

Az immunitás a növények betegségeikkel szemben

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

Дата: 02.05.2025 Брой: 5/2025



A rezisztens fajták és hibridék használata a mezőgazdasági növények betegségeinek leginkább hatékony és környezetkímélő ellenőrzési módszerének számít. Sajnos gyakran tanúi vagyunk egyes genotípusok rezisztenciájának csökkenésének, amikor azokat hosszabb ideig termesztik meghatározott területeken. Az egyes genotípusok (fajták, hibridék) rezisztenciaszintjének fenntartásának időtartama szorosan kapcsolódik az immunitásukat felépítő mechanizmusokhoz, valamint a megfelelő kórokozók populációinak virulenciapotenciáljához. A növények immunitását felépítő mechanizmusok ismerete alapvető fontosságú mind egy megfelelő nemesítési stratégia kidolgozásához, mind a már elért rezisztencia elvesztésének megelőzésére irányuló intézkedések végrehajtásához.

Az „immunitás” kifejezés a latin „*imunitas*” szóból származik, amely mentes vagy sérthetetlen jelentéssel bír. A specifikusságától függően a növényi immunitást nem specifikus és specifikus immunitásra osztják. A nem specifikus immunitás egy adott növényfaj abszolút, teljes rezisztenciájához kapcsolódik azokkal a fitopatogénnel szemben, amelyek gazdaspektrumába nem tartozik. Példaként említhető a bab rozsdája kórokozója, az *Uromyces appendiculatus*, amellyel szemben a *Triticum aestivum* (közönséges búza) fajták teljesen rezisztensek. A specifikus immunitás az, amelyben egy adott növényfaj egyes genotípusai rezisztenciát mutatnak azokkal a fitopatogénnel szemben, amelyek képesek megfertőzni az adott fajt. A búza barna rozsdája kórokozója, a *Puccinia triticina* megfertőzi a *Triticum aestivum*, de az egyes fajták különböző szintű rezisztenciával rendelkeznek.

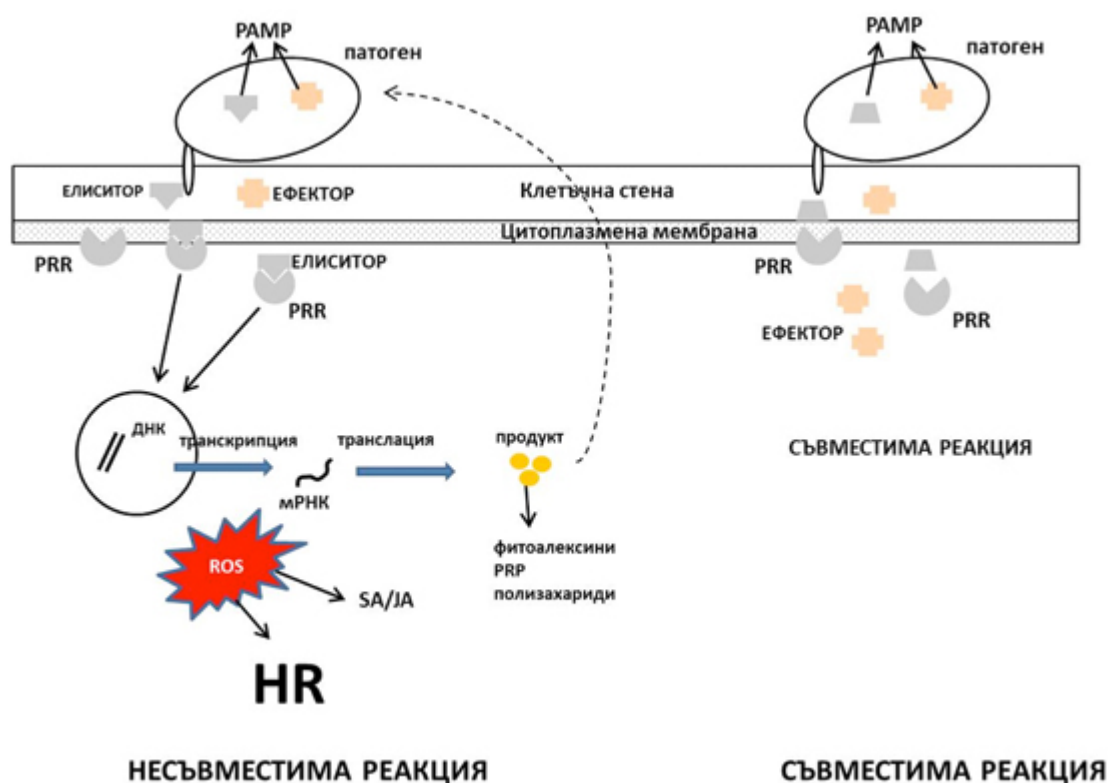
Eredetük szerint az immunitás veleszületett vagy örökletes és szerzett immunitásra osztható. A veleszületett immunitás olyan tényezőkhez kapcsolódik, amelyek öröklődnek az adott fajta generációiban. A szerzett immunitás megjelenik vagy kialakul a növényekben egyedi (ontogenetikus) fejlődésük során egy adott kórokozó vagy külső körülmények hatására, és nem öröklődik az utódokra. Leggyakrabban fertőzés vagy betegség után alakul ki a növényekben, ami után megnő a rezisztenciájuk ezzel és más kórokozókkal szemben.

