نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد یازدهم، شماره اول، ۹۸
۶۵-۸۰
http://ejfpp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/EJFPP.2019.12487.1401

فرمولاسیون پفک فراسودمند با پودر کدوحلوایی

مجتبی مقدسی[۱]، سیدحسین حسینی قابوس[۲*]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران

[۲]استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: مصرف محصولات غنی شده علاوه بر تأمین نیازهای بدن، تأثیرات مثبتی را نیز برای مصرف‌کننده به دنبال دارند. پفک محصولی متشکل از بلغور و آرد غلات می‌باشد که به‌وسیله دستگاه اکسترودر حجیم شده است. کدوحلوایی یک منبع مناسب از کاروتن، ویتامین‌های محلول در آب و اسیدهای آمینه است. کدوحلوایی را می‌توان به آرد که دارای ماندگاری طولانی است تبدیل نمود. آرد کدوحلوایی به‌دلیل عطر و طعم بسیار مطلوب، شیرینی و رنگ زرد نارنجی- قرمز تیره آن استفاده می‌شود.

مواد و روش‌ها: برای تولید پودر کدوحلوایی، پس از جدا کردن پوست و دانه‌های کدوحلوایی، بخش خوراکی آن به قطعه‌های ۵ میلی‌متری برش خورده و در خشک کن با هوای داغ با سرعت جریان هوای یک متر بر ثانیه و دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ساعت تا رطوبت ۱۰ درصد خشک گردید. در این مطالعه تأثیرجایگزین کردن پودر کدوحلوایی با آرد ذرت در تولید پفک در چهار سطح ۰، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد، بر خواص فیزیکوشیمیایی و ویژگی‌های حسی پفک، مورد ارزیابی قرار گرفت. اختلاف بین تیمارها به روش تجزیه واریانس و مقایسه میانگین براساس روش دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد. تأثیر جایگزین کردن پودر کدوحلوایی بر خواص فیزیکوشیمیایی پفک مانند رطوبت، میزان ترکیبات پلی فنلی کل، فیبر، بتاکاروتن، دانسیته وخصوصیات بافتی بررسی شد.

یافته‌ها: بین پفک‌های تهیه شده از نظر خصوصیت تردی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$).با افزایش درصد پودر کدوحلوایی در فرمولاسیون پفک، اختلاف معنی‌داری بین پفک‌ها از نظر مقدار رطوبت مشاهده شد و مقدار رطوبت آنها در محدوده ۵/۵۸-۲/۱۱ درصد متغیر بود. بیش‌ترین میزان بتاکاروتن مربوط به پفک حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی (۰/۵۴ میلی‌گرم در صد گرم) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود (۰/۰۹ میلی‌گرم در صد گرم). با افزایش درصد پودر کدوحلوایی اختلاف معنی‌داری بین پفک‌ها از نظر مقدار پلی‌فنول کل مشاهده شد و مقدار پلی‌فنول کل آنها در محدوده ۲۲۰۳-۴۳۳ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد.استفاده از سطوح بالاتر جایگزینی پودر کدوحلوایی منجر به تولید محصولی با نرخ انبساط بیشتر نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین میزان نرخ انبساط مربوط به پفک حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی بود که با تیمارهای دیگر و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0/05$). نتایج ارزیابی حسی نشان داد که پفک حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی بالاترین امتیاز را از نظر رنگ، بافت، طعم و پذیرش کلی داشت.

*نویسنده مسئول: hosseinighaboos@iauaz.ac.ir

نتیجه‌گیری: اختلاف معنی‌داری بین نمونه شاهد و نمونه‌های آزمایشی از نظر آزمون‌های فیبر، بتاکاروتن، نرخ انبساط و دانسیته مشاهده شد (P<۰/۰۵). با افزایش مقدار پودر کدوحلوایی مقدار فیبر پفک‌ها افزایش یافته و مقدار فیبر در محدوده ۷/۰٤-۱/۱۰ درصد بدست آمد. براساس نتایج ارزیابی فیزیکوشیمایی و حسی پفک حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی به‌عنوان نمونه برتر معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پودر کدوحلوایی، پفک، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ارزیابی حسی

مقدمه

کدوحلوایی به جنس *Cucurbita* از خانواده *Cucurbitaceae* تعلق دارد که در تمام کشورهای گرمسیری استوایی و نزدیک استوا رشد می‌کند (۱). کدوحلوایی منبع بسیار مناسبی از انواع مواد معدنی، ویتامین‌ها، ترکیبات فنلی، فیبر، بتاکاروتن، قند و پکتین است. از کدوحلوایی می‌توان جهت تولید پودر کدوحلوایی استفاده نمود که به‌عنوان عامل رنگی، طعمی و تغلیظ کننده در طیف وسیعی از محصولات مانند انواع بیسکویت‌ها، کیک‌ها، نوشیدنی‌ها، اسنک، ماکارونی و... استفاده شود (۲ و ۵).

افزایش سطح آگاهی مردم و همچنین افزایش بیماری‌های عمومی مرتبط با تغذیه نامناسب مانند چاقی و دیابت سبب تمایل مردم به مصرف غذاهای طبیعی و فراسودمند شده است (٦). پودر کدوحلوایی به خاطر غنی بودن در ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، ویتامین‌ها (شامل بتاکاروتن، ویتامین A، ویتامین B_2، آلفا توکوفرول، ویتامین‌ث، ویتامین E)، اسیدهای آمینه، کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی (مخصوصاً پتاسیم)، پکتین و فیبر رژیمی و همچنین مقدار انرژی پایین (حدود ۱۷ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم گوشت کدوحلوایی) می‌تواند به‌صورت مکمل برای بهبود کیفیت تغذیه‌ای در محصولات نانوایی به کار رود (۷ و ۸).

محصولات اکسترود شده از سال ۱۹٤۰ میلادی تاکنون یکی از پرمصرف‌ترین محصولات غذایی بوده و این مصرف روزبه‌روز افزایش پیداکرده است. این گروه از محصولات دارای تنوع بالایی از شکل، رنگ و طعم می‌باشد. پفک محصولی است. از خانواده غلات (عموماً بلغور ذرت) حجیم شده بوده که از پودر ذرت، روغن نباتی، پودر پنیر، شیر خشک، نمک، رنگ‌های خوراکی و مکمل‌های غذایی تهیه می‌شود (۹ و ۱۰). مصرف پفک درنتیجه گرایش بازارهای جهانی و همچنین تغییر سبک زندگی مردم رو به افزایش است. افزودن پودر گیاهان به محصولات اکسترود شده منجر به تولید فرآورده‌هایی نوین با ویژگی‌هایی تغذیه‌ای مناسب می‌شود (۱۰ و ۱۲).

