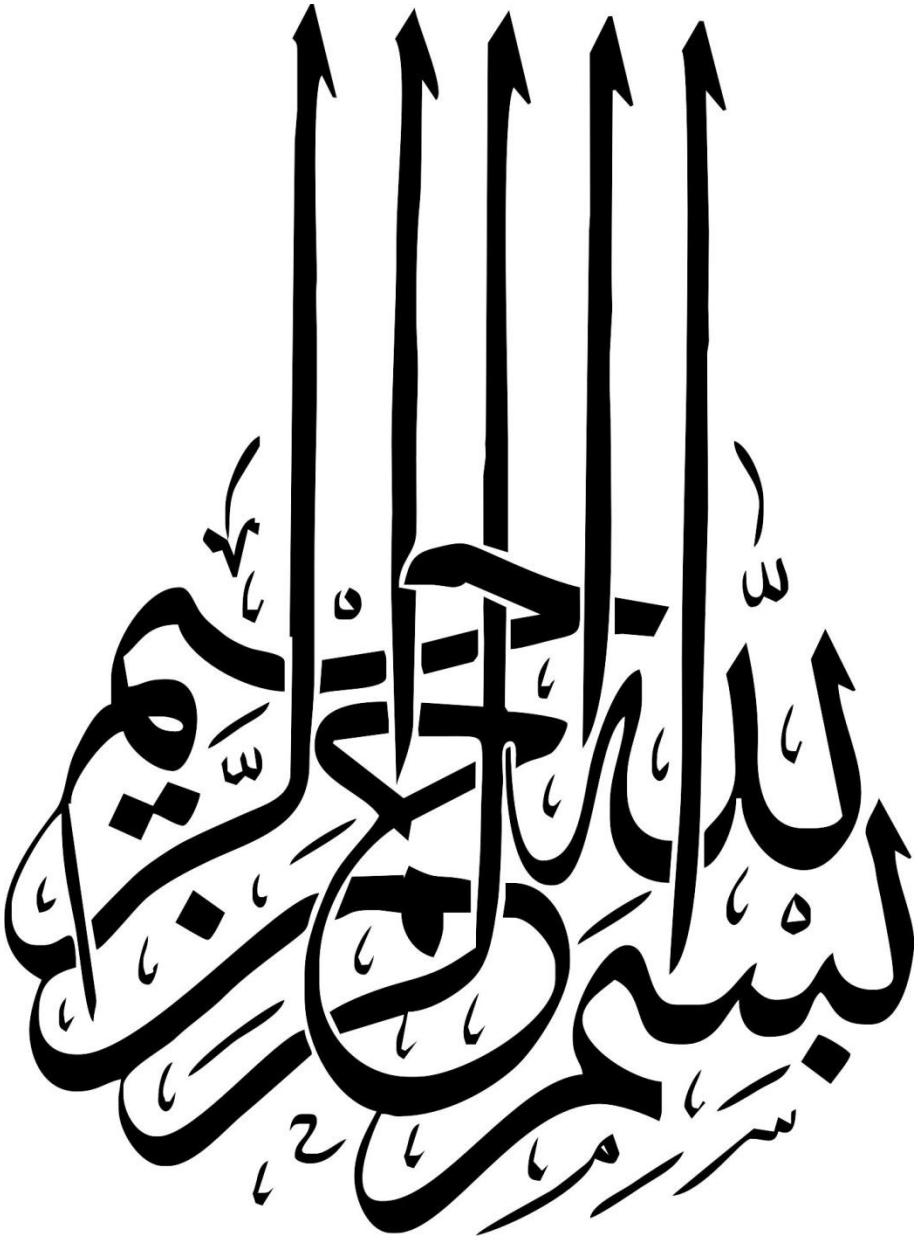
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

بررسی امکان افزایش مقاومت باکتری لاکتو باسیلوس پلانتاروم پروبیوتیک به تنش‌های ناشی از دستگاه گوارش و فرایند تولید بستنی با استفاده از تنش‌های کمتر از حد کشندگی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی

سید حمید نوربخش

اساتید راهنما
دکتر محمود شیخ زین الدین
دکتر صبیحه سلیمانیان زاد

۱۳۹۱

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی علوم وصنایع غذایی آقای سید حمید نوربخش

تحت عنوان

بررسی امکان افزایش مقاومت باکتری لاکتو باسیلوس پلانتاروم پروبیوتیک به تنش‌های ناشی از دستگاه گوارش و فرایند تولید بستنی با استفاده از تنش‌های کمتر از حد کشندگی

در تاریخ ۹۱/۱۰/۲۴ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر محمود شیخ زین الدین
۲- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر صبیحه سلیمانیان زاد
۳- استاد مشاور پایان نامه	دکتر علی نصیرپور
۴- استاد داور	دکتر مهدی کدیور
۵- استاد داور	دکتر غلامرضا قربانی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمد مهدی مجیدی

تشکر و قدردانی

ستایش مخصوص خداوند بی نهایتی است که همواره پیش از آنکه بخوانمش اجابتم می‌کند، و بیش از آرزوهایم گسترده می‌شود. حقیقتاً داشتن چنین پروردگاری مرا بس به نعمت بندگی.

از **پدر، مادر و مادر بزرگ عزیزم**، این معلمین بزرگوار، که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده‌اند، کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند، سپاسگذارم

از **همسرم**، بهترین و صمیمی ترین دوست زندگی ام که یاوری صبور و فداکار برایم است، سپاسگذاری می‌کنم.

پیمودن این راه هرگز بدون راهنمایی‌های اساتید فرهیخته و بزرگوارم جناب آقای **دکتر شیخ‌زین‌الدین** و سرکار خانم **دکتر سلیمانیان زاد** که سال‌ها افتخار شاگردیشان را داشته‌ام، ممکن نبود. زحمات، دلگرمی‌ها و محبت‌های بی دریغشان را ارج نهاده و آرزومند بهترین‌ها برای ایشان هستم.

از استاد مشاور پایان نامه جناب آقای **دکتر نصیرپور** نیز کمال تشکر را دارم.

از اساتید ارجمندم جناب آقایان **دکتر کدیور** و **دکتر قربانی** که زحمت داوری این پایان‌نامه را متقبل بوده اند، متشکرم.

از سایر اساتید محترم گروه علوم و صنایع غذایی جناب آقایان، **دکتر فضیلتی، دکتر دخانی، دکتر کبیر، دکتر شکرانی، دکتر شاهدی، دکتر گلی، دکتر کرامت و دکتر همدمی** بی‌نهایت سپاسگذارم.

از سرکار خانم **مهندس ستاری** و جناب آقای **مهندس بهرامی** به پاس مهربانی‌ها و راهنمایی‌های دلسوزانشان تشکر می کنم.

از دوستان عزیزم جناب آقایان امامی، صحافی، زعیم، شاهمرادی و سرکار خانم ها جعفری، احمدی، نیک منش، یوسفی، سعیدی و دیگر دوستان که ذکر نام آنها در این مقال نمی‌گنجد به پاس تمام کمک‌ها، خاطرات و لحظات خوشی که در کنارشان داشتم با تمام وجود قدردانی می‌کنم.

سعادت، سلامت و سرافرازی تمام عزیزانی که در زندگی از آنان آموخته‌ام را از پروردگار مهربان خواستارم.

