

رسالة محمد



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

دانشکده شیلات و محیط زیست

پایان نامه جهت اخذ درجه دکتری در رشته
شیلات

تولید پودر پروتئین از ماهی کیلکای معمولی و بررسی امکان کاربرد آن در فرمولاسیون پاستا

پژوهش و نگارش:

کاوه رحمانی فرح

استاد راهنما:

دکتر بهاره شعبانپور

اساتید مشاور:

دکتر امیررضا شویکالو

دکتر مهران اعلمی

زمستان ۱۳۹۲

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود؛ بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

- ۱- قبل از چاپ پایان نامه خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
- ۲- قبل از چاپ پایان نامه در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
- ۳- انتشار نتایج پایان نامه باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **کاوه رحمانی فرح** دانشجوی رشته **شیلات** مقطع **دکتری** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی و امضاء

تقدیم بہ

پدر و مادر عزیزم کہ پشتوانہ زندگی ام ہستند

و

ہمسرم کہ یاری اش بی بہانہ و مہرش بی پایان است

سپاسگزاری

پس از شکر پروردگار مهربانم زرف ترین سپاس های خود را تقدیم می کنم به:

استاد ارجمندی محترم: سرکار خانم دکتر شعبان پور

استاد مشاور محترم: جناب آقای دکتر شوک لو، جناب آقای دکتر اعلی

هیئت محترم داوران: جناب آقای دکتر سوداگر، سرکار خانم دکتر یگان، سرکار خانم دکتر پور عاشوری

نایب محترم تحصیلات تکمیلی: جناب آقای دکتر ایمانپور

تیم حراست دانشگاه

مسئولین آزمایشگاه دانشکده شیلات و آزمایشگاه مرکزی

شیلات بندر امیرآباد

و

دوستان خوبم که در این راه مریاری رسانند.

چکیده

کیلکای معمولی یکی از ماهی‌های با ارزش تغذیه‌ای بالا و قیمت مناسب در دریای خزر می‌باشد. از این رو استفاده بهینه از این ماهی برای تولید پودر پروتئینی و با هدف کاربرد در تولید فراورده‌های مختلف در این تحقیق در نظر قرار گرفت. در این راستا نخست پودر پروتئین ماهی کیلکای معمولی به روش‌های مختلف فراوری تولید شد و سپس امکان کاربرد آن در غنی‌سازی پاستا بررسی گردید. جهت تولید پودر پروتئین دو روش استخراج پروتئین بکار گرفته شد. روش نخست استخراج پروتئین، شستشوی گوشت چرخ شده با آب (سوریمی) و روش دیگر استخراج پروتئین با گرمادهی سوسپانسیون (گرمادهی) بود. جهت تولید پودر پروتئین ماهی، پروتئین‌های استخراج شده در دماهای ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و نمونه‌های بدست آمده با پودر پروتئین بدست آمده از روش تصعیدی، مقایسه شدند. پس از انجام آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی، تغذیه‌ای و حسی و بررسی ویژگی‌های کاربردی پودرهای پروتئین، تیمار بهینه برای غنی‌سازی پاستا برگزیده شد. در بخش دوم، پاستا با سطوح مختلف پودر پروتئین ماهی به همراه سطوح مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی در غالب طرح آزمایشی مرکب مرکزی غنی‌سازی گردید و ویژگی‌های کیفی آن مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج آزمایش‌های ترکیبات شیمیایی، رنگ‌سنجی، چگالی، جذب روغن، ظرفیت اتصال به آب، pH، حلالیت پروتئین، ویسکوزیته، خاصیت هیگروسکوپیک، ظرفیت پایداری امولسیون، ویژگی‌های کف‌زایی، توانایی تشکیل ژل، پپتیدهای محلول در تری کلرواستیک اسید، شاخص‌های اکسیداسیون پروتئین (سولفیدریل کل، پیوندهای دی‌سولفید و سولفیدریل آزاد)، میزان تیوباربتوریک اسید، قابلیت هضم درون آزمایشگاهی، بررسی تغییرات پلی‌پپتیدی و ارزشیابی حسی، تیمار استخراج شده به روش شستشو و خشک شده در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد کیفیت قابل مقایسه‌ای با تیمار سوریمی خشک شده به روش تصعیدی داشت. بنابراین در بخش دوم پروژه برای غنی‌سازی پاستا، پودرهای پروتئین استخراج شده با روش شستشو و خشک شده به روش تصعیدی و در ۷۵ درجه سانتی‌گراد در سطوح ۱۳-۳ درصد و آنزیم ترانس گلوتامیناز در سطوح ۲-۰/۵ درصد بکار گرفته شدند. نتایج نشان دادند می‌توان با پودر پروتئین تولید شده به روش بهینه، پاستا را غنی کرد و آنزیم ترانس گلوتامیناز کیفیت پاستای غنی شده را بهبود می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ماهی کیلکا، آنزیم ترانس گلوتامیناز، سوریمی، پودر پروتئین ماهی، طرح مرکب مرکزی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل یکم: مقدمه