مهرجردی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اسنک کدوحلوایی سرخ شده تحت خلأ پرداختند. آن‌ها از یک سرخ‌کن تحت خلاء آزمایشگاهی برای مطالعه فعل و انفعالات و بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند در سرخ کردن تحت خلأبرش‌های کدوحلوایی استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داد سرخ کردن تحت خلاء در دمای ۸٤/۵۳ درجه سلسیوس، فشار ٤۰ میلی بار برای ۱۸ دقیقه ممکن است منجر به تولید چیپس کدوحلوایی با کیفیت قابل‌قبول شود. نتایج آزمون حسی نیز نشان داد اکثر افراد شرکت‌کننده در تست پانل طعم چیپس کدوحلوایی را مطلوب ارزیابی نموده و رنگ محصول را به عنوان بهترین فاکتور تشخیص دادند (۱۳).

سان واترهوس و همکاران (۲۰۱۰) اسنک‌های فراسودمند بر پایه سیب را از لحاظ میزان فیبر و پلی‌فنل کل مورد بررسی قرار دادند. ارزیابی رنگی اسنک‌ها نشان داد افزودن عصاره فنلی سیب سبب ایجاد رنگ قهوه‌ای اضافی در نمونه‌ها نمی‌شود. اسنک غنی‌شده با سیب می‌تواند به‌عنوان یک غذای فراسودمند بوده و به‌عنوان منبع خوبی از فیبر و ترکیبات پلی فنل ارائه گردد (١٤). نور و همکاران (۲۰۱۳)، تأثیر شرایط اکستروژن و فرمولاسیون بر خصوصیات فیزیکی و ریز ساختار اسنک تولید شده با آرد کدوحلوایی و ذرت را مورد بررسی قرار دادند. اسنک‌های آماده مصرف با استفاده از اکستروژن آرد ذرت به همراه ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰٪ آرد کدوحلوایی تولید شد. اسنک تولید شده با ۱۰۰٪ آرد ذرت به‌عنوان نمونه کنترل در نظر گرفته شد. افزایش درصد آرد کدوحلوایی سبب سفت‌تر شدن بافت محصول

شد. تصاویر مربوط به اشعه ایکس از اسنک آرد ذرت و کدوحلوایی نشان داد با افزایش میزان آرد کدوحلوایی میزان حباب‌های هوا و اندازه آن‌ها در محصول کاهش می‌یابد (۱۲).

نورفزا و همکاران (۲۰۱۱)، به بررسی ضایعات کدوحلوایی و پتانسیل استفاده از آن‌ها در تولید اسنک پرداختند. آن‌ها پوست، گوشت و دانه کدوحلوایی را خشک نموده و از هر کدام پودر تهیه نمودند. سپس از این پودرها در سطوح ۱۰، ۳۰ و ۵۰٪ به‌عنوان جایگزین آرد ذرت در تهیه اسنک استفاده شد. استفاده از سطوح بالاتر جایگزینی پودر گوشت کدوحلوایی منجر به تولید محصول سفت‌تر نسبت به نمونه شاهد شد که نتایج حاصله با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۱۰).

دهقان و همکاران (۲۰۱۰) ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (رنگ، دانسیته، رطوبت، تردی و انبساط) اسنک غنی‌شده با لیکوپن گوجه‌فرنگی را موردبررسی قرار دادند. آن‌ها برای تولید اسنک از آردهای گندم، ذرت و برنج از دو نوع منبع از لیکوپن (رب گوجه‌فرنگی و پودر پوست گوجه‌فرنگی) استفاده کردند. نتایج نشان داد میزان لیکوپن در نمونه‌های تولیدشده با پودر پوست گوجه‌فرنگی به‌طور معناداری بالاتر می‌باشد. همچنین مشخص گردید با افزایش دمای فرآیند از ۱۴۰ درجه سلسیوس به ۱۸۰ درجه سلسیوس سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی شامل رنگ، دانسیته، رطوبت، تردی و انبساط بهبود یافته اما تغییر معناداری در مقدار لیکوپن ایجاد نشد (۱۱).

با توجه به طعم مطلوب، رنگ مناسب، شیرینی و ویژگی‌های سلامت بخش کدوحلوایی، امکان استفاده از این محصول به‌عنوان یک افزودنی در تولید پفک و سایر محصولات اکسترود شده وجود دارد. لذا در این پژوهش پودر کدوحلوایی در فرمولاسیون پفک استفاده و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی محصول تهیه شده بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

تهیه پودر کدوحلوایی: کدوحلوایی از گونه *C.moschata* از شهرستان گرگان تهیه شد. به منظور تولید پودر کدوحلوایی، پس از جدا کردن پوست و دانه‌ها، کدوحلوایی به قطعه‌های ۵ میلی‌متری برش خورد. سپسدر خشک کن با هوای داغ با سرعت جریان هوای یک متر برثانیه و دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ساعت تا رطوبت ۱۰ درصد خشک گردید و نهایتاً قطعات خشک شده با استفاده از یک آسیاب پودر شده، و از الک با تعداد مش ۸۵ رد و درشرایط تحت خلأبسته‌بندی شد (۱۰ و ۱۵).پودر کدوحلوایی تهیه‌شده از هر مرحله خشک شدن به منظور جلوگیری از تبادل رطوبت، درون کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی گردید.

تهیه پفک: این پژوهش در کارخانه زرین گندمک واقع در شهرک صنعتی گرگان ۲ (حیدرآباد) انجام گردید. در این تحقیق برای تهیه پفک، پودر کدوحلوایی به نسبت‌های ۱۰،۰، ۱۵ و ۲۰ درصد جایگزین آرد ذرت در فرمولاسیون پفک گردید. برای تهیه پفک حاوی کدو حلوایی از دستگاه اکسترودر با سرعت مارپیچ ۳۱۵ دور در دقیقه، با دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس، نرخ تغذیه ۶/۷۵ کیلوگرم بر ساعت، سرعت جریان آب ۰/۲۹ لیتر بر ساعت و قطر قالب ۳ میلی‌متر استفاده شد (۱۱ و ۱۲).

ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی پفک‌های تولیدی در آزمایشگاه کنترل مواد غذایی دانشگاه علوم پزشکی استان گلستان صورت پذیرفت.

آزمایشات فیزیکوشیمیایی

اندازه‌گیری رطوبت: ۵ گرم نمونه در ظرف فلزی مخصوص اندازه‌گیری رطوبت که از قبل به وزن ثابت

رسیده و وزن شده بود، ریخته و به مدت ۹۰ دقیقه، داخل آون (ممرت، آلمان) با دمای ۱۳۰ درجه سلسیوس قرار داده شد (۱۶).

اندازه‌گیری میزان ترکیبات پلی فنلی کل: برای اندازه‌گیری فنل کل، عصاره ۰/۵ گرم پودر پفکبه‌وسیله ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول و اسید هیدروکلریدریک ۲٪ با نسبت ۹۵ به ۵) در دمای اتاق به مدت ۶۰ دقیقه روی همزن مغناطیسی استخراج شد. ۲۰۰ میکرولیتر از عصاره با ۲ میلی‌لیتر آب و ۱۰۰ میکرو لیتر معرف Folin–Ciocalteu مخلوط شد. پس از ۵ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر محلول ۲۰٪ سدیم کربنات افزوده شد و پس از نگهداری به مدت ۳۰ دقیقه در محل تاریک و دمای اتاق، جذب آن در طول موج ۷۲۵ نانومتر (Jenway, 6405 UV/VIS) قرائت گردید. از گالیک اسید به عنوان استاندارد استفاده و نتایج به‌صورت گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه بیان گردید (۱۷ و ۱۸).

