

Makarnalık Buğdaylarda Kalite ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler

Tuğba Eserkaya Güleç¹ Özlem Ateş Sönmezoğlu¹ Ahmet Yıldırım²

1- Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 60240 Tokat

2- Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdağ Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 70100 Karaman

Özet: Türkiye yıllık üç milyon ton üretim miktarı ile önemli üretici ülkeler arasında yer almasına rağmen makarnalık buğday ithal etmektedir. Bunun en önemli nedeni, üretilen ürünün kalite değerinin istenilen düzeyde olmamasıdır. Makarnalık buğdayın kalitesini belirleyen temel kriter makarnalık kalitesidir. Bu kriter; tanenin sertlik ve camsılık oranı, test (hektolitreye) ağırlığı, protein miktarı ve kalitesi (gluten kuvveti), öğütme kalitesi, sarı pigment konsantrasyonu ile sarı renk kaybı veya renk kararmasına neden olan lipoksijenaz/lipoksidaz (LOX), polifenol oksidaz (PPO) gibi oksidatif enzimlerin aktiviteleri tarafından etkilenmektedir. Bahsedilen bu özellikler; çeşit özelliği, sertifikalı tohumluk kullanımı, ekolojik faktörler ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak değişmekte ve kaliteyi doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir. Makarnalık kalitesi, son ürüne, üreticiye, öğütme sanayisine, tohum firmalarına, makarna sanayisine ve tüketiciye göre değişmektedir. Talep edilen kaliteli ürünü elde edebilmek ve ihracatta diğer üretici ülkelerle rekabet edebilmek için, kalite ıslahı çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir. Bu anlamda, tarımsal biyoteknoloji ve genetik mühendisliğinden faydalanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Gluten, Kalite, Makarnalık Buğday, Protein

Quality in Durum Wheat and Factors Affected Quality

Astract: Although Turkey is among the major producing countries with annual production capacity of 3 million tons, she imports durum wheat in recent years. The most important reason is that quality of product is not desired level. Pasta quality is the basic criteria for determining the quality of durum wheat. This criteria is influenced by the rate of hardness and vitreousness of grain, test weight, the quality and amount of protein, milling quality, concentration of yellow pigment, activities of oxidative enzymes such as LOX and PPO. Cultivation techniques, use of certified seeds and ecological factors change the features and affected quality directly or indirectly. Pasta quality varies according to the end product, producer, milling industry, seed companies, pasta industry and consumers. To obtain high-quality products and to compete with producers countries in exporting should be regarded quality breeding studies. In this context, should benefit from agricultural biotechnology and genetic engineering.

Keywords: Gluten, Quality, Durum Wheat, Protein

1. Giriş

Buğday, gerek dünyada gerekse Türkiye’de stratejik bir bitki olup, insanların temel enerji ve protein kaynağı durumundadır. Türkiye’de günlük enerji ihtiyacının ortalama %40’ı buğday ürünleri tarafından karşılanmaktadır (Anonymous, 2008). Ülkemizin ekili alanları dikkate alındığında, bu alanların yaklaşık % 50’sini tahıllar, tahılların ekim alanlarının da yaklaşık % 70’ini buğday oluşturmaktadır (Anonymous, 2008).

Makarnalık buğdaylar tetraploid ($2n=4x=28$, AABB) bitkiler olup, kalite özellikleri ve kullanım alanları bakımından hexaploid ($2n=6x=42$, AABBDD) *T. aestivum* ve *T. compactum* buğdaylarından çok farklı ve özel bir konuma sahiptir. Makarnalık buğdayların ana kullanım şekli makarna çeşitleridir ve özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde bu amaca yönelik üretilmektedir. Bunun yanında Türkiye, Orta

Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerini içeren diğer bölgelerde makarna üretimi yanında bulgur, kuskus ve değişik ekmek çeşitlerinin üretiminde de kullanılmaktadır (Liu ve ark., 1996).

Makarnalık buğdayın kalitesini belirleyen temel kriter, makarnalık kalitesidir. Kaliteli makarna üretimi ancak uygun bir durum buğdayı ve işleme teknolojisi ile mümkündür. Makarnalık buğdayın makarnalık kalitesi; tanenin sertlik ve camsılık oranı, test (hektolitreye) ağırlığı, protein miktarı ve kalitesi (gluten kuvveti), öğütme kalitesi (irmik verimi ve kül oranı), sarı pigment konsantrasyonu ile sarı renk kaybı veya renk kararmasına neden olan lipoksijenaz/lipoksidaz (LOX), polifenol oksidaz (PPO) gibi oksidatif enzimlerin aktiviteleri tarafından etkilenmektedir. Bunlardan özellikle tanenin protein miktarı ve kuvveti ile sarı pigment içeriği ve sarı parlak rengi olumsuz yönde etkileyen oksidatif

enzimlerin aktiviteleri oldukça önemlidir. Zira bu parametreler kaliteli bir makarnada istenen sarı parlak renk ve pişme kalitesini (pişirilirken dağılmayan ve yapışmayan, tüketilirken ağızda hissedilebilir sertlikte bir tekstür “al dente”) tayin eden başlıca özelliklerdir (Clarke ve ark., 1998). Söz konusu kalite unsurları çevre faktörleri ve yetiştirme koşullarından etkilenmekle birlikte, büyük oranda çeşidin genotipik karakteri tarafından kontrol edilmektedir (Aalami ve ark., 2007).

