تولید سس مایونز فرآویژه از تلقیح باکتری‌های پروبیوتیکی ریزپوشانی شده با آلژینات و نشاسته مقاوم ذرت

نیما محمدی[a*]، مریم فهیم دانش[b]، حامد اهری[c]، محمد علی خسروی زنجانی[d]

[a] کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران
[b] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر قدس، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران
[c] عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران
[d] دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۳/۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۶/۴

چکیده

مقدمه: سس مایونز به عنوان یک چاشنی همواره مورد توجه قشر وسیعی از جامعه بوده است. تولید سس مایونز فرآویژه با استفاده از پروبیوتیک‌های ریزپوشانی شده دارای اثرات سلامت بخش زیادی برای مصرف کننده می‌باشد. ریزپوشانی، یکی از جدیدترین روش‌ها به منظور افزایش قابلیت زنده مانی پروبیوتیک‌ها در فرایندهای غذایی است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، از آلژینات کلسیم و نشاسته مقاوم ذرت برای ایجاد کپسول‌ها به روش امولسیون استفاده شد و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس کازئی و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم به حالت آزاد و ریزپوشانی شده به سس مایونز افزوده شد و زنده مانی، pH و ویژگی‌های حسی سس مایونز در طی ۳۰ روز نگهداری در دمای $4\ ^{o}C$ مورد ارزیابی قرار گرفت و اندازه و شکل کپسول‌های تشکیل شده با میکروسکوپ نوری و الکترونی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: پروبیوتیک های ریزپوشانی شده نسبت به حالت آزاد زنده مانی بیشتری در سس مایونز داشتند. تفاوت قابل ملاحظه‌ایی از نظر ساختار و شکل کپسول‌ها با نشاسته مقاوم توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی مشاهده نشد و ریزپوشانی پروبیوتیک‌ها ویژگی‌های حسی محصول را بهبود داد.

نتیجه‌گیری: ریزپوشانی، زنده مانی پروبیوتیک‌ها را در سس مایونز افزایش داد و تولید سس مایونز فرآویژه امکان پذیر شد.

واژه‌های کلیدی: *پروبیوتیک، پری بیوتیک، ریزپوشانی، میکروسکوپ نوری، نشاسته مقاوم*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: Nima.Mohammadi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

