



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Βιοτεχνολογία (ENE_610)

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Υπεύθυνη διδάσκουσα:

Δρ Παναγιώτα Σταθοπούλου, Βιολόγος

Επίκουρη Καθηγήτρια

panstath@upatras.gr, panayotastathopoulou@gmail.com

Τηλ: 2641074152

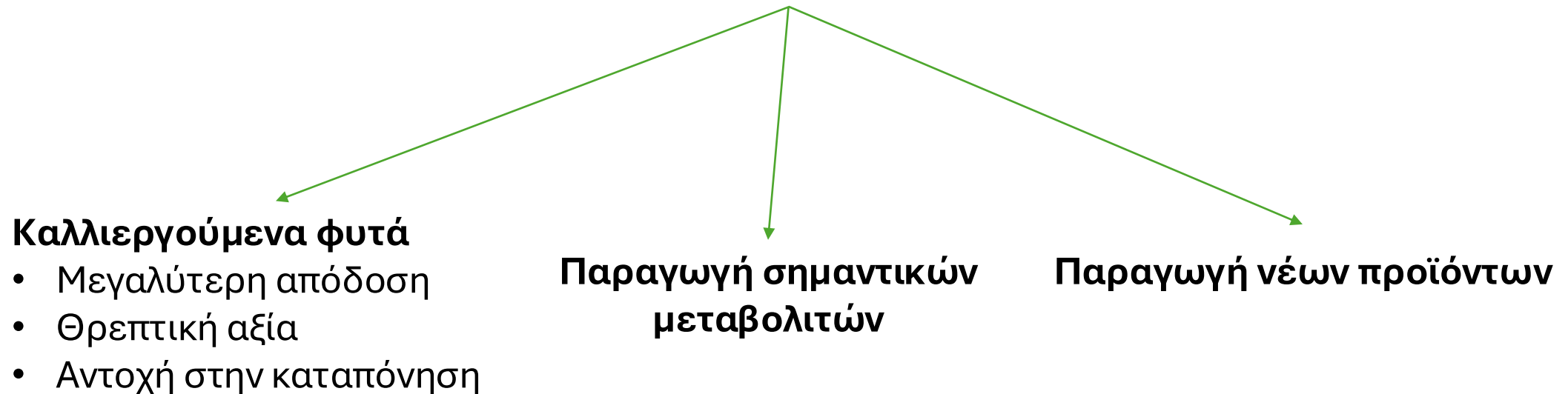




Βιοτεχνολογία Φυτών

Βιοτεχνολογία Φυτών

Επεξεργασία / τροποποίηση των φυτών ώστε να αποκτήσουν επιθυμητές ιδιότητες



Με απώτερο στόχο την **μείωση του κόστους των αγροτικών επενδύσεων** και τη συνεισφορά στην ανάπτυξη νέων προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας που θα ικανοποιούν τις ανάγκες των καταναλωτών και των βιομηχανιών τροφίμων.

Βιοτεχνολογία Φυτών

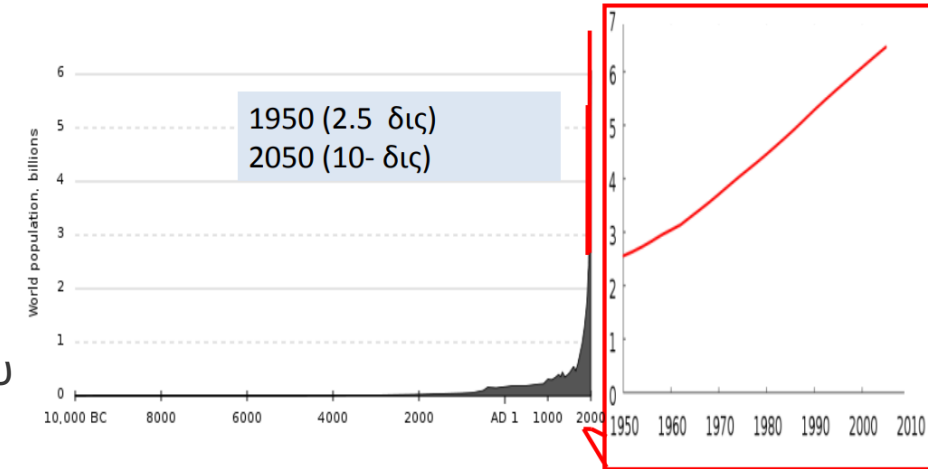
Επισιτιστικό πρόβλημα

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ.)

- Πάνω από 850 εκατομμύρια άνθρωποι στον κόσμο μαστίζονται από την πείνα
- 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από έλλειψη θρεπτικών ουσιών
- 40 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασιτία
- 5 εκατομμύρια παιδιά το χρόνο χάνουν τη ζωή τους από ανεπάρκεια τροφής στις αναπτυσσόμενες χώρες

Αν σε αυτά τα στατιστικά στοιχεία, προστεθεί η αλματώδης αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, που υπολογίζεται να ανέλθει σε 10,5 δισεκατομμύρια μέχρι το 2050, από 7 που είναι σήμερα, αναμένεται

- ο επιβάρυνση του περιβάλλοντος,
- ο μείωση των φυσικών πόρων λόγω αυξημένων ανθρώπινων αναγκών με συνεπακόλουθο την επιδείνωση του προβλήματος της πείνας, της φτώχειας, των ασθενειών, των επιδημιών...



Βιοτεχνολογία Φυτών

Και άλλες προκλήσεις....



Κλιματική αλλαγή-Προστασία του περιβάλλοντος



Επαρκής τροφή για μείωση ασθενειών



Αειφορία και Περιβάλλον

Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετική μηχανική – Γονιδιακή Επανάσταση



Στοχεύουν:

- Στην επάρκεια σε αποθέματα τροφίμων
- Στη δημιουργία μιας άνοσης κοινωνίας
- Στη διασφάλιση της υγείας των καταναλωτών
- Στην υγιή ανάπτυξη των παιδιών του 3ου κόσμου



Αύξηση γεωργικής
παραγωγικότητας

Αύξηση διατροφικής
ασφάλειας

Βελτίωση θρεπτικής
αξίας

Μείωση κόστους
παραγωγής

Αφθονία γεωργικών προϊόντων που ικανοποιούν τις διατροφικές ανάγκες του παγκόσμιου πληθυσμού
και αυξάνουν το εισόδημα των αγροτών – ΜΕΙΩΣΗ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

Βιοτεχνολογία Φυτών

Πως αναμένεται να αυξηθεί η φυτική παραγωγή/βιομάζα;

Με την ανάπτυξη/δημιουργία φυτών που

- είναι ανθεκτικά στην ξηρασία ή σε άλλες καταπονήσεις
- απαιτούν λιγότερες εισροές και νερό
- είναι ανθεκτικά σε παθογόνα / εχθρούς
- είναι πιο θρεπτικά



Βιοτεχνολογία Φυτών

Τεχνητή Επιλογή

Οικογένεια BRASSICACEAE

Brassica oleracea: (κοινώς λάχανο), βασικό είδος που καλλιεργείται από τα παλιά χρόνια σαν λαχανικό, γνωστό σε μας με τις διάφορες καλλιεργούμενες ποικιλίες του (cultivars).

Brassica oleracea var. *botrytis*: κουνουπίδι.

Brassica oleracea var. *capitata*: κραμβολάχανο, μάππα.

Brassica oleracea var. *alba*: λαχανίδα.

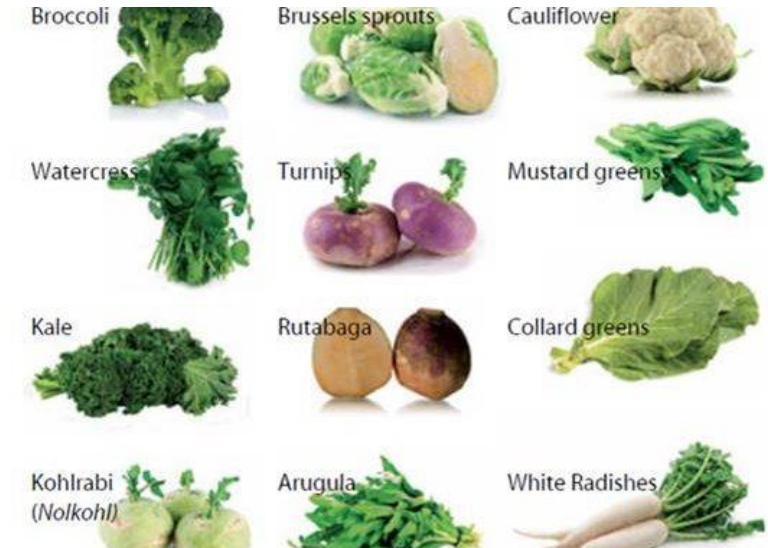
Brassica oleracea var. *asparagoides*: μπρόκολο.

Brassica oleracea var. *gemmifera*: λάχανο Βρυξελών.

Brassica oleracea var. *gongyloides*: γογγύλι.

Brassica napus: ελαιοκράμβη.

