

SEBZELERDE HASAT SONRASI ÜŞÜME ZARARI

POSTHARVEST CHILLING INJURY OF VEGETABLES

Nilgün HALLORAN¹ Rezzan ÇAĞIRAN² M.Ufuk KASIM²

1) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 06110 Ankara

2) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı 06110 Ankara

ÖZET: Düşük sıcaklıkta muhafaza ürünlerde metabolik olayları yavaşlatarak raf ömrünü uzatmakla birlikte fasulye, hiyar, patlıcan, kavun, bamyaya, biber, patates, kabak, domates ve karpuz gibi bazı sebze türlerinde üşüme zararına duyarlılık nedeni ile sıcaklığı fazla düşürmek mümkün olmamaktadır. Üşüme zararı; bitki hücresi, dokusu veya organlarında kritik sıcaklığın altına inilmesi ile ortaya çıkan ve dönüşü olmayan bir zararlanma şeklidir. ÜZ için kritik sıcaklık yaklaşık 7-10°C olarak kabul edilmektedir. Düşük sıcaklığın zararlanmaya yol açma mekanizmaları konusunda çeşitli teoriler mevcut olup kesin nedeni tam olarak bilinmemektedir.

ÜZ dışsal ve içsel birtakım belirtilerle ortaya çıkmakta ve belirtiler daha çok yüksek sıcaklığa alınan örneklerde şiddetlenmektedir. Önemli ürün kayıplarına yol açan bu zararlanmanın engellenmesi veya azaltılabilmesi amacıyla; depo sıcaklığının aralıklı olarak yükseltilmesi, kontrollü atmosferde muhafaza, ambalajlama, hasat sonrası ürüne sıcaklık uygulanması, ürünün kimyasal maddelerle muamelesi ve genetik modifikasyon gibi birtakım yöntemler uygulanmaktadır. Ancak ÜZ'ni engelleme için en etkili yolu ortam sıcaklığının kritik sıcaklık derecesinin altına düşmesinin engellenmesidir.

SUMMARY: Low temperature storage reduces the metabolic activity and prolongs the shelf-life of vegetable crops. However, because of chilling injury it is not possible to decrease the storage temperature below 10°C in some vegetables such as snap bean, cucumber, eggplant, melon, okra, pepper, squash, tomato, potato and watermelon. Chilling injury is an irreversible damage occurs below critical temperatures in cells, tissues and organs. Critical temperature is about 10°C in most tropical and temperate vegetables. There are several hypothesis on the mechanism of chilling injury. However the exact reason which causes chilling injury in vegetables is not certain yet.

Pitting, large sunken areas, discoloration, water-soaked appearance, pulp and seed browning, tissue breakdown, and increased susceptibility to decay are common visual symptoms of CI. The symptoms develop rapidly when product is transferred into higher temperatures. Alternating storage temperatures, controlled atmosphere storage, packaging, postharvest heat and chemical treatments and genetic modification are the methods to prevent or reduce CI symptoms in vegetables. The best method to prevent CI is to avoid temperature decrease below critical level during storage.

GİRİŞ

Ürünleri düşük sıcaklıklarda depolamanın avantajı metabolik olayları yavaşlatmak, dolayısıyla ürünün pazarlanabilir sürelerini uzatmaktır. Bununla birlikte bazı ürünlerin muhafazası sırasında depo sıcaklığının 10°C'nin altına düşürmek durumunda şiddetli fizyolojik zararlanmalar ortaya çıkmaktadır. Donmayı gerektirmeyen bu zararlanma "Üşüme Zararı (ÜZ)" olarak bilinmektedir. ÜZ; bitki hücresi, dokusu ve organlarında kritik sıcaklığın altına inilmesi ile ortaya çıkan ve dönüşü olmayan bir zararlanma şeklidir. Ancak donma zararındaki gibi hücre içinde veya hücreler arası boşluklarda buz kristalleri görülmemektedir (MORRIS, 1982; WILLS ve ark., 1982; SALUNKHE ve DESAI, 1984a; WESLEY ve BRAMLAGE, 1986; MERCER ve SMITTLE, 1992).

