



Σχολή Γεωπονικών Επιστημών - Τμήμα Γεωπονίας  
Εργαστήριο Εδαφολογίας  
Μάθημα: Θρέψη Φυτών – Γονιμότητα Εδαφών

Υπεύθυνος καθηγητής Τζανακάκης Βασίλειος



6<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση:  
Προσδιορισμός P στους  
φυτικούς ιστούς

Εισηγητής:  
Δρ. Ζηδιανάκης Ιωάννης



# Στην προηγούμενη εργαστηριακή άσκηση:



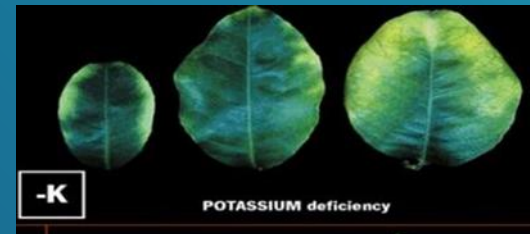
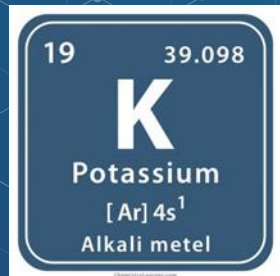
Η περιεκτικότητα του K στα φύλλα κυμαίνεται από 0,5% έως 5,0% επί της ξηράς ουσίας.  
Χαρακτηρίζεται ως ευκίνητο στοιχείο.

Ο ρόλος του K στη θρέψη των φυτών:

- ενεργοποίηση ενζύμων που εμπλέκονται στην αναπνοή και τη φωτοσύνθεση
- βιοσύνθεση του μορίου της ATP (ενεργειακό νόμισμα των κυττάρων)
- πρόσληψη του νερού από τα κύτταρα (ωσμωτική επίδραση)
- βελτίωση της ποιότητας και ανθεκτικότητας των καρπών.



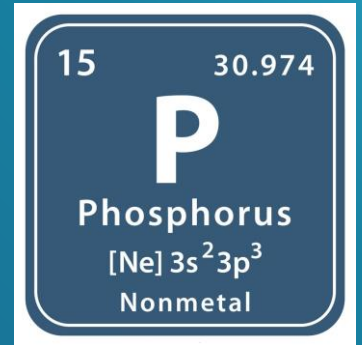
- Συμπτώματα ανεπάρκειας K
- Προσδιορισμός του K – Χρήση φλογοφωτόμετρου
- Τελικοί Υπολογισμοί – Αποτέλεσμα





# Ο ρόλος του P στη θρέψη των φυτών

- ✓ Η περιεκτικότητα του P στα φύλλα κυμαίνεται από 0,15% έως 1,0% επί της ξηράς ουσίας
- ✓ Τα ιόντα Φωσφόρου διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην:
  - Σύνθεση φωσφορικών σακχάρων, νουκλεϊκών οξέων, νουκλεοτιδίων, συνενζύμων, φωσφολιπιδίων κ.λπ.
  - Αντιδράσεις που περιλαμβάνουν **ATP**
  - Στην αναπνοή και φωτοσύνθεση
  - Ρύθμιση του pH του κυττάρου και την αύξηση της ρίζας





# Συμπτώματα ανεπάρκειας P

- ✓ Η ανεπάρκεια P επηρεάζει την ανάπτυξη των νεαρών φυτών και δίνει ένα σκούρο πράσινο χρώμα στα φύλλα, τα οποία ενδέχεται παραμορφωθούν ή να περιέχουν νεκρωτικά σημεία.
- ✓ Ορισμένα είδη μπορεί να παράγουν περίσσεια ανθοκυανών, δίνοντας στα φύλλα έναν ελαφρύ μωβ χρωματισμό.
- ✓ Πρόσθετα συμπτώματα ανεπάρκειας φωσφόρου περιλαμβάνουν την παραγωγή λεπτών (αλλά όχι ξυλώδους υφής) στελεχών και του Θανάτου παλαιότερων φύλλων.
- ✓ Η ωρίμανση του φυτού μπορεί επίσης να καθυστερήσει



