

Buğday Renk Maddeleri ve Bunların Tahribatına Etkili Faktörler

Arş. Gör. Berrin KAHVECİ — Doç. Dr. Hazım ÖZKAYA

Ank. Ü. Ziraat Fak. Gıda Bilimi ve Tekn. Anabilim Dalı — ANKARA

GİRİŞ

Un rengini başlıca iki faktör etkiler. Bunlardan birincisi unun ekstraksiyon derecesi (randımanı), diğeri de içerdiği karotenoid pigmentlerinin miktarıdır. Un randımanı yükseldikçe, içerisine karışan kepek tozu miktarına bağlı olarak rengi krem sarıdan esmer renge doğru koyulaşır. Yeni öğütülmüş düşük randımanlı bir un, içerisinde çok az kepek partikülleri ihtiva etse bile rengi tam beyaz değildir. Bu krem veya açık sarı renk, bünyesindeki bir takım renk maddelerinden ötürüdür.

Ekmek içinin beyaz renkte olması önemli bir kalite özelliğidir. İstenen bu beyazlığın sağlanmasında düşük randımanlı un kullanılması kuşkusuz başta gelen koşuldur. Ancak çoğu kez bu da yetmez ve un, bünyesindeki pigment maddeleri değişik yollarla tahrip edilerek beyazlatılır.

Makarna ürünlerinde (makarna, spagetti, şehriye, kuskus v.s.) ise, ekmeğin tam tersine parlak sarı renk istenen bir özelliktir ve başta gelen bir kalite kriteridir. Bu nedenle bu ürünler pigment içeriği fazla olan buğdaylardan yapılır ve ayrıca işlem sırasında sarı pigment maddelerinin tahribini önleyici önlemler alınır.

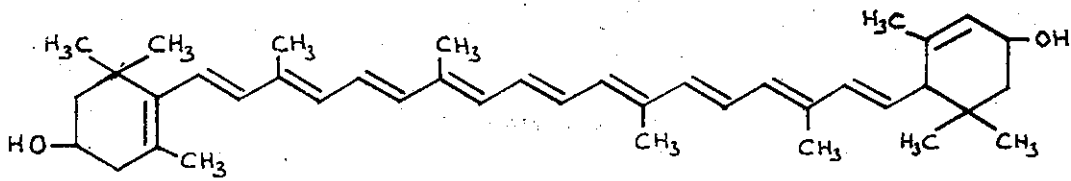
Buğday Pigment Maddeleri

Buğday, un veya irmiğin rengini etkileyen pigment maddeleri muhtelif bileşiklerden meydana gelmiştir. Bu bileşikler, ksantofiller (özellikle lutein tipinde), ksantofil esterleri, karotenler, flavonlar (tirisin ve diğerleri) kriptoksantin ve klorofilin parçalanma ürünleridir (2) (5).

Ksantofil ve Esterleri

Kimyasal formülü Karrer ve Ark. (16) (17) tarafından belirlenen ksantofil, tablatta en yaygın halde bulunan alkol özellikteki renk maddelerinden birisidir. Kapalı formülü $C_{40}H_{56}O_2$ olan bu pigment bir alfa-dihidroksi karotendir. Molekül ağırlığı 568.85 ve ergime noktası $190^{\circ}C$ dir. Vitamin A aktivitesine sahip değildir. Petrol eterde çözüldüğü zaman 447.5 ve 477.5 n.m. de absorpsiyon bantları verir. Suda çözünmez, yağ ve yağ çözücü maddelerde çözünür. Formülündeki çift bağlar, konjuge yapıdadır ve oksidasyon ürünleri renksiz bileşiklerdir (6).

Buğday ve unda bulunan ksantofil, lutein tipindedir. Buğdayda serbest lutein veya bunun mono ve diesterleri halinde bulunur. Bazı buğday unlarında bulunan lutein ve esterlerinin miktarı cetvel 1 de verilmiştir.

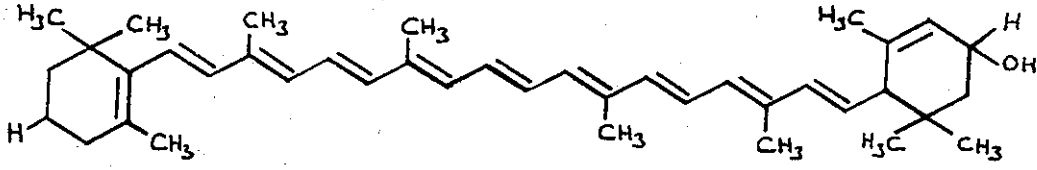


Cetvel 1. Farklı Un Türleri İçerisinde Bulunan Ksantofil Maddelerinin Ortalama Miktarları (%)

Karotenoid	Ort. Molekül Ağırlığı	Nisbi Miktarları	
		Mindum (%)	Teacher (%)
Lutein diester	1084	5.3	31.9
Lutein monoester	826	9.8	46.5
Serbest lutein	568	84.8	21.6

Kriptoksantin

Bu bileşik formülde de görüldüğü gibi ksantofil molekülünden bir OH grubunun çıkmasıyla meydana gelmiştir. Kriptoksantin buğday ve unda bulunup bulunmadığı hakkında araştırmacılar arasında tam bir görüş birliği yoktur. Bazı araştırmacılar (2), bu bileşiğin buğdaylarda çok az miktarlarda bulunduğunu belirtirken bazıları (26) yaptıkları araştırmalarda buğdayda bu bileşiğe rastlamamışlardır.



