

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΡΕΨΗ ΦΥΤΩΝ- ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΩΝ

Εαρινό Εξάμηνο

ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

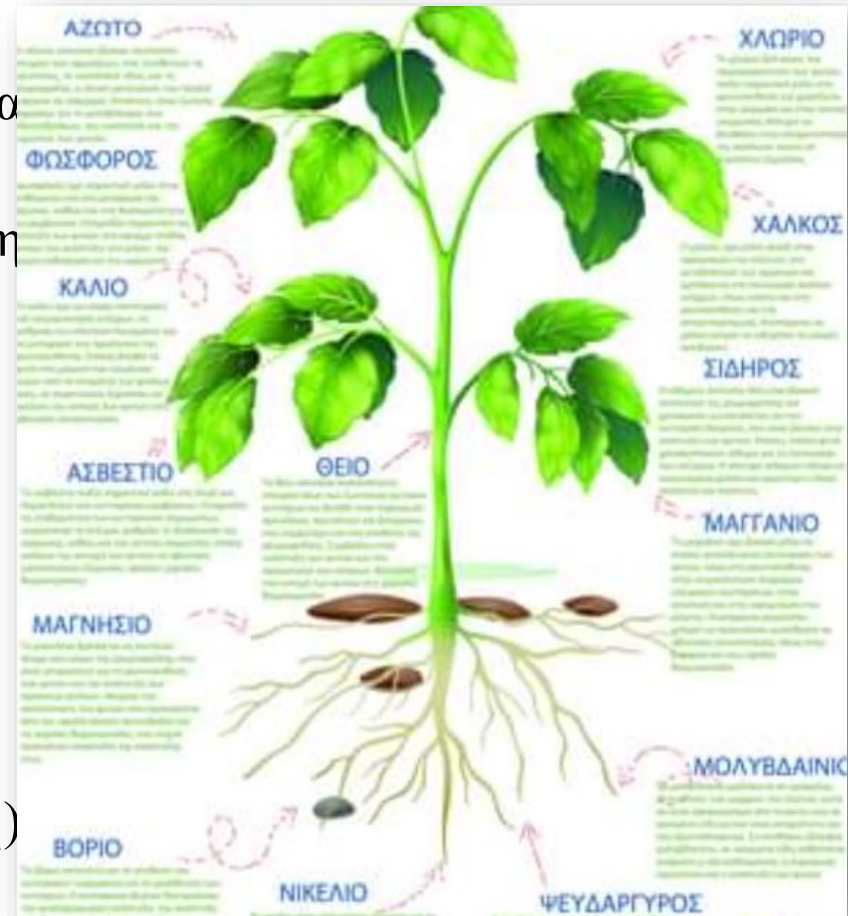


Εισηγητές: Βασίλειος Τζανακάκης & Φοιτητές ΕΛΜΕΠΑ



Η Θρέψη των φυτών-Ανόργανα θρεπτικά στοιχεία

- ✓ Η μελέτη της πρόσληψης και αξιοποίησης των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά ονομάζεται ανόργανη θρέψη φυτών
- ✓ Η θρέψη των φυτών καθορίζει την ανάπτυξη των φυτών και την γεωργική παραγωγή.
- ✓ Υποστηρίζεται από την παρουσία στο έδαφος θρεπτικών στοιχείων.
- ✓ Τα ανόργανα στοιχεία αποτελούν το 1,5% του νωπούς βάρους των φυτών και διακρίνονται σε θεμελιώδη-απαραίτητα και μη :
 - Απαραίτητα για τη συμπλήρωση του βιολογικού κύκλου (θεμελιώδη)
 - Αποτελούν μέρος συστατικού του φυτού (π.χ. N στις πρωτεΐνες) (θεμελιώδη)



Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία

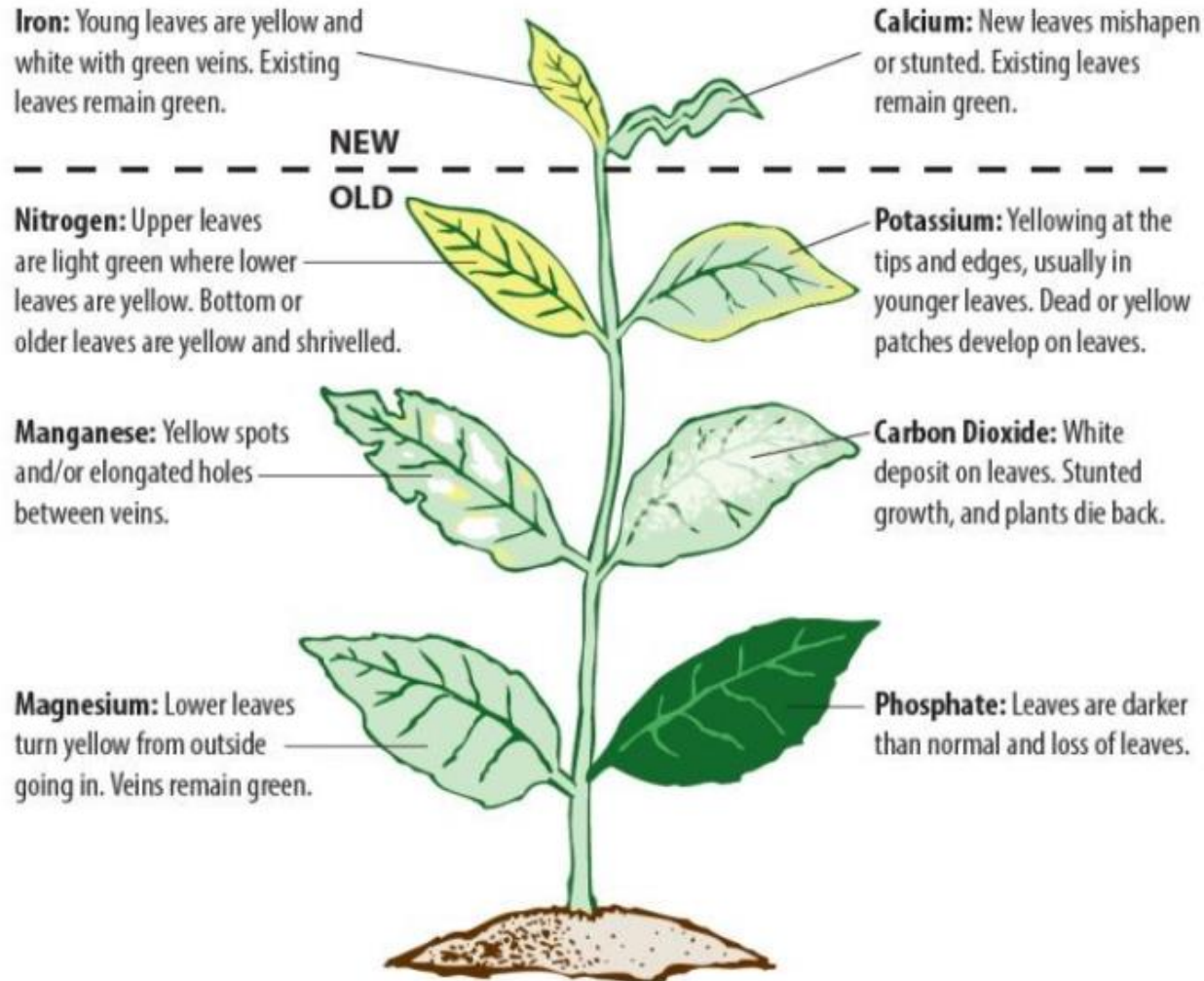
- ✓ Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία κατηγοριοποιούνται σε μακρο-θρεπτικά και μικρο-θρεπτικά ανάλογα με την συγκέντρωσή τους στους φυτικούς ιστούς.

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⁻)

Συμπτώματα έλλειψη θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα



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.
- ✓ «Αριστη συγκέντρωση» είναι εκείνη η συγκέντρωση κατά από την οποία επιτυγχάνεται 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**.

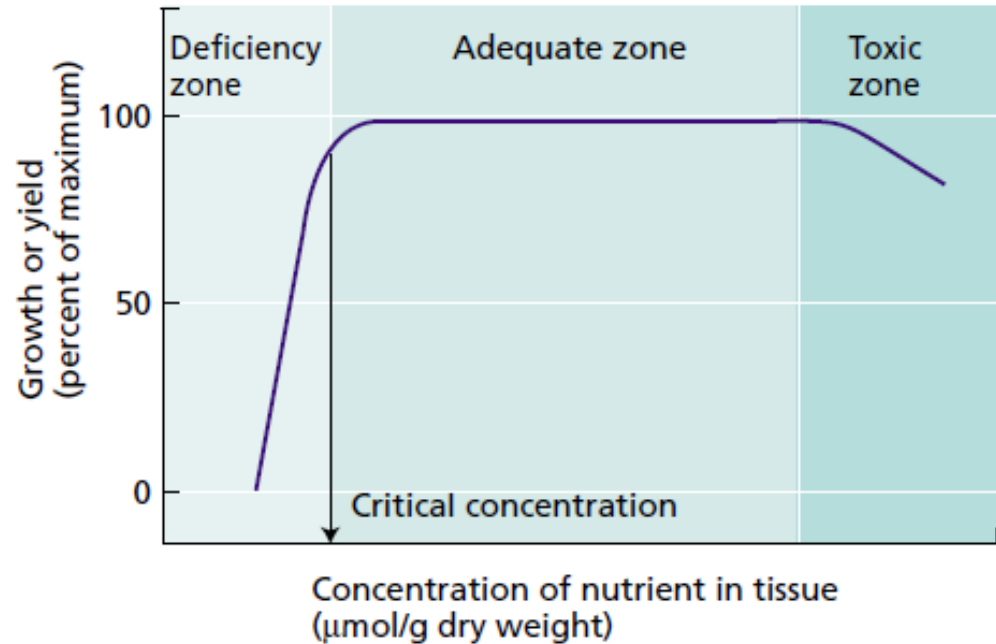


FIGURE 5.3 Relationship between yield (or growth) and the nutrient content of the plant tissue. The yield parameter may be expressed in terms of shoot dry weight or height. Three zones—deficiency, adequate, and toxic—are indicated on the graph. To yield data of this type, plants are grown under conditions 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.

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

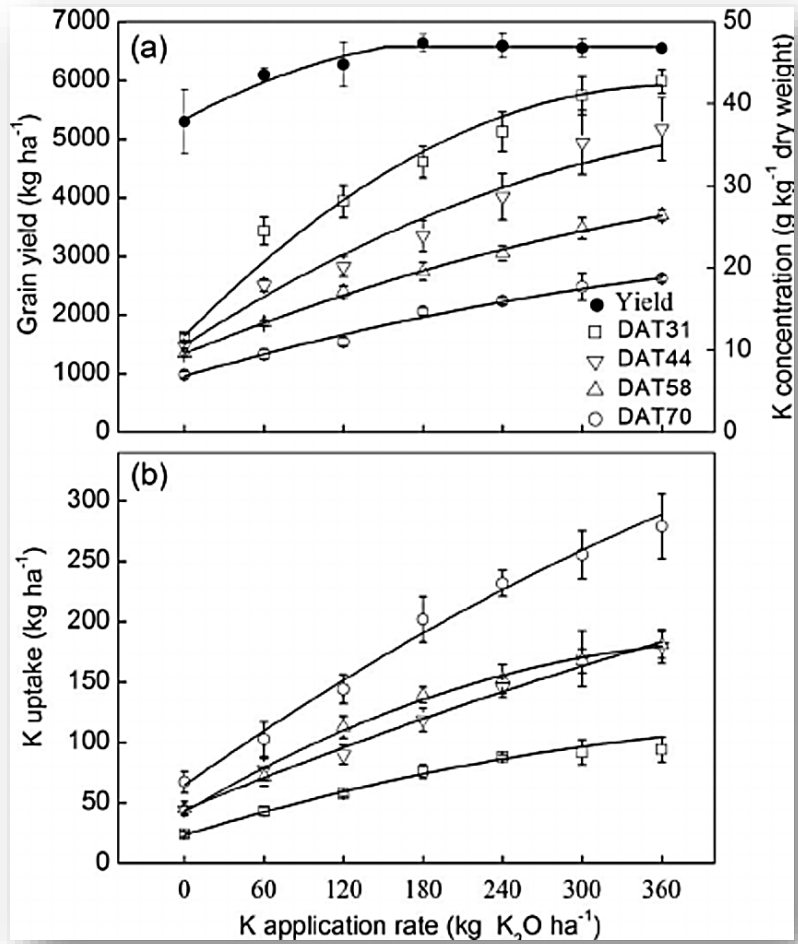
ΠΙΝΑΚΑΣ 16.15 Οδηγός εύρους επάρκειας σε επιλεγμένα φυτά για Φυλλοδιαγνωστική-Ιστοδιαγνωστική

Οι τιμές αφορούν μόνο τα συγκεκριμένα φυτά και στο συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξής τους. Κανονικά πρέπει να συλλέγονται 6 έως 29 φυτά. Τα φύλλα πρέπει να πλένονται ελαφρά με αποσταγμένο νερό για την απομάκρυνση εδάφους ή σκόνης από την επιφάνειά τους και στη συνέχεια να ξηραίνονται πριν την εργαστηριακή ανάλυση.

