

'Imunitatea plantelor la boli'

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

Дата: 02.05.2025 Брой: 5/2025



Utilizarea de soiuri și hibrizi rezistenți este considerată cea mai eficientă și mai ecologică metodă de combatere a bolilor la culturile agricole. Din păcate, asistăm adesea la o reducere a rezistenței unor genotipuri individuale atunci când acestea sunt cultivate pentru o perioadă prelungită în anumite zone. Durata menținerii nivelului de rezistență la genotipurile individuale (soiuri, hibrizi) este strâns legată de mecanismele care construiesc imunitatea acestora, precum și de potențialul de virulență din populațiile agenților patogeni respectivi. Cunoașterea mecanismelor care construiesc imunitatea la plante are o importanță esențială atât pentru dezvoltarea unei strategii adecvate de ameliorare, cât și pentru implementarea unor măsuri de prevenire a pierderii rezistenței deja obținute.

Termenul „imunitate” provine din cuvântul latin „*imunitas*”, însemnând liber sau inviolabil. În funcție de specificitatea sa, imunitatea plantelor este împărțită în nespecifică și specifică. Imunitatea nespecifică este asociată cu rezistența absolută, completă a unei anumite specii de plante la fitopatogeni, în a cărei gamă de gazde nu se încadrează. Ca exemplu, poate fi menționat agentul cauzator al ruginei fasolei *Uromyces appendiculatus*, la care soiurile de *Triticum aestivum* (grâu comun de toamnă) sunt complet rezistente. Imunitatea specifică este aceea în care genotipurile individuale ale unei anumite specii de plante prezintă rezistență la fitopatogeni care sunt capabili să infecteze specia respectivă. Agentul cauzator al ruginei brune la grâu *Puccinia tritici* infectează *Triticum aestivum*, dar soiurile individuale posedă niveluri diferite de rezistență.

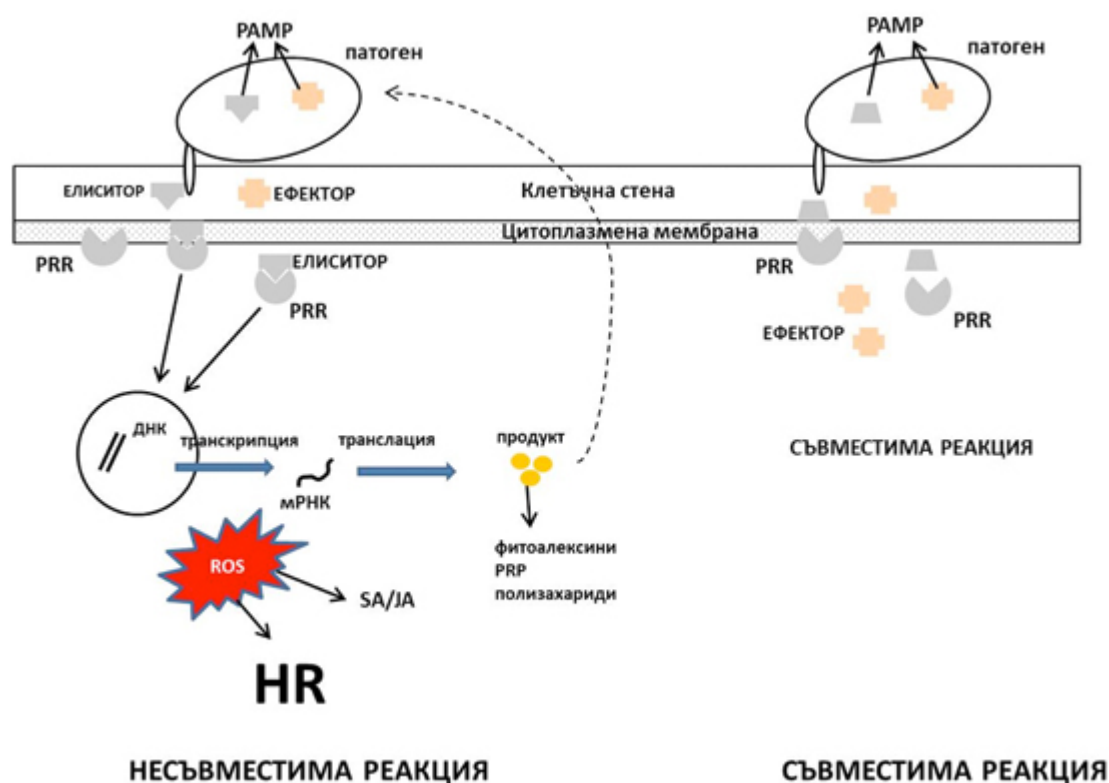
În funcție de originea lor, imunitatea poate fi împărțită în înăscută sau ereditară și dobândită. Imunitatea înăscută este asociată cu factori care sunt moșteniți în generațiile soiului respectiv. Imunitatea dobândită apare sau se naște la plante în timpul dezvoltării lor ontogenetice (individuale) sub influența unui anumit agent patogen sau a condițiilor externe și nu este moștenită de progenitură. Cel mai adesea apare după o infecție sau boală la plante, după care acestea își sporesc rezistența la acest agent patogen și la alții.

