua utilização na superfície externa de salsichas de diferentes tipos. O produto pode ser aplicado como solução de ácido fosfórico grau alimentício.

A utilização de nisina no controle de *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 foi estudada em queijo Cottage em dois experimentos. O primeiro deles envolveu duas séries de três amostras cada, contendo uma mistura estéril de 250g de queijo e 50mL de creme pasteurizado (leite com 12% de gordura) cada uma. A primeira amostra de cada série foi destinada à adição de nisina e *Listeria monocytogenes*, perfazendo uma concentração final de $2,55 \times 10^3$ UI/g e $3,5 \times 10^5$ células/g de queijo, respectivamente. A outra amostra designada de controle positivo teve somente adição da bactéria estudada, enquanto que a terceira delas serviu como controle negativo.

Dessas amostras, uma das séries foi incubada a 4°C e a outra a 37°C. O segundo experimento realizado foi diferente do anterior pela não esterilização da mistura e

pela temperatura de incubação, que só ocorreu a 4°C. Os dados obtidos revelaram que em ambos os casos, com ou sem esterilização, a presença de *Listeria monocytogenes* não foi detectada depois de 24 horas nas condições estudadas, o que levou a conclusão de que a adição da nisina não somente inibiu o crescimento, mas também eliminou esse microorganismo.

As bacteriocinas, em geral, são uma das opções de possíveis mecanismos para controlar bactérias patogênicas e deteriorantes em alimentos. Porém, é importante lembrar que as substâncias antimicrobianas dificilmente poderão substituir as boas práticas de fabricação fundamentais para a produção de alimentos seguros.

ANTIMICROBIANOS NATURAIS

Os antimicrobianos naturais, compostos com capacidade para inibir o crescimento de microorganismos, incluindo bactérias, vírus e fungos, constituem cada vez mais uma nova forma de garantir uma alimentação segura, mantendo inalterada a qualidade dos alimentos. Em voga há muitos anos, o uso destes compostos começa a crescer no mercado europeu, especialmente em combinação com outras técnicas modernas de controle, como a análise de riscos e o controle de pontos críticos.

Em alguns países, como a Nigéria, por exemplo, os extratos de espécies com propriedades conservantes naturais são mais utilizados do que os antimicrobianos sintéticos. Na maioria dos casos, os antimicrobianos são usados principalmente para inibir o crescimento de fungos e leveduras, e sua ação depende, em grande parte, do pH. Quanto mais ácido o alimento, mais ativo é contra os microorganismos. Os sistemas antimicrobianos naturais presentes nas plantas, animais ou microorganismos estão cada vez mais ganhando adeptos no âmbito da conservação natural, especialmente em atividades antimicrobianas a partir de extratos de vários tipos de plantas e partes de plantas que são usadas como agentes saborizantes em alguns alimentos.

Alguns dos avanços obtidos tem sido no uso combinado de alta pressão com agentes antimicrobianos naturais, como a nisina e a lisozima, ou a aplicação conjunta com tratamentos térmicos de baixa intensidade. Esta combinação de tratamentos tem permitido alcançar um efeito global superior ao obtido mediante o uso de somente uma destas tecnologias.

A Universidade do Texas, Estados Unidos, desenvolveu um método que combina o uso de um antimicrobiano natural com irradiação, tratamento físico pelo qual se aplica sobre o alimento uma elevada quantidade de energia na forma de radiação ionizante. Segundo os pesquisadores, essa combinação aplicada na embalagem dos alimentos, como saladas, tem permitido reduzir a carga patogênica da embalagem, antes de atingir o alimento, sem a necessidade da aplicação de altas doses de irradiação.

Os agentes antimicrobianos naturais são uma alternativa atrativa para oferecer produtos saudáveis e seguros.

Aspectos como a qualidade, a textura e a cor da alface tem se mantido praticamente inalterados, apesar dos pesquisadores admitirem a necessidade de maiores estudos. Por outro lado, se mostram otimistas quanto a capacidade que a descoberta pode ter na redução de casos de infecção por *Salmonella* ou *Campylobacter*.

Os agentes antimicrobianos naturais são uma alternativa atrativa para oferecer produtos saudáveis e seguros.

Aipo, amêndoas, café e *cranberry* são alguns dos alimentos que contêm agentes naturais com atividade antimicrobiana. Na maioria dos casos, se trata de substâncias com capacidade de prolongar a vida útil dos alimentos, especialmente em frutas.

