

HASAT ÖNCESİ VE HASAT SONRASI UYGULAMALARIN SARIMSAKTA DEPO ÖMRÜ VE KALİTEYE ETKİSİ

Selen Akan*, Nilgün Halloran

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / Received: 20.01.2012

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 19.03.2012

Kabul tarihi / Accepted: 22.05.2012

Özet

Sarımsak (*Allium sativum* L.), yıllardan beri yemeklere lezzet verici olarak kullanılmasının yanı sıra birçok hastalığı tedavi etmek için de kullanılmaktadır. Son yirmi yıl içinde dünyada tüketicilerin besin değeri ve tedavi edici özellikleri yüksek olan gıdalara yönelmesi, sarımsağın besin değerine yönelik çalışmaları artırmıştır. Bu tür'ün, antibiyotik, antioksidant ve antikanserojenik özelliğinden dolayı pek çok ülkede günlük beslenme programlarında yer almasının önemi ve gerekliliği son yıllarda daha fazla vurgulanmaktadır. Sarımsak, diğer sebzelere kıyasla uzun süre depolanabilecek bir türdür. Ülkemizde genellikle soğutmasız ve adi depolarda saklanan sarımsaklar, genel olarak 0-5 °C sıcaklıkta, % 60-70 nispi nemde en az 3-4 ay muhafaza edilebilir. Günümüzde Türkiye'de sarımsaklarda depolama öncesi ve sonrası herhangi bir uygulama yapılmamaktadır. Yurtdışında ise farklı ışın, kimyasal ve sıcaklık uygulamaları ile birlikte yaygın olarak kontrollü atmosferde ve modifiye atmosferde depolama yapılmaktadır. Bu çalışmada, hasat öncesi ve hasat sonrası yapılan uygulamaların sarımsakta depo ömrü ve kaliteye etkisi konusunda yapılan araştırmaların sonuçları derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sarımsak (*Allium sativum* L.), depo ömrü, kalite, antioksidan, anti kanserojen

EFFECTS OF PREHARVEST AND POSTHARVEST TREATMENTS ON THE STORAGE LIFE AND QUALITY OF GARLIC

Abstract

Garlic (*Allium sativum* L.) has been used to treat many diseases as well as a food flavoring for many years. In the last twenty years, consumers' trend for foods which have high nutritional value and therapeutic activity has led to an increase in the studies on nutritional value of garlic worldwide. The importance and necessity of the involvement of garlic in daily nutritional programs is emphasized much more than ever in recent years as a result of its antibiotic, antioxidant and anti-carcinogenic properties. Garlic is a species which can be stored longer than other vegetables. In our country, garlic can only be stored, often without cooling, at 0-5 °C, 60-70 % relative humidity for at least 3-4 months in warehouses. Today, no treatment is made in pre and post storage of garlic in Turkey. Storage of garlic in controlled atmosphere and the modified atmosphere is commonly made with different irradiation, chemicals, and heat treatment in abroad. In this study, results of studies on the effect of pre and postharvest treatments on the storage life and quality of garlic were reviewed.

Keywords: Garlic (*Allium sativum* L.), storage life, quality, antioxidant, anti-carcinogenic

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ sakan@agri.ankara.edu.tr, ☎ (+90) 312 596 1073 📠 (+90) 312 317 9119

GİRİŞ

Bugün Dünya genelinde 400-600 adet arasında sarımsak çeşidi mevcuttur ve bu sayı gittikçe artmaktadır (1). Dünya sarımsak üretiminde 13664069 ton ile 1.sırada yer alan Çin'i sırasıyla Hindistan 833970 ton, Güney Kore 271560 ton, Mısır 264626 ton, Rusya 213480 ton, Myanmar 185900 ton, Etiyopya 180300 ton, Amerika Birleşik Devletleri 169510 ton, Bangladeş 164392 ton, Ukrayna 157400 ton, İspanya 136000 ton, Arjantin 128900 ton, Brezilya 104586 ton, Kuzey Kore 77000 ton ve 15. sırada yer alan Türkiye 76936 ton ile izlemektedir (2).

Türkiye'de 2003-2010 yılları arasında sarımsak üretim miktarları ele alındığında 2003 yılında 98000 ton iken, 2005 yılında 82000 ton, 2007 yılında 74290 ton, 2009 yılında 83134 ton ve 2010 yılında 76936 ton olarak değişkenlik göstermiştir (3). Türkiye'de sarımsak üretici iller ise sırasıyla; Kastamonu (20.2 ton), Kahramanmaraş (7.9 ton), Hatay (7.8 ton), Balıkesir (6 ton), Karaman (3.7 ton), Tokat (3.6 ton), Gaziantep (3.1 ton), Kırklareli (2 ton), Adıyaman (1.9 ton) ve Aksaray (1.6 ton)'dır (4). Ülkemizde kişi başına sarımsak tüketimi ise bölgelere ve şehirden şehre değişim göstermekle birlikte 0.84 kg/yıl'dır (5).

