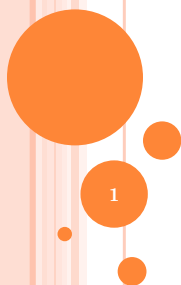


فصل هفتم: رنگ در مواد غذایی

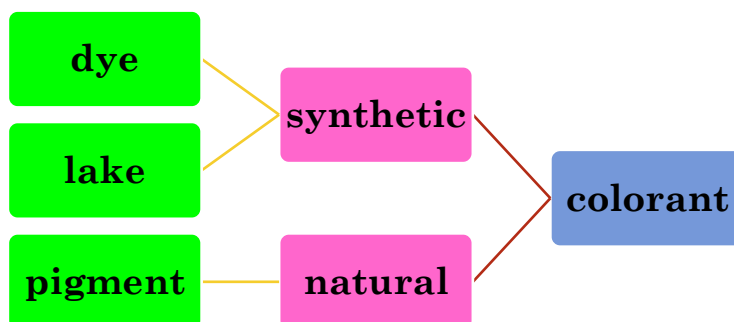


دلایل اهمیت رنگ در مواد غذایی

- در کنار ویژگی های بافت و طعم، از ویژگی های مهم مواد غذایی محسوب می شود و نقش مهمی در پذیرش مصرف کننده دارد.
- ظاهری زیبا و خوش رویت برای مواد غذایی فراهم می کند.
- رنگ می تواند شاخصی از رسیدگی محصول باشد.
- رنگ می تواند شاخص ارزیابی کیفی مواد غذایی و سلامت آن باشد.
- رنگ شاخصی از تغییرات شیمیایی در مواد غذایی است.
- رنگ می تواند به عنوان شاخصی برای تکمیل فرایند مواد غذایی محسوب شود.
- رنگ می تواند شاخصی برای تعیین غلظت و طعم باشد.

ترکیبات رنگزای مواد غذایی

○ هر ترکیبی را که در مواد غذایی باعث ایجاد رنگ شود، colorant گویند.



3

بنابراین رنگ در غذا حاصل موارد زیر است:

1. رنگدانه های طبیعی
2. افزودنی های خوراکی
3. رنگ های ایجاد شده در طی فرایندهای مواد غذایی



4



۱- میوگلوبین و هموگلوبین

○ رنگ گوشت ناشی از دو رنگدانه هموگلوبین و میوگلوبین است.

○ هر کدام از این رنگدانه ها شامل یک قسمت پروتئینی به نام Globin و یک گروه پروستتیک که Heme نامیده می شود، می باشد.

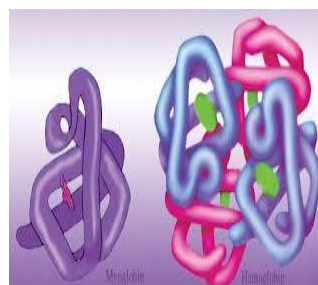
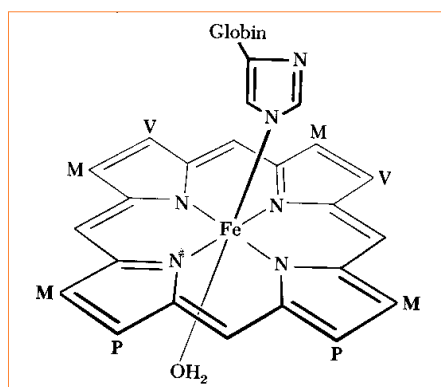


- هسته اولیه "هم"، چهار حلقه پیرول است که توسط گروه های متین ($-\text{CH}=\text{}$) به یکدیگر متصل شده اند. با اضافه شدن گروه های متیل، پروپیل و وینیل به این هسته که porphin نام دارد، protoporphyrin به وجود آمده و با قرار گرفتن یک اتم آهن در مرکز آن، Heme تشکیل می گردد.



7

- اتم آهن چهار پیوند کوردیناس با پیرول ها و یک پیوند با هیستیدین گلوبین بر قرار کرده و ششمین پیوند آن با آب یا اکسیژن است.
- با توجه به وزن مولکولی بیشتر هموگلوبین نسبت به میوگلوبین، می توان هموگلوبین را متشکل از چهار مولکول میوگلوبین در نظر گرفت.

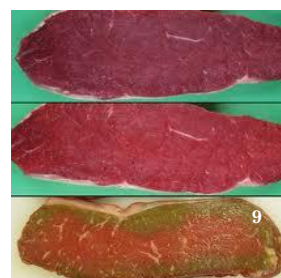
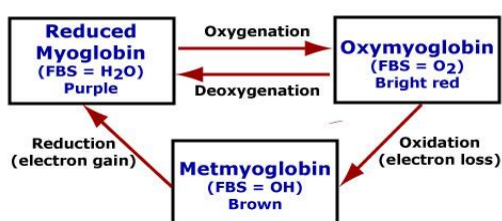


8

رنگ گوشت تازه

- گوشت تازه بلافاصله پس از ذبح، در معرض هوا، در سطح خود یک رنگ قرمز روشن و خوشرنگی را نشان می دهد که ناشی از اکسی میوگلوبین (Fe^{+2}) است.
- در قسمت داخلی گوشت، میوگلوبین (Fe^{+2}) در یک حالت احیا وجود دارد و رنگ آن ارغوانی تیره است.
- اگر چنانچه مواد احیا کننده درون گوشت به هر دلیلی مصرف شود، رنگ قهوه ای مت میوگلوبین (Fe^{+3}) ظاهر و رنگ غالب گوشت می شود.

