

Hasat Sonrası Fungal Hastalıklarla Kimyasal ve Biyolojik Mücadele¹

Mehlika Benli²

Özet

Hasat sonrası taze meyve ve sebzelerde meydana gelen bozulmalar, büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hasat sonrası ürünlerde görülen hastalık ve bozulmaların büyük kısmını fungal hastalıklar oluşturmaktadır. Bunlar meyve ve sebzelerde önemli zararlar yapan, kaliteyi düşüren ve genellikle raf ömrünü bitiren hastalık etmenleridir.

Üretim aşamasından başlayarak hasattan sonra veya satışa sunulmak üzere paketlenen meyve ve sebzelerde 1960'lı yıllardan bu yana zararlı hastalıklarla mücadelede fungusitler veya kimyasallar kullanılarak kayıplar asgari düzeye indirilmeye çalışılmaktadır.

Sık periyotlarla ve bilinçsizce kullanılan birçok kimyasal, suda erimeyen ve doğada nötralize edilemeyen bileşiklerden oluşmaktadır. Özellikle fungusitler doku içlerine kadar işlemektedir. Meyve ve sebze yüzeylerinde kalan kimyasal artıklar insan ve çevre sağlığını tehdit etmekte, yararlı organizmaların yok olmasına neden olarak doğal dengenin bozulmasına sebebiyet vermektedir.

Son yıllarda yüksek seviyelerdeki fungusitlere toleranslı patojen şuşlarının ortaya çıkması, fungusitleri yetersiz kılmıştır.

Bütün bu olumsuzluklar karşısında araştırmacılar fungusitlere alternatif olabilecek biyolojik mücadeleye yönelmişlerdir.

Biyolojik mücadele ile çalışan bilim adamları meyve, sebze türlerine, yetiştirme bölgelerine ve çevre şartlarına bağlı olarak hasat sonrası hastalıklarda etkili sonuç veren mikroorganizmaların varlığına dikkatleri çekmişler ve en az fungusitler kadar etkili olabileceklerini ileri sürmüşlerdir.

Biyolojik mücadelede kullanılan biyolojik ajanların bir çok avantajı bulunmaktadır. Ajanların bitkilerin yetiştikleri ortamda ve bitki üzerinde bol miktarda bulunması,

¹Bu çalışmada; Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalında Prof. Dr. Lütfü Çakmakçı danışmanlığında Mehlika Benli tarafından 2000 yılında tamamlanmış "Elmalarda Hasat Sonrası Bozulmaların Antagonistik Mikroorganizmalarla Biyolojik Kontrolü" adlı doktora tezinden yararlanılmıştır.

²Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Beşevler-ANKARA Yazışmalardan sorumlu yazarın E- posta adresi: benli@science.ankara.edu.tr

temini kolay ve ucuz olması, doğal ortamda bulunmaları ve insan sağlığını tehdit edici özelliklerinin olmaması ayrıca su ile yıkanarak meyve ve sebze yüzeylerinden arındırılabilmesi nedeniyle oldukça elverişli bir yöntemdir ve meyve, sebze yüzeylerinden izole edilen mikroorganizmalar ile hasat sonrası hastalıklarının kontrolü sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hasat sonrası hastalıklar, Kimyasal mücadele, Biyolojik mücadele

Giriş

İnsan beslenmesinde meyve ve sebzeler gerek içerdikleri vitamin, mineral ve gerekse lezzet açısından önemli ürünlerdir. Bu ürünler beslenmede taşıdıkları önem nedeniyle taze olarak tüketilmek zorundadır. Özellikle son yıllarda tüketilen besinlerde güvenilir olması, doğal ve sağlık yönünden risk taşımaması aranılan özellikler durumundadır. Gelişmiş ülkelerde büyük bir halk kitlesi taze olarak tüketilen ürünlerde hastalık etmenleri, mikroorganizma kaynaklı toksinler ve kullanılan kimyasalların kalıntıları konusunda çok daha duyarlı davranmaktadır.

Meyve ve sebzelerde en büyük kayıplar fungal kaynaklı organizmalar tarafından oluşturulan çürüklerle meydana gelmektedir. Bu kayıpları en aza indirmek için uzun süreden beri değişik fungusitler yaygın biçimde kullanılmaktadır (1). Ancak, bunların insan ve çevre sağlığı üzerinde yarattığı olumsuzluklar ve hastalık etmenlerinin bazı fungusitler karşısında dayanıklılık kazanmaları nedeniyle, kimyasal savaşıma alternatif olabilecek savaşım yöntemleri üzerinde daha yoğun bir biçimde durulmaya başlanmıştır (1). Hasat sonrası hastalıklarla savaşım; hastalık nedenleri, bulaşma şekilleri ve hastalıklarla mücadelede kullanılacak yöntemler hakkında bilgi sahibi olunması ve bilinçli bir savaşım yolu seçilmesiyle mümkün olacaktır. Böylece kayıplar azalacak, en azından daha az kimyasalın yer aldığı yeni yöntemler kullanılacaktır.

Ürünlerde Hasat Sonrası Meydana Gelen Hastalıklar ve Nedenleri

Hasat sonrası, taze meyve ve sebzelerde meydana gelen bozulmalar, ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hasat sonrası fizyolojisi konusundaki bilgi eksikliği ve hasat sonrası depo koşullarının uygun olmaması gibi nedenler kayıpları artırmaktadır.

Tarımsal ürünlerde hasat sonrası görülen hastalıklar, ürünlerin hasat edilmesi, paketlenmesi, pazara taşınması ve depolanması sırasında gelişen süreçlerde ortaya çıkmaktadır. Hasattan sonra ürünlerde görülen hastalık ve bozulmaların nedenlerini iki grup altında toplamak mümkündür.

Abiyotik Kaynaklı Faktörler

Metabolitlerin eksikliği veya fazlalığı, ürünün bulunduğu ortamın nemi ve sıcaklığı, kimyasal ve fiziksel yaralanmalar hasattan sonra ürünlerin bozulmasına neden olan abiyotik faktörlerdir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Fizyolojik bozukluklar (3)

Don Zararları	-Domates, biber, kabak, patlıcan, tatlı patates, kavun, beyaz patates, muz ve turunçgillerde görülür. -Taş çekirdekli meyveler ve beyaz patatesten iç kısımlarda bozulmaya neden olur.
Sıcak Zararları	-Elma, armut ve şeftalide iç bozulmalar -Elma ve armutlarda yüzey yaraları meydana gelir.
Uyumsuz Havalandırma	-Bozulma -Toksik gazların üretimine neden olur.
Kontrollü Atmosfer	-Düşük O ₂ ve yüksek CO ₂ seviyeleri elmalarda zarar yapar.
Mineral elementlerin eksikliği veya toksisitesi	-Ca eksikliği veya fazla N, K → Kerevizde -Bor noksanlığı → Kerevizde – çatlama -Bakır fazlalığı → Kabaklarda - Siyah benek -Ca, Bor noksanlığı → Elmalarda - Acı çürük -İçte sulanmaya neden olur.
Su ve sıcaklık ilişkisi	-Patateslerde - içte kahverengi lekelenme -Turunçgillerde - iç kısımda azalma -Elmalarda - içte sulanmaya neden olur.
Şiddetli basınç, yaralanma ve yaralarla temas	-Bütün meyve ve sebzelerde yaralama ve bozulmalar meydana gelir.

Biyolojik Kaynaklı Faktörler

Bu bölümün en büyük kısmını funguslar ve bakteriler oluşturmaktadır. Bunlar depolarda yaygın olarak görülürler ve büyük kayıplara neden olurlar. Virüsler, viroidler, böcekler ve nematodlar daha az öneme sahiptirler, fakat özel bazı ürünlerde önemli kayıplara sebep olabilirler (2). (Çizelge 2)

Patojenlerden İleri Gelen Kayıplar ve Azaltma Yolları

Patojenler meyve ve sebzelerde hasat sonrasında önemli zararlar yapan, kaliteyi düşüren ve genellikle raf ömrünü bitiren (Fungus ve bakteri gibi) hastalık etmenleridir. Ürün henüz gelişme dönemindeyken çeşitli patojenler kutikula ve epidermisi delerek; stoma, lentisel ve çeşitli yaralardan (Böcek, kuş, don, dolu, zedelenme vb.) girerek enfeksiyona neden olurlar. Bu dönemde görülen bulaşmalar ve hastalıklı ürünler işleme aşamasında ayıklanırlar. Ürünlerde hasattan sonra sorun olan hastalıklarda ise etmen hasattan önce ürün üzerine gelir, durgun enfeksiyon şeklinde veya gelişme aşamasında kalarak hasattan sonra gözle görülür halde ortaya çıkar.

Yaş meyve ve sebzeler bol miktarda su ve besin maddesi içerdikleri için patojenlerin hücumuna uğrarlar. Hasattan sonra, direnci azalan ürünlerde kayıplara neden olurlar. Hastalanan ürünler, sağlam olanları da etkilerler, enfekte ürünlerde; etilen sentezi, solunum ve ısı üretimindeki artış olgunlaşmayı hızlandırır. Buna bağlı olarak ürünün direnci azalır ve kolay enfekte olur. Enfekte ürünler sağlam olanları da bulaştırır ve kayıpların daha çok artmasına neden olurlar.

Çizelge 2. Pazarlarda ve depolardaki ürünlerde yaygın olarak görülen hastalıklar ve etmenleri (3).

F a s t a k l ı r	Yumuşak Çekirdekli Meyveler	Mavi küf	<i>Penicillium expansum</i>	
		Kurşuni küf (Gri küf)	<i>Botrytis cinerea</i>	
		Kara çürüklük	<i>Physalospora obsuta</i>	
		Acı çürüklük	<i>Glomerella cingulata</i>	
		Beyaz çürüklük	<i>Botryosphaeria ribis</i> <i>Gloeosporium gloeosporioides</i>	
		Alternaria çürüklüğü	<i>Alternaria alternata</i>	
	Turunçgiller	Alternaria çürüklüğü	<i>Alternaria citri</i>	
		Mavi küf	<i>Penicillium italicum</i>	
		Yeşil küf	<i>P. digitatum</i>	
		Ekşi çürüklük	<i>Geotrichum candidum</i>	
		Sap çukuru çürüklüğü	<i>Phomopsis citri</i>	
		Sap çukuru çürüklüğü	<i>Phomopsis candidum</i>	
		Sap çukuru çürüklüğü	<i>Diplodia natalensis</i>	
	Üzümsü Meyveler	Mavi küf	<i>Pencillium sp.</i>	
		Kurşuni küf	<i>Botrytis cinerea</i>	
		Rhizopus çürüklüğü	<i>Rhizopus stolonifer</i>	
		Cladosporium çürüklüğü	<i>Cladosporium herbarum</i>	
	Taş Çekirdekli Meyveler	Kahverengi çürüklük	<i>Monilinia fructicola</i>	
		Rhizopus çürüklüğü	<i>Rhizopus stolonifer</i>	
		Gri küf	<i>Botrytis sp.</i>	
		Mavi küf	<i>Penicillium sp.</i>	
		Ekşi çürüklük	<i>Geotrichum candidum</i>	
		Alternaria çürüklüğü	<i>Alternaria sp.</i> , <i>Gloeosporium album</i> <i>G. perennans</i>	
		Geç yanıklık	<i>Phytophthora sp.</i>	
		Fusarium yumru çürüklüğü	<i>Fusarium sp.</i>	
		Fusarium solgunluğu	<i>Fusarium sp.</i>	
	D o m a t e s v e B i b e r	Domates ve Biber	Alternaria çürüklüğü	<i>Alternaria alternata</i>
			Kurşuni küf	<i>Botrytis cinerea</i>
			Geç yanıklık	<i>Phytophthora infestans</i>
			Rhizopus çürüklüğü	<i>Rhizopus stolonifer</i>
			Ekşi çürüklük	<i>Geotrichum candidum</i>
		Sebzeler (fasulye, yapraklı sebzeler, yumrulular, soğan, kavun)	Kurşuni küf	<i>Botrytis cinerea</i>
			Sulu yumuşak çürüklük	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Havuçlarda çürüklük			<i>Rhizoctonia carotae</i>	
Rhizopus çürüklüğü			<i>Rhizopus sp.</i>	
Fusarium çürüklüğü			<i>Fusarium sp.</i>	
Soğan çürüklüğü	<i>Sclerotium cepivorum</i>			
B a k t e r i y e l	Patates	Bakteriyel yumuşak çürüklük	<i>Erwinia caratovora</i> pv. <i>Atroseptica</i>	
		Kahverengi çürüklük	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	
		Halkalı çürüklük	<i>Corynebacterium sepedonicum</i>	
	Sebzeler (soğan, Salatalık, biber, domates, fasulye, kavun, yumrulular)	Kara çürüklük	<i>Xanthomonas campestris</i>	
		Yumuşak çürüklük	<i>Erwinia caratovora</i> pv. <i>Caratovora</i>	
		Koyu-kahve-siyah çöküntüler	<i>Pseudomona spp.</i>	
Viral	Patates	Potato Leaf Roll Virus		

Kayıpların azaltılması için önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin genel ilkeleri:

- a. Bulaşmanın önlenmesi
- b. Hastalık etmeninin yok edilmesi
- c. Etmenin gelişiminin yavaşlatılması
- d. Konukçu direncinin artırılmasıdır.

