مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بهینه‌سازی فرمولاسیون پوشش حاوی اسفناج برای اسنک حجیم شده ذرت

عذرا صفوی۱، شهرام بیرقی طوسی*۲، مجید هاشمی ۳

۱. عذرا صفوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کاشمر، ایران.

*۲. شهرام بیرقی طوسی، استادیار، گروه پژوهشی فراوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

۳. مجید هاشمی، استادیار، گروه پژوهشی فراوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۹

کلمات کلیدی:

اکستروژن،

بهینه‌یابی،

پوشش،

مالتودکسترین،

نشاسته ذرت.

DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1

* مسئول مکاتبات:

toosi@acecr.ac.ir

چکیده

هدف از این مطالعه بهینه‌سازی فرمولاسیون پوشش فراورده حجیم شده ذرت با استفاده از مالتودکسترین، نشاسته ذرت و اسفناج به منظور بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای اسنک حجیم بود. جهت تهیه پوشش از ۶۵-۵۵ درصد روغن و ۴۵-۳۵ درصد مواد پودری در دو قسمت مجزا شامل ۸۰ درصد اجزای ثابت (شیرخشک، پودرآب پنیر و نمک به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۵ درصد) و۲۰ درصد اجزای متغیر (پودرپنیر، مالتودکسترین و نشاسته ذرت) استفاده شد. بهینه‌سازی با طرح آماری متقاطع انجام شد. پس از انجام آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و حسی و انتخاب نمونه بهینه، پودر اسفناج در سه سطح ۴، ۶ و ۸ درصد به فرمولاسیون بهینه اضافه شد و آزمون‌های حسی و ارزیابی یکنواختی صورت گرفت. نتایج نشان داد استفاده از نشاسته ذرت در فرمولاسیون پوشش سبب افزایش جذب روغن، سختی، قرمزی، پایداری کلوییدی و امتیاز ویژگی‌های حسی شد اما پذیرش کلی را کاهش داد، درحالی‌که استفاده از مالتودکسترین سبب افزایش قرمزی و امتیاز ویژگی‌های حسی گردید و جذب روغن و سختی را کاهش داد. استفاده از پودر پنیر در پوشش سبب افزایش جذب روغن، سختی، پایداری کلوییدی و عطر و طعم شد و میزان قرمزی و امتیاز سایر ویژگی‌های حسی را کاهش داد. افزایش درصد روغن تا ۶۳ درصد، جذب روغن را افزایش و شاخص قرمزی را بطور معنی‌داری کاهش داد ($p<0.05$). افزایش درصد روغن تا ۶۰ درصد، سختی بافت، پایداری کلوئیدی و امتیاز رنگ را بطور معنی‌داری افزایش داد ($p<0.05$). فرمولاسیون بهینه حاوی ۱۰ درصد مالتودکسترین، ۱۰ درصد پودر پنیر و ۵۵ درصد روغن بود. امتیاز ویژگی‌های حسی در فرمولاسیون حاوی ۸ درصد پودر اسفناج بطور معنی‌داری بالاتر از سایر درصدها بود ($p<0.05$) و به عنوان بهترین پوشش تشخیص داده شد. نتایج نشان داد که جهت بهبود یکنواختی و پایداری امولسیون پوشش می‌توان از مالتودکسترین و نشاسته ذرت استفاده کرد و ارزش غذایی آن را با استفاده از اسفناج افزایش داد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

۱- مقدمه

اسنک‌های حجیم نوعی از میان وعده ها می¬باشند که به دلیل نوع بافت، طعم‌های متنوع، رنگ‌های جذاب و ماندگاری بالا یکی از پرطرفدارترین فرآورده¬های غذایی میان کودکان و نوجوانان محسوب می‌شوند و با هزینه نسبتاً کم، تولید و نگهداری می شوند. این فراورده‌ها شاخص گلایسمی را افزایش داده و ایجاد سیری کاذب می‌نمایند گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر الگوی نامناسب تغذیه‌ای شایع بین کودکان و نوجوانان و انتخاب نادرست میان¬ وعده¬ها بر افزایش شاخص توده بدنی، پوسیدگی دندان‌ها، بیماری‌های قلبی و عروقی، فشار خون و دیابت ارائه شده است]۱و۲ .[یکی از روش¬های متداول تولید اسنک¬های حجیم استفاده از تکنولوژی اکستروژن بر مبنای دمای بالا و زمان کوتاه می¬باشد. طی آن اجزاء فرمولاسیون غذایی تحت فشار قرار گرفته و به صورت یک سیال تحت اعمال نیرو و عملیاتی نظیر مخلوط کردن، حرارت دادن و اعمال نیروی برشی به جریان در آمده و با عبور از یک قالب به صورت توده شکل داده یا حجیم در می¬آیند. ویژگی¬های شاخص اکستروژن شامل مخلوط کردن، شکل دهی، پخت مداوم، به حداقل رساندن اثر عوامل ضد تغذیه¬ای، افزایش ماندگاری و تولید محصولاتی با کیفیت بالا به صورت مستقیم از مواد اولیه می باشد]۱و۳ [.ذرت یکی از مهمترین غلات مصرفی در دنیا بوده و منبع خوبی از فیبر محسوب می¬شود و کالری بالایی دارد. دارای ویتامین¬هایC, B, A و املاح معدنی کلسیم، پتاسیم، فسفر و آهن است. در حدود ۸۰ تا ۸۲ درصد از وزن خشک ذرت از نشاسته تشکیل شده و مقدار فیبر آن در حدود ۲/۴ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم است. علاوه بر نشاسته، حدود ۱ تا ۳ درصد قند دکستروز دارد. ذرت دارای خصوصیات انبساطی بالایی می باشد و تمامی ویژگی¬های لازم جهت تولید اسنک¬های حجیم را فراهم می کند [۴].

جهت ایجاد طعم و جذابیت ظاهری در فراورده حجیم شده، پوششی شامل: روغن، پودر شیر خشک، آب پنیر، پنیر، نمک و طعم دهنده¬ها روی آن¬ها پاشش می¬گردد. پوشش یکی از عوامل موفقیت فراورده¬های حجیم می باشد که به محصول شکل می¬دهد و مهمترین نگرانی متخصصین تغذیه در مواجه با اثرات ضد تغذیه¬ای این میان وعده¬ها مربوط به پوشش آن¬ها می¬باشد [۳-۵].

علاوه بر مواد اصلی مورد استفاده در فرمولاسیون پوشش، می توان از ترکیبات دیگری مانند مالتودکسترین و نشاسته ذرت جهت بهبود یکنواختی و پایداری امولسیون پوشش استفاده نمود و همچنین کیفیت محصول را با استفاده از طعم دهنده اسفناج که گیاهی فراسودمند است افزایش داد. مالتودکسترین از هیدرولیز و خشک کردن پاششی پلی ساکاریدها به دست می‌آید. به عنوان یک ماده قوام دهنده و پایدار کننده وکنترل کننده امولسیون‌ها در صنایع غذایی کاربرد دارد. اضافه کردن مالتودکسترین به اسنک‌ها باعث بهبود یکنواختی پوشش، اتصال به اجزای ایجاد کننده طعم و چربی، افزایش میزان فیبر و کاهش چربی می‌شود [۶]. پروتئین آب پنیر با ایجاد اتصالات باعث کاهش کشش سطحی و بین سطحی شده و می‌توانند در سطح بین آب و روغن یا هوا و آب قرار گرفته و پایداری امولسیون را افزایش دهد و به حفظ مواد معطر و اسانس¬ها کمک می کند و به دلیل داشتن ویژگی¬های امولسیون کنندگی، بهبود بافت و پایداری ساختار فیزیکی سیستم غذایی در صنایع غذایی استفاده می شود [۲]. پودر پنیر از خشک کردن پاششی پنیر مایع به دست می آید و به عنوان طعم دهنده طبیعی و عامل ایجاد کننده بافت در صنایع غذایی کاربردهای وسیعی دارد [۷]. نشاسته به دلیل خواص کاربردی مانند ویژگی¬های پیونددهندگی و چسبندگی به عنوان تثبیت¬کننده و غلظت¬دهنده، حفظ امولسیون و بالا بردن ثبات سیستم کلوییدی وکنترل انتقال رطوبت، اکسیژن، لیپیدها و ترکیبات طعم دار در فرمولاسیون مواد غذایی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

