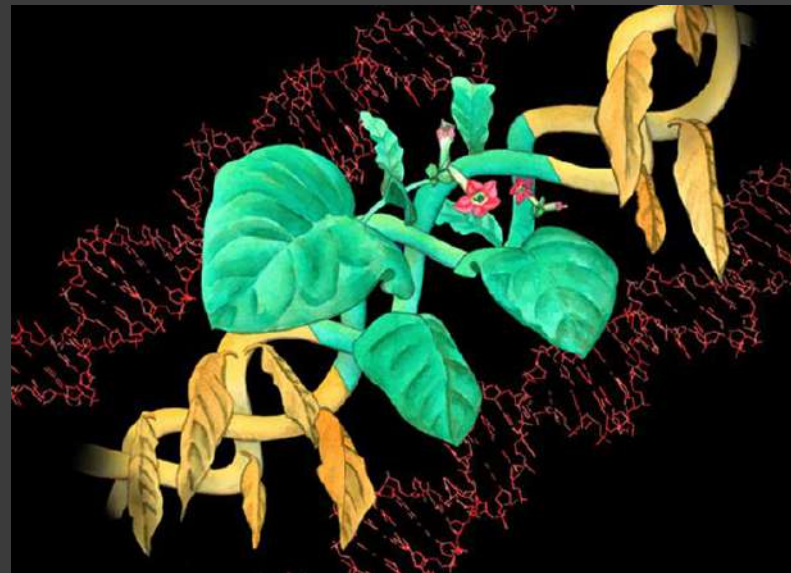


Αξιοποίηση της σύγχρονης βιοτεχνολογίας στην πρωτογενή παραγωγή τροφίμων

*Γ.Ν. Σκαράκης
Ομοτ. Καθηγητής ΓΠΑ*



Διαδικτυακή ημερίδα για το Ευρωπαϊκό έργο AKUT

Ιούνιος 2022

Οι τάσεις στην παραγωγή τροφίμων

Η δέσμευση για βιωσιμότητα

Μεγιστοποίηση χρήσης ΑΠΕ, μειωμένη κατανάλωση νερού, αειφορική συσκευασία και φιλικά προς το περιβάλλον καθαριστικά προϊόντων και εξοπλισμού.

Η άνοδος του 'Plant-Based'

Οι πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης και τα εναλλακτικά 'γαλακτοκομικά' αναμένεται να αποτελέσουν το 7.7% της παγκόσμιας αγοράς πρωτεϊνών μέσα στο 2022. Διαφαίνεται επίσης ήδη η παραγωγή πρωτεϊνών από έντομα και μυκήλια, ενώ η παραγωγή κρέατος από ιστοκαλλιέργεια θα εξακολουθήσει να αυξάνεται

Η διευρυμένη αξιοποίηση IoT και Αυτοματισμών

Αναμένεται επιτάχυνση του ψηφιακού μετασχηματισμού σε όλους τους τομείς της παραγωγής τροφίμων

Καθοριστικοί παράγοντες της πρωτογενούς παραγωγής

Καλλιεργητικά γεωργικά συστήματα

- Συμβατικό (ή ολοκληρωμένο)
- Βιολογικό (ή οργανικό): αυστηροί ρυθμιστικοί κανόνες
- Αγρο-οικολογικό: με την αποδοχή-υποστήριξη των ΗΕ
- Αναγεννητικό: καμιά υποστήριξη ή πιστοποίηση

Αξιοποίηση των φυτογενετικών πόρων

- Παραδοσιακές τεχνολογίες
- Σύγχρονες βιοτεχνολογικές προσεγγίσεις

Οι προϋποθέσεις βιώσιμης ανάπτυξης του πρωτογενή τομέα

Τα παραδοσιακά 'εργαλεία' που επέτρεψαν την Πράσινη Επανάσταση στα μέσα του 20^{ου} αιώνα, θα πρέπει πλέον να συνδυασθούν με τις πιο πρόσφατες καινοτομίες στους σχετικούς τομείς

Η Γεωργία Ακριβείας (ή έξυπνη γεωργία) αποτελεί αναμφισβήτητα μια από τις πλέον υποσχόμενες τεχνικές που με το ευρύ φάσμα των εργαλείων της βοηθά στην αποτελεσματικότερη διαχείριση και προστασία της παραγωγής.

