

Γεωργία μιας Νέας Γενιάς

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

Дата: 19.10.2020 Број: 10/2020



Διεθνές Έτος Φυτικής Υγείας 2020

Το Βραβείο Νόμπελ Χημείας για το 2020 απονεμήθηκε στις Emmanuelle Charpentier και Jennifer A. Doudna για «την ανάπτυξη μιας μεθόδου για τη διαμόρφωση του γονιδιώματος». Τα τελευταία 10 χρόνια αυτή η μέθοδος εισέρχεται με επιτυχία σε διάφορους τομείς της επιστήμης και κατακτά σταδιακά τον κόσμο ως μια ευκαιρία για την επίλυση δυσχερών προβλημάτων.

Η γενετική επανάσταση – η μέθοδος διαμόρφωσης γονιδιώματος CRISPR/Cas9 είναι μια ακριβής παρέμβαση σε επίπεδο DNA που είναι ικανή να αλλάξει τον κώδικα της ζωής σε λίγες μόνο εβδομάδες. Οι γενετικοί ψαλίδες, όπως ονομάζεται αυτή η τεχνολογία, θα έχουν στο μέλλον τεράστιο αντίκτυπο στις επιστήμες της ζωής, μεταμορφώνοντας εντελώς τις μεθόδους θεραπείας στην ιατρική για επικίνδυνες και κληρονομικές ασθένειες.

Αλλά όχι μόνο στην ιατρική· και στη γεωργία αυτή η μέθοδος αποκαλύπτει νέους ερευνητικούς ορίζοντες που θα αλλάξουν εντελώς τη στάση μας απέναντι στα ζώα και στις καλλιέργειες.

Δεν είναι πλέον ουτοπία, ένας κόσμος στον οποίο τα φυτά που προορίζονται για τη διατροφή του πληθυσμού θα μπορούν να αντέξουν ακραίες κλιματικές αλλαγές και θα είναι ανθεκτικά σε όλο και πιο επιθετικές ασθένειες και παθογόνους οργανισμούς.

Θα καταφέρει η γεωργική επιστήμη να δημιουργήσει μια πιο υπεύθυνη και ασφαλή εποχή για τους καταναλωτές, με μια υγιή και προσιτή τροφική αλυσίδα που θα λειτουργεί με λιγότερους πόρους και θα φειδάξει το περιβάλλον;

Μια γεωργία νέας γενιάς

Σύμφωνα με στοιχεία από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO), σχεδόν το 40% των φυτικών καλλιεργειών που χρησιμεύουν ως βασικό τρόφιμο για τον πληθυσμό καταστρέφεται ετησίως από διάφορες φυτικές ασθένειες και παθογόνους οργανισμούς. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα σε φτωχές περιοχές όπου η γεωργία είναι ο κύριος βιωτικός τρόπος των ανθρώπων· η έλλειψη υψηλής ποιότητας και προσιτού φαγητού οδηγεί σε σοβαρές οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες. Ένας επιπλέον παράγοντας που συμβάλλει στη διακύμανση των παγκόσμιων τροφικών αποθεμάτων είναι η παγκοσμιοποίηση του εμπορίου, η οποία οδηγεί στην ανεξέλεγκτη εξάπλωση εισβλητικών ειδών.

Το επιδεινωμένο περιβάλλον φυτικής υγείας, που προκαλείται από την κλιματική αλλαγή, τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την ακατάλληλη χρήση φυτοφαρμάκων, είναι επίσης βασικός παράγοντας όχι μόνο για την αύξηση των επικίνδυνων ασθενειών και παθογόνων οργανισμών που επηρεάζουν τις καλλιεργούμενες φυτικές καλλιέργειες, αλλά και για τη μείωση της βιοποικιλότητας. Ως εκ τούτου, τα τελευταία χρόνια ο δημόσιος και ο ιδιωτικός τομέας επενδύουν όλο και περισσότερο σε πρωτοβουλίες για ολοκληρωμένη διαχείριση εχθρών, σε επιστημονική έρευνα και καινοτόμες τεχνολογίες που εστιάζουν πάνω απ' όλα όχι στις συνέπειες, αλλά στις αιτίες και στις δυνατότητες πρόληψής τους.