Φυτικό είδος και τμήμα δευματοληψίας	Περιεκτικότητα, %						Περιεκτικότητα, μg/g				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Πεύκο (<i>Pinus</i> spp.) Βελόνες του τρέχοντος έτους κοντά στα ακραία τμήματα	1.2-1.4	0.10-0.18	0.3-0.5	0.13-0.16	0.05-0.09	0.08-0.12	20-100	50-600	20-50	3-9	2-6
Δρυς (<i>Quercus</i>) Ώριμα φύλλα	1.9-3.0	0.15-0.30	1.0-1.5	0.3-0.5	0.15-0.30	-	50-150	35-200	15-30	15-40	6-12
Γρασίδι, Τμήματα από κοπή σε θερμή περίοδο	2.7-3.5	0.25-0.55	1.3-3.0	0.50-1.2	0.15-0.60	0.15-0.6	35-500	25-150	15-55	6-60	5-30
Γρασίδι, Τμήματα από κοπή σε ψυχρή περίοδο	3.0-5.0	0.3-0.4	2-4	0.3-0.8	0.2-0.4	0.25-0.8	40-500	20-100	20-50	5-20	6-30
Αραβόσιτος (<i>Zea mays</i>) Φύλλα πλαϊνά (ear-leaf) στο σχηματισμό ταξιανθίας φάβης	2.5-3.5	0.20-0.50	1.5-3.0	0.2-1.0	0.16-0.40	0.16-0.50	25-300	20-200	20-70	6-40	6-40
Σόγια (<i>Glycine max</i>) Ώριμα νεότερα φύλλα η στην άνθηση	4.0-5.0	0.31-0.50	2.0-3.0	0.45-2.0	0.25-0.55	0.25-0.55	50-250	30-200	25-50	25-60	8-20
Μηλιά (<i>Malus</i> spp.) Φύλλα βάσης σε μη καρποφόρους βλαστούς	1.8-2.4	0.15-0.30	1.2-2.0	1.0-1.5	0.25-0.50	0.13-0.30	50-250	35-100	20-50	20-50	5-20
Σίτος (<i>Triticum</i> spp.) Ώριμα νεότερα φύλλα στην άνθηση	2.2-3.3	0.24-0.36	2.0-3.0	0.28-0.42	0.19-0.30	0.20-0.30	35-55	30-50	20-35	5-10	6-10
Ρύζι (<i>Oryza sativa</i>) Ώριμα νεότερα φύλλα στο αδελφωμα	2.8-3.6	0.14-0.27	1.5-3.0	0.16-0.40	0.12-0.22	0.17-0.25	90-200	40-800	20-160	5-25	6-25
Τομάτα (<i>Solanum lycopersicum</i>) Ώριμα νεότερα φύλλα στην άνθηση	3.2-4.8	0.32-0.48	2.5-4.2	1.7-4.0	0.45-0.70	0.60-1.0	120-200	80-180	30-50	35-55	8-12
Μηδική (<i>Medicago sativa</i>) Άνω τρίτο του φυτού στην πρώτη άνθιση	3.0-4.5	0.25-0.50	2.5-3.8	1.0-2.5	0.3-0.8	0.3-0.5	50-250	25-100	25-70	6-20	30-80

Τα δεδομένα προέκυψαν από πολλές πηγές.

Επίδραση της εφαρμογής θρεπτικών στην παραγωγή: Παραδείγματα



Grain yield, plant potassium (K) concentrations (a) and K uptake by aboveground parts (b) as influenced by K application rates. DAT31, DAT44, DAT58 and DAT70 indicated 31, 44, 58 and 70 days after transplanting (DAT), respectively. Vertical bars represent standard deviation. K₂O: potassium oxide. (Xue et al., 2015)

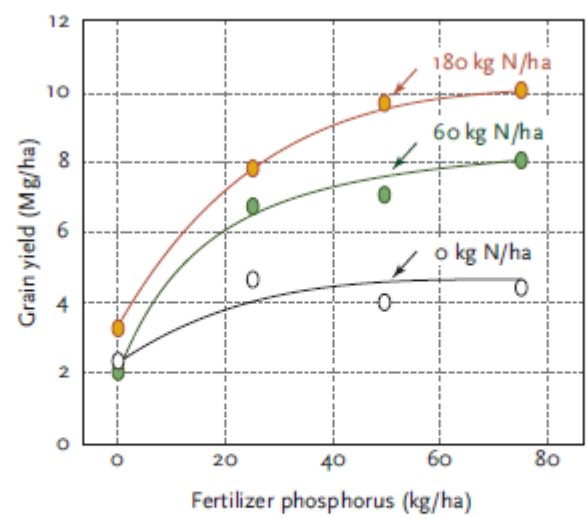
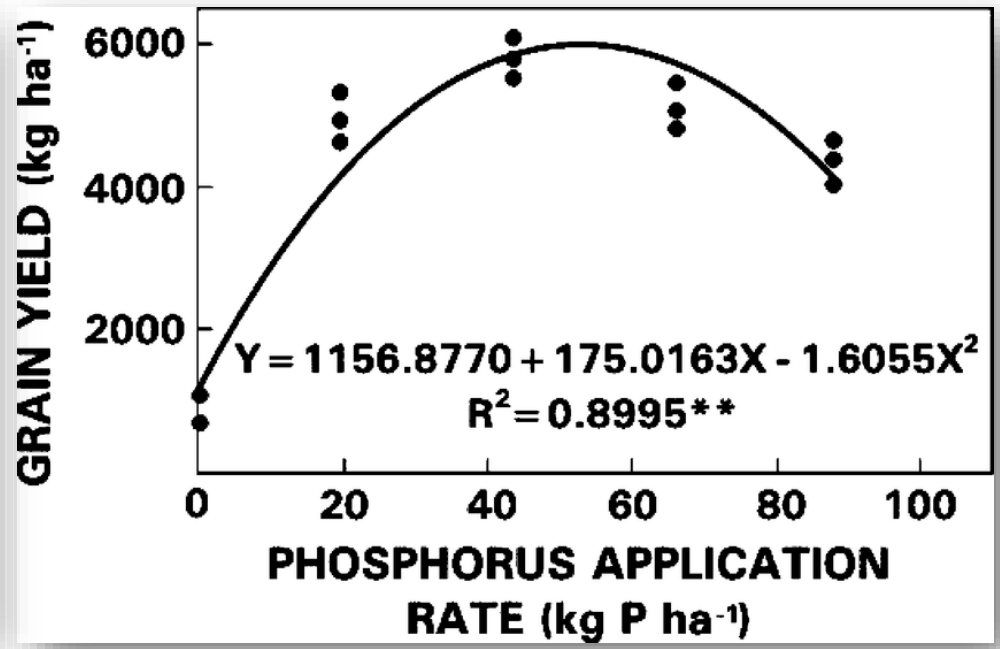
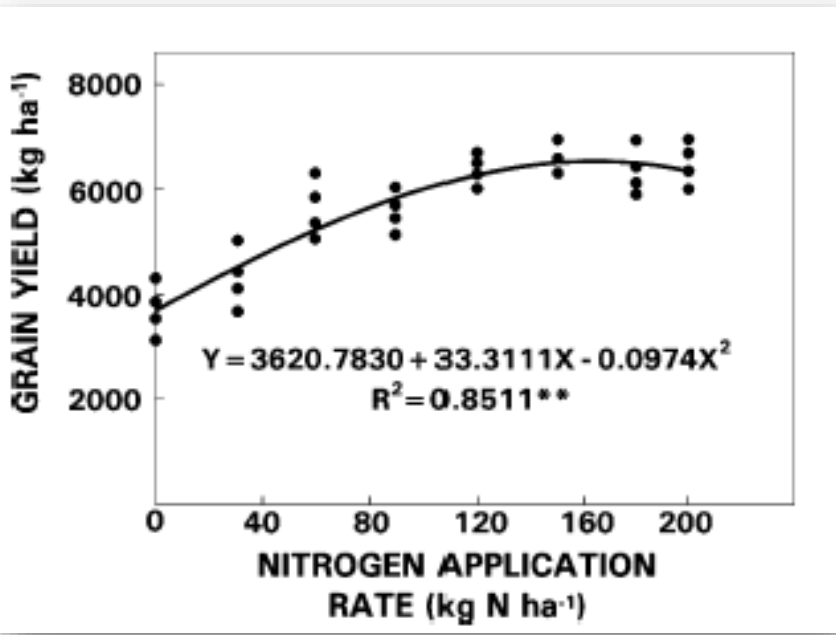


Figure 6. Maize grain yield response to fertilizer P applications for three levels of N fertilization (Adapted from Sumner and Farina, 1986).

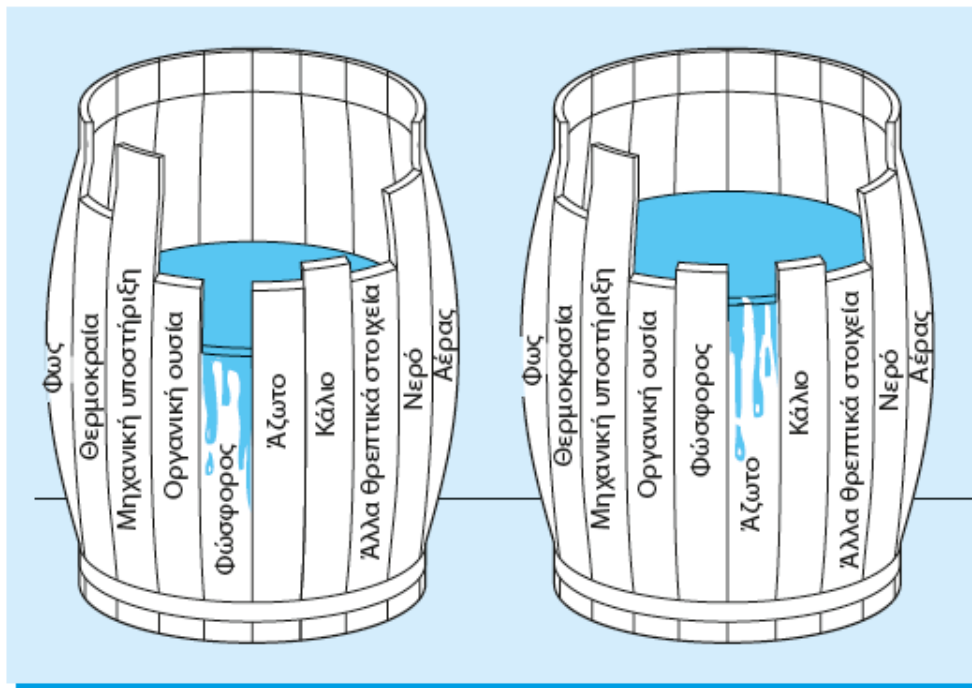


Επίδραση της εφαρμογής θρεπτικών στην παραγωγή: Παραδείγματα (Fageria et al., 2008)



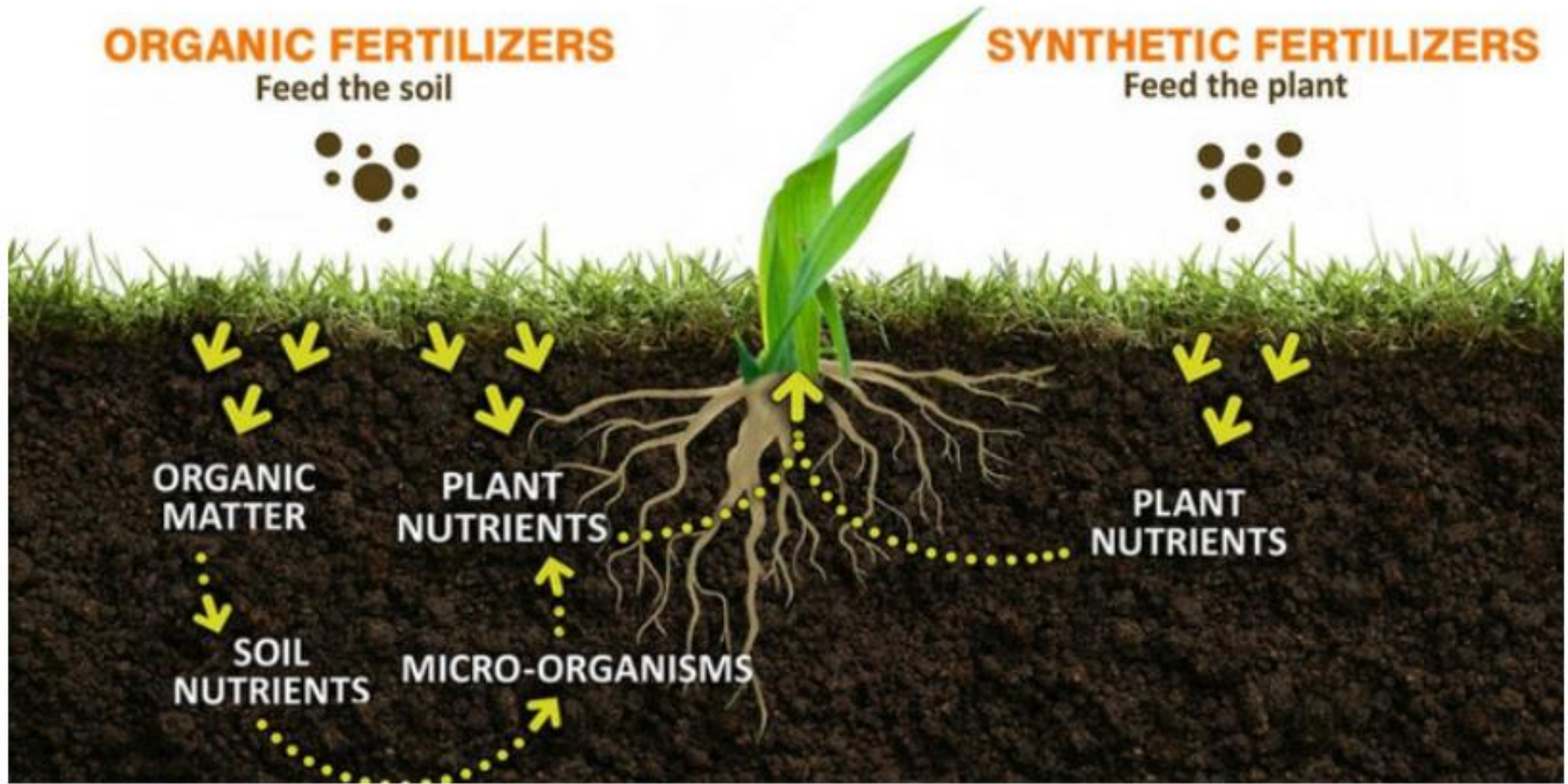
Σχέσεις θρεπτικής διαθεσιμότητας και φυτικής παραγωγής- Νόμος του ελαχίστου (Justus von Liebig)