Um estudo realizado pelo *Institute Food Technologist dos Estados Unidos* (IFT), os mirtilos são uma nova maneira natural de garantir a segurança da carne, já que suas propriedades o capacitam para reduzir o desenvolvimento de *Salmonella*, *E. coli* e outros tipos de bactérias. Depois de aplicar um concentrado de mirtilo sobre carne picada crua com vários tipos de bactérias, os pesquisadores observaram uma redução considerável no crescimento dos patógenos. O responsável por esta redução é um composto denominado proantocianidina, que dificulta a aderência das bactérias, especialmente de *E. coli*. Os pesquisadores acreditam que, no futuro, o mirtilo se constitua em uma maneira natural de reduzir a contaminação dos alimentos. Por outro lado, a vanilina, componente cristalino da vagem da baunilha, se apresenta como um substituto, total ou parcial, do ácido ascórbico e dos sulfitos na conservação de alimentos. Esse composto tem demonstrado ser especialmente eficaz em frutas, como maçãs, morangos e mangas.

ESPECIARIAS E ERVAS ANTIMICROBIANAS

Além de conferir aroma e sabor, as especiarias e as ervas aromáticas têm ação antimicrobiana. Os óleos essenciais derivados das especiarias e plantas aromáticas possuem atividade antimicrobiana contra *Listeria monocytogenesis*, *Salmonella typhimurium*, *E. coli*, *Shigella dysenteriae*, *Bacillus cereus* e *Staphylococcus aureus*, em níveis entre 0,2-10µl/ml.

Os agentes antimicrobianos provenientes de fontes naturais, como o óleo de plantas, são reconhecidos e utilizados na preservação de alimentos há muitos séculos, desde

os Egípcios e países Asiáticos, como a China e a Índia. Algumas especiarias, como o cravo, a canela, a mostarda, o alho, o gengibre e a hortelã, ainda hoje são utilizadas pela medicina alternativa na Índia.

Os primeiros estudos científicos datam de 1880, quando o óleo de canela foi utilizado contra esporos do bacilo do Antrax. Em 1910, a canela e a mostarda mostraram eficácia na preservação da compota de maçã.

Grande parte das especiarias tem origem no Oriente, no entanto, algumas foram introduzidas após a descoberta do Novo Mundo - pimenta, pimentão, chocolate e baunilha -, tendo sido utilizadas como alimentos, aromatizantes e ainda para fins medicinais.

As especiarias e os óleos essenciais são usados pela indústria alimentícia como agentes de conservação de forma a aumentar o tempo de vida dos alimentos, uma vez que possuem ação antimicrobiana, reduzindo ou eliminando as bactérias patogênicas. Os antimicrobianos de origem vegetal podem ser obtidos a partir de óleos voláteis, sementes, flores, folhas, cascas, frutos, madeira e raízes de plantas. Estas matérias-primas são sujeitas a métodos de extração, como a destilação a vapor ou fluidos supercríticos, que permitem uma maior solubilidade e melhor taxa de extração; o controle de parâmetros, como a temperatura e a pressão, permite extrair os diversos componentes isoladamente.

Os óleos essenciais são um grupo de terpenos, sesquiterpenos e possivelmente diterpenos com diferentes grupos de hidrocarbonetos alifáticos, ácidos, álcoois, aldeídos, ésteres acíclicos ou lactonas. Os compostos das plantas, incluindo os glicosídeos, saponinas, taninos, alcalóide, os óleos essenciais, ácidos orgânicos, entre outros atuam na planta como defesa contra agressões externas, incluindo predadores como o homem. Essas substâncias podem ter uma ação benéfica no ser humano, embora sejam potencialmente tóxicas na natureza.

As saponinas e os flavonóides são encontrados em frutas, legumes, nozes, sementes, caules, flores, chá, vinho, mel e própolis. Formam uma espuma (como a do sabão) quando são misturados e agitados em meio aquoso. A atividade antimicrobiana das saponinas e flavonóides presentes na aveia (*Avena sativa*) e dos hidratos de carbono, antraquinonas e derivados alcalóides presentes em plantas

Agentes antimicrobianos

como *Bersama engleriana*, foram comprovadas quando extraídas das raízes, casca do caule, folhas e madeira.

Em geral, os compostos fenólicos dos óleos essenciais com o óleo cítrico extraído do limão, laranja e bergamota têm maior efeito antimicrobiano e não são catalogados como especiarias.

A deterioração dos alimentos pode ocorrer a partir das matérias-primas, pela sua confecção ou pelo seu acondicionamento e transporte. As fontes de deterioração podem ser físicas, químicas ou microbiológicas.

