

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΡΕΨΗ ΦΥΤΩΝ- ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΩΝ

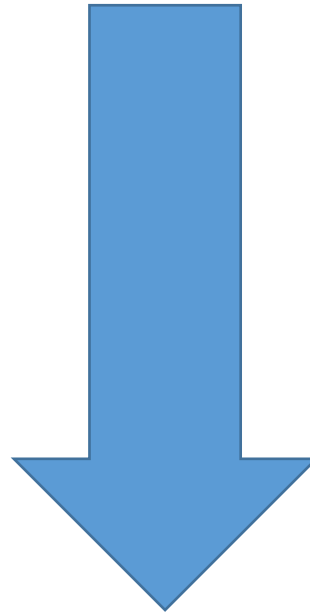
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ



Εισηγητές: Βασίλειος Τζανακάκης & Φοιτητές ΕΛΜΕΠΑ



Η ΜΕΓΑΛΗ ΕΙΚΟΝΑ
(Όλα σε μία σελίδα...)



Χρειζόμαστε υγιή εδάφη για την υποστήριξη της ζωής

Soil the foundation of nutrition

Role of 18 nutrients necessary for plant growth and human health

Soil macronutrients: Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Silicon (Si), Sulfur (S)

Soil micronutrients: Boron (B), Manganese (Mn), Zinc (Zn), Iron (Fe), Copper (Cu), Molybdenum (Mo), Sodium (Na), Chlorine (Cl), Nickel (Ni), Vanadium (V), Selenium (Se)

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 for 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: 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.

Sustainable soil management for healthy soils, healthy food and healthy people:

- 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

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

Source: http://www.fao.org/3/BC275e/bc275e.pdf?fbclid=IwAR1n4XBR--5rWva4KoDJIFyDnut9rNpngyUt07oOhRHQ-_M0IaUqPRgqOFE

Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία

- ✓ Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία κατηγοριοποιούνται σε μακρο-θρεπτικά και μικρο-θρεπτικά ανάλογα με την συγκέντρωσή τους στους φυτικούς ιστούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 Στοιχεία που είναι Απαραίτητα για την Ανάπτυξη των Φυτών και οι Πηγές τους^α

Οι χημικές μορφές που συνήθως προσλαμβάνονται από τα φυτά δείχνονται σε παρένθεση, με το χημικό σύμβολο του στοιχείου να αναγράφεται με έντονη γραφή.

Μακροθρεπτικά: Χρησιμοποιούνται σε σχετικά μεγάλα ποσά (> 0,1 % ξηρού φυτικού ιστού)		Μικροθρεπτικά: Χρησιμοποιούνται σε σχετικά μικρά ποσά (< 0,1 % ξηρού φυτικού ιστού)
Κυρίως από τον αέρα και το νερό	Κυρίως από τα στερεά του εδάφους	Από τα στερεά του εδάφους
Ανθρακας (CO ₂)	Κατιόντα:	Κατιόντα:
Υδρογόνο (H ₂ O)	Ασβέστιο (Ca ²⁺)	Χαλκός (Cu ²⁺)
Οξυγόνο (O ₂ , H ₂ O)	Μαγνήσιο (Mg ²⁺)	*Κοβάλτιο (Co ²⁺) ^β
	Άζωτο (NH ₄ ⁺)	Σίδηρος (Fe ²⁺)
	Κάλιο (K ⁺)	Μαγγάνιο (Mn ²⁺)
	Ανιόντα:	Νικέλιο (Ni ²⁺)
	Άζωτο (NO ₃ ⁻)	*Νάτριο (Na ⁺) ^β
	Φώσφορος (H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻²)	Ψευδάργυρος (Zn ²⁺)
	Θείο (SO ₄ ⁻²)	Ανιόντα:
	*Πυρίτιο (H ₄ SiO ₄ , H ₃ SiO ₄ ⁻) ^β	Βόριο (H ₃ BO ₃ , H ₄ BO ₄ ⁻)
		Χλώριο (Cl ⁻)
		Μολυβδαίνιο (MoO ₄ ²⁻)

Το γίνεσθαι του καλίου στο έδαφος

- ✓ Το Κ 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 Κ σε αυτή την περίπτωση αξιοποιείται από την καλλιέργεια μακροπρόθεσμα.
- ✓ ένα ποσοστό (1-10%) είναι διαθέσιμο στα φυτικά είδη (0.1-2% είναι ευκόλως διαθέσιμο) υπό ανταλλάξιμη μορφή ή εντός του εδαφικού διαλύματος (αναλογία ανταλλάξιμου προς διαλυτό Κ είναι μεγαλύτερη του 10/1).
- ✓ Μεταξύ των διαφόρων μορφών καλίου στο έδαφος υπάρχει ισορροπία:
- ✓ Μη ανταλλάξιμο (διαστιβαδικό) Κ ↔ ανταλλάξιμο Κ ↔ υδατοδιαλυτό

