رنگ‌دهنده‌های طبیعی:

نویسنده: یگانه رجب زاده

- **مقدمه:**

هیچ تعریف قانونی فعلی از رنگ طبیعی وجود ندارد و در واقع برخی از رنگ‌های طبیعی که به طور گسترده در اروپا استفاده می‌شوند مانند لوتئین (مورد تایید E۱۶۱b) برای استفاده به عنوان رنگ خوراکی در ایالات متحده مجاز نیستند. انجمن‌های صنفی تخصصی و شرکت‌های منفرد سیاست‌ها و دستورالعمل‌هایی در مورد رنگ‌ها طبیعی دارند. اگرچه اینها تمایل به توافق خوبی در مورد عمده رنگ‌ها دارند، اما اغلب در مورد برخی از موضوعات بحث برانگیز اختلاف نظر دارند.

مواد رنگ‌دهنده یا از منابع طبیعی هستند یا از طریق سنتز تولید می‌شوند و همان رنگ‌هایی هستند که در طبیعت یافت می‌شوند.

- **جدول رنگ‌های طبیعی:**

زردچوبه / کورکومین	E۱۰۰ یا کورکومین	قنادی، روکش‌ها و چاشنی‌ها، سس‌ها، دسرها، چربی‌های زرد، بستنی و شربت‌ها
چغندر	E۱۶۲ یا قرمز چغندر یا بتانین	بستنی، شیر نوشابه، لبنیات، شربت، آیسینگ و تزیینات و ماست
آناتو	E۱۶۰b یا آناتو یا بیکسین/نور بیکسین	بستنی، چربی‌ها و مارگارین‌ها، ماهی زرد مانند کیپر دودی، آرد سوخاری، ماست، پنیر لستر قرمز و پنیر فرآوری شده طعم دار
آنتوسیانین‌ها	E۱۶۳ یا آنتوسیانین	نوشابه، شیرینی و فرآورده‌های میوه
کلروفیل	E۱۴۰ یا کلروفیل/کلروفیلین	سس‌ها، قنادی‌ها، محصولات میوه و سبزیجات و همچنین در محصولات تخصصی مانند پنیر سیج دربی
کلروفیلین	E۱۴۱ یا کمپلکس‌های مس کلروفیل/ کمپلکس‌های مس کلروفیلین	شیرینی‌های شکری، نوشیدنی‌ها، بستنی، یخ‌های آبی، میوه‌ها، تزئینات و روکش‌ها، سس‌ها و همچنین در محصولات تخصصی مانند پنیر سیج دربی
کارامل	کارامل ساده E۱۵۰a کارامل سولفیت کاستیک E۱۵۰b کارامل آمونیاک E۱۵۰c کارامل آمونیاک سولفیت E۱۵۰d	نوشابه‌هایی مانند آبجو زنجبیل و کولا، آبجو و الکل، سس و شیرینی

لوتئین	E۱۶۱b یا لوتئین	نوشابه، سس، قنادی، لوازم تزئینی و نانوایی
کاروتن	E۱۶۰a یا کاروتن‌های مخلوط یا بتا کاروتن	نوشابه، چربی زرد، سس، قنادی، پنیر فرآوری شده، لوازم تزئینی و نانوایی
فلفل قرمز/ پاپریکا	E۱۶۰c یا عصاره پاپریکا یا کپسانتین یا کپسوروبین	ادویه‌ها، سس‌ها، شیرینی‌ها، پنیر فرآوری شده
لیکوپن	E۱۶۰d یا لیکوپن	سوریمی، نوشیدنی‌ها، تزئینات و پوشش‌ها، فرآورده‌های میوه، شیرینی‌های تابه ای و نوشیدنی‌های شیر
اسید کارمینیک / کارمین	E۱۲۰ یا کوشینال یا کارمینیک اسید یا کارمین‌ها	قنادی، فرآورده‌های گوشتی، فرآورده‌های میوه، سوسیس، سس، ماریناد و سوریمی

در ادامه به توضیح مفصل در مورد این رنگ‌ها میپردازیم:

- **کورکومین: curcumin**

کورکومین، که از لحاظ تاریخی به نام کورکوما شناخته می‌شود، یک رنگدانه زرد لیمویی است که بیشتر به شکل محلول در آب استفاده می‌شود. از استخراج حلال زردچوبه که ریزوم تمیز، خشک و آسیاب شده سویه‌های طبیعی Curcuma longa L است به دست می آید. عصاره اولیه آن روغنی بوده و حاوی حدود ۴۰ درصد کورکومین است.

برای به دست آوردن کنسانتره حاوی ۹۰ درصد کورکومین، عصاره با کریستالیزاسیون خالص می‌شود. پودر نهایی به رنگ زرد نارنجی تیره و نامحلول در آب است. مقادیر اندکی از روغن‌ها و رزین‌هایی که به طور طبیعی در زردچوبه وجود دارند، به رنگ نهایی منتقل می‌شوند، اما معمولاً در سطح بسیار پایینی هستند که در کاربرد رنگی نهایی مشکل ساز باشند.

منشا گیاه شناسی اولیه کورکومین باعث شده است که به طور مکرر به رنگدانه به عنوان زردچوبه اشاره شود، اما از دیدگاه قانون گذاری اروپایی، رنگدانه باید به عنوان کورکومین برچسب گذاری شود. زردچوبه در مناطق گرمسیری جنوب آسیا رشد می‌کند و برای رشد کامل به بارندگی سالانه قابل توجهی نیاز دارد. منطقه اصلی رشد و استخراج کورکومین هند است و در واقع گاهی اوقات از آن به عنوان زعفران هندی یاد می‌شود.

کاربردهای معمول غذایی عبارتند از: قنادی، روکش‌ها و چاشنی‌ها، سس‌ها، دسرها، چربی‌های زرد، بستنی و شربت‌ها. بیشتر کاربردهای کورکومین نیاز به فرم محلول در آب دارد و همانطور که قبلاً گفته شد، پودر کورکومین با استحکام بالا در آب نامحلول است. با استفاده از امولسیفایرهای مواد غذایی و حرارت، محلول در آب می‌شود. نتیجه یک محلول نهایی و پایدار است که معمولاً ۵ تا ۸ درصد استحکام دارد. قانون برچسب گذاری فعلی نیازی به برچسب زدن روی بسته مواد افزودنی در مواد افزودنی ندارد، اما آنها

باید در اسنادی که رنگ را به عنوان فروخته شده به تولید کننده مواد غذایی همراه است، اعلام کنند و استفاده از آنها در قوانین اروپا کنترل می‌شود. محلول‌های کورکومین تهیه‌شده به این روش، رنگ زرد شفاف و فلورسنت را می‌دهند. سپس می توان آن را با اسپری خشک کرد تا پودر کورکومین محلول در آب برای آن دسته از فرآیندهای تولید یا کاربردهای نهایی که در آن پودر مناسب تر است به دست آورد. به طور معمول پودرهای کورکومین موجود در بازار حاوی ۲,۵-۳,۵٪ کورکومین هستند.