A kialakulás mechanizmusa szerint a növényi immunitást passzív és aktív immunitásra osztják. A passzív immunitás az egyes fajták morfológiai vagy anatómiai jellemzőihez kapcsolódik – viaszos bevonat jelenléte, a kutikula és epidermisz vastagsága, a sztomák száma egységnyi területen és szerkezete, a növény építménye stb. Ezek a fajtajellemzők állandóak, függetlenül a patogenezis (a fertőzési folyamat és a betegség kifejlődése) lefolyásához szükséges feltételek jelenlététől vagy hiányától. Összességében a passzív immunitás mechanizmusai megakadályozzák vagy késleltetik a fertőzési folyamatot, ami a második esetben kevesebb fejlődési ciklushoz vezet a kórokozók számára. A tenyészidőszak alatti ciklusok számának csökkenése alapvető fontosságú a policiklusos kórokozók (rozsdák, lisztharmatok, szeptoriózisok stb.) esetében, amelyeknél az epifitotikumok (járványok) kialakulása szorosan kapcsolódik azok ismételt szaporodásához. Például a passzív immunitást illusztrálhatja a bab növényi habitusának hatása a *Sclerotinia sclerotiorum* által okozott szclerotínia rothadás előfordulására. A felálló és laza növényi habitusú fajtákat kevésbé támadják súlyosan a kórokozók, mivel olyan mikroklimát teremtenek, amely nem teszi lehetővé a hosszabb ideig tartó nedvességmegtartást a virágzás során, azaz megakadályozzák a növények fertőzését.

Az aktív immunitás olyan védekezési mechanizmusokhoz kapcsolódik, amelyek a fertőzés vagy a patogenezis különböző szakaszaiban nyilvánulnak meg, és az immunitást meghatározó tényezők öröklődnek az utódokra. Azok a fajták, amelyek rezisztenciája aktív immunitáson alapul, specifikus génekkel rendelkeznek, amelyek aktiválódása a sejtmembránban és/vagy citoplazmában (ábra) található receptorokhoz (PRR) kapcsolódik.

Kifejeződésükhöz szükséges, hogy az a kórokozó, amely ellen védelmet nyújtanak, molekuláris anyagokat (PAMP) termeljen, amelyek elicítorként ismertek (a receptorok által felismert molekulák). Olyan esetekben, amikor a specifikus gének receptorjai felismerik az elicitorokat a megtámadott sejtben, jelzőmolekulák halmozódnak fel, amelyek aktiválják a specifikus gének kifejeződését. Ennek eredményeként fitoalexinek és kórokozó-kapcsolt fehérjék (PRP) szintetizálódnak, amelyek mérgező hatással vannak a kórokozóra. A kórokozó felismerése reaktív oxigénfajták (ROS) felhalmozódásához vezet a sejtben, mint például szuperoxid anionok (O_2^-) és hidrogén-peroxid (H_2O_2), ami annak programozott halálához, az úgynevezett hiperszenzitív reakcióhoz (HR) vezet. Ugyanakkor növényi hormonok, mint például a jázminsav (JA) és a szalicilsav (SA) szintetizálódnak a sejtben, amelyek szomszédos sejtekbe szállítódnak ésriadójelet továbbítanak. Ennek eredményeként a szomszédos sejtek elhalnak, ezzel blokkolva a kórokozó további fejlődését. Egyidejűleg az elhaló sejtek által termelt növényi hormonok, és mindenekelőtt a SA, az egész növényben szállítódnak és stimulálják az általános védekezési mechanizmusok aktiválását, ami az úgynevezett szisztémás szerzett immunitás kialakulásához vezet, amely az egész növény védelmét biztosítja a kórokozóval szemben. Ha a kórokozó által termelt molekuláris anyagokat (amelyek effektorokként is ismertek) a receptorok nem ismerik fel, a fertőzés visszafordíthatatlan, azaz kompatibilis reakció figyelhető meg. [Harold Henry Flor](#) (1942) elmélete, amely „gén-a-gén-ért” elméletként is ismert, az aktív immunitáshoz kapcsolódik. Ezen elmélet szerint egy adott növényfaj populációjában minden rezisztenciagénhez tartozik egy megfelelő virulenciagén a megfelelő kórokozó fajban.

