



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

# Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών

## Ενότητα 13:

Η Άμυνα των Φυτών Έναντι  
Βιοτικών Παραγόντων  
Καταπόνησης (5/5), 2ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

Διδάσκοντες: Γεώργιος Καραμπουρνιώτης

Γεώργιος Λιακόπουλος



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Μαθησιακοί Στόχοι 1/4

- Ποιες λειτουργίες του ξενιστή επηρεάζουν τα παθογόνα.
- Μέσω ποιων στρατηγικών τα φυτά αντιμετωπίζουν τα παθογόνα.
- Ποια είναι η διάκριση μεταξύ προϋπάρχουσας και επαγόμενης άμυνας.
- Ποιους μηχανισμούς προϋπάρχουσας άμυνας χρησιμοποιούν τα φυτά στα πλαίσια της στρατηγικής της αποφυγής.
- Ποια μορφολογικά, ανατομικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά των φυτών συμβάλουν στην προϋπάρχουσα άμυνα.
- Ποιους ρόλους επιτελούν στα πλαίσια της προϋπάρχουσας άμυνας οι δευτερογενείς μεταβολίτες.
- Γιατί η επαγόμενη άμυνα αποτελεί την ύστατη και πλέον αποτελεσματική αντίσταση στα παθογόνα.



# Μαθησιακοί Στόχοι 2/4

- Τι είναι η ικανότητα πρόκλησης παθογένεσης και από ποιους παράγοντες εξαρτάται.
- Τα στάδια της επαγόμενης άμυνας και πως αυτά υλοποιούνται.
- Τι είναι η οξειδωτική έκρηξη, πως προκαλείται και πως συμβάλει στην επαγόμενη άμυνα.
- Ποια είναι τα μόρια συναγερμού και πως λειτουργούν.
- Τι είναι οι φυτοαλεξίνες.
- Τι είναι η ενδυνάμωση ενός φυτικού οργανισμού και πως βοηθάει την ανθεκτικότητά του έναντι των παθογόνων.
- Γιατί η αλληλεπίδραση μεταξύ φυτών και παθογόνων εξελίσσεται ως κούρσα εξοπλισμών.
- Τι είναι η επαγόμενη άμυνα έναντι φυτοφάγων και πως υλοποιείται.



# Μαθησιακοί Στόχοι 3/4

- Τα στάδια της επαγόμενης άμυνας έναντι φυτοφάγων και πως αυτά υλοποιούνται.
- Ποιες είναι οι αντιδράσεις άμεσου και έμμεσου χαρακτήρα των φυτών έναντι των φυτοφάγων.
- Πως η προϋπάρχουσα και η επαγόμενη άμυνα των φυτών σχετίζονται με τον επιμερισμό των πόρων.
- Πως τα φυτά ταυτοποιούν επιτυχώς τον εισβολέα, πως προστατεύονται τα ίδια από τους τοξικούς μεταβολίτες που παράγουν και πως ορισμένα φυτοφάγα εξουδετερώνουν την άμυνα των φυτών.



# Μαθησιακοί Στόχοι 4/4

- Σε ποιες άλλες λειτουργίες συμμετέχουν οι δευτερογενείς μεταβολίτες.
- Τι είναι ο παρασιτισμός φυτών από φυτά, ποια η σχέση μεταξύ ξενιστή και παρασιτικού φυτού, ποιες οι επιπτώσεις του παρασιτισμού στον ξενιστή και ποιους αμυντικούς μηχανισμούς διαθέτουν τα φυτά.
- Τι είναι το φαινόμενο της αλληλοπάθειας και πως υλοποιείται. Οι μαθησιακοί στόχοι του 13ου κεφαλαίου



# Λέξεις Κλειδιά 1/6

- ξενιστής,
- παθογόνο,
- τύλωση,
- θεμελιώδης προϋπάρχουσα άμυνα,
- επαγόμενη άμυνα,
- σύστημα επιτήρησης,
- λιγνίνη,
- αδενώδεις τρίχες,
- μη-αδενώδεις τρίχες,
- αιθέρια έλαια,
- γαλακτώδης χυμός,
- εκτοανθικά νεκτάρια,
- τροφосώματα, δωμάτια,
- ταννίνες,
- συμπυκνωμένες ταννίνες,
- υδρολυώμενες ταννίνες,
- προ-οξειδωτικοί παράγοντες,
- φουρανοκουμαρίνες,
- πυρεθροειδή,



# Λέξεις Κλειδιά 2/6

- σεσκιτερπενικές λακτόνες,
- φυτοεκδυσόνες,
- λιμονοειδή,
- καρδιακά γλυκοσίδια,
- σαπωνίνες,
- αλκαλοειδή,
- Κυανογόνα γλυκοσίδια,
- θειογλυκοσίδια,
- μη-πρωτεϊνικά αμινοξέα,
- παθογένεση,
- ασυμβατότητα παθογόνου-ξενιστή,
- υπόθεση 'γονίδιο προς γονίδιο',
- γονίδια ανθεκτικότητας,
- γονίδια αμολυσματικότητας,
- μολυσματικό στέλεχος,
- γονίδια μολυσματικότητας,



# Λέξεις Κλειδιά 3/6

- μολυσματικοί παράγοντες,
- προϋποθέσεις εκδήλωσης συμβατότητας ξενιστή-παθογόνου και εκδήλωσης ασθένειας,
- διεγέρτες,
- μοριακό πρότυπο του παθογόνου,
- τελεστές,
- μοριακό πρότυπο που συνδέεται με ζημιές,
- βιοτροφικά παθογόνα,
- νεκροτροφικά παθογόνα,
- ημιβιοτροφικά παθογόνα,
- πρωτεΐνες NB-LRR,
- διαμεμβρανικοί αισθητήρες PRR,
- κινάσες των πρωτεϊνών των οποίων η δραστηριότητα ρυθμίζεται από τα ιόντα ασβεστίου,
- εκκριτικός αγωγός τύπου III,
- μυζητήρας,





# Λέξεις Κλειδιά 4/6

- άμυνα που ενεργοποιείται από τα PAMPs,
- άμυνα που ενεργοποιείται από τελεστές,
- προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος,
- αντίδραση υπερευαισθησίας,
- φυτοαλεξίνες, πρωτεΐνες που σχετίζονται με την παθογένεση,
- αμυντίνες,
- πρωτεΐνη NPR1,
- επίκτητη διασυστηματική ανθεκτικότητα,
- επαγόμενη διασυστηματική ανθεκτικότητα,
- μοντέλο zig-zag,
- επιφυτικοί μικροοργανισμοί,
- γόμωση ή ευαισθητοποίηση,