استفاده می شود [۸، ۹ و۱۰]. گیاه اسفناج از خانواده Chenopodiaceae و از جمله سبزیجات مفیدی است که می توان در تولید محصولات غذایی از آن استفاده کرد. وجود آهن، پروتئین، مواد معدنی، ریز مغذی‌ها، فیبر محلول، ترکیبات فنولی اسفناج را به یکی از گیاهان فراسودمند تبدیل کرده که می‌تواند در فرمولاسیون محصولات غذایی استفاده شود و نقش قابل توجهی در سلامت و کاهش خطر بیماری‌های مزمن دارا می‌باشد، اما به سبب طعم خاص آن، کمتر مورد استقبال کودکان و نوجوانان قرار گرفته است. اسفناج حاوی اجزای فعال مانند فلاوونوئیدها است که دارای فعالیت ضد میکروبی، ضد اکسیدانی و ضد التهابی می¬باشد. برگ‌ها یک ماده رنگ دهنده طبیعی و دارای بافت مخاطی و خاصیت موسیلاژی بوده و می‌تواند به عنوان تغلیظ کننده در فرمولاسیون مواد غذایی استفاده شود [۱۱و۱۲].

ناکاگاوا و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی استفاده از نشاسته و صمغ گوار به عنوان جایگزین روغن در پوشش اسنک‌های حجیم جهت حفظ عطر و طعم با هدف کاهش میزان چربی گزارش کردند میزان رطوبت، حجم ویژه، ظاهر و خواص فیزیکو شیمیایی نمونه های کم‌چرب مشابه با نمونه حاوی روغن بود. ترکیب هیدروکلوئیدها و محلول نشاسته‌ای خصوصیات رئولوژیکی محصول حجیم را اصلاح کرده و گزینه سالم‌تری جهت مصرف خواهد بود [۱۳]. مارکوس و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی ماندگاری میان وعده پوشش شده با نشاسته ذرت با هدف کاهش یا حذف چربی و جایگزینی با نشاسته گزارش کردند که حذف چربی گیاهی وجایگزینی با محلول آبی نشاسته ذرت ۴ درصد، سبب ژلاتینه شدن پوششش شده، محلول آبی نشاسته ذرت جایگزین مناسبی برای کاهش محتوای چربی در میان وعده های طعم¬دار و منجر به افزایش ماندگاری محصول گردید و در حفظ بافت و محافظت در برابر اکسیداسیون چربی تاثیر بسزایی داشت [۱۴]. کاپریلس و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اثر فروکتانهای جایگزین چربی برترکیب شیمیایی، قابلیت هضم نشاسته و مقبولیت حسی میان وعده¬های حجیم گزارش کردند چربی موجود در پوشش با یک عامل تثبیت کننده مانند اینولین و الیگو فروکتوز جایگزین شد. میان وعده جدید فیبر غذایی بیشتر و شاخص گلیسمی و چربی کمتری داشت [۱۵]. با توجه به مصرف بالای فراورده¬های حجیم شده و نگرانی‌های تغذیه‌ای در این خصوص، هدف از این پژوهش، بهبود ویژگی‌های پوشش‌پذیری فرمولاسیون پوشش فراورده حجیم شده ذرت با استفاده از مالتودکسترین، نشاسته ذرت و همچنین افزایش ارزش تغذیه ای محصول با استفاده از پودر اسفناج بود.

۲-مواد و روش‌ها

۱-۲-مواد اولیه:

مواد مصرفی آزمایش از قبیل بلغور ذرت (۳۰ کیلوگرم) از فروشگاه عرضه محصولات کشاورزی، روغن خوراکی آفتاب‌گردان (۶۵-۵۵ درصد کل پوشش) و پودر اسفناج (۸ درصد بخش پودری پوشش) از بازار محلی و مواد پودری که شامل اجزا ثابت فرمول (شیرخشک، پودر آب پنیر، نمک به ترتیب به نسبت ۲۵، ۵۰ و ۵ درصد بخش پودری پوشش) و اجزا متغییر فرمول (پودرپنیر، مالتو دکسترین، نشاسته ذرت که مجموعا به میزان ۲۰ درصد بخش پودری پوشش) از شرکت گلشاد مشهد تهیه گردید.

۲-۲-تولید پایه اسنک حجیم شده ذرت:

پس از مشروط کردن بلغور ذرت و رساندن رطوبت به ۱۵ درصد، با استفاده از روش اکستروژن نمونه‌های پایه اسنک حجیم شده ذرت در پایلوت اکستروژن پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد تولید شد. فرآیند در دمای۱۲۰ درجه سانتی¬گراد، سرعت چرخش مارپیچ ۱۵۰ دور در دقیقه و سرعت خوراک دهی۴۰ کیلوگرم در ساعت انجام شد. فراورده بلافاصله پس از تولید در خشک

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

کن تونلی به مدت ۵ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی¬گراد خشک گردید[۱۶].

۳-۲-تولید پوشش اسنک حجیم شده

جهت تهیه پوشش از ۶۵-۵۵ درصد روغن و ۴۵-۳۵ درصد مواد پودری در دو قسمت مجزا شامل ۸۰ درصد اجزای ثابت (شیرخشک، پودرآب پنیر و نمک به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۵ درصد) و ۲۰ درصد اجزای متغیر(پودرپنیر، مالتودکسترین و نشاسته ذرت) استفاده شد. به منظور بهینه¬سازی پوشش¬پذیری پودر پنیر، مالتودکسترین و نشاسته بر اساس نسبت¬های مشخص در طرح آماری با سایر اجزای پودری و روغن مخلوط شدند و نمونه‌های تولید شده درون کیسه‌های پلاستیکی پلی¬اتیلنی کدگذاری شده تا انجام آزمون¬ها نگهداری شدند.

۴-۲- بهینه یابی و افزودن پودر اسفناج به پوشش

اهداف بهینه¬سازی مشخص شد و سطوح پاسخ¬ها و متغیرهای مستقل تنظیم شدند. میزان مالتودکسترین، نشاسته ذرت، پنیر و روغن در حالت in range، شاخص روشنایی، قرمزی و زردی در حالت none، پایداری کلوییدی و ویژگی¬های حسی در بیشترین حالت و میزان سختی پوسته و ضریب جذب روغن در کمترین حالت در نظر گرفته شدند. بعد از انتخاب بهترین نمونه، پودر اسفناج در سه سطح با نسبت ۴، ۶ و ۸ درصد به فرمولاسیون پوشش بهینه اضافه شد و آزمون¬های حسی و ارزیابی یکنواختی پوشش بر روی نمونه بهینه حاوی پودر اسفناج انجام پذیرفت.

