



Γενική Ιολογία Φυτών

Ενότητα 9: Νέες τεχνολογίες στην καταπολέμηση φυτικών ιών

Νικόλαος Κατής – Βαρβάρα Μαλιόγκα
Τμήμα Γεωπονίας



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Νέες τεχνολογίες στην καταπολέμηση φυτικών ιών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας (1)

1. Συμβατικές μέθοδοι αντιμετώπισης των ιώσεων.
2. Σταυροειδής προστασία.
3. Διαγονιδιακά ή γενετικά τροποποιημένα φυτά για προστασία από ιούς.
 - i. Πώς δημιουργούνται τα διαγονιδιακά φυτά.
 - ii. Απευθείας εισαγωγή DNA.
 - iii. ΓΤΦ με μεταφορά φυσικών γονιδίων αντοχής.



Περιεχόμενα ενότητας (2)

4. Ανθεκτικότητα με έκφραση ικής πρωτεΐνης.
 - i. Πρωτεΐνη μετακίνησης του ιού.
 - ii. RNA πολυμεράση.
5. Ανθεκτικότητα με μεσολάβηση ικού RNA.
 - i. Ανθεκτικότητα με έκφραση ικού RNA.
6. Ανταγωνιστικό RNA (δορυφορικό RNA).
 - i. ΓΤΦ-έκφραση δορυφορικού RNA.



Περιεχόμενα ενότητας (3)

7. Επιπτώσεις από τη χρήση ΓΤΦ.
 - i. Ετεροκαψιδίωση.
 - ii. Ανασυνδυασμός διαγονιδίων-ιών.
 - iii. Συνεργισμός.



Σκοποί ενότητας

- Να παρουσιαστούν τα προβλήματα των συμβατικών μεθόδων αντιμετώπισης των ασθενειών που οφείλονται σε ιούς.
- Να αναλυθούν οι λόγοι για τους οποίους είναι απαραίτητη η ανάπτυξη νέων μεθόδων αντιμετώπισης ιών.
- Να παρουσιαστούν με λεπτομέρεια η παραγωγή και χρήση διαγονιδιακών φυτών για προστασία από ιούς.
- Να αναφερθούν οι πιθανοί κίνδυνοι από τη χρήση γενετικά τροποποιημένων φυτών στον αγρό.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Εισαγωγή

Συμβατικές μέθοδοι αντιμετώπισης των ιώσεων (1)

- Πιστοποιημένο πολλαπλασιαστικό υλικό (απαλλαγμένο από ορισμένους ιούς).
- Χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών.
- Σταυροειδής προστασία.
- Χημική καταπολέμηση των φορέων.
- Προληπτικά μέτρα.



Παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού

- Ιολογικές ασθένειες δένδρων, αμπέλου και λοιπών αγενώς αναπαραγόμενων φυτών.
- Η Ελλάδα είναι από τις ελάχιστες χώρες της ΕΕ όπου δεν γίνεται παραγωγή και πιστοποίηση του πολλαπλασιαστικού υλικού.



Συμβατικές μέθοδοι αντιμετώπισης των ιώσεων (2)

Δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών.

- Τομάτα: ΤοΜΝ, ΤΥΛCΝ, ΤSΝΝ.
- Κολοκυθιά: ΖΥΜΝ, WΜΝ, ΡRΣΝ.
- Ζαχαρότευτλα: ΒΝΥΝΝ.



Σταυροειδής προστασία

Αντιμετώπιση ιών με προεμβολιασμό των φυτών με ήπια στελέχη έντονα παθογόνων ιών (Σταυροειδής προστασία).

*Σταυροειδής προστασία:
φυτά μολυσμένα με ένα ιό δεν επαναμολύνονται με συγγενική φυλή του ίδιου ιού.*

McKinney (1929)



Προεμβολιασμός των φυτών με ήπια στελέχη έντονα παθογόνων ιών (1)



Προεμβολιασμός των φυτών με ήπια στελέχη έντονα παθογόνων ιών (2)



Δυσκολίες στην εφαρμογή

- Προβλήματα στην εξεύρεση ήπιων φυλών.
- Μόλυνση των φυτών με «ζωντανό» ιό (οι αγρότες δύσκολα πείθονται).



Χημική καταπολέμηση των φορέων

- Αποτελεσματική μόνον για έμμορους ιούς.
- Υψηλό κόστος.
- Προβλήματα στο περιβάλλον.
- Εμφάνιση ανθεκτικών βιοτύπων.



Επιβεβλημένη η ανάπτυξη νέων μεθόδων αντιμετώπισης ιών

- Αποτελεσματικές.
- Να εφαρμόζονται σε μεγάλο εύρος ιών/ξενιστών.
- Χαμηλό κόστος.
- Φιλικές προς το περιβάλλον.



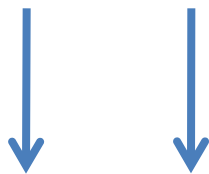


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Διαγονιδιακά φυτά

Διαγονιδιακά ή γενετικά τροποποιημένα φυτά για προστασία από ιούς

Είναι πλέον δυνατό να εισάγουμε ξένα γονίδια μέσα σε ένα φυτό, με μεθόδους γενετικής μηχανικής και να πετύχουμε την έκφρασή τους.



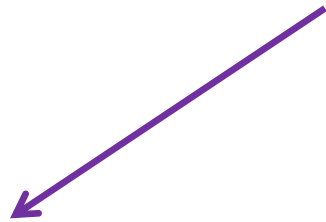
Άρα και μεταφορά γονιδίων για ανθεκτικότητα απέναντι σ' ένα συγκεκριμένο ιό.

Τα παραγόμενα φυτά είναι
Γενετικά Τροποποιημένα (ΓΤΦ).

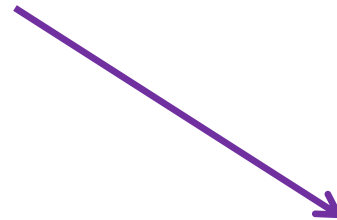


Πώς δημιουργούνται τα διαγονιδιακά φυτά

1. Επιλογή γονιδίου και μεταφορά σε κατάλληλη γονιδιακή κατασκευή.
2. Εισαγωγή της γονιδιακής κατασκευής στον πυρήνα του φυτικού κυττάρου.



