



Γενική Ιολογία Φυτών

Ενότητα 8: Ιοειδή

Νικόλαος Κατής – Βαρβάρα Μαλιόγκα
Τμήμα Γεωπονίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

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.





Ιοειδή



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. Αριθμός νουκλεοτιδίων διαφόρων ιοειδών.
2. Διαφορές ιών-ιοειδών.
3. Μακροσκοπικά συμπτώματα ιοειδών.
4. Ασθένειες που οφείλονται σε ιοειδή.
 - i. Εξωκόρτιδα εσπεριδοειδών (*Citrus exocortis viroid*, CEVd).
 - ii. Ιοειδές των ατρακτοειδών κονδύλων (*Potato spindle tuber viroid*, PSTVd).



Περιεχόμενα ενότητας (2)

5. Τρόποι μετάδοσης των ιοειδών.
6. Μέτρα αντιμετώπισης των ιοειδών.
7. Δομή ιοειδών.
8. Αναπαραγωγή ιοειδών.



Σκοποί ενότητας

- Να οριστεί η έννοια του ιοειδούς.
- Να παρουσιαστούν λεπτομερώς και να γίνουν σαφείς οι διαφορές μεταξύ ιών και ιοειδών.
- Να περιγραφεί το είδος των συμπτωμάτων που προκαλούν τα ιοειδή.
- Να αναλυθούν οι τρόποι μετάδοσης και τα μέτρα αντιμετώπισης των ιοειδών.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Εισαγωγή

Ιοειδή

- Πολύ μικρά, κυκλικά μόρια RNA ικανά αυτόνομης αναπαραγωγής και πρόκλησης ασθένειας.
- Μέγεθος 250-450 νκ.
- Δεν κωδικοποιούν πρωτεΐνες – ούτε πολυμεράση.
- Χρησιμοποιούν πολυμεράσες του ξενιστή.
- Μεταδίδονται μηχανικά; Συχνά και με το σπόρο.
- Έχουν χαρακτηριστεί περισσότερα από 40 είδη ιοειδών.
- «Τυπικά» ιοειδή έχουν βρεθεί μόνον σε φυτά.
- Τα μικρότερα ζωντανά απολιθώματα.



Αριθμός νουκλεοτιδίων διαφόρων ιοειδών (1)

Ιοιδές των ατρακτοειδών κονδύλων της πατάτας	359
Ιοιδές των ηλιοεγκαυμάτων του βουτυρόδεντρου	247
Ιοιδές της εξωκόρτιδας των εσπεριδοειδών	370-375
Ιοιδές του νανισμού του χρυσάνθεμου	354-356
Ιοιδές του νανισμού της γαριφαλιάς	354-356
Ιοιδές του νανισμού του λυκίσκου	297
Ιοιδές των ωχρών καρπών της αγγουριάς	303



Αριθμός νουκλεοτιδίων διαφόρων ιοειδών (2)

Λανθάνον ιοειδές του λυκίσκου	256
Ιοειδές της καχεξίας-ξυλοπόρωσης των εσπεριδοειδών	300
Ιοειδές της εσχάρωσης του φλοιού των μήλων	330
Ιοειδές της κίτρινης διάστιξης του αμπελιού	367



Διαφορές ιών-ιοειδών (1)

Τα ιοειδή:

- Απαντώνται in vivo ως γυμνά μόρια RNA (δεν περιβάλλονται από καψιδιακή πρωτεΐνη).
- Είναι **μικρά** (το ιοειδές CCNVd έχει 246 νουκλεοτίδια, το 1/10 του γονιδιώματος του ιού της ράβδωσης του καλαμποκιού).
- **Απαντώνται σε υψηλές συγκεντρώσεις** όταν τα μολυσμένα φυτά αναπτύσσονται σε υψηλές θερμοκρασίες (το αντίθετο συμβαίνει με τους ιούς).
- **Αναπαράγονται στον πυρήνα** (οι RNA ιοί στο κυτταρόπλασμα).



Διαφορές ιών-ιοειδών (2)

- Σωματίδια παρόμοια με αυτά των ιών δεν απαντώνται στους ιστούς των μολυσμένων φυτών.
- Παρά το μικρό μέγεθος, το μολυσματικό RNA των ιοειδών αναπαράγεται αυτόνομα στα κύτταρα ευπαθών-ξενιστών (δεν απαιτείται η παρουσία «βοηθού» ιού).
- Το μολυσματικό RNA αποτελείται από ένα μόνο μόριο (ορισμένοι ιοί διαθέτουν διηρημένο γονιδίωμα).



Μακροσκοπικά συμπτώματα ιοειδών

- Νανισμός.
- Επιναστία.
- Αποχρωματισμοί νεύρων.
- Παραμορφώσεις φύλλων.
- Λεύκανση των νεύρων.
- Χλωρωτικές ή νεκρωτικές κηλίδες.
- Ποικιλοχλώρωση των φύλλων.
- Νέκρωση των φύλλων.
- Νέκρωση των φυτών.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ασθένειες που οφείλονται σε ιοειδή

Εξωκόρτιδα εσπεριδοειδών (*Citrus exocortis viroid*, CEVd)

- Προκαλεί νανισμό των φυτών, απολέπιση του φλοιού.
- Μικρή απώλεια παραγωγής.
- Ίσως είναι χρήσιμο για την πρόκληση νανισμού (αγρονομικό πλεονέκτημα).
- Διαδίδεται με το ΠΥ, εμβολιασμό, μηχανικά στον αγρό.
- Αντιμετώπιση: ΠΠΥ, Απομάκρυνση προσβλημένων δέντρων, απολύμανση ψαλιδιών κλαδέματος.