یکی از مواد غذایی که امروزه با گسترش زندگی صنعتی مصرف فراوانی پیدا کرده‌اند، سس‌ها می‌باشند. این فرآورده گذشته از طعم مطلوبی که به عنوان یک چاشنی در مواد غذایی نظیر سالاد ها و غذاهای آماده ایجاد می‌کنند، بدان علت که موادی مانند تخم مرغ و روغن گیاهی ترکیبات اصلی آن را تشکیل می‌دهند، می‌توانند نقش موثری را در تامین مواد مغذی و انرژی زای لازم برای انسان داشته باشند (بی‌نام، ۱۳۸۰). بنابراین تبدیل این محصولات به مواد غذایی فرآویژه، می تواند نقش بسزایی در بهبود سطح سلامت جامعه داشته باشد. پروبیوتیک‌ها در بیشتر سس‌ها، رشد و تکثیر محسوس ندارند که این امر می‌تواند به علت عدم وجود فرآیند تخمیر در این نوع محصولات و بالا بودن سطح اسید موجود در آن ها باشد، بدین منظور تکنیک‌های مختلف میکروانکپسولاسیون برای افزایش زنده مانی پروبیوتیک ها مورد استفاده قرار گرفته است. در این فرآورده ها، کنترل عاملی نظیر فعالیت باکتری کشی اسید استیک اهمیت فراوان دارد (Khalil & Mansour, 1998). لذا میکروانکپسولاسیون پروبیوتیک‌ها تاثیرات ثمر بخشی بر زنده مانی آن‌ها در شرایط نامساعد اسیدی می‌تواند داشته باشد و این تکنیک می تواند مقاومت پروبیوتیک‌ها را در برابر شرایط نامناسب محیطی مواد غذایی با فعالیت باکتری کشی اسید استیک، افزایش دهد (Fahimdanesh *et al*., 2012). پروبیوتیک‌ها به عنوان یک کشت خالص یا مخلوطی از میکروارگانیسم‌های زنده‌ایی تعریف شده‌اند که پس از مصرف، با بهبود ویژگی‌های فلور روده‌ای، اثرات مفیدی را در میزبان به‌جای می‌گذارند (خسروی زنجانی و همکاران، ۱۳۹۲). الی مچینکوف، نخستین کسی بود که اثرات سلامت بخش باکتری‌های لاکتیکی را تائید کرد (Dobrogosz *et al*., 2010). باکتری های پروبیوتیکی از قبیل لاکتوباسیلوس‌ها نقش مهمی در کاهش سطح کلسترول سرم، فعالیت غیر سرطانی، کاهش عدم تحمل لاکتوز، ارتقا سیستم ایمنی دارند (Altamirano-Fortoul *et al*., 2012). پری بیوتیک‌ها نیز ترکیباتی غیر قابل هضم یا با قابلیت هضم اندک‌اند که رشد و یا فعالیت پروبیوتیک‌ها را تشدید می‌کنند و به طور اختصاصی می‌توانند توسط پروبیوتیک‌ها مورد استفاده قرار گیرند (Aragon-Alegro *et al*., 2007; Sultana *et al*., 2000). از این ترکیبات می‌توان به نشاسته مقاوم ذرت، فروکتوالیگوساکاریدها، گالاکتوالیگوساکارید ها و اینولین اشاره کرد (Mokarram *et al*., 2009; Ahmadi *et al*., 2012; Nazzaro *et al*., 2009). به محصولی که دارای هر دو عامل پروبیوتیک و پری بیوتیک باشد، اصطلاحا محصول فرآویژه اطلاق می‌شود (Mirzaei *et al*., 2012). افزودن ترکیبات پری بیوتیکی از قبیل نشاسته و الیگوساکاریدها زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیکی را افزایش می‌دهند (Donthidi *et al*., 2010; Sultana *et al*., 2000). ریزپوشانی به عنوان یکی از شیوه‌های نوین برای افزایش زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیکی در فراورده‌های غذایی و شرایط نامساعد استفاده می‌شود (Homayouni *et al*., 2008; Mohammadi, *et al*., 2012). مطالعات زیادی در رابطه با ریزپوشانی پروبیوتیک‌ها با استفاده از ترکیبات گوناگون نظیر زانتان (Nazzaro *et al*., 2009)، ژلاتین (Ribeiro *et al*., 2005)، و کاپا کاراگینان (Tsen *et al*., 2002) صورت گرفته است، با این حال آلژینات، به میزان گسترده در فرآیند ریزپوشانی استفاده شده است (Homayouni *et al*., 2008; Mohammadi *et al*., 2012; Zanjani *et al*., 2012). این ماده از جلبک‌های دریایی استخراج شده و با کلسیم کلرید ساختار مستحکمی را بوجود می‌آورد. از مزایای آلژینات کلسیم می‌توان به غیر سمی بودن، آسان بودن تشکیل کپسول آن و هزینه پایین آن اشاره کرد (Zanjani *et al*., 2012). کپسول‌های آلژینات را می‌توان با روش امولسیون و اکستروژن آماده سازی نمود (Zuidam & Shimoni, 2010). اندازه میکروکپسول‌ها بسته به مواد و تکنولوژی سازگار با تولید آنها، می‌تواند از میکرومتر تا چند میلی‌متر متغیر باشد. دیواره میکروکپسول‌ها نیمه‌تراوا می‌باشد، بنابراین به متابولیت‌ها اجازه عبور می‌دهد اما از خروج سلول‌های باکتریایی جلوگیری می‌کند (Mokarram *et al*., 2012; Altamirano-Fortoul *et al*., 2009). پروبیوتیک‌ها به انواع مختلفی از محصولات غذایی تلقیح شده‌اند از قبیل ماست (Sultana *et al*., 2000)، سبزیجات یخ زده (Heenan *et al*., 2004)، بستنی (Cruz *et al*.,

Archive of SID

www.SID.ir

2009)، شیر (Hansen *et al*., 2002). همچنین گزارش شده است که سس مایونز به علت فعالیت آبی بالا، یک بستر مناسب برای پروبیوتیک‌ها می‌باشد (Fahimdanesh *et al*., 2012). فاکتور محدود کننده در زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیکی pH پایین در سس مایونز است که به علت غلظت بالای اسید استیک موجود در آن می‌باشد (Khalil & Mansour, 1998). تایید شده است که پروبیوتیک‌های ریزپوشانی شده زنده مانی بهتری در شرایط اسیدی دارند (Kailasapathy *et al*., 2003). با این حال زنده مانی پروبیوتیک‌های ریزپوشانی شده با آلژینات کلسیم و استفاده از نشاسته مقاوم ذرت به عنوان یک ترکیب پری بیوتیک در سس مایونز، تا به حال گزارش نشده است. هدف از این مطالعه، تلقیح پروبیوتیک‌ها به صورت آزاد و ریزپوشانی شده به سس مایونز و ارزیابی تاثیر ریزپوشانی بر روی زنده مانی و خصوصیات حسی سس مایونز در طول نگهداری در دمای ۴ ^{o}C می باشد.

