

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

GIDA TEKNOLOJİSİ

**GIDALARDAKİ PİGMENTLER VE
FENOLİK BİLEŞİKLER**

Ankara, 2016

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul / kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. GIDALARDAKİ FENOLİK BİLEŞİKLER VE DOĞAL RENK MADDELERİ	3
1.1. Gıdalardaki Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddelerinin Önemi	3
1.2. Fenolik Bileşiklerin Sınıflandırılması	5
1.2.1. Fenolik Asitler	5
1.2.2. Flavonoidler	7
1.3. Bitkilerdeki Doğal Renk Maddelerinin (Pigmentler) Sınıflandırılması	11
1.4. Bitkisel Pigmentlerin Kimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri	11
1.4.1. Klorofiller	11
1.4.2. Karotenoidler	14
1.4.3. Flavonoidler	18
1.4.4. Antoksanin	18
1.4.5. Tanenler	18
1.4.6. Betalainler	20
1.5. Gıda Sanayi Açısından Bitkisel Pigmentler ve Fenolik Bileşiklerin Önemi	21
UYGULAMA FAALİYETİ	24
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	25
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	27
2. HAYVANSAL PİGMENTLER	27
2.1. Hayvansal Pigmentlerin Özellikleri	27
2.2. Gıda İşleme Sırasında Hayvansal Pigmentlerdeki Değişimler	28
UYGULAMA FAALİYETİ	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	33
MODÜL DEĞERLENDİRME	34
CEVAP ANAHTARLARI	35
KAYNAKÇA	36

AÇIKLAMALAR

ALAN	Gıda Teknolojisi
DAL / MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Gıdalardaki Pigmentler Ve Fenolik Bileşikler
SÜRE	40/12
MODÜLÜN AMACI	Bilimsel yöntemlere ve tekniğe uygun olarak bitkisel ve hayvansal gıdalardaki pigmentlerin kimyasal ve fonksiyonel özellikleri, gıda işleme sırasında pigmentlerdeki değişimler ve önleme yolları ile ilgili bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
MODÜLÜN ÖĞRENME KAZANIMLARI	<ol style="list-style-type: none">1. Bitkilerdeki fenolik bileşikleri ve doğal renk maddelerini açıklayabileceksiniz.2. Hayvansal gıdalardaki doğal renk maddelerini açıklayabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane, Donanım: Bilgi teknolojileri ortamı(internet) vb. kendi kendinize veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar, tepegöz, tahta kalem, internet ortamı, yeşil renkli biber, domates, et, güneş ışığı, asetik asit, sitrik asit, laboratuvar malzemeleri, terazi.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Doğal gıdaların renkleri içerdikleri pigment olarak tanımlanan maddelerden kaynaklanmaktadır.

Meyveler ve sebzeler gibi doğal kaynaklı birçok ürün çeşitli renklere sahip olup çekicilikleri renkleri ile ilgilidir. Renk gıdaların duyuşal özellikleri yönünden ele alındığında tüketici tercihi açısından gıdanın çekiciliğinde önemli bir rol oynar.

Gıdalar; işleme, depolama ve satışı sunma gibi çeşitli aşamalarda ısı, ışık, pH, oksijen gibi fiziksel ve kimyasal koşullara bağılı olarak renk kaybına uğramaktadır.

Bu nedenle gıda işleme sırasında ortaya çıkan renk farklılıklarını ve kayıplarını karşılayarak gıdanın kendi rengini koruma, ürünün renk tekdüzeliğini sağlama ve çekiciliğini artırma yoluna gidilmektedir.

Bu modül ile gıdalardaki fenolik bileşikler ve doğal renk maddelerini tanıyarak gıda işlemedeki kaliteyi etkileyen renk kayıplarına engel olabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

Bitkilerdeki fenolik bileşikleri ve doğal renk maddelerini açıklayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bitkilerdeki acı ve buruk tatların sebeplerini araştırınız.
- Bitkilerdeki renk çeşitliliğinin sebeplerini araştırınız.

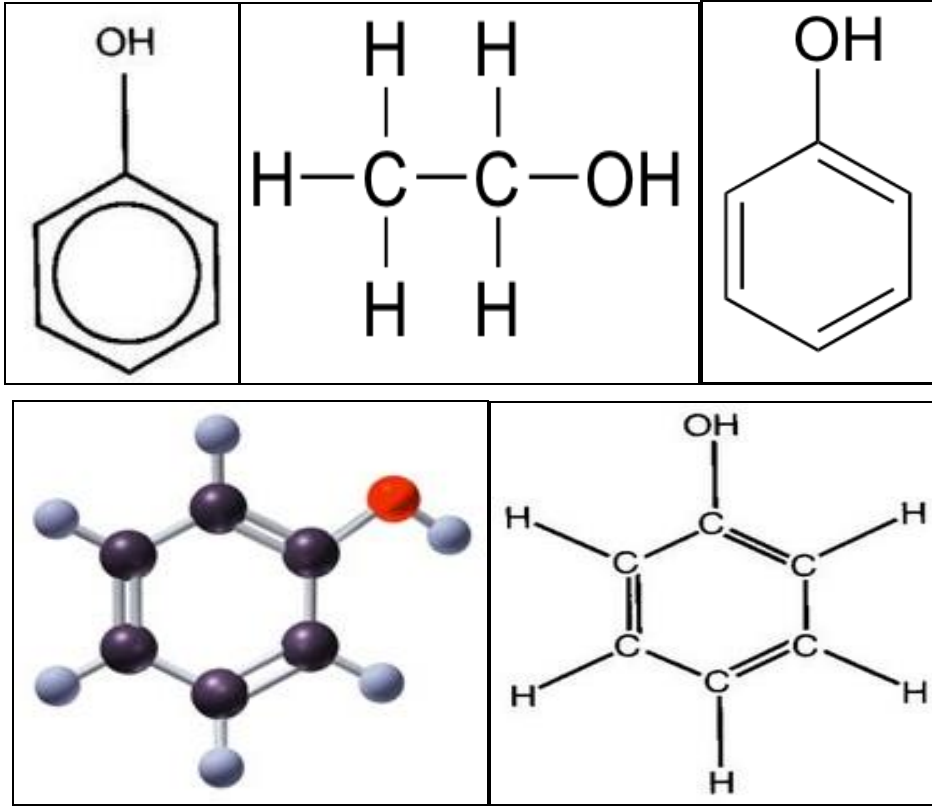
1. GIDALARDAKİ FENOLİK BİLEŞİKLER VE DOĞAL RENK MADDELERİ

1.1. Gıdalardaki Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddelerinin Önemi

En az bir aromatik halka ve bu halkada bir veya daha fazla hidroksil bulunduran organik bileşiklerin tümüne fenolik bileşikler veya polifenoller denir. En basit fenolik maddenin bir tane hidroksil grubu içeren benzen yani fenol olduğu ve diğer fenolik maddelerin bundan türediği bilinmektedir.

Bitkilerin yapısında, farklı nitelik ve miktarlarda binlerce çeşit fenolik bileşik bulunmaktadır.

Fenolik bileşikler bitkilerde en yaygın bulunan maddeler grubu olup, günümüzde binlerce fenolik bileşiğin yapısı araştırılmış ve tanımlanmıştır.



Şekil 1.1: Fenol halkasının farklı şekillerde gösterilmesi

Fenolik bileşiklerin, bitkilerdeki önemi şu şekilde sıralanabilir;

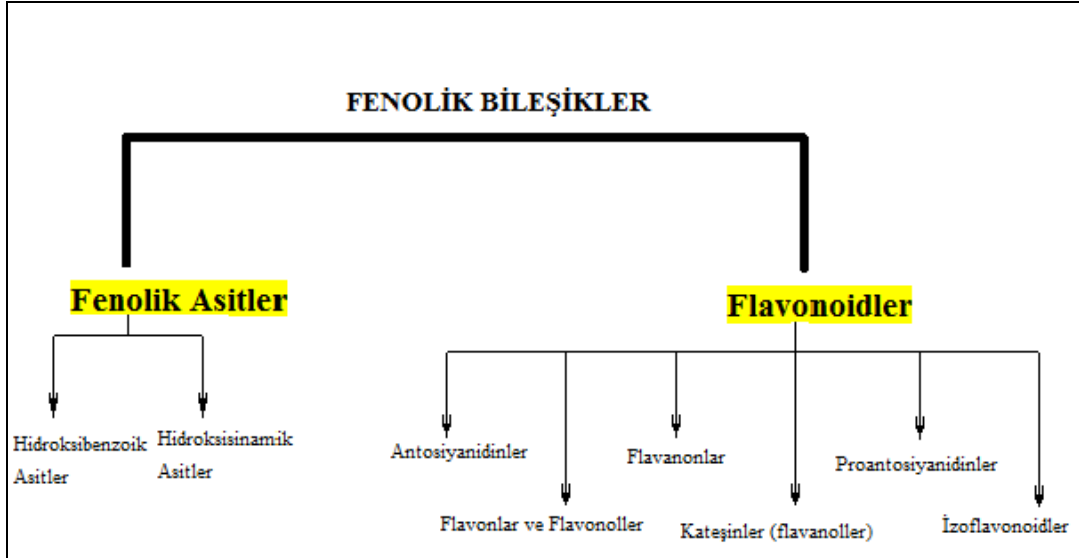
- **Fenolik bileşikler, bitkilerin savunma mekanizmasını oluştururlar:** Fenolik bileşiklerin bitkilerdeki asıl fonksiyonun ne olduğu önceleri tam olarak anlaşılamamış, daha sonra uzun süren çalışmalar sonucunda fenolik bileşiklerin asıl görevlerinin, böcek ve hayvan zararlılarına, zararlı güneş ışınlarına, radyasyona, parazitlere, mantarlara, hastalık yapıcı mikroorganizmalara ve diğer olumsuz çevre şartlarına karşı bitkiyi korumak ve dayanıklılığını arttırmak olduğu anlaşılmıştır. Bu işlevini fenolik bileşiklerin farklı özellikleri ile yerine getirirler. Örneğin; acı tat oluşturan fenolik bileşik sentezleyerek diğer hayvan zararlılarına karşı kendilerini korumaya çalışırlar.
- **Bazı fenolik bileşikler, bitkilerdeki acılık ve burukluk gibi iki önemli tat unsurunun oluşmasında etkilidirler;** ancak fenolik bileşiklerin bir gıdaya buruk (dilin tüm yüzeyinde ve yanak mukozasında bir buruşturma ve kurutma duygusu oluşması) ve acı tadıverebilmesi için bitkideki miktarının yeterli olması gerekir. Örneğin; *floridzin* acı tat veren bir fenolik madde olmasına ve elmalarda bulunmasına rağmen, miktarı az olduğu için acılığa neden olmamaktadır.