# Λέξεις Κλειδιά 5/6

- αρμοστικότητα, μοριακό πρότυπου του φυτοφάγου,
- διεγέρτες που σχετίζονται με φυτοφάγα,
- λιπαρά οξέα συζευγμένα με αμινοξέα,
- σελιφερίνες, ινσεπτίνες,
- συστεμίνη,
- πρωτεΐνες NBS-LRR,
- γιασμονικό οξύ,
- γιασμονοϋλ-ισολευκίνη,
- πρωτεΐνες JAZ,
- λεκτίνες,
- χιτινάσες,
- παρεμποδιστές των πρωτεϊνασών,
- παρεμποδιστές των αμυλασών,
- τριτροφικές σχέσεις,
- παροχή πληροφορίας μέσω της σύνθεσης πτητικών μορίων,



# Λέξεις Κλειδιά 6/6

- πτητικά συστατικά των πράσινων φύλλων,
- ανθοκυανίνες,
- ανθοκυανιδίνες,
- οδηγός νέκταρος,
- οσμοφόρα,
- θερμογόνο αναπνοή,
- παρασιτικά φυτά,
- επίφυτα,
- ολοπαράσιτα,
- ημιπαράσιτα,
- υποχρεωτικά παρασιτικά φυτά,
- προαιρετικά παρασιτικά φυτά,
- παράσιτα ρίζας,
- παράσιτα βλαστού,
- θεμελιώδη είδη,
- ξενογνωσίνες,
- στριγκολακτόνες,
- μυζητήρας παρασιτικών φυτών,
- αλληλοπάθεια.



# Τα Παρασιτικά Φυτά Αποτελούν μια Μορφή Βιοτικής Καταπόνησης 1/2

- Πολυάριθμα φυτικά είδη (παρασιτικά φυτά) δεν διαθέτουν ικανότητα αφομοίωσης CO<sub>2</sub>, αλλά και ικανότητα άντλησης νερού και θρεπτικών συστατικών από το εδαφικό διάλυμα σε επαρκείς ρυθμούς ώστε να υποστηρίζονται πλήρως οι ανάγκες τους σε σκελετούς άνθρακα και σε θρεπτικά συστατικά κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Εξαρτώνται πλήρως ή μερικώς από ένα φυτό-ξενιστή από το οποίο εξασφαλίζουν τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά.



# Τα Παρασιτικά Φυτά Αποτελούν μια Μορφή Βιοτικής Καταπόνησης 2/2

- Η ικανότητα παρασιτισμού χαρακτηρίζει περισσότερα από 4000 φυτικά είδη τα οποία κατανέμονται σε 19 οικογένειες, κυρίως των αγγειοσπέρμων.
- Τα παρασιτικά φυτά περιλαμβάνουν ποικιλία μορφών ζωής, από πόες έως δένδρα. Ορισμένα παρασιτικά φυτά παρουσιάζουν υψηλή εκλεκτικότητα όσον αφορά στο ξενιστή, ενώ άλλα μπορούν να παρασιτούν σε ένα ευρύ φάσμα φυτικών ειδών.



# Κατηγορίες Παρασιτικών Φυτών 1/3

- Τα παρασιτικά αγγειόσπερμα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες ομάδες:
  - I. Η **ομάδα των ολοπαρασίτων** περιλαμβάνει αποκλειστικώς υποχρεωτικά παρασιτικά φυτά. Η ολοκλήρωση του κύκλου ζωής των φυτών αυτών εξαρτάται πλήρως από το φυτό-ξενιστή. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης στους ιστούς τους παραμένει σε πολύ χαμηλά έως μηδενικά επίπεδα.



# Κατηγορίες Παρασιτικών Φυτών 2/3

- Τα παρασιτικά αγγειόσπερμα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες ομάδες:
- II. Η **ομάδα των ημιπαρασίτων** περιλαμβάνει τόσο υποχρεωτικά παρασιτικά φυτά, όσο και προαιρετικά παρασιτικά φυτά. Τα ημιπαρασίτα περιέχουν χλωροφύλλη και παρουσιάζουν περιορισμένη φωτοσυνθετική ικανότητα, ωστόσο ο εφοδιασμός σε νερό και θρεπτικά συστατικά εξαρτάται πλήρως από το φυτό-ξενιστή.



# Κατηγορίες Παρασιτικών Φυτών 3/3

- Τα παρασιτικά αγγειόσπερμα μπορούν επίσης να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες ομάδες, ανάλογα με το όργανο του ξενιστή το οποίο απομυζούν (παράσιτα ρίζας ή παράσιτα βλαστού).
- Σύμφωνα με τα παραπάνω το *Cuscuta* χαρακτηρίζεται ως ολοπαράσιτο βλαστού, το *Viscum* ημιπαράσιτο βλαστού, το *Orobanche* ολοπαράσιτο ρίζας και το *Striga* ημιπαράσιτο ρίζας.





# Παραδείγματα Παρασιτικών Φυτών 1/8

- Το ημιπαρασιτικό *Striga* το οποίο παρασιτεί ένα φυτό καλαμποκιού.





# Παραδείγματα Παρασιτικών Φυτών 2/8

- Βαλανιδιά την οποία παρασιτεί το *Phoradendron flavescens*.





# Παραδείγματα Παρασιτικών Φυτών 3/8

- *Phoradendron flavescens*.







# Παραδείγματα Παρασιτικών Φυτών 4/8

- *Cuscuta* sp.





# Παραδείγματα Παρασιτικών Φυτών 5/8

- *Viscum album* το οποίο παρασιτεί σε *Abies cefalonica* στην Πάρνηθα.







# Παραδείγματα Παρασιτικών Φυτών 6/8

- *Monotropa uniflora*.





# Παραδείγματα Παρασιτικών Φυτών 7/8

- Επίφυτο.





# Παραδείγματα Παρασιτικών Φυτών 8/8

- Το ημιπαράσιτο ρίζας 'δένδρο των Χριστουγέννων (*Nuytsia floribunda*) στη δυτική Αυστραλία.







