



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

Υπεύθυνος καθηγητής Τζανακάκης Βασίλειος



# 4<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση: Προσδιορισμός Κ στους φυτικούς ιστούς

Εισηγητής:  
Δρ. Ζηδιανάκης Ιωάννης



# Στην προηγούμενη άσκηση:

Η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση ή κοινώς ανάλυση φύλλων αφορά στον προσδιορισμό της θρεπτικής κατάστασης των φυτικών ιστών δηλαδή τον εντοπισμό και αξιολόγηση των θρεπτικών στοιχείων και ιχνοστοιχείων που περιέχουν.



- Στόχοι της φυλλοδιαγνωστικής
- Δειγματοληψία - Βασικές Αρχές
- Επεξεργασία σύνθετου δείγματος:
  - Πλύσιμο φυτικών ιστών
  - Ξήρανση του δείγματος
  - Άλεσμα φυτικών ιστών
  - Αποθήκευση δείγματος

Λήψη  
αντιπροσωπευτικών  
δειγμάτων



# Χρειαζόμαστε υγιή εδάφη για την υποστήριξη της ζωής

**Soil** the foundation of nutrition

**2015 International Year of Soils**  
fao.org/soils-2015

**Role of 18 nutrients necessary for plant growth and human health**

**Soil macronutrients:** N (Nitrogen), P (Phosphorus), K (Potassium), Ca (Calcium), Mg (Magnesium), S (Sulfur), C (Carbon), H (Hydrogen), O (Oxygen)

**Soil micronutrients:** B (Boron), Cu (Copper), Fe (Iron), Mn (Manganese), Mo (Molybdenum), Na (Sodium), Si (Silicon), Zn (Zinc)

**Plant Growth Benefits:**

- Promote plant growth
- Improves winter hardiness
- Involved in photosynthesis
- Increases disease resistance
- Reduces plant respiration
- Promotes root formation and growth
- Increases water-use efficiency
- Stimulates microbial activity
- Promote nodule formation on legumes
- Involved in carbohydrate metabolism and translocation of starches
- Promote reproduction
- Aid translocation of photosynthes from leaves to fruiting organs
- Acts as an O<sub>2</sub> carrier
- Fruit formation
- Quickens maturity
- Fruit quality
- Fruit Flavour
- Seed formation
- Seed quality
- Enhances maturity of small grains
- Aids in enzyme functionality and plant use of Fe and P
- Key responsible for enzyme activity
- Helps enzyme activity and increases the availability of P and Ca

**Human Health Benefits:**

- Plays a key role in brain and muscle function
- Contributes to perception of taste
- Needed for immune system health
- Key component of protein
- Essential for muscle and nerve activity
- Important in immune system health, blood clotting, and pressure regulation
- A component of proteins, DNA, RNA and blood
- Promotes digestive process
- Maintains acid-base balance
- Needed for proper fluid balance
- Essential to fetal development and functioning of reproductive system
- Key component of enzymes
- Helps deliver oxygen to the tissues
- Important for healthy bones
- A component of enzymes, DNA, RNA, proteins and promotes immune system health
- A component of enzymes and involved in Fe metabolism

**Soil Degradation Consequences:**

- Soil degradation leads to the loss of soil micro and macronutrients
- Nutrient-poor soils are unable to produce healthy food with all the necessary nutrients for a healthy person
- Over 2 billion people suffer from micronutrient deficiencies

**Soil Management Practices:**

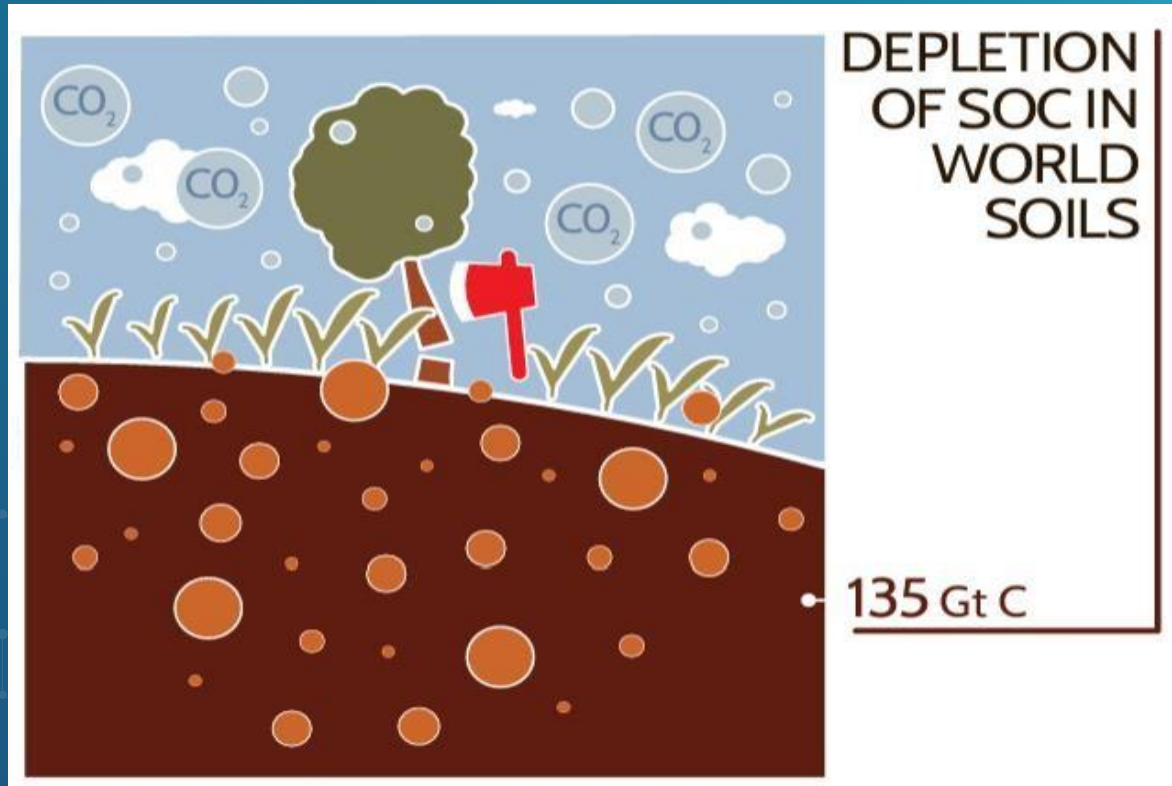
- Reduce erosion
- Ensure crop rotation
- Keep soil surface covered
- Minimize tillage
- Increase soil organic matter content

