

-RESEÑA-

TRATAMIENTO MAGNÉTICO APLICADO A LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Matilde Anaya*¹, Tania M. Guzmán¹ y Carlos M. Acea²

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Carretera al Guatao, km 3 1/2, La Habana, C.P. 19 200, Cuba.

²Grupo ECOSOL, Miramar, Trade Center, La Habana, Cuba.

E-mail: mavillal@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Los campos electromagnético y magnético tienen amplias posibilidades de empleo en la industria alimentaria, a partir del análisis de las teorías para explicar su efecto sobre sistemas biológicos y no biológicos. Los resultados obtenidos en numerosas investigaciones resultan en otorgamiento de patentes cuya principal limitación para su implantación es el desconocimiento de los productores y comercializadores de alimentos, así como los consumidores. Este artículo brinda una recopilación de información sobre el tema, abordando aristas como el valor "ventana" y la genotoxicidad del tratamiento magnético. Se concluye que este tratamiento puede ser utilizado en la preservación de los alimentos, mejorar su calidad sensorial y propiedades reológicas, y estimular procesos fermentativos de interés industrial.

Palabras clave: campo electromagnético, campo magnético, sistemas biológicos, genotoxicidad, procesos fermentativos.

ABSTRACT

Magnetic treatment applied to the food industry

Electromagnetic and magnetic fields have ample employment opportunities in the food industry, from the analysis of theories to explain its effect on biological and nonbiological systems. The results of numerous investigations result in issuance of patents whose main constraint for implementation is the lack of food producers and traders and consumers. This article provides a compilation of information on the subject, addressing edges it as the "window" and the genotoxicity of magnetic treatment. We conclude that this treatment can be used in food preservation, improve sensory quality and rheological properties, and stimulate industrial fermentation processes of interest.

Key words: electromagnetic field, magnetic field, biological systems, genotoxicity, fermentation processes.

INTRODUCCIÓN

La tendencia actual en el mundo es el consumo de alimentos frescos o mínimamente procesados, pues los tratamientos térmicos afectan su calidad nutricional. Surgen entonces los llamados tratamiento no térmicos, hoy tecnologías emergentes, entre los que se pueden citar los campos electromagnético y magnético (1).

El tratamiento magnético (TM) puede aplicarse en la estimulación de microorganismos de interés y además influye favorablemente sobre algunas propiedades físico-químicas como son densidad y viscosidad. De esta forma pueden obtenerse productos de calidad superior y mejorar algunas características tecnológicas como la clarificación. Esto permite aumentar rendimientos de algunas etapas o procesos de producción y disminuir

***Matilde Anaya:** Ingeniera Química (CUJAE, 2007). Opta por el grado Máster en Ciencia de Ingeniería de los Alimentos, en la CUJAE. Trabaja en la investigación de los campos magnético y electromagnético como método de conservación no convencional de alimentos, y sus efectos sobre los microorganismos; conservación de cepas de hongos, levaduras y bacterias lácticas para la industria alimentaria.

sus costos, sin grandes variaciones en las líneas tecnológicas (1-3). El empleo del TM sobre los seres vivos se fundamenta en que el efecto del campo magnético terrestre o geomagnético (25 a 70 μT) provoca gran biodiversidad en nuestro planeta. En tal sentido, las investigaciones están encaminadas a observar su comportamiento bajo el efecto de un TM externo provocado por el hombre, en condiciones bien controladas. Es de esperarse que dicho comportamiento sea diferente, aunque está sin entenderse todavía (3).

Para comprender mejor los resultados obtenidos hasta el momento, puede tomarse como referencia el efecto conocido de la temperatura sobre los microorganismos. De esta forma, los científicos procuran obtener valores óptimos para un TM más efectivo. Investigaciones futuras permitirán evacuar dudas, aunar criterios, así como descifrar incógnitas respecto a sus probados efectos (1, 2).