اندازه‌گیری فیبر خام: یک گرم از نمونه خشک شد و به کیسه‌های مخصوص اندازه‌گیری فیبر انتقال یافت و مراحل هضم اسیدی به‌وسیله اسیدکلریدریک ۰/۱۳ مولار انجام شد و پس از آن با آب گرم شسته شد. مجدداً هضم قلیایی به‌وسیله هیدروکسید پتاسیم ۰/۱۳ مولار و شستشو تا خارج شدن کامل هیدروکسید پتاسیم ادامه یافت. سپس کیسه‌های نمونه در آون ۱۰۰ درجه خشک شد.در مرحله بعد کیسه‌های خشک‌شده به داخل کپسول قرار داده شد و بر روی شعله به‌آرامی سوزانده شد. سپس به کوره ۵۵۰ درجه به مدت ۲ ساعت قرار داده و مجدد توزین گردید. عدد حاصله از اختلاف توزین مرحله خشک و مرحله خاکستر محاسبه گردید (۱۶).

اندازه‌گیری بتاکاروتن: ۵ گرم از نمونه را در ۱۰ تا ۱۵ میلی‌لیتر استون به کمک هاون آسیاب و مقدار کمی کریستال سولفات سدیم بدون آب به آن اضافه شد.مایع رویی به درون بشر انتقال یافته و این فرآیند دو بار تکرار گردید.مایع رویی جمع‌آوری‌شده به یک قیف جداکننده منتقل و سپس ۱۵-۱۰ میلی‌لیتر پترولیوم اتر به آن اضافه شد و به خوبی مخلوط گردید. لایه پایینی دور ریخته و لایه رویی در یک فلاکس حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری و حجم آن با پترولیوم اتر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. جذب نوری آن در ۴۵۲ نانومتر با استفاده از پترولیوم اتر به‌عنوان شاهد، ثبت و مقدار بتاکاروتن بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم محاسبه گردید(۱۹).

اندازه‌گیری دانسیته: برای اندازه‌گیری دانسیته، وزن حجم مشخصی از پفک اندازه‌گیری شد. دانسیته واقعی نیز با روش جابجایی دانه‌های کلزا اندازه‌گیری‌شد (۲۰).

آنالیز بافت: آنالیز بافت با استفاده از دستگاه سنجش بافت مدل TA.XT Plus (شرکت استیبل میکروسیستم) ساخت کشور انگلستان انجام و نمونه‌ها از لحاظ تردی بافت مورد بررسی قرار گرفتند. تردی دستگاهی بافت پفک به عنوان بیش‌ترین مقاومت در مقابل تغییر شکل بافت در نظر گرفته شد (۲۱). پروب استوانه‌ای دستگاه به اندازه یک سانتی‌متر (۴۰ درصد) از بافت نفوذ کرد. سرعت حرکت پروب قبل و هنگام آزمون ۱میلی‌متر بر ثانیه و پس از آزمون ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه تنظیم شد. بیش‌ترین نیروی وارد شده به نمونه در پایان عمل فشردن برحسب نیوتن گزارش شد.

اندازه‌گیری نرخ انبساط: جهت اندازه‌گیری مقدار انبساط، قطر پفک‌های تهیه شده بر قطر قالب خروجی از آن‌ها تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد (۱۰).

ارزیابی حسی

پس از آموزش‌های مقدماتی در مورد آزمون حسی تعداد ۳۲ نفر (مرد و زن) به عنوان ارزیاب انتخاب شدند. جهت ارزیابی حسی نمونه‌های پفک از

روش هدونیک ٦ نقطه‌ای (بدمزه خیلی زیاد، بدمزه متوسط، بدمزه کم، خوشمزه کم، خوشمزه متوسط و خوشمزه خیلی زیاد) استفاده شد. در این مرحله یک نمونه کد گذاری شده به همراه یک لیوان آب و یک فرم امتیازدهی داده شد.

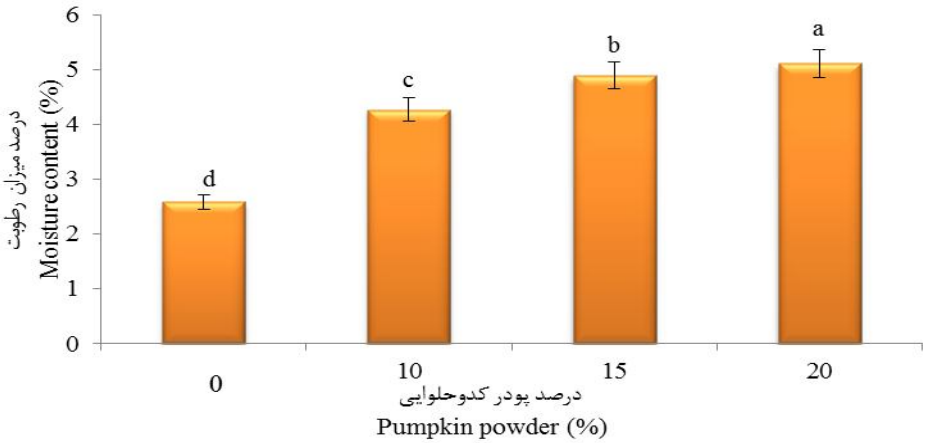
تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش به منظور بررسی تأثیر جایگزین کردن پودر کدوحلوایی، در تهیه پفک غنی‌شده، از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تمامی مراحل و آزمایش‌هایانجام‌شده در این پژوهش با سه تکرار انجام شد. میانگین تیمارها نیز با روش دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ مقایسه گردیدند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها در این مرحله از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ استفاده شد وبرای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده گردید.

نتایج و بحث

رطوبت: مطابق بااستاندارد ملی ایران شماره ۲۸۸۰ با عنوان ویژگی‌های شیمیایی فرآورده حجیم‌شده بر پایه بلغور و آرد غلات، میزان رطوبت محصولات حجیم شده (درصد وزنی) بیشینه ۳ درصد عنوان گردیده است.پفک حاوی ۲۰٪ پودر کدوحلوایی بیش‌ترینمقدار رطوبت را داشت (۵/۱۱ درصد) و بین تمامی تیمارها اختلاف معنی‌دار دیده شد ($P\leq ۰/۰۵$). پایین‌ترین میزان رطوبت مربوط به نمونه شاهد برابر ۲/۵۸ درصد بدست آمد (شکل ۱).

بیشارات و همکاران (۲۰۱۳) نیزدر بررسی خواص فیزیکوشیمیایی غلات صبحانه غنی‌شده با سبزی‌های خشک گزارش کردند که با افزایش درصد کلم بروکلی رطوبت غلات صبحانه تولیدی زیاد می‌شود (۲۲). همچنین ال دمری و همکاران (۲۰۱۱)، افزایش میزان رطوبت به اثر افزودن پودر کدوحلوایی را بر نان تست درتیمارهای حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد کدوحلوایی گزارش کرده‌اند (۷). در شکل ۱ ملاحظه می‌شود درصد رطوبت پفک تولیدی در آزمایش‌های انجام‌شده این پژوهش با افزایش درصد پودر کدوحلوایی افزایش یافت.