مواد و روش‌ها

- آماده سازی پروبیوتیک‌ها

لاکتوباسیلوس کازئی ATCC 39392، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس ATCC 43121 و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم ATCC 29521 به صورت خالص و لیوفیلیزه تهیه شد و در ۲۰ میلی لیتر محیط کشت MRS (de Man, Rogosa, Sharpe) مایع (Merck Germany) در دمای ۳۷ ^{o}C به مدت ۲۴ ساعت فعال گردید. سپس نمونه حاصل در ۹۵ میلی‌لیتر محیط کشت MRS مایع تلقیح شد و تحت شرایط فوق تکثیر گردید. بیومس حاصله بوسیله سانتریفیوژ ۴۰۰۰ rpm برای مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ ^{o}C جداسازی شد و در دو مرحله با محلول استریل ۰/۱ درصد آب پپتونه شستشو داده شد. تعداد سلول‌های پروبیوتیکی سوسپانسیون اولیه تقریبا 10^{11} cfu/ml اندازه گیری شد.

- ریزپوشانی پروبیوتیک‌ها

ریزپوشانی پروبیوتیک‌ها با استفاده از روش امولسیون انجام پذیرفت (Sultana *et al*., 2000). تمامی ظروف شیشه‌ای و محلول ها در دمای ۱۲۱^{o}C به مدت ۱۵ دقیقه استریل شدند. ابتدا ۲ گرم آلژینات سدیم (Sigma- Aldrich 71238) و ۲ گرم نشاسته مقاوم ذرت (Hi- maize 260 National starch UK) به آرامی به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گشت تا کاملا مخلوط یکنواختی حاصل شد، سپس محلول آماده شده با سوسپانسیون میکروبی (۰/۱٪) به مدت ۵ دقیقه کاملا مخلوط شد. برای تشکیل امولسیون، به مخلوط حاصله ۲۰۰ میلی لیتر روغن ذرت حاوی ۰/۲ درصد امولسیفایر توئین۸۰ (Merck Germany) ریخته شد و با استفاده از همزن مغناطیسی (Heydolph Stirrer, Germany) با سرعت (۳۵۰ rpm) به مدت ۲۰ دقیقه پراکنده گردید تا امولسیون یکنواختی تشکیل شد، به‌منظور تشکیل کپسول‌ها به محلول مورد نظر کلرید کلسیم ۰/۱ مولار اضافه گشت، فاز روغنی از امولسیون جدا شد، پس از ۳۰ دقیقه کپسول‌ها در انتهای ظرف ته نشین شدند که به منظور جداسازی کپسول‌ها از سانتریفیوژ ۳۵۰ rcf به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد، در نهایت کپسول های جدا شده با محلول آب پپتونه ۰/۱ درصد شسته شده و در دمای ۴ ^{o}C نگهداری شدند.

- شمارش تعداد باکتری‌های به دام افتاده در کپسول‌ها

در این مطالعه کپسول‌های حاوی باکتری پروبیوتیکی به‌منظور شمارش تعداد باکتری‌های به دام افتاده در داخل کپسول، توسط بافر فسفات (pH:۷، ۰/۱M) آزاد سازی شدند، این روش با شیوه ی محققان دیگر نیز مطابقت دارد (Mohammadi *et al*., 2012; Zanjani *et al*., 2012). ۱ گرم از کپسول های تهیه شده را به ۹ میلی لیتر محلول استریل بافر فسفات اضافه گردید و به مدت ۱۵ دقیقه هم‌زده شد (IKA-MS2, Minishaker, USA) تا کپسول‌ها به طور کامل حل و باکتری‌ها آزاد شوند. سپس با استفاده از محیط جامد MRS آگار، باکتری ها کشت داده شدند. باکتری لاکتوباسیلوس کازئی در انکوباتور CO_2 و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در شرایط بی‌هوازی در دمای ۳۷ ^{o}C گرمخانه‌گذاری شدند. شمارش باکتری‌ها در ۳ تکرار صورت پذیرفت.

- بررسی شکل و اندازه کپسول‌ها

شکل ذرات بوسیله میکروسکوپ نوری (Master sizer Malvern 2000 UK) با بزرگ نمایی ×۴۰ مورد بررسی قرار گرفته است. قطر کپسول‌ها بوسیله نرم افزار