FAO verilerine göre 2003-2009 yılları arasında ülkemizin sarımsak ihracatı ve ithalat miktarlarına bakıldığında en yüksek ithalatın 2007 yılında (3055 ton), en yüksek ihracatın ise 2003 yılında (117 ton) gerçekleştiği görülmüştür (6).

Sarımsak zararlı ve funguslara karşı güçlü bir koruma sistemine sahiptir. Mekanik zararlanma sonrasında enzimatik reaksiyon sonucu oluşan allisin sayesinde kendini korumaktadır. Allisin sarımsakta bulunan doğal insektisittir (7). Uzun yıllardan beri sarımsak dünya çapında sadece yiyecek olarak değil ilaç olarak da kullanılmaktadır. Sarımsak kullanımıyla ilgili en eski kayıtlar M.Ö. 2600'lü yıllarda Sümerler tarafından yazılmıştır. Orijini Orta Asya'dır. Hint ve Çin yazıtlarında sıkça rastlanmaktadır. Mısır piramitlerinin inşasında başlıca besin kaynağı olarak tüketilmiştir. Eski mısır firavunlarından Tutankamen'in mezarının içinde birçok sarımsak dişi bulunmuştur. Ayrıca Yahudiler de sarımsakla yakından ilgilenmişlerdir, kutsal kitaplarında göç zamanlarında hastalıklardan korunmak için tükettikleri sarımsaktan

bahsedilmektedir. Romalı doğa bilimcileri, *Historia Naturalis* adlı kitaplarında, sarımsağın mide hastalıkları, köpek ve yılan ısırıkları, akrep sokmaları, astım, tümörler ve kasılmalarda nasıl kullanılabileceğini tanımlamışlardır. Sarımsağın antimikrobiyel özelliklerine dair ilk ipuçları Fransızlar tarafından 1721'de kanıtlanmıştır (8).

Sarımsak yıllardır kalp damar hastalıklarının tedavisi için kullanılmaktadır. Bekletilmiş sarımsak özü ile yapılan çalışmalarda kolesterol düzeyini ve kan basıncını düşürdüğü gözlenmiştir (9).

Sarımsağın, yapılan çalışmalar sonrasında kan basıncını düzenleyici, kan şekeri ve kolesterolü düşürücü, bakteriyel, viral, mantari ve paraziter enfeksiyonlara karşı etkili, bağışıklık sistemi güçlendirici, antitümör ve antioksidan özelliği olan harika bir tıbbi bitki olduğu bildirilmiştir (11). Sarımsak tüketimi kanser riskini azaltma ile de doğrudan ilişkilidir. İçeriği ve özü deneysel olarak incelendiğinde sarımsağın cilt, göğüs, kolon, ve rahimde oluşabilecek çeşitli tümörleri baskıladığı görülmüştür (12, 13).

Ayrıca, sarımsak günümüzde biyolojik pestisit olarak da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (14, 15). Sarımsak yağının çeşitli doğal uçucu bileşenlerin 15 gün 5 °C sıcaklıkta depolanan taze kesilmiş domatesler üzerine olan etkisi incelendiği bir çalışmada, mikrobiyel gelişime dayalı raf ömrünün doğal uçucu bileşenlerle muamele edilmiş taze kesilmiş domateslerde kontrol grubuna göre daha uzun olduğu belirlenmiştir (16). Sarımsak ekstraktı ile yapılan bir çalışmada, sarımsak ekstraktına daldırılan olgun muzlar 30 °C'de depolanmış. Depolama sonucunda bu uygulamanın muzlarda raf ömrü uzatmada, küflenme ve siyah nokta oluşumunu engellemede en etkili ve ucuz yöntem olduğu belirtilmiştir (17).

Genel olarak ele alındığı takdirde, sarımsağın depo ömrü ve kalitesini sınırlayan faktörler; filizlenme, köklenme, renk bozulmaları, hastalık kayıpları, su kaybı, tekstür kaybı ve görünümde oluşan bozukluklardır. Bu derlemedeki amaç, yurtiçi ve yurtdışında yapılan çalışmaların birlikte ele alınarak sarımsakların hasat sonrası kalite kayıplarını en aza indirmekle birlikte, optimum depolama sürecini saptamak için en etkili yöntem ve ortam koşullarını belirlemektir.

Sarımsak Depolama

Hasattan sonra kolay bozulan tüm sebzeler gibi sarımsakta da sıcaklık kontrolü diğer bir ifade ile soğukta muhafaza, depo ömrünü uzatmada en önemli ve kritik faktördür. Düşük sıcaklıklar, metabolik reaksiyonların hızını yavaşlatarak, solunum oranı düşürmenin yanında, su kaybının, mikrobiyel gelişme ve hasat sonrası hastalık kayıplarının azalmasını sağlar. Dolayısıyla ürünlerin pazarlanabilme süresi uzar. Bu nedenle kalitenin korunumu açısından soğukta depolama son derece önem kazanır (18).