Patojenler ve bulaşma

Meyve ve sebzelerde hasattan önce zarar yapan patojenler kuvvetli patojenlerdir. Bunlar uygun sıcaklık ve nem koşullarında çimlenir, kabuğu deler, enzimleriyle konukçu hücrelerin çeperlerini parçalarken, karbonhidratlarını kullanır ve toksin salgılayarak hastalık yaparlar. Hasattan sonra zarar yapanlar ise genellikle zayıf patojenlerdir. Ürüne ancak yaralardan girebilirler. Doğrudan girseler bile ürün bu patojenlerin gelişmesini uzun süre durdurabilir. Doğal ortamda çürükçül olarak yaşayan patojenler oluşturdukları sporlarla bulaşırlar (3).

Hasattan sonra en fazla zarar veren ve hastalık oluşturan patojenler funguslardır. Bunlar asitçe zengin olan ürünlerde ve nemli ortamda gelişirler, soğuğa karşı toleransları vardır. Bu patojenler ve hastalık yapma şekilleri şöyledir:

Gizli (=latent) veya gerçek patojenler (doğrudan enfeksiyon)

Hasattan sonra ürün üzerine temas, su, böcek veya hava yoluyla gelen bazı patojen sporları, uygun nem ve sıcaklık bulamadıkları sürece, kabuk üzerine tutunmuş olarak kalırlar. Uygun zemini bulduklarında su alarak şişer, appressoriumu oluştururlar. Çok dayanıklı olan bu yapılar yüzeye sıkıca tutunurlar. Bunun altında gelişen ince sivri hifler kütinaz enzimi salarak kütini hidrolize ederler. Böylece epidermis hücrelerinin canlı çeperlerine ulaşır ve normal hif halini alarak yayılırlar. Epidermis hücreleri yoğun kallosa ve fellojen benzeri maddeler oluşturarak içe doğru hif gelişimini durdururlar. Bir süre gelişimine devam eden patojen, subkutikular hif yığını oluşturur. Esas enfeksiyon öncesinde birkaç ay canlı olarak dinlenmede (=latent) beklerler. Bu latent (gizli) enfeksiyon dönemi ürün olgunlaşmış etmene karşı direnci azalınca dek sürer. Olgunlaşma tamamlanınca hifler epidermisi delerek alttaki dokulara ulaşır. Toksinler ve enzimler salarak kompleks yapılı bileşikler parçalar, hücreleri tüketerek hastalık gözle görülür belirtilerini vermeye başlar. Latent patojenlerin bir kısmı da stoma ve lentisellerin içinde çimlenmiş ve uyur durumda bekler. Bu tip patojenler depolamanın ikinci yarısından sonra olgunlaşmaya paralel olarak zarar verebilirler. *Gloeosporium*, *Nectria galligena*, *Alternaria* latent patojenlere örnek verilebilir (3).

Yara patojenleri

Bazı patojenler kütinaz enzimi salgılayıp kutikulyayı delemeyebilir. Kutikula yüzeyi ise su barındırmaz bir yapıdadır, bu da patojen girişini zorlaştırır. Ancak kabuğun yaralanmasıyla ürün içine girebilen patojenler, ortam sıcaklığına bağlı olarak hızla gelişir ve hiç beklemeden hastalanmaya sebep olurlar. Yara patojenleri doku içi dirence karşı koyarak hızla gelişirler. En önemli yara parazitleri *Penicillium*, *Geotrichum* ve *Rhizopus*'tur. Bunlar kutikulyayı delemeyebilir. Birde, gelişim evresinde

doğal açıklıklar olan stoma ve lentisellerden giren yara parazitleri vardır. *Phytophthora*, *Monilia* ve *Botrytis* bunlara örnek verilebilir (3).

Bulaşma Zamanları

Hasattan önceki bulaşmalar

Bahçede kuru dal, yaprak ve çiçek kısımlarında yaşayan ve çoğalan sporlar, yağmur, rüzgar, böcek, kuşlar, insan yolu ile genç meyve ve çiçeğe ulaşırlar. Hastalık etmenlerinin kimileri ise toprakta çeşitli organik kalıntılarda saprofit olarak yaşarlar. Toz, yağmur damlaları ile yere yakın meyvelere ulaşırlar (3).

Hasattan sonraki bulaşmalar

Bu dönemde ürünün temas ettiği hastalıklı örnekler, çeşitli alet, düzenler, depo ve paketleme evindeki duvarlar, depo ve paketleme evinin havası enfeksiyon kaynağı durumundadır. Ürünlerin hasat edilmesi, taşınması ve pazara hazırlanması sırasında meydana gelen yaralar enfeksiyon etmenlerine ortam oluşturarak hastalık etmenlerinin enfeksiyonunu artırır.

Ürünlerin Depolanması

Depolama; ürünün daha sonra pazarlanmak üzere kalitesini koruyacak koşullarda bekletilmesi işlemidir. Ürünün depolanması pazarlarda ürünün bol ve ucuz olarak bulunabildiği dönemler haricinde de, ürünün bol fakat pahalı pazar bulmasını, tüketilen ve pazarlanan ürünün artmasını, pazarlarda uzun süre daha kaliteli ürün bulunmasını, ürünü değerlendirme endüstrisinin uzun süre çalışmasını, daha çok ürünü işleme ve o oranda da ekonomik gelir payını artırmaktadır (3).

Sağlıklı depolamada önemli olan ortam faktörleri: a) Sıcaklık, b) Bağıl nem, c) Hava bileşimi d) Hava hareketi e) Havalandırma f) Hava basıncı olarak sıralanabilir.

Bugün basit kiler gibi saklama yerleri dışında kalan ve yaygın şekilde kullanılan depolar üç grup altında toplanır (3):

Dış hava ile soğutulan depolar (adi depolar)

Gecenin soğumuş havasının içeri alınmasıyla ürünün soğutulduğu depolardır.

Termomekanik yolla soğutulan depolar (Soğuk hava depoları)

Soğutucu maddenin hal değişimi ile sağlanan soğukluk, ürünün soğutulmasında kullanılır.

Kontrollü atmosferli depolar (KA)

Kontrollü olarak oksijenin azaltılıp, karbondioksitin artırılmasıyla sağlanan depolardır. Bu tür depolar gaz bileşimine göre 3 gruba ayrılır (3).

Tek yönlü

Depo havasındaki O₂ ve CO₂ oranı toplam 0,21 ve azot 0,79 oranındadır. Örn: %14 O₂ %7 CO₂ ve %79 Azot gibi.

İki yönlü

O₂ ve CO₂ oran toplamı 0,21'in altında ve azot oranı 0,79'un üzerindedir. Örn: %3 O₂, %4 CO₂ ve %93 Azot gibi.

Düşük O₂ ile depolama

Bu tür depolarda karbondioksitin birikmesi ve %1'in üzerine çıkmasına izin verilmez. Oksijen oranı havalandırma ile belirli bir değerde tutulur.

Özellikle elma, armut gibi 6-10 ay arasında değişen uzun süreli depolama gerektiren ürünler, hasat sonrası patojenlere son derece açıktır. Bu tarz ürünlerin saklanabilmesi ve kayıpların en aza indirilebilmesi için uygun depo şartları sağlanmalıdır. Bilindiği gibi pek çok çürüme etmeni soğuk hava depolarında (0-4°C) ya da atmosfer kontrollü depolarda (0-4°C, %3 O₂ ve %8'den az CO₂) spor üretmezler. Ancak ideal depo koşullarının olunmaması hasat sonrası hastalıkların önüne geçilmesini zorlaştırmakta ve kayıpları önemli derecede artırmaktadır. Hasat sonrası depo koşullarında en büyük kayıplar fungusların meydana getirdiği hastalıklarla olmaktadır (3).

Hastalık Kayıplarını Azaltmada Kullanılan İlaçlar

Dezenfekte edici maddeler

Depolar, paketlenme evleri çeşitli alet ve düzenleri dezenfekte etmekte kullanılan ilaçlardır. Formalin, Sodyum hipoklorit, dördü amonyum bileşenleri örnek olarak verilebilir (3).

Ürünü dıştan koruyucu maddeler

Bunlar sağlıklı ürün yüzeyinde bulunan mikroorganizmaları yok ederler. Örneğin Sodyum orto fenil fenat (SOPP), boraks, Sodyum karbonat, Difenil (DPA), bütülin, Dikloronitroanilin (DCNA), Captan. Bu kimyasallar oldukça etkilidir ve halen yüksek seviyelerde kullanılmaktadır (3).

Ürünü dıştan ve içten koruyucu maddeler

Bunlar kabuktan içeri nüfuz ederek koruma sağlayan fungusitlerdir. Bu şekilde stoma, lentisel ve yaralardan giren mikroorganizmaları da yok edebilirler. Kalıcı etkileriyle ilaçlamadan sonraki yaralanmalarda da etkili olurlar. Suda iyonize olmaz ve erimezler. Bu koruyucular iki grupta toplanır.

a. Benzimidazol grubu: Örn. benomyl, TBZ, Carbendizim, Thioplonate-methyl

b. İmidazol grubu: Örn. İmazalil, fenopronil, prokloraz (3).

1960'lı yıllardan bu yana süre gelen hastalıklarla mücadelede, özellikle hasat sonrası büyük zararlara ve kayıplara neden olan fungal hastalıklarla mücadelede pek çok fungusit kullanılmıştır.

Hasat sonrası veya satışa sunulmak üzere paketlenen meyve ve sebzeler fungusitler veya kimyasallarla muamele edilmektedir. Bu yolla kayıplar asgari düzeye indirilmeye çalışılmaktadır (4).

İsrail'de yapılan bir çalışmada, hasat sonrası meyve çürümelerinin kontrolünde Fenpropimorf adı verilen bir bileşik kullanılmıştır. Bu bileşik; acı çürük, yeşil küf ve mavi küfe karşı yalnız başına etkili sonuçlar vermiştir. Bu çalışmada Benzimidazole ve İmidazole gibi küf önleyici maddeler de kullanılmış, özellikle *Penicillium* türlerinin kontrolünde zorlanılmıştır. Bu kimyasallara alternatif olarak morpholine ile birlikte balmumu kullanılmış, bu karışımın yanı sıra başka kimyasallar da denenmiştir. En etkili sonucu Fenpropimorf'un su ile hazırlanan formüllerinin kullanılması ile elde edilmiştir (5).