Campos electromagnético y magnético. Modo de obtención y de aplicación

Para las investigaciones, el campo electromagnético se obtiene a partir de corriente eléctrica que pasa a través de una bobina tipo solenoide, por lo que será un campo magnético oscilante (CMO) dependiente de la frecuencia de la corriente eléctrica que lo indujo. Si dicha corriente se rectifica a través de un banco de capacitores, se obtiene un campo magnético estático (CME), que puede obtenerse por imanes permanentes de intensidad de campo magnético equivalente al del estudio (Fig. 1). Según la frecuencia de las oscilaciones de la corriente ($\text{Hz} = \text{s}^{-1}$), el CMO se clasifica de baja o alta frecuencia, y en campo magnético estático (CME), cuando la frecuencia es cero (1, 4).

Los científicos e ingenieros sostienen que el CMO de baja intensidad (causados por líneas de alta tensión, transformadores, centrales eléctricas, etc.) no puede producir cambios biológicos significativos, porque las radiaciones no son capaces de romper los enlaces moleculares y por ello solo generan un pequeño aumento de calor (5). Las investigaciones realizadas en EE.UU., Canadá e Inglaterra, demuestran que la exposición a dichos campos no es peligrosa, pues debe tenerse en cuenta el valor de tensión o voltaje de la corriente y la distancia de exposición (5). Por tanto, el TM puede ser aplicado como tecnología de forma segura, puesto que a una corta distancia de la bobina la

intensidad decae drásticamente. Los equipos colocados a una distancia razonable de la bobina, también están fuera de peligro y el proceso puede ser operado sin ningún riesgo (6).

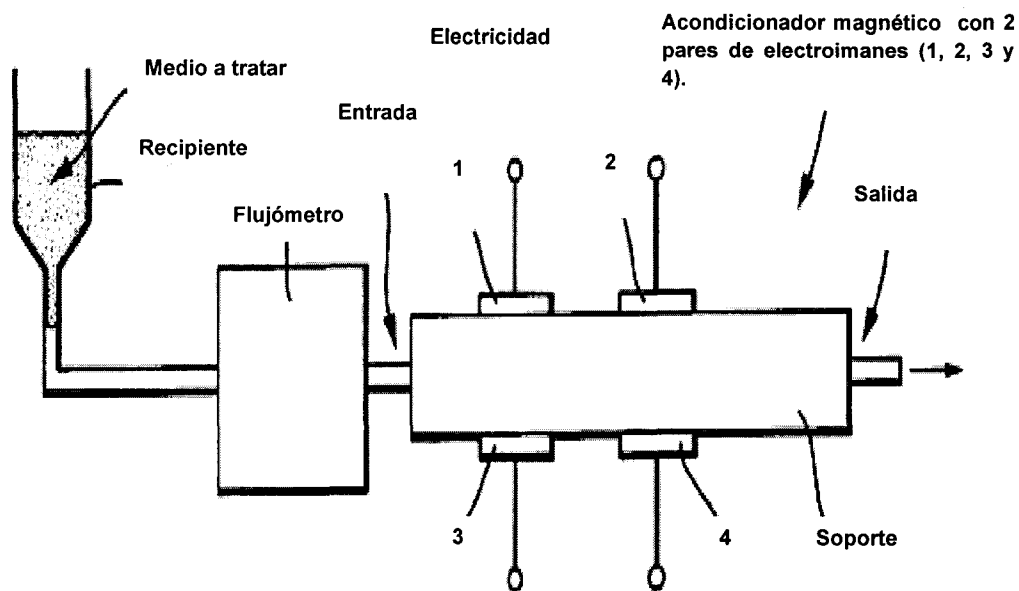
No obstante, todavía existen dudas sobre el consumo de productos tratados magnéticamente. Diferentes artículos publicados aconsejan beber cerveza, agua, leche, vino, jugos u otros líquidos magnetizados para mejorar la salud. Se plantea que el efecto magnético perdura en los líquidos (memoria magnética) y hace que las moléculas de hidrógeno y oxígeno en el agua se alineen con otros compuestos de la sangre, como el hierro (7, 8).