Sarımsaklar hasat sonrası 30-35 °C sıcaklıkta arazide doğal kürlenme işlemine tabii tutulmaktadır. Kürlenmedeki amaç ise hastalık etmeni mikroorganizma girişini engellemek ve depo ömrünü artırmaktır (19). Sarımsak baş ve dişleri basit depolar ve mekanik soğutuculu depolar olmak üzere iki şekilde depolanmaktadır. Sarımsak depolamasında, filizlenme, köklenme, ağırlık kaybı, renk bozulmaları ve hastalık kayıpları meydana gelmektedir. Bu kayıpların başlıca nedenleri ise fazla azotlu gübreleme, bilinçsiz sulama, sarımsak başlarının tam olgunlaşmadan erken hasadı, başların yeterince kurutulmaması, depoda başların sıkışması ve yığınların yüksek yapılmasıdır. En uygun depolama koşulları ve depolama süreleri, çeşit ve depo sistemlerine göre farklılık göstermektedir. Tüketiciler, sarımsak baş ve dişlerini asla buzdolabında depolamamalıdır, aksi takdirde yumuşama ve küflenmeye sebebiyet verir bunun yerine evlerde direk güneş ışığı almayan serin ve havalanabilen odalarda muhafaza edilmelidir (20).

Hasat öncesi Azot (N) ve Kükürt (S) gübrelemesi yapılan sarımsaklarda gübrelemenin aliin ve su içeriğinin değişimlerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, hasat edilen sarımsak başları 20 °C'de kuru ve karanlık oda koşullarında 83 gün süre ile depolanmıştır. Her üç haftalık periyotlarda aliin ve su içeriği analizleri yapılmış. Bu analiz sonuçlarına göre, genel olarak gübre uygulamalarının su kaybına düşük etkide bulunması ile birlikte 83. günün sonunda kükürlü gübrelemede su kaybının daha düşük, azot gübrelemesi yapılmayıp düşük kükürt gübreleme uygulamasının aliin miktarını ciddi oranda artırması ve su kaybını azaltmada etkili olup, en iyi sonucu verdiği ortaya konmuştur (21).

Sarımsak çok dayanıksız bir ürün olarak düşünülmemektedir (22). İyi korunarak kurutulmuş sarımsak, her koşulda dinlenmenin sona ermesi ile filizlenir. Böylelikle metabolizma hızlanır, hastalık ve mikroorganizmalar tarafından saldırıya geçilecek ve son derece hassaslaşacaktır (23). Dinlenme süresini korumak ve mümkün olduğunca artırmak için depolama-taşıma- pazar teknolojilerinin gelişimini sağlamak çok önemlidir. Dinlenmenin fizyolojisini yeteri kadar anlamının yolu için iyi bir depolama sisteminin geliştirilmesi gereklidir.

Sarımsaklar oda sıcaklığında (20-30 °C) 1-2 ay süre ile depolanabilmektedir. Ancak başlar, depolama sonuna doğru su kaybından dolayı sertliğini kaybederek yumuşamakta ve renk değişimleri ortaya çıkmaktadır. Sarımsaklar 5-18 °C'lik sıcaklıklar arasında depolandıklarında hızla dinlenmeden çıkar. 10 ile 20 °C arasında depolanan sarımsaklarda filizlenme teşvik edilmektedir (24). Optimum sarımsak depolama sıcaklığı -1- 0 °C olarak önerilir (25).

Düşük ve yüksek sıcaklıkta sarımsak depolamanın kaliteye etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmada sarımsaklar 0 °C, 5 °C, 10 °C, 20 °C ve oda sıcaklığında (17±7 °C) % 70 oransal nemde 190 gün süre ile depolanmıştır. Depolama sonucunda, 0 °C sıcaklıkta depolamada kalitenin en iyi şekilde korunduğu, 150. gün'e kadar filizlenme oranının düşük olduğu ve su kaybı, sertlik, renk değerlerinin korunduğu görülmüştür. 5 °C, 20 °C ve oda sıcaklığında depolanan sarımsaklarda ise dinlenme sürecinden çıkmaları ile birlikte metabolik aktivite artarak 30. gün filizlenme hızlı bir şekilde başlamış olup, depo ömrünün ise 60 gün olduğu belirlenmiştir. 30 °C 'de depolama sonrası ise filiz gelişimi düşük olup, su kaybı ve renk değişiminin hızla arttığı görülmüştür (26).

İran'da 2010 yılında yapılan bir çalışmaya göre, hasadı yapılan sarımsaklar 4 gruba ayrılmış ilk grup 24 °C çevre koşullarında kurutulmuş, 2.grup 35 °C, 3.grup 45 °C ve son grup 55 °C'de kurutma işlemi sonrasında çevre sıcaklığında (12±8 °C) 6 ay süre ile depolanmıştır. Depolama sonucunda, ısı işleme tabii tutulan sarımsaklarda, ağırlık kaybı ve başlarda bozulmanın yanı sıra pürüvrat oranının ve yumuşamanın da arttığı görülmüştür (27).