- ✓ «Η αύξηση την απόδοση των φυτών επηρεάζεται από το θρεπτικό εκείνο παράγοντα ο οποίος υπεισέρχεται στο καλλιεργητικό σύστημα με την πλέον περιοριστική τιμή»
- ✓ Αν η τιμή όλων των θρεπτικών παραγόντων είναι άριστη αύξηση παραγωγής μπορεί να λάβει χώρα μόνο εφόσον βελτιωθεί η τιμή του περιοριστικού παράγοντα.
- ✓ Επιθυμητή είναι άρση των θρεπτικών-αγρονομικών παραγόντων για την επίτευξη ικανοποιητικής παραγωγής.



ΕΙΚΟΝΑ 16.26 Απεικόνιση του νόμου του ελαχίστου και την αρχή που διέπει τον περιοριστικό παράγοντα. Η ανάπτυξη του φυτού περιορίζεται από το βασικό στοιχείο (ή άλλον παράγοντα) που βρίσκεται σε οριακή ποσότητα. Η στάθμη του νερού στο βαρέλι αναπαριστά το επίπεδο της ανάπτυξης του φυτού. (Αριστερά) Ο φωσφόρος απεικονίζεται ως ο πλέον περιοριστικός παράγοντας. Αν και τα άλλα στοιχεία που υπάρχουν είναι σε ποσότητες υψηλότερες από τις απαραίτητες, η ανάπτυξη του φυτού δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από αυτή που επιτρέπει το επίπεδο του διαθέσιμου φωσφόρου. (Δεξιά) Όταν προστίθεται φωσφόρος, η ανάπτυξη του φυτού αυξάνεται μέχρι ένας άλλος παράγοντας να γίνει ο πλέον απαραίτητος-στην περίπτωση αυτή, το άζωτο.

Οργανικά και ανόργανα λιπάσματα



Οργανικά λιπάσματα

Προέρχονται κυρίως από φυσικές πρώτες ύλες, συνήθως πρώην ζώντες οργανισμούς όπως ζώα, φυτά, συνήθως μετά από επεξεργασία. Περιλαμβάνονται:

- ✓ Υπολείμματα καλλιεργειών (άχυρα, φύλλα, βλαστοί)
- ✓ Κοπριές ζωικής προέλευσης
- ✓ Κομπόστες (αποσυντιθεμένα φυτικά υλικά)
- ✓ Χλωρές λιπάνσεις (ψυχανθή κ.α. τα οποία ενσωματώνονται στο έδαφος)
- ✓ Υπολείμματα από επεξεργασία φυτικών προϊόντων (φυτικές ίνες, μελάσσες, υλικά ξύλου κ.α.)
- ✓ Υπολείμματα από επεξεργασία ζωικών προϊόντων (άλευρα)
- ✓ Αστικά απόβλητα (λάσπη βιολογικού καθαρισμού, κομπόστες από σκουπίδια κ.α.)



Οργανικά λιπάσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 16.9 Οι πιο κοινές οργανικές πηγές θρεπτικών στοιχείων: Η περιεκτικότητά τους, κατά προσέγγιση σε θρεπτικά συστατικά και άλλα χαρακτηριστικά

Συγχρόνως με τα αζωτοδεσμευτικά ψυχανθή (*legumes*) που αναπτύσσονται σε συστήματα αμειψισποράς ή ως προστατευτική καλλιέργεια, υλικά όπως τα παρακάτω (εκτός από τη λιματολόσση και τα αστικά στερεά απόβλητα) αποτελούν τους βασικούς παράγοντες διαθεσιμότητας θρεπτικών στοιχείων στην οργανική γεωργία. Τα αναφερόμενα θρεπτικά συστατικά της ζωικής κοπριάς είναι χαρακτηριστικά για ζώα με καλή σίτιση και εκτρέφόμενα σε μονάδες αναπαραγωγής. Η κοπριά από ζώα ελεύθερης βοσκής, τα οποία δεν λαμβάνουν συμπληρώματα διατροφής, μπορεί να παρουσιάζει αρκετά χαμηλότερα επίπεδα αζώτου και φωσφόρου.

Υλικό	Νερό, %	Ποσοστό Ξηρού Βάρους							g/Mg Ξηρού Βάρους								
		Συνολικό N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo				
Ενεργός λιματολόσση	<10	6	1.5	0.5	—	—	—	—	—	450	—	—	—	—	—	—	Η πιο συνθιβασμένη μορφή είναι το Manganite, διαθέσιμο N για 2-6 μήνες. Μπορεί να οξινίσει το έδαφος.
Προϊόντα άλεσης καφέ ^d	60	1.6	0.01	0.04	0.08	0.01	0.11	330	50	15	40	—	—	—	—	—	Οξινίζει το έδαφος. Σικνά χρησιμοποιείται ως τροφή στις εκτροφές.
Βαμβάκι	<15	7	1.5	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Μπορεί να περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις C. Παραπρωϊόν σφαγείων, το N είναι γρήγορα διαθέσιμο.
Κοπριά γαλακτοπαραγωγών αγελάδων ^b	75	2.4	0.7	2.1	1.4	0.8	0.3	1,800	165	165	30	20	—	—	—	—	Ενσωμάτωση ή κομποστοποίηση λόγω δυσάρεστων οσμών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τροφή σε εκτροφεία.
Ξεραμμένο αίμα	<10	13	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Μπορεί να περιέχει έδαφος και ευδιάλυτα άλατα.
Ξεραμμένο ιχθυάλειτρο	<15	10	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Μπορεί να περιέχει έδαφος και ευδιάλυτα άλατα.
Κόπρος βοοειδών πάκυνσης ^c	80	1.9	0.7	2.0	1.3	0.7	0.5	5,000	40	8	2	14	1	—	—	—	Υψηλή περιεκτικότητα Pb για μερικά δέντρα
Φύλλα πλατυφύλλων δέντρων ^f	20	1.0	0.1	0.4	1.6	0.2	0.1	1,500	550	80	10	38	—	—	—	—	Μπορεί να περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις C.
Κοπριά αλόγων ^c	63	1.4	0.4	1.0	1.6	0.6	0.3	—	200	125	25	—	—	—	—	—	Μπορεί να έχει υψηλό λόγο C/N, και να περιέχει βαριά μέταλλα, πλαστικό και γυαλί.
Κοπριά (κρεοπαραγωγικών) πουλερικών ^b	35	4.4	2.1	2.6	2.3	1.0	0.6	1,000	413	480	172	40	0.7	—	—	—	Μπορεί να περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις C, υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων, αρσενικού ή αμμωνίας
Λιματολόσση	80	4.5	2.0	0.3	1.5 ^g	0.2	0.2	16,000 ^g	200	700	500	100	15	—	—	—	Μπορεί να περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων και τοξικ. βαρέων μετάλλων.
Κοπριά προβάτων ^c	68	3.5	0.6	1.0	0.5	0.2	0.2	—	150	175	30	30	—	—	—	—	Μπορεί να περιέχει σπόρους ζιζανίων.
Αλλοιωμένα υπολείμματα σασού ψυανθών ^h	40	2.5	0.2	1.8	0.2	0.2	0.2	100	100	50	10	1,500	3	—	—	—	Μπορεί να περιέχει αυξημένα επίπεδα Cu.
Κοπριά χοίρων ^c	72	2.1	0.8	1.2	1.6	0.3	0.3	1,100	182	390	150	75	0.6	—	—	—	Πολύ υψηλός λόγος C/N, πρέπει να συμπληρωθεί με επιπλέον N.
Υλοτομικά υπολείμματα	—	—	0.2	0.2	0.2	1.1	0.2	2,000	8,000	500	50	30	—	—	—	—	Η περιεκτικότητα σε θρεπτικά μειώνεται με το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας
Χλωρή κοπριά νεαρής σίκαλης	85	2.5	0.2	2.1	0.1	0.05	0.04	100	50	40	5	5	.05	—	—	—	—

^a: Περιεκτικότητα σε υγρασία των νωπών υλικών. Οι μέθοδοι διεργασίας και αποθήκευσης μπορεί να διαφοροποιήσουν την περιεκτικότητα σε υγρασία σε λιγότερο από 5% (ξήρανση - θερμότητα) ή περισσότερο από 93% (λάσση).

^b: Η σύνθεση της κοπριάς από γαλακτοπαραγωγικές και κρεοπαραγωγικές εκτροφές εκτιμήθηκε από τους μέσους όρους περίπου 800 και 400 δείγματα που αναλύθηκαν με το πρόγραμμα ανάλυσης κοπριάς του Πανεπιστημίου του Μέριλαντ 1985 - 1990.

^c: Η σύνθεση της κοπριάς χοίρων, προβάτων και αλόγων υπολογίστηκε από τα ενημερωτικά δελτία για το έδαφος του Συνεταιρισμού στη Βόρεια Καρολίνα [Zubiena et al. (1993)].

^d: Τα δεδομένα των αλέσματος του καφέ από τους Krogmann et al. (2003).

^e: Η σύνθεση των κομποστοποιημένων αστικών σταθμών αποβλήτων βασίστηκε στις τιμές των μέσων όρων των προϊόντων 10 εγκαταστάσεων κομποστοποίησης στις Η.Π.Α. όπως αναφέρθηκε από τους He et al. (1995). Το θείο ως θείο - θειικού άλατος.

^f: Τα δεδομένα των φύλλων των πλατυφύλλων δέντρων από τον Kluchinski (1996)

^g: Τα συστατικά της λιματολόσσης Ca και Fe μπορεί να έχουν 10-πλάσια διαφορά, ανάλογα με τη διαδικασία επεξεργασίας των υγρών λιμάτων που χρησιμοποιούνται.

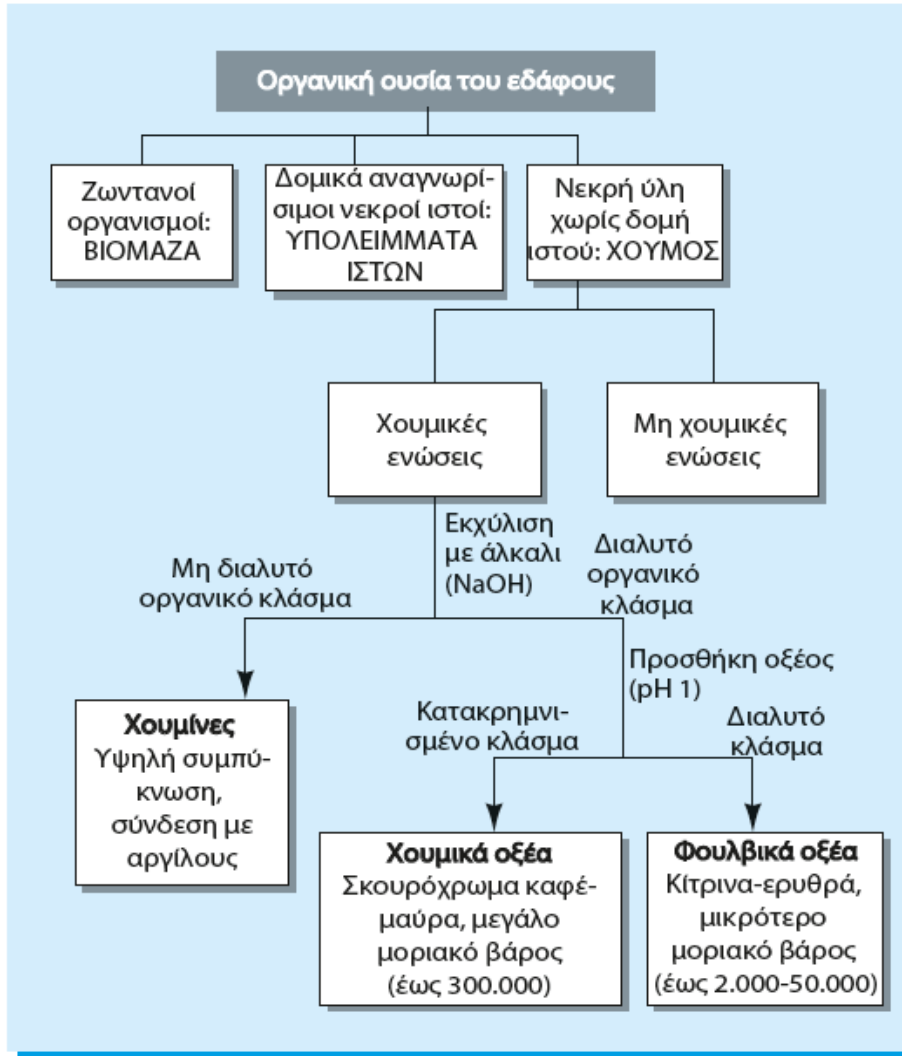
Τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν από πολλές πηγές.