سید حمید نوربخش
زمستان ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

به پاس همه خوبی هایشان

تقدیم به مادر بزرگم

به پاس عشق و ایثار بی نهایتش

تقدیم به بهار زندگیم، همسرم

به پاس همه مهربانی هایش

و تقدیم به آنانکه می اندیشند

فهرست مطالب

عنوان.....**صفحه**

فهرست مطالب ..... هفت

فهرست شکل‌ها..... ده

فهرست جداول..... یازده

چکیده..... ۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه..... ۲

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱ اهمیت موضوع..... ۶

۲-۱-۱ غذاهای فرا سودمند..... ۶

۲-۱-۲ استراتژی توسعه و طراحی غذاهای فرا سودمند..... ۷

۲-۲ پروبیوتیک‌ها..... ۸

۲-۲-۱ انواع فرآورده‌های پروبیوتیک..... ۹

۲-۲-۲ فاکتور های موثر در انتخاب باکتری‌های پروبیوتیک..... ۱۰

۲-۳ دستگاه گوارش و فیزیولوژی آن..... ۱۲

۲-۴ باکتری‌های اسید لاکتیک..... ۱۳

۲-۴-۱ بررسی جنس لاکتوباسیلوس..... ۱۴

۲-۴-۲ معرفی لاکتوباسیلوس پلانتاروم..... ۱۶

۲-۴-۳ ایمنی مصرف لاکتوباسیلوس پلانتاروم..... ۱۸

۲-۴-۴ زنده مانی در دستگاه گوارش..... ۱۸

۲-۵ انتخاب سویه مقاوم به اسید و صفرا و سازگاری با تنش..... ۱۹

۲-۶ تاریخچه و تعریف بستنی..... ۲۰

۲-۶-۱ مراحل عمومی تولید بستنی..... ۲۴

۲-۷ بررسی اثر تنش بر باکتری‌ها..... ۲۵

۲-۷-۱ تنش..... ۲۵

۲-۷-۲ پروتئین‌های چاپرون..... ۲۷

۲-۷-۳ مقاومت به اسید..... ۲۷

۲-۸ مقاومت به صفرا..... ۳۳

۲-۸-۱ نقش و ترکیبات صفرا..... ۳۳

۲-۸-۲ نقش و عملکرد صفرا..... ۳۴

۲-۸-۳ تأثیر صفرا بر باکتری‌های گرم منفی..... ۳۶

۲-۸-۴ تأثر صفرا بر باکتری‌های گرم مثبت پروبیوتیک..... ۳۷

۲-۸-۵ تأثیرات دیگر صفرا بر سلول..... ۳۷

۲-۸-۶ سازگاری با صفرا و محافظت متقاطع ۳۸
۲-۸-۷ سازگاری با تنش‌های ناشی از صفرا ۳۹
۲-۸-۸ سیستم مقاومت مواد شیمیایی چندگانه انتشاری و مقاومت به صفرا ۳۹
۲-۸-۹ متابولیسم صفرا توسط باکتری‌ها ۴۰
۲-۸-۱۰ دکانجوگیشن نمک‌های صفراوی ۴۰
۲-۸-۱۱ مکانیسم 7α - دهیدروکسیلاسیون ۴۱
۲-۹ مقاومت به سرما ۴۱
۲-۹-۱ سازگاری باکتری‌های اسید لاکتیک در مقابل سرما ۴۴
۲-۹-۲ نقش CSP_s در تحمل شرایط انجماد ۴۴
۲-۱۰ راه کارهای افزایش مقاومت سلول‌های باکتریایی در مقابل تنش‌ها ۴۵
۲-۱۱ هدف از انجام مطالعه ۴۶