În funcție de mecanismele de formare, imunitatea plantelor este împărțită în pasivă și activă. Imunitatea pasivă este asociată cu caracteristici morfologice sau anatomice ale soiurilor individuale – prezența unui strat ceros, grosimea cuticulei și epidermei, numărul pe unitate de suprafață și structura stomatelor, arhitectura plantei etc. Aceste caracteristici soiului sunt constante, indiferent de prezența sau absența condițiilor pentru desfășurarea patogenezei (procesul de infecție și dezvoltarea bolii). În general, mecanismele imunității pasive previn sau întârzie procesul de infecție, ceea ce în al doilea caz duce la mai puține cicluri de dezvoltare ale agenților patogeni. Reducerea numărului de cicluri în timpul sezonului de vegetație este de importanță esențială pentru agenții patogeni policiclici (rugini, mucegaiuri pulverulente, septorioze etc.), la care dezvoltarea epifitotilor (epidemiilor) este strâns legată de înmulțirea lor repetată. De exemplu, imunitatea pasivă poate fi ilustrată de influența portului plantei de fasole comună asupra incidenței putregaiului scleroțial cauzat de *Sclerotinia sclerotiorum*. Soiurile cu un port erect și răsfirat sunt atacate mai puțin sever de agentul patogen, deoarece creează un microclimat care nu permite menținerea prelungită a umidității în timpul înfloririi, adică previn infecția plantelor.

Imunitatea activă este asociată cu mecanisme de apărare care se manifestă în timpul infecției sau în diferite stadii ale patogenezei, iar factorii care determină imunitatea sunt moșteniți de progenitură. Soiurile a căror rezistență se bazează pe imunitate activă posedă gene specifice a căror activare este asociată cu receptori (PRR) localizați în membrana plasmatică celulară și/sau citoplasmă (figură). Pentru exprimarea lor, este necesar ca agentul patogen împotriva căruia oferă protecție să producă substanțe moleculare (PAMP), cunoscute ca

elicitori (molecule recunoscute de receptori). În cazurile în care receptorii genelor specifice recunosc elicitorii în celula atacată, se acumulează molecule de semnalizare, care activează expresia genelor specifice. Ca urmare, se sintetizează fitoalexine și proteine legate de patogeni (PRP), care au un efect toxic asupra agentului patogen. Recunoașterea agentului patogen duce la acumularea în celulă a speciilor reactive de oxigen (ROS) precum anioni superoxid (O_2^-) și peroxid de hidrogen (H_2O_2), rezultând moartea ei programată, cunoscută ca reacția hipersensibilă (HR). În același timp, în celulă se sintetizează hormoni vegetali precum acidul jasmonic (JA) și acidul salicilic (SA), care sunt transportați în celulele învecinate și transmit un semnal de alarmă. Ca urmare, celulele învecinate mor, blocând astfel dezvoltarea ulterioară a agentului patogen. Concurrent, hormonii vegetali produși de celulele aflate în moarte, și mai ales SA, sunt transportați în întreaga plantă și stimulează activarea mecanismelor generale de apărare, ducând la apariția așa-numitei imunități sistematice dobândite, care asigură protecția întregii plante împotriva agentului patogen. Dacă substanțele moleculare produse de agentul patogen (cunoscute și ca efectori) nu sunt recunoscute de receptori, infecția este ireversibilă, adică se observă o reacție compatibilă. Teoria lui [Harold Henry Flor](#) (1942), cunoscută și ca teoria „genă-pentru-genă”, este legată de imunitatea activă. Conform acestei teorii, pentru fiecare genă de rezistență din populația unei anumite specii de plante există o genă de virulență corespunzătoare în specia patogenă respectivă.