Σύσταση οργανικών λιπασμάτων

Οργανικό υλικό	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		%	
Φύλλα μηλιάς	1.00	0.15	1.20
Μηδική	2.45	0.50	2.10
Φασόλια -φυτά	0.50	0.10	0.50
Φύλλα τεύτλων	0.35	0.10	0.55
Λάχανα -Φύλλα -στελέχη	0.37	0.10	0.45
Καρόττα -Φύλλα	0.54	0.13	0.11
Φύλλα κερασιάς	0.60	0.11	0.72
Γκαζόν	0.50	0.10	0.25
Μαρούλι	0.25	0.08	0.45
Φύλλα βαλανιδιάς	0.80	0.35	0.65
Βρώμη και βίκος	0.40	0.15	0.30
Φύλλα ροδακινιάς	0.90	0.15	1.80
Φύλλα αγλαδιάς	0.70	0.12	1.20
Μπιζέλια	0,50	0,05	0.50

Είδος οργανικής ουσίας	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		%	
κοπριά Πουλερικών	1,56	0,40	0,35
" Προβάτων	1,40	0,21	1,00
" Βοοειδών πάχυνσης	0,70	0,20	0,45
" Αλόγων αναπαραγωγής	0,68	0,10	0,60
" Αγελάδων	0,55	0,10	0,50
" Χοίρων	0,50	0,14	0,38
" Αγρίων	2,77	1,78	2,88
" Σπυρός μηδικής	2,8	0,5	2,10
" Αχνηρο μηδικής	1,5	0,3	1,5
" Ξηρό αίμα	13,0	1,5	-
" Ξηθόλιτρο	10,4	5,9	-

Οργανική ουσία



ΕΙΚΟΝΑ 12.11 Ταξινόμηση συστατικών της οργανικής ύλης του εδάφους που διακρίνονται με χημικά και φυσικά κριτήρια. Αν και τα επιφανειακά υπολείμματα (απορρίμματα) δεν θεωρούνται ομόφωνα ως τμήμα της οργανικής ύλης του εδάφους, τα περιλαμβάνουμε επειδή συνιστούν πρωταρχικό συστατικό των οριζόντων Ο στην εδαφική κατατομή. Η διαλυτότητα σε αλκάλι και οξύ είναι κριτήριο ευρείας χρήσης στην ομαδοποίηση διαφορετικών τμημάτων του εδαφικού χούμου. Το κλασικό σχήμα που κατανέμει τις ουσίες του εδαφικού χούμου σε χουμίνες, φουλβικά οξέα και χουμικά οξέα εμφανίζεται στο κάτω μέρος του σχεδιαγράμματος ροής. Βασίζεται στη μη διαλυτότητα του χούμου σε NaOH (κλάσμα χουμινών) και στην ακόλουθη διαλυτότητα του διαλυτού στο NaOH κλάσματος σε διαλύματα οξέων (pH=1), που δίνει τα φουλβικά οξέα και την κατακρήμνιση στα οξέα (που δίνει τα χουμικά οξέα).

Ανόργανα λιπάσματα

Περιλαμβάνουν κυρίως ανόργανα άλατα. Κατηγοριοποιούνται ανάλογα:

- ✓ Φυσικά ή συνθετικά (υπάρχουν στην φύση ή παρασκευάζονται από τις βιομηχανίες)
- ✓ Απλά ή σύνθετα (εξαρτάται από τον αριθμό των στοιχείων)
- ✓ Στερεά (κρυσταλλικά κοκκώδη κ.α.), υγρά αέρια.
- ✓ Τρόπος δράσης, δηλαδή ταχείας (υδατοδιαλύτά) και βραδείας δράσης

Στα περισσότερα λιπάσματα οι τρεις πρώτοι αριθμοί αναφέρονται σε ποσοστό επί ξηρού βάρους του λιπάσματος σε Άζωτο (N), Φώσφορο (P_2O_5) και Κάλιο (K_2O).



ΑΖΩΤΟΥΧΑ λιπάσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 16.13 Ανόργανα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως : Η περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία και άλλα χαρακτηριστικά

Λίπασμα	Ποσοστό κατά βάρος				Κίνδυνος αλάτωσης	Πρόκληση αζίνιας ^b	Άλλα θρεπτικά στοιχεία & σχόλια
	N	P	K	S			
<i>Κύριες πηγές αζώτου</i>							
Άνυδρη αμμωνία (NH ₃)	82				Μικρός	-148	Απαιτείται συσκευή πίεσης, τοξικό αέριο, πρέπει να εγχυθεί στο έδαφος.
Ουρία [CO(NH ₂) ₂]	45				Μέσος	-84	Διαλυτή, υδραλύεται προς αμμωνιακές μορφές. Εξάχνωση στην επιφάνεια του εδάφους.
Νιτρική αμμωνία (NH ₄ NO ₃)	33				Υψηλός	-59	Προσρόφηση υγρασίας από την ατμόσφαιρα, μπορεί να παραμείνει (NH ₄ NO ₃) στην επιφάνεια του εδάφους. Εκρηγνυται σε ανάμιξη με οργανική σκόνη ή S.
Ουρία επικαλυμμένη με θείο	30-40			13-16	Μικρός	-110	Ευμετάβλητος χαμηλός ρυθμός απελευθέρ.
UF (ουρία-φορμαλδεΰδη)	30-40				Πολύ μικρός	-68	Βραδεία διάλυση, ταχύτερα σε θερμές περιόδους.
Διάλυμα UAN(ουρία-νιτρική αμμωνία)	30				Μέσος	-52	Συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο υγρό N.
IBDU (ισοβαυτυλική διαουρία)	30				Πολύ μικρός	—	Βραδέως διαλυτό.
Θειική αμμωνία [(NH ₄) ₂ SO ₄]	21			24	Υψηλός	-110	Μειώνει ταχύτητα το pH, πολύ εύκολο στο χειρισμό.
Νιτρικό Νάτριο (NaNO ₃)	16				Πολύ υψηλός	+29	Δημιουργεί κρούστα και διασπορά στο έδαφος.
Νιτρικό Κάλιο (KNO ₃)	13		36	0.2	Πολύ υψηλός	+26	Ταχύτερη αντίδραση του φυτού.

ΑΖΩΤΟΥΧΑ λιπάσματα

- ✓ **Ανυδρη αμμωνία (NH_3)**. Έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε N, είναι αέριο και διατηρείται σε υγρή μορφή σε συνθήκες υψηλής πίεσης
- ✓ **Διαλυμένη αμμωνία** σε νερό. Δεν απαιτούνται συνθήκες υψηλής πίεσης.
- ✓ **Νιτρική αμμωνία (NH_4NO_3)**. Είναι υδατοδιαλυτό λίπασμα με περιεκτικότητα 33.5% σε άζωτο. Το αμμωνιακό και νιτρικό περιέχονται σε ίσες ποσότητες (50%).
- ✓ **Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία**. Είναι κοκκώδες υδατοδιαλυτό λίπασμα με περιεκτικότητα 26% άζωτο. Το αμμωνιακό και νιτρικό περιέχονται σε ίσες ποσότητες (50%). Λόγω του ασβεστίου προτείνεται σε όξινα εδάφη για την ανύψωση του pH
- ✓ **Θεική αμμωνία (NH_4)₂(SO_4)**. Έχει κρυσταλική μορφή. Περιέχει 21% άζωτο και 23.5% θείο. Ελαττώνει το pH του εδάφους.
- ✓ **Χλωριούχο αμμώνιο (NH_4Cl)**. Κρυσταλλικό περιέχει 26% άζωτο.
- ✓ **Ουρία ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)**. Κοκκώδες λίπασμα. Περιέχει 46% άζωτο. Στο έδαφος υδρολύεται (ένζυμο ουρεάση) σχηματίζεται αρχικά ανθρακικό αμμώνιο και μετά παράγεται αμμώνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Το αμμώνιο νιτροποιείται και τα νιτρικά προσλαμβάνονται από τα φυτά και τους μικροοργανισμούς του εδάφους
- ✓ **Σύνθετα κοκκώδη λιπάσματα**: 22-11-0, 20-10-0, 16-20-0, 11-15-15, 12-12-12 κ.α.
- ✓ **Νιτρικά λιπάσματα**: Νιτρικό νάτριο (περιέχει 16% άζωτο), Νιτρικό κάλι και νίτρο Νορβηγίας.