- **Bitkilerin, çiçek, yaprak ve meyvelerinde, sarı - sarı-esmer, kırmızı-mavi tonlardaki renklerin oluşmasını sağlar:** Yeryüzündeki bitkilerin sahip olduğu renk zenginliği, yapılarındaki fenolik bileşik çeşidinden ve miktarından kaynaklanmaktadır.
- **Bunların yanı sıra, bazı fenolik bileşikler, bitkilerin kendine özgü koku ve aromasının oluşumunda etkilidirler.**

1.2. Fenolik Bileşiklerin Sınıflandırılması

Fenolik bileşikler, bitkilerin yaprak, çiçek, meyve gibi canlı dokularında glikozla bileşik yaparak, glikozitleri oluşturur. Odunsu dokularında aglikonlar (glikoz olmayan maddeler) şeklinde, çekirdeklerinde ise her iki formda bulunabilmektedirler.

Fenolik bileşikler farklı özellikleri gözönüne alınarak farklı kaynaklarda birçok farklı şekilde gruplanabildiği gibi genellikle, fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki ana grupta incelenmektedir. Fenolik asitler; hidroksisünamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olarak ikiye ayrılır. Flavonoidler ise antosiyanidinler, flavonlar ve flavonoller, flavanonlar, kateşinler (flavanoller), proantosiyanidinler, izoflavonoidler olmak üzere altı alt gruba ayrılmaktadırlar.

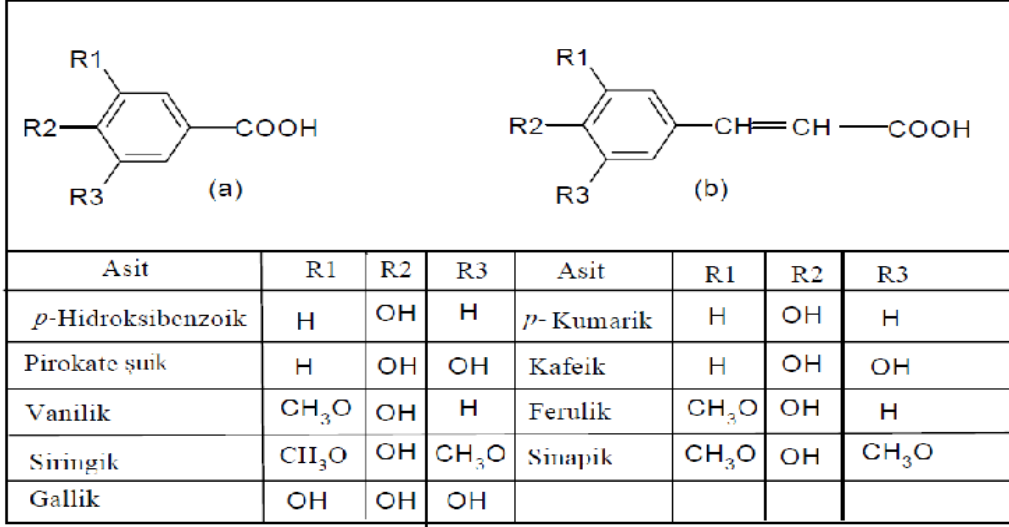


Şekil 1.2: Fenolik bileşiklerin gruplandırılması

1.2.1. Fenolik Asitler

Fenolik asitler genel olarak canlı bitki dokularında serbest halde bulunmazlar, bitkilerin işlenmesi sırasında hidrolize şekilde ortaya çıkarlar. Fenolik asitlerin yapısında bulunan karboksil grupları karbonhidratlarla bileşik yaparak glikozidler, aminoasitler veya proteinlerle bileşik yapıpamidleri, alkollerle reaksiyona girerek fenol esterleri(Ester ve esterleşme; bir karboksilik asidin (R-COOH) bir alkol veya bir fenol'le tepkimesi sonucu su kaybı ile meydana gelen kimyasal bileşiğe ester denir.) oluştururlar.

Fenolik asitlerin, fenol halkasına bağlı hidroksil grupları çok aktif olup, şekerlerle birleşerek glikozitleri oluştururlar. Fenolik asitlerin meyvelerdeki miktarları olgunluk durumuna göre değişmektedir.



Şekil 1.3: Fenolik asitlerin genel yapısı

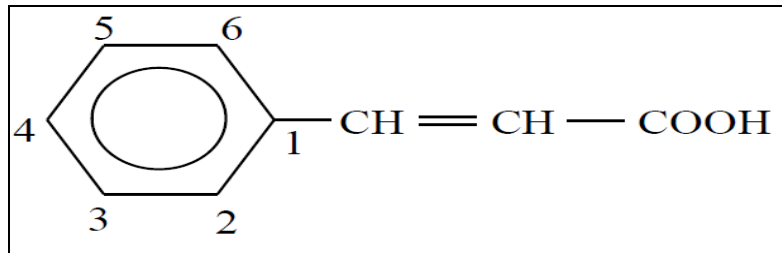
Fenolik asitler; hidroksisünamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki grupta incelenirler.

1.2.1.1. Hidroksisünamik Asitler

Hidroksisünamik asitler bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunurlar ve fenilpropan halkasına bağlanan hidroksil grubunun konumu ve sayısına göre farklı özellik gösterirler. Bunlar arasında ferulik asit, kafeik asit, *o*-kumarik asit ve *p*kumarik asit önem taşımaktadır.

Hidroksisünamik asitler ancak çok az miktarlarda serbest halde bulunurlar, çoğunlukla asit türevleri halindedirler. Hidroksisünamik asitin esterleri de gıdalarda çok yaygındır.

Hidroksisünamik asit glikozidleri ve amidleri de birçok bitkide bulunmaktadır. Bitkilerde hidroksisünamik asit biyosentezi fenilalanin ile başlar ve dört aşamada, dört farklı enzim katalizöründe reaksiyon tamamlanır.

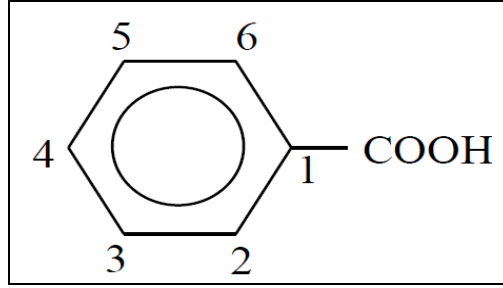


Şekil 1.4: Hidroksisünamik asitler

1.2.1.2. Hidroksibenzoik Asitler

Hidroksibenzoik asitler ise bitkisel gıdaların yapısında genellikle iz miktarlarda (10 ppm kadar) bulunur veya hiç bulunmayabilirler. Bunlar arasında salisilik asit, m-hidroksibenzoik asit, p-hidroksibenzoik asit, gallik ve vanilik asit gibi asitler sayılabilir.

Hidroksibenzoik asitler, hidroksisünamik asitlerden yağ asitlerinin βoksidasyonu ile analog olan bir reaksiyon zinciri sonucunda oluşmaktadır.

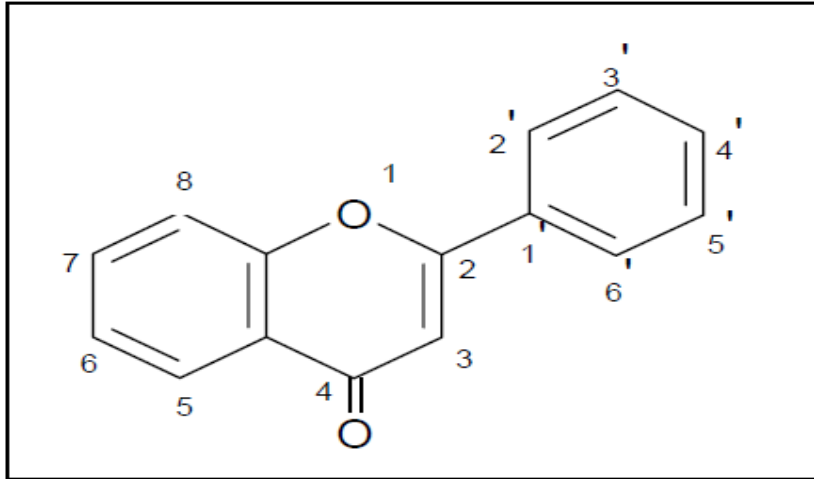


Şekil 1.5: Hidroksibenzoik asitler

1.2.2. Flavonoidler

Flavonoidler fenolik bileşikler içerisinde en yaygın olanlarıdır. Bugüne kadar yeryüzünde en az 5000 tane fenolik madde tanımlanmış olup bunların 2000'den fazlası flavonoidlerdir.

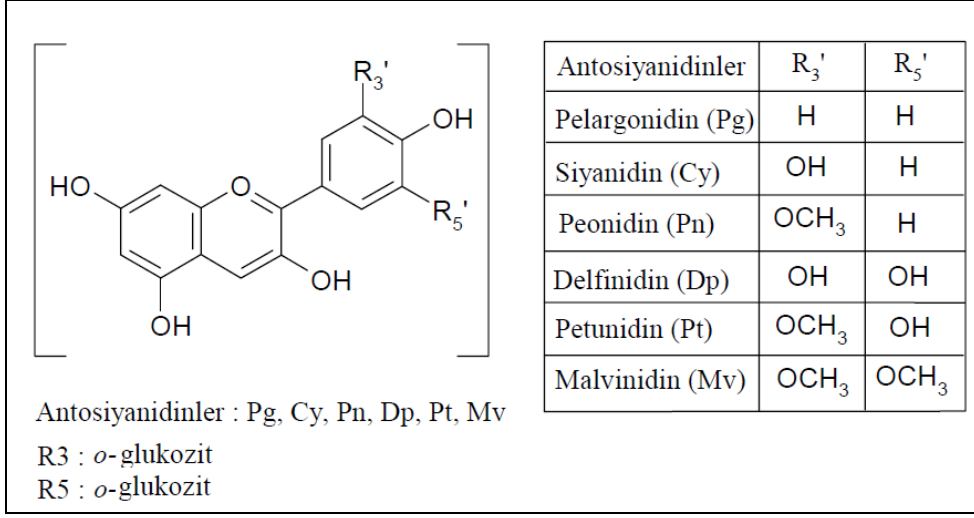
Flavonoid'ler; üç karbonlu zincir ile bağlı iki benzen halkasını içeren C6-C3-C6 iskeletinde bileşiklerdir.



Şekil 1.6: Flavonoidlerin genel yapısı

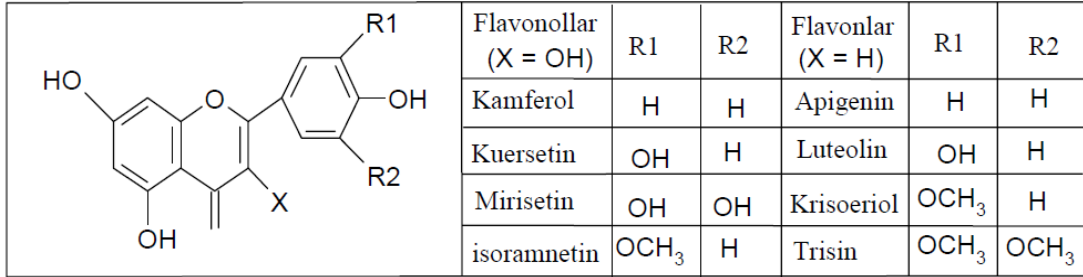
Flavonoidler yapısal olarak altı gruba ayrılırlar. Flavonoidlerin bir kısmı bitkilere renk verirken bir kısmı da acı ve buruk tat oluşturlar.