Flow Chart for Reduced Myoglobin to Oxy-myoglobin to Metmyoglobin Formation

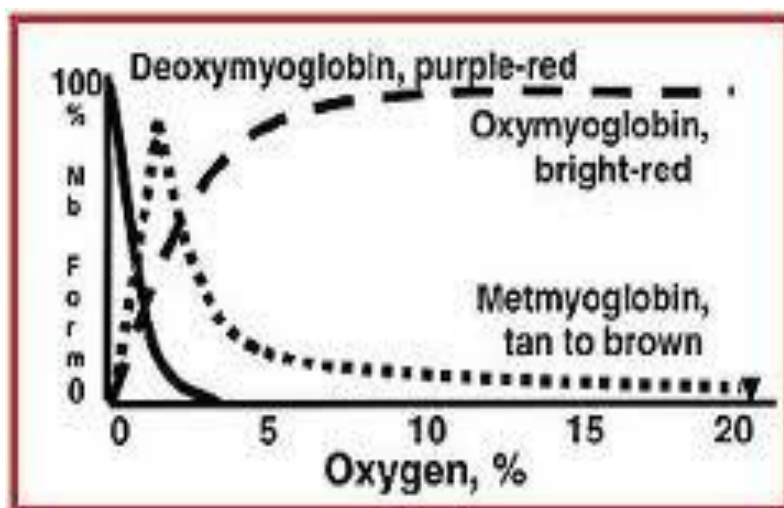


در واقع در گوشت تازه، یک اکسایش آهسته اما پیوسته از اکسی میوگلوبین به مت میوگلوبین وجود دارد که این فرایند را "خود اکسایش رنگدانه گوشت" گوئیم.

عوامل مؤثر در خود اکسایش گوشت عبارتند از:

1. فشار اکسیژن
2. عوامل احیا کننده و اکسید کننده
3. pH
4. عواملی نظیر H_2O_2 و H_2S

اثر فشار اکسیژن بر رنگدانه گوشت



11

رنگ گوشت پخته

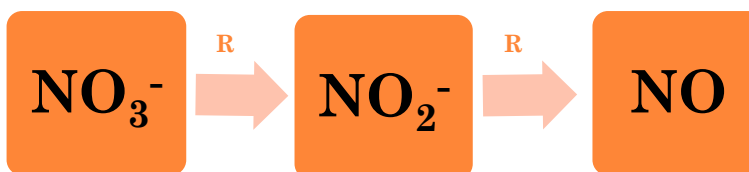
- حرارت سبب دناتوراسیون پروتئین گلوبین شده و اثر حمایتی آن روی Heme از بین رفته و اکسایش آهن تسهیل می شود.
- اگر چنانچه در هسته هم Fe^{+2} به Fe^{+3} اکسید شود، هسته را هِمین (Hemin) گویند.
- میوگلوبین واکسی میوگلوبین در اثر حرارت به یکی از دو شکل "هموکروم" و "همی کروم" ظاهر می شوند.

رنگدانه	گلوبین	اتم آهن هسته	رنگ
هموکروم	ندارد	Fe^{+2}	قرمز کدر
همی کروم	ندارد	Fe^{+3}	قهوه ای

12

رنگ گوشت عمل آوری شده (CURED MEAT)

- در طی عمل آوری گوشت که توسط نیترات و نیتريت انجام می شود، در اثر یک سری واکنش های خاص رنگ صورتی پایداری در گوشت حاصل می شود.
- در طی شرایط عمل آوری، در اثر حضور ترکیبات احیاکننده نیترات به نیتريت و در نهایت به نیتروپراکسید (اکسید نیتريك) تبدیل می شود.



13

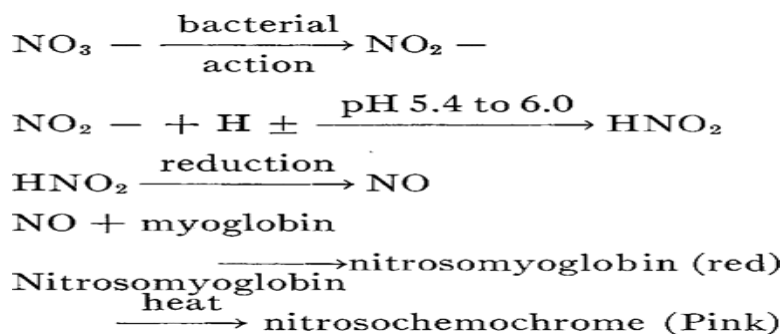


- NO می تواند به لیگاند ششم اتم هم متصل شود و رنگ را تغییر دهد.
- با اتصال NO به MMb، کمپلکس نیتروزو مت میوگلوبین حاصل می شود که دارای گلوبین طبیعی، همین و رنگ قرمز سیر (مانند خون) دارد.
- سپس در شرایط احیا، NOMMb به نیتروزو میوگلوبین با رنگ قرمز درخشان تبدیل می شود.
- این ترکیب ناپایدار است و به سرعت به میوگلوبین و نیتريت تجزیه شده و سپس در اثر اکسایش میوگلوبین حاصل به مت میوگلوبین تبدیل می شود.
- برای ایجاد رنگ صورتی خوشرنگ محصولات عمل آوری شده، به نیتروزو میوگلوبین نیاز داریم. بنابراین بایستی آن را حفظ کنیم.

14

○ در مرحله بعد برای تولید رنگ مطلوب از واکنش های حرارتی استفاده می کنیم.

○ در اثر حرارت گلوبین دناتوره شده، هم سالم (Fe^{+2}) و رنگ صورتی ایجاد می شود. ترکیب حاصل را "نیتریک اکسید هموکروموژن" گویند.



15

○ اگر بیش از حد نیتريت به محصول افزوده شود، در حضور ترکیبات احیا ، اسید و حرارت در محیط، محصول عمل "نیتري همین" خواهد بود.

○ این ترکیب گلوبین نداشته، آهن آن Fe^{+3} و تعدادی از باندهای دوگانه حلقه پورفیرینی احیا شده است.

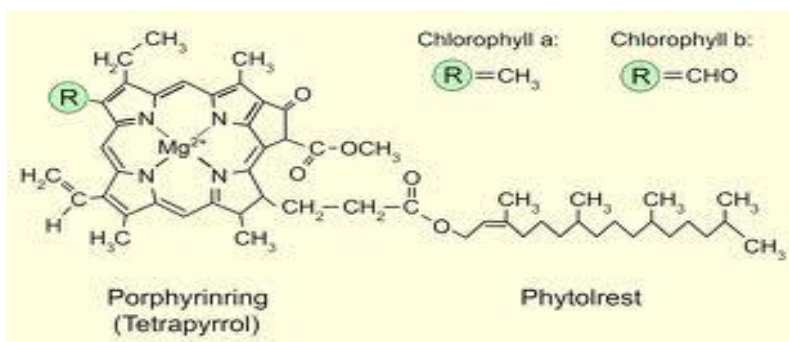
○ این محصول دارای رنگ سبز است.