1988-1990 yılları arasında Güney Batı Florida'da yetiştirilen yafa portakalı çiçek açma döngüsü boyunca ve meyve tutmayı azaltıcı etki yapan *Frankliniella bispinosa* ve *Colletotrichum gloeosporioides* zararlarından korunmak için, çeşitli pestisitler ve fungusitler kullanılmıştır. *F. bispinosa* için en etkili sonucu Chlorpyrifos, dimethoate, formetanate, hydrochloride gibi pestisitlerin kullanılması vermiştir. Bununla birlikte fungal patojen olan *G. gloeosporioides* iki ya da daha fazla benomyl muamelesi sonucunda meyve tutumunda önemli bir artış olmuştur (6).

Turunçgil ağaçları üzerine yapılan bir başka çalışmada fungusitler kullanılarak *Phytophthora* türlerinin kontrolü amaçlanmıştır. 15 yıllık ağaçların gövdesine uygulanan metalaxyl, fosetyl-Al, Fosforik asit, oxadixyl, propamocarb, benalaxyl ve ethazol'un sistemik etkisi sonucunda *P. gummosis*, *P. citrophthora*, *P. parasitica* kontrolü üzerinde etkili sonuçlar alınmıştır (7).

1970'li yılların sonlarına doğru turunçgil meyvelerinde hasat sonrası hastalıklara neden olan *P. italicum* ve *P. digitatum*'a karşı imazalil kullanımı, etkili sonuçlar vermiştir (8).

Kaliforniya narenciyelerinde hasat sonrası hastalık yapan *P. digitatum* ve *P. italicum*'un kontrolünde Imazalil kullanılmış fakat 2 yıl gibi kısa bir süre sonra İmazazile karşı dayanıklı suşların ortaya çıkması ile kimyasallar etkisiz kalmıştır. 2 amino-butan (2AB), Sodium orthophenylphenate (SOPP), benzimidazoller (thiabendazole ve benomyl) fungusitlerine karşı tek tek tolerans gösteren *Penicillium digitatum* suşlarının varlığı hatta 2 ve 3 grup kimyasala birden tolerans gösteren suşlar tespit edilmiştir. Bu toleranslı suşların İmazazil ve CGA-64251'e karşı hassas oldukları ayrıca kimyasalların 2'li ve 3'lü bileşiklerinin kullanılmasıyla daha dirençli olabileceği ileri sürülmüştür (9).

İtalya'da yapılan bir araştırmaya göre hasattan sonra turunçgil meyvelerinde *Penicillium* türlerinin kontrolü 1965-1966 yıllarında başlayarak benzimidazol türevlerinin kullanılmasıyla sağlanmaktadır. İtalya'da ve diğer ülkelerde Benzimidazol türevlerinin kullanımı ise thiabendazole ile başlamıştır. Bunu takiben 2-amino butane, benomyl ve methyl-thiophanote kullanılmıştır. Bu kullanılan kimyasallar 10 yıl boyunca çürümeleri kontrol altına almışlardır. Fakat 1975-1976'lı yıllara gelindiğinde daha dayanıklı *Penicillium* türlerinin ortaya çıkması ile turunçgil meyvelerinde *Penicillium* türleri ile mücadelede araştırmacıları başlangıç noktasına geri götürmüştür (10).

Californiya'da 1981'den bu yana, turunçgillerin hasat sonrası hastalıklarının kontrolünde Imazalil kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar ortaya koymuştur ki, Imazalile karşı dirençli *P. digitatum* ve *P. italicum* suşları mevcuttur.

Yüksek seviyelerdeki Imazalile dahi tolerans gösteren bu dayanıklı suşların varlığı, fungusitler ve kombine fungusitleri yetersiz kılmıştır. Bu yetersizlik ve fungusitlerin artık maddelerinin meyve yüzeyinde kalması insan ve çevre sağlığını tehdit eder hale gelmiştir. Bu da araştırmacıları alternatif metodlar aramaya itmiştir (11).

Biyolojik Mücadele

Üretim aşamasından başlayarak gelişme süresince, hasat ve hasat sonrası dönemleri kapsayan süreçte, sık periyotlarda pestisit ve fungusit kullanımı mevcuttur. Hatta çok sık ve bilinçsizce kullanılan bu kimyasal bileşikler suda erimeyen ve doğada nötralize edilemeyen bileşiklerdir. Bu zehirli bileşiklerin kompleks bileşikler halinde uygulanması zehir etkisinin daha çok artmasına neden olmaktadır. Özellikle hasat sonrası bozulmalara karşı kullanılan fungusitler doku içlerine kadar işlemektedir. Bu fungusitlerin meyve yüzeyinde kalan kimyasal artıkları insan sağlığını ve çevre sağlığını tehdit etmekte, yararlı organizmaların yok olmasına da sebebiyet vererek doğa dengesinin bozulmasına neden olmaktadır.

Hasat öncesi pestisit kullanımının doğal mikroflorayı tahrip ettiği ve bunun sonucu olarak ta hasat sonrası hastalıkların arttığı ileri sürülmektedir. Elma ve şeftali meyveleri üzerinde yapılan bir çalışmada, hasat öncesi kullanılan 3 fungusit kullanılmış ve epifitik mikroflorayı nasıl etkilediği araştırılmıştır. Doğal ortamlarda maya dominant flora sahip olan meyvelerde, fungusit kullanımı ve sonrasında mayaların yok olduğu ve ilerleyen zamanda fungusların dominant hale geldiği gözlenmiştir (12).

1987 Amerikan Ulusal Bilim Akademisi raporlarına göre satılan bütün fungusitlerin yaklaşık %90'ında 9 farklı kanserojen bileşik saptanmıştır. Aynı zamanda tüm pestisitler içinde kanser riskinin %60'ını fungusitler oluşturmaktadır.

Mavi küf Amerika'da önemli hasat sonrası çürümelere ve kayıplara neden olmaktadır. Bundan da önemlisi *P. expansum* sadece çürümeye neden olmakla kalmayıp, karsinojenik (kanserojen) madde olan Patulin mikotoksinini üretmektedir. Patulinin yükselmesi veya bulunma derecesi kaliteyi düşürmekte ve insan sağlığını tehdit etmektedir (13).

Bütün bu olumsuzluklar karşısında araştırmacılar biyolojik mücadeleye yönelmişler ve değişik biyolojik ajanlarla, fungusitlere alternatif bir koruma sistemi üzerinde durmuşlardır. Biyolojik ajanların, antagonistik etkileriyle biyokontrolün sağlanmasının avantajlarından biri de ajanların bitkilerin yetiştiği ortamda ve bitki üzerinde bol miktarda bulunmasıdır. Bu nedenle antagonistik mikroorganizmaların temini kolay ve ucuzdur. Doğal ortamda bulunmaları ve insan sağlığını tehdit edici özelliklerinin olmaması, ayrıca su ile yıkanarak meyve ve sebze yüzeylerinden arındırılabilmesi nedeniyle oldukça elverişli bir yöntemdir (14).

Biyolojik kontrol üzerinde çalışan bilim adamları meyve, sebze türlerine, yetişme bölgelerine ve çevre şartlarına bağlı olarak, hasat sonrası hastalıklarda etkili sonuç veren *bakteri* ve *maya* suşlarına dikkatleri çekmişlerdir. Bu mikroorganizmaların en az fungusitler kadar etkili olabileceklerini ileri sürmüşlerdir (15).

Biyolojik Mücadelede kullanılan Bakteri ve Mayalar

Hasat sonrası hastalık etmenleriyle biyolojik mücadelede birçok bakteri ve maya kullanılmış, bu mikroorganizmalar ayrı, ayrı aynı patojenlere denenmiş ve etkili kontrol aktiviteleri saptanmıştır.

Narenciyelerde hastalık yapan mavi ve yeşil küflerin biyokontrolleriyle ilgili çalışmalarda, narenciye ağaçlarının yaprak ayalarından izole edilen 116 bakteri ve 61 mantar izolatu üzerinde invitro ikili kültür ve antibiyosis denemeleri yapılmıştır. Çimlenen sporlar üzerinde 6 bakteri ve 22 mantar izolatının inhibitör etkisi gözlemiştir. Tatlı portakal (*citrus sinerusic*) üzerine açılan suni yaralara spreyle aşılanmış *P. italicum* ve *P. digitatum* patojenlerine karşı en etkili sonucu: B.101, B.41 *Bacillus* türleri, A45NC, A47NC *Pseudomonas* türleri ve F25, T12, F30 *Trichoderma* türleri vermiştir (16).

Bir başka çalışmada elma yüzeylerinden izole edilmiş 200 maya ve bakteri, *B. cinerea* ve *P. expansum* karşı in vitro olarak denenmiştir. Genel olarak bakıldığında mayalar 10^6 kob/ml de en yüksek aktiviteyi gösterirken bakteriler 10^8 kob/ml de etkili olabilmışlerdir. Bütün denemeler boyunca antagonistik aktivite başarısı *P. expansum* kıyasla, *B. cinerea*'lara karşı daha iyi sonuç vermiştir. En etkili biyokontrolu sağlayan 2 maya ve 2 bakteri suşu in vivo olarak elmalar üzerinde denenmiştir. Maya suşları $+4^{\circ}\text{C}$ 'de ve 25°C 'de de aktivite gösterirken, bakteriler düşük derecelerde aynı etkiyi gösterememişlerdir (17).

Elma ve armut meyvelerinde zararlı olan *B. cinerea* ve *P. expansum* türlerine karşı bazı maya ve bakteri suşları denenmiş, *Rhodotorula A-60* suşunda düşük sıcaklıklarda *P. expansum* karşı etkili olduğu, yüksek sıcaklıklarda ise çürümeyi azaltıcı etki yaptığı gözlenmiştir. Armutta yapılan aynı denemeler elmadaki kadar iyi sonuç vermemiştir (18).

Turunçgillerde yapılan bir çalışmada, mavi-yeşil küf patojenlerine karşı iki maya izolatu, *Deboryomyces hansenii*, *Aureobasidium pullulans* ve iki bakteri izolatu *Pseudomonas cepacia*, *Pseudomonas syringae* en iyi antagonistik etkiyi vermiştir (19).

Gelişme periyodu içinde elma ağaç kısımları ve meyveler üzerinden sezon boyunca alınan örneklerle 700'den fazla mikroorganizma izole edilmiştir. Bu izolatlar antagonistik aktiviteleri için *Pezicula malicorticis* ve *Nectria galligena*'ya karşı denenmiştir. İn vitro çalışmalarda 50 izolat patojenlerin 1 veya ikisine birden etkili bulunurken, elma üzerinde yapılan in vivo çalışmalarda 4 bakteri ve 3 maya izolatu başarılı sonuç vermiştir (20).

Hasat sonrası narenciyeler üzerinde çürümeye yol açan *Penicillium digitatum*'un *Bacillus pumilus* ile yapılan mücadelesinde kimyasallarla yapılan mücadeleden daha iyi sonuç vermiştir. *P. digitatum* karşı güçlü antagonistik etki gösteren *Bacillus pumilus*, Valencia portakalı, Washington Novel portakalı, Lisbon limonu üzerinde denenerek biyolojik kontrolü sağlanmıştır (21).

Valencia ve Washington portakalları üzerinde yapılan diğer bir çalışmada, bakteriyel hücre süspansiyonları kullanılarak guazatine ve imazalilin fungusitler üzerinde

gösterdiği kontrolle kıyaslanmıştır. 10 hafta paketlenerek 12°C'de depolanan ürünler 5 hafta süresince fungusitler kadar iyi koruma sağlamıştır. 10 haftanın sonlarında fungusitlere nazaran kontrol nisbeten azalmıştır. *Alternaria* çürümeleleri ise ne fungusitler ne de biyokontrol ajanları önleyememişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre Washington Novel portakalına hasattan 1 ay önce *P. cepacia* hücre süspansiyonlarının spreylenmesi yeşil küf ve mavi küf kayıplarını önemli ölçüde azaltmıştır (22).