# Τα Σπέρματα Ορισμένων Παρασίτων Βλαστάνου 1/6

## Κάτω Από Ιδιόμορφες Συνθήκες.

- Τα σπέρματα των παρασιτικών φυτών χαρακτηρίζονται από το μικρό μέγεθος (τα οποία επομένως διαθέτουν περιορισμένα αποθέματα) και τα ισχυρά περιβλήματα, τα οποία παρέχουν ισχυρή προστασία και παρατεταμένη διάρκεια ζωής.



# Τα Σπέρματα Ορισμένων Παρασίτων Βλαστάνου 2/6

## Κάτω Από Ιδιόμορφες Συνθήκες.

- Τα σπέρματα ορισμένων παρασιτικών φυτών βλαστάνου ανεξάρτητα από την παρουσία του φυτού ξενιστή (π.χ. *Cuscuta*), ωστόσο ορισμένα άλλα (π.χ. *Striga*) απαιτούν ένα χημικό ερέθισμα (**ξενογνωσίνη**) από το ξενιστή για την επαγωγή της βλάστησής τους. Η βλάστηση των σπερμάτων του *Striga* διεγείρεται από τη **στριγκόλη**, ένα σесκιτερπένιο, σε εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις, της τάξης των 10-12 Μ.



# Τα Σπέρματα Ορισμένων Παρασίτων Βλαστάνου 3/6

## Κάτω Από Ιδιόμορφες Συνθήκες.

- Επίσης το σόργο (*Sorghum bicolor*) απεκκρίνει μια υδροκινόνη, διεγέρτη της βλάστησης των σπερμάτων του *Striga*. Η ουσία αυτή επάγει τη σύνθεση αιθυλενίου, το ορμονικό δηλ. σήμα το οποίο προκαλεί τη βλάστηση των σπερμάτων.



# Τα Σπέρματα Ορισμένων Παρασίτων Βλαστάνου 4/6

## Κάτω Από Ιδιόμορφες Συνθήκες.

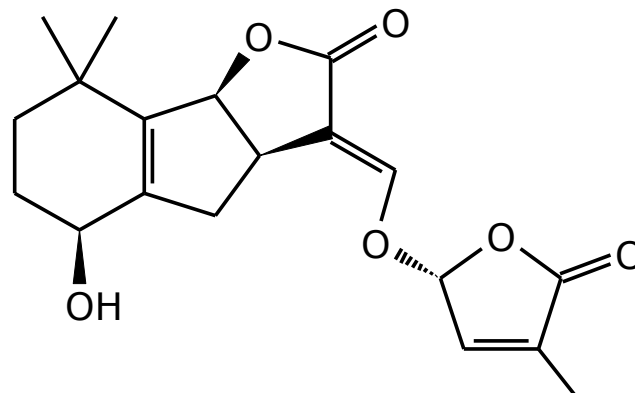
- Οι στριγκολακτόνες είναι ξενογνωσίνες παρόμοιας χημικής δομής, δρουν σε εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις και διεγείρουν τη βλάστηση σπερμάτων παρασίτων ρίζας.
- Οι στριγκολακτόνες διεγείρουν την έντονη διακλάδωση των υφών των μυκκοριζών και η απέκκρισή τους αυξάνεται σε συνθήκες έλλειψης φωσφόρου ή αζώτου. Η συμβιωτική σχέση των μυκκοριζών έχει πολλαπλά οφέλη για τα φυτά, δεδομένου ότι ενισχύει την αναζήτηση θρεπτικών συστατικών και νερού.



# Τα Σπέρματα Ορισμένων Παρασίτων Βλαστάνου 5/6

## Κάτω Από Ιδιόμορφες Συνθήκες.

- Η χημική δομή του σεσκιτερπενίου στριγκόλης. Η στριγκόλη παράγεται από το βαμβάκι και αποτελεί διεγέρτη της βλάστησης των σπερμάτων του ημιπαρασιτικού φυτού *Striga*.

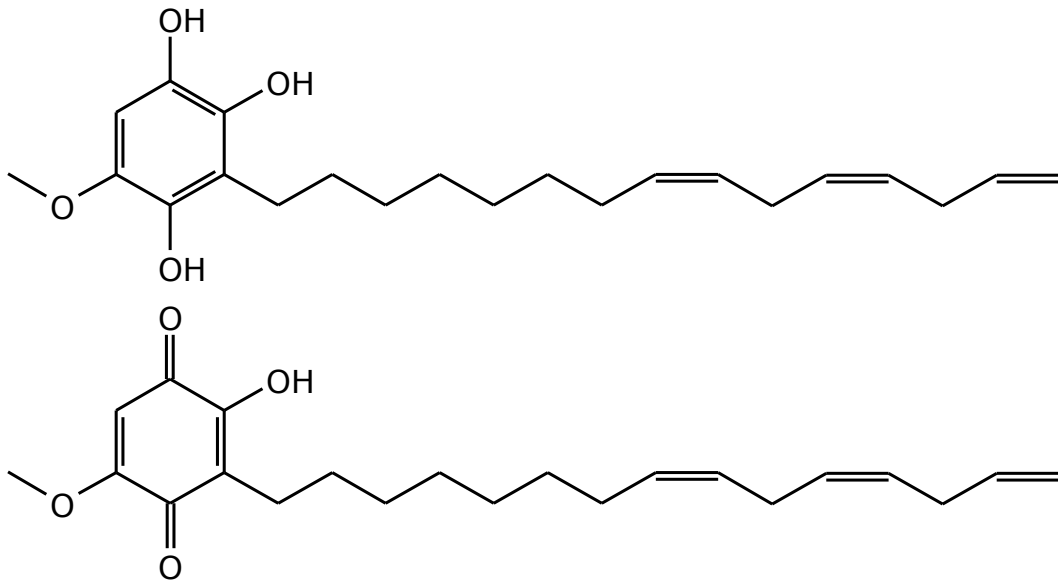




# Τα Σπέρματα Ορισμένων Παρασίτων Βλαστάνου 6/6

## Κάτω Από Ιδιόμορφες Συνθήκες.

- Ανάλογο ρόλο διαδραματίζει και η σοργολεόνη (πάνω), ενώ η οξειδωμένη της μορφή (κάτω) αποτελεί αλληλοπαθητική ουσία.





