

COMPOSICIONES REDUCTORAS Y PROCESOS PARA PRODUCIR LAS MISMAS

SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente estadounidense provisional n.º 62/679,627, presentada el 1 de junio de 2018, cuyo contenido se incorpora a la presente en su totalidad mediante esta referencia para todos los fines.

CAMPO

La presente descripción se refiere al campo de las composiciones y los procesos químicos. Más específicamente, la presente descripción describe un proceso electrolítico para producir un gas reductor y un proceso adicional para infundir el gas reductor en una composición líquida con o sin metasilicato. Alternativamente, el metasilicato también se puede infundir en una composición líquida sin el gas reductor.

ANTECEDENTES

La oxidación es una reacción química que implica la transferencia de electrones entre reactivos. Estas reacciones pueden producir radicales libres, compuestos que tienen electrones desapareados. La producción de radicales libres puede provocar reacciones en cadena que pueden dañar los sistemas biológicos e inorgánicos. El daño oxidativo prolongado puede crear serios problemas de salud, disminuir la vida útil de productos comerciales, envenenar los procesos químicos industriales, causar daños estructurales a los artículos de fabricación y muchos otros problemas. Para combatir el daño oxidativo, los antioxidantes o agentes reductores se integran en una amplia gama de aplicaciones industriales y biológicas. Se ha explorado la electrólisis del agua como potencial para producir un gas reductor. Los ejemplos de un gas reductor incluyen oxihidrógeno (también conocido como Knellgas), Gas Brown, Tylar Gas y Gas HHO (también conocido como Klein Gas). Sin embargo, estos gases son inestables y reactivos, y en algunos casos han causado accidentes graves. Por ejemplo, después de un segundo accidente que afectó a dos empleados, Taylor Gas interrumpió la producción después de 2011. En otras aplicaciones, muchos agentes reductores industriales como el borohidruro de sodio (NaBH_4) son tóxicos, corrosivos para la piel y crean peligros ambientales. Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar un nuevo método que no tenga los inconvenientes anteriores para producir un gas reductor y un líquido reductor acuoso.

COMPENDIO

La presente descripción describe un proceso para producir un líquido reductor que

comprende proporcionar un líquido; proporcionar un gas reductor y un metasilicato; y añadir el gas reductor y el metasilicato al líquido, para que el gas reductor y el metasilicato reaccionen con el líquido, para producir un líquido reductor que tenga un valor de potencial de reducción de oxidación (ORP, por sus siglas en inglés) de alrededor de -100 mV o más negativo. Tanto el gas reductor como el metasilicato y el líquido reductor no son tóxicos, no son cáusticos y son estables.

También se describe un proceso alternativo para producir un líquido reductor que comprende proporcionar un líquido; proporcionar un gas reductor o un metasilicato; y añadir el gas reductor o el metasilicato al líquido, para que reaccione con el líquido para producir un líquido reductor que tenga un valor de potencial de reducción de oxidación (ORP) de alrededor de -100 mV o más negativo.

En un aspecto, el líquido reductor incluye, pero no se limita a, disolventes orgánicos, aceites apolares, aceites minerales, aceites esenciales, suspensiones coloidales, soluciones coloidales, lixiviados de vertederos, bifenoles policlorados (PCB, por sus siglas en inglés) y composiciones acuosas. El líquido se transforma en el líquido reductor mediante el proceso electrolítico que se describe a continuación. Una vez completados los procesos descritos, el líquido reductor obtiene propiedades fisicoquímicas antioxidantes deseables adicionales, que pueden ser útiles para numerosos propósitos en todas las industrias. Dentro del alcance de esta descripción están el método y la composición, como se describió anteriormente, según se aplican a una serie de usos específicos que incluyen, entre otros, agua potable o bebidas destinadas al consumo de todas las especies vivas; como limpiador o desinfectante; mejorar los procesos de lavado; y cultivo de especies acuáticas.

Además, dentro del alcance de esta descripción se encuentra un sistema para producir líquido reductor que comprende una cámara de reacción en comunicación fluida con un material de alimentación líquido, un módulo para producir un gas reductor, opcionalmente, un módulo que contiene un metasilicato; en donde el gas reductor y el metasilicato tienen la capacidad de reaccionar con el líquido en la cámara de reacción para producir un líquido reductor que tiene un valor de potencial de reducción de oxidación (ORP) de alrededor de -100 mV o más negativo.

Aún dentro del alcance de esta descripción se encuentra un proceso para preparar un gas reductor. El proceso comprende (i) proporcionar un activador, en donde el activador comprende agua, hidrato de potasio, sulfato de magnesio, oxidanuro de sodio y un silicato de metal alcalino; (ii) introducir el activador en una cámara de reacción de un reactor, en donde el reactor está configurado para producir una reacción electrolítica; (iii) añadir agua a la cámara de reacción para proporcionar una mezcla de activador de agua; y (iv) aplicar una corriente continua en la mezcla de activador de agua para producir el gas reductor.

Las características y ventajas de la tecnología objeto se establecerán en la descripción más adelante y, en parte, serán evidentes a partir de la descripción o pueden aprenderse mediante la

práctica de la tecnología objeto. Las ventajas de la tecnología objeto se realizarán y se lograrán mediante la estructura particularmente señalada en la descripción escrita y las modalidades en esta, así como también las figuras adjuntas.

Se entiende que tanto la descripción general que antecede como la descripción detallada que sigue son ejemplos y explicaciones y pretenden proporcionar otra explicación de la tecnología objeto.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Se describen más adelante diversas características de modalidades ilustrativas de la descripción con referencia a las figuras. Las modalidades ilustradas pretenden ilustrar, pero no limitar, la descripción. Las figuras contienen las siguientes figuras:

La Figura 1 muestra una huella digital espectral de un líquido reductor infundido producido por el proceso descrito en la presente en el Ejemplo 3. La línea continua representa el líquido infundido mientras que la línea discontinua es la huella digital del agua filtrada por ósmosis inversa.

La Figura 2 es una representación esquemática de un sistema ejemplar para realizar los métodos descritos en la presente en el Ejemplo 4. El sistema se utiliza para realizar un proceso en el que se inyecta un metasilicato líquido en un tanque de agua después de haber sido tratada, y en el que se inyecta un gas reductor en el mismo recipiente de agua y también en el proceso de embotellado.

La Figura 3A describe los datos de pH de un estudio piloto realizado para estudiar los efectos del Agua AL, descrito en la presente en el Ejemplo 5.

La Figura 3B describe los datos de gravedad específica de las muestras de orina de un estudio piloto realizado para estudiar los efectos del Agua AL, descritos en la presente en el Ejemplo 5.

La Figura 4 es un esquema de un sistema ejemplar para realizar los métodos descritos en la presente en el Ejemplo 7. El sistema se usa para realizar un proceso en el que se inyecta un metasilicato líquido en un tanque de agua después de haber sido tratada, y en el que se inyecta un gas reductor en el mismo recipiente de agua, para el cultivo de especies acuáticas.

La Figura 5 es un esquema de un sistema ejemplar para realizar los métodos, descritos en la presente en el Ejemplo 8. El sistema se usa para realizar un proceso en el que se inyecta un metasilicato líquido en un tanque de agua después de haber sido tratada, y en el que se inyecta un gas reductor en el mismo recipiente de agua, para la producción de bebidas listas para beber.

La Figura 6A describe los resultados del estudio equino en el Ejemplo 9 para el parámetro Longitud de zancada comparando los resultados de los grupos de estudio RW y RW + Sílice.

La Figura 6B describe los resultados del estudio equino en el Ejemplo 9 para el parámetro

de Flexión carpiana comparando los resultados de los grupos de estudio RW y RW + Sílice.

La Figura 6C describe los resultados del estudio equino en el Ejemplo 9 para el parámetro de Flexión de corvejón comparando los resultados de los grupos de estudio RW y RW + Sílice.

La Figura 6D describe los resultados del estudio equino en el Ejemplo 9 para el parámetro de Protracción de la extremidad anterior comparando los resultados de los grupos de estudio RW y RW + Sílice.

La Figura 6E describe los resultados del estudio equino en el Ejemplo 9 para el parámetro de Protracción de la extremidad posterior comparando los resultados de los grupos de estudio RW y RW + Sílice.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La descripción detallada que se expone a continuación pretende ser una descripción de varias configuraciones de la tecnología objeto y no pretende representar las únicas configuraciones en las que se puede poner en práctica la tecnología objeto. Las figuras adjuntas se incorporan a la presente y forman parte de la descripción detallada. La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión profunda de la tecnología objeto. Sin embargo, resultará evidente para los expertos en la técnica que la tecnología objeto puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, las estructuras y componentes bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques para evitar complicar los conceptos de la tecnología objeto. Los componentes similares están etiquetados con números de elementos idénticos para facilitar su comprensión.

Se entiende que diversas configuraciones de la tecnología objeto resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica a partir de la descripción, en la que se muestran y describen varias configuraciones de la tecnología objeto a modo de ilustración. Como se entenderá, la tecnología objeto es capaz de otras configuraciones diferentes y sus diversos detalles pueden modificarse en varios otros aspectos, todo ello sin apartarse del alcance de la tecnología objeto. Por consiguiente, el compendio, las figuras y la descripción detallada deberían considerarse de naturaleza ilustrativa y no restrictiva.

A menos que se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades de ingredientes, propiedades tales como peso molecular, condiciones de reacción, etc., usados en la presente memoria descriptiva y reivindicaciones asociadas, deben entenderse como modificados en todos los casos por el término "alrededor de". Por consiguiente, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos establecidos en la siguiente memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se pretenden obtener mediante las modalidades de la presente descripción. Como mínimo, y no como

un intento de limitar la aplicación de la doctrina de equivalentes al alcance de la reivindicación, cada parámetro numérico debe interpretarse al menos a la luz del número de dígitos significativos informados y aplicando técnicas de redondeo ordinarias.

Siempre que se describa un intervalo numérico de grado o medida con un límite inferior y un límite superior, se pretende describir específicamente todo número y todo intervalo comprendido por el intervalo. Por ejemplo, cada intervalo de valores (en la forma "de a a b" o "de alrededor de a a alrededor de b", o "de alrededor de a a b", "de aproximadamente a a b" y cualquier expresión similar, donde "a" y "b" representan valores numéricos de grado o medición) debe entenderse que establece cada número e intervalo comprendido dentro del intervalo más amplio de valores.

Se necesitan procesos para producir un gas reductor estable no tóxico y para usar el gas reductor estable no tóxico para disminuir la cantidad de oxidantes indeseables presentes en el agua. Esta descripción se refiere a un proceso y un sistema para "reestructurar" o transformar un líquido en un líquido reductor. La presente descripción describe un proceso para producir un líquido reductor que comprende proporcionar un líquido; proporcionar un gas reductor y/o un metasilicato; e infundir el gas reductor y/o el metasilicato en el líquido, para que el gas reductor y/o el metasilicato reaccionen con el líquido para producir un líquido reductor que tenga un valor de potencial de reducción de oxidación (ORP) de alrededor de -100 mV o más negativo. Se describe además el proceso para preparar un gas reductor, que incluye las etapas de preparar un activador, introducir el activador en un reactor electrolítico, agregar agua y aplicar una corriente continua para producir el gas reductor. También se describe un sistema para producir un líquido reductor.

Es deseable disminuir la carga de ORP a un valor negativo porque alivia el estrés oxidativo de un sistema, que se sabe en la técnica que es dañino para un sistema particular. Además, en comparación con la forma no reestructurada del mismo líquido, la forma reestructurada del líquido exhibirá propiedades adicionales, por ejemplo, un pH superior a 7, tensión superficial disminuida, hidratación mejorada, bioasimilación mejorada, solubilidad mejorada de compuestos orgánicos o inorgánicos con el líquido (como vitaminas, otros suplementos para la salud, etc.), mejora la desintoxicación/lavado de las células y mejora la síntesis celular. Si la composición reducida está destinada al consumo humano o animal, después de la reestructuración, el líquido aún cumple con los estándares internacionales aceptables para bebidas listas para beber.

La Figura 2 es un esquema que muestra un sistema ejemplar para realizar el proceso de reestructuración. El sistema se utiliza para realizar un proceso en el que se inyecta un metasilicato líquido en un tanque de agua después de haber sido tratado, y mediante el cual se inyecta un gas reductor en el mismo recipiente de agua y también en el proceso de embotellado. Se puede añadir gas reductor y/o metasilicato líquido a cualquier sistema de tratamiento de agua convencional. La adición se puede realizar al final del proceso de tratamiento de agua, dentro del tanque o depósito

de tratamiento de agua. Ambas adiciones se realizan mediante sistemas de infusión convencionales (bomba dosificadora de membrana para el metasilicato líquido e infusión del gas en la succión de una bomba de recirculación convencional para crear turbulencia para mejorar la eficiencia de la mezcla). El tamaño de las bombas de dosificación y recirculación depende de la cantidad de líquido (normalmente medido en litros por hora) a reestructurar. Se puede agregar gas de agua adicional en el proceso de envasado. Actualmente, la infusión del gas a cada botella se realiza mediante un sistema convencional de inyección de gas nitrógeno, por ejemplo.

Proceso para preparar un gas reductor

En un aspecto, esta descripción se refiere a un proceso para preparar un gas reductor a demanda. El proceso comprende las siguientes etapas: preparar un activador, en donde el activador comprende agua, hidrato de potasio, sulfato de magnesio, oxidanuro de sodio y un silicato de metal alcalino; introducir el activador en una cámara de reacción de un reactor, en donde el reactor está configurado para producir una reacción electrolítica; añadir agua a la cámara de reacción para proporcionar una mezcla de activador de agua; y aplicar una corriente continua en la mezcla de activador de agua para producir el gas reductor. Generalmente es deseable que se reduzca la presión en la cámara de reacción para aumentar la velocidad de producción del gas reductor. En una modalidad preferida, la presión reductora en la cámara de reacción se mantiene en alrededor de 0,5 bar. La cámara del reactor comprende típicamente una celda electrolítica húmeda para impulsar el proceso de reducción electrolítica como se describe en la presente.

Preparación del activador

La preparación del activador se puede realizar utilizando cualquier equipo adecuado para realizar reacciones químicas que involucren los reactivos activadores. Normalmente, el activador se prepara combinando los componentes del activador en cantidades estequiométricas equilibradas de la ecuación de reducción de oxidación. En algunas modalidades, el activador comprende hidrato de potasio, sulfato de magnesio, oxidanuro de sodio y un silicato de metal alcalino en un intervalo estequiométrico predeterminado. El activador puede comprender de alrededor de 40 % en peso a alrededor de 59 % en peso de hidrato de potasio; de alrededor de 0,1 % en peso a alrededor de 5 % en peso de sulfato de magnesio; de alrededor de 40 % en peso a alrededor de 59 % en peso de oxidanuro de sodio; y de alrededor de 0,1 % a alrededor de 5 % en peso de silicato de metal alcalino.