Elmalarda hasat sonrası hastalıklara neden olan *P. expansum* ve *Botrytis cinerea*'ya karşı 95 bakteri izolatını denendiği in vitro ve in vivo çalışmalarda, 3 izolat *P. expansum*'a 2 izolat ise *B. cinerea*'ya karşı etkili bulunmuştur. Yapılan identifikasyon testlerine göre bu izolatların *Bacillus* sp. olduğu saptanmıştır (23).

Elma yapraklarından 107 epifitik bakteri izole edilmiştir. *B. cinerea* ve *P. expansum*'a karşı denenen bu bakterilerden; 13 tanesi *B. cinerea*'ya 13 tanesi de *P. expansum*'a karşı etkili olmuştur. Bu izolatlardan yalnızca 6 tanesi her iki patojene birden etkili bulunmuştur. İn vitro koşullarda alınan sonuçlar in vivo olarak denendiğinde aynı oranda başarı sağlanamamıştır. 20°C'lik depolarda denenen elmalarda başarı yükselirken +4°C depolarda başarı yüzdesi oldukça düşmüş ve yalnızca 8 izolat +4 derecede kontrol kapasitesini koruyabilmiştir (24).

Narenciye, elma, armut gibi depo ömrü uzun olan ve hasat sonrası hastalık etmenleriyle daha uzun süre mücadele etmek zorunda kalan ürünlerde, depo koşullarında biyolojik ajanların etki kapasitelerinin yüksek olması gerekmektedir. Biyolojik mücadelede kullanılan bakteri ve mayalardan yüksek sıcaklıklarda etkili sonuçlar alınırken, düşük sıcaklıklarda bakteriler yeterli aktivite gösterememişlerdir (24, 17).

Biyolojik ajan olarak kullanılan mayalar, soğuk hava koşullarına toleranslı olmaları ve hasat sonrası hastalık etmenleriyle ortak yer ve besin ihtiyaçlarına sahip olmaları nedeniyle biyolojik mücadelede etkili ajanlar olarak düşünülmektedir. Biyolojik mücadelede özellikle epifitik mayalar üzerinde yapılmış pek çok çalışma mevcuttur. Greyfruit yeşil küfleri üzerinde yapılan bir çalışmada da *D. hansenii* mayası kullanılmış ve antagonist mayalar misel gelişimini ve spor çimlenmesini inhibe ederek, yeşil küf gelişimini kontrol altına almayı başarabilmişlerdir (25, 26).

Yine bir başka çalışmada, *Hanseniaspora uvarum* ve *Debaryomyces hansenii* mayaları elma ve şeftalilerde hasat sonrası hastalıkların biyokontrolünde kullanılmıştır. *H. uvarum* şeftali *Rhizopus* küflerini kontrol altına alırken *D. hansenii*, şeftali *Botrytis* küflerine ve Elma *Penicillium* küflerine karşı etkili olmuştur (27).

Elmalarda hasat sonrası hastalıklara neden olan üç majör patojene karşı *Candida sake*'nin kontrol aktivitesi denenmiştir. *B. cinerea* ve *Rhizopus nigricans*'ın tamamen kontrolü sağlanırken, *P. expansum*'da % 80 başarı sağlanmıştır. Kontrollü atmosfer şartlarında *C. sake*, elma ve şeftali meyveleri üzerinde denenmiş ve daha etkili kontrol sağlamıştır (28).

Elmalardaki mavi küf etmenlerine ve kiraz kahverengi küf etmenlerine karşı doğal saprofitik 6 maya izolatı denenmiştir. 2 *Cryptococcus* spp. ve 4 *Rhodotorula* spp. meyveler üzerine patojenlerle birlikte inoküle edilmiş 5-10-20°C'lerde ayrı ayrı

depolanmışlardır. Bütün denemelerde patojen gelişimlerinin tam kontrolü sağlanmıştır (29).

Elma hasat sonrası hastalıklarına karşı doğal ortamda meyve yüzeylerinde potansiyel biyokontrol ajanları mevcuttur. Şeftali meyve yüzeyinden izole edilen *Sporobolomyces roseus* mavi küflere karşı % 100, gri küflere ise % 78 oranında başarı göstermiştir. 1°C ve 18°C'de ayrı ayrı denenmiş ve aynı başarılı sonuç alınmıştır (30).

İtalya'nın kuzeyinde sekiz ayrı bölgede yapılan elma denemelerinde, *Metschnikowia pulcherima* ve *Pseudomonas syringae* hasat sonrası hastalıklara karşı denenmişlerdir. Her iki mikroorganizma *Monilia*, *Penicillium* ve *Botrytis*'in yüksek seviyede kontrolünü sağlarken *Gloeosporium* üzerinde aynı etkiyi gösterememişlerdir (31).

Yine hasat edilmiş elma yüzeylerinden izole edilen 2 maya *Botrytis* çürümelerine karşı denenmiştir. Yaralanan Golden delicious meyvelerine 10⁶ cfu/ml olarak uygulanan mayalar, Botrytis çürümelerini önleyici etki yapmışlardır (2–4°C ve 22°C'lerde). Antagonistik etkisi kanıtlanan mayaların identifikasyonu sonucu; *Trichosporon* sp ve *Candida* sp oldukları anlaşılmıştır (32).

Golden elmaları üzerinde yapılan bir başka çalışmada, hasat edilmiş, meyvelerden 2 maya izole edilmiş ve lezyon inhibitör etkisi bakımından incelenmiştir. *B. cinerea*'ya karşı denenilen *Cryptococcus humicola* ve *Sporobolomyces roseus* tek elmalara uygulanmış, kağıtla sarılarak plastik torbalar içinde paketlenerek 20°C'de depolanmıştır. 1, 2, 3, 4 ve 7. günlerin sonunda yapılan ölçümlerde lezyon çaplarından bir fark görülemedi, 7. günün sonunda patojenin tam inhibisyonu sağlanmıştır. Çalışmada belirtilen diğer bir konu da, olgunlaşmaya paralel olarak artan etilen sentezi, yara çaplarında herhangi bir olumsuz etki yaratmamıştır (33).

Mercier ve Wilson, *B. cinerea*'lara karşı *Candida oleophia*'nın antagonistik etkisini araştırdıkları çalışmalarda, yapay olarak oluşturulan elma yaralarına (18°C'de) inoküle ettikleri mayayı değişik zamanlarda denemişlerdir. Aldıkları sonuçlara göre: yaralanmadan hemen sonra, mümkün olan en kısa zamanda mayaların inoküle edilmesi ile kontrol başarısının buna bağlı olarak arttığına dikkat çekmişlerdir (34).

Elma yüzeyleri üzerinden izole edilen 200 maya yaralanmış elmalar üzerinde denenmiştir. Bu izolatlar içinden LS–11, *Rhodotorula glutinis* ve LS–28 *Cyptococcus laurentii*, en fazla etkiyi gösteren antagonistler olmuştur. Antagonistik etkisi gözlenen LS–11 ve LS–28 şeftali, kivi, üzüm gibi bir çok meyve üzerinde de denenerek benzer sonuçlar elde edilmiştir. *B. cinerea*, *P. expansum*, *Rhizopus stolonifer* ve *Aspergillus niger* patojenleri üzerinde tam koruma sağlayabilmişlerdir. *R. glutinis* ve *C. laurentii* 0 ila 35°C'ler arasında antagonistik etki performansı bakımından kıyaslanmış ve 24°C de performansın en yüksek derecede olduğunu ortaya koymuşlardır (35).

Antagonistik etkileri bilinen mikroorganizmaların ikili kombinasyonlarının uygulanması veya antagonizmi körükleyip kuvvetlendirecek bir takım katkı maddeleriyle biyolojik kontrolü tam olarak sağlamak ve mücadeleyi daha güçlü kılmak mümkündür. Bu amaçla, patojenler üzerine antagonistik mikroorganizmalar kombine şekilde uygulanmıştır (36).

Hasat sonrası hastalıkların biyokontrolünde bakteri ve mayaların kombine kullanılmasıyla daha etkili olabilecekleri ileri sürülmüştür. Elmalar üzerinde yapılan denemelerde, *Pseudomonas syringae* ve *Sporobolomyces roseus* birlikte uygulanarak *P. expansum*'un zararları tamamen ortadan kaldırılabilmiştir (37).

Hasat sırasında 5 hafta boyunca alınan elma örneklerinden izole edilen mikroorganizmalar incelerken, etkili antagonistlerin karıştırılarak uygulanmasının yalnız başına antagonist uygulamalarından daha başarılı olacağı ileri sürülmüştür. Araştırmacıya göre antagonistik etki gösteren mikroorganizmalardan mayalar dominanttır. Ve bu mayalar farklı meyvelerin yüzeylerinden izole edilmiştir. Her meyvede aynı başarıyı sağlamak ancak antagonist mayaların karıştırılarak uygulanmasıyla mümkün olacaktır (38).

Elma ve şeftaliler üzerinde yapılan denemelerde, *B. cinerea* ve *P. expansum* patojenlerine bakteri ve maya izolatları uygulanmıştır. Bakteri *Erwinia* sp ile A-5 suşu kombine edilerek uygulandığında Elma *B. cinerea* küfüne karşı etkili olurken, Maya *Rhodotorula* sp ile A-60 suşu kombine edilerek uygulandığında *P. expansum* küfüne karşı yüksek sıcaklıktakine nazaran düşük sıcaklıkta daha etkili olmuşlardır. Şeftali denemelerinde antagonistlerin daha yavaş iş yaptığı gözlenmiştir (1).

Bir başka çalışmada, tek antagonist yerine elmalarda çürümeye yol açan mavi küflere karşı karışık antagonist kültürü seçilmiştir. En iyi etki veren antagonistlerin ikili gruplar halinde kullanılması mavi küfleri kontrol altına almıştır. TS-D₃ ve TS-E₂ kombinasyonu ile yapılan deneme en etkili sonucu vermiştir. Bununla birlikte yaraya aynı anda verilen iki farklı suşun nasıl olupta geliştiği merak konusu olmuştur. Yapılan incelemeler mayaların farklı karbon mekanizmaları olduğunu ortaya koymuştur. Böylece aynı yarada kolayca gelişebilmekte ve mavi küflerin gelişmesine izin vermemektedir. Bu durum antagonistik etkiyi daha çok artırmıştır (38).

Biyolojik mücadele gücünü artırmak için Antagonistik etkileri bilinen mikroorganizmalar ile birlikte bazı kimyasal maddeler kombine edilerek kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda; kombine uygulamalarla mikroorganizmaların biyokontrol aktivitelerinin arttığı rapor edilmiştir.

Biyokontrol amacı ile elma çeşitleri ve narenciye çeşitleri üzerinde *Candida saitoana* ve biyoaktif olarak % 2'lik Glycolchitosan kullanılmıştır. Biyokontrol etkinin yalnız başına kullanılan *C. Saitoana*'ya veya % 2'lik glycolchitosan'a nazaran daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu kombinasyon bilhassa erken sezon meyvelerinde daha başarılı olmuştur (39).

Elma, portakal ve limon çeşitlerinde yapılan denemelerde, *P. expansum*, *P. digitatum* ve *B. cinerea* 'ya karşı *Candida saitoana* ile birlikte % 2-2deoxy-D-glucose kullanılmıştır. Patojenlerin kontrolü başarıyla sağlanabilmiş ve infeksiyondan 24 saat önce yapılan muamelelerle en etkili sonucu verdiği ortaya konulmuştur (39).

Meyve ve sebzeler üzerinde bulunan ve antagonistik aktiviteleri araştırılan mikroorganizmaların populasyon dinamiği incelendiği zaman mayaların dominant olduğu ve kontrol başarısına paralel olarak yoğunluklarının arttığı gözlenmiştir.