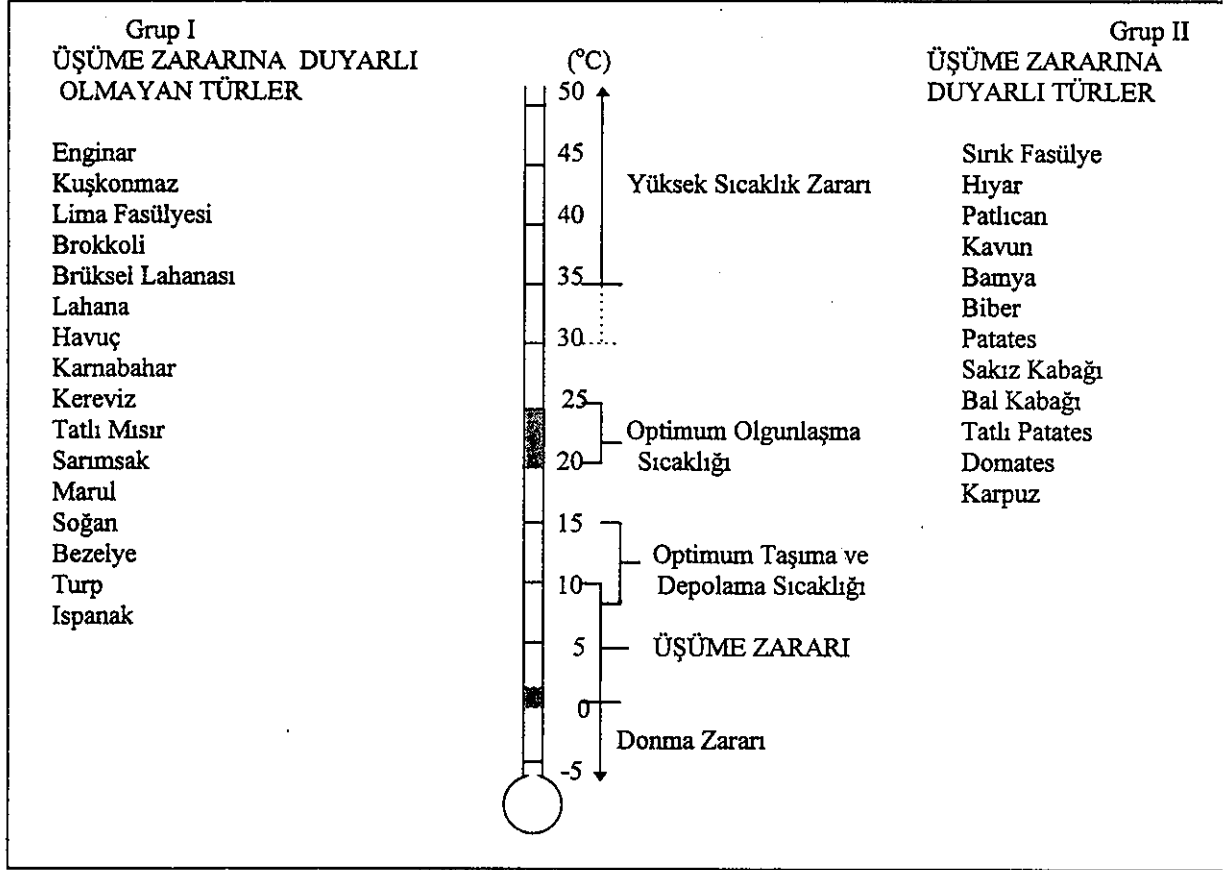
Sebze yetiştiriciliğinde ürün kayıplarını engellemek amacı ile tohum ekiminden hasada kadarki dönemde uygun bakım işlemlerinin yapılmasının yanısıra, hasadın tekniğine uygun olarak yapılması ve hasat sonrası ürünün optimum sıcaklıklarda depolanması zorunludur. Sıcaklıkla doğrudan ilişkili olan ÜZ'nin mekanizmasının, belirtilerinin, duyarlılığın ve zararı azaltıcı yöntemlerin bilinmesi hasat sonrası kayıpların azaltılması açısından ekonomik önemi olan bir konudur.

ÜŞÜME ZARARINA DUYARLILIK VE BUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Üşüme zararının meydana geldiği kritik sıcaklıklar, bitki hücrelerinin yapısına ve bitkinin yetiştirildiği coğrafi bölgeye göre değişmektedir. Graham bu sıcaklıkları tropik ve subtropik ürünler için 10°-15°C olarak belirlemiştir (MARKHART, 1986). RAISON ve ark.'da ılıman iklim bitkilerinde 0°-5°C'lerde ÜZ'nin ortaya çıktığını vurgulamışlardır (COUEY, 1982). Sebze türlerinin ÜZ'na duyarlılıkları Şekil 1'de

görülmektedir. Buna göre sırık fasülye, hıyar, patlıcan, kavun, banya, biber, patates, kabak, tatlı patates, domates ve karpuz ÜZ'na duyarlı türlerdir (KADER ve ark., 1985).

Üşüme sıcaklıklarından kaynaklanan zararlanmanın şiddeti sıcaklığa ve ürünün düşük sıcaklığa maruz kalma süresine bağlı olarak değişir. Ayrıca çeşit, ürünün yetiştiriciliği sırasındaki çevre koşulları ve üşüme sonrası yapılan uygulamalara göre de belirtilerin şiddeti farklılık gösterir. Üşüme kümülatif özelliktedir. Bu nedenle ürünün hasat öncesi ve sonrası maruz kaldığı sıcaklıkların kombinasyonu, üründe toplam ÜZ'nı ortaya çıkarmaktadır (SALVEIT, 1989).



