Archive of SID

اولین همایش ملی میان وعده های غذایی
مشهد مقدس - ۱۰ و ۱۱ اردیبهشت ماه ۱۳۹۳

بررسی اثر ریزپوشانی بر بقای *لاکتوباسیلوس کازئی* ATCC 39392 تحت فشار اسمزی ناشی از قند در شرایط شبیه سازی شده دسرهای لبنی پروبیوتیک

صفورا اکبری[1] ، صبیحه سلیمانیان زاد[2]، محمود شیخ زین الدین[3]

[1]دانشجوی دکتری، دانشگاه صنعتی اصفهان، s.akbari@ag.iut.ac.ir

[2]دانشیار، دانشگاه صنعتی اصفهان ، soleiman@cc.iut.ac.ir

[3]دانشیار، دانشگاه صنعتی اصفهان ، zeinodin@cc.iut.ac.ir

چکیده

هدف: *لاکتوباسیلوس کازئی* به عنوان یک پروبیوتیک تجاری امروزه در فرآورده های لبنی بسیار مورد توجه است. با توجه به این که در دسرهای لبنی از مقادیر زیادی قند استفاده می شود و *لاکتوباسیلوس ها* عموماً درمعرض تغییرات فشار اسمزی بستر خود قرار می گیرند، برای افزایش میزان پایداری این میکروارگانیسم در برابر تغییرات فشار اسمزی در بستر دسرهای لبنی روش ریزپوشانی به کارگرفته شد و میزان اثربخشی آن در شرایط شبیه سازی شده دسرهای لبنی بررسی گردید.

روش پژوهش: *لاکتوباسیلوس کازئی* ATCC 39392 درون کپسول هایی از جنس آلژینات کلسیم به روش امولسیون، ریزپوشانی شد. پس از انتقال سلول های ریزپوشانی شده و نشده به صورت جداگانه به بستر شیرخشک بازسازی شده حاوی غلظت های 5%، 15% و 25 % سوکروز، بقای آنها طی دوره انبارمانی 8 هفته در دمای 4 درجه سانتیگراد توسط شمارش میکروبی با فواصل دو هفته ای بررسی شد و با گروه های کنترل (سلول های ریزپوشانی شده و نشده درون بستر شیرخشک بازسازی شده بدون قند) مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث: *لاکتوباسیلوس کازئی* ریزپوشانی شده در بستر بدون قند درمقایسه با بسترهای حاوی غلظت های مختلف قند تا هفته چهارم دوره انبارمانی به تعداد بیشتری زنده ماندند ($p< 0/05$)، در حالی که پس از 8 هفته انبارمانی، پایداری سلول های ریزپوشانی شده، درون بستر حاوی غلظت های مختلف قند نسبت به گروه کنترل، بیشتر بود ($p< 0/05$). بدین معنا که از اثر تنش اسمزی غلظت های بالای قند پس از گذشت 4 هفته از نگهداری کاسته شد. این مسئله احتمالاً ناشی از توانایی این سویه در ایجاد تعادل لازم در فشار اسمزی داخل و خارج از سلول بوده و موقتی بودن تنش اسمزی ناشی از حضور قندها را

www.SID.ir

Archive of SID

نشان می دهد. البته در طول دوره انبارمانی همواره سلول های ریزپوشانی شده به تعداد بیشتری نسبت به سلول های ریزپوشانی نشده زنده ماندند و همچنین بقای سلول های ریزپوشانی شده در غلظت 5% سوکروز نسبت به دیگر غلظت های قند بیشتر بود ($p< 0/05$).

نتیجه گیری کلی: ریزپوشانی روش مناسبی برای حفظ *لاکتوباسیلوس کازئی* به تعداد مورد نیاز برای دسرهای لبنی پروبیوتیک (10^8 cfu/g) تا پایان دوره انبارمانی 8 هفته می باشد.

واژه های کلیدی: :*لاکتوباسیلوس کازئی* ATCC 39392، امولسیون، ریزپوشانی، پروبیوتیک، دسرهای لبنی.