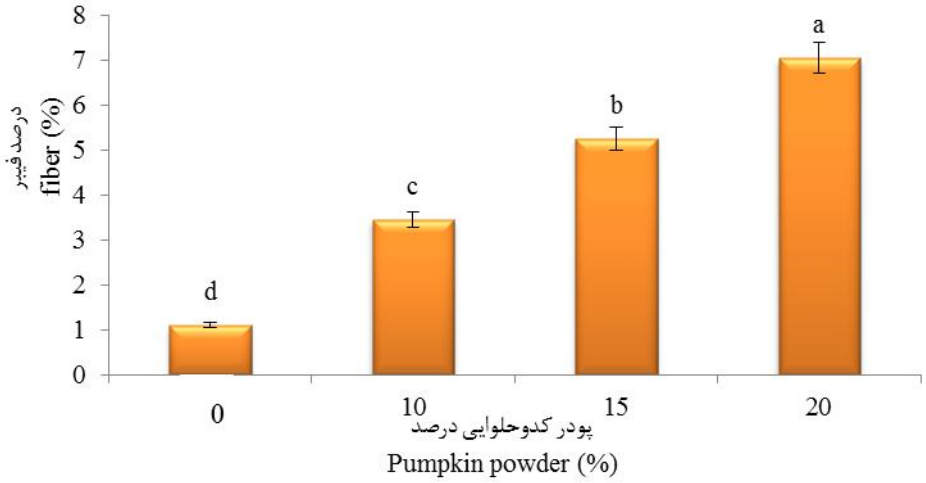


شکل ۱: مقدار رطوبت پفک‌ها درغلظت‌های مختلف پودر کدوحلوایی

*حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

Figure 1. The moisture content of puffy snack in different concentrations of pumpkin powder
* Different letters on the columns show significant difference ($P<0.05$).

فیبر: نتایج مربوط به اندازه‌گیری فیبر پفک‌ها در شکل ۲ ارائه شده و بیانگر این مطلب است که پفک حاوی ۲۰٪ پودر کدوحلوایی بالاترین میزان فیبر را نسبت به تیمار پایه داشت. تمامی تیمارها با هم اختلاف معنی‌داراشتند (P≤۰/۰۵). نتایج نشان داد که افزایش مقدار پودر کدوحلوایی درفرمولاسیون پفک تولیدی علاوه بر افزایش رطوبت، باعث افزایش مقدار فیبر نیز شده است. این موضوع می‌تواند اهمیت استفاده از پودر کدوحلوایی را در فرمولاسیون پفک نشان دهد. واترهوسو همکاران (۲۰۱۰)، اسنک‌های فراسودمند بر پایه میوه را از لحاظ میزان فیبر و پلی فنل کل مورد بررسی قرار دادند و نتایج آنها با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (۲۳). سرنیاسکین و همکاران (۲۰۱٤)، استفاده از پودر کدوحلوایی به عنوان یک منبع غنی از فیبر در محصولات غذایی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد پودر کدوحلوایی یک منبع غذایی مناسب با محتوای فیبری بالاست؛ که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۲٤).



شکل ۲: مقدار فیبر پفک‌ها در غلظت‌های مختلف پودر کدوحلوایی

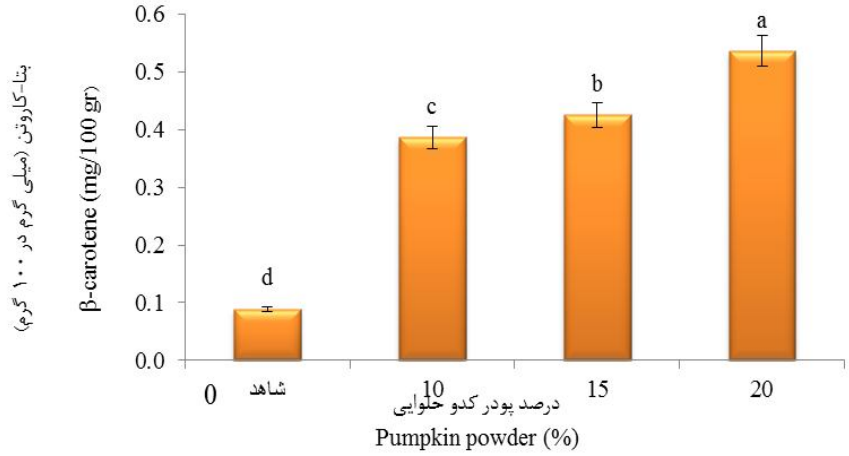
*حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<0.05).

Figure 2. The fiber content of puffy snack in different concentrations of pumpkin powder
*Different letterson the columns show significant difference (P<0.05).

بتاکاروتن: کدوحلوایی به‌عنوان منبع غنی از بتاکاروتن‌ها و پیش ساز ویتامین A، برای جلوگیری از کمبود ویتامین A بسیار مناسب گزارش شده است (۱ و ۲۵). در کنار فعالیت پیش سازی ویتامین A، عملکرد فیزیولوژیکی خاص بسیاری از بتاکاروتن‌ها مانند پیشگیری از سرطان گزارش شده است (۲٦).

در شکل ۳ ملاحظه می‌گردد بیش‌ترین میزان بتاکاروتن مربوط به پفک حاوی ۲۰٪ پودر کدوحلوایی (۰/٥٤ میلی‌گرم در صد گرم) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد می‌باشد (۰/۰۹ میلی‌گرم در صد گرم). با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی مقدار بتا کاروتن نمونه‌ها افزایش یافت. نتایج آماری نشان داد که میزان بتاکاروتن در همه سطوح تیمارها اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت (P<۰/۰۵). استفاده از ۲۰-۱۰٪ پودر کدوحلوایی جایگزین شده با آرد گندم در دسرهای تایلندی، رنگ زرد و مقدار کاروتن آن را بهبود بخشید و به‌وسیله مصرف‌کنندگان موردپذیرش قرار گرفت (۲۷). لی و همکاران (۲۰۰۲)، غنی‌سازی محتوای بتاکاروتن پاستای آسیایی با استفاده از پودر کدوحلوایی در سطوح ۲/۵، ۵ و ۱۰٪ را مورد مطالعه قراردادند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش سطوح

بالاتری از پودر کدوحلوایی سبب افزایش محتوای بتاکاروتن در پاستاها گردید (۲۵). راکجوا و همکاران (۲۰۱۱)، تولید نان با استفاده از پودر کدوحلوایی را موردبررسی قراردادند. نتایج آن‌ها نشان داد نمونه‌های نان تولیدی با کدوحلوایی دارای محتوای بتاکاروتنی و قند احیای بالاتری نسبت به نمونه شاهد بودند (۲۸).