برای کاربردهایی مانند پوشش، کورکومین اغلب در ترکیب با رنگدانه نارنجی پاپریکا برای ایجاد سایه مورد نیاز استفاده می‌شود. با توجه به ماهیت فرمولاسیون کورکومین و پاپریکا محلول در آب، آنها اغلب به عنوان مواد تشکیل دهنده جداگانه عرضه می‌شوند تا به صورت جداگانه توسط سازنده مواد غذایی اضافه شوند. رنگ کلاسیکی که برای چربی‌های زرد مانند مارگارین استفاده می‌شود، کاروتن است، اما می‌توان این رنگ خاص را با ترکیب کورکومین و آناتو تکرار کرد. آناتو یک رنگدانه نارنجی است و در ترکیب با زرد لیمویی کورکومین، سایه کاروتن تکرار می‌شود. برای رنگ آمیزی چربی‌های زرد، پراکندگی کورکومین در روغن تهیه می‌شود و معمولاً از روغن آفتابگردان استفاده می‌شود. برخلاف فرمول‌های محلول در آب، می‌توان کورکومین و آناتو محلول در روغن را با هم مخلوط کرد تا یک محصول واحد به فاز روغنی مارگارین قبل از تشکیل امولسیون اضافه شود. استفاده از کاروتن به عنوان رنگ مارگارین هیچ گونه انعطاف پذیری در سایه ایجاد نمی‌کند، اما با تغییر نسبت کورکومین و آناتو استفاده شده در ترکیب اعمال شده روی مارگارین، می توان تغییراتی را برای تمایز نام تجاری ایجاد کرد. مخلوط‌های محلول در آب کورکومین و آناتو نیز به عنوان مخلوط‌های از پیش ساخته شده برای بستنی در دسترس هستند که با هم سایه وانیلی مورد نیاز را می‌دهند. کورکومین بسیار پایدار در برابر حرارت است و ممکن است به طور کلی در محصولات در محدوده PH اسیدی استفاده شود. با افزایشpH ، رنگ سبز بالاتر از pH 7.5 کاهش می یابد و در نهایت در pH بالای ۸,۵ کورکومین نارنجی/قرمز می‌شود. در برخی موارد شدید که کورکومین در معرض pH بسیار قلیایی قرار می گیرد، ممکن است صورتی به نظر برسد. این اغلب در پیش مخلوط‌های نانوایی رنگی کورکومین دیده می‌شود که در آن عوامل قلیایی مانند بی کربنات به خوبی پراکنده شده اند و لکه‌های صورتی در طول زمان آشکار می‌شوند.

محدودیت اصلی کورکومین به عنوان رنگ خوراکی عدم ثبات آن در نور است. فرمولاسیون کورکومین محلول در آب که روی نوشیدنی شفافی که در زیر نور مستقیم خورشید نمایش داده می‌شود، در عرض چند روز مقادیر قابل مشاهده رنگ را از دست می‌دهد و به سرعت محو می‌شود تا رنگ کامل از بین برود. یک راه حل استفاده از بسته بندی مات برای محافظت از مواد رنگ کورکومین در برابر نور است. نور محرک از دست دادن رنگ است، اما مکانیسم درگیر به آب آزاد برای ادامه آن نیاز دارد. در نتیجه، کاربردهایی مانند آب نبات از بین نمی رود زیرا رطوبت آزاد این محصول بسیار کم است. همچنین می توان این موضوع را در آزمایشگاه با رنگ آمیزی الکل نشان داد و پس از مدتی بدون از دست دادن رنگ، می توان با افزودن آب، محو شدن رنگ را تحریک کرد. تولید کنندگان فرمولاسیون کورکومین استراتژی‌های مبتنی بر فرمول را برای تلاش و غلبه بر آن اتخاذ کرده اند. اینها از فناوری پراکندگی و کپسولاسیون استفاده می‌کنند. می توان با آسیاب کردن پودر کورکومین با استحکام بالا در پایه‌های حاوی آب کم مانند شربت شکر، یک شکل قابل پخش در آب از کورکومین تهیه کرد. سایه بیشتر نارنجی و کمتر مرتعش نسبت به نسخه واقعا محلول در آب است، اما پایداری نسبت به نور را افزایش می‌دهد. یک رویکرد جایگزین استفاده از فناوری کپسولاسیون است که در آن از یک پوشش برای محافظت از کورکومین استفاده می‌شود و در عین حال اجازه می‌دهد سرزندگی آن دیده شود.

- **چغندر: Beetroot**

چغندر قرمز هزاران سال است که به عنوان یک سبزی سالاد سنتی رشد کرده و استفاده می‌شود. این سبزی ریشه ای، در آب و هوای معتدل رشد می‌کند و آب آن برای استفاده به عنوان رنگ خوراکی استخراج و استاندارد می‌شود. سایه رنگ بسته به تنوع، عوامل محیطی موثر بر محصول و سن عصاره می تواند متفاوت باشد. سن عصاره نکته جالبی است زیرا با گذشت زمان نت‌های آبی آب چغندر می تواند کاهش یابد و رنگ توت فرنگی بیشتری ایجاد کند. مهارت استخراج کننده/تامین کننده رنگ طبیعی در نظر گرفتن این عوامل برای ارائه محصول نهایی ثابت برای استفاده به عنوان رنگ خوراکی است.

برای مطابقت با قوانین اروپا، سویه Beta vulgaris L. var. rubra باید استفاده شود. رنگدانه قرمز موجود در آب چغندر بتانین نامیده می‌شود و معمولاً ۸۰٪ از کل رنگدانه‌های موجود را تشکیل می‌دهد. رنگدانه دیگری به نام ولگازانتین وجود دارد که زرد است. سایه ثابت به دست می آید و در برابر نسبت بتانین و ولگازانتین به کاربر نهایی مشخص می‌شود. آب چغندر همچنین به دلیل انتقال رنگدانه‌های پوست گیاه، سطح کمی آنتوسیانین دارد، اما این رنگ در مقایسه با تأثیر بتانین ناچیز است.

آب چغندر در فرآیندهایی مشابه استخراج آب میوه با فشار دادن یا انتشار به دست می آید. آب به دست آمده از این فیلتر، سانتریفیوژ، پاستوریزه و با ترکیب خلاء و اولترافیلتراسیون غلیظ می‌شود. محصول تجاری استاندارد معمولاً ۰٫۵٪ بتانین است و تقریباً ۷۰٪ مواد جامد دارد. آبمیوه را می‌توان با اسپری روی یک حامل خشک کرد تا پودری برای کاربردها و فرآیندهای مناسب‌تر برای رنگ‌های مبتنی بر پودر ایجاد کند. چنین رنگ‌های پودری چغندر معمولاً حاوی ۰٫۳٪ بتانین هستند.

آب چغندر به راحتی پخش می‌شود و در هنگام استفاده شفاف، رنگ قرمز شفافی به همراه نت‌های آبی می‌دهد. در کاربردهای مبتنی بر شیر، رنگ صورتی کلاسیک است که با محصولات با طعم توت فرنگی همراه است. دوز معمولی برای بستنی تا ۰٫۵٪ از عصاره آب چغندر است تا به ازای اوران بستنی محاسبه شود. این دوز نسبتاً بالایی برای یک رنگ طبیعی است، اما حتی در این دوز، هیچ تغییر طعمی تجربه نمی‌شود.