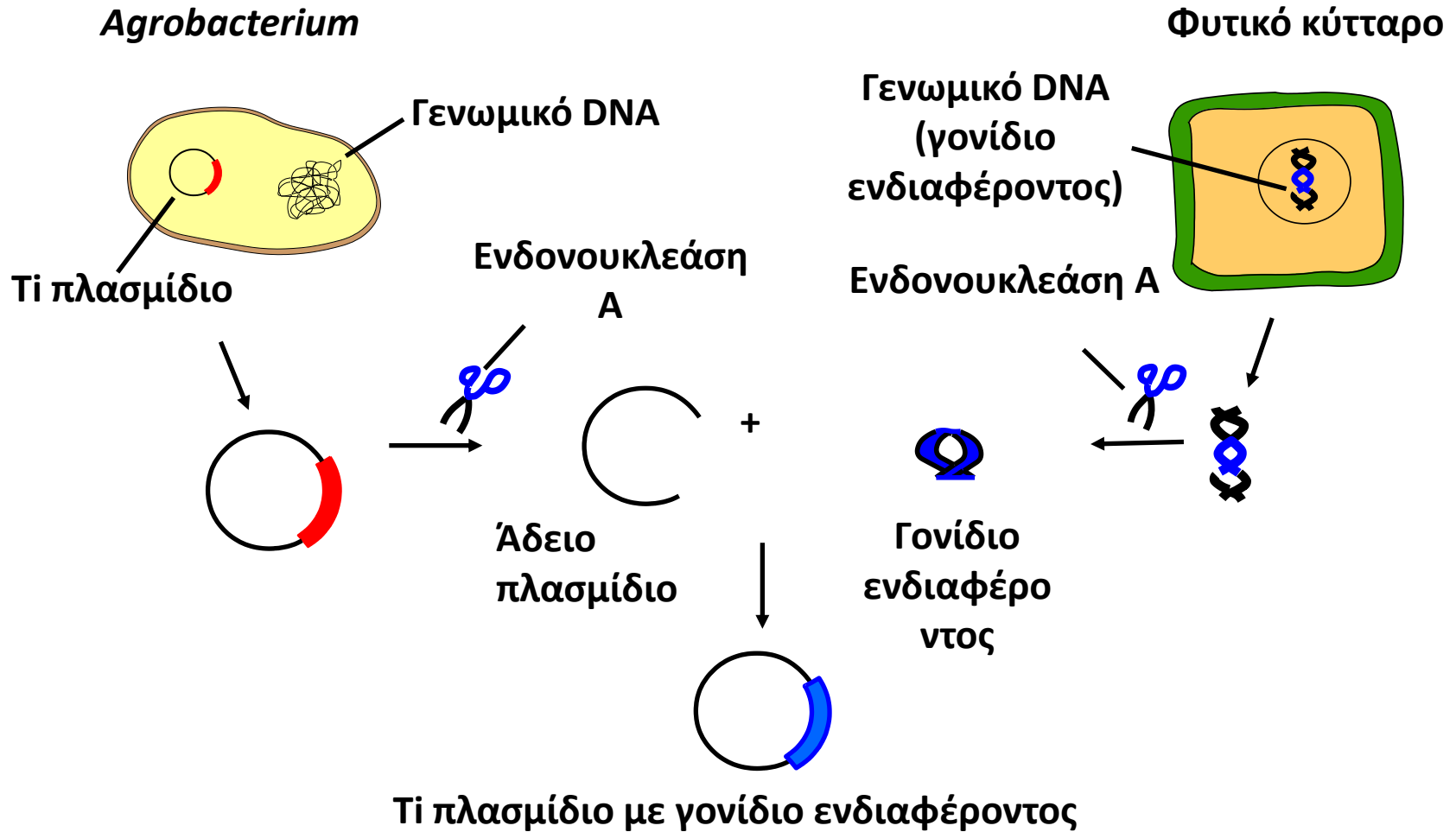
Βιολογική μεταφορά μέσω
τροποποιημένων στελεχών
αγροβακτηρίου
(*Agrobacterium tumefaciens*)



**Άμεση γονιδιακή
μεταφορά**

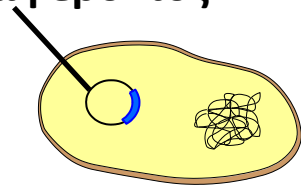


Agrobacterium tumefaciens (1)



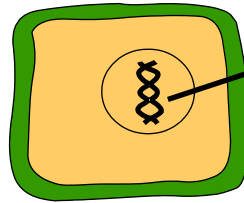
Agrobacterium tumefaciens (2)