Tecnologías

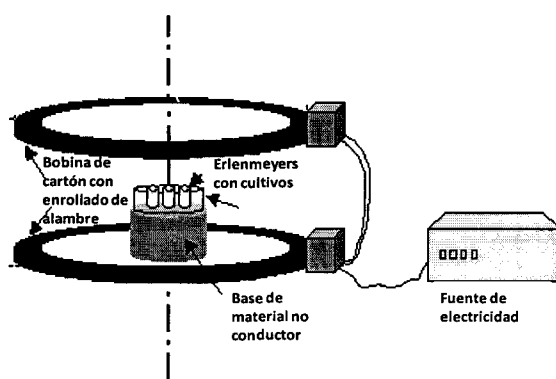
La principal limitación para la implantación de los resultados es el desconocimiento de los productores, comercializadores y consumidores de alimentos. Los tratamientos satisfactorios con CMO aplicados en los diferentes sistemas, además de altas intensidades de corriente eléctrica requieren de varios pases por las tuberías, por lo que resultan poco económicos. Los mejores resultados se obtienen tratando poco volumen del producto contenido en un recipiente, lo cual limita su uso en fluidos (9). Por tanto los CMO de frecuencia extremadamente baja (FEB) aplicados en cortos tiempos, facilitan el escalado de los resultados. De ahí la tendencia de las nuevas investigaciones con el CME en sistemas a flujo moderado con uno o más pases por el interior de las tuberías (9).

Uno de los factores que incide en la aplicación del TM es el desarrollo de tecnologías para su uso a nivel industrial, fundamentalmente el CMO. Los equipos para aplicar CMO que existen en el mercado tienen un costo entre 40 000 y 500 000 USD (10). Sin embargo, se afirma que los TM "se pagarán por sí solos", al calcular la electricidad necesaria (CMO) o el costo de los imanes (CME) (11).

No obstante, el TM tiene como principal desventaja que los alimentos no deben tener una carga microbiana inicial muy alta, pues el tratamiento sólo disminuye hasta 3 ciclos log. Además necesitan tener poco espesor, alta resistividad eléctrica (mayor que 10 a 25 ohm-cm) y envasarse en materiales no conductores de la



a) Para flujo del medio a tratar (la tubería puede ser de cualquier material).



b)-Para el medio a tratar estático (se plantea que debe estar en el centro de la bobina).

Fig. 1. Esquema representativo de los sistemas de tratamiento magnético (adaptado de bibliografía consultada).

electricidad (1-4). Para el caso del TM sobre un fluido, el flujo debe ser lento o moderado aunque la tubería puede ser de cualquier material (4).

Mecanismos que explican los efectos del tratamiento magnético

El componente eléctrico del CMO penetra prácticamente sin amortiguación pero en un ángulo inclinado por lo que su efecto es superficial y poco significativo respecto al componente magnético de dicho campo, que lo hace de forma perpendicular. Esto justifica los resultados obtenidos cuando se aplican CMO de FEB y CME, pues el componente magnético actúa a nivel cuántico. De esta forma ocurre la amplificación de la

energía suministrada, suficiente para reorientar o redistribuir la energía necesaria para la formación ordenada de los enlaces por puente de hidrógeno. El tiempo de duración de este efecto es permanente porque los enlaces formados ya no pueden romperse, o sea, que es perdurable en el tiempo (12-18).

Existen varias teorías para explicar cómo el campo magnético ejerce su efecto sobre los sistemas biológicos y no biológicos.

El mecanismo del ión ciclotrón plantea que cualquier ión que entra en un campo magnético a una determinada velocidad, experimenta una fuerza que depende de esa velocidad y de la intensidad del campo. Esa fuerza tam-

bién determina la trayectoria del ión (girofrecuencia), ya sea circular o espiral, que a su vez depende de la carga y la masa del ión. Según esta teoría, la resonancia del ciclotrón se produce cuando la girofrecuencia del ión se iguala a la girofrecuencia del CMO, y la energía se transfiere selectivamente desde el campo hacia los iones. En este sentido se ha demostrado que a 50 μT , las frecuencias resonantes de Na^+ y de Ca^{2+} son 33,3 y 38,7 Hz, respectivamente (1-4).

