

Alfa Amilaz Aktivitesinin Makarna Kalitesine Etkisi

Zir. Yük. Müh. Turhan TUNCER, Doç. Dr. Recai ERCAN, Zir. Yük. Müh. Bülent AKTAN
A. Ü. Ziraat Fak. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü — ANKARA

GİRİŞ

Birkaç istisna dışında gıdalarımız, enzimler tarafından sentezlenen ve özellikleri korunan bitkisel, hayvansal, mikrobiyal veya canlı dokuların salgılarından meydana gelen canlı hücrelerdir. Hemen hemen bütün gıdaların bileşenleri enzim substratlarıdır. Eksogenus enzimlerin ilavesi gıda kalitesinin gelişmesine veya gıda maddelerinin birinden diğerine dönüşmesine yardımcı olmaktadır.

Amilazlar, teknolojik olarak buğdayda en önemli endogenus enzimlerdir. Çimlenmemiş buğday bol miktarda beta amilaz ihtiva eder. Buna karşılık değirmencilik bakımından beta amilazdan çok daha önemli olan alfa amilazlar ise çimlenmemiş tanede çok düşük oranlarda bulunmaktadır.

Alfa amilazlar başlıca pericarpa, bir kısmı endospermde, tohum kabuğunda ve alöron tabakalarında bulunur. Embriyoda ise hiç bulunmaz (FOX ve MULVIHILL, 1983).

Enzimlerin makarnalık buğdaylarda, makarnanın karakteristik rengi ve pişme kalitesi üzerinde teknolojik olarak çok önemli olduğu bilinmektedir.

Genelde alfa amilazlar olgunlaşmış buğdaylarda bulunmayıp, çimlenme ile meydana gelirler. Bu nedenle, makarnalık buğday alfa amilazları üzerindeki araştırmalar, makarna kalitesi üzerine çimlenmiş buğdayın etkilerinin araştırılması şeklinde yoğunluk kazanmıştır.

Hasat öncesi çimlenmenin makarnalık buğdayın kalitesine etkili olduğu bilinmektedir. Fakat zararın nedenleri ve yoğunluğu tartışılmaktadır. Çimlenmede meydana gelen alfa amilaz ve proteaz miktarındaki artışların makarna özelliklerinde değişimlere neden olduğu bildirilmektedir (FEILLET, 1988; MATSUO, 1987 ve DEXTER ve Ark., 1990).

Buğday tanesinin çimlenmesi, enzim aktivitesinin artışına, toplam kurumadde kaybına, toplam protein miktarında artışa, amino asit kompozisyonlarında değişmeye, nişasta mikta-

rında azalmaya, bazı vitamin ve minerallerin miktarında yükselmeye neden olduğu aktarılmaktadır (LEMAR ve SWANSON, 1976).

Buna karşın bazı araştırmacılar çimlenmenin makarna kalitesine etkili olmadığını ve ekme-lik buğdaylarda daha ciddi sorunlar yarattığını bildirmişlerdir (DICK ve Ark., 1974 ve DONNELLY, 1980).

KRUGER ve MATSUO (1982) ile MATSUO ve Ark., (1982) ise makarnalık buğdaylarda alfa amilazın önemli oranda zararlı etkiye neden olduğunu ifade etmişlerdir. Bu araştırmacılara göre alfa amilaz seviyesi çimlenmeden sonraki 72. saatten itibaren önemli oranda artmaktadır. Fakat irmik ve makarna üretimi sırasında aktivitesi düşmekte ve pişme ile hızla azalmaktadır. Alfa amilaz aktivitesi makarnada şekerin özellikle maltoz miktarının artışı teşvik ederek pişme kaybını da artırmaktadır.

Yüksek amilolitik aktivite pişme suyunda rezidü ve indirgen şeker miktarını hem irmik hemde makarnada artırmakta, pişmiş makarnanın yapışkan olmasına yol açmaktadır (DEXTER ve Ark., 1990).

2. AMİLAZLARIN ÖZELLİKLERİ VE ETKİLERİ

Tane hasat zamanı bitki üzerinde çimlenmeye başladığı zaman buna tarla filizlenmesi adı verilir ve bu da çimlenme bozulmalarına yol açar. Çimlenmede sadece bir tohum gelişimindeki kök ve filizlerin oluşması değil fakat aynı zamanda hormonları ve enzimleri de kapsayan kompleks olaylar zinciri ile gıda depo maddelerinde değişme meydana gelmektedir. Bu değişimler çok yaygın olarak tarlada meydana gelir, fakat buğday depolandığı zaman da devam edebilir. Bu değişimlerden sorumlu olan başlıca enzim alfa amilazdır.