مقدمه

میان وعده‌های غذایی با توجه به فاصله زمانی طولانی بین وعده‌های اصلی غذا اهمیت بسزایی دارند و انتخاب انواع سودمند آنها در تامین سلامت جسمی افراد جامعه بسیار مؤثر است. میان وعده باعث می شود که در وعده های غذایی اصلی حجم کمتری مصرف شود و ضمن پیشگیری از اضافه وزن و چاقی، از بالا و پایین رفتن های شدید قند خون جلوگیری می کند. نوسانات کمتر قند خون نیز از بیماریهای قلب و عروق در طولانی مدت جلوگیری می کند. البته انتخاب میان وعده های غذایی باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر دارا بودن انرژی سایر مواد غذایی را به بدن برساند. انواع میان وعده های مفید که توسط کارشناسان تغذیه توصیه می شوند شامل میوه ها، سبزیجات، مغزها، خشکبار، محصولات غله ای و فرآورده های لبنی است. اخیراً با افزایش سطح آگاهی مردم در رابطه با اثربخشی غذاهای فراسودمند، عرضه میان وعده های غذایی با اثرات فراسودمند مورد توجه قرار گرفته است. امروزه بخش عمده ای از غذاهای فراسومند را غذاهای حاوی میکروب های پروبیوتیک به خود اختصاص داده است[8]. WHO و FAO پروبیوتیک ها را اینطور تعریف کرده اند (2001): میکروارگانیسم های زنده ای (باکتری یا مخمر) که وقتی به مقدار کافی یا در محلی خاص مصرف می شوند یک یا چندین فایده مشخص را برای سلامتی میزبان به همراه دارند. این باکتری ها می بایست از نظر متابولیکی در محصول ثابت و فعال باقی بمانند، در طول مسیر قبل از مرحله هضم به تعداد زیادی زنده مانده، خود را به سلول های اپیتلیال (Epitelial cell) روده برسانند تا بتوانند آثاری سودمند (از قبیل درمان مشکلات نقص عملکرد در روده انسان مانند عدم تحمل لاکتوز، التهاب حاد دستگاه گوارش و همین طور آلرژی های غذایی، التهاب های پوستی مربوط به آلرژی، ورم مفاصل روماتیسمی و سرطان روده بزرگ) را در روده میزبان باقی گذارند [1]. پروبیوتیک ها عمدتاً از دو جنس *لاکتوباسیلوس* و*بایفیدوباکتریوم* هستند، که هر دو متعلق به باکتری های اسید لاکتیک می باشند. اثر این باکتری ها تنها در صورتی بر بدن میزبان آشکار می شوند که به میزان کافی و به صورت منظم مصرف شوند. WHO و FAO میزان متوسط استاندارد برای هر ماده غذایی حاوی پروبیوتیک را 10^6 cfu/g تا 10^7 باکتری زنده اعلام کرده اند [6]. فرآورده های حاوی میکروب های پروبیوتیک دو دسته اند [2]: فرآورده های لبنی (ماست، انواع پنیر ها، شیرخشک، دسرهای لبنی و ...) و فرآورده های غیرلبنی (غذای کودک، شیرینی جات، نوشابه ها، سس مایونز، سوسیس های تخمیری و ...). فرآورده های لبنی به عنوان حامل میکروب های پروبیوتیک بیشتر توصیه می شوند، زیرا پروتئین و چربی موجود در شیر، در طول دوره انبارمانی از این میکروب ها محافظت می کند، به علاوه پروتئین های شیر، به دلیل خاصیت بافری، پایداری میکروب های پروبیوتیک را در pH اسیدی معده افزایش می دهد [1]. با توجه به اینکه دسرهای لبنی شامل انواع ماست های طعم دار، بستنی، پودینگ ها، شیرهای طعم دار و ... بخش عمده ای از میان وعده های غذایی را تشکیل می دهند، بستر مناسبی برای انتقال باکتری های پروبیوتیک به مصرف کنندگان محسوب می شوند. البته با توجه به میزان نسبتاً بالای قند در این دسته از فرآورده های غذایی اثر تنش اسمزی ناشی از آن بر باکتری های پروبیوتیک قابل بررسی است.

