



رساله‌ی دکتری: ایدا دادخواه، ۱۳۹۶

## اثر پودر کدو حلوایی بعنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های رئولوژیکی، حرارتی، فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی

هدف از این تحقیق، تولید کیک مناسب با چربی کاهش‌یافته به کمک پودر کدو حلوایی بعنوان جایگزین چربی بود. پس از تهیه پودر کدو حلوایی از مزوکارپ کدو حلوایی به روش خشک کردن با آن، ابتدا برخی ویژگی‌های این پودر ارزیابی شد. با توجه به مقدار چربی و انرژی پایین و مقدار فیبر خام، ظرفیت تورم و شاخص جذب آب بالای آن، پودر کدو قابلیت جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات برای فرآورده‌های نانوائی را داشت. بطور کلی ابعاد ذرات کدو در حد مطلوب بود. همچنین، با ارزیابی برخی ویژگی‌های آرد گندم، استفاده از آن در تهیه کیک مناسب تشخیص داده شد. در مرحله بعد، پودر کدو جایگزین 20% و 40% شورتینینگ در فرمولاسیون کیک‌های روغنی حاوی 0% و 50% آب بیشتر شد و برخی ویژگی‌های خمیر و کیک‌ها ارزیابی شد. جهت ارزیابی بیاتی، رطوبت، فعالیت آبی، سفتی و ویژگی‌های حسی کیک‌ها در یک، هفت و چهارده روز پس از پخت بررسی شدند. با افزایش جایگزینی شورتینینگ، ویسکوزیته و ضریب قوام خمیر افزایش یافت، اما افزایش آب سبب کاهش این ویژگی‌ها در تیمارهای با شورتینینگ جایگزین یافته شد. نمونه‌ها رفتار رقیق‌شونده با برش نشان داد. بیشترین چگالی نسبی متعلق به خمیر تیمار با 40% جایگزینی و بدون آب اضافی (تیمار 40%) بود. در محدوده ویسکوالاستیک خطی، نمونه‌ها رفتار ویسکوالاستیک جامد نشان داد. مدول‌های ذخیره و افت و تانژانت افت حاصل از آزمون روبش فرکانس بررسی شد. با افزایش جایگزینی، ویژگی‌های ویسکوالاستیک خمیر افزایش یافت، اما افزایش آب سبب تضعیف ساختار سیستم شد. با افزایش فرکانس، هر دو مدول تیمارها بیشتر شد و تانژانت افت تیمار با 20% جایگزینی شورتینینگ و بدون آب اضافی (تیمار 20%)، روند مشابه‌تری با شاهد نشان داد. نتایج گرماسنجی روبشی تفاضلی خمیر حاکی از افزایش و کاهش دمای ژلاتینه شدن نشاناسته به ترتیب با جایگزین شورتینینگ و افزودن آب در فرمولاسیون بود. تفاوت معنی‌داری در آنتالپی ژلاتینه شدن تیمارها ملاحظه نشد. چربی کیک‌های حاوی کدو کمتر از شاهد بود. در تمام روزهای نگهداری، رطوبت کیک‌های حاوی کدو بیشتر از شاهد بود. تنها رطوبت تیمارهای با 40% جایگزینی، بین روزهای مختلف تفاوت معنی‌داری نشان نداد. حجم و حجم مخصوص کیک شاهد و تیمار 20% از دیگر نمونه‌ها بیشتر بود. با افزایش جایگزینی، افت وزنی تیمارها کاهش معنی‌دار یافت. جایگزینی سبب تیره‌تر شدن پوسته و مغز بجز مغز تیمار 20% شد. تنها پوسته تیمار با 40% جایگزینی و آب اضافی، از شاهد زردتر بود. کمترین قرمزی (9.30) و اختلاف رنگ کلی پوسته (2.80) متعلق به تیمار با 20% جایگزینی و آب اضافی بود. با افزایش جایگزینی، تمایل به قرمزی و زردی مغز تیمارها بیشتر شد. اختلاف رنگ کلی مغز تیمار 20% کمتر از دیگر تیمارها بود (5.52). با جایگزینی 40% شورتینینگ، سفتی و قابلیت جویدن مغز کیک به ترتیب به مقدار 1429.5 گرم و 93.72 میلی‌ژول افزایش و فعالیت آبی کیک و درصد تخلخل مغز آن به ترتیب 0/02 و 47% کاهش معنی‌دار یافت، اما با 20% جایگزینی، هیچ تغییری در ویژگی‌های مذکور کیک ملاحظه



