

Bitkilerde hastalıklara karşı bağışıklık

Автор(и): проф. д-р Иван Киряков, Добруджански земеделски институт – гр. Генерал Тошево, ССА

Дата: 02.05.2025 Брой: 5/2025



Dayanıklı çeşit ve hibritlerin kullanımı, tarımsal ürünlerdeki hastalıkların kontrolü için en etkili ve çevre dostu yöntem olarak kabul edilir. Ne yazık ki, bireysel genotiplerin belirli alanlarda uzun süre yetiştirildiğinde dayanıklılıklarında bir azalma olduğuna sıklıkla tanık oluyoruz. Bireysel genotiplerdeki (çeşitler, hibritler) dayanıklılık seviyesinin korunma süresi, bağışıklıklarını oluşturan mekanizmaların yanı sıra ilgili patojen popülasyonlarındaki virülans potansiyeli ile de yakından ilişkilidir. Bitkilerde bağışıklık oluşturan mekanizmaların bilgisi, hem uygun bir ıslah stratejisi geliştirmek hem de zaten elde edilmiş dayanıklılığın kaybını önlemeye yönelik tedbirlerin uygulanması için büyük önem taşır.

"Bağışıklık" terimi, özgür veya dokunulmaz anlamına gelen Latince "*imunitas*" kelimesinden köken alır.

Özgüllüğüne bağlı olarak bitki bağışıklığı spesifik olmayan ve spesifik olarak ikiye ayrılır. Spesifik olmayan

bağışıklık, belirli bir bitki türünün, konakçı yelpazesine girmediği fitopatojenlere karşı mutlak, tam direnci ile ilişkilidir. Örnek olarak, *Triticum aestivum* (adi kışlık buğday) çeşitlerinin tamamen dayanıklı olduğu fasulye pası etmeni *Uromyces appendiculatus* verilebilir. Spesifik bağışıklık ise, belirli bir bitki türünün bireysel genotiplerinin, ilgili türü enfekte edebilen fitopatojenlere karşı direnç sergilemesidir. Buğdayda kahverengi pas etmeni *Puccinia triticina* *Triticum aestivum*'u enfekte eder, ancak bireysel çeşitler farklı direnç seviyelerine sahiptir.

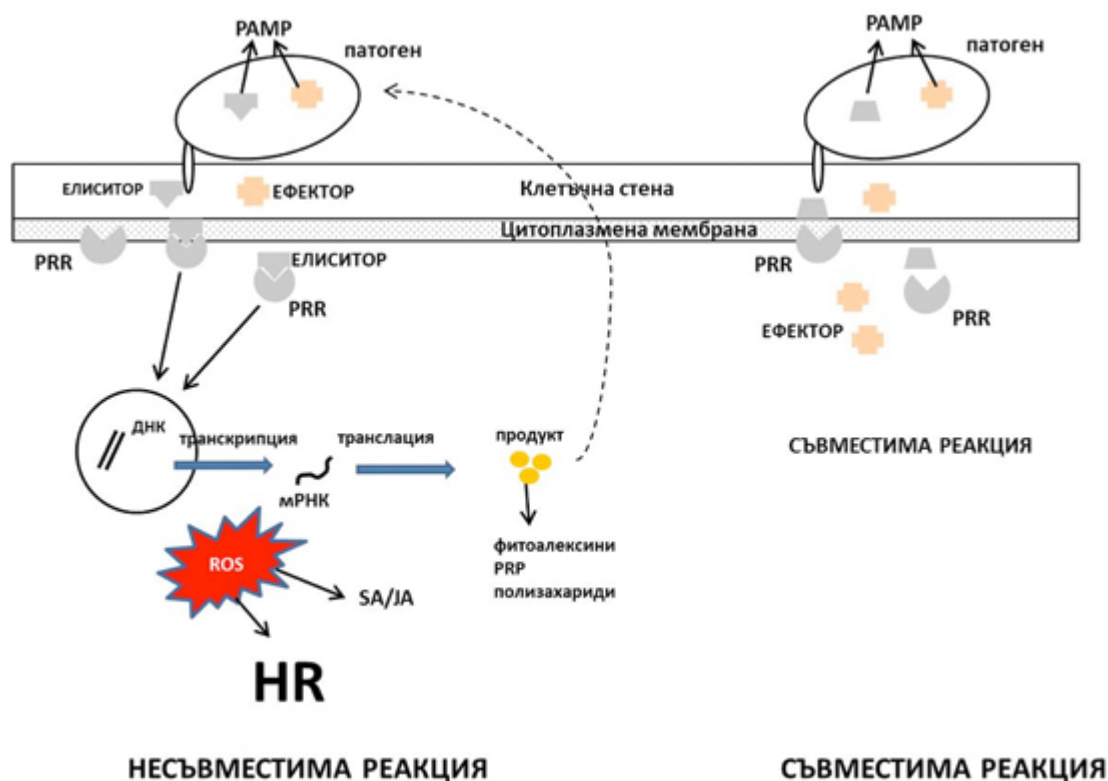
Kökenlerine göre bağışıklık, doğuştan gelen veya kalıtsal ve edinilmiş olarak ikiye ayrılabilir. Doğuştan gelen bağışıklık, ilgili çeşidin nesillerinde kalıtılan faktörlerle ilişkilidir. Edinilmiş bağışıklık, bitkilerde ontogenetik (bireysel) gelişimleri sırasında belirli bir patojen veya dış koşulların etkisi altında ortaya çıkar veya oluşur ve yavru döllere kalıtılmaz. Çoğunlukla bitkilerde enfeksiyon veya hastalık sonrasında ortaya çıkar ve bunun sonucunda bitkiler bu ve diğer patojenlere karşı dirençlerini artırır.