2. Makarnalık Buğdayların Genel Özellikleri

Makarnalık buğday Rusya orijinlidir, genel olarak soğuk ve yarı kurak iklimlerde yetiştirilmektedir. En önemli makarnalık buğday yetiştiren ülkeler; A.B.D, Kanada, Rusya, Arjantin, Kuzey Afrika ülkeleri, İtalya, Fransa ve Türkiye'dir. I. ve II. Dünya savaşları sırasında makarnalık buğday ihraç eden en önemli ülkeler Kanada, A.B.D ve Cezayir iken, bugün Avrupa'nın birçok ülkelerinin makarnalık buğday ihtiyacı A.B.D ve Kuzey Afrika ülkeleri tarafından karşılanmaktadır.

Makarnalık buğday, kırmızı ve amber renkli olmak üzere iki şekilde değerlendirilmektedir. Kırmızı renkli olanlar, daha çok hayvan yemi olarak kullanılır ve makarna sanayi için bir öneme sahip değildir. Bu çeşit buğdaylar daha çok Arjantin'de yetiştirilmektedir. Amber renginde olanlar ise, makarna sanayinde kullanılmaktadır. En sert buğday amber renkli olanlardır. Protein miktarı çevreye bağlı olarak değişse de genellikle yüksektir.

Makarna yapımında yüksek protein istenmektedir. Ancak makarnalık buğdayların proteini ekmeklik buğdaylar kadar uygun değildir. Makarnalık buğdaylarda endospermdeki protein taneleri ve nişasta taneleri şeffaftır. Bu nedenle tane camsı yapıda gözüktür. Tanenin şeker oranı diğer tür buğdaylara göre daha yüksektir. Fakat diastatik aktivitesi ve gaz meydana getirme gücü düşüktür. Fazla miktarda karetonoid pigmenti içermektedir. Özellikle xantofil ve traxhantin miktarı daha yüksektir. Makarnalık buğdaylar diğer buğdaylara kıyasla yaklaşık iki kat daha büyük danelidir. Bin dane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı daha fazladır ve endospermdeki kül miktarı daha yüksektir (Finney ve ark., 1987; Morris, 2004; Sissons, 2004).

2.1. Makarnalık Buğday Danesinin Kimyasal Bileşimi

Su (nem): Danedeki su, tohumun ticari değerinin tayin edilmesinde, depolamada, çimlenme zararının engellenmesinde ve danenin teknolojik işlemlerinde (tavlama, öğütme vb.) oldukça önemlidir. Buğdayda kritik nem seviyesi %10-14 arasındadır (Sayaslan, 2007).

Karbonhidrat: Danedeki karbonhidrat, nişasta ve diğer karbonhidratlar olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Danede toplam karbonhidrat oranı % 70 civarındadır. Toplam karbonhidrat içerisinde nişastanın oranı % 90'dan daha fazladır. Danede nişasta dışında selüloz, hemiselüloz ve dekstrinler vardır. Selüloz sadece kabukta bulunurken, endospermde yoktur ve danede oransal olarak %2-3 civarındadır. Hemiselüloz ise (β -glukan ve pentozanlar) danede %3-5 oranında bulunmaktadır. Suda çözünen ve çözünmeyen olarak iki grup hemiselüloz vardır. Suda çözünen hemiselüloz, beslenme açısından daha faydalıdır. Hemiselülozun teknolojik açıdan önemi ve fonksiyonu, ürüne göre değişmektedir. Dekstrinler ise nişasta ve maltos arasında bir yapıya sahiptir. Bitkilerde doğal olarak bulunmamakta, çevre şartları ile nişastanın hidrolizi sonucu oluşmaktadır (Sayaslan, 2007).

Proteinler: Proteinler, çözünürlüklerine göre albuminler, globulinler, prolaminler ve glutenler olarak sınıflandırılmaktadır. Albuminler, suda çözünür ve biyolojik olarak aktif proteinlerdir, besleyicidirler. Globulinler, tuzlu suda çözünür ve bağışıklık sistemi ile ilgilidir. Prolaminler ve gluteninler ise depo proteinleridir, danede oransal olarak daha fazladır. Kalitede asıl belirleyici olan bu proteinler, sadece endospermde bulunurlar. Glutenler (gliadin ve glutenin) makarnalık buğdayda viskoelastikliği sağlamaktadır. Danede % 80-85 oranında prolamin ve gluten proteinleri vardır (Sayaslan, 2007).

3. Makarnalık Buğdayda Kalite

Kalite, kısaca sanayi ve tüketicinin talep ettiği özelliklerin bütünüdür. Ancak durum buğdayında kaliteyi belirlemek kolay değildir. Çünkü makarnalık buğdayda kalite; son ürüne, üreticiye, öğütme sanayisine, tohum firmalarına, tohum satıcılarına, makarna

sanayisine ve tüketiciye göre değişmektedir (Dziki ve Laskowski, 2005).