Çimlenmenin başlangıç döneminde, amilazlar ilk önce kalkancıkta oluşmaktadır. Endosperm proteininin parçalanması embriyodan başlamakta ve alfa amilaz salgısından önce olmaktadır (POMERANZ, 1988).

Amilaz nişasta granüllerini büyük ve küçük oluşlarına göre farklı şekilde etkilemektedir. Yüze çökmeleri değişik noktalarda başlamakta ve merkeze doğru ilerlemekte, parçalanmanın ileri aşamalarında nişasta tamamen dağılmakta ve enzimin etkilerine dayanıklılığını kaybetmektedir. Buğdayda, enzimler bir veya iki belli bölgeden küçük granüller içine girer ve daha sonra granülün içini tamamen parçalar.

Alfa amilaz miktarını tayin etmek için düşme sayısı, amilograf, kalorimetrik gibi bazı metodlar geliştirilmiştir. Bununla birlikte çimlenme zararının belirlenmesi için kullanılacak testlerin basit ve hızlı, hassas tekrarlanabilir, objektif, buğday, un veya irmiğin değerlendirilmesinde kullanılabilir, elde edilen sonuçların son kullanma özellikleri ile ilişkili olmalıdır (MEREDITH ve POMERANZ, 1985).

WARCHALEWSKI ve TKACHUK (1978) Çimlenmiş makarnalık buğdaylarda bulunan alfa amilazların izolasyonunu ve bazı özelliklerini saptamışlardır. Bu araştırmacılar bazı ekstraksiyon solventleri; DEAE (Dietilaminoetil) selüloz kromatoğrafisi ve poliakrilamid jel elektroforezi kullanmışlar ve kromatografik olarak buğdaylarda 7 alfa amilazın varlığını tesbit etmişlerdir. Elektroforez yöntemi ile çimlenmiş makarnalık buğdaylarda 8 alfa amilazın bulunduğunu açıklamışlardır. Bunlardan üçü enzim aktivitesinin yaklaşık olarak % 65'ini meydana getirmektedir. Buna göre çimlenmiş makarnalık buğdaylar üç ana ve beş daha küçük alfa amilaz ihtiva etmektedirler. Poliakrilamid jel elektroforez sonucunda; sert-kırmızı yazlık ve makarnalık buğdayların aynı 8 alfa-amilaza sahip oldukları belirlenmiştir.

Amilazlar üzerinde yapılan çalışmalarda, son 15 yılda en ilgi çekici bulgu amilazların farklı kimyasal ve fiziksel özellikleri olan izoenzimler veya çok yönlü formlarda varolmasıdır (POMERANZ 1988). Genel olarak, yeşil ve çimlenmiş alfa amilaz grubu arasında oldukça büyük farklılıklar bulunmuştur. Yeşil alfa amilaz grubu, çimlenmiş alfa amilaz grubuna göre daha çok sıcaklığa dayanıklıdır. Çimlenmiş alfa amilazın 60°C'de 30 dakika ısıtıldığı zaman aktivitesi % 70 azalmasına karşın, yeşil alfa amilaz aynı şartlarda % 10 dan daha az akti-

vite kaybetmektedir. Yeşil alfa amilaz asidik pH'da çimlenmiş alfa amilazlara göre daha stabildir. Enzime stabilite vermek için biraz kalsiyum iyonu ilave edildiğinde alfa amilazın nişasta ürünlerinden amilopektin ve amilozu parçaladığı tesbit edilmiştir. Yeşil ve çimlenmiş alfa amilaz gruplarından elde edilen izoenzimlerin amiloz, amilopektin ve amilopektin beta-limit dekstrinlere ilgileri karşılaştırılmıştır. Farklı substratlar için kırma şekilleri farklı olmasına rağmen her iki grubun izoenzimlerinin aynı özelliklere sahip olduğu görülmüştür. (POMERANZ, 1988).

3. MAKARNA KALİTESİ ÜZERİNE ALFA AMILAZIN ETKİSİ

Buğdayın hasat öncesi filiz vermesi sonucunda oluşan aşırı amilaz kalite üzerine olumsuz etkiye sahiptir. Çimlenme sonucu oluşan aşırı alfa amilaza, makarna ürünleri ekmek benzeri ürünlerden daha toleranslıdır. Bu da muhtemelen makarna ürünlerinde suyun hareketinin sınırlı olması nedeniyle alfa amilaz ile etki edebileceği substratlar arasındaki ilişkilerinin engellenmesine bağlanmaktadır (POMERANZ, 1988).

