



Os antioxidantes são um conjunto heterogêneo de substâncias formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais e, ainda, enzimas, que bloqueiam o efeito danoso dos radicais livres.

O termo antioxidante significa que impede a oxidação de outras substâncias químicas que ocorrem nas reações metabólicas ou por fatores exógenos, como as radiações ionizantes. São obtidos pelos alimentos, sendo encontrados na sua maioria nos vegetais, o que explica parte das ações saudáveis que as frutas, legumes, hortaliças e cereais integrais exercem sobre o organismo.

Os antioxidantes podem ser classificados em primários, sinérgicos, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidantes mistos.

Os antioxidantes primários são compostos fenólicos que promovem a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia. Os principais e mais conhecidos antioxidantes deste grupo são os polifenóis, como

butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), terc-butil-hidroquinona (TBHQ) e propil galato (PG), que são sintéticos, e os tocoferóis, que são naturais. Estes últimos também podem ser classificados como antioxidantes biológicos.

Os antioxidantes sinérgicos são substâncias com pouca ou nenhuma atividade antioxidante, que podem aumentar a atividade dos antioxidantes primários quando usados em combinação adequada. Alguns antioxidantes primários quando usados em combinação podem atuar sinérgicamente.

Os antioxidantes removedores de oxigênio são compostos que atuam capturando o oxigênio presente no meio, através de reações químicas estáveis tornando-os, conseqüentemente, indisponíveis para atuarem como propagadores da autooxidação. Ácido ascórbico, seus isômeros e seus derivados são os melhores exemplos deste grupo. O ácido ascórbico pode atuar também como sinérgico na regeneração de antioxidantes primários.

Os antioxidantes biológicos incluem várias enzimas, como glucose oxidase, superóxido dismutase e catalases. Estas substâncias podem

remover oxigênio ou compostos altamente reativos de um sistema alimentício.

Os agentes quelantes/sequestrantes complexam íons metálicos, principalmente cobre e ferro, que catalisam a oxidação lipídica. Um par de elétrons não compartilhado na sua estrutura molecular promove a ação de complexação. Os mais comuns são ácido cítrico e seus sais, fosfatos e sais de ácido etileno diamino tetraacético (EDTA).

Os antioxidantes mistos incluem compostos de plantas e animais que têm sido amplamente estudados como antioxidantes em alimentos. Entre eles estão várias proteínas hidrolisadas, flavonóides e derivados de ácido cinâmico (ácido caféico).

O estresse oxidativo ocorre quando a produção de moléculas prejudiciais, chamadas de radicais livres, está além da capacidade protetora das defesas antioxidantes. Os radicais livres são átomos quimicamente ativos ou moléculas que apresentam um número ímpar de elétrons na sua órbita externa. Exemplos de radicais livres são o ânion superóxido, o radical hidroxila, os metais de transição, como o ferro e o cobre, o ácido nítrico e o ozônio. Os radicais livres contêm

# Dossiê Antioxidantes

oxigênio conhecido como espécies reativas de oxigênio (ROS), que são os radicais livres biologicamente mais importantes. Os ROS incluem os radicais superóxidos e o radical hidroxila mais os derivados do oxigênio que não contém elétrons ímpares, como o peróxido de hidrogênio e o oxigênio singlete.

Como têm um ou mais elétrons ímpares, os radicais livres são altamente instáveis; vasculham o organismo para se apropriar ou doar elétrons e, por esta razão, prejudicam as células, proteínas e DNA (material genético).

O mesmo processo oxidativo também causa o ranço no óleo, a cor marrom em maçãs descascadas e a ferrugem no ferro.

## ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS E NATURAIS

Os antioxidantes sintéticos mais utilizados na indústria de alimentos são o BHA, BHT, PG e TBHQ. A estrutura fenólica destes compostos permite a doação de um próton a um

radical livre, regenerando, assim, a molécula do acilglicerol e interrompendo o mecanismo de oxidação por radicais livres. Dessa maneira, os derivados fenólicos transformam-se em radicais livres. Entretanto, estes radicais podem se estabilizar sem promover ou propagar reações de oxidação.

O BHA é um antioxidante mais efetivo na supressão da oxidação em gorduras animais do que em óleos vegetais. Como a maior parte dos antioxidantes fenólicos, sua eficiência é limitada em óleos insaturados de vegetais ou sementes. Apresenta pouca estabilidade frente a elevadas temperaturas, mas é particularmente efetivo no controle de oxidação de ácidos graxos de cadeia curta, como aqueles contidos em óleo de coco e palma.