3.1. Makarnalık Buğdayda Kalite Kriterleri

Buğdayın kalitesi ile doğrudan ilişkili olan öğütme verimi ve makarnacılık kalitesi olmak üzere iki önemli kalite kriteri mevcuttur. Öğütme verimi, birim buğdaydan alınan belli özellikteki birim un veya irmik öğütme kapasitesidir. Makarna endüstrisinde irmiğe öğütülecek buğdayda aşağıdaki özellikler aranmaktadır:

3.1.1. Çeşit ve Derece

Türler içinde bir çok çeşit bulunmaktadır. Bu çeşitlerin makarnalık kaliteleri birbirlerinden oldukça farklıdır. Buğdaylar değişik faktörlere göre derecelere ayrılır. Bunlar; hektolitreye ağırlığı, camsı dane oranı, rutubet miktarı, bozuk dane miktarı ve diğer buğdayların yüzdesi gibi faktörlerdir (Bushuk, 1998).

3.1.2. Hektolitreye Ağırlığı

Test ağırlığı, buğday yoğunluğunun bir ölçüsüdür. Genellikle belli hacimdeki buğdayın ağırlığı olarak verilmektedir. Test ağırlığı ile irmik verimi arasında bir korelasyon olduğu için hektolitreye ağırlığının yüksek olması istenir. Makarnalık buğdayların test ağırlığı diğer buğdaylara göre %9-10 kat daha fazladır (Bushuk, 1998).

3.1.3. Bin Dane Ağırlığı

Bin dane ağırlığı, bin tane buğday danesinin ağırlığı anlamına gelmektedir. Makarnalık buğdayların bin dane ağırlığı diğerlerine göre daha yüksektir ve genellikle 30-35 gr. gelmektedir. Dane büyüdükçe kabuk oranı azaldığından irmik verimi yükselmektedir. Ancak bu ilişki danenin camsılığı, dane büyüklüğünün homojenliği, danenin şekli ve dane içerisindeki yabancı madde miktarı ile ilişkilidir (Hoseney, 1994).

3.1.4. Camsı Dane Oranı

Danenin sertliği ve camsılığı arasında pozitif bir ilişki vardır. Dane ne kadar sertse, endospermi o kadar camsı yapı göstermektedir. Dane ne kadar camsı yapı gösterirse, irmik verimi o kadar artmaktadır. Danenin camsılığı ile protein ve gluten miktarı arasında çoğunlukla olumlu bir ilişki bulunmaktadır.

Camsı dane oranının genellikle en az %20 olması istenmektedir (Morris, 2004; Dziki ve Laskowski, 2005).

3.1.5. Buğday İçindeki *Tr. aestivum* Oranı

Ekmeklik buğday türü makarnalık buğdaya ne kadar karışırsa kaliteyi o kadar düşürmektedir. Değirmenlerde ayrılması da imkansızdır. Maksimum miktarı %10 ile sınırlıdır (Sayaslan, 2007).

3.1.6. Kül Miktarı

Kül miktarı, çeşit farklılığından çok çevre farklılığı ile ilgilidir. Nemli koşullarda yetişen buğdayın külleri daha fazla olmaktadır. İrmikteki kül miktarının artması irmik rengini olumsuz etkilemektedir. belirtilse de aksi de savunulmaktadır (Sayaslan, 2007).

3.1.7. Protein ve Yaş Gluten Miktarı

Protein ve yaş gluten miktarının yüksek olması istenmektedir. Çünkü bu iki özellik makarnanın pişme kalitesini doğrudan etkilemektedir. Doğrudan doğruya protein miktarından çok pişme kalitesini etkileyen faktör protein kalitesidir. Ayrıca çoğu kez küçük daneli ve hektolitreye ağırlığı düşük buğdayların proteini daha yüksek çıktığı için protein miktarının çok yüksek olması da tercih edilmemektedir. Makarnalık buğday danelerinin protein içeriğinin %13'ten yüksek olması istenmektedir (Troccoli ve ark., 2000; D'Ovidio ve Masci, 2004).

3.1.8. Pigment Miktarı

Makarnalık buğdaylarda pigment maddesi miktarı ne kadar fazla olursa o kadar kaliteli olarak kabul edilmektedir. Aslında makarnalık buğdayların sarı renk maddesi diğer buğdaylardan fazladır. Ancak öğütme sırasında buğdaydaki tüm pigment maddesi irmiğe geçmemektedir. Makarnalık buğdaylarda endospermdeki sarı renk maddesi kabuktakine kıyasla daha fazla beyazlaşma eğilimindedir. İrmikteki pigment miktarı 4-8 ppm arasında değişmektedir. Bu miktar, ekstrakte edilmiş sarı renk maddesi miktarıdır. İrmik veya durum buğdayındaki sarı renk maddesi beta karoten cinsinden ifade edilmektedir. Beta karoten toplam renk maddeleri içinde %2 kadardır (Aalami ve ark., 2007).

