

DESCRIPCIÓN

AGENTES DE LIBERACIÓN DE GAS ANTIMICROBIANOS Y SISTEMAS Y MÉTODOS PARA UTILIZARLOS

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica la prioridad conforme al artículo 119(e) del título 35 del U.S.C. de la solicitud de patente provisional estadounidense n.º 62/421,348, titulada "ENTRAINED POLYMERS WITH ANTIMICROBIAL RELEASING AGENTS", presentada el 13 de noviembre de 2016, cuyo contenido se incorpora a la presente en su totalidad mediante esta referencia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas y métodos para reducir y prevenir el crecimiento de microbios, o para destruir microbios, dentro del espacio interior de un recipiente y/o en productos/artículos almacenados en el envase. Más específicamente, la invención se refiere a sistemas y métodos para reducir y prevenir el crecimiento de microbios, o para destruir microbios, por ej., en recipientes de alimentos, utilizando polímeros atrapados con agentes de liberación antimicrobianos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Existen muchos artículos que son almacenados, transportados y/o utilizados preferiblemente en un ambiente que debe ser controlado y/o regulado. Por ejemplo, en el campo del control de la humedad, los recipientes y/o envases que tienen la capacidad de absorber el exceso de humedad atrapada en su interior se han reconocido como deseables. Asimismo, en productos de embalaje que conllevan un riesgo de contaminación, por ej., alimentos, puede ser deseable controlar el crecimiento y la proliferación de microbios.

Los productos alimenticios, específicamente alimentos frescos rebanados o cortados tales como carne, aves de corral, frutas y verduras, normalmente se almacenan y se venden en un recipiente de soporte, por ej., una bandeja, envuelta con una película plástica transparente, que permite la inspección visual de los productos alimenticios. Estos productos alimenticios generalmente producen un exudado (es decir, jugos), que puede ser una fuente para el crecimiento de agentes microbianos. Además, la contaminación de los equipos de procesamiento u otras superficies con las que los productos alimenticios entran en contacto puede permanecer con el alimento y proliferar mientras está envasado. De modo similar, los productos alimenticios pueden estar contaminados incluso antes del proceso de envasado. Por ejemplo, un tomate puede tener una abertura en la piel a través de la cual entran y se replican microorganismos no deseados. Un incidente en el proceso de manipulación de los alimentos y/o en la gestión de la cadena de frío (por ej., refrigeración durante las pausas de transporte de alimentos durante varias horas) puede permitir el crecimiento microbiano de alimentos contaminados, lo que puede dar lugar a brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. Independientemente de la fuente o naturaleza de la contaminación microbiana en los alimentos, la vida útil y la seguridad de los productos alimenticios contaminados se ven afectadas por la contaminación y la proliferación de microbios.

Una de las formas en que la industria alimentaria ha abordado la conservación de los alimentos es mediante la inclusión de conservantes de grado alimenticio como un componente de los alimentos, tales como sorbato de potasio, benzoato de sodio y nitritos. Sin embargo, en el ámbito de la salud y entre los consumidores, algunos consideran que estos conservantes no son naturales y presentan riesgos para la salud. Además, no resulta práctico utilizar estos conservantes con alimentos no procesados, por ejemplo, frutas o verduras frescas.

Otra forma en que la industria alimentaria ha abordado la conservación de los alimentos es utilizar agentes antimicrobianos que entran en contacto directo con los alimentos como componente del material de envasado. Sin embargo, este contacto directo puede ser indeseable en algunas aplicaciones.

Para determinadas aplicaciones, es conveniente proporcionar agentes antimicrobianos para liberar gases antimicrobianos en un espacio libre del envase o recipiente del producto alimenticio con el fin de controlar la proliferación de microbios, en comparación con un componente sólido o líquido que requiere el contacto directo con el alimento almacenado para ser eficaz. Sin embargo, el suministro de gas antimicrobiano en el espacio libre plantea problemas. Uno de estos problemas es lograr un perfil deseado de liberación de gas antimicrobiano dentro del espacio libre durante un período determinado. Si no se logra el perfil de liberación adecuado para un producto determinado, es posible que no se logre la vida útil deseada para ese producto. Por lo tanto, es necesario mejorar el suministro de agentes antimicrobianos para controlar, reducir y destruir sustancialmente la contaminación microbiana en los envases de los alimentos, así como otras aplicaciones, tales como, por ejemplo, el envasado de dispositivos médicos desechables esterilizados. Una dificultad para satisfacer esta necesidad es mantener un equilibrio entre el suministro de gas antimicrobiano suficiente en el espacio libre del envase para controlar y/o destruir eficazmente los patógenos, sin "sobredosificar" el espacio libre del envase, lo que podría afectar negativamente la calidad del producto, por ej., por degradación organoléptica.

COMPENDIO DE LA INVENCION

Por consiguiente, en un aspecto, la invención proporciona un sistema para inhibir o prevenir el crecimiento de microbios y/o para destruir microbios en un recipiente cerrado que tiene un artículo en el interior. El sistema incluye un recipiente que incluye una superficie

inferior, una abertura superior, una o más paredes laterales que se extienden en dirección vertical desde la superficie inferior hasta la abertura superior, un espacio interior formado por la o las paredes laterales, un espacio libre formado por el espacio interior que no está ocupado por el artículo y una tapa para cerrar y/o sellar el recipiente. El sistema también incluye al menos un artículo de polímero atrapado ubicado dentro del espacio interior que incluye un material monolítico, que incluye un polímero base, y un agente de liberación antimicrobiano configurado para liberar un gas antimicrobiano liberado. El sistema además incluye un material seleccionado presente en el espacio interior para activar la liberación del gas antimicrobiano liberado.

En otro aspecto, la invención proporciona un método para inhibir o prevenir el crecimiento de microbios y/o para destruir microbios en un recipiente cerrado que tiene un artículo en el interior. El método incluye formar al menos un artículo de polímero atrapado, que incluye obtener un polímero base, y combinar un agente de liberación antimicrobiano con el polímero base para formar un material monolítico, en donde el agente de liberación antimicrobiano está configurado para liberar un material antimicrobiano liberado en forma de gas tras ser activado por un material seleccionado. El método también incluye obtener un recipiente que incluye una superficie inferior, una abertura superior, una o más paredes laterales que se extienden en dirección vertical desde la superficie inferior hasta la abertura superior, un espacio interior formado por la o las paredes laterales, un espacio libre formado por el espacio interior que no está ocupado por el artículo y una tapa para cerrar y/o sellar el recipiente. El método además incluye colocar el al menos un artículo de polímero atrapado dentro del espacio interior del recipiente; colocar el artículo en el recipiente; cubrir el recipiente; presentar el material seleccionado en el espacio interior del recipiente; y liberar el material antimicrobiano liberado dentro del espacio interior en una concentración eficaz

para reducir o prevenir el crecimiento de microbios y/o para destruir los microbios presentes en y/o sobre el artículo.

En otro aspecto, se proporciona un envase para inhibir o prevenir el crecimiento de microbios y/o para destruir microbios en un recipiente cerrado que tiene un producto en el interior. El envase incluye un recipiente cerrado que define un espacio interior. Se proporciona un producto (opcionalmente un producto alimenticio) dentro del espacio interior. Se forma un espacio libre dentro de un volumen del espacio interior que no está ocupado por el producto. Se coloca un agente de liberación antimicrobiano dentro del espacio interior, en donde el agente de liberación antimicrobiano libera gas de dióxido de cloro en el espacio libre mediante la reacción de la humedad con el agente de liberación antimicrobiano. El agente de liberación antimicrobiano se proporciona en una cantidad que libera el gas de dióxido de cloro para proporcionar una concentración en el espacio libre de entre 10 partes por millón (PPM) y 35 PPM para un período de entre 16 horas y 36 horas, opcionalmente entre 15 PPM y 30 PPM para un período de entre 16 horas y 36 horas, opcionalmente entre 15 PPM y 30 PPM para un período de aproximadamente 24 horas.

Opcionalmente, en cualquier realización, cuando el producto se proporciona dentro del espacio interior, el producto se contamina por al menos un tipo de patógeno. El agente de liberación antimicrobiano proporciona una liberación controlada de gas de dióxido de cloro para efectuar, después de un período de 13 días desde el momento en que se coloca el producto en el espacio interior y en condiciones de almacenamiento a 7 °C, una reducción logarítmica en base 10 de al menos 2 unidades en las unidades formadoras de colonias por gramo (CFU/g), opcionalmente una reducción logarítmica de al menos 3 unidades en base 10 de CFU/g, del al menos un tipo de patógeno, opcionalmente, una reducción logarítmica en base 10 de al menos 4 unidades en CFU/g, del al menos un tipo de patógeno.

Opcionalmente, el al menos un patógeno es Salmonella, E. Coli, Listeria y/o Geotrichum.

Opcionalmente, si el producto es un producto alimenticio y la cantidad de agente de liberación antimicrobiano y/o el gas de dióxido de cloro está presente en una cantidad suficiente para efectuar la reducción logarítmica en base 10 de al menos 2 unidades en CFU/g (o una reducción logarítmica en base 10 de al menos 3 unidades o una reducción logarítmica en base 10 de 4 unidades en CFU/g), del al menos un tipo de patógeno, dicha eficacia no es en detrimento de la degradación organoléptica del producto alimenticio. Por ejemplo, el producto alimenticio no se blanquea ni, de otra forma, se decolora.

Opcionalmente, en cualquier realización, el agente de liberación antimicrobiano se proporciona en al menos un artículo de polímero atrapado ubicado dentro del espacio interior. El artículo de polímero atrapado es un material monolítico que incluye un polímero base, el agente de liberación antimicrobiano y opcionalmente un agente canalizador. Preferiblemente, dicho polímero atrapado se proporciona como una película que tiene un espesor de entre 0.1 mm y 1.0 mm, preferiblemente entre 0.2 mm y 0.6 mm, opcionalmente alrededor de 0.3 mm. Preferiblemente, dicha película se proporciona encima de la línea media (preferiblemente al menos a 2/3 o 3/4) de las paredes laterales del recipiente, lo que los inventores han descubierto que ayuda a lograr un perfil de liberación de gas antimicrobiano deseado.

