

Makarnalık buğday ıslah materyalinde karotenoid pigment miktarının ekstraksiyon ve reflektans kolorimetre metotları ile belirlenmesi

Yaşar KARADUMAN ^{a,*} Ramazan AVCIOĞLU ^a Mustafa ÇAKMAK ^a

^a Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir, Türkiye

Determination of carotenoid pigment in durum wheat breeding materials by methods of extraction and reflectance colorimeter

SUMMARY

Presently, yellow pigment of durum wheat semolina is accepted as a quality index. Bright yellow color of durum wheat is caused by lutein pigment from ksantofil group. This group is named as carotenoids. Determination of carotenoid pigment amount spectrophotometrically or colorimetrically and evaluation of analysis results in durum wheat breeding programs are widely used practices today. In this study, 4 varieties and 20 lines from regional yield trial were evaluated for 5 locations. Hunterlab Colorflex Spectrophotometer was used in analysis of wheat grains for carotenoid pigment. L*, a* and b* values were determined in the samples. L*, a* and b* values indicate brightness, redness and yellowness respectively. Carotenoid pigment was extracted by n-butyl alcohol from the samples ground in Falling Number 3100 mill and their absorption values were determined by spectrophotometer. Carotenoid pigment amount analysis by pigment extraction method was done according to Modified AACC 14-50 method. Results of analyses by both methods were evaluated for locations. Lines with superior carotenoid pigment amount, L*, a* and b* values were determined. Relationships between carotenoid pigment amount found by extraction method and L*, a* and b* values were studied. It was decided that Hunter Lab b* values can be used as indicator for carotenoid amount in durum wheat breeding material.

KEY WORDS: Durum wheat, β -carotenou pigment, wheat breeding, colorimeter, butyl alcohol

ÖZET

Günümüzde makarnalık buğday irmiğinde sarı renk maddesi miktarı bir kalite indeksi olarak kabul edilmektedir. Makarnalık buğdayda parlak sarı renk ksantofil grubundan özellikle lutein pigmenti tarafından oluşturulmaktadır. Bunlar kısaca karotenoidler diye adlandırılmaktadır. Karotenoid pigment miktarının spektrofotometrik veya kolorimetrik olarak belirlenmesi ve elde edilen verilerin makarnalık buğday ıslah çalışmalarında kullanılması ile ilgili çalışmalar yaygınlaşmış durumdadır. Bu çalışmada Makarnalık Buğday Bölge Verim Denemesinden (MBVD) 4 çeşit ve 20 hat, 5 lokasyonda değerlendirilmiştir. Buğday örneklerinde tanedeki karotenoid miktarının belirlenmesi için Hunterlab Colorflex Spektrofotometre kullanılmıştır. Örneklerde L*, a* ve b* değerleri belirlenmiştir. L* değeri parlaklık; a* değeri kırmızı ve b* değeri sarı renk yoğunluğunu göstermektedir. Falling Number 3100 değirmeninde kırmaya öğütülen örneklerdeki karotenoid miktarı n-bütül alkol ile ekstrakte edildikten sonra, spektrofotometre ile absorpsiyon değerleri alınarak bulunmuştur. Pigment ekstraksiyon metodu ile karotenoid miktarı analizi Modifiye AACC 14-50 metoduna göre yapılmıştır Her iki metotla da elde edilen veriler lokasyonlara göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Karotenoid miktarı, L*, a* ve b* değerleri bakımından öne çıkan hatlar belirlenmiştir. Ekstraksiyon metodu ile bulunan karotenoid miktarı ile L*, a* ve b* değerleri arasında ilişkiler araştırılmıştır. Hunter Lab b* değerinin ıslah programlarında makarnalık buğdayda karotenoid miktarının belirlenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Makarnalık buğday, karotenoid pigmenti, buğday ıslahı, kolorimetre, bütül alkol

*E-posta: yasarkaraduman@gktaem.gov.tr

Bu makale 2–5 Haziran 2008 tarihinde Ülkesel Tahıl Sempozyumu'nda sunulmuş ve Ülkesel Tahıl Sempozyumu kitabı sayfa 447–452'de yayınlanmıştır.

