

Tecnologías Saludables del Agua - Agua Estructurada



I. Intro

El agua estructurada o magnetizada (MW) es agua que ha pasado a través de un campo magnético. Los dispositivos de tratamiento de agua magnéticos (MTD) o los ablandadores de agua magnéticos son ecológicos, con bajos costos de instalación y sin requisitos de energía. El MW puede usarse para aumentar el rendimiento del cultivo, inducir la germinación de semillas y beneficiar la salud del ganado. El tratamiento con MW se usa actualmente en Australia, Bulgaria, China, Inglaterra, Japón, Polonia, Portugal, Rusia, Turquía y Estados Unidos para estos fines (Qados y Hozyan, 2010 y Hozayn y Qados, 2010). Se cree que el agua magnetizada utilizada para el riego puede mejorar la productividad del agua (Duarte Díaz et al., 1997), conservando así los suministros de agua para la futura escasez mundial de agua. También se ha descubierto que el MW es efectivo para prevenir y eliminar depósitos de sarro en tuberías y estructuras que contienen agua. El agua magnetizada también puede aumentar los niveles de CO₂ y H⁺ en suelos comparables a la adición de fertilizantes. Los agentes de limpieza tienen una mayor efectividad cuando se combinan con la potencia de MW, y la cantidad de limpiador utilizada puede reducirse entre un tercio y un cuarto (Kronenberg, 1993).

II. Principios del agua estructurada

El agua natural contiene micro y macropartículas de naturaleza orgánica e inorgánica junto con diferentes iones, zooplancton y fitoplancton y microburbujas (Bogatin et al., 1999). El tratamiento magnético del agua se basa en el principio de "magneto hidrodinámico", donde; La energía eléctrica se agrega a las partículas cargadas en el agua que contiene iones y pequeñas partículas sólidas con cargas electrostáticas por un campo magnético. La energía es producida por el impulso de las partículas y permanece unida a las partículas como energía superficial (Gehr et al., 1995).

El tratamiento magnético del agua funciona según el principio de que a medida que el agua pasa a través de un des-calcificador magnético, se ejerce una fuerza de Lorentz sobre cada ion que está en la dirección opuesta entre sí. La redirección de las partículas aumenta la frecuencia de colisiones entre iones de lados opuestos, combinándose para formar un precipitado mineral o un compuesto insoluble (Gholizadeh et al., 2008). El carbonato de calcio precipita de la solución como un lodo y se puede eliminar fácilmente del sistema, ya que no se adhiere a las paredes de la tubería.

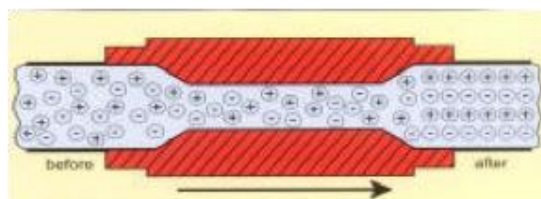


Figura 1. Configuración de partículas iónicas en un campo magnético (Gholizadeh et al., 2008).

La aplicación de un campo magnético al agua natural puede mejorar la desgasificación en un 25-30%, causada por la deshidratación local de las películas de microburbujas superficiales y una disminución de la presión en el centro de los vórtices, lo que resulta en un aumento de las burbujas de gas libre que luego pueden liberarse en el aire libre (Bogatin et al., 1999). Esta desgasificación aumenta la permeabilidad en el suelo, lo que resulta en un aumento en la eficiencia del riego.

Cuando se aplica un campo magnético al agua, la estructura molecular se vuelve más estable y se mejora la capacidad de formar enlaces de hidrógeno. La magnetización del agua puede aumentar la cantidad de enlaces de hidrógeno en un 0,34% (Chang y Weng, 2006). En el mismo estudio, los investigadores verificaron los resultados de la disminución de la tensión superficial y el aumento de la viscosidad con la aplicación de un campo magnético en el agua.