Τι πλασμίδιο με γονίδιο ενδιαφέροντος



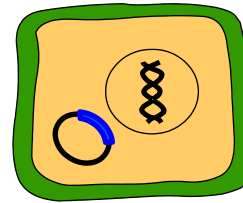
Agrobacterium

+

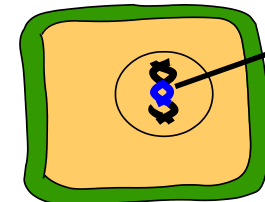


DNA

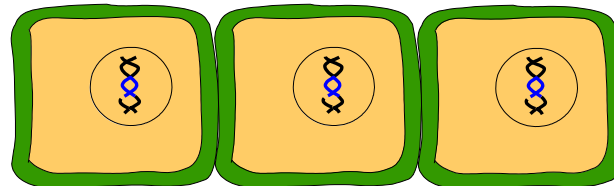
Φυτικό κύτταρο



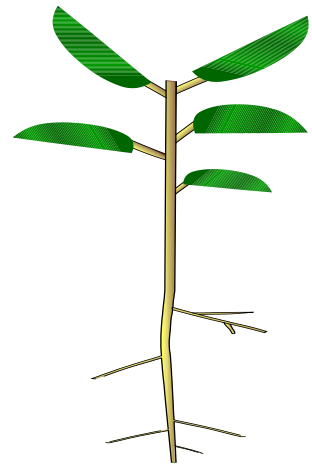
Μετασχηματισμός



Νέο γονίδιο



Κυτταρική διαίρεση



Διαγονιδιακό φυτό

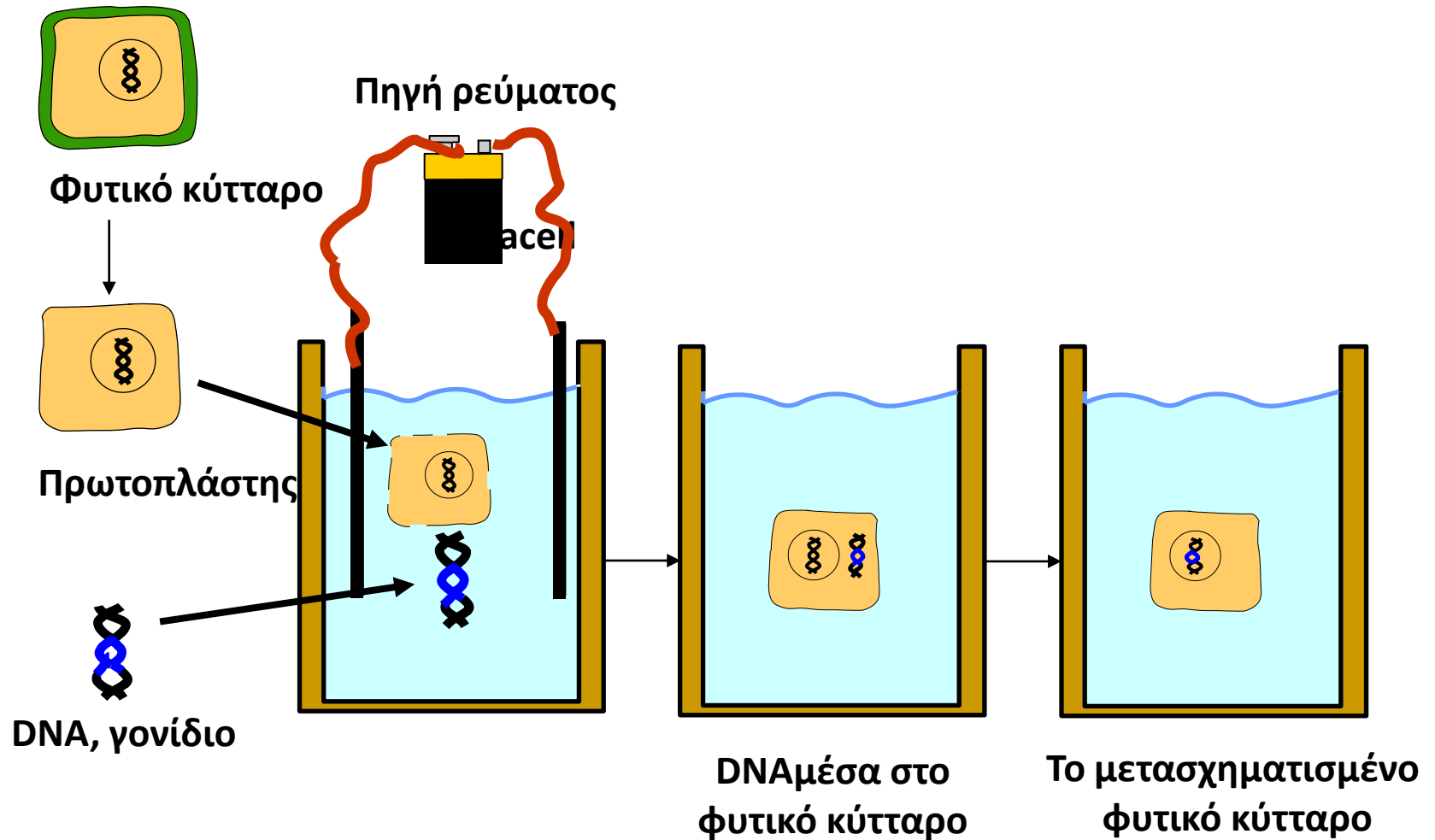


Απευθείας εισαγωγή DNA

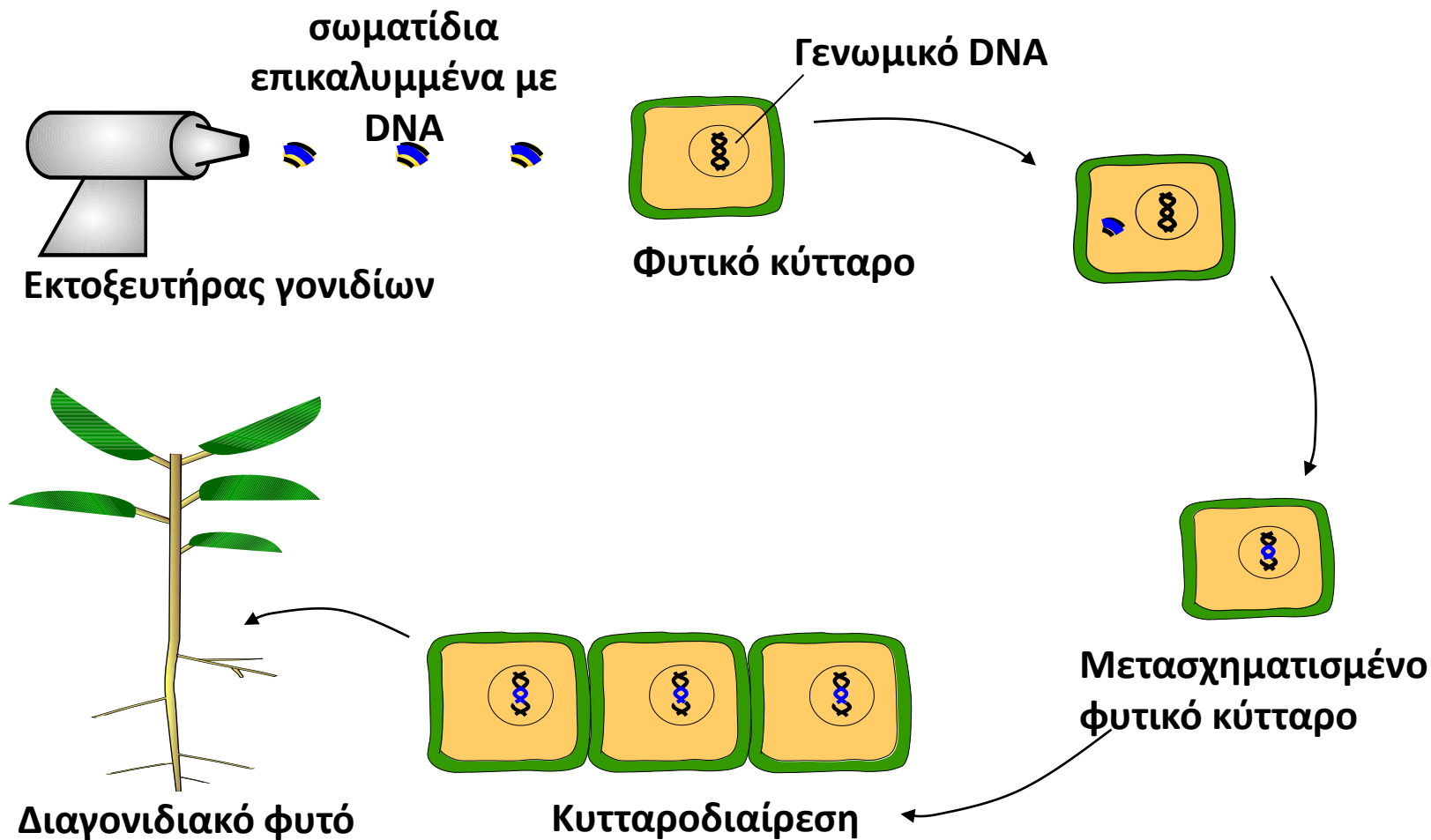
- Μέθοδοι εισαγωγής DNA:
 - Χημική (πρωτοπλάστες).
 - Ηλεκτροδιάτρηση, ηλεκτροπόρωση (πρωτοπλάστες).
 - Βομβαρδισμός σωματιδίων, ή Βιοβαλιστική (Biobalistics).



