



## تاثیر افزودن پودر زرشک (*Berberis vulgaris*) بر ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی و میکروبی ذرت حجیم شده فراسودمند

مصطفی بک محمدپور<sup>۱</sup>، افشین جوادی<sup>۲\*</sup>، صدیف آزادمرد دمیرچی<sup>۳،۴</sup>، هدی جعفرزاده مالمیری<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی دکترای تخصصی گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ممقان، دانشگاه آزاد اسلامی، ممقان، ایران.

۲- دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۴- مرکز تحقیقات ایمنی غذا و دارو، پژوهشکده مدیریت سلامت و ارتقای ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

۵- دانشیار دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران.

### چکیده

### اطلاعات مقاله

تقلات همچون ذرت حجیم شده فرآورده‌های غذایی هستند که مصرف زیادی به‌ویژه در بین کودکان دارند. ولی متأسفانه این محصولات غذایی دارای کالری بالا و حاوی مقدار پایینی از ترکیبات سودمند هستند. یکی از راهکارها برای تقویت ارزش غذایی تقلات می‌تواند استفاده از پودر میوه‌های ارزشمند در فرمولاسیون آن‌ها باشد. در این مقاله، با توجه به غنی بودن پودر زرشک از ترکیبات زیست فعال در فرمولاسیون ذرت حجیم شده در سطوح صفر (نمونه کنترل)، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد (وزنی/وزنی) استفاده شد و در محصول نهایی ویژگی‌های کیفی آن بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش پودر زرشک در فرمولاسیون، به علت غنی بودن میوه زرشک از آنتوسیانین‌ها، مقدار این ترکیب زیست فعال (از ۳ تا ۱۱۰ ppm) افزایش یافت. اما بخاطر اسیدی بودن پودر میوه زرشک، pH محصول نهایی از ۵/۵ به ۴/۱ کاهش یافت. به علت غیر روغنی بودن میوه زرشک، مقدار روغن محصول نهایی از ۲۵/۵ به ۱۹/۵٪ کاهش یافت. همچنین پودر میوه زرشک توانست فعالیت آبی را در محصولات حجیم شده از ۰/۸ به ۰/۶۵ کاهش دهد. همچنین از لحاظ بار میکروبی نیز نمونه‌های حاوی پودر زرشک در حد استاندارد بودند. همچنین ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که نمونه حاوی ۵ درصد بیشترین امتیاز را کسب کرد و در مقدار بیشتر پودر میوه زرشک از لحاظ طعم و رنگ مقبولیت آن کاهش یافت. در کل نتایج به‌دست آمده نشان داد که امکان تولید ذرت حجیم شده با پودر زرشک وجود دارد که می‌تواند محصولی جدید با ویژگی‌های تغذیه‌ای مناسب و سلامت افزایی در بازار مصرف باشد.

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۵

کلمات کلیدی:

تقلات،

ذرت حجیم شده،

کیفیت،

ماندگاری.

DOI: 10.52547/fsct.18.117.13

\* مسئول مکاتبات:

javadi@iaut.ac.ir

## ۱- مقدمه

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- مواد

بلغور ذرت و پودر میوه زرشک (*Berberis vulgaris*) از کارخانه تولید محصولات غذایی (تبریز- ایران) خریداری شد. تمامی حلال‌ها و مواد شیمیایی درجه تجزیه‌ای داشتند و از شرکت سیگما خریداری شدند.

