کاربرد کاروتنوئیدهای استخراجی از گوجه فرنگی در مواد غذایی حرارت دیده و سرد و بررسی پایداری آن در طول زمان نگهداری

الهام خانی پور[1]*، جواد کرامت[2]، سید هاشم حسینی پرور[3]، علی معتمدزادگان[4]، آزاده قربانی حسن سرایی[1]، سید احمد شهیدی یاساقی[1]

Archive of SID

چکیده

۹۳ درصد کاروتنوئیدهای موجود درگوجه فرنگی را لایکوپن تشکیل می‌دهد. این رنگدانه دارای اثرات فیزیولوژیکی مهم و مفیدی در بدن انسان می‌باشد و خطر ابتلا به سرطان را کاهش می‌دهد. درسالهای اخیر با وجود اثرات سوء رنگهای مصنوعی توجه خاصی به استفاده از رنگهای طبیعی مبذول شده است، لذا استخراج کاروتنوئیدهای گوجه فرنگی و استفاده از آن در غذا به عنوان یک رنگ طبیعی حائز اهمیت می‌باشد. در این پژوهش ابتدا استخراج کاروتنوئیدهای گوجه فرنگی بوسیله روش حلال در شرایط بهینهٔ مخلوط حلالها (n- هگزان، اتانول و استن به نسبت ۱ :۱ :۲ ، زمان ۶ ساعت، دمای نقطه جوش حلال (۵۰ درجه سانتیگراد) و نسبت برابر حجم حلال با حجم نمونه) انجام شد. سپس از رنگ استخراج شده با درصدهای مختلف در سوسیس آلمانی (۷/۰۳ ، ۹/۵۰۱ و ۱۳/۹۷۷ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم سوسیس) و بستنی (۴/۲۱ ، ۸/۴۲ و ۱۲/۶۳ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم بستنی) استفاده شد و توسط آزمون حسی رتبه بندی، بهترین درصد مقدار رنگ بر اساس پذیرش کلی مصرف کنندگان تعیین شد. همچنین پایداری رنگ در فرآورده‌های مذکور بوسیله نگهداری آنها در دمای ۰ تا ۴ درجه سانتیگراد (برای سوسیس) و ۲۱- درجه سانتیگراد (برای بستنی) در طول زمان انبارداری بوسیله سیستم رنگ سنجی هانترلب مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون حسی نشان داد که حدود ۹/۵۰۱ گرم رنگ به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم سوسیس آلمانی و نیز حدود ۸/۴۲ گرم رنگ به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم بستنی، مقدار مناسب رنگ از لحاظ پذیرش مصرف کنندگان می‌باشد. در سطح احتمال ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری بین دوره اول و دوم انبارداری از لحاظ تغییر رنگ در سطح و مقطع عرضی سوسیس‌ها وجود داشت، اما بین دوره سوم و چهارم انبارداری از لحاظ تغییر رنگ، اختلاف معنی داری دیده نشد. در سطح احتمال ۹۹ درصد تغییرات رنگ بستنی در طول ۵ روز اول انبارداری اختلاف معنی‌داری داشته و در طی ۵ روز دوم و سوم انبارداری در تغییرات رنگ اختلاف معنی‌داری دیده نشد.

واژه‌های کلیدی: کاروتنوئیدها، لایکوپن، گوجه فرنگی، بستنی، سوسیس

۱- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت ا... آملی elhamkhanipour@yahoo.com :

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- دانشجوی دکتری مهندسی صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد، عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران

۴- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران

www.SID.ir

مقدمه

یکی از خصوصیات کیفی مواد غذایی رنگ آن است که امروزه نقش مهمی در مقبولیت[1] محصولات غذایی دارد چنانچه محصول غذایی از رنگ مناسب که یکی از خصوصیات ظاهری[2] است برخوردار نباشد با کاهش شدید ارزش عرضه مواجه خواهد شد. سایر خصوصیات کیفی مانند عطر، طعم، بافت و غیره پارامترهایی هستند که پس از مصرف محصول غذایی و احیاناً پس از یکبار خریدن و مصرف کردن آن مورد قضاوت قرار می گیرد(۱۶). رنگ عامل مؤثر در جلب نظر و انتخاب مادهٔ غذایی است و وجود آن در تشخیص سریع پذیرش نهایی هر فرآورده غذایی مؤثر می‌باشد، زیرا رنگ باعث جذابیت ماده غذایی می گردد(۷). رنگ دهنده‌های غذایی به دو دسته رنگهای با مجوز مصرف (یعنی برای مصرف نیاز به کسب مجوز می‌باشد) و رنگهای بدون نیاز به مجوز مصرف تقسیم می‌شوند(۶). در ایران در سالهای اول دهه ۱۳۶۰ بدلیل استفاده از رنگهای غیرمجاز در اغلب فرآورده‌های غذایی، ابتدا مصرف رنگ ممنوع اعلام گردید، ولی با توجه به لزوم استفاده گسترده از انواع رنگها در انواع فرآورده‌های غذایی این ممنوعیت مؤثر واقع نگردید و مشکلات بسیاری را بوجود آورد و بنابراین چند نوع رنگ از جمله کارموئیزین، اریتروزین، الورا رد و سانست یلو بعنوان رنگ‌های مجاز اعلام گردید(۲). اهمیت سلامت افزودنی‌های غذایی و مدارکی که مدعی است بعضی از رنگهای مصنوعی ممکن است برای سلامتی انسان مضر باشند لزوم توجه بیشتر به استفاده از رنگ‌های طبیعی بجای رنگ‌های مصنوعی را یادآور شده است(۷). لایکوپن برای اولین بار در سال ۱۸۷۳ از توت قرمز گونه توماس کومیونیس[3] به صورت پیگمان قرمز رنگ کریستالی جدا شد و در سال ۱۸۷۵ میلاردت[4] رنگدانه‌ای از مخلوط گوجه فرنگی بدست آورد و سولانوروبین[5] نامید و دوگار[6] در سال ۱۹۱۳ این رنگدانه را چون از لیکوپرسیکون[7] جدا شده بود، لایکوپن نامید (اقتباس (اقتباس از منبع۱۴). لایکوپن کاروتنوئید اصلی گوجه فرنگی بوده با ۱۱ باند دوگانه مزدوج، جزء کاروتنوئیدهای بدون حلقه می‌باشد. این ماده، دارای نقطه ذوب ۱۷۳ درجه سانتیگراد و وزن مولکولی ۵۳۶/۹ می‌باشد. بدن انسان قادر به ساخت لایکوپن نبوده و باید آن را از رژیم غذایی دریافت نماید (اقتباس از منبع ۱۵). کان و کراندمن[8] در سال ۱۹۳۲ ساختمان شیمیایی ایزومرهای لایکوپن را بررسی کردند. در سال ۱۹۴۴، پولگار و زیچمیستر[9] تفاوتهای ایزومر ایزومر سیس و ترانس را بررسی نموده و مهمترین پارامتر تفاوت ایزومرها را شدت رنگ آنها بیان کردند. در بسیاری از مواد غذایی خام ایزومر ترانس از نظر کمی، اهمیت بیشتری داشته و به عنوان مثال در میوه قرمز گوجه فرنگی ۹۶-۹۴ درصدلایکوپن را ایزومر ترانس و ۵-۳ درصد را ایزومرسیس تشکیل می‌دهد(۹ و ۱۳). در سال ۱۹۵۵ کاچیک[10] و همکاران بیان کردند که در خانواده کاروتنوئیدها، لایکوپن قویترین آنتی اکسیدان می‌باشد(اقتباس از منبع ۳). در سال ۱۹۷۴ بجلکا[11]، در سال ۱۹۷۹ مظفری، در سال ۱۹۸۵ باتیهی[12] و در سال ۱۹۹۴ پوتیسچمن[13] اعلام کردند که لایکوپن خطر ابتلا به سرطانهای مرگباری همچون سرطان مری، معده، لوزالمعده، پروستات، کولون و غشاء مخاطی ، ریه، پستان و ... را

1- Acceptability
2 - Appearance
3 -Tomus communis

4 -Millardet
5 - Solanorubin
6 - Duggar
7 - Lycopersicon
8 - Kuhn and Crundmann
9 - Polgar and Zechmister
10 - Khachik
11 - Bjelka
12 - Batiehe
13 - Potischman

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش می‌دهد(اقتباس از منبع ۸). بررسی کهلمیر[1] در سال ۱۹۹۷، نشان داد که لایکوپن از اکسیداسیون کلسترول لیپوپروتئین هایی با دانسیته کم جلوگیری کرده و احتمال ابتلاء به امراض قلبی را کاهش می‌دهد (اقتباس از منبع ۱۱). در سرم خون افراد مبتلا به ایدز، سطح پائین تری از لایکوپن وجود دارد. عدم جذب چربی‌ها که در عفونت پیشرفته ایدز معمول است بدلیل سطح پائین لایکوپن می‌باشد، لایکوپن با حفاظت از سیستم بدن می‌تواند در درمان ایدز نقش داشته باشد(۱۰).