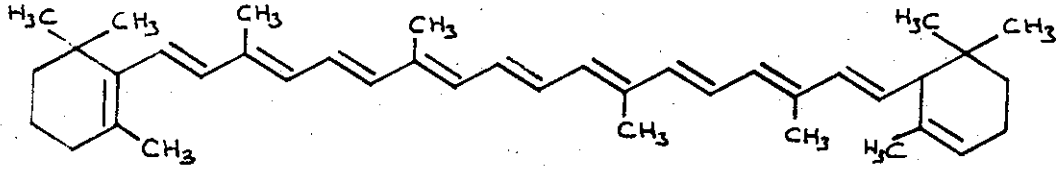
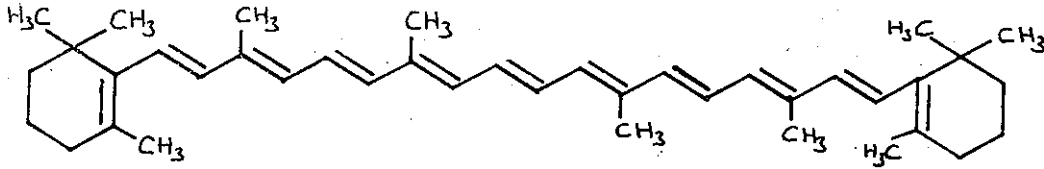
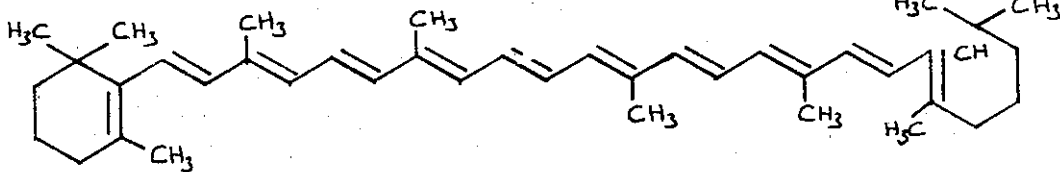
Kriptoksantin

Karoten

Önceleri un rengini veren maddenin karoten olduğu sanılıyor ve bu madde de A vitamini aktivitesine sahip olduğu için unun beyazlatılmasının A vitamini kaybına neden olduğu ve besin değerinin azaldığı iddia ediliyordu. Fakat yapılan daha sonraki araştırmalar

(20, 21, 22, 23, 25) unda karoten miktarının çok az miktarlarda örneğin 0.01 mg/kg dolayında olduğunu göstermiştir.

Karoten $C_{40}H_{56}O_2$ kapalı formülü ile gösterilen ve yüksek yapılı bitkilerde daha çok α , β ve γ formu bulunan bir bileşiktir. Bu bileşiklerin açık formülü aşağıdaki gibidir.

 α - Karoten β - Karoten γ - Karoten

Karotenler, hidrokarbon tabiatında bileşiklerdir ve zincirinin bir veya iki ucunda birer halka ihtiva ederler. Bileşiğe yapısal olarak bağlı olan bu halkalara α ve β ionone denir.

α ve β karotenin renkleri menekşe kırmızısıdır. Ergime noktası α -karotenin $86.1-86.6^\circ\text{C}$ arasında, β -karotenin ise 84.7°C dir.

γ -karoten ise koyu kırmızı renkli, ergime noktası 53.3°C olan bir bileşiktir (14).

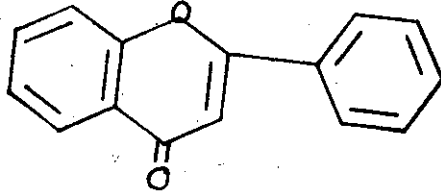
Flavonlar

Flavonlar, bitkilerde hemen her zaman bulunan sarı renkli bileşiklerdir. Buğday ve unda bu bileşiklerin bulunduğu ilk kez Anderson ve Perkin (1) tarafından belirtilmiştir.