## ۲-۲- روش تولید محصول

پودر میوه زرشک در سطوح صفر (نمونه کنترل)، ۲/۵، ۵، ۷ و ۱۰ درصد (وزنی/وزنی) از کل ترکیبات در فرمولاسیون ذرت حجیم شده استفاده شد. ترکیبات بعد از مخلوط شدن کامل به وسیله دستگاه اکسترودر ماریچی با قطر ۳/۶ میلی‌متر و قطر محفظه ۶۴ سانتی‌متر (DS56-III; Jinan Saixin, China) تحت فرایند قرار گرفتند تا نمونه‌های اکسترودر شده پف‌کرده حاصل شوند. دمای ورودی اکسترودر ۵۰°C و مخلوط کردن با دمای ۱۰۰°C و دمای خروج محصولات ۱۴۰°C بود. محصول خروجی تا دمای اتاق سرد شدند و سپس با روغن و پودر پنیر و نمک آغشته شدند. محصول نهایی در بسته‌های پلی‌اتیلنی در دمای اتاق نگهداری شدند [۱]. ترکیبات نمونه کنترل عبارت بودند از ۶۳/۵ درصد بلغور ذرت، ۲۶ درصد روغن گیاهی تصفیه‌شده، ۶/۸۵ پودر پنیر حاوی سانست‌یلو، ۲/۱۵ درصد پودر شیر بدون چربی و ۱/۵ درصد نمک خوراکی.

## ۲-۳- استخراج روغن

۱۰ گرم از نمونه‌های ذرت حجیم شده بصورت پودر درآمدند، سپس حدود ۳۰ ml پترولیوم اتر به آن اضافه شد و به مدت یکساعت به همزده شد. بعد از صاف کردن، حلال با اواپراتور چرخان تحت خلا تبخیر شد و روغن حاصله برای آزمایشات بعدی استفاده شد [۶].

## ۲-۴- اندازه‌گیری pH

pH نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pH سنچ (pH-Meter (E520, Metrohm Herisau, Switzerland) طبق روش AOAC انجام گرفت. برای این منظور ۱۰g نمونه کاملاً پودر شده در ۹۰ ml آب حل شد و سپس با قرار دادن الکتروود pH سنچ از قبل کالیبره شده، pH خوانده شد [۷].

تسقلات جز فرآورده‌های غذایی پرترفدار در بین مصرف‌کنندگان و به‌ویژه کودکان هستند. تسقلات متفاوتی در بازار وجود دارد که در بین آن‌ها محصولات اکسترودر شده همچون ذرت حجیم شده مصرف بیشتری دارد. ترکیبات عمده در ذرت حجیم شده نشاسته و روغن می‌باشد. این نوع از محصولات غذایی از لحاظ مقدار ترکیبات زیست‌فعال و سلامت افزای فقیر می‌باشند. یکی از راهکارهایی که برای غنی کردن این محصولات بیشتر استفاده شده است استفاده از سایر ترکیبات با منشأ دامی یا گیاهی حاوی ترکیبات زیست‌فعال مواد معدنی و پروتئینی در فرمولاسیون آن‌ها است [۲و۱].

مطالعات زیادی روی محصولات اکسترودر شده غنی شده با ترکیبات با منشأ گیاهی انجام شده است. از این نوع محصولات غنی شده می‌توان به تولید برنج قهوه‌ای اکسترودر شده با آرد کدوتنبل اشاره کرد که موجب افزایش ترکیبات فنلی و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی محصول نهایی شد [۳]. در مطالعه دیگر از پودر دانه کنجد در فرمولاسیون ذرت حجیم شده استفاده شده است که موجب افزایش توکوفرولها پایدار و اکسیداسیونی و بهبود ویژگی‌های حسی محصول نهایی شده بود [۱]. از ترکیبات با منشأ دامی نیز در فرمولاسیون تسقلات استفاده گسترده‌ای شده است تا مقدار پروتئین این محصولات افزایش پیدا کند. در مطالعه‌ای از پودر خرچنگ و ماهی قزل‌آلا در غنی‌سازی بلغور ذرت استفاده کردند [۲].

میوه زرشک (*Berberis vulgaris*) در اغلب کشورهای در تولید محصولات غذایی مختلف استفاده می‌شود. میوه زرشک حاوی مقدار بالایی از ترکیبات زیست‌فعال همچون آنتوسیانین‌ها ترکیبات فنلی انواع مختلفی از ویتامین‌ها و به‌ویژه ویتامین ث و مواد معدنی است. این میوه همچنین در پیشگیری و درمان انواع مختلفی از بیماری‌ها همچون بیماری‌های قلبی و عروقی دیابت التهابات و سرطان استفاده شده است [۴و۵].