Şekil 1. Sebze türlerinin ÜZ'na duyarlılık durumları

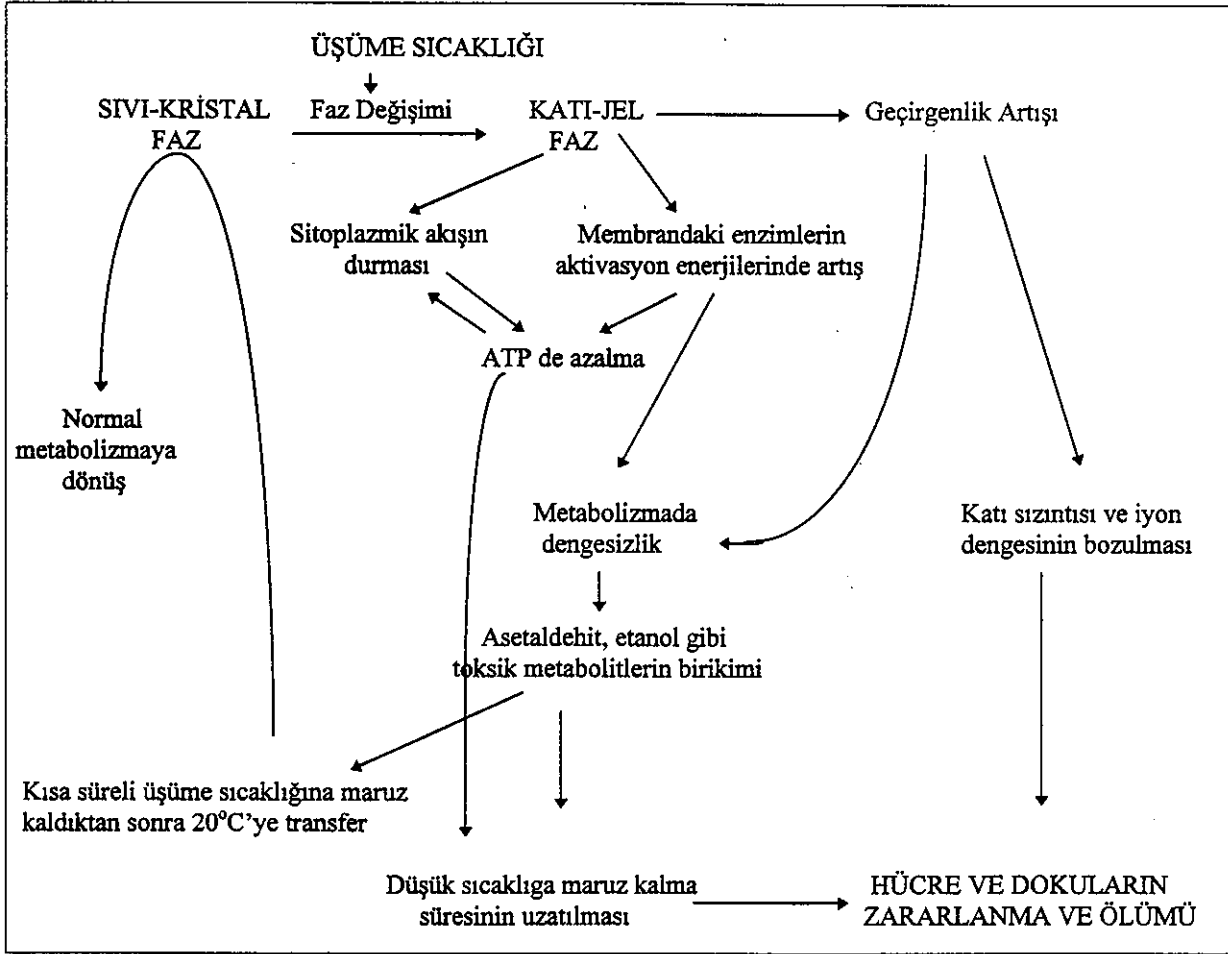
Bazı sebze türleri, üretim döneminin sonu olan sonbahar aylarında yetiştiriciliğin devam etmesi durumunda, özellikle düşük gece sıcaklıkları nedeniyle kalitelerini kaybetmektedir. Örneğin; yeşil olumdaki domatesler arazide ne kadar düşük sıcaklığa maruz kalırlarsa hasattan sonra kalitelerini o kadar hızlı kaybederler. Üşümeye duyarlı olan domates, kabak, hıyar ve biber gibi türler kışın yetiştirildiğinde yazın yetiştirmeye göre ÜZ'na daha duyarlıdır. Ayrıca aynı türün örtüaltında yetiştirilmesi durumunda stres koşullarına alıştırılmadığından açıkta yetiştirilenlere oranla ÜZ'na duyarlılığı artmaktadır.

ÜZ'na duyarlılığı etkileyen bir diğer faktör ürünün olgunluk düzeyidir. Örneğin yeşil olumdaki domatesler ÜZ'na çok duyarlıdır. Olgunluk ilerledikçe duyarlılık azalır. Benzer şekilde Honey Dew kavunları olgun aşamada ÜZ'na daha dayanıklıdır. Eğer olgun bir meyve depodan çıkarıldıktan hemen sonra tüketilecekse üşüme sıcaklıklarında birkaç gün muhafaza edilebilir (SALVEIT, 1989; NGUYEN ve MAZLIOK, 1990).

Sebzelerin ÜZ'na duyarlılığı genetik yapının yanısıra çeşitlere göre değişmektedir. Örneğin; fasulye, hıyar ve domates çeşitlerinde ÜZ'na dayanım açısından farklar vardır (SALTVEIT, 1989).

ÜŞÜME ZARARININ MEKANİZMASI

ÜZ'nın fizyolojik nedeni bilinmemektedir, ancak bazı teorilerle açıklanmaya çalışılmaktadır. Bu teorilerde, ÜZ ile üründe ortaya çıkan bazı değişimler esas alınmaktadır (Şekil 2)(SALTVEIT, 1989).