Basidiomycetes grubuna dahil edilen *Cryptococcus laurentii* mayası *B. cinerea* 'lara karşı 5–10–15 ve 20°C lerde elmalar üzerinde denenmiştir. *C. laurentii* doğal ortamda elma yaprak, tomurcuk, ve meyveleri üzerinde bulunan bir mayadır. Enfekte elmalar maya, benomyl ve fosfat tamponu ile ayrı ayrı aşılanmıştır. Bu üç etken, sıcaklıkla birlikte kıyaslandığında en iyi kontrolü 5–10–15°C'lerde mayanın sağladığı ve populasyon dinamiği incelendiğinde maya populasyonunun kontrol başarısına paralel olarak arttığı gözlenmiştir (40).

Elma örnekleri yüzeyinden, kolonize olmuş antagonistik mikroorganizmalardan, *Aureobasidium pullulans*, *Rhodotorula glutinis* ve *Bacillus subtilis*'i seçerek, elmalarda hasat sonrası patojenler olan *P. expansum*, *B. cinerea* ve *Pezicula malicorticis* üzerinde denenmiştir. Biyokontrol aktiviteleri gözlenen bu mikroorganizmaların uygulamaları sezon boyunca meyve ağaç üzerindeyken yapılmıştır. Tarlada elma yüzeyinde populasyonları çoğalan mayalar, hasat sonrası depolarda da populasyon dinamiğini devam ettirmişler ve diğer mikroorganizmalara nazaran daha etkili olmuşlardır (41).

Candida sake ile muamele görmüş elmalar, hasat sonrası patojen populasyonlarına dayanıklılık göstermektedir. Soğuk hava depolarında pestisit ile muamele görmüş ve biyolojik ajanla muamele görmüş meyveler üzerinde yapılan çalışmada, *C. Sake* uygulanan meyvelerin patojenlere dayanıklılığı 7 ay sürmüştür. Pestisit uygulanan elmalarda da başarı aynı düzeydedir. Soğuk hava depolarında mayalar bakterilere nazaran dominanttır. Mayalar içinde ise pembe mayalara nazaran beyaz mayalar predominanttır. 7 ay boyunca incelenen elma yüzeylerinde maya populasyonunda düşmeler olmakla birlikte etkilerini sürdürebilmişlerdir (42).

Golden Delicious elmalarında, tomurcuklanma döneminden başlayarak hasat sonuna kadar her 15 günde bir alınan örneklerle mikrobiyal populasyon dinamiği analiz edilmiştir. Mikrobiyal populasyon iklimik şartlara göre değişiklik göstermiştir. Funguslarda predominant mikroflora *Cladosporium* ve *Alternaria*, mayalarda ise beyaz ve pembe renkte olanlardır. İzole edilen diğer genuslar *Epicoccum*, *Fusarium* ve *Acremonium*'dur. Hasat sonrası önemli olan *P. expansum* ve *B. cinerea* nadiren gözlenen patojenlerdir. Beyaz mayalar ise pembe mayalara nazaran daha fazladır (43).

Antagonistlerin Patojen İnhibisyon Mekanizmaları

Biyokontrol ajanları olarak kullanılan mikroorganizmaların patojen inhibisyon mekanizmaları tam olarak açıklanamamaktadır. Yapılan araştırmalar ışığında birçok bilim adamının birleştiği nokta, Biyoajanların yer ve besin rekabeti, konukçunun patojene karşı direncinin artırılması, antibiyosis ve hiperparazitizm yollarından bir veya birkaçını kullanarak antagonistik etkiyi gösterdikleri yolundadır (44, 45, 46, 3, 14, 47).

Konukçunun patojene karşı direncinin artırılması: Bazı tür ve çeşitler belirli hastalıklara karşı dayanıklı veya duyarlı olurlar. Konukçunun direnci, biyokimyasal yapı ve fizyolojik durumu ile belirlenir. Niteliği tam olarak bilinmeyen dokuda var olan veya sonradan sentezlenen maddelerin etkili olduğu sanılmaktadır. Saponinler, fenol ve fenol glikozitleri hidrolize olarak antifungal aktivite kazanırlar. Genellikle fazla

miktarda fenolik madde ve fenol oksidaz içeren yapılar oksidasyon sonucu esmerleşerek patojenlere direnirler. Direnç sağlayan bu maddeler patojenin enzimlerini etkileyerek inaktive ederler. Bu bölgelerde hiflerin önü kallosa ile keserler, fenolik maddeler ve lignin sentezleyerek fitoaleksini oluştururlar. Fitoaleksinler: Patojenle karşılaşan dokunun sentezlediği fungitoksik maddelerdir.

Konukçunun birleşiminde bulunan dirençle ilgili olan başka maddeler de vardır; örneğin: asitler, özellikle askorbik asit, dokuda okside olabilen ve pH'ını düşürebilen maddelerdir. Düşük pH özellikle bakterial patojenlere etkilidir. Ayrıca ortamda mekanik direnç sağlayan pektik maddeler, selüloz ve hemiselüloz lignin ve mineral maddeler de önemlidir. Özellikle protopektin ve kalsiyum. Bunun yanı sıra bazı eterik yağlar da patojen spor çimlenmesini ve fungal gelişmeyi engellerler. Fakat bazı meyvelerde özellikle turunçgillerde bulunan nonanol Penicillium, pas ve bazı mantarları gelişimini kolaylaştırırlar (3).

Sera salatalıkları üzerinde teşhis edilen *Penicillium oxalicum* patojeninin mikroskopik çalışmalarının yanı sıra Czapek-Dox broth kültürlerinde yapılan kimyasal analizlerde Secalonic acid-D elde edilmiştir. Daha önce tanımlanmamış olan bileşik *Penoxin* olarak adlandırılmıştır. Oxalic asit ve kalsiyum oxalate, gaz kramotoğrafisi ve ışık mikroskopisinde oluşturdukları kristaller incelenmiştir. Rapor edildiğine göre bu kimyasallar salatalık ve domateste çürümeye neden olmaktadır (48).

Penicillium digitatum gibi hasat sonrası patojenlerin spor çimlenmesi için pektik asit gibi bazı substratlara ihtiyaç vardır. Pektik asit ise yaralanmış meyve hücrelerinden salınan Pektin-metilesterazın aktivitesi ile pektinden oluşmaktadır. Yaralanan bölgede pektik asidin oluşumu ise fungal gelişmelere zemin hazırlayacaktır. Bu nedenle meyve yaralanmalarına izin verilmemelidir. Yaralanmış ve *P. digitatum* enfeksiyonlu meyveler üzerinde yapılan bu çalışmada antagonist olarak *Pseudomonas cepacia* (ID 2131) seçilmiştir. Antagonistin yoğun konsantrasyonlu süspansiyonları kullanılmıştır. Fenolik maddelerin sentezinden önce yaralı bitki hücrelerine yakın hücrelerin Phenylalanine ammonia lyase (PAL) aktivitesi artmaktadır. Yaralı bölgelere yoğun antagonist süspansiyonun uygulanmasıyla PAL aktivitesi baskılanmaktadır. Bu baskılama mekanizması bilinmemektedir. Muhtemelen turunçgil meyve metabolizmasına etkili olmakta lignin sentezine bağlı olarak antagonistler PAL inhibe etmektedir. Antagonist uygulanan yaralarda kahverengi pigmentasyon görülmektedir. Bu da fenolik maddelerin oksidasyonuyla açıklanabilir (49).

Filonow, Elmalarda *Botrytis cinerea* zararlarına karşı, *Cryptococcus laurentii*, *Sporobolomyces roseus*, *Saccharomyces cerevisiae* mayalarını kullanırken ortama ethyl, butyl, hexyl acetatlar ilave etmiştir. Denemeler sonucunda mayaların antagonistik etkilerinin azaldığı saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre asetat esterleri spor çimlenmesini uyarıcı etkiye sahiptir (50).

Hasat sonrası çilek, frenk üzümü, kivi ile asma ve kamelya yapraklarından izole edilen *Botrytis cinerea* laboratuvar şartlarında incelenmiş ve 48. saat sonunda en yüksek düzeyde etilen ürettiği ortaya konulmuştur. *B. cinerea* özellikle kivi, üzüm gibi hassas yapılı meyveler üzerinde etilen senteziyle patojenitesini artırmaktadır (51).

Afek ve Szejnberg, narenciyeler üzerinde yaptıkları çalışmalarda *Phytophthora citrophthora*'ya duyarlı ve dayanıklı iki tür narenciye meyvelerini kullanmışlardır. İki

tür meyve kabuğunda biriktirilen scoparone konsantrasyonları kıyaslanmıştır. Duyarlı narenciye kabuklarında scoparone konsantrasyonu az bulunmuş buna bağlı olarak da patojenlere direncin düşük olduğu ileri sürülmüştür (52).

Diplodia natalensis tarafından salgılanan Polygalakturonaz (PG) enzimini inhibe eden bir protein, Valencia portakal kabuğu ekstraktinden elde edilmiştir. Bu inhibitör protein enfekte olmuş veya olmamış bütün meyvelerde izlenmiştir. Jel filtrasyonu ile elde edilen inhibitörün moleküler ağırlığı 54.000 daltona yakındır. Sıcaklık ve proteaz tarafından inaktive olabilen inhibitörün PG ile birleşmesiyle 95.000 dalton molekül ağırlığına sahip INH-PG kompleksi oluşturdukları ve asidik koşullarda bağlanabildiği pH 5'de optimum aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (53).

Yapılan bir başka çalışmada, *Penicillium italicum* ile enfekte olmuş Valencia portakal kabuğunda Polygalakturonaz'ın 3 formu tespit edilmiştir (PGI, PGII, PGIII). Enfekte dokuda enzimin yüksek oranda bulunması mavi küf enfeksiyonu sırasında meydana gelen D-Galakturonik asidin dokuda fazlaca birikmesinden dolayı olabileceği ileri sürülmüştür (54).

Narenciye küfleriyle birlikte bulunan proteinleri çalışan bilim adamları, hastalıklı ve sağlıklı ağaç ekstraktelerini sodium dodecyl sülfate polyacrylamide jel elektroforezinde (SDS-PAGE) koşturulmuş, sonuçlar kıyaslandığında bantları bulunan birçok proteinin sağlıklı ağaçlarda hiç bulunmadığı ya da çok düşük konsantrasyonlarda bulunduğu saptanmıştır. Hastalıklı ağaçlarda ek proteinlere rastlanmıştır (55).

Yer ve besin rekabeti: Doğal ortamda patojen ve antagonist aynı ekolojik çevrede bulunurlar. Besin gereksinimleri ve optimal çevre koşulları bakımından benzerlik göstermeleri nedeniyle sınırlı bir bölgede sınırlı besin ortamında rekabet ederler. Bu konuda bakteri ve mayalar patojenlere kıyasla daha şanslıdır. Hızla besini tüketerek ortamı kaplarlar. Bu şekilde patojenlerin gelişmelerine engel olurlar. Biyolojik savaşta hızla gelişen ve yara çevresini saran antagonistler seçilmelidir ki patojenlerin gelişmesi önlenebilsin.

Yara çevresinde antagonistik mikroorganizmanın iyi çalışabilmesi patojenle karşılaşacak antagonist popülasyonunun iyi tespit edilmesine, uygun O₂ ve besinli zemininin hazırlanmasına bağlıdır (14).

2 ayrı suşu kullanılan *Metschnikowia pulcherrima* mayalarının *B. cinerea*'ya karşı antagonistik etkisi araştırılırken, in-vitro koşullarda ortama litrede 100 gr. fruktoz ilavesi yapılmıştır. Ortama eklenen besin *B. cinerea*'lara karşı mayaların kontrol kapasitesini azaltıcı etki yapmıştır (56).