سایه آب چغندر در کاربرد مستقل از PH در محدوده ای است که معمولاً در غذاها و نوشیدنی‌ها تجربه می‌شود، اما در pH بالا (۷٫۵ و بالاتر)، بتانین می تواند با هیدرولیز به رنگ زرد/قهوه ای تجزیه شود. آب چغندر در برابر نور پایداری مناسبی دارد اما برای حمایت از مصرف آن در یک نوشیدنی قرمز در بسته بندی شفاف کافی نیست. برخی از تامین کنندگان آب چغندر اسید اسکوربیک را به عنوان یک آنتی اکسیدان برای افزایش پایداری حرارتی عمومی و اختصاصی اضافه می‌کنند، اما شواهد پشت این موضوع قطعی به نظر نمی‌رسد.

مشکل اصلی آب چغندر حساسیت آن به فرآوری حرارتی است. تخریب رنگ بسته به کاربرد و به ویژه عواملی مانند دمای اعمال شده، مدت زمان گرمایش و فعالیت آب محصول متفاوت است. در غذاهایی که با چغندر رنگ می‌شوند، معمولاً این نیست که درجه حرارت چقدر بالا می‌رود، بلکه مدت زمان استفاده از حرارت است. آب چغندر می تواند از پردازش HTST (زمان کوتاه دمای بالا) تا زمانی که مرحله خنک کننده اعمال شود، پایدار بماند. پاستوریزاسیون چالش برانگیزتر است، اما گزارش‌هایی وجود دارد که ۴ رنگ چغندر در محصولات با فعالیت آبی کم باقی می ماند. فرآیندهای شدیدتر مانند retorting و extrusion اجازه بقای چغندر را به عنوان یک رنگ نمی‌دهند.

کاربردهای سنتی برای استفاده انبوه از مایع چغندر به عنوان رنگ خوراکی عبارتند از بستنی، نوشیدنی‌های شیر، محصولات لبنی، شربت‌ها، آیسینگ و تزئینات و ماست.

این برنامه‌ها دارای شرایط پردازش و زنجیره تامین هستند که با ناپایداری حرارتی چغندر مناسب است. به عنوان مثال هنگامی که مواد مایع در بستنی مخلوط می‌شوند و برای ایجاد محصول از انجماد استفاده می‌شود، دما تا پایان عمر بستنی پایین می ماند.

رنگ چغندر پودر شده اغلب در دسرهای فوری پودر شده برای آرایش نهایی توسط مصرف کننده یافت می‌شود.

چغندر به طور سنتی یکی از مقرون به صرفه ترین رنگ‌های طبیعی بوده است و در سال‌های اخیر با افزایش فشار مصرف کنندگان و خرده فروشان بر روی کارمین، استفاده از آن گسترش یافته است. هنگامی که کارمین برای اولین بار تحت فشار قرار گرفت، چغندر برای برخی از کاربردهای بسیار چالش برانگیز استفاده شد و مناسب نبود. با این حال، اخیراً دوباره مورد بازدید قرار گرفته‌اند و مشکلات فنی برطرف شده است. از جمله کاربردها می توان به بیسکویت‌های صورتی، برخی از شیرینی‌ها و شربت‌ها برای رقیق شدن در نوشیدنی‌های شیر اشاره کرد.

همچنین امکان فرموله کردن آب چغندر به فرمت‌های قابل پخش در روغن وجود دارد تا دامنه استفاده از آن در پر کردن و تاپینگ‌های مبتنی بر چربی افزایش یابد. توجه به این نکته ضروری است که این نوع محصولات واقعاً محلول در روغن نیستند و نمی توان از آنها برای رنگ آمیزی روغن‌های مایع استفاده کرد. آنها همچنین می توانند به مقادیر کمی آب حساس باشند، که می تواند چغندر را از فرمولاسیون خارج کرده و به روغن تبدیل کند و باعث ایجاد لکه‌های قرمز ریز شود.

• آناتو: Annato

آناتو نام رنگدانه ای است که از پوشش دانه یک درخت کوچک استوایی به نام Bixa orellana استخراج می‌شود. این درخت عمدتاً کشت می‌شود و متعاقباً آناتو در آمریکای جنوبی، شرق آفریقا، ساحل عاج، جمهوری دومینیکن و هند تولید می‌شود. دانه آناتو معمولاً حاوی ۴،۵ تا ۵،۵ درصد رنگدانه است که از ۷۰ تا ۸۰ درصد بیکسین تشکیل شده است. به طور سنتی از دانه‌های آسیاب شده به عنوان چاشنی در برزیل، به عنوان یک آرایش و به عنوان یک داروی گیاهی با طیف گسترده ای از مزایای فرضی استفاده می‌شود.

دو شکل از آناتو وجود دارد که در حلالیت آنها متفاوت است. شکل محلول در آب نور بیکسین و شکل محلول در روغن بیکسین نامیده می‌شود. هر دو شکل از مواد صمغی که بذر درخت آناتو را احاطه کرده شروع می‌شوند و روش‌های مختلف استخراج شکل‌های متفاوتی می‌دهند. بیکسین با حلال‌های غیر قطبی از جمله روغن نباتی و نور بیکسین در حضور یک قلیایی استخراج می‌شود که منجر به هیدرولیز بیکسین می‌شود. با این حال، در اتحادیه اروپا (EU) هر دو شکل در قوانین رنگ‌ها یکسان رفتار می‌کنند.

با وجود اینکه بیکسین محلول در روغن است، حلالیت بسیار کمی در روغن دارد و تنها در فرمت‌های واقعا محلول در روغن در ۰،۱-۰،۳٪ موجود است. پراکندگی‌های بیکسین مبتنی بر روغن، که از فرآیندهای آسیاب کردن حاصل می‌شوند، در دسترس هستند و معمولاً در ۴ تا ۸ درصد بیکسین وجود دارند و از نظر تجاری مهم‌تر از فرمول‌های محلول در روغن هستند.

محلول‌های آبی نور-بیکسین به طور سنتی در صنعت پنیر آمریکا استفاده می‌شد و اصطلاحات در استفاده عام به صورت تک‌استحکامی single strength- (۱،۴-۱،۲۵٪ نور-بیکسین)، دو استحکام double strength (۲،۸-۲،۵٪ نور-بیکسین) و سه استحکامی-triple strength (۳،۸-۳،۰٪ نور-بیکسین) میباشد.

همانطور که قبلا ذکر شد، برخی از اشکال آناتو حاوی یک قلیایی قوی (معمولاً هیدروکسید پتاسیم) هستند و همیشه مهم است که اطلاعات بهداشتی و ایمنی تامین کننده را نسبت به فرمول خاص آناتو مورد استفاده بررسی کنید.

آناتو پایداری عمومی خوبی در برابر گرما دارد اما می تواند در دمای بالای ۱۲۵ درجه سانتیگراد پوسیده شود و در حضور نور خورشید به مرور زمان محو می‌شود. فرمولاسیون‌های محلول در آب آناتو بر پایه نور-بیکسین در محلول‌های اسیدی ناپایدار هستند و می توانند در کاربردهای pH پایین رسوب کنند. با این حال، تامین کنندگان عمده فرمول‌های رنگ طبیعی بر این مشکل غلبه کرده اند و فرمولاسیون‌های پایدار در برابر اسید را در دسترس دارند. اینها معمولاً بسیار ضعیف تر از محصولات استاندارد هستند و در صورت نیاز به چنین سوئیچی، دوزها باید تنظیم شوند. آب نمک، محلول نمک با استحکام بالا که در غوطه وری ماهی استفاده می‌شود، همچنین می تواند باعث مشکلات فرمولاسیون نور بیکسین شود. در این حالت آب نمک برای آب موجود در فرمولاسیون نور بیکسین رقابت می‌کند که منجر به ته نشینی می‌شود. همانند مسئله اسیدیته، شرکت‌های اصلی رنگ‌های طبیعی با فرمولاسیون خاصی بر مشکل آب نمک غلبه کرده‌اند. وجود فرمول‌های خاص کاربرد، مزیت رابطه کاری نزدیک با یک تامین‌کننده رنگ را در مراحل اولیه یک پروژه جدید شامل رنگ‌های طبیعی تقویت می‌کند.