Opcionalmente, en cualquier realización, el agente de liberación antimicrobiano es una mezcla en polvo que comprende un clorito metálico alcalino, preferiblemente clorito de sodio. Opcionalmente, la mezcla en polvo además comprende al menos un catalizador, opcionalmente arcilla de ácido sulfúrico y al menos un desencadenante de humedad, opcionalmente cloruro de calcio.

Opcionalmente, en cualquier realización, se proporciona un método para inhibir o

prevenir el crecimiento de microbios y/o para destruir microbios en un recipiente cerrado que tiene un producto alimenticio en el interior. El método incluye proporcionar un recipiente cerrado que define un espacio interior y un producto alimenticio dentro del espacio interior. Se forma un espacio libre dentro de un volumen del espacio interior que no está ocupado por el producto. Se proporciona un agente de liberación antimicrobiano (como el que se describe en la presente sección Compendio y en otras partes de la presente memoria descriptiva) en el espacio interior. El agente libera un gas antimicrobiano al espacio libre mediante la reacción de la humedad con el agente de liberación antimicrobiano. El agente de liberación antimicrobiano se proporciona en una cantidad suficiente para liberar el gas antimicrobiano para proporcionar una concentración deseada en el espacio libre del gas antimicrobiano durante una cantidad predeterminada de tiempo. Según el método, si el producto está contaminado por al menos un tipo de patógeno en el momento en que se coloca el producto en el espacio interior, el agente de liberación antimicrobiano opcionalmente proporciona una liberación controlada de gas antimicrobiano para efectuar, después de un período de 13 días en condiciones de almacenamiento a 7 °C, una reducción logarítmica en base 10 de al menos 2 unidades en CFU/g, opcionalmente una reducción logarítmica en base 10 de al menos 3 unidades en CFU/g, opcionalmente una reducción logarítmica en base 10 de al menos 4 unidades en CFU/g, del al menos un tipo de patógeno. Preferiblemente, este método efectúa la reducción sin provocar una degradación organoléptica del producto alimenticio, por ejemplo, sin blanquear o de otro modo provocar la decoloración del producto alimenticio. Preferiblemente, el agente de liberación antimicrobiano se proporciona en una película de polímero atrapado, por ejemplo, tal como se describe en la presente.

Opcionalmente, en cualquier realización de un envase descrito en la presente, un aspecto de la invención puede incluir el uso del envase para almacenar un producto

alimenticio, en donde el producto alimenticio exuda humedad que activa el agente de liberación antimicrobiano para liberar gas de dióxido de cloro en el espacio libre. Este uso puede lograr concentraciones deseadas de gas antimicrobiano en el espacio libre como se describe en la presente. Este uso puede efectuarse, después de un período de 13 días desde el momento en que se coloca el producto en el espacio interior y en condiciones de almacenamiento a 7 °C, una reducción logarítmica en base 10 de al menos 2 unidades en las unidades formadoras de colonias por gramo (CFU/g), opcionalmente una reducción logarítmica en base 10 de al menos 3 unidades en CFU/g, opcionalmente una reducción logarítmica en base 10 de al menos 4 unidades en CFU/g, del al menos un tipo de patógeno. Esto se realiza preferiblemente sin provocar una degradación organoléptica del producto alimenticio, por ejemplo, sin blanquear o de otro modo decolorar el producto alimenticio.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá junto con los siguientes dibujos en los que los números de referencia similares designan elementos similares y en donde:

La figura 1 es una vista en perspectiva de un tapón formado de un polímero atrapado según una realización opcional de la presente invención.

La figura 2 es una sección transversal tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1;

La figura 3 es una sección transversal similar a la de la figura 2 que muestra un tapón formado de otra realización de un polímero atrapado según una realización opcional de la presente invención;

La figura 4 es una ilustración esquemática de un polímero atrapado según una realización opcional de la presente invención, en la que el agente activo es un material de liberación de gas antimicrobiano que se activa mediante el contacto con un material seleccionado (por ej., humedad).

La figura 5 es una vista transversal de una lámina o película formada de un polímero atrapado según una realización opcional de la presente invención, adherida a un sustrato de lámina de barrera.

La figura 6 es una sección transversal de un envase que se puede formar utilizando un polímero atrapado según una realización opcional de la presente invención.

La figura 7 es una vista en perspectiva de un envase ejemplar que incorpora películas de polímeros atrapados según un aspecto opcional de la presente invención.

Las figuras 8A y 8B son gráficos que comparan el crecimiento de *Geotrichum* Growth en tomates contaminados y almacenados en envases respectivamente con y sin el uso de una película antimicrobiana de polímeros atrapados.

La figura 9 es un gráfico que muestra la cantidad medida de ClO_2 (dióxido de cloro) proporcionado dentro de un espacio libre de un recipiente que incluye una película de polímeros atrapados, según determinadas realizaciones de la invención.

La figura 10 es un gráfico que muestra la cantidad medida de ClO_2 proporcionado dentro de un espacio libre de un recipiente que incluye una película de polímeros atrapados colocada a diversas alturas en la pared lateral, según determinadas realizaciones de la invención.

La figura 11 es un gráfico que muestra la reducción logarítmica CFU/gramos en *Salmonella* para alimentos almacenados en recipientes con una película de polímeros atrapados colocados allí, según determinadas realizaciones, en comparación con recipientes que no tienen la película de polímeros atrapados.

La figura 12 es un gráfico que muestra la reducción logarítmica CFU/gramos en *E. Coli* para alimentos almacenados en recipientes con una película de polímeros atrapados colocada allí, según determinadas realizaciones, en comparación con recipientes que no

tienen la película de polímeros atrapados.

La figura 13 es un gráfico que muestra la reducción logarítmica CFU/gramos *Listeria* para alimentos almacenados en recipientes con una película de polímeros atrapados colocada allí, según determinadas realizaciones, en comparación con recipientes que no tienen la película de polímeros atrapados.

La figura 14 es un gráfico que muestra las cantidades medidas de ClO₂ proporcionado dentro de un espacio libre de un recipiente que depende de la cantidad de película de polímeros atrapados antimicrobiana proporcionada en el recipiente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS

DEFINICIONES

Tal como se utiliza en la presente, el término “activo” se define como capaz de actuar, interactuar o reaccionar con un material seleccionado (por ej., humedad u oxígeno) según la invención. Los ejemplos de dichas acciones o interacciones pueden incluir absorción, adsorción o liberación del material seleccionado. Otro ejemplo de “activo”, que es pertinente a un enfoque principal de la presente invención, es un agente capaz de actuar, interactuar o reaccionar con un material seleccionado para provocar la liberación de un material liberado.

Tal como se utiliza en la presente, la expresión “agente activo” se define como un material que (1) es preferiblemente inmiscible con el polímero base y cuando se mezcla y se calienta con el polímero base y el agente canalizador, no se funde, es decir, tiene un punto de fusión que es superior al punto de fusión para el polímero base o el agente canalizador, y (2) actúa, interactúa o reacciona con un material seleccionado. La expresión “agente activo” puede incluir, entre otros, materiales que absorben, adsorben o liberan los materiales

seleccionados. Los agentes activos del enfoque principal en la presente memoria descriptiva son los que liberan gases antimicrobianos, preferiblemente gas de dióxido de cloro.

La expresión “agente de liberación antimicrobiano” se refiere a un agente activo que es capaz de liberar un material antimicrobiano liberado, por ej., en forma de gas. Este agente activo puede incluir un componente activo y otros componentes (tal como un catalizador y desencadenante) en una formulación (por ej., mezcla en polvo) configurada para liberar el gas antimicrobiano. Un “material antimicrobiano liberado” es un compuesto que inhibe o previene el crecimiento y la proliferación de microbios y/o destruye microbios, por ej., gas de dióxido de cloro. El material antimicrobiano liberado se libera a través del agente de liberación antimicrobiano. Solo a modo de ejemplo, un agente de liberación antimicrobiano puede ser desencadenado (por ej., por reacción química o cambio físico) mediante el contacto con un material seleccionado (tal como humedad). Por ejemplo, la humedad puede reaccionar con un agente de liberación antimicrobiano para provocar que el agente libere un material antimicrobiano liberado.

Tal como se utiliza en la presente, la expresión “polímero base” es un polímero que opcionalmente tiene una tasa de transmisión de gas de un material seleccionado que es sustancialmente inferior, inferior o sustancialmente equivalente a la del agente canalizador. A modo de ejemplo, dicha tasa de transmisión es una tasa de transmisión de vapor de agua en realizaciones donde el material seleccionado es humedad y el agente activo es un agente de liberación de gas antimicrobiano que se activa por la humedad. Este agente activo puede incluir un componente activo y otros componentes en una formulación configurada para liberar el gas antimicrobiano. La función principal del polímero base es proporcionar una estructura para el polímero atrapado.

Los polímeros base adecuados para su uso en la invención incluyen polímeros termoplásticos, por ej., poliolefinas tales como polipropileno y polietileno, poliisopreno, polibutadieno, polibuteno, polisiloxano, policarbonatos, poliamidas, copolímeros de acetato de etileno-vinilo, copolímeros de etileno-metacrilato, poli(cloruro de vinilo), poliestireno, poliésteres, polianhídridos, poliacrilianitrilo, polisulfonas, éster poliacrílico, acrílico, poliuretano y poliacetal, o copolímeros o mezclas de estos.

En determinadas realizaciones, el agente canalizador tiene una tasa de transmisión de vapor de agua de al menos dos veces la del polímero base. En otras realizaciones, el agente canalizador tiene una tasa de transmisión de vapor de agua de al menos cinco veces la del polímero base. En otras realizaciones, el agente canalizador tiene una tasa de transmisión de vapor de agua de al menos diez veces la del polímero base. En incluso otras realizaciones, el agente canalizador tiene una tasa de transmisión de vapor de agua de al menos veinte veces la del polímero base. En incluso otra realización, el agente canalizador tiene una tasa de transmisión de vapor de agua de al menos cincuenta veces la del polímero base. En incluso otras realizaciones, el agente canalizador tiene una tasa de transmisión de vapor de agua de al menos cien veces la del polímero base.

