

Имунитет при растенията към болести

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

Дата: 02.05.2025 Брой: 5/2025



Използването на устойчиви сортове и хибриди се приема за най-ефективния и екологосъобразен метод за контрол на болестите при земеделските култури. За съжаление често пъти сме свидетели на понижаване устойчивостта на отделни генотипи при продължителното им отглеждане на определени територии. Периодът на запазване нивото на устойчивост при отделните генотипи (сортове, хибриди) е тясно свързан с механизмите, изграждащи техния имунитет, както и с вирулентния потенциал в популациите на съответните патогени. Познанията върху механизмите, изграждащи имунитета при растенията, е от съществено значение както за разработване на адекватна селекционна стратегия, така и за предприемане на мерки за предотвратяване загубата на вече постигнатата устойчивост.

Терминът „имунитет“ произлиза от латинската дума „*imunitas*“, означаваща свободен или неприкосновен. В зависимост от специфичността имунитетът при растенията се разделя на неспецифичен и специфичен. Неспецифичният е свързан с абсолютната, пълна устойчивост на отделен растителен вид към фитопатогени, в чийто кръг от гостоприемници той не попада. Като пример може да се посочи причинителя на ръждата по фасула *Uromyces appendiculatus*, към който сортовете от *Triticum aestivum* (обикновена зимна пшеница) са напълно устойчиви. Специфичният имунитет е този, при който отделни генотипи от даден растителен вид проявяват устойчивост към фитопатогени, които са способни да заразяват съответния вид. Причинителят на кафявата ръжда по пшеницата *Puccinia triticina* напада *Triticum aestivum*, но отделните сортове притежават различно ниво на устойчивост.

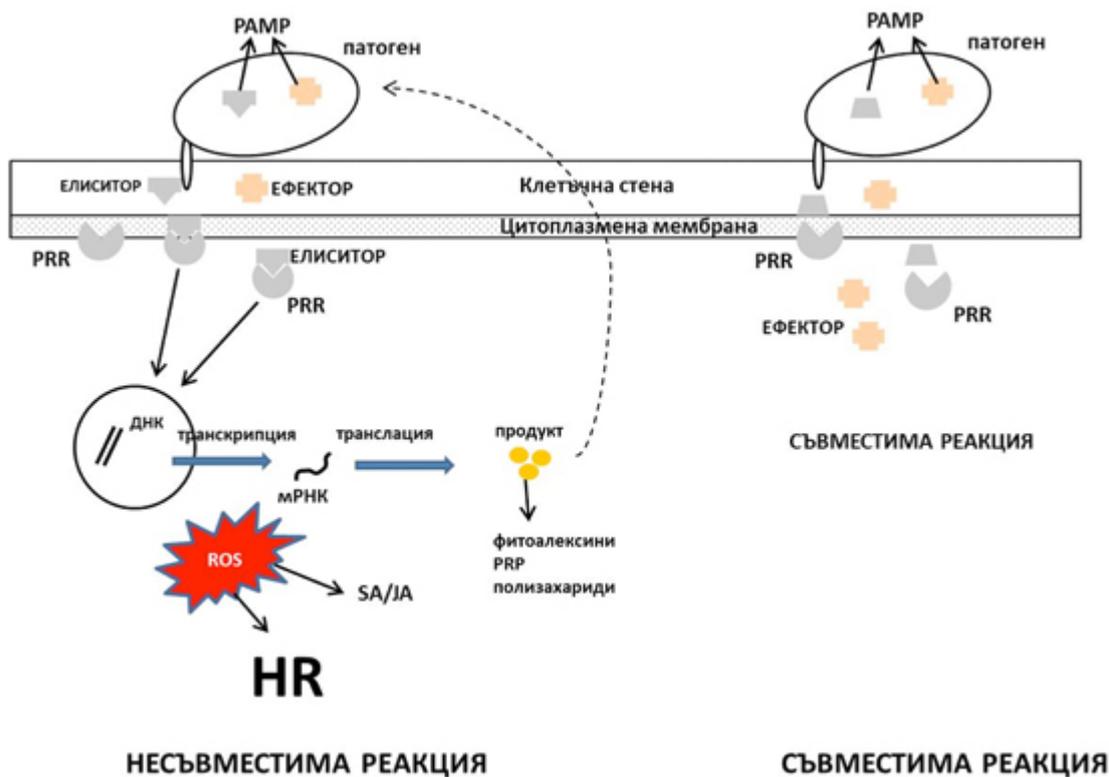
Според произхода имунитетът може да се раздели на вроден или наследствен и придобит. Вроденият е свързан с фактори, които се наследяват в поколенията на съответния сорт. Придобитият се проявява или възниква в растенията през периода на тяхното онтогенетично (индивидуално) развитие под влияние на даден патоген или външни условия и не се наследява в потомството. Най-често той възниква след заразяване или преболедуване на растенията, след което те повишават своята устойчивост по отношение на този и други патогени.