Αφομοιώσιμο Κ

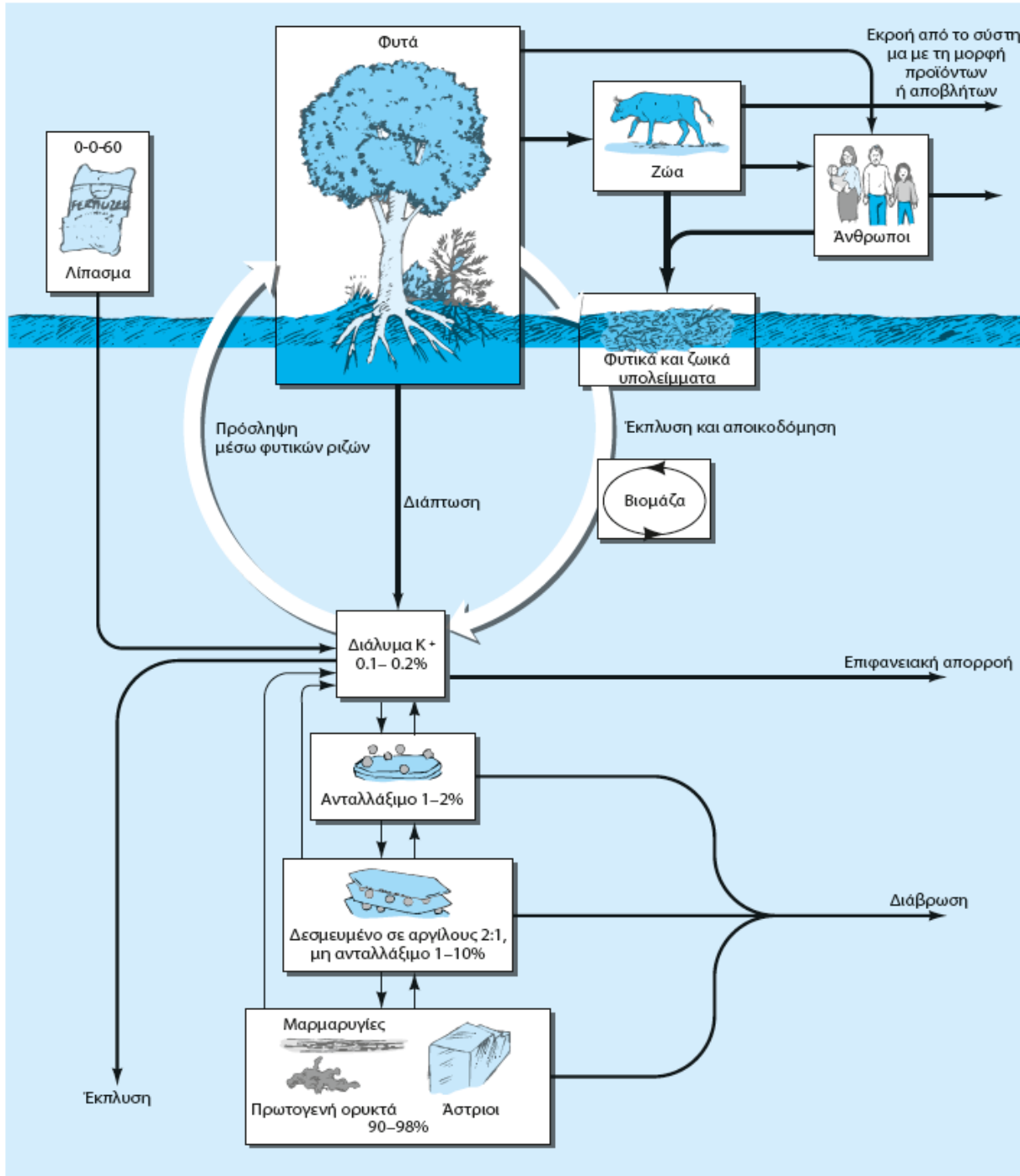
ΠΙΝΑΚΑΣ 14.9 Η Επίδραση των Επικρατούντων Ορυκτών της Αργίλου, στα Ποσά Υδατοδιαλυτού, Ανταλλάξιμου, Δεσμευμένου (Μη ανταλλάξιμου) και Ολικού Καλίου στα Εδάφη

Οι τιμές αποτελούν μέσους όρους πολλών εδαφών, 10 εδαφικών τάξεων, από δειγματοληψίες στις ΗΠΑ και στο Πουέρτο Ρίκο.

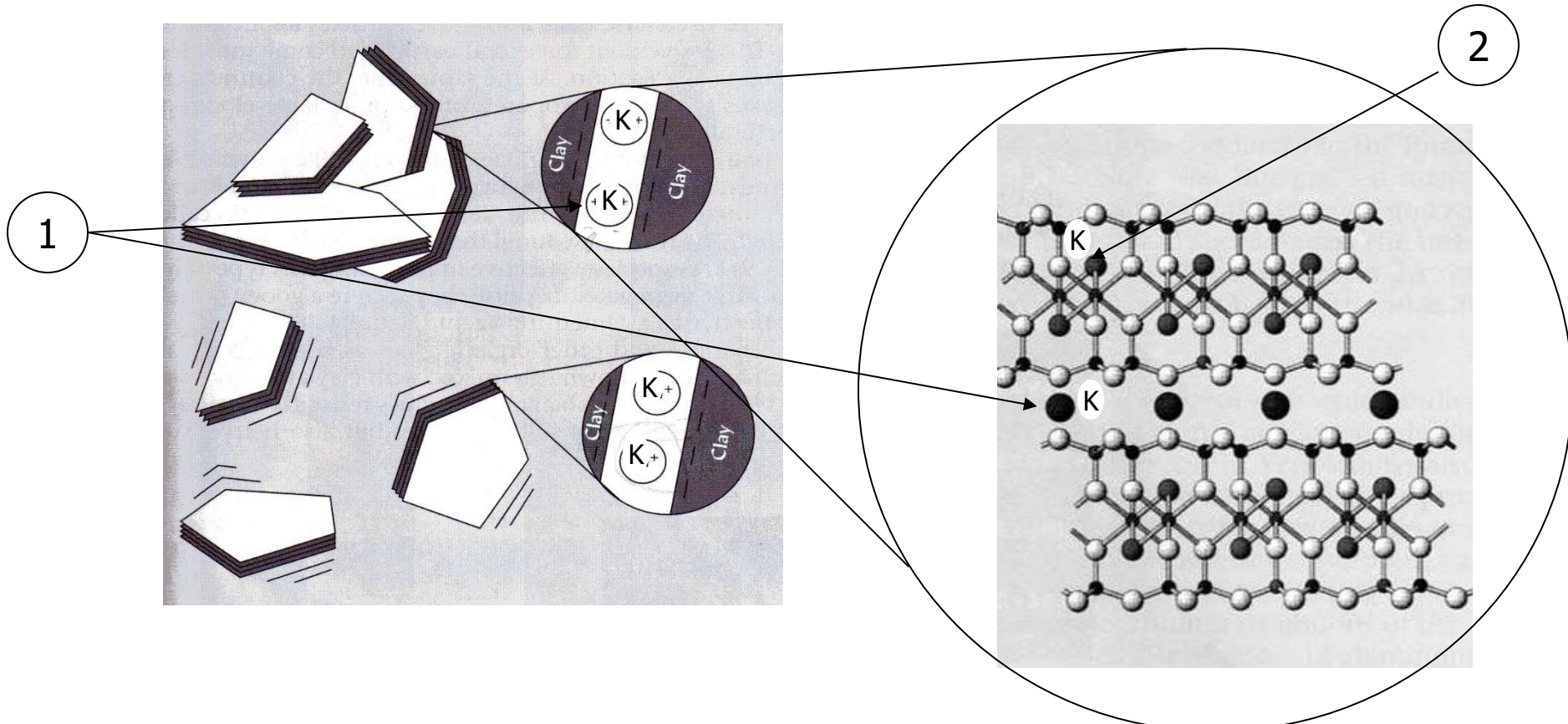
Επικρατούσα ορυκτολογική σύσταση των εδαφών, mg K/kg εδάφους			
Πηγή του καλίου	Καολινιτική (26 εδάφη)	Ανάμικτη (53 εδάφη)	Σμεκτιτική (23 εδάφη)
Ολικό κάλιο	3340	8920	15780
Ανταλλάξιμο κάλιο	45	224	183
Υδατοδιαλυτό κάλιο	2	5	4

Δεδομένα από Sharpley (1990).