Tal como se utiliza en la presente, la expresión “agente canalizador” o “agentes canalizadores” se define como un material que es inmisible con el polímero base y tiene una afinidad para transportar una sustancia de fase gaseosa a una tasa más rápida que el polímero base. Opcionalmente, un agente canalizador es capaz de formar canales a través del polímero atrapado cuando se forma mediante la mezcla del agente canalizador con el polímero base. Opcionalmente, dichos canales son capaces de transmitir un material seleccionado a través del polímero atrapado a una tasa más rápida que en el polímero base.

únicamente.

Tal como se utiliza en la presente, la expresión “canales” o “canales de interconexión” se define como pasajes formados del agente canalizador que penetran a través del polímero base y pueden estar interconectados entre sí.

Tal como se utiliza en la presente, la expresión “polímero atrapado” se define como un material monolítico formado de al menos un polímero base con un agente activo y, opcionalmente, también un agente canalizador atrapado o distribuido a través de este. Por ende, un polímero atrapado incluye polímeros de dos fases (sin un agente canalizador) y polímeros de tres fases (con un agente canalizador).

Tal como se utiliza en la presente, la expresión “monolítico”, “estructura monolítica” o “composición monolítica” se define como una composición o material que no consiste en dos o más partes o capas macroscópicas discretas. Por consiguiente, una “composición monolítica” no incluye un compuesto de múltiples capas.

Tal como se utiliza en la presente, el término “fase” se define como una parte o componente de una estructura o composición monolítica que se distribuye uniformemente a través de esta, para proporcionarle a la estructura o composición sus características monolíticas.

Tal como se utiliza en la presente, la expresión “material seleccionado” se define como un material que actúa sobre, por, o interactúa o reacciona con un agente activo y es capaz de ser transmitido a través de los canales de un polímero atrapado. Por ejemplo, en las realizaciones en las que un material de liberación es el agente activo, el material seleccionado puede ser humedad que reacciona o de otro modo activa el agente activo para liberar un material de liberación, tal como un gas antimicrobiano.

Tal como se utiliza en la presente, la expresión “de tres fases” se define como una composición o estructura monolítica que comprende tres o más fases. Un ejemplo de una composición de tres fases según la invención es un polímero atrapado formado de un polímero base, agente activo y agente canalizador. Opcionalmente, una composición o estructura de tres fases puede incluir una fase adicional, por ej., un colorante, pero aún así se considera “de tres fases” debido a la presencia de los tres componentes funcionales principales.

Además, los términos “envase”, “embalaje” y “recipiente” se pueden utilizar indistintamente en la presente para indicar un objeto que sostiene o contiene un artículo, por ej., producto alimenticio y alimentos. Opcionalmente, un envase puede incluir un recipiente con un producto almacenado en él. Los ejemplos no taxativos de un envase, embalaje o recipiente incluyen una bandeja, una caja, un cartón, un receptáculo para botellas, un recipiente, un saco y una bolsa flexible. Una bolsa o bolsa flexible puede estar hecha de, por ej., polipropileno o polietileno. El envase o recipiente se puede cerrar, cubrir y/o sellar utilizando diversos mecanismos, incluidos una cubierta, una tapa, un sellador de tapa, un adhesivo y un sello térmico, por ejemplo. El envase o recipiente está compuesto o construido de varios materiales, tal como plástico (por ej., polipropileno o polietileno), papel, Styrofoam, vidrio, metal y combinaciones de estos. En una realización opcional, el envase o recipiente está compuesto de un polímero rígido o semirrígido, opcionalmente polipropileno o polietileno, y preferiblemente tiene rigidez suficiente para conservar su forma bajo la gravedad.

POLÍMEROS ATRAPADOS EJEMPLARES

Convencionalmente, los desecantes, absorbedores de oxígeno y otros agentes activos

se han utilizado en forma cruda, por ej., como particulados sueltos alojadas en sobres o latas dentro del embalaje, para controlar el ambiente interno del envase. Para muchas aplicaciones, no es deseable tener estas sustancias activas almacenadas de forma suelta. Por ende, la presente solicitud proporciona polímeros atrapados activos que comprenden agentes activos, en donde dichos polímeros puede ser extruidos y/o moldeados en una variedad de formas deseadas, por ej., recubrimientos de recipientes, tapones, láminas de película, gránulos y otras estructuras similares. Opcionalmente, dichos polímeros atrapados activos pueden incluir agentes canalizadores, tal como polietilenglicol (PEG), que forman canales entre la superficie del polímero atrapado y su interior para transmitir un material seleccionado (por ej., humedad) al agente activo atrapado (por ej., desecante para absorber la humedad). Tal como se explicó anteriormente, los polímeros atrapados pueden ser formulaciones de dos fases (es decir, que comprenden un polímero base y un agente activo, sin un agente canalizador) o formulaciones de tres fases (es decir, que comprenden un polímero base, un agente activo y un agente canalizador). Los polímeros atrapados se describen, por ejemplo, en las patentes estadounidenses n.º 5,911,937, 6,080,350, 6,124,006, 6,130,263, 6,194,079, 6,214,255, 6,486,231, 7,005,459, y las publicaciones de patentes estadounidenses n.º 2016/0039955, cada una de las cuales se incorpora a la presente mediante referencia como si se hubieran establecido completamente.

Las figuras 1-6 ilustran polímeros atrapados ejemplares 20 y diversos conjuntos de embalaje formados de polímeros atrapados según determinadas realizaciones de la invención. Cada uno de los polímeros atrapados 20 incluye un polímero base 25, opcionalmente un agente canalizador 35 y un agente activo 30. Tal como se muestra, el agente canalizador 35 forma canales de interconexión 45 a través del polímero atrapado 20. Al menos parte del agente activo 30 está contenido dentro de estos canales 45, de tal manera que los canales 45

se comunican entre el agente activo 30 y el exterior del polímero atrapado 20 mediante aberturas de los canales 48 formadas en superficies externas del polímero atrapado 25. El agente activo 30, por ejemplo, puede ser cualquiera de diversos materiales de liberación, tal como se describe detalladamente más abajo. Si bien se prefiere un agente canalizador, por ej., 35, la invención incluye ampliamente polímeros atrapados que, opcionalmente, no incluyen un agente canalizador.

Los agentes canalizadores adecuados incluyen poliglicol como polietilenglicol (PEG), alcohol de etileno-vinilo (EVOH), polivinilalcohol (PVOH), glicerina poliamina, poliuretano y ácido policarboxílico, incluidos ácido poliacrílico o ácido polimetacrílico. Alternativamente, el agente canalizador 35, por ejemplo, puede ser un polímero insoluble en agua, tal como un éter de polimerisato-monobutilo de óxido de propileno, que se encuentra disponible comercialmente con el nombre comercial Polyglykol B01/240, producido por CLARIANT. En otras realizaciones, el agente canalizador puede ser un éter de polimerisato monobutilo de óxido de propileno, que se encuentra disponible comercialmente con el nombre comercial Polyglykol B01/20, producido por CLARIANT, polimerisato de óxido de propileno, que se encuentra disponible comercialmente con el nombre comercial Polyglykol D01/240, producido por CLARIANT, etilenvinilacetato, nailon 6, nailon 66, o cualquier combinación de los anteriores.

Los polímeros atrapados con agentes de liberación antimicrobianos se describen adicionalmente más abajo.

AGENTES DE LIBERACIÓN ANTIMICROBIANOS Y FORMULACIONES DE POLÍMEROS ATRAPADOS OPCIONALES QUE LOS INCORPORAN

Los agentes activos adecuados según la invención incluyen agentes de liberación antimicrobianos. La figura 4 ilustra una realización de un polímero atrapado 10 según la

invención, en la que el agente activo 30 es un agente de liberación antimicrobiano. Las flechas indican la trayectoria de un material seleccionado, por ejemplo, humedad u otro gas, desde una parte exterior del polímero atrapado 10, a través de los canales 45, hasta las partículas del agente activo 30 (en este caso, un agente de liberación antimicrobiano). Opcionalmente, el agente de liberación antimicrobiano reacciona o de otro modo es activado por el material seleccionado (por ej., por la humedad) y en respuesta libera un material antimicrobiano liberado, preferiblemente en forma de gas.

Los agentes antimicrobianos útiles en la presente incluyen agentes de liberación antimicrobianos volátiles, agentes de liberación antimicrobianos no volátiles y combinaciones de estos.

La expresión “agente de liberación antimicrobiano volátil” incluye cualquier compuesto que cuando entra en contacto con un fluido (por ej., agua o el jugo de un producto alimenticio) produce un gas y/o fase gaseosa tal como vapor del agente antimicrobiano liberado. Tal como se describirá con mayor detalle más adelante, el agente de liberación antimicrobiano volátil, generalmente, se utiliza en un sistema cerrado para que el material antimicrobiano liberado (gas y/o vapor) no se escape. Los ejemplos de agentes de liberación antimicrobianos volátiles incluyen, entre otros, *origanum*, albahaca, cinamaldehído, agentes de liberación de dióxido de cloro (por ej., una combinación de clorito de sodio, un catalizador y un activador), agentes de liberación de dióxido de carbono, agentes de liberación de ozono, vanilina, ácido vanilínico, aceite de cilantro, aceite de clavo, aceite de rábano picante, aceite de menta, romero, salvia, tomillo, wasabi o un extracto de estos, un extracto de bambú, un extracto de semilla de pomelo, un extracto de *Rheum palmatum*, un extracto de *coptis chinensis*, aceite de lavanda, aceite de limón, aceite de eucalipto, aceite de menta, *cananga odorata*, *cupressus sempervirens*, *curcuma longa*, *cymbopogon citratus*, *eucalyptus*

globulus, pinus radiata, piper crassinervium, psidium guayava, rosmarinus officinalis, zingiber officinale, tomillo, timol, isotiocianato de alilo (AIT), hinoquitol, carvacrol, eugenol, α -terpineol, aceite de sésamo, o cualquier combinación de los compuestos anteriores.