○ این سری واکنش ها (عملیات ناصحیح عمل آوری) سبب نقص در گوشت شده و به آن "سوختگی نیتريتی" گویند.



16

- از نظر ساختمانی کلروفیل نیز مانند هم دارای پورفیرین است با این تفاوت که در مرکز حلقه اتم منیزیم قرار دارد و حلقه پنجمی به نام phorbين به آن متصل است.
- همچنین کلروفیل با الکل فیتول استریفایده شده است.



19

بدانیم که:

کلروفیلید

• کلروفیلی که فیتول آن از دست رفته باشد.

فتوفیتین

• کلروفیلی که منیزیم وسط حلقه را از دست داده باشد.

فتوفورید

• کلروفیلی که هم فیتول و هم منیزیم را از دست داده باشد.

**پسوند
pyro**

• چنانچه متانول در کلروفیل حذف شود، پیرو به ابتدای نام ترکیب می افزاییم.

20

تغییرات کلروفیل

تغییرات کلروفیل به چهار صورت زیر انجام می شود:

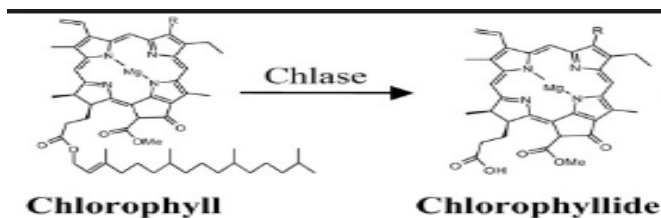
- آنزیمی
- شیمیایی (اثر دما و اسید)
- تشکیل کمپلکس های فلزی
- تجزیه نوری



21

الف) تغییرات آنزیمی کلروفیل

- کلروفیل از تنها آنزیم موجود در طبیعت است که قابلیت تجزیه کلروفیل را دارد.
- این آنزیم یک استراز است که سبب جدا شدن زنجیره فیتول از کلروفیل می شود.
- محصول عمل کلروفیلاز، chlorophyllide است که مانند کلروفیل سبز رنگ است.
- زنجیره فیتول علت نامحلول بودن کلروفیل در آب است که با حذف آن توسط آنزیم، حلالیت کلروفیل در آب افزایش می یابد. (کلروفیل رنگدانه محلول در چربی است)
- دمای بهینه کلروفیلاز = $60-82^{\circ}\text{C}$
- در دماهای بالای 100°C غیر فعال می شود.



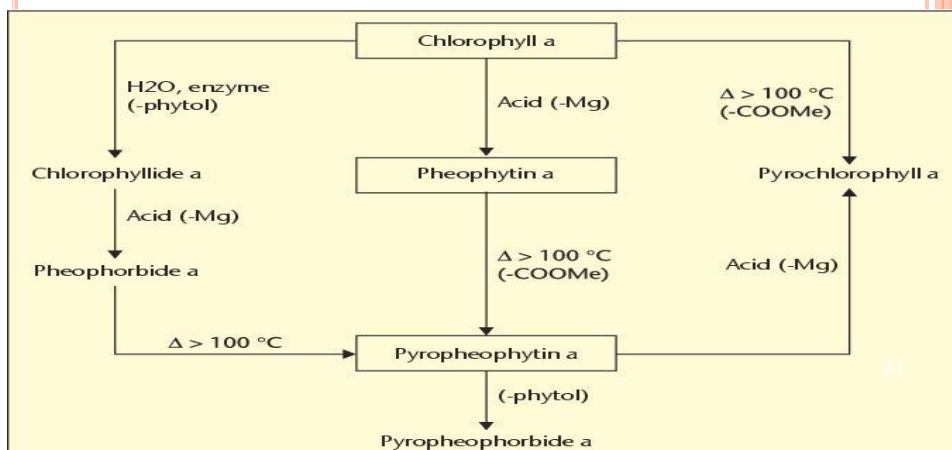
22

ب) تغییرات شیمیایی (اثر دما و اسید)

- کلروفیل در معرض حرارت، Mg^{+2} خود را از دست می دهد و بجای آن دو اتم H^{+} در حلقه جایگزین می شود.
- فنوفیتین تولیدی دارای رنگ زیتونی متمایل به قهوه ای است.
- کلروفیل در شرایط قلیایی پایدار و نسبتاً به حرارت مقاوم است اما با اسیدی شدن محیط ناپایدار می گردد.
- حرارت نفوذپذیری کلروپلاست نسبت به H^{+} را افزایش می دهد که خود سبب کاهش pH می شود.
- هرچه بار منفی سطح کلروپلاست کمتر شود، H^{+} کمتری جذب و کاهش pH، تغییر کلروفیل و رنگ کمتر می شود.

23

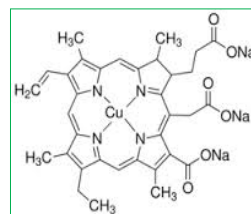
- با افزایش فرایند حرارتی، متانول نیز از کلروفیل جدا و فنوفیتین به پیروفنوفیتین تبدیل می شود.
- کلروفیلیدها مقاومت کمتری از کلروفیل ها دارند. زیرا زنجیره فیتول یک اثر حمایتی روی بخش ترا پیرولی دارد و مانع حذف منیزیم می شود، ضمن آنکه با حذف فیتول حلالیت افزایش و بیشتر در معرض H^{+} قرار می گیرد.



24

ج) تشکیل کمپلکس های فلزی

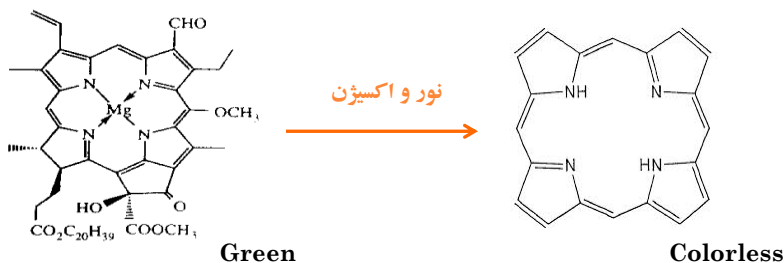
- اگر چنانچه به جای منیزیم در کلروفیل یا مشتقات آن، کاتیون هایی نظیر Cu^{+2} و Zn^{+2} قرار گیرد، کمپلکس هایی به رنگ سبز ایجاد می شود.
- این بدان معناست که کلروفیل و مشتقات بدون Mg آن، به عنوان chelating agents می توانند عمل کنند.
- کمپلکس مس- کلروفیل در محیط های اسیدی پایدار است و حذف فیتول سبب تغییر رنگ نمی شود.
- از این کمپلکس ها به عنوان افزودنی خوراکی در کنسروها استفاده می شود.



