دانشکده کشاورزی

رساله دکتری

میکروانکپسولاسیون باکتریهای پروبیوتیک

رضا رضایی مکرم

اساتید راهنما

دکترسید علی مرتضوی

دکتر محمد باقر حبیبی نجفی

استاد مشاور

دکترفخری شهیدی

شهریور ۱۳۸۹

این پایان نامه با عنوان «میکروانکپسولاسیون باکتریهای پروبیوتیک» توسط آقای رضا رضایی مکرم در تاریخ ۱۳۸۹/٦/۱۷ با نمره و درجه ارزشیابی ۲۰ در حضور هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضاء
۱	دکتر رسول کدخدایی	استادیار		
۲	دکتر مهدی جعفری	استادیار		
۳	دکتر مسعود یاور منش	استادیار		
٤	دکتر فریده طباطبایی	استادیار		

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: میکروانکپسولاسیون باکتریهای پروبیوتیک

اینجانب رضا رضایی مکرم دانشجوی دوره دکتری رشته علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی اقایان دکتر سید علی مرتضوی و دکتر محمد باقر حبیبی نجفی متعهده می شوم که:

- **تحقیقات ارائه شده در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده و مسئول صحت و اصالت مطالب نگارش شده می باشم.**
- **در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده شده استناد شده است.**
- **مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط اینجانب یا فرد یگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.**
- **کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد. مقالات مستخرج با نام دانشگاه فردوسی مشهد و یا Ferdowsi University of Mashhad به چاپ خواهد رسید.**
- **حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت شده است.**
- **در کلیه مراحل انجام این پایان نامه در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.**

رضا رضایی مکرم

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات ان (مقالات مستخرج ، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود و در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

پروبیوتیکهای *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* ۱٦٤۳، *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* ۱٦۳۷، *لاکتوباسیلوس کازی* ۱٦۰۸، *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* ۱۰۵۸ و *بیفیدوباکتر بیفیدوم* ۱٦٤٤ با هدف افزایش مقاومت آنها در شرایط نامساعد گوارش و افزایش قابلیت زنده مانی آنها در شرایط محیطی و بررسی اثر کپسولاسیون بر سینتیک تولید اسید لاکتیک بوسیله آلژینات، گرانولهای تیمار شده نشاسته و ترکیب گرانول نشاسته و آلژینات کپسوله شدند. پوشش تک لایه آلژینات و یا کپسولاسیون در گرانولهای نشاسته گرچه نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش قابلیت زنده مانی می شود ولی این دو روش نسبت به هم تفاوت معنی داری ندارند و بهترین نتیجه از تلفیق آلژینات و گرانول نشاسته حاصل شد. به منظور افزایش سطح گرانولهای طبیعی نشاسته بر روی آنها تیمار اسیدی – آنزیمی بوسیله اسید کلریدریک و آلفا آمیلاز اعمال و تفاوت سطح حاصل بوسیله دستگاه آنالیز سطح و معادله BET اندازه گیری شد. برای اندازه گیری قطر ذرات کپسول از دستگاه پارتیکل سایز آنالایزر (تکنیک پراکنش پرتو لیزر) استفاده گردید. حداقل قطر ذرات برای گرانولهای نشاسته معادل ۰/۳۱۱ ± ۲۳/۹ میکرون و حداکثر آن برای گرانولهای پوشش دار معادل ۰/۲۰۹ ± ۷۵/۳۳ میکرون بدست آمد و برای مشاهده مورفولوژی کپسولها از میکروسکوپ الکترونی و تکنیک SEM استفاده گردید. مشاهدات میکروسکوپ الکترونی و دستگاه آنالیز سطح، تخلخل گرانولهای نشاسته و افزایش سطح آنها را در نتیجه تیمار اسیدی– آنزیمی تایید کرد. همچنین اثر ترکیبات محافظی مانند گلوکز، فروکتوز، گالاکتوز، ساکاروز، لاکتوز، مالتوز، مانیتول و نشاسته محلول، بر دمای نقطه شیشه شدن محیط (T_g)، از طریق اسکن دمایی بوسیله دستگاه DSC مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج حاصله به صورت تطبیقی بر روی قابلیت زنده مانی باکتریها، در شرایط خشک کردن انجمادی بررسی شد. از بین ترکیبات یاد شده، نشاسته محلول، بهترین T_g و اثر حفاظتی را نشان داد. بررسی سینتیک تولید اسید بوسیله باکتریهای کپسول شده در نشاسته– آلژینات نشان داد که کپسولاسیون، موجب افزایش دوره کمون در مقایسه با تیمار کنترل می شود.

