



Θρέψη Φυτών

Ενότητα 9^η

Οι ενεργές μορφές
οξυγόνου στα φυτά

Όνομα καθηγητή: **Δ. Μπουράνης**

Όνομα καθηγητή: **Σ. Χωριανοπούλου**

Τμήμα: **Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής**





Στόχοι ενότητας

1. Ποιες είναι οι ενεργές μορφές οξυγόνου και ποιοι είναι οι ρόλοι τους μέσα στα φυτά.
2. Πώς και πού παράγονται οι ενεργές μορφές οξυγόνου.
3. Η οξειδωτική καταπόνηση και τα αντιοξειδωτικά μόρια και ένζυμα.



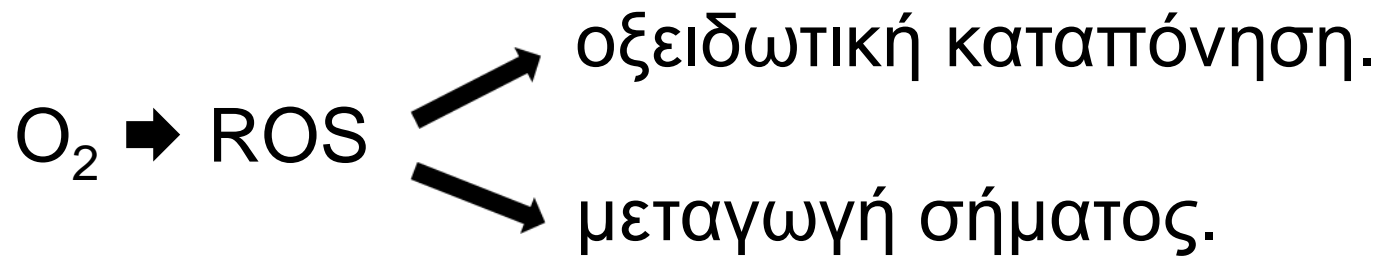
Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Ενεργές μορφές οξυγόνου, Οξειδωτική καταπόνηση, Αντιοξειδωτικά ένζυμα.
- Key words: Reactive oxygen species, Oxidative stress, Antioxidative enzymes.



Ενεργές μορφές οξυγόνου (α)

Ενεργές μορφές οξυγόνου (Reactive Oxygen Species - **ROS**).



Τι είναι οι ενεργές μορφές οξυγόνου;

- Είναι μερικώς ανηγμένα,
- ή ενεργοποιημένα παράγωγα του μοριακού οξυγόνου.