La aplicación de un campo magnético al agua natural provoca una redistribución de la energía del flujo debido a un cambio de impulso de partículas cargadas. Todas las partículas e iones tienen carga eléctrica, de modo que cuando se introducen los campos magnéticos, la convección y las corrientes inducidas hacen que el líquido gire. Este movimiento produce cambios en el contenido de gas y la cantidad de centros de cristalización de sal en el agua (Sherkliff, 1965). El cambio rápido del campo magnético en un ablandador de agua magnético diseñado adecuadamente afloja las capas de hidrato y las películas en un líquido en movimiento, lo que permite la coagulación y la coalescencia (Bogatin et al., 1999).

McMahon (2009) resume que para que el agua sea tratada adecuadamente, los imanes deben tener una lectura de resistencia de aproximadamente 3000 Gauss, la solución debe pasar por el dispositivo más de tres veces, que todas las tuberías deben ser de acero, cobre o PVC II y La orientación de los imanes debe ser alterna.

III. Beneficios físicos del agua magnetizada

1. Salinidad

El tratamiento magnético del agua de riego salino se puede utilizar como un método efectivo para la desalinización del suelo. La aplicación de un campo magnético sobre el agua disminuye la hidratación de los iones de sal y los coloides, lo que tiene un efecto positivo sobre la solubilidad de la sal, la coagulación acelerada y la cristalización de la sal (Hilal y Hilal, 2000). Los experimentos de campo realizados en Egipto mostraron que las macetas de suelo franco

arenoso regadas con agua altamente salina normal con un valor de conductividad eléctrica de 8,2 mmohs/cm de sales retenidas en comparación con las macetas regadas con agua salina magnetizada (Hilal y Hilal, 2000). El estudio mostró que MW aumentó la lixiviación del exceso de sales solubles, disminuyó la alcalinidad del suelo y disolvió sales ligeramente solubles (Hilal y Hilal, 2000).

2. pH

Joshi y Kamat (1966) y Busch et al. (1985) han observado cambios de pH con la aplicación de un campo magnético al agua. Parsons y col. (1997) confirmaron una disminución en el pH en un estudio que usa hidróxido de sodio para estabilizar el pH a 8.5 y luego aplicaron un tratamiento magnético a la solución. En este estudio, el agua tratada magnéticamente requería hasta 2.5 veces más hidróxido de sodio en comparación con los controles para estabilizar el pH. Se ha demostrado que el pH disminuye de 9.2 a 8.5 después del tratamiento magnético en un sistema con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Ellingsen y Kristiansen, 1979), donde el grado de reducción dependía de la fuerza del tratamiento magnético. Busch y col. (1985) mostraron una disminución inicial en el pH de 7.0 a 6.5, que fue seguida por un aumento en el pH con el tiempo de 7.5 a 8.0.

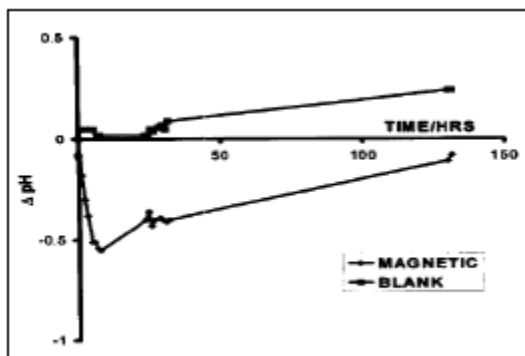


Figura 2. El efecto del magnetismo sobre el pH del agua (Parsons et al., 1997).

3. Permeabilidad

El agua se desgasifica en el proceso de magnetización y esta desgasificación aumenta la permeabilidad del suelo, lo que crea un aumento en la eficiencia del riego (Bogatin et al., 1999). Además de la permeabilidad del suelo, el agua MW interactúa con el calcio estructural en las membranas celulares, haciendo que las células sean más permeables (Goldsworthy et al., 1999). La tensión superficial reducida observada en MW da como resultado una mejor infiltración de agua y una reducción en el uso de agua y productos químicos. En el campo de golf Indianapolis 500 Brickyard Crossing se instaló un MTD para tratar el agua de riego. Una mejora en la distribución de infiltración de agua ha eliminado el área húmeda y seca, reduciendo 80 horas de riego manual semanal a menos de 10 horas a la semana (Ritchie y Lehnen, 2001). La mejora en la distribución de la uniformidad del agua de riego ha ahorrado dinero en mano de obra, riego manual y remoción de áreas húmedas y daños en el carrito de golf.