GİRİŞ

Buğdayın insan gıdası olarak kullanımında makarna, ekmekten sonra ikinci sırada yer almaktadır. Yaklaşık 550 milyon ton olan dünya buğday üretiminin 34 milyon tonu makarnalık buğdaydır. Makarnalık buğdaylar dünyada belli bölgelerde yetiştirilir ve ekmeklik buğdaya göre daha yüksek fiyatla alıcı bulurlar. Dünyada makarna üretimi 2006 yılı verilerine göre 11.357 milyon tondur. Türkiye, dünya makarna üretiminde 4. sırada olup, 614.434 ton ile dünya makarna üretimindeki payı %5'tir. 1992 yılında 59.731 ton olan Türkiye makarna ihracatı 2006 yılında 193.205 tona çıkmış, 2007 yılında 200 bin tonu aşması beklenmektedir. Türkiye'de üretilen makarnalık buğday miktarı olarak makarna fabrikalarının ihtiyaçlarını karşılamaya yeterli olmakla birlikte; üretim için istenilen kalitede ve nitelikte buğdayının düzenli olarak sağlanamaması makarna sektörünün en önemli problemlerinden biri olarak ifade edilmektedir (Anonim 2007).

Makarnalık buğdaydan elde edilen ürünler için temel kalite kriterlerinden birisinin parlak sarı renk olduğu, makarnalık buğday kalite değerlendirmesinde sarı pigmentin kalite indeksi olarak kabul edilmesinin ve ıslah programlarında yüksek pigment miktarının seleksiyon kriteri olarak kullanılmasının gerekliliği birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Irvine ve Anderson 1953, Johnston ve ark. 1980, Laignelet 1983, Williams ve ark. 1986, Özkaya ve Özkaya 1993, Dalçam 1993, Borelli ve ark. 1998). Makarnada arzulanan parlak sarı renk lutein, ksantofil, karoten vb. grup pigmentler tarafından meydana getirilmekte olup irmikte sarı renk maddesi içerisinde karoten %1 kadar bulunmaktadır (Laignelet 1983, Dalçam 1993).

Makarnalık buğdayda karotenoid pigment miktarının daha çok çeşitle ilgili kalıtsal bir karakter olmakla beraber çevre şartlarından da etkilendiği (Braaten ve ark. 1962, Matsuo 1982, Özkaya ve Özkaya 1993, Borelli ve ark. 1998), fakat çeşidin irmik pigmenti ve irmik lipoksidaz enzim aktivitesinin makarna rengi üzerine etkisinin çevre şartları etkisinden daha fazla olduğu belirtilmektedir (Irvine ve Anderson 1953). Islah çalışmalarında makarnalık buğday seleksiyonunda tane büyüklüğü, şekli ve camsı tane özellikleri, glüten kalitesi ve protein miktarı gibi tane özellikleri yanında sarı renk de önemli bir seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır (Williams ve ark. 1986).

Bu yüzden tahıl teknolojileri ve makarnalık buğday ıslahçıları hızlı ve doğru bir şekilde irmik ve makarna rengini belirleyecek teknikler üzerinde çalışmışlar ve yapılan çalışmalarda 3 temel makarna rengini tahminleme ve belirleme yöntemi geliştirmişlerdir. Bunlar: a) Standart örneklerle gözle kıyaslama ile, b) Kimyasal pigment ekstraksiyonu ile, c) Işığın optik özellikleri değerlendirilerek yapılan ölçümlerdir (Johnston ve ark. 1980).

Bu çalışmada Makarnalık Buğday Bölge Verim Denemesinden (MBVD) 24 çeşit ve hattın Eskişehir, Uşak, Afyon, Hamidiye ve Altıntaş lokasyonlarında karotenoid pigment miktarı pigment ekstraksiyon ve

Hunterlab Colorflex Spektrofotometre ile değerlendirilmiştir. Örneklerde karotenoid miktarı ve kolorimetre değerleri açısından öne çıkan hat ve çeşitler belirlenmiş ve iki metot ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak Kunduru, Yelken, Kızıltan ve Dumlupınar çeşitleri ile Bölge Verim Denemesi (MBVD) kademesinden 20 hat kullanılmıştır. Hatların pedigileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Ekstraksiyon metodu ile karotenoid pigment miktarı analizi Modifiye AACCC 14-50 metoduna göre yapılmıştır. Buna göre; değirmende 0,8 mm büyüklüğünde öğütülen kırma örneklerinde karotenoid pigmenti doymuş n-butil alkol ile ekstrakte edilmiştir. Pigment ekstraktının santrifüj edilmesi ile elde edilen berrak ekstraktlarda spektrofotometrede 440 nm de absorbans değerleri okunmuş ve ppm olarak karotenoid miktarı bulunmuştur.

