



Θρέψη Φυτών

Ενότητα 6^η

Μαγνήσιο (μέρος β)

Όνομα καθηγητή: **Δ. Μπουράνης**

Όνομα καθηγητή: **Σ. Χωριανοπούλου**

Τμήμα: **Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής**





Στόχοι ενότητας

1. Περιγραφή των λοιπών ρόλων του μαγνησίου: σε ενζυμικές αντιδράσεις, στην πρωτεϊνοσύνθεση και στη σύνθεση RNA.
2. Η ρύθμιση της κατανομής μαγνησίου μεταξύ στρώματος χλωροπλάστη και κυτταροπλάσματος.
3. Η τροφοπενία μαγνησίου.



Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Πρωτεϊνοσύνθεση, Σύνθεση RNA, Τροφοπενία μαγνησίου.
- Key words: Protein synthesis, RNA synthesis, Magnesium deficiency.



Μεταβολική δεξαμενή μαγνησίου

- Μαγνήσιο προσαρτημένο σε πηκτίνη: 5-10%.
- Ως αλάτι στο χυμοτόπιο: 5-10% (στερεή φάση, φωσφορικό μαγνήσιο).
- Το υπόλοιπο εκχυλίζεται με νερό: είναι το μαγνήσιο των μεταβολικών διαμερισμάτων (μεταβολική δεξαμενή).
- Η στάθμη της μεταβολικής δεξαμενής μαγνησίου ρυθμίζεται αυστηρά στο επίπεδο των 2-10 mM.



Μαγνήσιο στο χυμοτόπιο

- Χυμοτόπιο: το κύριο αποθηκευτικό διαμέρισμα διατηρεί την ομοιόσταση μαγνησίου στη μεταβολική δεξαμενή.
- Χυμοτοπιακό μαγνήσιο:
 - διατήρηση ισορροπίας ανιόντων – κατιόντων.
 - ρύθμιση της σπαραγής του κυττάρου.
- Περίσσεια μαγνησίου: αποθήκευση στο χυμοτόπιο.
- Ενδοδερμικά κύτταρα: buffer ομοιόστασης μαγνησίου.



Μαγνήσιο και ένζυμα (α)

- Πολλά ένζυμα χρειάζονται μαγνήσιο για να λειτουργήσουν.
- Στα ένζυμα το μαγνήσιο σχηματίζει σύμπλοκα με συγκεκριμένη γεωμετρία για να προσαρτηθεί το υπόστρωμα και να γίνει η μετατροπή του.
- **Καρβοξυλάση PEP**: παρουσία μαγνησίου το PEP προσαρτάται στο ένζυμο πιο ισχυρά και σε μεγαλύτερη ποσότητα.



Μαγνήσιο και ένζυμα (β)

Πολλές ενζυμικές αντιδράσεις εξαρτώνται από το μαγνήσιο για να πραγματοποιηθούν. Για παράδειγμα:

- αυτές που μεταφέρουν φωσφορική ομάδα (φωσφατάσες ή ΑΤΡάσες).
- ή καρβοξυλομάδα (καρβοξυλάσες).



Πρωτεΐνοσύνθεση (α)

- Το μαγνήσιο γεφυρώνει τις υπομονάδες των ριβοσωμάτων κατά τη συναρμολόγησή τους.
- 25% των πρωτεϊνών του φύλλου βρίσκεται στον χλωροπλάστη.
- 0,25 – 0,40 mM μαγνησίου στο κυτταρόπλασμα παρεμποδίζει την καθαρή έξοδο μαγνησίου από τον χλωροπλάστη για να διατηρηθεί η πρωτεΐνοσύνθεση.



Πρωτεΐνοσύνθεση (β)

Υπό έλλειψη μαγνησίου:

- δεν συναρμολογούνται οι υπομονάδες των ριβοσωμάτων.
- μειώνεται δραστικά η πρωτεΐνοσύνθεση.
 - όχι άμεσα, αλλά μετά από λίγες ώρες.
- αυξάνεται ο ρυθμός αποδόμησης των πρωτεϊνών του ώριμου φύλλου, ιδιαίτερα των πρωτεϊνών του θυλακοειδούς.



Φωτοσύνθεση

Υπό έλλειψη μαγνησίου: (συνέχεια)

- επηρεάζεται το μέγεθος, η δομή και η λειτουργία του χλωροπλάστη και η μεταφορά ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II.
- μειώνονται οι πλαστιδιακές χρωστικές.



Παραγωγή RNA

- Οι πολυμεράσες του RNA θέλουν μαγνήσιο για την παραγωγή του RNA στον πυρήνα.
- Ρόλος του μαγνησίου:
 - στη γεφύρωση των 2 αλυσίδων του DNA μεταξύ τους.
 - στην ουδετεροποίηση των όξινων πρωτεϊνών του πυρηνικού πλάσματος.
- Υπό έλλειψη μαγνησίου \Rightarrow η παραγωγή RNA σταματάει αμέσως.
 - με νέα τροφοδοσία μαγνησίου ξαναρχίζει γρήγορα.



Μαγνήσιο στο στρώμα (α)

- Η κατανομή μαγνησίου μεταξύ κυτταροπλάσματος και στρώματος πρέπει να ρυθμίζεται αυστηρά.
- 5 mM μαγνησίου στο κυτταρόπλασμα παρεμποδίζουν ισχυρά τη φωτοσύνθεση.
 - μειώνεται η εισροή καλίου και οξυνίζεται το stroma κατά το φωτισμό.