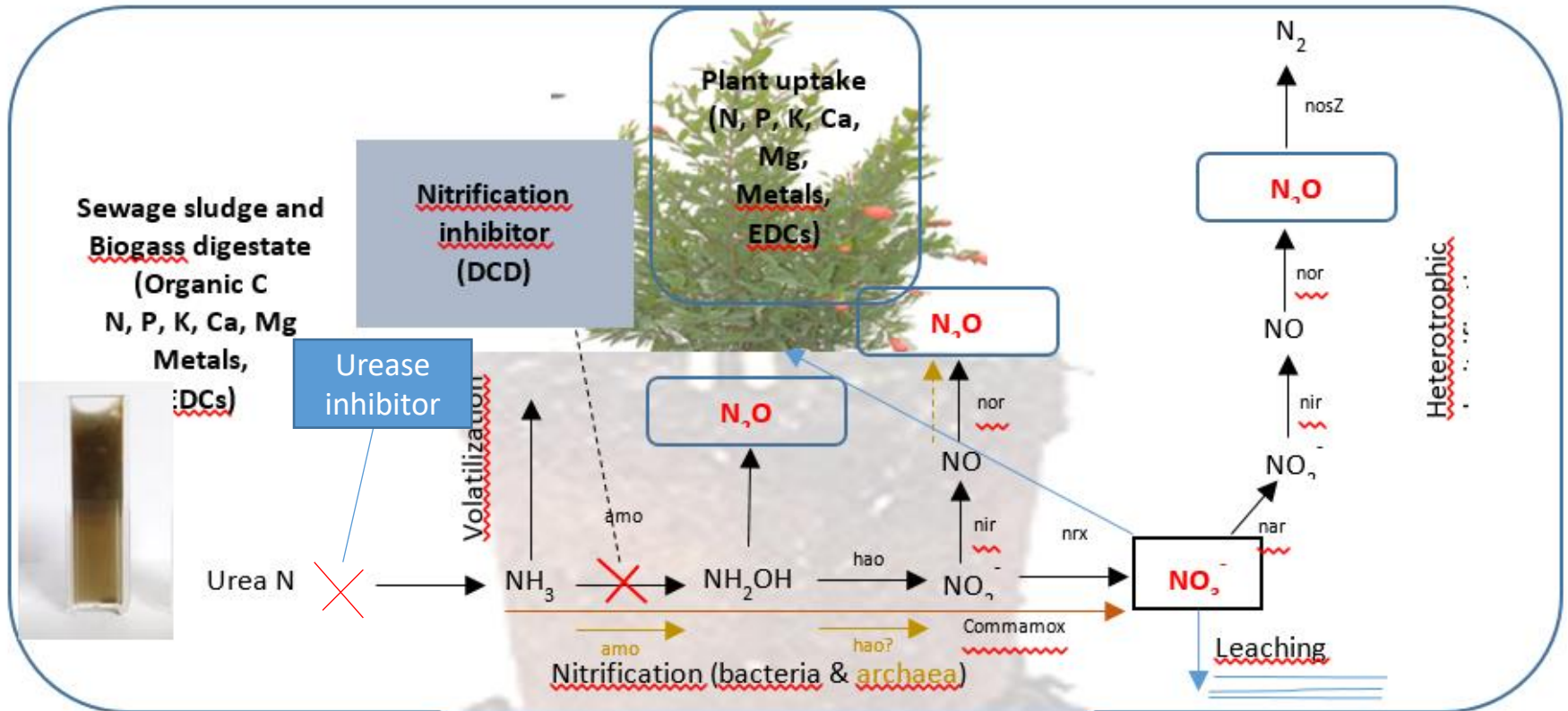


ΑΖΩΤΟΥΧΑ λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης

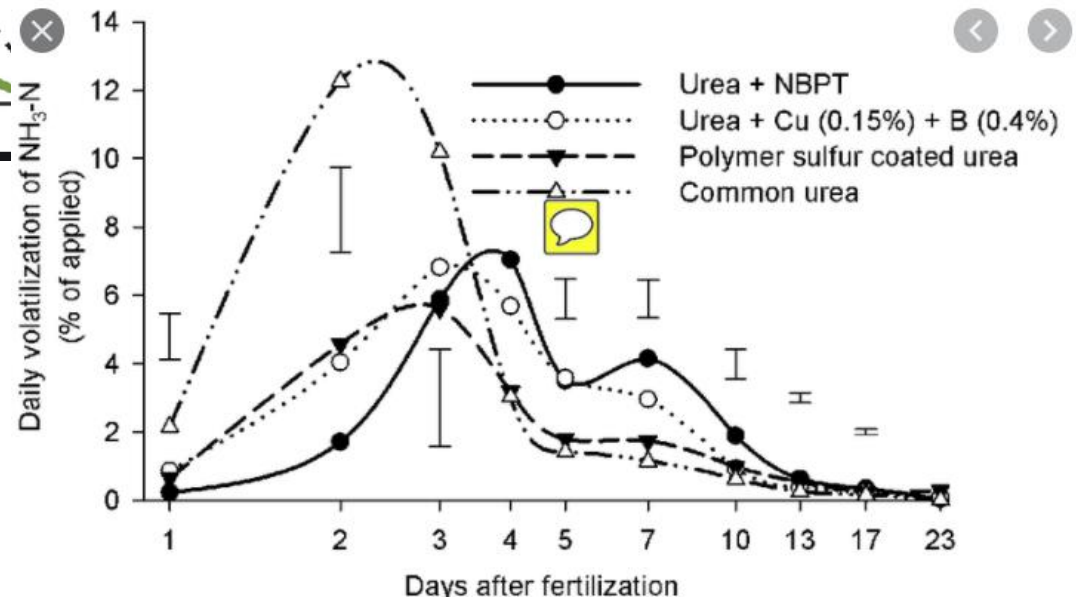
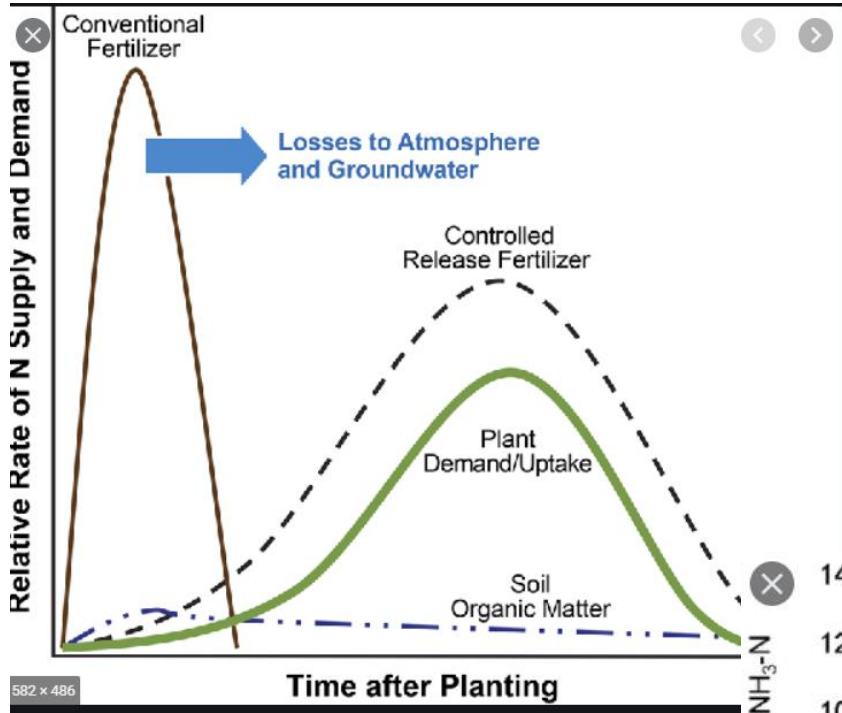
- ✓ Απελευθερώνουν σταδιακά το άζωτο. Έτσι αποφεύγονται οι απώλειες (απονιτροποίηση και έκπλυση νιτρικών) και αξιοποιείται το άζωτο από τα φυτά (καλύτερη εποχιακή κατανομή του αζώτου στο έδαφος)
- ✓ Τα βραδείας αποδέσμευσης λιπάσματα κατατάσσονται σε 4 κατηγορίες:
 - Υδατοδιαλυτά
 - Μη υδατοδιαλυτά
 - Περιορισμένης διαλυτότητας στο νερό
 - Σχετικά υδατοδιαλυτά
- ✓ Η βραδεία αποδέσμευση του αζώτου διασφαλίζεται μέσω:
 - Χημικών επικαλύψεων με μικρές σπές
 - Αδιαπέρατων επικαλύψεων που διασπώνται από τις διεργασίες του εδάφους
 - Ημιπερατές επικαλύψεις που επιτρέπουν τη διέλευση του νερού στο έδαφος, η οποία και διαρρηγνύει το κάλυμμα.
 - Σχηματισμού ανόργανων ενώσεων, χωρίς επικάλυψη, με βάση συγκεκριμένο μέταλλο.
 - Οργανικών ενώσεων χωρίς επικάλυψη
 - Παρουσία παρεμποδιστών διεργασιών
- ✓ Λιπάσματα με επικάλυψη: ουρία με θείο, σύνθετα με επικάλυψη από πολυμερείς ενώσεις,

ΑΖΩΤΟΥΧΑ λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης

- ✓ ΟΞΑΜΕΙΔΙΟ. Διαμίδιο του αζαλικού οξέος. Περιέχει 31.8% άζωτο.
- ✓ Αναστολείς νιτροποίησης. Οργανικές ενώσεις που μπλοκάρουν το ένζυμο (μονοοξυγενάση) την μετατροπής του αμμωνίου σε νιτρώδη (σχηματίζονται πριν από το σχηματισμό των νιτρικών)
- ✓ Αναστολές του ενζύμου ουρεάση (μετατροπή της ουρίας σε αμμωνιακό

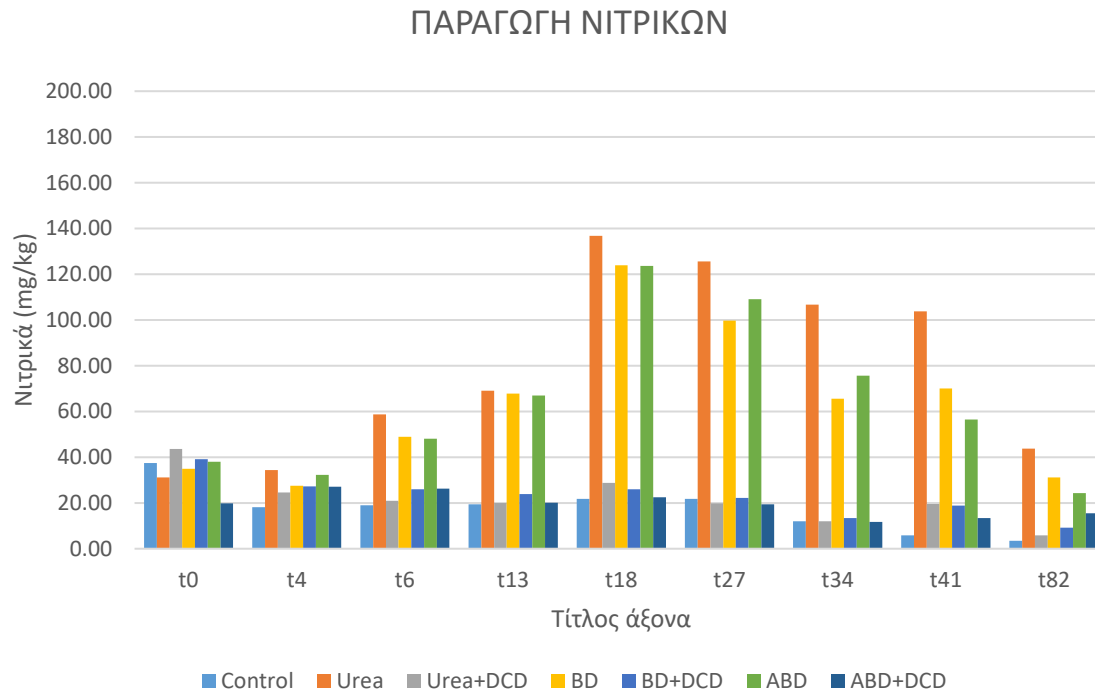


ΑΖΩΤΟΥΧΑ λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης



ΑΖΩΤΟΥΧΑ λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης

- ✓ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ DCD ΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΕΛΙΑ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ



ΑΖΩΤΟΥΧΑ λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης

How Polymer Coatings Work



Release is based on temperature. Coating is designed based on release type needed and longevity of release

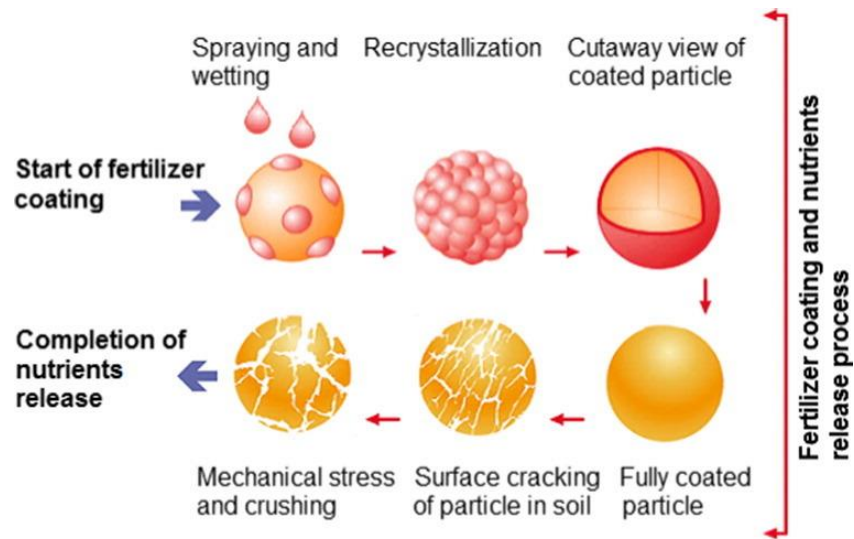
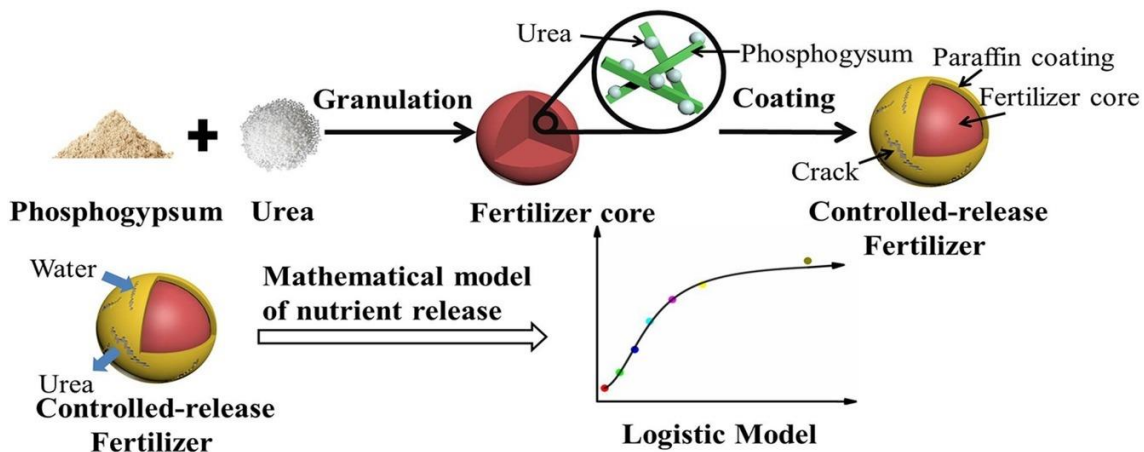


Illustration of slow release fertilizer coating and release processes.



ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ λιπάσματα

- ✓ Υδατοδιαλυτοί τύποι, ταχείας δράσης:
 - Απλό υπερφωσφορικό (18% σε P_2O_5)
 - Τριπλό υπερφωσφορικό (45% σε P_2O_5)
- ✓ Μερικώς διαλυτοί τύποι (ταχείας και αργής δράσης):
 - Μερικώς διαλυτά φωσφορικά (23-26% σε P_2O_5 με το 1/3 περίπου υδατοδιαλυτό)
 - Διαλυτό σε κιτρικό οξύ
- ✓ Τύποι αργής δράσης:
 - Φωσφορικά ορυκτά (σε σκόνη, 30% σε P_2O_5 τουλάχιστον το)
- ✓ Σύνθετα λιπάσματα:
 - Αζώτου με φώσφορο (π.χ. φωσφορικό διαμμώνιο)
 - Φωσφόρου με κάλιο (μίγματα)
 - Αζώτου φωσφόρου και καλίου

ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ λιπάσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 16.13 Ανόργανα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως : Η περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία και άλλα χαρακτηριστικά

Λίπασμα	Ποσοστό κατά βάρος				Κίνδυνος αλάτωσης	Πρόκληση οξίνισης ^β	Άλλα θρεπτικά στοιχεία & σχόλια
	N	P	K	S			
	<i>Κύριες πηγές Φωσφόρου</i>						
Φωσφορικό μονοαμμώνιο ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)	11	21-23		1-2	Μικρός	-65	Άριστο για αρχή.
Φωσφορικό διαμμώνιο $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$	18-21	20-23		0-1	Μέσος	-70	Άριστο για αρχή.
Τριπλό υπερφωσφορικό		19-22		1-3	Μικρός	0	15% Ca.
Φωσφορικά ορυκτά της ομάδας του απατίτη $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2-\text{CaX}]$		8-18 ^α			Πολύ μικρός	Μεταβλητό	Χαμηλή έως πολύ χαμηλή διαθεσιμότητα. Άριστο, ως λεπτή σκόνη, σε όξινα εδάφη. 30% Ca. Περιέχει ποσότητες Cd, F κλπ. Δεν αναφλέγεται, μπορεί να τοποθετηθεί μαζί με το σπόρο. 20% Ca.
Απλό υπερφωσφορικό		7-9		11	Μικρός	0	Μικρή διαθεσιμότητα σε N, P όπως και οι φωσφορίτες. 20% Ca.
Μίγμα λειοτριβηθέντων κοκάλων 1-3 ^α		10 ^α	0.4		Πολύ μικρός	—	Διαθεσιμότητα P από φωσφορικά ορυκτ 20% Ca.
Καλλοειδή φωσφορικά		8 ^α			Πολύ μικρός	—	

ΚΑΛΙΟΥΧΑ κ.α. λιπάσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 16.13 Ανόργανα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως : Η περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία και άλλα χαρακτηριστικά

Λίπασμα	Ποσοστό κατά βάρος				Κίνδυνος αλάτωσης	Πρόκληση οξίνισης ^b	Άλλα θρεπτικά στοιχεία & σκόλια
	N	P	K	S			
<i>Κύριες πηγές καλίου</i>							
Χλωριούχο κάλιο (KCl)			50		Υψηλός	0	47% Cl- μπορεί να περιορίσει ορισμένες ασθένειες. Χρήση εκεί όπου δεν είναι επιθυμητό το Cl. Έχει περίπου στο 1/2 της ικανότητας ασβέστωσης του ασβεστόλιθου, καυστική. 10-20% Ca, 2-5% Mg, 0,2% Fe, 0,8% Mn Μικρή διαθεσιμότητα. Πολύ αργή διαθεσιμότητα.
Θειικό κάλιο (K ₂ SO ₄)			42	17	Μέσος	0	
Στάκτη ξύλων	0.5-1		1-4		Μέσος προς υψηλό	+40	
Πράσινη άμμος		0.6	6		Πολύ μικρός	0	Μικρή διαθεσιμότητα. Πολύ αργή διαθεσιμότητα.
Σκόνη γρανίτη			4		Πολύ μικρός	0	
<i>Κύριες πηγές άλλων θρεπτικών στοιχείων</i>							
Βασικές σκουριές		1-7			Μικρός	+70	10% Fe, 2% Mn, αργή διαθεσιμότητα, πολύ καλό σε όξινα εδάφη. 3-30% Ca, 3% Mg.
Γύψος (CaSO ₄ ·2H ₂ O)				19	Μικρός	0	Σταθεροποιεί τη δομή του εδάφους, χωρίς επίδραση στο pH, Ca και S άμεσα διαθέσιμα. 23% Ca.
Ασβεστόλιθος (CaCO ₃)					Πολύ μικρός	+95	Αργή διαθεσιμότητα, αυξάνει το pH. 36% Ca.
Δολομίτης [CaMg(CO ₃) ₂]					Πολύ μικρός	+95	Αργή διαθεσιμότητα, αυξάνει το pH. -24% Ca, -12% Mg.
Άλατα Epsom Θειικό μαγνήσιο (MgSO ₄ ·7H ₂ O)				13	Μέσος	0	Ουδέτερο για το pH, υδατοδιαλυτό. 2%Ca, 10% Mg.
Θείο, ενώσεις θείου (S)				95	—	-300	Ερεθίζει τα μάτια, πολύ οξυνοποιό, δρα με βραδύτητα, χρειάζεται μικροβιακή οξείδωση.
Solubor					Μέσος	—	Πολύ ευδιάλυτο, συγκρίσιμο με ψεκασμό στα φύλλα. 20,5% B.
Βόρακας (Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O)					Μέσος	—	Πολύ ευδιάλυτο. 11% B, 9% Na.
Χηλικές ενώσεις EDTA					—	—	Βλέπε την ετικέτα. Συνήθως 13% Cu ή 10% Fe ή 12% Mn ή 12% Zn.
Θειικά Cu, Fe, Mn ή Zn				13-20			5% Cu, 19% Fe, 27% Mn, ή 36% Zn, πολύ διαλυτά

Σύνθετα λιπάσματα

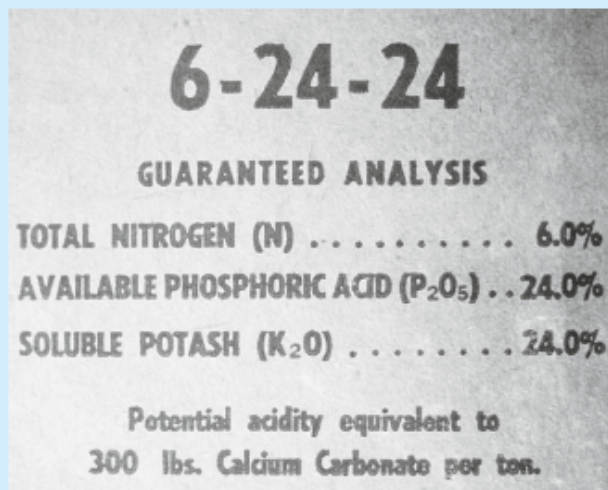
Λιπάσματα	Χημικός τύπος	Ολικό N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	Ca %	S %
Αζωτούχα						
Νιτρική αμμωνία	NH ₄ NO ₃	33,5	-	-	-	-
Φωσφορικό μονοαμμώνιο	NH ₄ H ₂ PO ₄	11	48	-	1,4	2,6
Φωσφορική-θειική αμμωνία	NH ₄ H ₂ PO ₄ + (NH ₄) ₂ SO ₄	13	39	-	-	7
Φωσφορική-θειική αμμωνία	40%NH ₄ H ₂ PO ₄ + 60%(NH ₄) ₂ SO ₄	16	20	-	0,6	15,4
Φωσφορικό διαμμώνιο	(NH ₄) ₂ HPO ₄	21	53	-	-	-
Αμμωνιαθέν απλό υπερφωσφορικό	-	3-4	16-18	-	15	12
Αμμωνιαθέν τριπλό υπερφωσφορικό	-	4-6	42-45	-	12,9	1
Χλωριούχο Αμμώνιο	NH ₄ Cl	25	-	-	-	-
θειική αμμωνία	(NH ₄) ₂ SO ₄	21	-	-	-	24
Ανυδρή αμμωνία	NH ₃	82	-	-	-	-
Ένυδρη αμμωνία	NH ₄ OH	20	-	-	-	-
Νιτρικό ασβέστιο	Ca(NO ₃) ₂	15,5	-	-	21	-
Κυαναμίδη Ca	CaCN ₂	20-22	-	-	37	-
Νιτρικό νάτριο	NaNO ₃	16	-	-	-	-
Ουρία	CO(NH ₂) ₂	45-46	-	-	-	-
Ουρία-φορμαλδεΐδη	-	38	-	-	-	-
Φωσφορικά						
Απλό υπερφω- σφορικό	50% CaSO ₄ + 30% CaH ₄ (PO ₄) ₂	-	18-20	-	18-21	12
Υπερφωσφορικό διπλό ή τριπλό	CaH ₄ (PO ₄) ₂	-	42-46	-	12-14	1
Φωσφορικό οξύ	H ₃ PO ₄	-	52-54	-	-	-
Καλιούχα						
Χλωριούχο κάλιο	KCl	-	-	62	0,3	-
Νιτρικό καλιονάτριο	NaNO ₃ ,KNO ₃	15	-	14	-	-
Νιτρικό κάλιο	KNO ₃	13	44	-	-	-
Θειικό κάλιο	K ₂ SO ₄	-	-	53	-	18

Λιπάσματα με ιχνοστοιχεία και υγρά λιπάσματα

- ✓ Ενσωματώνονται ή αναμιγνύονται (πριν την εφαρμογή στον αγρό) συνήθως σε/με σύνθετα κοκκώδη λιπάσματα.
- ✓ Περιέχονται στην επικάλυψη του λιπάσματος
- ✓ Ανάμιξη ιχνοστοιχείων με υγρά λιπάσματα
- ✓ Κοινές μορφές υγρών λιπασμάτων είναι υγρή άνυδρη αμμωνία ή ένυδρη αμμωνία, διαλύματα αμμωνία, διαλύματα αζώτου, υγρά μικρά λιπάσματα

Περιεκτικότητα των λιπασμάτων σε θρεπτικά στοιχεία

ΠΛΑΙΣΙΟ 16.3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΖΩΤΟΥ, ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΙΟΥ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΕ ΕΝΑ ΣΑΚΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΗΜΑΝΣΗ 6-24-24;



ΕΙΚΟΝΑ 16.25 Τυπική εμπορική σήμανση (ετικέτα) λιπάσματος. Πρέπει να γίνει υπολογισμός για να προσδιοριστεί το ποσοστό του P και K στο λίπασμα διότι η περιεκτικότητα εκφράζεται σαν να ήταν τα θρεπτικά σε μορφή P_2O_5 και K_2O . Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι μετά την αλληλεπίδραση με τα φυτά και το έδαφος, τα υλικά αυτά θα προκαλέσουν αύξηση της εδαφικής οξύτητας που θα εξουδετερωθεί από 300 μονάδες $CaCO_3$ ανά 2000 μονάδες (1 τόνος= 2000 lbs) λιπάσματος.

Η τυπική σήμανση στην ετικέτα των λιπασμάτων αναφέρει το ποσοστό N, P_2O_5 , και K_2O . Συνεπώς μια συσκευασία λιπάσματος (Εικόνα 16.25) με σήμανση στην ετικέτα της 6-24-24 (6% άζωτο, 24% P_2O_5 , 24% K_2O) περιέχει 6% N, 10,5% P και 19,9% K (βλέπε υπολογισμούς στη συνέχεια).

Για τον προσδιορισμό της ποσότητας λιπάσματος που απαιτείται για μια δεδομένη ποσότητα του συγκεκριμένου στοιχείου, πρώτα μετατρέπεται το ποσοστό του P_2O_5 και του K_2O σε ποσοστά P και K, με τη μετατροπή του P σε P_2O_5 και του K σε K_2O . Χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι υπολογισμοί:

Τα μοριακά βάρη του P, K και O είναι 31, 39 και 16 g/mol αντίστοιχα:

Μοριακό Βάρος του $P_2O_5 = 2(31) + 5(16) = 142$ g/mol

$$\text{Αναλογία P στο } P_2O_5 = \frac{2P}{P_2O_5} = \frac{2(31)}{2(31) + 5(16)} = 0,44$$

Μετατροπή $P_2O_5 \rightarrow P$, πολλαπλασιάζεται το ποσοστό του P_2O_5 με 0,44

Μοριακό Βάρος $K_2O = 2(39) + 16 = 94$

$$\text{Αναλογία K στο } K_2O = \frac{2K}{K_2O} = \frac{2(39)}{2(39) + 16} = 0,83$$

Μετατροπή $K_2O \rightarrow K$, πολλαπλασιάζεται το ποσοστό του K_2O με 0,83

Έτσι, εάν η συσκευασία λιπάσματος της Εικόνας 16,25 περιέχει 25 kg λιπάσματος 6-24-24, θα δώσει 1,5 kg N ($0,06 \times 25$), 2,6 kg P ($0,24 \times 0,44 \times 25$), και 5 kg K ($0,24 \times 0,83 \times 25$).