نور بیکسین توانایی اتصال به پروتئین‌ها را دارد که می تواند رنگ آمیزی محصولاتی مانند ماهی را بسیار موثر کند. افزودن نور بیکسین محلول در آب به حمام آب نمک قبل از غوطه ور شدن ماهی، رنگ طلایی موثری به دست می‌دهد که به خوبی تثبیت می‌شود و در طول زنجیره تامین یا نمایش خرده فروشی از بین نمی رود. با اتصال با پروتئین، آناتو کمی در سایه به رنگ قرمز تر تغییر می‌کند که در پنیرهای رنگ شده با آناتو دیده می‌شود. قوانین اتحادیه اروپا استفاده از annatto را به کاربردها و سطوح خاص محدود می‌کند. برای مثال رنگ آمیزی نوشابه با آناتو در اروپا مجاز نیست. رایج ترین کاربردهای آناتو بستنی، چربی‌ها و مارگارین‌ها، ماهی‌های زرد مانند کیپر دودی، آرد سوخاری، ماست، پنیر لستر قرمز و پنیر طعم دار شده است.

مخلوط آناتو با کورکومین به صورت تجاری در هر دو فرمت محلول در آب و روغن موجود است. استفاده از آنها برای ایجاد سایه کلاسیک وانیلی در بستنی و همچنین در مارگارین‌ها رایج است، جایی که از این ترکیب برای تکرار سایه β-کاروتن استفاده می‌شود. استفاده از مخلوط‌ها همچنین می تواند برای ایجاد سایه سفارشی برای مارک‌های خاص استفاده شود.

وجود یون‌های کلسیم در آب سخت نیز می تواند منجر به رسوب فرمولاسیون آناتو شود. این اغلب زمانی دیده می‌شود که یک پروژه از مرحله توسعه آزمایشگاهی که در آن آب دی یونیزه شده رایج است به مقیاس تولیدی که ممکن است از آب محلی استفاده شود، دیده می‌شود.

- **آنتوسیانین‌ها: Anthocyanins**

کلمه آنتوسیانین از دو کلمه یونانی آنتوس (گل) و کیانوس (آبی) گرفته شده است. بیش از ۵۰۰ آنتوسیانین مختلف از گیاهان گرفته شده است. همه آنها بر اساس یک ساختار هسته اصلی، یون فلاویلیوم هستند که از دو حلقه صفحه ای کنژوگه به هم پیوسته تشکیل شده است. آنتوسیانین‌ها رنگدانه‌های مسئول رنگ‌های قرمز، بنفش، ارغوانی و آبی هستند که در طبیعت دیده می‌شوند و در واکوئل سلولی گیاهی قرار دارند.

از نظر تجاری مهمترین محصولاتی که برای تولید آنتوسیانین استفاده می‌شوند انگور و هویج سیاه (یا بنفش) هستند، اما به طور فزاینده ای از عصاره‌های میوه و سبزیجات دیگر مانند کلم قرمز و آرونیا استفاده می‌شود. بیشتر استخراج تجاری پوست انگور در

فرانسه و ایتالیا انجام می‌شود. استخراج پوست انگور یک فرآیند آبی است که طی آن دی اکسید گوگرد اضافه می‌شود و بیشتر قندهای استخراج شده به الکل تخمیر می‌شوند. عصاره با تبخیر خلاء غلیظ می‌شود که طی آن عملاً تمام الکل حذف می‌شود. ممکن است مقدار کمی دی اکسید گوگرد وجود داشته باشد.

هویج سیاه در ترکیه و شمال اروپا پوشیده می‌شود و با فرآیند آبی استخراج می‌شود و با ترکیبی از تبخیر کم فشار و فیلتراسیون غشایی تغلیظ می‌شود. فرم‌های تجاری بر اساس قدرت رنگی که بر اساس محتوای آنتوسیانین آنها تعیین می‌شود فروخته می‌شوند. آنتوسیانین‌های پوست انگور معمولاً به صورت مایع محلول در آب ۱ درصد حاوی سوربات یا بنزوات به عنوان نگهدارنده یا پودر خشک شده با اسپری ۴ درصد روی مالتودکسترین فروخته می‌شوند. هویج سیاه به طور سنتی یا به عنوان یک مایع محلول در آب ۳٪ یا یک پودر خشک شده با اسپری روی مالتودکسترین به فروش می‌رسد.

رنگ آنتوسیانین‌ها به pH بستگی دارد. با تغییرpH ، سیستم آنتوسیانین عمدتاً دچار دگرگونی‌های برگشت‌پذیر می‌شود. اساساً آنتوسیانین‌ها به عنوان پنج بخش شیمیایی مختلف در تعادل وجود دارند:

۱. کاتیون فلاویلیوم قرمز رنگ
۲. کاربینول شبه باز بی رنگ
۳. باز کینوئیدی بنفش رنگ
۴. آنیون بازی کینوئیدی آبی رنگ
۵. چالکون مایل به زرد

اینها رنگهای کلاسیک از رنگهای نشانگر pH هستند و در واقع کلم قرمز در ابتدا به کاغذ آغشته شد تا یکی از اولین کاغذهای نشانگر را تشکیل دهد.

رنگ‌های غذایی مبتنی بر آنتوسیانین در pH پایین (زیرpH 3.5) پایدار هستند، جایی که رنگ قرمز را بر اساس کاتیون فلاویلیوم می‌دهند. با استفاده از آنتوسیانین‌ها به عنوان رنگ خوراکی، تکرار سایه‌های موجود در طبیعت اغلب دشوار بوده است. این به این دلیل است که در سیستم‌های طبیعی، آنتوسیانین‌ها با پلی‌فنل‌هایی مانند فلاون‌ها و فلاونول‌ها هم‌رنگ‌دانه می‌شوند و «انباشته شدن درون مولکولی تایپ ساندویچی» اتفاق می افتد.

بعلاوه، به نظر می‌رسد که کمپلکس فلزی عامل اصلی رنگ آبی گل است. مشخصاً مشخص شده است که ساختار مولکولی رنگدانه گل ذرت (کمپلکس پروتوسیانین) از آرایش چهار یون فلزی (یک یون آهن فریک، یک یون منیزیم و دو یون کلسیم) ناشی می‌شود که مجموعه ای متشکل از شش مولکول هر یک از یک سوکسینیل آنتی سیانین و یک مالونیل فلاون (هم رنگدانه) را به هم متصل می‌کنند.

در کاربردهای pH پایین، عصاره پوست انگور قرمز شرابی است در حالی که عصاره هویج سیاه نت‌های آبی کمتری دارد و بیشتر رنگ توت فرنگی است. جدای از سایه، تفاوت اصلی بین اشکال میوه و سبزیجات آنتوسیانین، پایداری آنها در برابر تغییر pH است. به طور معمول منابع میوه ای از آنتوسیانین‌ها مانند عصاره پوست انگور در pH خنثی رنگ ثابتی نمی‌دهد. اگر عصاره پوست انگور به شیر اضافه شود، به سرعت خاکستری شده و رسوب تشکیل می‌دهد.