Η φυτική γενετική παρέχει μια ολοένα και πλουσιότερη γκάμα επιλογών για πρόληψη στον τομέα της γεωργίας. Στόχος της γενετικής τροποποίησης είναι η απόκτηση σειρών γεωργικών φυτών με πλεονεκτήματα έναντι των κλασικών: βελτιωμένες θρεπτικές ποιότητες (για παράδειγμα, εμπλουτισμός ρυζιού με καροτεΐνη – τον πρόδρομο της βιταμίνης Α), ανθεκτικότητα σε ασθένειες και παθογόνους οργανισμούς, ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα, αυξημένη ανθεκτικότητα σε ξηρασία ή αλατούχα εδάφη.

Πρόληψη μέσω χειρισμού του γονιδιώματος – CRISPR/Cas9

Απροσδόκητα, η απάντηση σε όλα αυτά τα προβλήματα στη σύγχρονη γεωργική επιστήμη βρίσκεται στα φαινομενικά μικροσκοπικά μόρια DNA, των οποίων η δυναμική αποδεικνύεται απεριόριστη. Ήδη από το 1953, με την εφαρμογή σε εργαστηριακές συνθήκες των *ενζύμων περιορισμού*, που κόβουν γενετικό υλικό, τέθηκαν οι βάσεις της σύγχρονης βιοτεχνολογίας. Από τότε, έχουν εισαχθεί πολυάριθμες διαφορετικές μέθοδοι για χειρισμό του γονιδιώματος. Η επαναστατική πρόοδος στη γενετική είναι η εισαγωγή ενός εργαλείου που επιτρέπει τη γρήγορη και ακριβή επεξεργασία του γονιδιώματος. Το CRISPR/Cas («CRISPR») δανείζεται από διαδικασίες που συμβαίνουν στα βακτηριακά κύτταρα. Είναι ένας μηχανισμός που επιτρέπει στα βακτήρια να

προστατεύονται από ιικές επιθέσεις, που αποτελείται από δύο μέρη – ένα μοναδικό αποτύπωμα του ιού (κωδικοποιημένο στο CRISPR) και ένα ένζυμο (Cas) που έχει την ικανότητα να κόβει και τα δύο νήματα του DNA. Όταν δεχτούν επίθεση από γνωστό ιό, τα βακτήρια χρησιμοποιούν αυτό το αποτύπωμα για να κατευθύνουν το Cas στο γενετικό του υλικό. Μόλις κοπεί, απενεργοποιείται και η ιική επίθεση αποτρέπεται. Η προκύπτουσα αλλαγή μπορεί να διαγράψει ή να αντικαταστήσει συγκεκριμένα τμήματα DNA, ενισχύοντας ή απενεργοποιώντας έτσι ορισμένα χαρακτηριστικά.

Παράλληλα με τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου σε τομείς όπως η φαρμακοβιομηχανία, η γονιδιακή θεραπεία και η θεραπεία ασθενειών όπως ο HIV, η ελονοσία, ο καρκίνος, ο διαβήτης κ.λπ., η τεχνολογία CRISPR εισέρχεται όλο και πιο επιτυχημένα και στη γεωργία.

