



رساله‌ی دکتری: سمانه گازرانی، ۱۳۹۶

## فرمولاسیون و بهینه‌سازی آرد اکسترود شده بر پایه سنجد و لوبیا با رویکرد تولید نان فراسودمند کم‌گلوتن

ورود آرد حبوبات در فرمولاسیون فرآورده‌های غذایی به دلیل خواص سلامت بخش و تغذیه‌ای روز به روز در حال گسترش است. در این بررسی هدف بهینه‌سازی فرایند پخت اکستروژن و فرمولاسیون فرآورده بافت داده شده بر پایه سنجد و لوبیا است.

آزمایش در قالب طرح ترکیبی و تحت شرایط سرعت چرخش مارپیچ 150-250 rpm، رطوبت 15-25 درصد و نسبت پودر سنجد- بلغور لوبیا 20:80-50:50 انجام گردید. نتایج فاز اول نشان داد؛ با افزایش سرعت چرخش مارپیچ، رطوبت متوسط و کاهش سطح پودر سنجد کامل، ژلاتینه‌شدن نشاسته بهبود یافته و ویژگی‌های ماکروساختار (تخلخل، سختی و ضریب انبساط)، میکروساختار (تصاویر میکروسکوپ الکترونی سطح مقطع و پردازش تصویر) ویژگی عملگری (جذب آب و روغن و ویژگی حرارتی) مطلوبیت بیشتری خواهد داشت، با این حال باعث کاهش میزان حلالیت در آب گردید. همچنین نتایج تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشان‌دهنده این بود که با افزایش پودر سنجد- لوبیا از قطر حفرات نمونه اکسترود شده کاسته خواهد شد و تعداد حفرات افزایش می‌یابد در نتیجه سختی نمونه‌ها بیشتر می‌گردد. نتایج آزمون گرماسنج افتراقی نیز تایید کننده نتایج تصاویر میکروسکوپ الکترونی و سختی بود. مطابق نتایج بهینه‌سازی جهت دستیابی به فرآورده‌ای با دارا بودن مقادیر بیشینه نسبت انبساط شوندگی  $3/25$ ، اندیس جذب آب  $2/1$ ، اندیس جذب روغن  $5/2$ ،  $aw 5/0$ ، روشنی رنگ  $69/14$  و میزان پذیرش کلی  $4/62$  و کمینه میزان سختی  $(N) 92/8$ ، اندیس محلولیت در آب  $25/18$ ، شرایط تولید شامل رطوبت 20 درصد، سرعت مارپیچ  $(200) rpm$  و میزان پودر سنجد 20 درصد تعیین گردید. فاز دوم تحقیق، با هدف بررسی تاثیر آرد ترکیبی فرآیند شده بر رفتار خمیر و خصوصیات فیزیکی شیمیایی و کاربردی نان کم‌گلوتن مناسب افراد دیابتی انجام شد. در این مرحله نمونه بهینه فاز نخست، در سطوح 0-45% به آرد گندم افزوده گردید. این مرحله از پژوهش در قالب طرح فاکتوریل در سه تکرار انجام گرفت. خصوصیات مورد بررسی شامل ویژگیهای خمیری شدن (RVA) و کشش پذیری خمیر، بررسی پردازش تصویر و ترکیبات تشکیل دهنده نان حاصله و تخلخل، رنگ و ویژگیهای حسی آن بود. نتایج نشان‌دهنده آن بود با افزودن سطوح آرد ترکیبی بافت داده شده، کشش پذیری خمیر و ویژگیهای خمیری شدن آن کاهش یافت و رنگ آن نیز تیره تر شد اما در مقابل نتایج پردازش تصویر نشان از بهبود بافت نان و بیشتر شدن قطر حفرات داشت. در فاز سوم پژوهش به منظور ارزیابی مدت ماندگاری نان سنتی، میزان سختی و بیاتی آن و تغییرات میکروبی کپک و مخمر در طول مدت زمان 0-72 ساعت ارزیابی گردید. نتایج نشان داد؛ هرچه میزان آرد ترکیبی سنجد/ لوبیا افزوده شود، نان حاصل به دلیل وجود آرد بافت داده شده روند بیات کندتری خواهد داشت. همچنین چون رطوبت نمونه‌های با درصد سنجد / لوبیا بیشتر از سایر نمونه‌ها است تغییرات میکروبی سریعتر رخ می‌دهد و رشد کپک و مخمر بالاتر از سایر نمونه‌ها بود. بطور کلی بهترین نان حاصله از نظر مصرف