استفاده از لایکوپن و کاروتنوئیدها، بویژه β کاروتن که پیش ساز ویتامین A می‌باشد در مواد غذایی دارای اهمیت ویژه‌ای است. با توجه به نقش آنتی اکسیدانی و نقش حفاظتی لایکوپن در بدن انسان استفاده از آن به عنوان عامل رنگ دهنده در مواد غذایی دارای اهمیت فراوان است. در صنایع غذایی، در تولید کره ، مارگارین، سس مایونز، شیر، بستنی یخی، ماکارونی، چیپس، نان، شیرینی، بیسکویت، پنیر و همچنین در صنعت مواد آرایشی می‌توان از کاروتنوئیدها به عنوان ترکیب رنگی استفاده کرد(۱۷ و ۵). در این تحقیق رنگ استخراج شده از گوجه فرنگی به روش حلال با درصدهای مختلف به دو محصول حرارت دیده و سرد (سوسیس و بستنی) افزوده شد و میزان پایداری رنگ در طول انبارداری محصولات بررسی شد. هدف از این تحقیق استفاده از رنگ طبیعی در فرآورده‌های غذایی و بررسی پایداری رنگ استخراج شده در طول زمان نگهداری محصولات می‌باشد.

مواد و روش‌ها

گوجه فرنگی واریته ردکلود[2] از مزرعه ای واقع در منطقه کبوترآباد اصفهان تهیه شد. استخراج رنگ از عصاره گوجه فرنگی به روش حلال در شرایط بهینه مخلوط حلالها (n- هگزان، اتانول و استن) به نسبت (۱ :۱: ۲) ، زمان ۶ ساعت ، دمای نقطه جوش حلال (۵۰ درجه سانتیگراد) و نسبت برابر حجم حلال با حجم نمونه انجام گرفت(۱).

فرمولاسیون بستنی تهیه شده در این پژوهش دارای متوسط چربی ۱۲ درصد، شیر خشک بدون چربی ۱۱ درصد، شکر ۱۵ درصد، مواد تثبیت کننده (کربوکسی متیل سلولز) ۰/۳درصد و ماده خشک کل ۳۸- ۳۶ درصد بود. به فرمول مخلوط بستنی در سه سطح رنگ استخراج شده اضافه شد. مقدار رنگ افزوده شده به بستنی‌های نمونه ۱ ، ۲ و ۳ به ترتیب ۴/۲۱ ، ۸/۴۲ و ۱۲/۶۳ گرم رنگ به ازای ۱۰۰ کیلوگرم بستنی بود. پس از آماده شدن نمونه‌های بستنی و انجام مرحله سفت شدن[3] در سرد خانه زیر صفر، آزمایشات حسی روی نمونه‌ها انجام شد.

فرمولاسیون سوسیس تهیه شده در این پژوهش دارای ۴۰ درصد گوشت، ۱۳درصد روغن، ۶ درصد آرد، ۷ درصد گلوتن، ۲ درصد سیر، ۱/۵ درصد ادویه، ۱/۵ درصد پروتئین سویا و ۲۵ درصد یخ بود. به فرمولاسیون سوسیس در دستگاه خردکن (کاتر) در سه سطح، رنگ اضافه شد. میزان رنگ در نمونه‌های ۱ ، ۲ و ۳ به ترتیب ۱۳/۹۷۷ ، ۹/۵۰۱ و ۷/۰۳ گرم رنگ به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم سوسیس بود. میزان رنگ افزوده شده به نمونهٔ شاهد صفر بود. پس از پر کردن سوسیس در پوشش‌ها، فرآیند حرارتی اعمال شد و سپس مطلوبیت رنگ محصول با آزمایشات حسی تعیین شد.