Şekil 2. Üşüme zararı ile ilgili değişimler

A. Membran Lipitlerinde Faz Değişimi Teorisi

Sıcaklığın bitki hücre zarlarında öncelikli etkisi membran lipitlerinin akışkanlığı üzerine olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda az çok akışkan olan membran lipitleri, kritik sıcaklığın altında jel benzeri hareketsiz bir faza dönüşür. Bu durum membranların özelliklerini, özellikle de enerji üretimi ve protein sentezinde rol alan membran enzimlerinin aktivitesini etkiler. Bu etki tropikal ürünlerin çoğunda 10°-15°C'lik sıcaklıklarda ortaya çıkar. ÜZ'na duyarlı olmayan ılıman iklim türleri için ise bu etki 0°-5°C gibi çok daha düşük sıcaklıklarda görülür.

B. Protein ve Enzimlerdeki Fizyolojik Değişim Teorisi

Bitkilerde soğuğa duyarlı enzimler olduğu bilinmektedir. Glikolizis aşamasında anahtar enzim olan fosfofruktokinaz (PFK) aktif tetramerik formda bulunurken düşük sıcaklıklarda inaktif dimerlere ayrılır. Örneğin patatesin muhafazası sırasında tatlanmasının mekanizması bu inaktivasyonla açıklanmaktadır.

C. Enzim Aktivitesinde Değişim Teorisi

Bazı enzimlerin aktiviteleri ya da sentezlenebilmeleri için üşüme sıcaklıkları civarında eşik sıcaklık dereceleri söz konusudur. Örneğin; caffeoyl-CoA ve quinic asit o-caffeoyltransferase (COT) aktivitesi için eşik sıcaklıklar patatesten 2° ve 5°C'ler, domateste ise 10° ve 12°C'lerdir. Aktivitedeki artışın cycloheximide'in inhibasyonu ile yeni maddelerin sentezlenmesinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Düşük sıcaklıkların enzim aktivitesini yavaşlatarak da zararlandırıcı etkisi olduğu bilinmektedir. Buna örnek olarak marulda ÜZ belirtisi olan kırmızı beneklenmede, düşük sıcaklık nedeni ile PAL enziminin inaktive olmasının etkisi verilebilir.

D. Metabolizma Değişimi Teorisi

Sıcaklık etkisi ile dengenin bozulması metabolizmada değişime yol açabilmektedir. Örneğin trigliseritlerin glikoza dönüşümü sırasında (5,6 kcal/mol), nişastanın glikoza dönüşümünden (3,7 kcal/mol) daha fazla enerji açığa çıktığından yağların birikimi için yüksek sıcaklık gerekmektedir. ÜZ çoğunlukla etanol, asetaldehit gibi bileşiklerin toksik düzeylerde birikimine ve hücrel bozulmalara yol açmaktadır. Bu bileşikler mitokondrideki membranla ilgili enzimlerin glikolizis ürünlerini metabolize etmesindeki yetersizlikten dolayı birikmektedir. ÜZ'nı engellemek için ürünün aralıklı olarak yüksek sıcaklığa alınması işleminin, toksik maddeleri belirli aralıklarla yok ederek zararlandırıcı düzeye ulaşmalarını önlediği sanılmaktadır. Kritik sıcaklıkların altında uzun süre canlılığını sürdürebilen ürünlerin, toksik madde birikimini engelleyebilen bir metabolik sisteme sahip olduğu düşünülmektedir. Solunum ve etilen üretiminin artması ve organik asit kaybı ÜZ'nın içsel belirtileridir (KOZUKUE, 1970; KOZUKUE ve ark., 1978; YAMAUCHI ve OGATA, 1978; MCCOLLUM ve MCDONALD, 1991; MERCER ve SMITTLE, 1992; MENCERALLI ve ark., 1994; LURIE ve ark., 1994b).

Biyolojik sistemlerde aynı substrat için rekabet eden birkaç reaksiyon olabilir. Bu reaksiyonların aktivasyon enerjileri veya Q_{10} 'ları çok farklı ise sıcaklıktaki değişimler bu substratların çeşitli ürünlere dönüşüm oranlarını değiştirecektir. Reaksiyon hızındaki denge bozulmalarının bir sonucu olarak; sentezlerle ilişkili bozulmalarda artış, toksik düzeyde madde birikimi ile metabolik düzenleyiciler veya protein koruyucular olarak görev yapan metabolit miktarlarındaki değişimlere bağlı olarak metabolizma ürünlerinde değişim meydana gelmektedir.

E. Kalsiyumun Cytosolic Düzeylerindeki Değişimler Teorisi

Kalsiyum, bitki hücrelerinde pek çok düzenleyici metabolizmalarda yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda, Ca'un cytosolic düzeyini artıran uygulamalar ile ÜZ'na duyarlı bitkilerde ÜZ'nın etkilerinin azalabileceği belirlenmiştir (SALUNKHE ve DESAI, 1984a; COUEY, 1982).

F. Gaz Düzeylerinde Değişim Teorisi

Sıcaklığın gazların miktarları ve erime özellikleri üzerine etkileri, O₂, CO₂ ve etilen düzeylerinin bazı reaksiyonlarda kontrol edici faktör olması durumlarında sıcaklığı kritik faktör yapmaktadır. Örneğin O₂'in doymamış yağ asitlerinin sentezinde hız sınırlayıcı faktör olduğu bilinmektedir. O₂'in eriyebilme özelliği düşük sıcaklıklarda arttığından doymamış yağ asitlerinin sentezi için düşük sıcaklık gerekecektir.