- **Antosiyanidinler:**Antosiyanidinler, doğal olarak genellikle antosiyanin adı verilen glikozit formunda bulunmaktadırlar. Meyve ve sebzelerin kırmızıdan mora kadar değişen tipik renkleri bu glikozitlerden kaynaklanmaktadır.



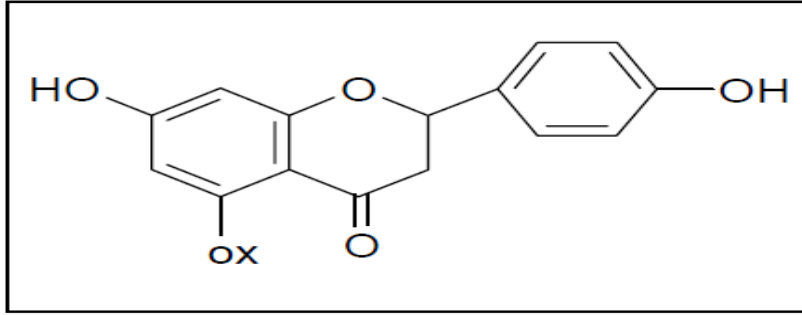
Şekil 1.7: Antosiyanidinler ve antosiyanin pigmentlerinin genel yapısı

- **Flavonlar ve Flavonoller :**Flavonol grubu bileşikler gıdalarda yaygın olarak glikozid formunda bulunmaktadır. Bunların başlıcaları;kaemferol, kuersetin, mirisetin ve izoramnetin'dir.



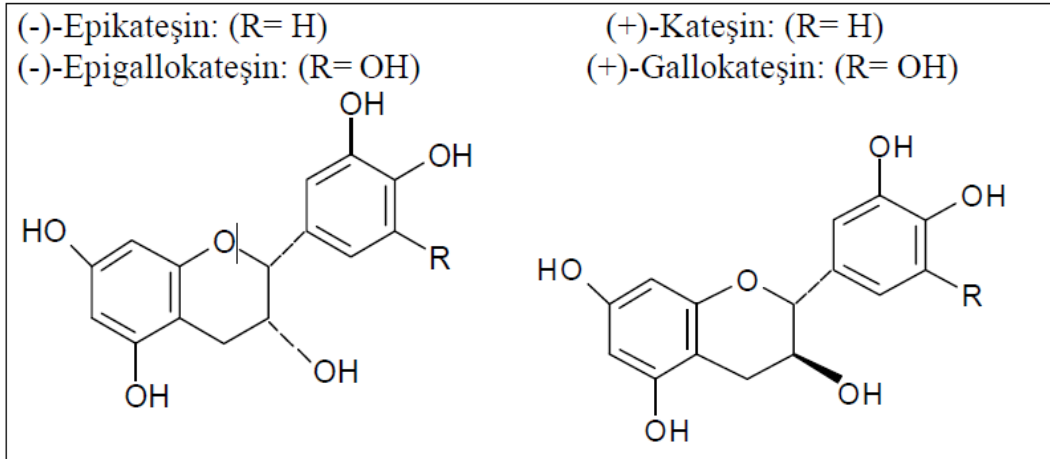
Şekil 1.8: Flavonollar ve flavonların kimyasal yapıları

- **Flavanonlar:**Flavanonlar da doğada genellikle glikozid formda bulunurlar. Flavanon glikozidleri turuncgil meyvelerinde çok yaygın olarak bulunurlar. Örneğin; naringin, hesperidin, naringenin gibi. Naringin turuncgil sularına acımsı bir lezzet verir.Flavanonlardan elde olunan dihidrokalkonların bir kısmı gıda endüstrisinde tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1.9: Flavanon

- **Kateşinler (Flavanoller):** Kateşinler, renksiz bileşiklerdir. Hemen her meyvede bulunan kateşinler, flavonoid biyosentezinde ara ürün olarak yer alırlar. Gıdalarda en yaygın olarak bulunan flavonoid grubunu oluştururlar. Kateşinler, hem kimyasal hem de enzimatik olarak havadaki oksijen ile kolaylıkla reaksiyona girerler.

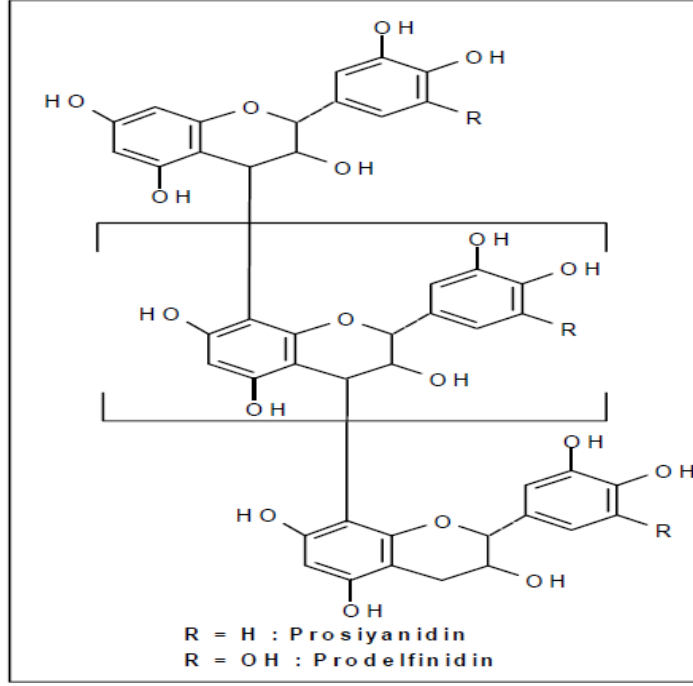


Şekil 1.10: Yaygın olarak bulunan kateşinlerin kimyasal yapıları

Proantosiyanidinler: Proantosiyanidinler birçok meyvenin kendine özgü tadının oluşmasında önemli rol oynarlar. Saf bir proantosiyanidin tadı, acılık ve burukluk gibi iki duyuşsal özelliğın birleşmesi ile ortaya çıkmaktadır. Kateşinlerden veya löykoantosiyanidinlerden oluşın polimerik yapıları proantosiyanidinler denir. Bileşiminde sadece kateşin veya epikateşinin yer aldığı proantosiyanidinlere “prosiyanidin” denir. Proantosiyanidinler, kateşinlerin flavanol yapısının kimyasal veya enzimatik olarak dimer, oligomer ve polimerlere kondensasyonu (iki polar molekülün kimyasal reaksiyona girmesi) ile oluşın bileşiklerdir. Bu bileşiklerin buruk veya acı tadı molekül ağırlıklarına bağılıdır.

Proantosiyanidinler kısa zincir uzunluğundaki moleküller renksiz olduğu halde polimerizasyon dereceleri yükseldikçe renkleri sarıdan kahverengine dönüşmektedir. Ancak asit ortamda ısıtıldıklarında antosiyanidinlere dönüşerek tipik, kırmızı mor bir renk alırlar.

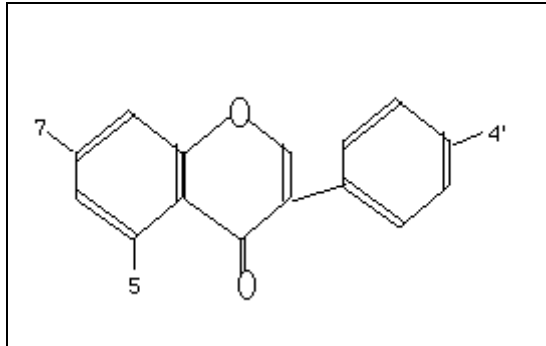
Bu nedenle proantosiyanidin adı verilmektedir. Saf kateşin/epikateşin ile oluşan bileşiğe **prosiyanidin** adı verilmektedir.



Şekil 1.11: Proantosiyanidinlerin kimyasal yapısı

- **İzoflavonoidler:** İzoflavonoidler bazı meyve ve sebzelerde, başta soya fasulyesi olmak üzere çeşitli baklagillerde bulunan bileşiklerdir ve fitoöstrojenler alt grubunda yer alırlar.

Fitoöstrojenler bitkisel kaynaklı doğal bileşikler olup, insan östradiol hormonuna yapısal benzerliklerinden dolayı östrojenik özelliklere sahiptirler. Son yıllardaki klinik çalışmalar izoflavonoidlerin biyoaktif bileşikler olduklarını ve soya proteinleri ile birlikte kandaki kolesterol düzeyinin düşürülmesinde önemli rolleri olduğunu ortaya koymuştur.



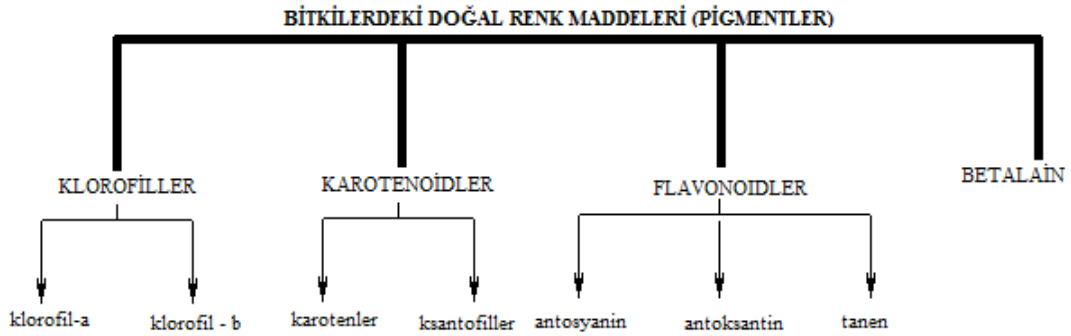
Şekil 1.12: İzoflavonoidlerin kimyasal yapısı

1.3. Bitkilerdeki Doğal Renk Maddelerinin (Pigmentler) Sınıflandırılması

Bitkilere renk veren pigmentler kimyasal yapısı itibariyle fenolik bileşikler grubuna girer ve bitkilerdeki fenolik maddeler grubunun büyük bir bölümünü oluştururlar. Renk pigmentleri bitki hücrelerinde “plastid” adı verilen organellerde bulunurlar. Plastitler yalnızca bitki hücrelerinin stoplazmasında bulunan organellerdir. Genç hücrelerde renksiz olan plastitler (lökoplast), hücre ile birlikte gelişerek, hücrenin görevine uygun şekil ve renk kazanır.

Bitkilerdeki doğal renk maddeleri (pigmentler):

- **Klorofil’ler**
- **Karotenoid’ler**
- **Flavonoid’ler**
- **Betalain’dir.**



Şekil 1.13: Bitkilerdeki doğal renk maddelerinin (pigmentlerin) gruplandırılması

1.4. Bitkisel Pigmentlerin Kimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri

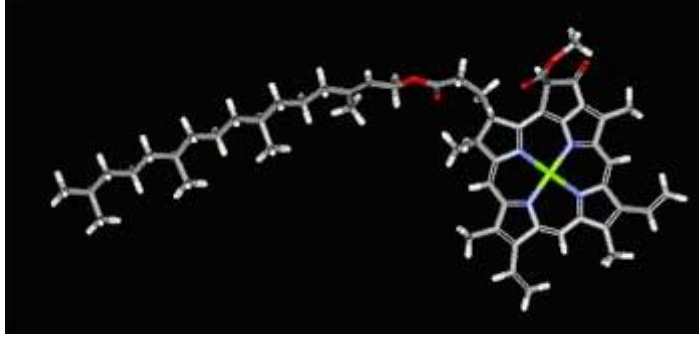
Bitkisel pigment grupları olan Klorofil’lerin, Karotenoid’lerin, Flavonoid’lerin ve Betalain’lerin kimyasal yapısına bağlı olarak özellikleri de değişmektedir.