در کل بقای پروبیوتیک ها تحت تأثیر عواملی از قبیل اسیدیته قابل تیتراسیون، pH ماده غذایی، پراکسید هیدروژن، دمای انبارمانی، فلور میکروبی موجود در ماده غذایی و تنش اسمزی موجود در محصولات عرضه شده به بازار است [8].

www.SID.ir

Archive of SID

لاکتوباسیلوس ها عموماً درمعرض تغییرات فشار اسمزی محیط زیست خود قرار می گیرند اما به منظور پایداری تحت شرایط گوناگون می بایست ترکیبات یونی، pH و مقدار متابولیت ها در سلول ثابت باقی بماند . زمانی که غلظت مواد محلول خارج سلولی به طور ناگهانی افزایش می یابد، منجر به حرکت آب داخل سلول به خارج می شود و به دنبال آن با افزایش غلظت مواد محلول داخل سلولی، فشار تورژسانس سلول از دست رفته و در نهایت حجم سلول تغییر می کند [3و 7و 10]. در کل فشار اسمزی که قندها بر سلول تحمیل می کنند به مراتب کمتر از نمک ها است. زیرا در صورت حضور قندها، تنش موقتی است و لاکتوباسیلوس ها قادرند غلظت سوکروز و لاکتوز را در داخل و خارج سلول متعادل کنند [3و 10].

روش های گوناگونی برای افزایش مقاومت پروبیوتیک ها در مقابل شرایط سخت پیشنهاد شده، که از میان آنها ریزپوشانی (Microencapsulation) بسیار مورد توجه بوده است. ریزپوشانی به معنی فناوری بسته بندی مواد جامد، مایع و گاز در ریزپوشینه های (Microcapsule) بسیار ریز است، که می توانند محتویات خود را در سرعت های کنترل شده و تحت شرایط خاص آزاد کنند. این تکنولوژی در صنایع مختلف غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی استفاده می شود. در واقع هر ماده ای که نیاز به حفاظت شدن، جدا شدن و یا به آرامی رها شدن دارد را می توان ریزپوشینه کرد [2].

مطالعات گسترده ای در زمینه استفاده از ریزپوشینه های حاوی پروبیوتیک ها در فرآورده های لبنی صورت گرفته است. برای مثال در تولید بستنی پروبیوتیک، باکتری های ریزپوشینه شده توسط محلول 3% آلژینات با شیر مخلوط شده و در فریزر منجمد گردیدند. نتایج نشان داد حضور پروبیوتیک های ریزپوشینه شده هیچ اثر قابل اندازه گیری در افزایش حجم و خصوصیات حسی محصول نداشت و بقای پروبیوتیک ها در حدود 90% حفظ شد. میزان چربی بالای بستنی و pH خنثی دسرهای لبنی منجمد باعث ایجاد اثرحفاظتی بیشتر برای باکتری های پروبیوتیک می شود. چربی شیر نیز می تواند به عنوان یک ماده پوششی برای باکتری های پروبیوتیک در طول هموژنیزه کردن مخلوط بستنی عمل کند. درصد ماده جامد بالای بستنی نیز از باکتری ها محافظت می کند [12]. مصیلحی همچنین میزان بقای *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* را به دو شکل آزاد و ریزپوشینه شده در غلظت های مختلف محلول سوکروز (5%، 10%، 15%، 20%، 25%) در طول دوره انبارمانی مورد بررسی قرار داد. زنده ماندن سلول های آزاد در غلظت های 5%، 10% و 15% در مقایسه با گروه کنترل تفاوت کمتری داشت و در غلظت های 20% و 25% به تعداد بیشتری از بین رفتند. از سوی دیگر پایداری سلول های ریزپوشینه شده به شکل ضعیفی متأثر از غلظت های مختلف سوکروز بود اما غلظت های 20 و 25 % سوکروز بر سلول های ریزپوشینه شده اثر ملایمی داشت. سلول های ریزپوشینه شده با پوشش صمغ عربی + پروتئین سویا، صمغ عربی + پروتئین آب پنیر و صمغ عربی + شیر سویا پایداری مناسبی را در غلظت های بالای سوکروز نشان داد و بعد از 4 الی 5 هفته به میزان حداقل لازم برای داشتن آثار سودمند (10^6 cfu/g) در محیط باقی ماندند [8]. ویندرولا و همکاران در سال 2002 اثر ترکیبات مشارکت کننده در فرآورده های لبنی تخمیری را بر رشد 24 سویه از باکتری های اسید لاکتیک و 24 سویه از باکتری های پروبیوتیک آزمایش کردند. آنها غلظت های 5%، 15% و 20% سوکروز و لاکتوز را مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند باکتری های پروبیوتیک در حضور قندها نسبت به باکتری های اسید لاکتیک آغازگر حساسیت کمتری دارند. در این میان فقط از رشد برخی *بایفیدوباکتری ها* توسط غلظت های 15% و 20% سوکروز و لاکتوز جلوگیری شد. از طرفی غلظت 15% قند برای برخی سویه های آغازگر اسیدلاکتیک اثر بازدارندگی داشت و سه سویه *لاکتوکوکوس لاکتیس* در حضور 5% لاکتوز رشد نکردند، اما 5% سوکروز باعث بازدارندگی در رشد هیچ سویه ای نشد [11].