**Healthy soils for a healthy life**

Food and Agriculture Organization of the United Nations  
With the financial support of the Russian Federation

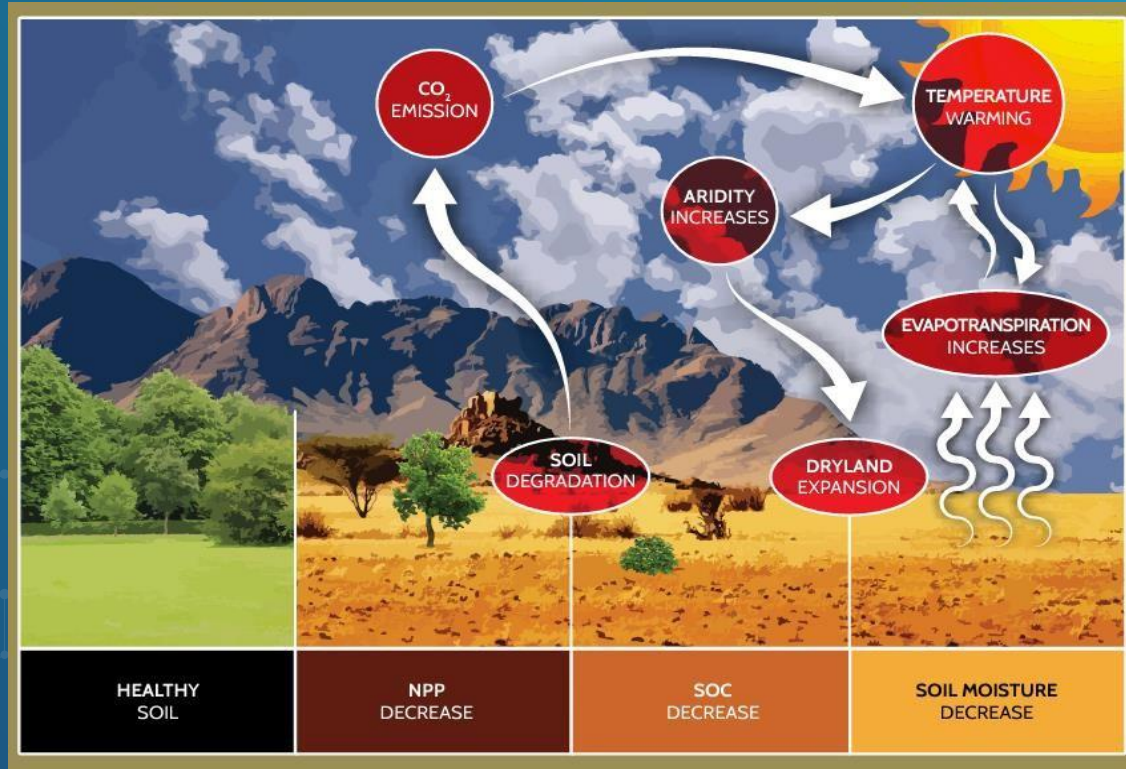


## Σταδιακή ελάττωση της οργανικής ουσίας των εδαφών



Source: [http:// www.fao.org/global-soilpartnership/areas-of-work/soilorganic-carbon/en/](http://www.fao.org/global-soilpartnership/areas-of-work/soilorganic-carbon/en/)

# Υγιή Εδάφη και κλιματική αλλαγή



# Υγιή Εδάφη και κλιματική αλλαγή



Climate change represents a serious threat to global food security.



The steady conversion of grassland and forestland to cropland and grazing lands has resulted in historic losses of soil carbon worldwide.



Forests



Croplands



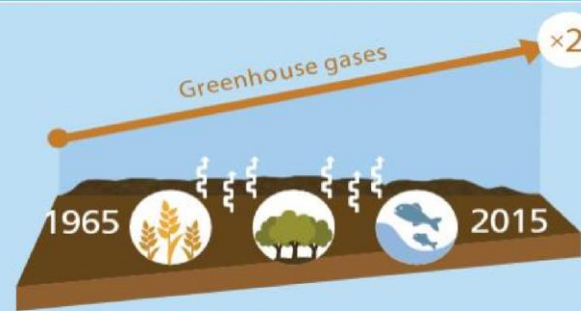
Peatlands



Grazing lands



Land-use conversions and drainage of organic soils for cultivation are responsible for about 10% of all greenhouse gas emissions.



Greenhouse gas emissions from agriculture, forestry and fisheries have nearly doubled over the past 50 years.



Without greater efforts to reduce them, they could increase by an additional 30% by 2050.