1.4.1. Klorofiller

Klorofil yeşil sebzelerin, meyvelerin ve yaprakların karakteristik özelliğini oluşturmaktadır. Mg içeriğine bağlı olarak zeytin yeşilinden koyu yeşile kadar değişen renk tonlarında bulunurlar. Klorofil, bütün yeşil bitkilerde fotosentez sonucu oluşan pigmentlerdir. Bunlar, bitki hücrelerinin fotosentezini gerçekleştiren organel olan kloroplastlarda meydana gelirler. Algler (su yosunları) ve fotosentetik (fotosentez yaparak enerji üreten bakteriler) bakteriler de klorofilin değişik yapılarını içerirler. Yapraklar yaşlandıkça klorofil parçalanır ve yeşil rengi kaybolur. Birçok meyve ham haldeyken fazla miktarda klorofil içerir.

Bu yüzden renkleri yeşildir ancak olgunlaşma ilerledikçe klorofil yavaş yavaş kaybolur; sarı ve kırmızı karotenoidler veya pembe mavi renkteki antosiyaninlere dönüşür. Sonbaharda yeşil yaprakların kırmızı ve sarı renge dönüşmesi bu durumun en güzel örneğidir.

Yeşil yaprakların ve bazı ham meyvelerin yeşil rengini veren bu pigment, klorofil a (mavi-yeşil) ve klorofil b (sarı-yeşil) olarak iki gruba ayrılır ve genel olarak bitkilerde 3:1 oranında bulunurlar.



Resim 1.1: Klorofilin bağ yapısı

Genellikle bir yapraktaki veya bir meyvedeki derin yeşilliğin yüksek klorofil içeriğinden kaynaklandığı söylenebilir. Yeşil yapraklı ıspanak, maydanoz veya yeşil lahana taze kg başına yaklaşık 2000 mg klorofil içermekteyken, fasulye, bezelye ve salatalık yaklaşık 100 mg/kg klorofil içermektedir.

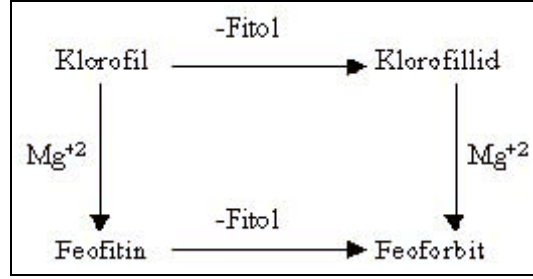
Klorofil a ve b yapılarında yer alan magnezyumun parçalanması sonucunda feofitin a ve b ye dönüşür ve bunun sonucunda renk zeytin yeşiline döner. Klorofil molekülündeki Mg^{+2} nin yerine diğer metal iyonlarının geçmesi (Sn^{+2} ve Fe^{+3}) aynı şekilde rengin yeşilden gri-kahverengi rengine dönüşmesine neden olur.

Klorofilin klorofilaz enzimi ile parçalanması sonucunda ise klorofillidler (klorofillid a ve klorofillid b) ve feofitinlerin enzimatik parçalanması halinde ise feoforbite-a ile feoforbite-b oluşmaktadır.

Klorofilin farklı şekillerde parçalanmasıyla oluşan türevleri aşağıda sınıflandırılmaktadır:

- Fitol: 20 karbonlu bir alkoldür.
- Feofitin (a ve b): magnezyum içermeyen klorofil a ve b olarak tanımlanır.

Genellikle klorofilin zayıf asit ortamlarda ısıtılması ile klorofilin yapısında yer alan Mg un ayrılarak yerine hidrojenin gelmesiyle feofitinler oluşur. Klorofil yeşil rengini kaybederek sarı kirli yeşil renge dönüşür. Yeşil renkli sebzelerin yüksek sıcaklıkta ısıtılmaları ile (sterilizasyon veya kurutma) feofitinlerin bir kısmı hidrolize olarak karbonik asit monometil esterleri ve bu bileşiğin parçalanması sonucunda da CO_2 ve metanol oluşmaktadır.



Şekil 1.14:Klorofilin parçalanmasıyla oluşan ürünler

Meyve ve sebzelerin yapılarında yer alan klorofiller bu ürünlerin işlenmeleri ve depolanmaları sırasında sıcaklık, depolama ve ortamın pH değeri gibi çevresel faktörlerin etkisiyle türevlerine parçalanarak ürün renginin bozulmasına neden olurlar. Haşlarken, konserve yapılırken, pişirirken ve depolarken klorofil a ve b, kahverengi-yeşil renge sahip olan feofitine a ve b ye dönüşür. Klorofil bitkilerde lipoproteinlere bağlı bulunduğundan asit etkisinden korunabilmektedir ancak herhangi bir ısıtma işleminde lipoproteinler koagüle olunca lipoproteinin koruma etkisi kaybolmaktadır.

Yeşil sebzeler klorofilaz enzimi içerir. Bu enzim klorofili parçalayarak meyve ve sebzelerin yeşil renginin kaybolmasına neden olur. Klorofilaz enzimleri haşlama ile inaktive olur. Bu nedenle nihai üründe rengin korunması isteniyorsa mutlaka klorofilaz enziminin inaktive edilmesi gerekir. Özellikle meyve ve sebzelerin dondurulmasında yeşil rengin korunması arzu edilir. Bu nedenle klorofilaz enziminin haşlama ile inaktive edilmesi gerekir.

Klorofil ticari olarak, çimen, ısırgan otu gibi çeşitli bitkilerin kurutulularak öğütülmesi ve çözücü ekstraksiyonuyla elde edilir.

Klorofiller, AB ülkelerinde renk katkısı olarak kabul edilmiştir ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni ise suda çok iyi çözünmesi diğer renklendiricilerle kullanılmasına olanak vermesidir.

Klorofil, pH 7 nin altında ve 120°C de stabildirler. Peynir çeşitleri, dondurma, alkolsüz içecekler, diş macunu, şekerlemeler, çikolata ve bisküvi dolgularında renk katkısı olarak kullanılmaktadır.

Gıda	Klorofil a	Klorofil b
Yeşil fasulye	118	35
Yeşil lahana	1898	406
Beyaz lahana	8	2
Salatalık	64	24
Maydanoz	890	288
Yeşil biber	98	33
Bezelye	106	22
Ispanak	946	202
Elma	98	38

Üzüm	11	4
Kivi	17	8
Armut	31	13
Çilek	5	1
Mandalin	249	80

Şekil 1.15: Bazı sebze ve meyvelerdeki klorofil miktarı

1.4.2.Karotenoidler

Karotenoidler klorofilden sonra doğada en yaygın olarak bulunan renk pigmentleridir.

Karotenoidler, genel olarak yağda çözünen, bitkisel ve hayvansal ürünlere sarıdan kırmızıya kadar renk veren bileşiklerdir. Karotenoidlerin doğada yaklaşık 100.000.000 kadar farklı tonu bulunmaktadır.

Karotenoidler bitkilerde fotosentez oluşumunda yardımcı rol oynar, ışığı soğurur ve yıkıcı ışık oksidasyonlarına karşı ışığı absorbe ederek bitkiyi koruyucu görev yapar. Oksijenli ortamda fotosentezin, karotenoid olmadan gerçekleşmesi imkânsızdır.

Karotenoidler yalnızca bitkilerde bulunur. Hayvansal dokulara ancak yem olarak tüketildiği takdirde karışır.

Havuç, domates, kırmızıbiber gibi sebzelerle, kayısı, şeftali, portakal gibi meyvelerin veya yumurta sarısının kendine özgü değişik renkleri, karotenoidlerden kaynaklanmaktadır.



Resim 1.2: Karotenoidin şeftalideki etkisi

Meyvelerin yapılarında, meyve daha ham iken bulunmalarına karşın renkleri klorofil tarafından maskelenir. Meyve olgunlaştıkça klorofil kaybolur ve karotenoidler ortaya çıkar.

Karotenoidler, bitkiler dışında algler ve fotosentetik bakteriler tarafından da sentezlenir.

Doğada yaygın olarak bulunan karotenoidler, fruktoksantin (alglerde), lutein, violaksantin ve neoksantindir. Beslenme fizyolojisi açısından en önemlisi olan b-karoten doğada yaygın halde bulunur. b-karoten ilk olarak Waackenroder tarafından havuçtan izole edilmiştir.

Karotenoidlerin, bitkisel dokularda serbest halde (kristal veya amorf) veya yağlı ortamda çözülmüş halde bulunurlar. Aynı zamanda yağ asitleriyle ester halinde veya şekerlerle veya proteinlerle birleşmiş halde bulunabilirler. Örneğin biberlerin yapısında bulunan bir karotenoid olan kapsantin, laurik asit esteridir. Karotenoidlerin esterleri birçok meyve, çiçek ve bakterilerde de bulunmaktadır.

Karotenoidler, apolar çözücülerde ve sıvı yağlarda iyi çözüldükleri halde, suda çözünmezler, bu nedenle lipokromlar olarak bilinirler. Bu bileşikler ışık ve oksijene karşı çok duyarlıdır. Buna karşılık yüksek sıcaklıklarda stabildirler. Ortamda ışık ve oksijen bulunmaması halinde gıdaların pişirilmelerinde ve haşlanmalarında bozulmazlar.

Gıda	Heme	Karotenoidler	Klorofil	Betalinler	Antosiyaninler	Flavonoidler
Kırmızı Et	+					
Balık	+	+				
Yumurta		+				
Süt Ürünleri		+				
Yeşil Sebzeler		+	+		+	+
Kök Sebzeleri		+	+	+	+	+
Meyveler		+	+		+	+
Hububat		+				

Şekil 1.16:Bazı gıdalardaki doğal renk maddeleri

Karotenoidler, normalde düşük konsantrasyonlarda olmasına rağmen bir kaynaktan diğerine aşırı derecede değişim göstermektedir.



Resim 1.3: Karotenoidin turunçgillerdeki renk etkisi

Karotenoidlere hepimiz portakal, domates, ve havuç gibi gıdalar ve sarı renkli bir çok ieğın kırmızı-portakal renginden dolayı aşınayız.

Karotenoidler imal edilen çoğu gıda ürününde, ieeklerde ve hayvan yemlerinde renklendirici olarak kullanılır; bunlar ya doğal ekstrakt (rneğin; annatto) Şeklinde ya da kimyasal sentezle üretilen saf bileşik Őeklinindedir. Karotenoidlerin biyoteknolojik olarak elde edilmesi artarak ilgi görmektedir. Deniz yosunundan karotenoid üretimi neredeyse yılda yüz milyon tonu bulur.