Според механизмите на изграждане имунитетът при растенията се разделя на пасивен и активен. Пасивният е свързан с морфологични или анатомични особености при отделните сортове – наличие на восъчен налеп, дебелина на кутикулата и епидермиса, брой на единица площ и устройство на стомата (устицата), архитектурата на храста и др. Тези особености на сорта са постоянни независимо от наличието или отсъствието на условия за протичане на патогенезата (инфекциозния процес и протичане на заболяването). Като цяло механизмите на пасивния имунитет предотвратяват или забавят процеса на заразяване, което във втория случай води до по-малко цикли на развитие на патогените. Намаляване броя на циклите през вегетацията е от съществено значение при полицикличните патогени (ръжди, брашнести мани, септориози и др.), при които развитието на епифитотии (епидемия) е тясно свързано с многократното им размножаване. Например за пасивен имунитет може да се посочи влиянието на хабитуса на храста при обикновения фасул върху нападението от склеротинийно гниена с причинител *Sclerotinia sclerotiorum*. Сортовете с изправен и рехав храст се нападат по-слабо от патогена, тъй като създават микроклимът, който не позволява продължително задържане на влагата през периода на цъфтеж, т.е. предотвратяват заразяването на растенията.

Активният имунитет е свързан със защитните механизми, които се проявяват по време на заразяване или в различни етапи от патогенезата, а факторите обуславящи имунитета се наследяват в потомството.

Сортовете, чиято устойчивост е изградена на основата на активния имунитет, притежават специфични гени, чието активиране е свързано с рецептори (PRR), разположените в клетъчната цитоплазмена мембрана и/или цитоплазма (фигурата). За тяхното експерисране (проявление) е необходимо патогенът, срещу когото осигуряват защита, да продуцира молекулни субстанции (PAMP), известни като елиситори (молекули разпознавани от рецепторите). В случаите, при които рецепторите на специфичните гени разпознаят елиситорите в атакуваната клетката, се натрупват сигнални молекули, които активират експресията на специфичните гени. В резултат на това се синтезират фитоалексини и протеини свързани с патогена (PRP), които имат токсично влияние върху него. Разпознаването на патогена води до натрупване в клетката на реактивни кислородни видове (ROS) като супероксидни аниони (O_2^-) и диводороден пероксид (H_2O_2), водещи до програмираното ѝ загиване, известно като хиперсензитивна реакция (HR). Успоредно с това в клетката се синтезират растителни хормони като Jasmonic acid (JA) и Salicylic acid (SA), които се пренасят в съседните клетки и подават сигнал за нападение. В резултат на това съседните клетки загиват, като по този начин блокират по нататъшното развитие на патогена. Успоредно с това продуцираните от загиващите клетки растителни хормони и преди всичко SA се транспортират в растението и стимулират включването на общите защитни механизми, което води до възникването на т.нар. системен придобит имунитет, осигуряващ защита на цялото растение към патогена. В случай, че продуцираните от патогена молекулни субстанции (известни още като ефектори) не бъдат разпознати от рецепторите заразяването е необратимо, т.е. наблюдава се съвместима реакция. С активния имунитет е свързана теорията на [Harold Henry Flor](#) (1942) известна още като "ген срещу ген". Според тази теория на всеки ген за устойчивост в популацията на даден растителен вид съществува ген за вирулентност в съответния патогенен вид.

