(مقاله پژوهشی)

بررسی تاثیر استفاده از رنگ طبیعی کورکومین بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی حسی و میکروبی دراژه اسنک

فرسته حسینی[۱]، الناز میلانی[۱*]، سمانه رضائی بروجردی[۲]، غلامعلی گلی موحد[۳]

۱-استادیار پژوهشکده علوم وفناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

۲-دانشجوی کارشناسی ارشدعلوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳-مربی، پژوهشکده علوم وفناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۰۱ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۷/۱۶

چکیده

با توجه به مصرف بالای اسنک‌های اکسترودشده در سراسر دنیا، نگرانی به واسطه حضور رنگ‌های سنتزی در حال گسترش است. بنابراین، انواع اسنک حجیم دارای پتانسیل مناسب برای بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و تولید فراورده‌های غذایی سلامتی زا می‌باشند. با توجه به اثرات مطلوب پی گمان‌های طبیعی، کاربرد آن‌ها در فرمولاسیون‌های غذایی و در سطح جهانی رو به افزایش است. در این پژوهش تأثیر افزودن سطوح مختلف رنگ طبیعی کورکومین (۱، ۲ و ۳ درصد) به‌عنوان ترکیب سلامتی زا در فرمولاسیون پوشش طعم‌دهنده (دراژه) بر ویژگی‌های حسی، آنتی‌اکسیدانی، مؤلفه‌های رنگی و میکروبی (شمارش کلی، کپک و مخمر، انتروباکتریاسه، *اشرشیاکلی*) بررسی و با نمونه شاهد مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج بیانگر تاثیر معنی دار افزودن رنگ کورکومین برافزایش مؤلفه a^* بود. با این‌حال ازنقطه نظر مؤلفه L^*، نمونه شاهد دارای بیشترین میزان بود. بین مقادیر مؤلفه b^* سطوح غلظتی مختلف تیمارها و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج حسی بیانگر امتیاز بالای رنگ، ظاهر و پذیرش کلی در نمونه حاوی ۳ درصد کورکومین در مقایسه با نمونه شاهد بود. نتایج اندیس پراکسید نیز بیانگر تاثیر مطلوب کورکومین در مقایسه با سایر آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی بود. نتایج آزمون میکروبی نشان داد؛ نمونه حاوی ۳ درصد کورکومین دارای کمترین تعداد شمارش کلی بوده و شمارش کپک و مخمر، انتروباکتریاسه و *اشریشیاکلی* در هیچ رقتی تائید نگردید. مطابق نتایج، با عنایت به صنعت فعال اسنک حجیم در کشور و با رویکرد افزایش سلامت جامعه و بهبود تغذیه کودکان، می‌توان از رنگ طبیعی کورکومین با اثرات مفید ضدمیکروبی و سلامتی بخش در صنعت اسنک بهره‌مند شد.

واژه‌های کلیدی : رنگ طبیعی، کورکومین، اسنک حجیم و دراژه فراسودمند

* مسؤول مکاتبات:e.milani@jdm.ac.ir

۱-مقدمه

امروزه سطح آگاهی مصرف‌کنندگان در ارتباط با مشکلات ناشی از مصرف غذاهای ناسالم رو به افزایش است، ارتقای دانش تغذیه‌ای موجب توسعه فناوری تولید فراورده‌های غذایی سلامتی‌زا گردیده است. بدین ترتیب پژوهش و نوآوری در این زمینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. موضوع تولید اسنک‌های[1] (میان وعده) سالم و فرهنگ مصرف صحیح آن از موضوعات مورد چالش در صنعت غذا قلمداد می‌گردد. توسعه بازار مصرف فراورده‌های عملگر و قابلیت مناسب فناوری اکستروژن در تولید این قبیل فراورده‌ها، متنوع بودن طیف فراورده‌های تولیدی و کیفیت مطلوب آن، پائین بودن هزینه‌های تولید نسبت به سایر روش‌های پخت، بالا بودن راندمان و عدم دارا بودن فاضلاب ازجمله دلایل اهمیت تولید اسنک‌های حجیم عملگر می‌باشد(۳). آثار سوء افزودنی‌های سنتزی بر سلامت مصرف‌کنندگان به‌خصوص اقشار آسیب‌پذیر ازنظر سلامت (کودکان و نوجوانان) به اثبات رسیده است. با توجه به کاربرد رنگ‌های جذاب سنتزی، مصرف این نوع از فرآورده‌ها در بین اقشار مختلف جامعه به‌ویژه کودکان و نوجوانان از جاذبه زیادی برخوردار بوده و شواهد موجود از قبیل میزان تولید و فروش، بیانگر استقبال جامعه می‌باشد. در کتاب فرآوری اسنک‌های غذایی این مقدار برای سال ۲۰۰۲ بین ۳۰ تا ۳۵ میلیارد دلار برآورده شده است. وجود محدودیت در زمینه تبلیغات انواع اسنک در سطح جامعه؛ خود بیانگر اهمیت پژوهش در زمینه تولید فرآورده‌های جایگزین و سالم می‌باشد. تاثیر مثبت و سلامتی زایی رنگ‌های طبیعی در پژوهش‌های محققان مختلف گزارش‌شده و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی، ضد بیماری‌های قلبی-عروقی و ضدالتهابی این ترکیبات مورد تأکید قرارگرفته است. لذا استفاده از این رنگ‌ها در تولید فراورده‌های غذایی ضمن ایجاد ظاهر مطلوب و بازارپسند، محصولات غذایی را تبدیل به غذاهای عملگر و به عبارت دیگر نوعی غذا- دارو می‌نماید (۱و۷).