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱ میکرواورگانیسم، تجهیزات و مواد مورد استفاده ۴۹
۳-۱-۱ میکروب مورد استفاده ۴۹
۳-۱-۲ مواد مصرفی ۴۹
۳-۱-۳ دستگاه‌ها و تجهیزات ۵۱
۳-۲ عملیات میکروبی ۵۲
۳-۲-۱ آزمون‌های تأییدی باکتری مورد استفاده ۵۲
۳-۲-۲ رسم منحنی رشد باکتری ۵۵
۳-۲-۳ آزمون مقاومت به اسید ۵۵
۳-۲-۴ تعیین مقاومت طبیعی سلول‌های تیمار نشده در مقابل اسید ۵۶
۳-۲-۵ مقاوم سازی باکتری با استفاده از غلظت‌های افزایش اسید ۵۶
۳-۳ آزمون تعیین میزان حساسیت به صفرا ۵۷
۳-۳-۱ بررسی میزان مقاومت طبیعی باکتری تیمار نشده به صفرا ۵۷
۳-۳-۲ مقاوم‌سازی در مقابل غلظت‌های افزایشی اکسگال ۵۷
۳-۴ آزمون میزان مقاومت باکتری در سرما ۵۸
۳-۴-۱ تهیه و آماده‌سازی کشت باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم و اختلاط با مخلوط بستنی ۵۹
۳-۵ فرآیند تولید بستنی ۵۹
۳-۵-۱ نحوه تهیه شیر ۵۹
۳-۵-۲ تهیه مخلوط بستنی و نحوه اختلاط اجزاء ۶۰
۳-۶ آزمون‌های شیمیایی ۶۰
۳-۶-۱ اندازه گیری میزان چربی ۶۰
۳-۶-۲ تعیین pH اولیه مخلوط بستنی ۶۱
۳-۶-۳ تعیین میزان اسیدیته محصول ۶۱
۳-۷ نحوه تولید بستنی ۶۱
۳-۷-۱ اندازه‌گیری میزان اوروران ۶۱

۳-۸ روش آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها ۶۱
فصل چهارم: نتایج و بحث
۴-۱ نتایج آزمون‌های تأیید شناسایی باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم ۶۵
۴-۲ رسم منحنی رشد باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم A_7 ..... ۶۸
۴-۳ اندازه گیری مقاومت طبیعی باکتری در مقابل تنش‌های اسید و صفرا ۶۹
۴-۳-۱ اندازه گیری مقاومت طبیعی لاکتوباسیلوس پلانتاروم به اسید ۶۹
۴-۴ مقاومت به صفرا ۷۳
۴-۴-۱ اندازه گیری مقاومت طبیعی لاکتوباسیلوس پلانتاروم به صفرا ۷۳
۴-۵ مواجه سازی با تنش‌های کمتر از حد کشندگی ۷۷
۴-۵-۱ مقاوم سازی در برابر تنش اسیدی ۷۷
۴-۵-۲ مقاوم سازی در برابر تنش اسید و صفرا ۸۱
۴-۶ بررسی میزان مقاومت باکتری در فرایند تولید و نگهداری بستنی ۸۵
۴-۶-۱ شمارش تعداد سلول زنده در طول فرایند آماده سازی بستنی ۸۵
۴-۷ تأثیر باکتری بر خصوصیات شیمیایی محصول ۹۰
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها
۵-۱ نتیجه‌گیری کلی ۹۲
۵-۲ پیشنهادها ۹۳
منابع ۹٤

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- رابطه فیلوژنیک لاکتوباسیلوس پلانتاروم با برخی از جنس‌های نزدیک خانواده اسید لاکتیک ۱۸
شکل ۱-۲- مراحل عمومی فرآیند تولید بستنی ۲۳
شکل ۱-۳- پروفیل دمایی مخلوط بستنی از ابتدا تا انبارداری ۲۴
شکل ۱-۳ ساختار شیمیایی (۱) اسید کولیک، (۲) اسیدتائوروکولیک و (۳) اسید گلایکوکولیک ۳۳
شکل ۳-۱- مورفولوژی باکتری و نتیجه آزمون گرم کشت تازه *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* A_7 ..... ۶۷
شکل ۳-۲- شکل کلنی‌های کشت تازه *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* A_7 در محیط کشت MRS جامد ۶۷
نمودار ۳-۱- منحنی رشد لاکتوباسیلوس پلانتاروم در محیط کشت MRS ۶۸
نمودار ۳-۴- نرخ بقاء باکتری در ساعات مختلف نمونه برداری در غلظت‌های مختلف اسید ۷۱
نمودار ۳-۵- نرخ بقاء باکتری در ساعات مختلف نمونه برداری در غلظت‌های مختلف صفرا به صورت وزنی/حجمی ۷۵
نمودار ۳-۶- مقایسه نرخ بقاء باکتری با مقاومت طبیعی و باکتری مواجه شده با تنش کمتر از کشندگی در pH یکسان در ساعات مختلف نمونه برداری ۷۹
نمودار ۳-۷- مقایسه نرخ بقاء باکتری با مقاومت طبیعی و باکتری قرار گرفته در تنش اسیدی، در غلظت‌های یکسان صفرا درساعات مختلف نمونه برداری ۸۳
نمودار ۳-۲- تعداد سلول زنده در طول نگهداری بستنی ۸۹