Συμπτώματα CEVd



Συμπτώματα εξωκόρτιδας
σε ρίζα εσπεριδοειδούς



Συμπτώματα νανισμού και
χλώρωσης που οφείλονται
σε προσβολή από
εξωκόρτιδα



Ιοειδές των ατρακτοειδών κονδύλων (*Potato spindle tuber viroid*, PSTVd)

- Προκαλεί σημαντική μείωση της παραγωγής.
- Το πρώτο χαρακτηρισμένο ιοειδές.
- Έχουν περιγραφεί αρκετές παραλλαγές.
- Αντιμετώπιση: Παραγωγή και χρησιμοποίηση ΠΠΥ.



Συμπτώματα PSTVd



Συμπτώματα PSTVd σε
κονδύλους πατάτας



Συμπτώματα PSTVd στην
τομάτα



Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπούς αχλαδιάς (1)



Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπούς αχλαδιάς (2)



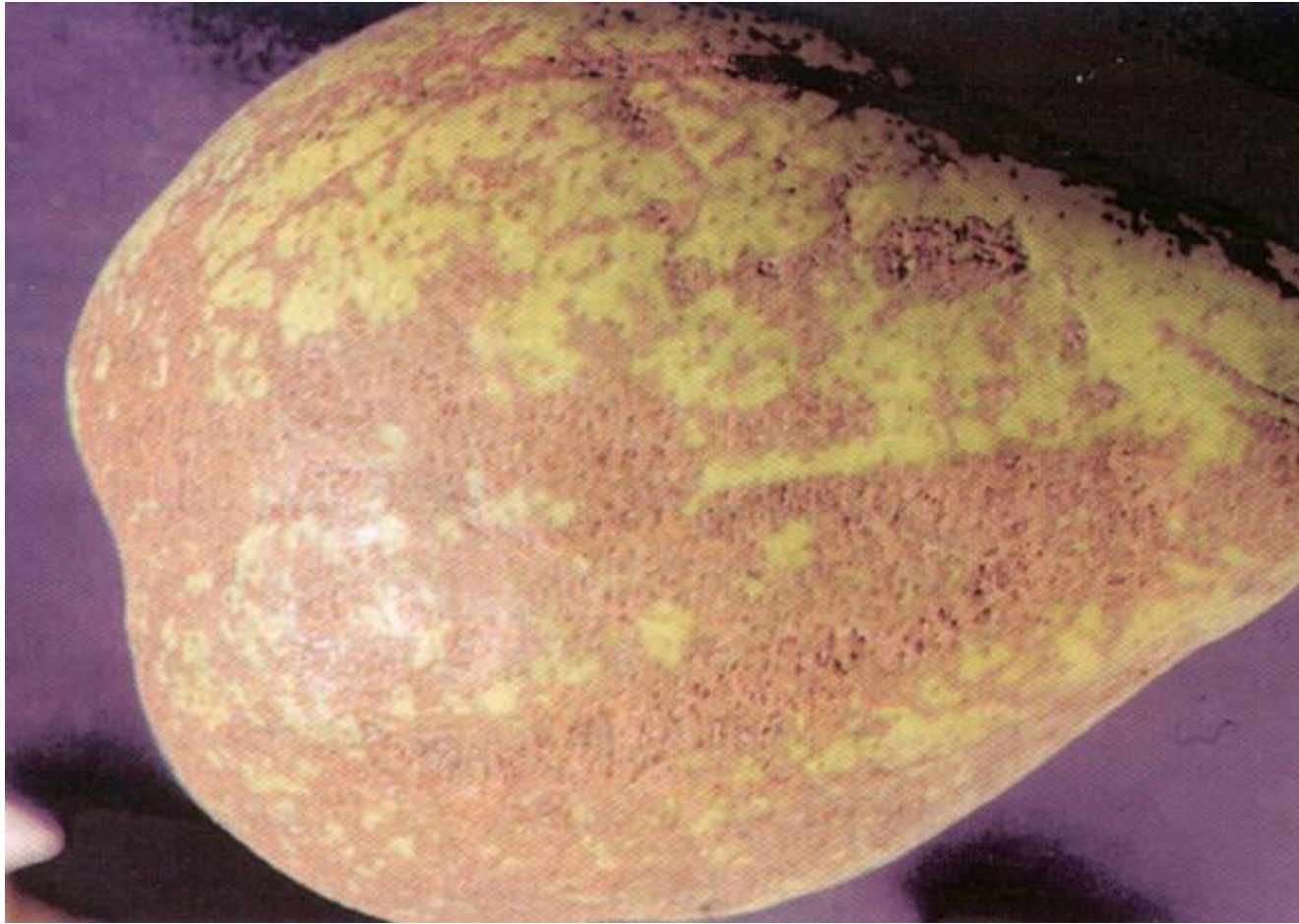
Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπούς αχλαδιάς (3)



Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπό αχλαδιάς (1)



Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπό αχλαδιάς (2)



Μέθοδοι διάγνωσης των ιοειδών

- Βιοδοκιμές (π.χ. ιοειδές CEV, *Gynura aurantiaca*).
- Ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αγαρόζης (μετά από μερικό καθαρισμό).
- Μοριακή υβριδοποίηση (κυρίως για μεγάλο αριθμό δειγμάτων).
- Αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης (PCR).





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Τρόποι μετάδοσης των ιοειδών

Τρόποι μετάδοσης των ιοειδών

- Μηχανικά με χυμό.
- Με αρθρόποδα.
- Με σπόρο και γύρη.
- Με την κουσκούτα.