Επεξήγηση τύπου ανοργάνου λιπάσματος

Τύπος λιπάσματος (11-15-15)	11 (%N)	15 (%P ₂ O ₅)	15 (%K ₂ O)
Σε 100 κιλά λιπάσματος περιέχονται	11 λιπαντικές μονάδες (λ.μ.) N	15 λιπαντικές μονάδες (λ.μ.) P	11 λιπαντικές μονάδες (λ.μ.) K
Σε 100 κιλά λιπάσματος περιέχονται	11 κιλά N	15 κιλά P ₂ O ₅	15 κιλά K ₂ O
Σε 100 κιλά λιπάσματος περιέχονται	11 κιλά N	15*0,43 =6,45 κιλά P	15*0,83 =12,45 κιλά P

Υπολογισμός μετατροπής P_2O_5 σε P και K_2O σε K

■ Συντελεστής P

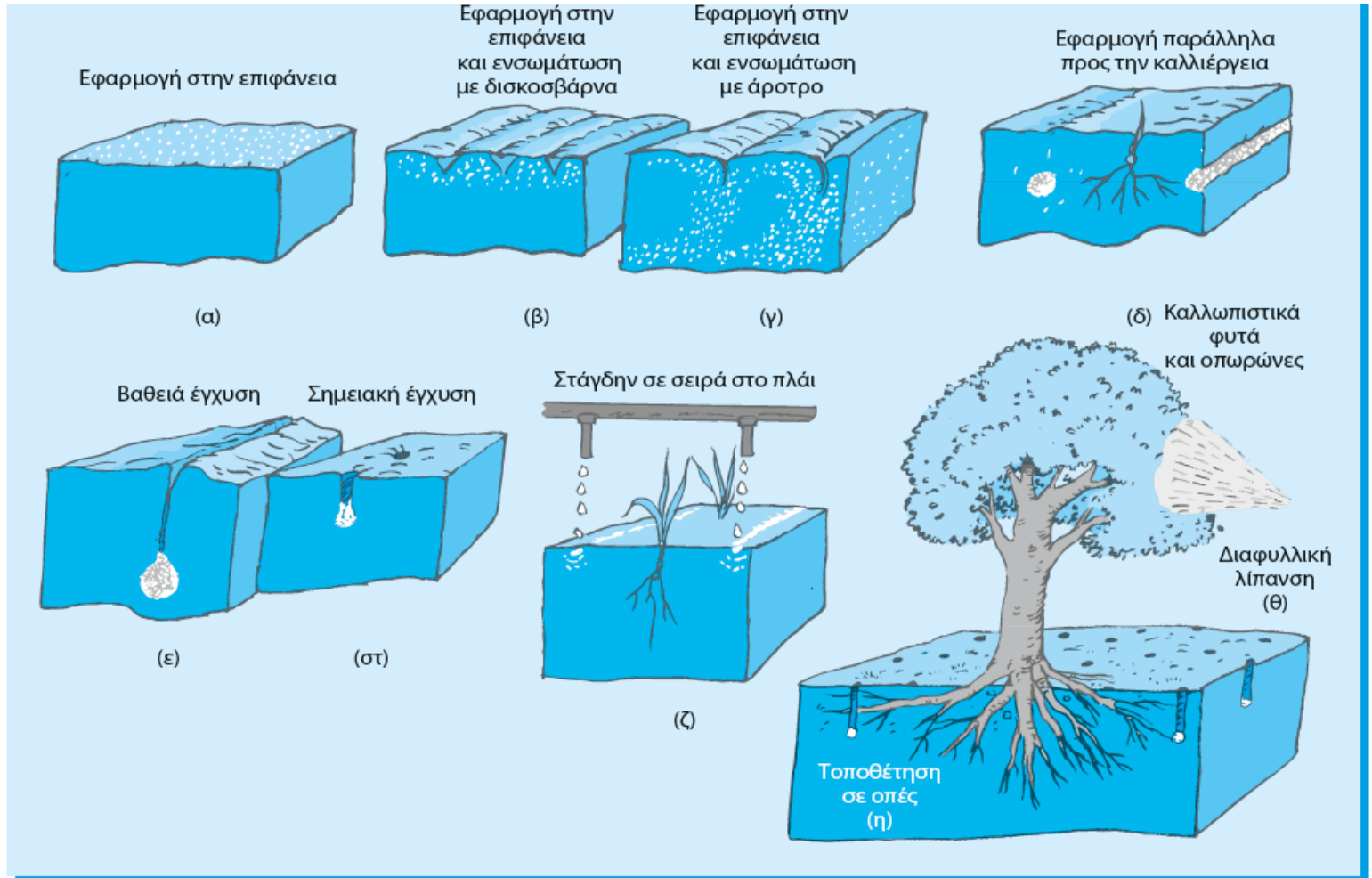
P_2O_5	Στα 142 kg P_2O_5	έχω 62kg P	
	1kg	x	x=0,43kg P
$AB_P=31$			
$AB_O=16$	Στα 142 kg P_2O_5	έχω 62kg P	
	x	1kg	x=2,3kg P_2O_5

$$MB_{P_2O_5} = 2 * 31 + 5 * 16 = 142$$

■ Συντελεστής K

K_2O	Στα 94kg K_2O	έχω 78kg K	
	1kg	x	x=0,83kg K
$AB_K=39$			
$AB_O=16$	Στα 94kg K_2O	έχω 78kg K	
$MB_{K_2O}=94$	x	1kg	x=1,2kg K_2O

Μέθοδοι εφαρμογής λιπασμάτων



ΕΙΚΟΝΑ 16.29 Τα λιπάσματα εφαρμόζονται με πολλές διαφορετικές μεθόδους, ανάλογα με τη θέση εφαρμογής. Οι μέθοδοι (α) έως (γ) είναι μέθοδοι εφαρμογής σε όλη την έκταση, με ή χωρίς ενσωμάτωση. Οι μέθοδοι (δ) έως (η) αποτελούν διαφοροποιήσεις της εντοπισμένης εφαρμογής. Η μέθοδος (ι) είναι εφαρμογή στο φύλλωμα με ιδιαίτερα πλεονεκτήματα και περιορισμούς. Συνήθως εφαρμόζονται διαδοχικά δύο ή τρεις από αυτές τις μεθόδους. Για παράδειγμα, ένας αγρός μπορεί να προετοιμασθεί με τη μέθοδο (γ) πριν τη σπορά, με την (δ) κατά τη διάρκεια της σποράς, με την (η) ως πλευρική παροχή στην αρχή της περιόδου ανάπτυξης, και τελικά με την (ι) για την αντιμετώπιση τροφολιπών ιχνοστοιχείων που εμφανίζονται στο μέσον της καλλιεργητικής περιόδου.

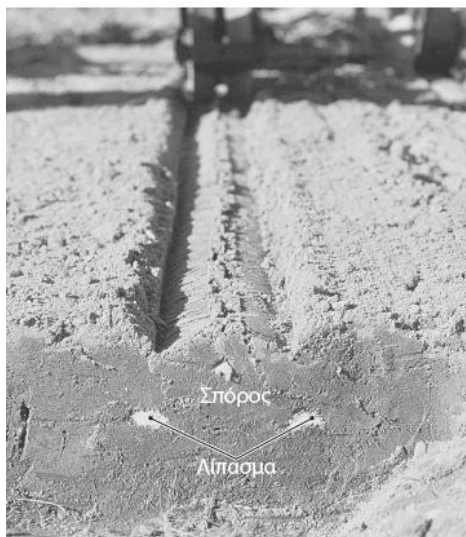
Μέθοδοι εφαρμογής λιπασμάτων-επιφανειακή εφαρμογή

- ✓ Σε πολλές περιπτώσεις το λίπασμα απλώνεται **ομοιόμορφα σε όλο τον αγρό** ή στην περιοχή που πρόκειται να λιπανθεί. Η μέθοδος αυτή καλείται επιφανειακή εφαρμογή.
- ✓ Σε καλλιέργειες με πυκνή βλάστηση η επιφανειακή εφαρμογή εξασφαλίζει την κατάλληλη κατανομή των θρεπτικών στοιχείων. Χρησιμοποιείται κυρίως σε φυσικούς λειμώνες, σε τεχνητούς βοσκότοπους, στα σιτηρά, σε χλοοτάπητες και δασικές εκτάσεις.
- ✓ Η επιφανειακή εφαρμογή των λιπασμάτων σε ορισμένες καλλιέργειες που αναπτύσσονται σε σειρές πραγματοποιείται το φθινόπωρο που είναι η πιο κατάλληλη περίοδος, παρόλο που δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική. Δυστυχώς σε φυτά με μεγάλη απόσταση μεταξύ των γραμμών φύτευσης ή σε νεαρά δενδρύλλια δασικών φυτώριων, με την επιφανειακή εφαρμογή το λίπασμα διασπείρεται και στα σημεία που αναπτύσσονται ζιζάνια.
- ✓ Για το φωσφόρο, τον ψευδάργυρο, το μαγγάνιο και άλλα θρεπτικά στοιχεία που έχουν την τάση να δεσμεύονται ισχυρά στο έδαφος, η επιφανειακή εφαρμογή είναι λιγότερο αποδοτική σε σχέση με την εντοπισμένη εφαρμογή.
- ✓ Συχνά πρέπει να διασπείρεται επιφανειακά μια ποσότητα 2 έως 3 kg ιπάσματος, για να επιτευχθούν τα ίδια αποτελέσματα που προκαλούνται από 1 kg λιπάσματος που εφαρμόζεται εντοπισμένα.
- ✓ Η εφαρμογή σε μία δόση υψηλής ποσότητας φωσφορικού ή καλιούχου λιπάσματος με επιφανειακή εφαρμογή και η ενσωμάτωσή του στο έδαφος, αποτελεί μια καλή πρακτική για την προετοιμασία του εδάφους για την ανάπτυξη πολυετών φυτών όπως χλοοτάπητα, λιβαδιών και οπωροκηπευτικών καλλιεργειών.
- ✓ Για το άζωτο, λόγω της κινητικότητάς του στο έδαφος, δεν υπάρχει πρόβλημα μειωμένης διαθεσιμότητάς του με την επιφανειακή διασπορά, όμως όταν παραμείνει στην επιφάνεια του εδάφους υπάρχει ο κίνδυνος να εξατμισθεί μια μεγάλη ποσότητά του. Οι απώλειες από την εξαέρωση αποτελούν ιδιαίτερο πρόβλημα όσον αφορά την ουρία και τα αμμωνιακά λιπάσματα που εφαρμόζονται σε εδάφη με υψηλό pH.
- ✓ Το άζωτο εφαρμόζεται (ψεκάζεται) σε υγρή μορφή, συχνά ως διάλυμα που περιέχει και άλλα θρεπτικά ή χημικά στοιχεία. Μελέτες απορροής έχουν δείξει ότι η μεγαλύτερη ετήσια απώλεια των θρεπτικών στοιχείων (ή των επιφανειακά εφαρμοζόμενων ζιζανιοκτόνων) υφίσταται συνήθως κατά τη διάρκεια μιας ή δύο ισχυρών βροχοπτώσεων αμέσως μετά την εφαρμογή τους.
- ✓ Υγρά λιπάσματα μπορούν να εφαρμοστούν με το νερό της άρδευσης, πρακτική που καλείται υδρολίπανση.

Μέθοδοι εφαρμογής λιπασμάτων-εντοπισμένη εφαρμογή

- ✓ Υπάρχουν τουλάχιστον δύο λόγοι που αιτιολογούν την αποτελεσματικότερη χρήση των λιπασμάτων από τα φυτά όταν αυτά προστίθενται σε μεγάλες συγκεντρώσεις, εντοπισμένα, από ότι εάν αναμειχτούν σε όλο το ριζόστρωμα. Καταρχήν, **η εντοπισμένη εφαρμογή μειώνει την ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που έρχονται σε επαφή με το έδαφος**, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο την πιθανότητα δέσμευσής τους σε αυτό. Δεύτερον, **στη ζώνη λίπανσης η συγκέντρωση του θρεπτικού στοιχείου στην επιφάνεια της ρίζας είναι πολύ υψηλή**, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ταχύτατα η πρόσληψη μεγάλων ποσοτήτων του από το φυτό.
- ✓ Η εντοπισμένη εφαρμογή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για νεαρά σπορόφυτα, που αναπτύσσονται σε ξηρά εδάφη νωρίς την άνοιξη, καθώς και σε ταχέως αναπτυσσόμενα φυτά που έχουν μεγάλες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία στην αρχή της ανάπτυξής τους. Για τους λόγους αυτούς, η αρχική λίπανση γίνεται συχνά σε ζώνες περιμετρικά των σπόρων.
- ✓ Λιπάσματα σε υγρή μορφή, πυκνά αιωρήματα κοπριάς, καθώς και λυματολάσπη συνίσταται να εφαρμοσθούν σε λωρίδες και όχι επιφανειακά σε όλη την έκταση. Η εφαρμογή αυτών των υγρών λιπασμάτων σε λωρίδες γίνεται με την τοποθέτησή τους σε βάθος 10 έως 30 cm, με μια διαδικασία που ονομάζεται **έγχυση με τη χρήση υνιού** (knife injection) όπου ανοίγονται ειδικά αυλάκια και τοποθετείται το υλικό με έγχυση. Επιπρόσθετα στα πλεονεκτήματα της τοποθέτησης του λιπάσματος σε σειρές, η τοποθέτηση των οργανικών αυτών υγρών λιπασμάτων στο έδαφος μειώνει τις απώλειες που οφείλονται στην επιφανειακή απορροή, καθώς και τα προβλήματα που προκαλούνται εξαιτίας των έντονων οσμών που φέρουν. Η άνυδρη αμμωνία και τα υπό πίεση διαλύματα αζώτου, πρέπει να τοποθετούνται με έγχυση στο έδαφος για να μην υπάρχουν απώλειες από την εξαέρωση τους. Η έγχυση σε λωρίδες, βάθους 15 και 5 cm αντίστοιχα, θεωρούνται ικανοποιητικές για τα δύο αυτά υλικά.
- ✓ Μια άλλη τεχνική στην τοποθέτηση υγρών λιπασμάτων (όχι υγρής λάσπης) σε λωρίδες είναι να ενσταλάξουμε μια λεπτή δέσμη υγρού λιπάσματος παράλληλα προς την καλλιέργεια, ως **πλευρική λίπανση**. Η χρήση της ενστάλαξης μια λεπτής δέσμης υγρού λιπάσματος, αντί ενός λεπτού ψεκασμού, αλλάζει τον τρόπο εφαρμογής της λίπανσης και έχει ως αποτέλεσμα να τοποθετείται ικανοποιητική ποσότητα λιπάσματος σε μια περιορισμένη περιοχή, που εμπλουτίζει επαρκώς το έδαφος με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία. Η τεχνική αυτή περιορίζει σημαντικά τις απώλειες αζώτου, εξαιτίας της εξαέρωσης.
- ✓ Η εντοπισμένη εφαρμογή λιπάσματος είναι δυνατό να εξελιχθεί και σε μια τεχνική που καλείται **σημειακή έγχυση**. Με την τεχνική αυτή εφαρμόζονται μικρές δόσεις υγρού λιπάσματος δίπλα σε κάθε φυτό χωρίς ουσιαστικά να δημιουργούνται προβλήματα ούτε στο ριζικό σύστημα του φυτού ούτε στα φυτικά υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους, που αφέθηκαν κατά τη μηχανική κατεργασία του εδάφους.
- ✓ Η χρήση της τεχνικής της **στάγδην άρδευσης** διευκολύνει πολύ την εντοπισμένη εφαρμογή των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος με το αρδευτικό νερό. Επειδή η στάγδην άρδευση-λίπανση γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, τα φυτά προσλαμβάνουν τα θρεπτικά στοιχεία σε υψηλές ποσότητες, έτσι ώστε η αποτελεσματικότητά της να είναι εξίσου υψηλή.