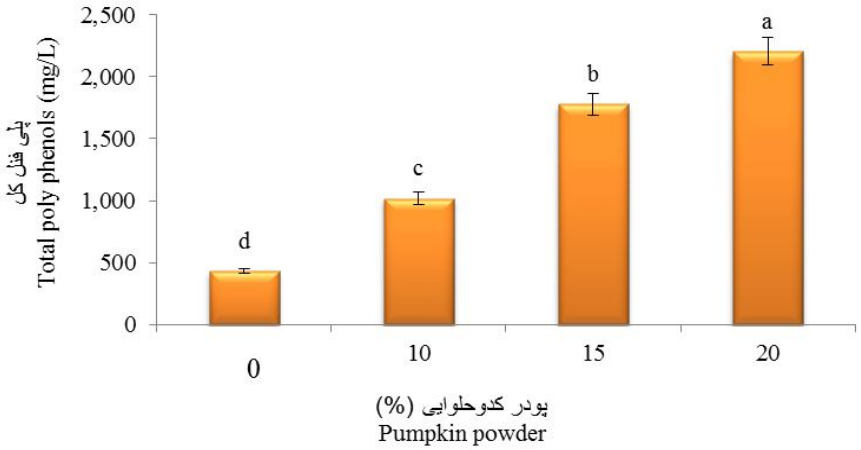
شکل ۳: مقدار بتاکاروتن پفک‌ها در غلظت‌های مختلف پودر کدوحلوایی

* حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

Figure 3. The β-carotene content of puffy snack in different concentrations of pumpkin powder
*Different letterson the columns show significant difference ($P<0.05$).

پلی‌فنول کل: پلی‌فنول‌ها ترکیباتی هستند که عمدتاً در میوه‌ها، سبزی‌ها، قهوه، چای، آجیل، حبوبات و غلات یافت می‌شوند. پلی‌فنول‌ها دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ضد سرطانی هستند؛ بنابراین ممکن است پلی‌فنول‌ها در پیشگیری از بیماری‌های مزمن مختلف نقش داشته باشند (۱٤).

بالاترین میزان پلی‌فنول کل مربوط به پفک حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ٤). با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی مقدار پلی‌فنول کل نمونه‌ها افزایش یافت. نتایج آماری نشان داد که میزان پلی‌فنول کل در همه سطوح تیمارها اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد دارد ($P<۰/۰۵$). سان واترهوس و همکاران (۲۰۱۰)، اسنک‌های فراسودمند بر پایه میوه را از لحاظ میزان فیبر و پلی فنل کل مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد میزان ترکیبات فنلی در نمونه‌های دارای فیبر سیب و عصاره فنلی سیب پس از پخت به میزان قابل توجهی است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۱٤). آنتون و همکاران (۲۰۰۹)، تأثیر افزودن آرد لوبیا قرمز بر ویژگی‌های تغذیه‌ای اسنک بر پایه آرد ذرت را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها از سه سطح ۱۵، ۳۰ و ٤۵٪ آرد لوبیا به جای آرد ذرت استفاده کردند. نتایج نشان داد اسنک تولیدشده با آرد ذرت و لوبیا میزان فنل کل بیشتری داشت (۲۹).

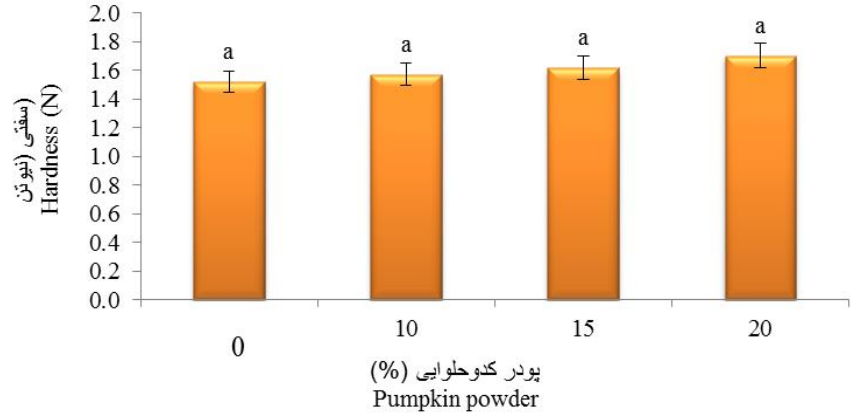


شکل ٤: مقدارپلی فنل پفک‌ها در غلظت‌های مختلف پودر کدوحلوایی

* حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<0.05).

Figure 4. The polyphenols content of puffy snack in different concentrations of pumpkin powder
* Different letterson the columns show significant difference (P<0.05).

تردی: تردی خاصیتی است که به‌وسیله آن‌یک ماده در مقابل شکستگی مقاومت می‌کند (۱۹). با توجه به شکل ۵، استفاده از سطوح بالاتر جایگزینی منجر به تولید محصول تردتر نسبت به تیمار شاهد شد.بیش‌ترین میزان نیرو مربوط به پفک حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی بود که با تیمارهای دیگر و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (P≥۰/۰۵). کمترین میزان تردی مربوط به تیمار شاهد بود..

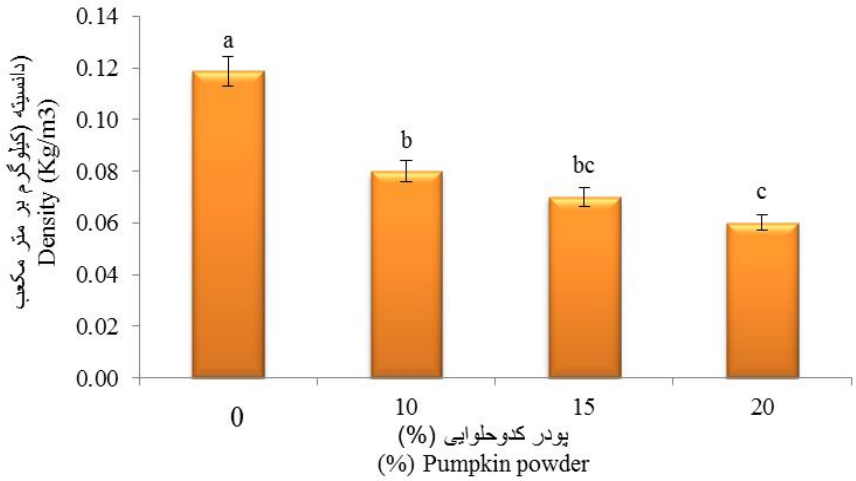


شکل ۵: تردی پفک‌ها درغلظت‌های مختل فپودر کدوحلوایی

*حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<0.05).

Figure 5. The hardness of puffy snack in different concentrations of pumpkin powder
* Different letterson the columns show significant difference (P<0.05).

دانسیته: با توجه به شکل ٦ بالاترین میزان دانسیته مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به پفک حاوی ۲۰٪ پودر کدوحلوایی می‌باشد. اختلاف معنی‌داری بین تمامی تیمارها با تیمار شاهد وجود دارد (P<۰/۰۵).اما بین تیمار ۱۰ و ۱۵ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج آنتون و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد اسنک تولیدشده با آرد ذرت و لوبیا دارای دانسیته بالاتر، انبساط کمتر و بافتی سخت‌تر بودکه به دلیل کاهش میزان حباب‌های هوا و اندازه آن‌ها در محصول بود؛ که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد (۲۹).