Ο Κύκλος του Καλίου



Το μη ανταλλάξιμο K (99% του συνολικού K) στο έδαφος



μη ανταλλάξιμο K \longleftrightarrow ανταλλάξιμο \longleftrightarrow υδατοδιαλυτό

Αφομοιώσιμο K

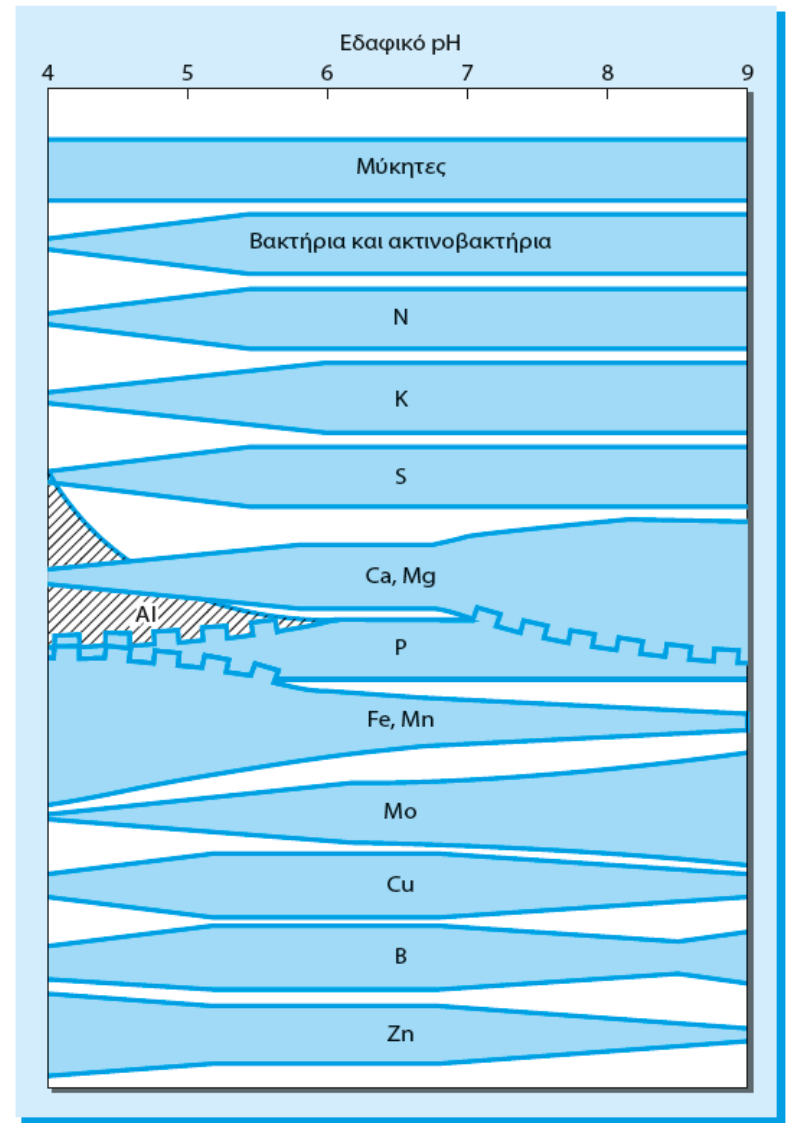
Η διαθεσιμότητα του καλίου στο έδαφος εξαρτάται:

- I. από την περιεκτικότητα και το είδος της αργίλου,
- II. την τιμή του pH (Διάγραμμα) και
- III. Την υγρασία (θέρμανση-ξηράνση) του εδάφους
- IV. την παρουσία άλλων κατιόντων (π.χ. NH_4^+)
- V. το ποσό της οργανικής ουσίας

Η επίδραση του pH στη διαθεσιμότητα του Καλίου



- ✓ Η διαθεσιμότητα των μακροστοιχείων Ca, Mg, K, P, N και S όσο και των ιχνοστοιχείων Mo (μολυβδαίνιο) και B μειώνεται σε ισχυρά όξινα εδάφη, ενώ αντίθετα, η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu και Co αυξάνεται σε χαμηλές τιμές pH, σε βαθμό που μπορεί να προκληθούν και προβλήματα τοξικότητας.
- ✓ Σε ελαφρώς έως μετρίως αλκαλικά εδάφη, είναι μεγάλη η διαθεσιμότητα του μολυβδαινίου και όλων των μακροστοιχείων (εκτός του φωσφόρου), ενώ είναι πολύ μικρή η διαθεσιμότητα των Fe, Mn, Cu και Co (κοβάλτιο), σε βαθμό που τα φυτά μπορεί να εμφανίζουν συμπτώματα πενίας σε αυτά τα μικροθρεπτικά.
- ✓ Η διαθεσιμότητα του φωσφόρου και του βορίου είναι μικρή στα αλκαλικά εδάφη συνήθως σε επίπεδο έλλειψης.
- ✓ Τιμές pH μεταξύ 5.5 και 7.0 είναι οι ευνοϊκότερες για την ομαλή ανάπτυξη των φυτών αλλά αυτή η γενίκευση μπορεί να μην καλύπτει όλες τις περιπτώσεις, αφού έχουν παρατηρηθεί ελλείψεις μικροθρεπτικών σε μερικά φυτά όταν προστίθεται άσβεστος στο έδαφος και το pH κυμαίνεται από 6.5 έως 7.0.,



Σχέσεις θρεπτικής διαθεσιμότητας και φυτικής παραγωγής- Κρίσιμη Συγκέντρωση-Ζώνες επάρκειας/αναπάρκειας/τοξικότητας

- ✓ «Κρίσιμη συγκέντρωση» στον φυτικό ιστό είναι εκείνη η συγκέντρωση κατά από την οποία η ανάπτυξη του φυτού-απόδοση περιορίζεται σημαντική (Αντιπροσωπεύει το 90-95% της μέγιστης απόδοσης).
- ✓ «Αριστη συγκέντρωση» είναι εκείνη η συγκέντρωση κατά από την οποία επιτυγχάνεται σχεδόν η μέγιστη απόδοση.
- ✓ Κάτω από την κρίσιμη συγκέντρωση δημιουργείται μία ζώνη **ανεπάρκειας** στην οποία η απόδοση μειώνεται σημαντικά
- ✓ Η **ζώνη επάρκειας** έπεται της κρίσιμης συγκέντρωσης και στην οποία η αύξηση της συγκέντρωσης ενός στοιχείου σχετίζεται με την μέγιστη απόδοση.
- ✓ Περαιτέρω αύξηση της συγκέντρωσης του θρεπτικού στοιχείου στους φυτικούς ιστούς προκαλεί ελάττωση της απόδοσης πιθανότατα λόγω τοξικότητας από το θρεπτικό στοιχείο γιαυτό και ονομάζεται **ζώνη τοξικότητας**.