La expresión “agente antimicrobiano no volátil” incluye cualquier compuesto que cuando entra en contacto con un fluido (por ej., agua o el jugo de un producto alimenticio) produce un vapor mínimo o nulo de agente antimicrobiano. Los ejemplos de agentes antimicrobianos no volátiles incluyen, entre otros, ácido ascórbico, una sal de sorbato, ácido sórbico, ácido cítrico, una sal de citrato, ácido láctico, una sal de lactato, ácido benzoico, una sal de benzoato, una sal de bicarbonato, un compuesto quelante, una sal de alumbre, nisina, ϵ -polilisina al 10 %, parabenos de metilo y/o propilo, o cualquier combinación de los compuestos anteriores. Las sales incluyen las sales de sodio, potasio, calcio o magnesio de cualquiera de los compuestos enumerados anteriormente. Los ejemplos específicos incluyen sorbato de calcio, ascorbato de calcio, bisulfito de potasio, metabisulfito de potasio, sorbato de potasio o sorbato de sodio.

Las características preferidas de los agentes de liberación antimicrobianos utilizados según un aspecto de la presente invención incluyen una o dos cualquiera de las siguientes características: (1) se volatilizan a temperaturas refrigeradas; (2) son inocuos para los alimentos y comestibles en su forma final; (3) pueden ser incorporados de forma segura en una formulación de polímeros atrapados u otro mecanismo para liberación; (4) son estables en condiciones de almacenamiento a largo plazo; (5) liberan el material antimicrobiano liberado solamente una vez que un envase en el que se encuentra el agente se sella con el producto colocado en él; (6) no afectan organolépticamente a un producto alimenticio almacenado cuando se formulan y configuran para conseguir el perfil de liberación deseado

dentro del envase; y (7) son preferiblemente aceptables según los reglamentos y/o directrices gubernamentales aplicables en relación con el embalaje de alimentos y el etiquetado de los alimentos terminados.

AGENTES DE LIBERACIÓN ANTIMICROBIANOS DE LIBERACIÓN DE DIÓXIDO DE CLORO

En un aspecto de la invención, los agentes de liberación antimicrobianos preferidos son agentes antimicrobianos volátiles que liberan dióxido de cloro (ClO_2) en forma de gas como el material antimicrobiano liberado. Por ejemplo, el agente de liberación antimicrobiano puede ser un compuesto o formulación que comprende un clorito alcalino, tal como, por ej., clorito de sodio o clorito de potasio, un catalizador o un desencadenante (por ej., en forma de un polvo) que en combinación son desencadenados o activados por la humedad para provocar que el agente libere dióxido de cloro. Un agente de liberación antimicrobiano ejemplar se proporciona con la marca ASEPTROL 7.05 de BASF Catalysts LLC. Este material y la preparación del mismo se describen en la patente estadounidense n.º 6,676,850, que se incorpora en su totalidad mediante referencia. El ejemplo 6 de la patente mencionada anteriormente describe una formulación que es específicamente adecuada como un agente de liberación antimicrobiano, según un aspecto opcional de la invención.

Opcionalmente, un agente de liberación antimicrobiano adecuado, basado en el ejemplo 6 de la patente estadounidense n.º 6,676,850 y configurado para liberar gas de dióxido de cloro tras la activación por la humedad, se puede preparar de la siguiente manera.

El agente de liberación antimicrobiano incluye una formulación que comprende clorito de sodio (como el componente activo), un catalizador base y un desencadenante. Las preparaciones de catalizador y desencadenante se realizan por separado, luego se combinan y, en última instancia, se combinan con el clorito de sodio.

El catalizador base se realiza, opcionalmente, preparando primero una solución de silicato de sodio al 25-30 % en peso (proporción $\text{SiO}_2\text{:Na}_2\text{O}$ de entre el 2.0 y el 3.3 en peso). La solución se mezcla en una suspensión acuosa de 28-44 % en peso de Georgia Kaolin Clay (diámetro de tamaño de partícula de aproximadamente el 80 % inferior a un micrómetro), en donde la solución de silicato de sodio es del 2 % en peso de la suspensión. La suspensión se seca al horno a 100 °C para generar aglomerados o microesferas de aproximadamente 70 μm de tamaño. 300 g de estas microesferas se impregnan con 280 g de solución de ácido sulfúrico 2.16 N. Esa mezcla luego se seca a 100 °C. Luego, la mezcla seca experimenta un proceso de calcinación a 350 °C durante 3 horas, seguido de un proceso de calcinación adicional a 300 °C en un frasco de vidrio sellado con el sello envuelto con cinta. Esta mezcla forma el catalizador base.

Luego, se mezcla 84.6 g del catalizador base con 10.1 g del disparador, cloruro de calcio seco. Esta mezcla de catalizador y desencadenante base se muele con mortero y mano a temperatura ambiente. Esta mezcla se seca durante 2 horas a 200 °C. La mezcla de catalizador y disparador base luego se enfría a temperatura ambiente en un frasco de vidrio sellado con cinta alrededor del sello.

Finalmente, la mezcla de catalizador y disparador base se combina con 5.3 g de clorito de sodio (que es el componente activo del agente activo). La mezcla completa luego se muele con mortero y mano a temperatura ambiente, formando así una realización opcional de un agente de liberación antimicrobiano. El agente de liberación antimicrobiano luego se deposita en un frasco de vidrio sellado con cinta alrededor del sello para conservarlo y mantenerlo esencialmente libre de humedad, que lo activaría prematuramente (para liberar gas de dióxido de cloro).

Opcionalmente, el agente de liberación antimicrobiano es un componente de un

polímero atrapado, preferiblemente un polímero de tres fases que comprende el agente activo (por ej., 40 %-70 % en peso), un polímero base y un agente canalizador. Opcionalmente, dicho polímero atrapado se encuentra en forma de una película dispuesta dentro del embalaje sellado que contiene alimentos frescos, por ej., carne o cultivos.

En general, se cree que cuanto mayor sea la concentración del agente de liberación antimicrobiano en una mezcla de polímeros atrapados, mayor será la capacidad de absorción, adsorción o liberación de la composición final. Sin embargo, una concentración de agente activo muy alta puede provocar que el polímero atrapado sea muy frágil. Esto también puede provocar que la mezcla fundida de agente activo, polímero base y (si se utiliza) agente canalizador sea más difícil de formar térmicamente, extrudir o moldear por inyección. En una realización, el nivel de carga o concentración del agente de liberación antimicrobiano puede oscilar entre el 10 % y el 80 %, preferiblemente entre el 40 % y el 70 %, más preferiblemente entre el 40 % y el 60 %, e incluso más preferiblemente entre el 45 % y el 55 % en peso con respecto al peso total del polímero atrapado. Opcionalmente, el agente canalizador se puede proporcionar en un intervalo de entre el 2 % y el 10 % en peso, preferiblemente aproximadamente el 5 % en peso. Opcionalmente, el polímero base puede oscilar entre el 10 % y el 50 % en peso de la composición total, preferiblemente entre el 20 % y el 35 % en peso. Opcionalmente, se agrega un colorante, p. ej., a aproximadamente el 2 % en peso de la composición total.

En una realización, un polímero atrapado puede ser una formulación de tres fases que incluye el 50 % en peso del agente de liberación antimicrobiano ASEPTROL 7.05 en forma de la mezcla en polvo, 38 % en peso de etilvinilacetato (EVA) como un polímero base y 12 % en peso de polietilenglicol (PEG) como un agente canalizador.

La figura 1 muestra un tapón 55 construido de un polímero atrapado 20, según

determinadas realizaciones de la invención. El tapón 55 puede colocarse dentro de un recipiente. Tal como se mencionó anteriormente, el polímero atrapado 20 incluye un polímero base 25, un agente canalizador 35 y un agente activo 30.

La figura 2 muestra una vista transversal del tapón 55 que se muestra en la figura 1. Además, la figura 2 muestra que el polímero atrapado 20 se solidificó de tal manera que el agente canalizador 35 forma canales de interconexión 45 para establecer pasajes a través del tapón solidificado 55. Al menos parte del agente activo 30 está contenido dentro de los canales 45, de tal manera que los canales 45 se comunican entre el agente activo 30 y el exterior del polímero atrapado 20 mediante aberturas de los canales 48 formadas en superficies externas del polímero atrapado 25.

La figura 3 ilustra una realización de un tapón 55 que tiene construcción y constitución similares al tapón 55 de la figura 2, donde los canales de interconexión 45 son más finos en comparación con los que se muestran en la figura 2. Esto puede derivar del uso de un agente de dímero (es decir, un plastificante) junto con un agente canalizador 35. El agente de dímero puede mejorar la compatibilidad entre el polímero base 25 y el agente canalizador 35. Esta compatibilidad mejorada se ve facilitada por una menor viscosidad de la mezcla, que puede promover un mezclado más completo del polímero base 25 y el agente canalizador 35, que en condiciones normales puede resistir la combinación en una solución uniforme. Tras la solidificación del polímero atrapado 20 que tiene un agente de dímero agregado, los canales de interconexión 45 que se forman a través de este tienen una mayor dispersión y una menor porosidad, estableciendo así una mayor densidad de los canales de interconexión a través del tapón 55.

Los canales de interconexión 45, tales como los descritos en la presente, facilitan la transmisión de un material deseado, tal como humedad, gas o aroma, a través del polímero

base 25, que generalmente actúa como una barrera para resistir la permeación de estos materiales. Por este motivo, el polímero base 25 actúa por sí solo como una sustancia de barrera dentro de la cual puede haber un agente activo 30 atrapado. Los canales de interconexión 45 formados del agente canalizador 35 proporcionan vías para que el material deseado se mueva a través del polímero atrapado 10. Sin estos canales de interconexión 45, se cree que se transmitirían cantidades relativamente pequeñas del material deseado a través del polímero base 25 hacia o desde el agente activo 30. Adicionalmente, en donde el material deseado es transmitido desde el agente activo 30, puede ser liberado del agente activo 30, por ejemplo, en realizaciones en las que el agente activo 30 es un material de liberación, tal como un material de liberación de gas antimicrobiano.