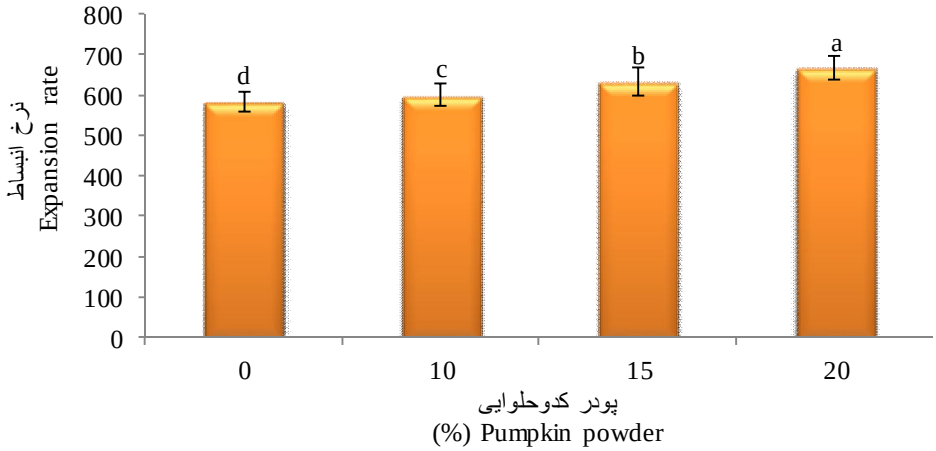


شکل ٦: دانسته پفک‌ها درغلظت‌هایمختلفپودر کدوحلوایی

* حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<0.05).

Figure 6. The density of puffy snack in different concentrations of pumpkin powder
*Different letterson the columns show significant difference (P<0.05).

نرخ انبساط: با توجه به شکل ۷ روند افـزایش میـزان نرخ انبساط مشاهده شد و اسـتفاده از سـطوح بـالاتر جایگزینی پودر کدوحلوایی منجر به تولید محصول با نرخ انبساط بیشتر نسبت به تیمار شاهد شد. بیش‌ترین میزان نرخ انبساط مربوط به پفـک حـاوی ۲۰٪ پـودر کدوحلوایی بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). کمترین میزان نرخ انبسـاط مربـوط به تیمار شاهد بود (۳۰).



شکل ۷: نرخ انبساط پفک‌ها درغلظت‌های مختلف پودر کدوحلوایی

*حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<0.05).

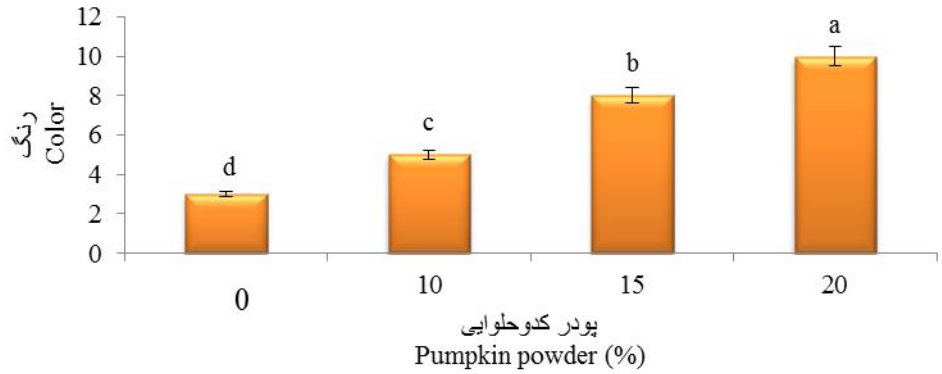
Figure 7. The expansion rate of puffy snack in different concentrations of pumpkin powder
* Different letterson the columns show significant difference (P<0.05).

ارزیـابی حسـی: نتـایج حاصـل از ارزیـابی حسـی نمونه‌های پفک در شکل‌های ۸ تا ۱۱ نشان داده شـده اسـت. مشـخص گردیـد کـه در سـطوح مختلـف جایگزینی، با افزایش میزان پودر کدوحلوایی در رنگ نمونه‌ها اختلاف معنـادار دیـده مـی‌شـود (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که نمونه شـاهد پـایین‌تـرین امتیـاز را ازنظـر مصرف‌کنندگان کسب کرد. به نظـر مـی‌رسـد سـفتی بافت در پفک حاوی ۲۰ درصد پـودر کـدوحلوایی و

نیز طعم پفک حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی مورد پسند در بین مصرف‌کنندگان واقع شد. با افزایش میزان پودر کدوحلوایی به میزان ۲۰ درصد میزان مطلوبیت نمونه‌ها در عطر و طعم افزایش یافت. در نهایت از نظر پذیرش کلی، کمترین امتیاز به نمونه شاهد و بیش‌ترین امتیاز به نمونه حاوی پفک حاوی ۲۰٪ پودر کدوحلوایی تعلق گرفت.

راکجوا و همکاران (۲۰۱۱)، تولید نان با استفاده از پودر کدوحلوایی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد فرمولاسیون بهینه برای تولید نان حاوی ۱۰ درصد پودر کدوحلوایی بر اساس وزن آرد بود.

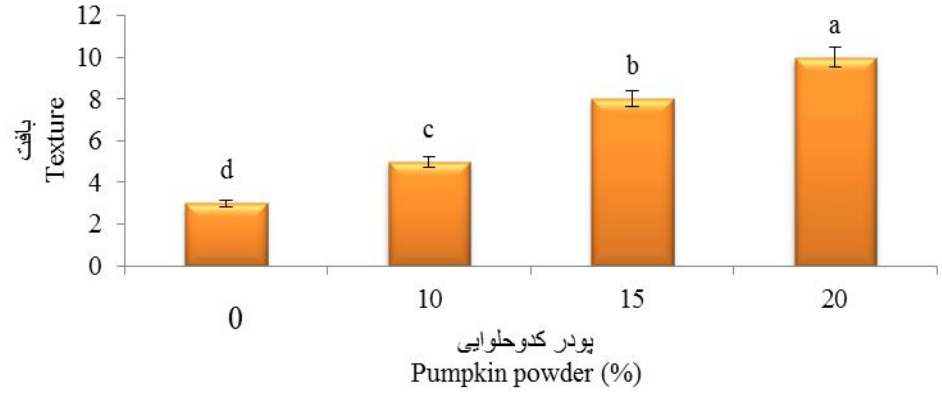
نتایج مربوط به آنالیز حسی نیز نشان داد پذیرش نان تولیدی با کدوحلوایی دارای امتیاز بیشتری نسبت به نان شاهد بود؛ که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۲۸). مهرجردی و همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی اسنک کدوحلوایی سرخ شده تحت خلاء پرداختند. نتایج آزمون حسی نیز نشان داد اکثر افراد شرکت‌کننده در ارزیابی حسی طعم چیپس کدوحلوایی را مطلوب ارزیابی نموده و رنگ محصول را به‌عنوان بهترین فاکتور تشخیص دادند؛ که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۱۳).



