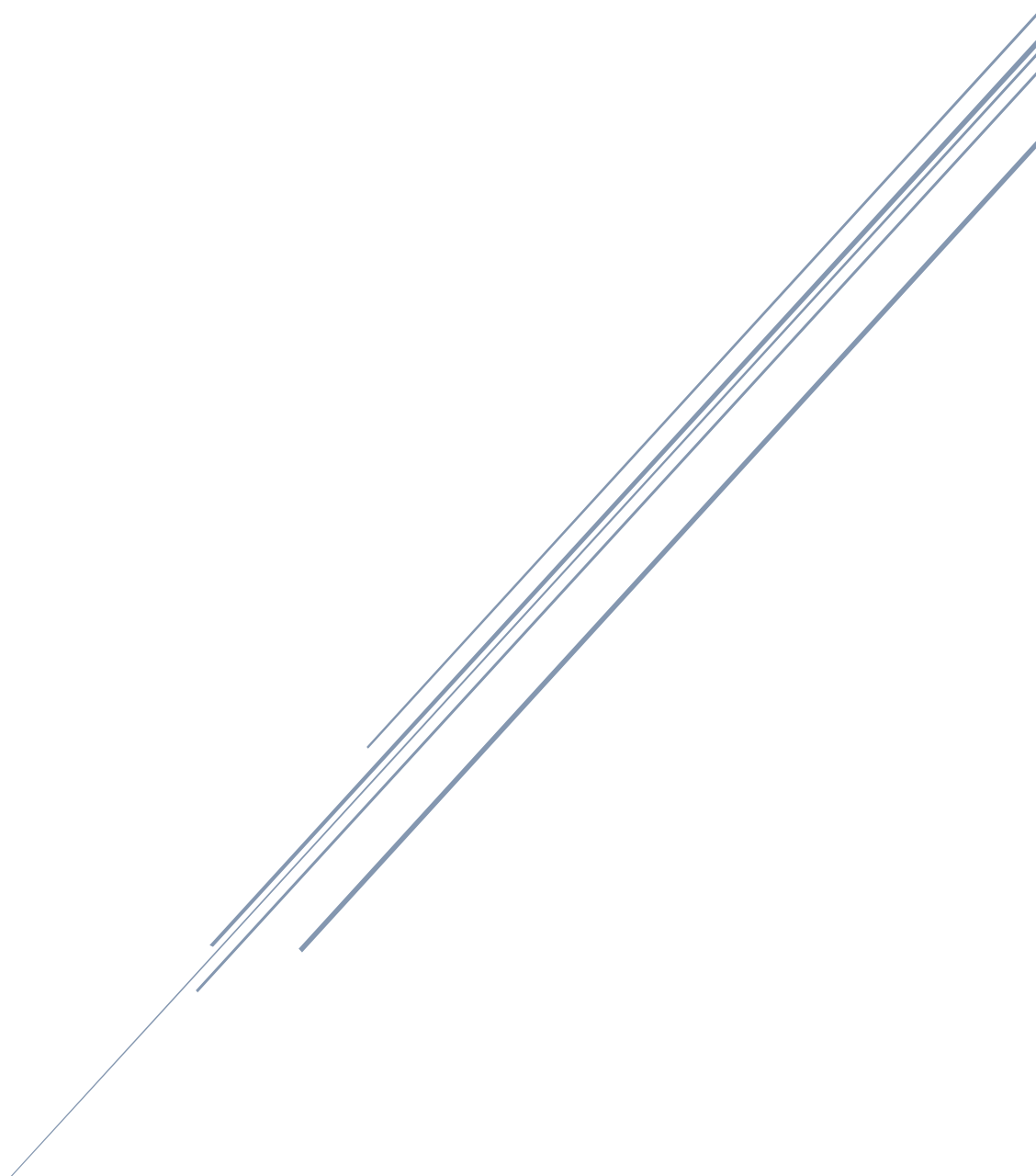


# ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑ

Ο ΦΩΣΦΟΡΟΣ



ΔΙΕΚ ΣΙΝΔΟΥ  
ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ / ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