در این پژوهش با شبیه سازی شرایط دسرهای لبنی، تنش اسمزی ناشی از قند بر باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* ATCC 39392 مورد مطالعه قرار گرفت و سعی شد توسط تکنیک ریزپوشانی اثر تنش اسمزی کاهش و بقای باکتری های پروبیوتیک افزایش یابد.

روش پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

آماده سازی سوسپانسیون میکروبی

کشت Overnight (18 ساعت، 37 ˚C) از *لاکتوباسیلوس کازئی* ATCC 39392 (کلکسیون میکروبی آزمایشگاه میکروبیولوژی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان) در 500 میلی لیتر MRS مایع (Merck، آلمان) تهیه شد. سپس سلول های باکتری به وسیله سانتریفوژ (مدل K15 6 ، شرکت سیگما، آمریکا) با شتاب 2500 g، دمای˚C 4 و به مدت 10 دقیقه جمع آوری شدند. سلول های جمع آوری شده دو بار با محلول نرمال سالین (0/9% کلرید سدیم) توسط سانتریفوژ با همان شتاب، دما و مدت ذکر شده شسته شد و با محلول نرمال سالین رقیق گردید.

ریزپوشانی

20 میلی لیتر از سوسپانسیون میکروبی رقیق شده در 100 میلی لیتر محلول آلژینات سدیم 4 درصد استریل وارد شده و کاملاً مخلوط گردید. این مخلوط توسط سورنگ استریل به صورت قطره قطره وارد 500 میلی لیتر روغن کانولا حاوی 1 میلی لیتر Tween 80 شد. تشکیل امولسیون به وسیله magnet-stirrer (فن آزماگستر، ایران) با دور 200 rpm به مدت 20 دقیقه انجام شد تا جایی که امولسیون به صورت یک کرم کاملاً یکنواخت درآمد. شکست امولسیون و تشکیل میکروکپسول ها از جنس آلژینات کلسیم، به وسیله افزودن 500 میلی لیتر کلرید کلسیم 0/1 مولار با دمای 4 درجه سانتیگراد به امولسیون انجام شد. به منظور اختلاط کامل کلرید کلسیم با امولسیون و اطمینان از انجام واکنش، همزدن با سرعت 100 rpm به مدت 5 دقیقه انجام شد. میکروکپسول ها پس از تشکیل در فاز آبی ته نشین شدند. پس از دور ریختن فاز روغن، میکروکپسول های تولید شده به وسیله سانتریفوژ (شتاب 350 g، دمای˚C 4 و به مدت 5 دقیقه) جمع آوری شدند و دو بار توسط نرمال سالین با همان شتاب، دما و مدت زمان سانتریفوژ شسته شدند.

بررسی خصوصیات ظاهری میکروکپسول ها

شکل و اندازه قطر میکروکپسول ها به وسیله میکروسکوپ نوری بازتابی (Nikon، ژاپن) بررسی شد و جهت تعیین متوسط اندازه میکروکپسول ها، قطر 120 میکروکپسول از هر تیمار اندازه گیری شد.