25

د) تجزیه نوری کلروفیل

- کلروفیل ها پیوند ضعیفی در کلروپلاست دارند.
- پروتئین ها، لیپیدها و کاروتنوئیدها دارای یک اثر حمایتی بر کلروفیل در مقابل نور هستند.
- در طی فرایند پیری این اثر حمایتی از بین رفته و کلروفیل در حضور نور و اکسیژن تجزیه شده و رنگ خود را از دست می دهد. تحت این شرایط، حلقه تتراپیرولی باز شده و تکه تکه می شود.



26

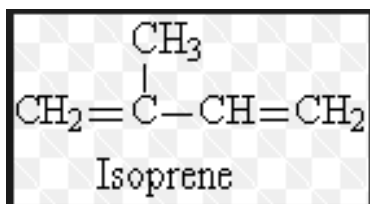
۳- کاروتنوئیدها

- کاروتنوئیدها رنگدانه های زرد، نارنجی و قرمز هستند که به فراوانی در انواع میوه ها، سبزیجات، ماهی، خرچنگ، انواع غلات و تخم مرغ یافت می شود.
- در گیاهان سبز نیز کاروتنوئید به همراه کلروفیل به وفور وجود دارد ولی رنگ سبز اجازه تجلی و ظاهر شدن رنگ کاروتنوئیدها را نمی دهد. با تجزیه کلروفیل، رنگ کاروتنوئیدها نمایان می شود.



27

- کاروتنوئیدها دارای ۴۰ کربن هستند، بدین معنا که از ۸ واحد ایزوپرن تشکیل گردیده اند.
- ایزوپرن ها فقط توسط گیاهان سنتز و تولید می شوند اما طبیعتاً از طریق مصرف مواد گیاهی، این مواد به عالم حیوانی نیز وارد می گردد که در آنجا تغییر شکل می دهند (زرده تخم مرغ).



کاروتن ها

گزانتوفیل ها

کاروتنوئیدها

28

الف) کاروتن ها (CAROTENS)

○ گروهی از کاروتنوئیدها که فقط ساختمان و ماهیت هیدروکربنی دارند.

آلفا کاروتن

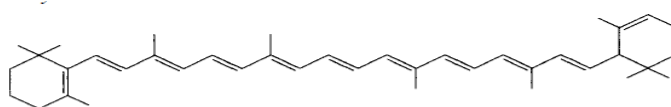
- در هویج یافت می شود.
- فعالیت پروویتامینی آن ۵۰٪ بتاکاروتن است.

بتا کاروتن

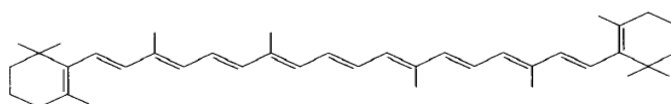
- در بسیاری از مواد غذایی از جمله هویج، سیب زمینی، زرده تخم مرغ و روغن پالم دیده می شود.
- بیشترین فعالیت پروویتامینی را دارد به طوری که تحت شرایط احیا هر مولکول آن به دو مولکول ویتامین A تبدیل می شود.

لیکوپن

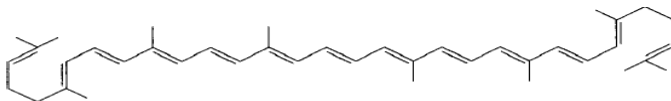
- رنگ قرمز گوجه فرنگی در اثر حضور لیکوپن است.
- فعالیت پروویتامینی ندارد.



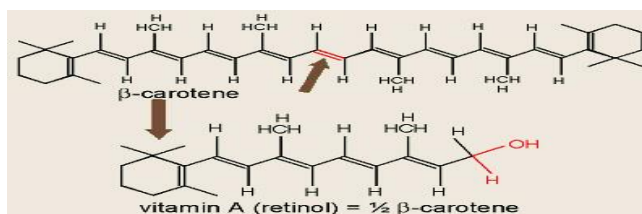
α -Carotene (β , ϵ -carotene) (VI)



β -Carotene (β , β -carotene) (VII)



Lycopene (ψ , ψ -carotene) (IV)



ب) گزانتوفیل ها (XANTHOPHYLL)

○ مشتقات اکسیژن دار کاروتن ها هستند. اکسیژن ممکن است به صورت گروه های هیدروکسیل، متوکسیل، کربوکسیل و کتونی وجود داشته باشد.

زآگزانتین

- دو گروه هیدروکسیل دارد.
- رنگ زرد (ذرت، زرده تخم مرغ، زعفران)

بیکسین

- بسیار مهم در صنعت غذا – رنگ زرد-دارای دو گروه کربوکسیل که یکی با متانول ترکیب شده است.
- استخراج شده از پوشش دانه گیاه آنا-تو-استفاده در پنیر ها و مارگارین

کروستین

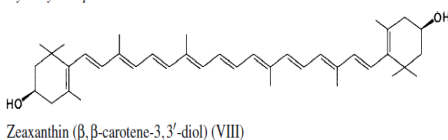
- رنگدانه زعفران
- ایجاد رنگ در نوشابه ها و فرآورده های آردی

لوتئین

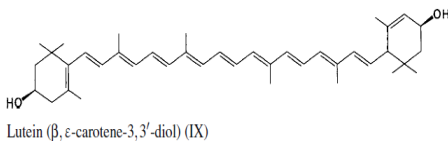
- ایجاد رنگ زرد در تخم مرغ

31

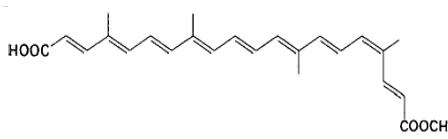
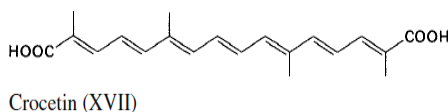
Hydroxy Compounds



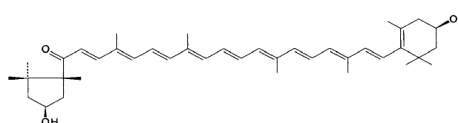
This xanthophyll is present in corn (*Zea mays*).