۵-۲-آزمون‌های فیزیکوشیمیایی مواد اولیه

۱-۵-۲-ویژگی های فیزیکوشیمیایی مواد اولیه شامل میزان رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر مطابق روش استاندارد AOAC (۲۰۰۶) شماره ۱۶-۴۴ اندازه گیری شدند (۱۷).

۶-۲- ارزیابی میزان جذب روغن پوشش

بدین منظور۲/۵ گرم از مخلوط مواد پودری پوشش با ۳۰ میلی‌لیتر روغن مایع درون فالکون که از قبل توزین شده، ریخته و مخلوط شد. پس از ۳۰ دقیقه، لوله‌ها به مدت ۲۵ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت چرخش 3000 g سانتریفوژ شدند. پس از جدا کردن روغن قرار گرفته در سطح مخلوط پوشش پودری، میزان جذب روغن از تقسیم میزان روغن جذب شده (A)بر وزن نمونه خشک (B) اندازه گیری شد. (رابطه شماره ۱)[۱۸].

$$\text{Oil absorption index} = \frac{\text{The amount of oil absorbed}}{\text{Sample weight}} \times 100$$

۷-۲-ارزیابی سختی بافت پوسته اسنک حجیم

به منظور اندازه‌گیری میزان سختی بافت پوسته اسنک حجیم از دستگاه بافت سنج استفاده شد. آزمایش براساس سرعت نفوذ پروب استوانه‌ای به قطر ۲ میلی‌متر به داخل نمونه اسنک حجیم منفرد و با سرعت ثابت یک میلی‌متر بر ثانیه بود. اولین پیک که نشان دهنده اولین گسیختگی در بافت اسنک حجیم است، به عنوان سختی بافت پوسته در نظر گرفته شد [۱۹].

۸-۲-ارزیابی پایداری کلوییدی پوشش اسنک

به منظور بررسی پایداری کلوییدی پوشش، ۲/۵ گرم از نمونه¬های مخلوط مواد پودری پوشش آماده شده در فالکون¬هایی به قطر ۲ و طول ۱۰ سانتیمتر ریخته و سپس ۳۰ گرم روغن مایع به آن اضافه شد و به طورکامل مخلوط شدند و پس از ۴ ساعت میزان رسوب نمونه¬های پوشش اندازه گیری شدند [۲۰].

۹-۲-ارزیابی مولفه‌های رنگی اسنک حجیم

به منظور ارزیابی مولفه¬های رنگی نمونه¬های اسنک حجیم از روش پردازش تصویر استفاده گردید و شاخص¬های L*,a*,b* اندازه گیری شدند[۲۱].

۱۰-۲-ارزیابی حسی اسنک حجیم

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

جهت ارزیابی ویژگی‌های حسی (تردی، رنگ، طعم و مزه، بو، ظاهر و پذیرش کلی) فراورده با پوشش بهینه از هفت داور نیمه آموزش دیده و سیستم امتیاز دهی هفت نقطه‌ای استفاده گردید. بیشترین امتیاز (بسیار خوب) عدد ۷ و کمترین امتیاز(بسیار بد) عدد۱ درنظر گرفته شد. پس از تولید فراورده حجیم حاوی پوشش بهینه و پودر اسفناج ارزیابی¬های حسی مجدد انجام گرفت[۲۲].

۱۱-۲-ارزیابی یکنواختی اسنک حجیم حاوی پوشش بهینه

به منظور ارزیابی یکنواختی پوشش از روش پردازش تصویر استفاده شد و میزان یکنواختی پخش پودر اسفناج مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از نرم افزار Image j پوشش قسمت¬های رنگ شده و رنگ نشده اندازه‌گیری شد. [۲۳].

۲-۱۲-تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش در قالب طرح متقاطع (Crossed) با چهار متغیر ترکیب شامل پودر پنیر، مالتودکسترین و نشاسته ذرت و روغن انجام پذیرفت. طراحی آزمایش و آنالیز داده‌ها و ترسیم نمودارها با توجه به متغیرهای مستقل شامل درصد¬های پودر پنیر،نشاسته ذرت و مالتودکسترین با استفاده از نرم افزار دیزاین اکسپرت و در قالب ۲۸ تیمار انجام شد. (جدول۱). بررسی یکنواختی پوشش با استفاده از نرم افزار پردازش تصویر انجام گرفت.

Table (1). Actual values of formulation variables

run	Maltodextrin	Starch	Cheese	Oil
1	0.00	100.00	0.00	60.00
2	66.67	16.67	16.67	62.50
3	0.00	50.00	50.00	55.00
4	66.67	16.67	16.67	57.50
5	0.00	0.00	100.00	60.00
6	16.67	16.67	66.67	57.50
7	50.00	0.00	50.00	60.00
8	50.00	0.00	50.00	65.00
9	50.00	50.00	0.00	60.00
10	100.00	0.00	0.00	55.00
11	0.00	0.00	100.00	55.00
12	0.00	100.00	0.00	65.00
13	0.00	100.00	0.00	65.00
14	100.00	0.00	0.00	65.00
15	0.00	0.00	100.00	55.00
16	0.00	50.00	50.00	65.00
17	50.00	50.00	0.00	65.00
18	100.00	0.00	0.00	65.00
19	0.00	100.00	0.00	55.00
20	100.00	0.00	0.00	60.00
21	50.00	0.00	50.00	55.00
22	16.67	66.67	16.67	62.50
23	16.67	66.67	16.67	57.50
24	100.00	0.00	0.00	55.00
25	0.00	50.00	50.00	60.00
26	50.00	50.00	0.00	55.00
27	0.00	0.00	100.00	65.00
28	0.00	0.00	100.00	65.00

۳-نتایج و بحث

نتایج ترکیبات شیمیایی مواد اولیه مربوط به درصد پروتئین، چربی، خاکستر کل، خاکستر نامحلول در اسید و رطوبت در جدول (۲) ارائه شده است.

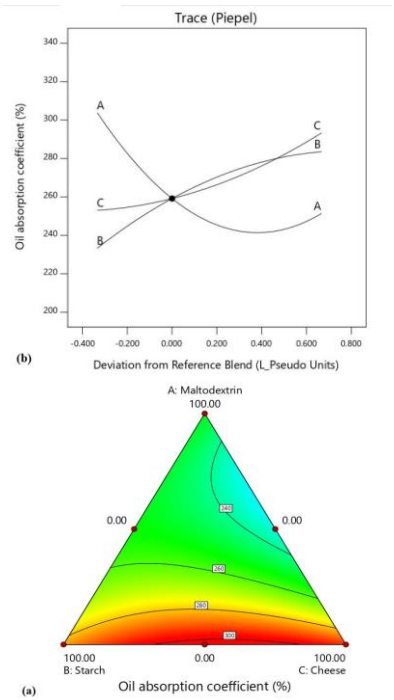
Table (2). Chemical composition of raw materials

(%) Compounds	Protein	fat	ash	Total ash insoluble in acid	Moisture content
Powdered milk	20.63	5.15	7.84	0.005	3.9
whey powder	4.82	5.12	12.08	0.005	3.82
Maltodextrin	1.37	1.7	0	0	5.40
Starch	0.5	0.71	0.029	0.014	9.33
cheese powder	6.11	2.03	10.1	0.016	3.57
corn grits	6.94	2.422	0.6	0.07	3
Spinach powder	-	-	13.72	0.52	5.44