با توجه به فقیر بودن محصولات اکسترودر شده ذرت از لحاظ ترکیبات زیست‌فعال و سلامت افزای و همچنین غنی بودن میوه زرشک از این ترکیبات هدف از این مطالعه تولید ذرت حجیم شده غنی شده با پودر میوه زرشک و بررسی اثر آن بر برخی از ویژگی‌های محصول تولیدشده است.

## ۲-۵- روش اندازه گیری آنتوسیانین ها

مقدار آنتوسیانین نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری در طول موج ۵۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. ترکیب غالب پلارگونیدین ۳-گلوکوزید در نظر گرفته شد. نمونه های تولید شده را با متانول اسیدی (متانول خالص و اسید کلریدریک خالص به نسبت حجمی ۱:۹۹) کاملاً خرد و هموژن کرده تا آنتوسیانین‌های موجود استخراج شوند. سپس، مخلوط حاصل را در لوله آزمایش ریخته و بمدت ۲۴ ساعت در تاریکی نگهداری کرده و مخلوط را برای جداسازی فاز مایع، بمدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتیفریوژ و میزان جذب عصاره صاف شده اندازه‌گیری شد [۸].

## ۲-۶- روش اندازه گیری فعالیت آبی

فعالیت آبی نمونه‌ای ذرت حجیم شده با استفاده از دستگاه فعالیت آبی سنج طبق روش AOAC انجام گرفت. پس از کالیبره کردن دستگاه، نمونه‌هایی از ذرت حجیم شده در سل دستگاه قرار داده شد و فعالیت آبی آن پس از ثابت شدن در دمای ۲۵°C قرائت شد [۷].

## ۲-۷- آنالیز میکروبی

شمارش بار میکروبی کل، کپک و مخمر و انتروباکتریاسه بر اساس روش استاندارد ملی ایران انجام گرفت. برای این منظور از محیط‌های کشت YGC برای تعیین کپک و مخمر، DG18 برای شمارش بار میکروبی کل و ویولت رد بایل گلوکز آگار نیز برای تعیین انتروباکتریاسه استفاده شد [۹].

## ۲-۸- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱ خیلی نامطلوب و ۵ کاملاً مطلوب) با ۳۰ ارزیاب نیمه ماهر، برای ویژگی‌های رنگ، مزه، تردی، حجم و ظاهر انجام گرفت [۱].

## ۲-۹- آنالیز آماری

تجزیه واریانس بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی ساده برای آنالیز داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ver. 22 (Chicago, IL) انجام گرفت. تمامی آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شدند. از تست دانکن برای آنالیز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- ویژگی عمومی محصول

با افزایش درصد پودر میوه زرشک در فرمولاسیون محصول درصد روغن کاهش یافت و از ۲۵/۵ درصد در نمونه کنترل (بدون پودر میوه زرشک) به ۲۲/۱ درصد (در نمونه حاوی ۱۰ درصد پودر زرشک) رسید (جدول ۱). افزودن پودر میوه زرشک همچنین موجب کاهش فعالیت آبی محصول نهایی شد و فعالیت آبی از ۰/۸ به ۰/۶۵ کاهش یافت. میوه زرشک دارای مقدار پایینی از روغن و پروتئین است اما مقدار بالایی فیبر را دارد [۱۰]؛ که می‌تواند از لحاظ تغذیه‌ای و مقدار کالری اثر سودمندی داشته باشد. همچنین می‌تواند موجب استحکام بافتی محصول شود. البته کاهش در مقدار روغن می‌تواند اثر نامطلوبی بر ویژگی‌های حسی محصول داشته باشد که در ادامه بحث شده است.