IV. Beneficios Biológicos

1. Rendimiento de los cultivos

Lin y Yotvat (1990) mostraron un aumento en el rendimiento del cultivo, el tamaño y el contenido de azúcar del melón cultivado con agua de riego magnetizada en Sudáfrica. Maheshwari y Grewal (2009) informaron aumentos estadísticamente significativos en el rendimiento y la productividad del agua de los guisantes de nieve y el apio, pero no tuvieron un efecto significativo en el rendimiento o la productividad de los guisantes. Harari y Lin (1989) realizaron un estudio que mostró que el tamaño de los melones, la cantidad de frutas y su contenido de azúcar fueron significativamente mayores cuando se regaron con MW. Las lentejas regadas con MW mostraron un aumento significativo en el crecimiento, se cree que la estimulación en el crecimiento se atribuye a un efecto de MW en la inducción del metabolismo celular y la mitosis (Qados y Hozayn, 2010). Se ha informado que el agua magnetizada triplica la aparición de plántulas de trigo (Hilal y Hilal, 2000). Reina y col. (2002) informaron un aumento significativo en la tasa de adsorción de agua y un aumento en la masa total de lechuga cuando se trata con agua magnética.

Las plantas de garbanzo regadas con agua magnetizada crecieron más altas y pesadas que las plantas regadas con agua corriente (Hozayn y Qados, 2010). Los autores atribuyen esta estimulación a un aumento en los pigmentos fotosintéticos, donde el agua magnética induce el metabolismo celular y la mitosis de las células meristemáticas en guisantes, lentejas y lino (Belyavskaya, 2001). Además, se cree que se forman nuevas bandas de proteínas en las plantas que se tratan con agua magnética, y que estas proteínas son responsables de un mayor crecimiento (Hozayn y Qados, 2010). MW se ha relacionado con aumentos en los pigmentos fotosintéticos, promotores endógenos, biosíntesis total de fenol y proteínas en plantas (Qados y Hozayn, 2010 y Shabrangi y Majd, 2009).

2. Germinación

Se ha demostrado que la aplicación de un campo magnético induce la germinación de semillas y aumenta el porcentaje de semillas germinadas. Carbonell y col. (2000) mostraron un aumento de la tasa de germinación y el porcentaje de semillas de arroz tratadas con un campo magnético. Moon y Chung (2000) trataron las semillas de tomate con un campo magnético y descubrieron que las tasas de germinación se aceleraron entre 1.1 y 2.8 veces en comparación con las semillas de control. *Pinus tropicalis*, una especie de árbol endémica del oeste de Cuba, típicamente experimenta una tasa de germinación <50%, cuando las semillas fueron tratadas con MW como parte de un estudio de 2007, la germinación ocurrió en 70-81% de las semillas (Morejón et al., 2007). Se descubrió que la germinación de semillas de frijol ancho tenía lugar 2-3 días antes cuando las semillas se sometieron a un tratamiento magnético (Podleoney et al., 2004). Pero, todos los estudios no han confirmado este aumento; Govoroon y col. (1992) no observaron ningún efecto del tratamiento magnético sobre el crecimiento de semillas de guisantes, lino y lentejas.

3. Ganado

Las vacas lecheras que beben agua magnetizada han mostrado un aumento en la producción de leche con la misma cantidad de grasa láctea que las vacas que beben agua común. También tienen un período de lactancia más largo con menos días no productivos y la salud general es mejor (Lin y Yotvat, 1990). Levy y col. (1990) demostraron que el ganado macho joven regado con MW aumentó su consumo de alimento seco, al tiempo que mejoraba su digestión y retención de nitrógeno. Los lechones regados con MW bebieron el doble de agua y crecieron un 12,5% más que el grupo de control (Kronenberg, 1993). Los pollos regados con MW crecieron, con un aumento en la proporción de carne a grasa, y experimentaron tasas de mortalidad reducidas (Gholizadeh et al., 2008). Además, las aves de corral han mostrado un aumento en la producción de huevos cuando se riegan con MW (Lin y Yotvat, 1990).