Η απαιτούμενη όμως βιώσιμη εντατικοποίηση της γεωργίας δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί χωρίς την χρήση του βέλτιστου γενετικού υλικού που θα αυξήσει σημαντικά την παραγωγικότητα των καλλιεργειών και θα οδηγήσει σε περισσότερα και ποιοτικότερα τρόφιμα

Η κλασσική προσέγγιση στη βελτίωση των καλλιεργειών

Βασίζεται σε τυχαίες μη στοχευμένες αλλαγές στο γονιδίωμα που παράγονται μέσα από διασταυρώσεις, μεταλλαξογένεση κα. Οι επιλογές βασίζονται στον φαινότυπο ή/και σε μοριακούς δείκτες.

Οι ρυθμίσεις στις οποίες υπόκειται είναι χαμηλού επιπέδου και δεν απαιτείται εκτίμηση κινδύνου

Οι αξιοθαύμαστες εξελίξεις στους τομείς της μοριακής βιολογίας, της γονιδιωματικής αλλά και στη συναφή τεχνολογία επέτρεψαν την ανάπτυξη και αξιοποίηση των σύγχρονων βιοτεχνολογικών μεθόδων



Η βιοτεχνολογική προσέγγιση στη βελτίωση των καλλιεργειών

Α. Γενετική τροποποίηση

Ειδικές μη-στοχευμένες αλλαγές στο γονιδίωμα με την εισαγωγή DNA από το ίδιο ή διαφορετικό γονιδιακό απόθεμα. Οι επιλογές βασίζονται στον φαινότυπο ή/και σε μοριακούς δείκτες. Πολύ αυστηρές ρυθμίσεις και υποχρεωτική εκτίμηση κινδύνου

Η τεχνολογία ΓΤ αξιοποιείται σήμερα από 17 εκατομμύρια αγρότες σε 41 χώρες και για 22 διαφορετικές καλλιέργειες

Σύμφωνα με πρόσφατη μετα-ανάλυση 147 μελετών, η υιοθέτηση της τεχνολογίας ΓΤ έχει οδηγήσει σε μείωση χρήσης των φυτοφαρμάκων κατά 37% , βελτίωσε την απόδοση των καλλιεργειών κατά 22% και αύξησε το κέρδος των γεωργών κατά 68%



Η βιοτεχνολογική προσέγγιση στη βελτίωση των καλλιεργειών

B. Νέες τεχνικές Βελτίωσης (NBT)

Μια ομάδα νέων τεχνικών με στόχο τον αποτελεσματικότερο χειρισμό της γενετικής τροποποίησης και την εξάλειψη των αντιδράσεων εναντίον της.

Cisgenesis και Intragenesis

Μεθυλίωση του DNA με βάση RNA (RdDM)

Εμβολιασμός σε μη-ΓΤ υποκείμενο

Αγρο-εμποτισμός

Αντίστροφη βελτίωση

Συνθετικά γονιδιώματα

Γονιδιωματική επεξεργασία



Η βιοτεχνολογική προσέγγιση στη βελτίωση των καλλιεργειών

Γονιδιωματική επεξεργασία

Ειδικές στοχευμένες αλλαγές στο γονιδίωμα με ή χωρίς την εισαγωγή DNA ή στοχοθετημένες μεταλλάξεις. Οι επιλογές βασίζονται σε μοριακούς δείκτες. Προς το παρόν, ίδιες αυστηρές ρυθμίσεις και υποχρεωτική εκτίμηση κινδύνου όπως και στη ΓΤ

Δύο διακριτές τεχνολογίες

Κατευθυνόμενη από ολιγονουκλεοτίδια μεταλλαξογένεση (ODM)

Κατευθυνόμενες νουκλεάσες (SDN)

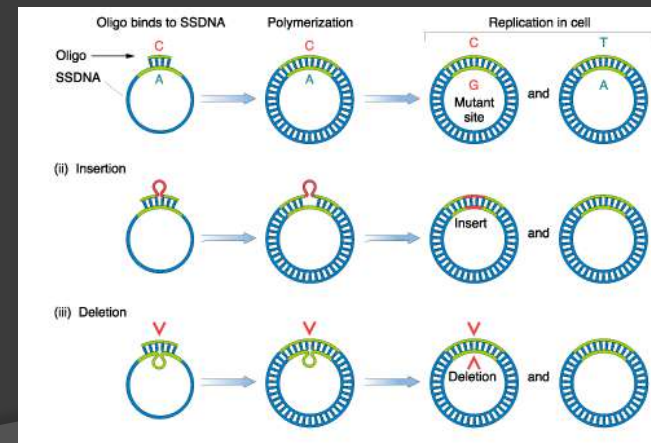
Η βιοτεχνολογική προσέγγιση στη βελτίωση των καλλιεργειών