Çizelge 1. Bazı Sebze Türlerinde ÜZ'nın Oluştugu Sıcaklıklar ve Belirtiler

TÜR	ÜZ için kritik sıcaklık (°C)	BELİRTİLER	LİTERATÜR
Sırk Fasulye	7°C	Yüzey çukurlaşması, yüzeyde kahverengileşme, rengin matlaşması, tohum kararması, çürümeye duyarlılığın artması	SALTVEIT, 1989
Hıyar	7°C	Çeşitli irilikte yüzeysel lekeler, camsı çukurluklar, çürümü	EAKS ve MORRIS, 1956; SALUNKHE ve DESAI, 1984b
Patlıcan	7°-12°C	Beneklenme, zamanla çukurlaşan kahverengi lekeler, kalikte renk değişimi, meyve eti ve tohumda kararma	SALUNKHE ve DESAI, 1984b; ESTEBAN ve ark., 1989; KAYNAŞ ve İNAN, 1991
Kavun	2°-10°C	Yumuşama, çukurlaşma, çürüme, olgunlaşmama, camsı görünüş, yüzeyin sıvı sızıntısı nedeniyle yapışkanlaşma, renk değişimi	SEYMOUR ve ark., 1993
Karpuz	4.5°C	Yüzeyde beneklenme ve çukurlaşma, bu kısımda yüksek sıcaklığa alınca kuruma, kabuğun iç kısmında kırmızımsı-kahverengi renk değişimi, tatta bozulma	SALUNKHE ve DESAI, 1984; HARDENBURG ve ark., 1986; MAYNARD ve ELMSTROM, 1994
Bamya	7°C	Renk değişimi, camsılaşma, çukurlaşma, çürüme	SALTVEIT, 1989
Biber	7°C	Yüzeyde beneklenme, çukurlaşma, tohum ve kalikte renk değişimi, çürüme	GORINI ve ark., 1977; SALUNKHE ve DESAI, 1984b; SNOWDON, 1991; LIN ve ark., 1994
Sakız Kabağı	10°C	Çukurlaşma, özellikle hızlı Alternaria çürüklüğü	BUTA ve WANG, 1993; LURIE ve ark., 1994b
Bal Kabağı	10°C	Hızlı Çürüme	SALTVEIT, 1989
Patates	3°C	Rengin maun rengine dönüşmesi, tatlanma	MORRIS, 1982; SALTVEIT, 1989
Tatlı Patates	10°C	Çukurlaşma, iç kısımda sertleşme, çürüme	SALTVEIT, 1989
Domates	7°-10°C	Buruşma, yumuşama, olgunlaşmanın gecikmesi, çürüme, tohumda renk değişimi, yüzey renginin istenen düzeyde gelişmemesi, omuz kısmında ve yüzeyde çukurlaşma	KADER ve ark., 1985; WESLEY ve BRAMLAGE, 1986; WHITAKER, 1994; BERGEVIN ve ark., 1994

ÜŞÜME ZARARININ BELİRTİLERİ

Üşümeyi izleyen belirtiler (Çizelge 1) diğer stres faktörlerinin etkisiyle de ortaya çıkabilmekte ancak bazıları, yaygın olarak üşüme sonucu meydana gelmektedir. ÜZ fizyolojik bazı fonksiyonları etkilemekte ve genellikle belirtiler yüksek sıcaklığa alındıktan sonra belirginleşmekte ya da şiddetlenmektedir (EFIUVWEVWERE ve THORNE, 1988; SALTVEIT, 1989; SNOWDON, 1991; KAYNAŞ ve SÜRMEİ, 1992). En yaygın ÜZ belirtileri; ürünün yüzeyinde oluşan zedelenmeler, dokuların camsı bir görünüm alması, ürünün yüzeyinde, iç kısmında ve tohumda oluşan renk değişimleri, dokusal bozulmalar, olgunlaşmanın gecikmesi, mikroorganizma faaliyetinde artış, tad ve aromanın bozulması ile tüm bunların sonucu olarak ürünün muhafaza süresi ve raf ömrünün kısılmasıdır (RHEE ve IWATA, 1982; ITO

ve NAKAMURA, 1984; SALTVEIT, 1989; LURIE ve KLEIN, 1991). ÜZ sonucu oluşan bu dış belirtilerin yanısıra içsel bazı değişimler de olmaktadır. Hücreler arası iyon geçişi, iyon sızıntısı, sitoplazmik aktivitenin durması elektron taşınımının bozulması, enzim aktivitesinin azalması, solunum ve etilen üretiminin artması ve organik asit kaybı ÜZ'nin içsel belirtileridir (KOZUKUE, 1970; KOZUKUE ve ark., 1978; YAMAUCHI ve AGATA, 1978; MCCOLLUM ve MCDONALD, 1991; MERCER ve SMITTLE, 1992; MENCERALLI ve ark., 1994; LURIE ve ark., 1994b).

ÜZ ile kabukta ileri aşamada da meyve etinde görülen bozulma, polifenol oksidaz enziminin vakuollerdeki fenolik bileşiklerle reaksiyona girmesi ile açıklanmaktadır. ÜZ olan dokularda katı madde ve elektrolit sızıntısı artmakta ve bu üşüme sonrası plasmalemma membranının geçirgenliğindeki artıştan kaynaklanmaktadır. Tüm türlerde üşümeden sonra iyon sızıntısında artış olmamasına karşın domates, hıyar ve kabakta sızıntı kesin olarak saptanmıştır (ABE ve OGATA, 1978; BUTA ve WANG, 1993; CABRERA ve ark., 1994; WANG, 1994a).