Karotenoidler karotenler ve ksantofiller olmak üzere baŐlıca iki alt gruba ayrılırlar. Karotenler bir sınıf hidrokarbonlar içerirler, bunların hidroksi, epoksi, okso gibi oksijen fonksiyon grupları içeren türevlerine ise ksantofiller adı verilmektedir.

1.4.2.1. Karotenler

Karoten, $C_{40}H_{56}$ formüllü birbiriyle iliŐkili birkaç bileşik için kullanılan bir terimdir. Karoten, fotosentez için önemli bir fotosentetik pigmenttir. Soğurduğu ışığı klorofile aktararak fotosenteze katkıda bulunur. Havuç ve çoğu baŐka sebze ve meyvede turuncu rengi oluşturur.

Karotenoidler arasında beslenme fiziyojisi açısından en önemlisi β karotendir. B karoten, birçok meyve ve sebzenin bileşiminde yer alır. Bazen de domateste olduğu gibi bir ksantofil olan likopen ile birlikte bulunur. β karoten organizmada A vitaminine (retinol) dönüŐtüėü için provitamin- Aolarak da bilinir.

Karoten bakımından zengin bitkiler, özellikle b- karoten içerenler sarı - turuncu renge sahip olup ıŐıėa maruz kaldıklarında renklerini kaybederler.

1.4.2.2.Ksantofiller

Ksantofiller bitkilere sarı rengi veren pigmentler olup karotenlerin oksijenli türevleridir.

Yapılarında OH grubu bulunur. Sarı mısır, kırmızıbiber ve sebzelere sarı kırmızı rengi veren pigmentlerdir.

Ksantofillersuda çözünmezler, yağda çözünürler, doğrudan kolaylıkla okside olmazlar ancak ısı, ışık, metalik iyonlar oksidasyonu hızlandırır. Oksidasyon sonucu renkleri deėiŐmez ama A vitamininin aktivitesi azalır. Normal pişirme sıcaklığına ve alkali ortama dayanıklıdır, asit ortamda molekül yapısında deėiŐme olduğundan $\frac{3}{4}$ oranında A vitamininin aktivite azalır. Ksantofillerin kendi içinde birçok çeşidi olmakla birlikte en önemlisi likopen' dir.

Likopen: Doğada çok yaygın olan diğer karotenoid madde de likopendir. Bir ksantofil olan ve domateste önemli miktarlarda bulunan likopen ksantofil grubunun en önemli üyesidir.

Likopen, özellikle domates ve domatesten elde edilen çeşitli ürünlerde, karpuzda ve diğer bazı meyve ve sebzelerde onlara kırmızı rengini veren veya mevcut kırmızı renge katkıda bulunan önemli bir bileşiktir. Domateste çok bulunması nedeniyle domatesin latince adı olan” *Solanum lycopersicum*” dan türetilmiştir. Likopen öncelikle domates ve domatesten elde edilen, domates suyu, püresi ve salçası gibi ürünlerde bulunur.

Likopenin doğada yaygın olarak bulunmasından dolayı bir gıda boyası olarak kullanılmasına izin verilmiştir.

Likopen suda çözünmez. Likopen suda çözünmediği için ve hücre içinde bitkisel liflere bağlı durumda olduğu için domatesin yemek için hazırlanması (parçalanması, yağ ile karıştırılması, pişirilmesi) likopenin vücut tarafından kullanılabilirliğini artırır. Likopen yağda çözüldüğü için yağ onun sindirim sistemi tarafından emilmesini büyük ölçüde artırır.

Likopen güçlü bir antioksidanttır ancak insan vücudu bu molekülü üretemez, bu yüzden domates gibi likopen içeren besinlerden sağlanır.



Resim 1.4: Likopen içeren domates salçası

Ürün	Likopen (mg /100 g)	Servis miktarı	Likopen (mg /servis)
Domates suyu	9.5	250 mL	25.0
Ketçap	15.9	15 mL	2.7
Spagetti sosu	21.9	125 mL	28.1
Domates salçası	42.2	30 mL	13.8
Domates çorbası (yoğunlaştırılmış)	7.2	250 mL	9.7
Domates sosu	14.1	60 mL	8.9
Kırmızı biber sosu	19.5	30 mL	6.7
Deniz mahsulleri sosu	17.0	30 mL	5.9
Karpuz	4.0	368 g (1 dilim 25 x 2 cm)	14.7
Greyfurt	4.0	123 g (1/2)	4.9
Çiğ domates	3.0	123 g (1 orta)	3.7

Şekil 1.17: Bazı gıdalardaki likopen miktarları



Resim 1.5: Karpuz ve domatese kırmızı rengi veren laykopen

1.4.3.Flovonoidler

Flavonoidler birçok meyve ve sebze bulunan antioksidan etkili ve farklı biyokimyasal faydalar sağlayan, yaklaşık binlerce çeşit olduğu düşünülen bileşiklerdir. Gıdalarda etkili olan çeşidi en çok glikoziddir. Flavonoid, rengi sarı olduğu için Latince sarı anlamına gelen “flavus”tan ismini almıştır. Turuncu, sarı, kırmızı/mavi renkli gıdalara rengini veren de flovonoid maddesidir.

Bitkilerin tüm organlarında, en çok da yaprak tomurcuğu ve çiçeklerde bulunur. Flovonoid, 1930- 1950 arasında P vitamini olarak adlandırılmıştır.

Flovonoidler; antoksanin, tanen ve antosiyanin olmak üzere üç gruba ayrılır.

1.4.4.Antoksanin

Beyaz ve krem gibi renkleri veren pigmentlerdir. Soğan, karnabahar, şalgam, patates ve beyaz lahanada bulunur. Orta dereceli alkali ortamda krem rengi sarıya döner. Bazen beyaz sebzelerde tanende araya karışır ve sarı kahverengi leke olabilir. Asit bileşikleri koyarak sebzelerin rengi biraz daha beyaz tutulabilir, ama hücreler sertleşir.



Resim 1.6: Soğana renk veren pigment antoksaninin

1.4.5.Tanenler

Tanin grubundan katekin ve lökosiyanidin; elma, şeftali, badem, üzüm, bazı armutlar gibi birçok sebze ve meyvede bulunur. Ham meyvelerde tanen daha fazladır.

Renk ve koku ile ilgilidir. Tanenler soğuk su içinde kolloidal özellik gösterir. Madeni iyonlarla birleşerek koyu bir renk alır. Asitle beraber ısıtıldığı zaman kırmızı renkte katılaşır.

Tanen grubundan katekin ve l kosiyanidin elma, Şeftali, badem, üzüm, bazı armutlar gibi birçok sebze ve meyvede bulunur. Ham meyvelerde tanen daha fazladır. Meyve olgunlaŐtıka tanen miktarı azalır.  ay, kahve ve kakao da fazla miktarda tanen içerir. Çayın kalitesi tanen miktarı ile  l l r.

1.4.6. Antosiyaninler

Latince de  i ek ve mavi anlamına gelen antosiyanin ilk olarak Marquant tarafından 1835 'te tanımlanmıştır. Doğada bulunan 16 farklı antosiyanidine yukarıda belirtilen Őekerlerin bağlanması ile oluşan çok farklı renklerde antosiyanin bulunabilmektedir. Doğada, 140 adet antosiyanin bulunduğu bilinmektedir. Birçok meyve, sebze, bitki ve çiçeklerin çok çeşitli renklerde olmasının nedeni de budur.

Antosiyaninler, suda  oz nen glikozit yapısında bileşiklerdir. BileŐimlerinde bazı Őekerler ve Őeker olmayan maddelerde bulunmaktadır.  ilekɡiller, üzüm, erik, nar, kırmızı lahana gibi birçok meyve ve sebzenin pembeden mora kadar değişen renklerini veren maddeler, antosiyanin grubu pigmentlerdir. Antosiyanin pigmentleri, hücre sitoplazmasında glikozit formunda bulunmaktadırlar.

Bu pigmentler vişne gibi meyvelerde hem meyve etinde ve hem de meyve kabuğunda bulunduğu halde, siyah üzüm ve bazı erik çeŐitlerinde yalnızca meyve kabuğunda bulunurlar.

Antosiyaninler, gıdaların parlak kırmızı rengini sağlayan bilinen en iyi doğal gıda renklendiricileridir ve birçok gıdanın renklendirilmesinde sentetik boyalara karşı önemli bir alternatif olarak kabul edilmektedir.

Antosiyanin renklendirici olarak gıda ürünlerinde (re el, jöle, içecekler, dondurma, yoğurt, konserve meyve, yiyecek süsleri, Şekerlemeler vb.) geniş bir aralıkta kullanılmıŐtır.

Doğal endüstriyel renklendirici olarak antosiyaninlerin en yaygın kaynakları üzüm kabuğu ve suyu, mürver meyvesi, kuŐ  z m , kırmızı yaban mersini, kırmızılaha ve siyah havu tur.  ilek marmelatlarına siyah havuç konsantresi eklenmesinin, ürünün renginin uzun süre korunmasını sağlamada etkili olduğu gözlenmiŐtir. Ahududu suyundan elde edilen konsantrelerde boya olarak kullanılmaktadır.

Antosiyanin içeren meyve ve sebze ürünlerinin rengi, çeşitli etkenlerle antosiyaninlerin parçalanması sonucu değişmektedir.

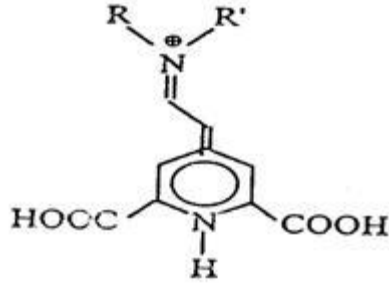
Bu konuda sıcaklık, askorbik asit, Őekerler ve Őekerlerin parçalanma ürünleri, enzimler, oksijen, ışık gibi birçok faktör rol oynamaktadır. Ayrıca pH, metal iyonları ve kopigment varlığı yanı sıra işleme ve depolama koŐulları da antosiyaninlerden kaynaklanan renk yoğunluğunu etkilemektedir.