به منظور بررسی پایداری رنگ در محصولات، بعد از تولید سوسیس و بستنی به ترتیب در شرایط سردخانه بالای صفر و دمای زیر صفر نگهداری شده وتغییرات رنگ با دستگاه اسپکتروفتومتر انعکاسی هانترلب ساخت کارخانه تکست فلش[4] آمریکا و اندازه‌گیری فاکتورهای L,a,b مورد

1 - Kohlmeir
۲ - Redcloude
۳ - Hardening
۴ - Text Flash

Archive of SID

www.SID.ir

مورد بررسی قرار گرفت. مدت زمان نگهداری برای سوسیس ۲۰ روز و برای بستنی ۱۵ روز بود.

تغییرات رنگ در سطح و مقطع عرضی سوسیس بوسیله دستگاه هانترلب در طول دورهٔ انبارداری به صورت اختلاف رنگ توسط معادله زیر محاسبه شد (۴).

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

ΔE_1 = تغییرات رنگ از روز اول تا روز پنجم انبارداری (دوره اول)

ΔE_2 = تغییرات رنگ از روز ششم تا روز دهم انبارداری (دوره دوم)

ΔE_3 = تغییرات رنگ از روز یازدهم تا روز پانزدهم انبارداری(دوره سوم)

ΔE_4 = تغییرات رنگ از روز شانزدهم تا روز بیستم انبارداری(دوره چهارم)

تغییرات رنگ بستنی نیز در طول دورهٔ انبارداری به صورت اختلاف رنگ توسط معادلهٔ فوق محاسبه و گزارش شد. برای بستنی تغییرات رنگ در دوره‌های مختلف عبارت بودند از:

ΔE_1 = تغییرات رنگ از روز اول تا روز پنجم انبارداری (دوره اول)

ΔE_2 =تغییرات رنگ از روز ششم تا روز دهم انبارداری (دوره دوم)

ΔE_3 = تغییرات رنگ از روز یازدهم تا روز پانزدهم انبارداری(دوره سوم)

به منظور مقایسهٔ نمونه‌های بستنی و سوسیس آلمانی با استفاده از رنگ استخراج شده از گوجه فرنگی و تعیین پذیرش مصرف کنندگان، آزمون حسی رتبه بندی[1] انجام شد. آزمون حسی بستنی روی رنگ و طعم و برای سوسیس روی رنگ انجام شد. به منظور انتخاب بهترین نمونه، در هر زمان فقط یک نمونه به هر آزمایشگر داده شد و در شرایط خیلی راحت و طبیعی، نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت.

درجه بندی نمونه‌ها به این صورت انجام شد که آزمایشگرها به بهترین نمونه، نمره ۱ و به بدترین نمونه بیشترین نمره را دادند. در این آزمون‌ها از آزمایشگرهایی در شرایط سنی مختلف استفاده شد. تعداد آزمایشگرها در هر مرحله ۳۰ نفر بود و به هر آزمایشگر تحت شرایط یکسان، نمونه یکسان و به مقدار مساوی از بستنی یا سوسیس داده شد و سپس محاسبات آماری روی نتایج انجام شد.

دراین تحقیق آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی وآزمون فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن و T تست بررسی شد(۱۲). بالانویس‌های a ، b و ... که در جداول مربوطه ارائه گردیده، به ترتیب بیشترین مقدار اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد و حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار میان نمونه‌ها می باشد.

نتایج و بحث

آنالیز نتایج رنگ سنجی در این پژوهش نشان داد که تغییرات رنگ در سطح سوسیس بیشتر از مقطع عرضی بود، این مسئله بدلیل بیشتر بودن سطح نمونه‌ها است و بالطبع سطح بیشتری از نمونه در معرض عواملی نظیر نور بوده است. تغییرات رنگ در ابتدای دوره انبارداری بیشتر از اواخر دوره بوده است، این مسئله نیز نشان می‌دهد که تغییراتی نظیر اکسیداسیون لایکوپن و در نتیجه کاهش میزان رنگ محصول بیشتر در ابتدای دورهٔ نگهداری رخ می‌دهد و پس از این مدت لایکوپن در شرایط نگهداری پایدار می‌ماند. مقایسهٔ میانگین نشان داد که در سطح احتمال ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری بین دوره اول و دوم انبارداری از لحاظ تغییر رنگ در سطح و مقطع عرضی سوسیس‌ها وجود داشت، اما بین دوره سوم و چهارم انبارداری از لحاظ تغییر رنگ، اختلاف معنی داری دیده نشد، بعبارت دیگر تغییر رنگ تا روز دهم انبارداری تفاوت معنی داری نشان داده و