کلید واژه: آلژینات، پراکنش اندازه ذرات، ترکیبات محافظ، خشک کردن انجمادی، قابلیت زنده مانی، گرانول نشاسته، لاکتوباسیلوس، نقطه شیشه شدن.

هر پیمانه ای روزی لبریز می شود مگر پیمانه دانش

علی (ع)

تمام لحظه های زندگی من، رهین از خود گذشتگی ها و فداکاریهای پدر و مادرم است و همواره و تا ابد مدیون بزرگواری انان خواهم بود و جز غفران الهی پاداشی شایسته تر و بایسته تر برای ارواح بلندشان نمی بینم، از خداوند رحیم کریم می خواهم که ارواح مطهرشان را در کنف رحمت واسعه خویش با اولیاء طاهرینش محشور نماید.

انجام مراحل این رساله بدون محبت عده ای از بهترین سروران میسر نبود. لذا بنا بـه فرمـوده رسول مکرم اسلام که «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق» بر خود فرض می دانـم از زحمـات و پشتیبانیهای بی دریغ اساتید راهنما و مشاور خود آقایان دکتر سید علی مرتضـوی و دکتـر محمـد باقر حبیبی نجفی و سرکار خانم دکتر فخری شهیدی که در طی مراحل انجام این رساله و در طـول تحصیلات دانشگاهی مرا در انتخاب مسیر صحیح یاری نموده اند، کمال سپاسگزاری و قـدردانی را بنمایم. همچنین از همکاری مسئولان محتـرم آزمایشـگاه مرکـزی دانشـگاه فردوسـی، آقـای دکتـر سجادی و خانمها مهندس شکیب و مهندس صادقیان که در تهیه تصـاویر میکروسـکوپ الکترونـی زحمت کشیدند، سپاسگزاری نمایم. از مسئول محترم ازمایشگاه تحقیقات مهندسـی دانشـکده فنـی ومهندسی دانشگاه فردوسی، آقای دکتر حامد موسویان و آقـای مهنـدس علیرضـا بختیـاری کـه در اندازه گیری پراکنش ذرات، اندازه گیری سطح و تخلل آنهـا و تهیـه ترموگرامهـای DSC زحمـت کشیدند متشکرم. همچنین سپاس ویژه از معانت محترم فنـی و پشـتیبانی موسسـه واکسـن و سـرم سازی تهران آقای دکتر علی رضایی مکرم و سرکار خـانم مهنـدس رضـایی مکـرم کـه در تفسـیر نمودارهای DSC و تخلیص آنزیم و تهیه برخی گونه های میکروبی مرا یاری نمودند. تقدیر ویـژه از دوست و همکار محترم آقای دکتر آرش کـوچکی بخـاطر محبتهـای بـی شـائبه ایشـان در تمـام مراحل انجام این رساله. از کارشناس آزمایشگاه فن آوریهای نـوین گـروه علـوم و صـنایع غـذایی دانشکده کشاورزی آقای مهندس جواد قزوینی که در آماده سازی مواد و دستگاهها در کنارم بودنـد سپاسگزارم. بعلاوه لازم میدانم از سرکار خانم صدیقه آجری تکنسین آزمایشگاه کنسرو که همـواره از دلسوزی ایشان برخوردار بوده ام، قدردانی نمایم. بدیهی اسـت انجـام کارهـای عملـی گسـترده بدون همکاری مستقیم و غیر مستقیم مسئولان محترم دانشگاه ، دانشکده و گروه ، اعم از مـدیران ، کارکنان و نگهبانان محتـرم میسـر نبـوده اسـت ، لـذا از خداونـد منـان توفیـق روز افـزون آنـان را خواستارم.