Archive of SID
www.SID.ir

آنالیز تصویری میکروسکوپ نوری (Leica Qwin 550) برای ۱۰۰ نمونه تصادفی ریزپوشانی شده محاسبه شده است. همچنین برای شناسایی دقیق سطح کپسول‌ها از میکروسکوپ الکترونی (LEO 440 I, England) استفاده شد. بدین منظور ابتدا آماده‌سازی کپسول‌ها از طریق تهیه سوسپانسیون در آب مقطر در فالکون های آزمایشگاهی انجام شد و مقدار ۳ سی‌سی از محلول حاصله، بوسیله چسب دو طرفه بر روی لام دستگاه تثبیت شد تا حلال تبخیر گردد و سپس در دستگاه اسپاترکوتر حاوی گاز آرگون، روکش آب طلا به روی نمونه های موجود بر پایه، جهت تثبیت انتقال داده تا بعد از ۱۰ دقیقه نمونه‌های آماده شده دارای روکش طلا به محفظه دستگاه میکروسکوپ الکترونی انتقال یابند و در نهایت مشاهده کپسول‌ها بوسیله میکروسکوپ الکترونی با تابش الکترونی ۱۰ کیلو وات انجام گرفت (Mokarram *et al*., 2009).

- تهیه سس مایونز

فرمولاسیون سس مایونز در جدول ۱ مشخص گردیده است. نمونه‌های سس مایونز تلقیح شده با پروبیوتیک های ریزپوشانی شده و آزاد در دمای ^{o}C ۴ به مدت ۳۰ روز برای آزمایش نگهداری شدند.

- تغییرات pH سس مایونز در طی نگهداری

اندازه گیری pH نمونه های سس مایونز توسط pH متر دیجیتالی (744, Metrohm, Switzerland) سنجیده شد. سنجش pH مطابق با روش استاندارد سس مایونز به شماره ی ۲۴۵۴ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ارزیابی شد. در این مطالعه، pH متر با استفاده از محلول بافرهای استاندارد pH ۴ و pH ۷ کالیبره شد.

- ارزیابی حسی سس مایونز

ارزیابی حسی بعد از ۳۰ روز نگهداری در دمای ^{o}C ۴ انجام شده است. یک پانل که شامل ۲۰ نفر از افراد آموزش دیده بودند، نمونه‌های سس مایونز را به صورت مجزا در دمای اتاق ارزیابی کردند. فرایند با استفاده از یک سری خصوصیات مهم سس مایونز از قبیل طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی سنجیده شده است. نمره ها از ۱ تا ۵ برای بافت و رنگ (۱ بدترین حالت و نمره ۵ برای بهترین حالت) و نمره از ۱ تا ۱۰ برای طعم (۱ برای بدترین حالت و ۱۰ برای بهترین حالت) در نظر گرفته شده است این روش نمره دهی با شیوه ی سایر محققان هم خوانی دارد (Mohammadi *et al*., 2012).

- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ۲۰ (SPSS Inc., Chicago, IL) انجام شده است. مقایسه بین میانگین‌ها ($P < ۰/۰۵$) بوسیله آزمون‌های آماری چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفته شده است.

یافته ها

- تعیین اندازه و شکل ظاهری کپسول ها

در این مطالعه، نتایج حاصل از میکروسکوپ نوری نشان می‌دهد که کپسول ها از نظر شکل کروی، و ذرات نشاسته بر روی سطح کپسول‌ها مشاهده می‌شود. قطر میانگین ۱۰۰ نمونه‌ی کپسول حدود ۱۶۰ میکرون محاسبه شد.

- تغییرات pH سس مایونز در طی نگهداری

تغییرات pH در طول نگهداری در دمای ^{o}C ۴ به مدت ۳۰ روز مورد ارزیابی قرار گرفت. pH سس مایونز تلقیح شده با پروبیوتیک‌های ریزپوشانی شده و آزاد با نمونه ی شاهد هیچ تفاوت معنی داری نداشت.

- زنده مانی پروبیوتیک های آزاد و ریزپوشانی شده در سس مایونز

با مقایسه زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیکی در دو حالت آزاد و ریزپوشانی شده با آلژینات کلسیم و نشاسته مقاوم بعد از ۳۰ روز نگهداری در دمای ^{o}C ۴، نقش و تاثیر فرایند ریزپوشانی در طی نگهداری قابل ارزیابی است.

- ارزیابی حسی

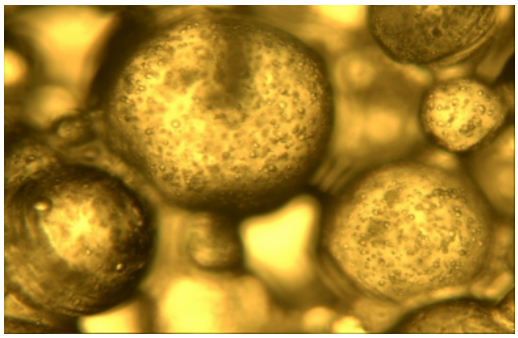
نتایج ارزیابی حسی سس مایونز نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در طعم حاصل نشد ($P > ۰/۰۵$)، اما رنگ و بافت سس مایونز تحت تاثیر معنی داری ($P < ۰/۰۵$) قرار گرفت.