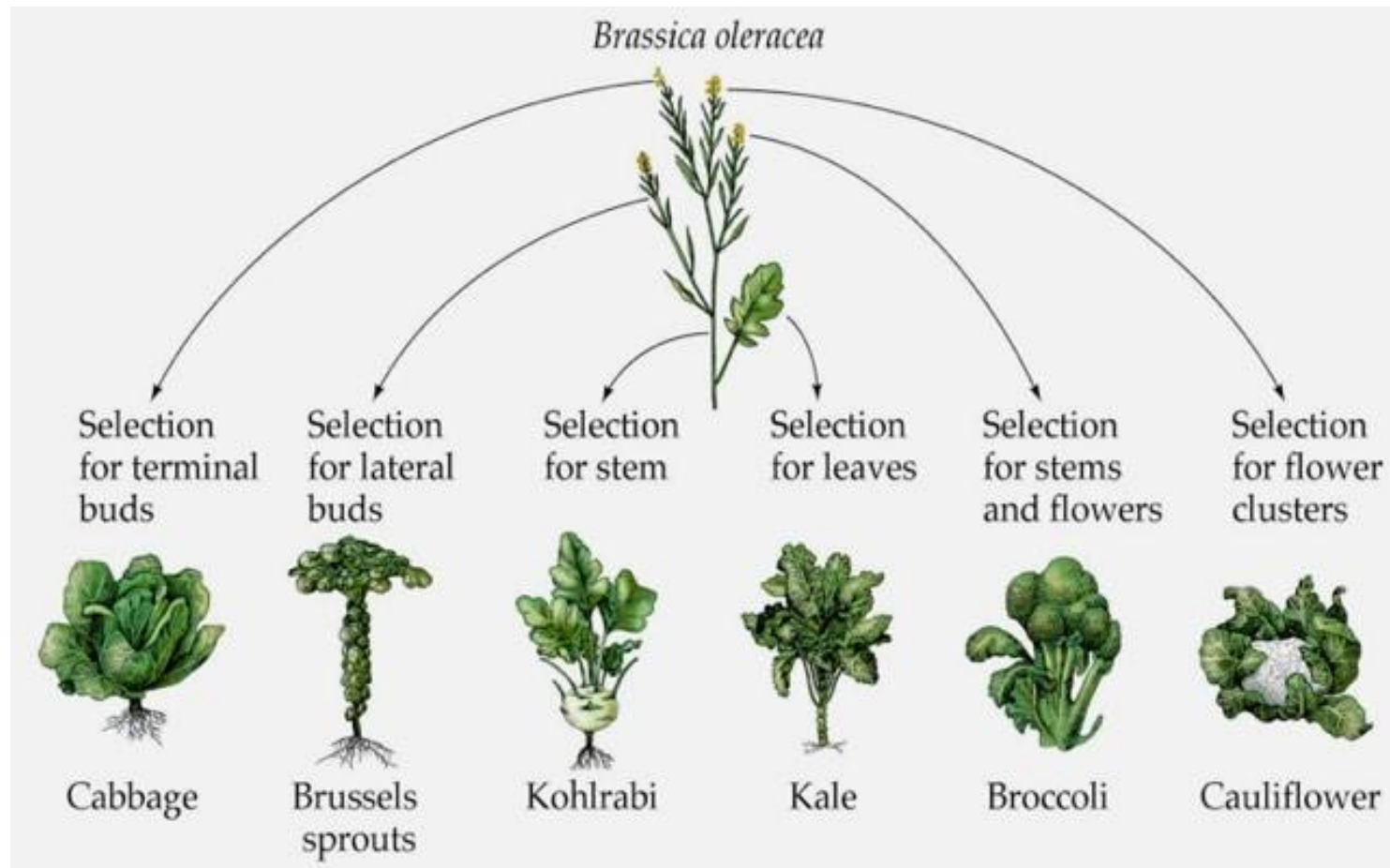
Brassica napobrassica: γουλιά.



Βιοτεχνολογία Φυτών

Τεχνητή Επιλογή

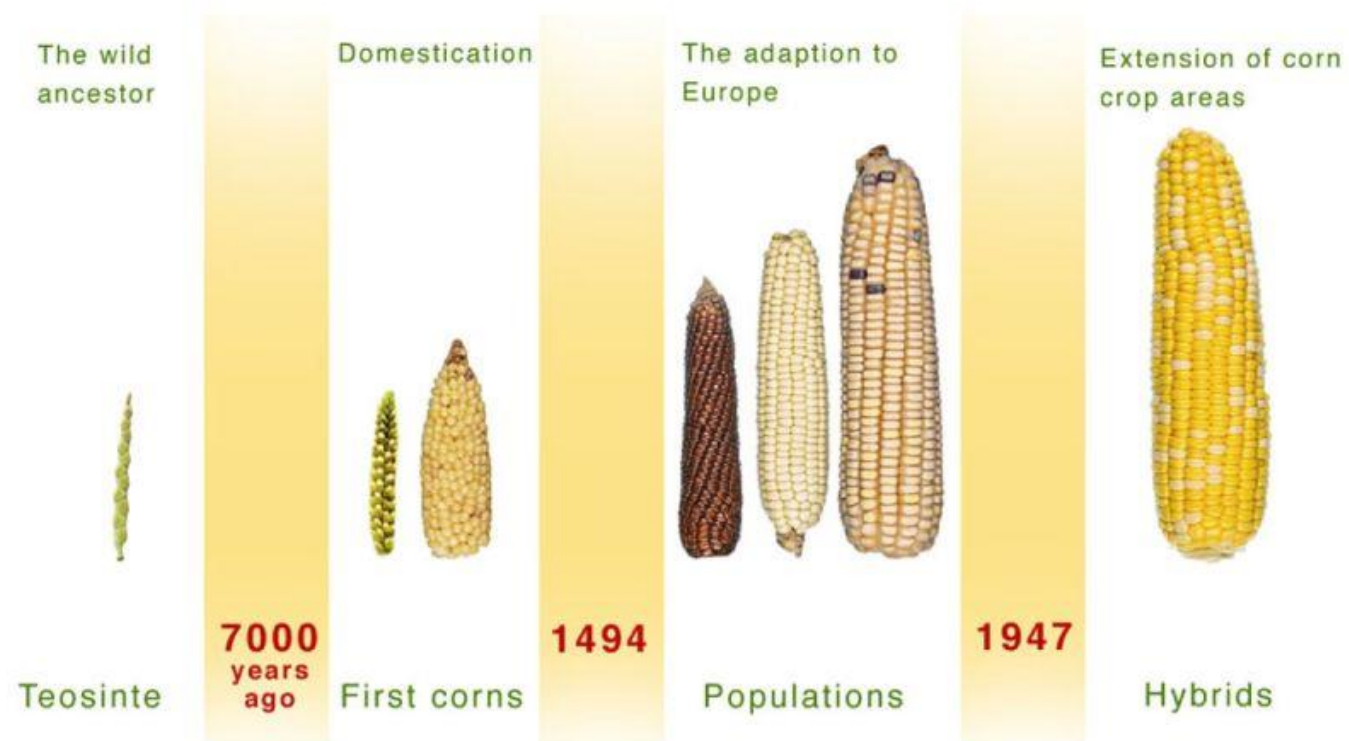
Οικογένεια BRASSICACEAE



Βιοτεχνολογία Φυτών

Τεχνητή Επιλογή *Zea mays*, Corn, Maize

THE EVOLUTION OF MAIZE



Βιοτεχνολογία Φυτών

Η τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA και βελτίωση φυτών

- Μπορεί να εφαρμοσθεί σε όλα τα είδη φυτών
- Επιτρέπει την άμεση μεταφορά μεμονωμένων επιθυμητών γονιδίων
- Απαιτεί μια μέθοδο μεταφοράς των γονιδίων στα φυτικά κύτταρα
- Απαιτεί κύτταρα που θα μπορούν να επαναδημιουργήσουν ένα ολόκληρο φυτό από μεμονωμένα γενετικώς τροποποιημένα κύτταρα

Βιοτεχνολογία Φυτών

Καλλιέργεια Φυτικών Κυττάρων

Τα κύτταρα μπορούν να αναπτυχθούν εύκολα σε ιστοκαλλιέργειες, γεγονός που διευκολύνει τα πειράματα της γενετικής μηχανικής

Κάθε φυτικό κύτταρο σε μία ιστοκαλλιέργεια μπορεί να αναπτυχθεί σε ολόκληρο φυτό που θα φέρει τα χαρακτηριστικά της γενετικής τροποποίησης



Βιοτεχνολογία Φυτών

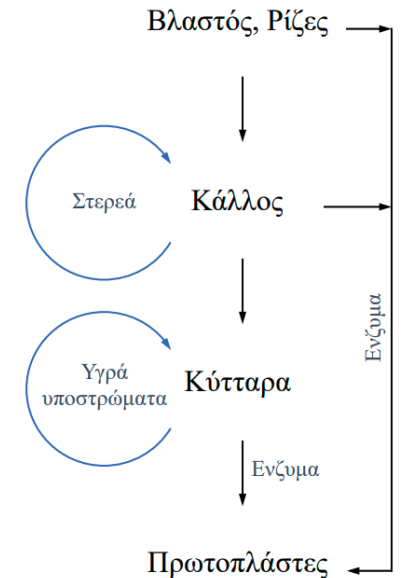
Καλλιέργεια Φυτικών Κυττάρων

Θρεπτικά μέσα κυτταροκαλλιέργειας φυτών

- **απαραίτητα στοιχεία ή μεταλλικά ιόντα** (συνήθως με τη μορφή σύμπλοκων μειγμάτων αλάτων)
- Μακροστοιχεία (άζωτο, κάλιο, μαγνήσιο, φωσφορος, ασβέστιο, θείο, χλώριο)
- Ιχνοστοιχεία (μαγγάνιο, ιώδιο, χαλκός, μολυβδένιο, ψευδάργυρος, σίδηρος)
- **οργανικά συμπληρώματα/ αυξητικοί παράγοντες** (βιταμίνες-θειαμίνη, ινσιτόλη, αμινοξέα, πεπτόνες, ορμόνες, IAA, INA)
- **πηγή άνθρακα** (συνήθως σουκρόζη αλλά και γλυκόζη, μαλτόζη, σορβιτόλη, γαλακτόζη)

Τύποι καλλιέργειας

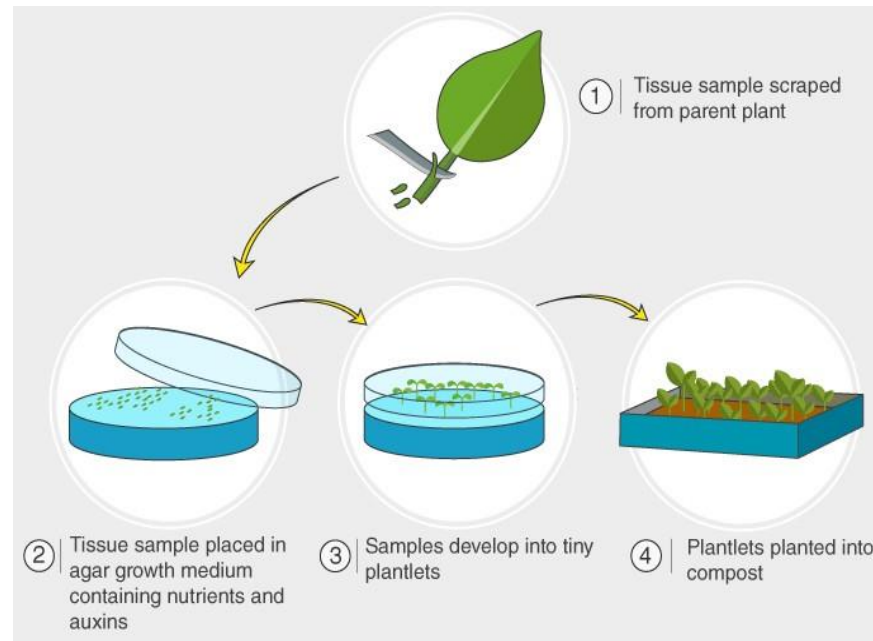
- Κάλλος (μάζα μη οργανωμένων, αδιαφοροποίητων κυττάρων με ικανότητα γρήγορης αύξησης και έντονης διαίρεσης)
- Κυτταρικά αιωρήματα
- Πρωτοπλάστες (φυτικά κύτταρα χωρίς το κυτταρικό τοίχωμα, το οποίο αφαιρείται είτε με μηχανικό είτε –κυρίως- με ενζυμικό τρόπο (κυτταρινάσες και πηκτινάσες)
- Ρίζες
- Βλαστοί
- Έμβρια
- Γύρη ή ανθήρες



Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί

- **Μεταλλαγμένα – Μετάλλαξη:** η οποιαδήποτε αιφνίδια αλλαγή του γενετικού υλικού (DNA)
- **Τι είναι γενετική τροποποίηση;** Η τεχνητή (σκόπιμη) μεταβολή του γενετικού υλικού (DNA)
- **Γιατί γίνονται γενετικές τροποποιήσεις;** Προσδίδουν επιθυμητές ιδιότητες στους οργανισμούς (ΓΤΟ ή διαγονιδιακοί)
- **Πως γίνεται η γενετική τροποποίηση;** Χρησιμοποιώντας τεχνικές ανασυνδυασμένου DNA



Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί

Πως δημιουργούνται;

Η μεταφορά ξένου DNA στα φυτικά κύτταρα (**μετασχηματισμός**) μπορεί να γίνει με βιολογικούς, φυσικούς και χημικούς τρόπους όπως

- Μεταφορά γονιδίων μέσω του αγροβακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens*
- Μεταφορά με ηλεκτροχημικούς τρόπους

Το γενετικό υλικό που εισάγεται μπορεί να είναι :

- γονίδια από φυτά του ίδιου ή άλλου είδους
- γονίδια από άλλους οργανισμούς (πχ βακτήρια)
- αντι-νοσηματικές αλληλουχίες (καταστολή στη δράση του κανονικού γονιδίου)

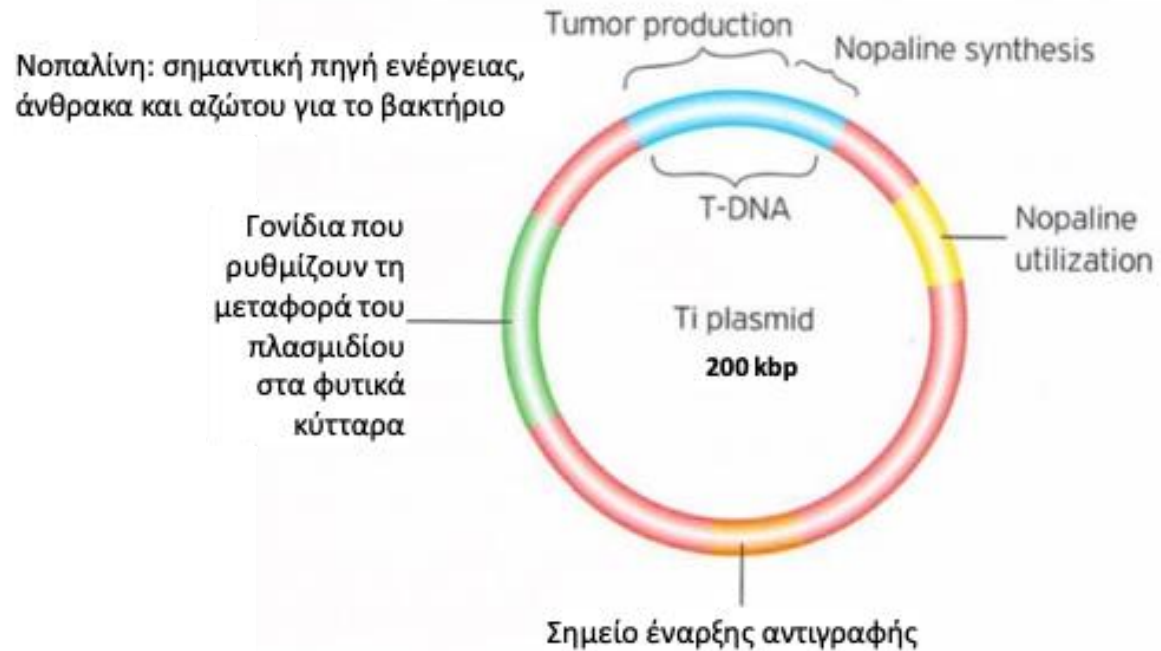
Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί Πως δημιουργούνται;



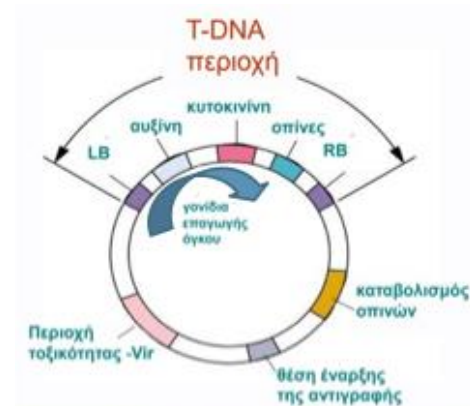
Το *Agrobacterium tumefaciens* προσβάλλει δικοτυλήδονα φυτά εισάγοντας τμήμα του πλασμιδίου Ti στο χρωμοσωμικό τους DNA προκαλώντας ένα είδος καρκίνου (crown gall disease)

Τμήμα που μεταφέρεται: T-DNA, Transfer-DNA (15-20 kbp)



Βιοτεχνολογία Φυτών

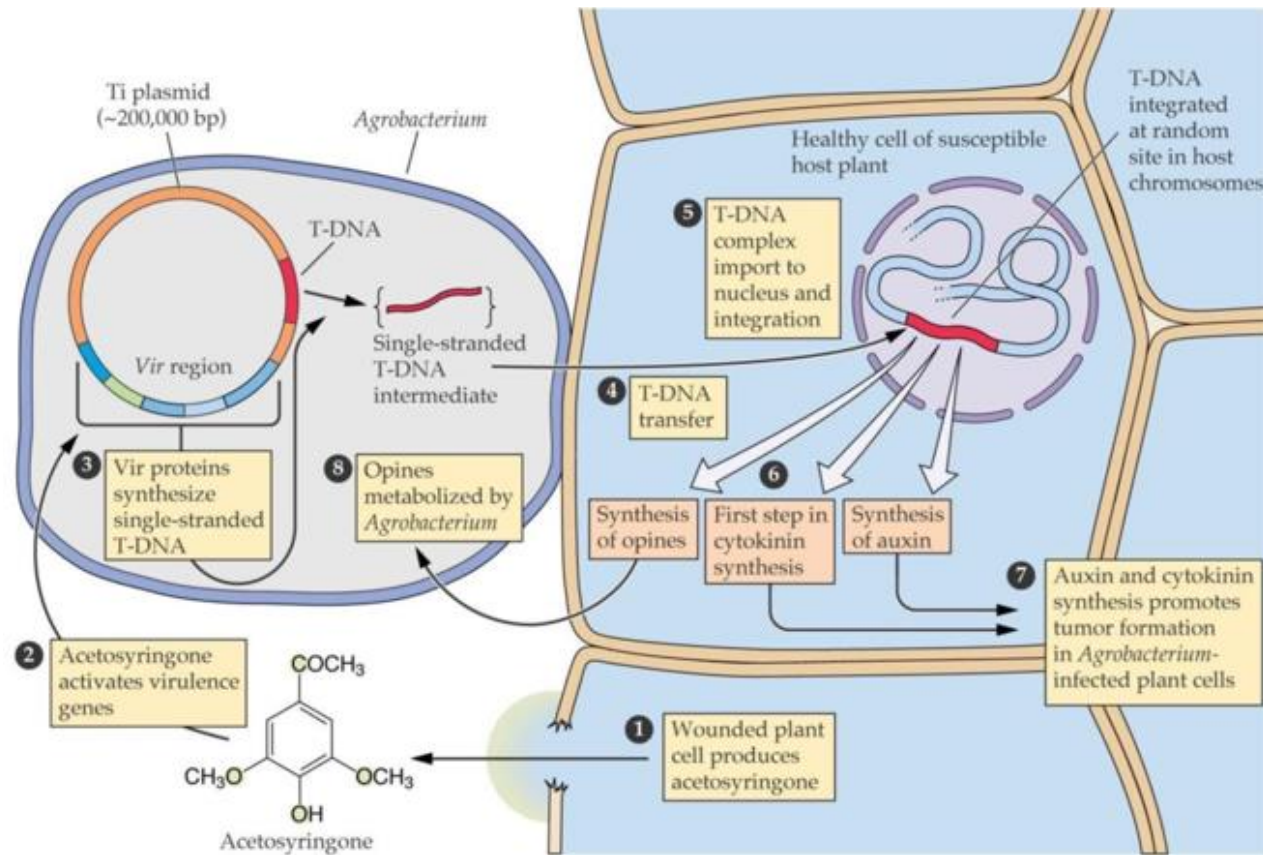
Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί *Agrobacterium tumefaciens*



Γονίδια που ρυθμίζουν τη μεταφορά του T-DNA

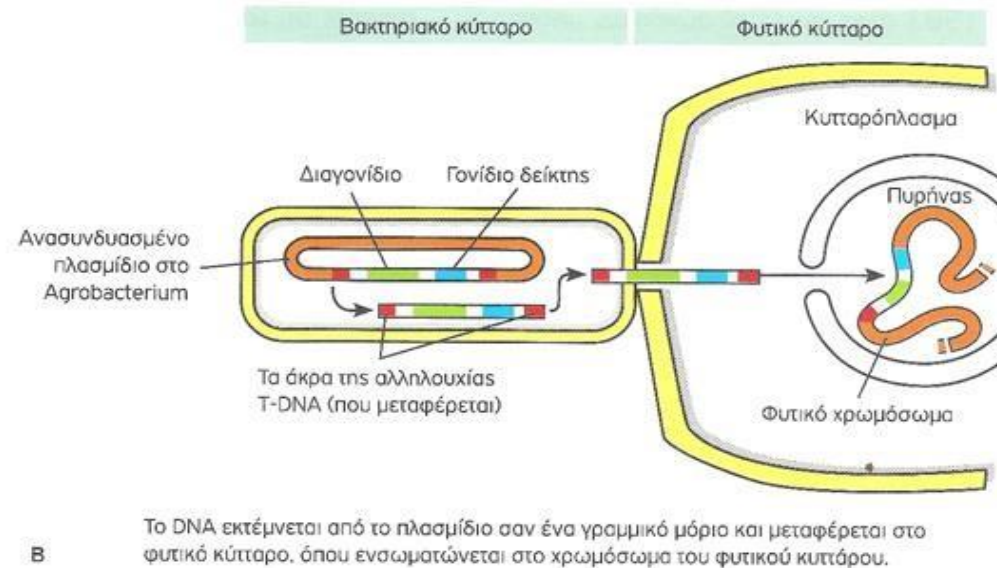
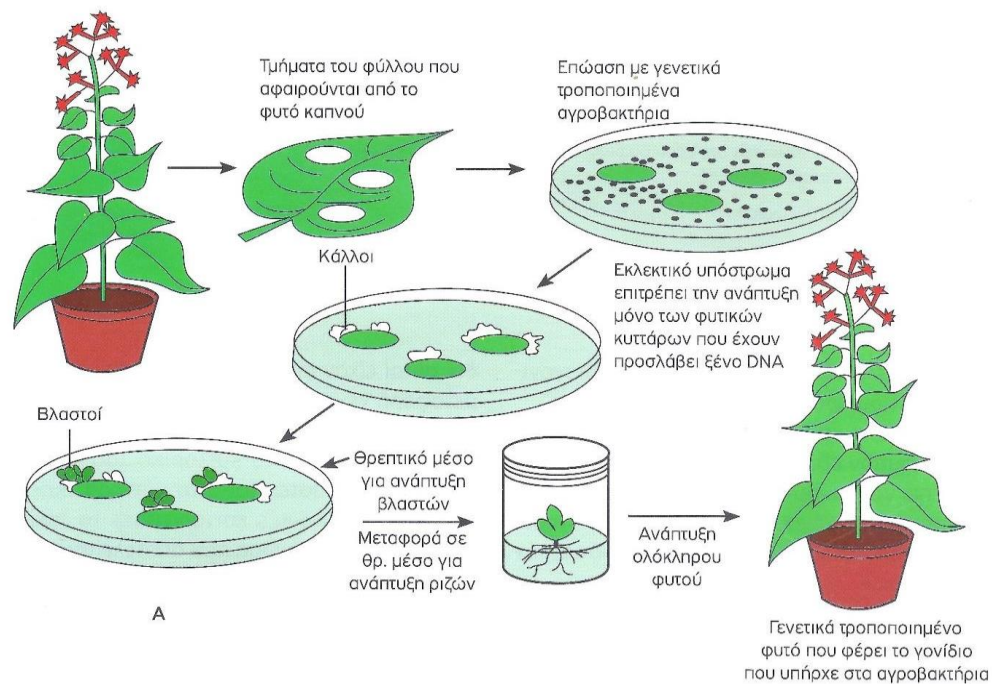
- *virA*: πρωτεϊνική κινάση, φωσφορυλιώνει/ενεργοποιεί την VirG)
- *virG* (phospho-VirG, ρυθμιστικός παράγοντας, ενεργοποιεί τουλάχιστον 14 *vir* οπερόνια)
- *virD* (ενδονουκλεάση)
- *virE* (μεταφέρει το T-DNA στον πυρήνα)
- *virB* (βοηθάει στη μεταφορά μονόκλωνου (ssDNA), βρίσκεται στη μεμβράνη)