Μηχανικά με χυμό

- Μεταδίδονται τα περισσότερα ιοειδή στον αγρό.
 - Καλλιεργητής (χέρια, παπούτσια, ρούχα).
 - Καλλιεργητικά εργαλεία (κλαδευτικά ψαλίδια, κ.λπ.).
 - Επαφή φυτών.
- **Ιοειδές CEVd**: κλαδευτικά ψαλίδια.
- **Ιοειδές HSVd**: χέρια καλλιεργητών, ψαλίδια.



Με αρθρώποδα

- **Μετάδοση ελάχιστων ιοειδών.**
 - TASVd: αφίδες (Walter, 1981).
 - PSTVd: αφίδες (*Macrosiphum euphorbiae*, De bokx and Piron , 1981).
- **Μικρή επιδημιολογική σημασία.**
 - Όχι μετάδοση με νηματώδεις ή άλλους εδαφογενείς οργανισμούς (αιτία: έλλειψη καψιδιακής πρωτεΐνης).



Με την κουσκούτα

- Περιορισμένης επιδημιολογικής σημασίας (εργαστηριακή μέθοδος).
 - CSVd (+*Cuscuta granovii*, -*Cuscuta campestris*).
 - CPFVd (+*Cuscuta subinclusa*, -*Cuscuta campestris*).

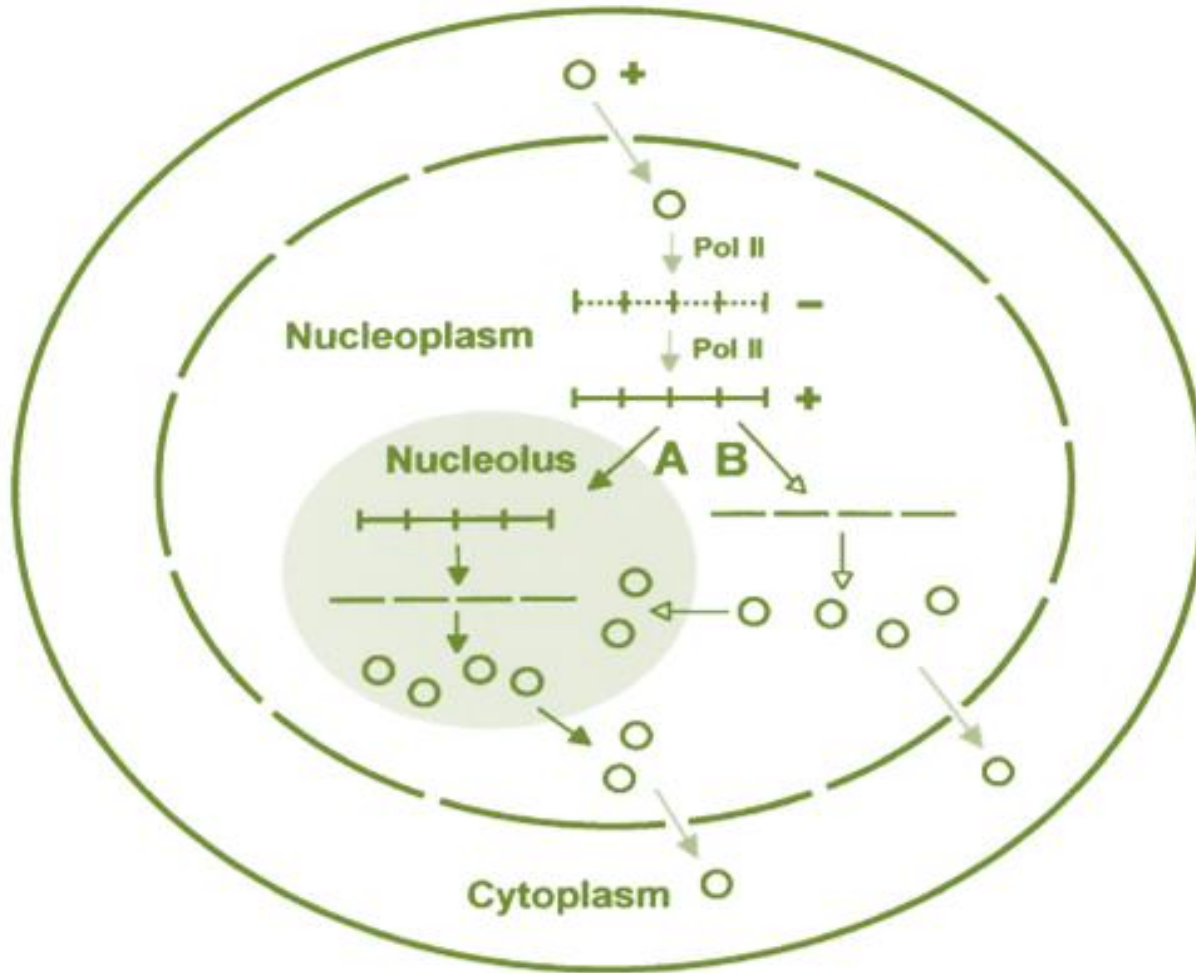


Μετακίνηση ιοειδών (1)

- Μεταφορά μέσα στο κύτταρο διαμέσου πυρηνικών πόρων με τη χρήση της VirP1, μιας πρωτεΐνης που προσδένεται στο RNA του ιοειδούς.
- Διακυτταρική μετακίνηση διαμέσου πλασμοδεσμών.
- Σε μεγάλες αποστάσεις μέσω φλοιώματος.
- Όλες αυτές οι διαδικασίες σχετίζονται με πρωτεΐνες του ξενιστή.