Ηλεκτροδιάτρηση (Electroporation Technique)



Τεχνική “Gene Gun”



Δύο κυρίως προσεγγίσεις ακολουθούνται για την παραγωγή ΓΤΦ ανθεκτικών σε ιικές μολύνσεις

Μεταφορά
Φυσικών γονιδίων
αντοχής

Μεταφορά γονιδίων ή
αλληλουχιών που
προέρχονται από ιούς

(ανθεκτικότητα που
προέρχεται από το
παθογόνο-**pathogen
derived resistance-
PDR**)



ΓΤΦ με μεταφορά φυσικών γονιδίων αντοχής

- Απομόνωση γονιδίου αντοχής και μεταφορά σε άλλο φυτικό είδος.
- Rx1 σε πατάτα αντοχή στον PVX: απομόνωση και μεταφορά σε καπνό για αντοχή στον ιό.
- N γονίδιο από *N. glutinosa*: μεταφορά σε τομάτα για αντοχή στον TMV.



Ανθεκτικότητα που προέρχεται από το παθογόνο-pathogen derived resistance-PDR

Πειράματα σταυροειδούς προστασίας : Προστασία από μόλυνση από τον ίδιο ιό.



άρα

Η εισαγωγή DNA (από περιορισμένο τμήμα ιικού γονιδιώματος) στο γονιδίωμα ενός φυτού-ξενιστή πιθανόν να προσδίδει ανθεκτικότητα στον ιό.

Hamilton (1980)



Κατηγορίες ΓΤΦ με ανθεκτικότητα προερχόμενη από το παθογόνο (PDR)

- a. Ανθεκτικότητα με έκφραση ικής πρωτεΐνης.
- b. Ανθεκτικότητα με μεσολάβηση ικού RNA.
- c. Ανταγωνιστικό RNA (δορυφορικό RNA).





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ανθεκτικότητα με έκφραση ιικής πρωτεΐνης

Α. Ανθεκτικότητα με έκφραση ιικής πρωτεΐνης

- Καψιδιακή πρωτεΐνη (ΚΠ).
- Πρωτεΐνη διακυτταρικής μετακίνησης (ΠΔΜ).
- RNA πολυμεράση (RdRp).
 - > 40 φυτά ξενιστές.
 - > 20 γένη ιών.



Ανθεκτικότητα που οφείλεται στην έκφραση πρωτεΐνης

A. Καψιδιακή πρωτεΐνη (capsid protein, CP).

- Ανθεκτικότητα (TMV, 1986).
- Υπεύθυνη η πρωτεΐνη, όχι το mRNA (1988).
- Αυξημένη πίεση ιικού μολύσματος «σπάζει» την ανθεκτικότητα (1990).
- Δεν λειτουργεί εναντίον RNA μολύσματος (1987).

Άρα παρεμβαίνει στα πρώτα στάδια της μόλυνσης.