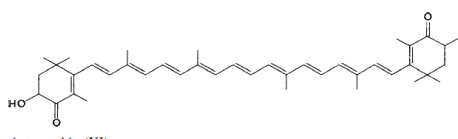
Dicarboxylic Acids and Esters



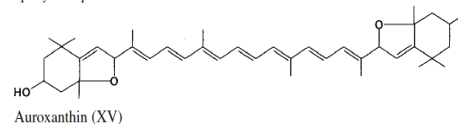
Keto Compounds



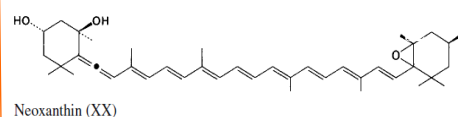
This xanthophyll is the major carotene of paprika peppers.



Epoxy Compounds



This carotenoid is a constituent of oranges (cf. Table 3.57).



خصوصیات فیزیکی کاروتنوئیدها

- کاروتنوئیدها رنگدانه های محلول در چربی و حلال های آلی هستند.
- بیکسین و کروستین به دلیل داشتن گروه های کربوکسیل در آب حل می شوند.
- رنگ کاروتنوئیدها ناشی از حضور یک سیستم از پیوندهای مضاعف کنژوگه است. هرچه تعداد این نوع باندها بیشتر باشد، رنگ از زرد به سمت قرمز متمایل می شود.
- پیوند دوگانه ممکن است به صورت cis یا trans باشد.
- شدت رنگ مربوط به ایزومر ترانس است و هر چه پیوندهای سیس افزایش یابد، رنگ تدریجاً روشن تر می شود.



خصوصیات شیمیایی کاروتنوئیدها

- کاروتنوئیدها به دلیل داشتن پیوندهای دوگانه فراوان در ساختمان خود، به راحتی اکسیده شده و رنگ آن تغییر می کند.
- ترکیبات تشکیل شده طی تجزیه لیپیدها به خصوص در حضور آنزیم لیپوکسیژناز، سبب تسریع اکسایش کاروتنوئیدها می شوند.
- اکسایش کاروتنوئیدها در حضور یون های فلزی تشدید می شود.
- در محیط های غیر اشباع، اکسایش کمتر و کاروتنوئیدها پایدارترند.

خصوصیات شیمیایی کاروتنوئیدها

- کاروتنوئیدها در فشارهای پایین اکسیژن نقش آنتی اکسیدانی دارند.
- در شرایط معمولی نگهداری میوه ها و سبزیجات پایدارند.
- نسبتاً در مقابل حرارت پایدارند.
- در شرایط اسیدی و قلبایی قوی، نور و حلال های آلی به سرعت ایزومریزه می شوند و ضمن تغییر رنگ ، از خاصیت پروویتامینی شان نیز کاسته می شود.

35



۴- آنتوسیانین ها

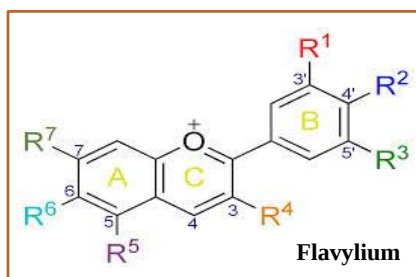
- آنتوسیانین ها گروهی از رنگدانه های محلول در آب هستند که به میزان زیادی در مایع سلولهای گیاهی وجود دارد.
- طیف وسیعی از رنگ ها شامل آبی، قرمز، بنفش و سرخابی توسط آنتوسیانین ها ایجاد می شود.



36

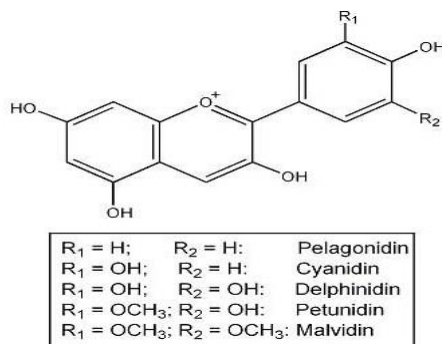
ساختمان آنتوسیانین ها

- آنتوسیانین ها ترکیبات گلیکوزیدی هستند که قسمت غیر قندی آنها را که آنتوسیانیدین گویند، با یک یا دو مولکول از قندهایی نظیر گلوکز، گالاکتوز و رامنوز پیوند داده است.
- ساختمان اصلی آنتوسیانین ها از هسته فلاویلیوم تشکیل شده که گروه های هیدروکسی و متوکسی به آن متصل شده اند.