Μετακίνηση ιοειδών (2)



Μοντέλο
πολλαπλασιασμού
του ιοειδούς που
χαρακτηρίζεται
από ενδοπυρηνική
διακίνηση του (+)-
κλώνου του
ιοειδούς.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Μέτρα αντιμετώπισης των ιοειδών

Μέτρα αντιμετώπισης των ιοειδών (1)

- Χρησιμοποίηση υγιούς Π.Υ. (συνιστάται για όλα τα ιοειδή).
- Απολύμανση εργαλείων (κλαδευτικά ψαλίδια, εμβολιαστήρια).
 - 2% NaOH, 0,25 % NaOCl, φωτιά, φορμόλη, χλωρίνη.
 - Αντιμετώπιση εξωκόρτιδας εσπεριδοειδών.



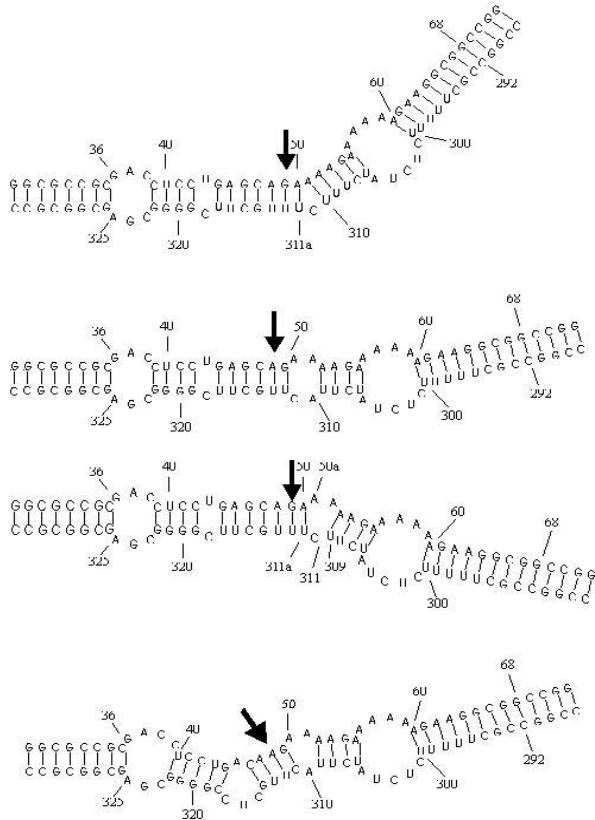
Μέτρα αντιμετώπισης των ιοειδών (2)

- Ανθεκτικές ή ανεκτικές ποικιλίες/ υποκείμενα.
 - π.χ. υποκείμενο νεραντζιάς -> CEV (εξωκόρτιδα εσπεριδοειδών).
- Σταυροειδής ή αμοιβαία προστασία (κυρίως ιούς).
- Έλεγχος του περιβάλλοντος (μείωση θερμοκρασιών).
- Χημειοθεραπεία (πρακτικά ανεφάρμοστη).
 - ribavirin: CEV, ψεκασμός *Gynura aurantiaca* DC.

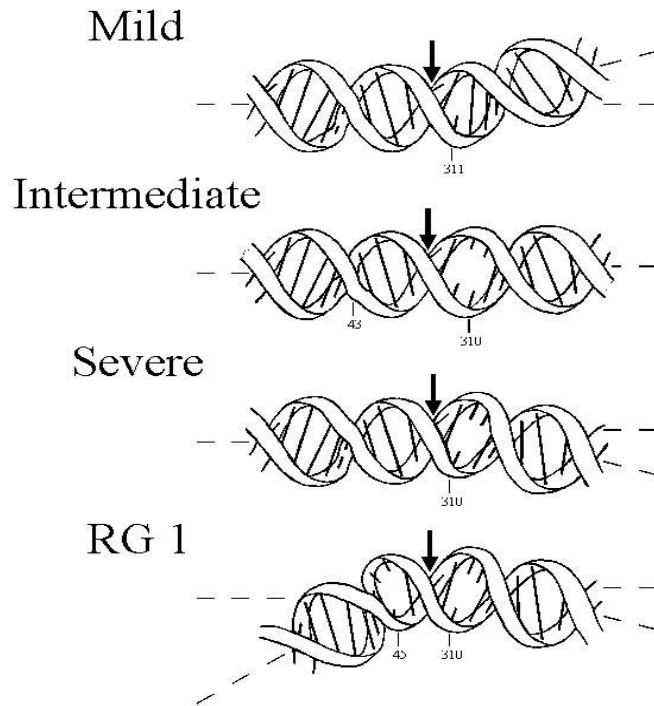


Διαφορές στη μολυσματικότητα των ιοειδών

(a)



(b)



Οι μικρές αποκλίσεις στην ακολουθία του ιοειδούς και οι επακόλουθες αλλαγές στη δομή του RNA συνδέονται με τις διαφορές στη μολυσματικότητα των ιοειδών.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Δομή ιοειδών

Δομή ιοειδών (1)

- Δύο κύριες ομάδες ιοειδών: **self-cleaving** and **non-self-cleaving**.
 - All are covalently closed circular RNAs fold to tightly base-paired structures. Και οι δύο είναι ομοιοπολικά κλεισμένο RNA που διπλώνουν σφιχτά σε δομές ζευγών-βάσεων.
 - Ιοειδή μη-αυτό αποκοπής αντιγράφονται στον πυρήνα και διπλώνουν σε «οστό σκύλου» ή σε δομή που μοιάζει με ράβδο.