با سپاس

رضا رضایی مکرم

فهرست مطالب

مقدمه ۱

۱- بررسی منابع ۵

۱-۱- غذاهای عملکردی و اثرات سلامت زایی و تغذیه ای آنها ۵

۱-۲- ارزش غذایی ٦

۱-۳- اثرات درمانی ۷

۱-۳-۱- اثر بر تخریب های جدار روده و عفونت های روده ای ۷

۱-۳-۲- فعالیت ضد توموری ۸

۱-۳-۳- کاهش سطح کلسترول خون ۹

۱-٤- پروبیوتیکها ۱۲

۱-۵- تاکسونومی جنس لاکتوباسیلوس ۱۳

۱-٦- اکولوژی جنس لاکتوباسیلوس ۱٤

۱-۷- اثرات محیطی لاکتوباکترها ۱٦

۱-۷-۱- تولید اسید ۱٦

۱-۷-۲- پراکسید هیدروژن ۱۸

۱-۷-۳- دی اکسید کربن ۱۹

۱-۷-٤- دی استیل ۲۰

۱-۷-۵- ترکیبات ضد میکروبی ویژه ۲۰

۱-۷-۵-۱- روترین ۲۱

۱-۷-۵-۲- روتری سایکلین..... ۲۲
۱-۷-۵-۳- پیرولیدون۵- کربوکسیلیک اسید..... ۲۳
۱-۸- تاکسونومی جنس بیفیدوباکتریوم ۲٤
۱-۹- اکولوژی جنس بیفیدوباکتریوم..... ۲۷
۱-۱۰- اثر عوامل مغذی بر رشد بیفیدوباکترها..... ۲۷
۱-۱۱- ترکیبات بیفیدوژنیک (پری بیوتیکها) و ترکیبات رشد..... ۲۸
۱-۱۱-۱- فروکتوالیگو ساکاریدها ۳۰
۱-۱۱-۲- زایلو الیگو ساکاریدها ۳۱
۱-۱۲- عوامل نامساعد کننده رشد برای پروبیوتیکها ۳۱
۱-۱۲-۱- اسید معده ۳۲
۱-۱۲-۱-۱- اثرات pH ۳۲
۱-۱۳- صفرا ۳٤
۱-۱۳-۱- ترکیبات صفرا ۳٤
۱-۱۳-۲- فعالیت ضد میکروبی صفرا..... ۳۵
۱-۱۳-۳- عوامل موثر بر فعالیت صفرا ۳٦
۱-۱۳-۳-۱- غلظت صفرا ۳٦
۱-۱۳-۳-۲- نوع و ساختار ترکیبات صفرا..... ۳٦
۱-۱۳-۳-۳- ساختار و ترکیبات غشاء ۳۷
۱-۱۳-٤- سایر اثرات ۳۸
۱-۱۳-۵- توانایی تحمل صفرا در باکتریها ۳۹

۱-۱۳-۵-۱- انواع گرم منفی ۳۹
۱-۱۳-۵-۲- باکتریهای گرم مثبت ۳۹
۱-۱۳-٦- فاکتورهای موثر در مقاومت به صفرا ٤۰
۱-۱۳-۷- باکتریها و تغییر ساختمان نمکهای صفراوی ٤۱
۱-۱۳-۸- تاثیرترکیبات هیدولیز شده نمک های صفرا بر میزبان ٤۲
۱-۱۳-۹- اثر صفرا بر بیماریزایی باکتریها ٤۳
۱-۱٤- میکرو انکپسولاسیون ٤٤
۱-۱٤-۱- فواید کپسولاسیون پروبیوتیکها ٤٥
۱-۱٤-۲- ترکیبات پلیمری مورد استفاده در کپسولاسیون پروبیوتیکها ٤٦
۱-۱٤-۲-۱- کاپاکاراگینان ٤٦
۱-۱٤-۲-۲- آلژینات ٤۷
۱-۱٤-۲-۳- پروتئینها و مخلوط پلی‌ساکاریدها ٤۹
۱-۱٤-۲-٤- کیتوزان ٥۰
۱-۱٤-۲-٥- نشاسته ٥۱
۱-۱٥- مشکلات بر سر راه خشک کردن پروبیوتیک‌ها ٥۲
۱-۱٥-۱- تکنولوژی خشک کردن ٥۳
۱-۱٥-۱-۱- خشک کردن انجمادی ٥٤
۱-۱٥-۱-۲- خشک کردن پاششی ٥٦
۱-۱٥-۲- ترکیبات محافظ ٥۸
۱-۱٥-۳- انتقال فازی در سیستم های غذایی ٥۹