Archive of SID

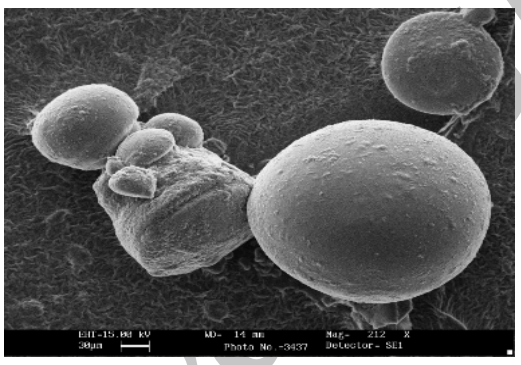
www.SID.ir

جدول ۱- فرمولاسیون سس مایونز

ماده اولیه	تخم مرغ	خردل	روغن	شکر	نمک	آب	اسید استیک	اسید سیتریک	پتاسیم سوربات	بنزوات سدیم	صمغ
مقدار (٪)	۹	۰/۳	۶۵	۵	۱/۶	۱۲	۶	۰/۰۳۱۴۲	۰/۰۳۴۲۹	۰/۰۳۴۲۹	۱



شکل ۱- تصویر میکروسکوپ نوری از کپسول های آلژینات کلسیم با نشاسته مقاوم با بزرگنمایی ×۴۰



شکل ۲- تصویر میکروسکوپ الکترونی از کپسول های آلژینات کلسیم و نشاسته مقاوم

بحث

به‌منظور بهره مندی از ویژگی‌های سلامت زایی، پروبیوتیک‌ها باید به تعداد 10^6 تا 10^7 سلول زنده در هر گرم از فراورده‌های غذایی وجود داشته باشند (Krasaekoopt *et al*., 2003). از این رو فرآیند ریزپوشانی، تاثیر قابل ملاحظه‌ایی در زنده مانی پروبیوتیک‌ها در فراورده های غذایی دارد و سس مایونز می‌تواند به عنوان یک بستر مناسب برای باکتری‌های پروبیوتیک ریزپوشانی شده عمل کند و مصرف آن در جهت بروز اثرات مفید سلامت بخش، مناسب باشد.

- شکل و اندازه کپسول ها

مشاهدات با میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی نشان دادند که ذرات آلژینات کلسیم با نشاسته مقاوم کروی هستند و همچنین حضور نشاسته بر روی سطح کپسول‌ها نمایان بود (شکل‌های ۱ و ۲). محققان گزارش کرده اند که شکل و ساختار همه‌ی کپسول‌هایی که با روش امولسیون حاصل می‌شوند کروی است و نشاسته در سطح کپسول‌ها کاملا نمایان می‌باشد (Ahmadi *et al*., 2012)، که با نتایج حاصل از این مطالعه همخوانی دارد. قطر میانگین کپسول‌ها ۱۶۰ میکرون بود که این اندازه برای سس مایونز مطلوب و برای احساس دهانی مناسب می‌باشد. مطالعات زیادی نشان می‌دهد که کپسول‌هایی با سایز بزرگتر از ۱ میلی متر، بافت محصول نهایی را شنی می‌کنند (Zanjani *et al*., 2012). پژوهشگران زیادی شکل‌های مشابهی از کپسول‌ها ارائه کرده‌اند (Mokarram *et al*., 2009; Mohammadi *et al*., 2012; Zanjani *et al*., 2012)، که با نتایج بدست آمده مطابقت دارند.

- تغییرات pH سس مایونز در طی نگهداری

نتایج نشان می‌دهد که pH نمونه‌های شاهد به ۴/۰۲ در پایان ۳۰ روز نگهداری و pH نمونه‌های پروبیوتیک‌های آزاد با روندی مشابه نمونه‌های شاهد، کاهش یافت. علت

Archive of SID
www.SID.ir

این امر را می‌توان به کاهش زنده مانی پروبیوتیک ها در pH کمتر از ۴/۶ دانست (Khalil & Mansour, 1998; Homayouni *et al*., 2008)، از این رو تفاوت قابل ملاحظه ایی بین نمونه‌های آزاد و شاهد مشاهده نشد. pH نمونه های باکتری های پروبیوتیکی ریزپوشانی شده به ۴/۰۲ کاهش یافت و تفاوت معنی داری با شاهد نداشت ($P > ۰/۰۵$). مطالعات زیادی نشان می دهد که ریزپوشانی باکتری ها، جذب مواد مغذی را کند و سرعت آزاد سازی متابولیت ها را از طریق ساختار کپسول آلژینات آهسته می‌کند (Aragon-Alegro *et al*., 2007; Rivera-Espinoza & Gallardo-Navarro, 2010).

