



Θρέψη Φυτών

Ενότητα 5^η

Φωσφόρος (μέρος β)

Όνομα καθηγητή: **Δ. Μπουράνης**

Όνομα καθηγητή: **Σ. Χωριανοπούλου**

Τμήμα: **Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής**



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Στόχοι ενότητας

1. Περιγραφή του ρόλου του φωσφόρου στην κατανομή του άνθρακα μεταξύ του στρώματος χλωροπλάστη και του κυτταροπλάσματος.
2. Η τροφοπενία φωσφόρου.



Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Φωσφόρος, Κατανομή άνθρακα, Τροφοπενία φωσφόρου.
- Key words: Phosphorus, Carbon partitioning, Phosphorus deficiency.



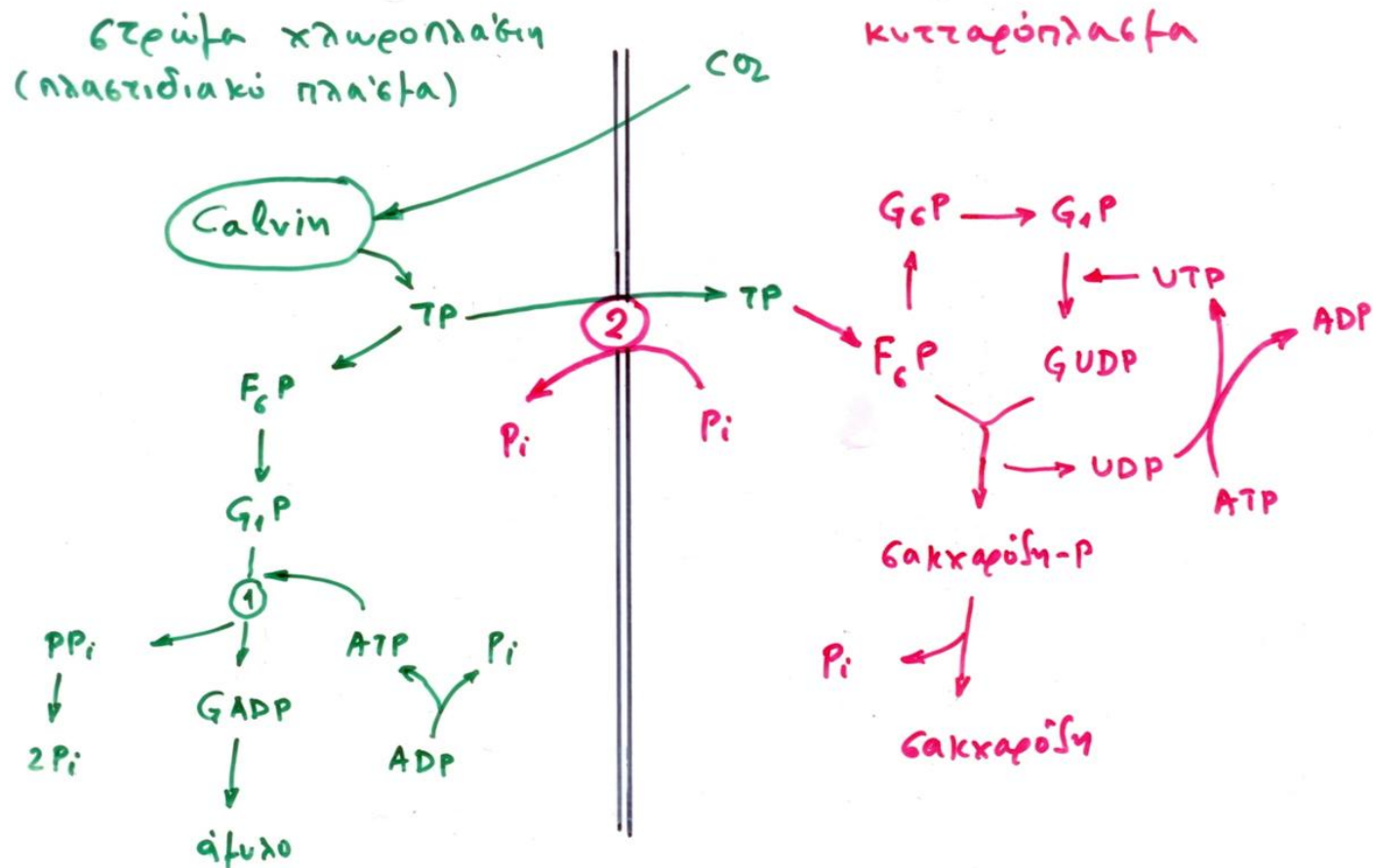
Φώσφορος και ωρίμαση καρπού

Ενεργοποιητικός μηχανισμός της έντασης της αναπνευστικής δραστηριότητας κατά την ωρίμαση του καρπού.