متداول‌ترین رنگ‌های محصولات اکسترودشده و پی گمان‌های مورد استفاده در غلات صبحانه و اسنک تا شامل کورکومین، آنتوسیانین، پاپریکا، کارامل آمونیا، بتا کاروتن، آناتو و سرامین می‌باشند. زردچوبه[2]، با دارا بودن ویژگی‌های منحصربه‌فرد سلامتی زایی در صنایع غذایی و دارویی کاربردهای فراوانی دارد. این گیاه در نواحی شرقی هندوستان، چین، مالزی، پاکستان، اندونزی، آفریقا و آمریکای جنوبی پرورش می‌یابد. خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهاب، تومور و سرطان، کاهش سطح کلسترول خون و کبد، افزایش عملکرد ایمنی بدن، بازدارندگی از بیماری‌های قلبی-عروقی، کاهش آرتروز روماتیسمی، حفاظت در مقابل بیماری آلزایمر ریزوم زردچوبه به اثبات رسیده است (۱۲).در بین ساختارهای تولیدکننده رنگ در زردچوبه، کورکومین[3] از همه فراوان‌تر است. کورکومین یک پلی‌فنل هیدروفوب و نامحلول در آب است. ازاین‌رو می‌توان از این ترکیب ارزشمند به‌عنوان عامل رنگی دستگاه‌های روغنی استفاده نمود (۸). روغن‌ها ازجمله سامانه‌های غذایی پرمصرف در زندگی روزمره می‌باشند. ازآنجاکه پایداری اکسیداتیو روغن‌ها و چربی‌ها تحت تأثیر فاکتورهای متعددی نظیر نور، یون‌های فلزی، اکسیژن، دما و آنزیم‌تا قرار می‌گیرد، آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی به‌منظور افزایش زمان ماندگاری و حفظ ایمنی، در انواع روغن به کار گرفته می‌شوند(۱۷). کورکومین از طریق به دام اندازی انواع رادیکال آزاد نظیر رادیکال‌های پراکسی چربی، می‌تواند از گسترش اکسیداسیون جلوگیری نماید و این عمل از طریق در اختیار گذاشتن اتم هیدروژن قابل انجام است. قابلیت آنتی‌اکسیدانی کورکومین به دلیل گروه‌های فنولی موجود در هر دو طرف مولکول است (۱۵). این ترکیب پایداری خوبی در برابر حرارت و اسید از خود نشان می‌دهد، اما به نور حساس است. باوجوداین می‌توان از آن برای محصولاتی که دربسته بندی‌های غیر شفاف بسته‌بندی می‌شوند استفاده نمود (۱۱ و ۲۰).

1- Snack

2 -Curcuma
3 -Curcumin

در همین راستا عشقی و همکاران (۱۳۹۰)، فعالیت ضد میکروبی و قدرت رنگی کورکومین را در ماکارونی موردبررسی قراردادند. مطابق نتایج نامبردگان، با افزایش غلظت کورکومین میزان کل بار میکروبی کاهش معنی‌داری نشان داد (۲). مارکولینو و همکاران (۲۰۱۱)، نیز تاثیر متقابل کورکومین، بیکسین و بتاسیکلو دکسترین را در فرمولاسیون ماست و پنیر بررسی نمودند (۱۷). مطابق نتایج افزودن کورکومین و بیکسین نه تنها هیچ تغییر معنی‌داری بر ویژگی‌های فراورده نداشت بلکه سبب بهبود ویژگی حسی فراورده نیز گردید و در تعامل با بتاسیکلو دکسترین می‌توان ترکیبی مناسب در فرمولاسیون غذای کم‌چربی تولید نمود. در پژوهش کاو الو و همکاران (۲۰۱۵)، به دلیل افزایش پایداری رنگ کورکومین در دستگاه‌های غذایی، سوسپانسیونی متشکل از نانو ذرات کورکومین همراه توین ۸۰ فرموله شد، نتایج بیانگر قدرت بالای حلالیت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی فراورده بود (۸). ازاین‌رو با توجه به مصرف بالای انواع میان وعده حجیم در سبد غذایی خانوارهای ایرانی و عدم انجام پژوهش مدون پیرامون کارایی کورکومین در دستگاه‌های غذایی مختلف، در این پژوهش با رویکرد بهبود ارزش تغذیه‌ای و افزایش سطح سلامت فراورده‌های غذایی، تأثیر غلظت‌های مختلف کورکومین استخراج‌شده از ریزوم زردچوبه بر مؤلفه‌های رنگی، حسی، بار میکروبی و پایداری اکسیداتیو نمونه‌های روغن سویا مورداستفاده در فرمولاسیون دراژه اسنک حجیم تحت نگهداری در دماهای مختلف و شرایط نور-تاریکی با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی آلفاتوکوفرول و سنتزی TBHQ، ارزیابی و مقایسه گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

محیط‌های کشت مورداستفاده جهت شمارش کلی [1] مارک ساخت Scharlau اسپانیا؛ برای کپک و مخمر [2] مارک Liofilchem ساخت ایتالیا؛ جهت *اشریشیاکلی* محیط کشت مایع غنی کننده انتخابی lauryl sulfate broth مارک Merk KGaA ساخت آلمان و برای انتروباکتریاسه از محیط کشت [3] مارک Liofilchem ساخت ایتالیا استفاده گردید. ماده‌ی اولیه بلغور ذرت نیز از کارخانه ذرت طلایی مشهد تأمین گردید.

