

Автор(и): Нора Иванова, Редактор Растителна Защита /РЗ/

Дата: 19.10.2020 Брой: 10/2020



Anul Internațional al Sănătății Plantelor 2020

Premiul Nobel pentru Chimie din 2020 a fost acordat Emmanuelle Charpentier și Jennifer A. Doudna pentru „dezvoltarea unei metode de editare a genomului”. În ultimii 10 ani, această metodă a intrat cu succes în diverse domenii ale științei și cucerește treptat lumea ca o oportunitate de a rezolva probleme dificile.

Revoluția genetică – metoda de editare a genomului CRISPR/Cas9 este o intervenție precisă la nivelul ADN-ului, capabilă să schimbe codul vieții în doar câteva săptămâni. Foarfecile genetic, cum este numită această tehnologie, va avea în viitor un impact enorm asupra științelor vieții, transformând complet metodele de tratament din medicină pentru boli periculoase și ereditare.

Dar nu doar în medicină; și în agricultură această metodă dezvăluie noi orizonturi de cercetare care vor schimba complet atitudinea noastră față de animale și culturi agricole.

Nu mai este o utopie o lume în care plantele destinate hrănirii populației vor putea rezista schimbărilor climatice extreme și vor fi rezistente la dăunători din ce în ce mai agresivi.

Va reuși știința agricolă să creeze o eră mai responsabilă și sigură pentru consumatori, cu un lanț alimentar sănătos și accesibil care va funcționa cu mai puține resurse și va cruța mediul?

O agricultură de nouă generație

Conform datelor Organizației pentru Alimentație și Agricultură (FAO), aproape 40% din culturile vegetale care servesc ca alimente de bază pentru populație sunt distruse anual de diverse boli și dăunători ai plantelor. Acest lucru este valabil mai ales în regiunile sărace, unde agricultura este principala sursă de trai a oamenilor; lipsa alimentelor de calitate și accesibile duce la consecințe economice și sociale severe. Un factor suplimentar care contribuie la compromiterea rezervelor alimentare globale este globalizarea comerțului, care duce la răspândirea necontrolată a speciilor invazive.

Mediul deteriorat al sănătății plantelor, cauzat de schimbările climatice, activitățile umane și utilizarea necorespunzătoare a pesticidelor, este de asemenea un factor cheie nu doar pentru creșterea bolilor periculoase și a dăunătorilor care afectează plantele cultivate, ci și pentru reducerea biodiversității. Prin urmare, în ultimii ani, sectorul public și cel privat investesc din ce în ce mai mult în inițiative de management integrat al dăunătorilor, cercetări științifice și tehnologii inovatoare care se concentrează în primul rând nu pe consecințe, ci pe cauze și posibilitățile de prevenire a acestora.

Genetica plantelor oferă o gamă din ce în ce mai bogată de opțiuni pentru prevenție în domeniul agriculturii. Scopul modificării genetice este obținerea unor linii de plante agricole cu avantaje față de cele clasice: calități nutriționale îmbunătățite (de exemplu, îmbogățirea orezului cu caroten – precursorul vitaminei A); rezistență la dăunători și boli; toleranță la erbicide; toleranță crescută la secetă sau soluri saline.

Prevenție prin manipularea genomului – CRISPR/Cas9

În mod neașteptat, răspunsul la toate aceste probleme în știința agricolă modernă stă în moleculele aparent mici de ADN, al căror potențial se dovedește a fi nelimitat. Încă din 1953, fundamentele biotehnologiei moderne au fost puse cu aplicarea în condiții de laborator a *enzimelor de restricție*, care taie materialul genetic. De atunci, au fost introduse numeroase metode diferite de manipulare a genomului. Pasul revoluționar în genetică este introducerea unui instrument care permite editarea rapidă și precisă a genomului. CRISPR/Cas („CRISPR”) este împrumutat din procesele care au loc în celulele bacteriene. Este un mecanism care permite bacteriilor să se protejeze de atacurile virale, constând din două părți – o amprentă unică a virusului (codificată în CRISPR) și o enzimă (Cas) care are capacitatea de a tăia ambele catene ale ADN-ului. Când sunt atacate de un virus cunoscut, bacteriile folosesc această amprentă pentru a ghida Cas către materialul său genetic. Odată tăiat, acesta este inactivat și atacul viral este prevenit. Schimbarea rezultată poate șterge sau înlocui segmente specifice de ADN, îmbunătățind astfel sau dezactivând anumite trăsături.

Alături de avantajele acestei metode în domenii precum farmacia, terapia genică și tratamentul unor boli precum HIV, malarie, cancer, diabet etc., tehnologia CRISPR pătrunde din ce în ce mai cu succes și în agricultură.

Editarea precisă a genomului este de un interes enorm pentru sectorul agricol, deoarece toată lumea știe cât timp și efort este necesar pentru a crea noi soiuri rezistente. Există deja numeroase culturi cu performanțe agronomice îmbunătățite – orez, grâu, portocale, roșii și altele care sunt rezistente la patogeni; porumb care rezistă la secetă; roșii cu randament crescut. Pe lângă beneficii pentru fermieri, există beneficii pentru mediu, deoarece se folosesc mai puține resurse pentru a obține producția, iar utilizarea pesticidelor este redusă. Beneficiază și consumatorul final, deoarece se lucrează activ la îmbunătățirea valorii nutriționale și a calității produselor. De exemplu, este cu totul posibil să se controleze procentul de gluten din grâu și să se obțină rezultate de – 85% conținut mai mic de gluten. Iar în Asia, se desfășoară din ce în ce mai multe cercetări pentru a crea orez cu conținut crescut de amilază, care descompune carbohidrații complecși și îi transformă în monozaharide precum glucoza. Amilaza este o enzimă prezentă în saliva umană și joacă un rol activ în metabolismul corect al glucozei al organismului.