4. Salud

A nivel mundial, millones de personas beben MW como profilaxis de "curación", a pesar de la poca evidencia para apoyar o desacreditar los beneficios de MW en la salud. En China, el uso de materiales magnéticos es un remedio tradicional y se está volviendo más popular en la ciencia médica moderna. Se ha informado que beber MW mejora los problemas de la vejiga, la recuperación del accidente cerebrovascular, el dolor de artritis y reduce la presión arterial. Pero no se han completado ensayos clínicos sistemáticos para apoyar o refutar estos efectos (Grusche et al., 1997). Se cree que mejora el ambiente corporal mediante la introducción de un campo magnético, se cree que el MW puede fortalecer el sistema inmunológico, la actividad antioxidante y disminuir la viscosidad de la sangre, el colesterol y los triglicéridos (Dayong et al, 1999). Disminuir la viscosidad de la sangre puede mantener las tasas de flujo sanguíneo a niveles normales, evitando que las grasas y la placa se acumulen en las paredes de los vasos y las membranas celulares.

Se ha demostrado que la irrigación oral con MW reduce en gran medida el cálculo y la placa supra gingivales en pacientes dentales (Watt y Rosenfelder, 2005). Aquellos pacientes que usaron el irrigador MW experimentaron una reducción del 44% en el volumen de cálculo en sus dientes en comparación con el grupo de control. En pruebas en animales, Yue et al. (1983) informaron una tasa de curación del 70% en el tratamiento de cálculos urinarios con PM y más del 93,9% para el cálculo salival.

IV. Reduccion de Sarro

El tratamiento magnético del agua influye directamente en el equilibrio de carbonato en el agua, lo que lleva a la formación de partículas de carbonato de calcio (CaCO_3) en solución que luego no pueden precipitar en las paredes de la tubería y otros equipos. Las partículas se transportan aguas abajo en el flujo de la tubería y luego se eliminan con filtración. El MW patentado en 1945 (Vermeiren) se puede usar para prevenir y eliminar incrustaciones y actualmente es un uso global común de MW. Se ha encontrado que los recubrimientos mineralizados dentro de tuberías (Sarro) y contenedores de agua se reducen con el uso de un sistema de agua magnetizada (Lin y Yotvat, 1990) como el Sistema de Reducción de Escala de Magnificación. Barrett y Parsons (1998) atribuyen la reducción de escala al efecto de MW en las partículas de CaCO_3 al suprimir

la nucleación y acelerar el crecimiento de los cristales. Todavía se desconoce la mecánica de cómo interactúa el tratamiento magnético con el carbonato de calcio en solución, y se debe completar una investigación más a fondo.

En Gehr et al. (1995), se investigó la precipitación de CaSO_4 y se descubrió que el tratamiento magnético inducía la precipitación de cristales de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Pero también descubrió que, si el tratamiento magnético fuera un tratamiento efectivo para la prevención de incrustaciones, lo más probable es que reduzca la precipitación en superficies sólidas y fomente la cristalización. Además, Parsons et al. (1997) mostraron que el pH de la solución se reduce mediante la introducción de un campo magnético, y que este cambio en el pH afecta directamente el crecimiento de la incrustación.

El tratamiento magnético del agua para la prevención de incrustaciones se logra pasando agua a través de un imán fuerte que se instala en o en una línea de alimentación. Luego, cuando el agua se calienta más tarde, ya sea en un intercambiador de calor o en una caldera, ha perdido su tendencia a precipitarse en las superficies calientes y los depósitos que se forman tienen una textura más suelta que se elimina fácilmente (Herzog et al., 1989) Parsons y col. (1997) mostraron una reducción del 48% en la escala utilizando MW, y Busch (1997) registró una reducción del 22%.