۲-۲- تهیه فرمولاسیون پایه اسنک و دراژه

فرمولاسیون پایه اسنک با استفاده از دستگاه اکسترودر دو مارپیچ موجود در پایلوت پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد (مدل DS56 شرکت Jinan Saxin) تولید شد. نمونه‌تا تحت شرایط دبی ۴۰ kg/h، رطوبت ۱۴درصد، سرعت چرخش ماردون RPM۱۹۰ و دمای ۱۵۰درجه سلسیوس اکسترود شده و بلافاصله در خشک‌کن تونلی برای مدت ۵ دقیقه در ۶۰ درجه سلسیوس خشک شده و درون کیسه‌های پلاستیکی پلی‌اتیلنی تا انجام آزمایش‌ها تکمیلی دور از نور و در دمای اتاق نگهداری شد (۵ و ۱۰). فرمولاسیون دراژه با استفاده از روغن مایع سویا (بدون آنتی‌اکسیدان و حاوی آنتی‌اکسیدان TBHQ ۰/۰۱۲ درصد (A)، آنتی‌اکسیدان طبیعی آلفاتوکوفرول ۰/۰۲ درصد (B) و رنگ طبیعی کورکومین فرموله شده با مالتودکسترین (شرکت افزونه) در سه سطح ۱، ۲ و ۳ درصد (C,D,E)، پودر آب پنیر و طعم دهنده پنیری (شرکت صنایع غذایی گلشاد مشهد) و نمک خوراکی (بازار محلی) تولید شد. در فرمولاسیون دراژه به میزان ۵۰ درصد کل دراژه روغن نباتی و ۵۰ درصد مواد پودری به کار گرفته شد. در هر فرمولاسیون به میزان ۱/۵ درصد دراژه طعم‌دهنده (شرکت مان فرانسه) و نیز به میزان ۰/۲ درصد کل وزن محصول (اسنک+دراژه) نمک داخل تانک دراژه دوجداره مجهز به همزن و گرم‌کن افزوده شد. درنهایت مخلوط دراژه با دمای ۵۰ درجه سلسیوس بر روی نمونه‌های مستقر داخل درام دراژه‌زن در حال چرخش پاشش گردید. محصول نهایی شامل ۵۰ درصد دراژه و ۵۰ درصد پایه (ذرت اکسترو دشده) تهیه گردید (۵و۱۶).

1- (PCA) Plate Count Agar
2- Yeast Glucose Chloramphenicol (YGC)
3- Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA)

۲-۳- ارزیابی خصوصیات نمونه‌های اسنک تولیدی

۲-۳-۱- ارزیابی مؤلفه‌های رنگی

به‌منظور ارزیابی قدرت رنگی کورکومین در اسنک حجیم در مقایسه با نمونه‌های شاهد، از دستگاه هانترلب مدل colorflexساخت امریکا استفاده گردید. تفاوت‌های رنگی به‌صورت ارزش‌های CIELAB ثبت گردید. شاخص *L نشان‌دهنده روشنایی رنگ بوده و از صفر برای سیاه تا ۱۰۰ برای سفید متغیر است. مؤلفه *a نشان‌دهنده میزان سبز تا قرمز بودن یکرنگ است. مقدارش از مقادیر منفی a شروع و تا مقادیر مثبت a ادامه دارد. نقطه صفر آن رنگ خاکستری است و * b نشان‌دهنده میزان آبی تا زرد بودن یکرنگ است. مقادیر آن از منفی تا مثبت بوده و نقطه صفر آن رنگ خاکستری می‌باشد. رنگ‌سنج با استفاده از صفحه سیاه‌وسفید (x=77.25, y=82.09, z=87.27) استاندارد شد. برای هر نمونه فنجانک با چرخش °۹۰ از چهار جهت مختلف قرارگرفته و در هر جهت مؤلفه‌های فوق قرائت گردید (۱۵).

۲-٤- ارزیابی ویژگی‌های حسی

آزمون حسی نمونه‌های تولیدشده به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این کار ۸ نفر از پرسنل نیمه آموزش‌دیده پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد انتخاب شدند. آزمون پنل در شرایط استاندارد در آزمایشگاه کنترل کیفی انجام پذیرفت. به نمونه‌تا کدهای تصادفی داده شد و برای جلوگیری از تداخل نمونه‌تا بعد از ارزیابی هر نمونه از آب استفاده شد. نور و دمای آزمایشگاه در هنگام آزمون به طور مناسب (دما حدود ۲۵ درجه سلسیوس و نور مخلوط سفید وزرد) تنظیم گردید. نمونه‌تا ازنظر رنگ، عطروطعم، بافت (نرمی و سفتی) و احساس دهانی، شکل ظاهری و پذیرش کلی به‌صورت ۵= بسیار خوب؛ ۴= خوب؛ ۳= نه خوب نه بد؛ ۲ = بد و ۱= بسیار بد موردبررسی قرار گرفتند (۶)

۲-۵- ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نمونه‌های روغن همراه نمونه شاهد در شرایط تاریکی- روشنایی، دمای محیط و دمای ۳۷ درجه سلسیوس در انکوباتور نگهداری شدند. اندازه‌گیری عدد پراکسید مطابق روش یدومتری و استانداردAOCS-90-8b برحسب واحد meqO2/Kg به‌صورت فارسی نوشته‌شده و لاتین آن داخل پرانتز آورده شود انجام شد (۲ و۸).

۲-٦- ارزیابی فعالیت میکروبی

مطابق نتایج آزمون‌های فوق برای بهترین نمونه، آزمون‌های میکروبی شامل شمارش کلی بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۲۷۲؛ تعیین میزان کپک و مخمر بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰۸۹۹؛ جستجو، شناسایی و شمارش انتروباکتریاسه بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۴۶۱ و جستجو و شمارش اشریشیاکلی بر اساس استاندارد شماره ۲۹۴۶ با روش بیشترین تعداد احتمالی صورت گرفت (۴). برای انجام آزمایش‌ها، طبق روش استاندارد ملی ایران، ۱۰ گرم از هر نمونه (اسنک حاوی کورکومین و نمونه شاهد فاقد رنگ) که کاملاً خرد و مخلوط شده بود، زیر هود در شرایط کاملاً استریل توزین گردید و به ارلن حاوی ۹۰ میلی‌لیتر محلول رینگر استریل منتقل شد. نمونه به‌خوبی و به مدت چند دقیقه کاملا هم زده شد تا مخلوطی یکنواخت و هموژن به دست آید. سپس رقت‌های سریالی از نمونه در محلول رینگر تهیه شد. سپس cc ۱ از هر رقت به داخل بلیت‌های استریل PCA، YGC و VRBGA منتقل گردید. جهت آزمون شناسایی *اشریشیاکلی* با استفاده از روش بیشترین تعداد احتمالی ۱۰cc از رقت 10^{-1} به داخل لوله آزمایشی که حاوی۱۰cc محیط کشت انتخابی و لوله دورهام است تلقیح شد. تمامی کشت‌تا به‌صورت پورپلیت و در دو تکرار انجام گردید. بلیت‌های PCA در شرایط هوازی در داخل انکوباتور ۳۰°c به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه گذاری شده و سپس جهت شمارش تعداد کلنی تا بررسی گردید. پلیت های YGC نیز در شرایط هوازی داخل انکوباتور ۲۵°c برای مدت ۷-۵ روز گرمخانه گذاری شد. همچنین پلیت های