As técnicas de preservação contra a deterioração microbiológica têm sido significativamente melhoradas nos últimos anos, tendo começado a utilizar-se as especiarias e os seus óleos essenciais como bioconservantes naturais. A canela, o cominho e o cravinho mostraram efeitos antimicrobianos sobre o *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, entre outras, apresentando-se igualmente eficazes contra alguns micróbios patogênicos de origem alimentar e resistentes aos antibióticos. A pimenta da Jamaica, o louro, o coentro, o cominho e a canela possuem significativa ação sobre a inibição das propriedades bacteriostática/patogenicidade para a deterioração de microorganismos. Os orégãos, a segurelha e o tomilho têm demonstrado ação antifúngica e antimicrobiana. Os compostos fenólicos das especiarias que contêm uma alta percentagem de eugenol, carvacol e/ou timol, são os principais responsáveis pela ação bactericida/bacteriostática.

A ação dos agentes antimicrobianos é, sobretudo, exercida ao nível da membrana celular da bactéria, provocando danos estruturais e funcionais. As substâncias ativas das plantas são capazes de alterar a estrutura fosfolipídica da membrana celular, interrompendo o sistema enzimático, comprometendo o material genético da bactéria e formando compostos tóxicos, como o peróxido de hidrogênio.

A influência da sazonalidade da colheita das plantas, a sua localização geográfica e altitude, assim como o armazenamento e a extração, são processos que necessitam de maior investigação de forma a se tirar um maior benefício para fins nutricionais e para a indústria alimentícia. A Tabela 1 apresenta alguns desses compostos, relatando as suas origens vegetais e os seus efeitos antimicrobianos.

A eficácia antimicrobiana aparente da planta original depende de fatores como o método de extração dos óleos essenciais, fase de crescimento, meio de cultura utilizado e propriedades extrínsecas e intrínsecas do alimento, tais como pH, teor em gordura, proteína, água, antioxidantes e conservantes, assim como o tempo de incubação/temperatura de incubação, processo de embalagem e estrutura física dos alimentos. Outro parâmetro importante é a capacidade de reduzir o pH no interior da célula. Geralmente, as bactérias Gram negativas são menos sensíveis aos antimicrobianos, devido à sua membrana externa, pois contêm lipopolissacarídeos.

TABELA 1 – EFEITOS ANTIMICROBIANOS DE ALGUMAS ESPECIARIAS

Planta ou especiaria	Eficaz contra
Coentros, orégãos e salsa	Bactérias gram positivas e Gram negativas, incluindo a <i>Listeria monocytogenes</i>
Pimenta da Jamaica, manjerição, alcarávia, citronela, manjerona, salvia, alecrim	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Alho, salvia, manjerona e pimenta da Jamaica	
Manjerição, citronela, alho, menta	Largo espectro, bactérias Gram positivas e Gram negativas
Orégãos, salvia, tomilho	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i>
Cominhos	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Endro	<i>Clostridium botulinum</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i>

No entanto, isso não quer dizer que as Gram positivas sejam mais susceptíveis.

Testes *in vitro* de antimicrobianos de origem vegetal estão bem descritos na literatura. No entanto, a atividade antimicrobiana de plantas e especiarias pode variar de acordo com o organismo alvo.

A bactéria *Aeromonas hydrophila*, presente, sobretudo, nos alimentos de origem marinha é a mais sensível aos antimicrobianos entre as espécies Gram-negativas.

Os *Bacillus sp* são inibidos pelo extrato de guaraná e diferentes extractos de tomilho, entre outros. Neste gênero, destaca-se o *Bacillus cereus* freqüente em alimentos sujeitos a uma confecção insuficiente e não refrigerados.

O *Campylobacter jejuni* é sensível aos antimicrobianos naturais, quando comparado com outros microorganismos patogênicos.

Os óleos essenciais dos dentes de alho possuem um efeito inibidor contra o *Clostridium perfringens*, numa concentração de 0,4% (v/p).

O extrato de guaraná, vapor de bergamota, óleos essenciais das folhas, caules e flores da salvia demonstraram efeito antimicrobiano sobre a *Escherichia coli*. Extratos e óleos essenciais de várias especiarias têm efeito relativo sobre a *Escherichia coli* segundo a ordem decrescente: mostarda > dente de alho > canela > hortelã.

O óleo de *Rosmarinus officinalis* demonstrou forte efeito antimicrobiano sobre *Listeria monocytogenes*, uma das principais causas de toxi-infecção alimentar.