Γονίδια αυξίνης, κυτοκίνης: γονίδια που σχετίζονται με την ογκογένεση



Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί Πως δημιουργούνται;



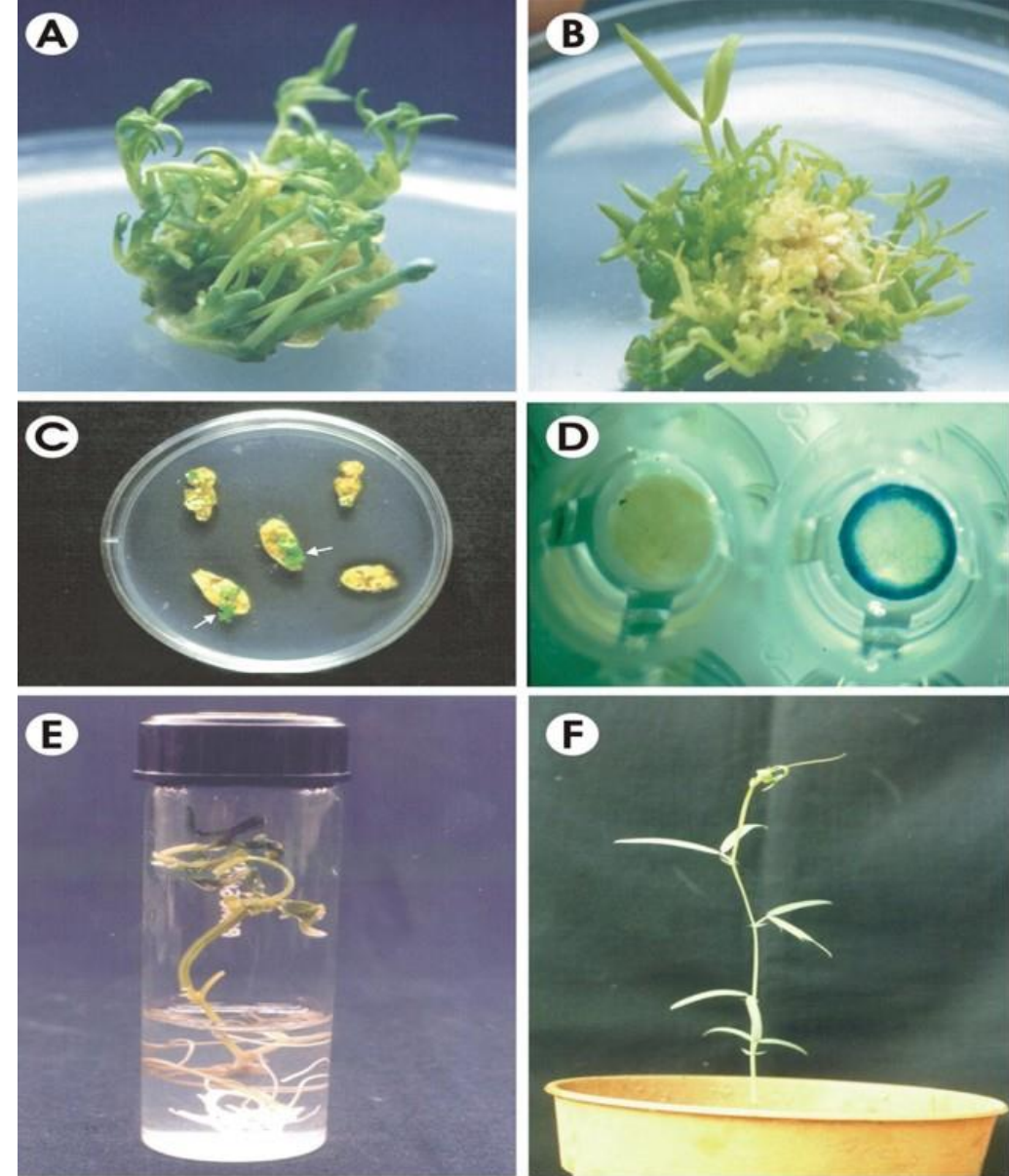
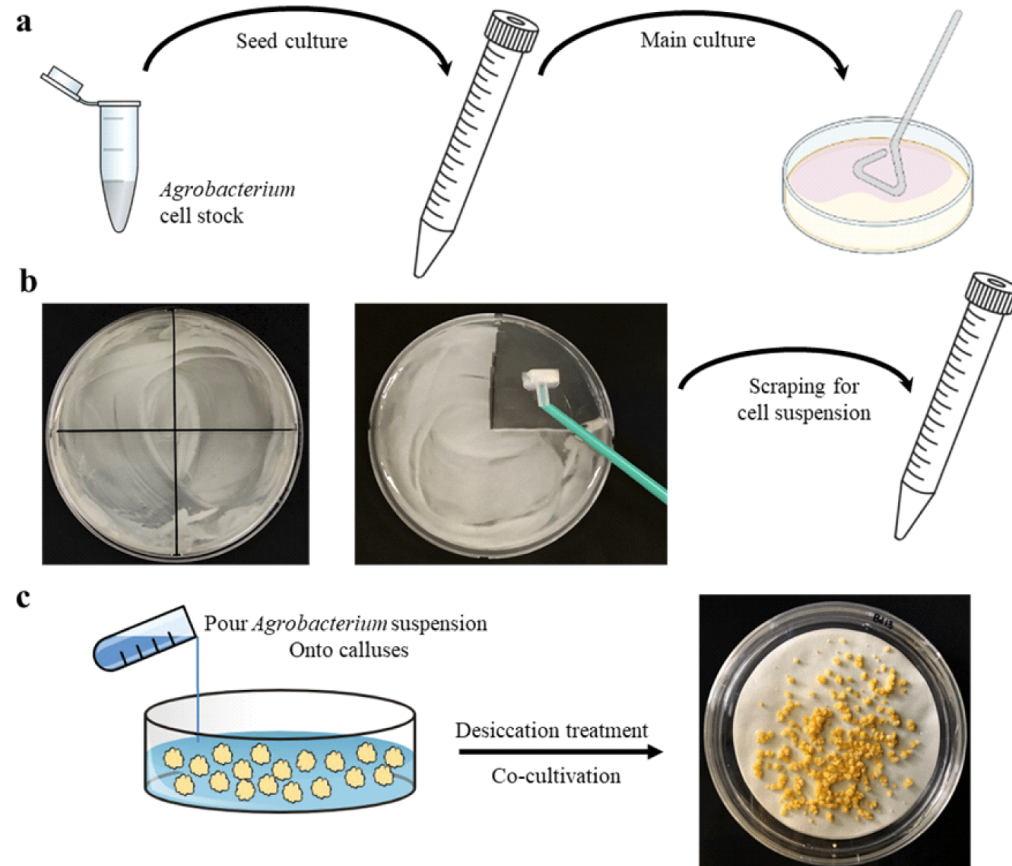
Έχουν αφαιρεθεί από την περιοχή T-DNA τα γονίδια που σχετίζονται με το σχηματισμό όγκων και έχουν προστεθεί τα γονίδια που θέλουμε να εισάγουμε στο φυτό

Ισχυρός υποκινητής

Π.χ. CaMV 35S (ιού της μωσαϊκής του κουνουπιδιού)

Γονίδιο-δείκτη αναγώρισης

Π.χ. ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικό



1.1 Genetic transformation mediated by explant co-cultivation with *Agrobacterium tumefaciens*

(A) Multiple shoot formation from epicotyl explants in MS + 4.0 mg l⁻¹ BAP + 2.0 mg l⁻¹ NAA 15 days following infection with *Agrobacterium* (B) Bleaching of shoots of epicotyl cultures 'A' following 10 days of transfer to the selection medium (MS + 4.0 mg l⁻¹ BAP + 2.0 mg l⁻¹ NAA + 100 mg l⁻¹ Kanamycin) (C) Selection of putative transformed epicotyl explants capable of shoot regeneration in the antibiotic medium (MS + 4.0 mg l⁻¹ BAP + 2.0 mg l⁻¹ NAA + 100 mg l⁻¹ Kanamycin) (D) GUS-histochemical assay conforming α -glucuronidase activity in leaf discs from putative transformed plants (right) vis-à-vis the non-transformed control (left) (E) A transformed shoot rooted in MS + 0.5 mg l⁻¹ IAA + 100 mg l⁻¹ Kanamycin after 8 days of culture (F) A transformed plant acclimated in garden soil