VRBGA در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت نگهداری گردید. لوله‌های دورهام دار حاوی محیط لوریل سولفات براث [1]نیز به مدت ۴۸ ساعت گرمخانه گذاری و ازنظر تولید گاز بررسی شدند. به‌منظور آزمون تاییدی ۱ سی‌سی از لوله‌های اولیه به داخل لوله‌های حاوی محیط کشت مایع انتخابی EC یا EC-Boullion تلقیح شده، مجدداً به مدت ۴۸ ساعت داخل بن ماری ۴۴ درجه سلسیوس گرمخانه گذاری و سپس ازنظر تولید گاز بررسی گردید (۴).

۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری

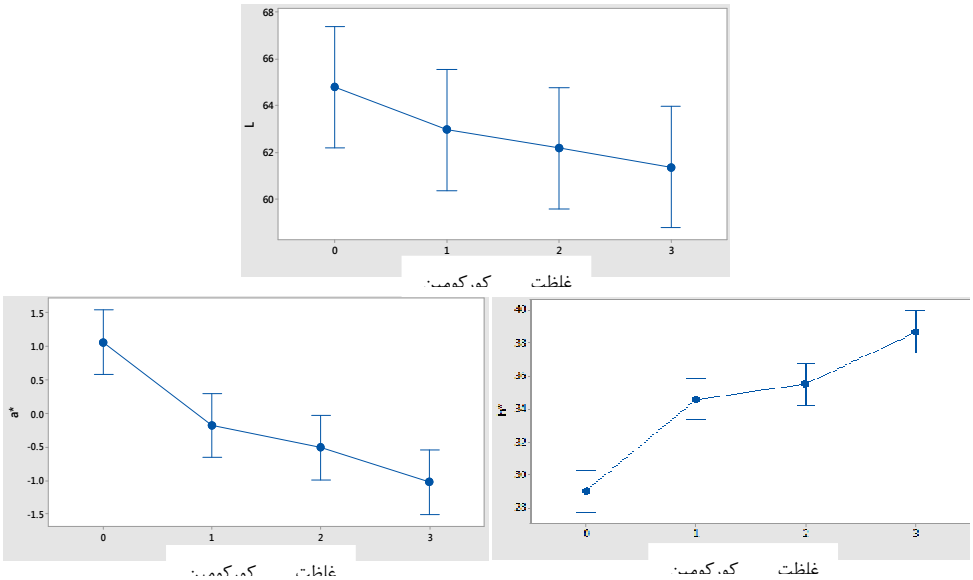
آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. به‌منظور آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌های حاصل از ۳ بار تکرار آزمون، از نرم‌افزار Mstat-c و آزمون فاکتوریل استفاده گردید. بررسی اثرات متقابل تیمارها توسط آزمون LSD در سطح معنی‌داری α =۰/۰۵ انجام شد (۶).

۳- نتایج و بحث

۳-۱-تاثیر افزودن رنگ طبیعی بر مؤلفه‌های رنگی اسنک حجیم حاوی دراژه

شکل۱ نتایج تاثیر سطوح مختلف کورکومین را بر ویژگی‌های رنگی اسنک حجیم حاوی دراژه نشان می‌دهد. آنالیز واریانس داده‌تا نشان داد که تاثیر غلظت‌های مختلف کورکومین بر میزان روشنی (مؤلفه *L) نمونه‌تا معنی‌دار بود به‌طوری‌که با افزایش غلظت کورکومین از روشنی نمونه‌ها کاسته شده و رنگ نمونه‌های اسنک تیره‌تر شده است. همچنین در غلظت‌های بالای کورکومین میزان مؤلفه a^* یا قرمزی نمونه‌ها نیز افزایش معنی دار نشان یافت ($p\leq$۰/۰۵) در خصوص میزان زردی (مؤلفه b^*)، نمونه‌های حاوی غلظت بالاتر کورکومین مقادیر بالاتری داشتند که با توجه به زرد بودن رنگ طبیعی کورکومین، این امر مورد انتظار بود. با استناد به رنگ نمونه‌های اسنک موجود در بازار، مقادیر a و b بالاتر (قرمزی و زردی بیشتر) و مقادیر L کمتر (روشنایی کمتر) مطلوب می‌باشد. بنابراین بر اساس ویژگی‌های رنگی غلظت ۲ درصد کورکومین مطلوب می‌باشد. پیگمان هایی که فام زرد و نارنجی ایجاد می‌کنند شامل کاروتنوئیدها، آناتو و زعفران، تومریک و اولئورزین تومریک و ریبوفلاوین هستند. کاروتنوئیدهای پودری و بر پایه روغن در سیستمهای غذایی مثل مارگارین و روغنها استفاده می‌شوند. سوسپانسیون‌های قابل پخش در آب نیز موجود هستند. روغن هویج به‌عنوان رنگ غذایی غنی از بتا کاروتن مورداستفاده است (۱۰ و ۱۳). کورکومین به دلیل مقاومت حرارتی در محصولات اکسترودشده به خوبی کاربرد دارد. مارگارین و محصولات روغن/چربی، فراورده‌های پخت و محصولات لبنی، غلات و مخلوط‌های خشک شده از دیگر محصولات مرسوم هستند که در آن‌ها کورکومین استفاده می‌شود. ویتامین سنتزی ریبوفلاوین مسئول رنگ زرد تا نارنجی مکمل‌های ویتامینی است که استفاده از آن به‌عنوان رنگ غذایی توسط ایالات‌متحده امریکا و اروپا تائید شده است. این رنگ به فراوانی در غلات غنی‌شده و محصولات لبنی استفاده می‌شود. فرناندا و همکاران (۲۰۰۶)، در مطالعه ای اثرات پارامترهای فرایند اکستروژن و نیز افزودن ترکیبات عملگر (لیکوپن و پروتئین سویا) را بر ویژگی‌های کیفی فرمول پایه اسنک ذرت اکسترودشده بررسی کردند. بر این اساس، با افزایش درصد لیکوپن و رطوبت و کاهش دما شدت قرمزی رنگ فراورده زیاد شد(۱۰).