În funcție de mecanismele care determină imunitatea, rezistența plantelor este împărțită în trei categorii – toleranță, rezistență verticală și rezistență orizontală. Toleranța este asociată cu capacitatea genotipurilor individuale de a rezista unui grad ridicat de infecție (similar cu cel al soiurilor sensibile) fără ca acest lucru să afecteze producția sau calitatea produsului.



Mecanisme ale imunității active. PAMP – substanțe moleculare asociate patogenilor; PRR – receptori asociați patogenilor; PRP – proteine legate de patogeni; ROS – specii reactive de oxigen; SA/JA – hormoni vegetali; HR – reacție hipersensibilă

Rezistența verticală este asociată cu imunitatea activă. Este controlată de gene specifice cunoscute ca gene „specifice rasei” și, prin urmare, este denumită și rezistență „specifică rasei”. Deoarece această rezistență este controlată de una sau mai multe gene majore, este adesea denumită „monogenică” sau „oligogenică”. Avantajul soiurilor cu rezistență verticală este că acestea prezintă rezistență completă la agentul patogen împotriva căruia este îndreptată. Principalul dezavantaj, însă, este că această rezistență se exprimă doar la anumite părți ale populațiilor agentului patogen respectiv, cunoscute ca „rase fiziologice”. Un alt dezavantaj esențial al rezistenței verticale este presiunea de selecție pe care o exercită asupra populațiilor de patogeni. Un exemplu este incidența tot mai frecventă a ruginii brune la soiurile străine de grâu larg cultivate în țara noastră. La prima lor introducere, rezistența lor la această boală era la un nivel ridicat. Cultivarea lor pe scară largă în ultimii ani a condus la modificări semnificative în populațiile agentului patogen, motiv pentru care asistăm acum la infecții severe. Motivele acestui fenomen sunt legate de o schimbare a potențialului de virulență al agentului patogen ca urmare a reducerii suprafețelor cultivate cu soiuri care mențineau atunci populațiile existente de rugină brună în țară în momentul introducerii noilor soiuri.

Înlocuirea structurii soiurilor în țara noastră a exercitat o presiune de selecție asupra populațiilor de patogeni, care la rândul lor au condus la răspândirea unor noi patotipuri (indivizi cu virulență diferită aparținând aceleiași

rase), necaracteristice teritoriului nostru, care depășesc rezistența noilor soiuri. Prezența noilor patotipuri în țară este confirmată și de faptul că în ultimii ani soiurile bulgărești au arătat o rezistență mai mare la rugina brună. Principala strategie de ameliorare care vizează prevenirea apariției de noi rase este legată de așa-numita „piramidare” a genelor într-un singur genotip, sau mai simplu, dezvoltarea de soiuri cu două sau mai multe gene specifice rasei. Această strategie reduce probabilitatea ca în populațiile de patogeni să apară forme mutante sau recombinante capabile să le depășească simultan.

Mecanismele rezistenței orizontale sunt asociate în primul rând cu imunitatea pasivă, deși numeroase studii confirmă participarea unor gene specifice parțial nefuncționale. Deoarece această rezistență este îndreptată împotriva întregii populații de patogeni, este cunoscută și ca rezistență „nespecifică rasei”. Rezistența orizontală are o natură poligenică și, prin urmare, este denumită și „poligenică”. Principalul avantaj al rezistenței orizontale este că nu exercită presiune de selecție asupra populațiilor de patogeni și, prin urmare, eficacitatea sa este menținută pentru o perioadă prelungită de timp, adică este dificil pentru agenții patogeni să o depășească. Din păcate, din punct de vedere al ameliorării, dezvoltarea de soiuri cu rezistență orizontală este un proces lung și complex datorită naturii sale poligenice.

Fără îndoială, dezvoltarea și utilizarea de soiuri/hibridi care combină mecanismele rezistenței verticale și orizontale este cea mai adecvată măsură pentru combaterea bolilor la plantele cultivate, deoarece prelungește perioada de eficacitate a rezistenței. Din păcate, în majoritatea cazurilor rezistența soiurilor introduse în practică se bazează pe mecanismele rezistenței verticale. Principala măsură de prevenire a modificărilor potențialului de virulență al populațiilor patogene este legată de utilizarea unui set de soiuri a căror rezistență se bazează pe diferite gene specifice rasei. Cultivarea pe scară largă a soiurilor cu aceeași bază genetică în ceea ce privește rezistența duce în mod inevitabil la schimbări rapide în populațiile de patogeni și, prin urmare, la dezvoltarea epifitotică a bolilor.