- Έλλειψη φωσφόρου καθυστερεί την ωρίμαση του καρπού.



Κατανομή άνθρακα μεταξύ στρώματος – κυτταροπλάσματος (α)





Κατανομή άνθρακα μεταξύ στρώματος – κυτταροπλάσματος (β)

Ρόλος P_i στην κατανομή του άνθρακα μεταξύ στρώματος και κυτταροπλάσματος:

- 1 mM P_i στο κυτταρόπλασμα (οριακή συγκέντρωση) \Rightarrow ενεργοποιεί την δέσμευση του CO_2 από τη ριβουλόζη-1,5P2.
- 5 mM P_i στο κυτταρόπλασμα \Rightarrow παρεμποδίζει τη σύνθεση αμύλου στο στρώμα.
- Δύο μηχανισμοί κατανομής του άνθρακα βρίσκονται στον **χλωροπλάστη** και ρυθμίζονται με διαφορετικό τρόπο.



Κατανομή άνθρακα μεταξύ στρώματος – κυτταροπλάσματος (γ)

1^{ος} μηχανισμός:

- Η παραγωγή του αμύλου γίνεται στο στρώμα του χλωροπλάστη.
- Η πυροφωσφορυλάση γλυκόζης-ADP είναι κομβικό **ένζυμο** για την σύνθεση του αμύλου:
 - παρεμποδίζεται αλλοστερικά από P_i .
 - ενεργοποιείται από TP.
- Λόγος **P_i/TP** ρυθμίζει τον ρυθμό παραγωγής του αμύλου:
 - υψηλή τιμή λόγου \Rightarrow ένζυμο ανενεργό.



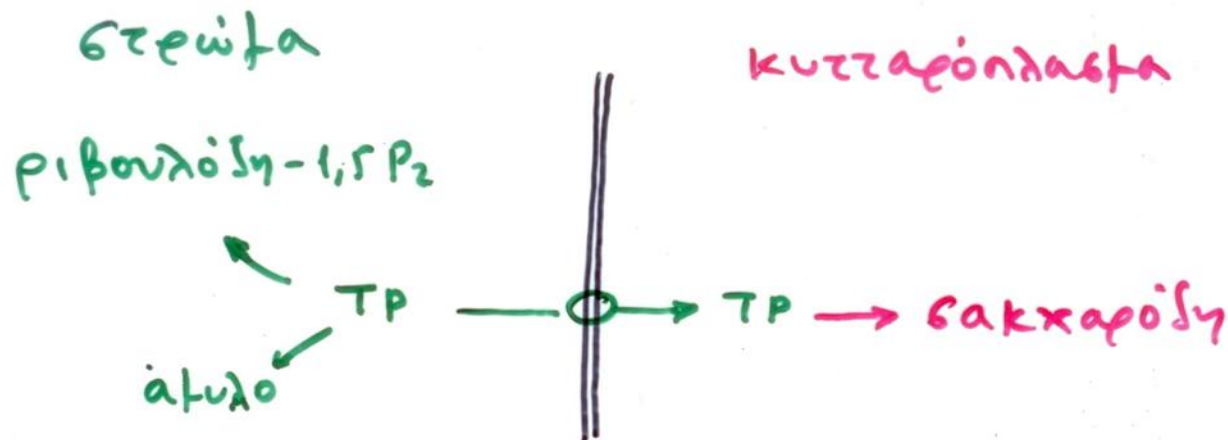
Κατανομή άνθρακα μεταξύ στρώματος – κυτταροπλάσματος (δ)

2^{ος} μηχανισμός:

- **Μεταφορέας P_i**: στην εσωτερική μεμβράνη του χλωροπλάστη ανταλλάσσει P_i με TP (όταν μπαίνει P_i βγαίνει TP και αντίστροφα).
- Υψηλή συγκέντρωση P_i στο κυτταρόπλασμα ⇒ αυξημένη έξοδο TP στο κυτταρόπλασμα ⇒ εξάντληση στάθμης TP στο στρώμα.
- **TP**: η πρώτη ύλη (υπόστρωμα) για την παραγωγή αμύλου και ενεργοποιητής της παραγωγικής διαδικασίας του αμύλου.



Κατανομή άνθρακα μεταξύ στρώματος – κυτταρόπλασματος (ε)



Πολύ υψηλή συγκέντρωση P_i στο κυτταρόπλασμα:

- ⇒ πολύ αυξημένη έξοδο TP στο κυτταρόπλασμα,
- ⇒ δεν επαρκεί για αναγέννηση της ριβουλόζης-1,5P₂,
- ⇒ παρεμποδίζεται η δέσμευση του CO₂.



Φώσφορος και φωτοσύνθεση

Στο φύλλο ο φωσφόρος μπορεί να αυξηθεί 20 φορές χωρίς να επηρεαστεί η φωτοσύνθεση.