Mere rezistente la arsura bacteriană

Unul dintre cele mai recente studii despre metoda CRISPR/Cas folosind *Agrobacterium tumefaciens* a fost publicat în Journal of Plant Biotechnology în 2019. Bacteria *Erwinia amylovora*, care provoacă boala arsura bacteriană la măr, induce infecția în fruct prin efectorul DspA/E, care interacționează cu proteina de susceptibilitate a mărului MdDIPM4. Oamenii de știință folosesc CRISPR/Cas9 pentru a crea o proteină MdDIPM4 defectă, care este introdusă în măr (cv. Gala și Golden Delicious) prin intermediul *Agrobacterium tumefaciens*. În acest caz, interacțiunea dintre ameliorarea clasică folosind bacteria *A. tumefaciens* și metodele revoluționare în crearea de noi soiuri este de un interes deosebit. Bacteria *Agrobacterium tumefaciens* are capacitatea de a transfera ADN în celulele vegetale. Funcția sa în procesul general este de a infecta un număr mare de specii de plante și de a induce formarea de

tumori vegetale în care se dezvoltă. Tumorile sunt de fapt cauzate de un plasmid al bacteriei numit Ti (de la *tumor-inducing* în engleză). Odată ce planta este infectată, plasmidul Ti este transferat din celula bacteriană într-o celulă vegetală, se integrează în genomul acesteia și provoacă transformarea sa malignă. Plasmidul Ti nu este carcinogen

pentru animale și oameni, iar pe baza lui se creează vectori pentru clonarea și exprimarea genelor străine în celulele vegetale. Printr-o combinație a celor două metode de ameliorare la măr, au fost obținute în total

57 de linii transgenice cu o eficiență de editare de 75%. Șapte linii editate cu pierderea funcției proteinei MdDIPM4 au fost expuse arsurii bacteriene, iar rezultatele au arătat o reducere semnificativă a susceptibilității la boală în comparație cu martorul. Rezultatele studiului demonstrează dezvoltarea și aplicarea CRISPR-Cas9 pentru crearea merelor editate genetic cu o amprentă minimă de ADN exogen.

Grâul – regina modificării genetice

La celălalt capăt al lumii, seceta nu este o problemă pentru culturile agricole, iar de ani de zile se dezvoltă soiuri rezistente la perioade lungi fără o picătură de ploaie. Cu toate acestea, ploile prelungite din Japonia distrug adesea complet recolta fermierilor.

Cercetătorii de acolo lucrează la un nou soi de grâu potrivit pentru regiunile cu precipitații mai mari. Cu ajutorul sistemului CRISPR-Cas9, ei dezvoltă grâu care într-o etapă ulterioară duce la producerea de făină de calitate superioară. Pentru experimentul lor, cercetătorii japonezi folosesc un soi din zone aride care este sensibil la umiditate. În cazul ploilor abundente și prelungite înainte de recoltare, semințele germinează adesea în spice, ceea ce duce ulterior la făină de calitate scăzută pentru industria alimentară. Prin aplicarea CRISPR-Cas9 prin intermediul *Agrobacterium*, echipa creează linii de grâu cu o genă Qsd1 nefuncțională, care reglează dormiența sau germinarea semințelor. După opt transformări, una dintre încercări s-a dovedit a fi de succes. Noul soi a fost încrucișat cu un grâu de tip sălbatic pentru a obține un mutant fără transgene. Plantele rezultate au fost irigate timp de o săptămână și doar 20-30 la sută au germinat, în timp ce aproape toate semințele de grâu obișnuit expuse în aceleași condiții au germinat. În acest caz, editarea genomului și crearea unui nou soi de grâu rezistent la ploaie le-a luat oamenilor de știință doar aproximativ un an. Pentru comparație, cu tehnici convenționale de ameliorare, o dezvoltare similară ar dura aproximativ 10 ani. În genetica clasică, oamenii de știință folosesc metoda bombardării cu particule (tunul genetic), în care particule microscopice, de ex. aur, sunt acoperite cu ADN. Apoi, sub presiune mare, particulele acoperite cu ADN trebuie introduse în planta receptoare. Rezultatele dorite sunt așteptate ani de zile și nu sunt întotdeauna la fel de precise și predictibile ca în cazul combinației dintre CRISPR-Cas9 și *Agrobacterium*. Desigur, nu fiecare soi de grâu răspunde la infecția cu bacteria *Agrobacterium*.

Această problemă a fost corectată de o echipă de specialiști de la Academia de Științe Agricole Shandong, China, care au țintit cu succes genele grâului, optând pentru CRISPR-Cas9 livrat prin intermediul *Agrobacterium* – transformare genetică. Astfel, au reușit să îmbunătățească caracteristicile de calitate ale grâului folosind bacterii pentru inserții mai precise ale complexului de editare a genomului CRISPR-Cas9.

Roșiile – un adevărat miracol genetic

O echipă internațională de oameni de știință din Brazilia, SUA și Germania a creat acum aproximativ un an o roșie folosind editarea genomului CRISPR-Cas9. Noul soi de roșie, care are un conținut crescut de licopen, a fost dezvoltat dintr-o plantă sălbatică și doar într-o singură generație.

Cercetătorii au folosit ca specie parentală *Solanum pimpinellifolium* – o roșie sălbatică din America de Sud și strămoș al roșiei cultivate moderne, ale cărei fructe au dimensiunea unui bob de mazăre și randamentul este minim, dar sunt foarte aromate și conținutul lor de licopen este impresionant.

Echipa internațională de experți a modificat roșia sălbatică de bază prin aplicarea editării genomului CRISPR-Cas9, plantele rezultate purtând mici modificări genetice în șase gene care sunt cheie