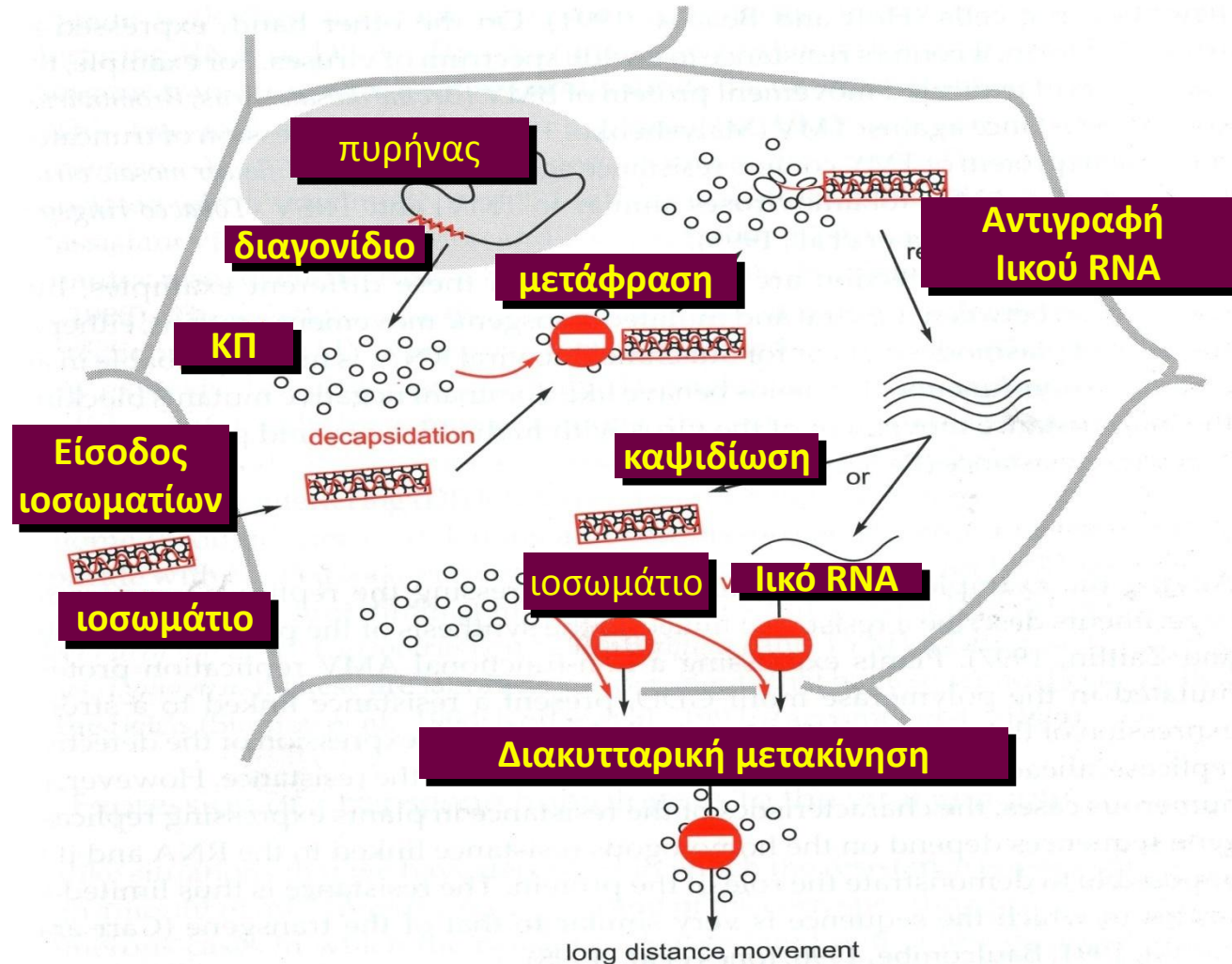
Μηχανισμός



Παρεμπόδιση απόδυσης
του ιικού RNA (από την ΚΠ)



Ανθεκτικότητα με έκφραση της ΚΠ



ΓΤΦ με έκφραση της Κ.Π.

- Καθυστερημένη εκδήλωση συμπτωμάτων.
- Μειωμένη ένταση/απόκρυψη συμπτωμάτων.
- Μειωμένη συγκέντρωση του ιού.
- Σπανίως ανοσία.



ΓΤΦ-έκφραση ΚΠ

- Πειράματα αγρού (έναρξη 1988).
 - Καπνός-ΝΚΠ TSWV, τομάτα-ΚΠ ΤοMV.
 - Πατάτα-ΚΠ PVX+PVY, PLRV (Monsanto Co.).
 - Αγγουριά-ΚΠ CMV (Asgrow, D. Gonsalves).
 - Κολοκυθιά-ΚΠ ZYMV (Monsanto Co.).
 - Κολοκυθιά-ΚΠ CMV+ZYMV+WMV2 (D. Gonsalves).
 - ΗΠΑ, Κίνα, Μεξικό, Βουλγαρία.
- Καλά αγρονομικά χαρακτηριστικά.



Ανθεκτικότητα ΓΤΦ-έκφραση ΚΠ

- Αποτελεσματική έναντι ορισμένων στελεχών ενός ιού (>60% ομολογία αμινοξέων ΚΠ).
 - CMV-C-ΚΠ ανθεκτική σε φυλές υποομάδας I ευπαθής σε φυλές υποομάδας II.
 - TRV-ΚΠ ανθεκτική στην ομόλογη φυλή TCM ευπαθής στην φυλή PLB (39% ΟΑ).
- Αλλά και ετερόλογη προστασία (έναντι συγγενών ιών).



B. Πρωτεΐνη μετακίνησης του ιού (movement protein, MP)

(ολόκληρη / μέρος αυτής / ελαττωματική).

- Ανθεκτικότητα (TMV, 1988; BMV; PVX).

Μηχανισμός



**«Δουλεύει» και για διάφορους
συγγενικούς ιούς = απουσία
εξειδίκευσης.**

μετακίνηση του ιού
(ανταγωνισμός μεταξύ
λειτουργικής και
τροποποιημένης
πρωτεΐνης).



Γ. RNA πολυμεράση (RNA dependent RNA polymerase, RdRp)

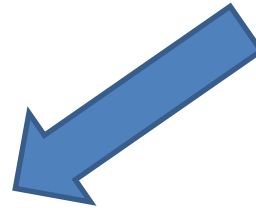
(ολόκληρη / μέρος αυτής / ελαττωματική).

- Ανθεκτικότητα (CMV, 1990; AMV; TMV).

Μηχανισμός



πολύπλοκος,
με το νουκλεϊκό οξύ
επίσης υπεύθυνο.

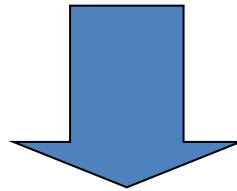


Παρέμβαση στην
αναπαραγωγή



Μια σπουδαία παρατήρηση

Σε κάποιες περιπτώσεις τα επίπεδα έκφρασης των διαγονιδίων που κωδικοποιούν ικές πρωτεΐνες δεν σχετίζονται με τα επίπεδα της ανθεκτικότητας.



ΓΤΦ που εκφράζουν τη μικρότερη ή μη ανιχνεύσιμη ποσότητα πρωτεΐνης εκδηλώνουν υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας στη μόλυνση από τον ιό.

Πιθανή εμπλοκή του RNA στην ανθεκτικότητα.



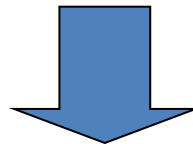
Ρόλος του mRNA στη μόλυνση

- Φυτά καπνού που εκφράζουν την ΚΠ του TEV δείχνουν μετά την μόλυνση από τον ιό ένα **φαινόμενο ανάρρωσης**.
- Μεταλλαγμένη μορφή του διαγονιδίου (μη-μεταφράσιμη) δίνει τα ίδια αποτελέσματα προστασίας.
- Άρα δεν είναι η παραγόμενη πρωτεΐνη που παρεμβάλλεται στη μόλυνση αλλά το **mRNA**.