Oluşum mekanizmalarına göre bitki bağışıklığı pasif ve aktif olarak ikiye ayrılır. Pasif bağışıklık, bireysel çeşitlerin morfolojik veya anatomik özellikleriyle – mum tabakasının varlığı, kutikula ve epidermisin kalınlığı, birim alandaki sayısı ve stomaların yapısı, bitki mimarisi vb. – ilişkilidir. Bu çeşitsel özellikler, patogenezin (enfeksiyon süreci ve hastalık gelişimi) seyri için koşulların varlığı veya yokluğundan bağımsız olarak sabittir. Genel olarak, pasif bağışıklık mekanizmaları enfeksiyon sürecini engeller veya geciktirir; bu da ikinci durumda patojenlerin daha az gelişim döngüsüne yol açar. Yetiştirme sezonu boyunca döngü sayısındaki azalma, epifitotiklerin (salgınlar) gelişiminin tekrarlanan çoğalmalarıyla yakından ilişkili olduğu polisiklik patojenler (paslar, küllemeler, septoryalar vb.) için büyük önem taşır. Örneğin, pasif bağışıklık, adi fasulyenin bitki habitusunun *Sclerotinia sclerotiorum*'un neden olduğu sklerotinya çürüklüğünün görülme sıklığı üzerindeki etkisiyle örneklenebilir. Dik ve seyrek bitki habitusuna sahip çeşitler, çiçeklenme sırasında uzun süreli nem tutulmasına izin vermeyen bir mikroiklim yarattıkları için, yani bitkilerin enfeksiyonunu önledikleri için, patojen tarafından daha az şiddetli şekilde saldırıya uğrar.

Aktif bağışıklık, enfeksiyon sırasında veya patogenezin farklı aşamalarında ortaya çıkan savunma mekanizmaları ile ilişkilidir ve bağışıklığı belirleyen faktörler yavru döllere kalıtılır. Direnci aktif bağışıklığa dayanan çeşitler, aktivasyonu hücre plazma zarında ve/veya sitoplazmada bulunan reseptörlerle (PRR) ilişkili olan spesifik genlere sahiptir (şekil). Bunların ekspresyonu için, koruma sağladıkları patojenin, elisitörler (reseptörler tarafından tanınan moleküller) olarak bilinen moleküler maddeler (PAMP) üretmesi gereklidir. Spesifik genlerin reseptörlerinin saldırıya uğrayan hücredeki elisitörleri tanıdığı durumlarda, spesifik genlerin ekspresyonunu aktive eden sinyal molekülleri birikir. Sonuç olarak, patojen üzerinde toksik etkiye sahip fitoaleksinler ve patojenle ilişkili proteinler (PRP) sentezlenir. Patojenin tanınması, süperoksit anyonları (O_2^-) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) hücrede birikmesine yol açar ve bu da hipersensitif

реакция (HR) olarak bilinen programlanmış hücre ölümüne neden olur. Aynı zamanda, jasmonik asit (JA) ve salisilik asit (SA) gibi bitki hormonları hücrede sentezlenir ve bunlar komşu hücrelere taşınarak bir alarm sinyali iletir. Sonuç olarak, komşu hücreler ölür ve böylece patojenin daha fazla gelişimi engellenir. Eşzamanlı olarak, ölen hücreler tarafından üretilen ve özellikle SA, bitkinin tamamına taşınır ve genel savunma mekanizmalarının aktivasyonunu uyararak, bitkinin tamamının patojene karşı korunmasını sağlayan sistemik edinilmiş bağışıklık olarak adlandırılan durumun ortaya çıkmasına yol açar. Patojen tarafından üretilen moleküler maddeler (efektörler olarak da bilinir) reseptörler tarafından tanınmazsa, enfeksiyon geri döndürülemez, yani uyumlu bir reaksiyon gözlenir. [Harold Henry Flor](#)'un (1942) teorisi, "gen-gen" teorisi olarak da bilinir ve aktif bağışıklıkla ilişkilidir. Bu teoriye göre, belirli bir bitki türü popülasyonundaki her bir direnç geni için, ilgili patojenik türde karşılık gelen bir virülans geni vardır.