# Ο Σχηματισμός Μυζητήρων 1/3

- αποτελεί το καθοριστικό στάδιο για την εγκαθίδρυση παρασιτικών σχέσεων.
- Η προσκόλληση, η διείσδυση στους ιστούς του ξενιστή και στη συνέχεια η μεταφορά νερού και θρεπτικών συστατικών από αυτούς προς το παράσιτο επιτυγχάνεται με το **μυζητήρα**, ένα κατάλληλα διαμορφωμένο όργανο το οποίο αναπτύσσουν τα περισσότερα παρασιτικά φυτά.
- Στα περισσότερα παρασιτικά είδη η ανάπτυξη μυζητήρα επάγεται από **ξενογνωσίνες** που εντοπίζονται συνήθως στα κυτταρικά τοιχώματα των κυττάρων του φυτού-ξενιστή.



# Ο Σχηματισμός Μυζητήρων 2/3

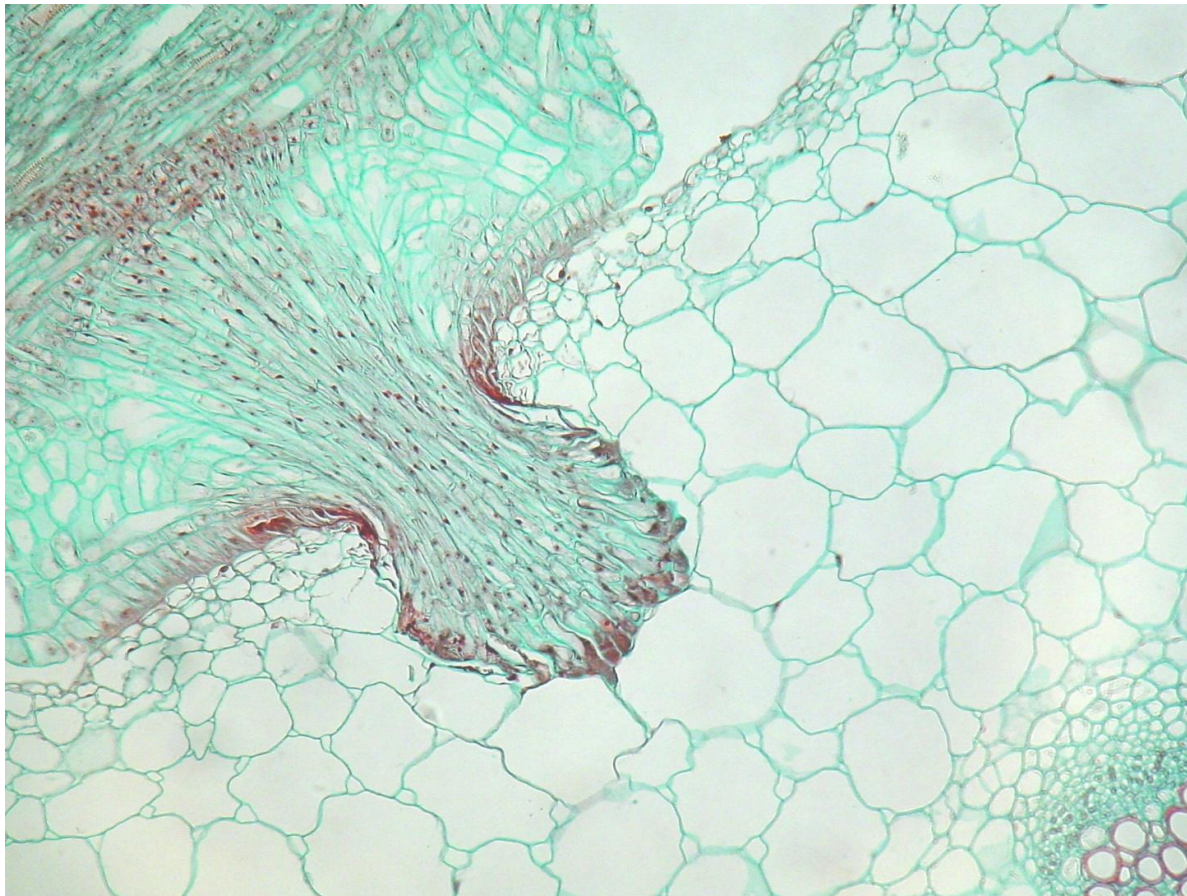
- Ο σχηματισμός του μυζητήρα συνοδεύεται και από τη δραστηριότητα υδρολυτικών ενζύμων του παρασίτου.
- Συνήθως δεν παρατηρούνται άμεσες συνδέσεις ή συμπλασματικές επαφές μεταξύ των κυττάρων του παρασίτου και εκείνων του ξενιστή. Η μεταφορά των υλικών του ξενιστή προς τον μυζητήρα φαίνεται ότι συμβαίνει μέσω των βοθρίων και είναι εν μέρει παθητική (μέσω του αποπλάστη) και εν μέρει ενεργητική.





# Ο Σχηματισμός Μυζητήρων 3/3

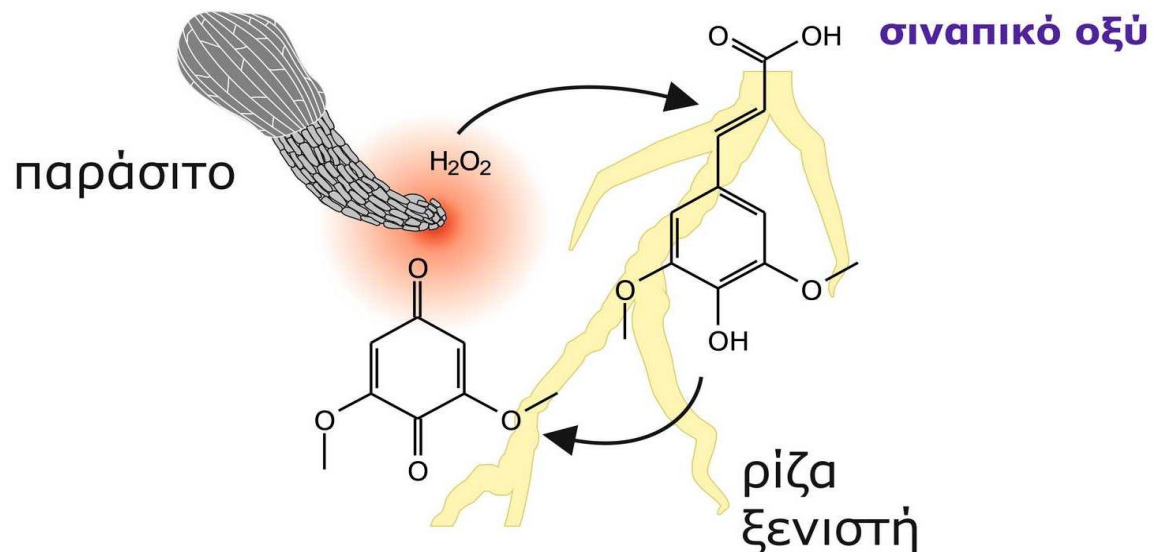
- Διείσδυση μυζητήρα του ολοπαρασίτου *Cuscuta* sp. στο βλαστό φυτού–ξενιστή.