Çimlenme sırasında endosperm proteinlerinde kalitatif ve kantitatif değişimler meydana gelmektedir (HWANG ve BUSHUK, 1973). Çözünmez proteinlerin miktarındaki azalma ve amino gruplarının sayılarındaki artış unun proteolitik aktivitesindeki artış ile ilişkili bulunmuştur. Aynı araştırmacılar buğdayın 8 gün içinde çimlendiği zaman disülfid (SH) ve sülfidril (S-S) gruplarında önemli bir değişikliğin oluşmadığını da belirtmişlerdir. Bilindiği gibi protein miktarı ve glutenin kuvvetliliği makarna pişme kalitesi üzerine etkili olan faktörlerin başında gelmektedir. (MATSUO ve Ark. 1982, AUTAON ve Ark. 1986).

DICK ve Ark. (1974), Durum buğdaylarının makarna ve değirmencilik kaliteleri üzerine çimlenmenin etkilerini saptamak için kontrollü tarla koşullarında çimlendirilmiş 7 makarnalık buğday çeşidi kullanmışlardır. Yapılan çalışma sonunda buğday çeşidinin çimlenme üzerine etkisi olmadığı ve düşme sayısı, camısı dane ve zarar görmüş dane miktarının çimlen-

meden etkilendiği belirlenmiştir. Buğdayın amilolitik aktivitesinde çimlenme ile hızlı bir şekilde artış görülmüş, dikkate değer bir şekilde camsı dane miktarı azalmış, zarar görmüş dane yüzdesi ve kepek oranı artmıştır. Ayrıca çimlenmeden hektolitreye ağırlığı, dane iriliği, protein miktarı, irmik verimi, makarna rengi ve pişme kalitesi etkilenmemiştir.

Alfa amilaz aktivitesi ve sıvılaşma sayısı arttıkça hektolitreye ağırlığı azalmıştır (DEXTER ve Ark, 1990). Daha önceki çalışmalarda çimlenmeden zarar görmüş tanelerin düşük hektolitreye ağırlığının artan gözenekler nedeniyle muhtemelen suyun tutulmasına neden olduğu ve bununla irmik verimini etkilemediği ifade edilmiştir (DEXTER ve Ark, 1980). İrmik veriminin daha çok tane şekli ve iriliği ile ilişkili olduğu açıklanmıştır (DEXTER ve Ark, 1987).

İrmiklerin kül miktarı da çimlenmiş tane ile ilgili görülmemiştir (DEXTER ve Ark, 1987). Ayrıca çimlenmenin irmik rengini de etkilemediği saptanmıştır (MATSUO ve Ark, 1982). Çimlenme zararının başlıca etkisi irmikteki siyah beneklerin sayılarında görülmektedir (DICK ve Ark, 1974). Bununla birlikte bu olay direkt çimlenmeden daha çok küf ve çimlenmiş tanelerin birlikteki etkilerine bağlanmaktadır (DEXTER ve MATSUO, 1982).

Buğdaydaki alfa amilaz aktivitesinin ancak % 50 daha az kısmı irmikte kalmaktadır (FINNEY ve Ark, 1981 ve MATSUO ve Ark, 1982). İrmikte alfa amilaz aktivitesi kalma oranı buğday örneklerine göre farklılık göstermekte ve genellikle % 27 ile % 73 arasında değişmektedir (DEXTER ve Ark, 1990). Makarnalar 39°C de kurutulursa, irmikteki alfa amilaz aktivitesinin % 75 i makarnalarda kalmaktadır (MATSUO ve Ark, 1982 ve DEXTER ve Ark, 1990). Makarnalar 70°C de kurutulduğu zamanda irmikteki alfa amilaz aktivitesinin ortalama % 50 si makarnaya geçmektedir (PER-TEN, 1964).

Düşme sayısı değerinin 120 den az olduğu örneklerden veya % 4 den daha yüksek çimlenme zararı olan örneklerden elde edilen makarnaların depoda kırılma ve çatlamaya karşı dayanıksız olduğu şiddetli çatlamanın dekstrinin varlığına bağlanabileceği veya filiz verme

esnasında amilaz tarafından nişastanın hidrolizi sonucunda ortaya çıkan glukoz ile ilgili olabileceği aktarılmaktadır (DICK ve Ark, 1974).