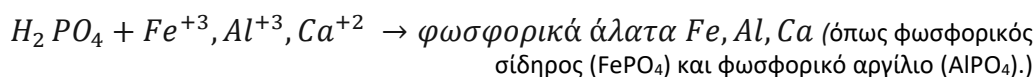
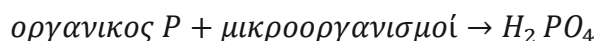
## Ο ΦΩΣΦΟΡΟΣ (P)

### Μορφές φωσφόρου στο έδαφος

Ο φώσφορος στο έδαφος βρίσκεται τόσο στη στερεή φάση του όσο και στο εδαφοδιάλυμα, με διάφορες μορφές. Πολύ μικρό ποσοστό είναι εύκολα αφομοιώσιμο από τα φυτά. Η δυσκολία αφομοίωσης έγκειται στο γεγονός ότι ο φώσφορος θα είναι είτε προσροφημένος στη στερεή φάση του εδάφους με ισχυρές δυνάμεις, είτε θα βρίσκεται στο σε μορφή δυσδιάλυτων ενώσεων που απελευθερώνουν το φώσφορο πολύ αργά στο εδαφοδιάλυμα.

Ο φώσφορος στη στερεά φάση βρίσκεται με τις παρακάτω μορφές:

- Ως οργανικός. Η συνεισφορά του στα φυτά είναι έμμεση γιατί θα πρέπει να υποστεί ανοργανοποίηση με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, ώστε να εμφανιστεί με μορφή προσιτή στα φυτά.



Ο ρυθμός ανοργανοποίησης είναι πολύ μικρός και η συνεισφορά στη θρέψη είναι τόσο μικρή που μπορούμε να πούμε ότι τα φυτά καλύπτουν τις ανάγκες σε φώσφορο από ανόργανες φωσφορικές ενώσεις.

- Ως δυσδιάλυτες ανόργανες φωσφορικές ενώσεις. Η μορφή των ενώσεων αυτών εξαρτώνται του pH των εδαφών.
  - Στα αλκαλικά εδάφη εμφανίζονται με τη μορφή φωσφορικού ασβεστίου  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , φωσφορικού τετρασβεστίου  $\text{Ca}_4\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , και φωσφορικού οκτασβεστίου  $\text{Ca}_8\text{H}(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .
  - Στα όξινα εδάφη επικρατούν ιόντα  $\text{Fe}^{+3}$  και  $\text{Al}^{+3}$  καθώς και άλλα άλατα όπως απατίτης και κυρίως του φθοριοαπατίτη ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ) κ.

Ο φώσφορος που λαμβάνεται από τις ενώσεις αυτές ανήκει στον δύσκολα αφομοιώσιμο

- Ως προσροφημένος φώσφορος. Τα συστατικά του εδάφους που είναι υπεύθυνα για την προσρόφηση των φωσφορικών ανιόντων είναι τα ορυκτά της αργίλου, τα ελεύθερα οξείδια του σιδήρου και αργιλίου, καθώς και το ανθρακικό ασβέστιο. Από τον προσροφημένο φώσφορο ένα μέρος μόνο ελευθερώνεται εύκολα στο εδαφικό διάλυμα ώστε να γίνεται διαθέσιμος στα φυτά, ενώ ο υπόλοιπος συγκρατείται ισχυρά και ανήκει και αυτός στην κατηγορία του δύσκολα αφομοιώσιμου φωσφόρου. Τα φυτά προσλαμβάνουν το P από το εδαφικό διάλυμα με τη μορφή κυρίως **δισόξινου φωσφορικού** ιόντος ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) και **όξινου φωσφορικού** ιόντος ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Η

αναλογία των ιόντων αυτών στο εδαφικό διάλυμα εξαρτάται του pH του διαλύματος. Όσο πιο όξινο είναι το περιβάλλον τόσο περισσότερα ιόντα **δισόξινα φωσφορικά** ιόντα ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) υπάρχουν, ενώ όσο πιο αλκαλικό τόσο περισσότερα ιόντα **όξινου φωσφορικού** ( $\text{HPO}_4^{=}$ ). Με pH 7 υπάρχουν και οι δύο μορφές σχεδόν στην ίδια αναλογία.