3.1.9. Lipoksidaz Aktivitesi

Buğdayda lipoksidaz aktivitesi ne kadar düşük olursa; buğdayın makarnaya elverişliliği o kadar iyi olmaktadır. Lipoksidaz enzimi danede kabuk ve kabuğa yakın kısımda bulunmaktadır. Öğütme sırasında büyük bir kısım kepekle ayrılmaktadır. Buğdaydaki lipoksidaz aktivitesi irmiğe göre 5-6 kat daha fazladır. Lipoksidaz aktivitesi, bazı teknolojik işlemlerle azaltılabilmektedir. Örneğin, buğdayın 45-55 °C sıcakta ve buharda kısa süre tavllanmasıyla enzim aktivitesi sıfıra düşürülürken; buğdayın diğer özelliklerine zarar verilmemektedir (Borrelli ve ark., 2003).

3.1.10. Gluten Kalitesi

Makarnalık buğdaylardan elde edilen gluten, glutenin ve gliadin proteinlerinden oluşmaktadır. Gliadin hamurun *viskoz* (akıcı) özelliğinde etkilidir. Hamura akıcı ve sünebilir özellik katar ve hamurun kohezyonunu sağlamaktadır. Glutenin ise hamurun *elastik* özelliğinde etkilidir. Hamurda sünmeye karşı direnç sağlar ve gaz tutma özelliği vardır. Makarnalık buğdaylar için protein miktarı dışında bu proteinlerin istenilen özellikte olması da bir kalite kriteridir (Edwards ve ark., 2007).

3.1.11. Öğütme Verimi

Birim buğdaydan alınan irmik veya un miktarı; danenin şekli, iriliği, bin dane ağırlığı ve hektolitre ağırlığına bağlıdır. Şekli yuvarlak ve büyük daneli buğdayların öğütme verimi yüksek, irmik verimi fazladır. Ancak irmiğin öğütme verimi daha çok buğdayların standardize edilmiş laboratuvar değirmenlerinde belli koşullarda öğütülerek saptanmaktadır. Birim buğdaydan alınan irmik verimi ne kadar fazla olursa öğütme verimi o kadar iyi kabul edilmektedir (Fraignier ve ark., 2000).

3.1.12. Sertlik

Dane sertliği, daha çok genetik yapı ile ilgilidir. Bisküvi, kek, kraker yapımında yumuşak buğdaylar kullanılırken ekmek ve makarna yapımında sert buğdaylar tercih edilmektedir. Sertlik, protein ve nişasta ile ilgilidir. Proteinlerin yüzeyi hidrofobiktir ve protein ağları sert buğdaylarda nişastanın çevresini sarmaktadır. Yumuşak buğdaylarda ise bu durum tam olarak söz konusu değildir (Troccoli ve ark., 2000; Turnbull ve Rahman, 2002).

4. Kalite Kriterlerini Etkileyen Faktörler

Kalite kriterleri çeşit, sertifikalı tohumluk kullanımı, iklim ve yetiştirme tekniği ile doğrudan ilgilidir. Kaliteyi etkileyen önemli faktörler şöyledir:

Çeşit: Makarnalık buğdaylarda kalite için doğru çeşit seçimi çok önemlidir. Camsılık, protein miktarı, protein kalitesi, renk maddesi, pişme özelliği gibi hususlar doğrudan çeşidin genetik özelliği ile bağlantılı bulunmaktadır. Bunu karşılayan çeşitlerin seçilmesi gerekmektedir. Çeşidin, sanayicinin istediği kalite kriterlerini genetik olarak karşılaması yeterli değildir. O çeşidin üretici açısından da tarımsal özelliklerinin iyi olması gerekmektedir. Yüksek verimli, hastalıklara dayanıklı, yatmayan, gübreye reaksiyonu iyi ve soğuklara dayanıklı olması da çok önemlidir (Aalami ve ark., 2007).

Sertifikalı tohumluk: Çeşidin doğru olarak seçimi tek başına yeterli değildir. Makarnalık buğdaylarda safiyeti ve kaliteyi sağlamak için sertifikalı tohumluk kullanmak şarttır. İçerisine arpa ve yumuşak buğday karışmış, tohumluk vasfında olmayan ürünün tohumluk olarak kullanılması kaliteyi olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelmektedir (Aalami ve ark., 2007).

Ekolojik Faktörler: Kaliteli makarnalık buğday üretmek için ekolojik yönden uygunluk oldukça önemlidir. Makarnalık buğdayda kalite iklim özelliklerinden etkilenmektedir. Başaklanma ve çiçeklenme dönemlerinde yağışlar 'dönmeyi' artırmaktadır. Dane dolum süresinin uzamasıyla sağlanan yüksek verim, genellikle dönme yol açmaktadır. Döllenmeyi izleyen dönemde düşük nem ve yüksek sıcaklık danenin kalitesini artırmaktadır (Aalami ve ark., 2007).