Μετά τη μόλυνση των διαγονιδιακών φυτών

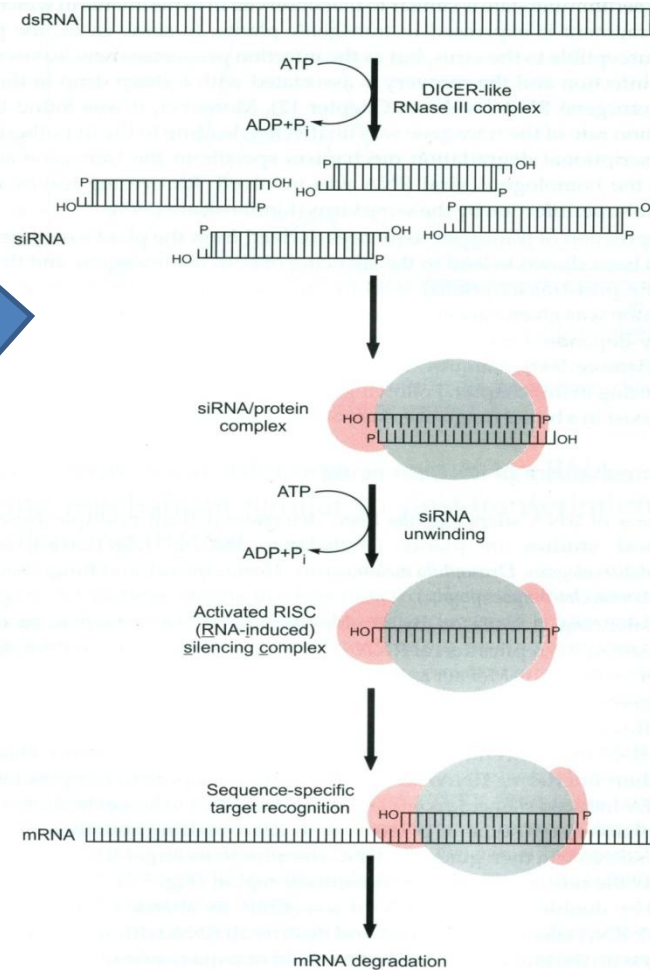
1. Υψηλή αντοχή με χαμηλά επίπεδα ιικού RNA.
2. Στενό εύρος προστασίας που περιορίζεται στον ίδιο τον ιό ή πολύ όμοια στελέχη.
3. Χαμηλά επίπεδα mRNA του διαγονιδίου στο κυτόπλασμα (ενώ μεταγράφεται κανονικά στον πυρήνα).



Ενεργοποιείται στο κυτόπλασμα μετά τη μεταγραφή μια διαδικασία εξειδικευμένης αποδόμησης του mRNA του διαγονιδίου όπως και του ομόλογου ιικού RNA από ένα φαινόμενο που ονομάζεται σίγηση RNA.



Σίγηση RNA (μηχανισμός άμυνας του φυτού)



Μεταφορά σήματος
διακυτταρικά και
διασυστηματικά

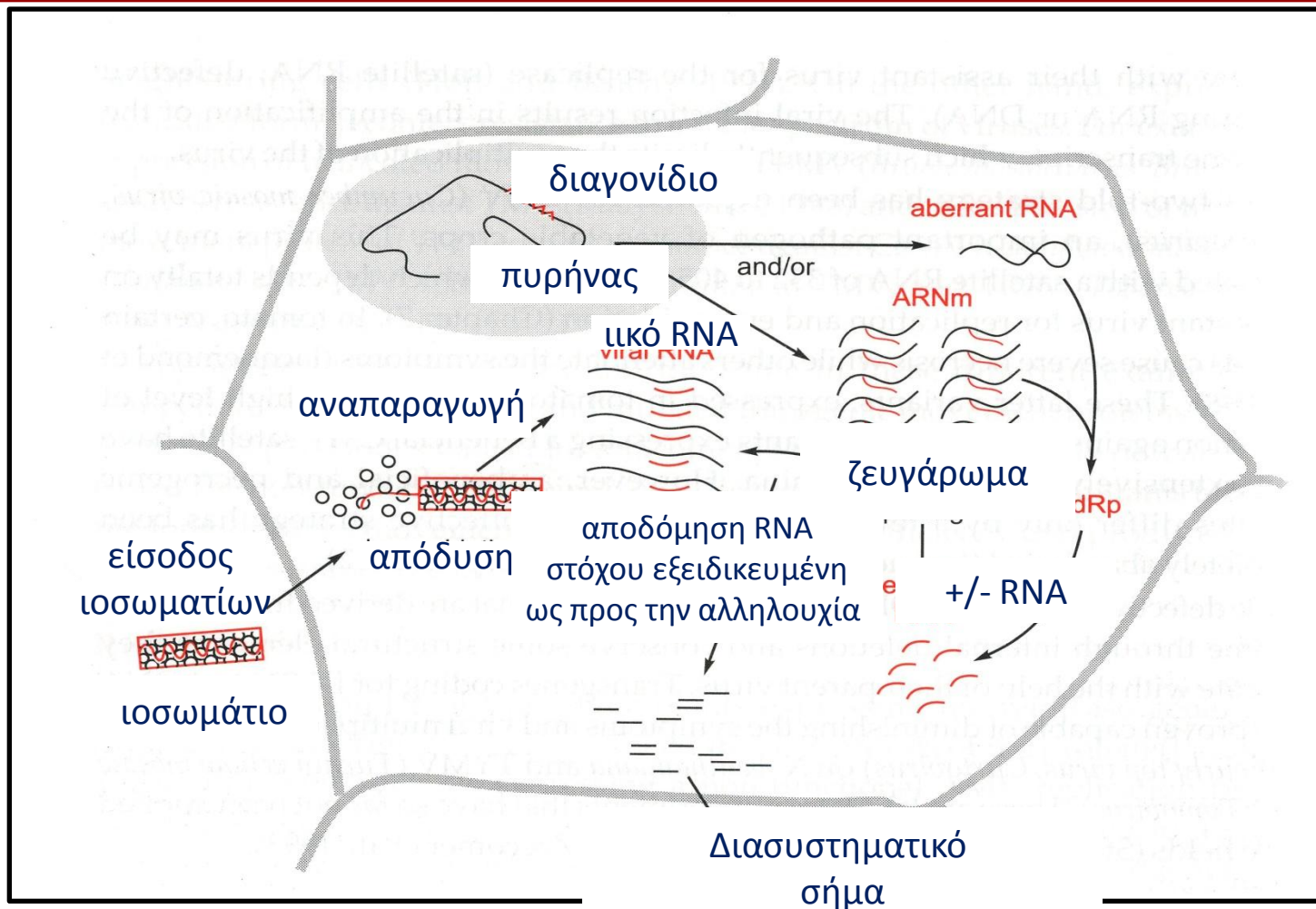




ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ανθεκτικότητα με μεσολάβηση ικτού RNA

Ανθεκτικότητα με έκφραση ιικού RNA (σίγηση)



ΓΤΦ - μεσολάβηση του RNA

- Απόλυτη ανοσία.
- Υψηλή εξειδίκευση (<10%) αλλά και ταυτόχρονη έκφραση πολλαπλών αλληλουχιών.
- Μεγάλη διάρκεια σε σύγκριση με ΓΤΦ-ΚΠ.
- Χρήση μη-μεταφράσιμων τμημάτων RNA (Δεν παράγονται ξένες πρωτεΐνες).



