

Bazı Türk Durum İrmiklerinde Renk ve Bunu Etkileyen Lipoksidaz, Peroksidaz Aktiviteleri

Uzm. İ. Fatih PEKİN

Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı II Kontrol Lab. Müd. — İZMİR

Doç. Dr. Ünsal ÇAKMAKLI

E.Ü. Müh. Fak., Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova - İZMİR

ÖZET

Bu araştırmada 6 adet Türk Islah çeşidi durum buğdayı ile 2 adet sanayide üretilmiş ticari makarnalık irmikler materyal olarak kullanılmıştır.

Temizleme olanağı bulunamadığımız irmik örneklerinin renk kalitelerinin belirlenebilmesi için pigment miktarı, «görünen rengin» ölçülmesi ve makarna kahverengileşme testi (Matsuo ve ark. 1967)'e göre uygulanmıştır.

Görünen rengin Hunter renk değerlendirme sistemi ile yapılan ölçümlerinde ise, parlaklık değerinin yüksek olduğu ancak sarı renklilik değerinin buğday çeşitlerinde, ticari örneklerle göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Makarna kahverengiliği test sonuçlarına göre ise çeşitler arasında belirgin farklılıklar gözlenmiştir.

İrmik lipoksidaz ve peroksidaz enzimlerinin saptanan aktiviteleri ile görülen renk arasında belirgin bir ilgi görülememiştir. Örnekler arasında peroksidaz aktivitesi lipoksidaz aktivitesine göre daha fazla olduğu dolayısı ile örneklerin makarnalarında kahverengilik rengin oluşabilme ihtimalinin yüksek olabileceği tahmin edilmiştir.

SUMMARY

In this study, six Turkish Tr. durum cultivars and two commercial semolina samples are used in order to determine peroxidase and lipoksidase enzyme activities.

Lipoxidase and peroxidase enzyme activities are determined and no detectable correlation could be assessed between enzyme activities and visual color scores.

Macaroni brownness determinations are run at 400 nm according to Matsuo and Irvine, 1967. The relation between absorbance readings and peroxidase enzyme activities to macaroni brownness was also confirmed.

1. GİRİŞ

Türkiye yıllık 4 milyon tona aşkın durum (Triticum durum) buğdayı üretimi ve dünyada ilk üç ülke arasında olmasına karşın, ekim alanı ve ürün kalitesi giderek düşmektedir. Islah programlarında ve alım fiyat uygulamalarında kalite unsurları yeterince dikkate alınmamaktadır. Zaten yumuşak buğdaya göre verimi daha az olan bu buğdaya verilen fiyat farkı da çok düşük tutulmaktadır.

Ham maddesi durum irmiği olan makarnada kalite iki unsurda oluşmaktadır: Pişme özellikleri ve renk-görünüş. Pişmiş makarnanın absorbe ettiği su oranı, pişme suyuna geçen katı madde oranı, sertlik, birbirine yapışma (topraklanma) gibi pişme kalitesi, daha çok gluten miktar ve kalitesine bağlı olmaktadır. Renk-görünüş ise tüketici - alıcının ilk algıladığı unsurdur.

Makarnaya arzulan sarı rengi lutein, ksantofil, karoten v.s. grubu pigmentler vermektedir. Bu bakımdan pigment miktarının yükseldiği istenir. Ancak karotenoidler yüksek moloküllü doymamış bileşikler olduklarından kolayca okside olup nihai üründe renk açılması ortaya çıkabilir. Bu olay lipoksidaz enziminin faaliyeti sonucu olmaktadır. Böyle tepkimeler etmekte istendiği halde makarnada arzulanmaz. Zira sarı renk en önemli kalite unsuru sayılmaktadır. (Irvine ve Anderson; 1953, Matz ve Larsen, 1954).

Makarnanın rengine etkili diğer enzimlerin başlıcaları lipoksidaz, peroksidaz, polifenol oksidaz, katalaz gibi enzimlerdir. (Irvine ve Anderson 1953; Leignelet ve ark. 1972). Makarna yapımında, irmikteki karotenoid pigmentlerinin tahribatına çeşit, oksijen konsantrasyonu, absorpsiyon ve sıcaklık gibi muhtelif faktörler etkili olmakta lipoksidaz enzimi, pigment oksidasyonu ile renk açılmasına sebep olurken, peroksidaz enzimi kahverengileşme (Brownness) renk reaksiyonları oluşturmaktadır.