Yetiştirme Tekniği: Makarnalık buğdaylar yetiştirme tekniğinden etkilenmektedir. Yetiştirme şartları yönüyle ekme ekimlik buğdaylardan daha fazla bakım ve itina isterler. Gübreleme, kaliteyi en çok etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Yetersiz gübreleme ve özellikle azot eksikliği, dane kalitesini düşürür ve dönme arttırır. Makarnalık buğdaylar mikroelement eksikliklerine, ekme ekimlik buğdaylardan daha hassastır. Hem su ve hem azot miktarı az olduğunda, hem un-irmik verimi hem de protein miktarı düşük olmaktadır. Tersine olduğunda ise irmik verimi yüksek, protein miktarı düşük

olmaktadır. Yağmur miktarı ve dönemi de önemlidir. Bitki büyümesinin ilk devresinde yağış fazla, daha sonraki dönemlerde az olduğunda, danenin protein miktarı azalmaktadır (Aalami ve ark., 2007).

Küf Tahribatı : Küf tahribatı baştaayken de olabilmektedir. Fakat daha çok depolama sırasında küf tahribatı, küflenmenin derecesine bağlıdır. Özellikle yağışlı havalarda hasat edilmiş buğdayın depoda küflenme olasılığı daha fazladır. Bu durum da kaliteyi olumsuz etkilemektedir (Aalami ve ark., 2007).

Çimlenme Tahribatının Etkisi: Çimlenme tahribatının etkisi, çimlenme derecesine göre değişmektedir. Çimlenme hasattan önce fakat daha çok depoda olabilmektedir. Danenin diastatik aktivitesiyle, hem teknolojik aktivitesi hem irmik verimi arasında ters bir ilişki söz konusudur. Eğer çimlenme ilerlemiş ve danenin diastatik aktivitesi artmışsa, danelerin irmiklerinin su absorpsiyonu artar. Makarnacılıkta bunun yüksek olması istenmez. Hamurun preslenmesi sırasında pres başlığında yapışma olur ve dolayısıyla kayıp artar (Aalami ve ark., 2007).

5. Farklı Kesimlere Göre Kalite

5.1. Üretici İçin Kalite

Akdeniz ülkelerinde geleneksel olarak durum buğdayı yetiştirilmektedir ve çiftçiler, ihracatta rekabeti sağlayan ürün temizliği, protein oranı gibi parametrelerle ve pazar stratejileri ile Avustralya, Kanada gibi ihracatçı ülkelerin baskıları altındadırlar. Ülkeler, ithal edilen buğdaylar arasındaki rekabeti kalite ile değiştirmektedir.

Yetiştirici ülkelerde makarnalık buğdayın verimi çoğunlukla çeşitlerin çevre şartlarına adaptasyonuna bağlıdır. Bu amaçla, makarnalık buğday çeşitlerindeki ıslah amacını verim stabilitesi oluşturmaktadır. Çeşitlerde ıslah amacı, abiyotik ve biyotik stres koşullarına dayanıklılık ve elverişsiz çevre şartları altında yüksek verim elde etmek içindir. Abiyotik çevre faktörleri verim azalmasının asıl kaynağı olarak düşünülebilir. Kuraklık, yüksek sıcaklık ve hastalık-zararlı stresi makarnalık buğday verimini ve sonuçta ürün kalitesini etkileyen önemli faktörlerdir.

Yüksek kalitede makarna, kaliteli ürünle başlamaktadır. Üründe protein sentez oranı, yüksek sıcaklıklarda nişasta sentezi oranından daha fazla teşvik edilmektedir. Yağış ve toprak

nemi etkileri altındaki mekanizmalar daha komplekstir. Yüksek nem, üründeki azot konsantrasyonunu azaltmasına rağmen toplam nitrojen verimini artırır. Nem, kök büyümesini teşvik eder ve böylece nitrojen verimini artırır. Bununla birlikte kurak şartlarda, düşük nişasta birikimi sonucu dane buruşur. Danedeki nitrojen konsantrasyonundaki artışın normal olarak camsı danelerin oranı, sedimentasyon seviyesi, gluten konsantrasyonu ve hamur kuvvetindeki artış ile sonuçlanması beklenir. Nebraska'da tarla şartlarında yetiştirilen buğday varyeteleri ile yapılan iki yıllık çalışmada, dane dolumu boyunca SDS (sodyumdodecyl sulfat) sedimentasyon seviyesinin 32 °C ve %40 üstündeki nemle negatif ilişkili olduğu görülmüştür. Yüksek sıcaklık ve düşük nem koşullarında danede nitrojen konsantrasyonu artarken gluten kalitesi ve hamur kuvveti azalmaktadır. Bunun nedeni, bu durumda buruşuk tane oluşmasıdır ve iyi dolumlu daneye göre buruşuk dane daha yüksek oranda kabuk içermektedir. Çiftçi için kalite kriteri, her yıl yüksek ve stabil üretim garantisi olan varyetelerin varlığıdır (Troccoli ve ark., 2000).

5.2. Tohum Satıcıları İçin Kalite

Çoğu zaman tahmin edilemeyen iklim şartları, tohum satıcıları için kalite özelliklerini devam ettirmede zorluk oluşturmaktadır. Tohum satıcıları için kalitede başlıca parametreler; danenin nem içeriği, grubun homojenliği ve temizliğidir.