از ریزپوشینه های تولید شده با این روش توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) (مدل ATS 2100، شرکت Serom Tech، کره جنوبی) نیز تصویربرداری شد و نتایج با عکس های به دست آمده از میکروسکوپ نوری مقایسه گردید. به منظور آماده سازی ریزپوشینه ها، نمونه ها بر روی Block قرار گرفته و در نیتروژن مایع منجمد شدند. سپس با استفاده از دستگاه Sputter coater (مدلSCDOOS، شرکت Bal-Tec، سوئیس) نمونه منجمد تحت خلأ با طلا پوشش دهی شد. در آخر به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) با ولتاژ شتاب دهنده (Accelerating voltage) 15 کیلوولت بررسی شدند [1و 4و 5].

اعمال تنش اسمزی بر سلول های آزاد و ریزپوشینه شده

به منظور اعمال تنش اسمزی بر میکروب های ریزپوشینه شده و نشده، با نسبت 10% به لوله های حاوی شیر بدون چربی استریل منتقل شدند. شیر بدون چربی از حل کردن شیرخشک بدون چربی به نسبت 10% در آب مقطر تهیه شد. در این مطالعه اثر غلظت های مختلف سوکروز (5، 15 و 25 درصد)، بر ریزپوشینه های حاوی میکروب و سلول های ریزپوشینه نشده، تحت بررسی قرار گرفت. به این منظور پس از آماده سازی بستر شیر بدون چربی حاوی 5%، 15% و 25% سوکروز و یک نمونه کنترل فاقد سوکروز، سلول های میکروبی ریزپوشینه شده و نشده به درون آنها تلقیح شده، و نمونه ها در دمای 4 درجه سانتیگراد به مدت 8 هفته انبارمانی شدند. سپس با فواصل زمانی 2 هفته از آنها نمونه گیری به عمل آمد و کلونی ها شمارش گردیدند [9].

شمارش سلول های ریزپوشینه شده

به منظور شمارش سلول های ریزپوشانی شده، می بایست ابتدا میکروب های مورد استفاده از درون ریزپوشینه ها آزاد شوند تا قابلیت رشد بر روی محیط کشت جامد را باز یابند. برای این هدف از بافر فسفات 0/1 مولار استفاده شد. یک گرم از

www.SID.ir

Archive of SID

ریزپوشینه ها به 10 میلی لیتر بافر فسفات استریل انتقال یافت و پس از 15 دقیقه گرمخانه گذاری در دمای 37 درجه سانتیگراد به شدت توسط ورتکس همزده شد. به این ترتیب ریزپوشینه ها، کاملاً در بافر فسفات حل شدند. در نهایت 100 میکرولیتر از این محلول به اپندورف حاوی 900 میکرولیتر سرم منتقل گردید و تا رقت 10^{-8} رقیق شدند. جهت ارزیابی جمعیت میکروبی، تعداد باکتری موجود در هر میلی لیتر از رقت های 10^{-4} تا 10^{-8} به روش مایلز میزرا بر روی محیط MRS جامد شمرده شد [4و 9]. سلول های ریزپوشینه نشده نیز به روش مشابه کشت داده و شمارش شد.

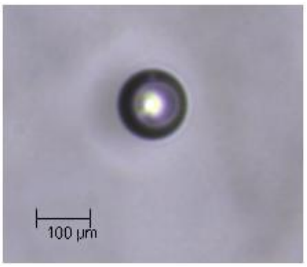
روش تحلیل آماری داده ها

به منظور ارزیابی اثر تنش های مختلف بر ریزپوشینه های حاوی میکروب و سلول های ریزپوشینه نشده در بستر شیر بدون چربی از آزمون تجزیه واریانس و همین طور جهت مقایسه میانگین داده ها از آزمون LSD در سطح 5 درصد استفاده شد. لازم به ذکر است که کلیهٔ آزمایشات در 3 تکرار انجام شد. همچنین آنالیز آماری توسط نرم افزار SAS انجام و گراف ها در محیط SPSS ترسیم شد.