۳-۱ بررسی اثر متغیرها بر میزان ضریب جذب روغن

در تمام معادلات ذکر شده A برابر با پودر مالتودکسترین، B برابر با نشاسته ذرت، C برابر با پودر پنیر و D برابر با روغن است. ضریب جذب روغن عمدتا تحت تأثیر برهمکنش مالتودکسترین و روغن قرار گرفته و در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار (p۰/۰۵>) بود. شکل (a-1) نشان داد با افزایش میزان نشاسته ذرت و پنیر ضریب جذب روغن افزایش یافت. با کاهش میزان نشاسته و افزایش مالتودکسترین ضریب جذب روغن کاهش یافت. شکل (

b-1) نشان داد میزان مالتودکسترین دارای تاثیر معکوس در ضریب جذب روغن داشت. شکل(c-1) تاثیر میزان روغن موجود در پوشش را بر ضریب جذب روغن نشان می دهد، با افزایش درصد روغن تا ۶۳ درصد در ابتدا ضریب جذب روغن افزایش و سپس کاهش یافت. گنجلو و همکاران (۱۴۰۰) بیان داشتند که جایگزین کردن مالتودکسترین و سوکرالوز در فراورده¬ تولیدی سبب کاهش میزان جذب روغن گردید. شاخص جذب روغن به عنوان شاخص حضور گروه¬های آبگریز و توانایی آن¬ها در حفظ روغن در ساختار محصولات است. این ویژگی سبب بهبود طعم و افزایش احساس دهانی ماده غذایی می¬شود. شاخص جذب روغن مواد غذایی به آرایش فضایی، میزان آبدوستی و آبگریزی پروتئین¬ها و حضور کربوهیدرات¬های آبدوست بستگی دارد. ظرفیت جذب روغن مربوط به قسمت غیر قطبی زنجیره پروتیئنی است. غلظت¬های مختلف پروتیئن، مقدار آمینواسیدهای غیر قطبی، خصوصیات چند وجهی مختلف و پیوند نشاسته-پروتیئن-لیپید، می تواند دلیل تفاوت در جذب روغن باشد [۲۴].



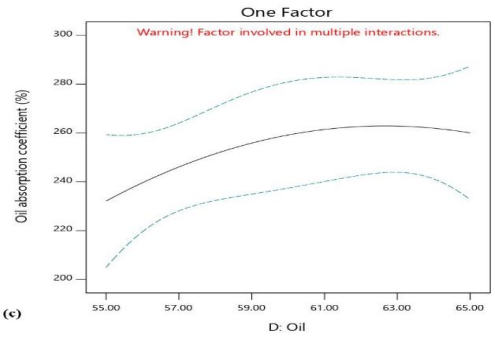


Figure (1). contour diagrams (a-1), saturation (b-1) and oil independent effect diagram (c-1) on oil absorption coefficient as a function of formulation variables

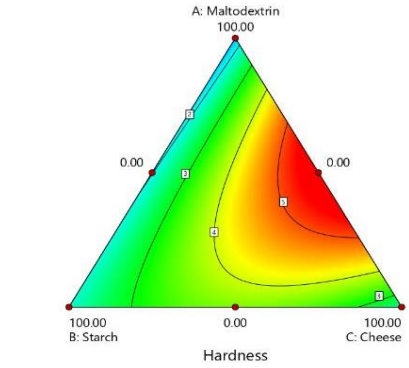
برای بررسی ارتباط بین متغیرهای فرآیند و میزان ضریب جذب روغن به¬عنوان پاسخ اندازه¬گیری شده، از معادله رگرسیونی (۱) استفاده گردید.

Y= 251. 37A+283.48B+293.28C-14.07D-57.63AB - 155.92AC+34.26AD+61.63BC-7.78BD-124.97ABD + 80.43ACD + 170.66BCD -3.65AD2-2.51BD2-46.58CD2+8.71ABD2+116.22ACD2-84.59BCD2

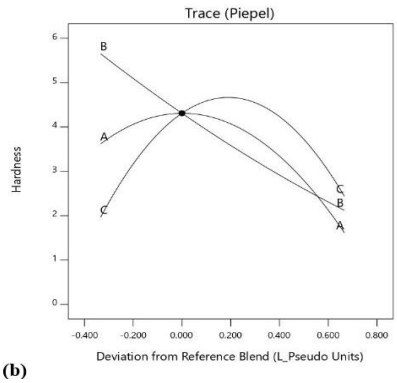
۳-۲ بررسی اثر متغیرها بر میزان سختی بافت پوسته اسنک اولین پیک که نشان¬دهنده اولین گسیختگی در بافت پوسته است، به عنوان سختی بافت پوسته فرآورده حجیم در نظرگرفته شد. همان گونه که در شکل (-a2)، نشان داده شده است مالتودکسترین و پنیر تأثیر معنی¬داری در سطح(p۰/۰۵>)، روی سختی پوسته اسنک تولیدی داشتند. تغییرات سه متغیر مستقل بر روی میزان سختی بافت پوسته نشان داد افزایش میزان پنیر و مالتودکسترین در ابتدا سبب افزایش سختی بافت پوسته نمونه ها شد اما با ادامه افزایش درصد این دو میزان سختی بافت پوسته نمونه کاهش یافت. با کاهش میزان نشاسته، سختی بافت پوسته نمونه¬ افزایش یافت. با افزایش میزان روغن تا ۶۰ درصد در ابتدا سختی بافت پوسته نمونه افزایش اما پس از آن میزان سختی بافت پوسته کاهش یافت (شکل -c2). نظری و همکاران (۱۳۹۵)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

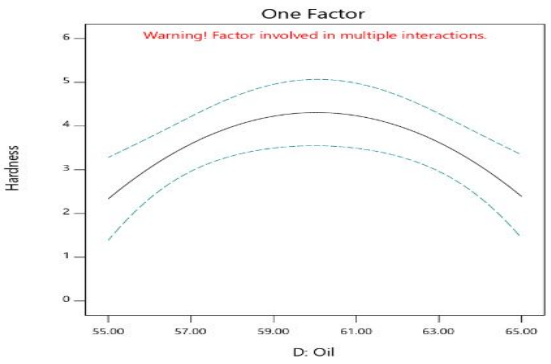
طی پژوهشی بر روی استفاده از مالتودکسترین در پنیر فراپالایش نشان دادند با افزایش مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی بافت پنیر کم چرب نرم تر می شود و به بافت پنیر با چربی کامل نزدیک می گردد و میزان سختی کم می شود و با توجه به اینکه در ترکیب پوشش محصول از پودر پنیر استفاده شده است، با نتایج این پژوهش همخوانی داشت. تمایل آمیلوز نشاسته به تشکیل باندهای هیدروژنی، جذب آب و تشکیل اتصالات عرضی سفتی بافت را به دنبال دارد، این اثر احتمالاً به میانکنش بین ترکیبات مختلف فرمولاسیون مربوط می شود. زیرا احساس دهانی خشک تری ایجاد نموده و زمان و نیروی بیشتری جهت خرد کردن ماده غذایی در دهان نیاز دارد. تاثیر لاکتوز بر افزایش سختی بافت فرآورده اکسترود شده در مقایسه با سایر پروتئین-های موجود در پودر آب پنیر بیشتر بود. [۲۵].