En otras modalidades, el activador puede comprender de alrededor de 45 % en peso a alrededor de 55 % en peso de hidrato de potasio; de alrededor de 0,2 % en peso a alrededor de 3 % en peso de sulfato de magnesio; de alrededor de 45 % en peso a alrededor de 55 % en peso de oxidanuro de sodio; y de alrededor de 0,2 % a alrededor de 3 % en peso de silicato de metal alcalino.

En otras modalidades, el activador puede comprender de alrededor de 47 % en peso a alrededor de 53 % en peso de hidrato de potasio; de alrededor de 0,2 % en peso a alrededor de 1,5 % en peso de sulfato de magnesio; de alrededor de 47 % en peso a alrededor de 53 % en peso de oxidanuro de sodio; y de alrededor de 0,2 % a alrededor de 1,5 % en peso de silicato de metal alcalino. En otras modalidades, el activador puede comprender de alrededor de 48 % en peso a alrededor de 51 % en peso de hidrato de potasio; de alrededor de 0,3 % en peso a alrededor de 0,8 % en peso de sulfato de magnesio; de alrededor de 48 % en peso a alrededor de 51 % en peso de oxidanuro de sodio; y de alrededor de 0,3 % a alrededor de 0,8 % en peso de silicato de metal alcalino. El hidrato de potasio, sulfato de magnesio y oxidanuro de sodio están disponibles comercialmente.

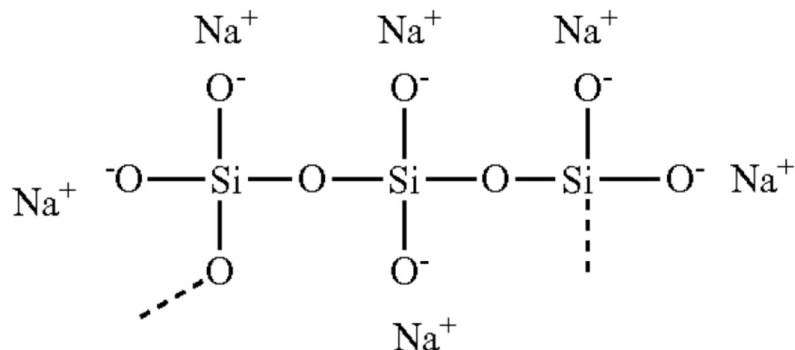
En otras modalidades, el activador es una solución líquida que comprende hidrato de potasio, sulfato de magnesio, oxidanuro de sodio y un silicato de metal alcalino en cualquiera de las cantidades estequiométricas descritas en la presente. La solución líquida puede tener una concentración de activador de alrededor de 0,1 a alrededor de 20 g/l, de alrededor de 0,1 a alrededor de 15 g/l, de alrededor de 0,1 a alrededor de 10 g/l, de alrededor de 0,1 a alrededor de 5 g/l, de alrededor de 0,5 a alrededor de 4 g/l, de alrededor de 0,5 a alrededor de 3 g/l, de alrededor de 1 a alrededor de 3 g/l, o de alrededor de 1,5 a alrededor de 2,5 g/l.

En otras modalidades, el activador comprende silicato catiónico alcalino en lugar de simplemente un silicato de metal alcalino. Por ejemplo, el silicato catiónico alcalino puede seleccionarse del grupo que consiste en un silicato de litio alcalino, un silicato de sodio alcalino, un silicato de potasio alcalino, un silicato de amonio alcalino y combinaciones de los mismos. El silicato de amonio alcalino se puede formar a partir de un compuesto de amonio que tiene la fórmula general NR_4^+ , donde R se puede seleccionar del grupo que consiste en hidrógeno (H) y un grupo alquilo C_{1-4} .

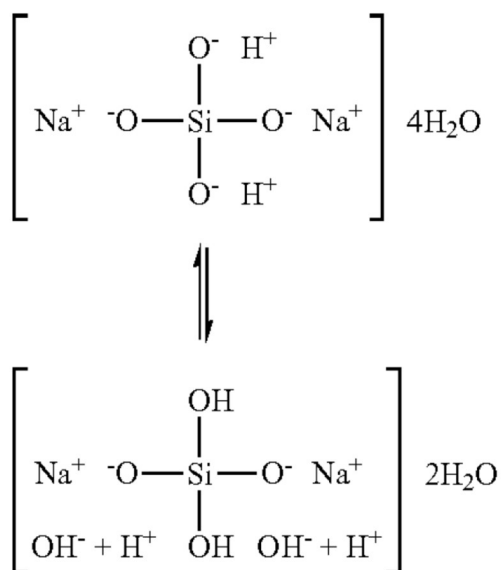
El activador se puede preparar mediante cualquier método adecuado. Por ejemplo, el hidrato de potasio, oxidanuro de sodio, silicato catiónico alcalino y sulfato de magnesio pueden medirse en cualquiera de los intervalos en peso descritos en la presente y, posteriormente, combinarse para formar una única mezcla de activador. Esta mezcla de activador puede luego disolverse en agua a una concentración predeterminada como se describe más adelante en la presente. Alternativamente, se puede proporcionar una cantidad de agua, y el hidrato de potasio, oxidanuro de sodio, silicato catiónico alcalino y sulfato de magnesio se pueden agregar a la cantidad de agua en secuencia, simultáneamente o en pares combinados. En algunas modalidades, el sulfato de magnesio y el silicato catiónico alcalino se mezclan primero con la cantidad de agua, y el hidrato de potasio y el oxidanuro de sodio se mezclan posteriormente con la cantidad de agua. La preparación del activador puede llevarse a cabo fuera de un reactor y posteriormente añadirse. Alternativamente, el activador se puede preparar en una cámara de reacción de un reactor.

Preferiblemente, el silicato catiónico alcalino es un metasilicato tal como un complejo de silicato de sodio alcalino (SSC, por sus siglas en inglés) o sílice líquida reformada (RLS, por sus siglas en inglés). El metasilicato se puede usar en la preparación de un activador y, opcionalmente, se puede agregar en mayores cantidades con o sin el gas reductor en el líquido fuente. Estos complejos se describen, por ejemplo, en el documento US 20110059189A1, que se incorpora a la presente como referencia. El análisis espectroscópico de masas (MS, por sus siglas en inglés) y de resonancia magnética nuclear (RMN) generaron una fórmula empírica putativa del compuesto o complejo que es $\text{Na}_{8,2}\text{Si}_{4,4}\text{H}_{9,7}\text{O}_{17,6}$. La fórmula sugiere que el complejo de silicato de sodio alcalino (SSC) no es un solo compuesto, sino una mezcla de dos compuestos diferentes que están en equilibrio entre sí. Específicamente, el SSC es una mezcla de:

Silicato de sodio trimérico $(\text{Na}_2\text{SiO}_3)_3$,



y silicato de sodio pentahidratado $(\text{Na}_2\text{SiO}_3) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.



El silicato de sodio pentahidratado $(\text{Na}_2\text{SiO}_3) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ existe típicamente en equilibrio como dos formas estructurales, una forma que contiene una molécula de agua ionizada y la otra forma que contiene 3 moléculas de agua ionizada. Para producir SSC, el metal de silicio (de cualquier grado)

se carga en un reactor. Se agrega oxidanuro de sodio junto con agua. Se produce una reacción exotérmica. Se deja que la reacción prosiga durante 4-6 horas, después de lo cual se recoge el producto en un tanque de enfriamiento. Se enfría el producto y se envasa el producto líquido obtenido.

La composición alcalina a base de silicio (fórmula empírica de $\text{Na}_{8,2}\text{Si}_{4,4}\text{H}_{9,7}\text{O}_{17,6}$) puede tener una densidad específica en el intervalo de 1,24 a 1,26 kg/m^3 , por ejemplo, $1,25 \pm 0,1 \text{ kg/m}^3$. La composición también puede tener un pH en el intervalo de 13,8 a 14,0, por ejemplo, $13,9 \pm 0,1$. En algunas modalidades, el SSC se puede secar mediante cualquier método adecuado antes de su uso en cualquiera de los procesos descritos en la presente. Los métodos de secado adecuados incluyen, pero no se limitan a, calentamiento leve, almacenamiento en un desecador, secado al vacío.

Las propiedades fisicoquímicas del SSC y las posibles aplicaciones terapéuticas se han estudiado previamente. En un estudio, se encontró que el SSC exhibe propiedades antimicrobianas para cepas gram positivas, gram negativas y resistentes a fármacos, como se describe, por ejemplo, en Vatten et al., Res. J. Microbiol. 2012 1 de marzo; 7(3):191-8. El silicato de sodio también está generalmente reconocido como seguro para el consumo humano por la FDA de los EE. UU. de conformidad con 21 CFR § 182.90. El documento US 20140087003A1 describe un método que usa una composición de silicato de sodio alcalino para inhibir los efectos tóxicos del veneno y tratar mordeduras y picaduras venenosas. El documento US 20060275505A1 describe una composición para aumentar la alcalinidad en el cuerpo que contiene agua, una fuente de alcalinidad; particularmente una solución de silicio alcalino. El documento US20110059189A1 describe una composición de silicato de sodio modificada y métodos para tratar el cáncer y las infecciones virales que utilizan la composición de silicato de sodio modificada ($\text{Na}_{8,2}\text{Si}_{4,4}\text{H}_{9,7}\text{O}_{17,6}$), también descritos en Townsend et al., Int. J. Appl. Res. Nat. Prod. 2010;3: 19-28 (los silicatos de AVAH también fueron eficaces para inhibir varios eventos fisiológicos importantes en la supervivencia y el desarrollo de la virulencia en patógenos virales y microbianos). Sin embargo, el SSC mencionado en esas publicaciones no implicaba un gas reductor, cuya combinación es un tema de esta descripción, junto con otros usos beneficiosos de esta tecnología.

Reactor y proceso electrolítico

El proceso electrolítico se lleva a cabo generalmente en un reactor. En un proceso ejemplar, el activador se prepara dentro de una cámara de reacción del reactor o se prepara externamente y posteriormente se añade a la cámara de reacción. Se puede combinar agua adicional con el activador en la cámara de reacción en cualquier cantidad adecuada, incluso hasta la capacidad de llenado de la cámara de reacción.

El reactor puede ser cualquier aparato adecuado para realizar una reacción electrolítica. En

algunas modalidades, el reactor comprende una celda electrolítica húmeda. En una celda electrolítica, se pasa una corriente eléctrica desde un conductor electrónico a través de un sustrato químico, como una solución iónica contenida en una o más celdas (es decir, la cámara de reacción), de regreso a un segundo conductor electrónico. El circuito está cerrado afuera (circuito externo) de la celda a través de varios conductores electrónicos. Esto generalmente incluye una fuente de alimentación y un dispositivo de medición de corriente. Las uniones entre los conductores electrónicos e iónicos se denominan electrodos, es decir, cátodos y ánodos.

En la reacción de electrólisis, se hace pasar una corriente continua a través de la solución contenida en la cámara de reacción, produciendo reacciones químicas en los electrodos. En una electrólisis estándar de agua pura (es decir, sin activador presente), una semireacción de reducción se produce en el cátodo en el cual los electrones desde el cátodo se transfieren a los cationes de hidrógeno para formar gas H_2 como se ilustra en la ecuación química: $2 H^+(ac) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$. En el ánodo, se produce una semirreacción de oxidación en la que los electrones se transfieren de las moléculas de agua al ánodo para formar gas O_2 como se ilustra en la ecuación química: $2 H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4 H^+(aq) + 4e^-$. Estas semireacciones se pueden equilibrar con la adición de una base.

Un suministro eléctrico de corriente continua (CC) está acoplado al reactor y proporciona la energía necesaria para impulsar el proceso electrolítico. La corriente eléctrica es transportada por electrones en el circuito externo. Los electrodos de metal, grafito y material semiconductor se utilizan ampliamente. La elección del electrodo adecuado depende de la reactividad química entre el electrodo y el electrolito y el costo de fabricación. Una fuente de energía eléctrica de CC se conecta a dos electrodos o dos placas (típicamente hechas de algún metal inerte como platino, acero inoxidable 360 o iridio) que se colocan en el agua. En algunas modalidades, la CC suministrada a la celda electrolítica está en el intervalo de alrededor de 20 V a alrededor de 30 V, por ejemplo, alrededor de $24,65 V \pm 0,12 V$. La entrada de corriente eléctrica puede ser además a través de un circuito de 110 V (60 Hz) o de 220 V, 50 Hz o 60 Hz.

El reactor puede configurarse para realizar la reacción electrolítica a presión reducida o al vacío. Los reactores de electrólisis de vacío son conocidos en la técnica y los aparatos adecuados resultarán fácilmente evidentes para una persona experta en la técnica. La reacción de electrólisis se puede realizar a temperatura y presión estándar (STP, por sus siglas en inglés). En algunas modalidades, la reacción se lleva a cabo inicialmente a STP, luego, posteriormente, una vez que comienza la producción de gas reductor dentro de la cámara del reactor, la presión se puede reducir dentro de la cámara de reacción. Por ejemplo, la presión reducida puede ser de alrededor de 0,3 bar a alrededor de 0,9 bar. En algunas modalidades, la presión reducida es de $0,5 \pm 0,05$ bar. Al realizar la reacción a presión reducida, la velocidad de producción del gas reductor se puede incrementar hasta 2,2 veces más que la reacción realizada a presión atmosférica estándar.

Infusión de gas reductor en un líquido

Los términos "infundir" o "infusión" o cualquier variación de los mismos abarcan cualquier otro método adecuado para mezclar gas reductor o silicato con líquido, tal como inyectar, administrar o aplicar. En algunas modalidades, se proporciona un proceso para preparar un líquido reductor estable, no tóxico y no corrosivo mediante la infusión de un gas producido por el proceso electrolítico descrito en la presente en un "líquido fuente" para ser tratado utilizando los procesos descritos.

