

میدان‌های مغناطیسی به‌عنوان یک روش غیر حرارتی در غیرفعال کردن میکروارگانیزم‌ها

حمید بخش‌آبادی^{۱*}، حبیب‌الله میرزایی^۲، فاطمه عرب‌عامریان^۳، محسن مختاریان^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی گرگان

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی گرگان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه آزاد سبزوار

E- mail:h.bakhshabadi@yahoo.com

چکیده:

اثر میدان‌های مغناطیسی ثابت و متناوب در ممانعت از رشد میکروارگانیزم‌ها بیانگر پتانسیل این میدان‌ها در سالم‌سازی میکروبی مواد غذایی است. فرایند میدان مغناطیسی در فشار اتمسفر و درجه حرارتی که به پایداری ماده غذایی کمک می‌کند انجام می‌گیرد. در مطالعات صورت گرفته برای غیرفعال‌سازی میکروارگانیزم‌ها، میدان مغناطیسی با شدت ۵-۵۰ تسلا، پالسهای کوتاه ۲۵ میکروثانیه تا ۱۰ میلی‌ثانیه و فرکانس ۵-۵۰۰ کیلوهرتز لازم می‌باشد. فرکانس‌های بیش از ۵۰۰ کیلوهرتز اثر کمتری بر غیرفعال‌سازی میکروارگانیزم‌ها دارد و سبب افزایش دمای ماده غذایی می‌شوند. مهمترین عامل در نگهداری موفق مواد غذایی به‌کمک میدان مغناطیسی وجود مقاومت الکتریکی بالا (بیش از ۱۰-۲۵ اهم - سانتیمتر) می‌باشد. به‌طور کلی میدان‌های مغناطیسی بر حرکت میکروارگانیزم‌ها موثر بوده و رشد و تولید مثل آنها را تعدیل می‌نماید. میدان‌های مغناطیسی سنتز DNA را افزایش داده، جهت مولکولها و غشاهای بیولوژیکی را در جهت موازی و یا عمود بر میدان مغناطیسی بکار رفته تغییر می‌دهند و سبب تغییر در جهت حرکت آهسته یونها در غشای سلول و لذا تعدیل سرعت رشد آنها می‌گردند.

کلیدواژه: میدان مغناطیسی، غیر حرارتی، میکروارگانیزم‌ها، غیرفعال کردن

مقدمه:

استریلیزاسیون غیر حرارتی روشی است که مورد توجه محققین زیادی قرار گرفته که این فرایندها برای مواد غذایی و دارویی حساس به حرارت بسیار مفید می‌باشد. اثر میدان‌های مغناطیسی ثابت و متناوب در ممانعت از رشد میکروارگانیزم‌ها بیانگر

پتانسیل این میدان ها در سالم سازی میکروبی مواد غذایی است [۴]. از مزایای استفاده از میدان های مغناطیسی می توان به حداقل دنا تورا سیون حرارتی ترکیبات مغذی و ویژگی های حسی، کاهش انرژی لازم برای فرایند، قابلیت فراوری مواد غذایی بسته بندی شده در فیلم های قابل انعطاف به منظور جلوگیری از آلودگی ثانویه، و درجه حرارت ماده غذایی تنها ۲-۵ درجه سانتیگراد افزایش می یابد و خصوصیات حسی (ارگانولپتیکی) آن دچار تغییرات بسیار جزئی می شود، اشاره نمود. برخی از فرآورده های غذایی نظیر پنیر و آجودان از طریق تخمیر تولید می شوند. تخمیر زیاد سبب فساد ماده غذایی می شود، لذا باید پس از انجام عمل تخمیر میکروارگانیسم ها را غیر فعال نمود. استفاده از میدان های مغناطیسی متناوب برای این منظور بسیار مفید خواهد بود [۶].

هافمن مشاهده نمود که در یک میدان مغناطیسی منفرد با شدت جریان بیش از ۲ تسلا میکروارگانیسم ها غیر فعال می شوند و یک پالس الکتریکی با دانسیته جریان ۵-۵۰ تسلا و فرکانس ۵-۵۰۰ کیلوهرتز سبب کاهش تعداد میکروارگانیسم ها به میزان حداقل دو سیکل لگاریتمی می شود [۲].

۱،۲- استفاده از میدان های مغناطیسی جهت غیر فعال کردن میکروارگانیسم ها

استفاده از میدان های مغناطیسی جهت غیر فعال کردن ممکن است در جهت بهبود و افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی پاستوریزه شده باشد. مهمترین عامل در نگهداری موفق مواد غذایی به کمک میدان مغناطیسی وجود مقاومت الکتریکی بالا (بیش از ۱۰-۲۵ اهم بر سانتیمتر) می باشد. مقاومت الکتریکی برخی از مواد غذایی در این دامنه قرار دارد. برای مثال، مقاومت الکتریکی عصاره پرتقال ۳۰ اهم-سانتیمتر است. شدت میدان مغناطیسی مورد استفاده با مقاومت الکتریکی و ضخامت ماده غذایی فرایند شونده مرتبط است، بطوریکه هرچه مقاومت الکتریکی کمتر و یا ضخامت ماده غذایی بیشتر باشد باید از میدان مغناطیسی قویتری استفاده نمود [۵].