(a)



(b)



(c)

Figure (2). contour diagrams (a-2), saturation (b-2) and oil independent effect diagram (c-2) on the hardness of snack shell as a function of formulation variables

در ارزیابی میزان سختی بافت پوسته نمونه ها نرم افزار معادله درجه دوم را پیشنهاد نمود. برای بررسی میزان ارتباط بین متغیرهای فرآیند و میزان سختی نمونه¬ها به عنوان پاسخ اندازه گیری شده از معادله (۲) استفاده گردید:

$$Y = 1.61A+2.12B+2.43C-20.76D+40.30AB +14.52AC - 0.0519AD + 5.38BC + 0.2845BD - 3.88ABD + 5.00ACD + 0.2986BCD +1.27AD2 + 0.9625BD2 - 9281CD2 - 4.75ABD2 - 14.55ACD2 - 2.14BCD2$$

۳-۳- بررسی اثر متغیرها برارزیابی مولفه های رنگی

اثر متغیرهای فرمولاسیون پوشش برای دو شاخص L* و b* معنی دار نبود($p>0.05$). شاخص a* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان میدهد. برهمکنش مالتودکسترین و نشاسته تأثیر معنی¬داری در سطح ($p<0.05$)، روی شاخص قرمزی نمونه¬ها داشتند. همان¬گونه که در نمودار (a-3)، نشان داده شده است با افزایش میزان پنیر شاخص قرمزی در نمونه کاهش یافت و با افزایش میزان مالتودکسترین و نشاسته شاخص قرمزی افزایش یافت. شکل (b-3) نشان داد با افزایش میزان درصد پنیر در ابتدا شاخص قرمزی افزایش اما پس از آن میزان قرمزی کاهش پیدا نمود. شکل (c-3) نشان داد با افزایش میزان درصد روغن تا ۶۳ درصد، میزان شاخص قرمزی افزایش یافت اما پس از آن میزان شاخص قرمزی به آرامی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

کاهش یافت. پودر پنیر با پوشش سطح فراورده حجیم و ایجاد رنگ روشن شاخص قرمزی را کاهش داد.

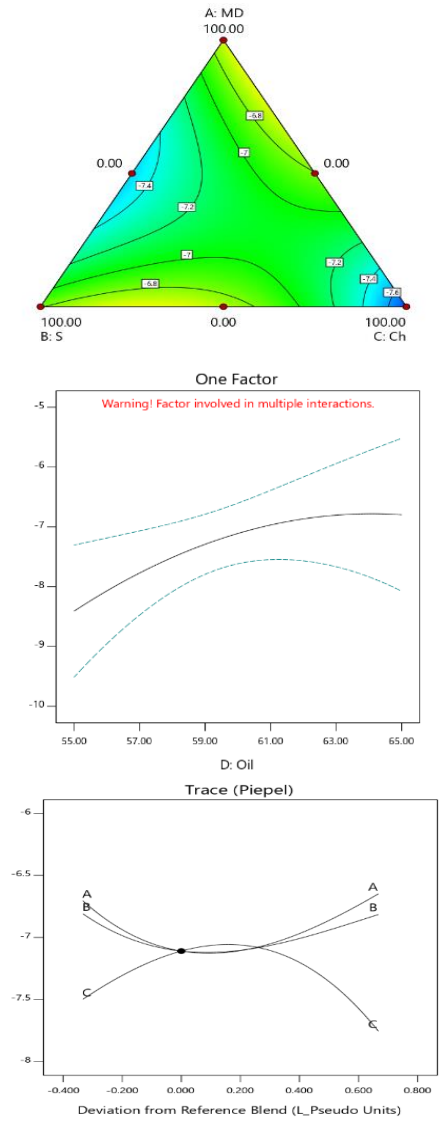


Figure (3). contour diagrams (a), saturation (b) and oil independent effect diagram (c)

برای بررسی ارتباط بین متغیرهای فرآیند بر میزان شاخص قرمزی (a*)، از معادله رگرسیونی (۳) استفاده گردید:

Y=-6.65A-6.82B-7.75C-0.0703D-3.07AB+1.57AC-0.5558AD+2.32BC-0.2492BD 3.48ABC +2.32ABD + 1.22ACD + 0.5262BCD -0.2164AD2 0.3362BD2+0.9980CD2+18.80ABCD+1.17ABD2-5.50ACD2-1.35BCD2

۳-۴- بررسی اثر متغیرها بر پایداری کلوئیدی

با توجه به شکل (a-3) در بررسی اثر همزمان فاکتورهای مستقل بر پایداری کلوییدی مشخص گردید که اثر برهمکنش¬های مالتودکسترین، نشاسته ذرت و پنیر بر پایداری کلوییدی معنی دار بود(p<۰/۰۵). با کاهش ترکیب میزان مالتودکسترین، نشاسته ذرت و پنیر، میزان پایداری کلوییدی کاهش یافت و بیشترین میزان پایداری کلوییدی در درصدهای بالای ۹۰ تا ۱۰۰ درصد اجزاء تشکیل دهنده مستقل بوده است. احتمالا پروتیئن¬ها با کاهش نیروهای سطحی و بین سطحی می توانند پایداری امولسیون را افزایش دهند و مالتودکسترین به علت داشتن گروه¬های هیدروفوبی در ساختمان خود خاصیت امولسیون کنندگی داشته و پس از قرار گرفتن در سطح از طریق ایجاد دافعه فضایی موجب تثبیت امولسیون می شود. بنابراین ویژگی¬های شکل پذیری و همچنین برهمکنش¬های مولکولی در لایه مشترک فاز روغن این دو ترکیب می تواند بر اندازه ذرات و پایداری آنها موثر باشد. البته باید افزود که اتصال زنجیره¬های حجیم مالتودکسترین به پروتیئن و قرار گرفتن آنها در سطح ذره از طریق ایجاد دافعه فضایی مانع از نزدیک شدن آنها به هم و وقوع پدیده¬های ناپایداری می شود [۲۶]. شکل (b-3) اثر اجزاء ترکیبات فرمولاسیون را بر پایداری کلوئیدی نشان داده، با افزایش درصد اجزاء تشکیل دهنده فرمولاسیون به صورت مستقل، میزان پایداری کلوئیدی افزایش پیدا کرد و میان اجزاء تشکیل دهنده فرمولاسیون و پایداری کلوئیدی رابطه مستقیمی وجود داشت. شکل (c-3) میزان تأثیر روغن بر پایداری کلوئیدی نشان می¬دهد که با افزایش میزان درصد روغن به بیش از ۶۰ درصد میزان پایداری کلوئیدی ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد. به نظر میرسد دلیل خاصیت پایدارکنندگی ترکیبات پلی ساکاریدی مانند نشاسته، وجود زنجیره¬های جانبی هیدروفیلی(آبدوست) درکنار بخش¬های هیدروفوبی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

(آبگریز) درساختمان نشاسته و بروز رفتار آمفیفیلیک همانند امولسیفایر می‌باشد. نشاسته مانع پیوستگی قطرات چربی شده و از دو فاز شدن پوشش جلوگیری می نماید، این پدیده سبب انسجام بیشتر بافت و افزایش پایداری پوشش کم چرب می گردد. همچنین در پودر پنیر پروتئین¬ها ویژگی¬های امولسیفایری ایفا نموده و باعث پایداری کلوییدی می شود. [۲۶ و۲۷].