El efecto del TM sobre las partículas dispersas se explica por un mecanismo que supone que este favorece la atracción entre las partículas cargadas y neutras de mayor tamaño, formando coágulos que precipitan en la medida en que se unen y aumentan de tamaño (flóculos). En la coagulación magnética interviene la fuerza de Lorentz que actúa incrementándose linealmente con la carga iónica, la velocidad de la partícula, la intensidad del campo y la perpendicularidad de los iones que cruzan las líneas del campo. También se relaciona desde el punto de vista teórico con la ley de Stokes, puesto que en la velocidad de flotación tiene una gran influencia la forma de los elementos que deben flotar, siendo la esférica la más favorable porque el factor que define este aspecto tiende a acercarse a la unidad (19). Es importante destacar que se informó sobre la microfilmación del proceso de floculación magnética (19).

Efectos del tratamiento magnético en los sistemas biológicos

Esta interpretación es difícil debido a la dinámica no lineal (poliextremal o múltiplos) característica al TM. Está demostrado experimentalmente que influyen la intensidad y las características espaciales y temporales del campo aplicado en los cambios provocados. El CME solo produce rotación de los dipolos magnéticos moleculares, mientras que el CMO induce movimientos en los mismos, afectando la velocidad de las reacciones químicas (20, 21).

Por otra parte, se plantea que el TM puede provocar efectos genotóxicos (cambios del DNA) que conlleven a mutaciones celulares (22-24). Investigaciones recientes destacan que solo densidades superiores a los 5 T provocan cambios sustanciales en el DNA (9, 23). No obstante, deberán realizarse más investigacio-

nes que permitan aclarar la genotoxicidad del TM, ya que este aspecto puede ser beneficioso o perjudicial según el interés en cuestión.

Sin embargo, es un error creer que un TM es más inhibitorio cuanto mayor es su frecuencia e intensidad y tiempo de exposición, tal como sucede con el tratamiento térmico. Este fenómeno sugiere la existencia del valor de frecuencia o intensidad "ventana" que debe ser encontrado según el interés deseado (26) ("ventana": valor por encima o por debajo del cual se observa en efecto contrario al que se puso de manifiesto hasta ese momento). Todo lo antes expuesto evidencia que no existe una relación directa entre los parámetros característicos del TM y su efecto, y que pueden encontrarse microorganismos "magnetorresistentes".

Aplicación del tratamiento magnético en la Industria Alimentaria

Biotechnologías: se emplean acondicionadores magnéticos exteriores acoplados a biorreactores con enzimas inmovilizadas. Por ejemplo: inmovilización de la glucoamilasa del *Aspergillus niger* en partículas magnéticas de poliestireno, para producir la hidrólisis de la maltosa (27) o inmovilización de *S. cerevisiae* para mejorar la producción de etanol a partir de glucosa (28, 29).

Industria azucarera: sistemas que permiten mejorar la calidad del azúcar cruda y refinada cuando se trata el jugo filtrado de la saturación primaria, con un TM de 140 a 150 kA/m por 30 a 40 min, o del jugo purificado cuando se trata con 120 a 140 kA/m, y después se incorpora aire a razón de 1,3 a 1,5 m^3/m^3 (30, 31). También pueden acoplarse a evaporadores y sistemas de intercambio de calor, para reducir las incrustaciones de las tuberías y disminuir el consumo de portadores energéticos (32-34).