La figura 5 ilustra una lámina o película activa 75 formada del polímero atrapado 20 utilizado en combinación con una lámina de barrera 80 para formar un compuesto, según un aspecto de la invención. Las características de la lámina activa 75 son similares a las descritas con respecto al tapón 55 que se muestra en las figuras 1 y 2. La lámina de barrera 80 puede ser un sustrato tal como hoja y/o un polímero (tal como una pared de recipiente) con baja humedad o permeabilidad de oxígeno. La lámina de barrera 80 es compatible con la lámina activa 75 y, por ende, está configurada para unirse térmicamente a la lámina activa 75, cuando la lámina activa 75 se solidifica después de la dispensación. La figura 6 ilustra una realización en la que las dos láminas 75, 80 se combinan para formar un envoltura de embalaje que tiene características activas en una superficie interior formada por el polímero atrapado 20/lámina activa 75, y características resistentes al vapor en una superficie exterior formada por la lámina de barrera 80.

En una realización, las láminas 75, 80 de la figura 5 se unen para formar un envase activo 85, tal como se muestra en la figura 6. Tal como se muestra, se proporcionan dos

laminados o compuestos, cada uno formado de una lámina activa 75 unida con una lámina de barrera 80. Los laminados de lámina se apilan, con cada hoja activa 75 enfrentada a la otra, de manera que se colocan en el interior del envase, y se unen en una región de sellado 90, formada alrededor de un perímetro de la región sellada del interior del envase.

Opcionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el polímero atrapado antimicrobiano se encuentra en forma de una película que se coloca dentro de un envase de alimentos sellado. Opcionalmente, la película puede adherirse, por ej., utilizando un adhesivo, a una superficie interna del envase. Alternativamente, la película puede fijarse con calor (sin un adhesivo) a la superficie interna del envase. El proceso de fijación por calor de la película en un sustrato es conocido en la técnica y se describe detalladamente en la patente estadounidense n.º 8,142,603, que se incorpora a la presente en su totalidad mediante referencia. El tamaño y el espesor de la película pueden variar. En determinadas realizaciones, la película tiene un espesor de aproximadamente 0.3 mm. Opcionalmente, la película puede oscilar entre 0.1 mm y 1.0 mm, más preferiblemente entre 0.3 mm y 0.6 mm.

La figura 7 muestra un envase 100 para almacenar alimentos frescos, por ej., cultivos o carne, según determinadas realizaciones de la invención. El envase 100 se muestra en forma de una bandeja de plástico 102. Aunque otras formas y materiales también están contemplados dentro del alcance de la invención. La bandeja 102 comprende una base 104 y paredes laterales 106 que se extienden verticalmente desde la base 104 hasta una abertura de la bandeja 108. La base 104 y las paredes laterales 106 juntas definen una parte interior 110, por ej., para sostener y almacenar cultivos frescos. El envase 100 también incluye una película de sellado plástica flexible 112, que se coloca sobre la abertura 108 y la sella. Se contempla y se entiende que se puede utilizar una amplia variedad de cubiertas o tapas para cerrar y sellar la abertura 108. Opcionalmente, la cubierta o tapa es transparente, de tal

manera que se puede ver la parte interior. Cuando un producto (por ej., tomates en rodajas) se almacena dentro de la parte interior 110, el espacio vacío alrededor y encima del producto en la presente se denomina “espacio libre” (no se muestra).

El envase 100 además incluye secciones de película de polímeros atrapados antimicrobiana 114 dispuesta en las paredes laterales 106. En la realización que se muestra, hay cuatro secciones de dicha película 114, una sección de la película 114 por pared lateral 106. La película 114 está preferiblemente dispuesta en la parte superior de la pared lateral 106 o cerca de esta, cerca de la abertura 108. Al menos una parte, aunque preferiblemente la mayoría o todas de cada una de las secciones de película 114, sobresale por encima de la línea media 116 de la pared lateral 106, donde la línea media 116 se ubica centralmente entre la base 104 y la abertura 108. Se ha comprobado que la colocación de la película en la parte superior o hacia la parte superior del envase 100 tiene un efecto sobre la eficacia de las secciones de la película 114, ya que dicha colocación facilita la distribución deseable del material antimicrobiano liberado en el espacio libre del envase 100. Se ha descubierto que colocar el polímero atrapado a una altura demasiado baja por encima de la base 104, o debajo del alimento en el envase, no proporciona una distribución deseable del material antimicrobiano liberado en el espacio libre. Si la transferencia de masa de colocación del antimicrobiano no es óptima, parte del producto alimenticio/bien no estará adecuadamente protegida contra el crecimiento de microbios. Adicionalmente, el alimento puede reaccionar indeseablemente y/o absorber el material antimicrobiano liberado. Tal como se explica más adelante, se ha descubierto que colocar la película por encima de la línea media de la pared lateral, preferiblemente a una altura de al menos el 67 % o el 75 % o aproximadamente del 80 % de la pared lateral, facilita el logro de un perfil de liberación de gas antimicrobiano y una concentración en el espacio libre deseados.

Opcionalmente, la película de polímeros atrapados 114 se fija con calor al envase (por ej., en la pared lateral como se describe y se muestra en la figura 7). De manera ventajosa, la fijación por calor podría permitir que la película se adhiera permanentemente a la pared lateral sin necesidad de usar un adhesivo. Un adhesivo puede ser problemático en algunos casos porque puede liberar volátiles no deseados en el espacio libre que contiene los alimentos. Los aspectos de un proceso de fijación por calor que se puede utilizar según las realizaciones opcionales de la invención se describen en la patente estadounidense n.º 8,142,603, que se mencionó anteriormente. La fijación por calor, en este caso, se refiere al calentamiento de un sustrato de la capa de sellado en la pared lateral mientras se ejerce suficiente presión sobre la película y el sustrato de la capa de sellado para adherir la película a la pared del recipiente.

En determinadas realizaciones, la película de polímeros atrapados antimicrobiana 114 se puede conectar con la superficie de la película de sellado 112 (o una tapa) que se encuentra dentro del recipiente, en lugar de las secciones de película 114 en las paredes laterales 106, o además de estas. Alternativamente, la película de polímeros atrapados antimicrobiana 114 se puede incorporar en la composición de la película de sellado 112 (o una tapa).

Además de la colocación de la película 114, otro factor importante es el perfil de liberación del material antimicrobiano liberado. Como se mencionó anteriormente, para asegurar una vida útil adecuada, la liberación del agente no debe ocurrir inmediatamente; más bien, la liberación debe ser prolongada, sostenida y predeterminada para alcanzar la vida útil deseada.

En general, el polímero atrapado con agente de liberación antimicrobiano se activa automáticamente, lo que significa que la liberación del gas antimicrobiano liberado no se inicia hasta que el agente de liberación antimicrobiano se expone al material seleccionado,

por ej., humedad. Típicamente, no hay humedad en el interior, por ejemplo, en el espacio libre, del recipiente antes de que se coloque un producto alimenticio dentro del recipiente. Al ser colocado, el producto alimenticio genera humedad que interactúa con el agente de liberación antimicrobiano atrapado en el polímero, para generar el agente de liberación antimicrobiano en el espacio libre. En una realización, el envase se sella de manera hermética a la humedad para atrapar la humedad dentro del envase generada por los comestibles que exudan humedad.

En determinadas realizaciones, se puede lograr una liberación controlada y/o un perfil de liberación deseado mediante la aplicación de un recubrimiento al agente activo, por ej., utilizando un pulverizador, en donde el recubrimiento está configurado para liberar el agente antimicrobiano liberado dentro de un tiempo deseado. Los agentes de liberación antimicrobianos pueden tener recubrimientos diferentes aplicados para lograr diferentes efectos de liberación. Por ejemplo, si se desea una vida útil de 14 días, en función de la humedad relativa predeterminada del envase, se puede determinar la cantidad de material seleccionado (humedad) presente para disparar el agente de liberación antimicrobiano. En función de esta determinación, el agente se puede recubrir con recubrimientos de liberación prolongada de diferentes espesores y/o propiedades para lograr el perfil de liberación deseado. Por ejemplo, se recubrirá con algunos agentes activos de tal manera que el material antimicrobiano liberado no comenzará a liberarse hasta después de una semana, mientras que otros agentes activos comenzarán a liberarse casi inmediatamente. La tecnología de recubrimiento por pulverización es conocida en la técnica. Por ejemplo, las perlas farmacéuticas y similares se rocían para controlar la tasa de liberación del ingrediente activo, por ejemplo, para crear medicamentos de liberación prolongada o sostenida. Opcionalmente, dicha tecnología se puede adaptar para aplicar recubrimientos al agente activo con el fin de

lograr una tasa controlada de liberación deseada de gas antimicrobiano.

Alternativamente, se puede lograr una liberación controlada y/o un perfil de liberación deseado proporcionando una capa, opcionalmente a ambos lados de la película, de un material configurado para controlar la absorción de humedad en el polímero atrapado (que, a su vez, dispara la liberación del material antimicrobiano liberado). Por ejemplo, la película puede incluir un recubrimiento de polímero, hecho, por ejemplo, de polietileno de baja densidad (LDPE) dispuesto a cada lado o a ambos lados de este. El espesor de la película y de los recubrimientos puede variar. En determinadas realizaciones, la película tiene un espesor de aproximadamente 0.3 mm y los recubrimientos de LDPE a cada lado tienen un espesor de entre aproximadamente 0.02 mm y 0.04 mm. Los recubrimientos de LDPE se pueden coextruir con la película o laminar.

Alternativamente, se puede lograr una liberación controlada y/o un perfil de liberación deseado modificando la formulación del disparador del agente de liberación antimicrobiano. Por ejemplo, el disparador, cuando entra en contacto con la humedad, se licúa y después reacciona con el componente activo (por ej., clorito de sodio) para provocar la liberación del gas antimicrobiano. El disparador se puede formular para que se licúe al entrar en contacto con la humedad a diferentes tasas. Cuanto más rápido se licúe el disparador, más rápida será la liberación de gas antimicrobiano y viceversa. En este sentido, la modificación del disparador es otro vehículo que proporciona una tasa de liberación deseada de gas antimicrobiano.

Cualquier combinación de los mecanismos mencionados anteriormente se puede utilizar para lograr las tasas de liberación y los perfiles de liberación deseados de gas antimicrobiano dentro del espacio libre de un recipiente.