با این حال، اگر یک آنتوسیانین گیاهی مانند هویج سیاه یا کلم قرمز به شیر اضافه شود، رنگ ارغوانی/بنفش پایدار ایجاد می‌شود. کاربردهای معمول آنتوسیانین‌ها، نوشابه‌ها، شیرینی‌ها و فرآورده‌های میوه‌ای است که در آن pH اسیدی وجود دارد.

می توان از تغییر سایه pH برای ایجاد فرمول آبی آنتوسیانین استفاده کرد. این کار را می توان با تنظیم pH عصاره تقریباً در pH 7-7.5و سپس خشک کردن برای ثابت کردن رنگ فرمول انجام داد. خشک کردن آن به دلیل از دست دادن پایداری در مقادیر pHبالاتر ضروری است که می تواند با حذف آب کند شود. دامنه کاربردهای چنین فرمولی محدود به جایی است که PH غیر اسیدی است تا از واکنش تعادلی که سایه را به رنگ قرمز باز می گرداند، جلوگیری کند. یک روش جایگزین برای ایجاد آنتوسیانین آبی واکنش آنتوسیانین با یک یون فلزی (معمولاً آلومینیوم) برای تشکیل یک رنگ قرمز لاکی است.

مزیت چنین فرمولاسیونی این است که نسبت به pH متحمل تر است اما مرحله واکنش شیمیایی می تواند بر درک واقعی آن از طبیعی بودن تأثیر بگذارد. مشکلات کلاسیکی که در مورد آنتوسیانین‌ها مشاهده می‌شود یا با تغییر نادرست سایه با تغییر pH و واکنش قهوه ای شدن با اسید اسکوربیک (ویتامین C) است. . آنتوسیانین‌ها و اسید اسکوربیک متقابل مخرب هستند و نتیجه تغییر رنگ قرمز اولیه به رنگ قهوه ای همراه با از دست دادن همزمان ویتامین C است که می تواند در نوشیدنی‌های غنی شده با ویتامین مشکل ساز باشد.

یکی از اثراتی که می‌تواند با آنتوسیانین‌های عمدتاً پوست انگور رخ دهد، پلیمریزاسیون مولکول‌ها با افزایش سن عصاره آنتوسیانین است. تاثیر این است که سایه رنگ کمتر آبی می‌شود و نت‌های قهوه ای بیشتری به نمایش گذاشته می‌شوند. هر کفی که در فرآیندهایی مانند بطری‌سازی تشکیل می‌شود تثبیت می‌شود و همچنین طعم گس می‌دهد. متأسفانه پس از بروز این مشکل، برای کاهش آن هنوز کاری انجام نشده است.

- **کلروفیل/کلروفیلین: Chlorophyll/chlorophyllin**

کلروفیل به بیشترین میزان در بین تمام رنگدانه‌های طبیعی وجود دارد. در تمام گیاهان سبز، جلبک‌ها و برخی باکتری‌ها وجود دارد. این نام از واژه یونانی chloros به معنای سبز و phyllon به معنای برگ گرفته شده است. کلروفیل برای فتوسنتز مورد نیاز است که به گیاهان اجازه می‌دهد از نور انرژی بگیرند. کلروفیل نقطه شروع تمام مشتقات رنگدانه بعدی است. منابع مجاز برای استخراج، مواد گیاهی خوراکی و از نظر تجاری مهم ترین آنها علف و یونجه است. استخراج با حلال مواد گیاهی خشک و آسیاب شده، کلروفیل تولید می‌کند که به طور طبیعی محلول در روغن است و رنگ سبز زیتونی را ایجاد می‌کند. هیدرولیز قلیایی کلروفیل با حذف یک زنجیره جانبی هیدروکربنی، کلروفیلین محلول در آب تولید میکند.

کلروفیل بر اساس ساختار حلقه پورفیرین و در مرکز آن یک یون منیزیم است. واکنش با نمک‌های مس می تواند باعث تبادلی شود که منجر به تشکیل کلروفیل/کلروفیلین مس می‌شود. تأثیر بر «طبیعی بودن» این رنگدانه به دلیل تبدیل آن از کلروفیل به کلروفیلین مس، محل بحث بسیاری از طرف‌های درگیر در عرضه رنگ به صنایع غذایی بدون توافق جهانی یا الزام‌آور قانونی است. کلروفیل مس و کلروفیلین مس رنگ آبی/سبز بسیار شدیدتر و روشن تری نسبت به محصول بدون مس با پایداری بیشتر در برابر گرما و نور در کاربرد دارند. اشکال تجاری برای هر چهار مشتق احتمالی کلروفیل وجود دارد، اما مهم‌ترین آنها از نظر تجاری محصولات مبتنی بر کلروفیلین مس محلول در آب (معمولاً ۱۰٪) هستند که در کاربرد رنگی شفاف می‌دهند.

کاربردهای کلیدی کلروفیلین مس عبارتند از: قنادی شکر، نوشیدنی‌ها، بستنی، یخ‌های آبی، آماده سازی میوه‌ها، تزئینات و پوشش‌ها، سس‌ها و همچنین در محصولات تخصصی مانند پنیر Sage Derby. برای ایجاد سایه آهکی بیشتر، از مخلوط‌هایی با کورکومین استفاده می‌شود که بیشتر در محصولات قنادی دیده می‌شود. در نوشیدنی‌ها، ترکیبی از کلروفیلین مس و یک امولسیون کاروتن شفاف، جایگزین موثری برای ترکیب رنگ‌های مصنوعی سبز S و کینولین زرد موجود در نوشیدنی‌های با طعم لیمو است. اگر کاربرد نهایی در جایی که PH زیر ۴ باشد (مانند نوشیدنی‌ها)، باید از یک شکل اسیدی پایدار از کلروفیلین مس برای جلوگیری از رسوب رنگدانه استفاده شود. همچنین باید در فرآیندهایی که پیش مخلوطی ساخته می‌شود که اسیدیته بیشتری نسبت به محصول نهایی دارد، دقت شود، زیرا شوک اسیدی اولیه می‌تواند منجر به ته نشینی در طول عمر انباری شود.

یک اشکال فرمولاسیون طراحی شده برای ایجاد پایداری اسیدی افزایش یافته به کلروفیلین مس این است که پراکندگی آنها بیشتر طول می کشد و در عملیات پر کردن با سرعت بالا، تمایل بیشتری به کف کردن دارند. پایداری محصولات رنگی کلروفیلین مس را می توان با افزودن ۲۰۰ تا ۴۰۰ قسمت در میلیون (ppm) اسید اسکوربیک به عنوان یک آنتی اکسیدان افزایش داد.

- **کارامل: Caramel**

کارامل بیشترین استفاده را در بین تمام رنگ‌های طبیعی دارد و تخمین زده می‌شود که ۸۰ درصد رنگ اضافه شده به غذا و نوشیدنی بر پایه کارامل باشد. بسته به نوع و دوز می توان سایه‌هایی از زرد تا قهوه ای تیره به دست آورد.

