



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών

Ενότητα 10:

Ξενοβιοτικά και Ρύποι, 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

- Ορισμός και κατηγορίες ρύπων και ξενοβιοτικών συστατικών, προέλευση ρύπων στην ατμόσφαιρα, επιπτώσεις των ρύπων στα φυτά, είσοδος και τρόπος δράσης των ρύπων στα φυτά.

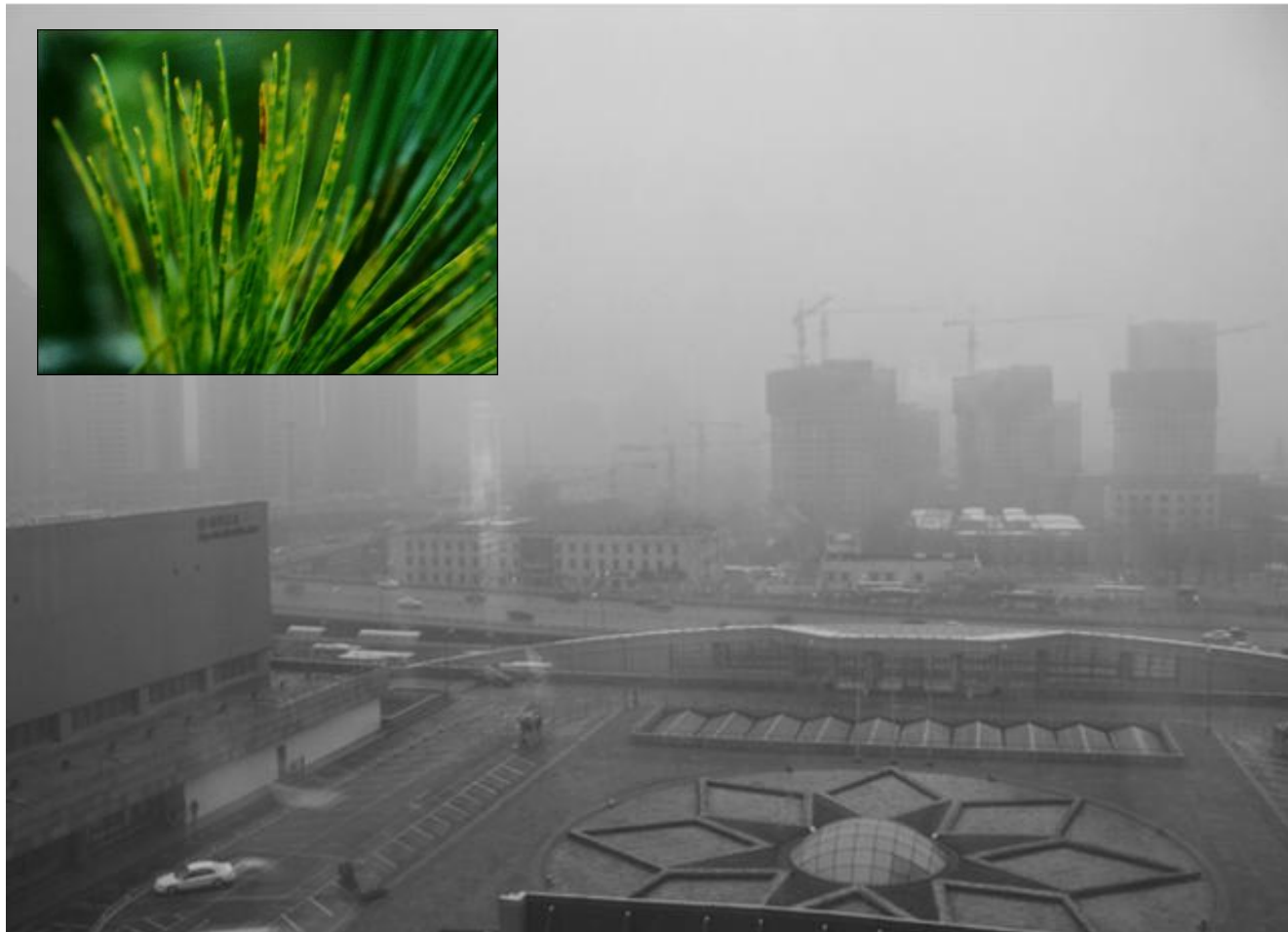


Λέξεις Κλειδιά

- οξείδια του άνθρακα,
- οξείδια του αζώτου,
- οξείδια του θείου,
- υδρογονάνθρακες,
- κατωφλική συγκέντρωση,
- φωτοχημικό νέφος,
- υπεριώδης ακτινοβολία,
- πτητικά οργανικά μόρια,
- όζον,
- περοξυακετυλονιτρικό οξύ,
- στόματα,
- αιωρούμενα σωματίδια.