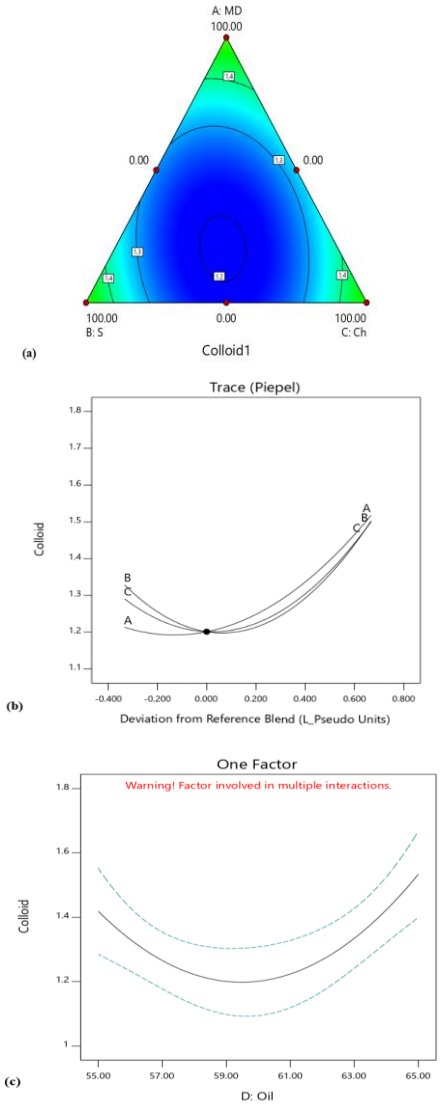


Figure (4). contour diagrams (a), saturation (b) and oil independent effect diagram (c) on colloidal stability as a function of formulation variables

برای بررسی ارتباط بین متغیرهای فرآیند و پایداری کلوئیدی از معادله رگرسیونی (۴) استفاده گردید:

$$Y=1.52A+1.50B+1.50C-0.0373D-0.8771AB-0.7206AC+0.1118AD-1.55BC+0.0637BD+0.2645ABD+0.0898ACD-0.0261BCD+0.0071AD2-0.295BD2-0.0611CD2+0.5428ABD2+1.46ACD2+0.7240BCD2$$

۳-۵- بررسی اثر متغیرها بر ارزیابی حسی

با توجه به نتایج ارزیابی حسی، تفاوت آماری معنی¬داری در رنگ، طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی مشخص گردید ($p<0.05$) اما

ارزیابی ظاهری معنی دار نبود، بطوریکه استفاده از نشاسته ذرت در فرمولاسیون پوشش فراورده حجیم ذرت سبب بهبود ویژگی‌های حسی آن شامل رنگ، عطر و طعم و بافت شد اما پذیرش کلی نمونه¬ها را کاهش داد، در حالی که استفاده از مالتودکسترین سبب افزایش شاخص های حسی گردید به نوعی که جهت تولید فراورده مطلوب بود. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از پودر پنیر در فرمولاسیون پوشش فرآورده نیز سبب افزایش عطر و طعم و کاهش رنگ، بافت حسی و پذیرش کلی محصول شد. با استفاده از جدول آنالیز واریانس معادلات پیشگو بدست آمده و مدل‌های پردازش داده ((R^2 adj) وR^2) از ضرایب تبیین بالایی برخوردار هستند ($R^2>0.8$) بنابراین به‌خوبی برای پیش‌بینی تغییرات این پاسخ‌ها قابل استفاده بودند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

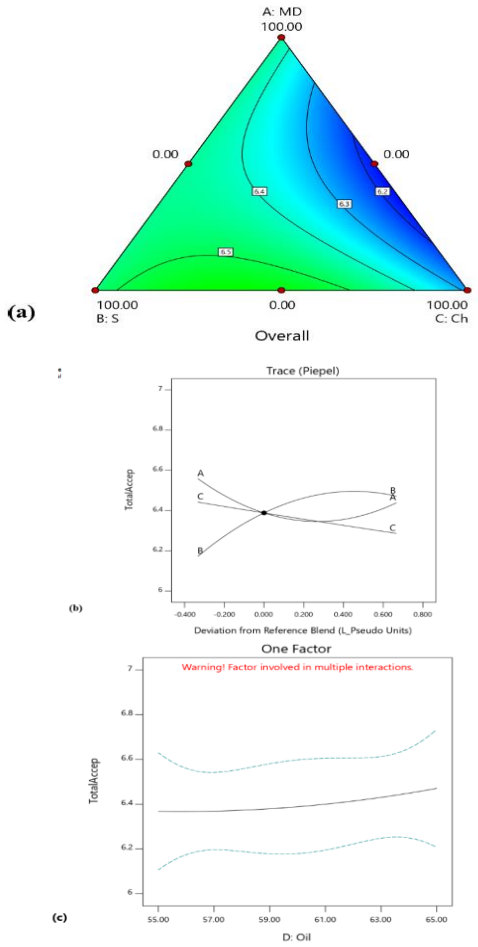


Figure (5). contour diagrams (a), saturation (b) and oil independent effect diagram (c).

برای بررسی ارتباط بین متغیرهای فرآیند و ارزیابی حسی (پذیرش کلی) معادله رگرسیونی (۵)، استفاده گردید:

Y= 6.44A+6.47B+6.29C-0.1875D-0.0522AB -0.7622AC+5578AD+7184BC+0.3645BD-0.5630ABD- 1.34ACD + 1.28BCD +0.1483AD2-0.0587BD2+0.2557CD2-0.9385ABD2+0.5035ACD2-0.3232BCD2

۳-۶- بهینه¬یابی

در این پژوهش برای اعتبارسنجی مدل پیش¬بینی شده پاسخ های بهینه، با استفاده از شرایط بهینه به دست آمده انجام گرفت. ابتدا اهداف بهینه¬سازی مشخص و سپس سطوح پاسخ¬ها و متغیرهای مستقل تنظیم شدند. برای این منظور مقدار مالتودکسترین، نشاسته، پنیر و روغن در حالت in range، شاخص روشنایی، قرمزی، زردی در حالت none، پابداری کلوییدی و ویژگی¬های ارزیابی حسی(رنگ، ظاهر، عطر و طعم، بافت و پذیرش کلی) در بیشترین حالت و میزان سختی و ضریب جذب روغن در کمترین حالت قرار گرفتند. نتایج حاصل از بهینه نهایی پوشش اسنک در جدول (۳) آورده شد.

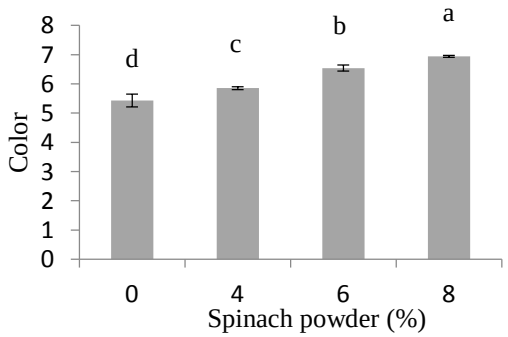
Table (3). final results of optimization

General acceptance	Texture	Flavor	Appearance	color	Colloid stability	b*	a*	L*
6.749	6.72	6.98	6.320	5.54	1.626	36.34	-7.7	61.5

hardness	Oil absorption coefficient	oil	Chese	Starch	Maltodextrin
1.15	214.52	55	51.181	0	48.819

۳-۷- ارزیابی حسی اسنک حجیم شده ذرت با پوشش بهینه حاوی اسفناج

بر اساس یافته¬های حاصل از ارزیابی حسی پوشش بهینه حاوی اسفناج اسنک حجیم شده ذرت مشخص گردید، با افزایش میزان درصد اسفناج نمرات حسی شاخص¬های حسی رنگ، ظاهر، عطر و طعم، بافت و پذیرش کلی در نمونه ها نیز افزایش یافت که این افزایش نسبت به نمونه شاهد معنی دار بود ($p<0.05$).