کاراملیزه شدن یک فرآیند طبیعی است که در پخت غذاها به دلیل واکنش کربوهیدرات‌ها در حضور گرما اتفاق می‌افتد. قندها در ابتدا تحت یک واکنش دهیدراته شدن و سپس یک سری واکنش‌های کندانس به عنوان بخشی از یک فرآیند پلیمریزاسیون قرار می گیرند. رنگ نهایی که تولید می‌شود مخلوطی از مولکول‌های پیچیده مختلف با وزن مولکولی متفاوت است. تولید صنعتی کارامل از فرآیند بسیار کنترل شده تری با گلوکز، فروکتوز یا ساکارز به عنوان ماده اولیه، پروفیل‌های گرمایش کنترل شده و افزودن کاتالیزورهای تایید شده در صورت لزوم استفاده می‌کند.

چهار نوع کارامل به نام‌های E150a، E150b، E150c، E150d در اروپا و به طور مشابه رنگ‌های کارامل I، II، III و IV در آمریکا وجود دارد.

E150a که به عنوان کارامل ساده نیز شناخته می‌شود، بدون کاتالیزور ساخته شده است و روشن ترین رنگ کاراملی است.

E150b، همچنین به عنوان کارامل سولفیت سوزاننده شناخته می‌شود، با استفاده از یک ترکیب سولفیت،

E150c با یک کاتالیزور آمونیوم

E150d توسط آمونیوم و سولفیت تیره می‌شود. در نتیجه E150d تیره ترین کارامل است.

لازم به یادآوری است که کارامل‌هایی که برای رنگ آمیزی استفاده می‌شوند با کارامل‌هایی که برای طعم دادن به غذاها استفاده می‌شوند متفاوت است. همانطور که قبلاً گفته شد، هیچ تعریف قانونی از رنگ طبیعی وجود ندارد، اما در مورد کارامل، قرارداد کلی این است که E150a یک رنگ طبیعی است در حالی که E150b، E150c و E150d از یک منبع طبیعی گرفته شده اند.

همه کارامل‌ها به صورت پودر و مایع موجود هستند و واقعاً محلول در آب هستند تا در هنگام استفاده رنگ شفافی به خود بدهند. آنها پایداری بسیار خوبی در برابر pH، گرما، نور و اکسیداسیون دارند و برای طیف وسیعی از کاربردها مناسب هستند. کاربردهای کلیدی برای رنگ کارامل نوشیدنی‌های غیر الکلی مانند آبجو زنجبیلی و کولا، آبجو و الکل، سس و شیرینی است.

رنگ‌های کاراملی می توانند بار یونی یا کلوئیدی داشته باشند که ممکن است مثبت، منفی یا خنثی باشد، اگرچه اکثر کارامل‌های موجود در بازار دارای بار کلوئیدی منفی هستند.

کارامل‌ها ویژگی‌های امولسیون‌سازی ذاتی دارند که می‌تواند به تثبیت محصولاتی مانند نوشیدنی‌هایی که روغن‌های طعم‌دهنده تمایل به بالا آمدن روی سطح و حلقه شدن دارند کمک کند.

- **کاروتن، پاپریکا و لوتئین :**

Carotene, paprika and lutein

کاروتن، پاپریکا و لوتئین از نظر شیمیایی مرتبط هستند و به آنها کاروتنوئید می گویند. اینها طیفی از تقریباً ۶۰۰ رنگدانه هستند که به طور گسترده در طبیعت توزیع شده اند و طیفی از رنگ‌های نارنجی تا زرد را می‌دهند. اگرچه از منابع مختلف استخراج شده‌اند، اما خواص، روش‌های کاربرد و فن‌آوری‌های فرمول‌سازی مورد نیاز مشابه هستند، به همین علت آنها را باهم در این قسمت توضیح میدهیم.

کاروتن به‌عنوان مخلوطی از ایزومرهای کاروتن، عمدتاً β و α، از روغن پالم به دست می‌آید که در یکی از مراحل نهایی تولید روغن پالم به عنوان مرحله رنگ‌زدایی، این رنگ کاروتن حذف می‌شود. عصاره‌های عمدتاً بتاکاروتن از منابع جلبکی مقاوم به‌هاله (Dunaliella salina) یا قارچی (Blakeslea trispora) در دسترس است. در هر دو مورد عصاره حاوی بیش از ۹۵٪ بتاکاروتن است. این منابع طبیعی معمولاً با ۲۰ تا ۳۰ درصد کاروتن معلق در روغن نباتی در دسترس هستند. بتاکاروتن یکسان طبیعی که از پتروشیمی‌های پایه تولید می‌شود تا از نظر شیمیایی با آنچه در طبیعت یافت می‌شود یکسان باشد، به شکل کریستالی با خلوص بالا نیز موجود است.

رنگ‌های این عصاره‌های روغنی بسیار شبیه به هم هستند، اما اگرچه همه منابع بالا به عنوان رنگ در اروپا مجاز هستند، قوانین فعلی ایالات متحده سطح β-کاروتن را بیش از ۹۵٪ می‌طلبد که مانع از استفاده از کاروتن‌های مخلوط به عنوان رنگ میشود. بسیاری از کاروتنوئیدها دارای فعالیت پرو ویتامین A هستند، به این معنی که پس از مصرف می توانند به ویتامین A تبدیل شوند. فاکتورهای تبدیل برای هر کدام متفاوت است، اما بتاکاروتن به طور موثر به رتینول یا ویتامین A تبدیل می‌شود.

پاپریکا از فلفل قرمز شیرین، Capsicum annum L. استخراج می‌شود که معمولاً در هند رشد می‌کند. مانند کاروتن، پاپریکا در ابتدا به عنوان یک محصول روغنی به نام اولئورزین تولید می‌شود. اولئورزین پاپریکا حاوی تعدادی رنگدانه است که مهمترین آنها رنگدانه قرمز کپسوروبین است. مولکول ادویه کپسانتین با کپسوروبین استخراج می‌شود، که اگر سطح آن کنترل شود، می تواند منجر به انتقال طعم در کاربرد نهایی شود. بر اساس قوانین اتحادیه اروپا عصاره پاپریکا نباید کمتر از ۷ درصد باشد، به عنوان کاروتنوئید که حداقل ۳۰ درصد آن باید کپسانتین/کپسوروبین باشد. علاوه بر این، برای تشخیص آن از موادی که به عنوان ادویه یا طعم دهنده استفاده می‌شود، سطح کپسانتین باید کمتر از ۲۵۰ ppm باشد.

لوتئین از Tagetes erecta L. یک عصاره خالص به دست آمده از اولئورزین گل همیشه بهار است که از گلبرگ گل همیشه بهار با حلال‌های آلی استخراج می‌شود. رنگدانه لوتئین همراه با سایر کاروتنوئیدهای مرتبط استخراج می‌شود و به شکل استری وجود دارد. لوتئین نقش مهمی در حفظ سلامت چشم و پیشگیری از بیماری‌های دژنراتیو مانند دژنراسیون ماکولا وابسته به سن دارد.

کاروتنوئیدهای پاپریکا، کاروتن و لوتئین طیفی از سایه‌های مشابه را می‌دهند که پاپریکا نارنجی‌ترین رنگ، کاروتن نارنجی زرد گرمسیری و لوتئین زرد تخم‌مرغی است. پاپریکا به عنوان یک رنگدانه محلول در روغن، بیشتر در مخلوط ادویه‌ها، سس‌ها و گوشت‌های فرآوری شده امولسیون استفاده می‌شود. کاروتن به شکل محلول در روغن آن کاربرد انبوهی در مارگارین پیدا کرده است که به سادگی به فاز روغنی فرآیند تولید اضافه می‌شود. در واقع بدون افزودن مارگارین کاروتن سفید به نظر می‌رسد.