Japonya'da 2007 yılında yapılan bir çalışmada yüksek kalitede sarımsak başları elde etmek için depolama sıcaklığı ve farklı gaz kompozisyonlarının (%3-21 O₂) baş kalitesine etkileri araştırılmıştır. Sarımsaklar 5, 10 ve 25 °C sıcaklıkta 25 gün süre ile depolanmıştır. Bu çalışmaya göre yüksek sıcaklıkta solunumun arttığı, düşük O₂ (%3 O₂) konsantrasyonunda ise solunum, filizlenme, köklenme ve ağırlık kaybının baskılandığı görülmüştür (28).

İngiltere'de 2006 yılında yapılan bir çalışmada, düşük sıcaklıkta depolanan sarımsakların tadı oluşturan öncül bileşikler ve sülfür bileşikleri içeriğinin değişiminin incelenmiştir. Bu çalışmaya göre, sarımsaklar çevre koşullarında ve 4°C sıcaklıkta 6 ay'a kadar depolanmış. Depolama süresince alliin, γ glutamyl allyl cysteine sulphoxide ve γ glutamyl isoallyl cysteine sulphoxide'in sarımsak dışında dış yüzeyde, meyve etinden daha fazla miktarda bulunması ile birlikte depolama süresince isoallyl miktarı artış gösterirken, sülfür bileşiklerinin miktarı azalmış. Tat ve alliin miktarındaki değişimler ise belirgin bulunmadığı belirtilmiştir (29).

Kontrollü ve Modifiye Atmosferde Depolama

Kontrollü atmosfer, soğuk depolama tekniğinin yanı sıra geliştirilen bir teknik olmakla birlikte ürünün bulunduğu ortamdaki atmosfer bileşimini değiştirme esasına dayanır. Genellikle düşük O₂ yüksek CO₂ gaz kompozisyonları kullanılır. Bu sayede ürünlerde düşük metabolik aktivite ve uzun süreli depolama sağlanır (30).

Modifiye atmosferde paketlemede en yoğun olarak O₂, CO₂ ve N₂ gazları kullanılmaktadır, bu gazların belirli oranlardaki kullanımları sayesinde solunum hızı ve etilen üretiminin kontrolünde başarı sağlanmıştır (31).

Modifiye atmosfer paket materyallerinde son yıllarda nanoteknoloji kullanımının artması ile de istenilen teknik özellikte paketler yaygınlaşmaya başlamıştır (32).

Modifiye atmosferde paketleme yönteminde yoğun olarak kullanılan materyallerden birisi de plastik filmlerdir. Son yıllarda doğal ve yenilebilir materyallerden iyi teknik özellikte filmler elde edilmiştir. Polisakkarit, lipit, protein ve reçineden

yapılmanın yanı sıra sebze ve meyve pürelerinden de oluşturulmaktadır. Bu sayede maliyet düşürülmüş, çevreye zararlı etkileri azaltılmış ve atıklar değerlendirilmiş olmaktadır (33, 37).

Farklı sıcaklık ve gaz kompozisyonlarında kontrollü atmosferde depolamanın sarımsaklarda etkisinin araştırıldığı çalışmada, sarımsaklar % 0.1; 0.5 ve 1 O₂ + % 0; 5; 10; 15 ve 20 CO₂ oranlarında 0-1 °C'de 6 ay süre ile depolanmıştır. 0-1 °C'de yüksek CO₂ (% 5-15) konsantrasyonunda filizlenme geciktirilmiş olup, 0 °C'de düşük O₂ (% 0.5) konsantrasyonunda ise filizlenmeyi geciktirmede başarı sağlanamamıştır. Öte yandan, % 0.1-0.2 O₂ ve % 1 O₂ + % 10 CO₂ konsantrasyonlarında filiz gelişimi yavaşlatılmıştır. Çürüme ve renk bozulmasındaki gerilemelerden dolayı ise de 5 ve 10 °C'de % 5-15 CO₂, %1-3 O₂ gaz kompozisyonlarında 3 hafta süre ile depolama önerilmiştir (38).

4 °C'de farklı modifiye atmosferde paketlenen sarımsaklar 15 gün süre ile depolanmıştır. Taze sarımsaklar düşük yoğunluklu polietilen, polivinilklorid ve kontrol olarak da delikli polietilen torbalara konulmuştur. Depolama süresinin sonunda düşük yoğunluklu polietilen, polivinilklorid paketler kontrolle kıyaslandığında kimyasal kalite kayıpları en az olmakla birlikte duyu değerlerinin de korunduğu görülmüştür (39).

Soyulmuş sarımsak dişlerinde % 5 O₂ + % 5 CO₂ + %90 N₂ ve % 25 CO₂+ % 75 N₂ gaz kompozisyonlarında düşük yoğunluklu polietilen ve poliamid/polietilen (50 düşük yoğunluklu polietilen ve poliamid/polietilen 20/70) iki farklı paket materyali kullanılarak 5±0.5 °C, % 50 oransal nemde 30 gün süre ile depolanmıştır. Depolama sonunda su kaybı, renk değişimi, filizlenmenin önlenmesi ve çürümeler göz önüne alınarak paket materyali olarak düşük yoğunluklu polietilen, atmosfer bileşimi olarak ise, % 25 CO₂, % 75 N₂ önerilmiştir (40).