<http://geoponicblog.blogspot.com/2014/12/ph.html>



<https://plantpro.gr/kaliergies/f1019999/778>



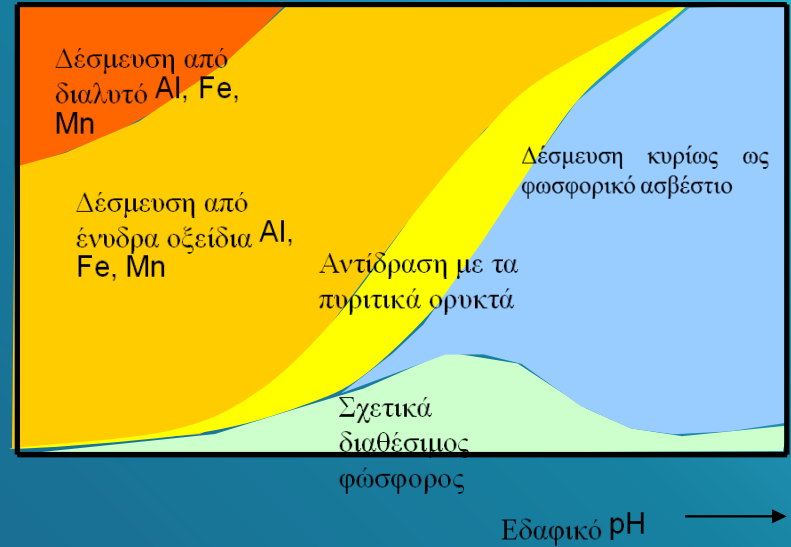
<https://plantpro.gr/kaliergies/f1120503/469>



# Το γίνεσθαι του Φωσφόρου στο έδαφος

- Το pH είναι σημαντικός παράγοντας που ρυθμίζει την κινητικότητα του φωσφόρου.
- Το υψηλό pH οδηγεί στην εναλλαγή των προσροφημένων φωσφορικών ιόντων με τα  $\text{OH}^-$  και  $\text{HCO}_3^-$  του εδαφικού διαλύματος αυξάνοντας την συγκέντρωσή τους μέσα σε αυτό. Επίσης, η διαλυτότητα του φωσφόρου σε υψηλό pH εξαρτάται από την διαλυτότητα των υπαρχόντων ασβεστούχων φωσφορικών ορυκτών.
- Σε χαμηλό pH, προκαλείται κατακρήμνιση του φωσφόρου από τα διαλυτά ιόντα  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  και  $\text{Mn}^{3+}$ .