El líquido fuente puede ser cualquier líquido adecuado que pueda incorporar de manera estable un gas reductor infundido. Los ejemplos de líquidos fuente adecuados incluyen, entre otros, disolventes orgánicos, aceites apolares, aceites minerales, aceites esenciales, suspensiones coloidales, soluciones coloidales, lixiviados de vertederos, bifenoles policlorados (PCB) y composiciones acuosas. En algunas modalidades, el líquido fuente para infusión es agua. Las fuentes de agua incluyen, por ejemplo, agua destilada, agua desionizada, agua del grifo, agua potable, bebidas potables, agua no potable, agua agrícola, agua de riego, agua salada, agua salobre, agua de fracking, agua con metales pesados acuosos disueltos, agua industrial, agua reciclada, agua dulce, agua de fuente natural o agua de ósmosis inversa. Se entiende que el agua potable es apta para el consumo humano o animal; el agua no potable no es apta para el consumo humano o animal, pero puede usarse en otras aplicaciones. Por agua dulce se entiende el agua de una fuente natural que no es agua salada. El agua salada puede provenir de una fuente natural como el mar o el océano, también incluye agua salada artificial. El agua industrial es agua que se utiliza en aplicaciones industriales como procesos de fabricación, lavado de recipientes, máquinas, etc. El agua industrial puede ser agua del grifo, agua de pozo, etc. que normalmente no es agua potable. El agua reciclada es agua que se usa en una máquina, luego regresa a una planta de tratamiento central y luego se puede devolver a la máquina, como una lavadora para lavar la ropa. El agua utilizada para fines agrícolas incluye no solo el agua utilizada para el riego, sino también el agua que se utiliza para la conservación o desinfección de cultivos. El agua utilizada para el cultivo de especies acuáticas puede incluir cualquier tipo de agua (incluida el agua de mar y el agua salada artificial) necesaria para la supervivencia de esa especie, lo que incluye alimentos y otros nutrientes. Para soluciones acuosas que comprenden metales pesados, el metal pesado puede ser antimonio, arsénico, bismuto, cadmio, cobre, cromo, hierro, mercurio, níquel, plomo, estaño, cobalto, manganeso, uranio o bario.

En algunas modalidades, el líquido puede ser una solución acuosa que tiene una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de media a alta. La DBO se define como la cantidad de oxígeno disuelto que necesitan los organismos biológicos aeróbicos para descomponer el material orgánico presente en una muestra de agua determinada, expresada más comúnmente en miligramos de

oxígeno consumidos por litro de muestra durante 5 días de incubación a 20 °C. En algunas modalidades, la solución acuosa tiene una DBO de 5 días en el intervalo de alrededor de 2 mg/l a alrededor de 600 mg/l.

La infusión se puede realizar mediante cualquier método adecuado. Por ejemplo, el gas se puede infundir en el líquido burbujeando el gas reductor en el líquido. El burbujeo se puede realizar simultáneamente con la producción electrolítica del gas reductor acoplando el reactor a un recipiente que tiene el líquido en el mismo y haciendo fluir el gas reductor al líquido a medida que se produce. Alternativamente, la infusión puede realizarse burbujeando un gas reductor almacenado, tal como en un tanque de gas presurizado, en un recipiente que contenga el líquido en el mismo.

El proceso de infusión se puede aumentar agregando el gas reductor al líquido en condiciones turbulentas. En dinámica de fluidos, turbulencia o flujo turbulento es cualquier patrón de movimiento de fluido caracterizado por cambios caóticos en la presión y la velocidad del flujo. La turbulencia es causada por una energía cinética excesiva en partes del flujo de un fluido, lo que supera el efecto amortiguador de la viscosidad del fluido. En términos generales, en el flujo turbulento, aparecen vórtices inestables de muchos tamaños que interactúan entre sí. Las condiciones turbulentas se pueden crear mediante una variedad de métodos que son bien conocidos, que incluyen, pero no se limitan a, agitación, vibración, mezcla, flotación y cavitación. La turbulencia y la cavitación mejoran la velocidad de disolución del gas reductor en el líquido hasta 100 veces, según la aplicación y la capacidad de flujo de la bomba de recirculación, normalmente medida en unidades de volumen (por ejemplo, galones, litros) por minuto. En algunas modalidades, las condiciones turbulentas se producen por cavitación, en donde la cavitación se realiza usando una hélice, un impulsor o un dispositivo adecuado. En un ejemplo, se usa una bomba de recirculación que contiene un impulsor, a una velocidad de hasta 3600 revoluciones por minuto (RPM), preferiblemente 750-900 RPM. La tecnología Venturi también se utiliza cuando la turbulencia se crea dentro de tuberías que tienen una presión de flujo positiva de líquidos.

Al producir el líquido reductor estable, el gas reductor se infunde en el líquido hasta que se alcanza un umbral de ORP negativo y se observa durante un tiempo suficiente (tiempo de estabilización o retención) para medir de manera fiable el valor de ORP utilizando un medidor de ORP calibrado y disponible comercialmente con un electrodo impermeable, preferiblemente uno que también pueda medir el pH. Un experto en la técnica comprenderá las convenciones de rutina asociadas con la medición de los potenciales de reducción, incluidos los potenciales de reducción de oxidación estándar. Este tiempo de estabilización variará dependiendo de la cantidad de líquido producido por unidad de tiempo. En algunas modalidades, el tiempo de estabilización es de al menos alrededor de 2 minutos. En otras modalidades, el tiempo de estabilización es de al menos alrededor de 10 minutos. De manera más general, el tiempo de estabilización variará de unos pocos segundos

a 28 horas, dependiendo de varios factores, incluido el grado de demanda química de oxígeno (DQO) y la presencia o ausencia de partículas coloidales, aceites, disolventes y/u otras soluciones disueltas. La presión y la turbulencia reducidas mejorarán la eficiencia y, por lo tanto, reducirán el tiempo de retención hasta en un factor de 100. Los métodos apropiados para la determinación del tiempo de estabilización apropiado para una muestra líquida de interés están dentro del conocimiento técnico de una persona experta en la técnica. La inducción de presión reducida y turbulencia también permitirá la generación de un “efecto residual” en muchos casos. Por ejemplo, aplicando el tiempo de estabilización correcto, el líquido infundido mantendrá un efecto residual reductor y desinfectante (es decir, reemplazando oxidantes como cloro, ozono, UV, H₂O₂, etc.). En algunas modalidades, el umbral de ORP después de la estabilización es -150 mV o más negativo.

Líquidos reductores compuestos

También se puede preparar un líquido reductor compuesto que comprende un agente reductor no corrosivo y no tóxico y el líquido reductor infundido descrito en la presente. El agente reductor no tóxico y no corrosivo puede ser cualquier compuesto que sea fácilmente miscible con el líquido reductor infundido. Los agentes reductores adecuados incluyen, pero no se limitan a, antioxidantes naturales, por ejemplo, ácido ascórbico (vitamina c), glutatión, melatonina y tocoferoles solubles en agua (vitamina E). En algunas modalidades, el agente reductor no tóxico y no corrosivo es un silicato catiónico alcalino como se describe en la presente.

El líquido reductor compuesto se puede producir mediante cualquier método adecuado. En algunas modalidades, el agente reductor no tóxico y no corrosivo se añade en una cantidad predeterminada a un líquido reductor infundido. En otras modalidades, el agente reductor y el gas reductor se infunden simultáneamente en un líquido. Esta infusión simultánea se puede realizar en condiciones turbulentas, como el uso de una bomba de recirculación a una velocidad de al menos alrededor de 800 ± 35 RPM.

La adición se puede realizar mediante la transferencia cuantitativa de una única alícuota al líquido reductor infundido. Alternativamente, la adición se puede realizar mediante una transferencia continua del agente reductor desde un recipiente de almacenamiento a cualquier velocidad de flujo deseada durante un período de tiempo específico. La velocidad de flujo o las velocidades de flujo y el tiempo dependerán del agente reductor y de la relación estequiométrica deseada del agente reductor al líquido reductor infundido en el líquido reductor compuesto. En otra modalidad, el agente reductor se añade de forma puntuada, gota a gota, que comprende múltiples alícuotas.

En algunas modalidades del proceso para producir un líquido reductor acuoso, la etapa de infusión de gas reductor, descrita anteriormente, se realiza infundiendo de 75 a 120 litros por minuto de gas reductor por cada 60 galones por minuto del líquido a reestructurar, antes de o

simultáneamente con el silicato catiónico alcalino en el intervalo de 0,5 a 12 miligramos por litro. En otras modalidades, la cantidad de silicato catiónico alcalino requerida en la etapa del proceso está en las cantidades descritas anteriormente en la presente, en donde el silicato catiónico alcalino comprende silicato de litio, silicato de sodio, silicato de potasio, silicato de amonio o una combinación de los mismos.

En un aspecto, el proceso para preparar un líquido reductor comprende infundir un gas reductor (por ejemplo, un gas reductor producido por un proceso electrolítico descrito en la presente) en una cantidad de líquido en condiciones turbulentas. La inducción de turbulencia y cavitación en este proceso aumenta la eficiencia de reestructurar el agua en el tanque hasta mil veces. Permite el uso de 1kw de potencia por cada diez mil (10.000) galones de agua a reestructurar por hora. Sin la implementación del sistema de la cavitación/turbulencia, la velocidad de disolución del gas con el líquido es ineficaz para la utilidad. Sin embargo, el límite superior para las condiciones turbulentas en este proceso es menos de 3600 RPM porque una turbulencia excesiva conduce a la cavitación potencial del impulsor de la bomba de agua, lo cual no es deseable para la utilidad.

En algunas modalidades, el proceso de reestructuración comprende las siguientes etapas: se inyectan gas de agua reductor ("C1") y metasilicato líquido reductor ("C2") inmediatamente antes de que el líquido fuente entre en cualquier depósito o recipiente convencional. El líquido fuente a tratar puede pasar por (i) una tubería cerrada a presión; o (ii) un tanque de agua abierto, canal o tubería abierta en condiciones atmosféricas o condiciones normales de temperatura y presión.

Si el líquido fuente a tratar pasa a través de una tubería presurizada cerrada, se realizan las siguientes etapas: (i) C1 y C2 se inyectan en la tubería, donde C1 se inyecta a través de un aparato Venturi o mediante otro método para crear presión negativa en la tubería; (ii) C2 se inyecta proporcionalmente mediante bombas dosificadoras convencionales, métodos de dosificación gravitacional o cualquier otro método utilizado para dosificar productos químicos líquidos. La presión negativa mejora la producción del líquido. Dependiendo de la celda electrolítica, la mejora de la producción de gas puede llegar hasta 250 %. Diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 9.325 litros de gas C1 en condiciones de NPT para reestructurar, en alrededor de 10 horas, 5.000 galones de agua a tratar. Este valor equivale a 932,5 litros de C1 por hora sin utilizar métodos de mejora de la cavitación. El flujo de gas reductor (C1) se mide luego como flujo en litros por hora (FLPH) usando una fórmula que varía dependiendo del líquido fuente y otros parámetros, descritos más adelante en la presente para cada líquido fuente y uso correspondiente. Una vez que el sistema presurizado cerrado se estabiliza, el valor de ORP se mide en milivoltios (mv). El ORP variará dependiendo de la composición del líquido fuente. El tiempo mínimo de contacto de C1 con el líquido fuente requerido dentro de la tubería es típicamente entre 3 segundos y 30 minutos. La carga de ORP se mide después de al menos 3 segundos de tiempo mínimo de

contacto de C1 con el líquido fuente y debe dar como resultado un valor negativo. La fórmula para calcular el FLPH es irrelevante para la presión del líquido dentro de la tubería presurizada. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido (C2) requerido para reestructurar un líquido fuente (C2) se determina usando una fórmula que se describe a continuación en la presente, que varía según la composición del líquido fuente y su uso deseado.

Si el líquido a tratar pasa por la presión atmosférica (tanque abierto, canal o tubería abierta) o en condiciones normales de temperatura o presión, entonces se aplican las siguientes etapas para mezclar C1 y C2: (i) C1 se mezcla con el líquido fuente mediante en condiciones turbulentas o mediante cavitación inducida mediante el uso de modos de flotación, bombas de recirculación que crean vacío y/o un aparato Venturi; (ii) C2 se mezcla con el líquido fuente mediante bombas dosificadoras convencionales existentes, dosificadores de gravitación o métodos análogos evidentes para una persona experta en la técnica. El FLPH de C1 se mide luego en litros por hora usando una fórmula específica que varía según la composición del líquido fuente y las condiciones del proceso, que se describen adicionalmente más adelante en la presente y que varían según la composición del líquido fuente, las condiciones del proceso y el uso deseado para el líquido fuente. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido requerido para reestructurar el agua (C2) se determina usando una fórmula que se describe más adelante en la presente, que también varía según la composición del líquido fuente, las condiciones del proceso y el uso deseado para el líquido fuente. El contacto mínimo de C2 en el depósito o recipiente de líquido fuente suele ser de entre 15 y 30 minutos para lograr un ORP negativo. Si el valor residual de ORP negativo (mv) es menor que -200 mV, entonces el tiempo de contacto se extiende hasta que el ORP sea más negativo que -200 mV.

Agua reducida lista para beber y bebidas para consumo.

Un aspecto y aplicación específica del proceso de reestructuración es la preparación de agua potable o "lista para beber" (RTD, por sus siglas en inglés) u otras bebidas para consumo humano y no humano (animales). El proceso de reestructuración descrito anteriormente en la presente se puede aplicar a cualquier producto a base de agua adecuado para el consumo humano y no humano, incluidos, entre otros, agua potable, bebidas carbonatadas, jugos, bebidas con colorante, bebidas orgánicas, té, cafés, bebidas energéticas, bebidas de CBD que contienen aceite cannabinoide, y cualquier otra bebida con componentes químicos orgánicos y/o inorgánicos agregados. En donde, el agua potable reducida está (1) sustancialmente libre de productos químicos alcalinos, tales como, pero sin limitarse a, hidróxido de sodio o potasio o bicarbonato de sodio; y (2) sustancialmente libre de oxidantes, tales como pero sin limitarse a, hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, cloro gaseoso, bromo, yodo, ozono o luz ultravioleta. Un beneficio adicional del proceso de reducción o reestructuración es que se conserva el color, sabor y olor originales del agua potable reductora.

Sustancialmente libre se refiere a cantidades de oxidante de menos de alrededor de 1 %, preferiblemente menos de alrededor de 0,1 % para la materia indicada.

Además, después de someterse al proceso de reestructuración, a pesar de un pH alcalino superior a 9,5, el agua reducida permanece no cáustica y no tóxica para los seres humanos y los animales tras su consumo, incluso con un pH muy alcalino superior a 13,0. La adición/infusión del metasilicato líquido no es inducida químicamente ni producida por productos químicos alcalinos (como hidróxido de sodio, bicarbonato de sodio, etc.).

En condiciones normales de conservación y manipulación, la hidratación (tensión superficial) y la alcalinidad (pH) se mantienen estables durante al menos 12 meses después del proceso de reestructuración. Se realizaron estudios de estabilidad agregando 1,0 mg/litro de SSC a (i) un tambor de 55 galones hecho de plástico BPA de grado humano (sin penetración de rayos UV); (ii) botellas metálicas de 1L; (iii) botellas de vidrio de 1 litro; (iv) botellas de plástico de 1L. El gas reductor se infundió en cada recipiente con un tiempo de contacto de 30 minutos. Después de la estabilización, se midió el pH en alrededor de 10. El tambor y las botellas se sellaron y luego se mantuvieron afuera en condiciones atmosféricas durante dos años en Florida, EE. UU. Después de dos años, el pH de la botella de agua todavía estaba alrededor de 10, sin ningún crecimiento microbiano.

La estabilidad del agua líquida aumenta porque el agua potable reductora está sustancialmente libre de oxidantes porque se neutralizan eficazmente a través del proceso de reducción, particularmente oxidantes como el hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, cloro gaseoso, bromo, yodo, ozono o ultra luz violeta.