İki ozmotolerant maya suşu 87 ve 101 *Candida* sp.türleri, Golden elmaları üzerinde lezyon azalma kapasiteleri bakımından kıyaslanmıştır. En etkili kontrol sonuçları patojende 10⁴ – 10⁵ kob/ml, antagonistik mayalarda ise, *P. expansum*'la savaşta 10⁸ kob/ml, *B. cinerea*'da 10⁷ kob/ml en başarılı sonucu vermiştir. Maya suşları % 2'lik CaCl₂, KCl₂ ve CaCO₃ solusyonları içinde süspanse edilerek yapılan denemelerde antagonistlerin daha başarılı olduğu ortaya konulmuştur. Özellikle ortama kalsiyum klorid tuzlarının ilavesi mükemmel sonuç vermiştir (4).

Yine elmalarda yapılan bir çalışmada, *B. cinerea* ve *P. expansum* türlerine karşı epifitik maya ve bakteri suşları denenmiş, en etkili populasyon yoğunluklarının mayalarda 10^6 cfu/ml, bakterilerde ise 10^8 kob/ml olduğu ortaya konulmuştur. +4 ve 25°C lerde elma yaralarına uygulanan antagonistlerden mayalar daha başarılı sonuç verirken, bakterilerde +4°C de direnç düşmüş ve popülasyonda azalma gözlenmiştir. Başarılı bulunan maya suşlarına % 2 CaCl₂ ilavesiyle biyokontrol aktivitesi limit düzeyde gerçekleşmiştir (17).

Paketleme evlerinde ve depolarda bulunan hava bileşimi antagonistler ve patojenler için çok önemlidir. Ortamda yüksek CO₂ konsantrasyonu meyvelerde toksik dozda süksinik asit birikmesine yol açar, özellikle elmada öz kararmasına ve patojenlerin zararına açık hale gelmesine yol açar. Ortamda O₂ azaldığı zaman meyve solunumu bozulur ve anaerob solunum devreye girer. Bu da dokularda asetaldehit ve etil alkol birikmesine o da meyve bozulmalarına neden olmaktadır. Yine ortam sıcaklığı meyve olgunlaşmasını hızlandırır, buna bağlı olarak da direnç düşer ve patojenlere açık hale gelir (3).

Modifiye atmosferli paketleme evlerinde elmalar üzerinde bakteriyel antagonistlerin *B. cinerea*'ya karşı kontrol etkisi diğer paketleme evlerindeki kontrol ile kıyaslanmıştır. Patojen ve antagonisin inoküle edildiği elmalar kağıtlara sarılarak polietilen torbalar içinde paketlenmiş ve 5°C de depolanmıştır. Ortamda 5 seviyede % 0–15 arasında O₂ ve CO₂ varlığında antagonistik etkiler ölçülmüştür. O₂'nin çok olduğu ortamlarda yara çaplarında azalma olmamış, bakteriler antagonistik etki gösterememişlerdir. Düşük O₂ ve yüksek CO₂ seviyelerinde patojenler gelişmemiş tam antagonistik etki sağlanmıştır (57).

Ekstrem örnekler dışında pek çok çürüklük etmeni 0–4°C de ve kontrollü atmosferde (% 3 O₂ ve % 8>CO₂) spor üretmemektedir (3).

Değişik bir çalışmada, toprağa azot uygulanımı birçok bitki hastalığı üzerinde etkili olmuştur. Azotun toprağa birkaç kez uygulanmasından sonra, *Phytophthora parasitica* (tütünde), *P. citrophthora* (narenciyelerde), *P. drechsleri* (bezelyelerde) ve *P. cactorum* (elmalarda) başarılı sonuçlar vermiştir. Elma ağaçları üzerine yapılan kombine kimyasal denemelerde bakteri ve küf patojenlerine karşı azot tek başına veya fosfat ile kombine olarak uygulanmış, kombine uygulamada elma fide boylarının arttığı, hastalık etmenlerinin yok olduğu gözlenmiştir. Yapılan bu araştırma sonuçlarına göre, kombine uygulama topraktaki antagonistik mikroorganizmaların gelişimini sağlamakta, bakteri ve küflerin sebep olduğu hastalıkları da ortadan kaldırmaktadır (58).

Antibiyosis: Bir organizmanın başka bir organizmayı metabolitleriyle engellemesi veya yıkıma uğratmasıdır. Antibiyosis en çok araştırılan biyolojik savaş mekanizmalarındandır. Bitki hastalıklarının baskılanmasını gösteren çok sayıda çalışma vardır. Fakat antibiyotiklere karşı patojenlerin kısa sürede direnç kazanabileceği de düşünülmalıdır (47).

Pusey ve Wilson, hasat sonrası meyve ve sebzelerde bozulmalara neden olan kahverengi küflere karşı antagonistik etkisini saptadığı *Bacillus subtilis*'in (B–3) in vitro koşullarda bir inhibisyon zonu oluşturarak, patojenin gelişimini engellediğini göstermiştir (59).

B. subtilis 'in B-3 izolatının hücreden arındırılarak filtratlarının hazırlanıp meyve ve sebzeler üzerine denenmesiyle kontrolün sağlanabildiği, identifikasyon sonucunda iturin peptidlerinin varlığı ve antagonistler tarafından üretildiği ortaya konulmuştur (60, 61).

Fitopatolojik mikroorganizmalara etkisi araştırılan 10 bileşik, *Alternaria mali*, *Cercospora kikuchii*, *Phytophthora infentans*, *Botrytis cinerea*, *Pyricularia oryzae*, *Cochliobolus miyabeanus*, *Fusarium oxysporum*'a karşı denenmiştir. Bu bileşiklerden 4 tanesinin inhibitör etkisi gözlenmiştir. Bileşiklerin analizleri sonucu bu bileşiklerin *B. subtilis* tarafından üretildiği ortaya çıkmıştır (62).

Yeni bulunan *Acremonium luzulae* suşu özellikle elma ve çileklerde hasat sonrası hastalıklara neden olan mavi ve gri küfe karşı denenmiştir. Biyokontrol aktivitesi gösteren *A. luzulae*'nin antibiyotik yapısında Cyclosporin C. üretimi, UV infrared ışığı altında spektral analizleri, hidrolize ettikleri amino asit ve diğer asit bileşikleri incelenerek ortaya konulmuştur. Bu antibiyotik aynı bakteri ve mayalara hiçbir etki göstermezken yalnızca filamentli funguslara yönelik antibiyotik aktivitesi gözlenmiştir. *A. luzulae* normal şartlarda bu antibiyotiği üretmemekte, funguslarla karşılaşması anında üretmektedir (63).

Nisin, *Streptococcus lactis*, tarafından üretilen bir polipeptid antibiyotiktir. Elmalarda hasat sonrası hastalık etmenleri alan *B. cinerea* ve *P. expansum*'a karşı antagonistik *Candida oleophila* denemelerinde oda sıcaklığı ve +4°C deki elma inokülasyon denemelerinde başarılı antagonistik aktivitesi tanımlanmıştır. El-Neshway ve arkadaşları bu denemeleri yaparken aynı koşullarda bir başka deneme daha kurmuşlardır. Elma yaralarına antagonist maya ile (*C. oleophila*) Nisin birlikte inoküle edilmiştir. Oda sıcaklığında 7 gün sonra incelenen elmalar yalnızca maya inoküle edilen elmalarla kıyaslanmıştır. Başarı yüzdesi, nisin - antagonist kombinasyonunda çok daha fazla yüksektir (64).

Piano ve arkadaşları, elmalarda patojeni *B. cinerea*'ya karşı biyolojik kontrol etkisini kanıtladıkları *Metschnikowia pulcherrima* mayasının patojen gelişimini ve spor germinasyonunu üzerindeki inhibe yeteneğinin, mayaların metabolik aktivite sonucu meydana getirdiği toksit maddelerle sağlandığını ortaya koymuşlardır (56).

Antagonistik etki mekanizmalarından antibiyosisi kullanan mikroorganizmalar biyolojik kontrol ajanı olarak seçilmemelidir. Antibiyotiklerin insan sağlığına ve ekolojik dengeye tahrib yeteneği olabileceği düşünüldüğünde, uygun görülmemektedir. Ayrıca patojenlerin bir süre sonra bu antibiyotiklere karşı direnç kazanabileceği düşünülürse, biyolojik mücadelede farklı mekanizmalarla çalışan antagonistlerin seçilmesi daha doğru olacaktır (14).

Hiperparazitizm: Bu mekanizmada, patojen ve antagonist organizmaların direkt etkileşimleri sonucu parazitik yolla patojen gelişimini inhibe etmesi sonucu antagonistik aktivite gösterilir.

Direk etkileşim ve patojen hücrelerin dejenerasyonu ile sonuçlanan bu mekanizma biyolojik kontrol mekanizmalarından en etkili ve en kesin sonuç veren mekanizma olarak görülmektedir. Çok yeni olan ve üzerinde fazlaca durulan mekanizmada ilk

basamak antagonist hücrenin patojen hücreye tutunmasıdır. Daha sonra tahrip yeteneği ile patojen gelişimini inhibe etmektedir.

Botrytis cinerea 'lar üzerinde attachment (tutunma) yeteneği tespit edilen biyokontrol ajanı *Pichia guilliermondii* (izolat 87) ve *Debaryomyces hansenii* (izolat 117) üzerinde çalışan Wisniewski ve arkadaşları, SEM çalışmalarıyla tutunma yeteneğini buna bağlı olarak da hiperparazitizmin nasıl işlediğini ortaya koymuşlardır. Aldıkları sonuçlara göre etkili 87 suşu ve etkisiz 117 suşu, *B. cinerea* hiflerine sıkıca tutunmuşlar, tutundukları bölgelerde çukurcuklar oluşturarak hifleri çökelttiklerini gözlemişlerdir. Bir dizi biyokimyasal analizler sonucunda *D. hansenii* ve *P. guilliermondii*'nin beta (1–3) glukanase enzim aktivitesinin olduğu ortaya konulmuştur. Bu şekilde iki maya suşunun patojen hife tutunduktan sonra D–(1–3) glukanase enzimiyle patojen hücre duvarlarını yıkıma uğratarak biyokontrolü sağladıkları düşünülmüştür (65).

Mayalar ekstraselüler matriks maddeleriyle tutunmayı sağlamakta ve fungal hücre duvarlarını hidrolize etmektedirler. Mayalar D–glukorinaz üretme yeteneğindedirler. Bir başka çalışmada, atagonistik etkisi kanıtlanmış *Candida Albicans*'da glukorinaz aktivitesinin varlığı ortaya konulmuştur (66).

Bu konuyla ilgili diğer bir çalışmada; Elma hasat sonrası patojeni *B. cinerea*'ya antagonistik etkisi belirlenen *Pichia anomala*'da exo–beta 1,3–glukanase aktivitesi gözlenmiştir. İn vitro koşullarda antagonistik maya süspansiyonu içine Glukoz veya hücreden arındırılmış *B. cinerea* hücre duvar parçaları konulduğu zaman glukanase aktivitesinin çok fazlalaştığı görülmüştür. Mayaların hiperparazitik antagonizm mekanizmasında diğer araştırmacılarla aynı fikri paylaşan Grevesse ve arkadaşları in vitro olarak da inhibitör etkiyi göstermişlerdir. Halen bu konuyla ilgili genetik çalışmalar devam etmektedir (67).