# Σχηματισμός Μυζητήρα στο Παρασιτικό *Striga Asiatica* 1/2

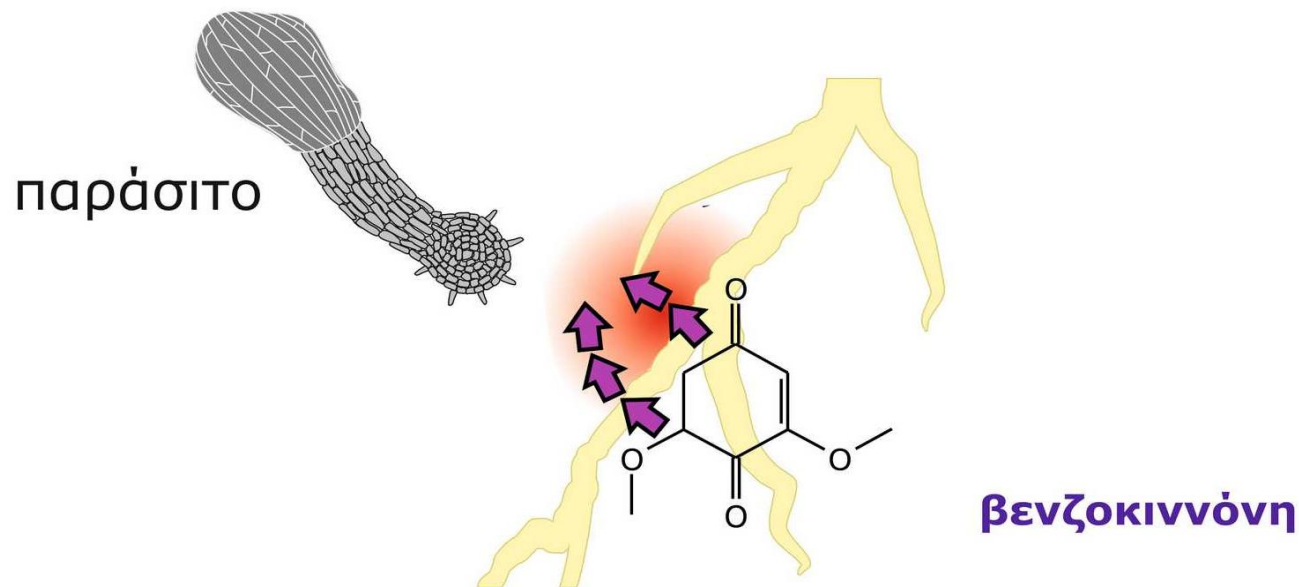
- Η παραγωγή και η δημιουργία κλιμάκωσης συγκεντρώσεων  $H_2O_2$  από το νεαρό παρασιτικό αρτίβλαστο έχει ως αποτέλεσμα τη μετατροπή απλών φαινολικών ουσιών (όπως του σιναπτικού οξέος) προς βενζοκινόνες.





# Σχηματισμός Μυζητήρα στο Παρασιτικό *Striga Asiatica* 2/2

- Οι βενζοκινόνες συμπεριφέρονται ως ξενογνώσινες οι οποίες επάγουν τη διαδικασία σχηματισμού μυζητήρων στο παράσιτο.





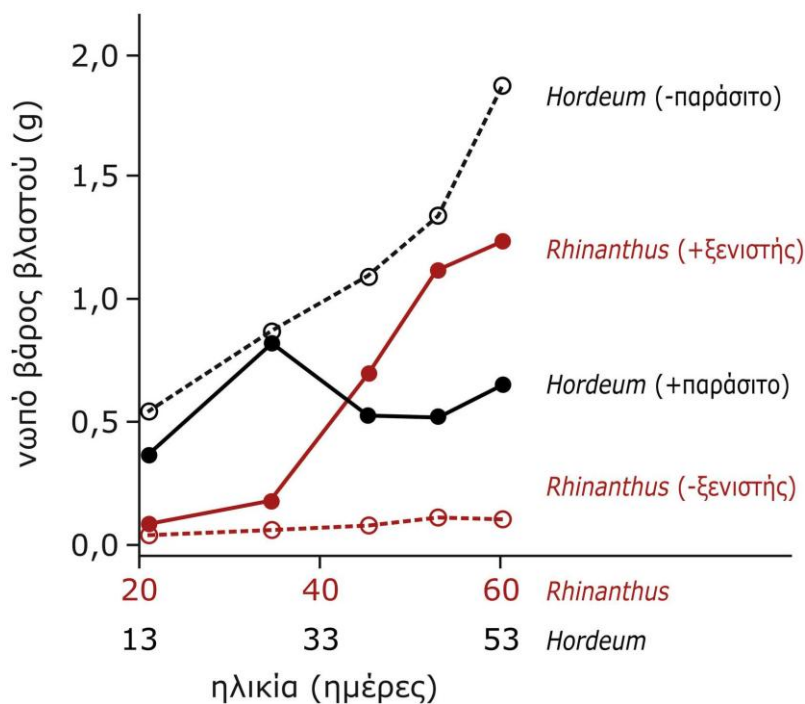
# Οι Επιπτώσεις του Παρασιτισμού 1/2

- Οι επιπτώσεις του παρασιτισμού στο ρυθμό ανάπτυξης του ξενιστή εξαρτώνται από τα υπάρχοντα επίπεδα αζώτου.
- Παρουσία επαρκών επιπέδων αζώτου η ανάπτυξη του ξενιστή και η παραγωγικότητά του δεν επηρεάζονται σημαντικά. Το αντίθετο συμβαίνει παρουσία χαμηλών επιπέδων αζώτου.