MAIER (1980) ise % 1 oranındaki çimlenmenin bile ürün kalitesini olumsuz yönde etkilediğini ifade etmiştir. Çimlenmeden dolayı zarar görmüş makarnalık buğdaydan elde edilen hamurun elastikiyetinin azaldığını, pişirme sırasında yumuşamayı ve kurutma işlemi sırasında kırılmaları neden olduğunu açıklamıştır. Buna karşın çimlenmenin makarnaların kırılma oranını etkilemediği de ileri sürmektedir (DEXTER ve Ark, 1990). Çimlenmiş durum buğdaylarından üretilen makarnalarda üretim sırasında indirgen şeker miktarında artmaktadır (LINTAS ve D'APPOLONIA, 1973, DEXTER ve Ark, 1981).

MATSUO ve Ark, (1982), tarla çimlenmesinin durum buğdaylarında makarna kalitesine yaptığı etkileri incelemişler ve irmik verimi ile makarna renginin çimlenmeden etkilenmediğini açıklamışlardır. Düşme sayısı testinin durum buğdaylarında alfa amilaz aktivitesi yüksek oranda ilişkili ve çimlenme zararının iyi bir göstergesi olduğunu, işlenmiş ürünlerde son kullanma kalitesini etkileyen önemli faktörün alfa amilaz seviyesinin olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca makarnadaki yüksek amilolitik aktivite; pişme suyunda kalıntı miktarını ve hem irmikte hemde makarnadaki indirgen şeker miktarını artırmakta ve pişmiş makarnada çok fazla yumuşamaya neden olmaktadır. Araştırmacılar aynı zamanda çimlenmeden dolayı asetik asitte çözülebilir (glutenin) fraksiyonlarında çok az artış ve alkolde çözünebilir (gliadin) fraksiyonlarında azalış olduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte asetik asit protein ekstraktlarının jel filtrasyonları çok yüksek çimlenme oranlarında bile dikkate değer bir artış göstermemişlerdir. Çimlenme zararı görmüş irmik kullanıldığı zaman işleme aşamasında çapraz pürüzlü yüzeyler veya yeniden öğütülmesi gereken çok fazla miktarda materyalin oluşması gibi sorunlarla karşılaşıldığını bildirmişlerdir.

KRUGER ve MATSUO (1982), Buğdayın 72 ve 120 saat çimlenmesinden sonra alfa amilaz miktarının 155 ve 320 kat arttığını göstermişlerdir. Çimlenmiş ve çimlenmemiş örneklerden elde edilen irmik ve makarnada alfa amilaz

seviyesi her ikisinde de azalmıştır. Makarna pişirildiği zaman çimlenmiş örneklerdeki alfa amilaz kaynatmanın altıncı dakikasında bile bulunabilmektedir. Çimlenmede glukoz ve fruktoz oranı yaklaşık % 50 oranında artmaktadır. Araştırmacılar buğdaydan irmik elde edilmesi sırasında şeker miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Halbuki irmik işleme sırasında maltoz ve glukoz artmaktadır. Bazı zedelenmiş nişasta yoğurma ve şekil verme sırasında fakat daha fazlada kurutma sırasında oluşmaktadır. Glukozdaki değişiklikler ise başlıca kurutma sırasında oluşur. Çünkü çimlenmiş buğdaydan üretilen makarna başlangıçta yüksek oranda serbest şeker miktarına sahiptir ve bu şekerler suda pişirme sırasında büyük oranda kaybolurlar.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda makarna kurutma sırasındaki alfa amilaz aktivitesinin pişme kalitesini etkileyebileceği bulunmuştur (DEXTER ve Ark, 1981). Makarnanın yüksek sıcaklıkta (85°C) kurutulması, normal kurutma sıcaklığına (60°C) kıyasla enzim aktivitesini büyük oranda azaltmaktadır. Bu nedenle yüksek sıcaklıkta kurutulmuş makarnalarda indirgen şeker miktarı da azalmaktadır. Normal sıcaklıkta kurutulmuş makarnanın pişme suyundaki rezidü miktarı, kurutulmuş makarnadaki indirgen şeker miktarı ve muhtemelen yumuşaklık ile alfa amilaz aktivitesinin ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Eğer makarnanın kurutulmasında yüksek sıcaklık uygulanırsa, alfa amilazın büyük bir çoğunluğu inaktif olmakta ve bu nedenle çimlenme etkilerinin bazıları tesirsiz hale getirilebilmektedir.