(Kobrehel ve ark. 1974, Kahveci ve Özkaya, 1987).

Enzim nicel varlığının saptanmasından çok, aktivitelevinin ölçülmesi daha fazla yararlı olmaktadır. Aktivite, organik meteryalden ekstre edilen enzimin, etki ettiği substrakt ile doğal olmayan şartlarda oluşan tepkimenin hızının ölçülmesi ile belirlenir (Pekin, 1979). Bu nedenle, çeşitli analiz güçlükleri olan bu yöntemler «tayin yöntemi» yerine «deneme-assay» terimi ile tanımlanmaktadır.

Lipoksidaz aktivitesi, değişik yöntemlerle ölçülebilmektedir. Bu yöntemlerin lipoksidaz aktivitesi sonucu doğmamış yağ asitlerinde oluşturduğu hidroperoksitlerin, titrimetrik veya spektrofotometrik ölçümü veya oksidasyon sırasında tüketilen oksijenin manometrik veya polarografik ölçümüne dayanmaktadır (Tappel, 1962; Ünal ve Boyacıoğlu, 1986). Spektrofotometrik ve polarografik yöntemler daha duyarlı ve kullanışlı olarak kabul edilmektedir (Ayelrod, 1974).

Buğday öğütme ürünlerindeki peroksidaz aktivitesi, lipoksidaz aktivitesine oranla daha az incelenmiştir. Honold ve stahmann (1968)'a göre nitel olarak peroksidaz en fazla inceltme, kırma unlarında ve kepekte bulunmakta ve proteinlerin amino asit resüdülerini okside ederek, proteinlerin polimerize olmasına neden olmaktadır, Fransız Bidi 17 durum çeşidine ait irmikten iki farklı özellikle peroksidaz enzimleri izole edilmiştir (Jeanjean ve ark. 1975).

Serbest doymamış yağ asitleri, pigment tahribatından lipoksidaz aktivitesi yanında önemli rol oynamaktadır. Tokoferoller, anti oksidan etkileri dolayısı ile pigment stabilitesini artırmaktadır (Dahle, 1965; Matsuo ve ark. 1970).

Makarnanın renk kalitesinin saptanabilmesi için irmiğe uygulanacak analizler incelendiği zaman iki temel görüş belirlenmektedir.

1 — Irvine ve Anderson (1953)'e göre, irmik pigment miktarı ve irmik lipoksidaz aktivitesinin bilinmesi ile makarna pigment miktarının matematiksel bağlantı ile tahmin edilmesi,

2 — Alause ve Feillet (1970) ve Abecassis ve Alause (1979)'a göre, irmikten, makarna hamuru konsistensında yapılan disklerin belirli dalga boyundaki optik yoğunluğunun ölçülmesi,

Bu yöntemlerden birincisi sadece makarnada renk kaybını, ikinci yöntemde ise sarı renklilik ve kahverengiliği dikkate alındığından, günümüzde ikinci yöntem ağırlık kazanmaktadır.

Tr. durum buğdayında sarı renklilik daha çok çeşitsel bir özellik olarak ortaya çıkmasına karşın (Irvine ve Anderson, 1953), kahverengileşme, varyete özelliği olmasına ilaveten danenin oluşum şartlarından da etkilenmektedir (Grignac, 1970). İrmikte sarı ve kahverengilik bir renk özelliği olarak iki ayrı dalga boyunda optik yansıma değeri olarak tanımlanmaktadır. Sarı renk 480 nm. dalga boyunda, kahverengilik ise 550 nm. dalga boyunda değerlendirilmektedir. (Alause ve Feillet, 1970). Kahverengi endeks ile irmik peroksidaz aktivitesi arasında olumlu matematiksel bağlantı belirlenmiştir (Kobrehel ve ark. 1974). Makarnada kahverengileşme Maillard tipi tepkime, enzimatik tepkimeler veya kepek kontaminasyonundan oluşmaktadır (Matsuo ve Irvine, 1967). Ancak protein karakterinde suda erijen ve 400 nm. dalga boyunda maksimum soğuma gösteren bir maddenin de etkili olduğu saptanmıştır. İrmigin sulu ekstraktının 400 nm. dalga boyunda optik yoğunluğunun ölçülmesi, makarnanın kahverengileşmesi üzerine fikir verebilmektedir (Matsuo ve Irvine, 1967). Makarnanın renk kalitesinin korunabilmesi amacı ile L-askorbik asit ve sitrik asit kullanımı önerilmektedir (Dahle, 1970).