TASAS DE LIBERACIÓN VARIADAS SEGÚN LA NATURALEZA DEL PRODUCTO

ALIMENTICIO ALMACENADO

Los inventores han descubierto que el perfil de liberación deseado de gas de dióxido de cloro en el espacio libre de un recipiente puede variar dependiendo de la naturaleza del producto que se almacena. Por ejemplo, los inventores han descubierto que los alimentos con un alto contenido de agua parecen requerir un estallido alto de gas antimicrobiano seguido de una disminución de la concentración en el espacio libre durante el período de almacenamiento, mientras que los alimentos con un contenido de agua más reducido parecen responder bien a una concentración en el espacio libre relativamente estable a lo largo de dicho período.

Algunos ejemplos no taxativos de productos alimenticios que exudan cantidades altas de humedad y que resultan mejor protegidos por un perfil de liberación con estallido rápido de gas de dióxido de cloro seguido de una disminución incluyen alimentos en rodajas, en cubos o cortados seleccionados del grupo que consiste en: tomates, pimientos lavados, cebollas lavadas, sandía, melón verde, melón cantalupo, fresas, duraznos, piña, naranjas, mariscos, carne y aves de corral. Para estos alimentos, se proporciona una cantidad del agente de liberación antimicrobiano que libera el gas de dióxido de cloro para proporcionar preferiblemente una concentración en el espacio libre de entre 10 partes por millón (PPM) y 35 PPM para un período de entre 16 horas y 36 horas, opcionalmente entre 15 PPM y 30 PPM para un período de entre 16 horas y 36 horas, opcionalmente entre 15 PPM y 30 PPM para un período de aproximadamente 24 horas. Las mediciones de concentración en el espacio libre se pueden obtener, por ejemplo, utilizando un detector de gases PORTASENS II de Analytical Technology, Inc. para las lecturas tomadas con sensores de dióxido de cloro ubicados dentro del envase. Los sensores pueden ser uno o más de dióxido de cloro 00-1004, 0-1/5 PPM (2 PPM Std.), dióxido de cloro 00-1005, 0-5/200 (20 PPM Std.) y dióxido de

cloro 00-1359, 0-200/1000 PPM (1000 PPM Std.), que también son de Analytical Technology, Inc. y son compatibles con el detector de gases PORTASENS II.

Este tipo de “estallido rápido” (concentración en el espacio libre de entre 10 partes por millón (PPM) y 35 PPM para un período de entre 16 horas y 36 horas) parece ser necesario para que el gas de dióxido de cloro, que se disuelve en agua, se pueda anticipar a la curva de disolución para proporcionar un efecto antimicrobiano suficiente durante el aumento de la concentración en el espacio libre, para mejorar la vida útil de los alimentos contaminados en un período de aproximadamente dos semanas. A pesar de la caracterización de la liberación como “estallido rápido”, se puede seguir considerando como liberación controlada porque la concentración en el espacio libre todavía está regulada para que se encuentre dentro de una concentración deseada durante un período dado, incluso si es relativamente “rápida”. Los inventores han descubierto, por ejemplo, que las concentraciones en el espacio libre mencionadas anteriormente funcionan bien para reducir significativamente el conteo microbiano de los tomates en rodajas contaminados durante aproximadamente trece días sin blanquear los tomates. Esto se confirma con los ejemplos que se presentan a continuación.

Algunos ejemplos no taxativos de productos alimenticios que exudan cantidades moderadas a bajas de humedad son los cultivos integrales o mínimamente procesados seleccionados del grupo que consiste en: brócoli, repollos de Bruselas, col, pepinos, bananas, hierbas, pimientos enteros, zanahorias, tubérculos y papas. Para estos alimentos, una cantidad de agente de liberación antimicrobiano libera el gas de dióxido de cloro para proporcionar preferiblemente una concentración en el espacio libre de entre 8 PPM y 15 PPM durante un período de 13 días. Independientemente de si se logra esta concentración exacta en el espacio libre, es preferible que los agentes de liberación antimicrobianos se proporcionen en películas

de polímero atrapado, tal como se describe en la presente, para estos alimentos con exudado de humedad bajo o moderado.

Los perfiles de liberación mencionados anteriormente y la concentración en el espacio libre suponen la presencia de un producto alimenticio que exuda humedad en el envase.

En cualquier caso (alimentos con exudado alto de humedad o con exudado moderado/bajo de humedad), cuando el producto está contaminado por al menos un tipo de patógeno, se proporciona gas de dióxido de cloro en una concentración en el espacio libre durante un período determinado para efectuar, después de un período de 13 días desde el momento en que se coloca el producto en el espacio interior y en condiciones de almacenamiento a 7 °C, una reducción logarítmica en base 10 de al menos 2 unidades en las unidades formadoras de colonias por gramo (CFU/g), opcionalmente una reducción logarítmica en base 10 de al menos 3 unidades en CFU/g, opcionalmente una reducción logarítmica en base 10 de al menos 4 unidades en CFU/g, del al menos un tipo de patógeno, sin provocar una degradación organoléptica del producto alimenticio. Dicha degradación organoléptica puede incluir blanquear o decolorar de otro modo el producto alimenticio.

Opcionalmente, según cualquier realización, 700-950 mg del agente de liberación antimicrobiano resultan eficaces cuando se utilizan en un recipiente de 1L que tiene 1.25 lb de tomates almacenados. Se prevé que se puede realizar un ajuste proporcional de la masa del agente de liberación antimicrobiano según los cambios en el volumen del recipiente y la cantidad/tipo del contenido.

APLICACIONES DE LA INVENCION PARA PRODUCTOS NO COMESTIBLES

En otro aspecto, la invención se refiere al uso de polímeros atrapados que comprenden agentes antimicrobianos para usar fuera de las aplicaciones de conservación de alimentos.

Por ejemplo, las soluciones descritas en la presente se pueden adaptar para su uso en la esterilización de dispositivos médicos desechables, es decir, para reducir la biocarga de dichos dispositivos cuando se envasan. La principal diferencia entre la conservación de los alimentos frescos y los dispositivos médicos es la vida útil. La conservación de los alimentos frescos implica una vida útil medida en días o semanas, mientras que el mantenimiento de la esterilidad de los dispositivos médicos envasados requiere una vida útil medida en meses o años. Por consiguiente, el perfil de liberación en el tiempo para una aplicación frente a la otra variará necesariamente.

La invención se ilustrará más detalladamente con referencia a los siguientes ejemplos, pero se debe entender que no se considera que la presente invención se limite a estos.

EJEMPLOS

EJEMPLO 1 – CONTROLAR LA LIBERACIÓN DE GAS ClO_2

Se eligió una temperatura de almacenamiento de 7° C para reproducir una temperatura de almacenamiento ligeramente superior a la temperatura de almacenamiento ideal (o para estimular un aumento involuntario de la temperatura durante el almacenamiento, por ej., cuando el equipo de refrigeración se avería durante unas horas). En este experimento se utilizaron tres envases similares a los que se muestran en la figura 7. Las tres secciones de película de polímero atrapado antimicrobiano incluidas se ubican sustancialmente como se muestra en la figura 7. La película era una película de polímero atrapado de tres fases que incluía un agente de liberación antimicrobiano en forma de una mezcla en polvo que comprendía clorito de sodio (que produce gas de dióxido de cloro), arcilla de ácido sulfúrico (como catalizador) y cloruro de calcio (como un disparador de humedad). Esta mezcla en polvo es comercializada por BASF con la marca ASEPTROL y se ha descrito anteriormente.

La formulación para la película en sí era una formulación de tres fases que incluía

50 % en peso del agente de liberación antimicrobiano mencionado anteriormente en forma de la mezcla en polvo, 38 % en peso de etilvinilacetato (EVA) como un polímero base y 12 % en peso de polietilenglicol (PEG) como un agente canalizador. La presente formulación de película se describe en la presente como X2597 y se considera una realización no taxativa ejemplar de un polímero atrapado según un aspecto del concepto descrito. Tal como se ha descrito anteriormente, el agente de liberación antimicrobiano es desencadenado por la humedad para liberar gas de dióxido de cloro (ClO_2) como el material antimicrobiano liberado. La película, al estar entre los tres envases, tenía la misma formulación y dimensiones. Sin embargo, dos de las películas tenían capas externas para controlar la absorción de la humedad y una de ellas no tenía estas capas. La película en el envase A estaba intercalada entre capas coextruidas de LDPE de aproximadamente 0.02 mm de espesor. La película en el envase B estaba intercalada entre capas coextruidas de LDPE de aproximadamente 0.04 mm de espesor. La película del envase C (el control) no tenía estas capas de polímero a ambos lados de la película.

Los niveles de ClO_2 en los envases se midieron durante 13 días con sensores de detección calibrados para la concentración deseada que se sabe que tiene un efecto antimicrobiano en la mayoría de los organismos. Los resultados fueron los siguientes (valores presentados en concentración de ppm de ClO_2).

Día	Envase A	Envase B	Envase C
1	24	17	34
2	27	22	43
3	28	21	29
4	27	21	27

5	28	20	26
6	29	20	25
7	26	21	18
8	21	21	12
9	17	19	9
10	13	17	4
11	11	16	4
12	8	13	4
13	6	11	4

Este ejemplo demuestra que el envase B tenía el perfil de liberación más firme y consistente, lo que se puede atribuir al recubrimiento de polímero más grueso que intercala la película antimicrobiana, que controla la absorción de la humedad en la película. El perfil de liberación del envase B puede ser deseable para ciertas aplicaciones, por ejemplo, cuando el producto alimenticio exuda una cantidad relativamente reducida de humedad, como en el caso del brócoli.

EJEMPLO 2 – PRUEBA DE CRECIMIENTO DE GEOTRICHUM

Una causa común de rechazo por la calidad de los tomates es *Geotrichum candidum*, un moho tipo levadura que crece como una pelusa blanca. En este ejemplo, se envasaron y se sometieron a pruebas tomates en rodajas contaminados deliberadamente con *G. candidum*. Se eligió una temperatura de almacenamiento de 7° C para reproducir una temperatura de almacenamiento ligeramente superior a la temperatura de almacenamiento ideal (o para estimular un aumento involuntario de la temperatura durante el almacenamiento, por ej., cuando el equipo de refrigeración se avería durante unas horas).