جدول ۱- غیر فعال شدن میکروارگانیسم های عامل فساد مواد غذایی در میدان مغناطیسی

نوع ماده غذایی	درجه حرارت	شدت میدان	تعداد پالسها	فرکانس پالسها	تعداد اولیه باکتریها	تعداد نهایی باکتریها
شیر	۲۳	۱۲	۱	۶	۲۵۰۰۰	۹۷۰
ماست	۴	۴۰	۱۰	۴۱۶	۳۵۰۰	۲۵
عصاره پرتقال	۲۰	۴۰	۱	۴۱۶	۲۵۰۰۰	۶
خمیربراون	۲۰	۷/۵	۱	۸/۵	۳۰۰۰	۱

۲،۲- تاثیر میدانهای مغناطیسی بر مخمرها

با بکارگیری دانسیته جریان معادل ۰/۷۵ تسلا در میدان مغناطیسی ثابت هیچ تغییری در رشد سلول های مخمر مشاهده نمی شود. وقتی که سلول های مخمر در یک میدان مغناطیسی نوسان کننده قرار می گیرند سرعت غیرفعال شدن آنها افزایش می یابد. مشاهده شده است که میدانهای مغناطیسی غیر یکنواخت مانع از جوانه زدن سلول های مخمر می شوند. میدانهای مغناطیسی سبب انتقال رادیکال های آزاد نظیر OH , $(C_6H_5)_3C$, O به نقاطی می شوند که در آنها شدت میدان مغناطیسی قویتر است. نتیجه این امر قطع فعالیت متابولیکی نظیر عدم جوانه زدن سلول های مخمر است. ممانعت از جوانه زدن در سلول هایی بوجود می آید که به علت قرار گرفتن در نقاط خاصی از میدان مغناطیسی جهت میدان عمود بر مسیر متابولیسم آنها می باشد. بدلیل اینکه سلول های مخمر بطور تصادفی در میدان مغناطیسی قرار می گیرند ۲۰-۳۰ درصد از جوانه زدن سلولهای آنها متوقف می شود [۱].

۳،۲- مکانیسم های غیر فعال شدن میکروارگانیسم ها در میدان های مغناطیسی

۱،۳،۲- مدل ICR (مدل رزونانس سیکلوترون یونی)

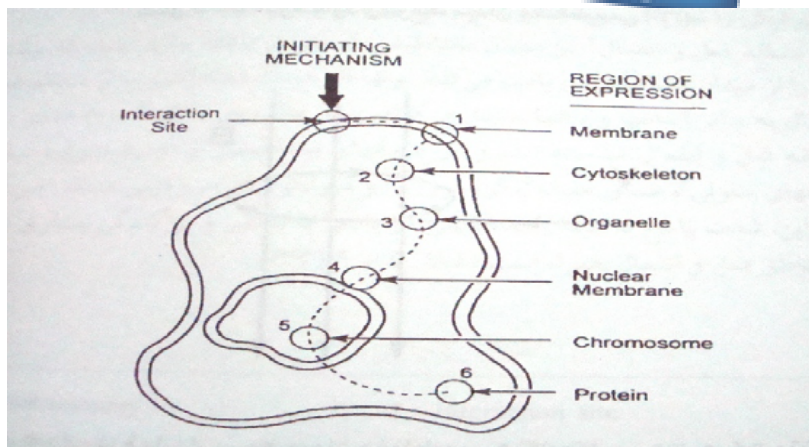
وقتی که یک یون با سرعت V در یک میدان مغناطیسی با شدت B قرار می گیرد نیروی معادل F بر آن وارد می شود که به کمک فرمول مقابل محاسبه می شود.

$$F = q (V \times B)$$

زمانیکه بردارهای B و V با هم موازی باشند نیروی F برابر صفر خواهد شد. اگر V در یک موقعیت عادی نسبت به B قرار داشته باشد یون در یک مسیر دایره ای به حرکت در خواهد آمد.

در سایر موقعیت های B و V نسبت به یکدیگر یون در یک مسیر مارپیچی حرکت خواهد کرد.