۱ - Ranking

Archive of SID

www.SID.ir

پس از آن تغییرات رنگ تا روز بیستم اختلاف معنی‌داری نداشت(جداول ۱ و ۲ – شکلهای ۱و۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس تغییرات رنگ سطح نمونه‌های سوسیس در طول انبارداری

نمونه‌ها	منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
نمونه ۱	تیمار	۲/۶۰۴	۳	۰/۸۶۷**
	خطا	۰/۰۴	۴	۰/۰۱
	کل	۲/۶۴۱	۷	
نمونه ۲	تیمار	۱/۴۱۷	۳	۰/۴۷۲**
	خطا	۰/۱۱۱	۴	۰/۰۲۷
	کل	۱/۵۲۸	۷	
نمونه ۳	تیمار	۰/۲۴۷	۳	۰/۰۸۲**
	خطا	۰/۰۱۳	۴	۰/۰۰۳
	کل	۰/۲۶۱	۷	
نمونه شاهد	تیمار	۰/۱۵۲	۳	۰/۰۵۱**
	خطا	۰/۰۰۱	۴	۰/۰۰۰۲
	کل	۰/۱۵۳	۷	

** : معنی دار در سطح ۱٪

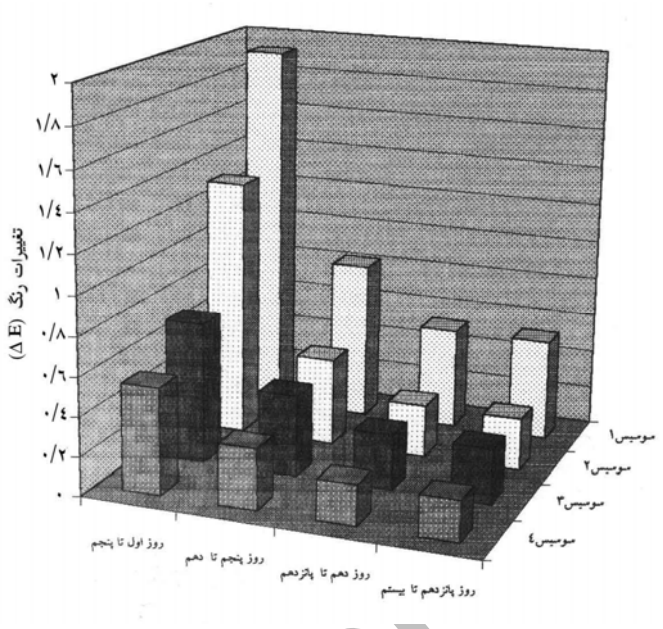
جدول۲- تجزیه واریانس تغییرات رنگ مقطع عرضی نمونه‌های سوسیس درطول انبارداری

نمونه‌ها	منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
	تیمار	۰/۶۷۷	۳	۰/۲۲۶**
نمونه ۱	خطا	۰/۰۰۲	۴	۰/۰۰۰۵
	کل	۰/۶۷۹	۷	
	تیمار	۰/۳۲۵	۳	۰/۱۰۸**
نمونه ۲	خطا	۰/۰۱۲	۴	۰/۰۰۳
	کل	۰/۳۳۷	۷	
	تیمار	۰/۷۲۲	۳	۰/۲۴۱**
نمونه ۳	خطا	۰/۰۰۸	۴	۰/۰۰۲
	کل	۰/۷۳۱	۷	
	تیمار	۰/۰۳۶	۳	۰/۰۱۲**
نمونه شاهد	خطا	۰/۰۰۰۵	۴	۰/۰۰۰۱
	کل	۰/۰۳۷	۷	