# Υγιή Εδάφη και κλιματική αλλαγή

Επιλέγουμε αειφόρο διαχείριση των εδαφών:

- A. Περιορίζουμε τις απώλειες άνθρακα στην ατμόσφαιρα
- B. Ενισχύουμε την δέσμευση του άνθρακα στο έδαφος

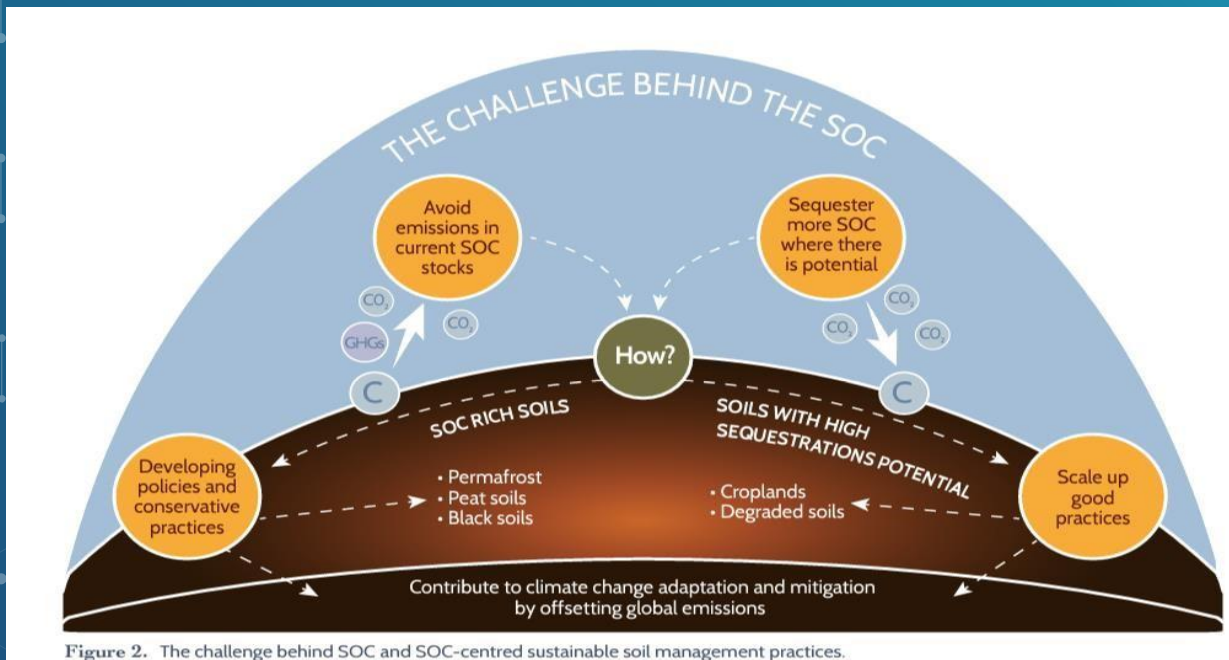
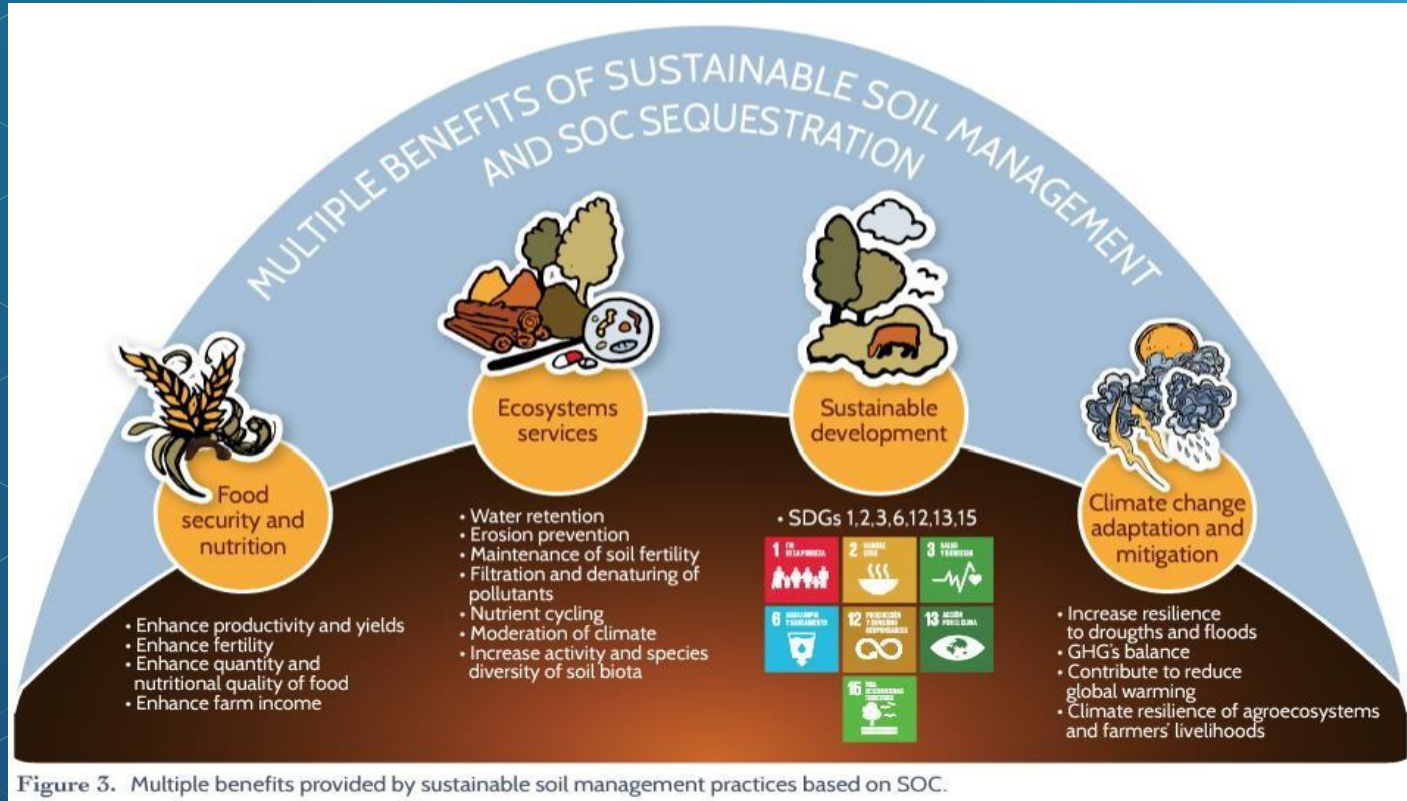