Soyulmuş sarımsak dişlerinin polyolefin plastik filmler kullanılarak 5 °C'de 30 gün süre ile depolandığı bir başka çalışmada, % 0 O₂ ve % 24 CO₂ atmosfer bileşiminin renk değişimi ve siyah beneklenmeyi azalttığı, köklenme ve filizlenmeyi baskıladığı görülmüştür (41).

-2 °C'de 8 ay süre ile sarımsak dişleri tohumluk olarak depolanmıştır. Bu dişlerin araziye ekimi sonrasında hasat zamanı bu dişlerden elde edilen sarımsaklar, düşük yoğunluklu polietilen (50 µm kalınlıkta, %2 O₂ + %30 CO₂) torbalarda paketlenerek 0 °C, 10 °C ve 18-23 °C'de 15 gün süre ile depolanmıştır. Depolama sonunda 0 °C'de depolamanın çürüme, su kaybı, kahverengi beneklenme, filizlenme ve köklenmede en etkili yöntem olduğu belirlenmiştir (42).

Genel olarak sarımsaklar kontrollü atmosferde %1-2 O₂, %0-10 CO₂ gaz konsantrasyonlarında 0-2 °C sıcaklıkta 30 gün süre ile depolanmaktadır (43).

Hasat Sonrası Uygulamalar

Sarımsakta kalite korunumunu sağlamak ve depolama sürecini uzatmak amacıyla bazı hasat sonrası uygulamalar yapılmaktadır. Bunlardan biri olan sıcaklık uygulamaları sebze ve meyvelerde sıcak su, sıcak buhar, sıcak hava ile ısıtma olmak üzere 3 şekilde uygulanır. Sıcaklık uygulaması meyve ve sebzelerde, mantarsal hastalıkların ve böceklerin kontrolü amaçlı kullanımının yanısıra etilen sentezinin engellenmesi, solunumun yavaşlatılması, meyve eti yumuşamasını ve renk dönüşümü yavaşlatılması, kuru madde, asitlik, ve aroma bileşiminin korunarak kalitenin korunmasını da sağlar (44, 45).

Sarımsak depolamasında hasat sonrasında ve depolama öncesinde ön soğutma yapılmasının, kalite korunumuna yardım ettiği bildirilmektedir. Örneğin 6 yıllık bir araştırmaya göre farklı çeşitlere ait sarımsak dişleri farklı sıcaklık (-5 °C, 4 °C, 5 °C, 18 °C) ve sürelerde (9, 10, 12, 14, 42 gün) ön soğutmaya tabii tutulan sarımsaklarda, 4 °C'de 2 hafta ve 5 °C'de 9 günlük ön soğutma işleminin, hasat sonrası raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir (46).

Soyulmuş sarımsak dişleri 45; 50; 55; 60 °C'de 2.5; 5; 10'ar dakikalık süreler ile sıcak suya daldırılarak, 0-1 °C sıcaklık ve % 65-75 oransal nemde 6 ay süre ile depolanmıştır. Depolama sonucunda 60 °C'de 2.5 dakika ve 55 °C'de 10 dakika süre ile sıcak su uygulaması yapılan örneklerde sertlik ve acılık üzerinde uygulamanın etkili olmadığı ancak renk ve görünümde etkili olduğu, solunum oranını da artırdığı ayrıca, filizlenme ve köklenmenin engellenmesinde başarılı bir yöntem olduğu tespit edilmiştir (47).

Sarımsaklarda mikroorganizma gelişimini engellemek amacıyla düşük dozda ışın uygulamaları, hasat sonrası uygulama olarak önerilir. Düşük dozlar ürüne zararlı etkide bulunmamaktadır.

UV-C uygulamasının ardından 4; 8; 12; 16 ve 20 °C sıcaklıklarda % 60 oransal nemde 11 gün süre ile depolanan dişlerde, 4 °C sıcaklığın solunum oranı, düşük metabolik aktivite, uzun raf ömrü ve uzun süreli renk korunumu sağladığı ortaya konmuştur (48).

Raf ömrünü belirlemek amacıyla 1.0 kGy gamma ışın uygulaması sonrasında 4 °C sıcaklıkta % 65 oransal nemde 5 ay süre ile depolanan sarımsaklarda, gama ışınının nem, protein ve mineral içeriğine etkisi olmamış, askorbik asit kapsamını koruduğu, bu örneklerin 5 aydan fazla depolanabileceği belirlenmiştir (49).

Diğer Uygulamalar

CaCl₂ uygulamalarının sarımsakta raf ömrünü uzattığı belirtilmektedir. Soyulmuş sarımsak dişlerine yapılan % 2'lik CaCl₂ uygulamasının, solunum oranını düşürerek raf ömrünü 18 günden 40 güne çıkardığı saptanmıştır (50).

Maleik hidrazit (MH) en eski bilinen ve kullanılmakta olan büyüme engelleyicidir. Bilinen etkisi depolama sırasında filizlenmeyi engellemek sureti ile muhafaza süresini uzatmaktadır.