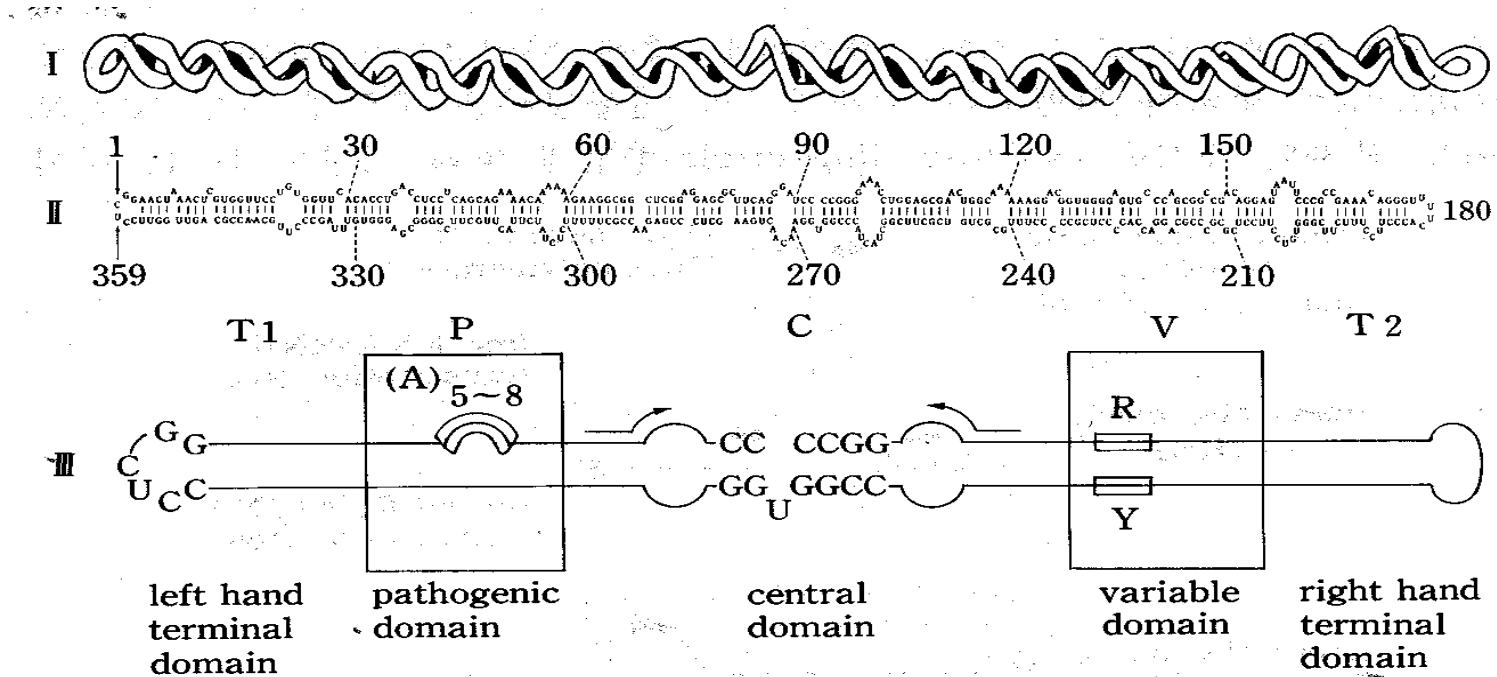


Δομή ιοειδών (2)

- Πέντε τομείς που προσδιορίζονται ως μη-αυτό-αποκοπής.
 - Οι περιοχές στο αριστερό και στο δεξί χέρι είναι βρόχοι που στηρίζονται σε μη-ζεύγη βάσεων.
 - Απλές μεταλλάξεις σε περιοχές του παθογόνου συχνά μεταβάλλουν τη μολυσματικότητα.
 - Μεταλλάξεις στη κεντρική περιοχή είναι συχνά θανατηφόρες.
 - Μεταλλάξεις στη μεταβλητή περιοχή συχνά επιτρέπονται.



Δομή ιοειδών (3)



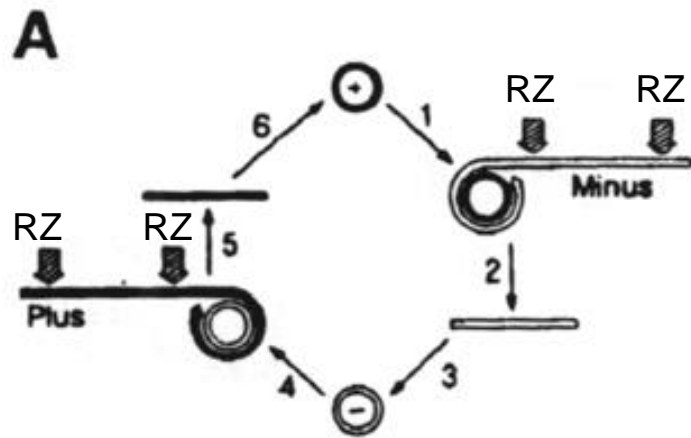
Αναπαραγωγή ιοειδών (1)

- Στον πυρήνα ή τους χλωροπλάστες, ανάλογα με την τάξη των ιοειδών.
- Τα ιοειδή που αναπαράγονται στους χλωροπλάστες διασπώνται σε μονομερή με τη μεσολάβηση ριβοενζύμων.
- Τα ιοειδή που αναπαράγονται στον πυρήνα μετατρέπονται σε μονομερή χρησιμοποιώντας ξενιστή προερχόμενο από ένζυμο.
- Και στις δυο τάξεις, η DNA-εξαρτώμενη RNA πολυμεράση του ξενιστή είναι ο πολυμερισμός που εκτελεί το RNA στα εκμαγεία του (+) και (-) κλώνου RNA.