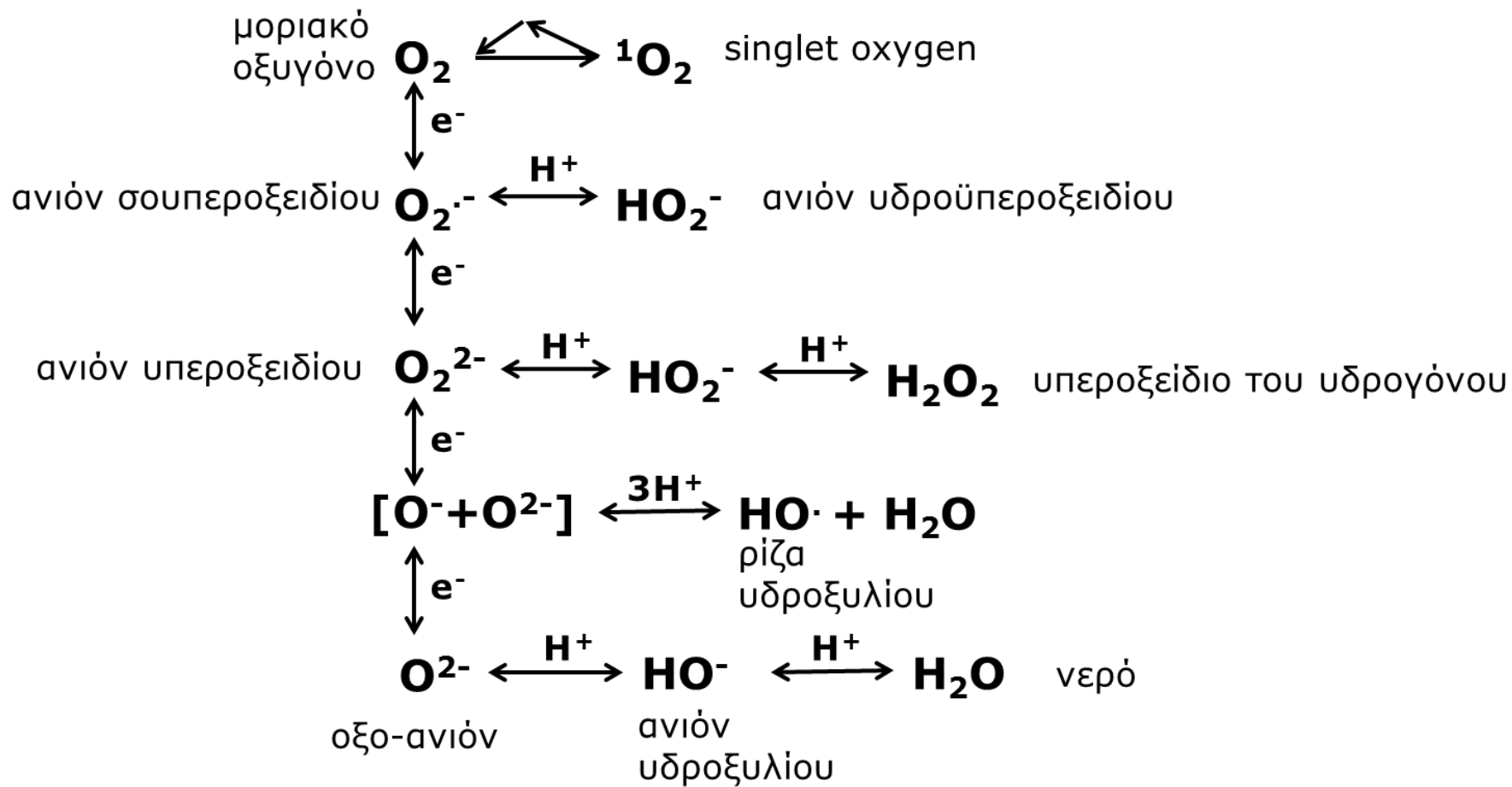
Ενεργές μορφές οξυγόνου (β)

μοριακό
οξυγόνο O_2

$2\text{H}_2\text{O}$ νερό



Ενεργές μορφές οξυγόνου (γ)





Ρόλος των ROS

Διπλός ρόλος των ROS στη βιολογία των φυτών:

- Τοξικά παραπροϊόντα του αερόβιου μεταβολισμού.
- Ρυθμιστές διαφόρων μονοπατιών:
 - αύξησης,
 - ανάπτυξης,
 - και άμυνας.

(απόκριση σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις, ΠΚΘ, μεταγωγή σήματος μέσω ορμονών).



Παραγωγή ROS

Οι ενεργές μορφές οξυγόνου παράγονται διαρκώς στα φυτά,

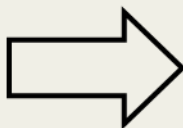
- ως παραπροϊόντα πολλών μεταβολικών διεργασιών, κατά τη διάρκεια:
 - της φωτοσύνθεσης,
 - της φωτοαναπνοής,
 - και της αναπνοής.



Οξειδωτική καταπόνηση

Όταν υπάρξει ανισορροπία μεταξύ της παραγωγής και της εκκαθάρισης των ενεργών μορφών οξυγόνου \Rightarrow τότε συμβαίνει οξειδωτική καταπόνηση.