۲	۱- مقدمه و کلیات
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- کلیات
۳	۱-۲-۱- پروتئین
۴	۲-۲-۱- روش‌های استخراج پروتئین ماهی
۴	۱-۲-۲-۱- شستشوی گوشت چرخ‌شده
۵	۲-۲-۲-۱- تغییر pH
۵	۳-۲-۲-۱- هیدرولیز پروتئین ماهی
۶	۴-۲-۲-۱- استفاده از حلال‌ها
۶	۵-۲-۲-۱- فرایند گرمادهی سوسپانسیون
۶	۳-۲-۱- پودر پروتئین ماهی و روش‌های تولید آن
۷	۱-۳-۲-۱- خشک کردن تصعیدی
۷	۲-۳-۲-۱- خشک کردن پاششی
۸	۳-۳-۲-۱- خشک کردن با گرمادهی
۸	۴-۲-۱- فرآورده‌های پاستا
۹	۵-۲-۱- غنی‌سازی فرآورده‌های پاستا
۱۰	۶-۲-۱- تاثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر کیفیت پاستاهای غنی شده
۱۱	۷-۲-۱- فرضیه‌ها
۱۱	۸-۲-۱- اهداف

فصل دوم: بررسی منابع

۱۴	۲- بررسی منابع
----	----------------------

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۴	۱-۲- پژوهش‌ها پیرامون استخراج پروتئین ماهی
۱۶	۲-۲- پژوهش‌ها پیرامون روش‌های تولید پودر پروتئین ماهی
۱۷	۳-۲- پژوهش‌ها پیرامون بررسی ویژگی‌های کیفی پودر پروتئین ماهی
۱۸	۱-۳-۲- پژوهش‌ها پیرامون بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پودر پروتئین ماهی
۲۰	۲-۳-۲- پژوهش‌ها پیرامون بررسی ویژگی‌های کاربردی پودر پروتئین ماهی
۲۱	۳-۳-۲- پژوهش‌ها پیرامون بررسی ویژگی‌های تغذیه‌ای پودر پروتئین ماهی
۲۱	۴-۲- تولید پاستای غنی شده با پروتئین
۲۲	۵-۲- تولید پاستای غنی شده با پروتئین ماهی
۲۳	۶-۲- تاثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر کیفیت پاستای غنی شده با پروتئین
۲۴	۷-۲- جمع‌بندی پیشینه‌ی تحقیق