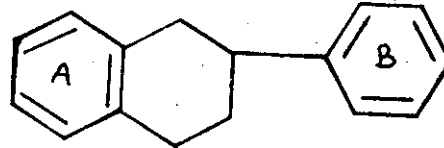
Buğdayda bulunan flavonlardan en önemlisi 5, 7, 4 - trihidroksi 3.5 dimetoksi flavon olan trisin'dir. Bu bileşikler her ne kadar suda çözünmez diye bilinir ise de suda çözünen glukozitleri de mevcuttur. Undan ekstraksiyonu alkol çözeltileri ile yapılır. Bu amaçla en çok % 85 lik alkol çözeltisi kullanılır.

Serbest veya glukozitleri halinde bulunurlar. Kimyasal olarak flavan'dan türemiştir. Bunun türevleri flavanol ve flavanonlardır. Bu bileşiklerin formülündeki R, R¹ ve R¹¹ ile gös-

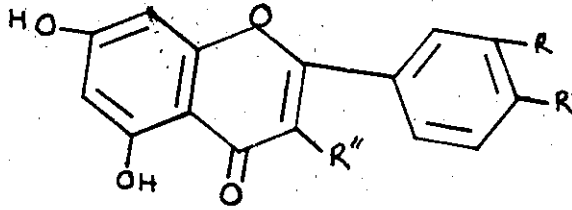
terilen karbon atomlarına H⁺ ve OH⁻ gruplarının girmesiyle cetvel 2'de gösterilen muhtelif bileşikler meydana gelir (8). Ancak bunların un ve irmikte bulunduğu dair bir kayda rastlanmamıştır.



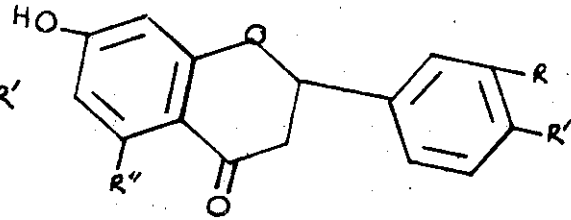
Flavan



Flavon



Flavonol



Flavanon

Cetvel 2. Flavonol ve Flavanon'den(*) Türeyen Değişik Yapıdaki Bileşikler

	R	R ¹	R ¹¹
Chrysin	H	H	H
Apigenin	H	OH	H
Luteolin	OH	OH	H
Kaempferol	H	OH	OH
Quercetin	OH	OH	OH
Naringenin (*)	H	OH	OH
Eriodictyol (*)	OH	OH	OH
Liquiritigenin (*)	H	OH	H

Bu sayılan bileşiklerden başka buğday ve unda klorofilin parçalanma ürünleri veya karotenoidlerin izomerizasyon ürünleri gibi sarı esmer renkli bir takım bileşikler daha bulunur. Bu bileşikler, undan kolaylıkla ekstrakte edilir, fakat iz miktarlarda mevcuttur. Bunların dışında buğdayın dış epidermis hücrelerinde bir miktar antosiyenin bileşikleri tespit edilmiştir (19). Ancak bunların renk üzerine önemli etkileri yoktur.

Buğday, Un ve İrmikteki Pigment Miktarları ve Bunu Etkileyen Faktörler

mikteki pigment miktarını başta buğdayın türü, mikteki pigment miktarını başta buğdayın türü, çeşidi ve çevre faktörleri etkiler. Genellikle Tr. durum buğdayları diğer türlere kıyasla daha fazla sarı pigment maddesi ihtiva eder. Ayrıca çeşitler arasında da pigment içeriği bakımından farklılıklar vardır. Durum buğdaylarında total pigment miktarı 4-8 ppm arasında değişir. Bazı buğday tür ve çeşitlerinde n-bütül alkolde çözünen toplam pigment miktarı cetvel 3 de verildiği gibidir.

Cetvel 3. Muhtelif Buğday ve Unlarının Toplam Karotenoid Miktarları (9).

Buğday Sınıfı	Karotenoid		
	Örnek Sayısı	Miktarı (ppm)	Standart Sapma
HRS	121	5.65	1.01
HRS unu	121	2.95	0.44
HRW	45	5.81	0.62
HRW unu	45	6.11	0.55
Durum	89	7.27	1.40

Ülkemizde yetiştirilen bazı Tr. durum buğdaylarında pigment miktarı 4.58 ppm ile 7.89 ppm arasında (3) (24) bunların irmiklerinde ise 2.65 ppm ile 6.62 ppm (3) (15) arasında bulunmuştur.

Buğdaydaki pigment miktarını etkileyen diğer faktörler ise buğdayın olgunlaşma durumu, donmuş, buruşuk ve cılız tane oranı ve depolama koşulları ile depolama süresidir.

Tanedeki toplam karotenoid miktarı olgunlaşma süresi içinde belli bir yere kadar artmakta sonradan tekrar azalmaktadır. Donmuş ve cılız tanelerde ise pigmentasyon çok zayıf olmaktadır.