Uzun süre depolama için danenin temizliği şarttır. Küçük, buruşuk daneler çıkarıldığında bin dane ağırlığı ve test ağırlığı artar. Bu durum saf ve temiz danenin fiyatı ve satışının kolaylığını etkileyen parametrelerdir (Troccoli ve ark., 2000).

5.3. Tohum Firmaları İçin Kalite

Çeşit saflığı, yabancı dane kontaminasyonu ve yabancı ot varlığı tohum firmaları için önemlidir. Saflık derecesi, başlıca kalite kriteridir. Tohum firmaları için bu karakterin kontrolü oldukça zordur. Tohum sertifikasyonu için firmalar, saflığı tespit edebilmek amacıyla günümüzde mevcut teknik olan elektroforetik jeller üzerinde gliadin ayırımını kullanmaktadır (Cook, 1987; Troccoli ve ark., 2000).

5.4. Öğütme (Değirmencilik) Sanayisi İçin Kalite

Değirmenci için kalite, yüksek irmik verimidir. Değirmenciler irmiğin verimini maksimize etmeye ve irmik altı un verimini minimize etmeye çalışmaktadırlar. Öğütme özelliklerini ve irmiğin potansiyel pazar fiyatını etkileyen faktörlerin bilinmesi, farklı ülkelerdeki kalite kontrol sistemlerini geliştirmede vazgeçilmezdir.

Değirmenciler için öğütme konusundaki diğer bir kriterse test (hektolitre) ağırlığıdır. Bu kriter çeşidin şekli ve tohum büyüklüğü, çevre, yağış zararı ve diğer olaylardan etkilenmektedir. Test ağırlığı büyük ölçüde kalıtsal olduğu için, test ağırlığı ile bağlantılı olan ve ıslah programlarında erken generasyonda kullanılabilen faktörleri bulmak için birkaç çalışma yapılmıştır. Araştırmacıların test ağırlığı ile ilgilenmesinin nedeni, irmik verimi ile doğrudan ilişkili olmasıdır. Yüksek test ağırlığı ve yüksek un verimi arasında pozitif bir korelasyon vardır. Test ağırlığı ve dane ağırlığı, danenin farklı özelliklerini ifade etmektedir.

Danenin nem içeriği değirmenciler için önemli olan diğer bir kalite kriteridir. Protein ve nişasta gibi diğer komponentlerinin % oranı, nem içeriği ile doğrudan ilişkilidir. Değirmenciler yüksek nem içeriğine sahip daneleri aldıklarında, su için de ayrıca fiyat ödeyecekleri için ekonomik olmamaktadır. Danedeki %13.5'ten daha fazla nem depolama boyunca kızışmaya neden olmaktadır ve danenin çimlenmesi ile fungal hastalık ve yıkımlar olabilmektedir. Bunların yanı sıra, dane nem içeriği test ağırlığını da etkilemektedir.

Danenin camsılığı da öğütme için önemli bir kalite kriteridir. İrmik granüllüğü ve protein içeriği ile ilişkili olmasının yanı sıra, camsı olmayan daneler irmik verimini düşürmektedir. Endospermin camsı kısımları unu kısımlarına kıyasla daha fazla protein içermektedir. Bu nedenlerle öğütme için camsı daneler tercih edilmektedir (Matsuo ve Dexter, 1980).

5.5. Makarna Sanayii İçin Kalite

Makarnalık buğday işleme sanayii nem içeriğinde, test ağırlığında ve protein içeriğinde homojenlik istemektedir. İşleme endüstrisinin başlıca ürünü olan makarna işleme için irmik seçimi; son ürünün kül içeriği, irmik rengi ve

pişme performansı gibi kalite özellikleri ve hamur oluşumunu etkileyen faktörlere bağlıdır.

Hamur oluşumu, partikül çapı ve partikül büyüklük dağılımından etkilenmektedir. μm ile ifade edilen partikül büyüklüğü mekanik çalkalayıcılar ile belirlenmektedir. İrmığın uniform un başarısı ve hamur oluşumu, irmiğin çok iyi ve uniform olmasına bağlıdır. İrmikte istenen granülasyon oranı ülkeden ülkeye değişmektedir. İtalya'da 180 μm eleklerde %10'dan fazla değilken, Kanada'da ise granülasyon oranında birkaç sınıf bulunmaktadır (Troccoli ve ark., 2000).

İrmik kalitesinde kül içeriği önemli bir kriterdir. Endosperm partiküllerinin bulunması ve uzun ekstraksiyon süresi ile donuk renk irmik elde edilir ve bunun sonucunda makarna kahverengi olur. Buğday ve irmikteki peroksidad aktiviteyi, üretilen ürünlerde istenmeyen kahverenk oluşturan en önemli faktörler arasındadır. Böylece makarnalık buğday irmiğinde makarna işleme boyunca sarı rengin kaybı enzimler tarafından etkilenmektedir. Parlak sarı renk, kaliteli makarna ürünü için önemli bir kriterdir. Bu renk, danede bulunan doğal karotenoid pigmentlerinin irmik ya da danenin depolanması sonrası lipo-oxygenase (LOX) tarafından oksidasyonu ve işleme şartları sonucu oluşmaktadır. Karotenoid pigmentleri karotenler, sature edilmiş hidrokarbonlar ve ksantofiller içinde sınıflandırılır. Bu bileşikler antioksidanttır. Karotenoidler embriyo, kepek ve az miktarda endosperm ile danenin dış tabakalarında bulunur. İrmikteki karotenoid pigmentleri yüksek değildir. Ancak aynı zamanda makarnanın rengini garanti eder. Makarnalık buğdayda LOX seviyesi çevre şartlarına ve çeşide bağlıdır. Bu karakterin genotipik kontrolü, ıslah programlarında irmikteki düşük LOX seviyesine sahip hatların seleksiyonuna izin vermektedir (Payne ve ark, 1982).