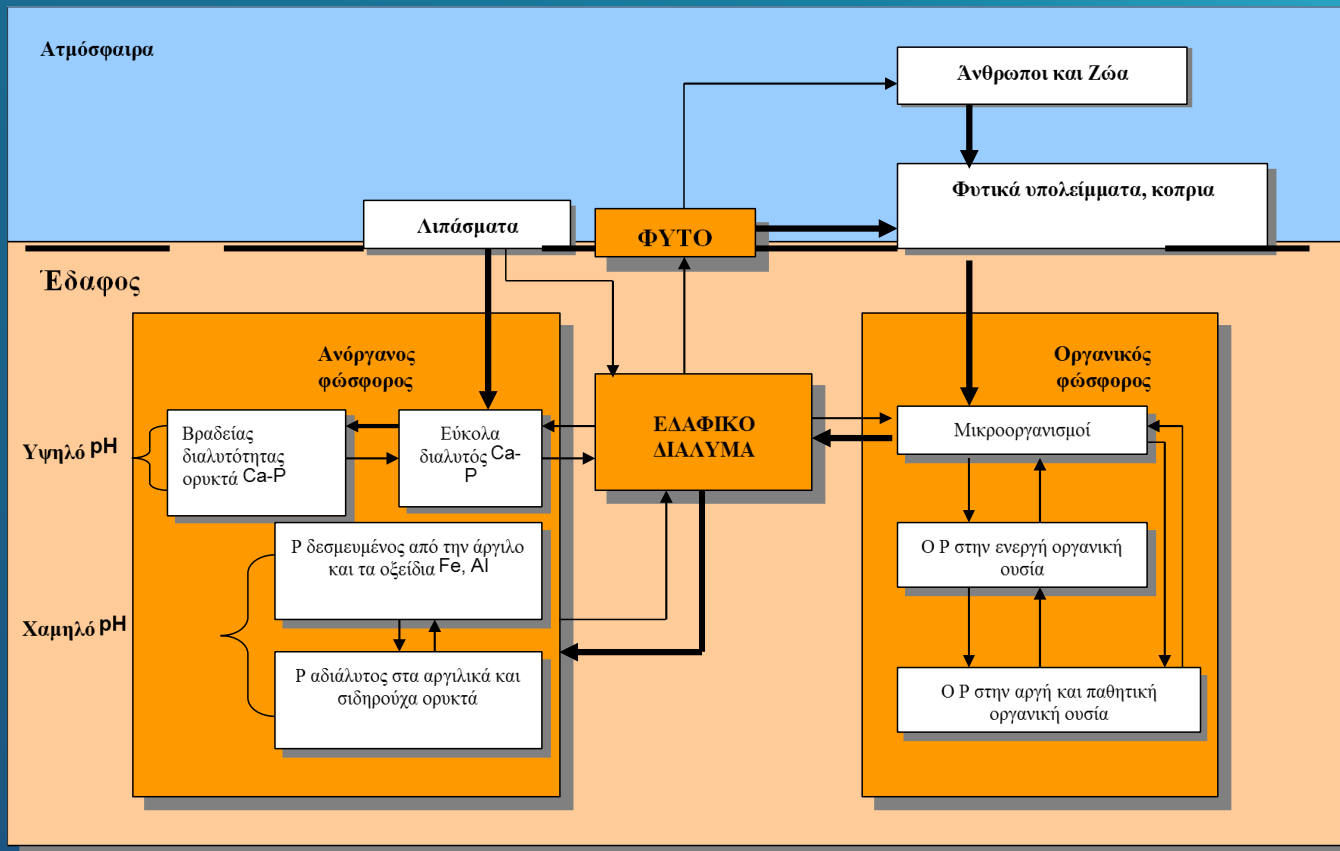
↑  
Η διασπορά  
του  
φώσφορου  
(%)



Εδαφικό pH →

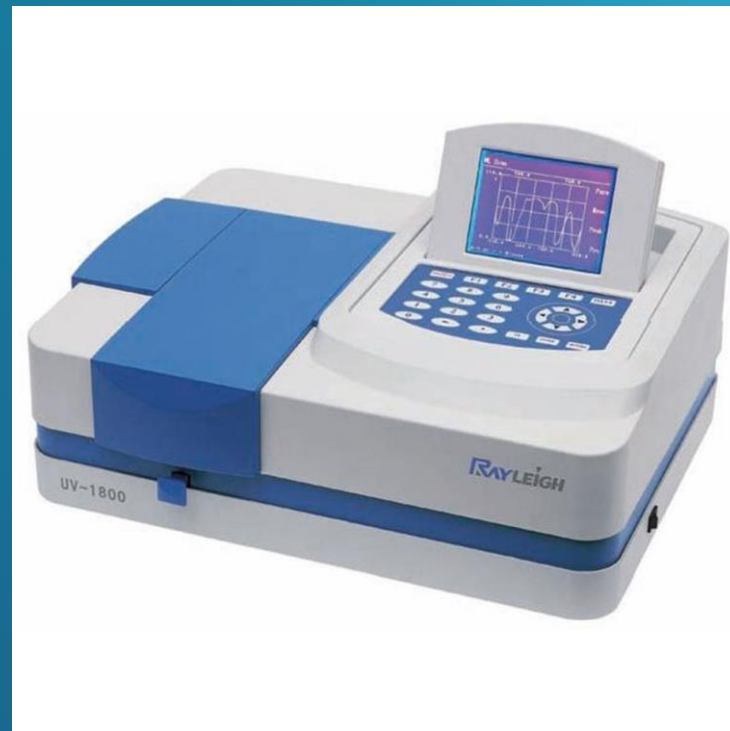


# Ο Κύκλος του Φωσφόρου



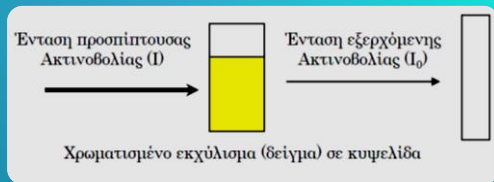
# Προσδιορισμός του Ρ στους φυτικούς ιστούς