Η μορφή του φωσφόρου στο έδαφος λοιπόν εξαρτάται από:

- Την περιεκτικότητα και το είδος της αργίλου
- Την τιμή του pH και των διαφόρων φυσικοχημικών ιδιοτήτων
- Το ποσό της οργανικής ουσίας

### **Ο ρόλος του φωσφόρου στα φυτά**

Ο φώσφορος είναι στοιχείο που βρίσκεται σε πολλές οργανικές φυτικές ενώσεις. Οι πιο συνηθισμένες ενώσεις είναι οι υδατάνθρακες που ενεργοποιήθηκαν, τα νουκλεϊκά οξέα, τα φωσφολιπίδια κ.α. Έχει βρεθεί ότι ο φώσφορος αποταμιεύεται περισσότερο στους νεοαναπτυσσόμενους καρπούς και ιδιαίτερα στα σπέρματά τους ενώ ελάχιστη ποσότητα βρίσκεται στους ώριμους καρπούς. Επίσης, κατέχει πολύ σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των φυτών οπότε η έλλειψή του επηρεάζει όλα τα στάδια της ανάπτυξης.

Επίσης ο φώσφορος παίζει σπουδαίο ρόλο στον μεταβολισμό του φυτού, λειτουργεί σαν μεταφορές ενέργειας, οπότε η έλλειψή του επηρεάζει όλα τα στάδια ανάπτυξης. Βοηθάει στην καλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, στην καταβολή αναπαραγωγικών οργάνων, το σχηματισμό σπόρων και επιταχύνει την ωρίμανση.

Η έλλειψη του φωσφόρου στα φυτά μπορεί να προκληθεί από:

- Σε εδάφη με κακό αερισμό
- Σε εδάφη με pH πάνω από 7

Και έχει ως αποτέλεσμα:

- Το νανισμό των φυτών και την πρόωρη πτώση των φύλλων.
- Οι φυτικοί ιστοί γίνονται μαλακοί και υδαρείς.
- Το φύλλωμα σε κάποιες καλλιέργειες αποκτά ακανόνιστο βαθύ πράσινο χρώμα (καπνός, βαμβάκι). Συχνά εμφανίζεται κόκκινο χρώμα ή βουσσινί, κυρίως περιφερικά.
- Τα φυτά αποκτούν φτωχό ριζικό σύστημα.

Ο φώσφορος στο έδαφος λόγω της ισχυρής προσρόφησής του στα ανόργανα εδαφικά κολλοειδή μετακινείται δύσκολα. Στο φυτό όμως είναι ευμετακίνητος. Αυτό σημαίνει ότι μετακινείται εύκολα προς τα μέρη που παρατηρείται έντονη φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Επομένως, πιθανή τροφопενία εμφανίζεται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα, τα οποία συνήθως υπό συνθήκες έλλειψης έχουν βαθύ

πράσινο χρώμα. Στα σπυροφόρα είναι σκληρά με καστανό χρώμα και πέφτουν πρόωρα.