Se utilizó un envase similar al que se muestra en la figura 7, con la película antimicrobiana de liberación de ClO_2 ubicada hacia la parte superior del envase, para almacenar los tomates en rodajas contaminados. Se utilizó un segundo envase, idéntico al primero, excepto que sin la película antimicrobiana, para almacenar los tomates en rodajas contaminados. Los resultados se proporcionan en las gráficas que se muestran en las figuras 8A y 8B. Los resultados muestran de manera concluyente que la película antimicrobiana inhibió significativamente el crecimiento de *Geotrichum* en los tomates en rodajas en comparación con el envase sin la película. En el envase sin la película antimicrobiana, la proliferación de *Geotrichum* en los tomates en rodajas era evidente a simple vista. Por el contrario, los tomates en rodajas en el envase con la película antimicrobiana de liberación de ClO_2 de polímero atrapado parecían frescos, sin signos visibles de crecimiento de *Geotrichum*. Esto se puede observar además dadas las condiciones de almacenamiento a 7° C subóptimas para la prueba de 14 días.

Se debe entender que los ejemplos sobre tomates son meramente ejemplares y que otros cultivos y alimentos frescos (por ej., la carne) se pueden utilizar según la invención. Se debe entender además que mientras que el dióxido de cloro es un material antimicrobiano liberado preferido, otros materiales antimicrobianos liberados están dentro del alcance de la invención y se pueden preferir para otras aplicaciones.

EJEMPLO 3 - PRUEBAS DE UBICACIÓN DE PELÍCULAS

ANTIMICROBIANAS

Se colocó la película de polímero atrapado (película X2597, descrita anteriormente) en el espacio libre de una bandeja a diferentes alturas en las paredes laterales para evaluar la eficacia de diversas ubicaciones/posiciones de la película antimicrobiana, así como diversas ubicaciones de muestreo. La abreviatura “MCT”, tal como se usa en la presente, se refiere a

Maxwell Chase Technologies, LLC de Atlanta, GA. La abreviatura “FPT” se refiere a las bandejas FRESH-R-PAX® de Maxwell Chase Technologies, LLC.

En el presente ejemplo, se utilizaron los siguientes materiales:

16 - tiras de película de 1g X2597, lote #02116A030A (CSP Technologies -Auburn, AL).
66 tomates (5x5 tomates rojos comprados en el supermercado el día del experimento).
24 bandejas MCT FPT 125D (Maxwell Chase Technologies - Atlanta, GA) con una superficie inferior y una abertura opuesta, con cuatro paredes laterales que se extienden verticalmente desde la superficie inferior. Las paredes laterales tenían una longitud de 10" y una altura de 3 5"8 (medida desde la superficie inferior).
24 soportes plásticos (hechos de bandejas MCT FPT125D cortadas).
Película de sellado de polipropileno (PP) de polipropileno orientado calibre 50 aprox. fundido/ 1 mil. Polipropileno fundido (0.00152" de espesor) aprox. 90cc/100pulg ² /día OTR, 0.8gm/100pulg ² /día WVTR (MCT - Atlanta, GA)
Selladora de bandejas manual MCT-MTS a 375 °F (MCT Atlanta, Ga).
Cortadora manual de tomates SABER 7/rodajas de 32" (Prince

Castle, Carol Stream, IL).
Analizador de gases portátil ATI C16 (Analytical Technology Inc. Collegeville, PA).
Sensor de ClO ₂ #00-1425 1/5 (ATI Collegeville, PA).
Sensor de ClO ₂ #00-1004 1/5.
Sensor de ClO ₂ #00-1005 5/200.
Sensor de ClO ₂ #00-1359 200/2000.
Refrigerador de laboratorio de montaje superior Tempure Scientific (modelo #LP-75-HG-TP) equipado con un control informático Dixell XR40CX fijado a una temperatura de 7 °C con una configuración de enfriamiento alta de 8 °C y baja de 6 °C.
2 juegos de válvulas de desconexión rápida CPC #3438400 con conectores de compresión por frasco (McMaster-Carr (MCM) #5012K122).
Flex® GP 70 3/16" ID, ¼" OD tubería de PVC negra (MCM #5231K35).
Junta tórica 011 Buna-N, resistente al aceite, perfil redondo (MCM #9408K41).
Cuchillo Xacto.

Las bandejas MCT FPT125D (polipropileno blanco intenso, dimensionadas por vapor de 1/4) se modificaron del siguiente modo. Se realizaron tres orificios de aproximadamente 8.5 mm de ancho y con 2 cm de separación en las bandejas MCT FPT125D con un cuchillo Xacto. Se limpiaron los bordes del orificio y se insertaron las válvulas CPC en los orificios

con una junta tórica en ambos lados, y el conector de compresión apretando las 2 juntas. Se colocaron ambas válvulas con QDV en el exterior de la tapa y el recipiente para permitir que las válvulas de cierre automático estuvieran en el exterior con fines de muestreo.

Se utilizó la tubería de PVC negra Flex® GP 70 3/16" ID, 1/4" OD (MCM#5231K35) en los puertos de entrada y salida del analizador de gases portátil C16, así como el otro extremo de las válvulas de desconexión rápida CPC #3438400 con conectores de compresión para conectar a las bandejas para muestrear el espacio libre en las bandejas.

Las muestras de película de CSP se cortaron de la misma tira de película y del mismo ancho. A continuación, cada muestra se pesó hasta 1.000 g y se conectó a una pared lateral de la bandeja con una pieza de plástico para mantenerla en su lugar. Había dos muestras en cada bandeja, lo que daba lugar a 2 g de película CSP por bandeja. Cada una de las muestras estaba conectada a una pared lateral diferente de la bandeja.

Los tomates se cortaron con la cortadora manual con el cáliz hacia abajo. Se desecharon los extremos. Se colocaron aproximadamente 7 rodajas de tomates en la superficie inferior de cada bandeja.

La selladora manual se calentó a 375 °F, y se colocó cada bandeja con tomates en la placa de sellado respectiva. Se colocó una película de sellado sobre la bandeja, se presionó el mango de sellado y se mantuvo presionado durante aproximadamente 1-2 segundos para cubrir/sellar los tomates dentro de la bandeja.

Para cada una de las bandejas, se midió la tasa de liberación de ClO₂ en intervalos de una hora durante un período de 11 horas. La figura 9 muestra la liberación de ClO₂ (ppm) que corresponde a diversas posiciones de la película de CSP en la bandeja, es decir, a una altura del 0 %, 50 %, 64 %, 79 % y 100 % de la superficie inferior basándose en la altura total de la pared lateral. Estas alturas respectivas se miden desde la línea media de la película.

La figura 10 muestra el efecto de la altura de la película de CSP sobre la concentración en el espacio libre.

Los resultados indican que la variación de la altura de la película de CSP en la bandeja afecta la presencia de ClO_2 en el espacio libre. Desde el fondo de la bandeja (0 %) hasta el punto medio (50 %- aproximadamente 2 pulgadas hacia arriba de la pared en este ejemplo particular no taxativo), hubo solo un cambio pequeño, por ej., un cambio insignificante en la concentración en el espacio libre. Sin embargo, desde el punto medio hasta la parte superior de la bandeja, el aumento de la altura dio lugar a un aumento significativo de la concentración. La concentración se duplicó desde una posición en el 64 % de la altura total hasta la parte superior de la bandeja (100 %). Los datos indican que para aumentar la concentración de ClO_2 en el espacio libre para una eficacia óptima y/o reducir la cantidad de película necesaria, la colocación de la película debe ser preferiblemente en el 20 % superior de la bandeja, es decir, ubicada a una altura vertical que sea entre el 80 % y el 100 % de la altura total de la pared lateral medida desde la superficie inferior, y se debe ubicar al menos al 64 % de la altura total de la pared lateral de la bandeja.

EJEMPLO 4 – USO DE PERFILES DE LIBERACIÓN DE ESTALLIDO RÁPIDO PARA DESTRUIR PATÓGENOS

Se evaluó la eficacia de la reducción del nivel de *Listeria monocytogenes*, *E. coli* y *Salmonella* para una película de ClO_2 de CSP aplicada a una parte superior de una bandeja en comparación con bandejas de control sin la película de ClO_2 de CSP.

Se utilizaron películas con emisión de ClO_2 de CSP, formulación designada X2597 (descrita arriba), con un espesor de 0.3 mm. Esta formulación fue diseñada para tener un

perfil de liberación rápida de ClO₂ y no utilizaba una capa de polietileno superpuesta para reducir la tasa de absorción de humedad en la película. Como se describió anteriormente, la película X-2597 es una formulación de tres fases que incluía 50 % en peso del agente de liberación antimicrobiano, 38 % en peso de etilvinilacetato (EVA) como un polímero base y 12 % en peso de polietilenglicol (PEG) como un agente canalizador. Se utilizaron bandejas con 4 gramos o 3 gramos de película por bandeja. Se inocularon los tomates en la bandeja con tres patógenos, es decir, *Listeria monocytogenes*, *E. Coli* y *Salmonella*.

En el presente ejemplo, se utilizaron los siguientes materiales.