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۲۶	۳- مواد و روش‌ها
۲۶	۱-۳- مواد و دستگاه‌های بکار گرفته شده
۲۶	۱-۱-۳- مواد مصرفی
۲۶	۲-۱-۳- دستگاه‌ها
۲۷	۲-۳- روش کار
۲۷	۱-۲-۳- روش تولید پودر پروتئین ماهی
۲۷	۱-۱-۲-۳- استخراج پروتئین
۲۸	۲-۱-۲-۳- خشک کردن
۲۸	۲-۲-۳- روش تولید پاستای غنی شده
۲۹	۳-۳- روش‌های آزمایشی
۲۹	۱-۳-۳- آزمایش‌های انجام شده برای ارزیابی پودر پروتئین ماهی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
..... ۱-۱-۳-۳- آنالیز ترکیبات شیمیایی	۲۹
..... ۲-۱-۳-۳- رنگ‌سنجی	۳۰
..... ۳-۱-۳-۳- چگالی	۳۰
..... ۴-۱-۳-۳- جذب روغن	۳۰
..... ۵-۱-۳-۳- ظرفیت اتصال به آب	۳۱
..... ۶-۱-۳-۳- pH	۳۱
..... ۷-۱-۳-۳- حلالیت پروتئین	۳۱
..... ۸-۱-۳-۳- ویسکوزیته	۳۲
..... ۹-۱-۳-۳- خاصیت هیگروسکوپی	۳۲
..... ۱۰-۱-۳-۳- ظرفیت امولسیون	۳۲
..... ۱۱-۱-۳-۳- پایداری امولسیون	۳۲
..... ۱۲-۱-۳-۳- ظرفیت کف‌زایی	۳۳
..... ۱۳-۱-۳-۳- پایداری کف	۳۳
..... ۱۴-۱-۳-۳- توانایی تشکیل ژل	۳۳
..... ۱۵-۱-۳-۳- پتیدهای محلول در تری کلرواستیک اسید	۳۳
..... ۱۶-۱-۳-۳- سولفیدریل کل	۳۴
..... ۱۷-۱-۳-۳- پیوندهای دی‌سولفید	۳۴
..... ۱۸-۱-۳-۳- سولفیدریل فعال	۳۵
..... ۱۹-۱-۳-۳- میزان تیوباریتوریک اسید	۳۵
..... ۲۰-۱-۳-۳- قابلیت هضم درون آزمایشگاهی پروتئین پودر پروتئین ماهی	۳۶
..... ۲۱-۱-۳-۳- بررسی تغییرات پلی‌پتیدی پودر پروتئین ماهی	۳۶
..... ۲۲-۱-۳-۳- ارزشیابی حسی پودرهای پروتئین ماهی	۳۸
..... ۲-۳-۳- آزمایش‌های انجام شده بر پاستای غنی شده	۳۸

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
..... ۱-۲-۳-۳- آنالیز ترکیبات شیمیایی	۳۸
..... ۲-۲-۳-۳- بررسی تغییرات پلی پپتیدی پاستای غنی شده	۳۸
..... ۳-۲-۳-۳- تعیین زمان بهینه پخت	۳۹
..... ۴-۲-۳-۳- افت پخت	۳۹
..... ۵-۲-۳-۳- وزن پخت (میزان جذب آب هنگام پخت)	۳۹
..... ۶-۲-۳-۳- قابلیت هضم درون آزمایشگاهی پروتئین پاستای غنی شده	۳۹
..... ۷-۲-۳-۳- بافت سنجی پاستای غنی شده	۴۰
..... ۸-۲-۳-۳- رنگ سنجی پاستای غنی شده	۴۰
..... ۹-۲-۳-۳- ارزشیابی حسی پاستای غنی شده	۴۰
..... ۴-۳- تجزیه و تحلیل آماری	۴۱
..... ۵-۳- آزمایش‌های بهینه‌سازی	۴۱

فصل چهارم: نتایج و بحث

..... ۴- نتایج و بحث	۴۶
..... ۱-۴- نتایج مرتبط با پودر پروتئین ماهی	۴۶
..... ۱-۱-۴- آنالیز ترکیبات شیمیایی	۴۶
..... ۲-۱-۴- رنگ سنجی	۴۸
..... ۳-۱-۴- چگالی	۵۱
..... ۴-۱-۴- جذب روغن	۵۲
..... ۵-۱-۴- ظرفیت اتصال به آب	۵۴
..... ۶-۱-۴- pH	۵۵
..... ۷-۱-۴- حلالیت پروتئین	۵۷
..... ۸-۱-۴- ویسکوزیته	۵۸