۱-۱۵-٤- افزایش مقاومت باکتریها از طریق فیزیولوژی سلولی مراحل رشد و محیط های کشت ٦٣
۱-۱۵-٤-۱- روشهای تقویت سیستم دفاعی باکتریها ٦٤
۱-۱۵-٤-۲- مراحل رشد ٦٤
۱-۱۵-٤-۳- محیط کشت ٦٥
۱-۱٦- نگهداری محصولات بیولوژیک ٦٦
۱-۱۷- آبگیری مجدد محصولات خشک شده ٦٧
۱-۱۸ - ایزوترم BET ٦٨

فصل دوم مواد و روشها

۲-۱- مواد ۷۱
۲-۲- روشها ۷۱
۲-۲-۱ - آماده سازی میکروارگانیسم ها ۷۱
۲-۲-۲- بررسی توان آمیلولیتیکی سویه ها ۷۲
۲-۲-۳- کپسولاسیون باکتریها در آلژینات ۷۳
۲-۲-٤- میکروانکپسولاسیون به وسیله گرانولهای تیمار شده نشاسته ۷۳
۲-۲-۵- شمارش تعداد باکتریهای به دام افتاده در کپسولها ۷٤
۲ -۲-٦- بررسی ویژگیهای فیزیکی کپسولها ۷۵
۲ -۲-٦-۱ - تعیین اندازه ذرات ونحوه پراکنش آنها ۷۵
۲ -۲-٦-۲ - تعیین مورفولوژی ذرات ۷٦
۲-۲-٦-۳- تعیین سطح گرانولهای نشاسته ۷٦

۲ -۲-۷- بررسی قابلیت زنده مانی در شرایط شبیه سازی شده معده ۷۷

۲-۲-۸- بررسی قابلیت زیستی سلولها پس از گرمخانه گذاری متوالی در شرایط شبیه سازی شده معده و روده ۷۷