فعالیت آبی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های محصولات غذایی است که در پایداری شیمیایی فیزیکی و میکروبی محصول نقش اساسی دارد. این کاهش نشانگر پایداری طولانی‌مدت این فرآورده غذایی بدون نگهدارنده نیز است. اغلب محصولات غذایی در فعالیت آبی پایین‌تر از ۰/۷ را می‌توان برای مدت مناسبی حتی در خارج از یخچال نگهداری کرد.

همچنین، به‌خاطر ماهیت اسیدی پودر میوه زرشک با افزودن آن به فرمولاسیون ذرت حجیم شده pH محصول نهایی از ۵/۵ در نمونه کنترل به ۴/۱۵ در نمونه حاوی ۱۰ درصد پودر میوه زرشک کاهش یافت.

pH از فاکتورهای مؤثر در ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی محصولات غذایی است. همچنین در pH بالاتر امکان فساد و رشد میکروبی زیاد است. نتایج نشان داد که به‌خاطر ماهیت اسیدی پودر میوه زرشک با افزودن آن به فرمولاسیون ذرت حجیم شده pH محصول نهایی در نمونه های حاوی پودر میوه زرشک کاهش یافت. کاهش pH از لحاظ حفظ ترکیبات زیست فعال همچون آنتوسیانین‌ها نیز نقش مهمی دارد که در ادامه بحث شده است.

**Table 1** Changes in some properties of puffed corn incorporated with barberry fruit powder

Sample	pH	Water activity	Oil content
Control*	5.50a**	0.80a	25.5a
PC2.5	4.90b	0.80a	24.5b
PC5	4.74c	0.76b	24.2b
PC7.5	4.45d	0.72c	22.1c
PC10	4.15e	0.65d	19.5d

\*Control: sample without barberry fruit powder (BFP), PC 2.5: sample with 2.5% of BFP, PC 5: sample with 5% of BFP, PC 7.5: sample with 7.5% of BFP, PC 10: sample with 10% of BFP. \*\*Different letters in same column represent significant differences ( $P < 0.05$ ).

نگهداری به مدت ۶۰ روز روند کاهشی در مقدار این ترکیبات مشاهده شد؛ و در روز آخر نگهداری نتایج نشان داد که نمونه کنترل کمترین مقدار آنتوسیانین ( $2/7 \text{ mg/kg}$ ) و نمونه حاوی ۱۰ درصد پودر میوه زرشک بیشترین مقدار آنتوسیانین ( $80/1 \text{ mg/kg}$ ) را دارد (جدول ۲).

### ۳-۲- آنتوسیانین ها

میوه زرشک دارای مقدار قابل توجهی از ترکیبات زیست فعال همچون آنتوسیانین ها را دارد. به همین خاطر با افزودن پودر میوه زرشک به فرمولاسیون ذرت حجیم شده، مقدار این ترکیبات از  $3/1 \text{ mg/kg}$  به  $110/4 \text{ mg/kg}$  رسید (جدول ۲). در طی

**Table 2** Changes in anthocyanin content (mg/kg) puffed corn incorporated with barberry fruit powder

Sample	Storage (day)			
	1	30	60	90
Control*	3.1±0.2m	3.0±0.5m	2.9±0.5mn	2.7±0.1n
PC 2.5%	17.5±1.3j	18.1±1.7j	15.9±2.3l	16.2±2.8
PC 5%	48.6±2.1h	47.3±5.6h	39.2±4g	30.1±4.3k
PC 7.5%	73.1±5ef	75.2±4.3e	71.0±6.6f	58.4±6.1g
PC 10%	110.4±6.8a	102.8±9.9b	97.5±4.7c	80.6±3d

\*For treatments see Table 1.

\*\*Different letters in same column represent significant differences ( $P < 0.05$ ).