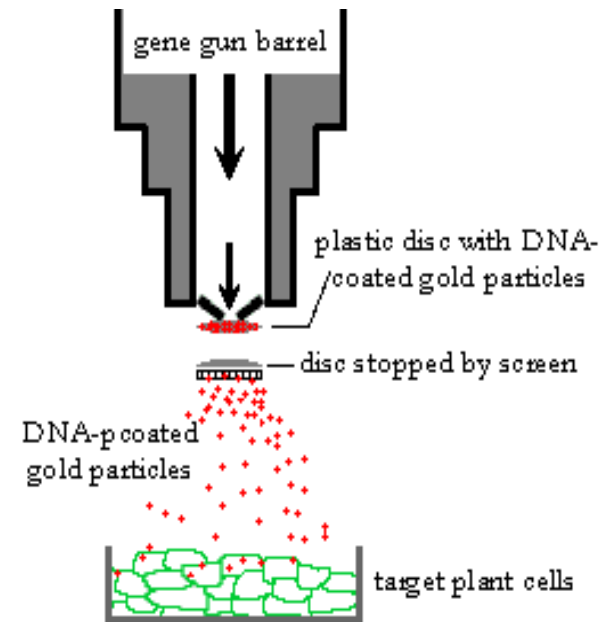
Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί Πως δημιουργούνται;

Μεταφορά με βιοβαλιστική (βομβαρδισμός σωματιδίων)

(βιολιστική, βομβαρδισμός προεξοχών, επιταχυντής σωματιδίων, γονιδιακό όπλο, όπλο σωματιδίων)

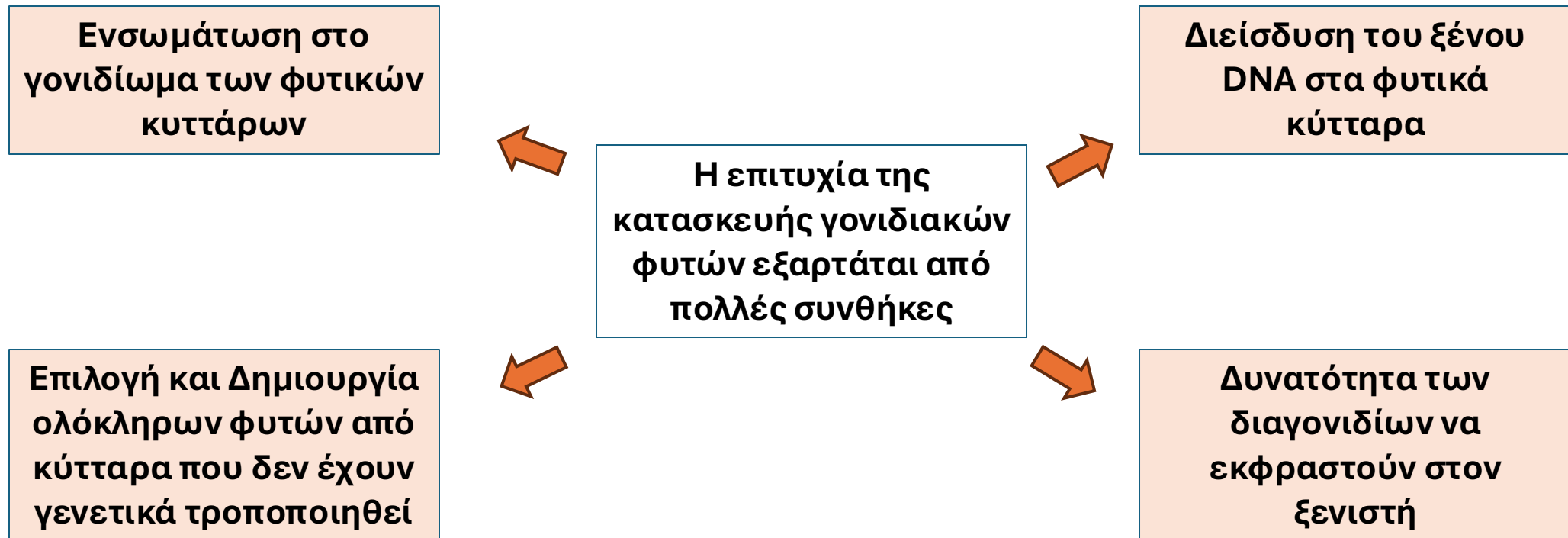
Χρήση επιταχυνόμενων με μεγάλη ταχύτητα σωματιδίων – προεξοχών (από χρυσό ή βολφράμιο) στα οποία συνδέεται το DNA προς μεταφορά έτσι ώστε να διαπερνώνται οι εξωτερικές κυτταρικές στοιβάδες ή τα κυτταρικά τοιχώματα και να εισέρχεται το DNA στο κύτταρο



Σε πρωτοπλάστες φυτικών κυττάρων (έχει αφαιρεθεί με κυτταρινάσες το κυτταρικό τοίχωμα)

Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί Πως δημιουργούνται;



Βιοτεχνολογία Φυτών

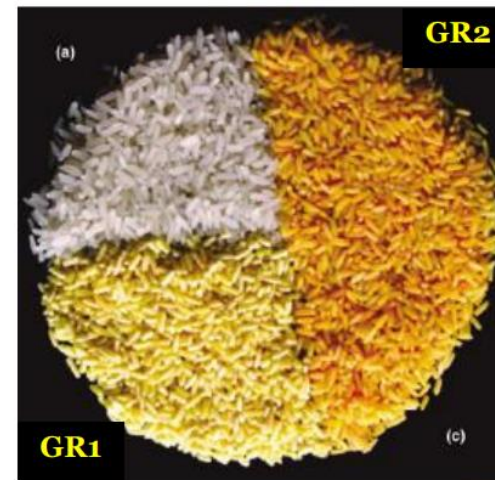
Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί Ιδιότητες

Αυξημένη Αντοχή	Ασθένειες Κλιματολογικές συνθήκες Έντομα Χημικές Ουσίες	
Βελτιωμένη διατροφική αξία και ποιότητα	Ενίσχυση θρεπτικής αξίας Βελτίωση ποιότητας καρπών Έλεγχος της ωρίμανσης των φρούτων και των λαχανικών Απομάκρυνση βλαβερών ουσιών	
Νέες ιδιότητες και χρήσεις	«Φυτικά εμβόλια» Παραγωγή αντιβιοτικών Παραγωγή χρήσιμων πρωτεϊνών	
Βελτιωμένες ιδιότητες	Βελτιωμένη ικανότητα φωτοσύνθεσης Παραγωγή αυξητικών ορμονών Καλύτερη δέσμευση αζώτου Βιοαποκατάσταση εδαφών (απομάκρυνση τοξικών ενώσεων, βαρέων μετάλλων κλπ) ΓΤ φυτά για παραγωγή καυσίμων, πλαστικών	

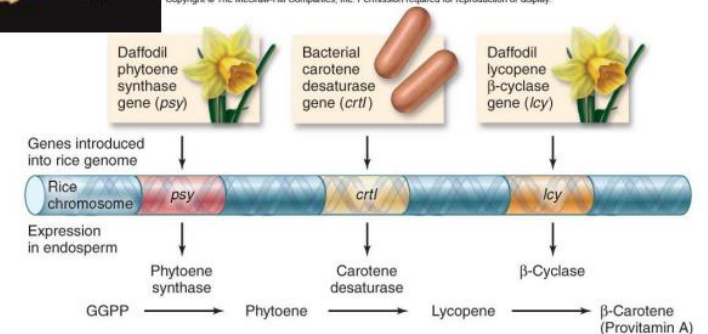
Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί Χρυσό Ρύζι

- Βιοενίσχυση – αυξημένη συγκέντρωση β-καροτενίου
- Πρόδρομη ένωση της βιταμίνης Α
- Ρύζι: βασική διατροφή αναπτυσσόμενων χωρών / έλλειψη βιταμίνης Α στη διατροφή
- Έχουν παρεμβληθεί 2 γονίδια που ενεργοποιούν την παραγωγή και συσσώρευση του β-καροτενίου στους σπόρους.
- Το χρυσό χρώμα είναι δείκτης της αυξημένης συγκέντρωσης του β-καροτενίου στο ενδοσπέρμιο



= 25 mg/g β-carotene
+εμπλουτισμός σε
βιταμίνη Ε και σίδηρο



Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά τροποποιημένα φυτά, με οικονομική σημασία, είναι το βαμβάκι, η πατάτα, η σόγια, η ελαιοκράμβη, το ζαχαρότευτλο, ο καπνός, οι φράουλες και το ρύζι.

Στη χώρα μας έχει επιτραπεί η πειραματική καλλιέργεια σε τρεις ποικιλίες βαμβακιού, στον αραβόσιτο και στην τομάτα.

Η εισαγωγή των γενετικά τροποποιημένων προϊόντων είναι νόμιμη, εφόσον οι συγκεκριμένες ποικιλίες των φυτών έχουν εγκριθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και φέρουν τα αναγκαία πιστοποιητικά.

Εγκεκριμένη ποικιλία σημαίνει ότι έχουν πραγματοποιηθεί οι απαιτούμενοι έλεγχοι για τις επιδράσεις στην υγεία και στο περιβάλλον.

Μάλιστα, εφόσον οι ΓΤΟ χρησιμοποιούνται για ζωοτροφές, στο τελικό κτηνοτροφικό προϊόν (γάλα, κρέας, τυρί, αυγά) δεν χρειάζεται να αναγράφεται ότι τα ζώα έχουν τραφεί με ΓΤ τροφή. Επίσης, όταν περιέχονται στα τρόφιμα ως συστατικά και πάλι δεν είναι υποχρεωτική η επισήμανση αυτή, εφόσον περιέχονται σε ποσοστό κάτω του 0,9%.

Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί Ευρώπη

Ποια είναι τα κύρια στοιχεία του κανονισμού 1829/2003 – για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και ζωοτροφές;

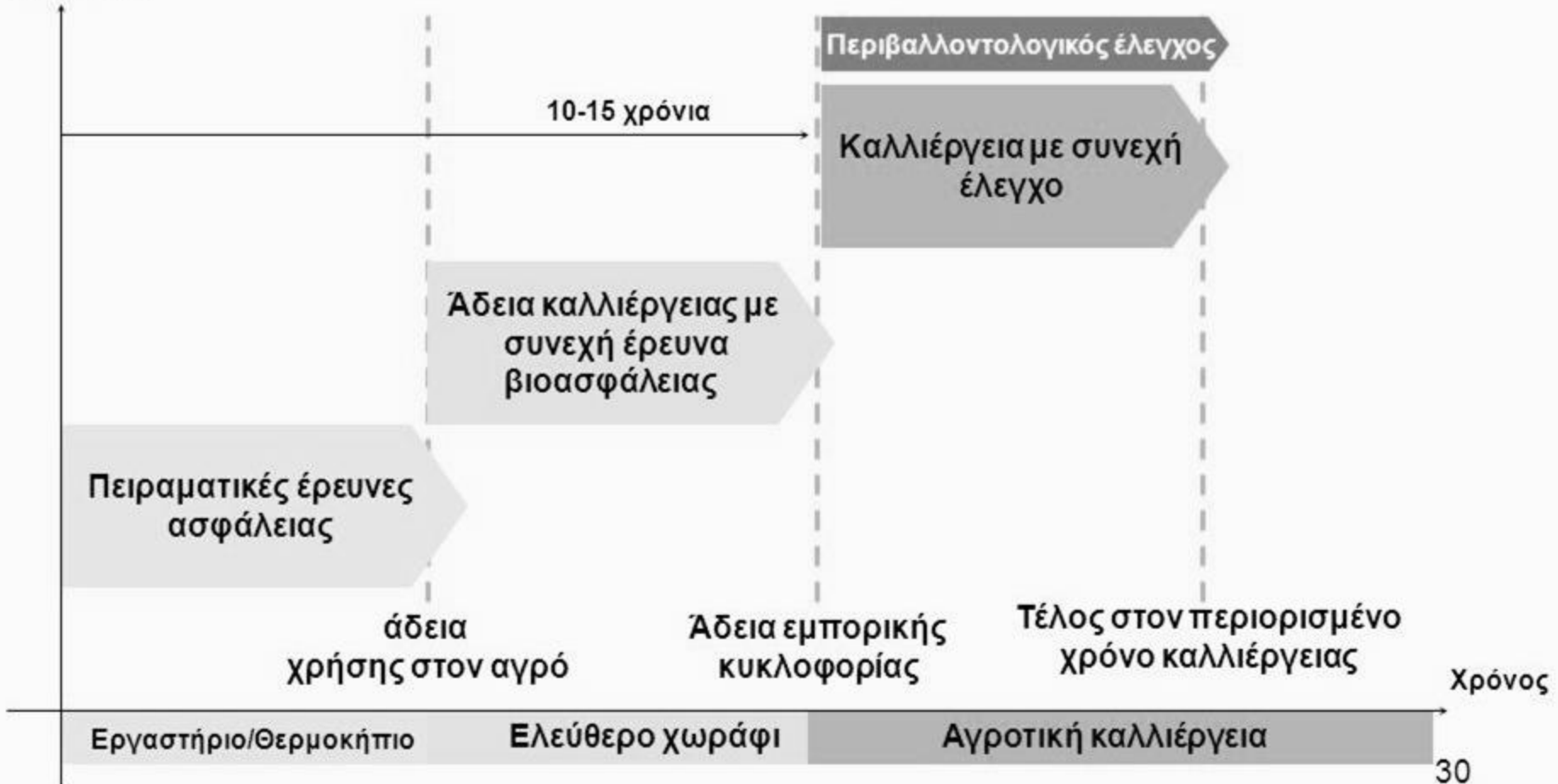
Ο κανονισμός 1829/2003 για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και ζωοτροφές καλύπτει τους ΓΤΟ για χρήση σε τρόφιμα / ζωοτροφές και περιλαμβάνει όλους τους κανόνες που αφορούν τρόφιμα / ζωοτροφές που περιέχουν ή αποτελούνται από ΓΤΟ· τρόφιμα / οι ζωοτροφές που παράγονται από ΓΤΟ και τρόφιμα που περιέχουν συστατικά τα οποία παράγονται από ΓΤΟ που καλούνται γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και ζωοτροφές. Ο κανονισμός προβλέπει ότι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και ζωοτροφές πρέπει:

- να μην έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων, στην υγεία των ζώων ή στο περιβάλλον·
- να μην παραπλανούν τον καταναλωτή·
- να μην διαφέρουν από τα τρόφιμα / τις ζωοτροφές στην αντικατάσταση των οποίων αποσκοπούν, σε βαθμό που η συνήθης κατανάλωσή τους να ζημιώνει τον καταναλωτή / τα ζώα από άποψη διατροφικής αξίας.

Βιοτεχνολογία Φυτών

Τα στάδια για την άδεια κυκλοφορίας γενετικά τροποποιημένων φυτών

Αυξανόμενος αριθμός
παραμέτρων που
εξετάζονται



GMOs Around the World



18 million farmers grew GMO crops in 2016.
Most were from small farms in developing countries.

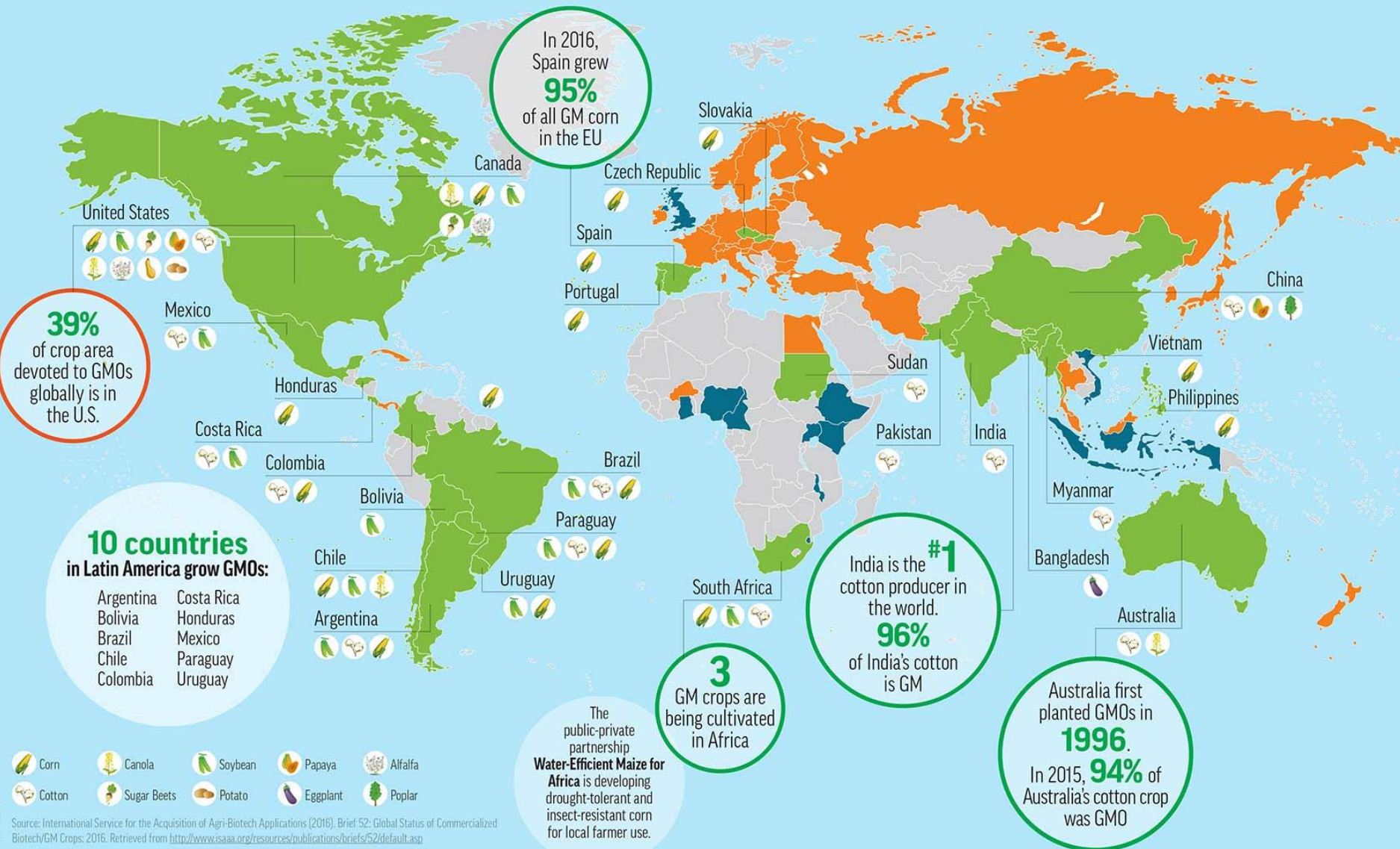
26 countries
grew GMOs in 2016



19 developing countries
grew GMOs



7 industrialized
countries grew GMOs



As of 2016, GMOs are **GROWN, IMPORTED,** and/or used in **FIELD TRIALS** in more than **75 countries.**

GROWING BIOTECH AND GRANTING IMPORT APPROVALS

Argentina	Mexico
Australia	Myanmar
Bangladesh	Pakistan
Bolivia	Paraguay
Brazil	Philippines
Canada	Portugal
Chile	Slovakia
China	South Africa
Colombia	Spain
Costa Rica	Sudan
Czech Republic	United States
Honduras	Uruguay
India	Vietnam

GRANTING IMPORT APPROVALS

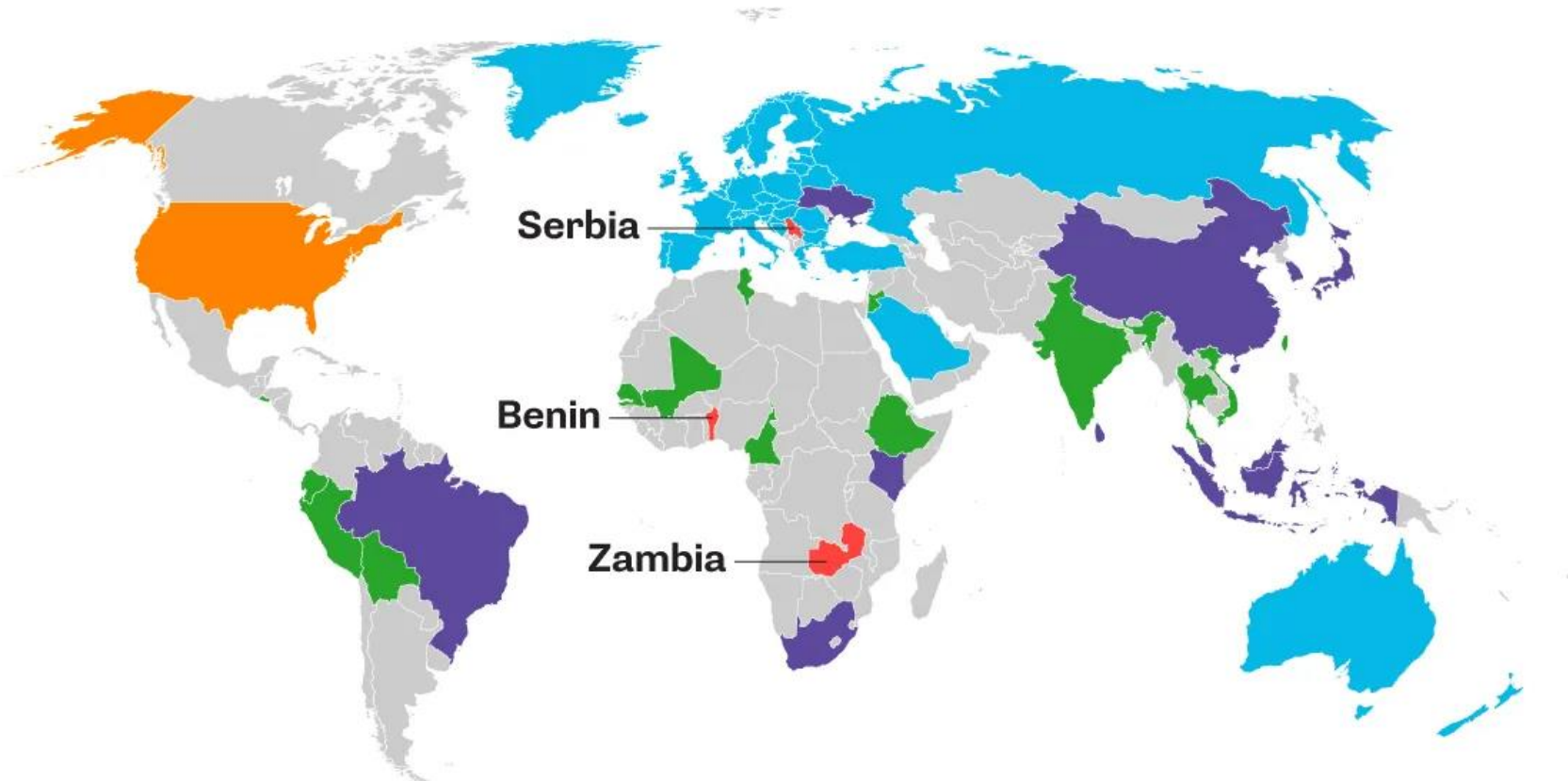
Austria	Lithuania
Belgium	Luxembourg
Bulgaria	Malaysia
Burkina Faso	Malta
Croatia	Netherlands
Cuba	New Zealand
Cyprus	Norway
Denmark	Panama
Egypt	Poland
Estonia	Romania
France	Russia
Finland	Singapore
Germany	Slovenia
Greece	South Korea
Hungary	Sweden
Iran	Switzerland
Ireland	Taiwan
Italy	Thailand
Japan	Turkey
Latvia	