۲-۲-۹- بررسی تاثیر نوع قند بر انتقال حالت شیشه محیط ۷۸

۲-۲-۱۰- تهیه بافر برای خشک کردن انجمادی باکتریها ۷۸

۲-۲-۱۱- خشک کردن انجمادی نمونه ها ۷۹

۲-۲-۱۲- تعیین چسبندگی میکروارگانیسم ها به گرانولهای نشاسته ۸۰

۲-۲-۱۳- بررسی اثر اسید بر چسبندگی ۸۰

۲-۲-۱٤- بررسی اثرصفرا بر چسبندگی ۸۱

۲-۲-۱۵- بررسی ماندگاری باکتریهای کپسول شده در طی زمان.....۸۱

۲-۲-۱٦- استخراج آلفا آمیلاز..... ۸۱

۲-۲-۱۷- تعیین فعالیت آنزیمی ۸۲

۲-۲-۱۸- تیمار الکلی اسیدی گرانولهای نشاسته ۸۳

۲-۲-۱۹- تیمار فرا صوت گرانولهای میکرونایز نشاسته ۸۳

۲-۲-۲۰- تیمار آنزیمی گرانولهای میکرونایز نشاسته ۸٤

۲-۲-۲۱ -آانالیز آماری ۸٤

فصل سوم نتیجه و بحث

۳-۱- فعالیت آنزیمی آلفا آمیلاز ۸۵

۳-۲- اثر تیمار اعمال شده بر مورفولوژی گرانولهای نشاسته ۸٦

۳-۳- بررسی تخلخل گرانولها و محاسبه افزایش سطح بدست آمده ۹۱

۳-٤- چسبندگی باکتریها به گرانولهای نشاسته ۹٤
۳-٥- اثر شرایط اسیدی بر چسبندگی باکتریها به گرانولهای نشاسته ۹۹
۳-٦- اثر صفرا بر چسبندگی باکتریها به گرانولهای نشاسته ۱۰۰
۳-۷- شمارش تعداد باکتریهای بدام افتاده در کپسولها و تعیین اندازه ذرات کپسول ونحوه پراکنش آنها ۱۰۰
۳-۸- قابلیت زیستی سلولهای کپسوله شده در شرایط معده ۱۰٤
۳-۸-۱-*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* ۱۰٤
۳-۸-۲-*لاکتوباسیلوس رامنوسوس* ۱۰٦
۳-۸-۳-*لاکتوباسیلوس کازی* ۱۰۷
۳-۸-٤-*لاکتوباسیلوس پلانتاروم* ۱۰۹
۳-۸-٥- *بیفیدوباکتر بیفیدوم* ۱۱۰
۳-۹- قابلیت زیستی سلولهای کپسوله شده در شرایط ترکیبی معده و روده ۱۱۱
۳-۹-۱-*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* ۱۱۱
۳-۹-۲-*لاکتوباسیلوس رامنوسوس* ۱۱۳
۳-۹-۳-*لاکتوباسیلوس کازی* ۱۱٤
۳-۹-٤-*لاکتوباسیلوس پلانتاروم* ۱۱٦
۳-۹-٥- *بیفیدوباکتر بیفیدوم* ۱۱۷
۳-۱۰- بررسی ترموگرامهای DSC و نحوه عمل ترکیبات محافظ در شرایط انجماد ۱۲۰
۳-۱۰-۱- منوساکاریدها ۱۲۱
۳-۱۰-۲- دی ساکاریدها ۱۲۳

۳-۱۰-۳- مانیتول ۱۲۵

۳-۱۰-٤- نشاسته محلول ۱۲٦

۳-۱۱- بررسی تطبیقی رفتار مواد محافظ بر قابلیت زنده مانی پروبیوتیک ها ۱۲۸

۳-۱۲- سینتیک تولید اسید لاکتیک و کاهش pH در باکتریهای اسید لاکتیک..... ۱۳۲

۳-۱۳- بررسی توابع ریاضی حاکم بر تخمیر ۱۳۷

۳-۱٤- قابلیت زنده مانی در شرایط محیطی ۱۳۹

۳ -۱۵- نتیجه گیری ۱٤۲

۳ -۱٦- پیشنهادها ۱٤۳

۳-۱۷- فهرست منابع ۱٤۵

۳-۱۸- فهرست اعلام ۱۷۱

فهرست اشکال

شکل:۱-۱ A مسیر هموفرمنتاتیو و B مسیر هتروفرمنتاتیو تخمیر گلوکز به لاکتات ۱۵

شکل: ۱-۲ ساختمان روترین یا ۳ - هیدروکسی پروپانال ۲۱

شکل: ۱-۳ ساختمان ۲- پیرولیدون۵- کربوکسیلیک اسید..... ۲۳

شکل: ۱-٤ مسیر متابولیسمی بیفیدوباکتریوم ها و محصولات حد واسط بدست آمده..... ۲٦

شکل: ۱-۵ ترموگرام رفتار دمایی یک ماده حاصل از دستگاه DSC ٦۲

شکل: ۱-٦ نمونه ای از منحنی های ایزوترم حاصل از دستگاه آنالیز سطح..... ٦۹

شکل: ۳-۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) از گرانولهای طبیعی نشاسته گندم.....۸۷

شکل: ۳-۲ تصویر میکروسکوپ نوری از شکافهای شعاعی ایجاد شده بر سطح گرانول نشاسته پس از تیمار اسید الکلی- آنزیمی به همراه تعدادی بیفیدوباکتر در داخل شکافها..... ۸۸

شکل: ۳-۳ تصویر میکروسکوپ نوری از یک گرانول نشاسته پس از تیمار اسید الکلی آنزیمی بهمراه تعدادی از بیفیدوباکتریهای به دام افتاده در آن ۸۹

شکل: ۳-٤ تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) گرانول نشاسته پس از تیمار اسید الکلی آنزیمی ۹۰

شکل: ۳-۵ تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) گرانول نشاسته پس از تیمار اسید الکلی آنزیمی ۹۱