- زنده مانی پروبیوتیک های آزاد و ریزپوشانی شده در سس مایونز

در این مطالعه، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس کازئی و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم با آلژینات کلسیم و نشاسته مقاوم در سس مایونز ریزپوشانی شد. سس مایونز در طی ۳۰ روز نگهداری در دمای $4\ ^{o}C$ به منظور ارزیابی زنده مانی، مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که تعداد سلول‌های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس کازئی آزاد به ترتیب ۵ و ۶ سیکل لگاریتمی کاهش داشته‌اند و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم آزاد بعد از ۳۰ روز نگهداری در دمای $4\ ^{o}C$ تمامی آن ها مردند. با این حال لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس کازئی و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم ریزپوشانی شده به ترتیب ۳ و ۳ و ۵ سیکل لگاریتمی کاهش داشته‌اند. علت کاهش بیشتر تعداد سلول های آزاد پروبیوتیک ها در مقایسه با حالت ریزپوشانی شده را می‌توان به فعالیت باکتری کشی اسید استیک در سس مایونز اشاره کرد (Khalil & Mansour, 1998; Mohammadi *et al*., 2012). نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی داری ($P<۰/۰۵$) بین زنده‌مانی پروبیوتیک های آزاد و ریزپوشانی شده در سس مایونز در پایان ۳۰ روز نگهداری وجود دارد همچنین بیفیدوباکتریوم بیفیدوم در مقایسه با لاکتوباسیلوس کازئی و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس زنده مانی کمتری را در سس مایونز در سطح معنی داری نشان داد ($P<۰/۰۵$) زیرا بیفیدوباکتریوم بیفیدوم نسبت به کاهش pH حساس تر از لاکتوباسیلوس کازئی و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس است (Fahimdanesh *et al*., 2012). از آنجایی که بیفیدوباکتریوم بیفیدوم یک باکتری بی هوازی مطلق است، شرایط نگهداری و حضور اکسیژن در بافت محصول منجر به کاهش بیشتر آن در طول مدت نگهداری می شود (Homayouni *et al*., 2008). بنابراین، سس مایونز به علت فعالیت باکتری‌کشی اسید استیک، نمی تواند بستر مناسبی برای باکتری‌های بیفیدوباکتریوم بیفیدوم آزاد در مقایسه با لاکتوباسیلوس کازئی و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس آزاد باشد. نتایج محققان نشان می‌دهد که پروبیوتیک‌های ریزپوشانی شده در محیط اسیدی همانند ماست، منجر به ارتقا سطح زنده مانی در محصول نهایی می‌شود (Sultana *et al*., 2000). همچنین پژوهشگران گزارش کردند که بیفیدوباکتریوم بیفیدوم نسبت به تغییرات pH، حضور اکسیژن و کاهش فعالیت آبی، حساس تر از لاکتوباسیلوس کازئی است (Krasaekoopt *et al*., 2004). نتایج بدست آمده از این مطالعه بیانگر تاثیر مثبت کپسول‌های آلژینات با نشاسته مقاوم در طی نگهداری بر روی زنده مانی پروبیوتیک‌ها است. مطالعات متعددی نشان داده اند که افزایش تعداد سلول‌های زنده در پروبیوتیک ها مربوط به افزودن نشاسته مقاوم است که به عنوان یک ماده پری بیوتیک عمل می‌کند، این یافته با نتایج سایر محققان هم‌خوانی دارد (Kebary & Hussein, 1999; Mirzaei *et al*., 2012). نشاسته مقاوم ذرت حتی در شرایط اسیدی سس مایونز، زنده مانی پروبیوتیک‌ها را افزایش می‌دهد، از این رو خصوصیات مطلوب پروبیوتیک‌ها را برای مصرف کننده فراهم می کند (Fahimdanesh *et al*., 2012).

- ارزیابی حسی سس مایونز

نتایج نشان می‌دهد که طعم نمونه های سس مایونز پس از ۳۰ روز نگهداری تفاوت قابل ملاحظه ایی نداشت با این حال، انتظار می رفت که افزودن نشاسته مقاوم ذرت در ساختار کپسول‌های آلژینات کمی طعم سس مایونز را تحت تاثیر قرار دهد. اما پانل‌ها تفاوت طعم را بین نمونه‌های شاهد، آزاد و ریزپوشانی شده پروبیوتیک ها در سس مایونز تشخیص ندادند. نمره های تعیین شده برای رنگ و بافت نشان داد که افزودن پروبیوتیک ها آزاد و ریزپوشانی شده تاثیر معنی داری ($P < ۰/۰۵$) بر روی خصوصیات حسی محصول داشت. محققان گزارش کردند که کاهش رنگ نمونه های سس مایونز حاوی سلول‌های آزاد پروبیوتیک ها

Archive of SID

www.SID.ir

و یا شاهد، احتمالا به علت اکسیداسیون روغن در طی نگهداری است (Mohammadi *et al*., 2012). افزون بر این، تولید اگزو پلی ساکاریدها توسط لاکتوباسیل‌ها ممکن است بافت نمونه‌های سس مایونز را بهبود دهد. این یافته با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (Fahimdanesh *et al*., 2012; Li Hsieh & Regenstein, 1991; Lock & Board, 1995; Brown *et al*., 1997).