آنتوسیانینی با مقداری قابل مقایسه با اغلب میوه ها و سبزیجات دریافت کرد. نمونه کنترل مقدار ۳ و نمونه حاوی ۱۰ درصد پودر زرشک حاوی  $110 \text{ ppm}$  آنتوسیانین بود. (جدول ۲). البته در طی نگهداری به مدت ۹۰ روز مقدار آنتوسیانین در همه نمونه ها از ۸ تا ۲۷ درصد کاهش یافت. البته با توجه به کاهش pH نمونه های حاوی پودر زرشک به خاطر اسیدی بودن آن و پایدار بودن آنتوسیانین ها در شرایط اسیدی کاهش شدیدی در طی نگهداری رخ نداد.

### ۳-۳- آنالیز بار میکروبی

بار میکروبی کل نمونه های تولید شده با افزایش نسبت پودر میوه زرشک در فرمولاسیون افزایش یافت و از ۱۰۰ به ۵۰۰ رسید. البته از لحاظ تعداد اتروباکتریاسه و شمارش و کپک و مخمر تفاوتی نداشتند و همه کمتر از ۱۰ بودند (جدول ۳). ویژگی های میکروبی محصولات غذایی از لحاظ ماندگاری و همچنین سلامت محصول اهمیت بالایی دارد. وجود بار میکروبی بالا می تواند موجب فساد و مسمومیت مصرف کننده شود. همچنین کپک ها می توانند تولید مایکوتوکسین های کنند که از لحاظ سلامتی می تواند اثر سوئی داشته باشند. نتایج نشان

میوه زرشک در بین میوه ها جز محصولات کشاورزی است که بیشترین مقدار آنتوسیانین را دارد. آنتوسیانین ها از لحاظ تغذیه ای و تکنولوژیکی در محصولات غذایی اهمیت دارند [۱۱]. این ترکیبات زیست فعال در کاهش کلسترول خون و در نتیجه کاهش بیماری های قلبی عروقی نقش سودمندی دارند. همچنین نقش مهمی در جلوگیری از دیابت نوع دو دارند. آنتوسیانین ها به عنوان ترکیبات آنتی اکسیدانی شناخته می شوند که می توانند جلوی اکسیداسیون و همچنین تولید رادیکال های آزاد را بگیرند [۱۱-۱۳]. این ترکیبات همچنین در رنگ محصول نیز مؤثر هستند و در محصولات غذایی مختلف برای رنگ مطلوب آن ها استفاده می شوند. با توجه به این اثرات مثبت آنتوسیانین ها قابل توصیه است که برای تولید محصولی جدید و معرفی آن به بازار مصرف در غنی سازی تنقلات از پودر میوه زرشک استفاده شود. نتایج نشان دارد که با افزایش مقدار پودر زرشک در فرمولاسیون مقدار آنتوسیانین ها به طور قابل توجهی افزایش پیدا کرد (جدول ۲).

نتایج همچنین نشان دارد که با مصرف مقداری از محصول حاوی پودر زرشک تولیدی در این مطالعه امکان دریافت

به اینکه پودر میوه زرشک موجب کاهش pH و همچنین فعالیت آبی می‌شود امکان رشد و افزایش بار میکروبی در طی نگهداری وجود ندارد.

داد که تمامی نمونه های تولیدی از لحاظ بار میکروبی در حد استاندارد قرار داشتند. نمونه های حاوی پودر زرشک داری بار میکروبی کل بالاتری نسبت به نمونه کنترل بودند (جدول ۳) که مربوط به بار میکروبی پودر میوه زرشک است. البته با توجه

**Table 3** Microbial properties of the puffed corn incorporated with barberry fruit powder

Analysis	Control	PC2.5	PC5	PC7.5	PC10
Total count	100a	100a	200c	400b	500a
Enterobacteriaceae	<10a	<10a	<10a	<10a	<10a
Mold and yeast	<10a	<10a	<10a	<10a	<10a

\*For treatments see Table 1.

\*\*Different letters in same column represent significant differences ( $P < 0.05$ ).