Figure 2. The challenge behind SOC and SOC-centred sustainable soil management practices.

Source:  
<https://www.fao.org/global-soil-partnership/areas-of-work/soil-organiccarbon/en>

# Τα οφέλη από την αιφόρο διαχείριση των εδαφών







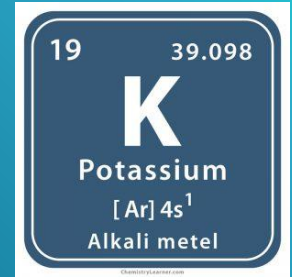
# Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τα ανώτερα φυτά

Macronutrients: Used in relatively large amounts (>0.1% of dry plant tissue)		Micronutrients: Used in relatively small amounts (<0.1% of dry plant tissue)
Mostly from air and water	Mostly from soil solids	From soil solids
Carbon ( $\text{CO}_2$ )	<i>Cations:</i>	<i>Cations:</i>
Hydrogen ( $\text{H}_2\text{O}$ )	Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )	Copper ( $\text{Cu}^{2+}$ )
Oxygen ( $\text{O}_2$ , $\text{H}_2\text{O}$ )	Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ )	*Cobalt ( $\text{Co}^{2+}$ ) <sup>b</sup>
	Nitrogen ( $\text{NH}_4^+$ )	Iron ( $\text{Fe}^{2+}$ )
	Potassium ( $\text{K}^+$ )	Manganese ( $\text{Mn}^{2+}$ )
	<i>Anions:</i>	Nickel ( $\text{Ni}^{2+}$ )
	Nitrogen ( $\text{NO}_3^-$ )	*Sodium ( $\text{Na}^+$ ) <sup>b</sup>
	Phosphorus ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{2-}$ )	Zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ )
	Sulfur ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	<i>Anions:</i>
	*Silicon ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ , $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$ ) <sup>b</sup>	Boron ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ , $\text{H}_4\text{BO}_4^-$ )
		Chlorine ( $\text{Cl}^-$ )
		Molybdenum ( $\text{MoO}_4^{2-}$ )



# Ο ρόλος του Κ στη θρέψη των φυτών

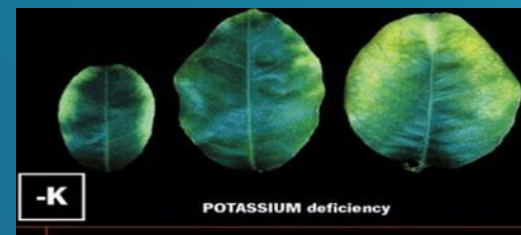
- ✓ Η περιεκτικότητα του Κ στα φύλλα κυμαίνεται από 0,5% έως 5,0% επί της ξηράς ουσίας
- ✓ Χαρακτηρίζεται ως ευκίνητο στοιχείο
- ✓ Τα ιόντα καλίου διαδραματίζουν **βασικό ρόλο στην:**
  - ενεργοποίηση ενζύμων που εμπλέκονται στην αναπνοή και τη φωτοσύνθεση
  - βιοσύνθεση του μορίου της ATP (ενεργειακό νόμισμα των κυττάρων)
  - ηλεκτρική ισορροπία του κυτταροπλάσματος
  - ρύθμιση του ανοίγματος των στοματίων
  - πρόσληψη του νερού από τα κύτταρα (ωσμωτική επίδραση)
  - πρόσληψη του αζώτου και τη βιοσύνθεση των πρωτεϊνών
  - αύξηση των μεριστωμάτων
  - βελτίωση της ποιότητας και ανθεκτικότητας των καρπών





# Συμπτώματα ανεπάρκειας Κ

- ✓ Το πρώτο σύμπτωμα που παρατηρείται συνήθως είναι τα στίγματα ή οριακή χλώρωση, η οποία συχνά εξελίσσεται σε νέκρωση στα άκρα των φύλλων, στο κράσπεδο, και μεταξύ των νεύρων.
- ✓ Σε πολλά μονοκότυλα, οι παραπάνω βλάβες μπορεί να επεκταθούν προς τη βάση των φύλλων.
- ✓ Επειδή το κάλιο μπορεί να κινητοποιηθεί προς τα νεότερα φύλλα, αυτά τα συμπτώματα εμφανίζονται αρχικά σε ώριμα φύλλα προς τη βάση του φυτού.
- ✓ Τα φύλλα μπορεί να παραμορφωθούν.
- ✓ Τα στελέχη με έλλειμμα μπορεί να είναι λεπτά και αδύναμα.