Maleik hidrazit ve gamma ışını uygulamalarının sarımsakta etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, hasattan 2 hafta önce bir grup baş sarımsaklara 15L/ha miktarında % 21'lik (ticari doz) maleik hidrazit ve diğer grup sarımsaklara hasattan 30 gün sonra 20 °C'de 60 Gy dozunda gamma ışın uygulaması yapılarak normal çevre şartlarında 240 gün süre ile depolanmıştır. Depolama sonucunda, gamma ışınının maleik hidrazit uygulaması ile aynı etkiyi gösterdiği ve özellikle sarımsakta filizlenme oranını kontrol altına aldığı saptanmıştır (51).

Sarımsakta dinlenme periyodu süresince içsel hormonların değişiminin incelendiği bir çalışmada Kastamonu sarımsağını bitkisel materyal olarak kullanmışlardır. 7 gün süre ile 25-30 °C sıcaklıkta toprak üzerine dizmek suretiyle güneş altında arazide kurutulmuştur. Sarımsaklar 0, 5, 10, 20 °C ve adi depo koşullarında 10 hafta süre ile depolanarak ABA (Absisik asit), IAA (İndol asetik asit), MH-30 (Maleik hidrazit), BA (Benzil adenin), cycocel,

ethrelin, stokinin ve gibberellik asit hormonlarının değişimi incelenmiştir. Çalışma sonunda, sarımsaklar 0 °C ve 20 °C, de dinlenme periyodunun devam ettiği, 5 °C ve 10 °C dinlenme periyodunun ise daha kısa sürede ortadan kalktığı görülmüştür. İçsel hormon değişimlerinin depolama sıcaklığı ile etkili olduğu bulunmuş, bu hormonların miktarları ile dinlenme süresi arasında yakın ilişki saptanmıştır. Diğer yandan depolama süresince karbonhidrat miktarlarında sürekli azalma olduğu saptanmıştır. Sentetik büyümeyi düzenleyici kimyasal madde uygulamalarında ise IAA ve GA filizlenmeyi teşvik ederken, ABA ve MH-30 filizlenmeyi yavaşlatıcı etki göstermiştir. BA, cycocel, ethrelin ise filizlenmeye etkilerinin belirgin olmadığı belirlenmiştir (52).

Sarımsak depolama esnasında karşılaşılan en büyük sorun siyah küf hastalığıdır. Buna neden olan etmen ise *Aspergillus niger*'dir. Depolama öncesi % 4 lük uçucu yağ (sarımsak ve soğan yağı) içeren çözelti ile soyulan ve soyulmamış olan sarımsak dişleri muamele edilerek depolandığı takdirde depolama sonrasında antifungal tedavi olarak kullanılacağı belirlenmekle birlikte herhangi bir tehlikesi bulunmamaktadır (53).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde sarımsakların baş ve diş olarak depolaması için hasat öncesi ve hasat sonrası herhangi bir kimyasal işlem uygulanmamaktadır. Baş sarımsaklar bakımından üreticiler "mağaza diye tabir ettikleri adi depoları, tüketiciler ise balkon veya buzdolaplarını kullanmaktadır. Sarımsaklar, 0 °C sıcaklık, %60-70 oransal nem'de 6-8 ay'a kadar, soyulmuş sarımsak dişleri ise modifiye atmosferde paketlenerek 0 °C, %60-70 oransal nem'de 3 ay'a kadar başarı ile depolanarak üreticiye sunulabilmektedir. Ancak bunların raf ömrü ve pazar kaliteleri çok düşüktür. Bu durum sarımsağın mikrobiyolojik bozulmaya çok duyarlı olmasından kaynaklanır. Modifiye atmosferde paketlenen sarımsaklarda mikrobiyel aktivitenin artmasıyla solunum artmakta dolayısıyla metabolik aktivite hızlanmakta ve kalite kayıpları hızla artmaktadır. Böyle bir durumla karşılaşmamak için kullanılan ambalaj materyalinin teknik özellikleri (gaz geçirgenliği, paket kalınlığı, paket içi hava akım kolaylığı, paketin taşıma kapasitesi) çok iyi bilinmeli, uygun ambalaj materyalleri