نتایج و بحث

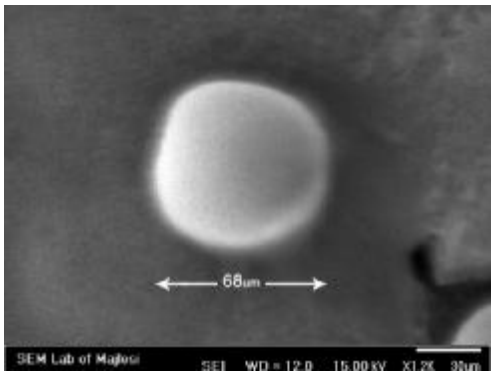
مورفولوژی ریزپوشینه ها

خصوصیات ظاهری ریزپوشینه ها توسط میکروسکوپ نوری بازتابی ارزیابی شد. تقریباً تمامی ریزپوشینه ها به شکل کروی بودند و میانگین قطر آنها 29 µm ± 80 بود. در شکل شماره 1 تصویر یک ریزپوشینه ارائه شده است.



شکل 1: تصویر یک میکروکپسول، عکسبرداری شده با میکروسکوپ نوری بازتابی

از ریزپوشینه های تولید شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی نیز تصویر برداری شد. تصاویر به دست آمده، نتایج حاصل از میکروسکوپ نوری بازتابی را تأیید کرد و نشان داد که ریزپوشینه ها دارای شکل کروی با سطحی کاملاً صاف هستند.



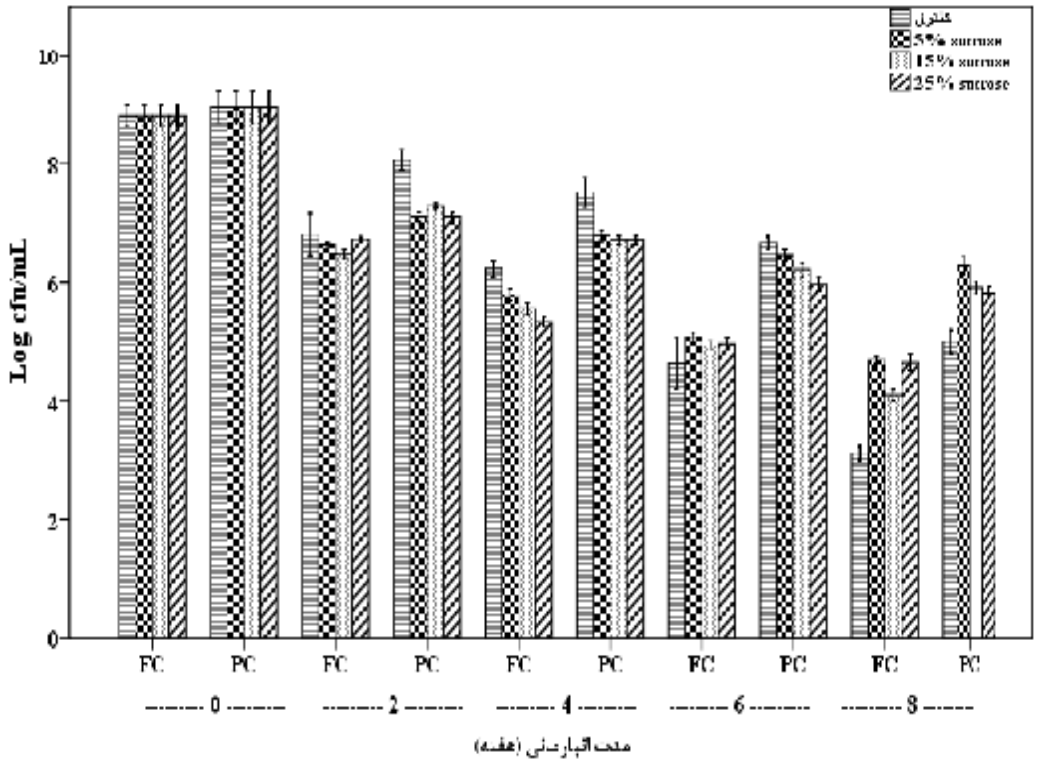
شکل 2: تصاویر عکسبرداری شده توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) از ریزپوشینه ها

www.SID.ir

Archive of SID

اثر تنش اسمزی ناشی از غلظت های مختلف قند بر پایداری میکروب ها

در نمودار 1 اثر تنش اسمزی ناشی از غلظت های قند بر پایداری *لاکتوباسیلوس کازئی* به دو شکل ریزپوشینه شده و نشده در بستر شیر بدون چربی، طی 8 هفته انبارمانی در دمای 4 درجه سانتیگراد، ارائه شده است.