Alguns óleos essenciais demonstraram uma gama de efeitos fungicidas naturais contra patogênicos pós-colheita, especialmente devido a sua bioatividade sob a forma de vapor em produtos armazenados. No entanto, é necessário uma maior exposição ao vapor quando os

As técnicas de preservação contra a deterioração microbiológica têm sido significativamente melhoradas nos últimos anos, tendo começado a utilizar-se as especiarias e os seus óleos essenciais como bioconservantes naturais.

produtos já se encontram embalados, sendo necessário ter em consideração a natureza da embalagem. A atividade antifúngica depende do tipo de fungo alvo.

Os compostos eficazes contra o *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* são o extrato de guaraná, o óxido de etileno, o extrato de satureja, entre outros. O crescimento de *Aspergillus parasiticus* e a produção de aflotoxinas é inibida pela lima e pelo tomilho.

As *Pseudomonas aeruginosas* são o grupo menos sensível a ação dos componentes bioativos dos óleos essenciais de origem vegetal. No entanto, todas mostraram susceptibilidade aos óleos essenciais das folhas, caules e folhas da salvia, com exceção da *Pseudomonas aeruginosas*.

Existe uma grande variedade de compostos com ação sobre a *Salmonella sp.* e a *Shigella sp.*, como por exemplo, óleos obtidos por destilação de folhas de *Syzygium petróleo*, óleos essenciais de folhas e frutos de *Pittosporum viridulum*, terpenos obtidos a partir da árvore do chá, entre outros.

Da mesma forma, existe uma grande variedade de compostos com ação sobre *Staphylococcus aureus*, tais como os óleos essenciais das folhas, caules e flores da salvia, os óleos essenciais de folhas e frutos de *Pittosporum viridulum*, entre outros.

Os óleos essenciais de timol e carvacol, em concentrações de 0,5% e 100g/l ml de óleos essenciais de taninos e polímeros de flavonóides, são eficazes contra *Vibrio parahaemolyticus*.

Os óleos essenciais da laranja, limão e bergamota, assim como a hidrodestilação de caules, folhas e flores de *clorofila Eugenia O. Berg*, são eficazes contra as Gram positivas. O borneol extraído da salva e do alecrim tiveram um efeito inibitório sobre as Gram positivas e Gram negativas em uma concentração de 2%.

Geralmente as Gram positivas são mais sensíveis às saponinas (0,3 e 1,25mg/ml), quando comparadas com as Gram-negativas (1,25 - 5mg/dl).

EFEITO DOS ANTIMICROBIANOS NATURAIS NOS ALIMENTOS

Os estudos efetuados sobre alimentos dependem de outros fatores que não são considerados nos testes *in vitro*. As plantas e as especiarias podem ser usadas como

alternativa na preservação e no controle patogênico em produtos alimentícios.

Geralmente, a eficácia da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais são, por ordem decrescente: orégão > Dente de alho > Coentros > canela > tomilho > hortelã > mostarda > alecrim. No entanto, existem estudos que ressaltam que a hortelã possui menor efeito do que a mostarda.

Apesar de alguns relatos positivos em relação a aplicação de produtos antimicrobianos de origem vegetal, existem duas grandes questões; os odores gerados pelas altas concentrações e os custos desses materiais.

A Tabela 2 indica as principais utilizações das ervas e especiarias com efeito antimicrobiano nos respectivos grupos de alimentos de acordo com as bactérias mais frequentes.

Carnes e aves

Estudos demonstraram que os extratos de plantas são úteis para a redução de agentes patogênicos mais frequentes na carne. No entanto, alguns autores registraram baixa ação antimicrobiana contra patógenos existentes em carne contaminada. O alto teor em gordura da carne tem efeito

TABELA 2 – PRINCIPAIS APLICAÇÕES DAS ERVAS E ESPECIARIAS COM EFEITO ANTIMICROBIANO

Grupo de alimentos	Óleo essencial ou componente	Espécies bacterianas
Carne	Alho, eugenol, coentros, oréganos, tomilho, alecrim	<i>Listeria monocytogenes</i>
Carne picada	Canela chinesa, segurelha para a carne de porco	Vários microorganismos patogênicos
Frango	Eugenol, óleo de salvia, oréganos	<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella tyhimurium</i>
Salsichas	Manjerona	Diversas bactérias
Patê	Óleo de menta	<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella enteritidis</i>
Bacalhau	Óleo de oréganos	<i>Phytobacterium phosphoreum</i>
Camarões cozidos	Óleos de tomilho	<i>Pseudomonas putida</i>
Mozarella	Óleo de alho	<i>Listeria monocytogenes</i>