فهرست جداول

جدول ۱-۱- سویه های رایج پروبیوتیکی شناخته شده..... ۱۲
جدول ۱-۲- طبقه بندی بخش‌های مختلف دستگاه گوارش بر اساس میزان اکسیژن در دسترس ۱۳
جدول ۱-۳- فلور میکروبی دستگاه گوارش بر اساس سن میزبان..... ۱۳
جدول ۱-۴- ترکیبات و خصوصیات صفرای انسانی..... ۳۳
جدول ۲-۱- کربوهیدرات‌های استفاده شده برای آزمون های تخمیر قند..... ۴۹
جدول ۲-۲- اجزای سازنده محیط کشت MRS مایع ۵۰
جدول ۳-۱- نتیج آزمون تخمیر قندها..... ۶۶
جدول ۳-۲- نتایج آزمون‌های بیوشیمیایی لاکتوباسیلوس پلانتاروم..... ۶۶
جدول ۳-۵- جمعیت باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم در مراحل مختلف فرآیند تولید بستنی ۸۵
جدول ۳-۷- نتایج آزمون اندازه گیری اسیدیته و pH در آغاز و پایان نگهداری محصول..... ۹۱

چکیده

استفاده از میکروارگانیسم ها برای تولید مواد غذایی زیست فعال به واسطه توجه روز افزون جوامع بشری به غذاهای سلامت‌زا در حال گسترش است. بر اساس تعریف سازمان بهداشت جهانی به میکروارگانیسم‌های زنده‌ای که بتوانند پس از خورده شدن، به تعداد کافی ($۱۰^{۷}$ CFU.mL$^{-۱}$) به روده کوچک رسیده، در آنجا مستقر شده و خصوصیات سلامت‌زای خود را بروز دهند، باکتری پروبیوتیک اطلاق می‌شود. هر نوع تغییر در محیط سلول میکروبی که منجر به پاسخ سلولی شود تنش نامیده می‌شود. بر اساس تحقیقات انجام شده مواجه شدن سلول‌ها با تنش می‌تواند باعث افزایش مقاومت آن‌ها در برابر تنش‌های آتی شود. گونه پلانتاروم یکی از گسترده‌ترین گونه‌های باکتری‌های پروبیوتیک است. لاکتوباسیلوس پلانتاروم دارای بزرگ‌ترین ژنوم شناخته شده در بین باکتری‌های اسید لاکتیک است، ژنوم بزرگ‌تر منجر به توانایی بهتر مقابله با تنش‌ها می‌شود. سویه های بومی در مقایسه با سویه‌های تجاری به خاطر سازگاری بهتر با شرایط محیطی و دستگاه گوارش مردم هر منطقه قابلیت پروبیوتیکی بهتری دارند. بستنی به عنوان یک محصول لبنی غیر تخمیری می‌تواند بستر مناسبی برای حمل باکتری‌های پروبیوتیک باشد. در این تحقیق ابتدا سویه بومی لاکتوباسیلوس پلانتاروم از کلکسیون میکروبی آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشگاه صنعتی اصفهان تهیه شد. در مرحله بعد مقاومت طبیعی باکتری در مقابل پنج غلظت متفاوت اسید از طریق تنظیم pH بوسیله اسید کلریدریک به عنوان تنش اسیدی در طول ۲۴ ساعت اندازه گیری شد. میزان مقاومت طبیعی باکتری به صفرا نیز از طریق تهیه غلظت‌های متفاوت اکسگال در محیط کشت MRS مایع، تلقیح و شمارش باکتری در طول ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد. سپس باکتری با استفاده از غلظت‌های کمتر از حد کشندگی اسید در چندین مرحله و به صورت افزایشی تیمار