(düşük yoğunluklu polietilen poşet) seçilmelidir. Sarımsaklar, raf ömrünü uzatmak ve uzun süreli kalite korunumunu sağlamak amaçlı havalanabilen yerlerde depolanabilir. Sarımsak depolamasında rastlanabilecek problemlere karşı bir depolama metodu geliştirilerek bu anlamda sıkıntılar yaşayan üreticilerimize bir alternatif uygulama önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Benefits Of Garlics. 2012. The many times of garlic www.benefits-of-garlic.com/types-of-garlic.html. (Erişim tarihi 10.01.2012).
2. FAO. 2011. Top production Quantity. faostat.fao.org/site/339/default.aspx. (Erişim tarihi 10.12.2011).
3. TÜİK. 2011. Türkiye sarımsak üretim miktarı. www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul (Erişim tarihi 01.12.2011).
4. TÜİK. 2011. Türkiye'de iller bazında sarımsak üretimi www.tuikrapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet/ (Erişim tarihi 11.12.2011).
5. TÜİK. 2008. Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul. (Erişim tarihi 11.12.2008).
6. FAO. 2011. Turkey garlic import and export quantity faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535. (Erişim tarihi 10.12.2011).
7. Rahman MS. 2007. Allicin and Other Functional Active Components in Garlic: Health Benefits and Bioavailability. *Food Properties*, 10(2), 245-268.
8. Harris JC, Cottrell SL, Plummer S, Lloyd D, 2001. Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic), *Appl Microbiol Biotechnol*, 57, 282-286.
9. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi. 2011. Domates ve sarımsağın beslenme ve insan sağlığındaki yeri. www.medicine.ankara.edu.tr (Erişim tarihi 16.08.2011).
10. Sermenli M H. 2007. Farklı yöntemlerle elde edilmiş sarımsak (*Allium sativum* L.) ekstraktlarının antitumagenik etkilerinin araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi, Aydın, Türkiye, 20 s.

11. Ayaz E, Alpsoy HC. 2007. Sarımsak (*Allium sativum*) ve Geleneksel Tedavide Kullanımı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31(2): 145-149.
12. Chu Q, Lee DT, Tsao SW, Wang X, Wong YC. 2007. S-allylcysteine, a water-soluble garlic derivative, suppresses the growth of a human androgen-independent prostate cancer xenograft, CWR22R, under in vivo conditions. *BJU Int.* 99 (4), 925-932.
13. Corzo-Martinez M, Corzo N, Villamiel M. 2007. Biological properties of onions and garlic. *Trends in Food Science and Technol*, 18 (12), 609-625.
14. Song L, Cheng ZH, Meng HW. 2007. Study on inhibitive effects of garlic bulb crude extracts on *Fusarium oxysporium* f. *niveum* Snyder et Heansen. J. Northwest A & F Univ. (*Natur. Sci. Edit.*) 35, 135-138 (in Chinese).
15. Su Li and Cheng Zhahui. 2009. *Allium sativum* Extract as a Biopesticide Affecting Pepper Blight. *Vegetable Sci*, 15, 13-23 (in Chinese).
16. Ayala-Zavala JF, Oms-Oliu G, Odriozola-Serrano I, Gonzalez-Aguilar GA, Alvarez-Parrilla E, Martin-Belloso O. 2008. Bio-preservation of fresh-cut tomatoes using natural antimicrobials. *Eur Food Res Technol*, 226 (5), 1047-1055.
17. Sanwal GG, Pyasi A. 2007. Garlic extract plus sodium metabisulphite enhances shelf life of ripe banana fruit. *Food Sci Technol*, 42, 303-311.
18. Wills R, McGlasson B, Graham D, Joyce D. 2007. Postharvest-An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals. 5th ed. CABI, Wallingford, UK, p.202.
19. Cantwell M. 2012. Garlic: Recommendations for maintaining postharvest quality. <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/Garlic> (Erişim tarihi 10.03.2012).
20. Garlic Central. 2012. Storing Garlic www.garlic-central.com/storing.html. (Erişim tarihi 10.12.2012).
21. Bloem E, Haneklaus S, Schnug E. 2011. Storage Life of Field-Grown Garlic Bulbs (*Allium sativum* L.) as Influenced by Nitrogen and Sulfur Fertilization. *J Agric Food Chem.* 59 (9): 4442-4444.
22. Kashmire FR, Cantwell M. 1992. Postharvest handling systems: underground vegetables (Rotos, tubers and bulbs). Kader A. (ed). Postharvest Technology of Horticultural Crops, Publication 3311. 2nd ed. University of California, Davis CA, USA, 271 p.
23. Brewster JL. 2008. Onions and other vegetable alliums. In: CAB International, University Press, UK. 448p.
24. Miedema P. 1994. Bulb dormancy in onion. The effects of temperature and cultivar on sprouting and rooting. *J Horticult Sci.* 69: 29-39.
25. Cantwell MI, 2000. Garlic recommendations for maintaining postharvest quality. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts>. Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA 95616.
26. Vázquez-Barrios ME, Lepiz-Echevarría G, Mercado-Silva E, León-González F. 2006. Study and prediction of quality changes in garlic cv. Perla (*Allium sativum* L.) stored at different temperatures. *Sci Hort.* 108: 127-132.
27. Bayat F, Rezvani S. 2010. Effect of Harvesting Time and Curing Temperature on Some Properties of Iranian White Garlic. Proc. 6th International Postharvest Symposium Eds.: M. Erkan and U. Aksoy *Acta Hort.* 877: 869-875.
28. Nei D, Nakamura N, Umehara H, Roy P, Okadome H, Ishikawa Y, Shiina T. 2007. Effect of Temperature and Gas Composition on Quality of Garlic Bulbs National Food Research Institute, Japan. *Acta Hort.* 746: 77-82.
29. Hughes J, Collin H A, Tregova A, Tomsett A B, Cosstick R, Jones M G. 2006. Effect of low storage temperature on some of the flavour precursors in garlic (*Allium Sativum*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 61 (2), 81-85.
30. Dilley D R. 2010. Controlled Atmosphere Storage-Chronology and Technology. IXth Intl. Contr. Atmos. Res. Conf. *Acta Hort.* 857: 493-501.
31. Kendra KW. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *LWT - Food Sci Technol* 43: 381-392.
32. Sorrentino A, Gorrasi G, Vittoria V. 2007. Potential perspectives of bionanocomposites for food packaging applications. *Trends Food Sci Technol* 18(2): 84-95.