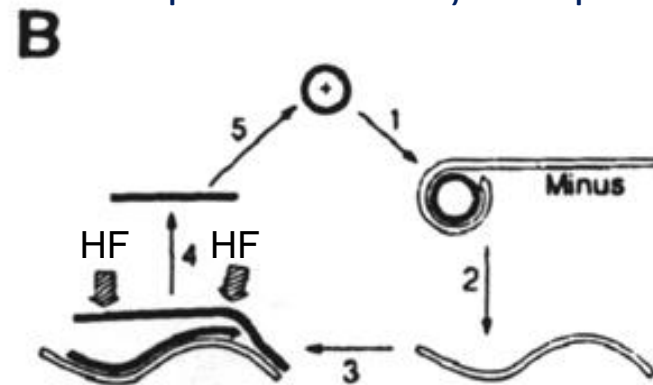


Αναπαραγωγή ιοειδών (2)

Με τη μεσολάβηση
ριβοενζύμου



Διάσπαση από παράγοντα που
οφείλεται στον ξενιστή

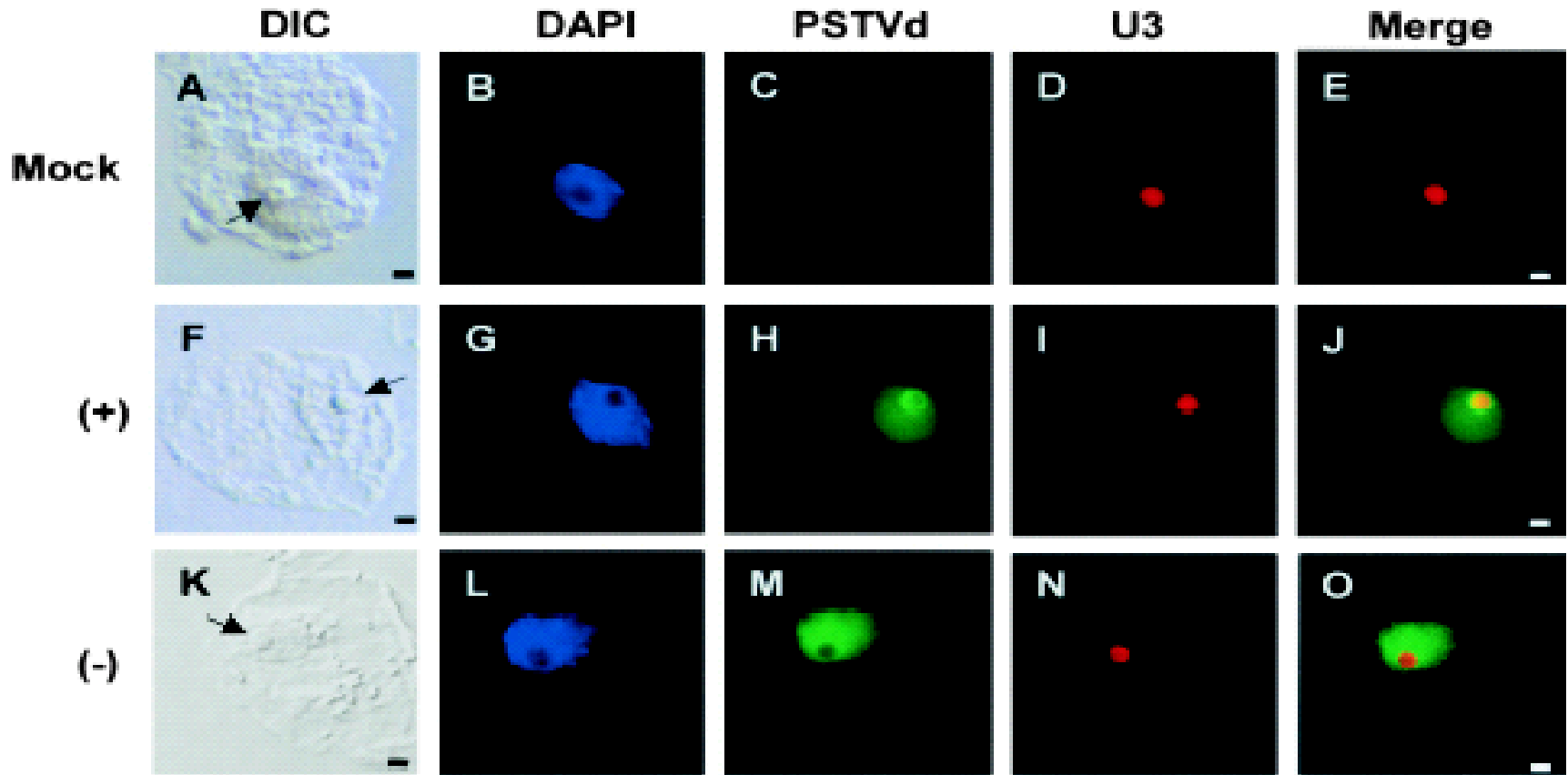


Πού εντοπίζονται οι κλώνοι του ιοειδούς (1)

- + και – πολικότητας κλώνοι του ιοειδούς εντοπίζονται σε διαφορετικές θέσεις στον πυρήνα.
- + πολικότητας κλώνοι του ιοειδούς εντοπίζονται στον πυρήνα καθώς και στο νουκλεόπλασμα.
- – πολικότητας κλώνοι του ιοειδούς εντοπίζονται μόνον στον πυρήνα.