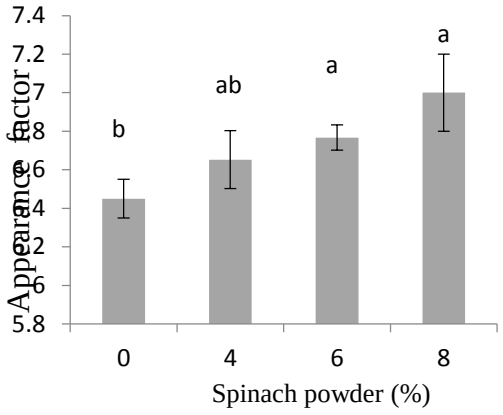


Figure (6). sensory evaluation (clolor and appearance factor)

همانطور که در شکل۶ مشخص گردید با افزایش میزان درصد اسفناج، امتیاز ارزیابی حسی (عطر، طعم و بافت)، افزایش یافت (شکل ۶).ناکاواگا و همکاران در سال (۲۰۱۹) در طی پژوهشی از صمغ زانتان با هدف جایگزینی روغن در فرمولاسیون پوشش اسنک اکسترود شده گزارش کردند که پوشش صمغی سبب بهبود ویژگی‌ها حسی شده و سبب پذیرش کلی خوب و عطر و طعم ماندگار این محصول گردید [۱۳]. El-Sayed (2020) در بررسی پودر اسفناج به عنوان ماده موثر بر شاخص حسی پنیر به نتایج مشابهی دست یافتند بطوریکه پودر اسفناج در مقادیر مختلف بر بافت پنیر تاثیر مطلوب داشته و همچنین پنیر حاوی ۰/۵ و ۱ درصد اسفناج از پارامترهای حسی مطلوبی برخوردار بوده است [۱۱].

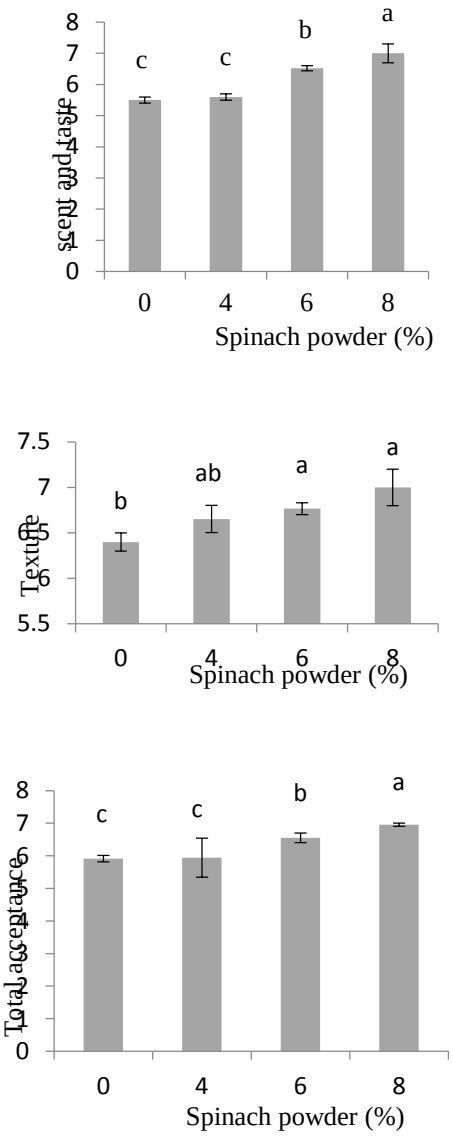


Figure (7). sensory evaluation (scent and taste), texture and total acceptance

۳-۸-نتایج ارزیابی یکنواختی پوشش اسنک حجیم حاوی پوشش بهینه و اسفناج

نتایج پردازش تصویر پوشش نشان داد که با افزایش درصد اسفناج، سطح ذرات پودر اسفناج بر روی اسنک حجیم شده به صورت تصاعدی افزایش یافت که نشان دهنده قابلیت پخش شوندگی پوشش بهینه شده حاوی طعم دهنده اسفناج می‌باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

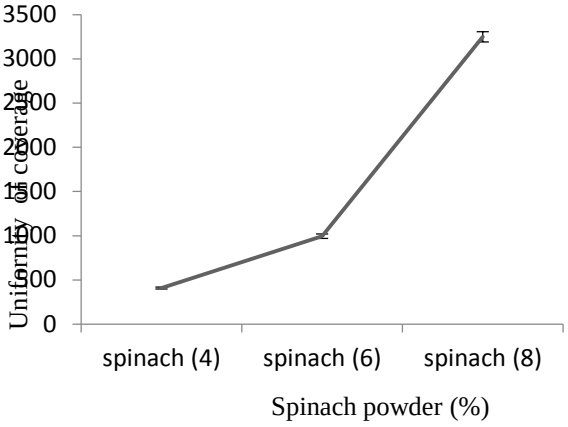


Figure (8). Coating uniformity evaluation chart

۴-نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید استفاده از نشاسته ذرت در فرمولاسیون پوشش فراورده حجیم ذرت سبب افزایش ضریب جذب روغن، سختی، شاخص قرمزی، پایداری کلوییدی پوشش و ویژگی‌های حسی آن شامل رنگ، عطر و طعم و بافت شد اما پذیرش کلی نمونه¬ها را کاهش داد، در حالی‌که استفاده از مالتودکسترین سبب افزایش پذیرش کلی گردیده اما ضریب جذب روغن و سختی پوسته فراورده حجیم را کاهش داد که جهت تولید فراورده مطلوب بود. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از پودر پنیر در فرمولاسیون پوشش فراورده نیز سبب افزایش ضریب جذب روغن، پایداری کلوییدی و عطر و طعم و کاهش شاخص قرمزی، رنگ، بافت حسی و پذیرش کلی محصول شد. بهینه سازی فرمولاسیون پوشش اسنک حجیم شده به منظور تولید محصولی با ویژگی¬های کیفی و تغذیه¬ای بالاتر، نشان داد که می توان جهت فرمولاسیون پوشش فراورده حجیم شده ذرت از مالتودکسترین و نشاسته ذرت به منظور بهبود ویژگی¬های اسنک حجیم استفاده کرد. همچنین کیفیت محصول را با استفاده از پودر اسفناج که گیاهی فراسودمند است افزایش داد. بر اساس نتایج، ترکیب پوشش بهینه حاوی پودر مالتودکسترین و پنیر هر کدام به میزان ۱۰ درصد بخش متغیر پودری فرمولاسیون و روغن به میزان ۵۵ درصد کل فرمولاسیون و پودر اسفناج به میزان ۸ درصد کل فرمولاسیون پوشش ترکیبی جهت بهینه¬سازی پوشش فراورده حجیم شده انتخاب شد.

۵- منابع

[1] Mishra, A., Mishra, H. N., & Srinivasa Rao, P. (2012). Preparation of rice analogues using extrusiontechnology. *journal of International food science & technology*, 47(9):1789-1797.

[2] Dickinson, E. (1999). Adsorbed protein layers at fluid interfaces: interactions, structure and surface rheology. *journal of Colloids Surf. B :Biointerf*, 15: 161–176.

[3] Zhu, K., & Zhou, H. (2005). Purification and characterization of a novel glycoprotein from wheat germ water-soluble extracts. *journal of Process Biochemistry*, 40: 1469–1474.

[4] Nakagawaa, A., Mendesa, M., Ranieroa, G., Berwiga, T. (2019). The Use of Waxy Starch and Guar Gum in Total Substitution of Vegetable Oil in Extruded Snack Aromatization. *jornal of chemical engineering transactions*, 75(3): -283-288.

[5] ISIRI, Puffed products based on cereal grits and flour: specifications and testmethods. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Standard No. 2880 (3rd rev.), Tehran (2008). (In Persian).