33. Rojas-Grau MA, Avena-Bustillos RJ, Olsen C, Friedman M, Henika PR, et al. 2007. Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films. *J Food Eng* 81(3): 634-41.
34. Due WX, Olsen CW, Avena-Bustillos RJ, McHugh TH, Levin CE, Friedman M. 2008. Antibacterial activity against *E. coli* O157:H7, physical properties, and storage stability of novel carvacrol-containing edible tomato films. *J. Food Sci.* 73(7): 378-383.
35. Sothornvit R, Rodsamran P. 2008. Effect of a mango film on quality of whole and minimally processed mangoes. *Postharvest Biol. Technol.* 47(3): 407-17.
36. Azeredo HMC, Mattoso LHC, Wood D, Williams TG, Avena-Bustillos RJ, McHugh TH. 2009. Nanocomposite edible films from mango puree reinforced with cellulose nanofibers. *J. Food Sci.* 74 (5): 31-35.
37. Bourtoom T. 2008. Factors affecting the properties of edible film prepared from mung bean proteins. *Int Food Res J* 15 (2):167-80.
38. Cantwell M, Hong G, Kang J, Nie X. 2003. Controlled Atmospheres Retard Sprout Growth Affect Compositional Changes and Maintain Visual Quality Attributes of Garlic Proc 8th Int. CA Conference Eds. J. Osterhaven & H.W. Peppelenbos Acta Hort 600: 791-794.
39. Lia X, Lib L, Wangc X, Zhangd L. 2010. Improved keeping quality of fresh-cut garlic sprouts by atmosphere packaging conditions. 2010 2nd Conference on Environmental Science and Information Application Technology. 18: 317-320 (in Chinese).
40. Küşümler A, Özdemir M, Ayyıldız S. 2006. Modified atmosphere packaging of peeled garlic cloves. Proceedings of the 3rd Central European Congress on Food, 7-9 p.
41. Kang J, Lee S. 1999. Modified atmosphere packaging of peeled garlic cloves. *Food Sci. Biotechnol.* 8: 68-71.
42. Park Y. 1999. Effects of MA Packaging and shelf temperatures on the quality of garlic cloves during simulated marketing and consumption. Proc.Int.Symp.on Quality of fresh and fermented vegetables Acta Hort. 483: 331-338.
43. Optimal Fresh. 2011. Sydney Postharvest Laboratory & Food Science Australia Detailed Report Page, www.postharvest.com.au/Garlic.pdf, Australia.
44. Paull R, Chen N. 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 21: 21-37.
45. Lurie S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 14, 257-269.
46. Schmitke R, Hill J. 2001. Use of electronics in cooling seed garlic. Proc. II IS Edible Alliaceae Ed. J. Armstrong Acta Hort. 555: 165-169.
47. Cantwell M, Kang J, Hong G. 2003. Heat treatments control sprouting and rooting of garlic cloves. *Postharvest Biology and Technology* 30: 57-65.
48. Verissimo T, Gil L. 2010. Impact of Different Disinfection Treatments on the Quality Retention of Minimally Processed Garlic. Proc. 6th International Postharvest Symposium. Acta Hort. 877: 627-633.
49. Bib N, Khattak A, Zeb A, Mehmood Z. 2008. Irradiation and packaging –Food safety aspects and shelf life extension of solar dried garlic (*Allium sativum*) powder, *American Journal of Food Technology*, 3 (2), 118-126.
50. Dronachari M, Venkatachalapathy K, Rajashekarappa K. 2010. Effect of pretreatments and packaging on shelf life of peeled garlic cloves. *J. Dairying. Foods & H.S.* 29(2): 130-135.
51. Pellegrini C, Orioli G. 2000. Identification of the method used to inhibit sprouting in garlic. Proc XXV IHC-Part 8. Acta Hort. 518: 55-62.
52. Kaynaş K, Beşirli G, Özelkök S. 1995. Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Sarımsakların Sarımsakların Dinlenme Süresi ve Dinlenme Süresince Yumurru İçsel Hormon Değişimlerinin Saptanması. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü-Yalova, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler Yayın No: 87.
53. El-Mougy NS, El-Gamal NG, Kader A. 2009. Pre-storage application of some essential oils and food preservatives against black mould incidence of garlic cloves during storage. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* November 2009, 42 (11): 1059-1068.