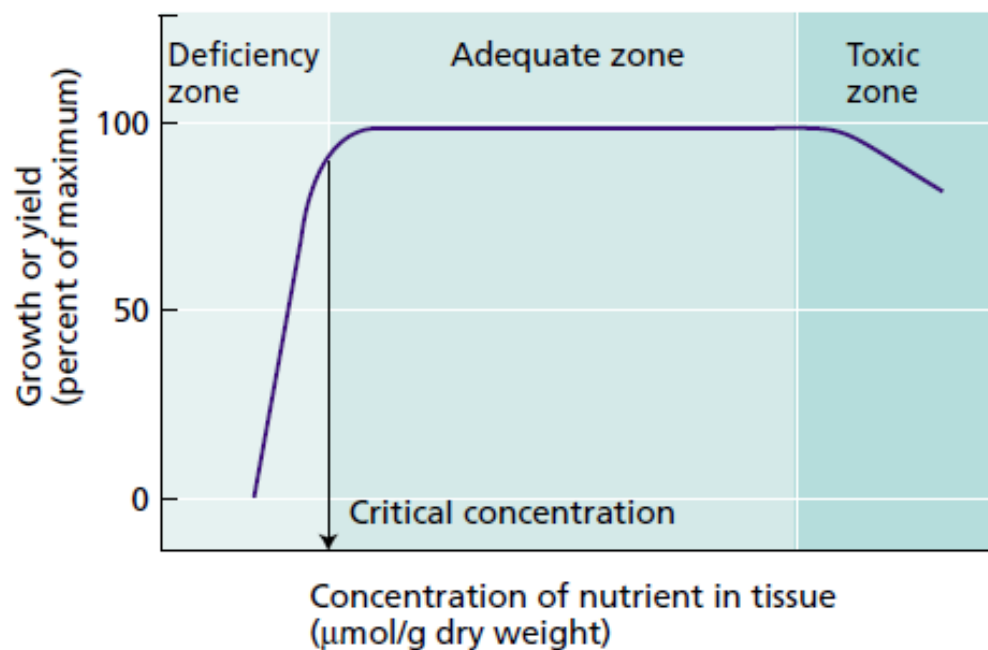
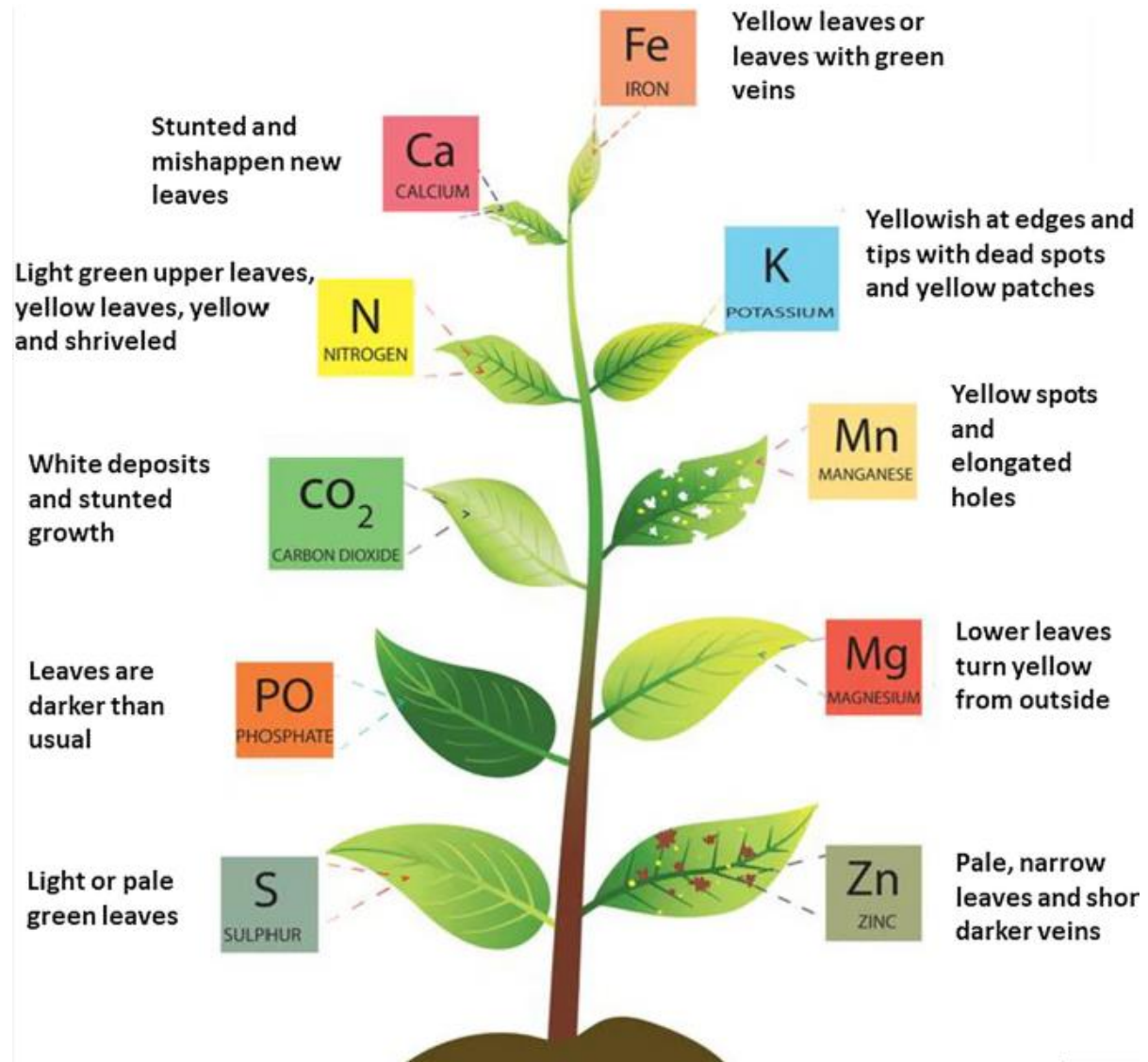


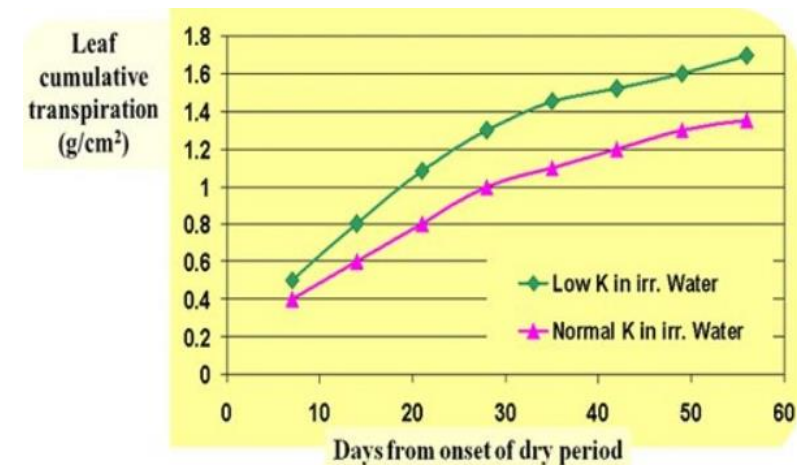
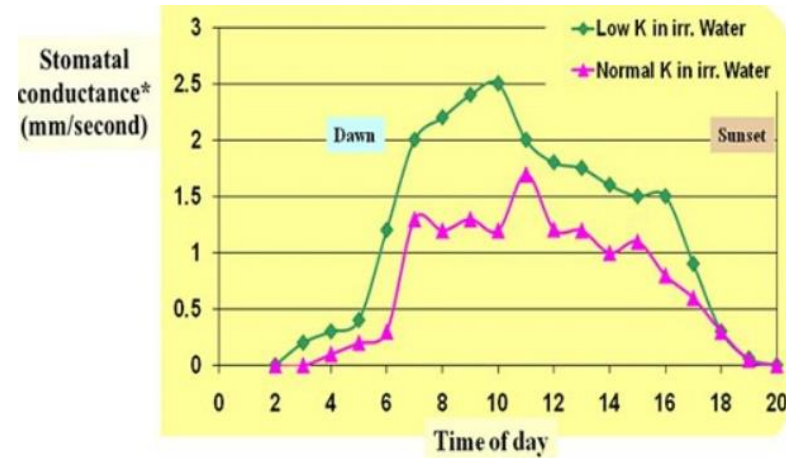
FIGURE 5.3 Relationship between yield (or growth) and the nutrient content of the plant tissue. The yield parameter may be expressed in terms of shoot dry weight or height. Three zones—deficiency, adequate, and toxic—are indicated on the graph. To yield data of this type, plants are grown under conditions in which the concentration of one essential nutrient is varied while all others are in adequate supply. The effect of varying the concentration of this nutrient during plant growth is reflected in the growth or yield. The critical concentration for that nutrient is the concentration below which yield or growth is reduced.