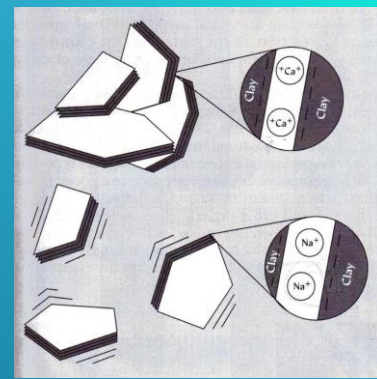
# Συμπτώματα ανεπάρκειας Κ στην καλλιέργεια της ελιάς

- ✓ Χλώρωση (απόχρωση ορείχαλκου)
- ✓ Ξήρανση της κορυφής των φύλλων που μπορεί να καλύψει έως το 60% της επιφάνειας του ελάσματος
- ✓ Έντονη μικροφυλλία
- ✓ Περιορισμένη βλάστηση
- ✓ Απογύμνωση και αποξήρανση κλαδίσκων
- ✓ Μειωμένη παραγωγή



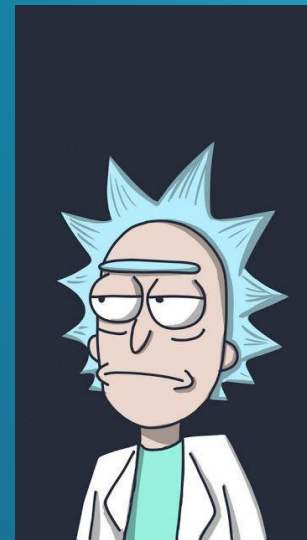
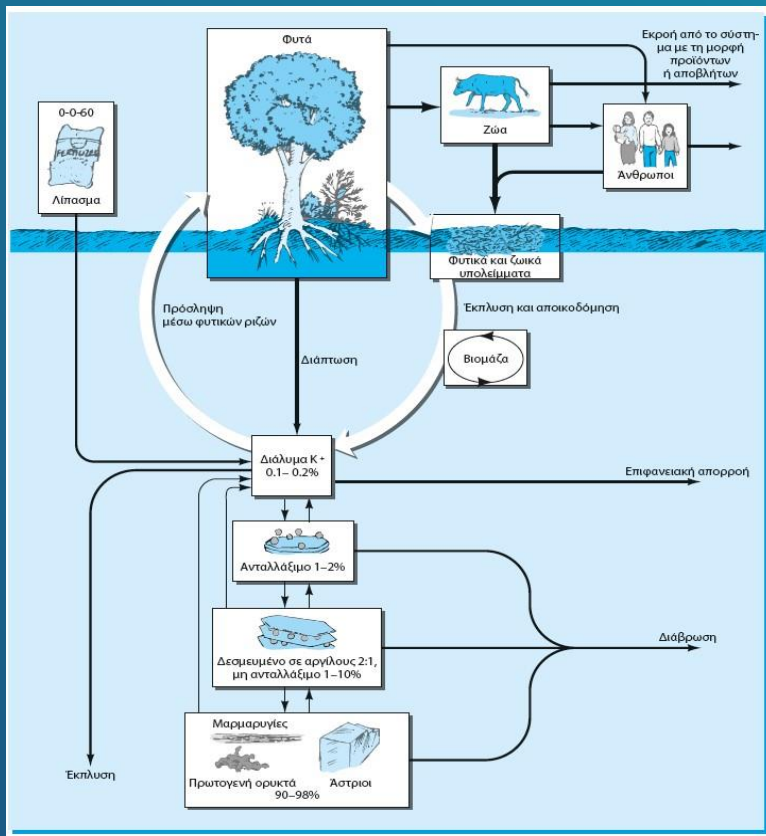


# Το γίνεσθαι του καλίου στο έδαφος



- Το K συγκαταλέγεται μεταξύ των σημαντικότερων θρεπτικών στοιχείων και η παρουσία του στο έδαφος ευνοεί την κανονική ανάπτυξη των φυτικών ειδών.
- Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι αυτό ευρίσκεται στο έδαφος σε σχετικά μεγάλες ποσότητες (1-2%), το μεγαλύτερο μέρος του (90-98%) είναι εγκλωβισμένο στους κρυστάλλους των μητρικών και δευτερογενών πετρωμάτων (Μη ανταλλάξιμο). Το K σε αυτή την περίπτωση αξιοποιείται από την καλλιέργεια μακροπρόθεσμα.
- ένα ποσοστό (1-10%) είναι διαθέσιμο στα φυτικά είδη υπό ανταλλάξιμη μορφή ή εντός του εδαφικού διαλύματος (αναλογία ανταλλάξιμου προς διαλυτό K είναι μεγαλύτερη του 10/1).
- Μεταξύ των διαφόρων μορφών καλίου στο έδαφος υπάρχει ισορροπία:
- Μη ανταλλάξιμο (διαστιβαδικό) K ↔ ανταλλάξιμο K ↔ υδατοδιαλυτό K

# Ο Κύκλος του Καλίου





# Βασικές αιτίες ανεπάρκειας ΚΑΛΙΟΥ



- ✓ Όξινα εδάφη (χαμηλό pH)
- ✓ Αλκαλικά-ασβεστούχα εδάφη
- ✓ Αμμώδη ή ελαφρά εδάφη (έκπλυση)
- ✓ Συνθήκες ξηρασίας
- ✓ Υψηλή βροχόπτωση (έκπλυση)
- ✓ Εντατική άρδευση
- ✓ Βαριά αργιλώδη εδάφη (ιλίτης)
- ✓ Εδάφη με χαμηλά αποθέματα Καλίου
- ✓ Εδάφη πλούσια σε Μαγνήσιο