نمودار 1: اثر تنش اسمزی ناشی از غلظت های مختلف قند بر پایداری *لاکتوباسیلوس کازئی* به دو شکل ریزپوشینه شده و نشده در بستر شیر بدون چربی طی 8 هفته انبارمانی در دمای 4 درجه سانتیگراد.

- نتایج، میانگین سه تکرار است.

- PC: سلول های ریزپوشینه شده (Protected cells)، FC: سلول های ریزپوشینه نشده (Free cells).

در نمودار 1 مشاهده می شود، سلول های *لاکتوباسیلوس کازئی* در گروه کنترل، نسبت به تیمارهای مختلف قند تا هفته چهارم انبارمانی به تعداد بیشتری زنده ماندند. این در حالی است که پس از 8 هفته انبارمانی، پایداری *لاکتوباسیلوس کازئی* در دو حالت ریزپوشینه شده و نشده، درون بستر حاوی غلظت های مختلف قند نسبت به گروه کنترل بیشتر بود و طبق جدول 1 اختلاف بین میزان کاهش تعداد سلول های زنده در گروه ریز پوشینه شده و نشده معنی دار بود ($p< 0/05$). این مسئله ناشی از توانایی *لاکتوباسیلوس* ها، در ایجاد تعادل لازم در فشار اسمزی داخل و خارج از سلول است که از اثر تنش زای غلظت های زیاد سوکروز کاسته و موقتی بودن تنش اسمزی ناشی از حضور قندها را نشان می دهد. از طرفی *لاکتوباسیلوس کازئی* گرم مثبت می باشد، که به این ترتیب ریسک پلاسمولیز در اثر فشار اسمزی بسیار پایین است. احتمال دیگر آن است که این باکتری توانایی شکستن سوکروز به گلوکز و فروکتوز را داشته و از آنجایی که از نظر متابولیسمی توانایی مصرف گلوکز رانداشته (گلوکزمنفی) ولیکن میتواند فروکتوز را مصرف کند (فروکتوزمثبت)، می تواند از فروکتوز به عنوان منبع کربن استفاده کرده، و همین امر منجر به بقای بیشتر این گونه در تیمارهای قند، نسبت به گروه کنترل گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

نکته قابل توجه دیگر در نتایج به دست آمده این بود که تعداد مورد نیاز از این باکتری (حداقل 10^7 cfu/g) برای تولید یک محصول پروبیوتیک در بستر شیر بدون چربی، به صورت ریزپوشینه شده تا پایان دوره انبارمانی و به شکل ریز پوشینه نشده فقط تا هفته دوم انبارمانی، در تمامی غلظت های قند زنده ماندند. که این نتیجه پایداری مناسب این گونه را در بستر شیر بدون چربی، طی دوره انبارمانی نشان می دهد. در تأیید این نتایج، مصیلحی (2005) گزارش کرد، *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* طی 8 هفته انبارمانی در بستر آب مقطر به شکل ریزپوشینه نشده، در غلظت های 20% و 25% سوکروز به تعداد بیشتری مردند. . در صورتی که سلول های ریزپوشینه شده پایداری خوبی را در غلظت های بالای سوکروز نشان دادند و بعد از 4 الی 5 هفته تعداد لازم از این باکتری برای نشان دادن آثار سودمند در محیط باقی ماندند [8]. ویندرولا و همکاران نیز در سال 2002 اعلام کردند، باکتری های پروبیوتیک در مقابل فشار اسمزی ناشی از حضور قندها، نسبت به باکتری های اسید لاکتیک آغازگر در فرآورده های تخمیری حساسیت کمتری دارند [11]. نتایج ایشان مؤید اطلاعات به دست آمده در این تحقیق می باشد.