Με τη χρήση  
φασματοφωτόμετρου





# Αρχές φασματοφωτομετρίας



Η μέθοδος στηρίζεται στην ιδιότητα χρωματισμένων ουσιών να απορροφούν ακτινοβολία ορισμένου μήκους κύματος. Η ένταση της απορρόφησης είναι συνάρτηση της έντασης του χρώματος άρα και της συγκέντρωσης του στοιχείου ή της ένωσης που έδωσε το χρώμα. Οι παραπάνω αλληλεπιδράσεις περιγράφονται από τον νόμο των Lambert-Beer:

$$\log I/I_0 = \epsilon b C = A$$

Όπου:

I η ένταση της προσπίπτουσας Ακτινοβολίας

$I_0$  Ένταση εξερχόμενης Ακτινοβολίας

$\epsilon$  Μοριακός συντελεστής απορρόφησης

b Μήκος διανυθείσας διαδρομής

C Συγκέντρωση διαλύματος

A Απορρόφηση

Για τις μετρήσεις χρησιμοποιείται το φασματοφωτόμετρο διότι έχει:

- ✓ μεγάλη ευαισθησία,
- ✓ ταχύτητα,
- ✓ απλότητα χειρισμού,
- ✓ εύκολη αυτοματοποίηση και
- ✓ δυνατότητα διατήρησης του δείγματος μετά τη χρήση.

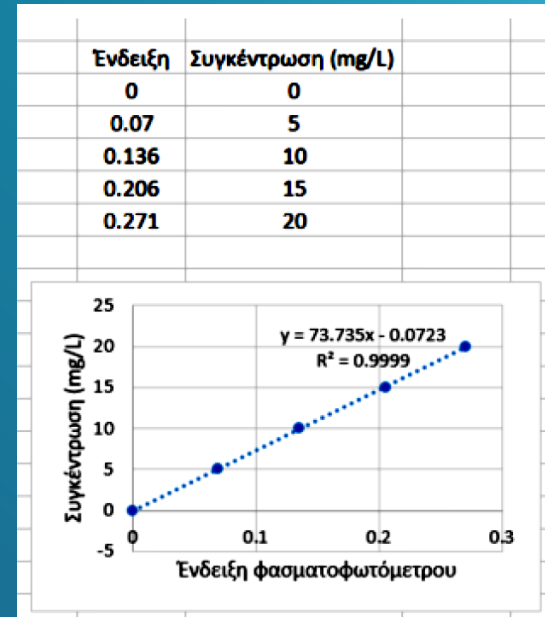
Ο νόμος των Lambert-Beer ισχύει υπό τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Η απορρόφηση είναι ο μόνος μηχανισμός αλληλεπίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και της διαλυμένης ουσίας.
- Η προσπίπτουσα ακτινοβολία είναι μονοχρωματική.
- Η διατομή του όγκου του διαλύματος είναι ομοιόμορφη.
- Τα απορροφούντα μόρια της ουσίας δρουν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.



# Βαθμολόγηση του οργάνου - πρότυπα διαλύματα

- Η βαθμολόγηση (κατασκευή της συνάρτησης) πραγματοποιείται για να βρεθεί η σχέση της ένδειξης του οργάνου με την συγκέντρωση του P.
- Γίνεται συγχρόνως με την ανάλυση και χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης σε P και προσδιορίζουμε τη σχετική συνάρτηση.
- Μετά την βαθμονόμηση γίνεται η μέτρηση του δείγματος και λαμβάνουμε την ένδειξη του οργάνου. Με βάση τη κατασκευασμένη συνάρτηση αντιστοιχούμε την ένδειξη του οργάνου σε συγκέντρωση P στο δείγμα.