1- Lauryl Sulfate Broth



شکل ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف کورکومین بر ویژگی‌های رنگی اسنک حجیم

۳-۲- تاثیر افزودن رنگ طبیعی بر ویژگی‌های حسی اسنک حجیم حاوی دراژه

جدول ۱ نتایج تاثیر غلظت‌های مختلف کورکومین بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های اسنک حجیم‌شده را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج آنالیز واریانس انجام‌شده تفاوت رنگ نمونه‌های حاوی کورکومین ازنظر داوران حسی در مقایسه با نمونه شاهد معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۵$) و داوران نمونه‌های حاوی ۳ درصد کورکومین را در مقایسه با سایر نمونه‌تا مطلوب‌تر ارزیابی نموده‌اند. در مورد سایر ویژگی‌های حسی شامل بافت و شکل ظاهری و پذیرش کلی داوران تفاوتی بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلف کورکومین قائل نشدند. لازم به ذکر است که تفاوت عطروطعم نمونه‌های حاوی کورکومین و نمونه شاهد نیز معنی‌دار تشخیص داده نشده است، لذا می‌توان گفت افزودن کورکومین بدون تاثیر بر عطر و طعم فراورده، سبب بهبود رنگ آن شده است. در مطالعه رانگ چنگ و همکاران (۲۰۰۶)، استفاده از پودر گوجه‌فرنگی به‌عنوان منبع اصلی کاروتنوئید لیکوپن و آنتی‌اکسیدان در تولید اسنک اکسترودشده موردبررسی قرار گرفت و شرایط عملکرد فراوری توسط روش پاسخ سطح بهینه‌سازی گردید. بر اساس نتایج بهینه‌سازی متغیرها، فرایند در مقیاس صنعتی امکان‌پذیر بوده و برای تولید محصول اکسترود شده با پودر گوجه‌فرنگی مناسب می‌باشد(۱۸). اوبان و همکاران (۲۰۰۹)، در مطالعه دیگری از آبمیوه انجیر هندی[1] به‌عنوان منبع بتاسیانین برای تولید رنگ قرمزارغوانی طبیعی استفاده کردند. این محققان توسط خشک‌کردن پاششی هم‌جهت دو نازل رنگ را به‌صورت پودر تولید نمودند. شرایط خشک‌کردن بهینه‌سازی گردید. سپس در دو سیستم مدل غذایی ماست و نوشابه با موفقیت به کار گرفته شد و محصولاتی بارنگ قرمز ارغوان جذاب تولید شد که به مدت یک ماه در شرایط یخچال محفوظ باقی ماندند (۱۵).

1- Opuntia Stricta

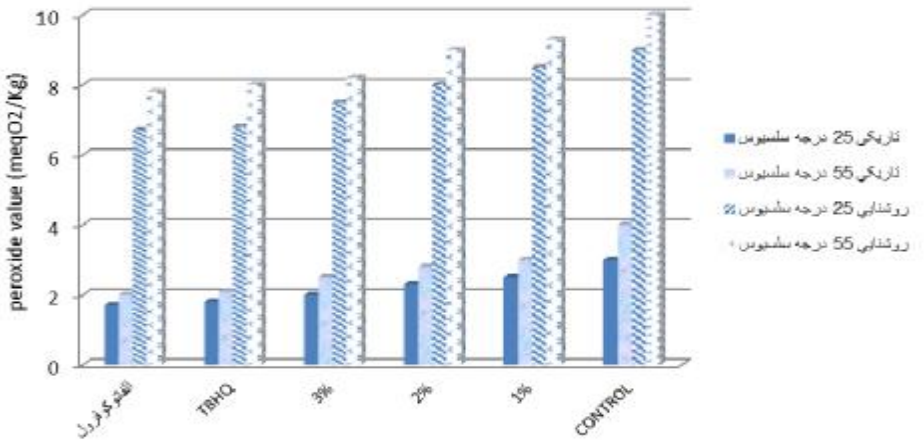
جدول ۱- مقایسه نتایج تاثیر غلظت‌های مختلف بیکسین بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های اسنک حجیم‌شده

غلظت کورکومین	عطروطعم	رنگ	شکل ظاهری	بافت	پذیرش کلی
۱ (درصد)	۳/۳۷۵±۰/۱۱bc	۳/۱۲۵±۰/۸۳d	۳/۷۵±۰/۸۹b	٤/۱۲۵±۰/۸۳a	۳/۷۵±۰/۷۱a
۲ (درصد)	۳/۸۵۷±۰/٦٤a	۳/۵±۰/۵۳b	۳/۷۵±۰/۸۹b	٤/۰۱۱±۱/۰٦a	۳/۸۷۵±۰/۸۳a
۳ (درصد)	۳/۵۰±۰/۵۳b	۳/۸۵±۰/۷۱a	٤/۱٤±۰/۷٦a	٤/۱٤۵±۰/٦٤a	۳/۸۵±۰/٦٤a
نمونه شاهد	۳/۳۸±۰/۷٤bc	۲/۳۷۵±۰/۷٤e	٤±۱/۲۰a	٤/۱۷۵±۰/۹۹a	۳±۰/۹۳b