Industria panadera: puede aplicarse TM al agua, para mejorar la cantidad y calidad del gluten crudo, la acidez final y el poder de levantamiento de la masa. Se plantea que el agua tratada magnéticamente (ATM) acelera la fermentación, aumenta el contenido de compuestos aromáticos en la miga, reduce de 20 a 25 % del tiempo de levantamiento y mejora en 62 % la habilidad de formación de gas. Se comprobó que el uso del

TM permite controlar la actividad de las enzimas que actúan en la harina con ATM con campos de 0,8 a 1,2 T y 50 Hz (35, 36).

Industria de bebidas: se recomienda el empleo de ATM para aumentar la estabilidad de las bebidas carbonatadas durante el almacenamiento, al emplear CEM de 170 a 180 kA/m con velocidad del flujo de 1,0 a 1,5 m/s. Se filtra, se enfría entre 3 a 4 °C y es sometida de nuevo al mismo TM (37). Sistemas similares mejoran la calidad de cerveza, vinos, vinagres, jugos de frutas y té. En todos los casos se apreció mejoría en la disolución de constituyentes, eliminación de impurezas y sabores desagradables, aumento del contenido de minerales y aceleración del añejamiento en bebidas alcohólicas (7, 37-41).

Aplicando CMO de 100 kHz y 250 mG sobre melaza de caña y un cultivo de *S. cerevisiae* se obtuvo 14,4 % más de alcohol respecto al control (9). Un resultado similar se logró en investigaciones conjuntas Cuba-Brasil en el cual se estimuló una cepa de *S. cerevisiae* con TM y aumentó 9 a 17 % más de alcohol, con reducción del tiempo de fermentación de 15 a 12 días (11, 42). También en Cuba se estudió el CMO de 60 Hz y 500 G por 30 min para la estimulación de levaduras cerveceras, en mosto todo malta suplementado con sacarosa hasta 23,8 °Brix. Para la cepa Budvar se obtuvo hasta 12,21 % de alcohol y 93,2 % de eficiencia fermentativa respecto al control, durante 15 días de fermentación (43). En otra investigación se aplicó CME de 1 000 a 1 200 Gauss a un flujo constante de cerveza (15 y 17 L/h) de diferentes etapas del proceso, y se mejoró la calidad sanitaria y la clarificación (44, 45).

Industria láctea: algunos sistemas pueden emplearse para obtener leches fermentadas de mejor calidad, mejorar la homogeneidad de la leche y prevenir pérdidas de proteínas por control de la acidez y de los microorganismos presente, por la aplicación de 1 200 a 1 800 Gauss (46, 47). También se demostró el efecto estimulador del CMO en bacterias ácido-lácticas (*Lactococcus lactis subsp. Lactis*) y la posibilidad de potenciar su efecto bioconservante en quesos artesanales por estimulación de producción de bacteriocinas (48).

Industria de aceites y grasas: se logran altos rendimientos en extracción de aceite de semillas de girasol, soja y algodón, al aplicar 0,45 a 0,70 T con un flujo de 1,0 a 2,5 m/s, por 15 a 40 min, entre 20 a 25 °C. Estos sistemas mejoran las propiedades físico-químicas y organolépticas, aumentan el valor nutricional y la frescura del producto final (49, 50).

Otra aplicación es en el proceso de obtención de mayonesa dietética al emplear el TM de 0,3 a 0,50 T, flujo de 1,5 a 3,0 m/s, por 20 a 35 min, entre 22 a 28 °C. Así aumentó la estabilidad de la emulsión, y mejoró sus características físico-químicas, organolépticas y su durabilidad. También con este TM se obtiene margarina dietética de baja caloría con propiedades biológicas y fisiológicas altas (51-54).

Se concluye que el TM puede aplicarse en los alimentos para mejorar su calidad y estimular procesos fermentativos de interés industrial.