Σύνοψη Μηχανισμών Αποφυγής και Ανθεκτικότητας



ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ



Αέριοι Ρύποι

- **Ορισμός**

- Οι αέριοι ρύποι αποτελούν τα προϊόντα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, αλλά και διεργασιών που συμβαίνουν δευτερογενώς στην ατμόσφαιρα.

- **Κύριες πηγές ρύπων**

- Ανθρωπογενείς δραστηριότητες
- Γεωφυσικά φαινόμενα
- Εκπομπές μορίων βιολογικής προέλευσης (πτητικά οργανικά μόρια)

- **Ξενοβιοτικά**

- Πρόκειται για μόρια άγνωστα προς τον μεταβολικό μηχανισμό των οργανισμών. Καθώς οι οργανισμοί δεν έχουν εξοικειωθεί εξελικτικά με τις ουσίες αυτές δεν διαθέτουν δυνατότητες αποτοξίνωσης.



Ρύποι Εξαιτίας Ανθρωπογενών Δραστηριοτήτων

- Οι αύξηση της συγκέντρωσης ορισμένων αέριων ρύπων (CO_2 , CO , SO_2 , NO_x , NO_2 , C_2H_4 , καθώς επίσης και μιας πληθώρας άλλων υδρογονοανθράκων) στην ατμόσφαιρα οφείλεται κυρίως στην καύση των ορυκτών υδρογονανθράκων στις μηχανές εσωτερικής καύσης.
- Χημικές και κεραμικές βιομηχανίες, χυτήρια και άλλες βιομηχανικές μονάδες εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα SO_2 , NO_2 , H_2S και HF .



Παράμετροι της Επίδρασης των Ρύπων

- Η επίδραση ενός ρύπου στους φυτικούς οργανισμούς δεν εξαρτάται μόνο από τη συγκέντρωσή του, αλλά και από τη χρονική περίοδο που εφαρμόστηκε, δηλ. από τη δόση (συγκέντρωση × χρόνος).
- Η οριακή ή κατωφλική συγκέντρωση αφορά στο όριο, κάτω από το οποίο δεν εμφανίζονται επιζήμιες επιδράσεις ενός ρύπου στα φυτά, ακόμη και αν επιδρά για μεγάλα χρονικά διαστήματα.



Πολλοί Ρύπτοι Παράγονται Δευτερογενώς 1/2

- Η μίξη ρύπων κάτω από ορισμένες συνθήκες προκαλεί την παραγωγή δευτερογενών ρύπων οι οποίοι μπορεί να είναι εξαιρετικά τοξικοί. Το **φωτοχημικό νέφος** είναι το προϊόν των χημικών αντιδράσεων μεταξύ ρύπων, παρουσία υψηλών εντάσεων φωτεινής ακτινοβολίας (UV) και οξυγόνου.



Πολλοί Ρύποι Παράγονται Δευτερογενώς 2/2

- Στις αντιδράσεις αυτές εμπλέκονται VOCs είτε βιογενούς, είτε ανθρωπογενούς προέλευσης και οξείδια του αζώτου. Οι αντιδράσεις αυτές είναι εξαιρετικά σύνθετες και παράγουν ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα εκ των οποίων το **όζον** και το **περοξυακετυλονιτρικό (PAN)**, θεωρούνται εξαιρετικά τοξικά για τους φυτικούς οργανισμούς, αλλά και άλλες μορφές ζωής.
- Το παραγόμενο όζον μπορεί με τη σειρά του να αντιδράσει με πτητικές ενώσεις φυτικής κυρίως προέλευσης (τερπένια) και να παραχθεί το επίσης **τοξικό υπεροξείδιο του υδρογόνου**.