شد. باکتری مقاوم شده در اسید با روش مشابه در برابر غلظت‌های مختلف صفرا هم مقاوم شد. در مرحله بعد باکتری‌های تیمار شده برای تولید بستنی مورد استفاده قرار گرفت و میزان سلول‌های زنده در طول ۱۲ هفته نگهداری شمارش شدند. سلول‌های جدا شده از این مرحله برای تولید بستنی مجدداً مورد استفاده قرار گرفتند و میزان بقاء آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج بیانگر افزایش قابل توجه میزان زنده مانی باکتری تیمار شده با غلظت‌های کمتر از حد کشندگی اسید و صفرا، در مقابل غلظت‌های کشنده اسید و صفرا بود، به صورتی که باکتری در pH=۲/۵ پس از ۲۴ ساعت بخش عمده جمعیت سلولی خود را حفظ کرده بود. باکتری مقاوم شده در برابر اسید، در مقابل غلظت ۰/۶٪ صفرا به عنوان غلظت میانگین صفرا در روده کوچک نیز پس از ۲۴ ساعت، میزان قابل توجهی رشد نشان داد. علاوه بر این با توجه به پدیده محافظت متقاطع، میزان زنده مانی باکتری در بستنی نیز افزایش یافت. بر این اساس افزایش زنده مانی باکتری در بستنی حاوی باکتری‌های جدا شده از بستنی (مرحله قبل) به میزان قابل توجهی بیشتر بود و پس از ۱۲ هفته تعداد سلول باکتری زنده شمارش شده در محدوده توصیه شده سازمان بهداشت جهانی ($۱۰^{۷}$ CFU.mL$^{-۱}$) باقی مانده بود.

کلمات کلیدی: پروبیوتیک، *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*، بستنی، محافظت متقاطع، زنده مانی، تنش‌های کمتر از حد کشندگی

فصل اول
مقدمه

۱-۱ مقدمه

از گذشته غذا نه تنها به عنوان عامل تأمین کننده انرژی بدن انسان مورد نظر بوده است، بلکه به عنوان عاملی برای افزایش و بهبود سلامت مصرف کننده نیز استفاده می‌شده است. در این میان غذاهای پروبیوتیک مهم‌ترین گروه غذاهای ارتقاء دهنده سلامت مصرف کننده هستند. بر اساس تعریف سازمان بهداشت جهانی به میکرواورگانیسم‌های زنده‌ای که بتوانند پس از خورده شدن، به تعداد کافی ($۱۰^{۷}$ CFU.mL^{-1}) به روده کوچک رسیده، در آنجا مستقر شده و خصوصیات سلامت‌زای خود را بروز دهند، پروبیوتیک اطلاق می‌شود. از گذشته غذاهای پروبیوتیک عمدتاً تخمیری بوده‌اند و دارای طعم ترش بوده، از این رو دارای مقبولیت مصرف کمی هستند، امروزه فراورده‌های پروبیوتیک غیر تخمیری که تنها حامل باکتری‌های پروبیوتیک به دلیل طعم ملایم گسترش روز افزونی یافته‌اند [۸۸].

لاکتوباسیلوس پلانتاروم به عنوان یکی از گسترده‌ترین گونه های جنس لاکتوباسیلوس از مهم‌ترین باکتری‌های پروبیوتیک به شمار می‌آید. این گونه دارای بزرگ‌ترین ژنوم شناخته شده در بین جنس لاکتوباسیلوس است، ژنوم بزرگ‌تر منجر به داشتن چرخه‌های متابولیکی بیشتر و به طبع آن قابلیت سازگاری بهتر با شرایط سخت می‌شود [۹۰].