Örneklerde L*, a* ve b* değerlerinin belirlenmesi için ise Hunterlab Colorflex Spektrofotometre kullanılmıştır. L* değeri parlaklık (0-tam siyah 100-tam beyaz); a* değeri kırmızı ve b* değeri sarı renk yoğunluğunu göstermektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışılan örneklerin karotenoid miktarı 4 ile 10.5 ppm arasında değişmiştir (Çizelge 1). En düşük karotenoid miktarı ortalaması Eskişehir lokasyonunda (6,1 ppm) ve en yüksek ise Hamidiye lokasyonunda (7,5 ppm) elde edilmiştir. Altıntaş lokasyonunda da pigment miktarları iyi düzeydedir (7,4 ppm). 5 lokasyon ortalamasına göre çeşitler içerisinde Yelken, Kızıltan ve Kunduru iyi karotenoid miktarına sahipken (sırasıyla 7,5 ppm, 7,4 ppm ve 7,3 ppm); Dumlupınar çeşidinin karotenoid miktarı ise düşük kalmıştır (ortalama 5,6 ppm). Hatlar içerisinde ise 9,1 ppm ile en yüksek karotenoid miktarına 16 no'lu hat sahiptir. Yine 7, 17 ve 2 no'lu hatların karotenoid miktarı iyi olarak görülmektedir. 1, 13, 19, 21 ve 22 no'lu hatların ise karotenoid miktarı 6 ppm'in altındadır.

Hunterlab Colorflex Spektrofotometre ile lokasyonlara göre elde edilen L*, a* ve b* değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Hat ve çeşitlerde lokasyon ortalamalarına göre L* değeri 49,9-54,9, a* değeri 9,3-10,2 ve b* değeri 25,4-27,4 arasında değişmiştir. Karotenoid miktarı en yüksek çıkan 16 no'lu hattın L* değeri de en yüksek olarak bulunmuştur (54,9). Yine bu hattın b* değeri de yüksek olmuştur (27,2). Karotenoid miktarı düşük olan Dumlupınar çeşidinin a* ve b* değerleri de düşük kalmıştır (sırasıyla 9,4 ve 25,4). Karotenoid miktarı iyi olan 7, 17 ve 2 no'lu hatlardan 7 no'lu hattın b* ve a* değerleri iyi iken (sırasıyla 27,0 ve 10,2) L* değeri düşüktür (50,6). 17 ve 2 no'lu hatların L* ve a* değerleri daha düşük kalmıştır. Sarı renk (b*) bakımından en yüksek değeri

4 no'lu hat vermiştir. Yine 6, 16, 18 ve 7 no'lu hatların b* değerleri 27'nin üzerinde olmuştur. Bu hatların karotenoid miktarları da yüksektir (Çizelge 1).

Kırmızı renk değeri (a*) açısından 21, 6, 7, 18 ve 24 no'lu hatların iyi değerlere sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Karotenoid miktarları iyi olan Kunduru, Kızıltan ve Yelken çeşitlerinin a* ve b* değerleri birbirine yakın ve yüksektir. Karotenoid miktarı iyi olan 2 ve 17 no'lu hatların ise b* değerleri orta düzeydedir. b* değerleri yüksek olan lokasyonlarda L değerinin de yüksek olduğu dikkati çekmiştir. L* ve b* değerleri bakımından en yüksek değerler Eskişehir lokasyonundan (sırasıyla ortalama 53.4 ve 27.5); a* değeri bakımından Hamidiye ve Afyon lokasyonlarından (ortalama 9.9); en düşük değerler ise L* ve b* değerleri bakımından Altıntaş lokasyonundan (sırasıyla ortalama 50.0 ve 25.9), a* değeri bakımından ise Eskişehir ve Uşak lokasyonlarından (ortalama 9.6) elde edilmiştir.

n-Bütül alkol metodu ile elde edilen karotenoid pigment miktarı sonuçları ile L*, a* ve b* değerleri arasındaki korelasyon değerleri lokasyonlara göre Çizelge 3'de değerlendirilmiştir.