Επίδραση Ρύπων στα Φυτά 1/2

- Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στους φυτικούς οργανισμούς εξαρτώνται από ένα πλήθος παραγόντων:
 1. Το είδος του φυτού
 2. Τις δόσεις των επί μέρους ρύπων
 3. Τη ταχύτητα και τη διεύθυνση των ανέμων
 4. Τις βροχοπτώσεις
 5. Την ηλιοφάνεια
 6. Την ατμοσφαιρική υγρασία
 7. Τις μετεωρολογικές συνθήκες της επί μέρους περιοχής.



Επίδραση Ρύπων στα Φυτά 2/2

- Η παρουσία ρύπων στην ατμόσφαιρα προκαλεί μεταβολικές δυσλειτουργίες, τα συμπτώματα των οποίων κάνουν την εμφάνισή τους μόνον όταν τα επίπεδα των ρύπων ξεπεράσουν ορισμένα όρια. Ενδεικτικά, η φωτοσυνθετική λειτουργία εμφανίζει παρεμπόδιση σε συγκεντρώσεις NO_2 της τάξης των 0.1 ppm.



Χαρακτηριστικά Ορισμένων Αέριων Ρύπων

είδος ρύπου	τυπική	συγκέντρωση (ppm)	μέσος χρόνος	μέγιστα επιτρεπτά
	καθαρή ατμ.	ρυπασμένη ατμ.	παραμονής	όρια (ppm)
CO ₂	360	400	2-6 έτη	
CO	0.1	40-70	2-6 μήνες	
SO ₂	0.0002	0.2	1-10 ημέρες	0.15
H ₂ S	0.0002		0,5-2 ημέρες	
NH ₃	0.01	0.1	2-14 ημέρες	
N ₂ O	0.25		4-10 έτη	
NO	<0.002	1-2	3-6 ημέρες	
NO ₂	<0.004	0.2	5-10 ημέρες	0.1-0.3
O ₃	0.02	0.5	ημέρες ή μήνες	0.15-0.30
CH ₄	1-1.7	3	4-10 έτη	4.2
VOCs	<0.02	0.3	περ. 2 ημέρες	
PAN		0.01-0.02		0.02



Οι Ρύποι Εισέρχονται στα Φύλλα 1/2

- **Μέσω της Οδού Διάχυσης που Ακολουθεί και το CO_2 .**
 - Εισέρχονται μέσω των στοματίων και διαλύονται στην υδατική φάση των αποπ्लाστικών χώρων παράγοντας το μεν SO_2 θειώδη και όξινα θειώδη ιόντα (SO_3^{2-} , HSO_3^-), τα δε NO_x νιτρώδη και νιτρικά ιόντα (NO_2^- , NO_3^-). Τα ιόντα αυτά, ακόμη και τα νιτρικά, είναι τοξικά για τα κύτταρα σε υψηλές συγκεντρώσεις.
 - Τα SO_2 και NO_x σε χαμηλές συγκεντρώσεις μπορεί να τροφοδοτούν τα φυτά με τις απαραίτητες ποσότητες αζώτου και θείου.



Οι Ρύποι Εισέρχονται στα Φύλλα 21/2

- **Μέσω της Οδού Διάχυσης που Ακολουθεί και το CO₂.**
 - Τη διάλυση του όζοντος στην υδατική φάση ακολουθεί η ταχεία διάσπασή του, με αποτέλεσμα να παράγονται τοξικές ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (O₂H[•], O₂^{•-}, OH^{•-}).
 - Το όζον ενοχοποιείται για εκτεταμένες απώλειες δασικής βλάστησης στην βόρεια Αμερική, αλλά και στην Ευρώπη. Σε συνθήκες αυξημένης ατμοσφαιρικής ρύπανσης οι μηχανισμοί εξουδετέρωσης των δραστήριων ριζών, τουλάχιστον σε ορισμένα ευαίσθητα είδη, δεν επαρκούν ώστε να διατηρούνται υψηλοί ρυθμοί αποτοξίνωσης.



Διοξειδίο του Θείου

● Κύρια σημεία δράσης

- Οι χλωροπλάστες και η φωτοσυνθετική λειτουργία. Σε υψηλές συγκεντρώσεις SO_2 προκαλούνται ζημιές στις μεμβράνες και παρεμποδίζεται η δραστηριότητα της RubisCO και της καρβοξυλάσης του PEP. Σε ακραίες περιπτώσεις παρατηρούνται χαρακτηριστικά συμπτώματα (αποχρωματισμός και νέκρωση των ακραίων περιοχών και των περιοχών μεταξύ των νευρώσεων).
- Κλείσιμο στοματίων. Στις συνθήκες αυτές, η περαιτέρω είσοδος των ρύπων στο μεσόφυλλο παρεμποδίζεται, αλλά ταυτόχρονα προκαλείται ελάττωση της φωτοσυνθετικής ταχύτητας.