سویه‌های بومی باکتری‌های پروبیوتیک به لحاظ سازگاری بیشتر با شرایط منطقه و دستگاه گوارش هر جامعه دارای قابلیت بهتری برای مقابله با تنش‌های گوناگونی هستند که زنده مانی آن‌ها را

تحت تاثیر قرار می‌دهد. از همین رو امروزه استفاده از سویه‌های بومی در تحقیقات مرتبط با بیوتکنولوژی مواد غذایی اهمیت زیادی پیدا کرده است.

بستنی به شکل امروزی از حدود ۳۰۰ سال پیش گسترش یافت، بستنی به دلیل داشتن پروتئین و چربی شیر و شیرین کننده ماده‌ی غذایی با ارزش تغذیه‌ای زیادی محسوب می‌شود. بر اساس تعریف سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بستنی به مخلوط خمیری شکل منجمدی اطلاق می‌شود که دارای پروتئین‌های شیر، پایدار کننده، شیرین کننده و چربی ناشی از شیر و منابع گیاهی باشد. بستنی به عنوان یک محصول غیر تخمیری با مقبولیت مصرف زیاد به دلیل pH نزدیک به خنثی، حامل بسیار مناسبی برای باکتری‌های پروبیوتیک است. از آنجا که تعداد باکتری زنده عامل تعیین کننده در بروز خصوصیات سلامت زای پروبیوتیک‌ها است، تنش‌های مرتبط با دستگاه گوارش و فرایند تولید مواد غذایی تاثیر بسزایی در میزان بقاء این باکتری‌ها دارد.

بطور کلی به هر نوع تغییر در محیط زندگی سلول که منجر به ایجاد پاسخ به منظور تحمل شرایط جدید شود، تنش اطلاق می‌شود. در بسیاری از میکروارگانیسم‌ها، قرار گرفتن در معرض یک تنش با شدت کمتر از حد کشندگی[۱]، باعث ایجاد مقاومت در مقابل همان نوع تنش می‌شود، این پاسخ تحت عنوان پاسخ تطابقی نامیده می‌شود و یا حتی این مقاومت را در برابر تنش‌های دیگر ایجاد می‌کند که محافظت متقاطع[۲] نام دارد، تنش‌ها با پاسخ مشترک را تنش‌های همولوگ[۳] نام می‌برند. بر اساس شدت تنش وارد شده به سلول ابتدا تغییرات مورفولوژیک، سپس تغییرات فیزیولوژیک و در نهایت تغییرات ژنتیکی اتفاق می افتد [۳۵].

تنش‌های مهم مرتبط با فرایند هضم و جذب در دستگاه گوارش شامل تنش ناشی از pH کم در معده و غلظت زیاد صفرا در بخش دوازدهه روده کوچک است، بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیقات، حداکثر زمان مواجه شدن غذا با اسید معده در حدود ۴ ساعت است، همچنین pH محتویات معده در زمانی که معده خالی است در حدود pH=۱/۵ است و پس از مصرف غذا به حدود pH=۲/۵-۳/۵ می‌رسد. بر این اساس باکتری باید مقاومت کافی در برابر اسید را داشته باشد و پس از آن با صفرا در روده کوچک مواجه شود، و بتواند در برابر صفرا نیز مقاومت کند. تحقیقات متعدد غلظت متوسط صفرا در روده کوچک را در حدود ۰/۶٪ گزارش کردند که غذا و به طبع آن باکتری‌های پروبیوتیک موجود در آن در حدود ۴ ساعت در تماس با صفرا هستند.

۱-Sublethal
۲-Cross Protection
۳-Homologue stresses

تنش‌های ناشی از فرایند تولید و نگهداری بستنی نیز به طور کلی و به ترتیب شامل تنش مکانیکی ناشی از هم‌زن دستگاه، تنش اکسیداتیو ناشی از ورود هوا به مخلوط بستنی به منظور افزایش حجم مخلوط بستنی و در نهایت دمای کم به دلیل نگهداری بستنی در فریزر است.