Antosiyanin içeren meyve sebze ürünlerinin rengini etkileyen etmenler şunlardır;

- **pH:**Antosiyaninler doğal bir indikatör gibidir. Düşük pH değerlerinde mor-kırmızı, yüksek pH değerlerinde ise yeşil-mavi bir renk alırlar.Bu nedenle aynı antosiyanin çeşitli bitkisel dokularda farklı renkte olabilmektedir. pH değerindeki değişimin renk yoğunluğunu etkilediği ve pH 8,1 değerinde petanın için maksimum renk yoğunluğuna ulaşıldığı saptanmıştır. Antosiyanin kaynaklı rengin farklı işlem koşullarında korunabildiği görülmüştür.Örneğin gül reçeli üretiminde eğer pH düşük tutulursa daha yoğun bir renk elde edilmekte, pH yüksek tutulursa ürün rensizleşmektedir.
- **Kükürt di oksit:**Antosiyaninlerin SO₂ ile renkleri değişmektedir. Antosiyaninlerin SO₂ ile bileşik yaparak renkleri açılır ancak bu reaksiyon geri dönüşümlü olduğu için ortamdaki SO₂ ısıtma gibi bir yöntemle bağlandığı bileşikten ayrıldığında antosiyanin tekrar eski rengini almaktadır.Ortam pH'ının 1'e düşürülmesi sonucunda da antosiyaninler tekrar renkli hale dönüşmektedirler. Bu nedenle gıda endüstrisinde koyu renkli üzüm vb gibi ürünlerin SO₂ ile muhafazasında ortama askorbik asit ilave edilmektedir.
- **Askorbik Asit Etkisi:** Askorbik asit bulunan ortamlarda antosiyaninler daha hızlı parçalanırlar. Bunun doğrudan askorbik asitten kaynaklanmadığı, antosiyaninlerin kaybına daha çok askorbik asidin parçalanma ürünlerinin örneğin parçalanma sonucu oluşan hidrojen peroksitin (H₂O₂) neden olduğu ileri sürülmektedir.
- **Ambalaj Maddelerinin Etkisi:** Gıda endüstrisi açısından antosiyaninlerin iştirak ettikleri reaksiyonlardan en önemlisi teneke konserve kaplarında yol açtıkları korozyondur. Antosiyanin içeren vişne ve erik gibi koyu renkli ürün konservelerinde ambalaj olarak kalaylı teneke kutular kullanıldığında, zamanla ürün renginde açılma meydana gelmektedir. Bunun nedeni, bazı antosiyaninlerin kalay gibi metallerle kompleks oluşturmasıdır. Bu bakımdan vişne gibi ürünlerin ambalajında mutlaka laklı tenekeler kullanılmalıdır.

1.4.6. Betalainler

Betalainler, azot içeren suda çözünebilir doğal pigmentlerdir. Yapısal olarak betaksantinler ve betasiyaninler olarak iki gruba ayrılırlar. Betaksantin terimi, pancar (latince beta) ve sarı (Yunanca xanthos) sözcüklerinden oluşmuştur. Bunlar sarı renkli olup betalamik asitin aminoasitler veya aminlerin kondensasyon ürünleridir. Betasiyanin terimi, pancar (latince beta) ve mavi (Yunanca kyaneos) sözcüklerinden oluşmuştur. Bunlar koyu mor renklidirler.Betalainler, doğada Centrospermeae familyasında yer alan kırmızı pancar gibi bitkilerde, bazı mantarlarda, begonvil gibi çiçeklerde bulunan bir grup renk maddeleridir.



Şekil 1.18: Betalainlerin genel yapısı

Bugün yaklaşık 50–70 kadar betalain bilinmektedir. Betanin, suda çözünür ve gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Ancak hidrolizasyon sonucunda betanin renksiz ve sarı renkli bileşiklere parçalandığından kullanım alanı sınırlıdır. Bu reaksiyon geri dönüşlü olup yüksek sıcaklıklarda betanin rejenere olur. Diğer taraftan betanin oksijene karşı da duyarlıdır. Saf haldeki betalainler pH 4-6 arasında oldukça stabildir. En iyi renk yoğunluğuna pH 5' e elde edilmektedir.

Doğal renklendirici özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Betalainler renklendirici özelliklerinin yanı sıra kuvvetli bir antioksidan etkiye sahiptirler.

Betalainler de tıpkı antosiyaninler gibi sarıdan parlak kırmızı-viyoleye kadar değişen geniş bir renk aralığına sahiptir ancak doğada antosiyaninler kadar yaygın değildir.

Betalainler, gıdalara uygulanan ısı işlemler sırasında degrade (indirgense) olurlarsa da çoğu zaman ortamda yeterli miktarda pigment bulunduğu ürünlerin renginde önemli bir değişim görülmez.

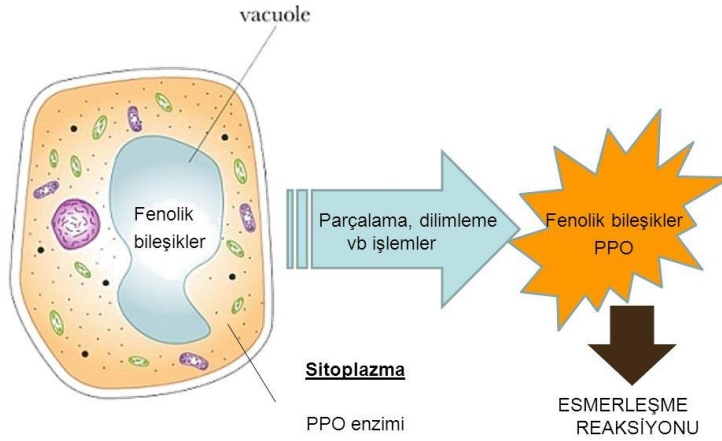
1.5. Gıda Sanayi Açısından Bitkisel Pigmentler ve Fenolik Bileşiklerin Önemi

Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar. Gıda sektöründe fenolik bileşikler birtakım özelliklerinden dolayı son derece önemli gıda bileşenleridir. Gıda sektörü açısından fenolik bileşiklerin ve bitkisel pigmentlerin önemi şunlardır;

- Fenolik bileşikler proteinlerle kompleks oluşturarak tortu yaparlar. Fenolik bileşiklerin bu özelliklerinden meyve suyu endüstrisinde meyve suyunun durultulması sırasında yararlanılmaktadır.
- Fenolik bileşikler gıdalarda istenilmeyen renk değişimlerine neden olurlar. Bunlar arasında en önemlisi enzimatik esmerleşmelerdir. Elma, ayva ve patates gibi bazı meyve ve sebzeler kesildiği veya zedelendiği zaman bir süre sonra renklerinin değişip esmerleştiği görülür. Fenolik bileşiklerin oksidasyonuna

neden olan bu reaksiyonları katalize eden enzimlere genel olarak polifenoloksidaz enzimleri (PPO) adı verilmektedir. Gıdalarda enzimatik esmerleşme, genellikle kalite kaybı olarak değerlendirilmekte ve bu nedenle meyve ve sebzelerin işlenmeleri sırasında fenolik maddelerin oksidasyonları çeşitli yöntemlerle önlenmeye çalışılmaktadır. Sağlam ve kabuğu soyulmamış bir bitki hücresinde polifenoloksidaz enzimleri ve fenolik bileşikler farklı yerdedir ve birbirleriyle karşılaşmazlar. Fakat sebze ve meyvenin, parçalama, dilimleme, kabuğunu soyma işlemler sonunda hücrenin yapısına etkisinden polifenoloksidaz enzimleri (PPO) ve fenolik bileşikler hücre içinde birbirleri ile reaksiyona girerler. Bu olayda oksijen de rol oynar. Polifenol oksidaz enzimleri fenolik bileşikleri substrat olarak kullanırlar bunun sonucunda enzimatik renk esmerleşmeleri oluşur. Enzimatik renk esmerleşmesi çay, kahve vb gıdalarda istenen bir durum olmasına rağmen meyve ve sebze işlemede istenmeyen bir durumdur.

Sağlam bir hücrede; fenolik bileşikler ve PPO birbirleri ile temas etmezler.



Resim 1.7: Bitkilerdeki PPO'ya bağlı renk esmerleşmesi oluşumu

- Fenolik bileşikler bitki ve hayvansal kökenli pek çok gıdanın tat ve aromasına katkıda bulunabilirler. Gıdalarda acılık ve burukluğun kaynağı olan fenolik bileşiklerin önemli bir bölümü, meyve, sebze ve bunlardan elde edilen ürünlerin lezzetinin oluşmasında çok önemlidir.
- Flavanon glikozitleri turunçgillerde yaygın olarak bulunmaktadır. Örneğin greyturtlarda acı tadı veren naringin bir flavanon glikozittir. Portakallarda ise naringin ve neohesperidin fazla miktarda bulunmaktadır. Depolanan meyve sularında ferulik asit ise nahoş tat vermektedir.
- Burukluğu sağlayan fenolik bileşikler gıdaların kabul edilebilirliğini etkileyebilmektedir. Trabzon hurması, dağ eriği, kızılıcık ve şarap ağızda buruk tadı veren gıdalara örnek olarak verilebilir. Bir gıda ağızda burukluk sağlıyorsa, onda bulunan en önemli fenolik bileşiklerin proantosiyanidinler olduğu ifade edilmektedir. Trabzon hurması meyvesi ve ürünlerinin buruk tadı fenolik

- bileşiklerden proantosiyandinlerden kaynaklanmaktadır. Buruk tat meyvenin olgunlaşması ve dondurulup çözündürülmesi ile önemli ölçüde azalmaktadır. Fenolik bileşikler patatesten de acılık ve burukluktan sorumludurlar.
- Her gıda maddesi için alışılmış bir renk istenmekte ve renk tüketici tercihleri açısından gıdanın çekiciliğinde önemli bir rol oynamaktadır. Meyvelerin rengi en önemli kalite özelliklerinden biri olarak kabul edilmektedir.
 - Çoğu kalite kontrol uygulamaları genel olarak meyvelerin kalite derecesini ölçmek için rengi bir özellik olarak kullanır ve bu nedenle renk, ürünlerin ticari bir değeri olarak kabul edilir.
 - Renk pigmentlerinin birçoğu en çok bulunduğu bitkilerden ekstrakte edilerek gıda sanayiinde, gıda boyası olarak kullanılmaktadır.
 - Flavonoidler arasında bulunan antosiyantinler suda çözünebilir doğal renk maddeleri olup sebzeler, meyveler, meyve suları ve şarapların pembe, kırmızı, mavi ve mor renklerinden sorumludurlar.
 - Cevizlerde depolamaya bağlı olarak ortaya çıkan ve kalite parametresi olarak kullanılan altın sarısı-kahverengi zar renginin değişiminde lökoantosiyandinler ve lökodelfinidinlerin etkili olduğu bildirilmektedir.
 - Bakla, bezelye ve börülcelerin tohum kabuğundaki fenolik bileşik miktarı, tüm tohumdan 7-10 kat daha fazladır. Çiçek ve tohum kabuğunun rengi ile fenolik bileşik (proantosiyandin) düzeyi arasında yakın bir ilişki vardır. Fenolik bileşikleri içermeyen bakla çeşitleri beyaz tohum kabukları ile karakterizedir.
 - Fenolik maddeler günümüzde esansiyel olmayan aynı zamanda besin değeri de olmayan bileşikler olarak düşünülmektedir. Ancak insan sağlığı üzerine etkileri bulunduğu da bilinmektedir. Fenolik bileşiklere, beslenme fizyolojisi açısından olumlu etkileri nedeniyle biyoflavonoidler adı da verilir. Flavonoidlerin en önemli biyolojik özelliği, antioksidatif etkiye sahip olmaları gösterilmektedir. Meyve ve sebzelerin antioksidan özellikleri içerdikleri C ve E vitaminleri ile α -karotenden çok flavon, izoflavon, antosiyantin, kateşin ve izokateşin gibi flavonoidlerden kaynaklanmaktadır.
 - Fenolik bileşikler gıda endüstrisi dışında farmasötik, plastik, kâğıt, boya, ilaç, pestisit ve antioksidanların üretimi gibi birçok yerde kullanılırlar



Resim 1.8: Betaliniçeren kırmızı pancar

UYGULAMA FAALİYETİ

Bitkilerdeki renk pigmentlerindeki miktarın UV ışınlarının etkisi ile değişimlerini gözlemleyiniz.

