

'Poljoprivreda nove generacije'

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

Дата: 19.10.2020 Број: 10/2020



Међународна година здравствене заштите биљака 2020

Нобелова награда за хемију за 2020. годину додељена је Емануелу Шарпентијеу и Џенифер А. Дудни за „развој методе за уређивање генома“. Током протеклих 10 година ова метода успешно улази у разне области науке и постепено осваја свет као могућност за решавање нерешивих проблема.

Генетичка револуција – метода уређивања генома CRISPR/Cas9 представља прецизну интервенцију на нивоу ДНК која је способна да промени код живота за само неколико недеља. Генетичке маказа, како се ова технологија назива, у будућности ће имати огроман утицај на биолошке науке, потпуно трансформишући методе лечења у медицини за опасне и наследне болести.

Али не само у медицини; и у пољопривреди ова метода открива нове истраживачке хоризонте који ће потпуно променити наш однос према животињама и пољопривредним усевама.

Више није утопија, свет у ком ће биљке намењене за исхрану становништва моћи да издрже екстремне климатске промене и биће отпорне на све агресивније штеточине.

Да ли ће пољопривредна наука успети да створи одговорнију и сигурнију еру за потрошаче, са здравим и приступачним ланцем исхране који ће радити са мање ресурса и штетети окружење?

Пољопривреда нове генерације

Према подацима Организације за храну и пољопривреду (ФАО), скоро 40% биљних усева који служе као основна храна за становништво годишње се уништи разним биљним болестима и штеточинама. То посебно важи за сиромашне регионе где је пољопривреда главни извор прихода људи; недостатак квалитетне и приступачне хране доводи до тешких економских и социјалних последица. Додатни фактор који доприноси угрожавању глобалних резерви хране је глобализација трговине, која доводи до неконтролисаног ширења инвазивних врста.

Погоршано здравствено стање биљака, изазвано климатским променама, људским активностима и неправилном употребом пестицида, такође је кључни фактор не само за повећање опасних болести и штеточина које погађају гајене биљке, већ и за смањење биодиверзитета. Стога, последњих година јавни и приватни сектор све више улажу у иницијативе за интегрисано управљање штеточинама, научна истраживања и иновативне технологије које се пре свега фокусирају не на последице, већ на узроке и могућности за њихово спречавање.

Биљна генетика пружа све богатији спектар опција за превенцију у области пољопривреде. Циљ генетске модификације је добијање линија пољопривредних биљака са предностима у односу на класичне: побољшане нутритивне квалитете (на пример, обогаћивање пиринча каротеном – прекурсором витамина А); отпорност на штеточине и болести; толеранцију на хербициде; повећану толеранцију на сушу или заслањена земљишта.

Превенција кроз манипулацију геномом – CRISPR/Cas9

Неочекивано, одговор на све ове проблеме у савременој пољопривредној науци лежи у наизглед сићушним молекулима ДНК, чији се потенцијал испоставља неограниченим. Још 1953. године, применом *рестрикционих ензима* у лабораторијским условима, постављени су темељи савремене биотехнологије, који сечу генетски материјал. Од тада су уведене бројне различите методе за манипулацију геномом. Револуционарни корак у генетици представља увођење алата који омогућава брзо и прецизно уређивање генома. CRISPR/Cas („CRISPR“) позајмљен је из процеса који се одвијају у бактеријским ћелијама. То је механизам који омогућава бактеријама да се заштите од вирусних напада, а састоји се од два дела – јединственог отиска вируса (кодираног у CRISPR) и ензима (Cas) који има способност да сече оба ланца ДНК. Када их нападне познати вирус, бактерије користе овај отисак да усмере Cas на његов генетски материјал. Једном исечен, он се инактивира и вирусни напад је спречен. Резултујућа промена може да избрише или замени специфичне сегменте ДНК, чиме се појачавају или деактивирају одређене особине.

Уз предности ове методе у областима као што су фармација, генска терапија и лечење болести попут ХИВ-а, маларије, канцера, дијабетеса итд., CRISPR технологија све успешније улази и у пољопривреду.

Прецизно уређивање генома од огромног је интереса за пољопривредни сектор, јер сви знају колико времена и труда је потребно да се створе нове отпорне сорте. Већ постоје бројни усеви са побољшаним агрономским перформансама – пиринач, пшеница, наранџе, парадајз и други који су отпорни на патогене; кукуруз који подноси сушу; парадајз са повећаном продуктивношћу. Поред користи за земљораднике, постоје користи и за животну средину, јер се за добијање производње користи мање ресурса, а употреба пестицида се смањује. Корист има и крајњи потрошач, јер се активно ради на побољшању нутритивне вредности и квалитета производа. На пример, сасвим је могуће контролисати проценат глутена у пшеници и постићи резултате од – 85% нижи садржај глутена. А у Азији се све више спроводе истраживања за стварање пиринча са повећаним садржајем амилазе, која разлаже сложене угљене хидрате и претвара их у моносахариде као што је глукоза. Амилаза је ензим присутан у људској пљувачки и игра активну улогу у правилном метаболизму глукозе у организму.