نشد. با افزایش زمان نگهداری تنها فعالیت آبی کیک شاهد و تیمار 20% نسبت به روز یک کاهش معنی‌دار یافت و تنها سفتی تیمارهای با 40% جایگزینی (با و بدون آب اضافی)، بصورت پی‌درپی بیشتر شد. اثر متغیرها بر قابلیت ارتجاع و پیوستگی مغز کیک‌ها معنی‌دار نبود. بررسی ماکرو و میکرو ساختار مغز کیک توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی، منافذ کوچکتر با توزیع یکنواخت‌تری با افزایش جایگزینی نشان داد و گرانول‌های نشاسته بیشتر و کوچکتر شدند. با افزایش آب، اندازه منافذ و میزان نشاسته ژلاتینه‌شده بیشتر شد. ساختار تیمار 20% تفاوت کمتری با شاهد داشت. جایگزینی شورتینگ سبب افزایش امتیاز رنگ پوسته و مغز کیک‌ها شد و موجب افزایش امتیاز ظاهر و پذیرش کلی در سطح 20% جایگزینی در روز یک شد. امتیاز رنگ مغز تمامی تیمارها در روز یک بیشتر از دو روز دیگر بود. امتیاز بو و پس‌طعم کیک‌ها در تمامی روزها و برای تمامی تیمارها، در روزهای مختلف، تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. با افزایش زمان نگهداری تنها امتیاز سفتی بافت مغز تیمار 40% نسبت به روز یک کاهش یافت. تا هفت روز پس از پخت، امتیاز رطوبت تیمارهای با آب اضافی، بیشتر از دیگر تیمارها بود و تنها امتیاز مزه تیمار 40% از شاهد کمتر بود. در نهایت، تیمار 20% به دلیل حجم و حجم مخصوص مشابه، اختلاف کمتر چندین ویژگی (مانند رنگ مغز و ساختار) با شاهد و پذیرش کلی بیشتر نسبت به آن به‌عنوان بهترین جایگزین کیک پرچرب انتخاب شد.

**کلیدواژه‌ها:** کیک روغنی، پودر کدو حلوایی، ویژگی‌های رئولوژیکی، ویژگی‌های حرارتی، ویژگی‌های ساختاری

شماره‌ی پایان‌نامه: ۱۲۷۵۰۴۱۸۹۳۲۰۰۲

تاریخ دفاع: ۱۳۹۶/۰۶/۱۴

رشته‌ی تحصیلی: علوم و صنایع غذایی - تکنولوژی مواد غذایی

دانشکده: کشاورزی و دامپزشکی

استاد راهنما: دکتر امیرحسین الهامی راد

استادان مشاور: فروغ شواخی و دکتر رضا عزیزی نژاد

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

### **Effect of pumpkin powder as a fat replacer on rheological, thermal, physicochemical and sensory properties of shortened cake**

The purpose of this study was to produce an appropriate reduced-fat cake using pumpkin powder as a fat replacer. After preparation of pumpkin powder from pumpkin mesocarp via drying by oven some of its properties were assessed. As this powder possessed low fat and energy, high fiber, swelling capacity and water absorption index, it could be an appropriate



carbohydrate-based fat replacer for bakery products. Overall, the size of particles powder was appropriate. By examining some properties of wheat flour its application was also recognized suitable for cake preparation. In the second section, pumpkin powder was replaced with 20% and 40% shortening in the shortened cake formulations containing 0% and 50% additional water and some properties of cake batter and resultant cakes were evaluated. The moisture, water activity, hardness and sensory properties of cakes were evaluated in one, seven and fourteen days after baking for staling evaluation. Increasing shortening replacement, enhanced viscosity and consistency coefficient, while increasing water reduced them. Samples showed shear thinning behavior. The greatest specific gravity of batter was belonged to treatment with 40% replacement without additional water (treatment 40%). In linear viscoelastic range, samples indicated solid viscoelastic behavior. Storage and loss moduli and loss tangent, obtained from frequency sweep test, were studied. Increasing replacement enhanced their viscoelastic properties. Contrary, increasing water weakened system structuring. With increasing frequency, both moduli of treatments increased and the loss tangent of 20% replaced-shortening treatment without water level increment (treatment 20%) showed a more similar trend to the control. The results of differential scanning calorimetry of batter indicated, starch gelatinization temperature increased and decreased by shortening replacement and water addition, respectively. No significant difference was observed in the enthalpy of gelatinization of treatments. The moisture (in all estimated days) and fat contents of cakes containing pumpkin were more and less than control, respectively. With increasing storage time, no change in the moisture of treatments with 40% replacement was observed. The highest volume and specific volume were belonging to control and treatment 20%. Increasing replacement reduced the weight loss of treatments. Shortening replacement caused darkening of crust and crumb of treatments with the exception of crumb of treatment 20%. Only the cake crust treated with 40% replacement and additional water was more yellow than control. The cake crust treated with 20% replacement and additional water showed the lowest redness (9.30) and total color difference (2.80). Increasing replacement developed the tendency of cake crumb to redness and yellowness. The total color difference of the crumb of 20% treatment was the lowest one (5.52). 40% replacement caused the hardness and chewiness of cake crumb to increase to 1429.5 g and 93.72 mJ and reduced cake water activity and its crumb porosity to 0.02 and 47%, respectively, but with 20% replacement no change in these properties of cake was observed. With increasing storage time, the water activity of control and treatment 20% declined compared to day one and only the hardness of cake crumb with 40% replacement with and without additional water increased successively. The effect of variables on the springiness and cohesiveness of the cake crumb was not significant. Evaluating macro and micro-cake crumb structure by scanning electron microscopy showed smaller cavities with more uniform distribution and more and smaller starch granules, when replacement increased. By addition of water the size of cavities and the level of gelatinized starch became higher. The structure of treatment 20% showed the least difference with the control. Shortening replacement increased crust and crumb color scores of cakes. It caused raised appearance and overall acceptability scores in 20% replacement level in day one. The crumb color score of all treatments on day one was more than two other days. There was no changes in smell and aftertaste scores of treatments in all days and during storage. With increasing storage time, only the crumb hardness score of treatment 40% decreased in comparison to storage day one. Up to seventh day, the moisture score of treatments with



additional water was higher than others, and only the taste of treatment 40% was less than control. Finally, the treatment 20% was chosen as the best alternative to high-fat cake due to the similarity of volume and specific volume and fewer differences in several properties (such as crumb color and structure) with the control and its superior overall acceptability to the control.