Gerekli araç, gereçler;

- Birer adet yeşil domates Bir adet yeşil biber

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İşlem için hazırlık yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışmaya başlamadan önce ellerinizi➤ uygun temizlik maddesi ile yıkayınız ve kurulayınız.➤ İş önlüğünüzü giyiniz.➤ Bone ve maske takınız.➤ Steril eldiven giyiniz.➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.
➤ Birer adet yeşil domates ve biber alınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yeşil domates ve biberin taze➤ olmasına dikkat ediniz.
➤ Domates ve biberi nemsiz bir yerde güneş ışığında bırakınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Domates ve biberi güneş alan bir➤ ortamda cam kap içinde bekletiniz.
➤ Bir hafta ortamda kalmasını sağlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Zaman çizelgesine uyunuz.➤ Günlük kontrollerinizi yapınız.
➤ Renk değişimlerini gözlemleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bitkilerde meydana gelen renk➤ değişimlerini günlük olarak not ediniz.
➤ Renk değişimi nedenlerini raporlaştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Başlangıçtan itibaren oluşan renk➤ değişimlerini rapor haline getiriniz.➤ Çalışma bittikten sonra renk➤ değişimlerini ders bilgi notlarınızla➤ karşılaştırarak hangi fenolik➤ bileşiklerin renk değişimine etki➤ ettiğini tespit etmeye çalışınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere aşağıdaki tabloda verilen sözcüklerden doğru olanı yazınız.

1. Bir veya daha fazla sayıda hidroksil grubunun bağlanmış olduğu bir benzen halkası içeren bileşikler grubuna veya polifenoller denir.
2. Fenolik bileşikler,ve..... olmak üzere iki gruba ayrılırlar.
3. Fenolik bileşiklere, beslenme fizyolojisi açısından olumlu etkileri nedeniyle adı da verilmektedir.
4. Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendilerine özgü ve tadı verirler.
5. Antosiyaninler düşük pH derecelerinde değerlerinde..... yüksek pH değerlerinde isebir renk alırlar.
6. turunçgil sularına acımsı bir lezzet verir.
7. Fenolik asitlerin yapısında bulunan karboksil grupları karbonhidratlarla bileşik yaparak.....oluştururlar.
8. Fenolik asitlerin yapısında bulunan karboksil grupları aminoasitler veya proteinlerle bileşik yaparakoluştururlar.
9. Fenolik asitlerin yapısında bulunan karboksil grupları alkollerle reaksiyona girerekoluştururlar.
10. Saf bir proantosiyanidin tadı,..... ve gibi iki duyuşsal özelliğın birleşmesi ile şekilde ortaya çıkmaktadır.

Fenolik bileşikler	Biyoflavonoid	Açık sarı	Acı
İki	Tadını, renklerini	Glikozid	İzoflavonoid
Polifenolik	Düşük, yüksek	Renksiz	Flavanoller
fenolik asitler	flavonoidler	buruk	Ekşi
Tatlı	mor-kırmızı	Mavi- sarı	Kahve-sarı
Turuncu-sarı	yeşil-mavi	Yeşil - kahve	Kırmızı
fenol esterlerini	amidleri,	glikozidleri	Asitleri
Bazları			

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Hayvansal gıdalardaki doğal renk maddelerini açıklayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Etin renginin kırmızıdan kahverengine dönüşme sebepleri araştırınız.
- Tavuk, balık eti ve dana eti arasındaki renk farkının sebeplerini araştırınız, araştırma sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. HAYVANSAL PİGMENTLER

Ete renk veren bileşikler içerisinde en önemlileri myoglobin ve hemoglobindir. Miktar olarak da en fazla bulunan pigmentlerdir.

Et renginin beyaz veya kırmızı olmasına göre değişmekle birlikte, kas dokusunun kuru maddesinde yaklaşık % 1 oranında myoglobin bulunmaktadır.

2.1. Hayvansal Pigmentlerin Özellikleri

Myoglobin ve hemoglobin esas olarak aynı reaksiyonları yapmalarına rağmen farklı bir yapıya sahip renk pigmentleridir. Bu iki pigment globin olarak bilinen bir protein ile protein olmayan ve demir ihtiva eden bir bileşiğin birleşmesiyle oluşan protein kompleksidir.

Molekülün demir ihtiva eden kısmı “heme” olarak adlandırılmaktadır ve iki kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar demir atomu ve protoporfirin olarak isimlendirilen planar halkasıdır.

Heme gruplarının demir çekirdeğinden globin ile birleşmesi sonucu myoglobin veya hemoglobinden biri oluşur.

Myoglobine, hemoglobinde olduğu gibi Fe⁺² - protoporfirin (hem) gibi bazı renk komponentleri bağlanabilir. Kompleks bir kas proteini olan myoglobin kandaki hemoglobin gibi hayvansal organizmada oksijen taşıyıcısı olarak görev yapar.

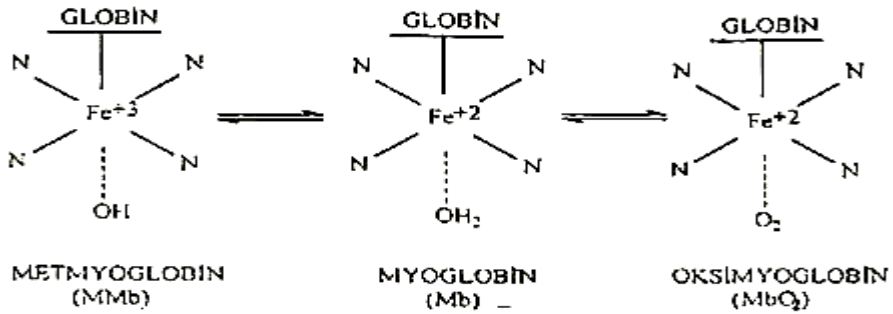
Myoglobin, sarkoplazmik bir protein olan globin ve hemoglobinde olduğu gibi renk maddesi grubu olan Fe⁺² - protoporfirinden (hem grubu) oluşmaktadır. Myoglobin bileşiminde bulunan demir molekülünde, demir atomunun globin bağı karşısında, oksijenine bağlı olarak su molekülü bulunur.



Resim 2.1: Yeni doğranmış et

Hemoglobinin görevi, bir molekül oksijen ile geçici olarak birleşerek organizmada akciğerden dokulara oksijen taşımaktır. Oksijen taşıyıcısı olan hemoglobin, kas gibi oksijen kısmi basıncının (PO_2) düşük olduğu ortamlarda oksijeni myoglobine verir.

Myoglobine oksijenin bağlanması ortamın pH değerine bağlıdır. Düşük pH değerindeki ortamlarda oksijenin bağlanması artar.

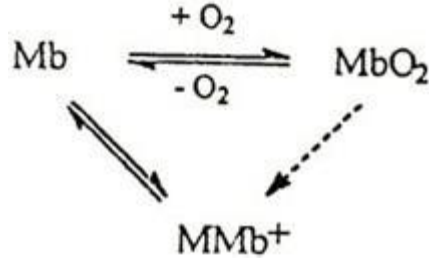


Şekil 2.1: Myoglobin de renk değişimi

2.2. Gıda İşleme Sırasında Hayvansal Pigmentlerdeki Değişimler

Taze kesilmiş hayvan etinin rengi bir kas pigmenti olan myoglobinden (Mb. Fe+2) kaynaklanmaktadır. Etin renginde hemoglobinin etkisi çok fazla değildir. Hatta hemen hemen hiç yoktur da denilebilir. Kanı iyice akıtılmış ette toplam et renginin % 80-90' ını myoglobin olduğu deneysel analizler sonucunda elde edilmiştir. Canlı hayvan vücudunda bulunan demirin ancak % 10' u myoglobine bağlı olduğu halde, kanı tamamen akıtılmış etteki demir miktarının % 90-95' i myoglobine bağlı olarak bulunmaktadır.

Taze etin rengi, bileşimindeki Myoglobin (Mb), oksimyoglobin (MbO₂) ve metmyoglobin (MMb⁺) miktarına bağlıdır.



Şekil 2.2: Myoglobin, oksimiyoglobin, metmyoglobinin birbiriyle ilişkileri

Taze kesilmiş etteki myoglobin, oksijen kısmi basıncının yüksek olduğu bir ortamda oksijen ile oksimiyoglobin yaklaşık 1 cm kalınlığında parlak kırmızı bir renk alır (oksijenasyon) (MbO₂). Bu renk, ette kalite kriteri olarak kabul edilir.

Ancak ortamda oksijenin yeterli bulunmaması halinde ağır ve sürekli bir oksidasyon ile metmyoglobin (MMb⁺) oluşur ve etin rengi kahverengileşir. (Bunun nedeni Fe⁺³ ün Fe⁺² e göre daha kötü bir oksijen alıcısı olmasıdır.)

NO, N₃- gibi daha kuvvetli alıcı bağlayıcıları mevcutsa, MbO₂'ye benzer kompleksler oluşmaktadır. Fe⁺³ ün Fe⁺²' e oksidasyonu ise otoksidasyon olup ortamın pH değerinin düşmesi ile artar.

Kesimden hemen sonra etin pH değeri yaklaşık 7 dolayındadır. Post-rigor durumunda bu değer etin glikolizi sonucu pH değeri 5~6'ya düşeceğinden otoksidasyonun da hızı artmaktadır.

Taze ette MMb⁺ nin tekrar Mb' ye redükte edildiği bir sistem bulunmaktadır. Bu sistemin eritrositlerindeki methemoglobin redüksiyon sistemine benzediği düşünülmektedir. Taze ette, ortamda oksijen az bulunması halinde örneğin paketlenmiş etlerde veya parça etin orta kısmında, yavaş bir oksidasyonla MMb⁺ oluşur ve bu tekrar Mb ye indirgenir. Bu olaya "Bloom-Açılma" adı verilir.



Şekil 2.3: Myoglobininmetmyoglobine dönüşümü

Ancak bu reaksiyon kapasitesi bir süre sonra gücünü yitireceği için taze etlerin oksijen geçirmez ambalaj materyali ile ambalajlanması uygundur. Eğer oksijen geçirmez bir ambalaj materyali ile ambalaj yapılırsa etin tüm renk maddesi, Mb olarak kalır ve paketin açılması ile oksijen etkisiyle parlak kırmızı renkli MbO₂ ye dönüşür. Ortamda Cu⁺²' in bulunması etin otoksidasyonu önemli düzeyde artırdığı halde, bu konuda Fe⁺² Zn⁺² ve Al⁺² daha az etkili olmaktadır.

Et teknolojisinde nitrat ve nitrit ilavesi ile etin kürlenmesi, et renginin stabilitesini sağlamakta büyük bir önem taşır. Nitrit aşağıda görüldüğü gibi öncelikle myoglobini, metmyoglobine oksitler.