Τροφοπενία-Τοξικότητα στα Φυτά



Ο ρόλος του ΚΑΛΙΟΥ στη θρέψη των φυτών

- ✓ Απαιτείται ως συμ-παράγοντας για περισσότερα από 40 ένζυμα
- ✓ Ενεργοποίηση ενζύμων που εμπλέκονται στην αναπνοή και τη φωτοσύνθεση
- ✓ Είναι απαραίτητο για την βιοσύνθεση του μορίου της ATP (ενεργειακό νόμισμα των κυττάρων)
- ✓ Ηλεκτρική ισορροπία του κυτταροπλάσματος
- ✓ Ρυθμίζει το άνοιγμα των στοματίων
- ✓ Επηρεάζει την πρόσληψη του νερού από τα κύτταρα (ωσμωτική επίδραση)
- ✓ Επηρεάζει την πρόσληψη του αζώτου και τη βιοσύνθεση των πρωτεϊνών
- ✓ Είναι απαραίτητο στη αύξηση των μεριστωμάτων
- ✓ Βελτιώνει την ποιότητα και ανθεκτικότητα των καρπών

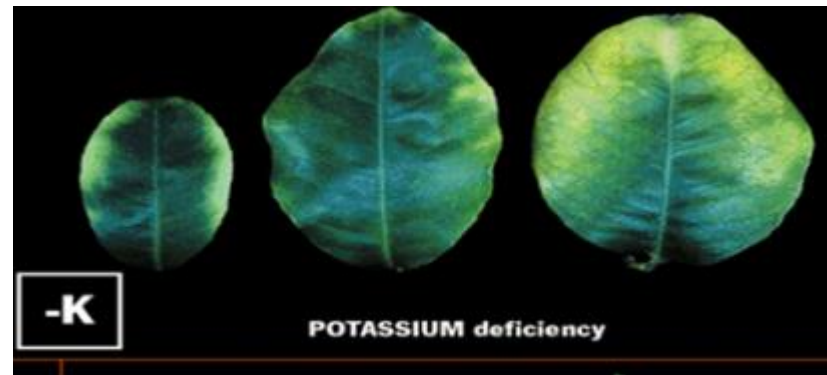


Συμπτώματα Καλίου

- ✓ Το πρώτο παρατηρήσιμο σύμπτωμα ανεπάρκειας καλίου είναι τα στίγματα ή οριακή χλώρωση, η οποία συνήθως εξελίσσεται σε νέκρωση κυρίως στα άκρα των φύλλων, στο περιθώριο, και μεταξύ νεύρων.
- ✓ Σε πολλά μονοκότυλα, οι παραπάνω βλάβες να επεκταθούν προς τη βάση των φύλλων.
- ✓ Επειδή το κάλιο μπορεί να κινητοποιηθεί προς τα νεότερα φύλλα, αυτά τα συμπτώματα εμφανίζονται αρχικά περισσότερο ώριμα φύλλα προς τη βάση του φυτού.
- ✓ Τα φύλλα μπορεί να παραμορφωθούν.
- ✓ Τα στελέχη με έλλειμμα μπορεί να είναι λεπτά και αδύναμα.
- ✓ Στο καλαμπόκι με έλλειψη καλίου, οι ρίζες μπορεί να έχει αυξημένη ευαισθησία σε μύκητες που σαπίζουν τις ρίζες.



Kalium deficiency symptoms in tomato. (Epstein and Bloom 2004)