Η ακριβής επεξεργασία του γονιδιώματος παρουσιάζει τεράστιο ενδιαφέρον για τον γεωργικό τομέα, γιατί όλοι γνωρίζουν πόσο χρόνο και προσπάθεια απαιτείται για τη δημιουργία νέων ανθεκτικών ποικιλιών. Υπάρχουν ήδη πολυάριθμες καλλιέργειες με βελτιωμένη αγρονομική απόδοση – ρύζι, σιτάρι, πορτοκάλια, ντομάτες και άλλα που είναι ανθεκτικά σε παθογόνους οργανισμούς, καλαμπόκι που αντέχει στην ξηρασία, ντομάτες με αυξημένη απόδοση. Εκτός από τα οφέλη για τους γεωργούς, υπάρχουν οφέλη για το περιβάλλον, καθώς χρησιμοποιούνται λιγότεροι πόροι για την απόκτηση παραγωγής και μειώνεται η χρήση φυτοφαρμάκων. Οι τελικοί καταναλωτές ωφελούνται επίσης, καθώς γίνεται ενεργή εργασία για τη βελτίωση της θρεπτικής αξίας και της ποιότητας των προϊόντων. Για παράδειγμα, είναι εντελώς εφικτό να ελεγχθεί το ποσοστό της γλουτένης στο σιτάρι και να επιτευχθούν αποτελέσματα – 85% χαμηλότερη περιεκτικότητα σε γλουτένη. Και στην Ασία, διεξάγονται όλο και περισσότερες έρευνες για τη δημιουργία ρυζιού με αυξημένη περιεκτικότητα σε αμυλάση, η οποία διασπά τους σύνθετους υδατάνθρακες και τους μετατρέπει σε μονοσακχαρίτες όπως η γλυκόζη. Η αμυλάση είναι ένα ένζυμο που υπάρχει στο ανθρώπινο σάλιο και παίζει ενεργό ρόλο στη σωστή γλυκόζη του σώματος.

Μήλα ανθεκτικά στον εμπυρισμό

Μία από τις πιο πρόσφατες μελέτες για τη μέθοδο CRISPR/Cas με χρήση του *Agrobacterium tumefaciens* δημοσιεύτηκε στο Journal of Plant Biotechnology το 2019. Το βακτήριο *Erwinia amylovora*, που προκαλεί την ασθένεια εμπυρισμό στη μηλιά, προκαλεί μόλυνση στον καρπό μέσω του δράστη DspA/E, ο οποίος αλληλεπιδρά με την πρωτεΐνη ευαισθησίας της μηλιάς MdDIPM4. Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν το CRISPR/Cas9 για τη δημιουργία μιας ελαττωματικής πρωτεΐνης MdDIPM4, η οποία εισάγεται στη μηλιά (ποικιλίες Gala και Golden Delicious) μέσω του *Agrobacterium tumefaciens*. Σε αυτή την περίπτωση, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αλληλεπίδραση μεταξύ της κλασικής επιλογής με χρήση του βακτηρίου *A. tumefaciens* και των επαναστατικών μεθόδων στη δημιουργία νέων ποικιλιών. Το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens* έχει την ικανότητα να μεταφέρει DNA στα φυτικά κύτταρα. Η λειτουργία του στη συνολική διαδικασία είναι να μολύνει ένα μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών και να προκαλέσει τον σχηματισμό φυτικών

όγκων στα οποία αναπτύσσεται. Οι όγκοι προκαλούνται στην πραγματικότητα από ένα πλασμίδιο του βακτηρίου που ονομάζεται Ti (από το *tumor-inducing* στα αγγλικά). Μόλις το φυτό μολυνθεί, το πλασμίδιο Ti μεταφέρεται από το βακτηριακό κύτταρο σε ένα φυτικό κύτταρο, ενσωματώνεται στο γονιδίωμά του και προκαλεί τον κακοήγη μετασχηματισμό του. Το πλασμίδιο Ti δεν είναι καρκινογόνο

για ζώα και ανθρωπους, και βασιςμένο σε αυτό δημιουργούνται φορείς για κλωνοποίηση και έκφραση ξένων γονιδίων σε φυτικά κύτταρα. Μέσω συνδυασμού των δύο μεθόδων επιλογής στη μηλιά, συνολικά

λήφθηκαν 57 διαγονιδιακές σειρές με 75% αποτελεσματικότητα επεξεργασίας. Επτά επεξεργασμένες σειρές με απώλεια λειτουργίας της πρωτεΐνης MdDIPM4 εκτέθηκαν σε εμπυρισμό, και τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική μείωση της ευαισθησίας στην ασθένεια σε σύγκριση με τον έλεγχο. Τα αποτελέσματα της μελέτης αποδεικνύουν την ανάπτυξη και εφαρμογή του CRISPR-Cas9 για τη δημιουργία γονιδιακά επεξεργασμένων μήλων με ελάχιστο αποτύπωμα εξωγενούς DNA.

Σιτάρι – η βασίλισσα της γενετικής τροποποίησης