**αναπτυξιακά
και περιβαλλοντικά
σήματα**



**διατάραξη
της ομοιόστασης
των ROS**



Οι ROS ως μεταγωγείς σημάτων (α)

- Οι ενεργές μορφές οξυγόνου παράγονται μέσω διαφόρων διεργασιών και εκκαθαρίζονται από τα αντιοξειδωτικά ένζυμα και μόρια.
- Η διάρκεια, η ένταση και ο εντοπισμός των διαφόρων σημάτων μέσω ROS,
- καθορίζονται από την αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων μονοπατιών παραγωγής και εκκαθάρισής τους.



Οι ROS ως μεταγωγείς σημάτων (β)

- Η μεταγωγή σήματος μέσω Ca^{2+} στα φυτά ρυθμίζεται μέσω της αποθήκευσης και απελευθέρωσής του.
- Η μεταγωγή σήματος μέσω ROS στα φυτά ρυθμίζεται μέσω της παραγωγής και εκκαθάρισής τους.



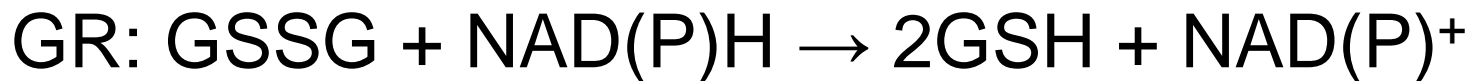
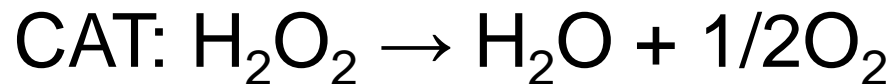
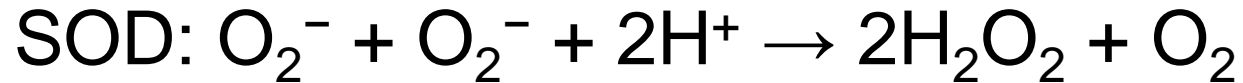
Αντιοξειδωτικά ένζυμα (α)

Αντιοξειδωτικά ένζυμα:

- σουπεροξειδική δισμουτάση (SOD).
- καταλάση (CAT).
- περοξειδάση του ασκορβικού (APX).
- αναγωγή του μονοδεϋδροασκορβικού (MDHAR).
- αναγωγή του δεϋδροασκορβικού (DHAR).
- αναγωγή της γλουταθειόνης (GR).



Αντιοξειδωτικά ένζυμα (β)





Αντιοξειδωτικά μόρια

Αντιοξειδωτικά μόρια.

- Υδατοδιαλυτά:

- γλουταθειόνη.
- ασκορβικό οξύ.

- Λιποδιαλυτά:

- καροτενοειδή.
- τοκοφερόλες.



Σημεία παραγωγής ROS

Τα κύρια σημεία παραγωγής ενεργών μορφών οξυγόνου σε ένα κύτταρο είναι:

- μιτοχόνδρια,
- χλωροπλάστες,
- περοξυσώματα,
- κυτταροπλασματική μεμβράνη,
- αποπλασματικός χώρος.



Ζημιογόνος δράση ROS

Οι ενεργές μορφές οξυγόνου προκαλούν ζημιές σε:

- λιπίδια,
- πρωτεΐνες,
- DNA.



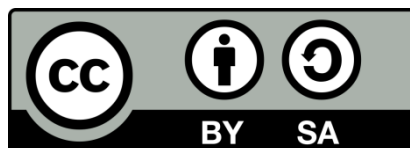
Βιβλιογραφία

- Foyer C.H., Noctor G (2005). Oxidant and antioxidant signaling in plants: a re-evaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. *Plant, Cell and Environment* 28, 1056-1071.



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.





Σημείωμα Αναφοράς

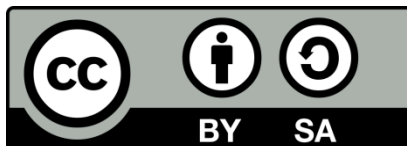
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2014. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Μπουράνης Δημήτριος, Χωριανοπούλου Στυλιανή, «Θρέψη Φυτών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDCS102/>



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/>



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



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.