Τα συμπτώματα ανεπάρκειας ΚΑΛΙΟΥ



Ντομάτα



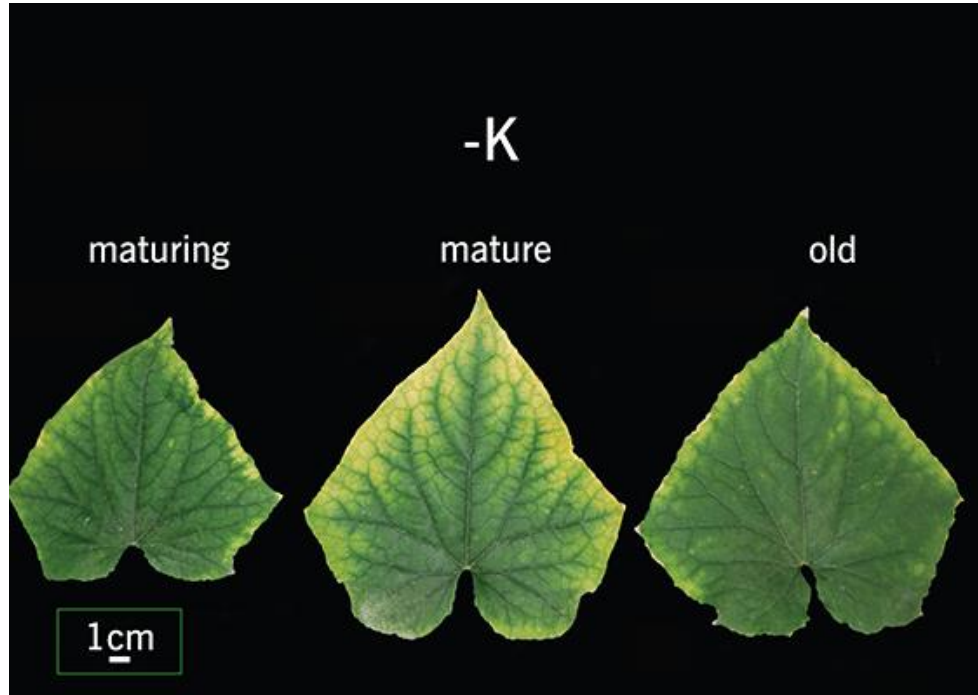
Φασόλι



Αμπέλι



Καλαμπόκι



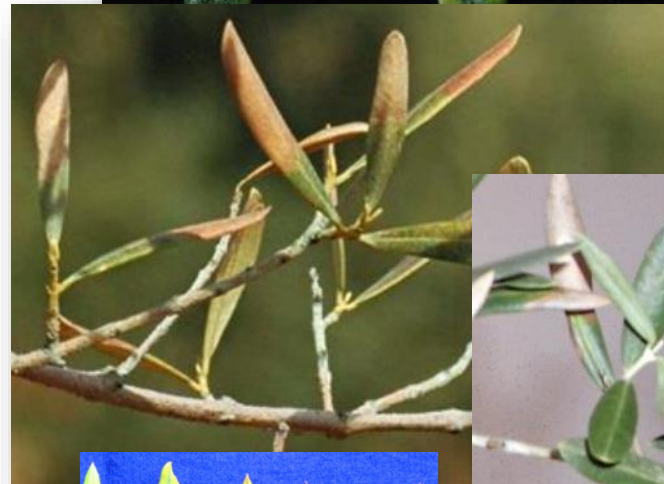
Αγγούρι

https://en.wikipedia.org/wiki/Potassium_deficiency_%28plants%29

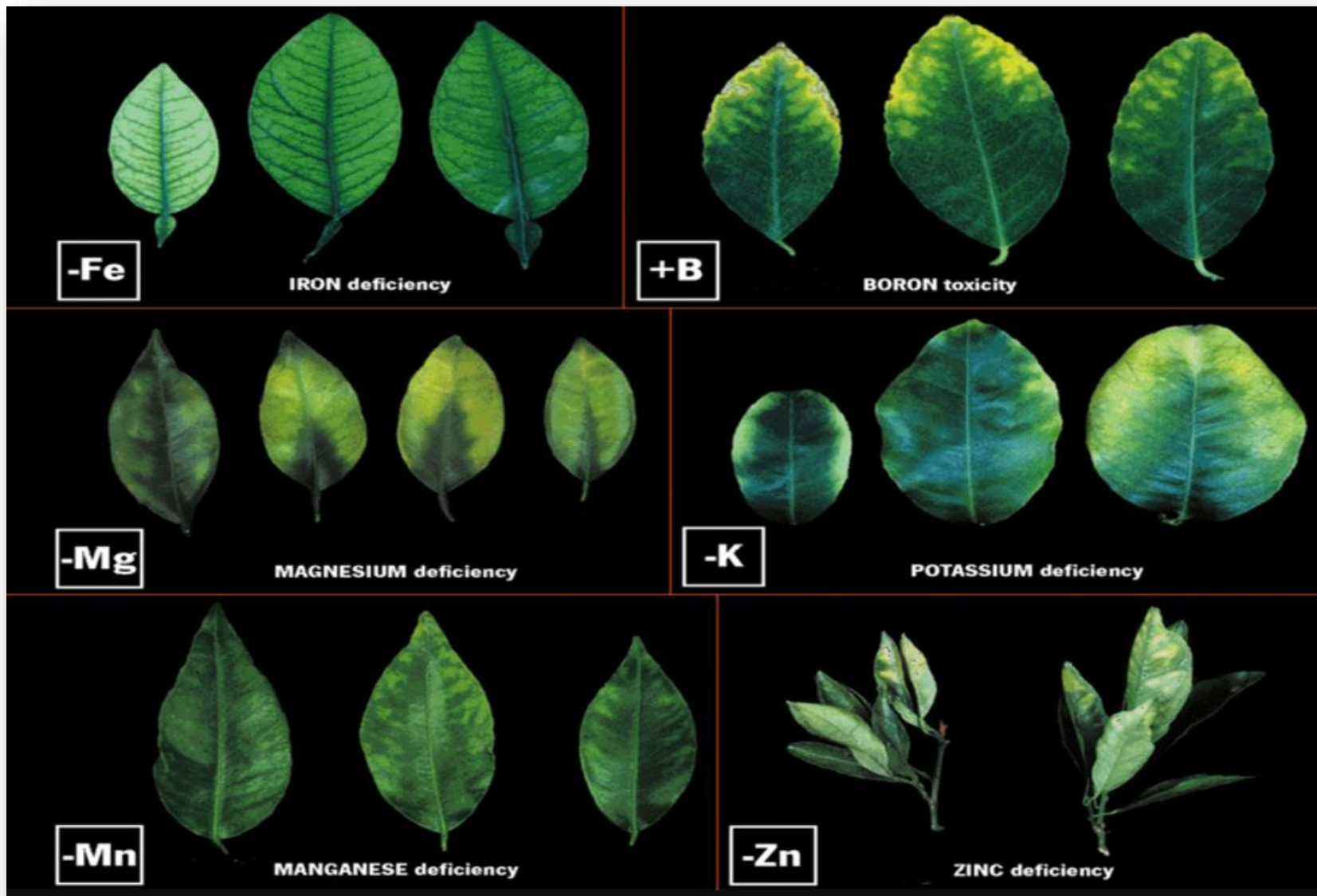
<https://www.powerag.com/wp-content/uploads/2018/09/cucurbits-def-potassium.png>