شکل ۱ نحوه تاثیر پذیری سلول زنده از میدان مغناطیسی





۲،۳،۲- مدل رزونانس پارامتری یونی (IPR)

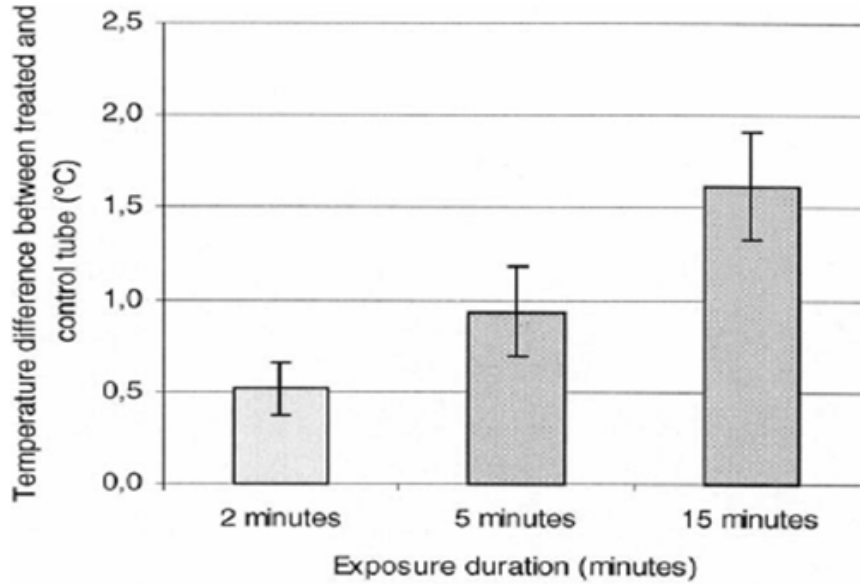
مدل IPR اثرات بیولوژیکی ناشی از بکارگیری میدان های مغناطیسی و الکتریکی با شدت کم را تخمین می زند. مدل IPR همبستگی بین عکس العمل یون با تغییرات متغیرهای اعمال شده قابل کنترل نظیر دانسیته جریان در میدان های مغناطیسی DC و AC ، فرکانس سیستم AC و نسبت بار به جرم را بیان می نماید. اساس این مدل تغییر در اثرات متقابل بین یون های خاص با ماتریکس های بیولوژیکی (مثل پروتئین ها) است که منجر به بروز تغییرات ثابت قابل مشاهده در سطح سلول می شوند. بر اساس مدل IPR ممکن است با بکارگیری میدان مغناطیسی در فرکانس رزونانس یون ، اثر متقابل یون با محیط بیولوژیکی در محدوده خاصی از شدت میدان مغناطیسی B تغییر نماید. تغییر در اثر متقابل ممکن است بصورت تغییر در فعالیت بیولوژیکی نمودار شود. در شرایط عدم رزونانس سیستم بیولوژیکی عکس العملی در مقابل شدت میدان مغناطیسی B نشان نمی دهد. در مدل IPR قابلیت اثر بر هر یون غیر هیدراته ، که احتمالاً به یک ساختمان مولکولی متصل شده است و می تواند پاسخ بیولوژیکی مشاهده شده را تحت تاثیر قرار دهد ، مد نظر قرار دارد. ساختمان مولکولی ممکن است از پروتئین ها ، اسیدهای نوکلئیک و چربی ها تشکیل شده باشد. وجود فاکتورهای یونی جهت ایجاد خاصیت عمل کنندگی در ساختمان مولکولی لازم می باشد [۲].

۳،۳،۲- سایر تئوری ها

زمانی که یک سیستم بیولوژیکی در یک میدان مغناطیسی و یا الکتریکی قرار می گیرد نیروی معادل F بر ذرات باردار سیستم وارد می شود که به کمک فرمول زیر محاسبه می گردد :

$$F = q(E + V + B)$$

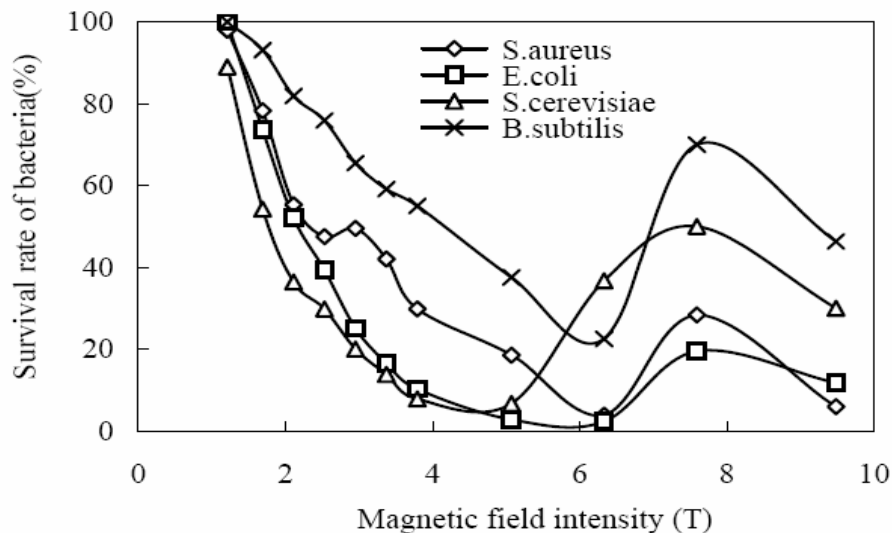
نیروی ایجاد شده یک جریان یونی بوجود می آورد که سبب انتقال یون ها از نقطه ای به نقطه دیگر می شود (مثل انتقال یون از نقطه ای در غشا به نقطه دیگری در آن) علاوه بر این ، نیروی مذکور می تواند جابجایی جزئی در یون های تثبیت شده ایجاد نماید . این پدیده سبب ایجاد کانال های حساس به ولتاژ در غشا می گردد [۳].