Јабукe отпорне на бактеријску ватру

Једна од најновијих студија о CRISPR/Cas методи користећи *Agrobacterium tumefaciens* објављена је у Journal of Plant Biotechnology 2019. године. Бактерија *Erwinia amylovora*, која изазива болест бактеријске ватре код јабуке, индукује инфекцију у плоду преко ефектора DspA/E, који интерагује са протеином осетљивости јабуке MdDIPM4. Научници користе CRISPR/Cas9 да створе дефектан протеин MdDIPM4, који се уводи у јабуку (сорте Gala и Golden Delicious) преко *Agrobacterium tumefaciens*. У овом случају, посебно је интересантна интеракција између класичног узгоја користећи бактерију *A. tumefaciens* и револуционарних метода у стварању нових сорти. Бактерија *Agrobacterium tumefaciens* има способност да пренесе ДНК у биљне ћелије. Њена функција у укупном процесу је да инфицира велики број биљних врста и да индукује формирање биљних

тумора у којима се развија. Тумору заправо изазива плазмид бактерије који се зове Ti (од *tumor-inducing* на енглеском). Једном када је биљка инфицирана, Ti плазмид се преноси из бактеријске ћелије у биљну ћелију, интегрише се у њен геном и изазива њену малигну трансформацију. Ti плазмид није канцероген

за животиње и људе, и на његовој основи се стварају вектори за клонирање и експресију страних гена у биљним ћелијама. Комбинацијом две методе узгоја код јабуке, добијено је укупно

57 трансгених линија са 75% ефикасности уређивања. Седам уређених линија са губитком функције протеина MdDIPM4 изложено је бактеријској ватри, а резултати су показали значајно смањење осетљивости на болест у поређењу са контролом. Резултати студије демонстрирају развој и примену CRISPR-Cas9 за стварање генетски уређених јабука са минималним трагом егзогене ДНК.

Пшеница – краљица генетске модификације

На другом крају света, суша није проблем за пољопривредне усеве, и годинама се развијају сорте отпорне на дуге периоде без капи кише. Међутим, дуготрајне падавине у Јапану често потпуно

уништавају жетву земљорадника.

Истраживачи тамо раде на новој сорти пшенице погодној за регионе са већим падавинама. Уз помоћ CRISPR-Cas9 система, развијају пшеницу која у каснијој фази доводи до производње квалитетнијег брашна. За свој експеримент, јапански истраживачи користе сорту из аридних зона која је осетљива на влагу. У случају јаких и дуготрајних падавина пре жетве, семена често клијају у класу, што касније доводи до брашна лошијег квалитета за прехранбену индустрију. Применом CRISPR-Cas9 преко *Agrobacterium*-а, тим ствара линије пшенице са нефункционалним Qsd1 геном, који регулира мировање или клијање семена. После осам трансформација, један од покушаја се показао успешним. Нова сорта укрштена је са дивљим типом пшенице да би се добио мутант без трансгена. Добијене биљке су натапане недељу дана и само 20-30 процената је проклијало, док је скоро сва обична пшеница изложена истим условима проклијала. У овом случају, уређивање генома и стварање нове сорте пшенице отпорне на кишу научницима је требало само око годину дана. У поређењу, са конвенционалним техникама узгоја сличан развој би трајао отприлике 10 година. У класичној генетици, научници користе методу бомбардовања честицама (генски пиштољ), при чему се микроскопске честице, нпр. злато, премажу ДНК. Затим, под високим притиском, честице превучене ДНК морају да се унесу у биљку примаоца. Жељени резултати се чекају годинама и нису увек тако прецизни и предвидљиви као код комбинације CRISPR-Cas9 и *Agrobacterium*. Наравно, не реагује свака сорта пшенице на инфекцију бактеријом *Agrobacterium*.

Овај проблем је исправио тим стручњака из Shandong Academy of Agricultural Sciences, Кина, који је успешно циљао гене пшенице, одредивши се за CRISPR-Cas9 испоручен преко *Agrobacterium* – генетску трансформацију. Тако су успели да побољшају квалитативне карактеристике пшенице користећи бактерије за прецизније уметање CRISPR-Cas9 комплекса за уређивање генома.

Парадајз – прави генетски чудо

Међународни тим научника из Бразила, САД и Немачке створио је пре око годину дана парадајз користећи CRISPR-Cas9 уређивање генома. Нова сорта парадајза, која има повећан садржај ликопена, развијена је из дивље биљке и то у само једној генерацији.

Истраживачи су као родитељску врсту