Bu konuda bir katkıda bulunmak amacı ile bazı Türk İslah çeşidi durum buğdayları ile ticari irmiklerin lipoksidaz, peroksidaz enzim aktivitelevi ve renk özelliklerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu araştırmada Gediz 75, Gökgöl 79, Çakmak 79, Kunduru 1149, Berkman 469 ve Ege (tescil edilmemiş) olmak üzere 6 adet Türk İslah çeşidi Tr. durum buğdayı ile 2 adet ticari durum irmikleri materyal olarak kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

İrmik örneklerinde lipoksidaz ile peroksidaz aktivitelevi tayin edilmiş ayrıca irmik sulu ekstraktında «kahverengilik» testi ve Hunter

Tristimulus Kolorimetresi ile de irmik örneklerinin yansıma yoğunlukları tayin edilmiştir.

2.2.1. Lipoksidaz aktivitesi tayini :

Lipoksidaz aktivitesi Surrey (1964)'in spektrofotometrik yöntemine Walsh ve ark. (1970)'nin yaptıkları değişikliğe göre tayin edilmiştir.

Uygulanan yöntemin ana hatlarıyla şöyle belirlenmiştir.

— Ham «kaba» enzim ekstraktının elde edilmesi :

1 g irmik örneği, 20 mL fosfat tamponu (pH: 5,9) ile yatay konumlu çalkalayıcı da 1 saat çalkalanmıştır. Daha sonra 1 saat 5 °C'de bekletilmiş ve + 4°C'de 6000 x g santrifüj kuvvetinde 30 dakika santrifüj edilmiştir. Üstteki berrak kısım, ham enzim olarak kullanılmıştır.

2.2.2. Peroksidaz aktivitesi tayini :

Honold ve Stahmann (1968)'in yöntemine bazı değişiklikler yapan Kobrehel ve ark. (1974)'nin yöntemine göre tayin edilmiştir.

Uygulanam yöntem ana hatları aşağıda verilmiştir.

— Ham «kaba» enzim ekstraktının elde edilmesi :

2 g irmik örneği, 20 mL bidestile su ile yatay konumlu çalkalayıcı da 1 saat çalkalanmıştır. + 4°C'de 6000 x g santrifüj kuvvetinde 30 dakika santrifüj edilmiş ve üstteki berrak kısım ham enzim olarak kullanılmıştır.

— Reaksiyon karışımı :

1,5 mL sitrat fosfat tamponu (pH: 4,2)
1,5 mL bidestile su, 1,0 mL 0,02 M guaiacol

(hidrojen verici), 0,5 mL ham enzim ve reaksiyon başlangıç zamanında 0,5 mL 0,02 M H 202 (substrat) ilave edilmiştir.

— Aktivite ölçümü :

Reaksiyon karışımının 465 nm dalga boyundaki optik yoğunluk artışı, belirli bir zaman aralığında saptanmıştır. Her iki enzimin aktivitelerinde, birim olarak bir dakikada 0,001 absorbans artışı, bir birim olarak hesaplanmıştır (Graveland, 1970).

Enzim aktive tayinlerinde çift ışık yollu Perkin Elmer 550 kaydedicili spektrofotometre kullanılmıştır.

2.2.3. «Kahverengilik» testi :

İrmik - su karışımı (1 + 2) blenderde, azot altında 3 dakika karıştırılmış ve süspansiyon 6000 x g santrifüj kuvvetinde santrifüj edilerek berrak kısmın 400 nm dalga boyundaki optik yoğunluğu saptanmıştır. Ayrıca bu çözeltinin 350-500 nm dalga boylarında spektruma alınarak örneklerin 400 nm'deki değişimleri incelenmiştir (Matsuo ve Irvine, 1967).