Buğdayın toplam pigment miktarı, buğday yaşına yani depolanma süresine ve depolama koşullarına da bağlıdır. Depolama süresi uza-

dıkça ve özellikle de depolanmış ürün üzerinde Helminthosporium, Alternaria ve Fusarium gibi mikroorganizma sayısı arttıkça pigment miktarı olumsuz yönde etkilenmektedir.

Tanedeki toplam pigment miktarını etkileyen faktörler, una veya irmiğe geçen pigment miktarına da etkili olmaktadır. Yani muhtelif buğdaylarda buğdaydaki toplam pigment miktarının un veya irmikteki oranı farklıdır. Örneğin irmik pigment miktarının buğdaydakine oranı varyete, çevre koşulları ve buğday yaşına bağlı olarak % 70 ile % 110 arasında değişmektedir.

Undaki toplam pigment miktarı un tipine veya unun ekstraksiyon derecesine bağlı olarak değişir. Bu olgu cetvel 4 ve cetvel 5 de açık olarak görülmektedir.

Cetvel 4. Muhtelif Un Tiplerinin Toplam Pigment Miktarları ve Bazı Özellikleri (11).

Pasaj	Pigment Miktarı (ppm)	Kül Miktarı (%)	Ekmek İçi	
			Parlaklık	Rengi
First patent	0.63	0.41	10.3	9.5
Second patent	0.51	0.46	9.3	9.7
Baker's patent	0.51	0.46	8.3	9.7
Long patent	1.14	0.50	8.7	8.5 gri
Fancy clear	0.62	0.56	6.8	8.0 gri
First clear	1.52	0.78	3.8	5.0 gri-sarı
Second clear	3.00	1.04	1.5	1.5 gri-esmer
Feed Flour	3.54	1.38	— 1.0	— 2.0 gri-esmer

Cetvel 5. Bazı Buğday Çeşitlerinde Muhtelif Pasajların Pigment İçerikleri (5)

Varyete	Buğday	Kepek	Middlings	1st Clear	2nd Patent	1st Patent
Boart	1.32	2.58	2.58	1.15	1.68	1.48
Irvine Dicklow	1.58	2.35	2.24	1.00	1.52	1.41
Marquez	2.01	3.48	2.35	1.27	1.88	1.41
White Federation	2.24	3.59	2.80	1.45	1.49	1.54
Onas	2.28	4.04	3.48	2.03	2.56	2.58
Federation	2.69	3.93	4.27	2.56	2.82	2.69
Ortalama	2.02	3.33	2.95	1.57	1.99	1.84

Karotenoid Pigmentlerinin Buğday

Tanesindeki Dağılımı

Karotenoid pigmentlerinin miktarı buğdaydan buğdaya değişebildiği gibi tane içerisindeki muhtelif kısımlarda da farklı oranlarda bulunabilmektedir. Önceleri flavon tabiatında-

ki bileşiklerin daha çok tanenin kabuk bölgesinde toplandığı sanılıyordu. Sonradan bunların kabuktan çok tanenin embriyo bölgesinde konsantre halde bulunduğu anlaşılmıştır (4).

Pigment maddelerinin tanenin muhtelif kısımlarındaki miktarları cetvel 6 ve cetvel 7 de verilmiştir.

Cetvel 6. Buğday Tanesinin Muhtelif Kısımlarındaki Flavon Miktarları * (4)

Buğdağ Sınıfı	Endosperm mik. g/g	Embriyo mik. g/g	Kabuk mik. g/g	Tüm Tane mik. g/g
HRS	0.7	52.8	6.5	2.3
HRW	0.6	24.3	5.5	1.8
SW	0.8	98.8	4.4	2.4
Amber durum	0.6 **	55.5	14.7	2.0

* Sonuçlar tricin cinsinden verilmiştir.

** İrmik

Cetvel 7. Buğdayın Değişik Kısımlarında Karotenoid Pigmentlerinin Dağılımı (4)

Buğday Sınıfı	Endosperm		Embriyo		Kepek		Tüm Buğday	
	mik. g/g	%	mik. g/g	%	mik. g/g	%	mik. g/g	%
HRS								
Karoten	0.09	5.7	0.72	10.0	0.04	4.3	0.18	10.0
Ksantofil	0.84	53.5	5.78	80.3	0.42	45.1	0.99	55.0
Ksantofil ester	0.64	40.8	0.69	9.6	0.47	55.5	0.63	35.0
Toplam	1.57		7.19		0.93		1.80	
HRW								
Karoten	0.11	5.5	0.80	10.2	0.02	2.1	0.21	10.3
Ksantofil	0.77	38.5	5.98	76.2	0.33	34.8	0.79	38.7
Ksantofil ester	1.12	56.0	1.06	13.5	0.60	63.2	1.04	51.0
Toplam	2.00		7.84		0.95		2.04	
SW								
Karoten	0.21	9.6	1.13	10.2	0.03	4.4	0.25	10.8
Ksantofil	1.18	54.2	9.70	87.8	0.32	36.4	1.33	57.8
Ksantofil ester	0.79	36.3	0.21	1.9	0.53	60.2	0.72	31.4
Toplam	2.18		11.04		0.88		2.30	
Durum								
Karoten	0.08	4.1	0.50	12.2	0.10	4.5	0.15	7.6
Ksantofil	1.78	90.8	2.93	70.8	1.31	59.0	1.67	84.8
Ksantofil ester	0.10	5.1	0.70	17.0	0.81	36.5	0.15	7.6
Toplam	1.96		4.13		2.22		1.97	

