

4.KONU

Patojenlerin Bitkiyi Enfeksiyon Mekanizması Ve Bitkide Oluşan Savunma Reaksiyonları

Patojenlerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için diğer tüm canlılarda olduğu gibi beslenmeleri gerekir ve bu ihtiyaçlarını karşılamak için bitkilere saldırırlar. Bazı patojenlerin yaşamlarını sürdürmeleri tamamen buna bağlıdır. Hastalık etmenlerinin besin kaynağı olan bitkilerden yararlanabilmeleri için öncelikle bitkinin en dıştaki kütikula veya hücre duvarından giriş yapması ve patojenin bitki içinde yayılması için bu girişin birden fazla hücre duvarından olması gerekir.

Patojen saldırılarına karşı bitkilerde kayıtsız kalmayıp tepki göstermektedirler. Bu amaçla patojenin aktivitesine veya ilerlemesine müdahale edebilecek birtakım kimyasal maddeler ve yapılar oluştururlar. Eğer bütün bunlara rağmen patojen bitkide canlılığını ve yaşamını sürdürüyorsa o zaman patojen bütün bu engelleri aşmış demektir. Bu nedenle bir bitkinin hastalanması için patojenin bitki içine girip ilerleme yeteneğinde olması gerekir. Bitkiden besin temin etmesinin yanı sıra bitkinin savunma reaksiyonlarını nötralize etmelidir. Bütün bunlar patojenin salgıladığı bir takım kimyasallar vasıtasıyla konukçusu olan bitkinin metabolizmasını veya belli maddeleri etkilemesiyle olmaktadır. Belli bazı patojenlerin dokuya giriş ve yayılması bitki hücre duvarına uyguladıkları mekanik güç yardımıyla oldukları görülmektedir.

Patojen Tarafından Bitki Dokusuna Mekanik Güç Uygulanması

Bitki patojenleri genellikle çok küçük mikroorganizmalardır. Sadece bazı funguslar, parazitik yüksek bitkiler ve nematodlar bitki yüzeyine mekanik basınç uygulayarak penetrasyon yaparlar. Bu basınçın miktarı dokunun patojenin salgıladığı enzimler yardımıyla ön yumuşama derecesine göre değişmektedir. Fungus ve parazitik bitkiler ilk olarak bitki yüzeyine tutunur ve daha sonra giriş yaparlar. Hif yüzeyi çok ince tabaka halinde yapışkan (mucilaginous) bir salgı ile kaplanmıştır. Bu yapışkan madde sayesinde yeni oluşan hif yaprak kütikulasına tutunur. Yüzey ile temas eden hif ucunun çapı artar ve yassı, yumru benzeri appressorium olarak isimlendirilen yapı meydana gelir. Bitki ile patojen arasındaki yapışma alanı artar ve patojen bitkiye bağlanır. Appressorium ucunda ince nokta halinde gelişen kısım penetrasyon çivisi olarak isimlendirir. Bu çivi kütikula ve hücre duvarının içinden geçerek ilerler. Eğer konukçu bitkinin hücre duvarı patojenler tarafından salgılanan enzimler yardımıyla yumuşamış ise penetrasyon daha kolayca gerçekleşmektedir.

Patojenlerin Kimyasal Silahları

Bazı patojenler mekanik güç uygulayarak bitkiye girmelerine rağmen bunların bitkideki aktivitesi kimyasaldır. Bitkilerde hastalık oluşumunda patojenler tarafından salgılanan enzimler, toksinler, büyüme düzenleyicileri ve polisakkaritler direk veya indirek rol oynamaktadır. Bu maddelerin patojenisitedeki önemi hastalıklara göre değişmektedir. Yumuşak çürüklük gibi hastalıklarda enzimlerin rolü önemli iken ur oluşumunda büyüme düzenleyicileri esas maddelerdir. Yanıklık şeklinde belirtiler ise patojenlerin salgıladıkları toksinlerin sonucudur. Enzim, toksin ve büyüme düzenleyicileri bitki hastalıklarının gelişmesinde polisakkaritlerden daha önemlidir.

Bitki patojenleri arasında virüs ve viroidler hariç diğerleri enzim, büyüme düzenleyicisi, toksin ve polisakkarit üretebilmektedirler. Ancak her hastalık etmeninin ürettiği madde ve

miktarları farklı olabilmektedir. Patojenin salgıladığı bu maddeler her zaman hastalık oluşumunun tek nedeni olmayabilir. Çünkü patojenler tarafından üretilen maddelerin bazıları sağlıklı konukçu bitki tarafından da üretilmektedir.

Bitki Hastalıklarında Enzimlerin Rolü

Patojenler tarafından hücre duvarını bozucu enzimler salgılanmakta ve bu enzimler yardımıyla patojenlerin bitki hücresine girmeleri kolaylaştığı gibi yine bu enzimlerle hücre ölümüne de neden olunmaktadır. Genel olarak patojenlerin salgıladıkları enzimler bitki hücre zarı ve protoplastını etkilemektedirler.