ΓΤΦ καπνού ανθεκτικά στον PVY (1)



Αριστερά: Φυτό
μολυσμένο,
με τον PVY (άγριος
τύπος).

Δεξιά: ΓΤΦ μολυσμένο με
τον PVY.



ΓΤΦ καπνού ανθεκτικά στον ΡVΥ (2)

Αριστερά: ΓΤΦ
μολυσμένο
με τον ΡVΥ.

Δεξιά: Υγιές φυτό άγριου
τύπου.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ανταγωνιστικό RNA (δορυφορικό RNA)

Γ. Ανταγωνιστικό RNA (δορυφορικό RNA)

Γενετικώς Τροποποιημένα Φυτά
ανθεκτικά σε ιούς

με έκφραση δορυφορικού RNA.



Δορυφορικά RNA (δRNA)

- Μικρά μη μολυσματικά μόρια RNA.
- Περιβάλλονται από την ΚΠ του «βοηθού» ιού.
- Εξαρτώνται για την αναπαραγωγή τους από το «βοηθό» ιό.
- Δεν εμφανίζουν ομολογία νκ με το «βοηθό» ιό.
- >30 ιοί συνοδεύονται από ένα ή περισσότερα δRNA.



Πώς τα δορυφορικά RNA επηρεάζουν τη συμπτωματολογία του βοηθού ιού

- Πιο έντονη (σε σύγκριση με του βοηθού ιού).
 - Νέκρωση τομάτας (CMV-CARNA 5).
 - Χλώρωση τομάτας (CMV-CARNA 5).
 - Χλώρωση καπνού (CMV-CARNA 5).
- Πιο ήπια (ενδιαφέρον για δημιουργία ΓΤΦ).
- Ίδια με αυτή του «βοηθού» ιού.



ΓΦ-έκφραση δορυφορικού RNA

- Εργαστήριο.
 - CMV-CARNA 5: τομάτα, καπνός.
 - TRSV-sRNA: καπνός.
- Πειράματα αγρού.
 - CMV-CARNA 5: Κίνα (τομάτα).
 - Ιαπωνία (τομάτα).
- Πολύ καλή απόδοση.
- Καλά αγρονομικά χαρακτηριστικά.



Οφέλη που αναμένονται από τη χρήση ΓΤΦ

- Μείωση των απωλειών από ιούς και βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.
- Μείωση κόστους εισροών και χρήσης ΦΠ.
- Πιο γρήγορη παραγωγή/δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών/υβριδίων.





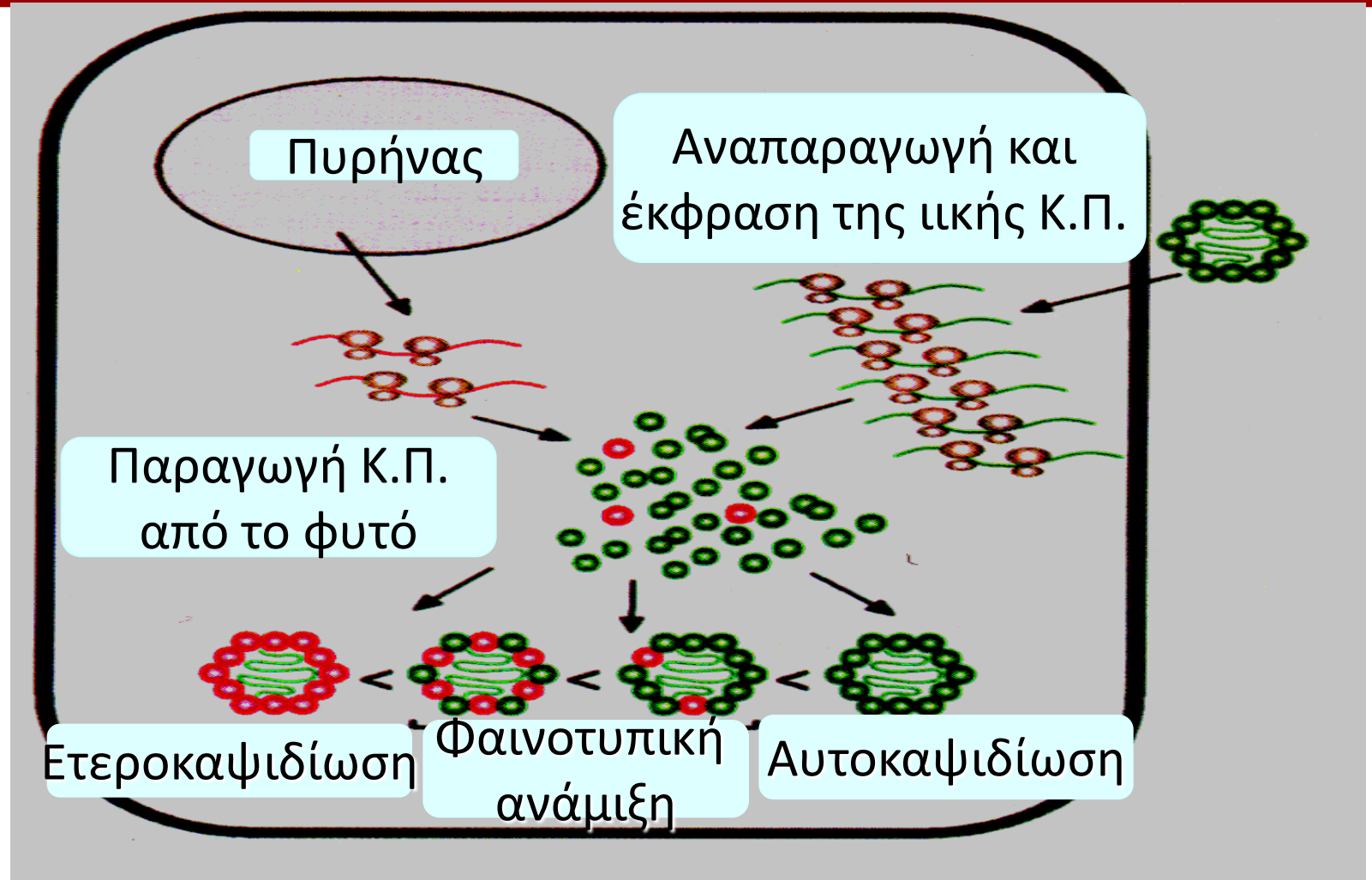
**Πόσο ασφαλές είναι το «ασφαλές»
της βιοτεχνολογίας;**

Επιπτώσεις από τη χρήση ΓΤΦ

- Ετεροκαψιδίωση (transcapsidation).
- Ανασυνδυασμός διαγονιδίων και ιών.
- Συνεργισμός διαγονιδίων και ιών.
- Μεταφορά ανθεκτικότητας σε ζιζάνια.
- Αλλαγές δορυφορικού RNA (μεταλλαγές).