Makarna Teknolojisinde Pigment**Tahribatına Etkili Faktörler**

Daha önce de değinildiği gibi makarna ürünlerinde parlak sarı renk aranan bir niteliklerdir. Makarnanın rengi esas olarak buğdayın pigment içeriği ile ilgili ise de buna buğdayın lipoksidaz enzim aktivitesi ve makarna hamurunun yoğurulma ve kurutulması aşamasındaki bazı faktörlerinde etkisi büyüktür. Örne-

ğin A.B.D. de yetiştirilen Golden Ball ve Pelisier çeşitleri dünyanın en kaliteli durum buğdaylarından sayılan Mindum çeşidi kadar sarı pigment maddesi içermelerine rağmen işleme sırasında bunun büyük bir kısmı tahrip olmaktadır. Yapılan araştırmalar işlemedeki pigment kaybının kaliteli çeşitlerde % 20 dolayında olduğunu fakat bu oranın kalitesiz çeşitlerde % 60 a kadar çıktığını göstermiştir.

İrmiğin makarnaya işlenmesi sırasında sarı renk maddelerini tahrip eden en önemli faktör, lipoksidaz aktivitesidir. Lipoksidaz enzimi irmikte çok az olmasına rağmen önlem alınmadığı taktirde önemli ölçüde renk kaybına neden olur.

Lipoksidaz, bazı doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonunu kataliz etmek suretiyle etkisini gösterir. Cis - cis dienolik yağ asitleri için yüksek bir spesifite gösterir. Yani sadece bunlara etkilidir. Monoen yağ asitlerine ve polien yağ asitlerinde cis - trans izomerlerine karşı inaktiftir. Optimum çalışma sıcaklığı

20°C ve opt. pH sıda 6.5 dur. 60°C nin altındaki sıcaklıklarda stabil olduğu halde 60°C de aktivitesinin % 42 sini 2.5 saat içerisinde kaybeder. Aktivasyon enerjisi, 0 - 18°C ler arasında 2.5 kcal/mol ve 18°C nin üstündeki sıcaklıklarda ise 8.4 kcal/mol'dur. Bu enzim aktivitesi siyanür bileşikleriyle etkin bir şekilde inhibe edilebilir (7).

Lipoksidaz aktivitesi, buğday tür, çeşit ve yetiştirme yerine bağlı olarak değişik oranlarda bulunmaktadır. Muhtelif buğday çeşitlerinden elde edilen un ve irmiklerin lipoksidaz aktiviteleri cetvel 8'de verilmiştir.

Cetvel 8. Muhtelif Buğdaylardan Elde Edilen Un* ve İrmiklerin lipoksidaz Aktivitesi (12).**

Buğday Sınıfı	Çeşit	Lipoksidaz Akt. (mik. L.O ₂ /dak./g)
HRS (Sert - kırmızı - yazlık)	Marquis	40
	Garnet	37
	Thatcher	36
	Redman	32
HRW (Sert - kırmızı - kışlık)	Pawnee	38
	Commanche	22
SRW (yumuşak - kırmızı - kışlık)	Vigo	38
	Thorne	38
White Wheat (Beyaz buğday)	Golden	26
	Elmor	22
	Boart	16
	Idaed	14
Amber Durum	Golden Ball ***	40
	Carleton	14
	Mindum	14
	Nugget	12

* Unlar % 70 randımanlı

** İrmikler % 50 randımanlı

*** Golden Ball çok kalitesiz bir makarnalık çeşittir.

Kaliteli bir durum buğdayından elde edilen irmikte lipoksidaz aktivitesi 10 - 20 lipoksidaz ünitesi arasındadır (12). Lipoksidaz enzimi, buğday çeşitleri arasında farklı olduğu gibi, buğday tanesinin muhtelif kısımlarında da değişik oranlarda bulunur. Yapılan araştırmalar, bu enzimin tanede en çok embriyo ve skutellumda toplanmış bulunduğunu göstermiştir.