Αιωρούμενα Σωματίδια 1/2

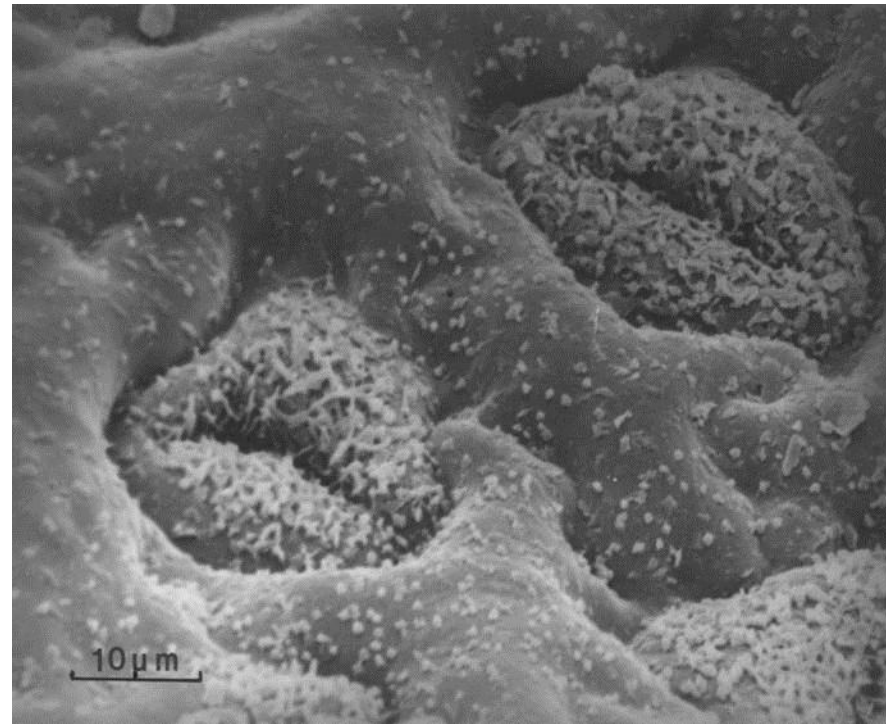
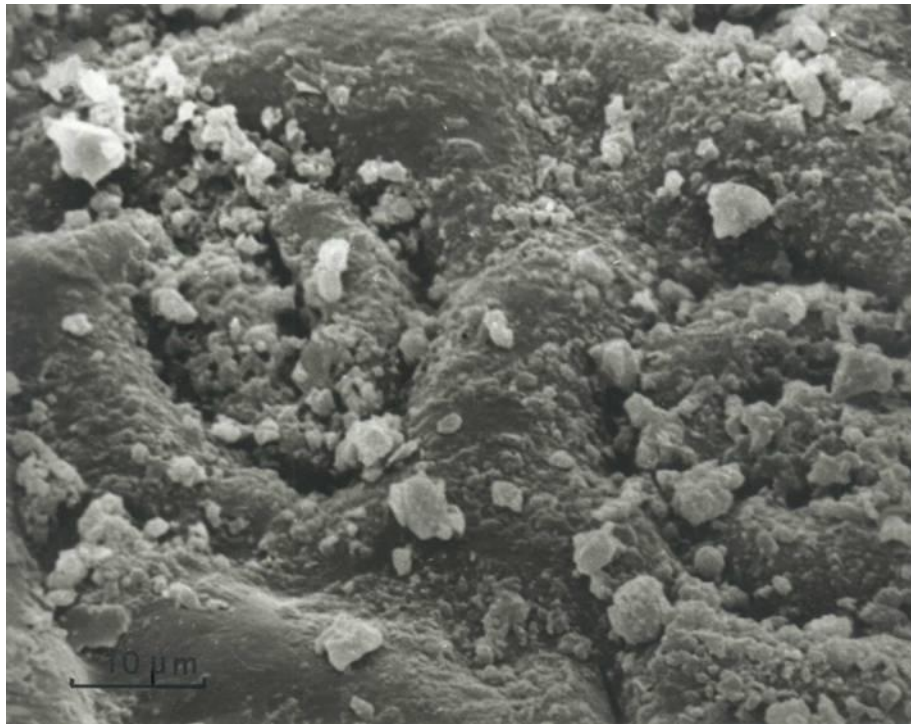
- **Διάδοση και επίδραση στα φυτά**