برای گسترش دامنه کاربردهایی که در آنها میتوان از کاروتنوئیدها استفاده کرد، برنامه‌های کاربردی فرمولاسیون‌های محلول در آب با استفاده از تکنولوژی امولسیون و دیسپرسیون توسعه داده شده است. رایج ترین نوع فرمولاسیون‌های محلول در آب امولسیون‌هایی هستند که در آن روغن حاوی کاروتنوئید، به شکل یک فاز ناپیوسته (discontinuous phase) در فاز پیوسته آبی(continuous phase) پراکنده می‌شود. اغلب آنتی اکسیدان‌ها قبل از امولسیون شدن به فاز روغن اضافه می‌شوند تا ثبات رنگ را افزایش دهند. بسته به کاربرد، امولسیفایرهای خاصی برای به حداقل رساندن فعل و انفعالات مواد تشکیل دهنده یا برای مقابله با مشکلات خاصی مانند اسیدیته مورد نیاز است.

با انتخاب دقیق امولسیفایرها و شرایط فرایند، امولسیون‌هایی می توان تشکیل داد که در محصول نهایی شفاف هستند. برای رسیدن به این هدف، قطرات روغن پایدار با قطر کمتر از ۹۰ نانومتر، که طول موج نور است، مورد نیاز است. یک رویکرد جایگزین، پراکندگی کریستال‌های کاروتنوئیدی میکرونیزه شده در یک حامل بی‌اثر مانند گلیسرول است. اندازه معمولی کریستال‌ها در چنین فرمول‌هایی ۰,۲-۰,۴ میکرومتر است. به طور معمول سایه فرمولاسیونهای مبتنی بر دیسپرسیون کاروتنوئیدها نسبت به مشابه های امولسیونی آنها نارنجی تر است. از نظر تجاری، فرم‌های امولسیونی محبوب ترین هستند. اشکال محلول در آب/دیسپرسیون نیز به صورت خشک شده روی حامل‌های بی اثر در دسترس هستند.

پاپریکا، لوتئین و کاروتن‌ها برای طیف متنوعی از کاربردهای محلول در آب استفاده می‌شوند و انتخاب نهایی اغلب سایه رنگ مورد نیاز است. پاپریکا معمولاً در کاربردهای خوشمزه‌تر مانند سس‌ها، ماریناده‌ها، مخلوط ادویه‌ها و پوشش‌ها استفاده می‌شود، اما معمولاً در کاربردهای شیرینی‌پزی نیز یافت می‌شود.

مهم‌ترین کاربرد تجاری کاروتن در انواع نوشیدنی‌ها از گازدار گرفته تا رقیق‌شده و یا آماده برای نوشیدن میباشد. اگر نوشیدنی نارنجی باشد به احتمال زیاد با کاروتن رنگی شده‌است.

کاروتنوئیدها به طور قابل توجهی با pH تغییر رنگ نمی‌دهند، اما اسیدیته می تواند بر عملکرد امولسیفایرهای اضافه شده برای حلالیت در آب تأثیر بگذارد که منجر به تجزیه امولسیون و رها شدن قطرات روغن در غذا می‌شود.

چالش‌های پایداری کاروتنوئیدها یا در مورد حفظ رنگ رنگدانه یا مشکلات فرمولاسیون است. کاروتنوئیدها در اثر اکسیداسیون تجزیه می‌شوند و این را می توان با اضافه کردن آنتی اکسیدان‌ها در فرمولاسیون رنگ یا کاربرد مواد غذایی کاهش داد. ویتامین C اضافه شده با حداکثر ۴۰۰ پی پی ام باعث افزایش پایداری می‌شود. قرار گرفتن در معرض گرما و نور باعث تسریع اکسیداسیون و از دست دادن رنگ مربوطه می‌شود. تغییرات فرآیند و انتخاب بسته‌بندی می‌تواند کمک کند، اما نکات ظریفی مانند منبع نور (به عنوان مثال

نور طبیعی خورشید در مقابل نور مصنوعی خورشید) نیز می‌تواند تأثیری داشته باشد که نور مستقیم خورشید برای کاروتنوئید بسیار مخرب‌تر از نور سوپرمارکت‌ها باشد.

وجود سطوح پایین فلزات پرواکسیدان نیز می تواند تاثیرگذار باشد. بین کارخانه‌های بطری‌سازی، نمونه‌هایی از دستورالعمل‌های نوشیدنی استاندارد وجود دارد که که از کاهش چشمگیر رنگ ناشی از تغییر در منبع آب و سطوح مرتبط با فلزات پرو اکسیدان مانند مس، آهن و منگنز رنج می‌برند، منتقل می‌شوند. این مشکلات را می توان با ترکیبی از آنتی اکسیدان‌های اضافی مانند اسید اسکوربیک و اضافه کردن یک عامل جداکننده فلز مانند اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA) یا اسید سیتریک حل کرد.

مسائل مربوط به فرمولاسیون مانند تجزیه امولسیون می تواند منجر به آزاد شدن رسوبات کاروتنوئیدهای روغنی در یک سیستم غذایی شود که به شکل حلقه های β-کاروتن در یک نوشیدنی دیده می‌شود. چنین مشکلاتی معمولا با انجام اقدامات مناسب مانند تغییر ترتیب افزودن مواد یا عدم مخلوط کردن رنگ کاروتنوئید به شکل غلیظ آن با سایر مواد طعم دهنده، حل می‌شود.

- **لیکوپن: Lycopene**

لیکوپن نیز یک کاروتنوئید است، اما ماهیت فرمولاسیون مورد نیاز برای ارائه سایه رنگ بهینه، باعث شده است که آن را در بخش جداگانه ای مطرح کنیم. لیکوپن رنگدانه مسئول رنگ قرمز در گوجه فرنگی است و با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. محصولات مصنوعی و قارچی نیز موجود است، اما فقط محصولات گوجه فرنگی برای استفاده به عنوان رنگ خوراکی مجاز است.

تولید تجاری لیکوپن از گوجه فرنگی از سویه‌های گوجه فرنگی که برای تولید سطوح بالاتر لیکوپن پرورش داده می‌شوند، شروع می‌شود. پس از استخراج با حلال، کریستال‌های لیکوپن به اندازه ذرات خاصی آسیاب می‌شوند تا بیان رنگ و ثبات بهینه را ارائه کنند. برخلاف سایر کاروتنوئیدها که قبلاً صحبت شد، حفظ کریستال‌های لیکوپن برای حفظ رنگ قرمز ضروری است. لیکوپن به شکل محلول در روغن، رنگ زرد نارنجی می‌دهد که بی شباهت به پاپریکا نیست. انواع فرمولاسیون معمولی سوسپانسیون‌های کریستالی در گلیسرول یا آماده سازی‌های خشک شده روی یک حامل محلول در آب هستند. در کاربردهای غذایی، اگر چربی وجود داشته باشد، ممکن است مشکل ایجاد شود و مشکلات حفظ سایه قرمز در سطوح چربی بیش از ۸ درصد رخ دهد. سطح دقیق بستگی به درجه اشباع چربی‌ها و حرارت اعمال شده دارد. برای کاربردهای خاص، فرمولاسیون‌های مقاوم در برابر روغن بیشتر وجود دارد که تحمل را تا ۱۵٪ چربی افزایش می‌دهد.