Makarna yapımı ile ilgili diğer bir husus pişirme kalitesidir. Bu özellik, pişme sonrası sertliği sağlayan viskoelastik davranış ve pişirilen makarnanın yüzey özellikleri tarafından belirlenir. Bu nedenle iyi kalitede pişirilen makarna, yüzey parçalanması ve yapışmaya dayanıklı ve sağlam yapıyı kaybetmeyen ya da *al dente* uyumu olmalıdır. Makarna kalitesini; elastikliği, su absorpsiyonu, pişme suyuna geçen tuz oranı, şişme derecesi

ve irmik proteinlerinin miktarı gibi özellikler de etkilemektedir. İşleme sırasında protein içeriği ile ilgili olarak özellikle gluten varlığı makarna kalitesini olumlu yönde etkileyen faktördür. Gluten, yapı ve özellikleri farklı olan alkolde çözünen gliadin ve alkolde çözünmeyen glutenin olarak iki protein grubunda incelenmektedir. Gluteninler gluten viskoelastikliğini sağlarken, gliadinler gluten yığını plastikleştirmede etkilidir.

Protein kalitesi genotip ve çevresel faktörlerinin kombinasyonunun bir sonucudur ve SDS sedimentasyonu olarak kabul edilen gluten kalitesi genotiple ilişkilidir. Her iki karakterde de genotipxçevre interaksyonu önemlidir. Son çalışmalar bu interaksyonun protein içeriği ve son ürünün tekstürünü belirlemede oldukça önemli olduğunu göstermiştir (Gupta ve ark, 1994).

5.6. Tüketici İçin Kalite

Tüketici için kalite; aroma, tat ve rengin yanı sıra pişme kalitesi ile ilgilidir. Pişme kalitesi tüketicinin bireysel istekleri ve damak tadına göre değişmesine rağmen genel olarak yapışmayan ve piştikten sonra iyi tekstürünü koruyan makarna, tüketici için kaliteli ürün anlamına gelmektedir (D'Egidio ve ark., 1993).

Pişme performansı, öğütme boyunca irmik ekstraksiyon oranının yanı sıra belli yapım şartlarından etkilenmesine rağmen kullanılan makarnalık buğdayın irmik özelliklerine bağlıdır. Makarna kalitesinin değerlendirilmesi reolojik testler ile tahmin edilebilmektedir. Ancak pişme kalitesi için standart laboratuvar metotları bulunmamaktadır. Son ürünün değerlendirmesini içeren deneysel makarna yapımı, en gerçek değerlendirme sağlar. Bununla birlikte pişirme kalitesi objektif deneylerle belirlenebilmektedir. Duyusal değerlendirme; yapışkanlık, sertlik, suya geçen kuru madde ve büyük hacimlilik gibi komponentlerle açıklanmaktadır. Makarna kalitesi için son ürün değerlendirme metodunda bu faktörler de göz önüne alınmaktadır (Troccoli ve ark., 2000).

Kaynaklar

- Aalami, M., Leelavathi, K., and Rao, U.J.S.P., 2007. Spaghetti making potential of Indian durum wheat varieties in relation to their protein, yellow pigment and enzyme contents. *Food Chemistry*, 100, 1243-1248.
- Anonim, 2007. <http://www.tmsd.org>.

6. Sonuç

Ülkemiz makarnalık buğday yetiştirmeye en uygun ekolojilerden birine sahip olmasına rağmen, makarnalık buğday ithalatı yapıldığı düşünüldüğünde, üretilen makarnalık buğdaylarının makarnalık kalitelerinin düşük ya da yetersiz olduğu gerçeğiyle karşılaşmaktadır. Ürettiği makarnalık buğday miktarı Türkiye'den yaklaşık %25 daha fazla olan Kanada, dünya makarnalık buğday piyasasının yaklaşık %70'ini kontrol etmektedir (Anonim, 2007). Bu başarı temelde makarnalık buğdayların makarnalık kalitelerini tayin eden fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerini iyileştirme yönünde son 20 yılda yapılan araştırma ve ıslah çalışmalarının sonucudur.