O BHT possui propriedades similares ao BHA, porém, enquanto o BHA é um sinergista para propilgatos, o BHT não é. O BHA e o BHT podem conferir odor em alimentos quando aplicados em altas temperaturas em condição de fritura, por

longo período.

O BHA e o BHT são sinergistas entre si. O BHA age como sequestrante de radicais peróxidos, enquanto o BHT age como sinergista, ou regenerador de radicais BHA.

O PG é um éster do 3,4,5 ácido trihidroxibenzoico. Possui concentração ótima de atividade como antioxidante e quando usado em níveis elevados pode atuar como pró-oxidante. Seu poder para estabilizar alimentos fritos, massas assadas e biscoitos preparados com gorduras é baixo.

O TBHQ é um pó cristalino branco e brilhoso, moderadamente solúvel em óleos e gorduras e não se complexa com íons de cobre e ferro, como o galato. É considerado, em geral, mais eficaz em óleos vegetais do que o BHA ou o BHT; em relação à gordura animal, é tão efetivo quanto o BHA e mais efetivo do que o BHT ou o PG. O TBHQ é considerado também o melhor antioxidante





para óleos de fritura, pois resiste ao calor e proporciona uma excelente estabilidade para os produtos acabados. O ácido cítrico e o TBHQ apresentam excelente sinergia em óleos vegetais.

Os antioxidantes naturais são moléculas presentes nos alimentos, em pequenas quantidades, que possuem a capacidade de interromper a formação de radicais livres. Desse modo, são capazes de reduzir a velocidade das reações de oxidação dos compostos lipídicos presentes em determinado produto.

Entre os antioxidantes naturais mais utilizados na indústria alimentícia podem ser citados os tocoferóis que, por serem um dos melhores antioxidantes naturais são amplamente aplicados como meio para inibir a oxidação dos óleos e gorduras comestíveis, prevenindo a oxidação dos ácidos graxos insaturados; os ácidos fenólicos, que caracterizam-se pela presença de um anel benzênico, um grupamento carboxílico e um ou mais grupamentos de hidroxila e/ou metoxila na molécula, que conferem propriedades antioxidantes; e os extratos de plantas, como alecrim e sálvia, que em estudos, foram os antioxidantes mais eficazes na gordura suína, sendo que ambos os temperos apresentaram baixo potencial redox de atividade antioxidante em salsichas.

## APLICAÇÃO INDUSTRIAL

O uso de antioxidantes na indústria de alimentos e seus mecanismos funcionais têm sido amplamente estudados.

O retardamento das reações oxidativas por determinados compostos foi, primeiramente, registrado por Claude Berthollet, em 1797 e, depois, esclarecido por Humphry Davy, em 1817.

O curso da rancificação de gorduras permaneceu desconhecido até que estudos demonstraram que o oxigênio atmosférico era o maior agente causador de oxidação do ácido graxo livre. Vários anos mais tarde, descobriu-se que a oxidação de triglicerídios altamente insaturados poderia provocar odor de ranço em óleo de peixe.

Em 1852, cientistas observaram que índios americanos do Vale de Ohio preservavam gordura de urso usando casca de omeiro. Esse produto foi patenteado como antioxidante 30 anos mais tarde.

O conhecimento atual das propriedades de vários produtos químicos

para prevenir a oxidação de gorduras e alimentos gordurosos começou com estudos clássicos. Durante a I Guerra Mundial e pouco depois, cientistas testaram a atividade antioxidante de mais de 500 compostos. Essa pesquisa básica, combinada com a vasta importância da oxidação em

praticamente todas as operações de manufatura, desencadeou uma busca por aditivos químicos para controlar a oxidação.

Das centenas de compostos que têm sido propostos para inibir a deterioração oxidativa das substâncias oxidáveis, somente alguns podem ser usados em produtos para consumo humano.

Na seleção de antioxidantes, são desejáveis as seguintes propriedades: eficácia em baixas concentrações (0,001% a 0,01%); ausência de efeitos indesejáveis na cor, no odor, no sabor e em outras características do alimento; compatibilidade com o alimento e fácil aplicação; estabilidade nas condições de processo e armazenamento, e o composto e seus produtos de oxidação não podem ser tóxicos, mesmo em doses muito maiores das que normalmente seriam ingeridas no alimento.

Além disso, na escolha de um antioxidante deve-se considerar também outros fatores, incluindo legislação, custo e preferência do consumidor por antioxidantes naturais.



## ANTIOXIDANTES



Los antioxidantes son un conjunto heterogêneo de sustancias formado por vitaminas, minerales, pigmentos naturales y compuestos vegetales y, aún así, enzimas, que bloquean los efectos dañinos de los radicales libres.