۳-۳- تاثیر افزودن رنگ طبیعی بر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی دراژه اسنک حجیم

مطابق شکل۲ در نمونه شاهد بیشترین میزان اکسیداسیون مشاهده شد، تمامی نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان در برابر اکسیداسیون پایدارتر از نمونه شاهد بودند. شایان‌ذکر است، عدد پراکسید در نمونه‌های روغن، وابسته به غلظت کورکومین بوده و با افزایش غلظت کورکومین اثر آنتی‌اکسیدانی افزایش و عدد پراکسید کاهش یافت. در نمونه‌های روغن حاوی کورکومین، در دمای ۲۵درجه سانتی گراد میزان عدد پراکسید تغییر معنی‌داری مشاهده نشد، اما بعدازآن به‌تدریج افزایش یافت، اما در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد، اکسیداسیون افزایش معنی دار داشته است. بنابراین دما به‌عنوان یک پراکسیدان سبب تسریع فرایند اکسیداسیون گردیده است. میانگین عدد پراکسید کلیه تیمارهای روغن در شرایط نور به‌طور قابل‌ملاحظه ای بیشتر از شرایط تاریکی بوده است. نور می‌تواند انرژی لازم برای افزایش سرعت اکسیداسیون را تأمین کند و به‌عنوان یک عامل پراکسیدان باعث افزایش روند تولید محصولات اولیه اکسایش (هیدروپراکسیدها) و محصولات ثانویه اکسیداسیون (آلدئیدها) شود و یا اینکه موجب تحریک حساس کننده شده، از طریق واکنش‌های فتو اکسیداسیون (نوع اول یا دوم) فساد روغن را تسریع کند (۲۱). فعالیت آنتی‌اکسیدانی کورکومین بسیار بیشتر از آنتی‌اکسیدان BHT[1] گزارش‌شده است (۲۰). در پژوهش ونکاتسان و همکاران (۲۰۰۰)، خواص آنتی‌اکسیدانی ترکیبات سنتزی متناظر با کورکومین با استفاده از سه مدل ممانعت از پراکسیداسیون چربی، جذب رادیکال ABTS[2] و DPPH[3] مطالعه شد بر اساس نتایج، آنالوگ های فنولی بسیار فعال‌تر از آنالوگ های غیرفنولی هستند و حتی برخی از غیر فنولی تا، غیرفعال می‌باشند. این ترکیبات بسیار فعال‌تر از آنتی‌اکسیدان‌های استاندارد آلفاتوکوفرول و ترولوکس هستند. این مطالعه نشان داد که گروه فنولی برای فعالیت کورکومین بسیار مهم است (۲۰).

1- Butylated Hydroxytoluene
2- 3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic Acid
3- 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl



شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف کورکومین و سایر آنتی‌اکسیدان تا بر عدد پراکسید دراژه روغنی در شرایط مختلف

۳-٤- تاثیر افزودن رنگ طبیعی بر ویژگی‌های میکروبی اسنک حجیم حاوی دراژه

بر اساس نتایج آزمون‌های فوق، آزمون میکروبی بر روی اسنک حاوی ۳ درصد کورکومین پی گیری شد. در آزمون‌های میکروبی انجام‌شده بر روی نمونه‌ها (جدول۲)، کاربرد کورکومین در اسنک حجیم سبب کاهش معنی دار بار میکروبی کل در نمونه‌ها شده است. همچنین رشد کپک و مخمر در نمونه‌های حاوی بیکسین نیز مشاهده نشده است، درحالی‌که در نمونه شاهد پلیت های ارزیابی میزان کپک و مخمر حاوی کلنی‌های قابل‌شمارش بودند. بر اساس نتایج یک تحقیق بر روی اثرات ضدمیکروبی عصاره کورکومین، کورکومین اثر ضدمیکروبی قوی روی *استافیلوکوکوس-اورئوس*، *باسیلوس‌سرئوس* و *کلستریدیوم‌پرفرنجنس* دارد، اما بر روی اسیدلاکتیک باکتری‌ها تاثیر ضعیفی نشان می‌دهد. همچنین روی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*، *لاکتوباسیلوس بیفیدوم* و مخمرها اثر معنی‌داری ندارد (۱۸). نتایج پژوهش پاریمالان (۲۰۱۴)، نشان داد؛ عصاره استخراج‌شده اتانولی از دانه آناتو (بیکسین)، فعالیت بازدارندگی چشمگیری در برابر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی مختلف ازجمله استافیلوکوکوس‌اورئوس و اشرشیاکولی و قارچ شبه‌مخمر کاندیدیا آلبیکانس دارد. آن‌ها قطر هاله بازدارنده این عصاره با غلظت mg/ml ۱۰ را برای *استافیلوکوکوس اورئوس* معادل ۲۰ میلی‌متر و برای *اشرشیاکلی* معادل ۲۲/۵ میلی‌متر گزارش نمودند. در پژوهش دیگری، عصاره اتانولی آناتو دارای اثر ضد میکروبی معنی‌داری معرفی شده است. این محققان قطر هاله بازدارنده این عصاره در غلظت mg/ml ۱۰ را در برابر اشرشیاکولی، معادل ۱۱ میلی‌متر گزارش کردند (ساتیان ناریانا، ۲۰۰۳). عشقی و همکاران (۱۳۹۰)، فعالیت ضد میکروبی و قدرت رنگی کورکومین در ماکارونی را موردبررسی قراردادند. مطابق نتایج؛ ماکارونی‌های رشته‌ای حاوی کورکومین در غلظت برابر با بتا کاروتن دارای رنگ روشن‌تر (L^* بالاتر) ، قرمزی کمتر (a^* پایین‌تر) و زردی تقریباً برابر (b^* مشابه) بودند، به‌طوری‌که در صورت استفاده از ۰/۰۳ درصد کورکومین در فرمولاسیون ماکارونی، تفاوت رنگ ایجاد شده (ΔE) در محصول نسبت به نمونه شاهد بدون رنگ، معادل کاربرد ۰/۰۷ زردچوبه و ۰/۰۱ درصد بتا کاروتن بود(۲).