- Η ρύπανση του είδους αυτού έχει εντοπισμένο χαρακτήρα. Περιορίζεται σε περιοχές στις οποίες υπάρχουν εργοστάσια τσιμέντου, αυτοκινητόδρομοι και λατομικές ή άλλες δραστηριότητες.
- Η επικάλυψη σκόνης στα φύλλα προκαλεί έμφραξη των στοματικών πόρων, μειώνοντας την αγωγιμότητά τους ως προς το CO_2 , και κατά συνέπεια επηρεάζει τη φωτοσυνθετική λειτουργία



Αιωρούμενα Σωματίδια 2/2

- Επίδραση στα φυτά



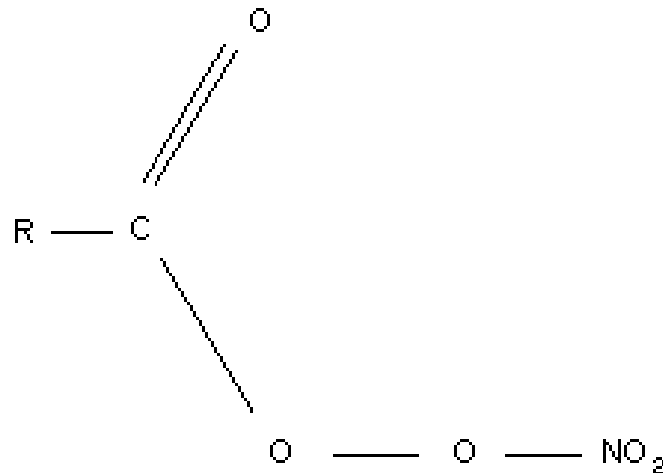
Μικροφωτογραφία SEM της επιφάνειας των φύλλων της δάφνης. Τα φύλλα προέρχονται από φυτά μιας καθαρής περιοχής (αριστερά) ή μιας περιοχής του Ασπρόπυργου (δεξιά)



Περοξυακετυλονιτρικό Οξύ

● Διάδοση και επίδραση στα φυτά

- Σχηματίζεται μέσω φωτοχημικών διαδικασιών.
- Εξαιρετικά τοξική ένωση, η οποία σε συγκεντρώσεις πάνω από 0.1 ppm προκαλεί κατάρρευση των κυττάρων και δημιουργία αέριων χώρων στο μεσόφυλλο, με ορατά συμπτώματα την απόκτηση μπρούτζινης απόχρωσης των φύλλων ευαίσθητων φυτών όπως το μαρούλι και το σπανάκι.





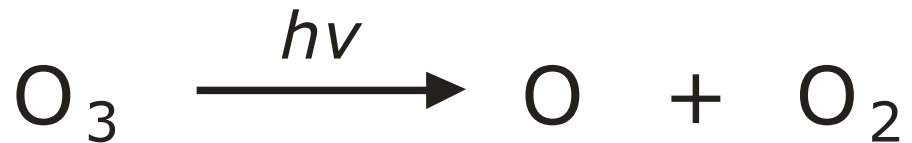
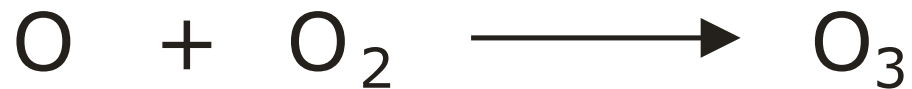
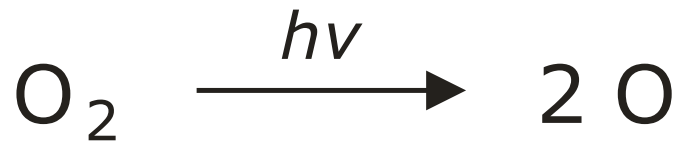
Όζον

● Διάδοση και επίδραση στα φυτά

- Το όζον θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει έναν από τους πλέον επικίνδυνους ρύπους για τους φυτικούς οργανισμούς.
- Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί η διαφορά ανάμεσα στο στρατοσφαιρικό όζον, του οποίου το λεπτό στρώμα παρεμποδίζει την είσοδο φωτονίων της υπεριώδους ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα, και στο τροποσφαιρικό όζον το οποίο επηρεάζει άμεσα τους ζωντανούς οργανισμούς ως ρυπαντής.
- Το τροποσφαιρικό όζον σχηματίζεται κατά τη φωτοχημική μετατροπή του NO_2 προς NO .