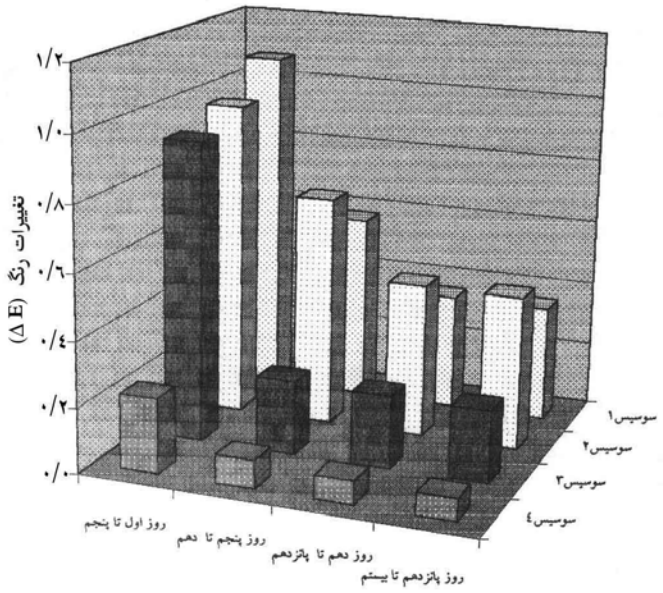
Archive of SID

www.SID.ir

** : معنی دار در سطح ۱٪



شکل ۱- بررسی تغییرات رنگ سطح سوسیس در طول انبارداری



شکل ۲- بررسی تغییرات رنگ مقطع عرضی سوسیس در طول انبارداری

مقایسه میانگین نتایج آزمون حسی نمونه‌های سوسیس با درصدهای رنگ مختلف در سطح احتمال ۹۹ درصد نشان داد که نمونه ۲ بهترین نمونه انتخاب شده و بین نمونه ۱ و ۳ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و نمونه ۱ و ۳ با بقیه نمونه‌ها

www.SID.ir

متفاوت بودند (جدول ۳). بنابراین استفاده حدود ۹/۵ گرم رنگ به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم سوسیس آلمانی مقدار مناسب رنگ، از لحاظ پذیرش مصرف کنندگان می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس نتایج آزمون حسی میزان رنگ مورد قبول نمونه‌های سوسیس

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۶۱/۱۹۴	۳	۲۰/۳۹۸**
خطا	۹۳/۸۰۶	۱۲۰	۰/۷۸۲
کل	۱۵۵/۰۰۰	۱۲۳	

** : معنی دار در سطح ۱٪

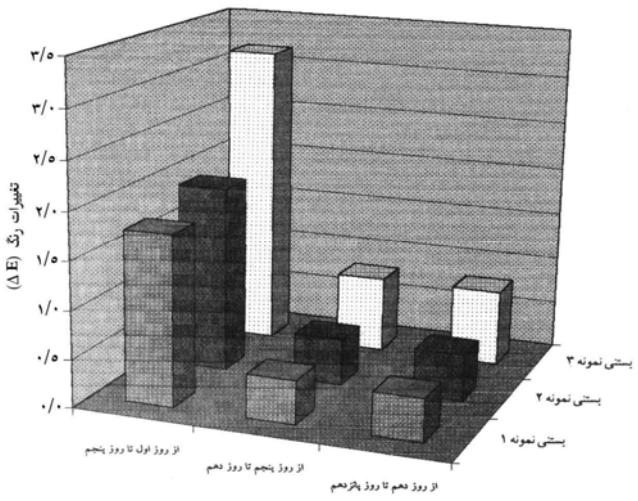
نتایج بررسی تغییر رنگ بستنی در طول دوره انبار داری توسط دستگاه هانترلب نشان داد که تغییر رنگ در هر سه نمونه مشاهده شده است، اما سرعت تغییر رنگ در ابتدا بیشتر و سپس ثابت بوده است.

همانگونه که در جدول ۴ و شکل ۳ مشاهده می‌شود در سطح احتمال ۹۹ درصد تغییرات رنگ ΔE_1 اختلاف معنی‌داری با دوره ΔE_2 و ΔE_3 داشته و بدلیل اینکه تغییر رنگ در دوره آخر انبارداری، ناچیز بود به ۱۵ روز انبارداری کفایت شد. نتیجه آن که تغییرات رنگ در طول ۵ روز اول انبارداری اختلاف معنی‌داری داشته و در طی ۵ روز دوم و سوم انبارداری در تغییرات رنگ اختلاف معنی‌داری دیده نشد، این پدیده احتمالا در اثر تثبیت ساختمان کاروتنوئیدها و رنگ آنها در ۵ روز دوم و سوم انبارداری می‌باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس تغییرات رنگ نمونه‌های بستنی در طول انبارداری