Muhtelif irmik pasajları arasında, lipoksidaz aktivitesi ile kül miktarı arasında sıkı bir korelasyon vardır. Ancak lipoksidaz aktivitesindeki artış, küle göre daha fazladır. Bu nedenle değirmende irmik pasajları birbirleriyle karıştırılıp toplam irmik elde edilirken, verim ve renkten biraz taviz verilerek lipoksidaz aktivitesi önemli ölçüde düşürülebilir. Yine buğdayın buharla tavlama, tanenin lipoksidaz

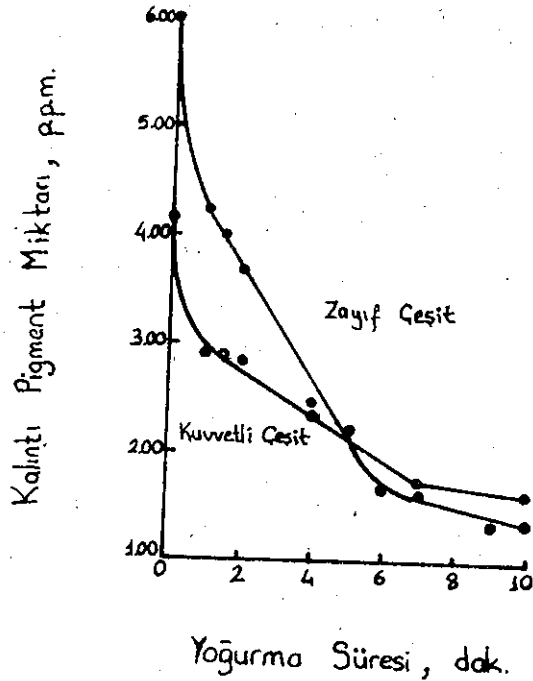
aktivitesini elemine edebilir. Bu gibi irmikler, makarnaya işlenmesi sırasında renk kaybına uğramazlar (13).

Makarna yapımı sırasında irmikteki pigment tahribatı daha çok yoğurma sırasında meydana gelmektedir. Ancak yoğurmanın muhtelif aşamalarındaki kayıp aynı değildir. Şekil 1'den de görüldüğü gibi, yoğurma sırasında pigment kaybı 3 aşamada farklı oranlarda olmaktadır (10).

1.nci aşamada yoğurmanın ilk dakikasında hızlı bir reaksiyon oluşmaktadır.

2.nci aşamada yoğurmanın 1-6 dakikaları arasında reaksiyon hızı yavaşlamaktadır.

3.ncü aşamada yoğurmanın 8.nci dakikasından sonra reaksiyon hızı hemen hemen durmaktadır.



Şekil 1. Kuvvetli, ve Zayıf Kaliteli Durum Buğdaylarının Hamurlarının Yoğurma Sırasındaki Pigment Kaybı.

Başlangıçtaki ilk iki aşamadaki reaksiyonlar, başlangıç reaksiyonu (initial reaction), sondaki aşama ise yoğurma reaksiyonu (mixing reaction) olarak adlandırılmaktadır.

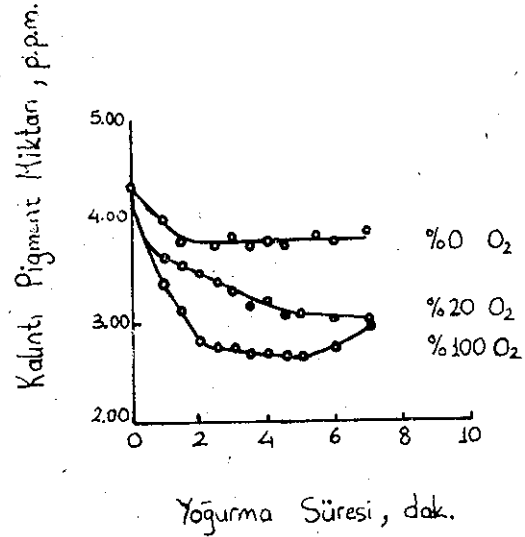
Makarna yapımında, irmikteki karotenoid pigmentlerinin tahribatına çeşit, oksijen konsantrasyonu, absorpsiyon ve sıcaklık gibi muhtelif faktörler etkili olmaktadır.

Pigment Kaybına Çeşitin Etkisi

İrmikteki lipoksidaz aktivitesi, başta buğday çeşidine bağlı olduğu için pigment kaybında çeşidin çok önemli rolü bulunmaktadır. Bazı buğday çeşitlerinin lipoksidaz aktivitesine daha önce değinilmiştir. Şekil 1'de, kuvvetli ve zayıf özellikteki iki çeşitten elde edilen irmiklerin 30°C de 10 dakikalık yoğurma süresi sırasındaki pigment kaybı gösterilmiştir.