2.2.4. Hunter Tristimulus Kolorimetresi ile renk tayini :

İrmik örneklerinin yansıma yoğunlukları, Uluslararası Aydınlatma Birliği (CIE)'nin 2 standard gözleyici 1931 ilkelerine göre, Tristimulus renk ölçme sistemi ile Hunterlad model D 25 L-2 cihazında kullanma talimatına göre tayin edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

İrmik örneklerinin Hunter L, a, b ve CIE x, Y, Z sistemine göre renk değerleri çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İrmik Örneklerinin Hunter L, a, b ve CIE X, Y, Z Sistemine Göre Renk Değerleri

Örnek No:	Çeşidin adı	L	a	b	X	Y	Z
1	Gediz 75	81,7	-3,2	17,9	63,8	66,80	53,5
2	Ege	83,8	-3,0	16,8	67,4	70,3	59,1
3	Gökgöl 79	81,5	-1,0	14,0	64,8	66,6	59,2
4	Çakmak 79	77,3	-1,2	17,3	57,4	59,8	48,0
5	Kunduru 1149	82,6	-1,0	21,5	65,6	68,4	50,5
6	Berkmen 469	81,2	-2,9	19,7	63,3	66,0	50,7
Ortalama		81,35	-2,05	17,8	63,7	66,3	53,5
	İrmik 1	84,9	-3,1	23,5	69,2	72,1	51,3
	İrmik 2	84,3	-3,2	22,9	68,3	71,2	51,3
Ortalama		84,6	3,2	23,2	68,7	71,2	51,3

1 Ticari çubuk Makarna irmiği

2 Ticari kesme makarna irmiği

İrmik örnekleri; Elde edilişlerine göre a) laboratuvar tipi değirmenden elde edilen Türk İslah çeşidi buğdayların irmikleri ve b) Ticari koşullarda elde edilen irmikler olmak üzere iki farklı partikül yapısında olduğundan ve irmik «görünen rengine» partikül boyutu etkili olduğundan (Irvine ve Anderson, 1952) ayrı ayrı incelenmesi uygun bulunmuştur.

L (parlaklık) değeri en az 77,3 değeri ile Çakmak 79 çeşidinde, en çok ise 83,8 değeri ile Ege örneğinde görülmüştür. Ticari irmik örneklerinde ise 84,9 ve 84,3 olarak saptanmıştır.

Yeşillik (—a) değeri örneklerde —1,0 ile —3,2 arasında değişmekle beraber enstrümental irmik renk değerlendirilmesinde önemi bulunmamaktadır. (Walsh, 1970; Donely ve Gilles, 1976) bu nedenle bizde dikkate almadık. Sarılık (b) değeri en az Gökgöl 79 (14,0) ve en fazla Kündürü 1149 (21,5) çeşitlerde görülmüştür. Ticari irmik örneklerinde ise 22,9 ve 23,5 olarak bulunmuştur. Hunter renk sisteminin esasını oluşturan CIE sisteminde X kırmızılık derecesi, Y yeşillik derecesi ve parlaklık faktörü, Z mavilik derecesini tanımlar, Hunter sisteminde aydınlık derecesi (Lightness) L parlaklık, zer değişim göstermiştir. Her iki Renk sarılık (—b) mavilik ölçüsüdür (Mackinney ve Little, zer değişim göstermiştir. Her iki Renk değerleri arasında matematiksel bağlantı bulunmaktadır. CIE renk değerleri, Hunter değerleri gibi doğrudan örneğin görünen rengi hakkında bilgi vermemekle bir dizi matematiksel işlemler gerektirmektedir (Mackinney ve Little, 1962).

Bu nedenle yaygın olarak kullanılmamaktadır (Walsh ve ark. 1969).

Ticari irmik örneklerini temsil eden makarna örneklerinde de renk değerlendirilmesi yapılmıştır (Çizelge 2).