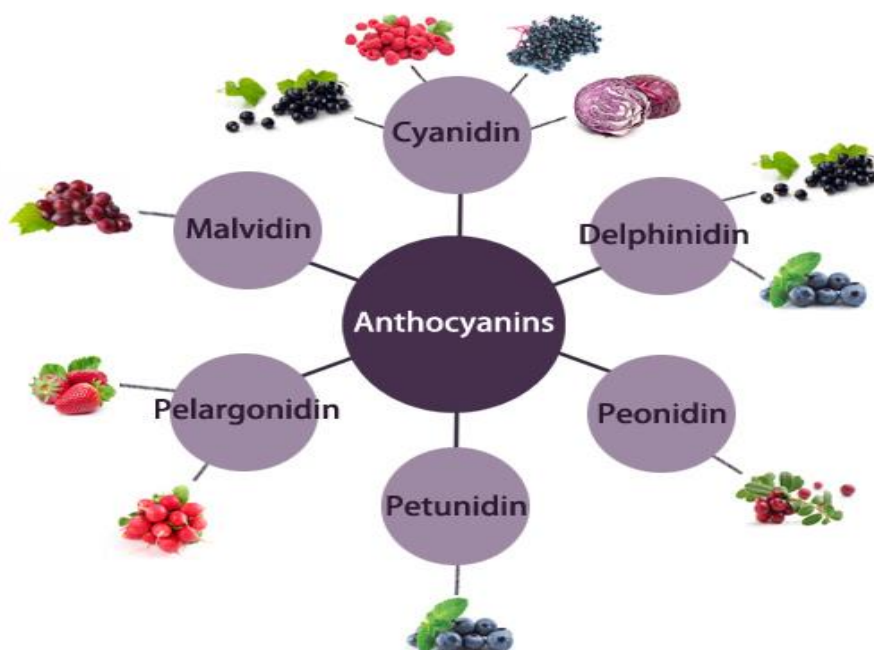


37

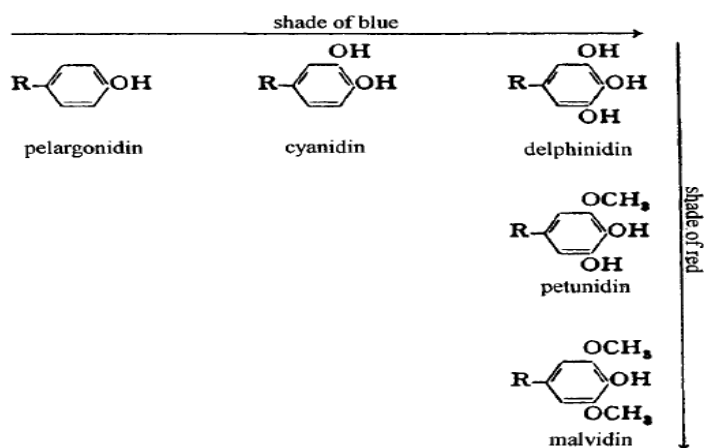
- تقریباً ۱۴۰ نوع آنتوسیانین در طبیعت شناسایی شده است که فقط ۶ نوع آن در مواد غذایی حائز اهمیت هستند.
- این شش نوع عبارتند از: پلارگونیدین، سیانیدین، دلفینیدین، پئونیدین، پتونیدین و مالویدین.
- تفاوت اینها در محل قرار گرفتن و تعداد گروه های هیدروکسیل و متوکسیل آنها در حلقه B هسته فلاویلیوم است.



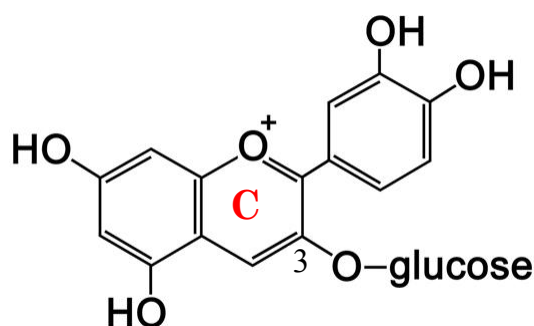
38



- جانشین کردن گروه های هیدروکسیل و متوکسیل در آنتوسیانین ها، بر رنگ آنها تأثیر دارد.
- افزایش گروه های OH رنگ آبی تندتری را ایجاد می کند در حالیکه افزایش گروه های OCH₃ بر شدت رنگ قرمز می افزاید.



- حلالیت آنتوسیانیدین کمتر از آنتوسیانین است که علت آن حضور قند در آنتوسیانین هاست.
- قند بر روی آنتوسیانین ها اثر پایدار کنندگی دارد و به همین دلیل آنتوسیانیدین ها بیشتر به صورت کمپلکس با قند و به صورت آنتوسیانین یافت می شود.
- در آنتوسیانین ها، قند بر روی کربن شماره ۳ حلقه C قرار می گیرد.



41

پایداری آنتوسیانین ها

- آنتوسیانین ها نسبتاً ناپایدارند و طی استخراج، فرآوری و نگهداری آسیب می بینند.

مهم ترین عوامل مؤثر بر پایداری آنتوسیانین ها عبارتند از:

1. استخلاف های روی ساختمان آنتوسیانین

2. pH

3. غلظت قندی محیط

4. دما

5. غلظت اکسیژن

6. اسید آسکوربیک

7. یون های فلزی

8. دی اکسید گوگرد



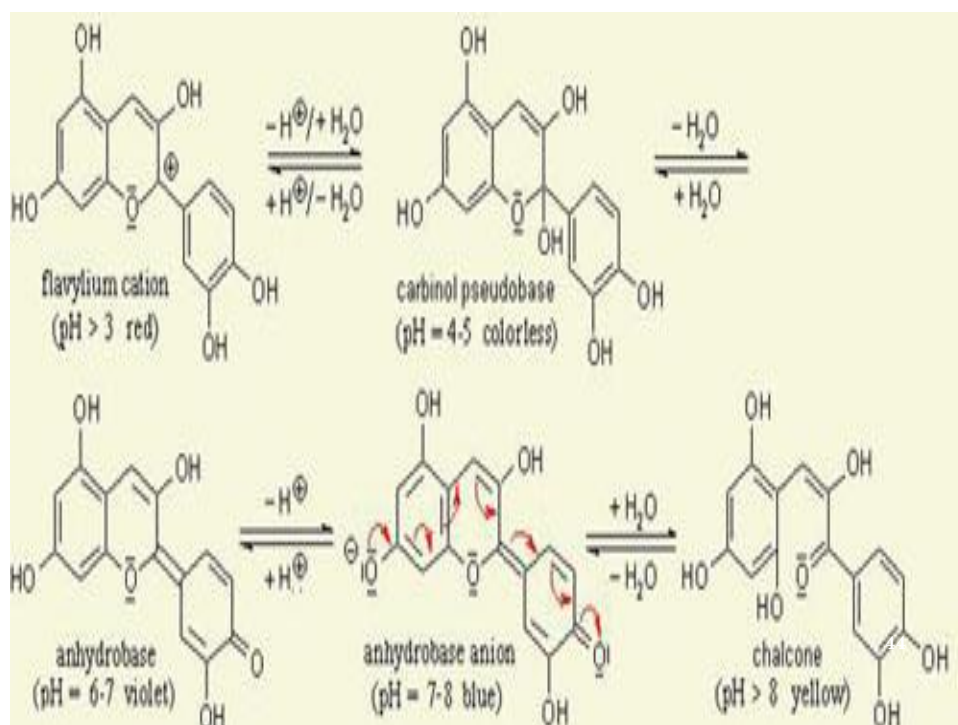
42

○ **استخلاف های روی ساختمان آنتوسیانین:** گروه های هیدروکسیل از متوکسیل فعال تر و واکنش پذیر ترند، بنابراین هرچه در ساختمان آنتوسیانین گروه های OH بیشتر باشد، ناپایداری آن بیشتر است و بالعکس با افزایش گروه های متوکسیل پایداری افزایش می یابد.