Τα συμπτώματα ανεπάρκειας ΚΑΛΙΟΥ στην Ελιά

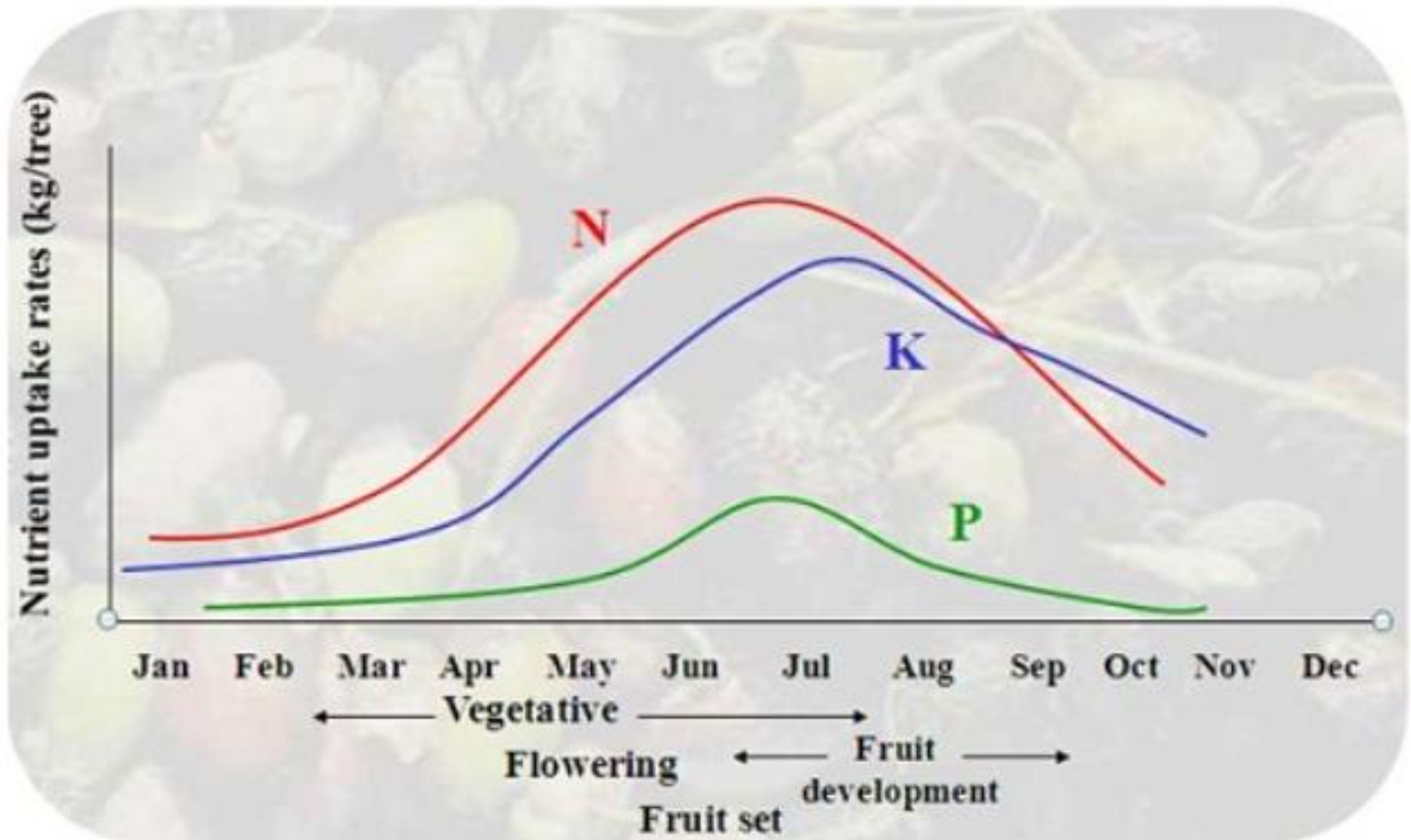
- ✓ Χλώρωση (απόχρωση ορείχαλκου)
- ✓ Ξήρανση της κορυφής των φύλλων που μπορεί να καλύψει έως το 60% της επιφάνειας του ελάσματος
- ✓ Έντονη μικροφυλλία
- ✓ Περιορισμένη βλάστηση
- ✓ Απογύμνωση και αποξήρανση κλαδίσκων
- ✓ Μειωμένη παραγωγή



Σχέσεις θρεπτικής διαθεσιμότητας και φυτικής παραγωγής- Κρίσιμη Συγκέντρωση-Ζώνες επάρκειας/αναπάρκειας/τοξικότητας



Η εποχιακή πρόσληψη του καλίου στους ελαιώνες



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 (ιλλίτης)
- ✓ Εδάφη με χαμηλά αποθέματα Καλίου
- ✓ Εδάφη πλούσια σε Μαγνήσιο



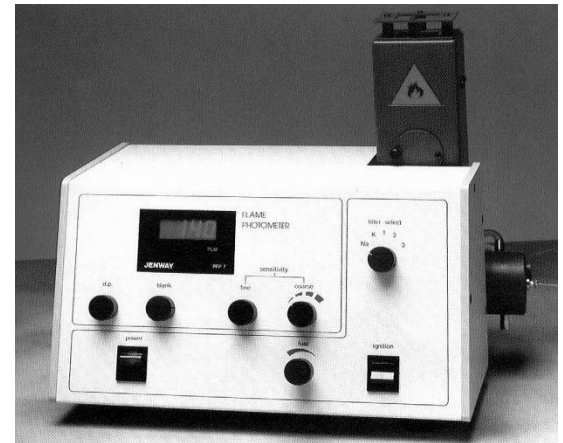
**Ο προσδιορισμός του καλίου
στους φυτικούς ιστούς**

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 εξαχνωση άλατος - διάσπαση μορίων σε άτομα (ατομοποίηση) - διέγερση (χρόνος διέγερσης 10^{-9} sec).



Αρχές φλογοφωτομετρίας

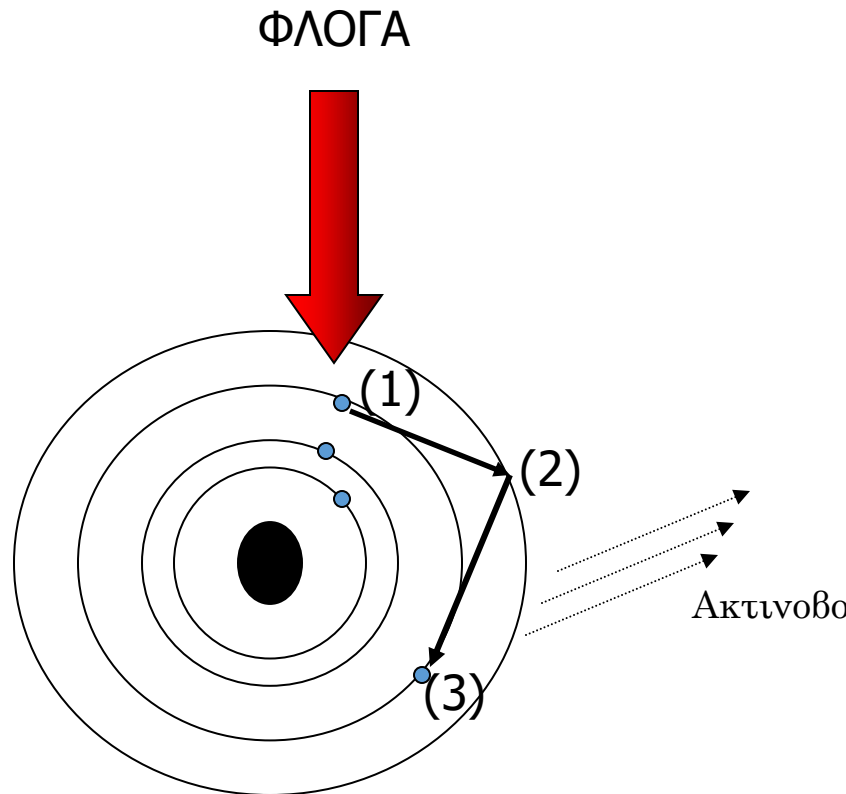
Κατά την διέγερση ένα ηλεκτρόνιο σθένους (1) παίρνει ενέργεια από την φλόγα και μεταπηδά σε στοιβάδα μεγαλύτερης ενέργειας (από την s στην p για το K και Na) (2).

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).

Όταν η ενέργεια είναι μεγάλη τότε συμβαίνει ιονισμός (ανεπιθύμητος γιατί ελαττώνεται η ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας-σφάλμα στη μέτρηση)

Γι αυτό, για να έχουμε την επιθυμητή φλόγα, χρησιμοποιούμε ως καύσιμο το **προπάνιο**.