Az immunitást meghatározó mechanizmusoktól függően a növényi rezisztenciát három kategóriába osztják – tolerancia, vertikális rezisztencia és horizontális rezisztencia. A tolerancia az egyes genotípusok azon képességéhez kapcsolódik, hogy ellenállnak egy magas fertőzőtségi foknak (hasonlóan az érzékeny fajtákéhoz) anélkül, hogy ez befolyásolná a terméshozamot vagy a termék minőségét.



Az aktív immunitás mechanizmusai. PAMP – kórokozó-kapcsolt molekuláris anyagok; PRR – kórokozó-kapcsolt receptorok; PRP – kórokozó-kapcsolt fehérjék; ROS – reakatív oxigénfajták; SA/JA – növényi hormonok; HR – hiperszenzitiv reakció

A vertikális rezisztencia az aktív immunitáshoz kapcsolódik. Specifikus gének, az úgynevezett „fajta-specifikus” gének szabályozzák, ezért „fajta-specifikus” rezisztenciaként is emlegetik. Mivel ezt a rezisztenciát egy vagy több fő gén szabályozza, gyakran „monogén” vagy „oligogén” rezisztenciaként is hivatkoznak rá. A vertikális rezisztenciával rendelkező fajták előnye, hogy teljes rezisztenciát mutatnak az ellenük irányuló kórokozóval szemben. A fő hátrány azonban az, hogy ez a rezisztencia csak a megfelelő kórokozó populációinak bizonyos részeivel, az úgynevezett „fiziológiai fajtákkal” szemben fejeződik ki. A vertikális rezisztencia egy másik lényeges hátránya a kórokozó populációkra gyakorolt szelekciós nyomás. Példa erre a barna rozsdá egyre gyakoribb előfordulása széles körben termesztett külföldi búzafajtáinkban. Amikor először vezették be őket, rezisztenciájuk ezzel a betegséggel szemben magas szintű volt. Széleskörű termesztésük az elmúlt években jelentős változásokhoz vezetett a kórokozó populációkban, ezért most súlyos fertőzéseket tapasztalunk. Ennek a jelenségnek az okai a kórokozó virulenciapotenciáljának változásához kapcsolódnak annak eredményeként, hogy az új fajták bevezetésekor a korábban létező barna rozsdá populációkat fenntartó fajták vetésterületei csökkentek.

A fajtaszerkezet cseréje hazánkban szelekciós nyomást gyakorolt a kórokozó populációkra, ami viszont új patotípusok (különböző virulenciájú egyedek, amelyek ugyanahhoz a fajtához tartoznak) elterjedéséhez

vezetett, amelyek nem jellemzőek területünkre, és legyőzik az új fajták rezisztenciáját. Az új patotípusok jelenlétét az országban az a tény is megerősíti, hogy az elmúlt években a bolgár fajták magasabb rezisztenciát mutattak a barna rozsdával szemben. Az új fajták megjelenésének megelőzésére irányuló fő nemesítési stratégia az úgynevezett gének „piramisba rendezéséhez” kapcsolódik egyetlen genotípusban, vagy egyszerűbben, két vagy több fajta-specifikus génnel rendelkező fajták fejlesztéséhez. Ez a stratégia csökkenti annak valószínűségét, hogy mutáns vagy rekombináns formák jelenjenek meg a kórokozó populációkban, amelyek képesek egyidejűleg legyőzni azokat.

A horizontális rezisztencia mechanizmusai elsősorban a passzív immunitáshoz kapcsolódnak, bár számos tanulmány megerősíti a részben nem funkcionális specifikus gének részvételét. Mivel ez a rezisztencia a teljes kórokozó populáció ellen irányul, „fajta-nem-specifikus” rezisztenciaként is ismert. A horizontális rezisztencia poligén természetű, ezért „poligén” rezisztenciaként is emlegetik. A horizontális rezisztencia fő előnye, hogy nem gyakorol szelekciós nyomást a kórokozó populációkra, és ezért hatékonysága hosszabb ideig tart, azaz a kórokozók számára nehéz legyőzni azt. Sajnos nemesítési szempontból a horizontális rezisztenciával rendelkező fajták fejlesztése hosszadalmas és összetett folyamat poligén természete miatt.