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۹-۱-۴- خاصیت هیگروسکوپیسته.....	۶۰
۱۰-۱-۴- ظرفیت و پایداری امولسیون.....	۶۱
۱۱-۱-۴- ظرفیت و پایداری کف‌زایی.....	۶۴
۱۲-۱-۴- توانایی تشکیل ژل.....	۶۶
۱۳-۱-۴- پپتیدهای محلول در تری کلرواستیک اسید.....	۶۸
۱۴-۱-۴- اندازه‌گیری شاخص‌های اکسیداسیون پروتئین (سولفیدریل کل، پیوندهای دی‌سولفید و سولفیدریل آزاد).....	۷۰
۱۵-۱-۴- میزان تیوباریتوریک اسید.....	۷۵
۱۶-۱-۴- قابلیت هضم درون آزمایشگاهی پروتئین پودر پروتئین ماهی.....	۷۶
۱۷-۱-۴- بررسی تغییرات پلی‌پپتیدی.....	۷۹
۱۸-۱-۴- ارزشیابی حسی.....	۸۲
۱۹-۱-۴- جمع‌بندی نتایج مرتبط با پودر پروتئین ماهی.....	۸۴
۲-۴- نتایج مربوط به غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئینی کیلکا.....	۸۵
۱-۲-۴- آنالیز ترکیبات شیمیایی پاستا.....	۸۵
۲-۲-۴- بررسی الگوی پلی‌پپتیدی پاستاهای غنی شده.....	۸۸
۳-۲-۴- بهینه‌سازی زمان پخت بهینه.....	۹۲
۱-۳-۲-۴- بهینه‌سازی زمان پخت بهینه پاستا (تصعیدی).....	۹۲
۲-۳-۲-۴- بهینه‌سازی زمان پخت بهینه پاستا (۷۵ درجه سانتیگراد).....	۹۶
۴-۲-۴- بهینه‌سازی شاخص افت پخت.....	۹۹
۱-۴-۲-۴- بهینه‌سازی افت پخت پاستا (تصعیدی).....	۱۰۰
۲-۴-۲-۴- بهینه‌سازی افت پخت پاستا (۷۵ °C).....	۱۰۳
۵-۲-۴- بهینه‌سازی وزن پخت پاستا.....	۱۰۶
۱-۵-۲-۴- بهینه‌سازی وزن پخت پاستا (تصعیدی).....	۱۰۶

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱۱۰	۲-۵-۲-۴- بهینه‌سازی وزن پخت پاستا (۷۵°C).....
۱۱۴	۶-۲-۴- بهینه‌سازی قابلیت هضم درون آزمایشگاهی پاستا.....
۱۱۵	۱-۶-۲-۴- بهینه‌سازی قابلیت هضم درون آزمایشگاهی پاستای غنی شده با پودر پروتئین (تصعیدی).....
۱۱۸	۲-۶-۲-۴- بهینه‌سازی قابلیت هضم درون آزمایشگاهی پاستای غنی شده با پودر پروتئین روش (۷۵°C).....
۱۲۲	۷-۲-۴- بهینه‌سازی بافت (سختی) پاستا.....
۱۲۳	۱-۷-۲-۴- بهینه‌سازی بافت پاستا (تصعیدی).....
۱۲۶	۲-۷-۲-۴- بهینه‌سازی بافت پاستا (۷۵°C).....
۱۳۰	۸-۲-۴- بهینه‌سازی رنگ (سفیدی) پاستا.....
۱۳۰	۱-۸-۲-۴- بهینه‌سازی رنگ (سفیدی) (تصعیدی).....
۱۳۳	۲-۸-۲-۴- بهینه‌سازی رنگ (سفیدی) (۷۵°C).....
۱۳۷	۹-۲-۴- ارزشیابی حسی پاستاهای غنی شده با پودر پروتئین.....
۱۳۸	۱۰-۲-۴- بهینه‌سازی مدل غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئین ماهی و آنزیم ترانس گلوتامیناز.....
۱۳۸	۱-۱۰-۲-۴- بهینه‌سازی مدل غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئین ماهی روش تصعیدی.....
۱۳۸	۲-۱۰-۲-۴- بهینه‌سازی مدل غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئین ماهی روش (۷۵°C).....

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۱۴۲	۱-۵- نتیجه‌گیری کلی.....
۱۴۴	۲-۵- پیشنهادهای پژوهشی.....
۱۴۴	۳-۵- پیشنهادهای اجرایی.....
۱۴۶	منابع.....