Enzimler genellikle büyük protein molekülleridir ve canlı hücrede organik reaksiyonları katalize ederler. Hücrelerde çok çeşitli kimyasal reaksiyonlar enzimatik olarak gerçekleşir. Her bir enzim spesifik bir gen tarafından kodlanan bir proteindir.

Bitki Hastalıklarında Mikrobiyal Toksinlerin Rolü

Bitki patojeni mikroorganizmalar tarafından üretilen ve *toksin* olarak adlandırılan maddeler bitki fizyolojisindeki bozulmaları teşvik eden faktörler arasındadır.

Bitki patolojisinde toksin, çok düşük konsantrasyonlarda bile bitkilerde zararlı olan mikrobiyal metabolitlerdir. Bitki patojeni bazı bakteri ve funguslar konukçularında ve yapay ortamda toksin üretirler ki bunlara *fitotoksin* adı verilmektedir. Fitotoksinler insan ve hayvan gibi sıcakkanlı canlılarda zehirli olmayıp sadece bitkilere toksiktir. Bunların birçoğu ikincil metabolit olup düşük molekül ağırlıkta küçük moleküllerdir ve bundan dolayı enfeksiyon bölgesinden çok daha uzak bölgelere yayılabilir ve taşınabilirler.

Fitotoksinler hastalık belirtilerinin gelişmesinde rol alarak bir patojenisite faktörü gibi ya da hastalık belirtilerinin şiddetli bir şekilde meydana gelmesinden sorumlu olarak bir virulens faktörü gibi fonksiyona sahip olabilirler. Toksinler konukçu bitkilerin protoplastı üzerinde direk etkili olarak ciddi zararlara veya bitki hücrelerinin ölümüne neden olur. Bazı toksinler farklı familyalardaki bitkileri etkilerken bazıları ise sadece birkaç bitki türü veya çeşidine toksiktir ve diğerlerinde tamamen zararsızdır.

Fitotoksinler son yıllarda konukçuya özelleşme durumuna göre konukçuya spesifik toksinler ve konukçuya spesifik olmayan toksinler olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

Bitki Hastalıklarında Büyüme Düzenleyicilerinin Rolü

Bitki gelişimini düzenleyen ve doğal olarak bitkide bulunan maddelere *büyüme düzenleyicileri* denilmektedir. Bunların en önemlileri oksinler (auxin), gibberellinler, sitokininler, etilen ve absisik asittir. Büyüme düzenleyicilerinin normal konsantrasyonlarındaki çok küçük değişiklikler bile bitki gelişiminde farklılık yaratır.

Patojenler, bitkilerin hormon sisteminde dengesizlik ve cüceleşme, aşırı büyüme, rozetleşme, köklerde aşırı dallanma (adventif kök oluşumu), gövde malformasyonu (şekil bozukluğu), yapraklarda epinastri (yaprakların aşağıya doğru sarkması), yaprak dökümü ve tomurcuk gelişiminin baskılanması gibi anormalliklere neden olurlar.

Patojenlere Karşı Bitkide Oluşan Savunma Reaksiyonları

Bitkiler hastalık etmenlerine karşı farklı davranışlar göstermektedirler. Bu nedenle aralarındaki ilişki oldukça kompleksdir. Bitki ve patojen birbirleriyle karşılaştıkları zaman genellikle bitki patojen saldırısına karşı koyar. Patojen organizma tarafından başarılı bir saldırı gerçekleştirildiğinde bitkinin karşı koyması yetersiz kalır ve patojen bitkide kolonize olarak hastalık belirtilerini meydana getirir. Bitkinin patojene karşı koyması başarılı olursa patojen bitkide kolonize olamaz ve bitki sağlıklı gelişir. Bu durumda dayanıklılık söz konusu olmaktadır.

Dayanıklılık, bitkinin bir hastalık etmeni ile karşılaşma durumunda enfeksiyona karşı koyabilmesi olarak tanımlanabilir. Dayanıklılığın kalıtsal oluş niteliği baskın olmakla birlikte, bazen dayanıklılık sonradan kazanılmış da olabilmektedir. Genellikle kalıtsal olan dayanıklılık ya bir tek gen (monogenik dayanıklılık) veya çok sayıda genlerle (poligenik dayanıklılık) idare edilir.

Dayanıklılık yalnızca konukçuda bir dayanıklılık geninin bulunmasına bağlı değildir. Aynı zamanda parazit mikroorganizmanın kalıtsal niteliklerine de bağlıdır. Hastalık durumunu, konukçu ile hastalık etmeninin kalıtsal nitelikleri arasındaki ilişki belirlemektedir. Hastalıklara dayanıklı kültür bitkilerinin elde edilmesinde, hastalık etmeninin virülensinin de genlerle yönetiliyor olmasının büyük önemi vardır. Dayanıklılığın büyük ölçüde kalıtsal oluşu nedeniyle sürekli bir değişim özelliği de vardır. Hastalık etmenlerinde ırkların doğmasına neden olan olaylar bir bitkinin bir hastalığa uzun süre dayanıklı kalma olanağını da ortadan kaldırmaktadır.