Los procesos descritos en la presente pueden usarse para reestructurar bebidas RTD con propiedades físicas, químicas, organolépticas y bacteriológicas adicionales mediante el uso de un gas reductor a base de agua y un metasilicato líquido reductor estable, que es alcalino, no cáustico y no tóxico para humanos y animales al consumirlos. Dicha reestructuración convierte el ORP de un valor positivo a negativo. En algunas modalidades, el agua potable reductora tiene un valor de ORP de alrededor de -300 mV, en el intervalo de -200 mV a -400 mV. El proceso electrolítico libera carga eléctrica libre a través del gas reductor a base de agua y el metasilicato líquido y sus propiedades reductoras, altamente alcalinas, no cáusticas y no tóxicas. Para RTD con altos niveles de materia orgánica lista para ser oxidada (jugos, té, etc.), el proceso de pasteurización puede ser reemplazado en parte o en su totalidad por el proceso de esta descripción, la necesidad de refrigeración también puede ser reemplazada en parte o en su totalidad. El proceso se puede calcular para luego reducir total o parcialmente los procesos de oxidación dentro de cualquier bebida RTD.

En algunas modalidades, el proceso para producir el agua o la bebida RTD reducida comprende las siguientes etapas modificadas del proceso de reestructuración: Primero, el gas de

agua reductor y el metasilicato líquido reductor se agregan al tanque que contiene la bebida RTD inmediatamente antes del proceso de embotellado. Para cumplir con los estándares para un país/región/ciudad específico donde se comprará o venderá la RTD, el valor de ORP del líquido RTD en el tanque se reduce a un mínimo de -300 mV o más negativo. Para obtener un valor de ORP de -300mV, se requieren entre 25 y 35 minutos de tiempo de contacto inicial. Luego, se requiere un tiempo de retención mínimo de 30 minutos a -300 mv de ORP. El envasado o embotellado, como se usa en la presente, incluye cualquier proceso adecuado para colocar líquido reductor en contenedores portátiles adecuados tales como botellas, barriles, cartones, latas, ampollas u otro dispositivo funcionalmente equivalente de cualquier tamaño o material.

Las propiedades del agua reestructurada se aseguran antes del proceso de embotellado. Por ejemplo, una vez que se alcanza un tiempo de retención de 30 minutos con un mínimo de -300 mV y el valor de pH deseado de 13,0, el agua reestructurada se mantiene fuera del alcance de los rayos solares, la posible contaminación del aire u otras formas de contaminación indeseable. Una forma de lograrlo es manteniendo el agua reestructurada en el tanque de agua perfectamente sellado. Es preferible embotellar el agua reestructurada dentro de las 4 horas siguientes después de que se complete el proceso de reestructuración y el tiempo de retención.

Opcionalmente, se infunde gas de agua (por ejemplo, a una velocidad de flujo de 100 a 145 litros por hora) inmediatamente antes de sellar la tapa de cada botella. La presión de infusión del gas es típicamente entre 3,5 y 4,0 PSI a temperatura y presión atmosférica normales. Se puede considerar un aumento de presión agregando 0,20 PSI por cada 3.000 (tres mil) pies de aumento de altitud. No se necesitan correcciones por variaciones de temperatura y humedad, siempre que no se alcance el punto de congelación.

Potabilización y pretratamiento de agua industrial para fines de lavado, desinfección y limpieza

Otro aspecto de la descripción es reestructurar el agua industrial como un método de pretratamiento para fines de lavado, desinfección y limpieza, por ejemplo, antes de la producción de bebidas embotelladas RTD. Actualmente, las plantas de tratamiento de agua suelen utilizar prefiltración, ultrafiltración y ósmosis inversa para purificar y desinfectar el agua. Transformar el ORP del agua de positivo a negativo mediante la adición de carga eléctrica a través del gas reductor tiene las propiedades adicionales de (1) reemplazar y/o mejorar el o los tensioactivos y (2) servir como un desinfectante que mata al 99,9 % de bacterias y hongos, véase, por ejemplo, Vatten et al., Res. J. Microbiol. 2012 1 de marzo; 7(3): 191-8. En otro estudio, un producto alcahídrico (Mastisil®), que consiste en SSC diluido al 2,0 % en agua del grifo, demostró una inhibición completa del crecimiento de tres bacterias gramnegativas (E. coli K-12, E. coli O157: H7 y S. enterica). Sin embargo, las tres bacterias grampositivas (E. faecalis, S. aureus y S. pyogenes) analizadas mostraron mayor

resistencia. La concentración inhibitoria mínima (MIC, por sus siglas en inglés) del producto fue del 2,0 % para *S. aureus* y del 3,0 % para *E. faecalis* y *S. pyogenes*, aunque se observó una inhibición parcial a concentraciones más bajas para los tres organismos. *Mastisil for the Dairy Cow Industry*, Cisne Enterprises (Odessa, Texas).

En un aspecto, el gas de agua reductor y el metasilicato líquido reductor se utilizan como catalizadores para mejorar la mayoría, si no todos, los métodos y procesos de potabilización convencionales existentes que están certificados en todo el mundo. Esta aplicación permite una reducción sustancial de los productos químicos convencionales utilizados en los métodos de potabilización. También establece nuevos parámetros para el control y prevención de biopelículas en el interior de tuberías, tanques o contenedores de líquidos y circuitos cerrados. Se espera que el proceso de reducción disminuya hasta en un 90 % el consumo humano de cualquier tipo de oxidantes como hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, cloro gaseoso, bromo, yodo, ozono y luz ultravioleta. Además, este método reduce la oxidación interna de las tuberías metálicas hasta en un 90 % al mantener el agua reestructurada en todo momento. En otro aspecto, el líquido reductor después de someterse al proceso de reestructuración puede usarse para propósitos de lavado y desinfección durante la etapa de embotellado del agua potable u otra fuente líquida sin el uso de químicos cáusticos o alcalinizantes nocivos.

En una modalidad del proceso de potabilización o desinfección mejorado, primero se inyectan el gas de agua reductor y el metasilicato líquido reductor (independientemente del sistema de potabilización utilizado) antes del comienzo del método de tratamiento de agua. El agua a tratar pasa por una tubería presurizada cerrada o por un tanque, contenedor, canal o tubería abierta en condiciones atmosféricas. Si el agua a tratar pasa por una tubería presurizada cerrada, de acuerdo con las etapas del proceso de reestructuración descrito anteriormente en la presente, el FLPH requerido para reestructurar 5000 galones de agua en alrededor de 10 horas, se determina usando la fórmula $FLPH = Y \times 111,9 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/470)$. FGPM representa el flujo de agua medido en galones por minuto. IORP representa el valor de ORP inicial en mV. Y es un coeficiente de ORP que correlaciona el IORP de un líquido a reestructurar y el flujo adicional de gas necesario para obtener resultados finales similares. El valor de IORP para las diferentes fórmulas también depende de la aplicación específica. Los valores constantes también fluctúan de 22,38 a 223,8 dependiendo de la fuente del líquido y su uso deseado. En esta fórmula particular, 470 representa el ORP positivo promedio del líquido fuente, que variará con cada muestra. El tiempo mínimo de contacto del gas de agua reductor dentro de la tubería es de 3 segundos y el ORP mínimo obtenido después de 3 segundos es de -90 mV. El volumen del metasilicato líquido reductor en mililitros (C2) es igual a $0,2 \times Y \times \text{volumen de agua (VW)}$ a tratar en litros, también expresado como la fórmula $C2 = 0,2 \times Y \times VW$. Diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan unos 9325

litros de gas de agua reductor en condiciones normales de temperatura y presión para reestructurar en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua a tratar. Alternativamente, si el agua a tratar pasa por una tubería abierta o un recipiente en condiciones atmosféricas, de acuerdo con las etapas del proceso de reestructuración descrito anteriormente en la presente, el FLPH se determina mediante la fórmula $FLPH = Y \times 22,38 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/470)$. El tiempo mínimo de contacto de C1 en el tanque es de 30 minutos. El ORP mínimo obtenido después de 15 minutos es -200 mV. El volumen del gas de agua reductor en mililitros (C1) se calcula utilizando la fórmula $C1 = 0,2 \times Y \times VW$, donde VW es el volumen de líquido fuente en litros.

En otra modalidad, el proceso de reestructuración puede usarse para mejorar los ciclos de prelavado y lavado logrando beneficios desinfectantes adicionales. El volumen de agua utilizado en el proceso de reestructuración es igual a los volúmenes convencionales habitualmente utilizados. Hay dos posibilidades diferentes para producir el agua de lavado reestructurada: (i) mediante un tanque de agua separado o (ii) mediante la reestructuración del agua desinfectante directamente a través de la línea de agua presurizada. Si el agua a tratar pasa por una tubería presurizada cerrada, de acuerdo con las etapas del proceso de reestructuración descritas anteriormente en la presente, el FLPH se determina utilizando la fórmula $FLPH = Y \times 223,8 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/470)$. El tiempo mínimo de contacto de C1 dentro de la tubería es de 3 segundos. El ORP mínimo obtenido después de 3 segundos es -90 mV. La fórmula es irrelevante para la presión del agua dentro de la tubería presurizada. El volumen (mL) del metasilicato líquido reductor (C2) se calcula usando la fórmula: $C2 = 1,6 \times Y \times VW$. Las diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 18.650 litros de gas C1 en condiciones normales de presión y temperatura para reestructurar en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua para convertir en agua desinfectante reestructurada. Alternativamente, si el agua a tratar pasa por una tubería o un recipiente abierto en condiciones atmosféricas, de acuerdo con las etapas del proceso de reestructuración descritas anteriormente en la presente, el FLPH se determina utilizando la fórmula $FLPH = Y \times 22,38 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/470)$. El tiempo mínimo de contacto de C1 es de 30 minutos. El ORP mínimo obtenido después de 15 minutos es -290 mV. El volumen (mL) de metasilicato líquido reductor (C2) se calcula usando la fórmula: $C1 = 1,6 \times Y \times VW$, donde VW es el volumen de líquido fuente en litros. Las diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan 1865 (mil ochocientos sesenta y cinco) litros de C1 en condiciones de NPT para reestructurar en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua a tratar.

Mejora del proceso de pasteurización

Desde que Louis Pasteur inventó la pasteurización a mediados de 1880, no se han lanzado métodos equivalentes adicionales. La pasteurización neutraliza las enzimas y las bacterias al

calentar el líquido a una temperatura específica durante un período de tiempo específico. La pasteurización también destruye o descompone total o parcialmente la materia orgánica (nutrientes), y el valor nutricional de los alimentos disminuye. El calentamiento es un proceso oxidativo comúnmente utilizado en la pasteurización. En la presente, el proceso de reestructuración también se puede utilizar para mejorar la pasteurización o reemplazarla por completo sin agregar calor. El resultado final de este proceso de reestructuración es complementar y/o reemplazar la pasteurización mediante la neutralización de cualquier proceso de oxidación en el líquido/bebida, antes, durante o después del proceso de pasteurización. En algunos aspectos, el gas reductor y el metasilicato reductor pueden añadirse al líquido (por ejemplo, jugo, leche) que se pasteurizará durante el proceso de pasteurización convencional o como la última etapa inmediatamente antes del embotellado. Este proceso no cambia si la acidez crítica de la bebida (por ejemplo, jugo, sidra, té) está por encima o por debajo del pH de referencia de 4,6. Adicionalmente, este proceso de reestructuración logra resultados comparables o mejores que las metodologías convencionales utilizadas en el mercado de la pasteurización (túnel, microondas, intercambiador de calor, baño de rayos de la muerte, STHT, etc.).

En esta aplicación de los métodos descritos en la presente, el proceso de reestructuración se puede aplicar (i) inmediatamente antes del proceso convencional de pasteurización o desinfección (si el proceso ocurre antes del embotellado); o (ii) al final del proceso de pasteurización como última etapa antes del embotellado. En ambos casos se aplican las siguientes fórmulas, independientemente de que la pasteurización o desinfección se produzca en un tanque atmosférico abierto o en una tubería presurizada. $FLPH = Y \times 223,8 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/150)$. El ORP mínimo es (-) 90 mV. La fórmula es irrelevante para la presión del agua dentro de la tubería presurizada. La fórmula para la aplicación del metasilicato líquido reductor es $C2 = 1,6 \times Y \times VW$. Además, la adición del metasilicato reductor depende de los siguientes factores y suposiciones: (1) la mejora de la pasteurización puede lograrse simplemente con la adición del gas reductor siguiendo la fórmula anterior; (2) pueden añadirse propiedades reductoras/antioxidantes/alcalinas adicionales al líquido pasteurizado añadiendo el metasilicato reductor; (3) el valor final del pH del líquido se puede reestructurar para que sea ligeramente ácido hasta muy alcalino; y (4) no se han detectado cambios significativos en el sabor u olor. Finalmente, el diseño del producto final del líquido RTD depende del resultado deseado.

Mejora de los procesos de lavado en húmedo

Los procesos de lavado descritos en esta descripción están relacionados con los procesos que comprenden agua como disolvente principal, humidificador y modo de mezclar productos químicos, denominados colectivamente proceso de lavado en húmedo (WLP, por sus siglas en

inglés). Después del proceso de reestructuración, es importante que los diferentes tipos de aguas descritos en la presente permanezcan como agua de lavado aceptable según las normas internacionales. Si se utilizan métodos de reciclaje de agua, el agua reciclada también se reestructurará. Este no es un sistema de purificación/potabilización de agua en sí mismo. El WLP introduce no solo una carga negativa, sino también propiedades tensioactivas y desinfectantes que transforman cualquier agua de lavado en un detergente complementario o alternativo para este propósito específico. Además, el agua reestructurada obtenida utilizada para el lavado puede tener adicionalmente su valor de pH elevado hasta valores por encima de 13,0 sin ser cáustico o tóxico para la ropa o el medio ambiente. Una característica importante del WLP es el uso de gas de agua reductor y metasilicato líquido reductor como catalizador en mezclas y composiciones específicas, para mejorar los métodos de lavado convencionales.

Las propiedades adicionales dadas a la fuente de agua de lavado en el WLP, por ejemplo, incluyen: reducción de la tensión superficial del agua debido a la carga negativa; aumento no cáustico del valor de pH del agua reciclada o del agua no reciclada; cambio de la carga de ORP del agua reciclada o no reciclada de positivo a negativo; reacción mejorada con tensioactivos (como detergentes o limpiadores) y desinfectantes; solubilidad mejorada de materiales orgánicos e inorgánicos presentes en la lavandería (por ejemplo, ropa de cama); menos pérdida de peso en el lavado (por ejemplo, ropa de cama); reducción de las reacciones alérgicas de la piel en comparación con los agentes de limpieza convencionales en el lavado húmedo; reducción del consumo de energía debido a la disminución de las necesidades de temperatura y ciclos mecánicos; y reducción sustancial de efluentes, contaminación y productos químicos peligrosos. También establece nuevos parámetros para el control y prevención de biopelículas peligrosas en el interior de tuberías, tanques y circuitos cerrados. Reduce hasta en 90 % el consumo de cualquier tipo de oxidantes (desinfectantes) como hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, cloro gaseoso, bromo, yodo, ozono, luz ultravioleta, peróxido de hidrógeno, etc.

Además, el proceso de WLP descrito reduce la oxidación interna de las tuberías metálicas hasta en 90 % manteniendo el agua reestructurada con propiedades reductoras en todo momento. En un estudio, se prepararon dos recipientes de vidrio con 500 ml de agua de la ciudad cada uno con 7 clavos de hierro. Un recipiente se trató con el proceso de reestructuración con 1,0 mg/litro de SSC e infundiendo el gas reductor a una velocidad de 75 litros por hora durante 10 minutos. Después de 8 horas, el vaso de precipitados reestructurado no mostró ningún signo de oxidación (herrumbre) en los clavos de hierro, mientras que los clavos de hierro en el rompedo sin tratar mostraron signos claros de formación de herrumbre como resultado de la oxidación del hierro.

Esta aplicación no requiere cambio, ni modificación de ninguna de las máquinas y equipos utilizados en los sistemas de lavado convencionales. Esta aplicación solo utiliza gas de agua

reductor y metasilicato líquido reductor como aditivos o catalizadores para ser inyectados durante las diferentes etapas de los procesos de lavado. Esta aplicación es una mejora, un complemento y una sinergia de los sistemas y máquinas existentes. En algunos casos específicos (principalmente lavandería de hostelería), la sinergia y la mejora se vuelven tan eficientes que es posible reducir hasta en un 100 % el uso de todos los productos químicos y reemplazarlos por completo con el uso de gas de agua reductor y metasilicato líquido reductor.

La aplicación del proceso de reestructuración puede mejorar, realzar o reemplazar los “cuatro pilares” de los procesos de lavandería e higiene. Los cuatro pilares o variables clave de la lavandería consisten en la temperatura, el tiempo, el uso de ciertos productos químicos y los procesos mecánicos para limpiar las prendas. En algunos aspectos, se pueden agregar productos químicos adicionales, como componentes orgánicos líquidos o sólidos certificados, para mejorar los tensioactivos y la desinfección (es decir, ésteres de plantas, ácidos orgánicos, etc.) y reducir el tiempo total para el WLP. El uso del proceso de reestructuración de esta descripción permite bajar la temperatura hasta la temperatura ambiente del agua (siempre que la temperatura ambiente del agua no sea inferior a 70 grados Fahrenheit). Además, la duración (y la cantidad de ciclos) de WLP, los ciclos mecánicos y la cantidad de productos químicos pueden reducirse sustancialmente. En algunos casos, el uso de productos químicos convencionales indeseables se puede eliminar sustancialmente, es decir, se reemplazan con el gas reductor y el metasilicato líquido. Es importante destacar que el proceso introduce una carga de ORP negativa (alrededor de -300 mV) como un nuevo parámetro que no se consideró previamente en el contexto del WLP.

En esta aplicación del método, el WLP comprende esencialmente el mismo proceso de reestructuración descrito anteriormente en la presente, en donde se inyectan gas de agua reductor (C1) y metasilicato líquido reductor (C2) justo antes de que el agua de origen industrial entre en cualquier lavadora o sistema convencional. Si el agua a tratar pasa por una tubería presurizada cerrada, de acuerdo con las etapas del proceso de reestructuración descrito anteriormente, el FLPH se determina mediante la fórmula $FLPH = Y \times 111,9 \times FIGPM$, donde $Y = 1 + (IORPI/50)$. FIGPM representa el flujo de agua industrial medido en galones por minuto. IORPI representa el valor ORP inicial del agua industrial en mV. El tiempo mínimo de contacto de C1 requerido dentro de la tubería es de 3 segundos. El ORP mínimo requerido después de 3 segundos es -90 mV. Diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 9325 litros de gas C1 en condiciones normales de presión y temperatura para reestructurar en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua a tratar. La fórmula es irrelevante para la presión del agua dentro de la tubería presurizada. El volumen (mL) de metasilicato líquido requerido para reestructurar el volumen de agua industrial (VWI, por sus siglas en inglés) se determina usando la fórmula $C2 = 0,35 \times Y \times VWI$, donde el VWI se mide en litros y C2 en mililitros.

Cuando el agua a tratar pasa por una tubería abierta o recipiente en condiciones atmosféricas, de acuerdo con las etapas del proceso de reestructuración descrito anteriormente en la presente, el FLPH se determina utilizando la fórmula $FLPH = Y \times 22,38 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/50)$. El tiempo mínimo de retención del agua industrial (mRTI) con C1 y C2 es mayor o igual a 15 minutos. Si después de mRTI el valor residual de ORP negativo (mv) es menor que -200 mV, entonces $FLPH = S \times Y \times 22,38 \times FGPM$ donde $S = 1, 2, 3, 4 \dots$ hasta que el valor residual de ORP negativo sea más negativo que -200 mV. S es un coeficiente que representa la resistencia real del líquido fuente para lograr un ORP negativo; S siempre es un valor positivo. Las diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 1865 litros de C1 en condiciones de NPT para reestructurar 5000 galones de agua a tratar. El volumen (mL) de metasilicato líquido requerido para reestructurar el volumen de agua industrial (VWI) se determina usando la fórmula $C2 = 0,2 \times Y \times VWI$, donde VWI se mide en litros. C2 es entonces aquí la cantidad en mililitros de metasilicato líquido requerida para reestructurar el volumen de agua industrial (VWI) según se determina usando la fórmula $C2 = 0,2 \times Y \times VWI$, donde el valor de C2 se obtiene en mililitros y el valor de VWI está en litros.

En otra aplicación, el proceso se usa para mejorar la desinfección y el lavado de áreas industriales donde solo se debe usar calidad de agua dulce o mejor para esta aplicación. Después de someterse al proceso de reestructuración descrito en la presente, el agua reestructurada se puede usar para rociar una nebulización para prevenir y controlar la contaminación por bacterias y hongos del aire. El agua nebulizada reestructurada se puede rociar al comienzo del proceso de planchado en toda la superficie de los diferentes tipos de prendas o ropa de cama (por ejemplo, mantas, almohadas, etc.) para evitar la formación de estática en las máquinas de planchar. Los volúmenes de agua producidos se mantienen iguales a los utilizados convencionalmente.

Esta combinación de gas de agua reductor (C1) y metasilicato líquido reductor (C2) produce un paquete de composiciones y procesos reductores para los nichos específicos en la industria de la lavandería descritos en la presente. Las propiedades añadidas del agua reestructurada crean un nuevo conjunto de composiciones, métodos y procesos para la industria de la lavandería convencional que son mucho más favorables para la calidad final de la ropa, el medio ambiente y para disminuir el consumo energético.

Hay dos posibilidades diferentes para producir el agua de lavado reestructurada: o (1) a través de tanques de agua separados; o (2) reestructurando el agua desinfectante directamente a través del agua presurizada. Si el agua a tratar pasa por una tubería presurizada cerrada, la etapa de lavado en el proceso de lavado mejorado se realiza de acuerdo con la fórmula $FLPH = Y \times 223,8 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/470)$. El tiempo mínimo de contacto de C1 dentro de la tubería es de 3 segundos y el ORP mínimo obtenido después de 3 segundos es de -90 mV. La fórmula es

irrelevante para la presión del agua dentro de la tubería presurizada. Para esta aplicación solo se debe usar calidad de agua dulce o limpiador. El volumen de C2 (mililitros) se calcula usando la fórmula: $C2 = 1,6 \times Y \times VW$. Las diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 18.650 litros de gas C1 en condiciones normales de presión y temperatura para reestructurar en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua para convertir en agua desinfectante reestructurada.

Si el agua a tratar pasa por presión atmosférica (tanque abierto, canal o tubería), entonces el FLPH se determina usando la fórmula $FLPH = Y \times 22,38 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/470)$. Donde el tiempo de retención mínimo de agua industrial (mRTI) con C1 y C2 es mayor o igual a 15 minutos y el valor de ORP mínimo (mv) es -290 mV. No se necesitan variaciones de esta fórmula, porque se usa agua dulce o limpiador. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido (C2) requerido para reestructurar el volumen de agua (VW) se determina usando la fórmula $C2 = 0,2 \times Y \times VWI$, donde el valor C2 se obtiene en mililitros y el valor VW está en litros. Diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 1865 litros de C1 para reestructurar en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua en condiciones normales de presión y temperatura.

Especies acuáticas

Existe una demanda creciente en la industria pesquera para recolectar especies acuáticas de manera más eficiente. Los problemas relacionados con el aumento de la densidad, la mortalidad, las infecciones, la manipulación, etc. han provocado ineficiencias para poder cultivar y vender pescado. Las peceras acumulan desechos orgánicos, amoníaco, especies oxidantes y tienen niveles reducidos de oxígeno que son letales para los peces si no se filtran. En esta aplicación, la reestructuración del agua de cultivo acuático detiene y neutraliza los diferentes procesos de oxidación y nitrificación debido a las altas propiedades reductoras del agua reestructurada. Agregar aire u oxígeno disuelto al proceso mejora la eficiencia final del sistema. Además, el proceso de reestructuración se puede utilizar como un sistema de emergencia cuando los niveles de oxígeno en la pecera son críticamente bajos, quizás debido a un suministro de oxígeno dañado o insuficiente. Esta aplicación de emergencia permite que algunas especies acuáticas sobrevivan incluso días, en lugar de horas, mientras el sistema vuelve a su estado ideal. Sin embargo, el proceso de reestructuración no reemplaza la aireación o la infusión de oxígeno puro en la operación diaria de una ubicación de especies de agua dulce.

El proceso es aplicable para volúmenes cerrados de agua (tanques, piscinas, lagos preferiblemente no mayores de un millón de galones, etc.). El proceso de reestructuración descrito es aplicable en una variedad de fuentes de agua que incluyen, pero no se limitan a, agua de mar, agua de mar artificial, agua dulce, agua salobre, agua de ciudad declorada, agua de ósmosis inversa,

etc. Todos los tipos de agua mencionados anteriormente tienen un ORP positivo (normalmente entre +50 mv y +750 mv). Después de someterse al proceso de reestructuración, el valor de ORP del agua se carga negativamente, típicamente entre -100 mV y -900 mV.

El proceso de reestructuración también puede servir como un proceso de hidratación en condiciones específicas para especies de agua dulce. En un ejemplo, una mayor hidratación de las especies acuáticas conduce a un aumento de peso, lo que finalmente aumenta su precio. En otro ejemplo, el proceso de reestructuración tiene un conservante que evita una mayor oxidación de un pez muerto sin productos químicos como cloro, bicarbonatos o tripolifosfato anhidro. Además, dadas las propiedades reductoras del proceso de reestructuración y el agua resultante, el consumo de oxidantes se reduce hasta en un 90 %; ejemplos de tales oxidantes incluyen hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, cloro gaseoso, bromo, yodo, ozono, luz ultravioleta, peróxido de hidrógeno, etc. Además, el proceso de reestructuración también reduce la oxidación interna de las tuberías de metal hasta en un 90 % manteniendo el agua reestructurada en estado reducido.

En esta aplicación, el metasilicato líquido y gas reductor se inyectan normalmente justo antes de que el agua dulce o el agua reciclada entren en cualquier depósito convencional donde se guardan las especies de agua dulce. La fuente de agua puede pasar a través de (i) una tubería a presión cerrada; o (ii) un tanque de agua abierto, canal o tubería abierta sujeta a presión atmosférica. Si el agua fuente pasa por una tubería presurizada cerrada, el flujo de gas reductor (medido en litros por hora) se determina usando la fórmula $FLPH = Y \times 111,9 \times FIGPM$, donde $Y = 1 + (IORPI/50)$. FIGPM es el flujo de agua industrial medido en galones por minuto. IORPR es el ORP inicial de agua reciclada. Una vez que el sistema se estabiliza, el valor de ORP suele estar entre +100 mV y -150 mV, pero puede variar según el porcentaje de agua dulce mezclada con agua usada. El tiempo mínimo de contacto de C1 requerido dentro de la tubería es de 3 segundos. El ORP mínimo requerido después de 3 segundos es -90 mV. La fórmula es irrelevante para la presión del agua dentro de la tubería presurizada. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido requerido para reestructurar el agua (C2) se determina usando la fórmula $C2 = 0,35 \times Y \times VW$, donde el agua puede ser agua dulce o agua reciclada. Diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 9325 litros de gas C1 en condiciones normales de temperatura y presión para reestructurarse en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua a tratar.

Si el agua a tratar pasa por presión atmosférica (tanque abierto, canal o tubería abierta), el FLPH se calcula usando la fórmula: $FLPH = Y \times 223,8 \times FGPM$, donde, $Y = 1 + (IORP/470)$. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido requerido para reestructurar el agua (C2) se determina usando la fórmula $C2 = 0,2 \times Y \times VW$. El tiempo mínimo de contacto de C2 en el tanque es de 30 minutos y el ORP mínimo obtenido después de 15 minutos es de -200 mV. Si el valor de ORP negativo residual (mv) es menor que -200 mV, entonces el $FLPH = S \times Y \times 22,38 \times FGPM$ donde S

= 1, 2, 3, 4... hasta que el valor de ORP negativo residual (mv) sea más negativo que - 200 mV. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido requerido para reestructurar el agua (C2) se determina usando la fórmula $C2 = 0,2 \times Y \times VW$, donde el agua puede ser agua dulce o agua reciclada. Las diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 1865 litros de C1 en condiciones normales de temperatura y presión para reestructurar en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua a tratar.

En una aplicación particular, las etapas del proceso de reestructuración se utilizan en una planta de producción de especies de agua dulce. En la presente, las mismas etapas mencionadas anteriormente en la presente se aplican cuando (i) el agua a tratar pasa por una tubería presurizada cerrada; o (ii) el agua a tratar pasa por presión atmosférica (tanque abierto, canal o tubería). Si el agua a tratar pasa por una tubería presurizada cerrada, el FLPH se calcula usando la fórmula: $FLPH = Y \times 223,8 \times FGPM$, donde, $Y = 1 + (IORP/470)$, solo se debe usar calidad de agua dulce o mejor para esta aplicación. El tiempo mínimo de contacto de C1 dentro de la tubería es de 3 segundos y el ORP mínimo obtenido después de 3 segundos es de -90 mV. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido requerido para reestructurar el agua (C2) se determina usando la fórmula $C2 = 1,6 \times Y \times VW$, donde el agua también tiene calidad de agua dulce o mejor.

Si el agua a tratar pasa por presión atmosférica (tanque abierto, canal o tubería abierta), el FLPH se calcula usando la fórmula: $FLPH = Y \times 22,38 \times FGPM$, donde, $Y = 1 + (IORP/470)$. En esta modalidad, el tiempo mínimo de retención de C1 en el tanque es mayor o igual a 15 minutos y el ORP mínimo obtenido después de 15 minutos es -290 mV. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido necesario para reestructurar el agua (C2) se determina mediante la fórmula $C2 = 1,6 \times Y \times VW$. Las diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 1865 litros de C1 en condiciones normales de temperatura y presión para reestructurar en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua a tratar.

El proceso de reestructuración también es aplicable a diferentes tipos de agua salada. El gas reductor y el metasilicato líquido se utilizan como catalizador en mezclas y composiciones específicas, para mejorar los métodos y procesos convencionales existentes que están certificados en todo el mundo para mantener las especies de agua salada vivas, saludables, reproduciéndose eficientemente y creciendo con una mortalidad aceptablemente baja y buenas proporciones de conversión. La aplicación de metasilicato líquido reductor no es tan necesaria como en las aplicaciones de agua dulce porque las especies de agua salada no requieren mucho metasilicato; normalmente, el metasilicato se utiliza en partes por mil millones en lugar de partes por millón. La cantidad de metasilicato líquido a inyectar es específica para cada especie de agua salada. En algunas modalidades no se necesita un metasilicato líquido.

Las etapas en el proceso para la reestructuración del agua salada son sustancialmente las

mismas que se describen anteriormente en la presente, donde C1 y C2 se inyectan justo antes de que el agua del océano o agua salada artificial (que no se ha mezclado con aguas usadas y contaminadas) o agua salada reciclada entren en cualquier depósito convencional donde se guarden las especies de agua salada. A continuación, el agua a tratar puede pasar por una tubería a presión cerrada o un tanque abierto, canal o tubería abierta en condiciones atmosféricas normales. Para tubería presurizada cerrada, el flujo de gas reductor (C1), medido en litros por hora, se calcula usando la fórmula $FLPH = Y \times 111,9 \times FIGPM$, donde $Y = 1 + (IORPS/50)$. FIGPM es el flujo de agua industrial medido en galones por minuto. IORPS es el ORP inicial de agua salada fresca, este valor siempre es positivo. La mayoría de las aguas saladas a tratar en todo el mundo tienen un IORP entre +550 mV y +150 mV. El tiempo mínimo de contacto de C1 requerido dentro de la tubería es de 3 segundos. El ORP mínimo requerido después de 3 segundos es -90 mV. La fórmula es irrelevante para la presión del agua dentro de la tubería presurizada. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido requerido para reestructurar el volumen de agua salada (C2), se determina usando la fórmula $C2 = 0,35 \times Y \times VW$. El agua (VW) puede ser agua dulce o salada reciclada. Diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 9325 litros de gas C1 en condiciones normales de temperatura y presión para reestructurarse en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua a tratar.

Para el tanque abierto, canal o tubería abierta sujeta a condiciones atmosféricas, el flujo de gas reductor (C1), medido en litros por hora, se calcula usando la fórmula $FLPH = Y \times 22,38 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORPS/50)$, también cuando el tiempo mínimo de retención sea mayor o igual a 15 minutos. Si después de que se alcanza el tiempo de retención mínimo, el valor de ORP negativo residual (mv) es menor que (-200 mv), entonces $FLPH = S \times Y \times 22,38 \times FGPM$ donde $S = 1,2,3,4...$ hasta que el valor de ORP residual negativo (mv) sea -200 mV o más negativo. El volumen (mililitros) de metasilicato líquido requerido para reestructurar el volumen de agua salada (C2), se determina usando la fórmula $C2 = 0,2 \times Y \times VW$, donde VW es el volumen de agua salada en litros. Las diferentes pruebas realizadas muestran con precisión que se necesitan alrededor de 1865 litros de C1 en condiciones normales de temperatura y presión para reestructurar en alrededor de 10 horas 5000 galones de agua a tratar.

El proceso de reestructuración puede usarse en gránulos de alimentos para especies acuáticas para que sirva como conservante para extender la vida útil e inhibir el crecimiento de bacterias y hongos durante un período prolongado de tiempo en comparación con los métodos convencionales sin el uso de antibióticos o agentes antifúngicos. Esta aplicación introduce varios procesos adicionales durante la producción de los gránulos, durante la hidratación de los gránulos y durante el almacenamiento de los gránulos. La mayoría de los alimentos granulados quedan expuestos a la humedad, así como al crecimiento de hongos y bacterias. Además, si durante el

proceso de formación y mezcla de los componentes de los gránulos se agrega un potenciador correcto, el producto final mejorará en términos de asimilación, conversión, nutrición.

La adición del metasilicato líquido reductor y el uso de agua reductora durante las diferentes etapas de producción del alimento granulado conduce a varios beneficios. Por ejemplo, primero, aumenta la migración de humedad dentro de los gránulos al reducir los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua. En segundo lugar, aumenta la absorción de humedad por parte de la matriz de almidón/proteína. En tercer lugar, la promoción del proceso de hidratación del agua sobre el almidón, lo que da como resultado que el almidón se gelatinice. Cuarto, mejora la digestibilidad de la materia seca, digestibilidad de las proteínas. Quinto, estabilización del pH a altos niveles alcalinos con presencia de antioxidantes.

El método de producción del alimento granulado reestructurado es específico para cada especie y para la edad de cada especie. Al rociar regularmente agua reestructurada en las áreas de almacenamiento e inmediatamente antes del envasado, se reduce la proporción de crecimiento de moho y bacterias.

Hielo reestructurado

El proceso descrito anteriormente puede utilizarse para generar hielo reestructurado como un método de conservación para aumentar la vida útil de los alimentos denominados "hielo reestructurado y energizado" o "REICE". El gas reductor y metasilicato líquido se utilizan como aditivo/catalizador en una fórmula más concentrada en mezclas y composiciones específicas. Mantener los alimentos cerca del punto de congelación detiene o evita una mayor oxidación. El REICE se hace agregando una etapa más al final de la producción de agua: el cambio de fase del agua de líquido a hielo al bajar la temperatura. El hielo es el conservante más común para alimentos en todo el mundo. Las bacterias permanecen latentes e inactivas en el hielo regular, lo que aumenta el riesgo de contaminación bacteriana. No se pueden usar altas dosis de productos químicos desinfectantes con hielo porque cambiarán la textura, el sabor, el olor y/o el color de las especies acuáticas u otros alimentos expuestos a dicho hielo, haciéndolos indeseables para la venta y el consumo.

Se espera que el REICE prevenga la contaminación bacteriana mejor que el hielo regular basándose en principios químicos y biológicos evidentes para un experto en la técnica. El REICE es un desinfectante, bactericida y fungicida reductor atribuible a un estado oxidativo reducido mejorado aún más por las propiedades antimicrobianas del SSC como se describió anteriormente. Incluso después de fundirse por completo, el REICE mantiene estas propiedades reductoras. Si se derrite en agua dulce o salada, el REICE reestructura proporcionalmente la mezcla agua-REICE.

En un aspecto, el REICE se puede usar para prevenir la contaminación bacteriana y fúngica

en las industrias de especies de agua dulce o salada. Una vez correctamente reestructurado, siempre que permanezca mayoritariamente congelado, el REICE mantiene las mismas propiedades que el agua reestructurada. El REICE está diseñado para tener un valor de ORP negativo (milivoltios) y un pH altamente alcalino (en el intervalo de 9,5 a 13), lo que resulta en propiedades altamente reductoras, sin ser cáusticas y sin cambiar las propiedades deseables de las especies acuáticas que se mantienen congeladas.

En un aspecto, la fórmula para calcular el ORP final durante la mezcla es la siguiente: $ORP_{(de\ la\ mezcla)} = IORP \times (\text{peso de REICE} / (\text{peso de agua} + \text{peso de REICE}))$. IORP es el ORP inicial del agua reestructurada que se convertirá en hielo. El ORP real (de la mezcla) puede variar del ORP calculado en $\pm 15\%$. La densidad específica del agua dulce se considera igual a 1,0 (kg/litro) a 4,0 grados Celsius, equivalente a 62,4 libras/pie cúbico a 39,2 grados Fahrenheit. Esta fórmula es válida para cualquier sistema o proceso existente utilizado para producir hielo. También es útil para congelar agua dulce, agua salada artificial y agua de mar. El agua a congelar que se encuentra en estos procesos se encuentra a presión atmosférica (tanque abierto, canal o tubería). Normalmente, el agua se reestructura en el mismo tanque, contenedor donde se va a congelar, o en un tanque preliminar que alimenta el sistema.

Las etapas del proceso para producir REICE son sustancialmente similares al proceso de reestructuración general descrito anteriormente en la presente. Si la fuente es agua dulce para congelar, entonces $FLPH = Y \times 111,9 \times FGPM$, $Y = 1 + (IORP/30)$. Con tiempo mínimo de retención de agua dulce de 15 minutos. El ORP mínimo obtenido después de 15 minutos es (-290 mv). Además, $C2 = 1,6 \times Y \times VW$, donde el valor C2 se obtiene en mililitros y el valor VW está en litros. Si la fuente es agua salada natural o sintética para congelar, entonces $FLPH = Y \times 111,9 \times FGPM$, $Y = 1 + (IORP/300)$. Con tiempo mínimo de retención de agua dulce de 30 minutos. El ORP mínimo obtenido después de 30 minutos es (-300 mv). Además, $C2 = 1,6 \times Y \times VW$.

Otro aspecto del proceso de agua reestructurado es la conservación y prolongación de la vida útil de las especies acuáticas. La vida útil es un desafío constante y un riesgo para todas las industrias de especies acuáticas. El uso de oxidantes altos sin efecto residual (ozono y luz ultravioleta) es muy común ahora. El problema bien conocido es, nuevamente, el efecto no residual que corre el riesgo de contaminación en cualquier momento. La industria no puede usar altas concentraciones de oxidantes con efecto residual, porque el producto final tiene un sabor, gusto, olor, etc. diferente. El uso de agua reestructurada combinada con REICE asegura la prevención y control de la mayor parte de la contaminación proveniente de hongos y bacterias. Lavar y rociar agua reestructurada que cubre las áreas de producción, manipulación, almacenamiento y distribución definitivamente introduce un método seguro. Esta agua reestructurada se puede utilizar sola y/o combinada con los productos químicos convencionales utilizados en los procesos de lavado,

prevención y control de bacterias y hongos. Si se combina, mejora las propiedades desinfectantes y fungicidas inherentes de los productos químicos convencionales utilizados.

En una modalidad, el $FLPH = Y \times 223,8 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/470)$. Para esta aplicación solo se debe utilizar calidad de agua dulce o mejor. Tiempo mínimo de contacto requerido de C1 en el tanque de preparación: 20 minutos. El ORP mínimo después de 20 minutos es mínimo (-290 mv). Además, $C2 = 1,6 \times Y \times VW$.

Reducir la aplicación como sistema de emergencia cuando el oxígeno es críticamente bajo o la contaminación como el amoníaco está en niveles tóxicos

Este método es complementario a cualquier otro método de emergencia existente en este nicho de especies acuáticas. Funciona tanto para especies de agua salada como de agua dulce. También se puede utilizar solo. Las propiedades químicas y eléctricas reductoras de la infusión del gas de agua neutralizan la mayoría, si no todos, los procesos de oxidación durante un período de tiempo específico. Las pruebas realizadas con diferentes especies acuáticas (agua dulce y salada) muestran que este método sustituye hasta por 72 horas a los métodos convencionales de tratamiento del agua para las especies acuáticas (agua dulce, oceánica o salada artificial).

Todas las macroespecies acuáticas vivas (camarones, peces, crustáceos, etc.) recolectadas para el consumo humano consumen constantemente oxígeno para sus procesos internos de oxidación (síntesis). Ninguno de ellos puede vivir sin una concentración mínima de oxígeno en el líquido en el que vive (agua dulce, oceánica o salada artificial). La cantidad de oxígeno disuelto en el agua se cuenta en partes por millón (ppm). Menos de 3 a 4 ppm de oxígeno disuelto se considera un límite muy peligroso. Un problema adicional para las especies macro acuáticas aerobias es que las algas, las plantas, los microorganismos y la contaminación presente en el agua también demandan oxígeno para oxidarse. La demanda de oxígeno (químico o bioquímico) es entonces el problema.

Los sistemas de tratamiento de agua convencionales eliminan la demanda de oxígeno mediante reacciones químicas o microorganismos. En los establecimientos interiores, la demanda de oxígeno en los tanques de agua suele ser demasiado alta debido a la presencia de materia fecal, compuestos nitrogenados y un exceso de alimentos orgánicos que no se han consumido. Estos problemas se vuelven críticos cuando falla el sistema que proporciona oxígeno (o aire) al sistema acuático. También es crítico cuando fallan los sistemas de filtrado/tratamiento de agua.

La muerte de la especie puede ocurrir en cuestión de minutos. Esta descripción describe cómo el proceso de reestructuración se convierte en un sistema de emergencia alternativo que detiene los procesos de oxidación y neutraliza los problemas de amoníaco. El método consiste en reestructurar constantemente el agua utilizando la fórmula anterior. Es muy recomendable inyectar

aire u oxígeno puro lo antes posible para aumentar la efectividad de este método de emergencia. Este es un método de recirculación simple combinado con nuestra tecnología de gas de agua. En una modalidad, el $FLPH = Y \times 223,8 \times FGPM$, donde $Y = 1 + (IORP/470)$. El tiempo mínimo de contacto requerido de C1 en el tanque de preparación es mayor o igual a 20 minutos. El ORP mínimo después de 20 minutos es (-400 mv) o más negativo.

EJEMPLOS

Sin más elaboración, se cree que un experto en la técnica puede, basándose en la descripción anterior, utilizar la presente descripción en su máxima extensión. Para facilitar un mejor entendimiento de las modalidades de la presente descripción, se proporcionan los siguientes ejemplos de modalidades representativas. Los siguientes ejemplos no deberían tomarse como taxativos ni que definen el alcance de la descripción. Por lo tanto, los siguientes ejemplos específicos, es decir, los Ejemplos 1-9, se interpretarán meramente como ilustrativos y limitan el resto de la descripción en forma alguna. Todas las publicaciones mencionadas en la presente se incorporan mediante esta referencia en sus totalidades.

Ejemplo 1. Producción electrolítica de un gas reductor

Se preparó una solución de activador combinando 200 gramos de activador en 500 ml de agua en una cámara de reacción de una celda húmeda electrolítica con conductos que funciona con una entrada de 110 o 220 voltios de CA y una salida de entre 20 y 30 voltios de CC. El activador estaba formado por $49 \pm 0,5$ % en peso de hidrato de potasio (Dupont, BASF o PPG EE. UU.), $0,5 \pm 0,1$ % en peso de sulfato de magnesio (Dupont, BASF o PPG EE. UU.), $49 \pm 0,5$ % en peso de oxidanida de sodio (Dupont, BASF, o PPG EE. UU.) y $0,5 \pm 0,1$ % en peso de complejo de silicato de sodio alcalino (descrito anteriormente en la presente). La preparación de la solución de activador comprendió proporcionar 500 ml de agua en la cámara de reacción y primero mezclar el sulfato de magnesio y el complejo de silicato de sodio alcalino en el agua y luego agitar durante 30 segundos. A continuación, se añadieron a la mezcla el hidrato de potasio y el oxidanuro de sodio y se agitó durante 30 segundos adicionales. Luego se añadió agua a la cámara de reacción hasta que se alcanzó una marca que indicaba un nivel de llenado máximo. Se aplicó una corriente continua de $24,65 \pm 0,12$ V a la celda electrolítica y se produjo un gas reductor. Una vez iniciada la producción del gas reductor, la presión de la cámara de reacción se redujo a una presión de $0,5 \pm 0,05$ bar y la reacción electrolítica continuó produciendo gas reductor a una velocidad de alrededor de 2,2 litros/minuto.

Ejemplo 2. Infusión de gas reductor en un líquido

Se inyectó gas reductor producido por el proceso del Ejemplo 1 en 250 ml de agua filtrada por ósmosis inversa usando un difusor de roca estándar de ½ pulgada (AquaCave o American Aquariums). El potencial de reducción (ORP) se midió periódicamente utilizando un medidor Hanna calibrado (HA 98121, Hannah

5

Instruments, Ann Arbor, Michigan, EE. UU.), y la infusión finalizó cuando el ORP fue inferior a (-) 150 mV durante al menos 2 minutos. El ORP inicial antes de la infusión fue de (+) 120 ± 5 mV. Después del proceso de infusión, el ORP final fue de -145 ± 3 mV.

10 **Ejemplo 3. Producción de un líquido reductor compuesto**

El gas reductor producido por el proceso del Ejemplo 1 se infundió en 250 ml de agua de ósmosis inversa usando un difusor de roca estándar de ½ pulgada a una velocidad de 1,5 litros/minuto a un rendimiento de 4,0 psi. Se añadió gota a gota un complejo de silicato de sodio alcalino (SSC) que tiene una fórmula empírica putativa de $\text{Na}_{8,2}\text{Si}_{4,4}\text{H}_{97}\text{O}_{17,6}$ para proporcionar una

15 concentración final de 0,64 mg/l. El potencial de reducción (ORP) se midió periódicamente utilizando un medidor Hanna calibrado y la infusión se interrumpió cuando el ORP era inferior a (-) 150 mV durante al menos 2 minutos. El ORP inicial antes de la infusión fue de $+120 \pm 5$ mV. Después del proceso de infusión, el ORP final del líquido reductor compuesto fue -195 ± 3 mV y el pH final del líquido reductor compuesto fue $10,45 \pm 0,05$.

20

Los resultados muestran que la combinación de gas reductor y complejo de silicato de sodio alcalino muestra así un efecto inesperado de proporcionar un fuerte potencial de reducción. Además, el líquido reductor compuesto tiene una propiedad "alcalina" sin tener que agregar especies cáusticas como NaOH, KOH y NaHCO_3 .

25

El gas reductor se analizó mediante cromatografía de gas y los resultados mostraron que el gas reductor tenía una composición de 2 partes de hidrógeno monoatómico y 1 parte de oxígeno monoatómico. El líquido reductor infundido del Ejemplo 2 se analizó mediante espectroscopía infrarroja (los valores se obtuvieron comparando la intensidad y el número de ondas en cm^{-1}). La Figura 1 muestra un espectro infrarrojo del agua de ósmosis inversa infundida con el gas reductor (línea continua) en comparación con el del agua de ósmosis inversa (línea discontinua). Puede verse

30 que la infusión del gas reductor cambia la estructura del líquido en el que se infunde.

30

Ejemplo 4. Producción de una bebida lista para beber

En una primera etapa, se agregaron 75 litros por hora de gas de agua reductor y 2,5 mg por litro de metasilicato reductor (SSC) en condiciones normales de temperatura y presión al tanque que contiene el jugo de naranja concentrado de la marca de supermercado RTD, inmediatamente antes

35

del proceso de embotellado. A continuación, el sistema utilizado sigue un procedimiento similar al de la Figura 2. Luego, se produjeron condiciones turbulentas por cavitación, en donde la cavitación se realiza utilizando una hélice a una velocidad de al menos alrededor de 800 ± 35 RPM. Para obtener un valor de -300 mV de ORP, se requirió un tiempo de contacto inicial de entre 25 a 35 minutos. Luego, se requiere un tiempo de retención mínimo de 30 minutos a -300 mV.

La segunda etapa implicó asegurar las propiedades del agua reestructurada antes del proceso de embotellado. Una vez que se alcanza el tiempo de retención de 30 minutos con un mínimo de -300 mV y se alcanza el valor de pH deseado de 7,0, el agua reestructurada se mantiene fuera del alcance de los rayos solares, la posible contaminación del aire u otras formas de contaminación indeseables. Esto se logró manteniendo la RTD reestructurada en el tanque de agua perfectamente sellado. Es preferible embotellar la RTD reestructurada dentro de las 4 horas siguientes a la finalización del proceso de reestructuración y RT.

La tercera etapa consiste en la infusión, con un flujo constante, del gas reductor justo antes de sellar automáticamente la tapa de cada botella. La presión de infusión del gas se encuentra entre 3,5 y 4,0 PSI a temperatura y presión atmosférica normales. Se debe considerar un aumento de presión agregando 0,20 PSI por cada 3000 (tres mil) pies de aumento de altitud. No se necesitan correcciones por variaciones de temperatura y humedad, siempre que no se alcance el punto de congelación.

RTD: jugo de naranja (marca de supermercado) de concentrado

ORP inicial: +380 mv

PH inicial: 4,16.

ORP final: -328 mv

PH final: 7,56

Ejemplo 5. Estudio piloto que evalúa los efectos de RLS + agua infundida con hidrogás (Agua AL) en individuos sanos.

Se realizó un estudio en el Salgado Institute of Integrative Health para estudiar los efectos de la sílice líquida reformada (RLS), también conocida como SSC, y el agua infundida con hidrogás (Agua AL) en individuos sanos. Los resultados primarios que se observaron incluyeron el pH de la orina y la gravedad específica de la orina en 16 voluntarios sanos (14 mujeres, 2 hombres, de entre 29 y 50 años). Se pidió a los individuos que bebieran 1 litro de Agua AL por día durante 7 días consecutivos. El pH de la orina y la gravedad específica de la orina se evaluaron con el método de tira reactiva (tiras reactivas para análisis de orina, EE. UU.). La primera muestra se tomó antes de que los individuos consumieran Agua AL y sirvió como base para el estudio. Las muestras posteriores se recolectaron diariamente a la misma hora del día (9 am) durante siete días.

Después de 7 días de beber Agua AL hubo un aumento del 11,15 % en el pH de la orina. De

5,56 a 6,18 (Figura 3A). Se sabe que el pH medio de la orina en la técnica médica es de alrededor de 6,0. El pH medio de los participantes al inicio del estudio fue inferior al promedio y aumentó después de 7 días de consumir Agua AL. La gravedad específica de la orina tuvo una caída insignificante, de 1,022 a 1,020 (Figura 3B). Los valores entre 1,002 y 1,030 se reconocen como dentro del intervalo normal, lo que sugiere que los participantes del estudio tenían una función renal normal. El estudio concluyó que el consumo de 1 litro al día durante 7 días de Agua AL indujo un aumento del 11,15 % en el pH de la orina (lo que indica una menor acidez de la orina) sin interferir con la función renal. Un aumento en el pH se correlaciona con una menor concentración de iones de hidrógeno, lo que también se traduce en valores de ORP más bajos (más negativos).

Ejemplo 6. Usos relacionados con la lavandería

Se probaron una serie de pruebas sobre la eficacia de diferentes "formulaciones" en un entorno de lavandería industrial (con lavadoras de túnel). Los parámetros evaluados fueron:

- A- Grado de blancura (valor efectivo:> 80)
- B- Amarillez (valor efectivo: <-2,0)
- C- Eliminación de manchas de sangre (valor efectivo:> 40)
- D- Remoción de tierra (valor efectivo:> 28)
- E- Eficacia del blanqueador (valor efectivo:> 52)

En este estudio, se evaluaron diferentes formulaciones de gas reductor y RLS en función de los parámetros descritos anteriormente. La única "formulación" que arrojó puntuaciones efectivas en todos los parámetros de evaluación (excepto en la eliminación de manchas de sangre) fue hidrogás + 2 onzas de sílice reformada líquida (SSC) + 2 onzas de detergente regular agregado al primer túnel y 0,65 onzas de detergente agregado al túnel 8 (Gas + 2ozRLS + 2ozDet. Front+0.65Det @ 8). En usos de lavandería industrial, la combinación aplicada de SSC y el gas reductor reduce el consumo de detergentes aprobados en un 80 %. Además, la mezcla tiene mejores propiedades blanqueadoras en comparación con los productos químicos blanqueadores convencionales aprobados que se utilizan actualmente en esta industria.

Ejemplo 7. Estudio en tanques Barramundi

Se realizó un estudio para recopilar datos iniciales que miden el tiempo para reestructurar y lograr un ORP negativo alto en tanques de agua grandes que contienen peces Barramundi (*Lates calcarifer*). El objetivo principal de este estudio fue neutralizar el efecto de los nitratos y el amoníaco en el agua, que es un problema importante con la cría en interiores de Barramundi y otras especies acuáticas a gran escala. A medida que las peceras se vuelven más densamente pobladas, la materia fecal y los alimentos no consumidos dentro de los tanques provocan un aumento en el amoníaco

tóxico que aumenta rápidamente la mortalidad de los peces dentro del tanque. La adición de sustancias químicas antioxidantes tiene efectos indeseables conocidos y desconocidos en los peces. El proceso de reestructuración proporciona una solución no tóxica y en gran parte libre de químicos para disminuir los nitratos dentro de las peceras.

La Figura 4 es un esquema que muestra un sistema ejemplar que se utiliza para realizar un proceso en el que se inyecta un metasilicato líquido en un tanque de agua después de haber sido tratada, y mediante el cual se inyecta un gas reductor en el mismo recipiente de agua, para el cultivo de especies acuáticas.

Los investigadores colocaron alrededor de 150 peces barramundi en un tanque de prueba de 5 galones (el "tanque de prueba") y luego otros 150 en un segundo tanque (el "tanque de control"). Luego se inyectó hidrogás en el tanque de prueba y se analizó durante más de 27 horas. El hidrogás es un fuerte agente reductor (antioxidante) o neutralizador químico que se esperaba que cesara la demanda química de oxígeno en el tanque de prueba. Después de la infusión del hidrogás reductor, se midió el ORP y la carga media fue -430 mV. El ORP negativo se mantuvo burbujeando de forma intermitente hidrogás durante toda la prueba. La demanda de oxígeno se midió de dos formas. La primera es la demanda biológica de oxígeno (DBO), que mide la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los peces. La segunda forma es la demanda química de oxígeno (DQO), que mide la cantidad de oxígeno consumida por oxidantes químicos como nitratos y amoníaco. La mortalidad de los peces aumentó a medida que disminuían los niveles de oxígeno en su entorno. La materia fecal y los alimentos no consumidos comienzan inmediatamente el proceso de oxidación o deterioro y agotan el oxígeno.

Al no cambiar o recircular el agua en nuestro tanque de prueba durante más de 27 horas, los investigadores pudieron simular la producción de nitrato de una semana; se observó que el agua en el tanque de prueba era opaca a simple vista. Se sabe que los niveles de nitrato superiores a 250 mg/litro aumentan la mortalidad en los Barramundi. El equipo de prueba de nitrato en el criadero pudo detectar niveles de hasta 3000 mg/litro. Al final de las 27 horas, quien realizó la prueba no pudo registrar la cantidad de nitratos en el tanque de prueba porque estaba por encima del intervalo de 3000 mg/l.

El tanque de control se cambió cada 2 horas para mantener la supervivencia de estos peces más pequeños, reduciendo la producción de nitratos letales y amoníaco a partir de alimentos y materia fecal. El nivel inicial de nitrato fue de 175 mg/litro en cada uno de los tanques de control y de prueba al comienzo del experimento. En el tanque de prueba, el oxígeno disuelto solo lo consumían los peces porque se esperaba que todo lo demás en el tanque se detuviera por el proceso oxidativo. Después de implementar el proceso de reestructuración, el nivel de nitrato en el tanque de prueba fue superior a 3000 mg/litro en condiciones atmosféricas con un valor de ORP de -450

mV. A pesar de los altos niveles de nitrato, se observó que los Barramundi no mostraban ninguna manifestación física de sufrimiento y se encontraban en un estado relajado que permitía a los investigadores acariciar físicamente a los peces. Esto se debe a que se neutralizó la DQO de las toxinas. Además, el estudio estableció que se necesitaron 52 segundos para reestructurar un tanque de 500 galones y cambiarlo de una lectura de ORP de +240 mV a una lectura negativa usando una combinación de una bomba de alto flujo y mezcladores estáticos duales para infundir el gas de manera mucho más eficiente. Además, se logró un ORP de -400 mV en 5 minutos. En función de los resultados, se espera que el proceso de reestructuración descrito arroje resultados similares cuando se implemente a una escala industrial más grande, como en un tanque de 65.000 galones.

Ejemplo 8. Ejemplo de procedimiento operativo estándar para reestructurar bebidas RTD utilizando el sistema Blue Box.

Condiciones de funcionamiento:

Temperatura: 7,3 a 48,9 grados Celsius (45 a 120 grados Fahrenheit)

Niveles de humedad: 10 % a 70 % (sin condensación)

Condiciones de almacenamiento

Temperatura: 7,3 a 48,9 grados Celsius (45 a 120 grados Fahrenheit)

Niveles de humedad: 10 % a 100 % (sin condensación)

La Figura 5 es un esquema que describe un sistema "Blue box" utilizado para realizar el proceso de reestructuración. La blue box contiene el reactor productor de gas reductor y un sistema de dosificación para inyectar el metasilicato líquido en el tanque de carga. Para reestructurar el tanque de carga sellado que contiene hasta 10.000 galones de agua, el agua en el tanque se recircula constantemente utilizando una bomba de agua convencional de alto flujo y baja presión. La blue box suministra constantemente el gas reductor que va a la succión de la bomba. La blue box suministra constantemente el metasilicato líquido a través de una bomba dosificadora al tanque de carga. El agua en el tanque de carga, después de que pasa un tiempo precalculado específico, se convierte en un líquido reducido/reestructurado. Una vez que se alcanzan los valores esperados de ORP negativo y pH alto, el líquido reducido/reestructurado fluye hacia el proceso de embotellado. Otro sistema Blue Box está conectado al proceso de embotellado y libera gas reductor adicional antes de colocar y sellar la tapa de la botella.

Procedimiento

1. El equipo (BLUE BOX) llega a la planta de embotellado con un mínimo de 72 horas antes de la fecha de embotellado ("FECHA 0").

2. El equipo técnico y de ingeniería de AIM llega a la planta de embotellado para comenzar las pruebas y calibraciones al menos 48 horas antes de la "FECHA 0".
3. En el proceso se utiliza agua de ósmosis inversa (agua de RO, por sus siglas en inglés). El agua de RO debe cumplir con las Guías Técnicas de Inspección de la FDA, Número: 36, con fecha del 21-10-80 (última actualización del 26-08-2014), disponible en el sitio web de la FDA como referencia.
4. Se recolecta una muestra de 100 ml de agua de RO para control de calidad y pruebas de estabilidad.
5. Se realiza la verificación inicial de ORP y pH.
6. GAS AIM pasa a una bomba de recirculación (1,0 a 9,0 HP) que inyectará el gas en el tanque y recirculará por un mínimo de 45 minutos. Esto será antes de iniciar el proceso de embotellado.
7. Se agrega líquido AIM (SDS JD501) (Cantidad por determinar).
8. GAS AIM se conduce a través de una manguera de plástico de ¼ de pulgada desde la BLUE BOX hasta la bomba de recirculación. Otra manguera va desde la BLUE BOX hasta el equipo de embotellado. Esta segunda manguera va al equipo de infusión de nitrógeno. GAS AIM se inyecta al final del llenado de cada botella.
9. Comienza el proceso de reestructuración: se introduce gas a la bomba de recirculación por un período de 30 minutos.
10. Se lleva a cabo la verificación final de ORP y pH.*
11. Se toma una muestra de agua para control de calidad (100 ml) y pruebas de estabilidad.
12. Se inicia el proceso de embotellado, asegurándose de que se inyecta GAS AIM al final del llenado de cada botella.
13. Se toman muestras aleatorias de botellas selladas para analizar el ORP y el pH.

La dosificación del LÍQUIDO AIM reductor es manual.

*Requisito de valor final de ORP: -300 mv o un valor más negativo.

*Requisito de valor de pH final: 9,65 o un valor superior.

La BLUE BOX requiere las siguientes entregas eléctricas: 220 voltios, dos fases y neutro, disyuntor de 30 amperios.

Ejemplo 9. El agua reestructurada y la sílice líquida mejoran los parámetros de la zancada equina: Evaluación in vivo de agua reestructurada y sílice líquida reformada.

Este estudio se llevó a cabo como un ensayo controlado aleatorio ciego de 4 semanas para

determinar si había una diferencia en los parámetros de la zancada y la movilidad articular en caballos antes y después de beber RW + sílice líquida reformada (RLS) en comparación con beber RW y si había una diferencia significativa entre los dos tratamientos. El ensayo consistió en 12 caballos sanos, cada uno sirviendo como su propio control en un diseño cruzado. Los caballos se dividieron aleatoriamente en dos grupos, donde un grupo recibió el RW y el otro recibió RW + RLS. Todos los caballos estaban sanos antes, durante y después de que se completara el ensayo. El estudio fue aprobado por el comité de ética y bienestar animal de la universidad de Writtle.

El ensayo se llevó a cabo durante un período de 4 semanas, en el que los caballos se hicieron trotar frente a la cámara en la semana 0, la semana 2 y la semana 4. Los caballos recibieron el tratamiento de agua asignado por la mañana y por la tarde todos los días durante cuatro semanas. Todos los caballos recibieron 50 L de agua reestructurada dividida en dos cubetas que contenían 25 L. El agua se trató con hidrogás del reactor con una bomba de aire para asegurar la circulación. El grupo que recibió RW + sílice recibió 40 ml de sílice en cada una de las cubetas de 25 L. La máquina utilizada para fabricar el agua alcalina cargada negativamente se denominó "Sílice líquida reformada con carga electromagnética e hidrogás". Este equipo se conectó a una fuente de energía y los 2 tubos se colocaron en un tanque de agua para reestructurar el agua. Para este ensayo, se usó una estación de agua denominada "agua reestructurada (RW, por sus siglas en inglés) con sílice líquida reformada (RLS)" para cambiar el pH del agua. La solución de sílice líquida reformada que tenía un pH de 13,7.

Para recolectar datos de cinemática, se tomaron grabaciones de video usando una cámara de alta velocidad que tiene una velocidad de grabación de 240 cuadros por segundo. La cámara se instaló a 6 metros de la pista por la que caminaban los caballos. Los conos se colocaron a 3 metros de distancia, lo que significa que la distancia registrada fue de 6 metros. Se colocaron doce marcadores biomecánicos en puntos específicos de la extremidad anterior y posterior: la porción proximal de la (1) espina escapular, (2) la tuberosidad humeral mayor, (3) proximal a la tuberosidad radial proximal lateral, (4) el hueso carpiano cubital, (5) el cóndilo distal del tercer hueso metacarpiano, (6) la porción caudal de la tuberosidad coxae, (7) el trocánter mayor, (8) proximal y craneal al cóndilo tibial lateral, (9) tuberosidad calcánea, (10) cóndilo distal del tercer hueso metatarsiano (placas 1 y 2). Este método de colocación de marcadores es el mismo que el de varios estudios cinemáticos comparables (Clayton y Schamhardt, 2001; Mendez-Angulo et al., 2014). Se usó un guía para todos los caballos para limitar la diferencia en la longitud de la zancada humana, el manejo y para asegurar que los caballos estuvieran acostumbrados al guía. Se obtuvieron mediciones de la proyección de los caballos en las extremidades anteriores y posteriores, la longitud de zancada y el intervalo de movimiento articular del carpo y el corvejón utilizando el software Quintic Biomechanics. El análisis de la marcha fue realizado por una sola persona para limitar el error

humano.

Las variables independientes del estudio son el RW, RW + sílice. Las variables dependientes son el ROM articular y los parámetros de la marcha de los caballos. Los datos que se recopilaban se almacenaron en Excel y luego se transfirieron al software estadístico IBM SPSS versión 25 donde se probó la normalidad utilizando el coeficiente de Shapiro-Wilk, se encontró que los datos estaban distribuidos normalmente y, por lo tanto, se utilizaron medidas repetidas de ANOVA. Se encontraron diferencias significativas para ambos tratamientos antes y después, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los dos tratamientos. Los datos se distribuyeron normalmente según la evaluación de la prueba de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$).

Fuerza de zancada (Figura 6A). El tratamiento con RW aumentó la longitud de la zancada de $2,21 \pm 0,29$ metros (semana 0), a $2,31 \pm 0,29$ metros (semana 2) y a $2,54 \pm 0,26$ metros (semana 4). No hubo un aumento estadísticamente significativo de S0 a S2 ($p > 0,05$); pero hubo un aumento estadísticamente significativo de S2 a S4 ($p < 0,05$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). RW + sílice aumentó la longitud de la zancada de $2,32 \pm 0,25$ metros (semana 0), a $2,41 \pm 0,23$ metros (semana 2) y $2,47 \pm 0,29$ metros (semana 4). No hubo un aumento estadísticamente significativo de S0 a S2 ($p > 0,05$); pero hubo un aumento estadísticamente significativo de S2 a S4 ($p < 0,05$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos RW y RW + sílice.

Flexión del carpo (Figura 6B). El tratamiento con RW disminuyó la flexión del carpo de $94,10 \pm 1,87$ grados (semana 0), a $93,11 \pm 1,08$ grados (semana 2) y $92,38 \pm 1,06$ grados (semana 4). Hubo diferencias estadísticamente significativas de S0 a S2 ($p < 0,05$), de S2 a S4 ($p < 0,001$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). RW + sílice disminuyó la flexión del carpo de $94,18 \pm 1,23$ grados (semana 0) a $92,85 \pm 1,20$ grados (semana 2) y $92,29 \pm 1,09$ grados (semana 4). Hubo diferencias estadísticamente significativas de S0 a S2 ($p < 0,05$), de S2 a S4 ($p < 0,001$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos RW y RW + sílice.

Flexión del corvejón (Figura 6C). El tratamiento con RW disminuyó la flexión del corvejón de $114,18 \pm 2,39$ grados (semana 0) a $113,43 \pm 2,23$ grados (semana 2) y a $112,55 \pm 1,91$ grados (semana 4). Hubo diferencias estadísticamente significativas de S0 a S2 ($p < 0,001$), de S2 a S4 ($p < 0,001$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). RW + sílice disminuyó la flexión del corvejón de $114,83 \pm 1,54$ grados (semana 0) a $113,70 \pm 1,44$ grados (semana 2) y a $112,09 \pm 0,53$ grados (semana 4). Hubo diferencias estadísticamente significativas de S0 a S2 ($p < 0,001$), de S2 a S4 ($p < 0,001$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos RW y RW + sílice.

Prolongación de la extremidad anterior (Figura 6D). El tratamiento con RW aumentó la proyección de la extremidad anterior de $21,45 \pm 2,18$ grados (semana 0) a $22,48 \pm 2,00$ grados

(semana 2) y a $23,66 \pm 1,45$ grados (semana 4). Hubo diferencias estadísticamente significativas de S0 a S2 ($p < 0,05$), de S2 a S4 ($p < 0,001$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). RW + sílice aumentó la protracción de la extremidad anterior de $21,75 \pm 1,32$ grados (semana 0) a $22,90 \pm 1,19$ grados (semana 2) y a $23,76 \pm 0,98$ grados (semana 4). Hubo diferencias estadísticamente significativas de S0 a S2 ($p < 0,05$), de S2 a S4 ($p < 0,001$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos RW y RW + sílice.

Prolongación de las patas traseras (Figura 6E). El tratamiento con RW aumentó la protracción de las patas traseras de $6,59 \pm 0,33$ grados (semana 0) a $6,78 \pm 0,35$ grados (semana 2) y a $6,95 \pm 0,28$ grados (semana 4). Hubo diferencias estadísticamente significativas de S0 a S2 ($p < 0,001$), de S2 a S4 ($p < 0,001$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). RW + sílice aumentó la protracción de las patas traseras de $6,53 \pm 0,36$ grados (semana 0) a $6,79 \pm 0,32$ grados (semana 2) y $7,02 \pm 0,24$ grados (semana 4). Hubo diferencias estadísticamente significativas de S0 a S2 ($p < 0,001$), de S2 a S4 ($p < 0,001$), así como de S0 a S4 ($p < 0,001$). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos RW y RW + sílice.

Consideraciones adicionales y otras modalidades

Si bien la descripción se ha descrito en relación con modalidades específicas de la misma, se entenderá que se pueden realizar modificaciones adicionales y esta solicitud está destinada a cubrir cualquier variación, uso o adaptación de la descripción siguiendo, en general, los principios de la descripción e incluyendo tales desviaciones de la descripción que entran dentro de la práctica conocida o habitual dentro de la técnica a la que pertenece la descripción y pueden aplicarse a las características esenciales expuestas anteriormente en la presente, y siguen en el alcance de las reivindicaciones. Otras modalidades están dentro de las reivindicaciones.

Se proporciona la descripción anterior con el fin de permitir que un experto en la técnica ponga en práctica las diversas configuraciones que se describen en la presente. Aunque se describió particularmente la tecnología sujeto con referencia a las diversas figuras y configuraciones, debe entenderse que estas son con fines ilustrativos solamente y no deben tomarse como que limitan el alcance de la tecnología objeto.

Existen muchas otras formas de implementar la tecnología objeto. Varias funciones y elementos descritos en la presente pueden dividirse de manera diferente a la que están descritos sin alejarse del alcance de la tecnología objeto. Varias modificaciones a estas configuraciones serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en la presente pueden aplicarse a otras configuraciones. Por consiguiente, una persona con conocimiento estándar en la técnica puede realizar cambios y modificaciones a la tecnología objeto, sin alejarse del alcance de la tecnología objeto.

Se entiende que el orden o jerarquía específica de las etapas en los procesos descritos es una ilustración de ejemplos de enfoques. En función de las preferencias de diseño, se comprende que el orden o la jerarquía de etapas específicas en los procesos pueden reajustarse. Algunas de las etapas se pueden realizar simultáneamente. Las reivindicaciones del método adjuntas presentan elementos de las diversas etapas en un orden de muestra y no se pretende que se limiten a la jerarquía o el orden específicos presentados.

Adicionalmente, en la medida que se use el término “incluir”, “tener” o similares en la descripción o las reivindicaciones, tales términos pretenden ser inclusivos de manera similar al término “comprender” como se interpreta cuando se usa como una palabra de transición en una reivindicación.

La palabra ejemplo se utiliza en la presente para implicar que se utiliza como ejemplo o ilustración. Toda modalidad descrita en el presente como ejemplo debe ser necesariamente interpretada como preferida o más ventajosa que otras implementaciones.

Una referencia a un elemento en singular no pretende referirse a uno solo a menos que se indique específicamente, sino a uno o más. Los pronombres masculinos (por ejemplo, el) incluyen el femenino y el género neutro (por ejemplo, ella y su) y viceversa. El término "algunos" se refiere a uno o más. Los encabezados y subtítulos subrayados y/o en mayúsculas se utilizan por conveniencia únicamente, no limitan la tecnología objeto, y no tienen conexión con la interpretación de la tecnología objeto. Los equivalentes estructurales y funcionales de los elementos de las diversas configuraciones descritas en la presente descripción que son conocidos o se conozcan después por parte de los expertos en la técnica se incorporan expresamente a la presente mediante esta referencia y pretenden estar comprendidos en la tecnología objeto. Además, nada de los descritos en la presente pretende estar dirigido al público sin perjuicio de si tal descripción esté explícitamente citada en la descripción anteriores.

Aunque la descripción detallada contiene muchos detalles, estos no deben interpretarse como una limitación del alcance de la tecnología objeto, sino simplemente como ilustrando diferentes ejemplos y aspectos de la tecnología objeto. Debería apreciarse que el alcance de la tecnología objeto incluye otras modalidades no analizadas en detalle anteriormente. Pueden realizarse otras diversas modificaciones, cambios y variaciones en la disposición, el funcionamiento y los detalles del método y aparato de la tecnología objeto descritos en la presente sin apartarse del alcance de la presente descripción. A menos que se exprese lo contrario, una referencia a un elemento en singular no pretende referirse a uno solo a menos que se indique explícitamente, sino que significa a uno o más. Además, no es necesario que un dispositivo o método aborde todos los problemas que se pueden resolver (o poseer todas las ventajas que se pueden lograr) mediante diferentes modalidades de la descripción para que se incluyan dentro del alcance de la descripción. El uso en

la presente de "puede" y sus derivados se entenderá en el sentido de "posiblemente" u "opcionalmente" en oposición a una capacidad afirmativa.

5

10

15

20

25

30

35