## Η διαθεσιμότητα του καλίου στο έδαφος εξαρτάται:

---

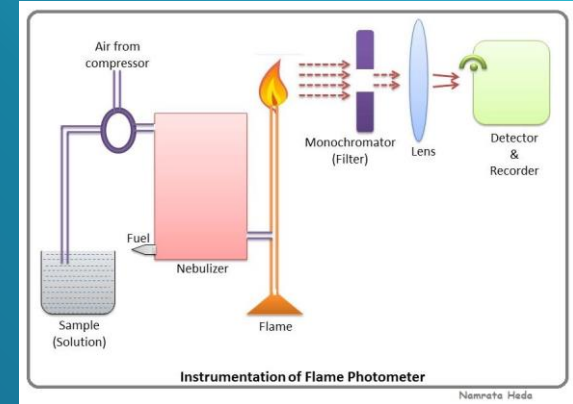
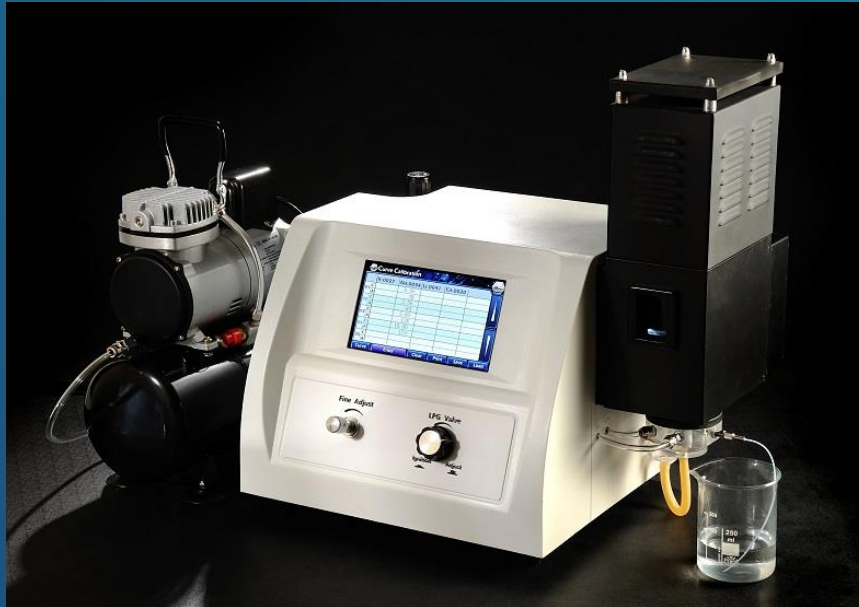
- ✓ από την περιεκτικότητα και το είδος της αργίλου
- ✓ την υγρασία του εδάφους
- ✓ την τιμή του pH και το ποσό της οργανικής ουσίας
- ✓ την παρουσία άλλων κατιόντων θρεπτικών στοιχείων





# Προσδιορισμός του Κ στους φυτικούς ιστούς

Με τη χρήση φλογοφωτόμετρου



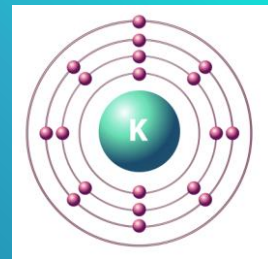
Sodium

Potassium

Lithium

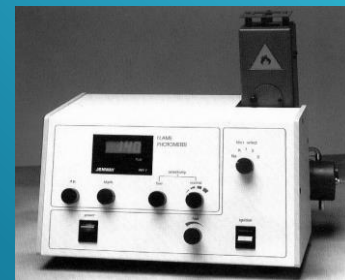


# Αρχές φλογοφωτομετρίας



Η μέθοδος στηρίζεται στην εκπομπή από τα άτομα ενός στοιχείου χαρακτηριστικής ακτινοβολίας (συγκεκριμένου μήκους κύματος), όταν αυτά αποδιεγερθούν μετά από διέγερση (απόκτηση ικανής ενέργειας) με τη βοήθεια της φλόγας. Δηλαδή όταν ένα στοιχείο που βρίσκεται σε ένα διάλυμα υπό μορφή άλατος ψεκαστεί με φλόγα τότε συμβαίνουν τα παρακάτω:

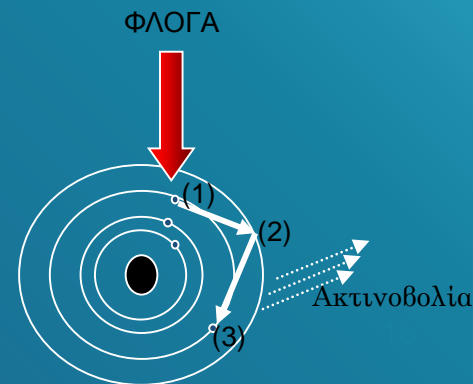
- ✓ εξάτμιση διαλύτη (π.χ. νερού)
- ✓ τήξη εξαγωγή άλατος
- ✓ διάσπαση μορίων σε άτομα (ατομοποίηση)
- ✓ διέγερση (χρόνος διέγερσης  $10^{-9}$  sec)



Κατά την διέγερση ένα ηλεκτρόνιο σθένους (1) παίρνει ενέργεια από την φλόγα και μεταπηδά σε στοιβάδα μεγαλύτερης ενέργειας (από την s στην p για το K και Na) (2).

Όταν η ενέργεια δεν είναι μεγάλη τότε το ηλεκτρόνιο δεν υπερνικά τις ελκτικές δυνάμεις του πυρήνα και επανέρχεται στην αρχική του ενεργειακή κατάσταση (3) αποδίδοντας την ενέργεια που το διέγειρε υπό μορφή ακτινοβολίας).