[6] Salimi, K., soltsni, A., soltan mohammadi, S. H. (2017). The use of maltodextrin as a fat substitute has been purchased from the publication. *Journal of Food Processing and Preservation*, 8(1):10-20.

[7] McClements, D. (2004). Protein-stabilized emulsions. *Journal of Current Opinion in Colloid and interface Science*, 313-305.

[8] Katozian, A., Motamedzadegan, A., Daneshi, M. (2016). The effect of maltodextrin on the viscosity and flow behavior of confectionery cream. *Irania Journal of Food Processing and Storage*, 8(1):23-40.(In Persian).

[9] Single Aryan, M., Piri, A., Qasemian, A., Salari, M. (2018). New applications of starch in some industrial products. *Journal of Extension Scientific Quarterly*, 37-47.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

[10] Varming, C., Tranberg Andersen, L., Agerlin Petersen, M. & Ardo, Y. (2013). Compounds and sensory characteristics of cheese powders made from matured cheeses. *Journal of Dairy*, 30: 19-28.

[11] El-Sayed, S. M. (2020). Use of spinach powder as functional ingredient in the manufacture of UF-Soft cheese. *Journal of Food Scienceeand Nutrition*, 6 (1): 3278-3288.

[12] Nayak,a. et al. (2010). Evaluation of Spinacia oleracea L. leaves mucilage as an innovative suspending agent. *jornal of advanced pharmaceutical technolojy &research jul*, 1(3): 338–341.

[13] Nakagawaa, A., Mendesa, M., Ranieroa, G., Berwiga, T. (2019). The Use of Waxy Starch and Guar Gum in Total Substitution of Vegetable Oil in Extruded Snack Aromatization. *jornal of chemical engineering transactions*, 75(3): -283-288.

[14] Marques, D.R., Berwig, K., Monteiro, C.C.F., Oliveira, D.M., Monteiro, A.R.G. (2017). Shelf Life Evaluation of Extruded Snacks Coated with Maize Starch to Eliminate the Use of Fats in the Flavoring Process. *Journal of Italian association of chemical engineering*, 57:1921-1926.

[15] Capriles ,V., Rosana A. M. Soares, Maria E. M. Pinto e Silva & Jose´ A. G. Areˆas,. (2009). Effect of fructans-based fat replacer on chemical composition, starch digestibility and sensory acceptability of corn snacks.2009. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 1895–1901.

[16] Beiraqi Toosi, S., Golimohed, G., Hashemi, M., Salehipour, F., Mohebi, M. (2019). Investigating the effect of feed composition and extrusion processes on the physicochemical, textural, visual and sensory characteristics of bulky corn snacks containing flax seeds. *Journal of Food Industry Engineering*, 91:21-49.

[17] AOAC. (2002). Offical methods of analysis:revision 1 (17th Ed). Association of Official Analytical Chemists,Inc. , Washington, DC.

[18] Sutivisedsak, N., Singh, M., Liu, S., Hall, C., & Biswas, A. (2013). Extrudability of four common beans (*Phaseolus vulgaris L.*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5): 676-683.

[19] Qing-Bo Ding, A., Ainsworth, A., Andrew, P., Tucker, G., Marson, H. (2006). The effect of extrusion conditions on the functional and physical properties of wheat-based expanded. *Journal of Food Engineering*, 73 (1): 142–148.

[20] Kiyani, H., Saatchi, A., Jafari, N., Haqshanas, M., Labafi, M. (2018). Effect of type of grinding process on particle size and rheological and structural properties of Arde. *Irania Journal of Biosystem Engineering of Iran*, 50(3): 692- 706. (In Persian).

[21] Moghaddasi, M., Mir Qaboosi, H. (2017). Investigation of physicochemical and sensory properties of bulk snacks based on corn and squash. *Journal of Food Processing and Production*, 7 (2): 97-10 7.

[22] Yagci, S., Goguş, F. (2009). Development of extruded snack from food by-products: A response surface analysis. *Journal of Food Process Eng*, 32: 565-586.

[23] Sun, D. W. (2004). Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation. *Journal of Food Science and Technology*,12:152-161.

[24] Ganjloo, A., Bimakr, M., Sheikhi ,Z. (2021). Effect of Maltodextrin-Sucralose Mixture on Physical, Chemical and Sensory Properties of Reduced-Calorie Doughnut. *Irania Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 13(3): 158-171. (In Persian).

[25] Nazari. S.M., Mortazavi, S.A., Hissari, J., Tabatabai Yazdi, F. (2015). The effect of maltodextrin from corn starch on chemical, sensory and microstructural properties Ultra-refined low-fat white cheese. *Irania Journal of New Food Technologies Quarterly*, 3(11): 85-97. (In Persian).

[26] Miri, M., Koocheki, A., Mohebbi, M., Najaf Najafi, M. (2017). Effect of maltodextrin and whey protein concentrate on thyme essential oil nanoemulsion. *Irania Journal of FST*, 65(14): 148-160. (In Persian).

[27] Rahmati, M., Hashemiravan, M., Khani, M. R. (2018). Effect of hydrocolloids Kappa-Carrageenan and Maltodextrin as Fat substitutes on the production of Low-Fat Cream Cheese. *Irania Journal of FST*, 73 (14):120-131. (In Persian).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Optimization of coating formulation containing spinach for puffed corn snack

Azra Safavi[1], Shahram Beiraghi-Toosi[2*], Majid Hashemi[3]

1- Azra Safavi,M.Sc. M.Sc. Graduate, Department of Food Sciences and Technology, Higher Education Institute, Kashmar, Iran.

2- Shahram Beiraghi-Toosi, Assistant Professor, Food processing research department, Food science and technology research institute, Academic Center for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran.Majid Hashemi, Assistant Professor, Food processing research department, Food science and technology research institute, Academic Center for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran.

ABSTRACT

The aim of this study was to optimize the formulation of coating of bulked corn products using maltodextrin, corn and spinach in order to improve the nutritional characteristics of puffed snacks. oil (55-65%) and powder materials (35-45%) as fixed components (80%) including milk powder, whey powder and salt (25, 50 and 5%, respectively) – and variable components (20%) including cheese powder, maltodextrin and corn starch were used to prepare the coating. Optimization was done with cross statistical design. After the physicochemical and sensory tests and selecting the optimal sample, spinach powder was added to the optimal formulation at 4, 6, and 8%, and sensory tests and uniformity evaluation were performed. The results showed that the oil absorption, hardness, redness, colloidal stability and sensory characteristics of the sample was increased by use of corn starch in the coating formulation, but overall acceptance was reduced, while redness and sensory characteristics increased by use of maltodextrin and oil absorption and hardness was reduced. The oil absorption, hardness, colloidal stability and flavor increased by use of cheese powder in the coating and redness and sensory characteristics reduced. Increasing the percentage of oil to 63% increased oil absorption and decreased the redness index ($p<0.05$). Increasing the percentage of oil to 60% significantly increased texture hardness, colloidal stability and color factor ($p<0.05$). The best optimal coating containing 10% each maltodextrin and cheese powder and 55% oil was obtained. The scores of sensory factors in the formulation containing 8% spinach powder were significantly higher than the others ($p<0.05$) and adding 8% of spinach powder to the optimal coating was recognized as the best sample. The results showed that in order to improve the uniformity and stability of the coating emulsion, maltodextrin and corn starch can be used and its nutritional value can be increased by using spinach.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2022/10/8
Accepted: 2023/4/29

Keywords:

extrusion,
optimization,
coating,
maltodextrin,
corn starch.

DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172
DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1

*Corresponding Author E-Mail:
toosi@acecr.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.13.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.172]