# Οι Επιπτώσεις του Παρασιτισμού 2/2

- Η καμπύλη αύξησης του κριθαριού (*Hordeum vulgare*) απουσία ή παρουσία του ημιπαρασίτου, καθώς και η καμπύλη αύξησης του ημιπαρασίτου *Rhinanthus serotinus*, το οποίο αναπτύχθηκε είτε αυτόνομα είτε παρασιτικά.







# Απομύζηση Θρεπτικών Συστατικών του Ξενιστή 1/2

- Σε πολλές περιπτώσεις η απομύζηση θρεπτικών συστατικών του ξενιστή βασίζεται στην υψηλή διαπνευστική ταχύτητα του παρασίτου.
- Τα περισσότερα παρασιτικά φυτά, κυρίως τα ημιπαράσιτα, χαρακτηρίζονται από υψηλό αριθμό στοματίων (με χαμηλή ευαισθησία στο ABA) ανά επιφάνεια, υψηλή διαπνευστική ταχύτητα και χαμηλή αποδοτικότητα χρήσης νερού (WUE).



# Απομύζηση Θρεπτικών Συστατικών του Ξενιστή 2/2

- Η υψηλή ταχύτητα διαπνοής των παρασιτικών φυτών η οποία επιτρέπει την ευκολότερη άντληση των θρεπτικών συστατικών από τον ξενιστή, μπορεί να προκαλέσει υδατική καταπόνηση στον ξενιστή, ενώ προκαλεί σημαντική πτώση της θερμοκρασίας των φύλλων του παρασίτου.



# Σύγκριση Ανατομικών και Φυσιολογικών Παραμέτρων

- Σύγκριση ορισμένων ανατομικών και φυσιολογικών παραμέτρων του υποχρεωτικού ημιπαρασιτικού ρίζας *Striga hermonthica* και του συγγενούς μη παρασιτικού είδους *Antirrhinum majus*.

Ανατομικό ή φυσιολογικό χαρακτηριστικό	<i>Striga</i>	<i>Antirrhinum</i>
Αριθμός στοματίων ανά mm <sup>2</sup> φύλλου (Προσαξονική επιφάνεια)	114	36
(Αποαξονική επιφάνεια)	192	142
Ταχύτητα διαπνοής, mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	8.5	5.7
Περιεχόμενο σε χλωροφύλλη, g m <sup>-2</sup>	2.6	7.3
Ταχύτητα φωτοσύνθεσης, μmol s <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup>	2.5	15
WUE, mmol CO <sub>2</sub> mol <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> O	0.3	2.9





# Η Ανόργανη Διατροφή των Ολοπα- ρασίτων Παρουσιάζει Ιδιαιτερότητες

- Τα ολοπαράσιτα παρουσιάζουν κατά κανόνα χαμηλές τιμές του λόγου ασβεστίου/καλίου, έναντι των ημιπαράσιτων. Το γεγονός οφείλεται στις πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου που διαθέτει ο ηθμός του ξενιστή.



# Η Ανόργανη Διατροφή των Ολοπα- ρασίτων Παρουσιάζει Ιδιαιτερότητες

- Ορισμένα τουλάχιστον παρασιτικά είδη δεν διαθέτουν μηχανισμούς ελέγχου για την είσοδο ή/και έξοδο των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων. Για το λόγο αυτό ορισμένα είδη συσσωρεύουν ανόργανα ιόντα σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις και απαιτούνται ειδικοί μηχανισμοί για την απομάκρυνση ή εξουδετέρωσή τους όπως η παχυφυλλία, η καθήλωση ιόντων νατρίου στα γηραιότερα φύλλα, η συσσώρευση συμβατών οσμωλυτών ή η απέκκριση των πλεονάζοντων ιόντων από εξειδικευμένους αδένες.



# Η Άμυνα των Φυτών Έναντι των Παρασιτικών Φυτών 1/2

- παρουσιάζει κοινά χαρακτηριστικά με αυτήν έναντι παθογόνων και εντόμων.
- Ορισμένα φυτά παρουσιάζουν ανθεκτικότητα έναντι προσβολών από παρασιτικά φυτά και ως εκ τούτου εμφανίζουν ασυμβατότητα η οποία οδηγεί στο θάνατο του παρασίτου.
- Η ανθεκτικότητα μπορεί να εκδηλωθεί:
  - a. Πριν από την πρόσδεση με τον ξενιστή (ξενιστές παράγουν σε χαμηλές συγκεντρώσεις τους διεγέρτες).



# Η Άμυνα των Φυτών Έναντι των Παρασιτικών Φυτών 2/2

- b. Κατά τη διείσδυση του μυζητήρα** (έκφραση γονιδίων ανθεκτικότητας τα οποία κωδικοποιούν πρωτεΐνες που πιθανόν αναγνωρίζουν την προσέγγιση του μυζητήρα, αντιδράσεις παρόμοιες με την αντίδραση υπερευαισθησίας, καθώς και εμπλοκή τόσο του σαλικυλικού, όσο και του γιασμονικού οξέος στην εκδήλωση ανθεκτικότητας).
- c. Μετά από τη σύνδεση του μυζητήρα** με το αγγειακό σύστημα του ξενιστή (στα αγγεία του ξενιστή συσσωρεύονται ουσίες οι οποίες τα αχρηστεύουν, (δημιουργούνται τυλώσεις)).