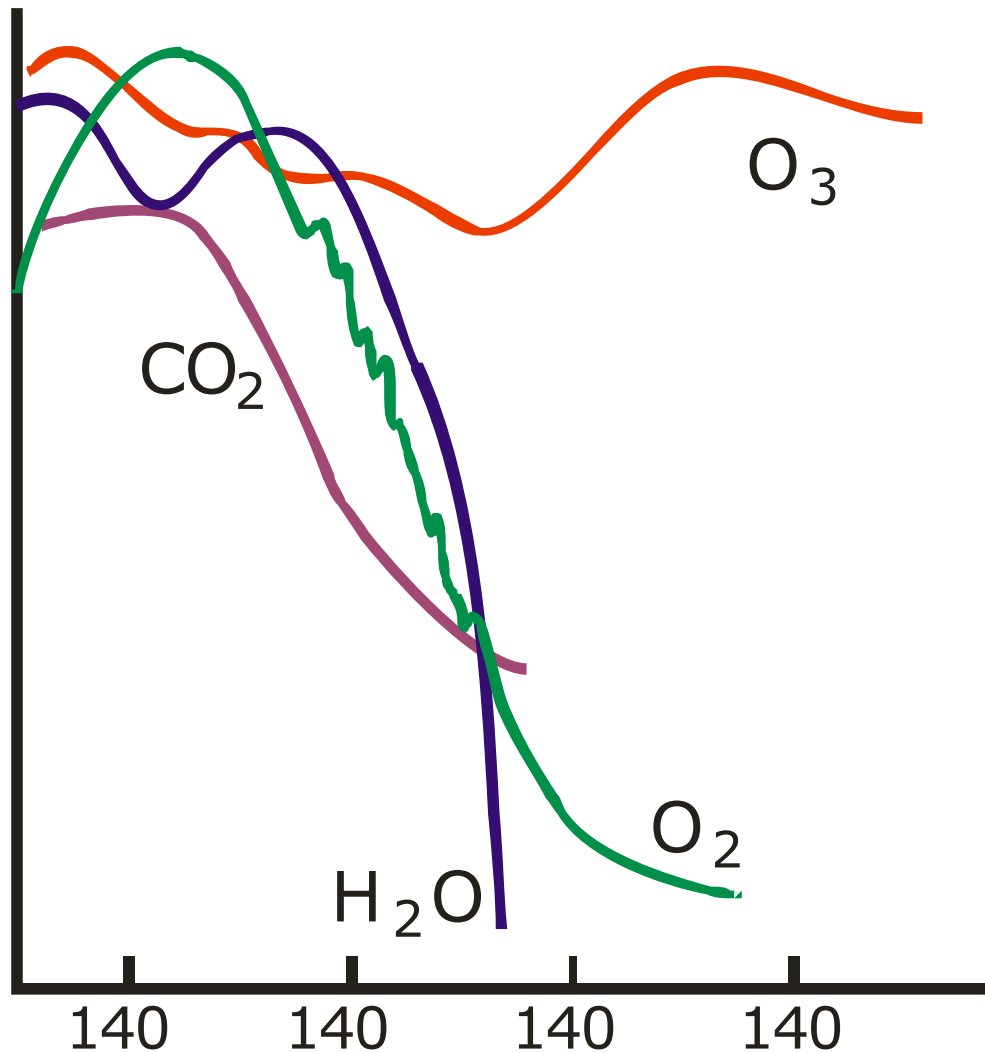


Προέλευση του Στρατοσφαιρικού Όζοντος



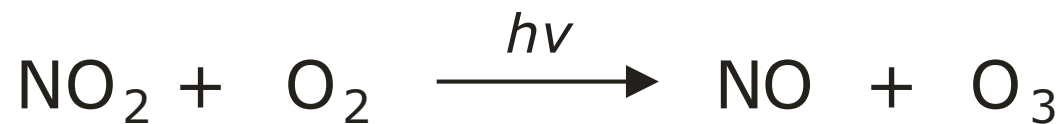
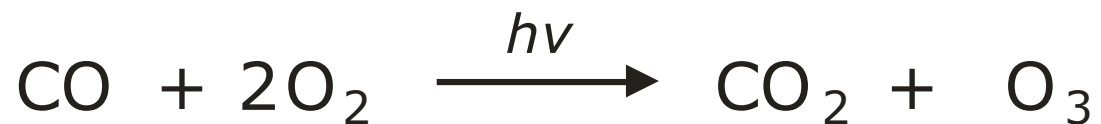