○ **pH:** در محیط های آبی بر حسب تغییرات pH رنگ آنتوسیانین ها تغییر می کند. این تغییرات رنگ به این دلیل است که ترکیبات آنتوسیانینی بر حسب تغییرات pH چند شکل ساختمانی دارد که باهم در تعادلند. و هر یک رنگ متفاوتی دارند.



43



○ **قند ها:** حضور قندها سبب کاهش اب آزاد و در نتیجه کاهش تولید کاربینول بیرنگ و چالکون زرد رنگ می شود. به این ترتیب به پایداری رنگ آنتوسیانین ها کمک می کند.

○ **حرارت:** دما سبب تخریب ترکیبات آنتوسیانینی می شود و بسته به میزان حرارت محصولات تجزیه ای متفاوتی با رنگ های مختلف یا بیرنگ تولید می کند.

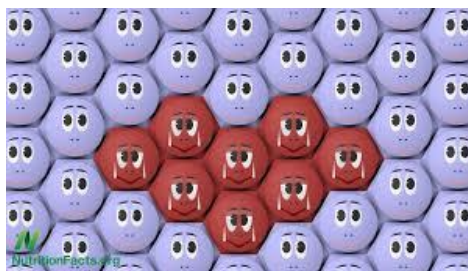
○ **حضور O₂:** آنتوسیانین ها ترکیباتی غیر اشباع هستند که به راحتی توسط اکسیژن نابود می شوند.

○ **اسید آسکوربیک:** اسید آسکوربیک و آنتوسیانین ها به صورت همزمان در عصاره میوه ها ناپدید می شوند. به طوری که اسید آسکوربیک در حضور O₂ اکسید شده و تولید H₂O₂ می کند. آب اکسیژنه تولیدی می تواند سبب شکستن حلقه آنتوسیانین ها شود.

45

○ **فلزات:** برخی از آنتوسیانین ها قادرند به کمک گروه های هیدروکسیل خود می توانند با فلزات تشکیل کمپلکس رنگی دهند. به عنوان مثال چنانچه گیلان یا البالو در قوطی های حاوی قلع ریخته شوند، میوه ها به رنگ ارغوانی در می آیند که ناشی از کمپلکس قلع با آنتوسیانین است.

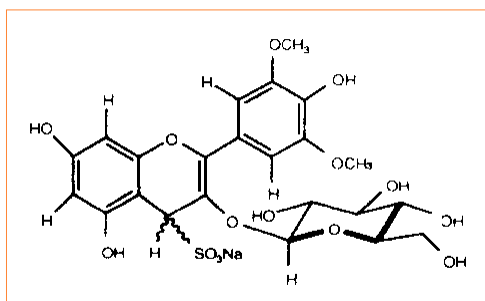
○ همچنین در میوه هایی مثل گلابی و هلو مشکل صورتی شدن (pinkening) دیده می شود که مربوط به کمپلکس های فلزی آنتوسیانین است.



46

○ **گروه های گوگردی:** دی اکسید گوگرد و سولفیت ها می توانند سبب رنگ بری آنتوسیانین ها شوند.

○ در این حالت رنگ زردی که مربوط به سایر رنگدانه های گیاه است، ظاهر می شود.



47

۵- سایر ترکیبات فلاوونوئیدی:

○ فلاوونوئید ها رنگدانه های زردی هستند که در طبیعت گسترده گی فراوان دارند .

○ این دسته از ترکیبات علاوه بر رنگ ، در ایجاد طعم و مزه نیز حائز اهمیت هستند.

○ ترکیبات فلاوونوئیدی شامل گروه های متفاوتی هستند از جمله:

1. فلاونول ها

2. فلاون ها

3. چالکون ها

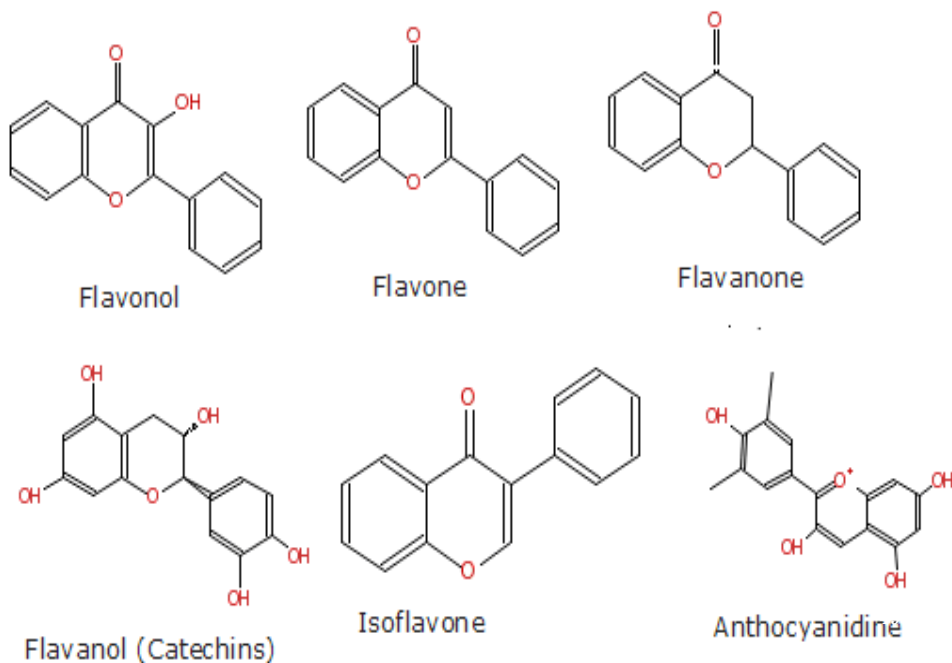
4. فلاوانون ها

5. ایزو فلاوانون ها

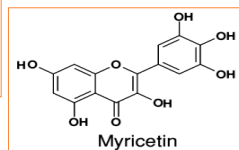
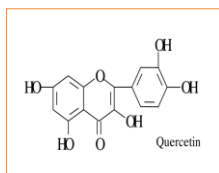
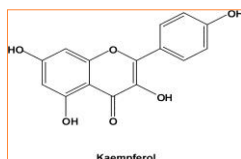
6. پروآنتوسیانین ها



48



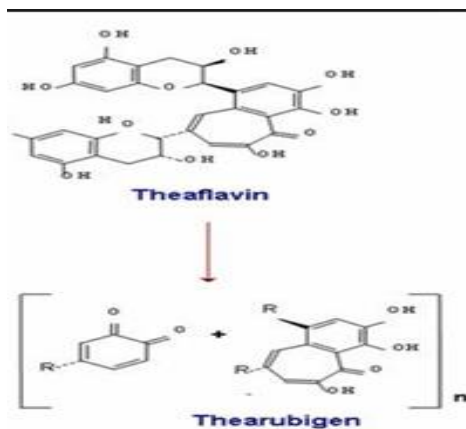
سه فلاونول کوئرستین، کمپفرول و میریستین به میزان قابل توجهی در چای های فوری وجود دارد و به ایجاد رنگ و طعم گس آن کمک می کند.