APPROVING RESEARCH FIELD TRIALS

Cameroon	Malawi
Ethiopia	Nigeria
Ghana	Swaziland
Indonesia	Uganda
Kenya	United Kingdom

GMO Food Labeling Laws Around the World

- GMO food banned
- Package labeling required for **nearly all** GMO food
- Package labeling required for **some** GMO food
- Limited or weakly enforced labeling requirement
- Labeling requirement yet to come into force
- No GE food labeling law



Βιοτεχνολογία Φυτών

Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί Ανίχνευση

Οι μέθοδοι ανίχνευσης ΓΤΦ στηρίζονται:

- Στην ανίχνευση ένθετων γονιδίων (DNA)
- Στην ανίχνευση του γονιδιακού προϊόντος (πρωτεΐνης)

Επιπλέον, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο της Ανάλυσης ΓΤΟ είναι οι εξής:

Ποιοτική Ανάλυση: Ποιοτική ανίχνευση της ακούσιας παρουσίας γενετικά τροποποιημένων υλικών και άλλων γεωργικών προϊόντων σε τρόφιμα, ζωοτροφές ή σπόρους

Ποσοτική Ανάλυση: Ποσοτικός προσδιορισμός της ποσότητας ΓΤΟ που υπάρχει σε ένα δείγμα

Αναγνώριση και ποσοτικοποίηση συμβάντος/χαρακτηριστικού: Ανίχνευση και ποσοτικοποίηση συγκεκριμένων γεγονότων/χαρακτηριστικών GM

Αναγνώριση προϊόντος: Αναγνώριση προϊόντων σε τρόφιμα ή ζωοτροφές

Καθαρότητα Χαρακτηριστικού: Προσδιορισμός της καθαρότητας ενός ΓΤ χαρακτηριστικού σε ένα δείγμα

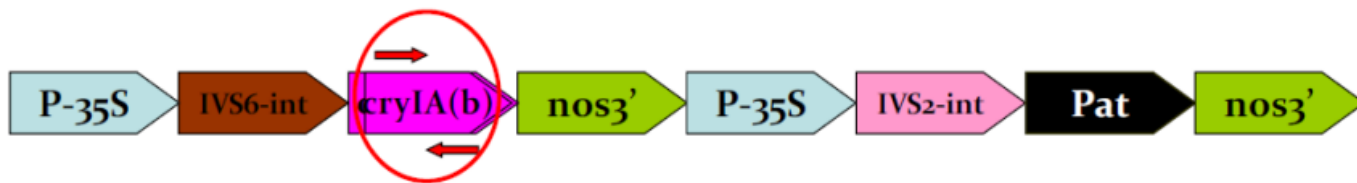
Εγκεκριμένες γενετικές τροποποιήσεις στο καλαμπόκι (52 άδειες για καλαμπόκι στην ΕΕ)

1. BT11 (27/07/2020)
2. DAS-59122-7 (23/10/2017)
3. DAS-O1507-1xMON-OO603-6 (23/10/2017)
4. GA21 (27/3/2018)
5. MON810 (5/11/2023)
6. T25 (26/4/2015)
7. NK603 (26/4/2025)
8. MON863 x NK603 (23/10/2017)
9. MON89034 (29/10/2019)
10. Και ακόμη 43 ποικιλίες

Βιοτεχνολογία Φυτών

Δομή Γενετικών Τροποποιήσεων

Τύπος Γ.Τ.	Υποκινητές		Καταληκτικές ακολουθίες	Ένθετα γονίδια		Υπόλοιπα γενετικά στοιχεία
	Κοινός	Πρόσθετοι		Προστασία από έντομα	Ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτονα	
BT11	P35S		T-NOS	cryIA(b)	pat	IVS6-int, IVS2-int
BT176	P35S	P-PEPC, P-CDPK, Pbla	T-35S	cryIA(b)	bar	Int9, bla
MON810	P35S			cryIA(b)		Hsp70-int1
NK603	P35S	P-ract1	T-NOS		epsps	CTP2, hsp70-int1
T25	P35S		T-35S		pat	bla, ori pUC
MON809	P35S		T-NOS	cryIA(b)	epsps	goxv247, CTP1, CTP2



Δομή Bt11

Βιοτεχνολογία Φυτών

Ανίχνευση

Σχέδιο ποιοτικής και ποσοτικής ανίχνευσης Γ.Τ. σε αγροτικά προϊόντα (από τον αγρό έως το ράφι)

1. Δειγματοληψία
2. Απομόνωση Γενετικού Υλικού (DNA)
3. Ποιοτική Ανίχνευση - Σάρωση
4. Προσδιορισμός – Ταυτοποίηση
5. Ποσοτικοποίηση Γ.Τ. Θετικών Δειγμάτων