REFERENCIAS

1. Barbosa, G.; Góngora, M. y Swanson, B. Non-thermal electrical methods in food preservation. *Cienc. Tecnol. Alimen. Intern.* 4(5): 363-370, 2000.
2. Pothakamury, U. Preservation of foods by nonthermal processes. *Dissertation Abstracts International.* 57(6): 3475-3476, 1996.
3. Polk, C. y Postow, E. *Handbook of Biological. Effects electromagnetic fields.* Ed. Ademic Press, Florida, EUA. 1990.
4. Chacana, M. y Cortés, P. Campos magnéticos oscilantes en el procesado de alimentos. Universidad de la Serena. Facultad de Ingeniería, Dpto. de Alimentos. Consultado 15 abril 2009 en www.e-alimentos.cl
5. Castro, M.; Perera, R. y Pedrouzo, J. Los campos electromagnéticos de baja frecuencia y sus posibles influencias en la salud humana: un tema a analizar. CIPEL y CUJAE. En (CDROM) III Evento Internacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA '2009), La Habana, 2009.

6. Bolado, S.; Gógora, M.; Pothakamury, U.; Barbosa, G. y Swanson, B. Chapter 17: A review of non thermal technologies (pp. 227-256). Food preservation technology series. Trens in food engineering. Technomic Publish Co. INC, Lancaster. Basel. Pennsylvania. USA. ISBN: 1-56676-782-2, 2003, 341 pp.
7. Tibor, N. Procedure to manufacture and use beer and other type liquids treated with Neodimium magnet. Consultado en WO/2008/102188.
8. Tibor, N. World leader natural energy content beer, for the better heat. Global Solution Biopharma Co.USA. Consultado 1º abril 2010 en aqua@magnetic-aqua.com
9. Zapata, M.; Moreno, O.; Germán y Márquez, F. y Edna, J. Acción de un campo magnético sobre un cultivo aireado de *Saccharomyces cerevisiae*. *Interciencia*, 30 (7): 40-46, 2005.
10. Martínez, F.; Castorena G.; Robles, M. y Robles de la Torre, R. Diseño, construcción, operación y validación de equipos generadores de campos electromecánicos pulsantes. Premio Nacional en Ciencias y Tecnología de los Alimentos. Centro de Investigación de Biotecnología Aplicada - Unidad Tlaxcala, México. 2007.
11. Fairley, P. Utilizan campos magnéticos para aumentar la producción de alcohol. Publicación mensual del 1º de diciembre de 2007 de la Fundación "Consejo para el Proyecto Argentino" Año XXIV. Portal Energético Internacional.
12. Cefalas, A.; Kobe, S.; Dražžiić, G.; Sarantopoulou, E.; Kollia, Z.; Stražžiiššar, J. y Meden, A. Nanocrystallization of CaCO₃ solid/liquid interfaces in magnetic field: at quantum approach. *Applied Surface Science*. 254: 6715-6723, 2008.
13. Danielewicz-Ferchmin, I. y Ferchmin, A. Water at ions, biomolecules and charged surfaces. *Phys. Chem. Liquids*. 42: 1-36, 2004.
14. Vegiri, A. Reorientational relaxation and rotational-translational coupling in water clusters in a D.C. external electric field. *J. Mol. Liq.* 110: 155 -168, 2004.
15. Pang, X. y Deng, B. Investigation of changes in properties of water under the action of a magnetic field. *Sci. China Ser. G-Phys. Mech. Astron.* 51 (11): 1-12, 2008.