Μαγνήσιο στο στρώμα (β)

Το μαγνήσιο τροποποιεί τη δραστηριότητα της καρβοξυλάσης της ριβουλόζης-1,5P2. Η δραστηριότητα εξαρτάται από:

- μαγνήσιο,
- pH,
- και φως, που είναι και ο διακόπτης.

Προσάρτηση μαγνησίου αυξάνει:

- τη δέσμευση του CO₂,
- και το ρυθμό μετατροπής.



Μαγνήσιο στο στρώμα (γ)

Στο stroma το μαγνήσιο μετατοπίζει το pH στο 8.

- Στο φως αντλούνται H^+ από το stroma στον ενδοθυλακοειδή χώρο και δημιουργείται ΔpH για φωτοφωσφορυλίωση.
- Η απώλεια H^+ από το stroma αντισταθμίζεται με μεταφορά H^+ και Mg^{2+} από τον ενδοθυλακοειδή χώρο στο stroma και το κάνει αλκαλικό.



Μαγνήσιο στο στρώμα (δ)

pH στρώματος:

- από 7,6 στο σκοτάδι γίνεται 8 στο φως.

Μαγνήσιο στρώματος:

- από 2 mM στο σκοτάδι γίνεται 4 mM στο φως.
- Αυξάνονται οι δραστηριότητες των ενζύμων του στρώματος.



Έλλειψη μαγνησίου (α)

Φωσφατάση φρουκτόζης-1,6P2:

- θέλει μαγνήσιο και υψηλό pH,
- ρυθμίζει την κατανομή φωσφοροτριζών (TP) για την παραγωγή αμύλου και σακχαρόζης.

Υπό έλλειψη μαγνησίου:

- συσσωρεύεται άμυλο στους χλωροπλάστες επειδή περιορίζεται η έξοδος TP από τον χλωροπλάστη.
- αύξηση της ξηρής μάζας του φύλλου.



Έλλειψη μαγνησίου (β)

Υπό έλλειψη μαγνησίου: (συνέχεια)

- επηρεάζεται η αποδόμηση του αμύλου.
- η rubisco λειτουργεί ως οξυγονάση: ενεργοποιείται το οξυγόνο και παράγονται ελεύθερες ρίζες O_2 (σουπεροξειδικό ανιόν και υπεροξειδίο του υδρογόνου).
- αυξάνεται η συγκέντρωση αντιοξειδωτικών μορίων,
- και η δραστηριότητα αποτοξινωτικών ενζύμων.



Έλλειψη μαγνησίου (γ)

Υπό έλλειψη μαγνησίου: (συνέχεια)

- επηρεάζεται ο μεταβολισμός των σακχάρων.
- επηρεάζεται η φόρτωση της σακχαρόζης στο ΗΑΣ για την οποία απαιτείται και μεταφορά H^+ .
- Η **ΑΤΡάση** θέλει 2 mM μαγνησίου για να λειτουργήσει οπότε υπό $-Mg$ δεν λειτουργεί ή υπολειτουργεί.
- Επαναφορά λειτουργίας **ΑΤΡάσης** με νέα τροφοδοσία μαγνησίου.



Έλλειψη μαγνησίου (δ)

Υπό έλλειψη μαγνησίου: (συνέχεια)

- περιορισμένη παροχή της σακχαρόζης στα καταναλωτικά σημεία ως αποτέλεσμα του περιορισμού της διακίνησής της.
- περιορίζεται η αύξηση της ρίζας.
- αυξάνει ο λόγος υπέργειου προς ρίζα.



Έλλειψη μαγνησίου (ε)

- Η επαγωγή έλλειψης μαγνησίου από τα ανταγωνιστικά κατιόντα είναι πολύ συχνό φαινόμενο.
- Η έλλειψη μαγνησίου επιδρά αρνητικά στις προσλήψεις:
 - μαγνησίου από τη ρίζα,
 - νερού,
 - άλλων θρεπτικών.
- Εξασθενούν:
 - οι μηχανισμοί αντοχής στην ξηρασία,
 - και οι μηχανισμοί προσαρμογής σε φτωχά περιβάλλοντα ως προς την τροφοδοσία του φυτού σε θρεπτικά.



Έλλειψη νερού

Υπό έλλειψη νερού:

- υψηλή συγκέντρωση μαγνησίου στη μεταβολική δεξαμενή \Rightarrow παρεμπόδιση της φωτοσύνθεσης.
- Από 3 mM αυξάνει σε 8-13 mM μαγνησίου (max 24 mM).
- 1,5% μαγνησίου στο φύλλο είναι οριακό.



Μαγνήσιο και κύκλος αζώτου

Η συνθετάση της γλουταμίνης θέλει μαγνήσιο:

- υπό έλλειψη μαγνησίου μειώνεται το πρωτεϊνικό άζωτο του φύλλου και αυξάνεται το μη-πρωτεϊνικό άζωτο.



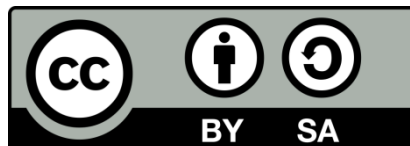
Βιβλιογραφία

- Hawkesford M, Horst W, Kichey T, Lambers H, Schjoerring J, Møller IS, and White P (2012). Functions of Macronutrients. 6.4 Magnesium. In: Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, Third Edition.



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

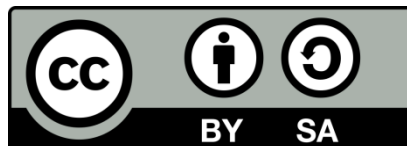
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2014. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Μπουράνης Δημήτριος, Χωριανοπούλου Στυλιανή, «Θρέψη Φυτών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<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.