شکل ۸: ارزیابی حسی رنگ پفک‌های حاوی غلظت‌های مختلف پودر کدوحلوایی

* حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

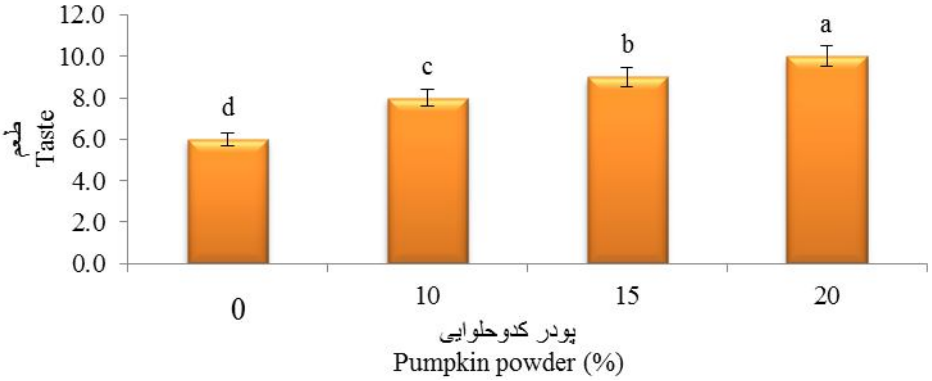
Figure 8. Evaluation of color of puffy snack containing different concentrations of pumpkin powder
*Different letterson the columns show significant difference (P<0.05).



شکل ۹: ارزیابی حسی بافت پفک‌های حاوی غلظت‌های مختلف پودر کدوحلوایی

*حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

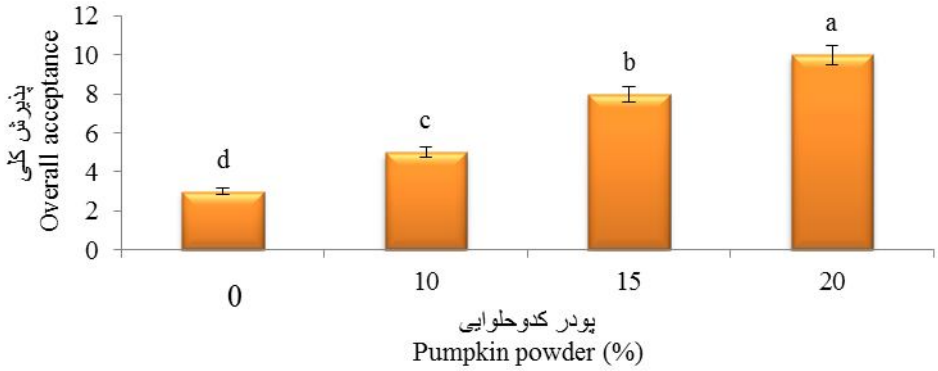
Figure 9. Evaluation of texture of puffy snack containing different concentrations of pumpkin powder
*Different letterson the columns show significant difference (P<0.05).



شکل ۱۰: ارزیابی حسی طعم پفک‌های حاوی غلظت‌های مختلف پودر کدوحلوایی

* حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

Figure 10- Evaluation of taste of puffy snack containing different concentrations of pumpkin powder
* Different letterson the columns show significant difference ($P<0.05$).



شکل ۱۱: ارزیابی حسی پذیرش کلی پفک‌های حاوی غلظت‌های مختلف پودر کدوحلوایی

* حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

Figure 11. Evaluation of overall acceptance of puffy snack containing different concentrations of pumpkin powder
* Different letterson the columns show significant difference ($P<0.05$).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که با افزودن میزان پودر کدوحلوایی، ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌ها مانند میزان رطوبت، فیبر،بتاکاروتن، پلی فنل، نرخ انبساط تغییر یافت. پفک حاوی ۲۰٪ پودر کدوحلوایی دارای کمترین دانسیته بود. بیش‌ترین میزان بتاکاروتن مربوط به پفک حاوی ۲۰٪ پودر کدوحلوایی و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود.با افزایش درصد پودر کدوحلوایی اختلاف معنی‌داری بین پفک‌ها از نظر مقدار پلی‌فنول کل مشاهده شد و مقدار پلی‌فنول کل آنها در محدوده ۲۲۰۳-۴۳۳ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. در نهایت بهینه‌سازی فرمولاسیون پفک به منظور تولید محصولی فراسودمند، با استفاده از ویژگی‌های بررسی‌شده و حدود تعیین شده، نشان داد که پفک حاوی ۲۰٪ پودر کدوحلوایی، ترکیب مناسبی برای غنی‌سازی پفک می‌باشد. نتایج حاصل بیانگر این موضوع است که با افزایش مقدار رضایت بخشی از پودر کدوحلوایی، می‌توان محصولی فراسودمند از ضایعات محصولات کشاورزی تهیه نمود.

منابع

1. De Carvalho, L.M.J., Gomes, P.B., de Oliveira Godoy, R.L., Pacheco, S., do Monte, P.H.F., de Carvalho, J.L.V., Nutti, M.R., Neves, A.C.L., Vieira, A.C.R.A., and Ramos, S.R.R. 2012. Total carotenoid content, α-carotene and β-carotene, of landrace pumpkins (Cucurbita moschata Duch): A preliminary study, Food Research International. 47: 337-340.
2. Kulaitiene, J., Danilcenko, H., Jariene, E., Jukneviciene, E., and Jukneviciene, E. 2014. Pumpkin fruit flour as a source for food enrichment in dietary fiber, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 42: 19.
3. See, E., Abdullah, W., Nadiah, W., and Abdul Aziz, N.A. 2007. Physico-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour, ASEAN Food J. 14: 123-130.
4. Yadav, M., Jain, S., Tomar, R., Prasad, G., and Yadav, H. 2010. Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review, Nutrition Research Reviews. 23: 184-190.
5. Yee, N.K., Hamzah, Y. 2012. Physicochemical properties of instant pumpkin javanese noodle gravy, Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan. 23: 199.
6. Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., and Najafi, A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom, Journal of Food Science and Technology. 53: 1418-1423.
7. El-Demery, M.E. 2011. Evaluation of physico-chemical properties of toast bread fortified with pumpkin (Cucurbita moschata) flour, in: The 6th Arab and 3rd International Annual Scientific Conference on Development of Higher Specific Education Programs in Egypt and the Arab World in the Light of Knowledge Era Requirements, Faculty of Specific Education, Mansoura University, Mansoura, Egypt, pp. 13-14.
8. Tamer, C.E., Incedayi, B., YÖNEL, S., Yonak, S., and ÇOPUR, Ö.U. 2010. Evaluation of several quality criteria of low calorie pumpkin dessert, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 38: 76.
9. Booth, R.G. 1990 Snack food, Springer Science & Business Media.
10. Norfezah, M., Hardacre, A., and Brennan, C. 2011. Comparison of waste pumpkin material and its potential use in extruded snack foods,Food Science and Technology International. 17: 367-373.
11. Dehghan-Shoar, Z., Hardacre, A.K., and Brennan, C.S. 2010. The physico-chemical characteristics of extruded snacks enriched with tomato lycopene, Food Chemistry. 123: 1117-1122.
12. Nor, N.M., Carr, A., Hardacre, A., and Brennan, C.S. 2013. The development of expanded snack product made from pumpkin flour-corn grits: Effect of extrusion conditions and formulations on physical characteristics and microstructure, Foods. 2: 160-169.
13. Mehrjardi, P.Y., Tarzi, B.G., and Bassiri, A. 2012. Developing vacuum fried pumpkin (Cucurbita moschata Dutch) snack, World Applied Sciences Journal. 18: 214-220.
14. Sun-Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R., and Wadhwa, S. 2010. Comparative analysis of fruit-based functional snack bars, Food Chemistry. 119: 1369-1379.
15. Bhat, M.A., Bhat, A. 2013. Study on physico-chemical characteristics of pumpkin blended cake, Journal of Food Processing & Technology. 4: 4-9.
16. Hosseini, Z. 2006 Common Methods in Food Analysis, Shiraz University.
17. Sharma, K.D., Karki, S., Thakur, N.S., and Attri, S. 2012. Chemical composition, functional properties and processing of carrot—a review, Journal of food science and technology. 49: 22-32.
18. Sharma, P., Gujral, H.S., and Singh, B. 2012. Antioxidant activity of barley as affected by extrusion cooking, Food Chemistry. 131: 1406-1413.
19. Hosseini Ghaboos, S.H., Seyedain Ardabili, S.M., Kashaninejad, M., Asadi, G., and Aalami, M. 2016. Combined infrared-vacuum drying of pumpkin slices, Journal of Food Science and Technology. 53: 2380-2388.