**Τροφοπενία φωσφόρου**



Πηγή εικόνων:

<http://gavriel.gr/language/el/%CF%86%CF%89%CF%83%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%BF%CF%83/>

## Εμπλουτισμός φωσφόρου

Συνεπώς για να αυξήσουμε την διαθεσιμότητα του φωσφόρου στα φυτά θα πρέπει:

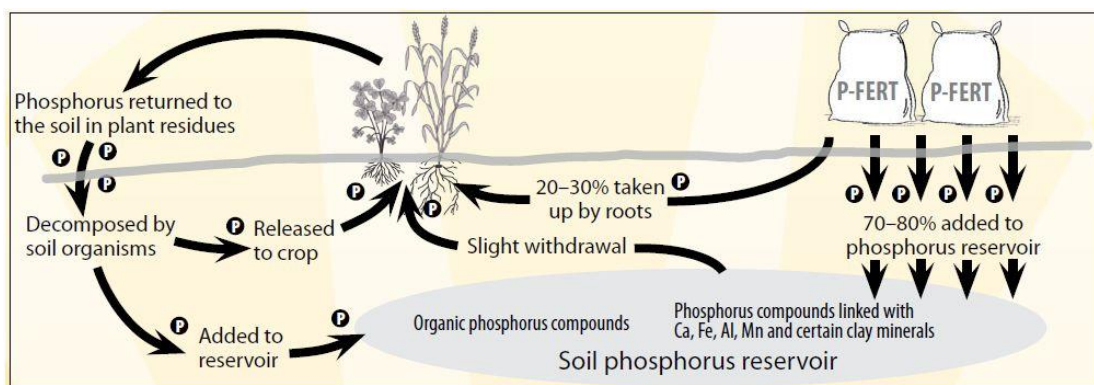
- Να επιλέγουμε λιπάσματα που περιέχουν φώσφορο με υψηλή υδατοδιαλυτότητα.
- Να προσπαθούμε να ρίξουμε το pH του εδάφους κάτω από 7.
- Να ενσωματώνουμε το λίπασμα που περιέχει φώσφορο ώστε να πλησιάσουμε όσο γίνεται την ριζόσφαιρα.
- Να επιλέξουμε την διαφυλλική εφαρμογή λιπάσματος που περιέχει φώσφορο.

## Απώλειες και Συντήρηση φωσφόρου

Για να μην υπάρχουν απώλειες P, τα λιπάσματα φωσφόρου τοποθετούνται με ενσωμάτωση κατά τη σπορά.

Οι πρακτικές διαχείρισης που αφήνουν κάλυψη εδάφους και υπολείμματα καλλιεργειών συμβάλλουν στη διατήρηση του φωσφόρου.

Ο υψηλότερος κίνδυνος για την απώλεια του εδαφικού P από καλλιεργήσιμες εκτάσεις οφείλεται σε έντονες καταιγίδες και σε βροχοπτώσεις καθώς και στην τήξη του χιονιού.



Πηγή εικόνας: <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/threpsilipansi/item/2292-pos-apofeygoume-tis-apoleies-fosforou-kata-ti-diarkeia-tou-xeimona>

Η εφαρμογή κοπριάς μετά τη συγκομιδή έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ποσότητα φωσφόρου στη ριζική ζώνη. Όταν η κοπριά εφαρμόζεται στην επιφάνεια και δεν ενσωματώνεται, ο φωσφόρος συγκεντρώνεται στα ανώτερα στρώματα του εδάφους.

Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του P, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος απώλειας διαλυτού P κατά τη διάρκεια των συνθηκών χειμερινής απορροής. Όπου έχει ενσωματωθεί κοπριά κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, ο κίνδυνος απώλειας διαλυτού P μειώνεται.

## Βιβλιογραφία

Καράταγλης Σ.Σ., Φυσιολογία φυτών, , Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Βιολογίας, Θεσσαλονίκη 1995.

Μόσχος Α.Δ., Λιπασματολογία (Γονιμότητα Εδάφους και Λιπάσματα) Σημειώσεις, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Θεσσαλονίκη 1992

<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%A6%CF%8E%CF%83%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%BF%CF%82>

<https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/threpsi-lipansi/item/2292-pos-apofeygoume-tis-apoleies-fosforou-kata-ti-diarkeia-tou-xeimona>

[https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3508/2/02\\_chapter\\_10.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3508/2/02_chapter_10.pdf)