Η ένταση της ακτινοβολίας (ποσοτικό διαγνωστικό) είναι συνάρτηση του αριθμού των ατόμων του στοιχείου (συγκέντρωση στο διάλυμα).





# Προσδιορισμός του Κ – χρήση Φλογοφωτόμετρου

## Αντιδραστήρια

- **Διάλυμα Κ 1000 ppm.** Παρασκευάζεται διαλύοντας 1.9068 g KCl σε 1 L νερού. Το διάλυμα φυλάσσεται σε πλαστικό μπουκάλι.
- **Διαλύματα γνωστής συγκεντρώσεως σε Κ που να καλύπτουν την κλίμακα από 0 έως 100 ppm.** Συνιστάται η κλίμακα 0, 10, 25, 50, 75 και 100 ppm. Η παρασκευή αυτών των διαλυμάτων γίνεται με αραιώση μερών του αρχικού διαλύματος των 1000 ppm σε όγκους που υπολογίζονται και καλύπτουν τις ανάγκες μας. π.χ για την παρασκευή 100 ml διαλύματος 50 ppm παίρνουμε 5 ml διαλύματος 1000 ppm και το αραιώνουμε μέχρι συνολικού όγκου 100 ml



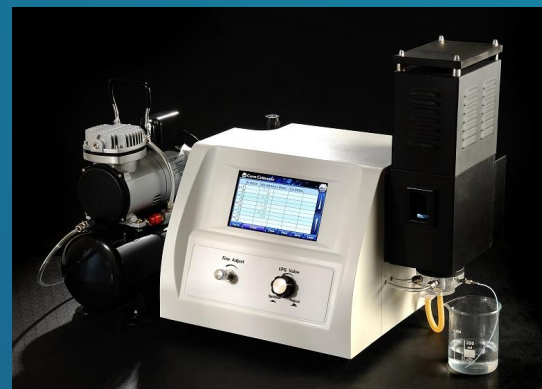


# Προσδιορισμός του Κ – χρήση Φλογοφωτόμετρου



## Διαδικασία

- 1° ΒΗΜΑ:** Τοποθετώ περίπου 10 – 20 ml stock διαλύματος σε γυάλινο δοχείο των 100 ml
- 2° ΒΗΜΑ:** Το φέρνω στον χώρο εισαγωγής διαλυμάτων του φλογοφωτόμετρου
- 3° ΒΗΜΑ:** Καταγράφω την μέτρηση του οργάνου
- 4° ΒΗΜΑ:** Ακολουθεί βαθμονόμηση του οργάνου

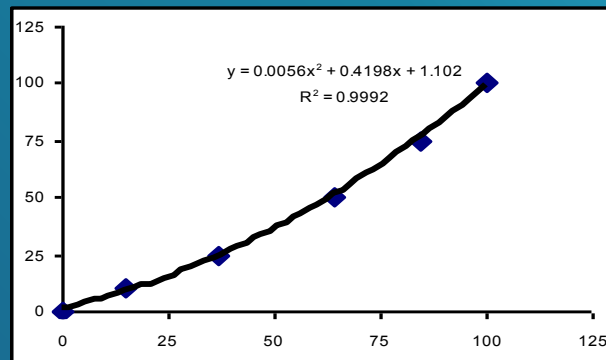




# Βαθμονόμηση του οργάνου - πρότυπα διαλύματα

- Η βαθμονόμηση (κατασκευή της συνάρτησης) γίνεται συγχρόνως με την ανάλυση για να βρεθεί η σχέση της ένδειξης του οργάνου με την συγκέντρωση σε Κ.
- Χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης σε Κ.
- Με βάση τη κατασκευασμένη συνάρτηση αντιστοιχούμε την ένδειξη του οργάνου σε συγκέντρωση Κ στο δείγμα.

Ένδειξη οργάνου	Συγκέντρωση πρότυπων διαλυμάτων
0	0
15	10
37	25
64	50
84	75
100	100





# Προσδιορισμός του Κ – χρήση Φλογοφωτόμετρου

## Υπολογισμοί - Δεδομένα

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

- ◆ Ξηρό βάρος φυτικών ιστών 1,200 g
- ◆ Ποσότητα stock διαλύματος 100 ml.
- ◆ Αραίωση του Stock 1:9, δηλαδή Σ.Α = 10.
- ◆ Standards που χρησιμοποιήθηκαν 0, 10, 25, 50, 75 και 100 ppm.
- ◆ Ενδείξεις standards 0, 14, 36, 62, 82 και 100
- ◆ Ένδειξη αγνώστου **διαλύματος 34**.

Ζητείται η % περιεκτικότητα του ιστού σε Κ.

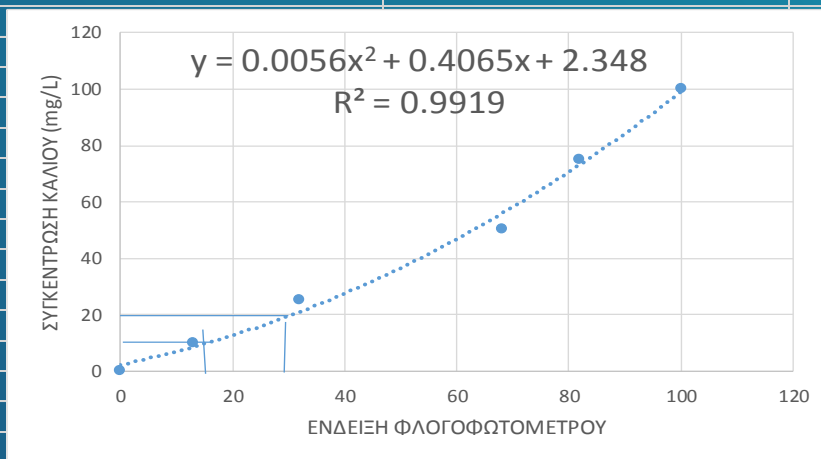




# Προσδιορισμός του Κ – χρήση Φλογοφωτόμετρου

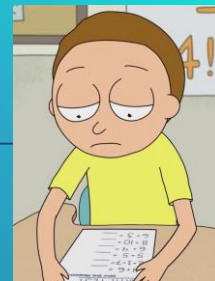
Χ-ΑΞΟΝΑΣ	Υ-ΑΞΟΝΑΣ
ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΛΟΓΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟΥ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΚΑΛΙΟΥ (mg/L)
0	0
13	10
32	25
68	50
82	75
100	100