Çizelgede görüldüğü gibi irmik parlaklık değerleri ile makarnalarına ait L değerleri arasında makarna çeşidine bağımlı olarak önemli oranda fark oluşmuştur. Sarı renklilik (b) değerlerinde ise L değerine göre fark çok daha az olmuştur. Makarna üretimi sırasında İrmik lipoksidaz aktivitesi sonucu pigment azalması na koşut olarak görünen sarı renkte de bir azal-

ma olduğu saptanmıştır (Matsuo ve ark. 1970; Matsuo ve ark. 1982; Trvine ve Anderson 1953; Irvine, 1955).

Çizelge 2. Ticari İrmik ve Makarnalarının L ve b Değerleri ile Renk Kayıpları

	L	b
İrmik 1	84,9	23,5
Makarna	71,1	22,3
Fark	13,8	1,2
% Kayıp	16	5
İrmik 2	84,3	22,9
Makarna 2	54,1	21,6
Fark	30,2	1,3
% Kayıp	36	6

- 1 Ticari çubuk makarna irmiği ve makarnası
- 2 Ticari kesme makarna irmiği ve makarnası

Ancak bu azalma, rengin algılanmasındaki temel özelliklerden parlaklık ve renk tanımlamalarından parlaklık tanımında daha fazla olmaktadır. Bu nedenle Hunter sisteminde makarna renk değerlendirilmesinde parlaklık (L) renk değerinin daha belirgin bilgi verdiği ileri sürülebilir. Nitekim CIE renk değerlendirme yöntemi olan «on seçilmiş ordinat» metodunda Y «oransal parlaklık» değeri ölçülmektedir (Anon, 1976 a).

İrmik örneklerinin lipoksidaz ve peroksidaz aktiviteleri ve sulu ekstraktlarının 400 nm dalga boyundaki optik yoğunlukları çizelge 3'de, verilmiştir.

Lipoksidaz aktivitesi, en az Gediz, en çok 3 numara ticari irmik örneğinde saptanmıştır. Örneklerinin ortalama lipoksidaz aktivitesi 34 ünit olarak bulunmuştur. Çizelgede görüleceği gibi Gediz örneğinin lipoksidaz aktivitesi diğer örneklerle göre çok düşük düzeyde bulunmuştur. Lipoksidaz enziminin makarna üretimi sırasında karotenoidleri okside ederek renk ağarmaları meydana getirdiği bilinmektedir (Irvine, 1971). Bu nedenle makarna renginin tahmininde irmik pigment miktarının yanı sıra irmiğin lipoksidaz aktivitesinin de saptanması faydalı olmaktadır (Irvine 1955). Lipoksidaz aktivitesinin etkinliğinin belirtilmesinde bir diğer yol

Çizelge 3. İrmik Örneklerinin Pigment, Lipoksidaz ve Peroksidaz aktivite ve 400 nm'deki Optik Yoğunluk 1.

Örnek No.	Çeşidin Adı	Lipoksidaz 2	Peroksidaz 2	400 nm'deki optik yoğunluk
1	Gediz 75	7	147	0,391
2	Ege	42	45	0,368
3	Gökgöl 79	10	181	0,361
4	Çakmak 79	11	176	0,270
5	Kunduru 1149	30	260	0,545
6	Berkmen 469	64	754	0,530
7	İrmik 3	67	151	0,373
8	İrmik 4	44	104	0,522
Ortalama		34	227	0,420

1 Matsuo ve Irvine (1967'e göre)

2 Ünit (A/dakika)

3 Ticari çubuk makarna irmiği

4 Ticari kesme makarna irmiği

laboratuvar koşullarında makarna yaparak pigment kaybını gözlemektir. Dolaylı olan bu yöntem de pratik olarak irmikteki lipoksidaz aktivitesi hakkında bir fikir vermektedir. Lipoksidaz aktivitesini, uluslararası birim ile bildirmek elimizde saf lipoksidaz bulunmaması nedeni ile mümkün olmamış, enzimlerin aktivitelelerinin genel tanımı olarak substrat konsantrasyonundaki azalışı dakikadaki optik yoğunluk artışı olarak bildirilmiştir. Enzim aktivite birimleri tayin edilen yöntemle göre değişmekte ve henüz her koşulda geçerli bir birime çevrilebilir birimler kullanılmamaktadır. Bu nedenle sonuçlarımızın diğer araştırmalar ile karşılaştırılmasının yapılması mümkün olamamıştır. Türk İslah çeşidi durum buğdayların lipoksidaz aktivite ve üzerinde sadece Saygın (1979)'nin verileri mevcuttur. Bu araştırmaya göre manometrik yöntem ile saptanan irmik lipoksidaz aktivitesi 36,8 ile 54,5 arasında değişmektedir. Aynı yöntemle Irvine ve Anderson (1953)'göre ABD ve durum buğday irmiklerinde lipoksidaz aktivitesi 10 ile 41 arasında değişmektedir.