پارامترها تا نسبت ۵ درصد پودر میوه زرشک مقبولیت افزایش و امتیاز بالای (۴-۵) را کسب کردند ولی در نسبت های بیشتر پودر میوه زرشک در فرمولاسیون ذرت حجیم شده مقبولیت کاهش یافت و امتیازات پایین تری (۲-۴) را ارزیابها دادند (جدول ۴).

### ۳-۴- ویژگی های حسی

از ویژگی های حسی، پارامترهای رنگ، مزه، تردی، حجم و ظاهر نمونه های تولیدشده اندازه گیری شدند که از لحاظ بازارپسندی در این محصول مورد توجه هستند. در تمامی

**Table 4** Changes in organoleptic properties of the puffed corn incorporated with barberry fruit powder

Properties	Control*		PC2.5%		PC5%		PC7.5%		PC10%	
	1**	90	1	90	1	90	1	90	1	90
Color	4	4	4.5	4.5	4.5	4	3	3.1	2.5	2.4
Taste	3.5	3.5	4.5	4	4.4	4.2	3.5	3.1	2.6	2.1
Crispiness	4	4	4.2	4	4.5	4.5	4	4	4	4.2
Volume	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4	3	3	2.2	2
Appearance	4	4.5	4.5	4.5	4.2	4	3	2.8	2	2

\*For treatments see Table 1.

\*\*Day of storage

تغذیه ای بالا و غنی از ترکیبات زیست فعال و سلامت افزای است در فرمولاسیون ذرت حجیم شده در درصدهای مختلف استفاده شد. نتایج نشان داد که این کار موجب کاهش روغن، فعالیت آبی و pH و افزایش آنتوسیانین و پایداری میکروبی محصولات تولیدی می‌شود. ارزیابی حسی نیز نشان داد که تا سطح ۵ درصد پودر میوه زرشک در فرمولاسیون موجب تولید محصولی قابل قبول می‌شود. بنابراین استفاده از پودر میوه زرشک در فرمولاسیون تنقلات و تولیدی محصولی جدید و ارائه به بازار مصرف قابل توصیه است.

یکی از ویژگی های محصولات غذایی ویژگی های حسی آنها است که در انتخاب محصولات غذایی و مصرف آنها تأثیر به سزایی دارد و در تولید محصولات جدید باید به آن توجه ویژه شود. با توجه به اسیدی و همچنین داشتن پس مزه تلخ در پودر میوه زرشک افزودن آن تا سطح ۵ درصد اثر مثبتی در ویژگی های حسی داشت و امتیاز آنها با امتیازات داده شده به نمونه کنترل قابل مقایسه بود ولی در سطوح بیشتر از آن نمرات داده شده و مقبولیت محصول کاهش یافت (جدول ۴). دلایل کاهش مقبولیت پس مزه تلخ و رنگ تیره محصولات در درصدهای بالاتر پودر میوه زرشک بودند.

### ۵- منابع

[1] Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., and Savage GP. (2018). Quality properties of puffed corn snacks incorporated with sesame seed powder. Food Science & Nutrition 6(1): 85-93.

### ۴- نتیجه گیری

در کل، با توجه به فقیر بودن تنقلات از ترکیبات زیست فعال و ویتامین ها تغییر در فرمولاسیون آنها ضروری به نظر می‌رسد. در این مطالعه با توجه به این که پودر میوه زرشک دارای ارزش