بر اساس تحقیقات انجام شده سلول‌های مواجه شده با تنش‌هایی با شدت کمتر از حد کشندگی، در موجه با دوز اصلی تنش مقاومت بالاتری از خود نشان می‌دهند. همچنین تحقیقات نشان داده است، تیمار سلول‌ها با این دسته از تنش‌ها زمانی که با حفظ توالی تنش بر اساس شرایط واقعی باشد می تواند از طریق پدیده محافظت متقاطع باعث ایجاد مقاومت بیشتری در برابر تنش‌های همولوگ آتی شود [۷۵].

تحقیقات متعددی در خصوص تولید بستنی پروبیوتیک غیر تخمیری انجام گرفته است و عدم تاثیر باکتری بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی فراورده به اثبات رسیده است. اگر چه اکثر مطالعات بقای نسبتاً مطلوب باکتری‌های پروبیوتیک را در بستنی را گزارش کرده‌اند، اما استفاده از تیمار مواجه سازی باکتری با تنش‌های کمتر از حد کشندگی قبل از تولید بستنی به منظور افزایش نرخ بقای باکتری در طول فرایند تولید، نگهداری بستنی و مصرف بستنی دارای سابقه‌ی زیادی نیست.

به طور کلی هدف از انجام این تحقیق، تبیین یک استراتژی ساده و کارا برای افزایش مقاومت باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم پروبیوتیک بومی از طریق ایجاد محافظت متقاطع بر اساس توالی تنش‌ها با توجه به شرایط واقعی است، پس از آن استفاده از باکتری مقاوم شده در تولید یک محصول لبنی غیر تخمیری منجمد مانند بستنی و بررسی میزان بقاء باکتری در طول فرایند تولید و نگهداری آن است. در نهایت استفاده مجدد از باکتری‌های زنده مانده در بستنی برای تولید مجدد بستنی به منظور بررسی اثر مواجه با سرما و تنش‌مکانیکی حین فرایند تولید بستنی در افزایش مقاومت باکتری در برابر تنش‌های مشابه آتی است.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ اهمیت موضوع

۲-۱-۱ غذاهای فرا سودمند[۱]

از گذشته غذا تنها به منظور تأمین انرژی بدن استفاده نمی‌شده است و علاوه بر تأمین مواد مغذی و ریز مغذی‌های بدن، به منظور ارتقاء سلامت، بهبود بیماری‌ها و پیشگیری از ابتلا به بیماری مورد استفاده قرار می گرفته است. امروزه تحقیقات وسیعی در خصوص درک و توسعه نقش غذا در ارتقاء سلامت جامعه انجام می‌پذیرد، غذا در تحقیقات امروزی دیگر تنها نقش تأمین کننده مواد مغذی را نداشته و به عنوان حاملی برای مواد زیست فعال، مواد درمان کننده و میکرواورگانیسم های مفید مطرح است، از سوی دیگر گرایش مردم به غذاهای سلامت زا، غذاهایی که باعث کاهش خطر بیماری‌های قلبی می‌شود، غذاهای ضد سرطان و پوکی استخوان منجر به رشد روز افزون سرمایه گذاری در بخش تولید این دسته از مواد غذایی شده است [۱۸].

اولین بار ژاپن در سال ۱۹۸۰ غذاهایی را که با هدف ارتقاء سلامت مصرف کننده تولید و فرآوری می‌شد فراسودمند نامید. سپس در سال ۱۹۹۱ وزارت بهداشت ژاپن مجوز برچسب گذاری غذاهایی را که هدف سلامتی بخشی داشتند صادر نمود. در سال ۱۹۹۴ سازمان غذا و داروی آمریکا[۲] به

۱- Functional Foods
۲- FDA