ÜZ ile metabolik olaylardaki değişim ise amino asit, şeker ve mineral tuzların hücreden ayrılması ile hücre yapısının bozulması ve patojen organizmaların gelişmesi şeklinde oluşmaktadır. ÜZ'nda enzimlerde askorbik asit, alfa-keto asitleri ve fenolik maddelerde de değişimler ortaya çıkmaktadır (KOZUKUE ve ark., 1978; YAMAUCHI ve OGATA, 1978; EFIUVWEVWERE ve THORNE, 1988; ESTEBAN ve ark., 1989; MARANGONI ve STANLEY, 1991).

ÜZ dışsal belirtiler incelenerek saptanabileceği gibi son yıllarda belirtiler otaya çıkmadan da saptanmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla infrared spektrofotometre ve PAM florimetresinin, zararlanmış dokulardan olan su sızıntısını saptamak suretiyle kullanılabileceği belirlenmiştir (BUTA ve WANG, 1993; LURIE ve ark., 1994a). Ayrıca dokulardaki iyon sızıntısı, etilen üretimi, solunum hızı ve bazı enzimlerin aktiviteleri ölçülerek de ÜZ saptanabilmektedir (ABE ve OGATA, 1978; YAMAUCHI ve OGATA, 1978; MCCOLLUM, 1989; MERCER ve SMITTLE, 1992; CABRERA ve ark., 1994; MENCARELLI ve ark., 1994).

ÜŞÜME ZARARINI AZALTMA YA DA ENGELLEME YÖNTEMLERİ

ÜZ'nü engellemenin en basit ve etkili yolu sıcaklığı kritik depolama sıcaklığının üzerinde tutmaktır. Ancak bunu her koşulda sağlamak mümkün olmadığından bazı yöntemlerle ÜZ'nin şiddeti azaltılabilmekte veya belirtinin otaya çıkması engellenebilmektedir.

Belirli bir süre üşüme sıcaklığına maruz bırakılan ürünün içinde bulunduğu ortamın sıcaklığını yükseltmek sureti ile ÜZ önlenmektedir. Bu ya sıcaklık yükselmesi ile normal metabolizmanın yeniden inşa edilerek biriken toksik maddelerin uzaklaştırılması ya da kalıcı değişimler olmadan membran, organel veya metabolik aşamalarda zararlanmanın onarılması ile başarılmaktadır. Bu uygulama yetiştiricilik sırasında oluşan ÜZ açısından da etkili olmaktadır (WU ve SALUNKHE, 1975; MORRIS, 1982; ITO ve NAKAMURA, 1984; WANG ve ark., 1994).

Ürünü saran ortamın atmosfer bileşimini, CO₂'i normal atmosferden yüksek ve O₂'i daha düşük olacak şekilde değiştirmek ÜZ'nü engelleyebilmektedir. Bu etki daha çok indirekt yolla olmaktadır. KA'de muhafaza sırasında depo sıcaklığını kritik sıcaklığın oldukça üzerinde tutmak mümkün olduğundan üründe ÜZ riski azalmaktadır (SALVEIT, 1989; MERCER ve SMITTLE, 1992).

Yapılan çalışmalar bazı kimyasal maddelerin hasattan sonra uygulanması durumunda ÜZ'nin azaltılabileceğini ortaya koymuştur. Ca'un daldırma ya da infiltrasyon yolu ile uygulanmasının bu açıdan etkili olduğu belirlenmiştir (COUEY, 1982; SALUNKHE ve DESAI, 1984a). Biber ve hıyarlarda ethoxyquin ve sodyum benzoat, sakız kabığında methyl jasmonate'ın ÜZ'nü azaltılabileceği de ortaya konmuştur (WANG, 1994b).

ÜZ'nin en yaygın belirtisi olan çukurlaşma su kaybından kaynaklanmaktadır. Ambalajlama ile ürünün etrafını saran havanın oransal nemi yükseldiğinden bu ÜZ da engellenebilmektedir (KADER ve ark., 1985; NAKAMURA ve ark., 1986; SALVEIT, 1989).

ÜZ meyvenin olgunluk düzeyi ile ilişkili olup olgun meyveler ÜZ'na daha dayanıklıdır (ABOU ve ark., 1974; ABE ve ark., 1976; SALUNKHE ve DESAI, 1984a; LIN ve ark., 1994; WHITAKER, 1994).

Etilen uygulaması ile meyvenin olgunluk düzeyi artırılarak ÜZ'nin ortaya çıkması engellenebilmektedir (MARANGONI ve STANLEY, 1991).

Hasat sonrası sıcaklık uygulaması türlere göre farklı sıcaklık ve sürelerde yapılan uygulamalarla ÜZ'nü engelleyebilmektedir. Hıyarlarda 42°C'de 30 dakikalık (MCCOLLUM ve MCDONALD, 1991), biberde ise 40°-45°C'de 45 dakikalık (MENCARELLI ve ark., 1994) uygulamalarının ÜZ'nü engellediği belirlenmiştir. Ayrıca yeşil olumdaki domateslerde 45°C'de 48 saatlik uygulama ÜZ'nü 40 gün geciktirmiştir (WU ve SALUNKHE, 1975). SALTVEIT ve CABRERA (1987) domateste 37°C'de 7 saat uygulamayı önermiştir.