- Analytical Chemists. S. Williams (ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- [8] Swain, T. (1965). Analytical methods for flavonoids. In: The chemistry and biochemistry of plant pigments (T.W. Goodwin, ed.), PP. 543–544, Academic Press, London, U.K.
- [9] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (ISIRI), (2016). Puffed products based on cereal grit and flour – Specifications and test methods. 4th revision, ISIRI No. 2880.
- [10] Akbulut, M., Çalişir, S., Marakoğlu, T., and Çoklar, H. (2009). Some physicochemical and nutritional properties of barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits. *Journal of Food Process Engineering* 32(4): 497-511.
- [11] Yousuf, B., Gul, K., Wani, A. A., and Singh, P. (2016). Health Benefits of Anthocyanins and Their Encapsulation for Potential Use in Food Systems: A Review. *Critical Review in Food Science and Nutrition* 56(13): 2223-2230.
- [12] He, J., and Giusti, M. M. (2010). Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. *Annual Review of Food Science and Technology* 1(1):163-87.
- [13] Gundogdu, M. (2013). Determination of antioxidant capacities and bio-chemical compounds of *Berberis vulgaris* L. Fruits. *Advanced Environmental Biology* 7(2): 344-348.
- [2] Shaviklo, G. R., Thorkelsson, G., Rafipour, F., and Sigurgisladottir, S. (2011). Quality and storage stability of extruded puffed corn-fish snacks during 6-month storage at ambient temperature. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 91(5): 886-93.
- [3] Promsakha na Sakon Nakhon, P., Jangchud, K., Jangchud, A., and Charunuch C. (2018). Optimization of pumpkin and feed moisture content to produce healthy pumpkin-germinated brown rice extruded snacks. *Agriculture and Natural Resources* 52(6): 550-556.
- [4] Hadi, A., Arab, A., Ghaedi, E., Rafie N., Miraghajani, M., and Kafeshani, M. (2019). Barberry (*Berberis vulgaris* L.) is a safe approach for management of lipid parameters: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine* 43: 117-124.
- [5] Koncic, M., Kremer, D., Karlovic, K., and Kosalec, I. (2010). Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of *Berberis vulgaris* L. and *Berberis Croatica* Horvat. *Food and Chemical Toxicology* 48(8-9): 2176-2180.
- [6] Fathi Achachlouei, B., and Azadmard-Damirchi, S. (2009). Milk thistle seeds oil constituents from different varieties grown in Iran. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 86(7), 643–649.
- [7] AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official



## Effect of incorporating barberry (*Berberis vulgaris*) fruit powder on the physicochemical and microbial properties of functional puffed corn

Bakmohamadpor, M.<sup>1</sup>, Javadi, A.<sup>2\*</sup>, Azadmard-Damirchi, S.<sup>3,4</sup>,  
Jafarizadeh Malmiri, H.<sup>5</sup>

1. Department of Food Science and Technology, Mamaghan Branch, Islamic Azad University, Mamaghan, Iran.
2. Department of Food Hygiene, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
3. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
4. Food and Drug Safety Research Center, Health Management and Safety Promotion Research Institute, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.
5. Faculty of Chemical Engineering, Sahand University of Technology, Tabriz, Iran.

### ABSTRACT

Snacks such as puffed corns are food products that have high consumption particularly by children. But unfortunately, these products have high calorie and low amount of useful components. One way to enhance their nutritional value can be using fruit powders in their formulation. In this study, barberry fruit powder (BFP) being as a rich source of bioactive components, was used in the formulation of puffed corn at levels of 0 (control sample), 2.5%, 5%, 7.5% and 10% and the quality properties were analyzed in the finished product. Results showed that anthocyanins (from 3 to 110 ppm) increased by increasing the BFP due to high content of these bioactive components in barberry fruit, but pH in finished product reduced from 5.5 to 4.1 due to high acidity of the barberry fruit. Oil content in finished product reduced from 25.5 to 19.5% due to negligible oil content of barberry fruit. Water activity (from 0.8 to 0.65) were decreased in finished product. In addition, organoleptic tests of samples showed that sample containing 5% of BFP obtained the highest score and in higher amount of BFP the scores were decreased specially for taste and color. In conclusion, the obtained results showed that there is possibility to produce puffed corn containing BFP which can be a new product with suitable nutritional properties and healthful in the market.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 2020/ 09/ 09  
Accepted 2021/ 02/ 13

#### Keywords:

Snacks,  
Puffed corn,  
Quality,  
Stability.

DOI: 10.52547/fsct.18.117.13

\*Corresponding Author E-Mail:  
javadi@iaut.ac.ir