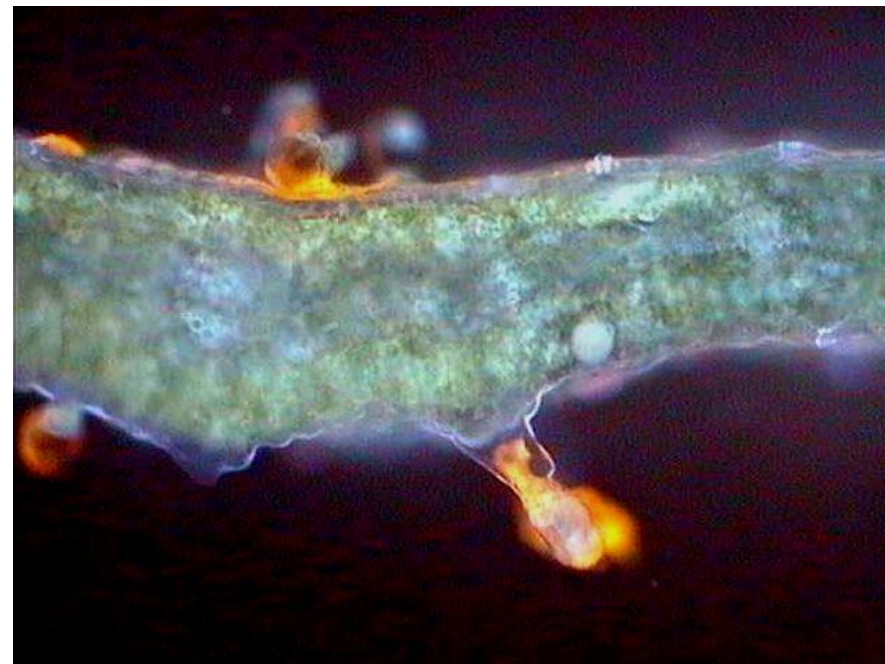
# Αλληλοπάθεια 1/2

- Ως αλληλοπάθεια ορίζεται το φαινόμενο της κάθε τύπου βιοχημικής αλληλεπίδρασης μεταξύ φυτικών οργανισμών ή φυτικών οργανισμών και μικροοργανισμών, τόσο βλαβερού, όσο και ωφέλιμου χαρακτήρα.
- Η αλληλοπάθεια βασίζεται στη παραγωγή και διασπορά στο **περιβάλλον δραστικών χημικών ουσιών**, κατά κανόνα δευτερογενών μεταβολιτών.



# Αλληλοπάθεια 2/2

- Η αλληλοπάθεια αφορά τις χημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ γειτονικών φυτών
- Εγκάρσια τομή φύλλου του φυτού *Dittrichia viscosa*, στο μικροσκόπιο φθορισμού. Διακρίνονται αδενώδεις τρίχες οι οποίες φθορίζουν με πορτοκαλί χρώμα λόγω της παρουσίας φαινολικών. Το έκκριμα παρουσιάζει ισχυρή αλληλοπαθητική δράση.







# Βιβλιογραφία 1/12

- Anderson JP, Gleason CA, Foley RC, Thrall PH, Burdon JB, Singh KB. 2010. Plants versus pathogens: An evolutionary arms race. *Functional Plant Biology* 37: 499-512.
- Ahmad S, Gordon-Weeks R, Pickett J, Ton J. 2010. Natural variation in priming of basal resistance: from evolutionary origin to agricultural exploitation. *Molecular Plant Pathology* 11: 817-827.
- Ballaré CL. 2011. Jasmonate-induced defences: a tale of intelligence, collaborators and rascals. *Trends in Plant Science* 16: 249-257.
- Barbehenn, R.V. and Constabel C.P. 2011. Tannins in plant-herbivore interactions. *Phytochemistry*, in press.
- Bennett, R. N. and Wallsgrave, R. M. 1994. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New Phytol.* 127: 617-633.



# Βιβλιογραφία 2/12

- Bonaventure G, VanDoorn, Baldwin IT. 2011. Herbivore-associated elicitors: FAC signaling and metabolism. *Trends in Plant Science* 16: 294-299.
- Browse J. 2009. Jasmonate passes muster: A receptor and targets for defence hormone. *Annual Review of Plant Biology* 60: 183-205.
- Bruce TJA, Pickett JA. 2011. Perception of plant volatile blends by herbivorous insects-Finding the right mix. *Phytochemistry* 72: 1605-1611.
- Bruin, J., Sabelis, M. W. and Dicke, M. 1995. Do plants tap SOS signals from their infested neighbours? *Trees* 10: 167-170.
- Bennett, R. N. and Wallsgrave, R. M. 1994. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New Phytol.* 127: 617-633.



# Βιβλιογραφία 3/12

- Bonaventure G, VanDoorn, Baldwin IT. 2011. Herbivore-associated elicitors: FAC signaling and metabolism. *Trends in Plant Science* 16: 294-299.
- Browse J. 2009. Jasmonate passes muster: A receptor and targets for defence hormone. *Annual Review of Plant Biology* 60: 183-205.
- Bruce TJA, Pickett JA. 2011. Perception of plant volatile blends by herbivorous insects-Finding the right mix. *Phytochemistry* 72: 1605-1611.
- Bruin, J., Sabelis, M. W. and Dicke, M. 1995. Do plants tap SOS signals from their infested neighbours? *Trees* 10: 167-170.
- Bryant JP, Chapin FS III, Klein DR. 1983. Carbon/Nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. *Oikos* 40: 357-368.



# Βιβλιογραφία 4/12

- Cardoso, C., Ruyter-Spira, C., Bouwmeester H.J. 2011. Strigolactones and root infestation by plant-parasitic *Striga*, *Orobanche* and *Phelipanche* spp. *Plant Science* 180: 414-420.
- Coley, P., Bryant, J. and Chapin III, F. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science* 230: 895–899.
- Conrath U. 2011. Molecular aspects of defence priming. *Trends in Plant Science* 16: 524-531.
- De Vos M, Jander G. 2010. Volatile communication in plant-aphid interactions. *Current Opinion in Plant Biology* 13: 366-371.
- Dodds PN, Rathjen JP. 2010. Plant immunity: towards an integrated view of plant-pathogen interactions. *Nature reviews* 11: 539-548



# Βιβλιογραφία 5/12

- Fahn, A. 1988. Secretory tissues in vascular plants. *New Phytol.* 108: 229-257.
- Felton GW, Tumlinson JH. 2008. Plant-insect dialogs: complex interactions at the plant-insect interface. *Current Opinion in Plant Biology* 11: 457-463.
- Hagel JM, Yeung EC, Facchini PJ. 2008. Got milk? The secret life of laticifers. *Trends in Plant Science* 13: 631-639.
- Hammerschmidt R. 2009. Systemic acquired resistance. *Advances in Botanical research* 51: 174-222.
- Hawes, M.C., Curlango-Rivera, G., Wen, F., White, G.J., VanEtten, H.D., Xiong, Z. 2011. Extracellular DNA: The tip of root defences? *Plant Science* 180: 741-745.
- Heil M. and Bostock R.M. 2002. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. *Annals Bot.* 89: 503-512.