ODM

Βασίζεται στη χρήση ολιγονουκλεοτιδίων για την πρόκληση στοχευμένων μεταλλάξεων στο γονιδίωμα, συνήθως ενός ή δύο γειτονικών ολιγονουκλεοτιδίων

Γενετικές αλλαγές που προκαλεί:

- ✓ Νέα μετάλλαξη (αντικατάσταση ενός ή λίγων ζευγών βάσεων)
- ✓ Αντιστροφή μιας υπάρχουσας μετάλλαξης
- ✓ Δημιουργία μικρών ελλείψεων



Η βιοτεχνολογική προσέγγιση στη βελτίωση των καλλιεργειών

SDN

Οι SDNs είναι ένζυμα που κόβουν το DNA, και μετά με την κυτταρική 'επιδιόρθωση' μπορούν να παράγουν διάφορους τύπους μεταλλάξεων ανάλογα με τον μηχανισμό επιδιόρθωσης

Η ιδιαιτερότητα των SDN, όπως αξιοποιούνται στη βελτίωση, έγκειται στην δυνατότητα να προγραμματισθούν με μεγάλη ακρίβεια ώστε να οδηγηθούν σε συγκεκριμένες θέσεις του γονιδιώματος και να δράσουν εκεί

Έτσι μπορεί να παραχθεί σχεδόν απεριόριστη νέα γενετική ποικιλότητα, "κατευθυνόμενη" σε περιοχές του γονιδιώματος με λειτουργικό ενδιαφέρον

- ✓ Meganucleases
- ✓ Zinc finger nuclease (ZFN) technology (ZFN-1, ZFN-2, ZFN-3)
- ✓ Transcription activator-like effector nucleases (TALEN)
- ✓ **Clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPR)**

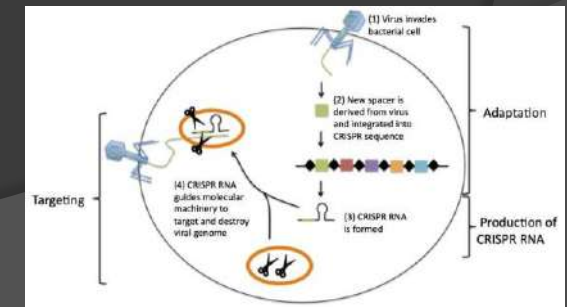
Η βιοτεχνολογική προσέγγιση στη βελτίωση των καλλιεργειών

Το σύστημα CRISPR/Cas9

Οι SDNs έγιναν ιδιαίτερα χρήσιμες με την ανάπτυξη ενός νέου εργαλείου που βασίζεται στο μηχανισμό CRISPR που διαθέτουν τα βακτήρια για την άμυνα τους εναντίων των ιών

Είναι μια καινοτομία βελτίωσης που χρησιμοποιεί νουκλεάσες που κατευθύνονται σε συγκεκριμένες γονιδιακές θέσεις με στόχο τη μεταβολή του DNA με πολύ μεγάλη ακρίβεια

Αποτελεί ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα μέθοδο λόγω του εύρους εφαρμογών της, περιλαμβανομένης της βιολογικής έρευνας, την βελτίωση φυτών και ζώων και την ανθρώπινη υγεία



Το άμεσο και απώτερο μέλλον

Οι ΓΤ καλλιέργειες μπορούν να χαρακτηρισθούν ως αρκετά ‘πρωτόγονες’ σε σύγκριση με αυτές που έχουν δημιουργηθεί με τη βοήθεια των NBTs όπως το σύστημα CRISPR.

Οι νέες αυτές βιοτεχνολογικές τεχνικές αποτελούν επείγουσα ανάγκη για τη βιωσιμότητα της γεωργίας στην ΕΕ και τη δυνατότητα προσαρμογής τόσο στη πρώιμη επίδραση της κλιματικής αλλαγής όσο και στον διεθνή ανταγωνισμό

Βέβαια , οι νέες επιστημονικές ανακαλύψεις και τεχνολογικές πρόοδοι αντιμετωπίζουν συνήθως την αμφιβολία και την αβεβαιότητα. Χρειάζεται χρόνος ώστε να προσαρμοσθούν οι άνθρωποι σε νέο τρόπο σκέψης, νέες μεθόδους και νέα θεώρηση του κόσμου.



Επίλογος

Βρισκόμαστε στα αρχικά στάδια μιας δεύτερης πράσινης επανάστασης – **Gene Revolution** - στον αγροδιατροφικό τομέα, που θα αλλάξει εντυπωσιακά τον τρόπο παραγωγής και κατανάλωσης των τροφίμων την επόμενη 20ετία.