16. Pang, X. y Deng, B. The changes of macroscopic features and microscopic structures of water under influence of magnetic field. Published by Elsevier B.V. *Physica B*. 403: 3571- 3577, 2008.
17. Vallée, P. y Lafait, J. Effects of pulsed low frequency electromagnetic fields on water using photoluminescence spectroscopy: Role of bubble/water interface. *American Institute of Physics. The Journal of Chemical Physics*. 122, 114513: 1-8, 2005.
18. Vallée, P.; Lafait, J.; Legrand, L.; Mentré, P.; Monod, M. y Thomas, Y. Effects of pulsed low-frequency electromagnetic fields on water characterized by light scattering techniques: Role of bubbles. *Langmuir*. 21: 2293-2299, 2005.
19. Acea, C. Visualización del proceso de floculación magnética. En (CDROM) III Conferencia Internacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA'2009), La Habana, 2009.
20. Sarmiento, L. y González, J. Biomagnetismo: Una aproximación a su estudio. Capítulo 4. Santiago de Cuba. CNEA. Universidad de Oriente, 1998, p. 822.
21. Amado, E. y Roncacio, A. Estudio del efecto del campo electromagnético en *S. cerevisiae* variedades Rhone y RV1. En (CDROM) Memorias de las Jornadas Iberoamericanas de asimilación de tecnología para la producción de bioetanol y el uso de sus residuales. Cartagena, Colombia. 2005.
22. Motta, M. Montenegro, E. J. N.; Stamford, T. L. M.; Silva, A. R. y Silva, F. Changes in *Saccharomyces cerevisiae* development induced by magnet fields. *Biotechnology Progress* 17: 970-973, 2001.
23. Gómez, M.; Prieto, M.; Ristori, E. y Martínez, M. Static and 50 Hz magnetic fields of 0.35 and 2.45 mT have no effect on the growth of *Saccharomyces cerevisiae*. Disponible en: www.sciencedirect.com. Elsevier. *Bioelectrochemistry* 64: 151-155, 2004.
24. Nakasono, S. ; Laramée, C.; Saiki, H. y McLeod, K. J. Effect of power frequenc magnetic fields on genome-scale gene expression in *Saccharomyces cerevisiae*. *Radiat. Rev.* 160:25-37, 2003.
25. McCann, J.; Dietrich, F. y Rafferty, Ch. The genotoxic potential of electric and magnetic fields: an update. *Reviews in Mutation Research* 411 (1): 45-86, 1998.
26. Mehedintu, M. y Berg, H. Proliferation response of yeast *Saccharomyces cerevisiae* on electromagnetic field parameters. *Bioelectrochem. Bioenerg.* 43: 67-70, 1997.
27. Jyh Ping, Ch. y Da Rong, S. Latex particles with thermo-flocculation and magnetic properties for immobilization of alpha-chymotrypsin. *Biotechnology Progress* 17 (2): 369-375, 2001.
28. Ivanova, V.; Hristov, J.; Dobрева, E.; Al Hassan, Z y Penchev, I. Performance of a magnetically stabilized bed reactor with immobilized yeast cells. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 59 (2): 187-198, 1996.
29. Pérez, V.; Reyes, A.; Justo, O.; Álvarez, D. y Alegre, R. Bioreactor acoplado con un generador de un campo electromagnético: Efectos de los campos electromagnéticos de extremadamente baja frecuencia en la producción de etanol por la *Saccharomyces cerevisiae*. *AETCM* 79 (2): 178-183, 2008.
30. Golybin, V.; Gromkovskii, A. y Zelepukin Yu, I. SU 1 641 890. Purification of diffusion juice. 1991.