Yapılan son çalışmalar ÜZ'nin ancak genetik modifikasyonlarla engellenebileceğini ortaya koymuştur. Bunun için üşümeye dayanıklı genlerin transferi yoluna gidilmektedir. Konu ile ilgili çalışmalar devam etmekle birlikte henüz belirgin bir başarı sağlanamamıştır (SALTVEIT, 1989).

KAYNAKLAR

- ABE, K., K. OGATA, 1978. CI in Eggplant Fruits. V: Changes of K Ion Leakage and Contents of Phospholipids During Storage and Effects of Compounds of Ion Leakage Phospholipid Content and Ultrastructural Changes of Eggplant Fruit Sections. *J. of the Jap. Soc. for Hort. Sci.*, 47(1): 111-120.
- ABE, K., K. CHACHIN, K. OGATA, 1976. CI in Eggplant Fruits. II. the Effects of Maturation and Harvesting Season on Pitting Injury and browning of Seeds and Pulp During Storage. *J. of the Jap. Soc. for Hort. Sci.*, 45(3): 307-312.
- ABOU, A.B., M.M. MAKSOAD, K.A. SAMIE, A.S. KADER, 1974. Effect of Picking Stage and Temperature on Quality and Ripening of Tomato Fruits. *Gartenbauwissenschaft*, 39(1): 37-45.
- BERGEVIN, M., G.P. L'HEUREUX, C. WILLEMOT, 1994. Tomato Fruit Chilling Tolerance in Relation to Internal Atmosphere After Return to Ambient Temperature. *Post. News and Inf.*, 5(1): 128.
- BUTA, J.G., C.Y. WANG, 1993. Early Detection of Chilling Injury With Fouries Transform Infrared Spectroscopy. *HortScience*, 28(10): 1043-1044.
- CABRERA, R.M., M.E. SALTVEIT, K. OWENS, 1994. Cucumber Cultivars Differ in Their Response to Chilling Temperatures. *Post. News and Inf.* 5(2): 549.
- COUEY, H.M. 1982. Chilling Injury of Crops of Tropical and Subtropical Origin. *HortScience*, 17(2): 162-164.
- EAKS, I.L., L.L. MORRIS, 1956. Deterioration of Cucumbers at Chilling and Non-Chilling Temperatures. *Amer. Soc. for Hort. Sci.* 69: 388-399.
- EFIUWWEVWERE, B.J.O., S.N. THORNE, 1988. Development of CI Symptoms in Stored Tomato Fruit. *J. of the Sci. of Food and Agr.*, 44(3): 215-226.
- ESTEBAN, R.M., E. MOLLA, B. VILLAROYA, F.J. LOPEZ, 1989. Physical Alteration in Eggplant Fruits During Storage at Different Temperatures. *J. of Fod Sci. and Tech.* 26(6): 301-303.
- GORINI, F.L., P.E. ZERBINI, L. UNCINI, 1977. Storage Suitability of Some Sweet Pepper Cultivars *Capsicum annum* as Affected by Temperature and Packaging. *Acta Hort.*, 62: 131-149.
- HARDENBURG, R.E., E.W. ALLEY, C.Y. WANG, 1986. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Nursery Stocks. *US Depi. of Agric., Agric. Handbook* 66, 136 p.
- ITO, T., R. NAKAMURA, 1984. The Effect of Fluctuating Temperature on CI of Several Kind of Vegetables. *J. of the Jap. Soc. for Hort. Sci.*, 53(2): 202-209.
- KADER, A.A., F.K. ROBERT, F.G. MITCHELL, S.M. REID, N.F. SOMMER, J.F. THOMPSON, 1985. Postharvest Technology of Horticultural Crops. *Coop. Ext., Univ. of California, Division of Agr. and Nat. Res., Special Public.* 3311, 193 p.
- KAYNAŞ, K., Y. İNAN, 1991. Bazı Patlıcan Çeşitlerinin Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerinde Araştırmalar. I. Pala-49. Açıkta Sebze Yet. Araşt. Proj., Atatürk Bahçe Kült. Merkez Araşt. Enst., Yalova.
- KAYNAŞ, K., N. SÜRMEİLİ, 1992. Bazı Domates Çeşitlerinin Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerinde Araştırmalar. III. Inviscus-Şencan-9. Açıkta Sebze Yet. Araş. Proj. Ara Sonuç Raporu, Atatürk Bahçe Kült. Araşt. Enst., Yalova.
- KOZUKUE, N., 1970. Quality Changes and the Mechanism of Chilling Injury in Peppers Stored at Low Temperature. *Food Industry*, 13(16): 90-93.
- KOZUKUE, N., E. KOZUKUE, M. KISHIGUCHI, S.W. LEE, 1978. Studies on Keeping-Quality of Vegetables and Fruits. III. Changes in Sugar and Organic Acid Contents Accompanying the Chilling Injury. *Scientia Hort.*, 8(1): 19-26.
- LIN, W.C., J.W. HALL, M.E. SALTVEIT, 1994. Fruit Ripening Affects Chilling Injury of Greenhouse Peppers. *Post. News and Inf.* 5(2): 611.
- LURIE, S., J.D. KLEIM, 1991. Acquisition of Low-Temperature Tolerance in Tomatoes by Exposure to High-Temperature Stress. *J. of Amer. Soc. for Hort. Sci.*, 116(6): 1007-1012.
- LURIE, S., J.O. KLEIN, C. WATKINS, G. ROSS, P. BOSS, I.F. FERGUSON, 1994a. Prestorage Heat Treatment of Tomatoes Prevents Chilling Injury and Reversibly Inhibits Ripening. *Post. News and Inf.*, 5(2): 795.
- LURIE, S., R. RONEN, E. MEIER, 1994b. Determining CI Induction in Green Peppers Using Nondestructive Pulse Amplitude Modulated (PAM) Fluorometri. *Hort. Abst.*, 64(7): 5451.