Που εντοπίζονται οι κλώνοι του ιοειδούς (2)

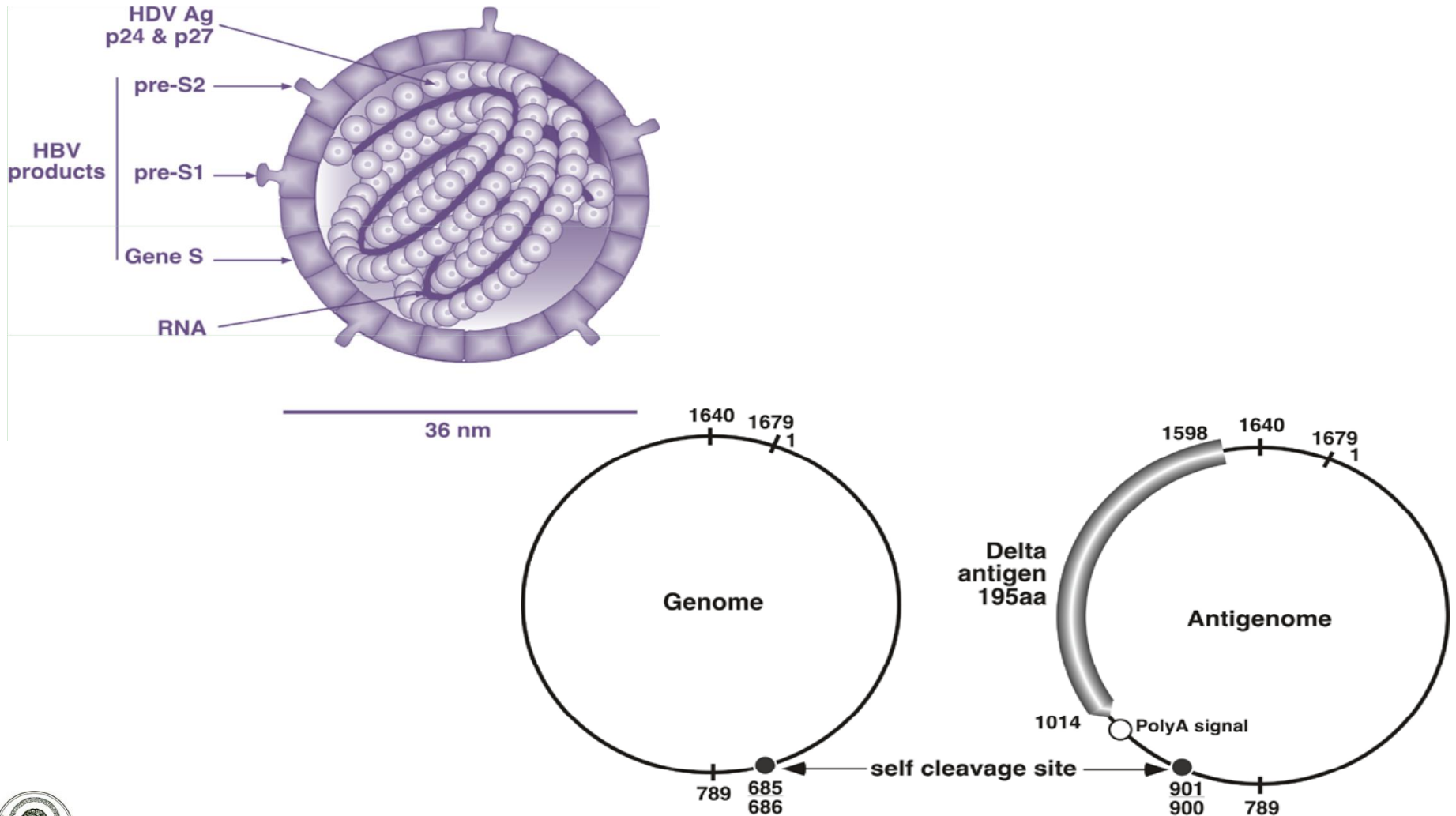


Hepatitis delta (1)