Hasat Sonrası Hastalıkların Ekonomik Yönü ve Türkiye'deki Durumu

Taze ürünlerde hasat sonrası hastalıklardan meydana gelen kayıplar hakkında net rakam vermek pek mümkün değildir. Tüm uygulamaların modern şartlarda yapıldığı gelişmiş ülkelerde bile %25 oranına ulaşan kayıplardan söz edilmektedir (68, 69). Ülkemizde de taze tüketime sunulan ürünlerde hasat sonrası hastalıklardan meydana gelen kayıplar hakkında kesin veriler bulunmamasına karşın, özellikle bazı meyvelerle ilgili çalışmalardan elde edilen sonuçlar, ülkemizdeki durum hakkında bir fikir vermektedir. Örneğin, Çukurova bölgesinde yapılan bir araştırmada; gerek bahçe gerekse paketlenme sırasında hiçbir fungusit kullanılmadan 2 ay 12,7 °C'de %66 oransal nem koşullarında depolanan turuncgil meyvelerinde %16,8 oranında hastalık gözlenmiştir. Buna göre turuncgil çeşidine göre değimek üzere, 4,7- 9,7 °C'ler arasında %83,3- 89,4 oransal nem koşullarında 2 ay depolamada %25,1 kayıp, 4 ayın sonunda ise %65,4 kayıp rapor edilmiştir (70).

Orta Anadolu bölgesi, Ereğli, Niğde ve Nevşehir illerinde depolanan elmalarda fungal çürüme ve fizyolojik bozulmalardan ileri gelen kayıpların ambar tipi ve koşullarına göre değişmek üzere, %5-21 arasında kaybın olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu kayıpların %70'inin funguslar tarafından oluşturulduğu ifade edilmektedir (71).

Bir çok taze meyve ve sebzenin önemli bir hastalığı olan kurşuni küf ile Müşküle üzümünde (İzmit) yapılan bir çalışmada, bazı yıllarda üretimin yaklaşık %20- 25'ine denk düşen kayıptan söz edilmektedir (72).

Meyve ve sebzelerde hasat sonrası hastalıklardan doğan kayıpları azaltmak için kimyasal savaşıma alternatif olabilecek yöntem arayışları sürmektedir. Özellikle biyolojik savaşım çalışmaları hızla ilerlemekte ve uygulanabilmektedir. Biyolojik savaşım ile ilgili çalışmalar pek çok ülkede hızla sürerken, Ülkemizdeki çalışmaların sayısı çok denilecek düzeyde değildir (73). Ülkemizde biyolojik savaşım çalışmaları proje bazında daha 4-5 yıl önce başlamıştır (74). Bu konu ile ilgili çalışmaların büyük bir bölümü ilgili bölümlerde tez çalışması olarak yürütülmektedir (75, 76, 77, 78). Ülkemizde yapılan çalışmalar daha çok Turunçgil, elma, şeftali ve patates üzerinde yoğunlaşmıştır (79, 80, 81, 82, 83).

Sonuç

Fungisitlere alternatif olarak geliştirilen biyolojik kontrol çalışmalarında, biyoajanların en az fungusitler kadar etkili oldukları ortaya konulmuştur. Gerek temininin kolay ve ucuz oluşu, gerekse insan ve çevre sağlığını tehdit edici özelliğinin bulunmaması nedeniyle biyolojik kontrol oldukça elverişli ve etkili bir yöntemdir.

Biyolojik kontrolde görev alan biyoajanların nasıl bir mekanizmaya sahip olduğu halen tam olarak açıklanamamaktadır. Yapılan araştırmalar ışığında birçok bilim adamının birleştiği nokta, Biyoajanların yer ve besin rekabeti, konukçunun patojene karşı direncinin artırılması, antibiyosis ve hiperparazitizm yollarından bir veya birkaçını kullanarak antagonistik aktivite gösterdikleri yolundadır.

Kaynaklar

1. Yıldız, F., Yıldız, M., Kınay, P., Delen, N.,2002. Altıntoplarda Hasat Sonrası *Penicillium* Çürüklerinin Biyolojik ve Kimyasal Kontrolü Üzerinde İncelemeler. II. Bahçe Ürünlerinde Pazarlama ve Muhafaza Sempozyumu, 24-27 Eylül 2002, Çanakkale, Bildirileri 278-284.
2. Jones, A.L. and Aldwinckle, H.S. 1990. Compendium of Apple and Pear Diseases. APS Press, 100, USA.
3. Karaçalı, İ. 1993. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlaması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, İzmir.
4. McLaughlin, R.J., Wilson, C.L., Chalutz, E. Kurtman, C.P., Fett, W.F., Osman, S.F. 1990. Characterization and reclassification of yeasts used for biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables. Applied and Environmental Microbiology. 56(11) 3583–3586.
5. Cohen, E. and Shalom, Y. 1990. Fenpropimorph: A promising fungicide for postharvest diseases in citrus fruits. Phytoparasitica, 18(1) 17-26, Israel.
6. Childers, C.C. 1992. Suppression of *Frankliniella bispinosa* (Thysanoptera: Thripidae) and the Fungal Pathogen *Colletotrichum gloeosporioides*, with Pesticides During the Bloom Cycle and Improved Fruit Set on 'Novel' orange in Florida. J. Econ. Entomol., 85(4) 1330-1339.
7. Matheron, M.E. 1988. Persistence of Systemic Activity for Fungicides Applied to Citrus Trunks to control *Phytophthora gummosis*. Plant Disease, 72(2) 170-174, Arizona.

8. Kaplan, H.J. and DAVE, B.A. 1979. The current status of Imazalil: A postharvest fungicide for citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc., 92: 37-43, California.
9. Dave, B.A., Kaplan, H.J., Petrie, J.F. 1980. The Isolation of *Penicillium digitatum* sacc. strains tolerant to 2-AB, SOPP, TB2 and Benomyl. Proc. Fla. State Hort. Soc., 93: 344-347.
10. Biondi, G., Birigati, S. Foschi, F. 1979. Penicillium control in citrus fruits after harvesting. XV International congress of refrigeration., 1-9 Italy.
11. Dave, B., Sales, M. Wallia, M. 1989. Resistance of different strains of *Penicillium digitatum* to imazalil treatment in California citrus packinghouse. Proc. Fla. State Hort. Soc., 102: 178-179.
12. Calvente, V., Benuzzi, D., Obuchowicz, N., Hough, G., Tosetti, M. 1999. Changes in surface microflora of apple and pear fruits y application of pesticides and their relation with biocontrol of postharvest diseases. Agro-food-Industry-Hi-Tech., 10(1) 30-33.
13. Janisiewicz, W. 1999. Blue Mold, *Penicillium spp.* Fruit Disease Focus. 1-3.
14. Wilson, C.L. and Wisniewski, M.E., 1994. Biological control of postharvest diseases theory and practice. CRC press, 182, USA.
15. Omoifo, C. and I. Kotun, T. 1987. Inhibition of growth of some Plant pathogens by antagonistic microorganisms. J. Basic. Microbiology, 27(9) 515-519.
16. Liang, W.J. and Liu, S.D. 1989. The Use of Antagonistic Microorganisms to Control Green and Blue Mold Diseases of Citrus. Plant Protection Bulletin, 31: 263-275, Taiwan.
17. Gullino, M.L., Aloj, C., Palitto, M., Benzi, D., Garibaldi, A. 1991. Attempts at biological control of postharvet diseases of apple. Mededelingen-van-de-Faculteit-Landbouwwet enschoppen. 56(2) 195-202 Italy.
18. Kampp, J. 1994. Biological Control of Postharvest Diseases of Apples and Pears. Acta Horticulturae 368: 69-77, Denmark.
19. Wilson, C.L. and Chalutz, E. 1989. Postharvest Biological Control of *Penicillium* Rots of Citrus with Antagonistic Yeasts and Bacteria. Scientia Hortic., 40: 105-112, USA.
20. Schiewe, A. and Mendgen, K. 1992. Identification of antagonits for biological control of the postharvest pathogens *Pezicula malicorticis* and *Nectria galligena* on apples. Journal of Phytopathology. 134(3) 229-237.
21. Huang, Y., Wild, B.L., Morris, S.C. 1992. Postharvest biological control of *Penicillium digitatum* decay on citrus fruit by *Bacillus pumilus*. Ann. Appl. Biol., 120: 367-372, Australia.
22. Huang, Y., Deverall, B.J., Morris, S.C. Wild, B.L. 1993. Biocontrol of Postharvest orange diseases by a strain of *Pseudomonas cepacia* under semi-commercial conditions. Postharvest Biology and Technology, 3: 293-304, Australia.
23. Sholberg, PL., Marchi, A., Bechard, J. 1995. Biocontrol of apple using *Bacillus spp.* isolated from stored apples. Canadian-journal of Microbiology. 41(3) 247-252.
24. Sobiczewski, P., Bryk, H., Bereziynski, S., 1996. Evaluation of epiphytic bacteria isolated from apple leaves in control of postharvest appeas. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 4(1) 35-45.
25. Droby, S., Chalutz, E., Wilson, C.L., Wisniewski, M. 1989. Characterization of the biocontrol activity of *Debaryomyces hansenii* in the control of *Penicillium digitatum* on Grapefruit. Can. J. Microbiol., 35: 794-800, Israel.
26. Chalutz, E. and Wilson, C.L. 1990. Postharvest Biocontrol of Green and Blue Mold Sour Rof of Citrus Fruit by *Debaryomyces hansenii*. Plant Disease, 74(2) 134-137, Israel.

27. McLaughlin, R.J., Wisniewski, M.E., Wilson, C.L., Chalutz, E. 1989. Biocontrol of Postharvest Rots of Peach and Apple with the Yeasts *Hanseniaspora uvarum* and *Debaryomyces hansenii*. *Phytopathology*. 79(10) 1187.
28. Us All–J., Teixido, N., Fons, E., Ochoa–de–Eribe, J., 1996. Successful biological control of the major postharvest diseases on apple and pear with new strain of *Candida sake*. *Proceedings of International Conference*. 603–608, Brighton.
29. Chand, G.T. and Spotts, R.A. 1996. Postharvest biological control of blue mold of apple and brown rot of sweet cherry by natural saproptoc yeasts alone or in combination with low doses of fungicides. *Biological Control* 6(2) 253–259.
30. Janisiewicz, W., Peterson, D.L., Bors, R. 1994. Control of storage decay of apples with *Sporobolomyces roseus*. *Plant Disease*, 78(5) 466–470.
31. Migheli, Q., Gullino, M.L., Piano, S., Galliano, A., Duverney, C. 1997. Biocontrol Capability of *Metschnikowia pulcherrima* and *Pseudomonas syringae* against postharvest rots of apple under semi–commercial condition. *International symposium on crop protection*. 62 Belgium
32. Gullino, M.L., Benii, D., Aloï, C., Testoni, A., Garibaldi, A., Verhoeff, K., (ed): Malathrakis, N.E., Williamsom, B., 1992. Biological control of Botrytis rot of Apple. *International Botrytis Symposium Greece* 197–200.
33. Anderson, J.A., Filonow, A.B., Vishniac, H.S., 1977. *Cryptococcus homicola* inhibits development of lesions in “Golden Delicious” apples. *HortScience* 32(7) 1235–1236.
34. Mercier, J. and Wilson, C.L., 1995. Effect of wound moisture on the biocontrol by *Candida oleophila* of gray mold rot (*Botrytis cinerea*) of apple. *postharvest Biology and Technology*. 6(2) 9–15.
35. Lima, G., Curtis, F.–de, Castoria, R., Cicco, V.–de, 1998. Activity of the Yeast *Cryptococcus laurentii* and *Rhodotorula glutinis* against postharvest rots on different fruits. *Biocontrol Science and Technology*. 8(2) 257–267.
36. El–Ghaouth, A., Smilanick, I.L., Brown, G.E., Ippolito, A., Wisniewski, M., Wilson, C.L., 2000. Application of *Candida saitoana* and Glycolchitosan for the Control of Postharvest Diseases of Apple and Citrus Fruit Under Semi–Commercial Conditions. *Plant Diseases*. 84: 243–248.
37. Janisiewicz, W.J. and Bors, B. 1995. Development of a microbial community of bacterial and yeast antagonists to control wound–invading postharvest pathogens of fruits. *Applied and Environmental Microbiology* 61(9) 3261–3267.
38. Janisiewicz, W. 1996. Ecological diversity niche overlap and coexistence of antagonists used in developing mixtures for biocontrol of postharvest diseases of apples. *Phytopathology*. 86(5) 473–479.
39. El–Ghaouth, A., Smilanick, J.L., Wisniewski, M., Wilson, C.L. 2000 Improved Control of Apple and Citrus Fruit Decay with Combination of *Candida saitoana* and 2–Deoxy–D–Glucose. *Plant Diseases* 84: 249–253.
40. Roberts, R.G. 1990. Postharvest Biological Control of Gray Mold of Apple by *Cryptococcus laurentii*. *Phytopathology*, 80: 526–530.
41. Leibinger, W., Breuker, B., Hahn, M., Mendgen, K. 1997. Control of postharvest pathogens and colonization of the apple surface by antagonistic mikroorganisms in the field. *Phytopathology*. 87(11) 1103–1110.
42. Teixido, N., Usall, J., Gutierrez, O., Vinas, I. 1998. Effect of the antagonist *Candida sake* on apple surface microflora during cold and ambient (Shelf life) storage. *European Journal of Plant Pathology*. 104(4) 387–398.