نمونه‌ها	منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
	تیمار	۲/۳۱۵	۲	۱/۱۵۷ **
نمونه ۱	خطا	۰/۰۱۷	۳	۰/۰۰۵
	کل	۲/۳۳۲	۵	
	تیمار	۲/۸۱۵	۲	۱/۴۰۷ **
نمونه ۲	خطا	۰/۰۴۴	۳	۰/۰۱۴
	کل	۲/۸۵۹	۵	
	تیمار	۷/۴۸۸	۲	۳/۷۴۴**
نمونه ۳	خطا	۰/۰۲۴	۳	۰/۰۰۸
	کل	۷/۵۱۲	۵	

** : معنی دار در سطح ۱٪



Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۳- بررسی تغییرات رنگ بستنی در طول انبارداری

مقایسه میانگین نتایج آزمون حسی نمونه‌های بستنی با درصدهای مختلف رنگ در سطح احتمال ۹۹ درصد نشان داد که نمونه ۲ با نمونه‌های ۱ و ۳ تفاوت معنی داری داشته و نمونه ۲ بهترین نمونه از لحاظ میزان رنگ، انتخاب شد(جدول ۵). همچنین نتایج آزمون حسی نمونه‌ها ازنظر طعم و رنگ نشان داد که نمونه‌های ۱ و ۲ با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته ولی با نمونه ۳ تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۹۹ درصد دارند(جدول ۶). بنابراین استفاده حدود ۸/۴گرم رنگ به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم بستنی مقدار مناسب رنگ، از لحاظ پذیرش مصرف کنندگان می‌باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس نتایج آزمون حسی میزان رنگ مورد قبول نمونه‌های بستنی

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۱۲/۶۴۵	۲	۶/۳۲۳**
خطا	۴۹/۳۵۵	۹۰	۰/۵۴۸
کل	۶۲۰۰۰	۹۲	

** : معنی دار در سطح ۱٪

جدول ۶- تجزیه واریانس نتایج آزمون حسی رنگ و طعم مورد قبول نمونه‌های بستنی

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۱۵/۶۷۷	۲	۷/۸۳۹**
خطا	۴۶/۳۲۳	۹۰	۰/۵۱۵
کل	۶۲۰۰۰	۹۲	

** : معنی دار در سطح ۱٪

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که می‌توان از کاروتنوئیدهای استخراج شده از گوجه فرنگی به عنوان یک رنگ طبیعی در فرمولاسیون فرآورده‌های غذایی استفاده نمود. با توجه با اینکه لایکوپن نسبت به اکسیداسیون بسیار حساس می‌باشد، رنگ اضافه شده به فرآورده‌های مذکور پایداری نسبتاً خوبی داشته است. از آنجایی که در ایران مقادیر زیادی گوجه فرنگی تولید می‌شود و کارخانجات تولید فرآورده‌های رب گوجه فرنگی تولید کنندهٔ مقادیر زیادی ضایعات حاوی کارتنوئیدها می‌باشند، پیشنهاد می‌شود که از ضایعات مذکور لایکوپن استخراج کرده و در تولید فرآورده‌های غذایی استفاده نمود.

منابع

۱- خانی پور، ا. کرامت،ج. ، شکرانی،ر. ۱۳۸۶،" تعیین شرایط بهینه استخراج کاروتنوئیدهای گوجه فرنگی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، جلد یازدهم، شماره دوم، صفحات ۳۷-۲۳.

۲- صباح، س. ۱۳۷۳، *"بررسی رنگهای قرمز مصنوعی خوراکی"*، مجموعه مقالات هفتمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران، دانشگاه تهران، صفحات ۵۷۹-۶۰۲.

3- Anguelova, T. and Warthesen, Y., 2000, "Degradation of lycopene, α-carotene and β-carotene during lipid peroxidation", Journal of Food Science, Vol. 65, No. 1, pp. 71-75.

4- Ausich et al. 1999, "Process for the isolation and purification of lycopene crystals", US Patent, PN. 5,858,700.

