



دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده کشاورزی

رساله دکتری

**بررسی اثر متغیرهای فرایند اکستروژن و ترکیب خوراک بر
ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی فوم‌های جامد تشکیل شده از نشاسته
ذرت و دانه کنجد و کنترل کیفیت محصول با استفاده از منطق فازی**

شهرام بیرقی طوسی

استاد راهنما

دکتر محبت محبی

استاد مشاور

دکتر مهدی وریدی

تیرماه ۱۳۹۷



دانشگاه گیلان

دانشکده کشاورزی گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی

عنوان رساله: بررسی اثر مستقیم های فرایند اکسروژن و ترکیب خوراک برویش های فیزیولوژیکی فوم های جلد تشکیل شده از نشانه ذرت و دان کجند و کنترل کیفیت محصول با استفاده از منطق فازی

از این رساله دکتری توسط شهرام سیتی طوسی و دانشجوی مقطع دکتری تخصصی رشته مهندسی صنایع غذایی در تاریخ ۱۷/۴/۲۷ در حضور هیات داوران دفاع گردید. پس از بررسی های لازم، هیات داوران این پایان نامه را با نمره عدد ۱۸۲۴۴ حروف همگروه و نمره علمی ۱۰۰ و نمره بسیار خوب مورد تایید قرار دادند.

عنوان رساله: بررسی اثر مستقیم های فرایند اکسروژن و ترکیب خوراک برویش های فیزیولوژیکی فوم های جلد تشکیل شده از نشانه ذرت و دان کجند و کنترل کیفیت محصول با استفاده از منطق فازی

سمت در هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبۀ علمی	گروه	موسسه/دانشگاه	امضاء
داور خارجی	دکتر بهزاد ناصحی	دانشیار	صنایع غذایی	پیام نور	
داور خارجی	دکتر الناز میلانی	استادیار	فراوری مواد غذایی	جهاد دانشگاهی	
داور	دکتر فخری شهیدی	استاد	علوم و صنایع غذایی	فردوسی مشهد	
داور	دکتر محمدعلی رضوی	استاد	علوم و صنایع غذایی	فردوسی مشهد	
استاد راهنما	دکتر محبت محبی	استاد	علوم و صنایع غذایی	فردوسی مشهد	
استاد مشاور	دکتر مهدی وریدی	دانشیار	علوم و صنایع غذایی	فردوسی مشهد	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر احمد حسن آبادی	استاد	علوم و صنایع غذایی	فردوسی مشهد	
مدیر گروه	دکتر مصطفی مظاهری تهرانی	استاد	علوم و صنایع غذایی	فردوسی مشهد	

تعهد نامه

عنوان رساله: بررسی اثر متغیرهای فرایند اکستروژن و ترکیب خوراک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی فوم‌های جامد تشکیل شده از نشاسته ذرت و دانه کنجد و کنترل کیفیت محصول با استفاده از منطق فازی

اینجانب شهرام بیرقی طوسی دانشجوی دوره دکتری رشته مهندسی صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر محبت محبی متعهد می‌شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می‌گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیر گذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافت‌های آن‌ها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ: ۹۷/۰۴/۲۷



شهرام بیرقی طوسی

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

در این پژوهش اثر متغیرهای ترکیب خوراک، دمای فرایند، سرعت چرخش ماردون و قطر منفذ قالب در فرایند اکستروژن بر ویژگی‌های فوم‌های جامد تولید شده بر پایه نشاسته ذرت حاوی دانه کنجد مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور دانه کنجد با نسبت‌های صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد با نشاسته ذرت در رطوبت نهایی ۱۵ درصد مخلوط گردید. برای تولید فوم‌ها، مخلوط‌های تهیه شده با مقدار ۴۰ کیلوگرم بر ساعت وارد اکسترودر دو ماردون با چرخش هم جهت شد. متغیرهای دما در سه سطح ۱۲۰، ۱۴۵ و ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت چرخش ماردون در سطوح ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ دور بر دقیقه و قطر منفذ قالب در دو سطح ۲/۵ و ۴ میلی‌متر روی آن‌ها اعمال شد. سپس آزمایش‌های لازم برای تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، صوتی و تصویری روی کلیه نمونه‌ها انجام شد. پس از آن با استفاده از نرم افزار XLSTAT و با توجه به همبستگی بین ویژگی‌های به دست آمده خوشه‌بندی به روش میانگین‌های K انجام شد و نمونه‌ی دارای ویژگی‌های میانگین در هر خوشه تعیین گردید. سپس ویژگی‌های ریزساختاری و حرارتی برای نمونه‌های منتخب تعیین و در انتها رابط گرافیکی (GUI) در محیط متلب بر مبنای منطق فازی جهت کنترل کیفیت فوم تولیدی طراحی شد. با بررسی نتایج آزمون‌ها مشخص گردید افزودن ۱۰ درصد دانه کنجد به دلیل ایجاد تنوع در ترکیبات (چربی، پروتئین و فیبر) و تمایل به برهم کنش آن‌ها با یکدیگر باعث افزایش شاخص انحلال در آب، تخلخل، انبساط شعاعی و بیشینه صدای تخریب دیواره فوم‌ها و کاهش چگالی ذره‌ای، سختی و میزان رطوبت باقی‌مانده آنها شد؛ در حالی که افزودن ۳۰ درصد دانه کنجد به دلیل افزایش میزان چربی و کاهش فشار فرایند نتایج مخالف نشان داد. افزایش دمای فرایند و سرعت چرخش ماردون و کاهش قطر منفذ قالب، شاخص انحلال در آب و انبساط فوم‌ها را افزایش و میزان رطوبت باقی‌مانده، شاخص جذب آب، چگالی و سختی آن‌ها را کاهش دادند. با توجه به همبستگی بالایی که بین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، صوتی و تصویری به دست آمد، می‌توان با جایگزینی آزمون‌ها به کاهش هزینه‌های تعیین ویژگی‌های فراورده کمک نمود.

واژه‌های کلیدی: پردازش تصویر، پردازش صوت، رابط گرافیکی، فوم جامد، کنجد