Bağışıklığı belirleyen mekanizmalara bağlı olarak bitki direnci üç kategoriye ayrılır – tolerans, vertikal direnç ve horizontal direnç. Tolerans, bireysel genotiplerin, verim veya ürün kalitesini etkilemeksizin yüksek derecede bir enfeksiyona (hassas çeşitlerinkine benzer) dayanma yeteneği ile ilişkilidir.



Aktif bağışıklık mekanizmaları. PAMP – patojenle ilişkili moleküler maddeler; PRR – patojenle ilişkili reseptörler; PRP – patojenle ilişkili proteinler; ROS – reaktif oksijen türleri; SA/JA – bitki hormonları; HR – hipersensitif reaksiyon

Vertikal direnç, aktif bağışıklıkla ilişkilidir. "ırka özgü" genler olarak bilinen spesifik genler tarafından kontrol edilir ve bu nedenle "ırka özgü" direnç olarak da adlandırılır. Bu direnç bir veya birkaç majör gen tarafından kontrol edildiğinden, sıklıkla "monogenik" veya "oligogenik" olarak da ifade edilir. Vertikal dirence sahip çeşitlerin avantajı, hedef alınan patojene karşı tam direnç sergilemeleridir. Ancak ana dezavantajı, bu direncin ilgili patojen popülasyonlarının yalnızca belirli kısımlarına ("fizyolojik ırklar" olarak bilinir) karşı ifade edilmesidir. Vertikal direncin bir diğer önemli dezavantajı, patojen popülasyonları üzerinde uyguladığı seçim baskısıdır. Bir örnek, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen yabancı buğday çeşitlerinde kahverengi pas görülme sıklığının giderek artmasıdır. İlk tanıtıldıklarında bu hastalığa karşı dirençleri yüksek seviyedeydi. Son yıllardaki yaygın yetiştiricilikleri, patojen popülasyonlarında önemli değişikliklere yol açmıştır ve bu nedenle şimdi şiddetli enfeksiyonlara tanık oluyoruz. Bu olgunun nedenleri, yeni çeşitlerin tanıtıldığı dönemde ülkede mevcut kahverengi pas popülasyonlarını koruyan çeşitlerin ekim alanlarındaki azalmanın bir sonucu olarak patojenin virülans potansiyelindeki bir değişiklik ile ilişkilidir.

Ülkemizdeki çeşit yapısının değiştirilmesi, patojen popülasyonları üzerinde seçim baskısı uygulamış, bu da yeni çeşitlerin direncini aşan, bölgemiz için karakteristik olmayan yeni patotiplerin (aynı ırka ait farklı virülansa sahip bireyler) yayılmasına yol açmıştır. Ülkede yeni patotiplerin varlığı, son yıllarda Bulgar çeşitlerinin kahverengi pasa karşı daha yüksek direnç göstermesi gerçeğiyle de doğrulanmaktadır. Yeni ırkların ortaya çıkmasını önlemeyi amaçlayan temel ıslah stratejisi, sözde genlerin tek bir genotipte "piramitlemesi" veya daha basit bir ifadeyle, iki veya daha fazla ırka özgü gene sahip çeşitlerin geliştirilmesi ile ilişkilidir. Bu strateji, patojen popülasyonlarında bunları aynı anda aşabilen mutant veya rekombinant formların ortaya çıkma olasılığını azaltır.

Horizontal direncin mekanizmaları öncelikle pasif bağışıklıkla ilişkilidir, ancak çok sayıda çalışma kısmen işlevsel olmayan spesifik genlerin katılımını da doğrulamaktadır. Bu direnç tüm patojen popülasyonuna karşı olduğu için "ırka özgü olmayan" direnç olarak da bilinir. Horizontal direnç poligenik bir yapıya sahiptir ve bu nedenle "poligenik" olarak da adlandırılır. Horizontal direncin ana avantajı, patojen popülasyonları üzerinde seçim baskısı uygulamaması ve bu nedenle etkinliğinin uzun bir süre boyunca korunmasıdır, yani patojenlerin bu direnci aşması zordur. Ne yazık ki, ıslah açısından, horizontal dirence sahip çeşitlerin geliştirilmesi, poligenik doğası nedeniyle uzun ve karmaşık bir süreçtir.

Şüphesiz, vertikal ve horizontal direnç mekanizmalarını birleştiren çeşitlerin/hibritlerin geliştirilmesi ve kullanılması, direncin etkinlik süresini uzattığı için kültür bitkilerindeki hastalıkların kontrolünde en uygun önlemdir. Ne yazık