Pigment Kaybına O₂ Konsantrasyonunun Etkisi

İrmik numunesi 30°C sıcaklıkta azot atmosferinde, havada ve oksijen atmosferinde 8 dakika süre ile yoğurulmuş ve pigment miktarında meydana gelen değişimler Şekil 2'de gösterilmiştir (10).



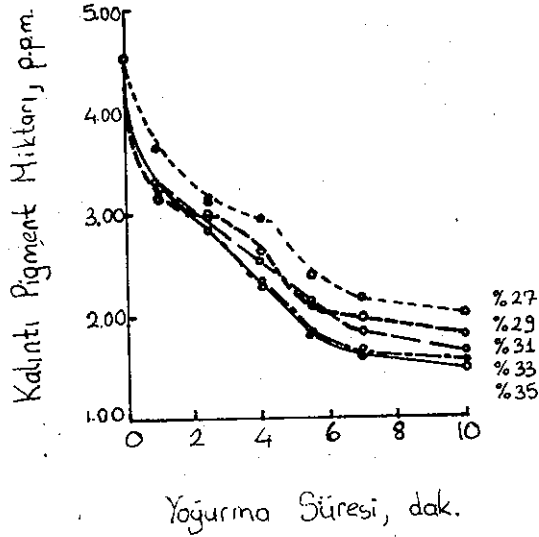
Şekil 2. Makarna Hamurunun Pigment Kaybına Yoğurma ve O₂ Konsantrasyonunun Etkisi.

Şekil 2'de en ilginç kurve N atmosferinde (%0 O₂) yapılan yoğurmada alınmıştır. Burada başlangıç reaksiyonu (initial reaction) meydana gelmekte ve sonra reaksiyon durmaktadır. Bunun nedeni, başlangıçta irmik içinde bir miktar O₂'nin bulunmasıdır. Bu O₂, yoğurma sırasında tüketildikten sonra reaksiyon durmaktadır. Yani O₂ olmadığı zaman, yoğurma sırasında pigment kaybı hemen hemen olmamaktadır. O₂ konsantrasyonu arttıkça, pigment kaybıda artmaktadır.

Günümüzde yoğurma, vakuum altında yapılmak suretiyle yoğurma ortamındaki ve hamur içindeki hava uzaklaştırılarak pigment kaybı azaltılmaktadır.

Pigment Kaybına Absorpsiyonun Etkisi

Makarna yapımı sırasında irmiğe katılacak su miktarı, pigment kaybına etkilidir. Şekil 3'de de görüldüğü gibi yoğurmada ilave edilen su miktarı arttıkça pigment kaybıda artmakta fakat pigment kaybindaki artış hızı % 33 absorpsiyondan sonra iyice azalmaktadır (10).



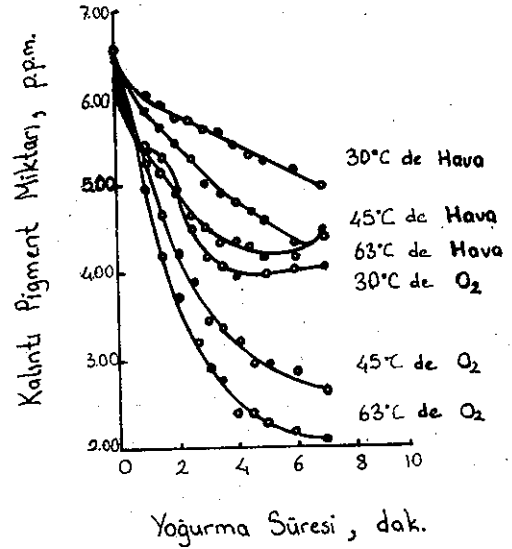
Şekil 3. Makarna Hamurundaki Pigment Kaybına Yoğurma Süresi ve Absorpsiyonun Etkisi.

Absorpsiyon arttıkça pigment kaybında artmasının nedeni, muhtemelen düşük absorp-

siyon derecelerinde yapışkan bir hamur kütesinin yani hamurlaşmanın olmasının gecikmesidir.

Pigment Kaybına Sıcaklığın Etkisi

Sıcaklığın pigment kaybına etkisi diğer faktörler gibi basit değil oldukça karmaşıktır. Çünkü sıcaklık, hamur kütesinin oluşumunu hızlandırırken lipid faz ile lipoksidaz enziminin emülsifikasyon derecesini de etkileyerek dolaylı yoldan da etkili olmaktadır. Muhtelif sıcaklık derecelerinde havada ve O₂ atmosferinde yapılan yoğurmaların pigment kaybına etkileri Şekil 4'de görüldüğü gibidir (10).



Şekil 4. Makarna Hamurundaki Pigment Kaybına Sıcaklık ve Yoğurma Süresinin Etkisi.