Bu bulguların ışığında Türk İslah çeşidi buğdaylarımızın lipoksidaz aktivitelelerinin, dikkate alınması gereken bir konu olduğu ortaya çıkmaktadır.

Peroksidaz enzim aktivitesi en az Ege en çok Berkmen örneğinde saptanmıştır. Örnek

lerin peroksidaz enzim aktivitesi ortalama 227 olarak bulunmuştur.

İrmik örnekleri arasında her iki enzim aktiviteleleri bakımından farklılık özellikle peroksidaz enziminde çok daha belirgin olduğu çizelge 3'de görülmektedir.

Peroksidaz enzimi makarna kahverengileşmesinde etkili rol oynadığı bilinmektedir (Kobrehel, ve ark. 1974). Bu nedenle irmik peroksidaz aktivitesi, makarnada meydana gelebilecek kahverengileşme hakkında bir tahmin oranı vermektedir.

Türk durum buğdaylarının peroksidaz aktiviteleleri üzerinde bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

Konu ile ilgili veriler öncül olma özellikleri ve yabancı literatür ile karşılaştırılabilir birim içermemeleri nedeni ile önem taşımaktadır. Bu nedenle makarna yapım olanağı bulunmaması konunun detaylı tartışılmasını engellemektedir.

İrmik sulu ekstraktının optik yoğunluğunun yüksekliği makarnanın kahverengileşmesinin bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Matsuo ve Irvine, 1967). Bu nedenle irmik örneklerinde Matsuo ve Irvine (1967)'e göre irmik sulu ekstraktlarının 400 nm dalga boyundaki

optik yoğunlukları saptanmış ve spektrumları alınmıştır. Örneklerin 400 nm deki optik yoğunlukları 0,270 ile 0,545 arasında değişmiş, ortalama 0,420 olarak saptanmıştır. Örnekler arasında dikkati çeken farklılıklar olduğu çizelge 3'de görülmektedir.

Türk durum buğdaylarının irmiklerinin 400 nm dalga boyundaki optik yoğunlukları ile ilgili bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

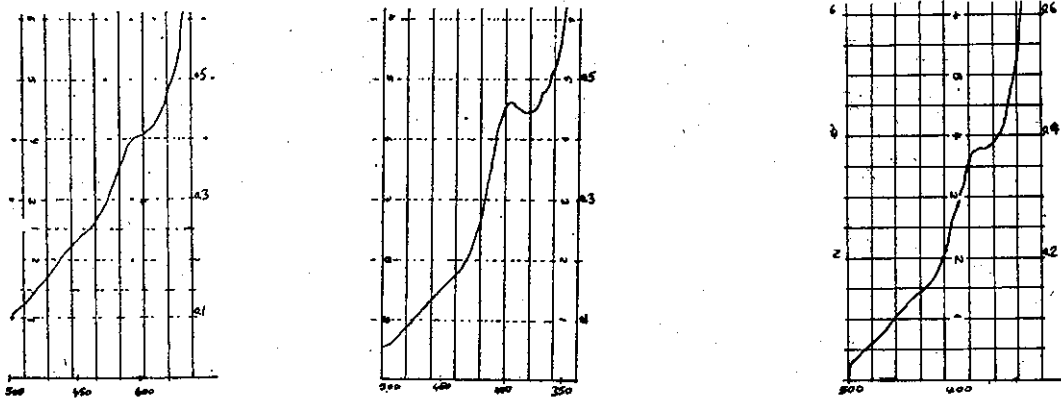
ABD ve Kanada durum buğdaylarının 400 nm deki optik yoğunlukları 0,297 (Matsuo ve ark. 1982), Fransa durum buğdaylarında ise 0,338 (Kobrehel ve ark. 1974 ab) olarak saptanmıştır.