Sarı renk (b*) değerleri ile karotenoid miktarı arasında Eskişehir lokasyonunda P<0.01, Altıntaş lokasyonunda P<0.05, Hamidiye ve Afyon lokasyonlarında ise P<0.10 düzeyinde istatistiksel bakımdan önemli korelasyon bulunmuştur. Uşak lokasyonunda herhangi bir korelasyon elde edilmemiştir. Oliver ve ark. (1992) tarafından yapılan bir çalışmada da b* değeri ile ekstrakte edilebilir pigment miktarı arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Kırmızı renk (a*) değeri ile karotenoid miktarı arasında hiçbir lokasyonda korelasyon bulunmamıştır. L* değeri (parlaklık) ile karotenoid miktarı arasında Uşak lokasyonunda P<0.10 düzeyinde pozitif korelasyon var iken; Eskişehir, Hamidiye ve Afyon lokasyonlarında P<0.15 düzeyinde korelasyon vardır.

Çizelge 1. Hat ve çeşitlerin karotenoid pigment miktarları, (ppm)

Ör No	Pedigri	Eskişehir	Uşak	Hamidiye	Afyon	Altıntaş	Ort.
1	AWALBIT-6/ZHEME HUG	5.3	6.1	5.7	5.3	6.9	5.9
2	ALGI PARUS/KOELZ//C1252	7.0	7.4	7.6	8.0	8.0	7.6
3	1557.91/ALTT//KIZILTAN	6.4	6.9	7.0	6.8	7.8	7.0
4	1557.91/3/UYEYIK/61-130//MENCEKI"S"/3/KND	6.6	6.4	7.3	6.6	8.0	7.0
5	Kunduru	7.0	7.2	7.6	7.7	7.1	7.3
6	1557.91/3/UYEYIK/61-130//MENCEKI"S"/3/KND	6.6	6.6	7.9	7.2	8.3	7.3
7	YERLI//AKBUG"S//HEVIDI/3/DELTA	7.1	7.3	9.1	7.9	8.5	8.0
8	C1252//185-1/D7233/3/ALTINTAS 95	6.4	6.9	7.9	7.1	7.6	7.2
9	DICLE74/HALKALI058//ALYI PARUS	5.9	6.4	6.4	6.4	6.5	6.3
10	Yelken	7.1	6.9	8.4	7.2	8.1	7.5
11	KND//68111/WARD/3/BERK//68111/WARD/4/C1252/5/C1252	5.9	5.9	6.6	6.0	6.1	6.1
12	ALTT/8990KONYA DMN25	5.7	6.5	8.7	7.1	7.3	7.1
13	KORUND/C1252	4.0	5.3	6.0	4.8	5.7	5.2
14	FATASEL 185-1/KRISTAL//KRISTAL	5.2	6.9	7.7	7.6	7.9	7.1
15	Dumlupınar	5.2	6.0	5.5	5.5	5.7	5.6
16	ALTINDANE/5/13/CAPPELLI/DF15.73/3/61-130/4/414-44/6/KRISTAL/7/KRISTAL	8.0	8.6	9.4	9.2	10.5	9.1
17	SHWA/3/GTA//21563/AA/5/AA/3*CPE//GZ/3*TC/3/2*BYE/TC/4/FG/GVZ466/6/KND/7/K	7.0	7.4	8.9	8.2	7.7	7.8
18	KND//68111/WARD/3/AYDIN93	6.7	7.0	8.0	7.2	7.5	7.3
19	835.93/4/UVI162/61-130//1224-1/3/61-130/414-44	5.0	5.5	6.6	5.1	6.4	5.7
20	Kızıltan	6.2	6.7	8.6	7.3	8.1	7.4
21	KRISTAL/AYDIN93	4.6	5.4	5.4	4.5	5.4	5.1
22	OSU-3880005/3/STOT//ALTAR84/ALD/4/KUCUK_2	4.8	5.1	7.7	6.3	5.8	5.9
23	SELCUKLU/DWIRNAZ99-4	6.3	6.7	8.3	6.9	7.7	7.2
24	ALYI PARUS/KIZILTAN	6.5	6.8	8.0	6.9	7.9	7.2
Ort.		6.1	6.6	7.5	6.8	7.4	