LİTERATÜR

1. ANDERSON, J.A. and A.G. PERKIN. 1931. Yellow coloring matter of khapli wheats, J Chem. Soc. (London) 2624 S.
2. BAILEY, C.H. 1944. The constituents of wheat and wheat products Reinhold: New York.
3. BOYACIOĞLU, M.H. ve S.S. ÜNAL. 1985. Makarna Sanayiinde Kullanılan İrmiklerde Parçacık Büyüklüğü ile Mineral Madde ve Pigment Miktarı arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, E.Ü. Müh. Fak. Dergisi Cilt 3 Sayı 1.
4. CHEN, K.T. and W.F. GEDDES. 1945. Studies on the wheat pigments M. Sc. Thesis, University of Minnesota, St. Paul, Minn.
5. FIFIELD, C., S.R. SNIDER, H. STEVENS and R. WEAVER. 1936. The Carotene Content of Wheat Varieties in the Pacific North West. Cereal Chem. 13: 463-469.
6. FORTMANN, K.L. and R.R. SOINER, 1971. Wheat Pigments and Flour Color in POME-RANZ Y. Wheat Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists. Incorporated St. Paul Minnesota 821 S.

7. FOX, P.F. and D.M. MULVIHILL, 1982. Enzymes in Wheat, Flour and Bread in POMERANZ Y. 1982. Advances in Cereal Science and Technology Vol. V, 294 S.
8. FRUTON J.S. and S. SIMMONDS, 1960. General Biochemistry John Wiley and Sons inc. New York, 1077 sh.
9. GEDDES, W.F. 1944. Private Communication to C.H. Bailey, Reported in Constituents of Wheat and Wheat Products, p. 273, Reinhold: New York.
10. IRVINE, G.N. and C.A. WINKLER, 1950. Factors Affecting the Color of Macaroni II. Kinetic studies of Pigment Destruction During Mixing. Cereal Chem. 27: 205-218.
11. IRVINE, G.N. and J.A. ANDERSON, 1952. A note on the Determination of Brightness in Flour. Trans. Am. Assoc. Cereal Chem. 10: 59.
12. IRVINE, G.N. and J.A. ANDERSON, 1953. Note on the Lipoxidase Activity of various north American Wheats. Cereal Chem. 30: 255-257.
13. IRVINE, G.N. 1971. Durum Wheat and PASTE Products in POMERANZ Y. Wheat Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, Incorporated st. Paul Minnesota 821 S.
14. JOHNSON, J.A. (—) Experimental Baking. Department of grain Science and Industry. Milling Industries Building Kansas State University. Manhattan, Kansas, U.S.A.
15. KAHVECİ, B. ve H. ÖZKAYA, 1986. Farklı Oranlarda Ekmeklik Buğday Katılmış Bazı Durum Çeşitlerinin Makarnalık Kalitesi Üzerinde Araştırmalar, Master Tezi. (Basılmamış).
16. KARRER, P. and S. ISHIKAWA, 1930. Plant Pigments XXVI. More Esters of Xanthophyll. Helv. Chem. Acta 13: 1099.
17. KARRER, P. and E. JUCKER, 1950. Carotenoids. Elsevier: New York.
18. LEPAGE, M. and R.P.A. SIMS, 1968. Carotenoids of Wheat Flour: Their Identification and Composition. Cereal Chem. 35: 600-604.
19. LEWICKI, S. 1933. The Problem of Pigmentation in ears of Wheat and Aegilops and its physiological significance. Mem. Inst. Natl. Polonais Ecole Rurale Pulawy 10: 336.
20. MARKLEY, M.C. and C.H. BAILEY, 1935. The Nature of the Pigments of The Gasoline Extract of Wheat. Cereal Chem. 12: 33.
21. MARKLEY, M.C. and C.H. BAILEY, 1935. The Pigments of the Dilute Alcohol or Acetone Extract of Whole Wheat Meal. Cereal Chem. 12: 40.
22. MARKLEY, M.C. and C.H. BAILEY, 1935. Determination of the Carotenoid Pigment Concentration of Small Samples of Whole Wheat. Cereal Chem. 12: 49.
23. MUNSEY, V.E. 1938. Application of the Neutrol Wedge Photometer to the Measurement of Carotenoid Pigments in Flour and Macaroni Products. J. Assoc. Offic. Agr. Chemists 21: 331.
24. SEÇKİN, R. 1975. Bazı Durum Buğday Çeşitlerinin Öğütme ve Makarnalık Kalitesi Üzerinde Araştırma. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları 587. Bilimsel Araş. ve İncelemeler 335. 46 S.
25. SIMPSON, A.G. 1935. A Simple Method for Determining the «Yellowness» and «grade» of Wheat Flours. Cereal Chem. 45: 605.
26. ZECHMEISTER, L. and L. CHOLNOKY, 1940. Carotenoids of Hungarian Wheat Flour. J. Biol. Chem. 135: 31.