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
۳-۱- محلول‌های لازم برای انجام آزمایش الکتروفورز.....	۳۷
۳-۲- ترکیبات ژل پایین (جدا کننده).....	۳۷
۳-۳- ترکیبات ژل بالا (متراکم کننده).....	۳۸
۳-۴- متغیرهای مستقل و سطوح مورد استفاده جهت بهینه‌سازی شاخص‌های زمان بهینه‌ی پخت، افت پخت، وزن پخت، قابلیت هضم پروتئین، سختی بافت و رنگ (سفیدی) پاستاهای غنی شده با پودر پروتئین ماهی.....	۴۳
۳-۵- طرح آزمایشی مرکب مرکزی مورد استفاده در آزمایش‌های بهینه‌سازی پاستای غنی شده.....	۴۳
۴-۱- مقادیر ترکیبات شیمیایی پروتئین‌های استخراج شده از ماهی کیلکا تهیه شده به روش‌های شستشو (سوریمی) و گرمادهی.....	۴۶
۴-۲- مقادیر ترکیبات شیمیایی پودرهای پروتئین ماهی کیلکا تهیه شده به روش‌های شستشو (سوریمی) و گرمادهی.....	۴۸
۴-۳- شاخص‌های رنگ گوشت و پروتئین‌های استخراج شده از ماهی کیلکا تهیه شده به روش‌های شستشو (سوریمی) و گرمادهی.....	۴۹
۴-۴- شاخص‌های رنگ پودرهای پروتئین ماهی کیلکا تهیه شده به روش‌های شستشو (سوریمی) و گرمادهی.....	۵۰
۴-۵- توانایی تشکیل ژل پودرهای پروتئین ماهی کیلکا تهیه شده به روش‌های شستشو (سوریمی) و گرمادهی.....	۶۸
۴-۶- مقادیر رطوبت پاستاهای غنی شده با پودر پروتئین ماهی.....	۸۶
۴-۷- مقادیر خاکستر پاستاهای غنی شده با پودر پروتئین ماهی.....	۸۷
۴-۸- مقادیر پروتئین پاستاهای غنی شده با پودر پروتئین ماهی.....	۸۸
۴-۹- طرح آزمایشی مرکب مرکزی و سطوح کدبندی شده و پاسخ‌های متغیر مستقل برای زمان بهینه‌ی پخت پاستا.....	۹۲

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

- ۴-۱۰- جدول تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) مدل درجه‌ی دوم حاصل از سطح پاسخ برای زمان بهینه‌ی پخت پاستاهای روش تصعیدی ۹۳
- ۴-۱۱- ضرایب رگرسیونی مدل برآورد شده از طریق تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه جهت پیش‌بینی معادله مدل متغیرهای مستقل در ارزیابی زمان پخت بهینه‌ی پاستاهای روش تصعیدی ... ۹۳
- ۴-۱۲- جدول تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) مدل خطی حاصل از سطح پاسخ برای زمان بهینه‌ی پخت پاستاهای روش (۷۵°C) ۹۷
- ۴-۱۳- ضرایب رگرسیونی مدل برآورد شده از طریق تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه جهت پیش‌بینی معادله مدل متغیرهای مستقل در ارزیابی زمان پخت بهینه‌ی پاستاهای روش (۷۵°C) ۹۷
- ۴-۱۴- طرح آزمایشی مرکب مرکزی و سطوح کدبندی شده و پاسخ‌های متغیر مستقل برای شاخص افت پخت پاستا ۹۹
- ۴-۱۵- تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) مدل چند جمله‌ای حاصل از سطح پاسخ برای شاخص افت پخت پاستاهای روش تصعیدی ۱۰۰
- ۴-۱۶- ضرایب رگرسیونی مدل برآورد شده از طریق تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه جهت پیش‌بینی معادله مدل متغیرهای مستقل در ارزیابی شاخص افت پخت پاستاهای روش تصعیدی . ۱۰۰
- ۴-۱۷- تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) مدل چند جمله‌ای حاصل از سطح پاسخ برای شاخص افت پخت پاستاهای روش (۷۵°C) ۱۰۳
- ۴-۱۸- ضرایب رگرسیونی مدل برآورد شده از طریق تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه جهت پیش‌بینی معادله مدل متغیرهای مستقل در ارزیابی شاخص افت پخت پاستاهای روش (۷۵°C) ... ۱۰۳
- ۴-۱۹- طرح آزمایشی مرکب مرکزی و سطوح کدبندی شده و پاسخ‌های متغیر مستقل برای وزن پخت پاستا ۱۰۶
- ۴-۲۰- تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) مدل چند جمله‌ای حاصل از سطح پاسخ برای وزن پخت پاستاهای روش تصعیدی ۱۰۷