Απορρόφηση της UV από τα Ατμοσφαιρικά Αέρια





Προέλευση του Τροποσφαιρικού Όζοντος





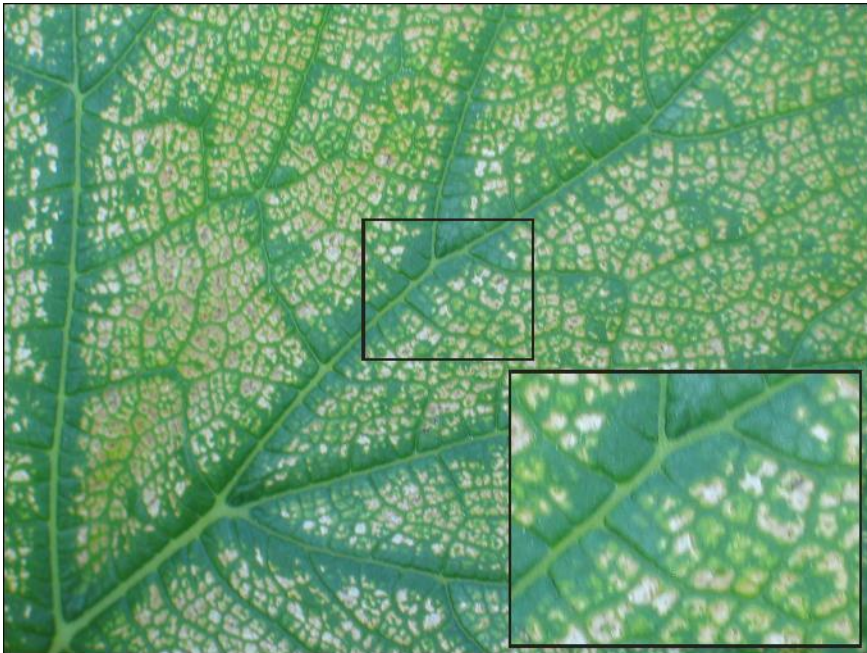
Τρόπος Δράσης στα Φυτά

- Το όζον, όπως και όλοι οι αέριοι ρυπαντές εισέρχεται στο μεσόφυλλο μέσω των στοματίων και στη συνέχεια διαλύεται στην υδατική φάση του αποπ्लाστικού χώρου.
- Η διάλυσή του στην υδατική φάση που συνοδεύεται από τη διάσπασή του, παράγει ελεύθερες ρίζες οξυγόνου. Οι ρίζες αυτές προκαλούν οξείδωση στα ακόρεστα λιπίδια των μεμβρανών και οξείδωση των σουλφιδρυλομάδων των ενζυμικών μορίων.



Επίδραση στα Φυτά 1/2

- Τα πρώτα ορατά συμπτώματα τοξικότητας λόγω έκθεσης σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος είναι ο σχηματισμός νεκρωτικών κηλίδων στο έλασμα των φύλλων.





Επίδραση στα Φυτά 2/2





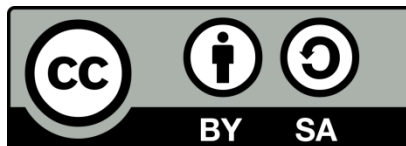
Βιβλιογραφία

- Vandelle E, Delledonne M. 2011. Peroxynitrit formation and function in plants. *Plant Science* 181: 534-539.
- Wilkinson S, Mills G, Illidge R, Davies WJ. 2011. How is ozone pollution reducing our food supply? *Journal of Experimental Botany*, October 20.



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



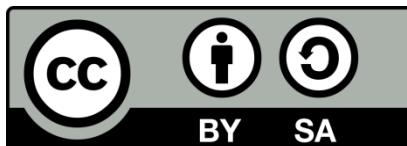
Σημείωμα Αναφοράς

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.