31. Gromkovskii, A.; Golybin, V.; Zelepukin, Y. y Apasov, V. SU 1 588 761. Production of sugar. 1990.
32. Cole, F. y Clarke, M. Benefits of permanent magnets in factory evaporation. *International Sugar Journal* 98 (1166): 71-72, 1996.
33. Zheng, B.; Guo, S.; Li, L.; Cai, M. Magnetic fields and the evaporation rate of sugar solutions. *Intern. Sugar J.* 98 (1166): 73-75, 1996.
34. Kampen, W.; Qiang, T.; Sahtoe, R. y Honore, F. Electromagnetic effects on juice heater fouling and clarified juice quality. *Intern. Sugar J.* 101 (1202):121-124, 1999.
35. Mamatov, I. Influence of a magnetic field on properties of the dough and quality of bread products. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Pishchevaya Tekhnologiya*, 5: 67-71, 1989.
36. Petrik, A.; Velichkov, V.; Gishin, S.; Vangelov, A. RU 2239323 (C1). Method for preparing bakery product. 2004.
37. Darbinyan, R.; Vartanova, G.; Aidinyan, A.; Avakyan, S. y Garibyan, A. SU 1 591 933. Production of a carbonated beverage. 1990.
38. Vázquez, F. El vino, la turbidez y el magnetismo. *Semana Vitivinícola, AGRIS-FAO Centre: INIA, España*. ISSN 0037-184X. Consultado 20 abril 2009 en <http://www.inia.es> 2973: 2678 - 2679, 2003.
39. Ceccarani, F. US 5860 353. Method and apparatus for accelerated aging of alcoholic liquids such as wines, brandies, spirits and the like. 1999.
40. Tkachenko, J. y Patrasenko, V. WO 94/26869 (A1), WO 93/00114(RU) (19930519). Method of obtaining a water-alcohol mixture. 1994.
41. Ivanov, A.; Shtepa, E.; Galiulin, A.; Kolpakchi, A.; Rusakov, V.; Isaeva, V. y Pechenina, D. SU 1 565 879. Stabilization of beer. 1990.
42. Ereno, D. Biofuels. Magnetic power Electromagnets installed in the fermentation process of sugarcane juice increase the production of ethanol. *Pesquisa FAPESP*. Print edition 143 - January, 2008.
43. Anaya, M.; Guzmán, T.; Cobo, H.; Valdés, O.; Abreu, J. y Acea, C. Efecto del campo magnético sobre la producción de alcohol de levaduras cerveceras en mostos concentrados. En (CDROM) Asociación de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Cuba (ACTAC- CLECTA), La Habana, 2010.
44. Anaya, M.; Acea, C.; González, B. Posibilidades del tratamiento magnético en la calidad de la cerveza. En (CDROM) Asociación de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Cuba (ACTAC). Convención Internacional "Alimentación saludable para la comunidad y el turismo", La Habana, 2008.
45. Anaya, M; Acea, C.; González, B. Efecto del campo magnético en diferentes parámetros controlados en la industria cervecera. En (CDROM) 11na Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CICTA-11), La Habana, 2008
46. Insua, D. Magnetización: una alternativa en la leche cruda sin refrigerar. En (CDROM) III Conferencia Internacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA'2009), La Habana, 2009.
47. Borsch Grygorii Mykhailovych. UA 30410 (U). Method for processing milk. 2008.
48. Guzmán, T.; Anaya, V.; Abreu, J.; Duquesne, F.; Guerra, G. y Valdés, O. Influencia del campo magnético en la calidad microbiológica del queso fresco Telita. *Cienc. Tecnol. Alim.* 20 (2): 67-72, 2010.
49. Nikonovich, S.; Timofeenko, Tat Jana, Il Inichna; Shakhraj, Tat Jana, A.; Grin Natal, J.; Muratov, V.; Karachevtseva, E. y Grin, V. RU2287301 (C1). Food biologically active additive of antitoxic properties. 2006.
50. Hirobumi, K.; Shigeru, S. JP 2005312416 (A). Method for producing oil and fat food. 2005.
51. Il Inova, S.; Krupenin, A.; Butina, E.; Gerasimenko, E.; Lobanov, V.; Kornena, E.; Shvets, T. y Grushenko, E. RU 2142722 (C1). Dietetic mayonnaise. 1999.
52. Butina, E.; Artemenko, I.; Gerasimenko, E.; Bondarchuk, A.; Kornena, E.; Il Inova, S.; Khamula, M.; Marfutenko, I.; Artemenko, M. y Marfutenko, A. RU 2164763 (C1). Method of mayonnaise production. 2000.
53. Shakhraj, A.; Timofeenko, I.; Nikonovich, S.; Karachevtseva, E.; Grin Natal, J. y Tarabaricheva, L. RU 2292148 (C2). Low-caloricity margarine. 2007.
54. Shakhraj, A.; Timofeenko, I.; Nikonovich, S.; Karachevtseva, E.; Grin Natal, J. y Tarabaricheva, L. RU 2296474 (C2). Method for mayonnaise production. 2007.