# Βιβλιογραφία 6/12

- Heil M. 2008. Indirect defence via tritrophic interactions. *New Phytologist* 178: 41-61.
- Heil M, Ton J. 2008. Long-distance signaling in plant defence. *Trends in Plant Science* 13: 264-272.
- Higaki T, Kurusu T, Hasezawa S, Kuchitsu K. 2011. Dynamic intracellular reorganization of cytoskeletons and the vacuole in defense responses and hypersensitive cell death in plants. *Journal of Plant research* 124: 315-324.
- Howe GA, Jander G. 2008. Plant immunity to insects herbivores. *Annual Review of Plant Biology* 59: 41-66.
- Huang T, Jander G, de Vos M. 2011. Non-protein amino acids in plant defense against insect herbivores: Representative cases and opportunities for further functional analysis. *Phytochemistry* 72: 1531-1537.
- Jones JDG, Dangl JL. 2006. The plant immune system. *Nature* 444: 323-329.





# Βιβλιογραφία 7/12

- Kazan K, Manners JM. 2008. Jasmonate signaling: toward an integrated view. *Plant Physiology* 146: 1459-1468.
- Kazan K, Manners JM. 2011. The interplay between light and jasmonate signaling during defence and development. *Journal of Experimental Botany* 62: 4087-4100
- Kerstiens, G. 1996. Signalling across the divide: a wide perspective of cuticular structure-function relationships. *Trends Plant Sci.* 1: 125-129.
- Kessler A. and Baldwin I.T. 2002. Plant responses to insect herbivory: The emerging molecular analysis. *Annu. Rev. Plant Biol.* 53: 299-329.
- Kessler A., and Heil M. 2011. The multiple faces of indirect defences and their agents of natural selection. *Functional Ecology* 25: 348-357.



# Βιβλιογραφία 8/12

- Keyes, W.J. Taylor J.V. Apkarian R.P. and Lynn D.G. 2001. Dancing together. Social controls in parasitic plant development. *Plant Physiology* 127: 1508-1512.
- Kolattukudi, P. E. 1980. Biopolyester membranes of plants: cutin and suberin. *Science* 208: 990-999.
- Konno K. 2011. Plant latex and other exudates as plant defense systems: Roles of various defense chemicals and proteins contained therein. *Phytochemistry* 72: 1510-1530.
- Ma W. 2011. Roles of Ca<sup>2+</sup> and cyclic nucleotide gated channel in plant innate immunity. *Plant Science* 181: 342-346.
- McKey D. 1974. Adaptive patterns in alkaloid physiology. *American Naturalist* 108: 305-320.
- Nanda AK, Andrio E, marino D, Pauly N, Dunand C. 2010. Reactive oxygen species during plant-microorganism early interactions. *Journal of Interactive Plant Biology* 52: 195-204.



# Βιβλιογραφία 9/12

- Oliver RP, Solomon PS. 2010. New developments in pathogenicity and virulence of necrotrophs. *Current Opinion in Plant Biology*. 13: 415-419.
- Press, M.C. and Phoenix, G.K. 2005. Impacts of parasitic plants on natural communities. *New Phytologist* 166: 737-751.
- Salminen J-P., and Karonen M. 2011. Chemical ecology of tannins and other phenolics: we need a change in approach. *Functional Ecology* 25: 325-338.
- Schroeder, F. 1998. Induced chemical defences in plants. *Angew. Chem. Int. Ed.* 37: 1213-1216.
- Segonzac C, Zipfel C. 2011. Activation of plant pattern-recognition receptors by bacteria. *Current opinion in Microbiology* 14: 54-61.
- Shah J. 2009. Plants under attack: systemic signals in defence. *Current Opinion in Plant Biology* 12: 459-464.



# Βιβλιογραφία 10/12

- Svoboda J, Boland W. 2010. Plant defence elicitors: Analogues of jasmonoyl-isoleucine conjugate. *Phytochemistry* 71: 1445-1449
- Takemoto, D., Jones, D.A., Hardham, A.R. 2003. GFP-tagging of cell components reveals the dynamics of subcellular reorganization in response to infection of Arabidopsis by oomycete pathogens. *The Plant Journal* 33: 775-792.
- Tena G, Boudsocq M, and Sheen J. 2011. Protein kinase signaling networks in plant innate immunity. *Current Opinion in Plant Biology* 14: 519-529.
- Wagner, G. J. 1991. Secreting glandular trichomes: More than just hairs. *Plant Physiol.* 96: 675-679.
- Weaver, L. M. and Herrmann, K. M. 1997. Dynamics of the shikimate pathway in plants. *Trends Plant Sci.* 2: 346- 351.



# Βιβλιογραφία 11/12

- Verhage A, van Wees SCM, Pieterse CMJ. 2010. Plant immunity: It's the hormones talking, but what do they say? *Plant Physiology* 154: 536-540.
- Vlot AC, Dempsey D'MA, Klessig DF. 2009. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual review of Phytopathology* 47: 177-206.
- Vranova, V., Rejsek, K., Skene K.R. and Formanek P. 2011. Non-protein amino acids: plant, soil and ecosystem interactions. *Plant Soil* 342: 31-48.
- Yoder, J.I., Scholes, J.D. 2010. Host plant resistance to parasitic weeds; recent progress and bottlenecks. *Current Opinion in Plant Biology* 13: 478-484.
- Yoneyama, K., Awad, A.A., Xie, X., Yoneyama, K., Takeuchi, Y. 2010. Strigolactones as germination stimulants for root parasitic plants. *Plant and Cell*



# Βιβλιογραφία 12/12

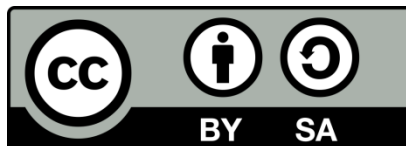
- Physiology 51: 1095-1103.
- Zagrobelny M, Moller BL. 2011. Cyanogenic glucosides in the biological warfare between plants and insects: The Burnet moth-Birdsfoot trefoil model system. *Phytochemistry* 72: 1585-1592.
- Zeng W, Melotto M, He SY. 2010. Plant stomata: a checkpoint of host immunity and pathogen virulence. *Current opinion in Biotechnology* 21: 599-603.
- Zhang J, Zhou J-M. 2010. Plant immunity triggered by microbial molecular signatures. *Molecular Plant* 1-11.





# Άδειες Χρήσης

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





# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*

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



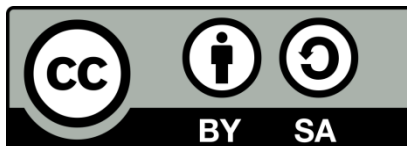
# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2014. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεώργιος Καραμπουρνιώτης/ Γεώργιος Λιακόπουλος. «Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDCS100/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [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».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

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

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



# 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.