Στο φως:

- άριστη [Pi] στο στρώμα για άριστη φωτοσύνθεση: 2-2,5 mM.
- οριακή [Pi] στο στρώμα για πλήρη παρεμπόδιση της φωτοσύνθεσης: 1mM.



Τροφοπενία φωσφόρου (α)

Υπό συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου:

- Εξάντληση του χυμοτοπιακού αποθέματος.
- Μετά, μείωση του κυτταροπλασματικού Pi μέχρι 0,2 mM.
- Μείωση ενεργειακών φωσφορικών στο 20%.
- Ενεργοποίηση της εναλλακτικής αναπνοής (μεταβολική προσαρμογή).
- Χαμηλή συγκέντρωση Pi στο κυτταρόπλασμα.



Τροφοπενία φωσφόρου (β)

Υπό συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου:
(συνέχεια)

- Συσσώρευση αμύλου στο χλωροπλάστη. Το άμυλο δεν κινητοποιείται τη νύχτα ή κατά την παραγωγική αύξηση.
- Περιορισμένη αύξηση υπεργείου.
- Συσσώρευση σακχάρων στο φύλλο:
 - λόγω μειωμένης ικανότητας φόρτωσης σακχαρόζης στο ΗΑΣ.
 - ή λόγω χαμηλότερης ζήτησης από τα καταναλωτικά σημεία.



Τροφοπενία φωσφόρου (Υ)

Υπό συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου:
(συνέχεια)

- Περιορισμένη αύξηση φύλλου: μειωμένη επιφάνεια φύλλου επειδή επηρεάζεται η αύξηση των επιδερμικών κυττάρων.
- Μειωμένος αριθμός φύλλων.
- Μειωμένη υδραυλική αγωγιμότητα ρίζας.
- Χλωροφύλλη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου αυξάνει \Rightarrow σκουρότερο πράσινο χρώμα.



Τροφοπενία φωσφόρου (δ)

Υπό συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου:
(συνέχεια)

- Η παραγωγή χλωροφύλλης και οι χλωροπλάστες επηρεάζονται λιγότερο από την αύξηση κυττάρων και φύλλων.
- Πρωτεΐνη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου δεν επηρεάζεται σημαντικά.
- Μειωμένη φωτοσυνθετική απόδοση ανά μονάδα χλωροφύλλης.
- Πρώιμη γήρανση φύλλου.



Τροφοπενία φωσφόρου (ε)

Υπό συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου:
(συνέχεια)

- Επηρεάζεται λίγο η αύξηση της ρίζας.
- Λόγος υπέργειου/ρίζα μειώνεται.
- Αύξηση της κατανομής των σακχάρων στη ρίζα.
 - κανονικά 15% \Rightarrow -P 22%.
- Αυξάνεται ο ρυθμός επιμήκυνσης της ρίζας.



Τροφοπενία φωσφόρου (στ)

Υπό συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου:
(συνέχεια)

- Η ρίζα κρατάει περισσότερο P: εξακολουθεί η μεταφορά P από το υπέργειο στη ρίζα.
- Η αναπνοή της ρίζας δεν επηρεάζεται:
αυξάνεται η εναλλακτική αναπνοή της ρίζας από 40% στο κανονικό σε 80% υπό -P.
 - προσαρμοστική δραστηριότητα.
 - επαναφορά σε κανονική αναπνοή με +P.



Τροφοπενία φωσφόρου (ζ)

Υπό συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου:
(συνέχεια)

- Περιορίζεται ο σχηματισμός αναπαραγωγικών οργάνων.
- Καθυστέρηση έναρξης σχηματισμού άνθους.
- Περιορισμός αριθμού ανθέων.
- Περιορισμός σχηματισμού σπύρου.



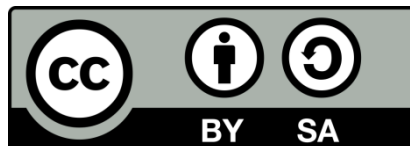
Βιβλιογραφία

- Hawkesford M, Horst W, Kichey T, Lambers H, Schjoerring J, Møller IS, and White P (2012). Functions of Macronutrients. 6.3 Phosphorus. In: Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, Third Edition.
- Αναλογίδης ΔΑ (2000). Έδαφος, Θρεπτικά Στοιχεία και Φυτική Παραγωγή. Κεφ. 4^ο: Φωσφόρος.



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

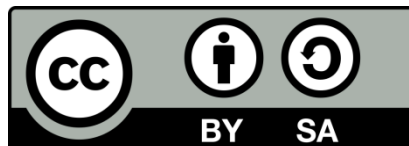
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2014. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Μπουράνης Δημήτριος, Χωριανοπούλου Στυλιανή, «Θρέψη Φυτών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<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.