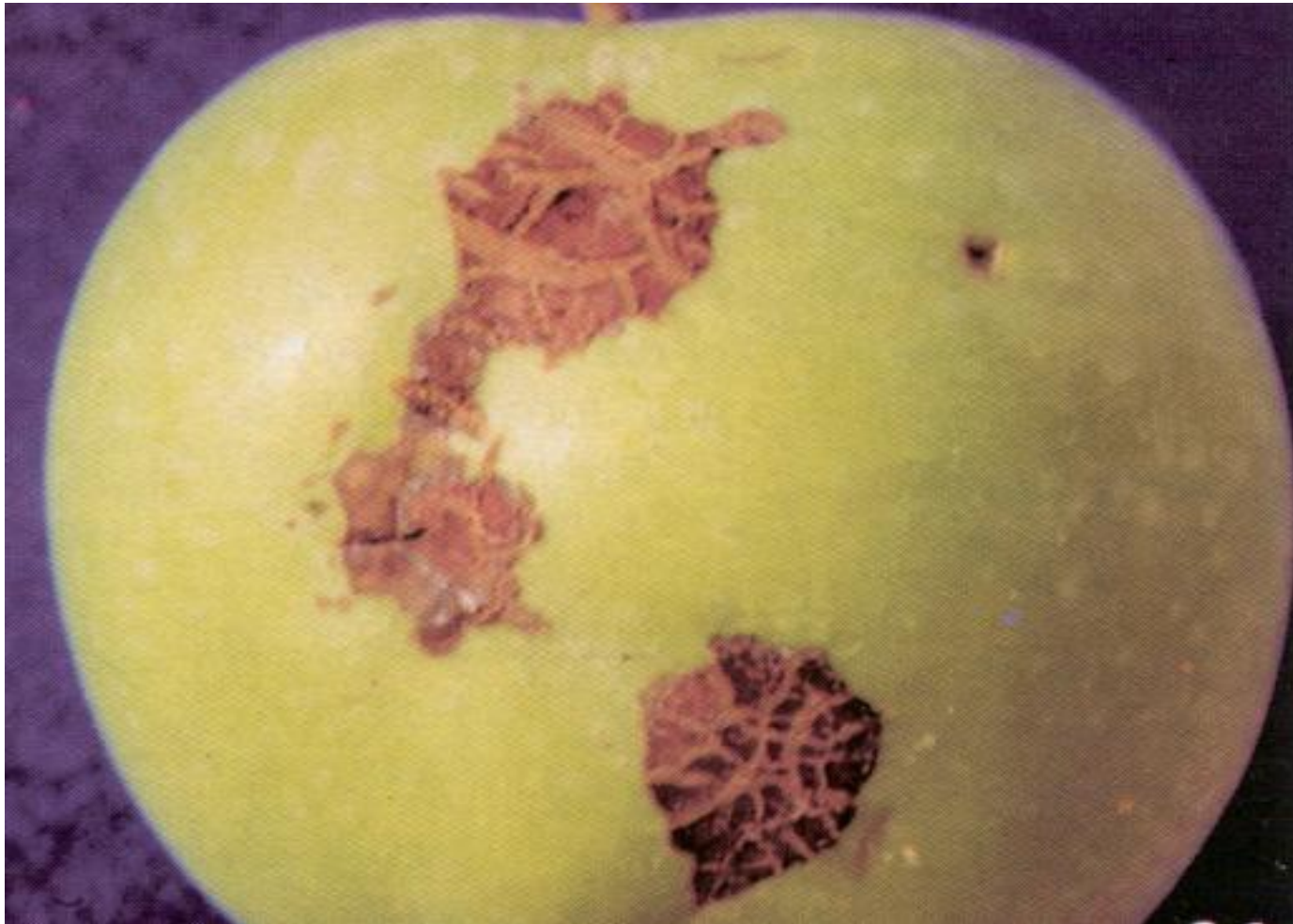
- Ο ιός *Hepatitis delta* έχει πολλές ιδιότητες που μοιάζουν με αυτές των ιοειδών αλλά το RNA είναι μεγαλύτερο (1.7 kb), είναι ενθυλακωμένο και κωδικοποιεί ένα ιοειδές σχετιζόμενο με πρωτεΐνη (αντιγόνο ηπατίτιδας δέλτα).
- Καθιστά πιο έντονη την προσβολή από τον HBV. Ο HDV απαιτεί HBV ως βοηθητικό ιό για ενκαψίδωση, έτσι ώστε να έχει ιδιότητες παρόμοιες με το δορυφορικό RNA (όπως το «ιογενοειδές»).
- Αναπαράγεται στον πυρήνα διαμέσου κυτταρικής της DNA-εξαρτώμενης RNA πολυμεράσης II.



Hepatitis delta (2)



Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπό μηλιάς (1)



Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπό μηλιάς (2)



Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπό μηλιάς (3)



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/3)

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
- Εικόνες/Φωτογραφίες
- Εικόνα 1: < Συμπτώματα εξωκόρτιδας σε ρίζα εσπεριδοειδούς>< Φωτογραφικό αρχείο N. Κατή>
- Εικόνα 2: < Συμπτώματα νανισμού και χλώρωσης που οφείλονται σε προσβολή από εξωκόρτιδα>< C. Herron, 1991>
- Εικόνα 3: < Συμπτώματα PSTVd σε κονδύλους πατάτας>< <http://www.slideshare.net/dev9105/viroids>>
- Εικόνα 4: < Συμπτώματα PSTVd στην τομάτα >< <http://www.slideshare.net/dev9105/viroids> >
- Εικόνα 5,6,7: < Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπούς αχλαδιάς> < Φωτογραφικό αρχείο N. Κατή >
- Εικόνα 8,9: < Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπό αχλαδιάς > < Φωτογραφικό αρχείο N. Κατή >



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/3)

- Εικόνα 10: < Μοντέλο πολλαπλασιασμού του ιοειδούς που χαρακτηρίζεται από ενδοπυρηνική διακίνηση του (+)- κλώνου του ιοειδούς.>< Επεξεργασία Ν. Κατής>
- Εικόνα 11: < Διαφορές στη μολυσματικότητα των ιοειδών>< R. Owens, USDA, Beltsville >
- Εικόνα 12: < Δομή ιοειδών >< <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=5695> >
- Εικόνα 13: < Αναπαραγωγή ιοειδών >
<<http://www.atsu.edu/faculty/chamberlain/lects/prions.htm> >
- Εικόνα 14: < Πού εντοπίζονται οι κλώνοι του ιοειδούς >< Qi and Bing, 2003, Plant Cell 15:2566>
- Εικόνα 15,16: < Hepatitis delta >< Επεξεργασία Ν. Κατής>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/3)

- Εικόνα 17,18,19: < Συμπτώματα του ιοειδούς ASSVd σε καρπό μηλιάς >< Φωτογραφικό αρχείο N. Κατή >



Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Νικόλαος Κατής – Βαρβάρα Μαλιόγκα. «Ιολογία Φυτών. Ιοειδή.». 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.

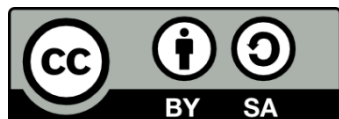
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





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



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
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.