شکل: ۳-٦ نمودار ایزوترم جذب و دفع گاز ازت توسط گرانولهای طبیعی نشاسته ۹۳

شکل: ۳-۷ نمودار ایزوترم جذب و دفع گاز ازت توسط گرانولهای تیمار شده نشاسته ۹۳

شکل: ۳-۸ درصد باکتریهای جذب شده بر روی گرانولهای نشاسته برای گونه های مختلف اسید لاکتیک باکتریها و *بیفیدوباکتربیفیدوم*..... ۹۵

شکل: ۳-۹ رابطه شماتیک بین تعداد سلولهای اتصال یافته به بافت پوششی ، زمان تماس و غلظت سوسپانسیون میکروبی ۹۶

شکل: ۳-۱۰ کاربرد رابطه میکائیلیس- منتن برای توضیح اتصال باکتریها به سلولهای جدار پوششی ۹۶

شکل: ۳-۱۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) از چگونگی اتصال باکتریهای *L.acidophilus* بر روی گرانول تیمار شده نشاسته..... ۹۸

شکل: ۳-۱۲ تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) از تجمع باکتریهای *L.rhamnosus* بر روی گرانول نشاسته (بزرگنمایی ۱۰۰۰۰) ۹۹

شکل: ۳-۱۳ نمودار نحوه پراکنش و فراوانی ذرات بدست آمده از کپسولاسیون به روش تثبیت بر روی گرانولهای نشاسته..... ۱۰۱

شکل: ۳-۱٤ تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) از یک میکروکپسول آلژینات حاوی باکتری ۱۰۲

شکل: ۳-۱۵ نمودار نحوه پراکنش و فراوانی ذرات بدست آمده از کپسولاسیون باکتریها در آلژینات ۱۰۲

شکل: ۳-۱٦ تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) از یک میکروکپسول آلژینات – نشاسته ۱۰۳

شکل: ۳-۱۷ نمودار نحوه پراکنش و فراوانی ذرات بدست امده از روکش نمودن ذرات نشاسته بوسیله آلژینات ۱۰٤

شکل: ۳-۱۸ اثرشرایط اسیدی معده بر قابلیت زنده مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*..... ۱۰٦

شکل: ۳-۱۹ اثر شرایط اسیدی معده بر قابلیت زنده مانی *لاکتوباسیلوس رامنوسوس*..... ۱۰۷

شکل: ۳-۲۰ اثر شرایط اسیدی معده بر قابلیت زنده مانی *لاکتوباسیلوس کازی* ۱۰۸

شکل: ۳-۲۱ اثر شرایط اسیدی معده بر قابلیت زنده مانی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* ۱۰۹

شکل: ۳-۲۲ اثر شرایط اسیدی معده بر قابلیت زنده مانی *بیفیدوباکتر بیفیدوم* ۱۱۱

شکل: ۳-۲۳ اثر شرایط اسیدی معده به مدت ۳۰ دقیقه و ۱۲۰ دقیقه محیط مشابه روده بر قابلیت زنده مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* ۱۱۲

شکل: ۳-۲٤ اثر شرایط اسیدی معده به مدت ۳۰ دقیقه و ۱۲۰ دقیقه محیط مشابه روده بر قابلیت زنده مانی *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* ۱۱٤

شکل: ۳-۲۵ اثر شرایط اسیدی معده به مدت ۳۰ دقیقه و ۱۲۰ دقیقه محیط مشابه روده بر قابلیت زنده مانی *لاکتوباسیلوس کازی* ۱۱۵

شکل: ۳-۲٦ اثر شرایط اسیدی معده به مدت ۳۰ دقیقه و ۱۲۰ دقیقه محیط مشابه روده بر قابلیت زنده مانی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* ۱۱۷

شکل: ۳-۲۷ اثر شرایط اسیدی معده به مدت ۳۰ دقیقه و ۱۲۰ دقیقه محیط مشابه روده بر قابلیت زنده مانی *بیفیدوباکتر بیفیدوم* ۱۱۹