Oluşan NO, Mb ve MMb ile parlak kırmızı renkli ve çok stabil bir kompleks oluşturur (MbNO ve MMb+NO). Şekil 56'da myoglobin, metmyoglobin, oksimiyoglobin, nitrosomyoglobin ve nitrosometmyoglobinin reaksiyonları ve bu reaksiyonlara bağlı olarak ette oluşan renk değişimleri gösterilmektedir. MbNO, ortamda oksijen olmadığında çok stabil olduğu halde oksijen varlığında dissosiyasyon NO, NO₂e oksitlenir.

Et ürünlerinde yeterli bir renk oluşumunun sağlanması için 30-50 ppm nitritin yeterli olduğu saptanmıştır.

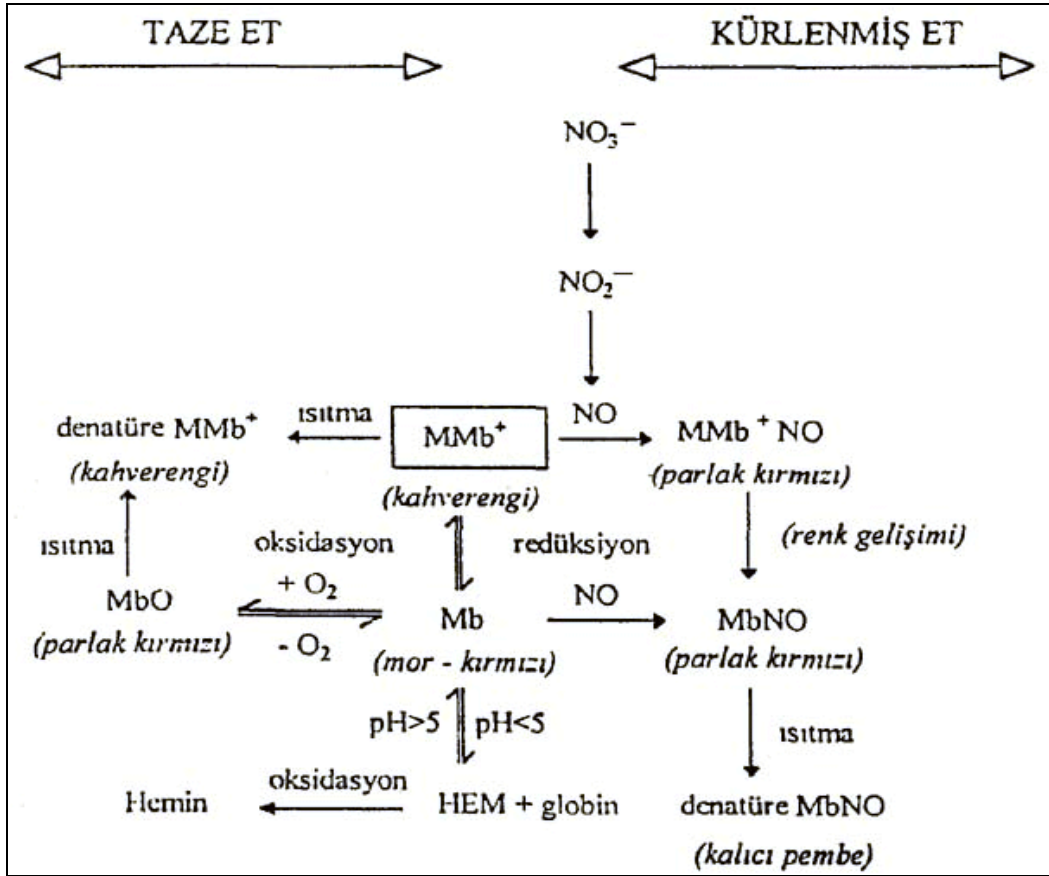


Resim 2.2: Kürlenmiş et (pastırma)

Pişirme işlemi ile ette bulunan proteinler katılaşır ve su kaybı olur. Susuz ortamda pişen ette ısı yükseldikçe su kaybı artar ve et kurur. Sulu ortamda pişen etin ağ dokusu proteinlerinden kolajen hidrolize olur ve etin yumuşamasını sağlar. Pişirme sırasında ete rengini veren miyoglobinin yapısı bozularak metmyoglobine dönüşür. Bu olay etin kırmızı renginin kahverengiye dönüşmesine neden olur.

Nitrit zehirlenmeleri, özellikle kanlarında yeterli düzeyde methemoglobin reduktaz enzimi içermeyen bebeklerde önem taşımaktadır.

Hemoglobinin yapısında Fe²⁺ in Fe³⁺ e oksitlendiği methemoglobin miktarı yetişkin insanların kanında % 1,7 düzeyinde bulunur. Ancak oral yolla nitrat veya nitrit alan kişilerde bu düzey % 15 oranına çıktığında iç boğulma siyanoz görülür. % 40 methemoglobin düzeyinde depresyon, ciddi kalp çarpıntıları, % 60 düzeyinde ise koma ve ölüm söz konusudur. Nitrit zehirlenmesi özellikle et ürünlerinde renk oluşumunu sağlamak üzere gereğinden fazla nitrat, nitrit tuzlarının kullanılması ile veya ıspanak gibi yeşil yapraklı sebzelerde kullanılan fazla miktardaki azotlu gübreden kaynaklanabilir.



Şekil 2.4: Myoglobin reaksiyonları ve etin rengindeki değişimlerin şematik olarak gösterilmesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Etteki renk pigmentlerine ısı, oksijen, tuz ve nitratların etkisini gözlemleyiniz.

Gerekli araç ve gereçler:

- Dört eşit miktarda kıyma numunesi.
- Nitrat tuzu
- Tuz

İşlem Basamakları	Öneriler
Etteki renk değişimini incelemek için;	
➤ Dört ayrı et örneği alınız.	
➤ Birinci örneği oda sıcaklığında bir gün bekletiniz.	➤ 1.ve 2. Örnek için cam malzeme kullanınız.
➤ İkinci örneğe nitrat tuzu ilave ederek oda sıcaklığında 24 saat bekletiniz.	➤ Nitrat tuzunun miktarına dikkat ediniz. ➤ Nitratın etin tamamına ve eşit olarak etin her tarafına bulaşmasına dikkat ediniz.
➤ Üçüncü örneğin hava ile temasını engelleyerek oda sıcaklığında bir gün bekletiniz.	➤ Üçüncü örneğin hava almamasına dikkat ediniz.
➤ Dördüncü et örneğini 30 dakika normal ateşte pişiriniz	➤ Örneği su ile pişiriniz.
➤ Et örneklerinde meydana gelen renk değişimlerini karşılaştırınız.	➤ Değişimleri ve örnekler arasındaki renk farklarına dikkat ediniz. ➤ Çalışma bittikten sonra kullanılan araç gereçleri ve çalışma ortamını temiz bırakınız. ➤ Oluşan renk değişimlerini gözleyerek sonuçları rapor haline getiriniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere aşağıdaki tabloda verilen sözcüklerden doğru olanı yazınız.

1. Ete renk veren bileşikler içerisinde en önemlileri ve dir.
2. Et renginin beyaz veya kırmızı olmasına göre değişmekle birlikte, kas dokusunun kuru maddesinde yaklaşık % oranında myoglobin bulunmaktadır.
3. Hemoglobinin görevi, bir molekül oksijen ile geçici olarak birleşerek, organizmada akciğerden dokulara taşımaktır.
4.veet teknolojisinde ilavesi ile etin kürlenmesi, et renginin stabilitesini sağlamakta büyük bir önem taşır.
5. Pişirme sırasında ete rengini veren miyoglobin' in yapısı bozularak metmiyoglobin' e dönüşür.
6. Kesimden hemen sonra etin pH değeri yaklaşık..... dolayındadır
7. Fenolik bileşikler antimikrobiyal veetki gösterir.
8. Fenolik bileşikler gıdalarda.....değişikliğine neden olur.

Pigmentten	Renk	3	1
Fazla	Düşünce	Absorbe	Az
Alkali	12	Myoglobin, hemoglobin	Glikozit
Miyoglobin,metmiyoglobin	1	2	7
Antioksidatif	Renk değişikliğine	4	a,b

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirmeye” ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

UYGULAMALI TEST

Antosiyaninlerin ortam pH'ını renk değiştirerek gösteren doğal bir indikatör olduğunu deneysel olarak gözlemleyiniz.

Araç gereçler:

- Kırmızı lahana (ince doğranmış yaklaşık üç bardak dolusu)
- Herhangi bir seyreltik asit çözeltisi
- Herhangi bir seyreltik baz çözeltisi
- İki adet beher
- Ocak
- Cam baget
- İki adet damlalık

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kırmızı lahanayı bir miktar suyla, içindeki renk pigmentleri iyice suya geçinceye kadar haşladınız mı?		
2. Soğuduktan sonra süzerek renk pigmentlerinin tamamen geçmiş olduğu haşlama suyunu süzerek aldınız mı?		
3. Haşlama suyunu soğuduktan sonra iki behere eşit olarak ayırdınız mı?		
4. Beherlerden birine asit çözeltisi damlatarak mor- kırmızı rengi gözlemlediniz mi?		
5. Diğer behere baz çözeltisi damlatarak mavi – yeşil renk elde ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Fenolik bileşikler
2	Fenolik asitler ve flavonoidler
3	Biyoflavonoid
4	Acı ve buruk
5	mor-kırmızı, yeşil-mavi
6	Naringin
7	glikozidleri
8	amitleri
9	fenol esterlerini
10	Acılık, burukluk

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Myoglobin, hemoglobin
2	1
3	Oksijen
4	Nitrat, nitrit
5	Miyoglobin,metmiyoglobin
6	7
7	Antioksidatif
8	Renk değişikliğine

KAYNAKÇA

- ACAR Jale, **Gıda Kimyası Editör: İbilge Saldamlı**, Hacettepe Ü Yayınları, Ankara, 1998.
- BAYSAL Ayşe, **Beslenme**, Hacettepe Ü Yayınları, Ankara, 1990.
- CEMEROĞLU Bekir, Jale ACAR, 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6, Ankara.
- ÖZTÜRK N., Z. TUNALIER, **Antioksidan Etki ve fenolik Bileşikler**, Anadolu Ü, Eskişehir, 2002.
- SALDAMLI İ., **Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler**, Hacettepe Ü Yayınları, Ankara, 1985.
- YÜCECAN S., S. BAYKAN, **Besin Kimyası**, Milli Eğitim Yayınları, Ankara, 1987.
- <http://www.akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Meyve-Sebze%20I.pdf> (Erişim Tarihi:26.05.2016/ 10.00)
- <http://www.bilgiustam.com/tanen-nedir-tanen-ieren-besinler-nelerdir>(Erişim Tarihi:25.05.2016/ 15.55)
- http://www.gidamo.org.tr/resimler/ekler/1f1f19176d38348_ek.pdf?dergi
- (Erişim Tarihi:23.05.2016/ 11.20)
- <http://library.cu.edu.tr/tezler/7418.pdf>(Erişim Tarihi:24.05.2016/ 12.10)
- <http://slideplayer.biz.tr/slide/8909930/>(Erişim Tarihi:24.05.2016/ 14.40)