جدول ۲- نتایج تاثیر کورکومین بر بار میکروبی نمونه‌های اسنک حجیم‌شده

ویژگی میکروبی شرایط نور و دمای محیط	تعداد کلنیCFU/g بهترین نمونه پس از تولید	تعدادکلنیCFU/g نمونه شاهد پس از تولید			حد مجاز در استانداردملی ایران
شمارش کلی کپک و مخمر	۲۷۶	٤۰۰			۱۰۰۰
اشرشیا کلی انتروباکتریاسه	۳۰	۱۰			۱۰۰
	۰	۰			صفر
	۰	۰			۱۰۰
ویژگی میکروبی شرایط نور	تعداد کلنیCFU/g بهترین نمونه پس از ۱ماه دمای محیط	تعدادکلنیCFU/g نمونه شاهد پس از۱ماه دمای محیط	تعداد کلنیCFU/g بهترین نمونه پس از ۱ماه دمای ۵۵ درجه	تعداد کلنیCFU/g نمونه شاهد پس از۱ ماه دمای ۵۵ درجه	حد مجاز در استانداردملی ایران
شمارش کلی کپک و مخمر	۱۵۰	۱۹۵	۲۲۰	۲۲۵	۱۰۰۰
اشرشیا کلی انتروباکتریاسه	۱۰	۱۵	۲۰	۲۰	۱۰۰
	۰	۰	۰	۰	صفر
	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
ویژگی میکروبی شرایط تاریکی	تعداد کلنیCFU/g بهترین نمونه پس از ۱ماه دمای محیط	تعدادکلنیCFU/g نمونه شاهد پس از۱ماه دمای محیط	تعداد کلنیCFU/g بهترین نمونه پس از ۱ماه دمای ۵۵ درجه	تعداد کلنیCFU/g نمونه شاهد پس از۱ ماه دمای ۵۵ درجه	حد مجاز در استانداردملی ایران
شمارش کلی کپک و مخمر	۲٤۰	۱۵۰	۲٤۳	۲۰۳	۱۰۰۰
اشرشیا کلی انتروباکتریاسه	۰	۰	۰	۱۰	۱۰۰
	۰	۰	۰	۰	صفر
	۰	۰	۰	۰	۱۰۰

٤- نتیجه‌گیری

مجموع نتایج نشان داد که کاربرد کورکومین در فرمولاسیون دراژه اسنک حجیم سبب بهبود ظاهر و ویژگی‌های رنگی اسنک شده و هم‌زمان جمعیت میکروبی و میزان کپک و مخمر نمونه‌ها را در مقایسه با نمونه شاهد فاقد رنگ کاهش می‌دهد. در میان غلظت‌های مورد آزمون، غلظت۳ درصد کورکومین از نظر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، رنگی و حسی مطلوب‌تر تشخیص داده شد. کاربرد کورکومین در عطروطعم نمونه‌ها تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد؛ اما سبب بهبود رنگ و بازارپسندی این محصول گردید. با عنایت به مصرف بالای اسنک‌های اکسترودشده در سراسر دنیا، همواره نگرانی‌های تغذیه‌ای به‌واسطه حضور رنگ‌های سنتزی وجود دارد، نتایج پژوهش اخیر نشان داده با استفاده از پودر فرموله کورکومین در صنعت اسنک می‌توان گامی مؤثر در رشد بازار رقابت، پرهیز از واردات رنگ‌های خوراکی و ارتقای سلامت عمومی جامعه داشت.

۵- منابع

۱.آزاد بخت، ل.، میرمیران، پ.، مومنان، ا. ع.، عزیزی، ف.۱۳۸۲. ارزیابی آگاهی، نگرش و عملکرد دانش آموزان مقاطع راهنمایی و دبیرستان منطقه ۱۳ تهران در زمینه تغذیه سالم. مجله غدد درون ریز و متابولیسم ایران، سال پنجم، شماره ٤. ص٤١٦-٤۰۹.

۲.عشقی، ن.، حسینی، ف.، حبیبی نجفی، م. ب.، هاشمی، م و بلوریان، ش. ۱۳۹۰. ارزیابی فعالیت ضد میکروبی و قدرت رنگی کورکومین در ماکارونی. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. جلد ۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ص. ۳۵٦-۳٤۸

۳.مجذوبی، م.، فرحناکی، ع. ۱۳۸۹. تکنولوژی اکستروژن در صنایع غذایی ایران. نشر علم کشاورزی ایران.

٤.موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۱. شمارش واحدهای تشکیل دهنده کلنی کپک و یا مخمر-

شمارش کلنی در پلیت در دمای ۲۵ درجه سیلسیوس. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۱۵٤.

۵.میلانی، الف. ۱۳۹٦. فرمولاسیون پوشش طعم‌دهنده کم چرب سین بیوتیک با هدف تولید میان وعده فراسودمند. طرح پژوهشی مصوب دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی (۲۳۵۳).