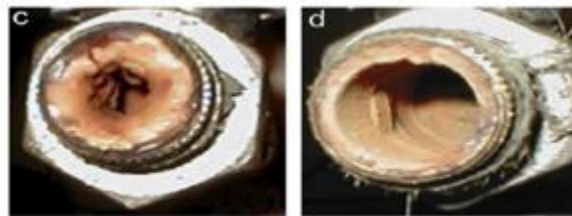


Figure 3. Resultados de Lipusa y Dobersek, 2007. La imagen (C) es una tubería de acero con incrustaciones de agua no tratada; (D) es una tubería similar con pequeña escala de agua tratada magnéticamente.

La calidad del agua de la piscina se puede mejorar mediante la adición de una abrazadera en el dispositivo magnético en el sistema de circulación. El dispositivo magnético puede prevenir y eliminar la acumulación de incrustaciones en la línea de agua en la piscina y el sistema de filtración, y permite reducir los niveles de cloro a la mitad (Kronenberg, 1993). Con un índice de eficiencia del 20-40%, la sujeción de los dispositivos de tratamiento magnético puede eliminar los depósitos a gran escala y evitar la formación de nuevos depósitos (Kronenberg, 1993).

El Departamento de Energía de EE. UU. Informó que una película delgada (1/32 pulg.) De escala en una superficie de intercambio de calor puede aumentar el consumo de energía en un 8,5%, y una escala de hasta 1/8 pulg aumenta el consumo de energía en un 25% (US DOE, 1998) . Se estimó que la eliminación de sarro en Gran Bretaña costaba £ 1 billón / año a principios de la década de 1990 (Smith, 2003). Se ha demostrado que la instalación de dispositivos de tratamiento magnético para equipos de ablandamiento de agua para la eliminación o prevención de incrustaciones genera importantes ahorros de energía, incluso con el capital inicial para invertir en la tecnología.

VI. Conclusiones

El tratamiento magnético del agua, como el Sistema de reducción de escala de magnificación, crea colisiones adicionales de iones que precipitan CaCO_3 , y cambia el contenido de gas libre en el agua, lo que conduce a mejores rendimientos de los cultivos. Estos mecanismos crean muchas aplicaciones para el uso de MW, con el uso de MW que tiene el potencial de ser más comúnmente utilizado en el riego de cultivos, como agua potable para el ganado y para prevenir y eliminar la acumulación de sarro en la infraestructura hidrológica. Con muchos estudios que muestran aumentos en los rendimientos de los cultivos y animales más saludables como resultado directo del uso de MW, la ciencia detrás del tratamiento magnético aún se conoce poco. Hay muchos artículos de revistas científicas que informaron efectos positivos del uso de MW, pero los resultados informados a menudo tienen baja reproducibilidad e inconsistencias. Es mejor que los agricultores prueben la tecnología en su sistema de riego y vean los resultados en función de sus variables únicas.

Vale la pena señalar que, como resultado de las reacciones de alta energía que tienen lugar al hacer MW, se forman radicales libres, oxígeno atómico, perácidos, ozono y compuestos que contienen nitrógeno (Bogatin et al., 1999 y Colic y Morse, 1999). En cualquier caso, el tratamiento con MW se considera una tecnología ecológica con una gran potencia de transmisión. Las tecnologías de tratamiento magnético pueden reducir el consumo de energía, los recursos químicos y el uso del agua, lo que conduce a ahorros de costos y mejoras ambientales. Los dispositivos para crear MW son generalmente compactos, con imanes permanentes que son tecnología limpia y segura (Otsuka y Ozeki, 2006). La productividad del agua puede aumentar con el uso de MW de agua, debido a la mejor infiltración. Con mayores rendimientos de cultivos cuando se usa MW para riego, se usa menos agua total por unidad de rendimiento. En regiones áridas con agua limitada, MW puede popularizarse para el agua de riego para ciertos cultivos y ganado.