Bu değerlerle örneklerin optik yoğunlukları karşılaştırıldığında, örneklerimizin oldukça yüksek optik yoğunluk gösterdikleri görülmektedir.

Makarna renginin, makarna ham maddesi irmikte yapılacak bazı testler ile ortaya konulması üzerinde durulan konulardır. Geliştirilen bir yöntemde, tekniğine uygun hazırlanan yaş ve kurutulmuş küçük hamur disklerinin yansımaya yoğunluklarının saptanarak renk endekslerinin yapılmasıdır (Alause ve Feillet, 1970). İrmik kahverengi endeksi, sıkıştırılmış kuru

hamur disklerinin 550 nm dalga boyundaki yansımaları, irmik potansiyel kahverengi endeksini ise su almış disklerin 550 nm dalga boyundaki yansımaları oluşturur (Kobrehel ve ark. 1974). Bu endeksler ile irmiğin kül, peroksidaz aktivitesi ve 400 nm deki optik yoğunluğu arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur (Kobrehel ve ark. 1974). Bu bakımdan diğer örneklerle orantılı peroksidaz aktivitesi yüksek olan Berkman 469 çeşidinin makarnasının renginin daha kahverengi olacağı tahmin edilebilir. Nitekim Berkman örneğinin 400 nm dalga boyundaki optik yoğunluğu da yüksek bulunmuştur (Çizelge 3).

Çeşitlerin spektrumları incelendiğinde 400 nm de farklı optik yoğunluk verdikleri görülmektedir. 2 numaralı Ege çeşidi ve 7 numaralı irmik örneklerinin 400 nm'deki optik yoğunluklarındaki artış belirsiz düzeydedir, diğer örneklerin optik yoğunluklarındaki artış oldukça belirgin düzeydedir, özellikle Berkman 469 örneğinde optik yoğunluk artışı açıkça gözlenebilmektedir (Çizelge 1). Örneklerin spektrumları ile peroksidaz aktivitesi karşılaştırıldığında oldukça benzer durumlar meydana gelmektedir. Peroksidaz aktiviteleri az olan örneklerin 400 nm'de gösterdikleri optik yoğunluk artışının da az olmuştur.



Çizelge 1: Bazı irmik örneklerinin sulu ekstraktlarının spektrumları :

Makarnada kahverengileşme sadece enzim konusu olmamakta albumin + globulin çözünebilir bakır kompleksli bileşiklerin de rol oynadığı bilinmektedir (Matsuo ve Irvine 1967). Ayrıca protein kompozisyonunun görünen rengi etkilediği saptanmıştır.

İrmik örneklerinde makarna elde edilemediğinden ve örnek sayısı istatistik test yapılmaya uygun olmadığından Türk durum irmiklerinin kahverengileşme gücü hakkında kesin bir sonuca gitmek mümkün görülemedi.

Araştırma sonuçları ile benzer nitelikteki araştırmalar karşılaştırıldığında, daha çok çeşitsel karakterde olduğu kabul edilen renk kalitesinin Türk İslah çeşidi buğdaylarımızda geniş değişim içinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle durum buğdayı İslah programlarında makarna kalitesine yönelik seçimlerin daha özenle yapılmasında yarar bulunmaktadır. Olanaklar çerçevesinde bu araştırmada, Türk du-