٦.نجف زاده، م.، بلندی، م.، میلانی. الف.۱۳۹٤. تاثیر متغیرهای فرمولاسیون و شرایط فرآیند اکستروژن بر ویژگی‌های اسنک حجیم فراسودمند حاوی مکمل فیبری (کنجاله کنجد و سبوس گندم). فصلنامه علمی- پژوهشی علوم و صنایع غذایی ۱۳۹٤؛ ۱۳(۱): ۱۳۷-۱۲۷

7.Bawa, A.S. and Sishu, J.S. 2003. Snack foods Range on the market, In: Benjamin Caballero, Editor(s)-in-Chief. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*: p. 5322-5332.

8.CARVALHO, D., TAKEUCHI, K., GERALDINE, R., MOURA, C., TORRES, M. 2015. Production, solubility and antioxidant activity of curcumin nanosuspension. Food Sci. Technol, Campinas, 35(1): 115-119.

9.Ciênc. Tecnol. Aliment. 2010. Functional extruded snacks with lycopene and soy protein Food Science and Technology (Campinas). (30)1:123-132

10. Fernanda Pinto da CostaII, P., Bueno Marcondes Ferraz, M., Ros-Polski, V., Quast, E. 2010. Functional extruded snacks with lycopene and soy protein. Ciênc. *Tecnol. Aliment.* 30 (1): 261-273

11.Giridhar, P., Venugopalan, A.,.Parimalan, R. 2014. A Review on Annatto Dye Extraction, Analysis and Processing – A Food Technology Perspective, *Journal of Scientific Research & Reports*.(3)2:327-348.

12.Gowda, N. K. S., Ledoux, D. R., Rottinghaus, G. E., Bermudez, A. 2008. Efficacy of Turmeric (Curcuma longa), Containing a Known Level of Curcumin, and a Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate to Ameliorate the Adverse Effects of Aflatoxin in Broiler Chicks. *Poult Sci* , 87:1125-1130.

13.HUNG, R., Peng, J., Lu, F. 2006. The study of optimum operating condition of extruded snack food with tomato powder. *Journal of Food Process Engineering*. 29: 1–21

14. Indira Priyadarsini, K. 1997. Free radical reactions of curcumin in membrane models. *Free Radical Biology and Medicine*. (23) 6: 838-843.

15. Obón, J.M., Castellar M.R., Alacid, M., Fernández-López, J.A . 2009. Production of a red–purple food colorant from Opuntia stricta fruits by spray drying and its application in food model systems, *Journal of Food Engineering*. 90: 471–479.

16. Lopez-Lazaro, M.2008.Anticancer and carcinogenic properties of curcumin: Considerations for its clinical development as a cancer chemopreventive and chemotherapeutic agent. Mol. Nutr. *Food Res.*, 52: S103 –S127.

17.Marcolino, VA., Zanin, GM., Durrant, LR., Benassi Mde, T., Matioli, G. 2011. Interaction of curcumin and bixin with β-cyclodextrin: complexation methods, stability, and applications in food. J Agric *Food Chem.* 13;59(7):3348-57.

18.Peret-Almeida, l., Cristina da Cunha, Naghetini., Elziria de Aguiar, Nunan., Roberto Goncalves, Junqueira., Beatriz Abreu Gloria, Maria. 2008.In vitro antimicrobial activity of the ground rhizome, curcuminoid pigments and essential oil of Curcuma longa L. *Ciencia e* , 32(3): 875-881.

19.Satyanarayana, A., Prabhakara Rao, P. G., Rao, D. G. 2003. Chemistry, processing and toxicology of annatto. *Journal of Food Science and Technology*.(40)2:131-141.

20.Scotter, M. 2009. The chemistry and analysis of annatto food colouring: a review, Food Additives and Contaminants. (26)8: 1123–1145.

21.Stojceska, V., Ainsworth, P., Plunkett, A. and İbanoğlu, Ş. 2009. The effect of extrusion cooking using different water feed rates on the quality of ready-to-eat snacks made from food by-products. *Food Chemistry*, 114(1): 226-232.

(Original Research Paper)

Effect of Application of Natural *curcumin* Color on Physicochemical, Microbial and Organoleptic Properties of Coating for Puffed Snack

Fereshteh Hosseini [1], Elnaz Milani [1*], Samaneh Rezaei Boroujerdi [2], Gholam Ali Goli movahhed[3]

1- Assistant Professor, Food science and Technology Research Institute. ACECR, Khorasan Razavi, Mashhad, Iran.
2- MSc Student of Food Science and Technology, Ferdowsi University Of Mashhad, Mashhad, Iran.
3- Instructor, Food science and Technology Research Institute. ACECR, Khorasan Razavi,Mashhad, Iran.

Received:21/01/2018 Accepted:28/09/2018

Abstract

Due to high rate of consumption of extruded snack, worry about the dangers of synthetic colors are rapid growing in all around the world. Extruded snacks have introduced as an appropriate candidate to improve nutritional properties and production of functional foods. Because of desirable effects of natural color additives in food, its worldwide demand is growing day by day. In this research, Curcumin as a natural color additives in different concentration (1, 2, 3%) were added in the formulation of functional coating for extruded snacks and their effects on the antioxidant activity, color (L,a,b), organoleptic and microbial (total count, yeast and mold, Enterobacteriaceae, *Ecoli*) properties of samples were investigated and compared by control sample. Results showed notable effect of corcumin addition on a* Component. How ever the control sample had the highest L* and there is no difference in b* Component between other samples and control sample.The samples containing 3% concentrations of Curcumin in organoleptic characteristics such as aroma, texture, appearance and overall acceptability were higher in comparison with control sample. Results for peroxide index demonstrated the appropriate influence of corcumine in compare with other natural and syntactic antioxidant. In samples containing 3% Curcumin the least value of total count was recorded. As well as mold and yeast growth were not observed. Based on results, in order to improvement of extruded snack industry in our contry and the importance of increase in society health and infanat nutrition, Curcumin could be used as untimicrobila and functional natural color in food technology specially snack industry.

Keywords: Natural Color, Curcumin, Puffed Snack, Functional Coating

Corresponding Author: e.milani@jdm.ac.ir [*]