Kalite kantitatif bir özellik olduğu için birçok faktör etkilidir, bu nedenle kalite ıslahı kompleks bir çalışmadır. Ancak markörler yardımıyla bu zorluk büyük ölçüde azalacaktır. Diğer ülkelerle makarnalık buğday ihracatında rekabet edebilmek için üretilen makarnalık buğdayın kalitesinin ıslah programları ile artırılması gerekmektedir. Genetik transformasyon sisteminin son gelişmeleri kalite ıslahı için yeni hedefler sunmaktadır. Tohum proteinlerinin fonksiyonel yapısı, kompozisyonu ve tekstürü bu yeni teknik ve sistemlerle kalite tanımı için daha uygun hale getirilebilir.

Üretici, işleme sanayisi ve tüketici için makarnalık buğdayın uygun hale gelmesinde potansiyel hedefler stabilite, renk, sertlik ve pişirme özelliği ile ilgilidir. Genetik modifikasyon ile makarnalık buğdayının viskoelastik özelliğinin artırılması mümkündür. Yine gliadin gibi özel spesifik proteinlerin oranı, antisens mRNA sentezi ya da gen kopyalama introduksiyonu ile değiştirilebilir. Uluslararası düzeyde rekabet için makarnalık buğdayının kalitesinin artırılması çalışmalarına gidilmeli ve bu anlamda tarımsal biyoteknoloji ve genetik mühendisliğinden büyük ölçüde faydalanılmalıdır.

Anonymous, 2008. <http://www.fao.org>.

Borrelli, G.M., DeLeonardis, A.M., Fares, C., Platani, C., and DiFonzo, N., 2003. Effects of modified processing conditions on oxidative properties of semolina dough and pasta. *Cereal Chemistry*, 80, 225-231.

Makarnalık Buğdaylarda Kalite ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler

- Bushuk, W., 1998. Wheat breeding for end-product use. *Euphytica*, 100, 137-145.
- Cook, R.J., 1993. The classification of wheat cultivars using a standart reference electroforesis method. *Journal of the National Institute of Agricultural Botany*, 17, 273-281.
- D'Egidio, M.G., Mariana, B.M. and Novaro, P., 1993. Viscoelastograph measures and total organic matter test: suitability in evaluating textural characteristics of cooked pasta. *Cereal Chemistry*, 70, 67-72.
- D'Ovidio, R., and Macsi, S., 2004. The low-molecular-weight glutenin subunits of wheat gluten. *Journal of Cereal Science*, 39, 321-339.
- Dziki, D., and Laskowski, J., 2005. Wheat kernel physical properties and milling process. *Acta Agrophysica*, 6, 59-71.
- Edwards, N.M., Gianibelli, M.C., McCaig, T.N., Clarke, J.M., Ames, N.P., Larroque, O.R., and Dexter, J.E., 2007. Relationships between dough strength, polymeric protein quantity and composition for diverse durum wheat genotypes. *Journal of Cereal Science*, 45, 140-149.
- Fares, C., Novembre, G., Di Fonzo, N, Galterio, G. and Pogna, N.E., 1997. Relationship between storage protein composition and quality in breeding lines of durum wheat. *Agriculture Mediterranea*, 127, 137-144.
- Finney, K.F., Yamazaki, W.T., Youngs, V.L. and Rubenthaler, G.L., 1987. Quality of hard, soft and durum wheats. *Wheat and Wheat Improvement*, 10, 727-741.
- Fraignier, M.P., Michaux-Ferriere, N., and Kobrehel, K., 2000. Distribution of peroxidases in durum wheat (*Triticum durum*). *Cereal Chemistry*, 77, 11-17.
- Gupta, R.B., Paul, J.G., Cornish, G.B., Palmer, G.A., Bekes, F. and Rathjen, A.J., 1994. Allelic variation at glutenin subunits and gliadin loci, Glu-1, Glu-3 and Gli-1, of common wheats. Its additive and interaction effects on dough properties. *Journal of Cereal Science*, 19, 9-17.
- Hoseney, R.C., 1994. *Principles of Cereal Science and Technology* (2nd ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Liu, C.Y., Shepherd, K.W., and Rathjen, A.J., 1996. Improvement of durum wheat pastamaking and breadmaking qualities. *Cereal Chemistry*, 73, 155-166.
- Matsuo, R.R. and Dexter, J.E., 1980. Relationship between some durum wheat characteristics and semolina milling properties. *Canadian Journal of Plant Science*, 60, 49-53.
- Morris, S.R., 2004. Grain: Quality attributes. *Encyclopedia of Grain Science*, Eds: Wrigley, C. et al., Elsevier Ltd., Amsterdam, 238-254.
- Payne, P.I., Holt, L.M., Lawrence, G.J. and Law, C.N., 1982. The genetic of gliadin and glutenin, the major storage proteins of the wheat endosperm. *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition*, 31, 229-241.
- Sayaslan, A., 2007. Tahılların kimyasal bileşimi ve kalite, Ders notları.
- Sissons, M., 2004. Pasta. *Encyclopedia of Grain Science*, Elsevier Ltd., Amsterdam, 410-418.
- Troccoli, A., Borrelli, G.M., De Vita, P., Fares, C. and Di Fonzo, N, 2000. Durum wheat quality: A multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science*, 32, 99-113.
- Turnbull K.M., and Rahman S., 2002. Endosperm texture in wheat. *Journal of Cereal Science*, 36, 327-337.