- MARANGONI, A.G., D.W. STANLEY, 1991. Studies on the Long-Term Storage of Mature Green Tomato Fruit. *J. of Hort. Sci.*, 66(1): 81-84.
- MARKHART, A.H. 1986. Chilling Injury; A Review of Possible Causes. *HortScience*, 21(6): 1329-1333.
- MAYNARD, D.N., G.W. ELMSTROM, 1994. Triploid Watermelon Production Practices and Varieties. *Post. News and Inf.*, 5(3): 1120.
- MCCOLLUM, T.G., 1989. Physiological Changes in Yellow Summer Squash at Chilling and Nonchilling Temperatures. *HotScience*, 24(4): 633-635.
- MCCOLLUM, T.G., R.E. MCDONALD, 1991. Elektrolyte Leakage Respiration and Ethylene Production as Indices of CI in Grapefruit. *HortScience*, 26(9): 1191-1192.
- MENCARELLI, F., B. CECCANTONI, A. BOLINI, G. ANELLI, 1994. Influence of Heat Treatment on the Physiological Response of Sweet Pepper Kept at Chilling Temperature. *Post. News and Inf.* 5(2): 619.
- MERCER, M.D., D.A. SMITTLE, 1992. Storage Atmospheres Influence Chilling Injury and Chilling Injury Induced Changes in Cell Wall Polysaccharides of Cucumber. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117(6): 930-933.
- MORRIS, L.L., 1982. Chilling Injury of Horticultural Crops; An Overview. *HortScience*, 17(2): 161-162.
- NAKAMURA, R., S.FUJII, A. INABA, T. ITO, 1986. Effect of Weight Loss Prior to Cold Storage on Chilling Sensitivity in Eggplant. *Scientific Reports of Fac. of Agric. Okayama Univ.* No. 68, 19-25.
- NGUYEN, X.V., P. MAZLIAK, 1990. Chilling Injury Induction Accompanied by Galactolipid Degradation in Tomato Pericarp. *Plant Physiology and Biochemistry*, 28(2): 283-291.
- RHEE, J.K., M. IWATA, 1982. Histological Observations on the CI of Eggplant Fruit During Cold Storage. *J. of the Japanese Soc. for Hort. Sci.*, 51(2): 237-243.
- SALTVEIT, M.E. Jr., R.M. CABRERA, 1987. Tomato Fruit Temperature Before Chilling Influences Ripening After Chilling. *HortScience*, 22(3): 452-454.
- SALTVEIT, M.E. Jr., 1989. Temperature Extremes. *Lecture Handout. Univ. of California, Davis*, p: 1-9.
- SALUNKHE, D.K., B.B. DESAI, 1984a. *Postharvest Biotechnology of Vegetables. Vol I*, CRC Press, Inc. Florida, 208 p.
- SALUNKHE, D.K., B.B. DESAI, 1984b. *Postharvest Biotechnology of Vegetables. Vol II*, CRC Press, Inc. Florida, 194 p.
- SEYMOUR, G.B., J.E. TAYLOR, G.A. TUCKER, 1993. *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman and Hall, 2-6 Boundary Row, London, ISBN 0 412 40830 9, 454 p.
- SNOWDON, A.L. 1993. *A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables. Vol 2. Vegetables*. Wolfe Scient. Ltd. ISBN 0 7234 1636 2, 416p.
- WANG, C.Y. 1994a. Relation of Chilling Stress to Polyamines in Zucchini Squash. *Post. News and Inf.*, 5(2): 796.
- WANG, C.Y. 1994b. Reduction of Chilling Injury by Methyl Jasmonate. *Acta Horticulturae* 368, *Postharvest* 93, p: 901-907.
- WANG, C.Y., G.F. KRAMER, B.D. WHITAKER, W.R. LUSBY, 1994. Temperature Preconditioning Increases Tolerance to Chilling Injury and Alters Lipid Composition in Zucchini Squash. *Post. News and Inf.*, 5(1): 137.
- WESLEY, R.A., J.W. BRAMLAGE, 1986. Chilling Sensitivity of Tomato Fruit in Relation to Ripening and Senescence. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111(2): 201-204.
- WHITAKER, B.D. 1994. A Reassessment of Heat Stress as A Means of Reducing Chilling Injury in Tomato Fruit. *Post. News and Inf.*, 5(2): 795.
- WILLS, R.B. H., T.T. LEE, D. GRAHAM, W.B. MCGLASSON, E.G. HAIL. 1982. *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. The AVI Pub. Com. Inc. Connecticut, 161 p.
- WU, M.T., D.K. SALUNKHE, 1975. Effect of Alternating Storage Temperatures on Ripening of Tomato Fruits. *Lebensmittel Wissenschaft Technologie*, 8(3): 119-120.
- YAMAUCHI, N., K. OGATA, 1978. Physiological and Chemical Studies on Ascorbic Acid of Fruits and Vegetables. *J. of the Jap. Soc. for Hort. Sci.*, 47(1): 121-127.