کنندگان و ویژگیهای خمیری شدن، و با توجه به خصوصیات ساختاری و میزان بیاتی کمتر و رشد آلودگی میکروبی کندتر و خواص تغذیه ای بالاتر در طول بازه زمانی نان حاوی 30% آرد بافت داده شده بود که از نظر رنگی نیز به نمونه شاهد نزدیکتر بود.

**کلیدواژه‌ها:** اکستروژن، نان رژیمی، سنجد، پودر لوبیا، ویژگیهای رئولوژیکی خمیر و تغییرات میکروبی

شماره‌ی پایان‌نامه: ۱۲۷۵۰۴۱۸۹۴۱۰۰۶

تاریخ دفاع: ۱۳۹۶/۱۱/۱۰

رشته‌ی تحصیلی: علوم و صنایع غذایی - تکنولوژی مواد غذایی

دانشکده: کشاورزی و دامپزشکی

استادان راهنما: دکتر سیدعلی مرتضوی و دکتر الناز میلانی

استادان مشاور: دکتر امیرحسین الهامی‌راد و دکتر آرش کوچکی

### **Ph.D. Dissertation:**

## Formulation and Optimization of the extruded Flour from Oleaster (*Elaeagnus Angustifolia*) and Navy Bean in order to prepare Functional low Gluten Bread

The entry of legume flour in formulations of food products is increasing this days due to its health and nutritional properties. The whole oleaster powder/navy bean powder blends were extruded in a rotating twin-screw extruder. Processing parameters of feed including screw speed (150-250 rpm), moisture content (15-25%) and defatted almond flour-corn flour ratio (20:80-50:50) were optimized for physical and textural properties of blend extrudate samples. The experimental design was based on a combine design. Results of the first phase indicated that, by overage screw speed, and feed moisture and reducing the level of whole oleaster powder, starch gelatinization improves and macro structural characteristics (porosity, hardness and expansion ratio), microstructural features (SEM), functional properties (water absorption, oil absorption index and thermal characteristics) indicated greater compliance, however a negative effect was observed on water solubility index. According to optimization results, in order to achieve a product with the characteristic of 3.25 expansion ratio, hardness of 8.92(N), water absorption index of 2.1, solubility in water index of 25.18, oil absorption index 0.5, aw 5.2, brightness of 69.14 and the overall acceptability of 4.62, production conditions were determined as follows: moisture content 20%, screw speed 200 (rpm) and whole olester powder/navy bean powder ratio 20-80. The second phase of the research was conducted with the aim of analyzing the behavior of the low gluten Barbary bread dough. In this stage, optimized sample of the first phase, was first milled and then formulated under the terms of 0-45% was added to the wheat flour. This phase of research was carried out in the form of factorial design. The characteristics which are examined in this stage were the rheological parameters of the dough, such as RVA and



its extensibility, analyzing of characteristics and ingredient of the resulted bread, porosity, color and its sensory parameters. The results show that by increasing the extruded oleaster/ navy bean powder, the viscosity of dough and its extensibility were reduced and the color of the dough and its resulted bread became darker. Generally the best bread according to the consumers and its dough characteristics was the one which is makes from 30% of optimized flour which was more similar to the sample. In the third phase of the research, in order to predict the shelf life of the oleaster bread, its hardness and staleness as well as the microbial (mold and yeast) changes were analyzed during 0-72 hour. Results indicated that by increasing the optimized oleaster/navy bean flour, the resulted bread will became stale slower because of its extruded flour and presence of oleaster. Moreover, the samples with extrude oleaster / navy bean flour have more humidity than the other samples so the microbial changes will occur faster. To respect samples characteristics such as high functional properties, low staleness, hardness and microbial parameters, the best low gluten Barbary Bread was the one with 30% of optimized flour.