rum irmiklerinde lipoksidaz aktivitesi yanında peroksidaz aktivitesinin de, makarna renginin oluşumunda etkili olduğu tahmin edilebilmiştir. Çeşit, yer, yıl gibi faktörlerin göz önüne alındığı daha geniş kapsamlı araştırmalar yapılarak Türk durum buğdaylarımızın makarnalık kalitesinin tam olarak ortaya çıkarılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- ABECASSIS, J., and ALAUSE, J. 1979. Farbton-indices und koehgualitat von mahlerzeugnissen aus durum weizensorten. Getreide Mehl und Brot, 33, 3: 71.
- ALAUSE, J., and FEILLET, P. 1970. Metodo semplice ed obiettivo per la previsione del colore delle paste alimentari, 5 Congres des Cereales et du Pain, Dresde, Tech. Mol. 511.
- AXELROD, B. 1974. Lipoxygenases, Advances in Chemistry Series. Sumner 136 Food Related Enzymes. 13: 324.
- DAHLE, L. 1965. Factors affecting oxidative stability of carotenoid pigments of durum milled products. J. Agr. Food Chem 13: 12.
- DAHLE, L.K. 1970. Color stabilization in wheat products United States Patent Office. 3. 503. 753.
- GRAVELAND, A. 1970. Modification of the course of the reaction between wheat flour lipoxygenase and linoleic acid due to adsorption of lipoxygenase on glutenin. Biochemical and biophysical research communications. 41: 427.
- GRIGNAC, P. 1970. Ameloration de la qualite des varietes de ble dur. Ann. Amehor. Plantes. 20 (2): 159.
- HONOLD, G.R., and STAHMANN, M.A. 1968. The oxidation reduction enzymes of wheat. IV. qualitative and quantitative investigations of the oxidases. Cereal Chem. 45: 99.
- IRVINE, G.N., and ANDERSON, J.A., 1952. Factors affecting the color macaroni. IV Semolina particle size. Cereal Chem. 29: 65.
- IRVINE, G.N. and ANDERSON, J.A., 1953. Variation in principal quality factors of durum wheats with quality prediction test for wheat or semolina. Cereal Chem. 30: 334.
- IRVINE, G.N. 1955. Some effects of semolina lipoxidase activity on macaroni quality. The Journal of the American Oil Chemist's Society. 32: 558.
- IRVINE, G.N. 1971. Durum wheat and paste product. Wheat Chemistry and Technology Edited by Pomaranz, Y. 15, 777 AACC: Minne sote.
- KAHVECİ, B. ve ÖZKAYA, H. 1987. Buğday renk maddeleri ve Bunların Tahribatına Etkili Faktörler. Gıda 2: 111.
- KOBREHEL, K., LAIGNELET, B., and FEILLET, P. 1974. Study of Some factors of macaroni brownness. Cereal Chem. 51: 675.
- LAIGNELET, B., KOBREHEL, K., et FEILLET, P. 1972. Le probleme de la coloration des pates alimentaires. Cereal Chem. 45: 600.
- MACKINNEY, G., and LITTLE, A.C. 1962. Color of Foods. The Av.: Connecticut.
- MATSUO, R.R., and IRVINE, G.N. 1967. Macaroni brownness. Cereal Chem. 44: 78.
- MATSUO, R.R., BRADLEY, W.J., and IRVINE, G.N. 1970. Studies on pigment destruction during spaghetti procesing. Cereal Chem. 47: 1.
- MATSUO, R.R., DEXTER, J.E., KOSMOLAK, G.F., and LEISLE, D. 1982. Statistical evaluation of tests for assesing spaghetti — making gualty of durum what. Chem. 59 (3): 222.
- MALTZ, S.A., and LARSEL, A.L. 1954. Evaluating semolina color whith photoelectric reflecto meters. Cereal Chem. 31: 73.
- PEKİN, B. 1979. Biyokimya Mühendisliği, Birinci Kitap: kısım, birinci E.Ü. Matbaası, Bornova- İzmir.
- TAPPEL, A.L. 1962. Lipoxidase. Methods in Enzymology. S.P. Colovicle and N.O. Kaplan, ed. Academic Press: New York end London.
- ÜNAL, S. ve BOYACIOĞLU, M.H. 1986. Lipoksidaz enziminin önemi, makarna rengine etkisi ve tayin yöntemlerinin irdelenmesi. Gıda Mühendisliği 1: 121.
- WALSH, D.E., GILLES, K.A. and SHUEY, W.C. 1969. Color determination of spaghetti by the tristimulus method. Cerehal Chem. 46: 7.
- WALSH, D.E., YOUNGS, V., and GILLES, K.A. 1970. Inhibition of durum wheat lipoxidase with L - ascorbic acid. Cereal Chem. 47: II9.
- WALSH, D.E., 1970. Masurment of spaghetti color. The Macaroni Journal. August, 0.