Ev tipi şehriyeler üzerinde yapılan çalışmalarda da; 38°C ve % 85 nisbi rutubette kurutulan yüksek alfa amilazlı hamurdan elde edilenler yapışkan hale gelmiş ve daha sonra kurutma sırasında kıvrılmışlardır. Tuz konsantrasyonu % 1 den % 2'ye artırıldığında hamur dayanıklılığı artarken yapışkanlığı da azalmıştır. Bu nedenle makarna hamuru özellikleri üzerine alfa amilazdan başka faktörlerin de rol oynayabileceği belirtilmektedir. Bu faktörlerin; buğday tenelerinin fungal etmenlerle bulaşıklığı, proteaz ve çözümlü karbonhidratların varlığı veya öğütmeden önce zarar görmüş diğer bazı bileşiklerin olduğu ifade edilmektedir (BEAN ve Ark, 1974 a ve b.).

4. SONUÇ

Amilazlar, teknolojik olarak buğdayda bulunan çok önemli eksogenous enzimlerdir. Hasat öncesi çimlenme ekmeklik buğdaylarda kalite üzerinde zararlı etkiye sahiptir. Bu olumsuz etki alfa amilaz enziminin oluşumuna ve bu enzimin daha sonra nişastayı parçalamasına bağlanmaktadır.

Makarnalık buğdaylarda ise hasat öncesi çimlenmenin makarna yapım teknolojisine ve mamül makarnanın kalitesine etkileri ekmeklik buğdaylara nazaran daha az bilinmektedir. Makarnalık buğdaylarda alfa amilazlarla ilgili çalışmalar hasat öncesi çimlenmiş durum buğdaylarının makarna kalitesine yaptıkları etkilerin belirlenmesi şeklinde yürütülmektedir.

Çimlenme zararlısı durum buğdayları makarna kalitesini ters yönde etkilemekte ve zararlı olmaktadır. Bu zarar bazı araştırmacılara göre ekmeklik buğdaylarda olduğu kadar önemlidir. Alfa amilaz miktarı çimlenmeden 72 saat sonra çok fazla artmaktadır. Fakat aktivitesi irmik ve makarna üretimi sırasında azalmakta ve pişme ile çok çabuk küçülmektedir. Alfa amilaz aktivitesi makarnada bilhassa maltoz olmak üzere yüksek oranlarda şekerlere sebep olmakta ve sonradan pişme suyunda katı maddelerin kayıplarını artırmaktadır. Buna karşın makarna yapışkanlığı ve mukavemeti üzerine etkisi belirlenememiştir.

Çimlenmiş buğdaylardaki alfa amilazlardan başka, proteinleri parçalayan ve karbonhidratların pişme suyuna geçme duyarlılığını artıran proteaz gibi diğer enzimlerde göz ardı edilmemelidir. Çünkü bunlarda birçok katı maddenin makarna pişirilmesi sırasında kaybolmasına yol açmakta ve böylece tüketim için kullanılabilirliğini azaltmaktadır.

