



رساله‌ی دکتری: ندا هاشمی، ۱۳۹۵

## تولید و بهینه‌سازی پودر نوشیدنی فوری فراسودمند بر پایه بادام توسط فناوری اکستروژن و ارزیابی مدت ماندگاری بر اساس سیستم‌های هوشمند

با هدف بهینه‌سازی فرایند پخت اکستروژن و فرمولاسیون فرآورده بافت داده شده بر پایه بادام، فرایند اکستروژن تحت شرایط سرعت چرخش مارپیچ 120-220 rpm، رطوبت 12-16 درصد و نسبت کنجاله بادام-آرد ذرت 10:90-30:70 به کار گرفته شد. آزمایش در قالب طرح ترکیبی انجام گردید. نتایج فاز اول نشان داد؛ با افزایش سرعت چرخش مارپیچ، افزایش رطوبت و کاهش سطح کنجاله بادام، ژلاتینه‌شدن نشاسته بهبود یافته و ویژگی‌های ماکروساختار (تخلخل، سختی و ضریب انبساط)، میکروساختار (تصاویر میکروسکوپ الکترونی سطح مقطع) و ویژگی عملگری (محلولیت در آب و ویژگی حرارتی) مطلوبیت بیشتری را نشان داد، با این حال تاثیر منفی بر میزان فعالیت آنتی اکسیدان‌ها و ترکیبات فنلی مشاهده شد. مطابق نتایج بهینه‌سازی جهت دستیابی به فرآورده‌ای با ویژگی نسبت انبساط شوندگی 5/08، میزان دانسیته (21/0 g/cm<sup>3</sup>)، میزان سختی (43/5 N)، اندیس جذب آب 6/42، اندیس محلولیت در آب 26/96، ترکیبات فنلی کل (027/250 mg/100g)، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی (%16/75)، روشنی رنگ 67/101 و میزان پذیرش کلی 4/33، شرایط تولید شامل رطوبت 13%، سرعت مارپیچ (220 rpm) و میزان پودر بادام 20% تعیین گردید. فاز دوم تحقیق، با هدف بهینه‌سازی فرمولاسیون پودر فوری نوشیدنی انجام شد. در این مرحله نمونه بهینه فاز نخست، ابتدا آسیاب شده و تحت شرایط 65-70% پودر بادام - ذرت بافت داده شده، شکر، 25-30% و استویا 0-5% فرموله شد. این مرحله از پژوهش در قالب طرح مخلوط انجام گرفت. بهینه‌یابی بر اساس خصوصیات بازسازی، فوری بودن، انحلال در آب و جریان‌پذیری پودر فوری تعیین گردید. افزایش سطح پودر بافت داده شده باعث بهبود خصوصیات جریان‌پذیری و پیوستگی شد ولی اثر منفی بر میزان پخش شدن پودر در آب داشت. میزان استویا اثر مثبتی بر تشکیل امولسیون داشت ولیکن در مقادیر بالا اثر منفی بر طعم نوشیدنی داشت. فرمول بهینه به منظور حصول پودر نوشیدنی فوری با ویژگی زاویه ریپوز تخلیه °24/61، پخش‌شوندگی 65/41، خیس‌شوندگی (45/12 s)، نسبت هاسنر 1/02 و ضریب کار 15/26 شامل 29/5% شکر، 0/53% استویا و 69/9% پودر بافت داده شده، تعیین گردید، به علاوه نوشیدنی بهینه از لحاظ رئولوژیکی سیال غیرنیوتنی بود و رفتار رئولوژیکی آن با مدل قانون توان با ضریب تبیین بالا برازش خوبی داشت (R<sup>2</sup>=0.98). در فاز سوم پژوهش به منظور پیشگویی مدت ماندگاری پودر نوشیدنی فوری، ایزوترم جذب رطوبت و اندیس پراکسید فرآورده در طول مدت 6 هفته نگهداری تحت شرایط مختلف رطوبتی ارزیابی گردید. نتایج نشان داد؛ مدل گب با ضریب تبیین بالا (R<sup>2</sup>=0.99) برازش خوبی با ایزوترم جذب نمونه تولیدی داشت. همچنین، مدت ماندگاری در دمای 25 درجه سانتی‌گراد، 7/85 ماه و در دمای 35 درجه سانتی‌گراد، 4/2 ماه پیش‌بینی گردید

**کلیدواژه‌ها:** اکستروژن، پودر فوری فراسودمند، بادام، فعالیت آنتی اکسیدانی، مدت ماندگاری و ایزوترم



شماره‌ی پایان‌نامه: ۱۲۷۵۰۴۱۸۹۳۱۰۰۴

تاریخ دفاع: ۱۳۹۵/۰۶/۲۳

رشته‌ی تحصیلی: علوم و صنایع غذایی - تکنولوژی مواد غذایی

دانشکده: کشاورزی و دامپزشکی

استادان راهنما: دکتر سیدعلی مرتضوی و دکتر الناز میلانی

استاد مشاور: دکتر فریده طباطبایی یزدی

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

## Production and Optimization of Functional Instant Powder Based on Almond by Extrusion Technology & Evaluation Shelf life by Using Intelligent Systems

The partially defatted almond flour-corn flour blends were extruded in a rotating twin-screw extruder. Processing parameters of feed including screw speed (120-220 rpm), moisture content (12-16%) and defatted almond flour-corn flour ratio (10:90-30:70) 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 increasing the screw speed, the feed moisture and reducing the level of defatted almond flour, starch gelatinization improves and macrostructural characteristics (porosity, hardness and expansion ratio), microstructural features (SEM), functional properties (water solubility index and thermal characteristics) indicated greater compliance, however a negative effect was observed on the antioxidant activities and total phenolic compounds. According to optimization results, in order to achieve a product with the characteristic of 5.08 expansion ratio, density of 0.21 (g/cm<sup>3</sup>), hardness of 5.43 (N), water absorption index of 6.42, solubility in water index of 26.96, total phenolic compounds of 250/027 (mg/100g), the antioxidant activity of 16.75%, brightness of 67/101 and the overall acceptability of 4.33, production conditions were determined as follows: moisture content 13%, screw speed 220 (rpm) and partially defatted almond flour-corn flour ratio 20-80. The second phase of the research was conducted with the aim of optimizing the formulation of instant drink powder. In this stage, optimized sample of the first phase, was first milled and then formulated under the terms of 65-70% almond corn extrudate powder, sugar 25-30% and stevia 0-5%. This phase of research was carried out in the form of mixture design. Optimization was determined based on characteristics of reconstruction and the flowability of the instant powder. Increasing the level of extrudate powder improves the characteristics of flowability but had a negative effect on powder dispersion in water. Stevia had a positive effect on emulsion formation, however at higher levels had a negative effect on the taste of the drink. In order to achieve optimal formula for instant drink powders with a repose angle of 24.610, dispersability of 65.41, wettability of 12.45 (s), hausner ratio of 1.02 and carr



index of 15.26 were determined including 29.5% sugar, 0.53% Stevia and 69.9% extrudate powder. In the third phase of the research, in order to predict the shelf life of instant drink powders, Moisture adsorption isotherm and peroxide value of the product were assessed over a period of 8 weeks under different humidity conditions. The results indicated that, GAB model with a high coefficient of determination ( $R^2 = 0.99$ ) was well fitted to the manufactured sample adsorption isotherm. Also, shelf life at 25 0C, was predicted 7.85 months and at 35 0C, 4.2 months

---