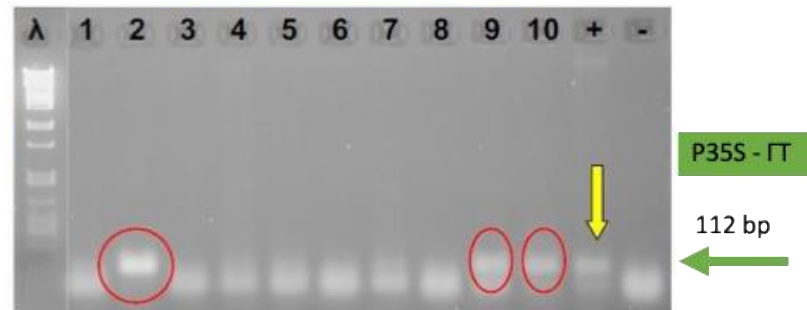
Παράδειγμα: Ανάλυση δειγμάτων

Είδος δειγμάτων	Αριθμός
Ζωοτροφές	10
Τρόφιμα	10
Σπόροι	4
Σύνολο	24

Ανίχνευση ΓΤΟ στις ζωοτροφές

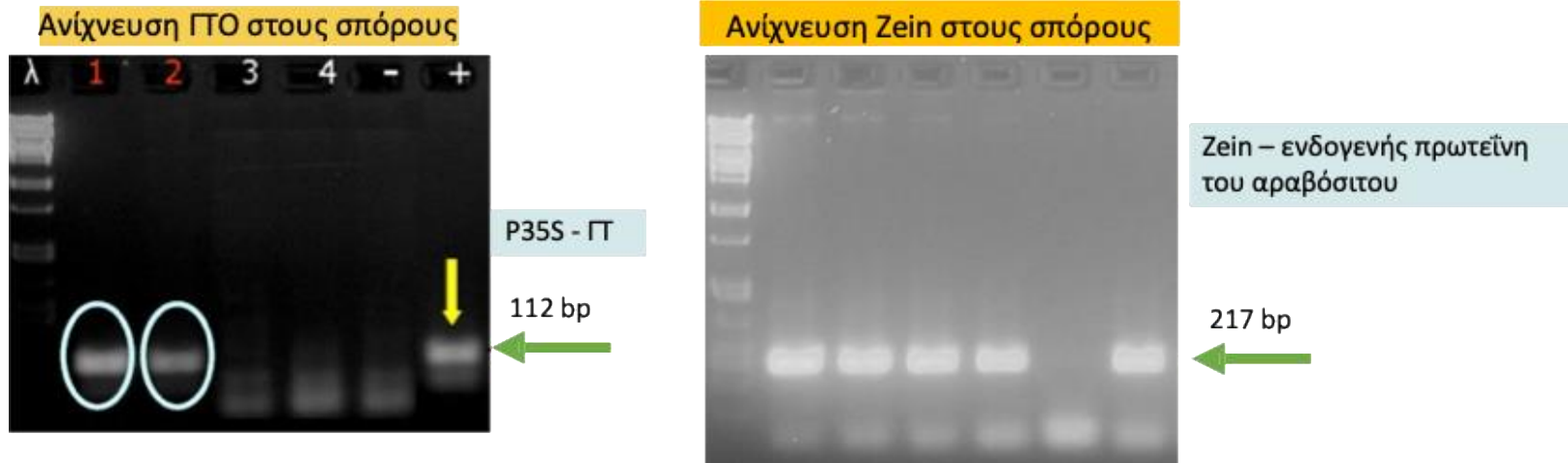


Ανίχνευση ΓΤΟ στα τρόφιμα



Βιοτεχνολογία Φυτών

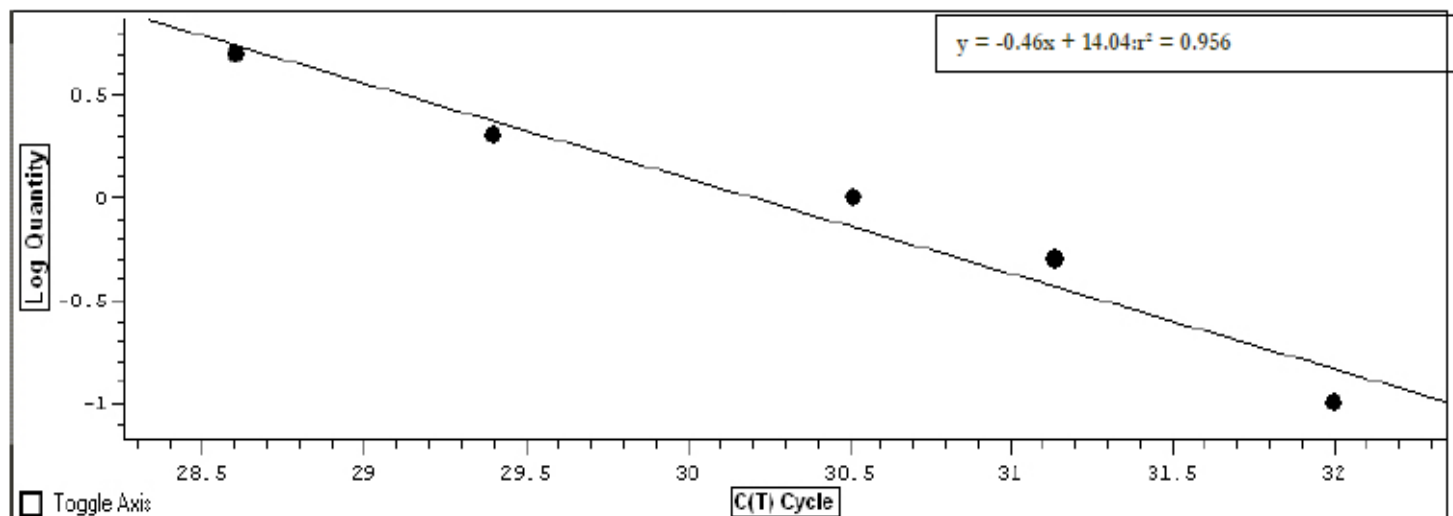
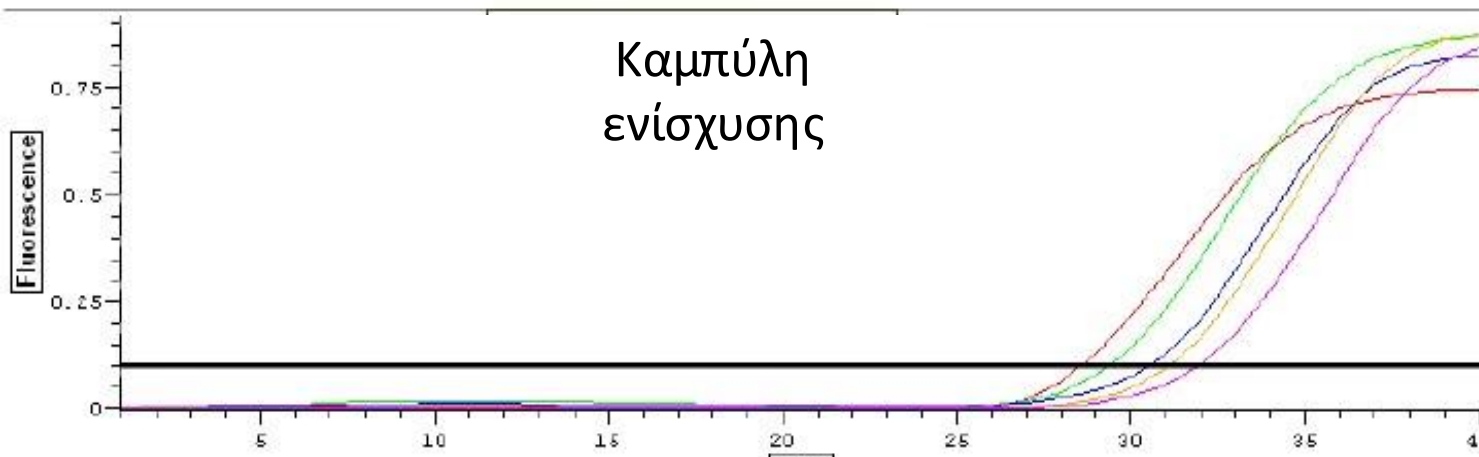
Ανίχνευση



Παράδειγμα: Αποτελέσματα ποιοτικής ανάλυσης δειγμάτων		
Είδος δειγμάτων	Αριθμός	ΓΤΟ
Ζωοτροφές	10	2
Τρόφιμα	10	3
Σπόροι	4	2
Σύνολο	24	7

Βιοτεχνολογία Φυτών

Ανίχνευση

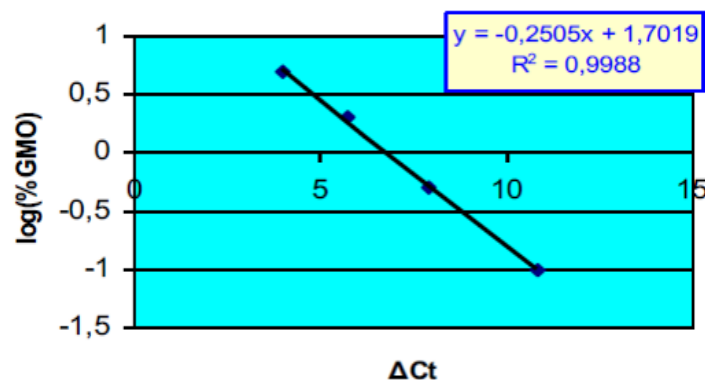


Ποσοτικοποίηση θετικών δειγμάτων

Με τη χρήση qPCR

Ενίσχυση γονιδίου-στόχου (P35S, cry1A, nos3') και σύγκριση με γονίδιο αναφοράς (zein)

πρότυπη καμπύλη

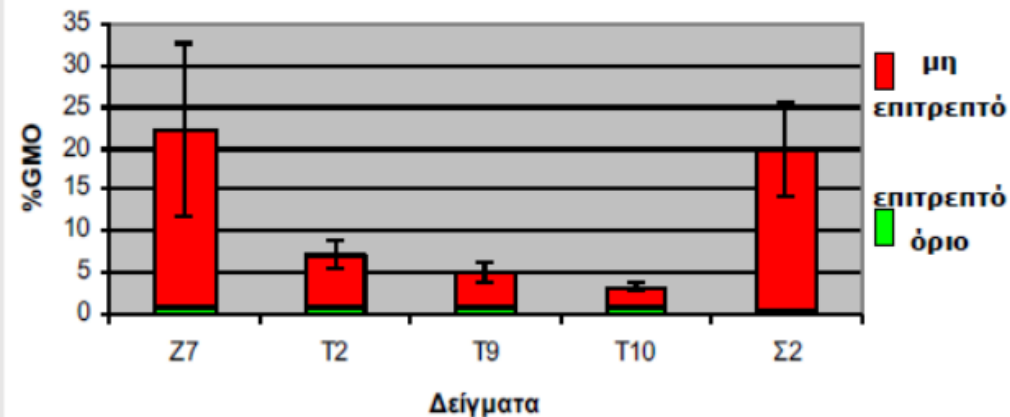


$$\% \text{ GMO} = \frac{\text{Αριθμός αντιγράφων (ή συγκέντρωση) ΓΤ γονιδίου στόχου}}{\text{Αριθμός αντιγράφων (ή συγκέντρωση) γονιδίου αναφοράς}} \times 100$$

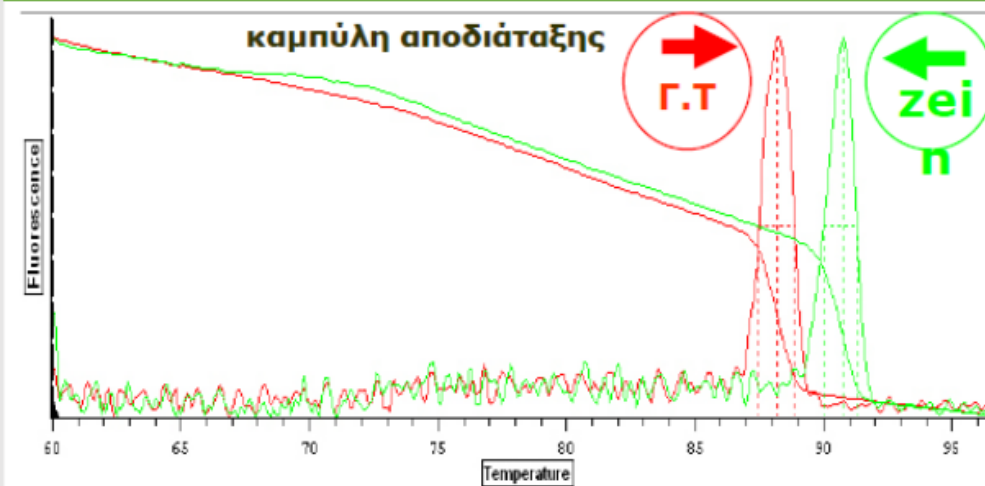
Παράδειγμα: Ποσοτικοποίηση θετικών δειγμάτων

Θετικά δείγματα	Ποσοστό ΓΤ	Επιτρεπτό όριο
Z7	~ 21.3%	έως 0,9%
Z10	> 5%	έως 0,9%
T2	~ 6.35%	έως 0,9%
T9	~ 4%	έως 0,9%
T10	~ 2.45%	έως 0,9%
Σ1	> 25%	έως 0,1%
Σ2	~ 19.3%	έως 0,1%

Ποσοτικοποίηση Θετικών Δειγμάτων



Η καμπύλη αποδιάταξης μας δείχνει δύο διακριτά προϊόντα ενίσχυσης



Βιοτεχνολογία Φυτών

Ανίχνευση

Τα όρια ανίχνευσης και ο ποσοτικός προσδιορισμός μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ομάδες:

1. **Απόλυτα όρια** - ο μικρότερος αριθμός των αντιγράφων που πρέπει να είναι παρόντα κατά την έναρξη του πρώτου κύκλου προκειμένου να ληφθεί η σωστή ρύθμιση με πιθανότητα 95%,
2. **Σχετικά όρια** - το χαμηλότερο σχετικό ποσοστό γενετικώς τροποποιημένου υλικού, το οποίο μπορεί να προσδιοριστεί,
3. **Πρακτικά όρια** – τα όρια που εφαρμόσιμα για ένα συγκεκριμένο δείγμα.

Η εξειδίκευση των διαθέσιμων προς το παρόν μεθόδων που βασίζονται επί του DNA, μπορεί να ταξινομηθεί σε τέσσερις ομάδες:

1. Μέθοδοι διαλογής που ανιχνεύουν ένα ευρύ φάσμα των ΓΤΟ χωρίς να τους προσδιορίζουν,
2. Μέθοδοι διαλογής για ένα συγκεκριμένο τύπο της γενετικής τροποποίησης,
3. Μέθοδοι που είναι ειδικες για ένα κατασκεύασμα, και χρησιμοποιούνται ενίοτε για την ταυτοποίηση των ΓΤΟ,
4. Οι μέθοδοι που βασίζονται σε συγκεκριμένο μετασχηματισμό και χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίηση των ΓΤΟ (ακόμα στο στάδιο της εργαστηριακής ανάπτυξης, δεν είναι διαθέσιμα για εμπορικούς σκοπούς).