Hububat ürünlerinde çimlenme zararı ile oluşan kayıplar şüphesiz çok büyüktür. Çimlenme zararı hava koşullarının fonksiyonuna bağlı olarak oluş dereceleri bakımından hem düzensiz ve hem de önceden tahmin edilmesi çok zordur. Bu nedenle hava koşulları kontrol edilemedikçe çimlenme zararlısı ürünün hasattan sonraki kullanım teknolojisinde (öğütme, makarna üretimi ve kurutulması v.b.) bu zarardan en az etkilenecek şekilde düzeltmeler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- AUTRON, J.C., J. ABEVASSIS and P. FELLETT, 1986. Statistical Evaluation of Different Technological and Biochemical Tests for Quality Assessment in Durum Wheats. *Cereal Chem.* 63: 390 - 394.
- BEAN, M.M., P.M. KEAGY, J.G. FULLINGTON, F.T. JONES, D.K. MECHAM, 1974 a. Dried Japanese Noodles. I. Properties of Laboratory Prepared Noodles From Sound and Damaged Wheat Flours. *Cereal Chem.* 51: 416 - 427.
- BEAN, M.M., C.C. NIMMO, J.G. Fullington, P.M. KEAGY, D.K. MECHAM, 1974 b. Dried Japanese Noodles. II. Effect of Amylase, Protease, Salts, and pH on Noodle Doughs. *Cereal Chem.* 51: 427 - 433.
- DEXTER, J.E., R.R. MATSUO, and B.C. MORGAN, 1981. High Temperature Drying: Effect on Spaghetti Properties. *J. Food Sci.* 46: 1741.
- DEXTER, J.E., and R.R. MATSUO, 1982. Effect of Smudge and Blackpoint, Mildewed Kernels, and Ergot on Durum Wheat Quality. *Cereal Chem.* 59: 63.
- DEXTER, J.E., R.R. MATSUO, and D.G. MARTIN, 1987. The Relationship of Durum Wheat Test Weight to Milling Performance and Spaghetti Quality. *Cereal Foods World.* 32: 772.
- DEXTER, J.E., R.R. MATSUO, and R.W. DANIEL, 1989. The Influence of Heat Damage on Durum Wheat Spaghetti Quality. *Can. Inst. Food Sci. Tech. J.* 22: 227.
- DEXTER, J.E., R.R. MATSUO, and J.E. KRUGER, 1990. The Spaghetti-Making Quality of Commercial Durum Wheat Samples With Variable α -Amylase Activity *Cereal Chem.* 67: 405 - 412.
- DICK, J.W., D.E. WALSH, K.A. GILLES, 1974. The Effects of Sprouting on the Quality of Durum Wheat. *Cereal Chem.* 51: 180 - 188.
- DONNELLY, B.J. 1980. Effect of Sprout Damage on Durum Wheat Quality. *Macaroni J.* 62: 8.
- FELLETT, R. 1988. Protein and Enzyme Composition of Durum Wheat. S. 109 - 120 «In Durum Wheat; Chemistry and Technology. Eds. G. Fabiani and C. Lintas», AACC Inc. St Paul, Mn. USA.
- FINNEY, K.F., O. NATSVAKI, L.C. BOLTE, P.R. MATHEWSON, and Y. POMERANZ, 1981. Alpha - amylase in Field-sprouted Wheats: Its Distribution and Effect on Japanese-type Sponge Cake and Related Physical and Chemical Tests. *Cereal Chem.* 58: 355 - 360.
- FOX, P.F., and D.M. MULVIHILL, 1983. Enzymes in Wheat, Flour and Bread S. 109 - 120 «in: Advances in Cereal Science and Technology. Vol. 5 Ed. Y. Pomeranz», AACC Inc. St. Paul, Mn. USA.
- HWANG, P., W. BUSHUK, 1973. Some Changes in the Endosperm Proteins During Sprouting of Wheat. *Cereal Chem.* 50: 147 - 160.
- KRUGER, J.E. and R.R. MATSUO, 1982. Comparison of Alpha - amylase and Simple Sugar Levels in Sound and Germinated Durum Wheat During Pasta Processing and Spaghetti Cooking. *Cereal Chem.* 59: 26 - 31.
- LEMAR, L.E., and B.G. SWANSON, 1976. Nutritive Value of Sprouted Wheat Flour. *Jour. Food Sci.* 41: 719.
- LINTAS, C., and B.L. D'APPOLONIA, 1973. Effect of Spaghetti Processing on Semolina Carbohydrates. *Cereal Chem.* 50: 563 - 571.
- MAIER, M.G. 1980. Wide Spread Sprout Damage. *Macaroni J.* 62: 20.
- MATSUO, R.R., J.E. DEXTER, and A.W. MACGREGOR. 1982. Effect of Sprout Damage on Durum Wheat and Spaghetti Quality. *Cereal Chem.* 59: 468 - 472.
- MATSUO, R.R. 1987. The Effect of Enzymes on Pasta and Noodle Products. Pages 325 - 334 «in: Enzymes and Their Role in Cereal Technology. Eds. J.E. Kruger, D. Lineback, C.E. Stauffer», AACC. Inc. St. Paul, Mn. USA.
- MEREDITH, P., and Y. POMERANZ, 1985. Sprouted Grain. Pages 239 - 320. «in: Advances in Cereal Science and Technology. Ed. Y. Pomeranz», AACC. St. Paul, Mn. USA.
- PERTEN, H. 1964. Application of the Falling Number Method for Evaluating Alpha-amylase Activity. *Cereal Chem.* 41: 127 - 140.
- POMERANZ, Y. 1988. Enzymes and Color. Pages. 442 - 451. «in: Wheat Chemistry and Technology» AACC St. Paul Mn. USA.
- WARCHALEWSKI, J.R., and R. TKACHUK, 1978. Durum Wheat Alpha - amylases: Isolation and Purification. *Cereal Chem.* 55: 146 - 151.