نتیجه گیری

در مجموع، این مطالعه نشان داد که ریزپوشانی با آلژینات کلسیم و نشاسته مقاوم در طی نگهداری، زنده مانی پروبیوتیک‌ها را در سس مایونز افزایش می‌دهد و یک محافظ خوب برای سلول‌های باکتری در مقابل فعالیت باکتری‌کشی اسید استیک موجود در سس مایونز است. همچنین تفاوت قابل ملاحظه‌ایی در ساختار کپسول‌ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی و نوری مشاهده نشد و تمامی نشاسته ها بر روی سطح کپسول‌ها مشاهده شدند از طرف دیگر ریزپوشانی با نشاسته مقاوم پذیرش حسی محصول را بهبود داد. همچنین پیشنهاد می‌شود تا سایر روش‌های ریزپوشانی مانند خشک‌کردن افشان و اکستروژن گریز از مرکز، جهت ریزپوشانی باکتری‌های پروبیوتیکی مورد مطالعه قرار بگیرند.

سپاسگزاری

صمیمانه از همکاری بی‌وقفه کارشناسان محترم مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران تشکر می‌کنم که مرا در طی مراحل این پژوهش، یاری کردند.

منابع

بی‌نام. (۱۳۸۰). مایونز، و سس های سالاد- ویژگیها. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۴۵۴ تجدید نظر اول.

خسروی زنجانی، م. ع.، غیاثی طرزی، ب.، شریفان، ا.، باخدا، خ. و محمدی، ن. (۱۳۹۲). بررسی تاثیر ریزپوشانی با آلژینات کلسیم و نشاسته مقاوم ذرت بر روی زنده‌مانی لاکتوباسیلوس کازئی و خصوصیات حسی در کرم مغزی کیک. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، سال هشتم، شماره ۱، صفحات ۴۸-۳۹.

Ahmadi, A., Milani, E., Madadlou, A., Mortazavi, S., Mokarram, R. & Salarbashi, D. (2012). Synbiotic yogurt-ice cream produced via incorporation of microencapsulated lactobacillus acidophilus (la-5) and fructooligosaccharide. Journal of Food Science and Technology, 1-7.

Altamirano-Fortoul, R., Moreno-Terrazas, R., Quezada-Gallo, A. & Rosell, C. M. (2012). Viability of some probiotic coatings in bread and its effect on the crust mechanical properties. Food Hydrocolloids, 29(1), 166-174.

Aragon-Alegro, L. C., Alarcon Alegro, J. H., Roberta Cardarelli, H., Chih Chiu, M. & Isay Saad, S. M. (2007). Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. LWT - Food Science and Technology, 40(4), 669-675.

Brown, I., Warhurst, M., Arcot, J., Playne, M., Illman, R. J. & Topping, D. L. (1997). Fecal numbers of bifidobacteria are higher in pigs fed Bifidobacterium longum with a high amylose cornstarch than with a low amylose cornstarch. J Nutr, 127(9), 1822-1827.

Collins, M. A. (1985). Effects of pH and acidulate type on the survival of some food poisoning bacteria in mayonnaise. Microbiologie - Aliments – Nutrition, 3, 215-221.

Cruz, A. G., Antunes, A. E. C., Sousa, A. L. O. P., Faria, J. A. F. & Saad, S. M. I. (2009). Ice-cream as a probiotic food carrier. Food Research International, 42(9), 1233-1239.

Dobrogosz, W. J., Peacock, T.J. & Hassan, H. M. (2010). Evolution of the probiotic concept from conception to validation and acceptance in medical science. Adv. Appl. Microbiol. 72, 1–41.

Donthidi, A. R., Tester, R. F. & Aidoo, K. E. (2010). Effect of lecithin and starch on alginate-encapsulated probiotic bacteria. J Microencapsul, 27(1), 67-77.

Fahimdanesh, M., Mohammadi, N., Ahari, H., Zanjani, M. A. K., Hargalani, F. Z. & Behrouznasab, K. (2012). Effect of microencapsulation plus resistant starch on survival of Lactobacillus casei and Bifidobacterium bifidum in mayonnaise sauce. African Journal of Microbiology Research, 6(40), 6853-6858.