در مجموع می توان نتیجه گرفت تنش ناشی از حضور قندها موقتی است و *لاکتوباسیلوس* ها قادرند، غلظت سوکروز را در داخل و خارج سلول متعادل کنند. همچنین شرایط تنش اسمزی ناشی از قند در دسرهای لبنی مانند بستنی (حاوی 10 الی 18 درصد قند) و پودینگ ها (تا 10% قند) با استفاده از تکنیک ریزپوشانی برای پروبیوتیک ها کاملاً قابل تحمل است.

جدول1: اثر ریزپوشانی بر میزان کاهش تعداد سلول های زنده تحت تنش اسمزی ناشی از غلظت های قند پس از 8 هفته انبارمانی

سوکروز (%)	سلول ریزپوشینه نشده	سلول ریزپوشینه شده
کنترل	5/69 bD	3/96 aD
5	4/11 bA	2/67 aA
15	4/71 bC	3/05 aB
25	4/16 bB	3/14 aC

- نتایج، میانگین سه تکرار است.

ab تفاوت میانگین های دارای حروف غیر مشترک روی سطر مشابه با آزمون LSD در سطح 5 درصد معنی دار است ($p<0/05$).

AB تفاوت میانگین های دارای حروف غیر مشترک روی ستون مشابه با آزمون LSD در سطح 5 درصد معنی دار است ($p<0/05$).

منابع

[1] Allan-Wojtas, P., L. T. Hansen, and A. T. Paulson. 2008. Microstructural studies of probiotic bacteria-loaded alginate microcapsules using standard electron microscopy techniques and anhydrous fixation. *L. W. T.*, 41, pp. 101-108.

[2] Anal, A. K., and H. Singh. 2007. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends Food sci. Tech*, 18, pp. 240-251.

[3] De Angelis, M., and M. Gobbeti. 2004. Environmental stress responses in *Lactobacillus*: A review. *Proteomic*, 4, pp. 106-122.

[4] Homayouni, A., A. Azizi, M. R. Ehsani, M. S. Yarmand, and S. H. Razavi. 2008. Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. *Food chem.*, 111, pp. 50-55.

[5] Homayouni, A., M. R. Ehsani, A. Azizi, M. S. Yarmand, and S. H. Razavi. 2008. Effect of lecithin and calcium chloride solution on the microencapsulation process yield of calcium alginate beads. *Iran. polym. J.*, 16(9), pp. 597- 606.

[6] Krasaekoopt, W., B. Bhandari, and H. Deeth. 2003. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. *Int. Dairy J.*, 13, pp. 3-13.

[7] Machado, M., C. S. Lopez, H. Heras, and E. A. Rivas. 2004. Osmotic response in *Lactobacillus casei* ATCC 393: biochemical and biophysical characteristics of membrane. *Arch. Biochem. Biophys.*, 422, pp.61-70.

[8] Mosilhey, S. H. 2003. Influence of different capsule materials on the physiological properties of microencapsulated *Lactobacillus acidophilus*. PhD thesis. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität. Bonn. Germany.

www.SID.ir

Archive of SID

[9] Sabikhi, L., R. Babu, D. K. Thompkinson, and S. Kapila. 2008. Resistance of microencapsulated *Lactobacillus acidophilus* LA1 to processing treatments and simulated gut conditions. *Food Bioprocess Technol.*, 2, pp. 1-8.

[10] Vandeguchte, M., P. Serrorl, C. Chervaux, T. Smokvina, S. D. Ehrlich, and E. Maguin. 2002. Stress responses in lactic acid bacteria. *Anton. Leeuw. Int. J. G.*, 82.

[11] Vinderola, C. G., G. A. Costa, S. Regenhardt, and J. A. Reinheimer. 2002. Influence of compounds associated with fermented dairy products on the growth of lactic acid starter and probiotic bacteria. *Int. Dairy J.*, 12, pp. 579-589.

[12] Zuidam, N. J., and V. A. Nedovic. 2010. *Encapsulation technologies for active food ingredients and food processing*. springer. New York, USA.

www.SID.ir

Surf and download all data from SID.ir: www.SID.ir

Translate via STRS.ir: www.STRS.ir

Follow our scientific posts via our Blog: www.sid.ir/blog

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: www.sid.ir/workshop