Bitkinin patojene karşı gösterdiği savunma reaksiyonu yapısal özelliklerinden kaynaklanabildiği gibi patojenin bitki bünyesine girişinden sonra yani patojenin teşviki ile de meydana gelebilir.

Yapısal Dayanıklılık Faktörleri

- Fiziksel Bariyerler
- Yapısal Antimikrobiyal Maddeler

Enfeksiyondan Sonra Meydana Gelen Dayanıklılık Faktörleri;

Bitkide doğal olarak bulunun yapısal özelliklere ilaveten bitkilerde enfeksiyona tepki olarak aktivasyon kazanan çok sayıda fiziksel ve kimyasal savunma sistemleri bulunmaktadır. Bazı durumlarda bu fiziksel olayların sadece patojenin gelişmesini geciktirdiği ve fiziksel olmayan savunma mekanizmalarının meydana gelmesi için bitkiye zaman kazandırdıkları ileri sürülmektedir.

Enfeksiyondan sonra meydana gelen dayanıklılık faktörleri;

- Yapısal (fiziksel) dayanıklılık faktörleri
- Biyokimyasal dayanıklılık faktörleri
- Hipersensitif reaksiyon

Enfeksiyondan Sonra Oluşan Yapısal Faktörler

Enfeksiyondan sonra meydana gelen yapısal faktörler hücre duvarında meydana gelen değişimler ve histolojik savunma yapılarıdır.

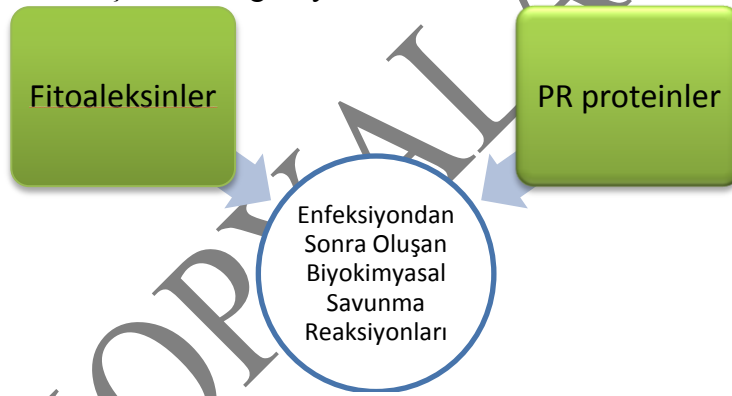
Çoğu patojen için ilk engel hücre duvarıdır. Bitki, patojen saldırısına maruz kaldığında hücre duvarının yapısında bir takım değişikliklere neden olarak patojenin doku içine girişine karşı daha etkili ve dayanıklı engel oluşturabilir. Bu değişim hücre duvarının mekaniksel direncini artırmasının yanı sıra hücre duvarını parçalayan enzimlere karşı hücre duvarının hassasiyetini azaltır ve patojene besin akışını bloke eder. Aynı zamanda patojenlerin ürettikleri toksinlerin etkisini engelleyecek bir bariyer de oluşturmuş olur.

Enfeksiyondan Sonra Oluşan Nekrotik Savunma Reaksiyonu (Aşırı Duyarlılık=HR) Oluşumu

Hipersensitif reaksiyon (HR) patojen olmayan parazitlere bitkilerin gösterdiği genel bir reaksiyondur. Parazitin giriş yaptığı hücreler de hızlı bir ölüm görülür. Bu nekrotik reaksiyon veya hipersensitif reaksiyon, bitkilerde özellikle fungal obligat parazitlere, virüs ve nematodlara karşı sıkça görülen savunma reaksiyonudur. Ölü hücrelerden oluşan bu nekrotik doku, obligat paraziti canlı hücrelerden izole etmekte bu şekilde onların beslenme, gelişme ve çoğalmalarını engelleyerek patojenin ölümüne neden olmaktadır. Yaşamaları için canlı hücrelere ihtiyaç duyan obligat parazitlere dayanıklılıkta bu önemlidir. Fakültatif parazitler ölü dokularda da gelişebildikleri için bu patojenlere dayanıklılıkta bu sınırlı alanlarda meydana gelen nekrozların önemi yoktur.

Enfeksiyondan Sonra Oluşan Biyokimyasal Savunma Reaksiyonu

Bitkide doğal olarak bulunmayan ancak patojen enfeksiyonuna tepki olarak meydana gelen bir takım biyokimyasal maddeler patojenin girdiği noktadan bitkiye yayılmasını önleyerek hastalık oluşumunu engelleyebilmektedirler.



Uyarılmış Dayanıklılık (Induced Resistance)

Kalıtsal nitelikte olmayan, bitkinin savunma mekanizmasının uyarılması sonucunda ortaya çıkan dayanıklılık tipidir. Uyarılmış dayanıklılıkta bitkiler patojen enfeksiyonundan önce bitkideki savunma mekanizmasını harekete geçirecek uyarıcılar ile ön muameleye tutulur. Bu uyarıcılar abiotik (cansız) veya biyotik (canlı) olabilmektedirler. Bu tip dayanıklılık nesilden nesile geçmez. Sadece uyarılan bireyde görülür.