Hansen, L. T., Allan-Wojtas, P. M., Jin, Y. L. & Paulson, A. T. (2002). Survival of Ca-alginate microencapsulated Bifidobacterium

Archive of SID

www.SID.ir

spp. in milk and simulated gastrointestinal conditions. Food Microbiology, 19(1), 35-45.

Heenan, C. N., Adams, M. C., Hosken, R. W. & Fleet, G. H. (2004). Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a nonfermented frozen vegetarian dessert. LWT-Food Science and Technology, 37(4), 461-466.

Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M. R., Yarmand, M. S. & Razavi, S. H. (2008). Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. Food Chemistry, 111(1), 50-55.

Kailasapathy, K., Sydney, U. O. W. & Sultana, K. (2003). Survival and [beta]-D-galactosidase activity of encapsulated and free Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium lactis in ice-cream.

Kebary, K. M. K. & Hussein, A. S. (1999). Improving Viability of Bifidobacteria by Microentrapment and Their Effect on Some Pathogenic Bacteria in Stirred Yoghurt. AAlim, 28(2), 110-132.

Khalil, A. H. & Mansour, E. H. (1998). Alginate Encapsulated Bifidobacteria Survival in Mayonnaise. Journal of Food Science, 63(4), 702-705.

Krasaekoopt, W., Bhandari, B. & Deeth, H. (2003). Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. International Dairy Journal, 13(1), 3-13.

Krasaekoopt, W., Bhandari, B. & Deeth, H. (2004). The influence of coating materials on some properties of alginate beads and survivability of microencapsulated probiotic bacteria. International Dairy Journal, 14(8), 737-743.

Li Hsieh, Y.-T. & Regenstein, J. M. (1991). Factors Affecting Quality of Fish Oil Mayonnaise. Journal of Food Science, 56(5), 1298-1301.

Lock, J. L. & Board, R. G. (1995). The fate of Salmonella enteritidis PT4 in home-made mayonnaise prepared from artificially inoculated eggs. Food Microbiology, 12(0), 181-186.

Mirzaei, H., Pourjafar, H. & Homayouni, A. (2012). Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of Lactobacillus acidophilus La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese. Food Chemistry, 132(4), 1966-1970.

Mohammadi, N., Ahari, H., Fahimdanesh, M., Zanjani, M. A. K., Anvar, A. & Shokri, E. (2012). Survival of alginate-prebiotic microencapsulated Lactobacillus acidophilus in mayonnaise sauce. Iranian Journal of Veterinary Medicine, 6(4), 259-264.

Mokarram, R. R., Mortazavi, S. A., Najafi, M. B. H. & Shahidi, F. (2009). The influence of multi stage alginate coating on survivability of potential probiotic bacteria in simulated gastric and intestinal juice. Food Research International, 42(8), 1040-1045.

Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R., Sada, A. & Orlando, P. (2009). Fermentative ability of alginate-prebiotic encapsulated Lactobacillus acidophilus and survival under simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Functional Foods, 1*(3), 319-323.

Ribeiro, A. J., Silva, C., Ferreira, D. & Veiga, F. (2005). Chitosan-reinforced alginate microspheres obtained through the emulsification/internal gelation technique. *European Journal of Pharmaceutical Sciences, 25*(1), 31-40.

Rivera-Espinoza, Y. & Gallardo-Navarro, Y. (2010). Non-dairy probiotic products. Food Microbiology, 27(1), 1-11.

Sultana, K., Godward, G., Reynolds, N., Arumugaswamy, R., Peiris, P. & Kailasapathy, K. (2000). Encapsulation of probiotic bacteria with alginate–starch and evaluation of survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. International Journal of Food Microbiology, 62(1–2), 47-55.

Tsen, J.-H., Chen, H.-H. & King, V. A.-E. (2002). Survival of freeze-dried *Lactobacillus acidophilus* immobilized in kappa-carrageenan gel. *The Journal of General and Applied Microbiology, 48*(4), 237-241.

Zanjani, M. A. K., Tarzi, B. G., Sharifan, A., Mohammadi, N., Bakhoda, H. & Madanipour, M. M. (2012). Microencapsulation of Lactobacillus casei with calcium alginate-resistant starch and evaluation of survival and sensory properties in cream-filled cake. African Journal of Microbiology Research, 6(26), 5511-5517.

Zuidam, N. & Shimoni, E. (2010). Overview of Microencapsulates for Use in Food Products or Processes and Methods to Make Them. In N. J. Zuidam & V. Nedovic (Eds.), Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing (pp. 3-29): Springer New York.

Archive of SID

www.SID.ir