В зависимост от механизмите, обуславящи имунитета, устойчивостта при растенията се разделя на три категории – толерантност, вертикална устойчивост и хоризонтална устойчивост. Толерантността е свързана със способността на отделните генотипи да понесат висока степен на нападение (сходна с тази на чувствителните сортове), без това да оказва влияние върху продуктивността и качеството на продукцията.



Механизми на активния имунитет. PAMP – свързани с патогена молекулни субстанции; PRR – свързани с патогена рецептори; PRP – свързани с патогена протеини; ROS – реактивни кислородни видове; SA/JA – растителни хормони; HR – хиперсензитивна реакция

Вертикалната устойчивост е свързана с активния имунитет. Тя се контролира от специфични гени, известни като „расово-специфични“ гени, поради което е известна още като „расово-специфична“ устойчивост. Тъй като тази устойчивост се контролира от един или няколко гена с главно действие, тя често е наричана „моногенна“ или „олигогенна“. Предимството на сортовете с вертикална устойчивост е, че проявяват пълна резистентност към патогена, към който е насочена. Основният недостатък обаче е свързан с факта, че тази устойчивост се проявява само към отделни части от популациите на съответния патоген, известни като „физиологични раси“. Друг съществен недостатък на вертикалната устойчивост е селекционният натиск, който оказва върху популациите на патогена. Като пример може да се посочи все по-често наблюдаваното нападение от кафява ръжда на масово разпространените у нас чуждестранни сортове пшеница. При навлизането им в страната тяхната устойчивост към това заболяване беше на високо ниво. Масовото им разпространение през последните години доведе до значителни промени в популациите на патогена, поради което сме свидетели на значителното им нападение. Причините за това явление са свързани с промяна в вирулентния потенциал на патогена, резултат от намаляване площите на сортовете, поддържащи съществуващите в страната популации на кафявата ръжда към момента на навлизане на новите сортове.

Подмяната на сортовата структура у нас оказва селекционен натиск върху популациите на патогена, което от своя страна доведе до разпространението на нови, нехарактерни за нашата територия патотипове (индивиди с различна вирулентност отнесени към една и съща раса), които преодоляват устойчивостта на новите сортове. Наличието на нови патотипове на територията на страната се потвърждава и от факта, че през последните години българските сортове проявяват по-висока устойчивост към кафявата ръжда. Основната селекционна стратегия, насочена към предотвратяване появата на нови раси, е свързана с т.нар. „пирамидално“ натрупване на гени в един генотип или по-просто казано създаване на сортове с два и повече расово-специфични гена. Тази стратегия намалява вероятността в популациите на патогена да възникнат мутантни или рекомбинантни форми притежаващи способността за едновременното им преодоляване.

Механизмите при хоризонталната устойчивост са свързани преди всичко с пасивния имунитет, въпреки че редица изследвания потвърждават участието и на частично загубили функцията си специфични гени. Тъй като тази устойчивост е насочена към цялата популация на патогена, тя е известна още и като „расово-неспецифична“ устойчивост. Хоризонталната устойчивост има полигенен характер, поради което е известна и като „полигенна“. Основното предимство на хоризонталната устойчивост е, че не оказва селекционен натиск върху популациите на патогените, поради което найната ефикасност се запазва за продължителен период от време, т.е. трудно се преодолява от патогените. За съжаление от селекционна гледна точка създаването на сортове с хоризонтална устойчивост е продължителен и сложен процес поради полигенния ѝ характер.

Безспорно създаването и използването на сортове/хибриди, съчетаващи механизмите на вертикална и хоризонтална устойчивост, е най-целесъобразната мярка за контрол на болестите при културните растения, тъй като удължават периода на нейната ефикасност. За съжаление в повечето случаи устойчивостта на внедрените в практиката сортове се базира на механизмите на вертикалната устойчивост. Основната мярка за предотвратяване на промени във вирулентния потенциал на патогенните популации е свързана с използване на набор от сорта, чиято устойчивост се базира на различни расово-специфични гени. Масовото разпространение на сортове с еднаква генетична основа по отношение на устойчивостта неимуемо води до бързи промени в популациите на патогените, а от тук и до епифитотийното им развитие.