250 tomates categoría 5x5 (adicionales para desecho) (5 casos 50/ casos)
Cortadora manual de tomates (Prince Castle)
Selladora manual a 375 °F(Maxwell Chase Tech.)
Película de sellado de polipropileno aprox. 90 OTR (Maxwell Chase Tech.)
Inóculos de cóctel de 5 cepas de <i>Listeria monocytogenes</i> (Food Isolates)
Cóctel de 5 cepas de <i>Salmonella</i> (Food Isolates)
Cóctel de 5 cepas de <i>E. coli</i> O157:H7 (Food Isolates)
Agua de dilución estéril y tubos
Pinzas estériles
Vaso de precipitado con alcohol y llama para esterilización de pinzas

Cuchillos quirúrgicos estériles
10 bandejas FPT 125D (bandejas de polipropileno blancas dimensionadas por vapor de 1/4) con película de 1 g de ClO ₂ en cada esquina superior
10 bandejas FPT 125D (bandejas de polipropileno blancas dimensionadas por vapor de 1/4) con película de 0.75 g de ClO ₂ en cada esquina superior
10 bandejas FPT 125D (bandejas de polipropileno blancas dimensionadas por vapor de 1/4) designadas -MCT
4 bandejas no inoculadas designadas - UN
Refrigerador a 7 °C
564 placas MOX (60 día 0. 168 días 5, 8, 12) designadas - List.
564 placas XLD (60 día 0. 168 días 5, 8, 12) designadas - Sal.
564 placas PCA (60 día 0. 168 días 5, 8, 12) designadas - APC
564 placas MAC (60 día 0. 168 días 5, 8, 12) designadas - E. coli
Caldo de enriquecimiento para los patógenos correspondientes
Placas adicionales para la verificación de vetas

Se prepararon cócteles de 5 cepas O157:H7 de *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y

E. Coli, se mezclaron y se mantuvieron durante la noche. El objetivo era lograr una

inoculación de 5-log de cada patógeno en los tomates. Los tomates inoculados tenían 10^9 de patógeno CFU/ml de inóculo. Se colocaron en placas las inoculaciones para la verificación y los niveles iniciales.

Se preparó una solución de 200 ppm de solución de cloro libre utilizando agua templada. La cortadora se sumergió en la solución durante 2 min, y después se enjuagó con agua del grifo.

Se preparó una solución de cloro libre de 200-ppm utilizando agua tibia (aproximadamente la misma temperatura que para los tomates). Se colocaron los tomates primero en agua del grifo, después en la solución de cloro durante 2 minutos y se enjuagaron con agua del grifo. Los tomates se cortaron con la cortadora manual con el cáliz hacia abajo. Se desecharon los extremos de modo que se colocaron 42 rodajas en cada bandeja (6 tomates por 7 rodajas/tomate).

Dieciocho (18) rodajas de tomate dentro de cada bandeja se inocularon puntualmente con el inóculo de *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y *E. Coli* (6 cada una) para lograr un análisis por triplicado en cada bandeja. Se identificaron las 18 rodajas de tomate seleccionadas marcando cada rodaja con un Sharpie al lado del área que se iba a inocular. Se agitó en vórtex el inóculo y se retiraron 10 μ l de inóculo rápidamente con una punta de pipeta estéril y se micro pipetearon en las dos rodajas marcadas en la parte superior. Esto se repitió dos veces más por bandeja y por patógeno.

La selladora manual se calentó a 375 °F. Se colocó cada bandeja en la placa de sellado y se colocó la película de sellado sobre la bandeja. Se presionó el mango de sellado y se mantuvo en su lugar durante aproximadamente 1-2 segundos. Después del sellado, se revisó cada bandeja para verificar que la película de sellado estuviera completamente adherida a la bandeja.

Se analizaron las bandejas de prueba en los días 0, 5, 8 y 12. Para cada bandeja, se tomaron un total de tres muestras para cada patógeno, tres patógenos por bandeja y tres muestras de APC (conteo aeróbico en placas) de cada bandeja. Cada muestra consistía en dos rodajas tomadas con pinzas estériles. Las dos rodajas se pesaron en la bolsa estéril Stomacher (su peso era de aproximadamente 40-50 g) y se agregó tres veces la cantidad de agua de peptona estéril. Se homogeneizaron los tomates a 260 rpm durante 1 minuto. Después, se prepararon las diluciones necesarias (~ 3) a partir del homogeneizado y se colocaron en placas esparcidas por duplicado en las placas PCA, MOX, SMAC o XLD correspondientes.

Se calcularon los datos como unidades formadoras de colonias (CFU) por gramo. Se convirtieron los valores de CFU a valores logarítmicos para el análisis de los datos. Se promediaron los datos por bandeja y por tipo de muestra. A continuación se presenta un compendio de las pruebas que se realizaron en los días respectivos. El término “CSP3” se refiere a bandejas con 3 g de película X2597 y el término “CSP4” se refiere a bandejas con 4 g de película X2597.

Día 0: 1 bandeja MCT inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 12 pruebas; 1 bandeja CSP4 inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 12 pruebas ; 1 bandeja CSP3 inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 12 pruebas; 1 bandeja UN no inoculada (control negativo) x 4 pruebas (sal, E.coli,Lm,APC)/bandeja = 4 pruebas. En total, se realizaron 40 pruebas.

Día 5: 3 bandeja MCT inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 36 pruebas; 3 bandeja CSP4 inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 36 pruebas ; 3 bandeja CSP3

inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 36 pruebas; 1 bandeja UN no inoculada (control negativo) x 4 pruebas (sal, E.coli,Lm,APC)/bandeja = 4 pruebas. En total, se realizaron 112 pruebas.

Día 8: 3 bandeja MCT inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 36 pruebas; 3 bandeja CSP4 inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 36 pruebas ; 3 bandeja CSP3 inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 36 pruebas; 1 bandeja UN no inoculada (control negativo) x 4 pruebas (sal, E.coli,Lm,APC)/bandeja = 4 pruebas. En total, se realizaron 112 pruebas.

Día 12: 3 bandeja MCT inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 36 pruebas; 3 bandeja CSP4 inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 36 pruebas ; 3 bandeja CSP3 inoculada con 3 pruebas de Salmonella, 3 de E. Coli, 3 de Listeria y 3 de APC/bandeja = 36 pruebas; 1 bandeja UN no inoculada (control negativo) x 4 pruebas (sal, E.coli,Lm,APC)/bandeja = 4 pruebas. En total, se realizaron 112 pruebas.

En total, este experimento incluyó un total acumulado de 376 pruebas (94 de Salmonella, 94 de E. Coli, 94 de Listeria, 94 de APC). Los resultados se muestran en las figuras 11-13.

La figura 11 muestra que hubo una disminución en la *Salmonella* después del día 0 y se mantuvo en descenso hasta el día 12 para las bandejas CSP3, y continuó para las bandejas CSP4. Cada una de estas muestras mostró una reducción en los conteos de *Salmonella* de al menos 1.8 log en el día 5, 2.5 log para el día 8 y 3 log para el día 12, respectivamente. Esto demuestra una reducción del 99.9 % en la *Salmonella* después de 12 días en las bandejas CSP.

La figura 12 muestra resultados para *E. coli* que son similares a los resultados de la *Salmonella*. Una disminución en *E. coli* después del día 0 produjo una reducción de al menos 2 log en el día 5, 4 log en el día 8 y 3 log en el día 12. De forma similar a la figura 11 para la *Salmonella*, la figura 12 muestra un aumento para la bandeja CSP3 en el día 12. Se determinó que hubo una reducción del 99.9 % en *E. coli* después de un período de 12 días.

La figura 13 muestra que la película de CSP también redujo la *Listeria* en 1 log a los 12 días de vida útil. Esto es constante en todos los días en que se obtuvieron las muestras, y se demostró una reducción del 90 % de *Listeria monocytogenes* de forma constante durante 12 días.

Estos resultados demuestran la eficacia de las bandejas de CSP (según los aspectos opcionales de la invención) con los tomates en rodajas en un período de almacenamiento de 12 días para reducir las cantidades de *Salmonella*, *E. coli* y *Listeria* inoculadas en las rodajas de tomate y almacenadas a 8 °C. Esta no es una condición de almacenamiento normal, pero simula un posible caso de incumplimiento de la cadena de frío, que se señala en las prácticas de almacenamiento de inocuidad alimentaria como la principal causa de deterioro y crecimiento de patógenos. El uso de estas bandejas puede ayudar a reducir el posible crecimiento de patógenos en niveles perjudiciales en los tomates en rodajas.

EJEMPLO 5 – CURVAS DE LIBERACIÓN DE ESTALLIDO RÁPIDO DE GASES ANTIMICROBIANOS

Como se describe en el ejemplo 4, arriba, las bandejas que utilizaban una película X2597 de 3 g o 4 g demostraron una actividad significativa en la inhibición del crecimiento y la proliferación de patógenos durante el período de prueba. Las formulaciones de la película se configuraron para proporcionar un perfil de liberación de estallido rápido, como se explica en otras partes de la presente memoria descriptiva. La figura 14 proporciona curvas de

liberación para las versiones de 3 g y 4 g que se utilizaron en el ejemplo 4. La figura 14 también proporciona una curva de liberación para las bandejas que utilizaron solo 2 g de película.

Como muestra la figura 14, las bandejas con 4 g de película (CSP4) alcanzaron su punto máximo con aproximadamente 30 ppm de ClO_2 aproximadamente en la hora 18, mientras que se mantuvieron por encima de 10 ppm entre aproximadamente la hora 6 y la hora 33. Las bandejas con 3 g de película (CSP3) alcanzaron su punto máximo con aproximadamente 23 ppm de ClO_2 aproximadamente en la hora 15, mientras que se mantuvieron por encima de 10 ppm entre aproximadamente la hora 6 y la hora 33. Como se indicó anteriormente en el ejemplo 4, estas realizaciones proporcionaron concentración en el espacio libre suficiente para lograr una destrucción de microbios deseada y lo hicieron sin blanquear los tomates.

La figura 14 también muestra una curva de liberación para las bandejas con 2 g de película. Como muestra la curva, esa realización alcanzó su punto máximo con aproximadamente 16 ppm de ClO_2 entre las horas 12 y 18. Sin embargo, la curva muestra que la concentración de ClO_2 solo se mantuvo por encima de 10 ppm aproximadamente entre las horas 8 y 26. En algunos casos, esta curva de concentración y liberación puede proporcionar un efecto antimicrobiano suficiente, pero en este caso, no se prefirió esta concentración (aunque sigue estando dentro del alcance de los aspectos opcionales de los conceptos descritos).

Si bien la invención se ha descrito detalladamente y con referencia a los ejemplos específicos, ficos, resultará evidente para un experto en la técnica que se pueden realizar diversos cambios y modificaciones sin apartarse del espíritu y el alcance de esta.

NOVEDAD DE LA INVENCION

Habiendo descrito la presente invención como antecede, se considera como una novedad y, por lo tanto, se reclama como propiedad lo contenido en las siguientes: