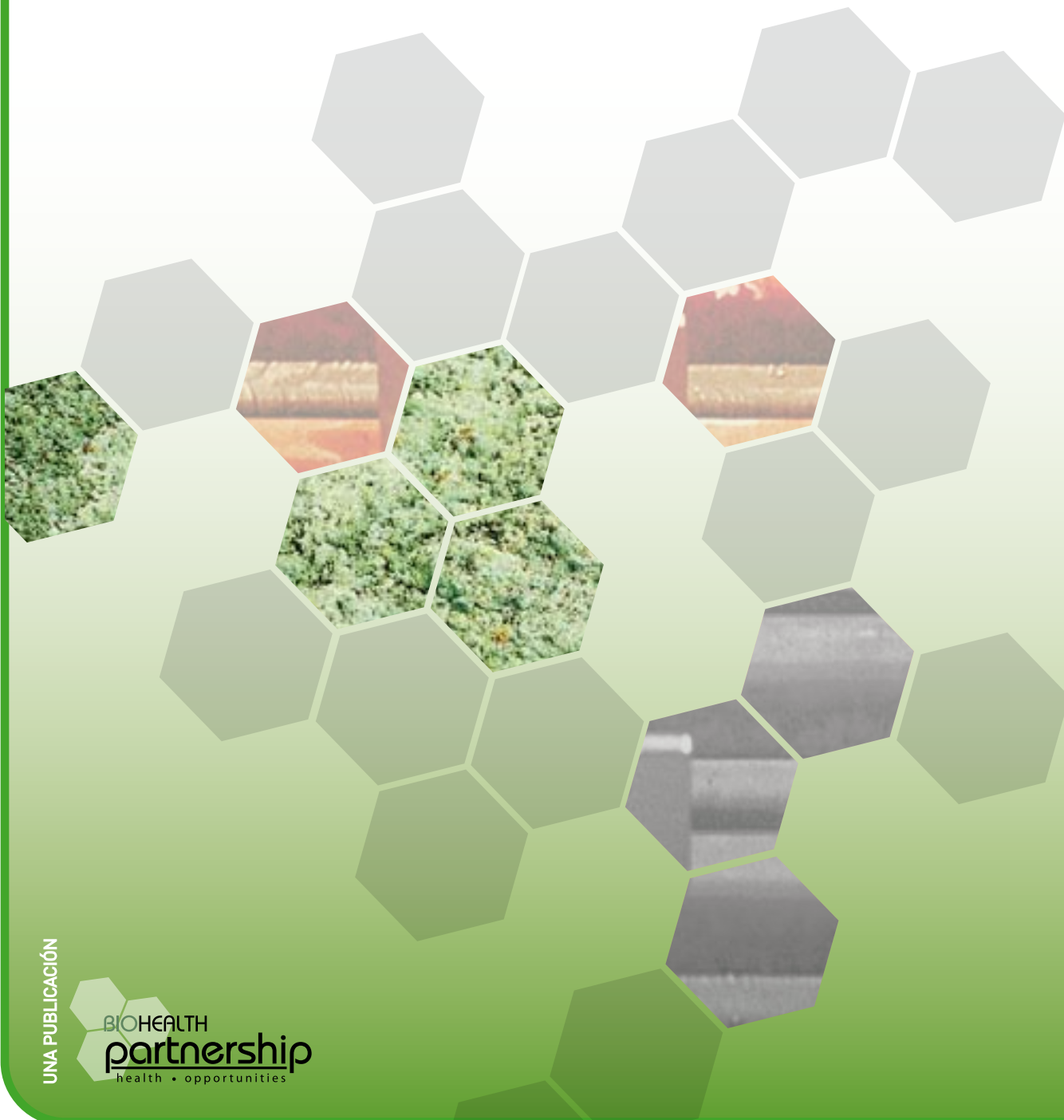


Disminución de Tasas de Infección en Hospitales e Institutos de Salud

El Rol de las Aleaciones de Cobre en el Combate Contra los Organismos Infecciosos



THE BIOHEALTH PARTNERSHIP

Japón

The BioHealth Partnership
Usagiya Building, 5F, 10-10
1-Chome Ueno, Taiton-ku
Tokyo 110-0005, Japón

Internacional

The BioHealth Partnership
10, Anson Road
21-02, International Plaza
Singapore 079903

info@biohealth.org
www.biohealth.org

Aclaración: *International Copper Association, Ltd. y BioHealth Partnership, sus afiliados, agentes o cualquier otra entidad involucrada en la preparación de este documento, no son responsables por errores u omisiones en la información entregada en este documento o cualquier acción resultado del uso de dicha información.*



BioHealth Partnership

Los resultados de investigaciones efectuadas recientemente señalan que las aleaciones de cobre que poseen propiedades antimicrobianas se pueden emplear en superficies que están en contacto con el ser humano o con alimentos, para disminuir la transmisión de patógenos humanos.

BioHealth Partnership se creó para informar a los organismos reguladores, instituciones de salud, fabricantes, arquitectos y otras entidades relacionadas, sobre los avances científicos y normativos que se llevan a cabo en el mercado y los beneficios que se pueden derivar al emplear aleaciones de cobre.

Con el apoyo de International Copper Association, Ltd. (ICA), BioHealth Partnership espera ser un catalizador para el desarrollo de un ambiente más sano al interior de las instituciones de salud



International Copper Association, Ltd.

El principal auspiciador de BioHealth Partnership es International Copper Association, organización líder en la promoción del cobre en el mundo, que dicta las políticas, estrategias y financiamientos de las iniciativas y actividades internacionales de promoción. Con su sede central en la ciudad de Nueva York, ICA opera en 31 localidades de todo el mundo a través de una red de oficinas regionales, asociaciones y centros de promoción del cobre.

Cobre: Naturalmente Antimicrobiano

Introducción a la eficacia del cobre para combatir organismos infecciosos

Existen muchas bacterias reconocidas como patógenos humanos que no pueden sobrevivir en superficies de aleaciones de cobre. La cantidad de bacterias vivas se reduce desde cifras de variadas magnitudes a casi cero en pocas horas, en aleaciones de cobre. Por el contrario, no sucede lo mismo con estos patógenos peligrosos en superficies de acero inoxidable cuando se les somete a pruebas de seis horas de duración.

Las aleaciones de cobre que se han probado incluyen cobres de alta pureza, latones, bronce, cuproníqueles y cuproníqueles con zinc. Las bacterias sometidas a prueba incluyen el *Staphylococcus aureus* (estafilococo dorado) MRSA resistente a la Metilina y causante de serias infecciones en hospitales, la *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes* y *Acinetobacter baumannii*, y también *E. Coli O157:H7* y *Lysteria monocytogenes*, patógenos de la comida responsables de retiros masivos de alimentos en el mercado.

Los resultados de estos estudios recomiendan el uso de aleaciones de cobre en superficies expuestas al contacto humano o al contacto con alimentos. Emplear aleaciones de cobre puede ayudar a reducir la transmisión de organismos potencialmente infecciosos.

Fuente: Abstract de “Aleaciones de Cobre para el Control de Enfermedades Infecciosas Humanas”. H.T. Michels, S.A. Wilks, J.O. Noyce y C.W. Keevil.

Prólogo

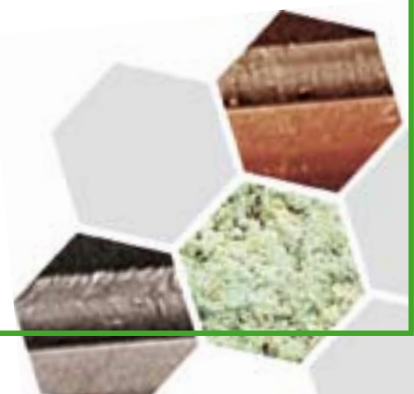
En este folleto se presenta información relevante que demuestra la importancia del cobre y sus aleaciones para ayudar a controlar la incidencia de infecciones en la contaminación cruzada de los patógenos nocivos existentes en alimentos y en hospitales, tales como *E. coli O157*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* y el *Staphylococcus aureus* (MRSA), resistente a la Meticilina y tan difícil de tratar. La información se basa en la habilidad inherente del cobre para desactivar rápidamente estos microbios a temperaturas de refrigeración (4°C) y a temperatura ambiente (20°C).

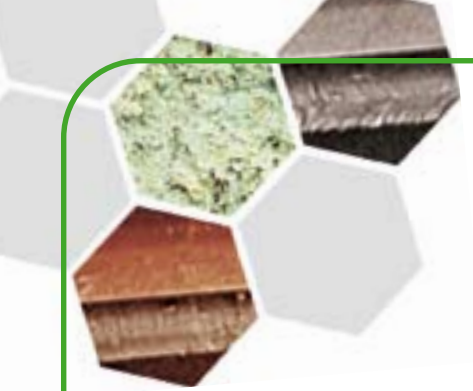
El objetivo de BioHealth Partnership es promocionar los beneficios que ofrecen las aleaciones de cobre para desactivar bacterias nocivas en superficies expuestas al contacto humano o con alimentos. Esto es consistente con la visión de International Copper Association, Ltd., *que busca inspirar al mundo sobre la esencialidad del cobre en la salud, tecnología y calidad de vida.*

International Copper Association apoya enérgicamente los objetivos de BioHealth Partnership entre los cuales está el desarrollar e intercambiar información, experiencia, conocimientos e ideas que satisfagan las necesidades comerciales y regulatorias de todos los actores de la industria del cobre.



Francis J. Kane
Presidente
International Copper Association, Ltd.





contenidos

● -Cobre y aleaciones de cobre	06
● -Las propiedades antimicrobianas del cobre	10
● -El Cobre es esencial para los humanos, animales y plantas	12
● -Aplicaciones actuales para el cobre en la higiene	14
● -Microbios peligrosos en instituciones de salud	15
● -Estafilococo dorado (MRSA): Una amenaza peligrosa que prevalece en los Hospitales	17
● -Experimentos antimicrobianos eficaces en superficies de contacto en hospitales	20
● -Preguntas frecuentes	23
● -Definiciones de la acción antimicrobiana del cobre	27

COBRE Y ALEACIONES DE COBRE

El cobre es el elemento N° 29 de la Tabla Periódica de los Elementos. Siendo el primer elemento en el grupo que contiene plata y oro, se le considera un metal semiprecioso. El cobre y sus aleaciones ofrecen una amplia gama de propiedades que satisfacen las necesidades de muchas aplicaciones de contacto humano. La lista es casi interminable y sólo está limitada por el conocimiento, creatividad e imaginación de quienes especifican, diseñan, producen y procesan productos a base de cobre.

Propiedades del cobre

- Punto de fusión de 1083°C (1981°F).
- Brillo metálico y color rojizo.
- Alta conductividad eléctrica y térmica.
- No magnético.
- Las aleaciones son asequibles como soluto o como solvente.
- Durabilidad y buena resistencia a la corrosión.
- Forma un óxido protector en aire y en agua.
- Estructura cristalina de cara centrada.
- Alta maleabilidad, formabilidad y ductilidad.
- Buena maquinabilidad.
- Se puede someter fácilmente a electroplastia.
- Nutriente esencial para la vida.
- Altamente reciclable.





Cobre puro

El cobre se refina a partir del mineral y se envía a los fabricantes principalmente en forma de cátodo, alambión, tocho, plancha o lingote. A través de la extrusión, estirado, laminado, forja, fundición o atomización, los fabricantes elaboran alambre, barra, tubo, lámina, fleje, piezas fundidas, polvo u otras formas. Este cobre y aleaciones de cobre posteriormente se embarcan hacia plantas manufactureras donde son materia prima para fabricar los productos necesarios para la sociedad.

Aleaciones de cobre

Genéricamente, las aleaciones de cobre se describen con términos tales como latón, bronce, cuproníqueles y cuproníquel con zinc, llamado este último, alpaca, plata alemana o metal blanco, por su color blanco brillante aunque no contiene plata.

Las aleaciones de cobre se usan extensamente en diversas aplicaciones que van desde cableado eléctrico y conectores hasta instrumentos musicales, desde cañerías para instalaciones sanitarias hasta llaves, cerrojos, manillas de puertas y barandas. Las aplicaciones son casi interminables.

El amplio uso de las aleaciones de cobre se atribuye a un largo historial de exitosa utilización, a su fácil disponibilidad de diversas fuentes, a su amplia gama de propiedades mecánicas y físicas que permiten secuencias de procesos tales como fresado, soldadura fuerte, soldadura blanda, pulido y electrodeposición, entre otros.

Las propiedades de las aleaciones de cobre, que producen combinaciones únicas no factibles de hallar en ningún otro sistema de aleaciones, incluyen alta conductividad térmica y eléctrica, resistencia mecánica y excelente ductilidad y tenacidad así como una resistencia a la corrosión superior en muchos y diferentes medio ambientes.

Propiedades de las aleaciones de cobre

Buena resistencia a la corrosión: Contribuye a la durabilidad y conduce a una relación costo-eficacia de largo plazo.

Buenas propiedades mecánicas: Desde el cobre puro, que es blando y dúctil hasta las aleaciones bronce-manganeso, que pueden competir con las propiedades mecánicas del acero templado. Casi todas las aleaciones de cobre mantienen sus propiedades mecánicas, incluyendo resistencia al impacto a muy bajas temperaturas.

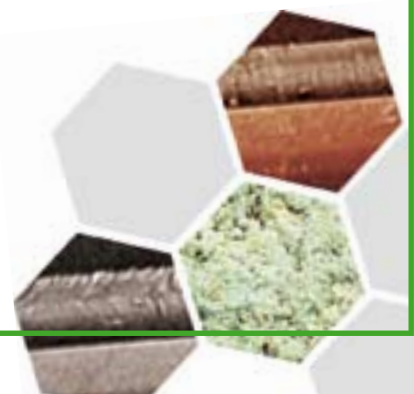
Alta conductividad térmica y eléctrica: El cobre es el metal de más alta conductividad con excepción de la plata. Cuando el cobre está aleado la conductividad disminuye. De todos modos, incluso las aleaciones de cobre de conductividad relativamente baja transfieren el calor y la electricidad mucho mejor que otros materiales resistentes a la corrosión como el titanio, aluminio y acero inoxidable.


Resistencia al Biofouling: El cobre inhibe el crecimiento de organismos marinos, incluyendo algas y balanos. Esta propiedad exclusiva del cobre disminuye cuando es aleado. Sin embargo, se mantiene a niveles adecuados en aleaciones de cobre como cuproníqueles usados a menudo en aplicaciones marinas.

Acción Antimicrobiana: Los compuestos químicos de cobre históricamente se han usado como bactericidas, alguicidas y fungicidas. Sin embargo, estudios recientes señalan que bacterias incluyendo algunas cepas dañinas de E.coli y MRSA o Staphylococcus aureus resistente a la Meticilina y serias infecciones adquiridas en hospitales, simplemente son eliminadas en pocas horas al hacer contacto con superficies de aleaciones de cobre a temperatura ambiente.

Baja fricción y tasas de desgaste: Las aleaciones de cobre como los bronce al estaño con alto contenido de plomo, se usan para piezas fundidas como camisas de rodamientos y presentan bajas tasas de desgaste comparadas con el acero. El bronce al níquel y el bronce al estaño son los estándares de la industria para engranajes, donde una razón baja de desgaste es importante.

Buena capacidad para ser fundidas: Todas las aleaciones de cobre se pueden fundir por fundición centrífuga y casi todas pueden ser fundidas por colada continua. Muchas se funden por fundición en molde permanente, fundición de precisión o fundición a presión. Las aleaciones de cobre forjadas se funden inicialmente y luego se laminan en caliente y en frío.





Alta capacidad de manufacturación: Las aleaciones de cobre se pueden laminar fácilmente en caliente, extruidas o forjadas. Luego se pueden laminar en frío hasta el grosor deseado: láminas, planchas, flejes y barras se pueden forjar, estampar y doblar a las formas que se desee.

Alta maquinabilidad: Se puede lograr buena terminación superficial y un alto control de tolerancia. Mientras las aleaciones de cobre con plomo son fáciles de maquinar a velocidades elevadas, las aleaciones sin plomo, como el bronce al aluminio y níquel, igualmente se pueden maquinar a velocidades apropiadas y con herramientas adecuadas.

Facilidad de procesamiento subsecuente: A muchas aleaciones de cobre se les somete a pulido brillante, especialmente aquellas que tienen un color natural agradable a la vista, como los latones amarillos. Electrodeposición, soldadura blanda, soldadura fuerte, son procesos de rutina.

Disponibilidad de una variedad de aleaciones: Muchas de las aleaciones de cobre sirven para aplicaciones específicas dependiendo de la resistencia mecánica que se requiera y lo corrosivo que sea el medioambiente.

Costo razonable: Las aleaciones de cobre son económicas debido a su alto rendimiento de producción y los bajos costos de maquinado. Las entradas y montantes del proceso de fundición y las virutas del maquinado son reciclables, lo que reduce adicionalmente los costos. Además, las aleaciones de cobre no necesitan protección de superficies, lo que reduce los costos iniciales aún más y provee un ahorro en los costos de mantención. Cuando una pieza llega al fin de su vida útil también puede ser reciclada.

Estética atractiva: El cobre y sus aleaciones presentan una amplia gama de colores cálidos y acabado superficial adecuados para aplicaciones en interiores.

Alto reciclaje: El cobre y sus aleaciones tienen una vida reciclable infinita. De los metales empleados en ingeniería el cobre tiene la tasa de reciclaje más alta. De hecho, una gran parte del cobre en circulación hoy en día proviene de cobre reciclado.

PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DEL COBRE

Desde los comienzos del Imperio Romano se han empleado utensilios de cobre para cocinar y para el agua, para prevenir la propagación de enfermedades. Tiempo después, los científicos comenzaron a considerar cómo podían ser aprovechadas las propiedades antimicrobianas del cobre para entregar beneficios adicionales.

A través de los años, los científicos han determinado que:

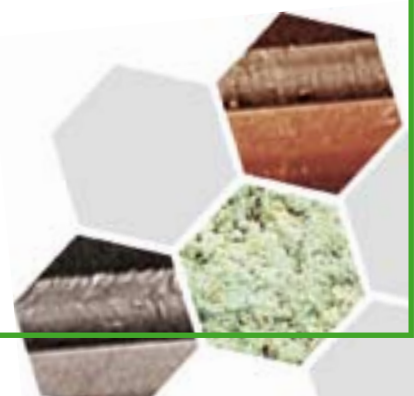
- El cobre, en cantidades muy pequeñas, tiene el poder de controlar una gran variedad de hongos, algas y microbios peligrosos.
- El cobre es antimicrobiano en ambientes acuosos y húmedos.
- El cobre tiene una amplia gama de usos como desinfectante natural.

Hoy en día, los usos antimicrobianos del cobre se han extendido a fungicidas, pinturas antihongos, medicinas antimicrobianas, productos de higiene oral, instrumentos médicos, antisépticos y una gran cantidad de otras aplicaciones.

Durante muchos años, los científicos han intentado descifrar los mecanismos químicos y moleculares responsables de las propiedades antimicrobianas del cobre. Han descubierto que los mecanismos antimicrobianos del cobre son muy complejos y ocurren de formas diversas, tanto dentro de las células como en los espacios intersticiales entre éstas. Liderando estas hipótesis están:

- Niveles elevados de cobre dentro de la célula producen estrés oxidativo y la generación de peróxido de hidrógeno. Bajo estas condiciones, el cobre participa en la llamada reacción tipo Fenton, una reacción química que causa daño oxidante a la célula.
- El exceso de cobre reduce la integridad de la membrana de los microbios produciendo fuga de nutrientes esenciales para la célula, como el potasio y glutamato, con la subsecuente muerte de la célula.
- Así como el cobre es necesario para muchas funciones de las proteínas, en una situación de exceso (por ejemplo en una superficie de aleación de cobre), el cobre se liga a las proteínas que no lo requieren para su funcionamiento. Esto lleva a una pérdida de funciones de la proteína y/o a un quiebre de ésta en porciones disfuncionales.

Estos y otros posibles mecanismos son temas de estudio permanente para la Copper Development Association y la International Copper Association, Ltd. (ICA).





COBRE ANTIMICROBIANO INHIBE LA CONTAMINACION CRUZADA EN:

Instalaciones de procesamiento de alimentos

Se ha probado que el cobre y las aleaciones de cobre eliminan microbios de los alimentos tanto a temperatura ambiente como fría, y que el acero inoxidable, el material de superficie de contacto más común en la industria procesadora de alimentos, no tiene la cualidad de destruir microbios patógenos.

Debido a que los alimentos procesados están frecuentemente en contacto físico con superficies durante su procesamiento, es imperativo que estas superficies no propicien la expansión de contaminantes patogénicos. Mayor sería el beneficio si estas superficies de contacto tuvieran propiedades antimicrobianas inherentes que pudieran en forma rápida y efectiva destruir los patógenos de los alimentos.

Infraestructuras de salud

Durante los últimos 20 años, prácticas de higiene inadecuadas en instituciones de salud han tenido como resultado un aumento relevante en infecciones adquiridas en hospitales en todo el mundo, (HAIs). Además de ser una amenaza para la vida, estas infecciones adquiridas en hospitales constituyen una gran carga financiera para los sistemas públicos de salud. Se agrega a esto el hecho de que existen muy pocos antibióticos en perspectiva para combatir las cepas resistentes de microbios.

Investigaciones científicas claves han demostrado la eficacia del cobre y de las aleaciones de cobre para desactivar microbios nacidos en los hospitales, incluyendo el Estafilococo dorado resistente a la Meticilina (MRSA).

Existe una posibilidad de que muchas superficies de contacto en instituciones de salud puedan ser reemplazadas con superficies de aleaciones de cobre para ayudar a reducir la incidencia de infecciones microbianas producto de la contaminación cruzada.

EL COBRE ES ESENCIAL PARA LOS HUMANOS, ANIMALES Y PLANTAS

El cobre es un micro nutriente esencial para todas las plantas, animales y vida humana.

Debido a que es un elemento esencial, varias agencias de salud nacionales e internacionales, tales como la Organización Mundial de la Salud, recomiendan una ingesta mínima aceptable de cobre de aproximadamente 1.3mg/día. La ingesta recomendada para hombres y mujeres adultos sanos en Norteamérica, es de 0.9 mg por día, de acuerdo con el Directorio de Alimentos y Nutrición de las Academias Nacionales de Ciencia de Estados Unidos. Sugiere ingesta dietética referencial (DRIs) de cobre de 0.3mg/día para niños entre 1-3 años, 0.4 mg/día para niños entre 4-8 años, 0.7mg/día para 9-13 años y 0.9mg/día para mayores de 14 años.

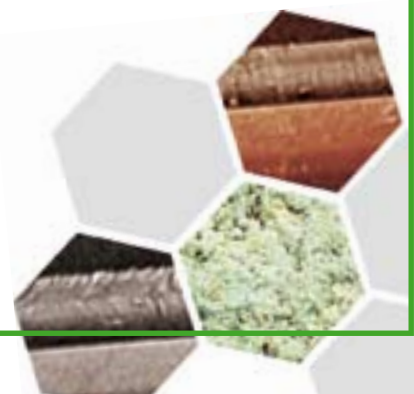
El cobre es necesario para el crecimiento, desarrollo y mantención de los huesos, tejido conectivo, cerebro, corazón y muchos otros órganos del cuerpo. Está involucrado en la formación de las células rojas de la sangre, la absorción y utilización de hierro y zinc, y la síntesis y liberación de proteínas necesarias para la vida y enzimas. Estas enzimas producen energía celular y regulan la transmisión nerviosa, la coagulación de la sangre y el transporte de oxígeno.

Se sabe también que el cobre estimula el sistema inmunitario, repara tejidos dañados y favorece su curación. Más recientemente se le ha atribuido al cobre el ayudar a neutralizar los “radicales libres” que pueden causar un daño severo a las células.

Cobre e infantes

El cobre es esencial para el crecimiento y desarrollo normal de fetos humanos, infantes y niños. El feto humano recibe cobre de su madre desde el tercer trimestre de embarazo, aparentemente para asegurar un abastecimiento suficiente para desarrollar funciones metabólicas después del nacimiento.

En infantes y niños, la deficiencia de cobre puede producir anemia, anomalías en los huesos, retardo en el crecimiento, sobrepeso, infecciones frecuentes (resfriados, influenza y neumonía), coordinación motora deficiente y baja energía. Para proteger a los infantes de la deficiencia de cobre, las mujeres embarazadas y aquellas que están en periodo de lactancia deberían, bajo la supervisión de un médico, aumentar su ingesta dietética de cobre.





Deficiencia de cobre en el régimen alimenticio

La Organización Mundial de la Salud estima que al menos el 20% de la población mundial sufre de trastornos de la salud asociados con la deficiencia de cobre en el régimen alimenticio. Los síntomas pueden incluir osteoporosis, osteoartritis y artritis reumatoide, enfermedades cardiovasculares, cáncer al colon y condiciones crónicas que involucran a los huesos, tejidos conectivos, corazón y vasos sanguíneos. Incluso una pequeña deficiencia de cobre, que ocurre a un gran porcentaje de la población, puede ocasionar deterioro en la salud en forma sutil. Los síntomas de una deficiencia leve de cobre, incluyen menor resistencia a las infecciones, problemas reproductivos, fatiga general y funciones cerebrales disminuidas.

Las madres embarazadas con deficiencia severa de cobre pueden aumentar el riesgo de problemas de salud en sus fetos e infantes. Estos problemas incluyen bajo peso al nacer, debilidad muscular y problemas neurológicos.

Alimentos ricos en cobre

Las mejores fuentes alimenticias que contienen cobre son los pescados y mariscos (especialmente estos últimos), carne de interiores (como hígado), granos integrales, nueces, pasas, legumbres (porotos y lentejas) y chocolate. Otras fuentes alimenticias que contienen cobre incluyen cereales, papas, arvejas, carne roja, champiñones, algunos vegetales de hoja verde (repollo) y algunas frutas como cocos, papayas y manzanas. El té, arroz y pollo son relativamente bajos en cobre pero entregan una cantidad razonable de éste, ya que, en general, se consumen en grandes cantidades.

Alimentarse con una dieta balanceada, con comida de diferentes grupos es la mejor forma de evitar la deficiencia de cobre.

APLICACIONES ACTUALES PARA EL COBRE EN LA HIGIENE

Aplicaciones en la agricultura

En el pasado, el uso de compuestos de cobre inhibía algunos hongos provenientes de las semillas. Hoy en día, debido a las aplicaciones de sulfato de cobre, esta enfermedad de las semillas ya no constituye un problema.

Los fungicidas de cobre son indispensables en todo el mundo. Muchas enfermedades de las plantas se previenen con pequeñas cantidades de cobre.

Las fórmulas modernas de cobre, como el quinolato de cobre-8, octoato de cobre, óxido de nanocobre, sales cuaternarias de amonio-cobre alcalino y azol de cobre se utilizan hoy en día para combatir los hongos en las cosechas, textiles, pinturas y maderas.

Superficies y pinturas antihongos

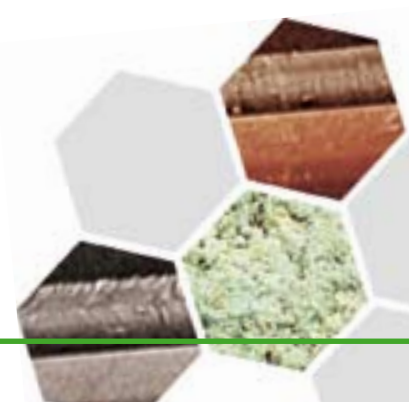
Tanto los microbiólogos como los científicos que cultivan células emplean incubadoras con paredes de cobre para inhibir el crecimiento microbiano, particularmente el crecimiento de hongos, y la contaminación de líneas celulares sensibles tanto humanas como animales cuando se cultivan en incubadoras húmedas de laboratorio.

Las potentes propiedades antihongos del cobre ayudan a controlar organismos no deseados en la piscicultura. Las pinturas antihongos (antifouling) a base de cobre, son capaces de reducir la población de bacterias en un 99.9975% en 24 horas (Cooney y Kuhn, 1991). La propiedad antifouling del cobre en las cubiertas de plataformas oceánicas y en el casco de los barcos y las pinturas a base de cobre para el medio marino se conocen desde hace años.

Productos de consumo

Los productos culinarios de consumo habitual fabricados con cobre antimicrobiano han sido usados durante muchos años. Se estima que los productos de cobre para refregar ayudan a prevenir la contaminación cruzada de fuentes y cacerolas. Los coladores de cobre en el lavaplatos son comunes en muchas regiones, especialmente en Japón. En el Medio Oriente, las cubiertas de mesas y contenedores para almacenar agua han sido fabricados en cobre durante siglos.

Por sus propiedades antimicrobianas, el cobre se usa en medicinas y productos higiénicos, tales como agentes anti-placa bacteriana en enjuagues y pastas dentales. En India se utilizan “raspadores de lengua” de cobre para controlar el mal aliento provocado por bacterias.





MICROBIOS PELIGROSOS EN INSTITUCIONES DE SALUD

En 1850, alrededor de 50 años antes que los científicos entendieran que los microbios eran responsables de muchas enfermedades, la connotada enfermera inglesa, Florence Nightingale, descubrió que sus pacientes presentaban una gran mejoría cuando el ambiente hospitalario en que trabajaba estaba limpio.

Nightingale instauró un servicio de lavandería, lavaba rigurosamente todos los equipos médicos y hospitalarios “y los pisos del hospital relucían como nunca antes”. Nightingale creía en lo que ella llamaba “sentido común”. Las medidas de limpieza redujeron las tasas de muerte de sus pacientes de cólera, tifus y disentería de un 42% a un simple 2%.



“De acuerdo a información del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos, las infecciones adquiridas en hospitales afectan anualmente a 2 millones de norteamericanos aproximadamente. Esto quiere decir que de cada 100 pacientes que se registran en hospitales debido a diferentes dolencias, cinco a seis contraerán una infección nosocomial. Estas infecciones producen alrededor de 100.000 muertes anualmente en los Estados Unidos.

Además de amenazar la vida, las infecciones adquiridas en los hospitales representan un enorme problema financiero en el sistema de salud en los Estados Unidos, llegando a costos sobre los 30 billones de dólares anuales.”



Ciento cincuenta años después, a pesar de los enormes avances en la comprensión de microbios patógenos y su rol en las infecciones adquiridas en los hospitales, la limpieza de los hospitales ha sido identificada como un componente clave (aunque a menudo descuidado) en el control de enfermedades.

Las superficies de contacto de materiales como el acero inoxidable o el plástico han probado ser una fuente significativa de contaminación cruzada, especialmente en ambientes relacionados con la salud. La desinfección periódica de estas superficies es importante y ayuda, pero generalmente no es suficiente para detener el crecimiento y multiplicación de estos patógenos.

En un esfuerzo por enfrentar esta situación, la Copper Development Association en Estados Unidos ha enviado más de 300 aleaciones de cobre a la Agencia EPA (Environmental Protection Agency) estadounidense para su registro como material antimicrobiano. Si esto es aceptado, las aleaciones de cobre serían los primeros materiales en la historia de Estados Unidos a los cuales se les permitiría hacer oficialmente públicas sus propiedades antimicrobianas. La respuesta de la EPA se espera para fines de 2007.

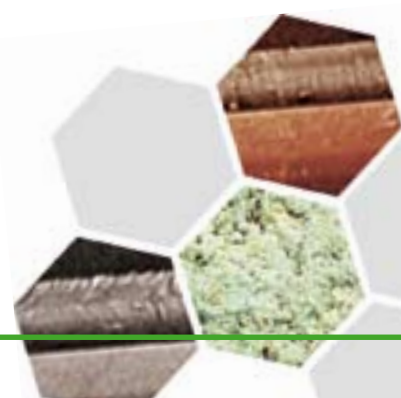
Previo a esto, más de 3000 muestras de cinco aleaciones diferentes de cobre fueron estudiadas en tres tests estándares distintos de la EPA abarcando 5 tipos de bacterias. Las aleaciones, cada una con 65% o más de cobre, representaron a las principales familias de aleaciones.

Aleaciones C11000 (cobre), C26000 (latón), C51000 (bronce), C70600 (cuproníquel) y C75200 (níquel plata) pasaron exitosamente las pruebas de *Staphylococcus aureus* y MRSA (estafilococo aureus resistente a la Meticilina), así como *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli* 0157:H7.

Los tres tests normados consistieron en un simple ensayo de dejar bacterias vivas por 2 horas sobre una superficie de cobre, una inoculación de una superficie de cobre seguida por distintas abrasiones en seco y húmedas durante 24 horas, e inoculaciones repetidas en la misma muestra durante 24 horas. Todos los resultados fueron positivos y coherentes.

En 174 de las 180 pruebas, el conteo de bacterias se redujo sobre el 99,9%. En los siguientes 6 pruebas, el conteo de bacterias se redujo entre 99,3% y 99,9%- un increíble testimonio de la eficacia de la propiedad antimicrobiana del cobre.

Otros estudios de laboratorio y pruebas clínicas se están realizando a través de la red de ICA en todo el mundo.





ESTAFILOCOCO DORADO (MRSA): UNA PELIGROSA AMENAZA QUE PREVALECE EN LOS HOSPITALES

El uso indiscriminado de antibióticos ha permitido que muchos tipos de bacterias sean resistentes a los antibióticos. La penicilina, el primer antibiótico milagroso y sus sucesores más poderosos han sido desafiados en los últimos años.

Una cepa de la bacteria *Staphylococcus aureus* descubierta en los 60`s llamada *Staphylococcus aureus* resistente a la Meticilina (MRSA) ha desafiado a casi todos los antibióticos. De acuerdo al Laboratorio Central de Salud Pública de Londres, la bacteria puede infectar los pulmones, huesos y la circulación sanguínea de los pacientes, y es responsable de miles de muertes en el mundo cada año. Brian Spratt, Profesor de Microbiología Molecular del departamento de Epidemiología de Enfermedades Infecciosas del Imperial College de Londres, dijo: “El MRSA es claramente una amenaza muy seria para la salud pública”.

Infecciones por el estafilococo dorado MRSA adquiridas en hospitales han aumentado dramáticamente

El MRSA se contrae más comúnmente en medio ambientes hospitalarios. La incidencia del MRSA en hospitales aumentó en un sorprendente 40% desde 1994 a 1999; el MRSA ahora representa un 52% de todas las enfermedades de estafilococos dorados en hospitales.

Los factores comunes asociados al contagio del MRSA tienen que ver con estadías prolongadas en los hospitales, con el uso de antibióticos de amplio espectro, con la duración de la administración de antibióticos, la residencia en unidades de tratamientos intensivos o unidades de quemaduras, la presencia de heridas quirúrgicas y la proximidad con otros pacientes que estén infectados con este organismo.

Los grifos, manillas y teclados de computadores de los hospitales son fuentes de infección del MRSA. Otras superficies de contacto en hospitales tales como instrumental, carros de equipos, agujas intravenosas, barras para sostenerse, bandejas, cacerolas, barandas de las camas, muletas, pasamanos y barandas de escaleras son otras fuentes probables de infecciones intrahospitalarias.

Lavarse las manos no es suficiente para controlar el MRSA en unidades de cuidado intensivo de recién nacidos

El lavado de manos reduce la expansión de enfermedades intrahospitalarias producidas por la bacteria Gram negativa (GNB), tales como la Staphylococci (CNS) y Staphylococcus aureus. Se descubrió que el personal del hospital directamente involucrado en el cuidado de pacientes muestra más organismos resistentes a los antibióticos que el personal que no está directamente involucrado con el cuidado de pacientes. Estos descubrimientos sugieren que lavarse las manos no es suficiente para filtrar organismos resistentes y recalcan la importancia de mejorar las prácticas de control de infecciones

Se necesitan medidas preventivas para controlar el MRSA en instituciones de salud para estadías prolongadas

Las instituciones de salud para estadías prolongadas (hogares de ancianos, hospitales para enfermedades crónicas, centros de rehabilitación, orfanatos y albergues e instituciones mentales), son escenarios potenciales para varios patógenos, incluyendo el MRSA. En Estados Unidos casi todas las enfermedades intrahospitalarias ocurren en este tipo de instituciones, como también en hospitales. Más aún, las cepas resistentes tienden a persistir y convertirse en endémicas en las instituciones de salud para estadías prolongadas.

El MRSA adquirido por la comunidad está creciendo

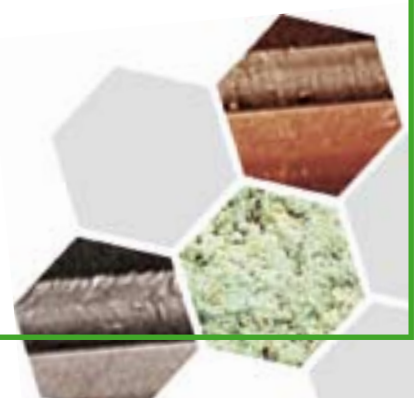
Recientemente, el MRSA ha dado un nuevo giro al expandirse fuera de las instalaciones de salud, indicando que su epidemiología ha cambiado. Brotes adquiridos por la comunidad se han reportado entre compañeros de celda, entre deportistas, reclutas militares y niños en jardines infantiles.

Tratar el MRSA es difícil

El MRSA no puede ser tratado eficazmente con antibióticos comunes. Por esto, los médicos deben recurrir a cócteles de medicinas no comunes, costosos y potencialmente peligrosos en su intento por curar a los pacientes.

No hay desarrollo de nuevos antibióticos

Recientemente, la industria farmacéutica no demuestra motivación para desarrollar antibióticos más poderosos que puedan detener la amenaza de bacterias resistentes a la Metilina y a la Vancomicina. Existe poco incentivo económico para desarrollar antibióticos, ya que normalmente se prescriben para 10 días o dos semanas como máximo y por lo tanto, no son tan rentables como los medicamentos usados diariamente para enfermedades crónicas, como enfermedades al corazón, hipertensión arterial o colesterol alto.





Qué se necesita hoy

Son varios los factores que se han combinado para llegar a la situación actual poco sana e indeseable. Estos factores incluyen:

- Problemas que tienen que ver con procedimientos gubernamentales requeridos o recomendados
- El no cumplimiento de regulaciones gubernamentales
- Inadecuado refuerzo
- Ineficaz administración y manejo de procedimientos relacionados con la salud

Lo que se necesita ahora es una estrategia exhaustiva que asegure prácticas higiénicas apropiadas en todas las instituciones de salud, así como en las operaciones de procesamiento de alimentos.

Sin embargo, en medio ambientes reales, donde las medidas higiénicas son insuficientes, las superficies antimicrobianas pueden tener un rol importante al limitar la contaminación cruzada. Las superficies de contacto antimicrobianas tienen el potencial, junto con otras medidas higiénicas, de prevenir el contagio de enfermedades infecciosas.

EXPERIMENTOS ANTIMICROBIANOS EFICACES EN SUPERFICIES DE CONTACTO EN HOSPITALES

Un equipo de investigación de la Universidad de Southampton (UK) comparó la tasa de supervivencia del MRSA en el acero inoxidable (el metal más comúnmente utilizado en instituciones de salud) con aquella en aleaciones de cobre.

Los resultados le llevaron a concluir que el uso actual del acero inoxidable en superficies de trabajo y mobiliario de ambientes hospitalarios, está potencialmente exacerbando la transmisión de infecciones, y se ha convertido en una situación crítica.

El equipo cree fehacientemente que utilizar aleaciones de cobre en superficies de contacto en hospitales puede reducir las infecciones de MRSA.

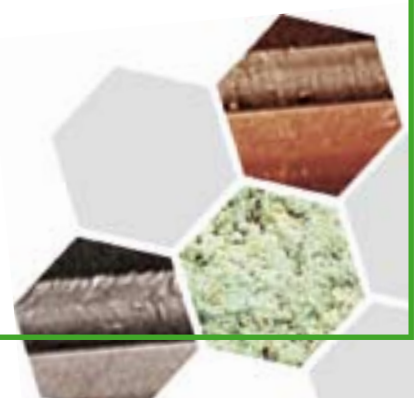
Las manillas de cobre y latón para puertas pueden eliminar microbios patógenos en hospitales.

A simple vista, la quincallería de acero inoxidable de color plateado brillante se ve más limpia. Por otro lado, la quincallería de latón no se ve tan limpia. Pero, en relación a la sobrevivencia de poblaciones de microbios en estos materiales, el examen decididamente desilusiona.

En un trabajo de investigación sobre las tasas de crecimiento del Streptococcal y Staphylococcal en acero inoxidable y latón publicado hace más de dos décadas en Diagnostic Medicine, P, Kuhn (1983) observó un gran crecimiento de organismos Gram-positivo en acero inoxidable y un despliegue de organismos Gram-negativo, incluyendo Proteus s.p. Sólo se observó un crecimiento escaso en las manillas de latón. Esto llevó al autor a concluir que “el bronce es bactericida y el acero inoxidable no”.

Cultivos de E.coli, Staphylococcus aureus, Streptococcus group D y Pseudomonas aureus fueron inoculados en acero inoxidable, latón, aluminio y cobre para comparar las eficacias antimicrobianas. Los resultados según Kuhn fueron “chocantes”. El aluminio y el acero inoxidable produjeron un alto crecimiento de todas las especies en ocho días.

De forma alarmante la mayoría de los microbios permaneció en esos metales después de tres semanas cuando la investigación ya había terminado. Por otra parte, el cobre y el latón mostraron poco o ningún crecimiento microbiano. En efecto, el cobre comenzó a desinfectarse inmediatamente en quince minutos. El latón oscurecido se desinfectó en una hora. Las muestras de latón no tratadas se desinfectaron en siete horas o menos, dependiendo del tamaño de la inoculación y la condición de la superficie.





Latón vs. acero inoxidable

Dresher (2002), destaca otros puntos interesantes en la investigación de Kuhn:

-Las nuevas manillas y placas de acero inoxidable para puertas resultaron ser menos sanitarias que las de latón que habían sido removidas recientemente.

-Las superficies de acero inoxidable cepilladas resultaban ser un refugio seguro para los microbios.

-En superficies que no son bacteriostáticas, como el aluminio y el acero inoxidable, se deben usar germicidas regularmente.

-Las pruebas del estudio sugieren que las placas para puertas y las manillas de acero inoxidable tenían que ser esterilizadas cada 15 minutos, para quedar en igualdad de condiciones con la protección natural del cobre y el latón bacteriostáticos.

Debido a que el cobre y el latón son antimicrobianos y, el acero inoxidable y el aluminio no, Kuhn sugiere que los hospitales conserven la quincallería de latón. Más aún, dada la evidencia no antimicrobiana de las manillas de acero inoxidable y aluminio, el autor sugiere que, si los hospitales tienen manillas de acero inoxidable o aluminio, estos materiales deberían ser enchapados con latón o desinfectados día a día para prevenir el contagio de contaminantes.

Las observaciones de Kuhn fueron confirmadas dos décadas después por Hosokawa y Kamiya (2002), quienes estudiaron las manillas de acero inoxidable en 759 camas hospitalarias en Ube, Japón. A pesar de las buenas políticas de higiene del hospital (incluyendo el lavado de manos del personal de salud, antes y después del contacto con pacientes), las manillas de puertas de acero inoxidable en 53 de las 196 habitaciones (27%), estaban contaminadas con estafilococo dorado susceptible a la Meticilina (MSSA) y/o MRSA.

Una de cinco manillas de puertas (19%) exhibieron patógenos vivos en salas de pacientes infectados con el MRSA. Esta alta incidencia de vida, de microorganismos tóxicos en superficies de acero inoxidable llevó a los investigadores a concluir que existía una “extensa” contaminación de MSSA y MRSA en los hospitales. Debido a que los otros experimentos confirmaron que el MRSA sobrevive durante largos periodos, las manillas de acero inoxidable para puertas si no son limpiadas apropiadamente, son vías de contaminación de MRSA de largo plazo.

Las superficies de cobre pueden eliminar el MRSA; las de acero inoxidable no

No fue hasta el 2004 que Noyce y Keevil de la Universidad de Southampton demostraron definitivamente que las aleaciones de cobre pueden eliminar el MRSA. El equipo de investigación comparó las tasas de supervivencia de MRSA en el acero inoxidable (el metal más utilizado en instalaciones de salud) con las de varias aleaciones de cobre. Los resultados confirmaron la habilidad del cobre para controlar el MRSA, la “superbacteria”.

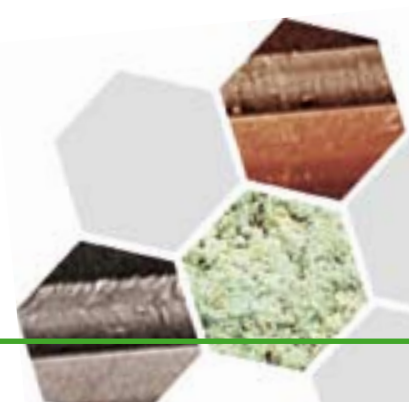
Los descubrimientos del equipo de investigación fueron dramáticos:

- A temperatura ambiente, el MRSA fue capaz de resistir y permanecer viable en depósitos secos de acero inoxidable (S30400) por periodos de más de 72 horas (tres días).

- Las aleaciones de cobre C19700 (99% de cobre) y C24000 (80% de cobre) eliminaron todos los MRSA en 1.5 horas y en 3.0 horas, respectivamente. C77000 (55% de cobre) produjo reducciones significativas en sólo 4.5 horas.

- La acción antimicrobiana más rápida está relacionada con el aumento del contenido de cobre de las aleaciones. Por lo tanto, el MRSA es destruido más rápido en un 99% de cobre que en un 80% y más rápido en contenidos de 80% de cobre que en un 55% de cobre.

“Las infecciones de MRSA en hospitales son bastante comunes y están fuera de control” dijo Noyce en una declaración a la BBC (el 5 de julio del 2004). “El mecanismo principal de transferencia es a través de contaminación cruzada en superficies de contacto y superficies de trabajo, tales como manillas y placas de puertas. Si se cambia alguna de estas superficies a superficies con base de aleaciones de cobre, estas bacterias podrían estar muertas en 90 minutos”. Noyce aconsejó a los hospitales cambiar los materiales de acero inoxidable por aleaciones de cobre en áreas críticas de cuidado donde hay mayor riesgo de que los pacientes se contagien.





PREGUNTAS FRECUENTES

¿Qué se entiende por “antimicrobiano”?

-“Antimicrobiano” es la habilidad de desactivar microbios, tales como bacterias, hongos y virus.

¿Posee el cobre propiedades antimicrobianas?

-Sí. Se ha demostrado claramente en muchos estudios durante varias décadas, que el cobre desactiva algunas de las especies más tóxicas de bacterias, hongos y virus.

¿El aluminio, acero inoxidable y el plástico poseen propiedades antimicrobianas?

-No. Existen estudios comparativos de la eficacia antimicrobiana entre el cobre, aluminio, acero inoxidable, PVC y polietileno. Mientras ha sido claramente demostrado que el cobre es capaz de erradicar microbios en forma rápida y efectiva, no existe evidencia alguna de que el aluminio, acero inoxidable, PVC o polietileno exhiban alguna propiedad antimicrobiana.

¿Cuáles son los patógenos microbianos que puede eliminar el cobre?

La literatura científica cita la eficacia del cobre para eliminar muchos tipos diferentes de microbios dañinos incluyendo *Antinomucor elegans*, *Aspergillus niger*, *Bacterium linens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Brevibacterium erythrogenes*, *Candida utilis*, *Candida albicans*, *Penicillium chrysogenum*, *Rhizopus niveus*, *Saccharomyces mandshuricus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulopsis utilis*, *Tubercle bacillus*, *Achromobacter fischeri*, *Photobacterium phosphoreum*, *Paramecium caudatum*, *Poliovirus*, *Proteus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus Group D*.

En años recientes, estudios de efectividad antimicrobiana en varias superficies de contacto han demostrado claramente que el cobre y ciertas aleaciones de cobre pueden erradicar fácilmente muchos de los tipos más potentes de microbios incluyendo *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Legionella pneumophila*, *Staphylococcus aureus* resistente a la Meticilina (MRSA), la superbacteria resistente a los antibióticos, como también *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, la frecuentemente mortal *Escherichia coli* O157:H7 y la Influenza A (H1N1).

¿Por qué el cobre tiene propiedades antimicrobianas?

El mecanismo exacto de por qué el cobre tiene un efecto antimicrobiano es aún desconocido y es materia de investigaciones que se están llevando a cabo. Las hipótesis plantean que muchos mecanismos diversos actúan simultáneamente. Un factor crítico, que se cree es responsable de las propiedades antimicrobianas del cobre, es la habilidad del cobre para aceptar o donar electrones fácilmente. Esta propiedad electroquímica permite al cobre participar en reacciones químicas (reacciones tipo Fenton) que causan daño oxidativo a la célula. También, el exceso de iones de cobre se une a las proteínas intracelulares e inhibe su función o causan la degradación de la proteína.

Descripción de la eficacia antimicrobiana del cobre

Bajo condiciones específicas, el cobre puede desactivar microbios o prevenir su posterior crecimiento. Su eficacia y tasa de inactivación microbiana dependen de la temperatura, la concentración de iones de cobre y el tipo de microorganismo con el cual está en contacto. Bajo condiciones óptimas, las tasas de supervivencia de 0% se han logrado en ciertos microbios en contacto con el cobre.

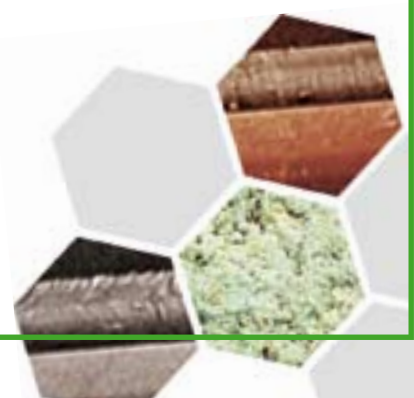
Las investigaciones científicas han probado la eficacia del cobre y de las aleaciones de cobre como materiales higiénicos y antimicrobianos, capaces de controlar microbios patógenos en varios medio ambientes.


¿Cómo se usa normalmente el cobre como agente antimicrobiano?

El cobre es un ingrediente activo en diversos productos antimicrobianos. En agricultura, el sulfato de cobre, quinolato de cobre-8-, octoato de cobre, óxido de nanocobre, sales cuaternarias de amonio-cobre alcalino y azol de cobre son utilizados para combatir hongos en las cosechas, textiles y maderas. En ambientes marinos, las pinturas a base de cobre y las cubiertas en embarcaciones y plataformas oceánicas revelan potentes propiedades antifouling. En ambientes de salud, las incubadoras de cobre resisten el crecimiento microbiano y las soluciones de cloruro de cobre tienen una eficacia antimicrobiana similar a la desinfección y esterilización con químicos utilizados en la industria de instrumental médico. Para los consumidores, el cobre es un ingrediente activo en enjuagues bucales, pastas de dientes y medicamentos. Los filtros de cobre en los lavaplatos y virutillas de cobre para tazas y ollas pueden ayudar a prevenir la contaminación cruzada en la cocina.

¿Pueden las superficies de cobre y de aleaciones de cobre desactivar microbios?

Si. Muchísimos estudios experimentales que se han efectuado en los últimos años confirman que el contacto con el cobre y ciertas aleaciones de cobre desactiva microbios patógenos, a temperatura ambiente y también fría.





Por ejemplo, el estudio de Keevil (2000) y otros demuestran que a 20°C (temperatura ambiente) *E. coli* 0157 muere en sólo cuatro horas de contacto con el cobre. En acero inoxidable, estas bacterias nocivas permanecen vivas durante 34 días. En superficies de cobre, y a 4°C (temperatura de refrigeración), *E. coli* 0157 está completamente desactivada en 14 horas. Sin embargo en igualdad de temperatura, en acero inoxidable, la bacteria sigue viva durante varios meses.

La efectividad antimicrobiana y tasa de desactivación de microbios al contacto con aleaciones de cobre generalmente aumenta si el contenido de cobre de la aleación aumenta. Por ejemplo, a temperatura ambiente, el MRSA es eliminado completamente en una hora y media en una aleación con 99% de cobre y en tres horas en una aleación con 80% de cobre. La bacteria se reduce significativamente en cuatro horas y media en una aleación con 55 de cobre. Sin embargo, en el acero inoxidable, el MRSA es capaz de permanecer y seguir vivo en depósitos secos hasta 72 horas (tres días).