ماهیت کریستالی رنگ لیکوپن قرمز یک ویژگی غیر مهاجرتی می‌دهد به طوری که در کاربردهای چند لایه مانند سوریمی، دسرها و تزئینات کیک، رنگ قرمز به لایه‌های مجاور وارد نمی‌شود. پایداری در برابر گرما و نور به طور کلی مانند سایر کاروتنوئیدها با افزودن اسید اسکوربیک افزایش می‌یابد. مانند سایر کاروتنوئیدها، pH بر سایه لیکوپن تأثیر نمی گذارد، و اجازه می‌دهد از آن در محصولاتی مانند نوشیدنی‌های شیری ساخته شده از شربت‌های اسیدی استفاده شود که در آن رنگ قرمز هم در محصولات اسیدی و هم در pHخنثی مورد نیاز است.

کاربردهای تجاری کلیدی لیکوپن عبارتند از سوریمی، نوشیدنی‌ها، فرآورده‌های میوه، آنالوگ‌های گوشت، تزئینات و پوشش‌ها، شیرینی‌های پخته شده و نوشیدنی‌های شیر.

- **کارمینیک اسید/کارمین: Carminic acid/carmine**

کارمین یا کوچینیال یک رنگدانه سرمه ای است که از حشرات در آمریکای جنوبی استخراج می‌شود. در مورد منبع حشره نمی توان ادعا کرد که وگان، حلال یا کوشر است. حشره خاص Dactylopus coccus costa بر روی انواع کاکتوس (Opuntia یا Nopalea) که عمدتا در پرو، بولیوی و شیلی رشد میکنند. حشرات یا از طبیعت چیده می‌شوند یا از مزارع مدیریت شده برداشت می‌شوند. رنگدانه از بدن حشرات ماده استخراج می‌شود که حاوی ۲۵ درصد وزن خشک آنها به عنوان رنگ است. حشرات برداشت شده با غوطه ور شدن در آب داغ از بین می روند و سپس در آفتاب یا در کوره خشک می‌شوند تا اینکه تقریباً ۳۰ درصد وزن اولیه خود را بدست آورند. در این حالت می توان آنها را تا زمانی که برای استخراج مورد نیاز باشد ذخیره کرد.

شرکت‌های استخراج کوشین در آمریکای جنوبی آماری از پنج میلیون حشره مورد نیاز برای تهیه ۳۲ پوند عصاره را نقل می‌کنند. استخراج با استفاده از آب داغ با آمونیاک یا بی کربنات اضافه شده برای قلیایی کردن آن انجام می‌شود. عصاره اولیه اسید کارمینیک است و این یک رنگدانه محلول در آب است که دارای سایه ای وابسته به pH است. در pH 4 و کمتر از آن یک رنگ نارنجی شفاف دارد. با افزایش pH قرمزتر و آبی تر می‌شود تا زمانی که بالاتر از pH 6.5 بنفش قرمز شود.

پیشرفت‌های اخیر به این معنی است که فرمول‌های اسید کارمینیک قرمزتر در حال حاضر در دسترس هستند که می‌توانند سایه‌ای مشابه کارمین ایجاد کنند، اما بدون نیاز به فرایند شیمیایی بیشتر به کارمین. از نظر تجاری مهمتر مشتق اسید کارمینیک، کارمین است که یک قرمز لاکی آلومینیومی است. در اتحادیه اروپا، رنگدانه قرمز لاکی دارای اعداد E یکسانی هستند و با کاربردها و دوزهای مشابه مجاز هستند. بنابراین نمی توان از بسته بندی نهایی تعیین کرد که آیا رنگ قرمز لاکی استفاده شده است یا خیر.

کارمین از رسوب اسید کارمینیک بر روی یک بستر هیدرات آلومینا تشکیل شده و به طور معمول تا ۵۰٪ به عنوان اسید کارمینیک خشک می‌شود. کارمین در آب نامحلول است اما با واکنش با قلیایی قوی می توان آن را محلول در آب کرد. محلول به دست آمده یک رنگ قرمز شرابی شفاف با پایداری عالی در برابر گرما، نور و اکسیداسیون می‌دهد. در واقع کارمین یکی از پایدارترین رنگ‌های طبیعی است و در برخی کاربردها از برخی رنگ‌های مصنوعی پایدارتر است.

اسید کارمینیک معمولاً به عنوان یک محصول ۵٪ یا به صورت مایع یا پودر و به طور فزاینده ای در سایه‌های قرمزتر فروخته می‌شود. رایج ترین فرمولاسیون کارمینی که به فروش می‌رسد یک مایع محلول در آب ۴/۵ تا ۵ درصد و یک پودر نامحلول ۵۰ درصد است.

کاربردهای کلیدی کارمین عبارتند از: شیرینی پزی، محصولات مبتنی بر گوشت، آماده سازی میوه، سوسیس، سس، مارینا‌د و سوریمی. در کاربردهایی مانند سوریمی که در آن لایه نازکی از رنگ بر روی سطح بالای چوب ماهی/خرچنگ اعمال می شود، مهم است که هیچ گونه مهاجرت رنگ به لایه زیرین سفید رخ ندهد. با استفاده از پودر نامحلول کارمین این امر حاصل می شود زیرا حرکت آب بین دو لایه باعث حرکت پودر نامحلول نمی شود.

کارمین به دلیل منبع حشرات آن و گزارش واکنش‌های آلرژیک به غذاهای رنگ‌شده با کارمین، تحت فشار فزاینده‌ای قرار دارد. به عنوان یک رنگدانه، پایداری فرایند و شرایط نگهداری در قفسه، آن را به انتخابی قوی برای رنگ قرمز تبدیل کرده است.

با این حال، کارمین در pH پایین (معمولاً pH 3.5 و کمتر) تغییر رنگ میدهند. در این شرایط سایه قرمز با سایه نارنجی ضعیف تری جایگزین می‌شود و می تواند یک رسوب سیاه تشکیل شود. فرمولاسیون‌های پایدار در برابر اسید از شرکت‌های اصلی رنگ طبیعی در دسترس هستند، اما این فرمولاسیون‌ها معمولاً رنگ شفافی را در هنگام استفاده نمی‌دهند.

- **نتیجه گیری:**

رنگ‌های طبیعی از طیف متنوعی از منابع استخراج و تولید می‌شوند که اغلب با سابقه طولانی استفاده می‌شوند. طیف وسیعی از ویژگی‌های آن‌ها به عنوان رنگ‌های غذایی که ظاهراً هیچ الگوی در آن وجود ندارد، از این موضوع ناشی می‌شود. به عنوان مثال برخی از رنگ‌ها مانند کاروتنوئیدها توسط ویتامین C تثبیت می‌شوند در حالی که آنتوسیانین‌ها با ویتامین Cواکنش می‌دهند و رنگ قهوه ای ایجاد میکنند. نقش امولسیفایرها در برخی از فرمول‌های رنگی، استفاده از آنتی اکسیدان‌ها و تاثیر یون‌های فلزی نیز باید به صورت موردی در نظر گرفته شود.

منبع این مقاله از فودانت:

Natural food additives, ingredients and flavourings, Edited by David Baines and Richard Seal