نارینجین مثالی از فلاوانون هاست که عمدتاً در مرکبات وجود دارد و شدیداً تلخ مزه است.



- پروآنتوسیانین ها ترکیبات بی رنگی هستند که در ایجاد طعم نقش مهمی ایفا می کنند. یکی از ترکیبات این گروه، کاتکین است که مشخصاً در چای وجود دارد و خاصیت آنتی اکسیدانی دارد. در جریان تخمیر چای، این ماده به ثئافلاوین و ثئارویگین تبدیل می گردد که هر دو در ایجاد رنگ چای نقش مهمی دارند.



51

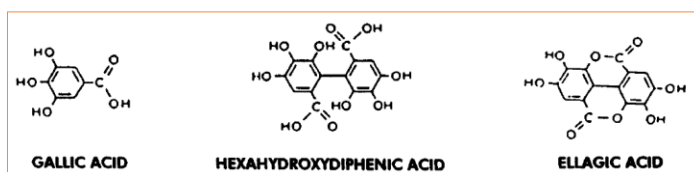
مهمترین خصوصیات فلاوونوئیدها

- خصوصیت پلی فنولی ترکیبات فلاوونوئیدی باعث گردیده است که خاصیت آنتی اکسیدانی فراوانی داشته باشند به طوری که سه فلاونول کوئرستین، کمپفرول و میریستین موجود در چای خاصیت آنتی اکسیدانی قوی تری از آلفاتوکوفرول دارند.
- همچنین به دلیل جذب یون های فلزی، می توانند به عنوان سینرژیست ترکیبات آنتی اکسیدانی عمل کنند.
- ماهیت پلی فنولی این ترکیبات سبب می شود که به طور گسترده در واکنش های قهوه ای شدن آنزیمی شرکت کنند و تغییرات رنگی را ایجاد کنند.
- فلاوونوئیدها می توانند کمپلکس های فلزی رنگی نیز ایجاد کنند (رنگ آبی یا سبز در ترکیب با آهن).

52

۶- تانن ها

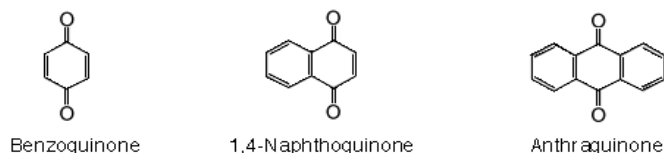
- گاهی از تانن ها تحت عنوان تانیک اسید، گالتانیک اسید یا دی گالیک اسید یاد می کنند.
- تانن ها آن دسته از ترکیبات فنولی محلول در آب هستند که توانایی ترکیب شدن با پروتئین ها و پلی ساکاریدها را دارند و بر اثر این ترکیب سبب رسوب آنها می شوند.
- در واکنش های قهوه ای شدن آنزیمی شرکت می کنند.
- با آهن کمپلکس سیاه رنگ می دهد که از آن در صنعت چای، نوشابه سازی و آبجوسازی به صورت گسترده استفاده می شود.
- سبب ایجاد طعم گس در خرمالو می شود.



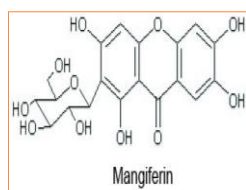
53

۷- کینون ها و گزانتون ها

- کینون ها گروه بزرگی از رنگدانه های متمایل به زرد هستند که در گیاهان گلدار، قارچ ها و جلبک ها وجود دارند.
- در میان کینون ها ، نفتوکینون و آنتراکینون دارای اهمیت بیشتری هستند. رنگدانه های حنا و گردو جز نفتوکینون ها می باشد.



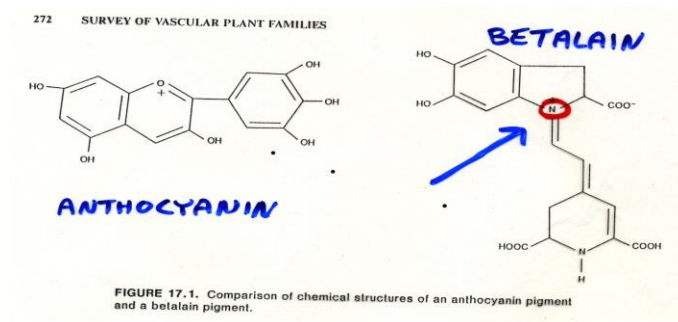
- مانگیفرین (Mangiferin) نوعی گزانتون است که در انبه به وفور دیده می شود و رنگ زرد انبه مربوط به این رنگدانه است.



54

۸- بتالائین ها

- از نظر ساختمانی مشابه آنتوسیانین ها و فلاوونوئید هاست، با این تفاوت که در ترکیشان نیتروژن نیز دارند.
- بتالائین ها از دیدگاه ساختمانی محصول تراکمی محصولات آمینی با اسید بتالائیک است.
- بتالائین ها در آب محلولند و نسبت به تغییرات pH پایداری بیشتری دارند.
- رنگ چغندر و گیاهی مانند تاج خروس ناشی از بتالائین هاست.



55



بتاسیانین ها : رنگ قرمز تا بنفش

• بتالائین ها

بتاگزانتین ها : رنگ زرد



- بتالائین ها در فرایندهای حرارتی تخریب و تجزیه می شوند.
- رنگدانه های قرمز بتالائین در چغندر بیشترین پایداری را در $pH = 4-6$ از خود نشان می دهند.

56