Archive of SID

www.SID.ir

5- Bernaldo de Quiros, A. R. and S. Costa, H., 2006. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review, Journal of Food Composition and Analysis 19, 97–111.
6- Berset, C., 1995, "Natural red colorant effectiveness as influenced by adsorptive support", Journal of Food Science. Vol. 60, No. 4, pp. 858-861.
7- Dziezak, J. D., 1987, "Application of food colorants", Food Technology, Vol. 41, No. 4, pp. 78-88.
8- Heber, D., 2000, "Colorful cancer prevention α-carotene, lycopene and lung cancer", American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 72, No. 4, pp. 901-902.
9- Johnshi, P., 1993, "Lycopene in tomato products stability and bioavailability through food processing and extraction of lycopene concentrate as food ingredient", Research Scientist Food Research Center Agriculture and Agri-food Canada, 93 Stone Road West, Guelph, Ont.
10- Rao, A. and Zeeshan, A., 1998, "Lycopene content of tomato products and their contribution to dietary lycopene", Food Research International, Vol. 31, No. 10, pp. 373- 381..
11- Sadler, G. and Dezman, D., 1990, "Rapid extraction of lycopene and ß-carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates", Journal of Food Science, Vol. 55, No. 5, pp. 1460-1461.
12- SAS Institute, 1996, SAS user's guide: statistics sas institute Inc, NC.
13- Schieber, A. and Carle, R., 2005. Occurrence of carotenoid cis-isomers in food: Technological, analytical, and nutritional implications, Trends in Food Science & Technology, 16, 416–422.
14- Schwartz, S. T., 1999, "Lycopene, chemical and biological properties", Food Technology, Vol. 53, No. 2, pp. 38-43.
15- Sharma, S. K. and Maguer, M. E., 1996, "Lycopene in tomato and tomato pulp fraction", Journal of Food Science, Vol. 8, No. 2, pp. 107-113.
16- Walford, J., 1980, Development in color, Reinhold, New York.
17- Wohlmuth H., "Lycopene - A Short Review", [on-line], http://www.botanicalpathways.com/issue01/Lycopene.html [Dec. 5, 2001].

Archive of SID

www.SID.ir

Application of extracted tomato carotenoids in heated and unheated foods: Study of color stability during storage

E. Khanipour[1*], J. Keramat[2], S.H. HosseiniParvar[3] , A. Motamedzadegan[4], A. Ghorbani[1] and S.A. Shahidi[1]

Abstract

Carotenoids are the main pigments of tomato, of which 93% is lycopene. Lycopene has desirable physiological effects in human such as cancer prevention. Recent years, because of harmful side effects of synthetic coloring agents used in food products, employing of natural food coloring agents has become very important. In this research firstly, solvent extraction method was used for tomato carotenoids extraction. The optimum conditions for solvent extraction method was a mixture of solvent (n-hexane, ethanol and acetone with ratio of 1:1:2), boiling temperature (50 ºC), extraction time of 6 hours and equal ratio of solvent volume to tomato squash (crushed tomato after removing of skin and seeds). After extraction of tomato carotenoids, applicability of the extracted color was considered by using the color in sausage (13.977, 9.501 and 7.03 gr color per 100 Kg sausage) and ice cream (4.21, 8.42 and 12.63 gr color per 100 Kg ice cream). The best percentage of the added colour to those products was determined by performing of a taste panel. Finally, the stability of the color in the products was examined by storing them at 0-4ºC (for sausages) and -21ºC (for ice cream) and their color changes were measured by Hunter lab Colorimetry System. Results of sensory evaluation showed that addition of 9.501 gr of extracted color per 100 Kg sausages and 8.42 gr of extracted color per 100 Kg ice cream are acceptable for consumers. From viewpoint of color changes of surface and cross section of sausages, there was significant difference between first and second period of storage, but there was no significant differences between third and fourth period of storage ($P < 0.01$). There was significant differences in color changes of ice cream during first five days of storage, but there was no significant differences during second and third five days of storage ($P < 0.01$).

Keywords: Carotenoids, Lycopene, Tomato, Ice cream, Sausage

1- Department of Food Science and Technology, Azad Islamic University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Mazandaran.
* Corresponding Author: E-mail: elhamkhanipour@yahoo.com
2- Assistant Prof. Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
3- Ph.D Student of Food Engineering, Ferdowsi University of Mashhad.
4- Assistant Prof. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Agriculture and Natural Resources Complex, University of Mazandaran.

Archive of SID

www.SID.ir