شکل: ۳-۲۸ نقطه نرم شدن (T_g) محلول ۲۰٪ گلوکز بدست آمده از منحنی DSC..... ۱۲۱

شکل: ۳-۲۹ نقطه نرم شدن (T_g) محلول ۲۰٪ فروکتوز بدست آمده از منحنی DSC ۱۲۲

شکل: ۳-۳۰ نقطه نرم شدن (T_g) محلول ۲۰٪ گالاکتوز بدست آمده از منحنی DSC ۱۲۲

شکل: ۳-۳۱ نقطه نرم شدن (T_g) محلول ۲۰٪ ساکاروز بدست آمده از منحنی DSC..... ۱۲۳

شکل: ۳-۳۲ نقطه نرم شدن (T_g) محلول ۲۰٪ مالتوز بدست آمده از منحنی DSC..... ۱۲٤

شکل: ۳-۳۳ نقطه نرم شدن (T_g) محلول ۲۰٪ لاکتوز بدست آمده از منحنی DSC ۱۲٤

شکل: ۳-۳٤ نقطه نرم شدن (T^g) محلول ۲۰٪ مانیتول بدست آمده از منحنی DSC ۱۲۵

شکل: ۳-۳۵ نقطه نرم شدن (T_g) محلول اشباع نشاسته بدست آمده از منحنی DSC ۱۲۶

شکل: ۳-۳۶ مقایسه اثر نوع ماده محافظ بر قابلیت زنده مانی پروبیوتیک های مورد آزمایش ۱۲۹

شکل: ۳-۳۷ نمودار چگونگی کاهش pH بوسیله *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* پوشش دار و فاقد پوشش ۱۳۳

شکل: ۳-۳۸ نمودار چگونگی کاهش pH بوسیله *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* پوشش دار و فاقد پوشش ۱۳۳

شکل: ۳-۳۹ نمودار چگونگی کاهش pH بوسیله *لاکتوباسیلوس کازی* پوشش دار و فاقد پوشش ۱۳٤

شکل: ۳-٤۰ نمودار چگونگی کاهش pH بوسیله *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* پوشش دار و فاقد پوشش ۱۳٤

شکل: ۳-٤۱ نمودار چگونگی کاهش pH بوسیله *بیفیدوباکتر بیفیدوم* پوشش دار و فاقد پوشش ۱۳۵

شکل: ۳-٤۲ نمودار قابلیت زنده مانی پروبیوتیک های با پوشش مضاعف آلژینات نشاسته در شرایط یخچال ۱٤۰

شکل: ۳-٤۳ نمودار قابلیت زنده مانی پروبیوتیک ها در شرایط محیطی در حالت فاقد پوشش ۱٤۱

فهرست جداول

جدول: ۱-۱ ویتامینهای تولید شده بوسیله مهمترین گونه های بیفیدوباکتر و میزان اهمیت گونه ها در تولید هریک از انها (PP اسید نیکوتنیک) ۲۵

جدول: ۳-۱ داده های حاصل از دستگاه آنالیز سطح برای گرانولهای طبیعی و تیمار شده... ۹۲

فهرست علائم و اختصارات

μg	Micro gram	میکروگرم
μL	Micro litre	میکرولیتر
μm	Micro meter	میکرومتر
mg	Milli gram	میلی گرم
mL	Milli litre	میلی لیتر
g	Gram	گرم
g	Kilo gram	کیلو گرم
s	Second	ثانیه
min	Minute	دقیقه
h	Hour	ساعت
c_p	Specific heat	گرمای ویژه
p	Pressure	فشار
V	Volume	حجم
P	Product	محصول
U	Total energy	انرژی کل
H	Enthalpy	انتالپی
S	Entropy	انتروپی
G	Gibbs energy	انرژی گیبس
W	Work	کار

Q	Heat content	محتوای حرارتی
X	Cell concentration	غلظت سلولی
$Y_{P/S}$	Product yield constant	ثابت بازده محصول
$Y_{X/S}$	Cell yield constant	ثابت بازده سلولی
$\mu_{\max}$	Cell growth constant	حداکثر رشد سلولی
S	Substrate	سوبسترا
K_S	Substrate constant	ثابت سوبسترا
T_g	Glass transition temperature	دمای شیشه شدن