ΣΥΓΚ





# Προσδιορισμός του Κ – χρήση Φλογοφωτόμετρου



## Λύση

Η συγκέντρωση του Κ (σύμφωνα με το όργανο και εφαρμογή της εξίσωσης) είναι 24.77 mg/L

Λαμβάνοντας υπόψη την αραίωση ( $\Sigma A=10$ ) η πραγματική συγκέντρωση γίνεται  $24.77 \cdot 10 = 247.7$  mg/L

Στα 1.000 ml εκχυλίσματος υπάρχουν 247.7 mg Κ  
στα 100 ml του stock διαλύματος Χ; mgΚ

Άρα  $X = 247.7 \cdot 100 / 1000 = 24.77$  mg Κ

Όμως τα 24.77 mg Κ προήλθαν από καύση ξηρού βάρους 1.2 gr = 1200 mg δείγματος φυτικών ιστών.  
Επομένως Y=; mg Κ αντιστοιχούν στα 100 mg δείγματος φυτικών ιστών.

Άρα  $Y = 24.77 \cdot 100 / 1200 = 2.06$  mg Κ,

**Άρα η περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε Κ επί του ξηρού βάρους είναι 2,06%**





# Προσδιορισμός του Κ – χρήση Φλογοφωτόμετρου

## Αξιολόγηση αποτελέσματος

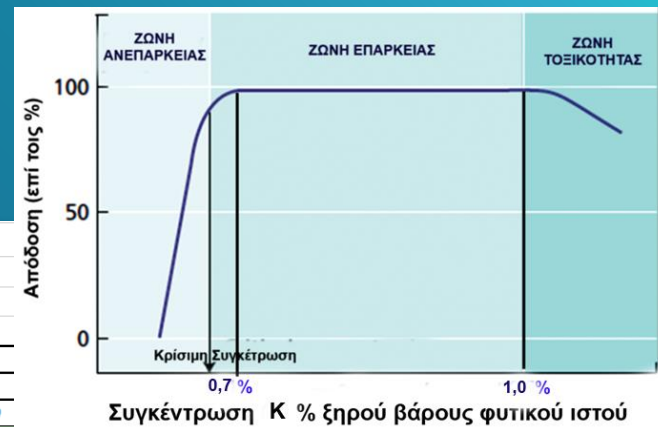
**ΠΙΝΑΚΑΣ**  
Αποτελεσμάτων Ανάλυσης Δείγματος Φύλλων.  
Ελιά (Χειμώνας) 25 ετών

	Μακροστοιχεία %									
	Ολικό Ν		Ρ		Κ		Ca		Mg	
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>	Υ	Ε		Ε	Ε				

	Ιχνοστοιχεία ppm											
	Β		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>		Ε	Ε						

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΡΕΠΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ: **A:** Ανεπάρκεια, **MA:** Μερική Ανεπάρκεια, **ME:** Μερική Επάρκεια, **Ε:** Επάρκεια, **Υ:** Υπερεπάρκεια





# Βιβλιογραφία

---

- ◆ Θεριός Ι., 2002. Ανόργανη θρέψη και Λιπάσματα. Εκδ. Δεδούση, Θεσσαλονίκη.
- ◆ Μήτσιος, Ι., 2004. Γονιμότητα Εδαφών. Εκδ. ΖΥΜΕΛ. ΕΠΕ, Αθήνα.
- ◆ Μήτσιος, Ι. 2004. Διαθεσιμότητα των Θρεπτικών του Εδάφους. Εκδόσεις ΖΥΜΕΛ. ΕΠΕ, Αθήνα.
- ◆ Τσικαλάς, Π., 2003. Αντικείμενα Εργαστηρίου Θρέψης φυτών Γονιμότητας εδαφών. Εκδ. ΤΕΙ Ηρακλείου, Ηράκλειο.
- ◆ Τσικαλάς, Π., 2003. Θρέψη Φυτών –Γονιμότητα Εδαφών. Εκδ. ΤΕΙ Ηρακλείου, Ηράκλειο.
- ◆ Jones J., B., Wolf B. & Mills A.H., 1991. Plant analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc., USA.
- ◆ Barker, A.V., & Pilbeam, D.J. 2015. Handbook of plant nutrition. CRC press. B.R.,USA.
- ◆ Brady, C.N. 2016. The nature and properties of soils. 15th ed. Mc Millan, N.Y., USA.
- ◆ Page, A.L. 1982.ed. Methods of soils analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. SSSA, Madison, USA.
- ◆ Paul, E.A. 2007. Soil microbiology, ecology and biochemistry. 3rd ed. Academic Press, Elsevier, USA.
- ◆ Ward B.B., Arp D.J. & Klotz M.G., 2011. Nitrification. ASM Press. Washington, D.C, USA.



Ευχαριστώ για την  
προσοχή σας !!!