El término antioxidante significa que impide la oxidación de otras sustancias químicas que ocurren en las reacciones metabólicas o por factores exógenos, como las radiaciones ionizantes. Se obtienen por los alimentos, que se encuentran en su mayoría en los vegetales, lo que explica parte de las acciones saludables de frutas, hortalizas, verduras y cereales integrales ejercen sobre el cuerpo.

Los antioxidantes se pueden clasificar en primários, sinérgicos, eliminadores de oxígeno, agentes quelantes y antioxidantes mezclados. El estrés oxidativo se produce cuando la producción de moléculas dañinas, llamadas radicales libres, está más allá de la capacidad protectora de las defensas antioxidantes. Los radicales libres son átomos químicamente activos o moléculas que presentan un número impar de electrones en su órbita externa. Ejemplos de los radicales libres son el anión

superóxido, el radical hidroxilo, metales de transición, como el hierro y el cobre, el ácido nítrico y el ozono.

Los radicales libres que contienen oxígeno conocido como especies reactivas de oxígeno (ROS), que son los radicales libres biológicamente más importantes. El ROS incluyen los radicales superóxido y el radical hidroxilo más derivados de oxígeno que no contiene electrones impares, como el peróxido de hidrógeno y oxígeno singlete.

El mismo proceso oxidativo también causa la rancia en aceite, el color marrón en las manzanas peladas y óxido en el hierro.

Los antioxidantes sintéticos más utilizados en la industria alimentaria son la BHA, BHT, PG y TBHQ. La estructura de estos compuestos fenólicos permite la donación de un protón a un radical libre, regenerando, por lo tanto, la molécula de acilglicerol y interrumpiendo el mecanismo de oxidación por los radicales libre. Sin embargo, estos radicales pueden estabilizar sin promover o propagar las reacciones de oxidación.

Los antioxidantes naturales son moléculas presentes en la alimentación en pequeñas cantidades, que tienen la capacidad para detener la formación de radicales libre. De esta manera, son capaces de reducir la velocidad de las reacciones de oxidación de compuestos de lípidos



presentes en ciertos productos.

Entre los antioxidantes más naturales utilizados en la industria alimentaria puede ser citado tocoferoles que, por ser uno de los mejores antioxidantes naturales se aplican ampliamente como un medio para inhibir la oxidación de aceites y grasas comestibles, previniendo la oxidación de ácidos grasos insaturados; los ácidos fenólicos, que se caracteriza por la presencia de un anillo de benceno, un grupo ácido carboxílico y uno o más grupos hidroxilo y / o metoxilo en la molécula, que le confieren propiedades antioxidantes; y los extractos de plantas, como el romero y salvia, que en los estudios, que los estudios eran los antioxidantes más eficaces en la grasa de cerdo, siendo que ambos condimentos registró bajo el potencial redox de la actividad antioxidante en los embutidos.

El uso de antioxidantes en la industria alimentaria y sus mecanismos funcionales han sido ampliamente estudiados.

El retraso de las reacciones oxidativas de ciertos compuestos se registró por primera vez por Claude Berthollet, en 1797 y luego se clarificó por Humphrey Davy en 1817.

El curso de la ranciedad de grasas desconocía hasta estudios demostraron que el oxígeno atmosférico es el mayor agente causante de la oxidación de ácidos grasos libres. Varios años más tarde, se descubrió que la oxidación de triglicéridos altamente insaturados podría causar olor rancio en el aceite de pescado.

El conocimiento actual de las propiedades de diversos productos químicos para evitar la oxidación

de las grasas y alimentos grasos comenzó con los estudios clásicos. Durante la I Guerra Mundial y poco después, los científicos han probado la actividad antioxidante de más de 500 compuestos. Esta investigación básica, combinado con la gran importancia de la oxidación en prácticamente todas las operaciones de fabricación, desencadenó una búsqueda mediante aditivos químicos para el control de la oxidación.

De los cientos de compuestos que han sido propuestos para inhibir el deterioro oxidativo de sustancias oxidable, sólo unos pocos de ellos puede ser utilizado en productos para el consumo humano.

En la selección de los antioxidantes son deseables las siguientes propiedades: eficacia en bajas concentraciones (0,001% y 0,01%); la ausencia de efectos indeseables en el color, olor, sabor y otras características de los alimentos; la compatibilidad con los alimentos y fácil aplicación; estabilidad en las condiciones de proceso y almacenamiento, y el compuesto y sus productos de oxidación pueden no ser tóxicos, incluso en dosis mucho mayores de los que normalmente se ingiere con los alimentos.

Además, en la elección de un antioxidante también deben considerarse otros factores, incluida la legislación, el costo y la preferencia del consumidor por antioxidantes naturales.