20. Salehi, F., Kashaninejad, M., Akbari, E., Sobhani, S.M., and Asadi, F. 2016. Potential of Sponge Cake Making using Infrared–Hot Air Dried Carrot, Journal of Texture Studies. 47: 34-39.
21. Salehi, F., Kashaninejad, M., and Alipour, N. 2016. Evaluation of Physicochemical, Sensory and Textural Properties of Rich Sponge Cake with Dried Apples Powder, in: Innovative Food Science and Technology,.
22. Bisharat, G.I., Katsavou, I.D., Panagiotou, N.M., Krokida, M.K., and Maroulis, Z.B. 2015. Investigation of functional properties and color changes of corn extrudates enriched with broccoli or olive paste, Food Sci. Technol. Int. 21: 613-630.
23. Wongsagonsup, R., Kittisuban, P., Yaowalak, A., and Suphantharika, M. 2015. Physical and sensory qualities of composite wheat-pumpkin flour bread with addition of hydrocolloids, International Food Research Journal. 22.
24. Černiauskienė, J., Kulaitienė, J., Danilčenko, H., Jarienė, E., Juknevičienė, E., and Juknevičienė, E. 2014. Pumpkin Fruit Flour as a Source for Food Enrichment in Dietary Fiber, 2014. 42: 5.
25. Lee, C.H., Cho, J. K., Lee, S.J., Koh, W., Park, W., and Kim, C.-H. 2002. Enhancing β-carotene content in Asian noodles by adding pumpkin powder, Cereal Chem. 79: 593-595.
26. Tomar, P.P.S., Nikhil, K., Singh, A., Selvakumar, P., Roy, P., and Sharma, A.K. 2014. Characterization of anticancer, DNase and antifungal activity of pumpkin 2S albumin, Biochemical and Biophysical Research Communications. 448: 349-354.
27. Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T., and Thepjaikat, T. 2006. Utilization of pumpkin powder in bakery products, Songklanakarin Journal of Science and Technology. 28: 71-79.
28. Rakcejeva, T., Galoburda, R., Cude, L., and Strautniece, E. 2011. Use of dried pumpkins in wheat bread production, Procedia Food Science. 1: 441-447.
29. Anton, A.A., Fulcher, R.G., and Arntfield, S.D. 2009. Physical and nutritional impact of fortification of corn starch-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: Effects of bean addition and extrusion cooking, Food Chemistry. 113: 989-996.
30. Shahmohammadi, H., Bakar, J., Russly, A., Noranizan, M., and Mirhosseini, H. 2014. Puffed corn-fish snack development by extrusion technology, Iran. J. Fish. Sci. 13: 748-760.

EJFPP, Vol. 11 (1): 65-80
http://ejfpp.gau.ac.ir

Formulation of Functional Puffy Snack Containing Pumpkin Powder

M. Moghadasi[1], S.H. Hosseini Ghaboos[2*]
[1] MSc. graduated, Department of Food Science and Engineering, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
Received: 2016/11/18 ; Accepted: 2017/10/07

Abstract

Background and objectives: Fortified foods provide not only nutritional requirements, but also have positive effects on host. Puffy snack consists of whole grain bulgur and flour puffed by using extruder. Pumpkin is a good source of carotene, water-soluble vitamins and amino acids. Pumpkin can be processed into flour which has a longer shelf life. Because of its highly-desirable flavour, sweetness and deep yellow orange –red color pumpkin flour has gained much attention.

Materials and methods: For the production of pumpkin powder, after the skin and seeds was removed, the edible part was cut into pieces of 5 mm and dried in the dryer with hot air (65°C) at 1 m/s flow rate for 8 hours to a moisture content of 10%. In this study, the effect of replacing corn flour with pumpkin powder (at four levels of 0, 10, 15 and 20%) on physicochemical and sensory properties of snack was evaluated. The mean values were compared with Duncan test at 95%. The physicochemical properties of puffy snack evaluated were moisture content, total polyphenolic compounds, fiber, β-carotene, density and texture.

Results: In terms of crispiness, there was no significant difference between prepared snacks ($P>0.05$), but moisture contents were found to be significantly different in the range of 2.58 – 5.11 % in different samples. The highest amount of β-carotene (0.45 mg/100 gr) was observed in the puffy snacks containing 20% pumpkin powder and the lowest amount was found in control (0.09 mg/100 gr). Increasing the pumpkin resulted in significant increase in total phenols (in the range of 433-2203 mg/L). The higher levels of substitution led to manufacture products with the higher expansion rate than the control sample. The highest rate of expansion rate was for puffy snacks with 20% pumpkin powder which was significantly different with other treatments ($P<0.05$). The results of sensory evaluation showed that the puffy snack containing 20% pumpkin powder had the highest score for color, texture, flavor and total acceptance.

Conclusion: Significant differences were found for the amounts of fiber and β-carotene, expansion rate, density and texture when the new produced samples were compared to the control ($P<0.05$). According to the physicochemical and sensory results, the puffy snack containing 20% pumpkin powder can be introduced as the best formulation.

***Keywords*:** Pumpkin powder, Puffy snack, Physico-chemical properties, Sensory evaluation

*Corresponding author: Hosseinighaboos@iauaz.ac.ir