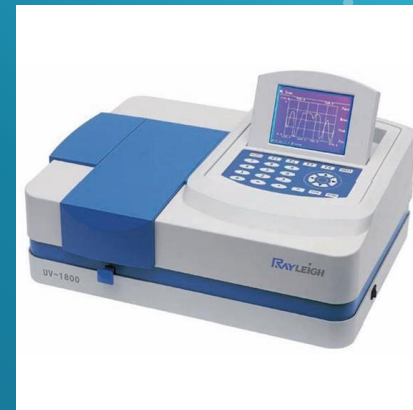


# Προσδιορισμός του Ρ – Χρήση Φασματοφωτόμετρου

## Μέθοδος Βαναδομολυβδαινικού Αμμωνίου

### Αρχή μεθόδου

Βαναδικές, μολυβδαινικές και ορθοφωσφορικές ενώσεις αντιδρούν μεταξύ τους σε όξινο περιβάλλον και δίνουν ένα σύμπλοκο με κίτρινο χρώμα. Η ένταση του χρώματος είναι πρακτικά ανάλογη με την περιεκτικότητα του Ρ στο διάλυμα μέσα όμως σ' ορισμένα όρια.





# Προσδιορισμός του P – Χρήση Φασματοφωτόμετρου

## Μέθοδος Βαναδομολυβδαινικού Αμμωνίου

### Αντιδραστήρια

#### Βαναδομολυβδαινικό αμμώνιο.

- 22,5 g μολυβδαινικού αμμωνίου διαλύονται σε 400 ml νερό.
- 1,25 g βαναδικού αμμωνίου διαλύονται σε 300 ml νερό που βράζει.
- Προστίθενται 250 ml πυκνό νιτρικό οξύ.

#### Διάλυμα P 50 ppm.

- Παρασκευάζεται διαλύοντας 0,2195 g δισόξινο φωσφορικό κάλι ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) σε ένα λίτρο νερό.
- Με αραιώσεις προκύπτουν τα διαλύματα 0-5-10-15-20 ppm P (standards).



# Προσδιορισμός του P – Χρήση Φασματοφωτόμετρου

## Μέθοδος Βαναδομολυβδαινικού Αμμωνίου

### Διαδικασία

- 1° ΒΗΜΑ:** Προσθήκη 10 ml stock διαλύματος σε φιάλη των 50 ml
- 2° ΒΗΜΑ:** Προσθήκη 10 ml βαναδομολυβδαινικού αμμωνίου
- 3° ΒΗΜΑ:** Συμπληρώνουμε με νερό έως τη χαραγή (συνολικός όγκος 50 ml)
- 4° ΒΗΜΑ:** Αναμονή για 30 λεπτά και μετράμε την απορρόφηση στα 470 nm.
- 5° ΒΗΜΑ:** Με αραιώσεις προκύπτουν τα διαλύματα 0-5-10-15-20 ppm P (standards)
- 6° ΒΗΜΑ:** Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία χρωματισμού και στα standards και μετράμε.



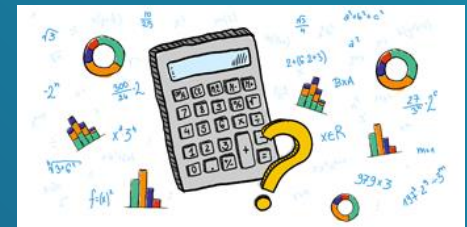
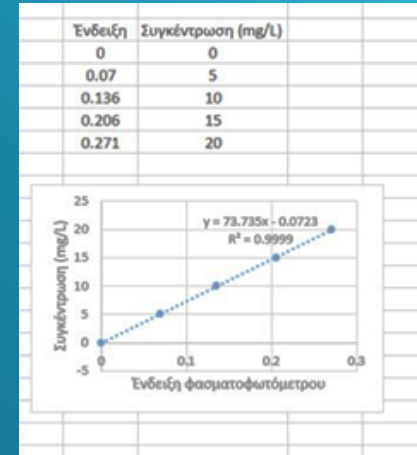
# Προσδιορισμός του Ρ – Χρήση Φασματοφωτόμετρου

## Υπολογισμοί - Δεδομένα

Έστω ότι για τον υπολογισμό της επί τοις % περιεκτικότητας των φυτικών ιστών σε Ρ είχαμε τα πιο κάτω υποθετικά δεδομένα:

- ◆ Πραγματικό βάρος ξηρών φυτικών ιστών: 1,200g
- ◆ Stock διάλυμα που προήλθε από τους φυτικούς ιστούς: 100 ml.
- ◆ Ποσότητα αραιωμένου stock διαλύματος που λήφθηκε για τον προσδιορισμό: 10 ml. (Αραίωση του stock διαλύματος που χρησιμοποιήθηκε 1:4 (Σ.Δ.=5))
- ◆ Φιαλίδιο που χρησιμοποιήθηκε: 50 ml.
- ◆ Η απορρόφηση του διαλύματος που μετρήθηκε: 0.15

Ζητείται η % περιεκτικότητα του ιστού σε Ρ.





# Προσδιορισμός του P – Χρήση Φασματοφωτόμετρου

## Λύση

Με βάση την καμπύλη από τα πρότυπα διαλύματα προέκυψε ότι η συγκέντρωση P του διαλύματος που περιέχει τα 10 ml από το stock διάλυμα είναι 11 mg/L P

Δηλαδή:

Τα 1000 ml διαλύματος που μετρήθηκε περιέχουν 11,0 mg P.

Τα 50 ml που είναι το φιαλίδιο περιέχουν  $X=?$  “ “

$$X=50 \times 11 / 1000 = \mathbf{0,55 \text{ mg P}}$$

Τα 5 ml αραιωμένου stock διαλύματος περιέχουν 1 ml stock διάλυμα

Στα 10 ml αραιωμένου stock διαλύματος  $\Psi=?$  “ “

$$\text{Άρα } \Psi=1 \times 10 / 5 = \mathbf{2 \text{ ml stock διάλυμα}}$$

τα 2 ml του stock διαλύματος περιέχουν 0,55 mg P

Τα 100 ml “ “ “  $\Omega=?$  “ “

$$\Omega=0,55 \times 100 / 2 = \mathbf{27,5 \text{ mg P}}$$

Τα 1,200 g ή 1200 mg φυτικών ιστών περιέχουν 27,5 mg P

Τα 100 mg φυτικών ιστών περιέχουν  $Z=?$  mg P

$$X=27,5 \times 100 / 1200 = \mathbf{2,29 \text{ mg P}}$$

δηλαδή η επί τοις εκατό περιεκτικότητα του φωσφόρου στον φυτικό ιστό (ξηρό βάρος) είναι 2,29%



**Άρα η περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε P επί του ξηρού βάρους είναι 2,29%**



# Προσδιορισμός του P – Χρήση Φασματοφωτόμετρου

## Αξιολόγηση αποτελέσματος

ΠΙΝΑΚΑΣ												
Αποτελεσμάτων Ανάλυσης Δείγματος Φύλλων.												
Ελιά (Χειμώνας) 25 ετών												
Μακροστοιχεία %												
	Ολικό N		P		K		Ca		Mg		S	
Τιμές Επάρκειας:	1.60	2.00	0.09	0.12	0.70	1.00	1.00	2.50	0.10	0.30		
<b>Αποτέλεσμα:</b>	<b>1.554</b>		<b>0.41</b>		<b>0.77</b>		<b>2.12</b>		<b>0.24</b>			
Χαρακτηρισμός:	<b>MA</b>		<b>Y</b>		<b>E</b>		<b>E</b>		<b>E</b>			
Ιχνοστοιχεία ppm												
	B		Mn		Zn		Fe		Cu		Mo	
Τιμές Επάρκειας:	20	50	50	150	10	30	50	150	5.00	20.00		
<b>Αποτέλεσμα:</b>	<b>18.57</b>		<b>46.35</b>		<b>10.87</b>		<b>128.80</b>		<b>6.8</b>			
Χαρακτηρισμός:	<b>MA</b>		<b>MA</b>		<b>ME</b>		<b>E</b>		<b>E</b>			
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΡΕΠΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ:</b> <b>A:</b> Ανεπάρκεια, <b>MA:</b> Μερική Ανεπάρκεια, <b>ME:</b> Μερική Επάρκεια, <b>E:</b> Επάρκεια, <b>Y:</b> Υπερεπάρκεια												



Ευχαριστώ για την  
προσοχή σας !!!