Çizelge 2. Lokasyonlara göre örneklerde L*, a* ve b* değerleri

Ör No	Eskişehir			Uşak			Hamidiye			Afyon			Altıntaş			L*ort	a*ort	B*ort
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*			
1	52.8	9.6	27.2	48.6	8.2	24.0	50.5	9.3	25.6	51.7	9.6	25.6	50.3	9.8	25.3	50.8	9.3	25.5
2	56.1	9.5	29.9	51.8	9.6	25.6	50.5	10.2	26.3	51.2	9.6	25.5	49.8	10.2	25.6	51.9	9.8	26.6
3	53.4	9.0	25.5	55.5	9.0	26.4	52.2	9.4	25.1	53.0	9.5	25.7	51.4	9.5	25.7	53.1	9.3	25.7
4	55.8	9.4	29.9	52.6	9.7	27.2	50.2	10.5	27.5	51.9	9.9	26.4	49.7	10.0	26.2	52	9.9	27.4
5	53.4	9.9	28.5	52.0	9.9	26.6	50.7	10.6	27.4	51.3	10.0	25.8	49.5	9.9	25.5	51.4	10.0	26.8
6	52.1	10.1	27.7	52.1	10.3	27.7	50.5	10.0	27.3	51.3	10.4	27.4	49.0	10.3	26.8	51.0	10.2	27.3
7	52.3	10.5	28.6	51.8	10.5	27.2	50.4	10.0	26.3	50.8	10.7	27.9	47.8	9.3	24.9	50.6	10.2	27
8	53.2	9.1	26.7	54.8	9.3	26.7	52.1	9.7	27.6	52.1	9.4	26.5	50.6	9.3	26.3	52.5	9.4	26.8
9	51.6	9.3	25.4	50.2	10.2	26.3	49.7	10.0	26.1	50.0	10.1	25.5	48.9	9.6	25.1	50.1	9.8	25.7
10	55.2	9.5	28.8	52.7	9.6	27.3	51.5	10.4	27.9	51.4	10.1	26.7	49.5	10.1	26.3	52.0	9.9	27.4
11	53.0	9.7	27.4	53.1	9.5	26.5	50.1	10.1	27.0	52.1	9.7	26.4	51.1	9.7	26.1	51.9	9.7	26.7
12	54.1	10.1	29.9	50.1	9.8	26.6	49.3	9.9	26.3	49.8	9.8	25.4	47.9	9.4	24.9	50.2	9.8	26.6
13	53.7	8.9	25.4	52.1	9.6	26.6	52.3	9.5	26.0	52.0	9.7	25.7	50.2	9.6	25.1	52.0	9.4	25.8
14	55.0	8.8	25.6	54.9	9.1	25.1	52.8	9.5	25.9	53.4	9.8	25.3	52.5	9.3	25.2	53.7	9.3	25.4
15	53.8	9.4	26.2	53.4	9.5	24.8	51.2	9.9	26.1	52.2	9.5	25.6	50.7	9.0	24.3	52.2	9.4	25.4
16	55.6	9.5	28.4	57.8	8.5	26.4	54.3	9.3	26.7	54.7	9.7	26.4	52.4	10.2	28.2	54.9	9.4	27.2
17	52.4	9.8	27.1	52.1	9.6	26.5	50.8	9.9	26.6	51.5	9.8	26.5	47.9	9.8	24.8	50.9	9.8	26.3
18	52.4	10.0	27.7	50.9	10.4	27.5	49.2	10.4	27.4	50.2	10.5	27.0	50.4	9.7	26.4	50.6	10.2	27.2
19	52.0	9.4	26.4	50.9	9.8	26.3	49.9	10.0	26.6	51.0	10.0	26.2	49.4	10.3	26.7	50.6	9.9	26.4
20	53.8	9.9	28.4	49.9	9.8	26.5	51.3	10.2	27.4	49.9	10.1	25.6	49.9	10.4	27.1	51.0	10.1	27
21	50.9	10.2	26.8	51.1	9.9	26.5	49.0	10.3	26.5	49.6	10.1	25.6	49.1	10.6	26.6	49.9	10.2	26.4
22	53.7	10.0	27.2	54.6	9.7	27.0	52.3	9.4	26.1	51.7	10.0	26.6	51.4	10.0	26.5	52.7	9.8	26.7
23	52.9	10.0	26.9	55.4	9.3	27.6	51.8	9.5	25.4	51.3	10.1	25.8	50.8	9.7	25.6	52.4	9.7	26.2
24	53.2	9.9	27.6	52.7	9.4	26.4	49.8	10.3	27.0	52.2	10.2	26.9	49.6	10.5	26.4	51.5	10.1	26.8
Ort.	53.4	9.6	27.5	52.5	9.6	26.5	50.9	9.9	26.6	51.5	9.9	26.2	50.0	9.8	25.9	51.7	9.8	26.5