- Η ένταση της ακτινοβολίας (ποσοτικό διαγνωστικό) είναι συνάρτηση του αριθμού των ατόμων του στοιχείου (συγκέντρωση στο διάλυμα).
- Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας (ποιοτικό διαγνωστικό) εξαρτάται από το είδος του στοιχείου (π.χ. 766,5 nm για K και 589,0 για Na).



ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΩΝ:

1. Σταθερότητα ροής του προπανίου και του αέρα.
2. Η Θερμοκρασία της φλόγας

Οι παράμετροι διατηρούνται σταθεροί κατά μέτρηση των πρότυπων διαλυμάτων και των δειγμάτων για να μην εισάγεται σφάλμα.

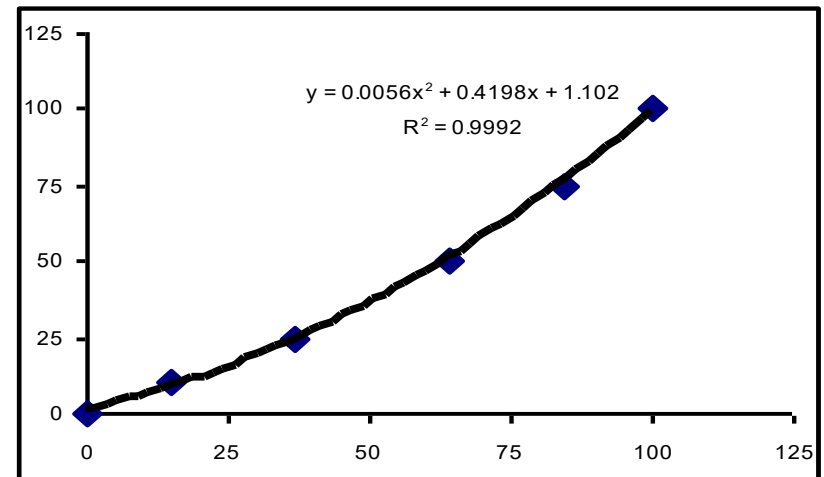
Η βαθμολόγηση γίνεται συγχρόνως με την ανάλυση και για να γίνει χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης σε K.

Τα πρότυπα διαλύματα πρέπει να έχουν την ίδια σύσταση με το αναλυόμενο δείγμα.

Βαθμολόγηση του οργάνου-πρότυπα διαλύματα

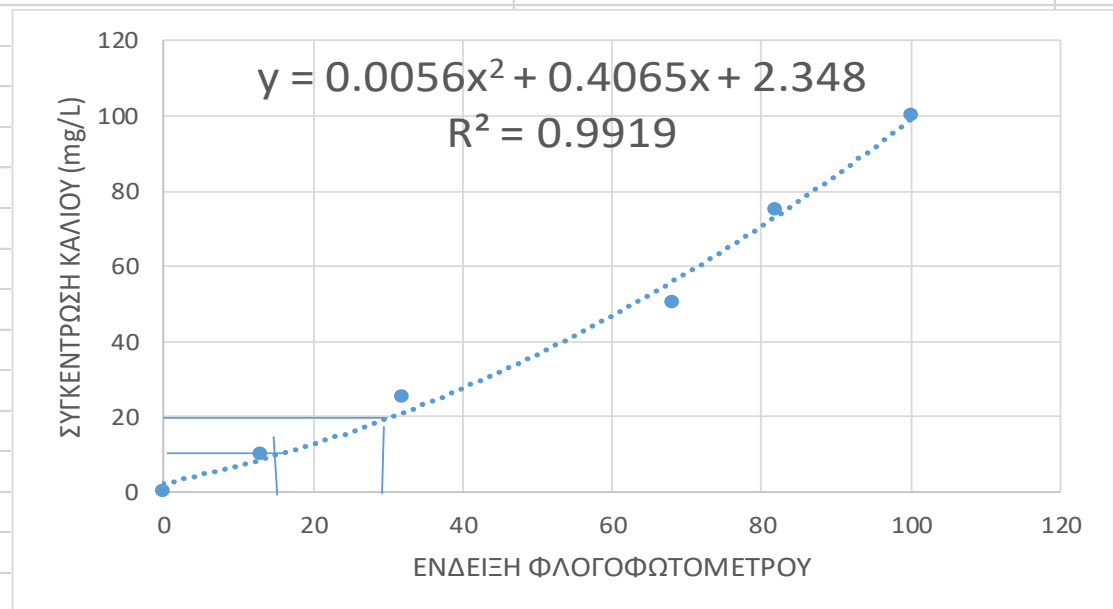
- Η βαθμολόγηση (κατασκευή της συνάρτησης) γίνεται για να βρεθεί η σχέση της ένδειξης του οργάνου με την συγκέντρωση σε Κ. Γίνεται συγχρόνως με την ανάλυση και για να γίνει χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης σε Κ.
- **Μετά την βαθμονόμηση** γίνεται η μέτρηση του δείγματος και λαμβάνουμε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

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



Βαθμολόγηση του οργάνου-πρότυπα διαλύματα π.χ.

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



Αντιδραστήρια

- a. Διάλυμα K 1000 ppm. Παρασκευάζεται διαλύοντας 1.9068 g KCl σε 1 L νερού. Το διάλυμα φυλάσσεται σε πλαστικό μπουκάλι.
- b. Διαλύματα γνωστής συγκεντρώσεως σε K 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.

Λύση

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

Στα 1.000 ml εκχυλίσματος υπάρχουν 24.77 mg K

στα 100 ml του stock διαλύματος X; mgK

Άρα $X = 24.77 \cdot 100 / 1000 = 2.48$ mg K

Όμως τα 2.48 mg K προήλθαν από καύση ξηρού βάρους 1.0 gr = 1000 mg νωπού δείγματος φυτικών ιστών ή 900 mg ξηρού δείγματος.

Επομένως Y=; mg K αντιστοιχούν

στα 100 mg ξηρού δείγματος φυτικών ιστών.

Άρα $Y = 2.48 \cdot 100 / 900 = 0.275$ mg K,

Άρα ο φυτικός ιστός περιέχει 0.275% K (επί του ξηρού βάρους).

Παράδειγμα αποτελέσματος αναλύσεων

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		
Αποτέλεσμα:	1.554		0.41		0.77		2.12		0.24			
Χαρακτηρισμός:	MA		Y		E		E		E			

Ιχνοστοιχεία ppm												
	B		Mn		Zn		Fe		Cu		Mo	
Τιμές Επάρκειας:	20	50	50	150	10	30	50	150	5.00	20.00		
Αποτέλεσμα:	18.57		46.35		10.87		128.80		6.8			
Χαρακτηρισμός:	MA		MA		ME		E		E			

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΡΕΠΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ: **A:** Ανεπάρκεια, **MA:** Μερική Ανεπάρκεια, **ME:** Μερική Επάρκεια, **E:** Επάρκεια, **Y:** Υπερεπάρκεια



Σας ευχαριστώ για την
προσοχή σας