En el cobre, latón y bronce alto en silicio, las tasas de sobrevivencia de *Listeria monocytogenes* están limitadas a 60 minutos a temperatura ambiente. Las aleaciones con contenidos más bajos de cobre, tales como cuproníquel y alpaca pueden eliminar a *Listeria monocytogenes* en 70-85 minutos. En acero inoxidable, *Listeria monocytogenes* puede sobrevivir durante varios días.

Poblaciones de *Salmonella enterica* y *Campylobacter jejuni* también son desactivadas al contacto con el cobre. Las poblaciones de ambos microbios se reducen en un 99% en 4 horas de contacto a 25°C.

Esta investigación es una promesa también del rol potencial del cobre para ayudar a reducir la incidencia de infección que se produce a partir de patógenos del aire producidos en sistemas HVAC (Sistema de aire acondicionado), y también en la reducción de incidencia de contaminación cruzada de patógenos de alimentos, de hospitales y de la comunidad.

Descripción de las oportunidades de usar cobre para desactivar patógenos del aire en sistemas HVAC

Hoy en día en los edificios modernos, existe una gran preocupación acerca de la calidad del aire al interior y la exposición a microorganismos nocivos. Esta preocupación ha creado una imperiosa necesidad de mejorar las condiciones higiénicas de los sistemas HVAC, que se cree son responsables sobre el 60% de todas las situaciones de enfermedades por causa de sistemas del edificio (por ej., se ha identificado que las aletas de aluminio en sistemas HVAC son fuentes de poblaciones significativas de microorganismos). En personas con compromiso inmunológico, la exposición a microorganismos poderosos provenientes de sistemas HVAC les puede causar infecciones severas e incluso fatales. Usar cobre antimicrobiano en las cañerías de los intercambiadores de calor, en aletas, en el colector del condensador y filtros, en lugar de materiales biológicamente inertes, es una manera factible y con costo-beneficio para controlar el crecimiento de bacterias y hongos que proliferan en los sistemas oscuros y húmedos HVAC.

Descripción de cómo el cobre presenta oportunidades para desactivar patógenos en la comida

Las regulaciones de higiene de los gobiernos y el monitoreo que realizan las industrias son insuficientes para proteger la calidad del abastecimiento de alimentos a nivel mundial.

Las superficies de contacto higiénicas, como las de cobre y de aleaciones de cobre, pueden ayudar a reducir la incidencia de contaminación cruzada de patógenos peligrosos de los alimentos, tales como E. coli 0157, Campylobacter, Listeria monocytogenes y Salmonella en operaciones de procesamiento de alimentos. El cobre tiene una habilidad inherente para desactivar rápidamente estos microbios peligrosos tanto a temperaturas de refrigeración (4° C) como a temperatura ambiente (20° C).

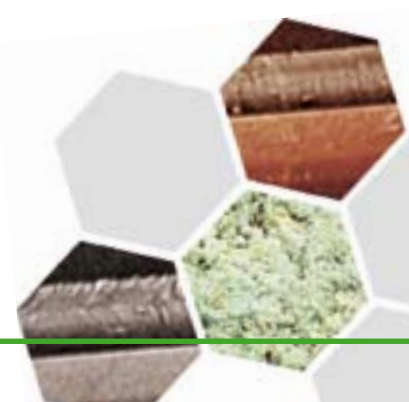
Descripción de las oportunidades de usar cobre para desactivar patógenos en hospitales

A pesar de los enormes avances para entender cómo los microbios patógenos causan enfermedades y muerte, prácticas de higiene inadecuadas en ambientes intrahospitalarios han causado un número dramático de infecciones en hospitales, alrededor de dos millones cada año, en Estados Unidos solamente. El cobre tiene la habilidad inherente de eliminar el E. coli 0157, Legionella Pneumophilia, Staphylococcus aureus, Streptococcus grupo D, Enterobacter aerogenes y Pseudomonas aeruginosa, así como el MRSA (el patógeno mortal que se ha convertido en la preocupación principal en los organismos de salud a nivel mundial). Esto sugiere fuertemente que el reemplazo de las superficies de contacto por aleaciones de cobre en instituciones de salud, puede ayudar a reducir la incidencia de infecciones microbianas debido a superficies contaminadas.

Ejemplos de productos que podrían beneficiarse como superficies de contacto basadas en aleaciones de cobre incluyen: manillas, cerrojos, barandas, bandejas, barandas de camas, controles remotos, barras para toallas, grifos, dispensadores de jabón y sillas. Ejemplos de insumos médicos que podrían beneficiarse de aleaciones higiénicas de cobre incluyen accesorios para tomar instrumentos, carros de equipos, sondas intravenosas y, equipos de ejercicios y rehabilitación.

¿El color de las superficies de cobre cambia o se oscurece?

Sí, las superficies de cobre y de las aleaciones de cobre en forma natural desarrollan una película más oscura y el color cambia a través del tiempo. El tiempo necesario para que ocurra un cambio de color depende de la aleación y de las condiciones de exposición de la superficie. En exposición interior normal, pueden pasar muchos años antes que haya cambio en el color.





¿El color del cobre influye en el efecto antimicrobiano del cobre?

No, el cambio de color no altera el efecto antimicrobiano del cobre. De hecho, hay estudios que demuestran que la propiedad antimicrobiana del cobre y sus aleaciones se potencia con el desarrollo de una capa superficial más oscura.

DEFINICIONES DE LA ACCIÓN ANTIMICROBIANA DEL COBRE

En esta publicación se emplean las siguientes definiciones para describir el efecto del cobre en los microorganismos. (Las definiciones son adaptadas de Black. J.G. (1966) Microbiología: Principios y Aplicaciones. Tercera Edición. Prentice Hall pp 332-352).

Bacteriostático/fungistático: Un agente “estático” que inhibe el crecimiento microbiano por otros medios en vez de matarlo. Un agente “estático” limita el crecimiento de microorganismos y lo puede desactivar.

Antimicrobiano: Una sustancia “antimicrobiana” (química o física) puede prevenir el crecimiento microbiano, ya sea por una acción “estática” o eliminando los microbios.

Bactericida/Fungicida: Un agente “cida” daña un microorganismo en baja concentración y/o de tiempo reducido de contacto o, interactúa permanentemente con él de modo tal que deja de funcionar normalmente. Un agente de este tipo daña un microorganismo sub-letalmente; la inactivación total es funcionalmente equivalente a eliminar el organismo (0% supervivencia)

Sanitización: La sanitización es la limpieza de objetos o superficies públicas para eliminar microorganismos patógenos, conducente a mejorar la higiene.

Superficie Higiénica: Una superficie higiénica inhibe el crecimiento microbiano y puede desactivar totalmente ciertos organismos.

Desinfección: La desinfección es el proceso de reducción del número de organismos patógenos en objetos o en materiales para que no presenten amenaza de enfermedad.

Referencias:

Lewis, AI, and Keevil, C.W. (2004), The Viability of Antimicrobial Copper as a Hygienic Material for HVAC System Components; a white paper for Copper Development Association Inc. and International Copper Association, Ltd.

Lewis, AI (en revisión), The Antimicrobial Viability of Copper Alloys to Inhibit Cross-Contamination in the Healthcare and Food-Processing Industries; a white paper for Copper Development Association Inc. and International Copper Association, Ltd; (contiene una lista de referencia exhaustiva de los trabajos de investigación y de los artículos periodísticos examinados).