Plantas e especiarias, que foram originalmente adicionadas para melhorar o paladar, podem também melhorar a segurança e o tempo de vida útil dos produtos alimentícios.

sobre a aplicação de óleos essenciais. Tal fato pode ser devido à lipossolubilidade dos óleos essenciais em relação às partes aquosas dos alimentos. A combinação de cravo e orégãos a 1% demonstrou efeito inibitório contra *Listeria monocytogenes*; no entanto, a mesma concentração não foi eficaz sobre pasta de carne. De acordo com a Tabela 2, estudos recentes demonstraram que determinados óleos, como o de orégão, coentro e tomilho, têm efeito elevado sobre *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila* e *flora autóctone*. Entretanto, a mostarda, a hortelã e os óleos de salva foram menos eficazes ou mesmo ineficazes.

A utilização dos óleos da segurelha em combinação com outros métodos de preservação, como temperatura, luz pulsada, e irradiação na embalagem em atmosfera modificada, pode ser um método econômico para controlar o desenvolvimento de bactérias transmissíveis de doenças, melhorando a qualidade da carne de porco picada.

Extratos individuais de alcaçuz, cravo, alecrim e casca de cássia, demonstraram ter atividade antimicrobiana forte contra quatro microorganismos de destaque (*Listeria monocytogenes*, *Escherichia Coli*, *Pseudomonas fluorescens* e *Lactobacillus sake*), em atmosfera modificada em carne de porco fresca embalada a vácuo e fatias de presunto quando armazenados a 4°C.

Peixe

O alto teor de gordura de alguns peixes, assim como na carne, reduzem o efeito antimicrobiano dos óleos essenciais contra diversos microorganismos. No entanto, alguns óleos essenciais conseguem ser eficazes contra a deterioração de peixes, mesmo na presença de elevados teores de óleo. O óleo de orégão, por exemplo, é mais eficaz contra a deterioração do organismo *Photobacterium phosphoreum* em filetes de bacalhau do que sobre o salmão, que é um peixe gorduroso. A aplicação de óleos essenciais na superfície do peixe inteiro ou como revestimento de camarões, inibe a ação da *Salmonella enteritidis* e *Listeria monocytogenes*.

Produtos lácteos

Estudos demonstraram que o extrato da semente de manga pode reduzir a contagem bacteriana total, inibir o crescimento de coliformes e exercer atividade antimicro-

biana notável contra a *Escheria coli*, além de prolongar a vida útil do leite de vaca pasteurizado.

Legumes

A atividade antimicrobiana dos óleos essenciais em hortaliças demonstrou excelentes resultados, devido ao baixo teor de gordura dos produtos. Pode ainda ser melhorada através da diminuição do pH dos alimentos e/ou temperatura. Por exemplo, o óleo de orégão é eficaz contra a *Escherichia coli*, reduzindo a população final na salada de berinjela. No entanto, o aumento da temperatura pode diminuir a ação, devido a volatilidade e a diminuição da permeabilidade dos compostos antimicrobianos em meio líquido.

Arroz

Folhas de cinco variedades de *Ocimum basilicum* foram eficazes contra três pragas de arroz armazenado.

Frutas

A flora natural do kiwi (pH 3,2 - 3,6) foi inibida por carvacrol e cinamaldeído, mas não foram eficazes contra o melão (pH 5,4 - 5,5), podendo esta ação ser devida à diferença no valor do pH.

CONCLUSÃO

Plantas e especiarias, que foram originalmente adicionadas para melhorar o paladar, podem também melhorar a segurança e o tempo de vida útil dos produtos alimentícios.

Vários estudos têm sido direcionados para a aplicação de óleos essenciais derivados de plantas. Alguns mostraram ter maior atividade antimicrobiana, quando comparados com uma mistura de grandes componentes. No entanto, informações sobre os efeitos destes compostos naturais e/ou em combinação com extratos contra microorganismos de origem alimentar são limitadas.

O futuro requer muita pesquisa com relação aos produtos alimentícios antimicrobianos naturais, em especial sobre a eficácia dos óleos essenciais, individualmente ou em combinação com outros extratos de plantas, sendo um tema de especial interesse nas ciências da nutrição e da alimentação, pelos efeitos protetores de alguns destes compostos, e na higiene e segurança alimentar, pelo papel de conservação que possam desempenhar.