Ετεροκαψιδίωση



Ετεροκαψιδίωση (transcapsidation) (1)

- **Μετάδοση «ελαττωματικού» ιού.**
 - Διαγονίδιο ΚΠ-ΡΡV+ΖΥΜV (NAT) μετάδοση με αφίδες ενός στελέχους.
- **Μετάδοση με νέο φορέα.**
 - Ετεροκαψιδίωση στελεχών BYDV μετάδοση με νέα είδη αφίδων.
- Διεύρυνση του εύρους ξενιστών του ιού.



Ετεροκαψιδίωση (transcapsidation) (2)

- **Μεταξύ ιών ιδίου γένους.**
 - Potyvirus: PPV και ZYMV (Lecoq et al., 1993).
- **Μεταξύ ιών διαφορετικών γενών.**
 - Cucumovirus και Alfamovirus: CMV+AMV (Candelier-Harvey and Hull, 1993).

Όμως, ετεροκαψιδίωση συμβαίνει σε μικτές
μολύνσεις... ούτως ή άλλως.



Ανασυνδυασμός διαγονιδίων-ιών

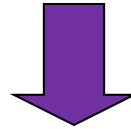
- **Νέα χαρακτηριστικά στον ιό.**

Όμως, ανασυνδυασμός απαντάται ούτως ή άλλως
στη Φύση...



Συνεργισμός

- Αύξηση της έντασης των συμπτωμάτων.
 - ΤοMV+PVX (διπλού ιού ράβδωση).
 - Διαγονίδιο 5' προσκείμενη αλληλουχία TYMV ή TEV+PVX (Vance et al., 1995).
- Διασυστηματική μετακίνηση εντοπισμένων ιών.
 - Διαγονίδιο ΚΠ TMV + ελαττωματικός TMV.



Διασυστηματική μετακίνηση ελ. TMV (Osbourne et al., 1990).



Μεταφορά ανθεκτικότητας σε ζιζάνια (ροή γονιδίων)

- **Επιπτώσεις.**
 - Σοβαρότερο ζιζανιολογικό πρόβλημα (πιο ανταγωνιστικά;).
 - Μεταφορά διαγονιδίου από βρώμη (*A. sativa*) σε αγριοβρώμη (*A. fatua*).



Πιθανοί κίνδυνοι από τη χρήση ΓΤΦ-δRNA

- Γενετικές μεταλλάξεις.
- Διασπορά του δRNA με αφίδες.



Γενετικές μεταλλάξεις

Η μετάλλαξη ενός και μόνο νουκλεοτιδίου του δRNA έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση νεκρωτικών συμπτωμάτων (CMV-CARNA 5).

Palukaitis and Roossinck (1996)



Πόσο συχνά συμβαίνουν μεταλλαγές στο δRNA;

- **Εργαστήριο.**
 - Μεταλλαγή του δRNA του ιού CMV μετά από δέκα διαδοχικές μηχανικές μολύνσεις ήπιου δRNA-CMV.
- **Αποτέλεσμα.**
 - Έντονη χλώρωση των φυτών (Palukaitis and Roossinck, 1996).

Ποιά η συχνότητα μεταλλαγής στον αγρό;





**Γενετικά Τροποποιημένα Φυτά
Ανθεκτικά σε ιούς.
Περαιτέρω έρευνα
περιβαλλοντικών επιπτώσεων.**

ΓΤΦ ανθεκτικά σε ιούς

- Πολυετής αξιολόγηση αποτελεσματικότητας και περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Υιοθέτηση για χρήση, κατά περίπτωση.



Ίσως σε λίγα χρόνια

Υποθέτω ότι το
καλαμπόκι σας
είναι γενετικά
τροποποιημένο



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
- Εικόνες/Φωτογραφίες
- Εικόνα 1: < Προεμβολιασμός των φυτών με ήπια στελέχη έντονα παθογόνων ιών >< Φωτογραφικό αρχείο N. Κατή >
- Εικόνα 2: < Άποψη αγρού >< Φωτογραφικό αρχείο N. Κατή >
- Εικόνα 3,4: < *Agrobacterium tumefaciens* >< <http://www.slideshare.net/jp26/methods-of-gene-transfer> >
- Εικόνα 5: Ηλεκτροδιάτρηση >< <http://www.slideshare.net/jp26/methods-of-gene-transfer> >
- Εικόνα 6: < Τεχνική “Gene Gun” > < <http://www.slideshare.net/jp26/methods-of-gene-transfer> >
- Εικόνα 7: < Ανθεκτικότητα με έκφραση της ΚΠ > < Επεξεργασία N. Κατής >



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

- Εικόνα 8: < Σίγηση RNA (μηχανισμός άμυνας του φυτού)>< Επεξεργασία N. Κατής>
- Εικόνα 9: < Ανθεκτικότητα με έκφραση ιικού RNA (σίγηση) >< Επεξεργασία N. Κατής>
- Εικόνα 10,11: < ΓΤΦ καπνού ανθεκτικά στον PVY >< Kalantidis et al. 2004: Molecular Breeding 14: 185-197, Προσφορά: Μίνα Τσαγρή >
- Εικόνα 12: < Ετεροκαψιδίωση >< Επεξεργασία N. Κατής>
- Εικόνα 13: < Ίσως σε λίγα χρόνια>< Rob White>



Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Νικόλαος Κατής – Βαρβάρα Μαλιόγκα. «Ιολογία Φυτών. Νέες τεχνολογίες στην καταπολέμηση φυτικών ιών.». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://opencourses.auth.gr/courses/OCRS511/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Χρυσάνθη Χαρατσάρη
Θεσσαλονίκη, Εαρινό εξάμηνο 2013-2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