شکل ۲- تاثیر افزایش میدان مغناطیسی بر افزایش درجه حرارت مواد

۴،۲- تاثیر شدت میدان مغناطیسی بر میزان بقای باکتریها

همانطور که در شکل ۳ دیده می شود میزان بقای باکتریها با افزایش شدت میدان مغناطیسی کاهش می یابد و به حداقل ممکنه می رسد و بعد از رسیدن به این نقطه با افزایش شدت میدان مغناطیسی باعث ازدیاد میزان بقای باکتریها می شود که دلیل این اتفاق هنوز مشخص نیست. که حداقل میزان بقای *S. cerevisiae* برابر با ۶/۷٪ می باشد در میدان مغناطیسی با شدت ۵/۰۷ تسلا به دست می آید و برای باکترهای *E. coli* و *S. aureus* و *B. subtilis* حداقل بقای باکتریها به ترتیب برابر است با ۲/۲۵، ۳/۸ و ۲۲/۵ درصد می باشد [۴].



شکل ۳- تاثیر شدت میدان مغناطیسی بر میزان بقای باکتریها

۳- نتیجه گیری

بطور کلی میدان های مغناطیسی بر جهت حرکت میکروارگانیسمها موثر بوده و رشد و تولید مثل آنها را تعدیل می نماید. میدان های مغناطیسی سنتز DNA را افزایش داده ، جهت مولکولها و غشاهای بیولوژیکی را در جهت موازی و یا عمود بر میدان مغناطیسی بکار رفته تغییر می دهند و سبب تغییر در جهت حرکت آهسته یون ها در غشای سلول و لذا تعدیل سرعت رشد می گردند .

۴- منابع

- 1- Chen Guozhang; & Chen Xiaohui Talk on Research Hot Point of Bio-electromagnetics: non-thermal effect. *Physics(Chinese)*, (1998). 27(3): 151-155
- 2- Hofman, G. A Deactivation of microorganisms by an oscillating magnetic field.(1985). Patent US4524079
- 3- Kalchayanand, N.; Sikes, A.; Dunne, C. P.; & Ray, B. Interaction of hydrostatic pressure, time and temperature of pressurization and pediocin ACh on inactivation of foodborne bacteria. *Journal Food Protect.* (1998). 61(4):425-431
- 4- Ma Haile, Mengxiang Gao, Zhongli Pan, Lin Luo, Efficacy in Microbial Sterilization of Pulsed Magnetic Field Treatment, *Journal of Food Engineering* (2008) Volume 4, Issue 4
- 5- Ma Haile; Gao Mengxiang; & Guo Kangquan Influence of Medium Parameters of Microorganisms on Bactericidal Effect of Pulsed Magnetic Fields. *Food Science(Chinese)* (2004)., 25(8):42-46
- 6- Mengxiang; Ma Haile; & Guo Kangquan (2004). Sterilization of Watermelon Juice Using Pulsed Magnetic Field. *Food and Fermentation Industries(Chinese)*, (03):14-17

abstract

Effect of constant and alternating magnetic fields in preventing the growth of microorganisms in the field indicate the potential to microbial food safety. Processes the magnetic field at atmospheric pressure and temperature stability that will help food is done microorganisms, 50-50 Tesla magnetic field intensity, short pulses micro seconds 25 to 10 milli second and frequency of 500-500 kHz is required.



Frequencies over 500 kHz less effect disable the microorganisms and food temperatures are increasing. The most important factor in maintaining successful food via electrical resistance above the magnetic field there (more than 10-25 ohm - cm) is. In general, magnetic fields and the motion was effective microorganism growth and reproduction makes them adjust. Magnetic fields increased DNA synthesis, for biological molecules and membranes in parallel or perpendicular to the magnetic field are used to change and cause changes in slow motion for ions in the cell membrane and thus adjust their growth rate represented