Çizelge 3. Lokasyonlara göre karotenoid pigment miktarı ile L*, a* ve b* değerleri arasındaki korelasyon değerleri

	Eskişehir	Uşak	Hamidiye	Afyon	Altıntaş
	Karotenoid	Karotenoid	Karotenoid	Karotenoid	Karotenoid
L*	0.3111	0.3421	0.2625	0.2933	0.0942
a*	0.2304	-0.1546	0.0438	0.1374	0.1614
b*	0.5541**	0.0875	0.3313	0.3044	0.3969*

** P < 0.01, * P < 0.05

SONUÇ

Bu çalışmada karotenoid pigment miktarı bakımından öne çıkan hat ve çeşitler ıslah programlarında değerlendirilecektir. Hunterlab b* değerinin makarnalık buğday ıslah programlarında

özellikle materyal miktarının fazla olduğu erken generasyon materyalinde daha zaman alıcı ve kimyasal kullanımı gerektiren ekstraksiyon metoduna göre belirlenen karotenoid pigment miktarının yerine kullanılabilir bir veri olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim (2007) Türkiye Makarna Sektörü 2007 Yılı Sektör Raporu. Makarna Sanayicileri Derneği. Web sitesi. Erişim Tarihi: 15.04.2008
http://www.makarna.org.tr/turkce/konu_detay.aspx?id=27.
- Borelli GM, Troccoli A, Di Fonzo N ve Fares C (1998) Durum wheat lipoxygenase activity and other quality parameters that affect pasta color. *Cereal Chem.*; 76(3): 335-340.
- Braaten MO, Lebsack KL and Sibbitt LP (1962) Integration relation of physical properties of dough and carotenoid pigment content in durum wheat. *Crop Science*; 2 : 227-280.
- Dalçam E (1993) Makarnalık buğdayda aranan kalite kriterleri. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu; 307-309.
- Irvine GN ve Anderson JA (1953) Variation in principal quality factors of durum wheat with a quality prediction test for wheat or semolina. *Cereal Chem.*; 30:334-342.
- Johnston RA, Quick JS ve Donnelly BJ (1980) Note on comparison of pigment extraction and reflectance colorimeter methods for evaluating semolina color. *Cereal Chem.*; 57 (6): 447-448.
- Laignelet B (1983) Lipid in Durum Wheat and Pasta Products. p. 269-286. In P.J. Barnes (ed.) *Lipids in Cereal Technology*. Academic Press, London.
- Matsuo RR (1982) Durum Wheat Production and Processing Chap.9 in *Grains and Oil Seeds- Handling, Marketing, Processing*. 719-748. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Manitoba, Canada.
- Oliver JR, Blakey AB ve Allen HM (1992) Measurement of flour color in color space parameters. *Cereal Chem.*; 69 (5), 546-551.
- Özkaya B ve Özkaya H (1993) Buğday, irmik ve makarna kalitesini değerlendirme yöntemleri. makarnalık buğdayda aranan kalite kriterleri. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu; 296-306.
- Williams PC, El-haramein FJ, Nakkaoul H ve Rihawi S (1986) *Crop Quality Evaluation Methods and Guidelines*. ICARDA, 142, Aleppo, Syria.