43. Teixido, N., Usall, J., Magan, N., Vinas, I. 1999. Microbial population dynamics on Golden Delicious apples from bud to harvest and effect of fungicide applications. *Annals of Applied Biology*. 134(1) 109–116.
44. Chalutz, E., Cohen, L., Weiss, B., Wilson, C.L. 1988. Biocontrol of Postharvest Disease of Citrus Fruit by Microbial Antagonists. Proceedings of the Sixth International Citrus Congress, 1467-1470, Israel.
45. Chalutz, E., Droby, S., Wilson, C.L. 1988. Microbial Protection Against Postharvest Disease of Citrus Fruit. *Phytoparasitica*, 16(2) 195-196, Israel.
46. Isaac, S. 1992. *Fungal–Plant Interactions*. Chapman Hall, 418. London.
47. Bora, T. ve Özaktan, H. 1998. Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş. Ege Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü. 205. İzmir.
48. Jarvis, W.R., Barrie, S.D., Traquair, J.A. 1990. Morphological and chemical studies of *Penicillium oxalicum*, newly identified as a pathogen on greenhouse cucumbers. *Can. J. Bot.*, 68: 21-25, Canada.
49. Huang, Y., Deverall, B.J., Morris, S.C. 1993. Effect of *Pseudomonas cepacia* on postharvest biocontrol of infection by *Penicillium digitatum* and on wound responses of citrus fruit. *Australasian Plant Pathology.*, 22(3) 84-93, Sydney.
50. Filonow, AB. 1999. Yeasts reduce the stimulatory effect of acetate esters from apple on the germination of *Botrytis cinerea* conidia. *Journal Omical Ecology*. 25(7) 1555–1565.
51. Qadir, A., Hewett, E.W., Long, P.G. 1997. Ethylene production by *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology*. 11: 85-91.
52. Afek, U. and Szteinberg, A. 1998. Accumulation of Scoparone, a Phytoalexin Associated with Resistance of Citrus to *Phytophthora citrophthora*. *Phytopathology*, 78: 1678-1682, Israel.
53. Barmore, C.R. and Nguyen, T.K. 1985. Polygalacturonase Inhibition in Rind of Valencia Orange Infected with *Diplodia natalensis*. *Phytopathology*, 75: 446-449, Florida.
54. Hershenhorn, J., Manulis, S., Barash, I. 1990. Polygalacturonases Associated with Infection of Valencia Orange by *Penicillium italicum*. *Phytopathology*, 80: 1374-1376, Israel.
55. Derrick, K.S., Lee, R.F., Brlansky, R.H., Timmer, L.W., Hewitt, B.G., Barthe, G.A. 1990. Proteins Associated with Citrus Blight. *Plant Dis.*, 74: 168-170.
56. Piano, S., Neyrtti, V., Migheli, Q, Gullino, M.L. 1997. Biocontrol capability of *Metschnikowia pulcherrima* against *Botrytis* postharvest rot of apple. *Postharvest Biology and Technology* 11(3) 131–140
57. Floros, J.D., Dock, L.L., Nielson, P.V. 1998. Biological control of *Botrytis cinerea* growth on apples stored under modified atmosphere. *Journal of food production*. 61(12) 1661–1665.
58. Utkhede, R.S. and Smith, E.M. 1991. Effects of Nitrogen and Phosphorus on the Growth of Microorganisms Associated with Apple Replant Disease and on Apple Seedlings Grown in Soil Infested with these Microorganism. *J. Phytopathology*, 132: 1-11, Canada.
59. Pusey, Y. and Wilson, C.L., 1984. Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. *Plant Diseases*, 68: 753.
60. Gueldner, R.C., Reilly, C.C., Pusey, P.L., Costello, C.E., Arrendale, R.F., Himmelsbach, D.S., Crumley, F.G., Culter, H.G. 1988. Isolation and identification of Iturin as antifungal peptides in biological control of peach brown rot with *Bacillus subtilis*. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 36: 366.

61. McKeen, C.D., Reill, C.C., Pusey, P.L. 1986. Production and partial characterization of antifungal substances against *Monilinia fructicola* from *Bacillus subtilis* Phytopathology. 76: 136.
62. Phae, C.G., Sasak, M., Shoda, M., Kubota, H. 1990. Characteristics of *Bacillus subtilis* Isolated from Composts Suppressing Phytopathogenic Microorganisms. Soil S. Plant Nutr., 36(4) 575-586.
63. Moussaif, M., Jacques, P., Schaarwachter, P., Buozeikiwicz, H., Thonart, P. 1997. Cyclosporin-C is the main antifungal compound produced by *Acremonium luzulae*. Applied and Environmental Microbiology. 1739-1743.
64. El-Neshway, S., Wilson, C.L., Ait-Oubahou, A., 1995. Enhancement of *Candida oleophila* for the biocontrol of postharvest diseases of apple with Nisin. Proceeding of an international symposium. 419-425. Morocco.
65. Wisniewski, M., Biles, C., Droby, S., McLaughlin, R., Wilson, C., Chalutz, E. 1991. Mode of action of the postharvest biocontrol yeast, *Pichia quilliermondii*. I. Characterization of attachment to *Botrytis cinerea*. Physiological and Molecular Plant Pathology. 39(4) 245-258.
66. Notario, V., 1982. α -glucanase from *Candida albicans*: purification, characterization and the nature of their attachment to cell wall components. Journal Genetic Microbiology. 128: 747.
67. Grevesse, C., Jijakli, M.H., Lepoivre, P. 1998. Study of exo-beta. 1,3-glucanase activity production by the yeast *Pichia anomala* in relation to its antagonistic properties against *Botrytis cinerea* on postharvest apples. Twelfth forum for applied biotechnology 63. Belgium.
68. Wilson, C.L. and Wisniewski, M.E., 1989. Biological Control of Postharvest Diseases of Fruit and Vegetables. An Emerging Technology. Ann. Rev. Phytop. 27: 425-441.
69. Droby, S., Chalutz, E., Wilson, C.L., 1991. Antagonistic Microorg. As Biol. Con. Agents of Postharvest Diseases of Fruit and Vegetables. Posthar. News ve Inf. 2(3) 169-73.
70. Toker, S. ve Biçici, M., 1996. Turunçgil Meyvelerinde Görülen Hasat Sonrası Hastalıklara Karşı Bazı Fungisit ve Depolama Uygulamalarının Etkisi. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 20:73-83.
71. Türkoğlu, K. ve Erkal, Ü., 1972. Anadolu Bölgesinde Elma Ambarlarında Ekonomik Öneme Haiz Hastalıkların Memleketimiz şartlarına Göre Zararını Asgari Seviyeye Düşürecek Metodun Tesbiti üzerinde Araştırmalar. TÜBİTAK-TOAG Yayınları No:17,61 s.
72. Akdoğan, M., 1969. Bağlarda Kurşuni Küf Hastalığına Karşı Kimyevi Mücadele Usulünün ve Hasat Edilen Üzümlerin SO₂ Gazı ile Fümigasyona Tabi Tutulmak Suretiyle Dayanma Müddetinin Araştırılması. Bit. Kor. Bülteni, 9(1) 1-18.
73. Yıldız, F., Yıldız, M., Kınay, P., 1997. Taze Ürünlerin Hasat Sonrası Hastalıklarıyla Savaşmada Sorunlar ve Yeni Yaklaşımlar, Bahçe Ürünlerinde Pazarlama ve Muhafaza Sempozyumu, 21-24 Ekim 1997, Yalova Bildiriler. 213-220.
74. Yıldız, M., Kınay, P., Yıldız, F., 2002. Hasat Sonrası Hastalıkların Kontrolunda Biyolojik Savaşımın Yeri ve Türkiye'deki Durumu, II. Bahçe Ürünlerinde Pazarlama ve Muhafaza Sempozyumu, 24-27 Eylül 2002, Çanakkale, Bildirileri 271-277.
75. Altın, N., 1998. Patateslerde Yumşak Çürüklük Etmeni *Erwinia caratovora* subsp. *Caratovora* (Janes) Bergey et al.'ya Karşı Fluorescent *Pseudomonas*'larla Biyolojik Savaşım Araştırmaları, E. Ü. Fen Bil. Enst. Bit. Kor. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1998, 52 pp.
76. Benli(Say), M., 2000. Elmalarda Hasat Sonrası Bozulmaların Antagonistik Mikroorganizmalarla Biyolojik Kontrolü. A. Ü. Fen Bil. Enst. Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 2000, 119 pp.

77. Karabulut, Ö.A., 2001. J.H. Hale Şeftali Çeşidinde Hasat Sonrası Görülen Hastalıklara Karşı Kimyasal Savaşıma Alternatif Olabilecek Yöntemler Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi.2001,147 pp.
78. Kınay, P.,2001. Mandarinlerde *Penicillium* Çürüklerine Karşı Entegre savaşım olanakları Üzerinde Araştırmalar. E. Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi.2001,108 pp.
79. Delen, N., Yıldız, M., Yıldız, F., Kınay, P., Tosun, N., 2000. Turunçgil Meyvelerinin Hasat Sonrası Hastalıklarının Biyolojik Kontrolü ve Fungisitlerle Entegrasyonu Üzerinde Araştırmalar. TOG-TAG 1510 nolu proje kesin raporu.
80. Dündar, Ö. ve Göçer, S.,2001. Control of Storage Rots of Washington Novel Oranges and Minneola by a Combination of Yeast Antagonist and Thiabendazole, Proc. 4th Int. Conf. On Postharvest, Eds. R. Ben-Arie and Philosph-Hadas, Acta. Hort. 553, ISHS 2001:399-401.
81. Kınay, P., Yıldız, M., Yıldız, F., Delen, N., Tosun, N., 2001. Control of Postharvest *Penicillium* Decays on Citrus Fruits With Antagonistic Yeasts and Chemicals. Proc. 4th Int. Conf. On Postharvest., Eds. R. Ben-Arie and Philosph-Hadas, Acta. Hort., 553:383-385.
82. Kınay, P., Yıldız, M., Droby, S.,2002. Biocontrol of *Penicillium* Decays with Epiphytic Yeasts on Satsuma Mandarins. Proc. Of the 7th WG Meeting Influence of A-Biotic and Biotic Factors on Biocontrol Agents Kuşadası, Turkey 22-25 May 2002. Eds. Y. Elad, J. Köhl and D Shtienberg IOBC wprs Bull. 207-210.
83. Yıldız, M., Kınay, P., Yıldız, F., Delen, N., Tosun, N., 1998. Turunçgillerde *Penicillium* Çürükleriyle Savaşımında Epifitik Mayaların Kullanılma olanakları üzerinde Araştırmalar. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi bildirileri, 21-25 Eylül 1998, Ankara, 195-199.