Μέθοδοι εφαρμογής λιπασμάτων-εντοπισμένη εφαρμογή



EIKONA 16.31 (Αριστερά) Αραιή λιματολόσση εγχέεται στο έδαφος σε ειδικά αυλάκια που χαράσσονται με υνί πριν τη φύτευση. Η μέθοδος της έγχυσης μειώνει την επιφανειακή απορροή και τις οσμές. Υπάρχουν και πιο ελαφριά μηχανήματα έγχυσης υγρών λιπασμάτων (δεν παρουσιάζονται). (Δεξιά) Ρόδα με καρφιά που σχεδιάστηκε για σημειακή έγχυση υγρών λιπασμάτων. [Φωτογραφία (αριστερά) από R. Weil, φωτογραφία (δεξιά) από Fluid Fertilizer Foundation]

EIKONA 16.30 Στη μηχανική καλλιέργεια χρησιμοποιούνται προσαρτήματα στους ελκυστήρες που εφαρμόζουν το βασικό λίπασμα σε καλλιέργειες σε σειρές περίπου 5cm κάτω και 5 cm δίπλα από το σπόρο. Με αυτού του είδους την εφαρμογή μειώνεται ο κίνδυνος πρόκλησης εγκαυμάτων από το λίπασμα και τα θρεπτικά στοιχεία συγκεντρώνονται κοντά στον σπόρο όπου το ριζικό σύστημα των φυτών θα το χρησιμοποιήσει αμέσως μετά την βλάστησή τους. (με την άδεια του Εθνικού Ινστιτούτου Λιπασμάτων, Ουάσιγκτον Η.Π.Α.)

Μέθοδοι εφαρμογής λιπασμάτων-εντοπισμένη εφαρμογή

ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΕΝΔΡΑ: Στα καλλωπιστικά δέντρα καθώς και στις συστάδες καρποφόρων δέντρων συνίσταται η διαχείρισή τους να γίνεται μεμονωμένη, και το λίπασμα να εφαρμόζεται γύρω από κάθε δένδρο, μέσα στην ακτίνα της κόμης του φυλλώματος και σε απόσταση 1 μέτρο από τον κορμό (βλέπε Εικόνα 16.29η). Το λίπασμα εφαρμόζεται καλύτερα με τη μέθοδο της τοποθέτησης του σε οπές. Με τη μέθοδο αυτή ανοίγονται πολλές οπές γύρω από το δένδρο, σε απόσταση ίση με το μισό από την κόμη του φυλλώματος και σε βάθος μέχρι το ανώτερο υπέδαφος, όπου και τοποθετείται το λίπασμα. Στο εμπόριο, για το σκοπό αυτό, υπάρχουν ειδικά μεγάλα δισκία που περιέχουν το λίπασμα. Με αυτή τη μέθοδο τα θρεπτικά στοιχεία εφαρμόζονται απευθείας στην περιοχή του ριζοστρώματος των δέντρων και εμποδίζεται η ανεπιθύμητη ανάπτυξη ζιζανίων γύρω από το δένδρο. Εάν τα φυτά που βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους χρειάζονται λίπανση, τότε αυτή γίνεται ξεχωριστά, όπου το λίπασμα εφαρμόζεται κατά τη σπορά ή απλώνεται επιφανειακά στη συνέχεια.

Μέθοδοι εφαρμογής λιπασμάτων - Διαφυλλική λίπανση

- ✓ Τα φυτά έχουν την ικανότητα να προσροφούν θρεπτικά στοιχεία σε μικρές ποσότητες από το φύλλωμά τους. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, η καλύτερη μέθοδος για την άμεση πρόσληψη κάποιου θρεπτικού στοιχείου από τα φυτά είναι η «διαφυλλική λίπανση», δηλαδή ο ψεκασμός αραιού διαλύματος κατευθείαν στο φύλλωμα του φυτού.
- ✓ Ως διαφυλλικά λιπάσματα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν αραιά διαλύματα λιπασμάτων N, P, K, ιχνοστοιχείων, ή μικρές ποσότητες ουρίας, ωστόσο για την αποφυγή μεγάλων συγκεντρώσεων Cl⁻ ή NO₃ τα οποία είναι τοξικά σε ορισμένα φυτά, είναι αναγκαίο να λαμβάνεται ειδική μέριμνα.
- ✓ Η διαφυλλική λίπανση μπορεί να συνδυαστεί με άλλες πρακτικές στα καρποφόρα δένδρα, διότι η τεχνική αυτή συχνά συνδυάζεται και με ψεκασμούς μικροβιοκτόνων.
- ✓ Η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που μπορεί να ψεκασθεί στα φύλλα, σε μία εφαρμογή, είναι περιορισμένη. Έτσι, ενώ μικρός σχετικά αριθμός ψεκασμών μπορεί να παράσχει ολόκληρη την ποσότητα των αναγκών των φυτών σε ιχνοστοιχεία, στην περίπτωση των μακροθρεπτικών μόνο ένα περιορισμένο τμήμα των αναγκών τους μπορούν να καλυφθούν με αυτόν τον τρόπο.
- ✓ Ο κίνδυνος για την πρόκληση επιβλαβών επιπτώσεων στο φύλλωμα είναι ιδιαίτερα υψηλός, όταν οι διαφυλλικοί ψεκασμοί εφαρμόζονται σε ξηρές περιόδους και επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, διότι το ψεκαστικό διάλυμα εξατμίζεται με γρήγορους ρυθμούς από την επιφάνεια των φύλλων, στα οποία παραμένουν τα άλατα του λιπάσματος. Ο ψεκασμός σε δροσερές και συννεφιασμένες μέρες ή νωρίς το πρωί ή αργά το απόγευμα μειώνει τον κίνδυνο ζημιών, όταν χρησιμοποιείται ένα αραιό διάλυμα που περιέχει, για παράδειγμα, μόνο 1 ή 2% αζώτου.



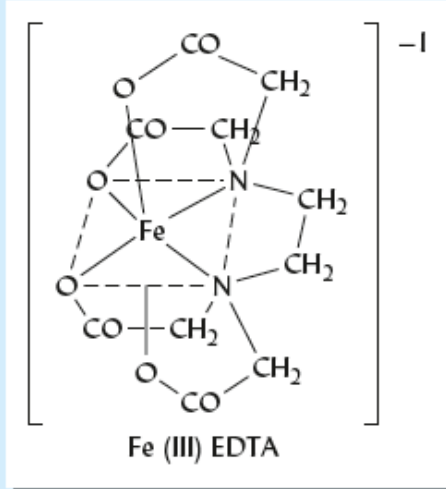
Χηλικές ενώσεις για τις τροφοπενίες

- ✓ Οι χηλικές ενώσεις είναι σύμπλοκες οργανικές ενώσεις που σχηματίζονται από ένα μεταβατικό στοιχείο και μία οργανική ένωση.
- ✓ Εφαρμόζονται στο έδαφος και στο φύλλωμα
- ✓ Αυξάνουν τη διαλυτότητα των ιχνοστοιχείων (Fe, Zn)
- ✓ Αυξάνουν τη διαθεσιμότητα των στοιχείων στο έδαφος
- ✓ Ευνοούν τη διάχυση και μαζική ροή των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος
- ✓ Ανάμιξη ιχνοστοιχείων με υγρά λιπάσματα
- ✓ Στο έδαφος οι χηλικές ενώσεις υφίστανται την υδρόλυση ή/και τη δέσμευση στα κολλοειδή του εδάφους
- ✓ Στο εμπόριο υπάρχει πληθώρα από σύνθετα διαφυλλικά λιπάσματα

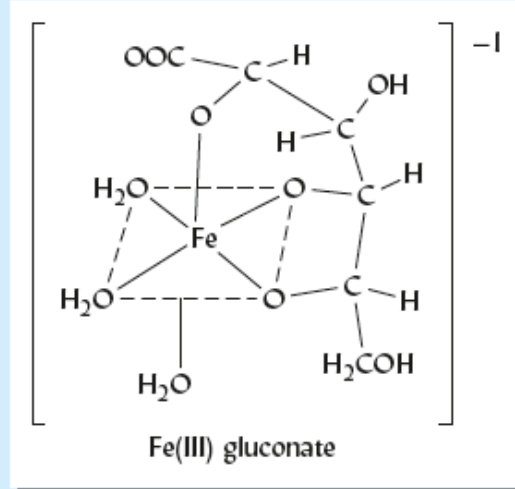


Χηλικές ενώσεις

- ✓ Τα μικροθρεπτικά κατιονικής μορφής αντιδρούν με ορισμένα οργανικά μόρια με σχηματισμό οργανομεταλλικών συμπλοκών, που ονομάζονται **χηλικές ενώσεις**.
- ✓ Εάν αυτά τα συμπλοκα είναι διαλυτά, τότε η διαθεσιμότητα των μικροθρεπτικών αυξάνει και τα μικροθρεπτικά προστατεύονται από αντιδράσεις καθίζησης.
- ✓ Αντίθετα, ο σχηματισμός ενός αδιάλυτου συμπλόκου θα μειώσει τη διαθεσιμότητα του μικροθρεπτικού.
- ✓ Μια χηλική ένωση (από την ελληνική λέξη *χηλή* = οπλή, δαγκάνα κάβουρα) είναι μια οργανική ένωση στην οποία δύο ή περισσότερα άτομα είναι σε θέση να συνδεθούν με το ίδιο άτομο μετάλλου, σχηματίζοντας έτσι ένα δακτύλιο.



(a)



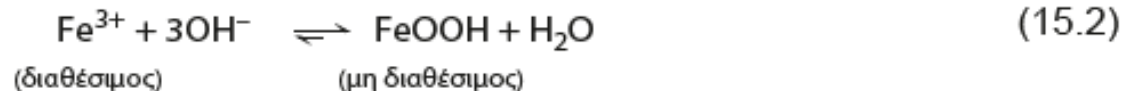
(b)

EΙΚΟΝΑ 15.21 Συντακτικός τύπος για δύο κοινές χηλικές ενώσεις σιδήρου, αιθυλενοδιαμινοτετραοξικός σίδηρος (Fe-EDTA) (α) και γλυκονικός σίδηρος (β). Στις δύο χηλικές ενώσεις, ο σίδηρος προστατεύεται αλλά μπορεί να προσληφθεί από τα φυτά. [Διαγράμματα από Clemens et. Al (1990), αναπαραγωγή κατόπιν έγκρισης του Kluwer Academic Publishers]

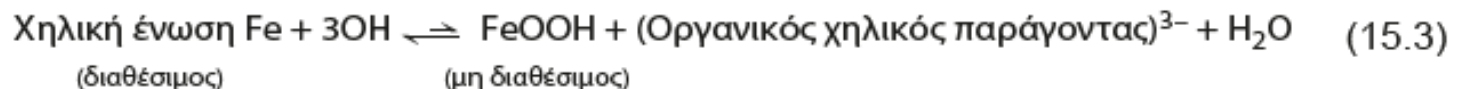
Χηλικές ενώσεις

- ✓ Αυτά τα οργανικά μόρια που μπορούν να παραχθούν από τις ρίζες των φυτών και να ελευθερωθούν στη ριζόσφαιρα μπορεί να βρίσκονται στον χούμο του εδάφους, ή μπορεί να είναι συνθετικά συστατικά που προστίθενται στο έδαφος για την ενίσχυση της διαθεσιμότητας των μικροθρεπτικών.
- ✓ Τα κατιόντα του συμπλόκου προστατεύονται από το να αντιδράσουν με ανόργανα συστατικά του εδάφους, γεγονός που θα τα καθιστούσε μη διαθέσιμα για πρόσληψη από τα φυτά. Ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός και το μαγγάνιο είναι από τα κατιόντα που σχηματίζουν χηλικά σύμπλοκα.

Το αποτέλεσμα της δημιουργίας χηλικής ένωσης με τον σίδηρο απεικονίζεται πιο κάτω. Χωρίς σχηματισμό χηλικής ενώσεως, όταν ένα ανόργανο άλας του σιδήρου όπως ο θειικός σίδηρος προστεθεί σε ένα ασβεστούχο έδαφος, το μεγαλύτερο μέρος του σιδήρου γίνεται γρήγορα μη διαθέσιμο, αφού θα αντιδράσει με τα υδροξύλια όπως φαίνεται στην αντίδραση (15.2):



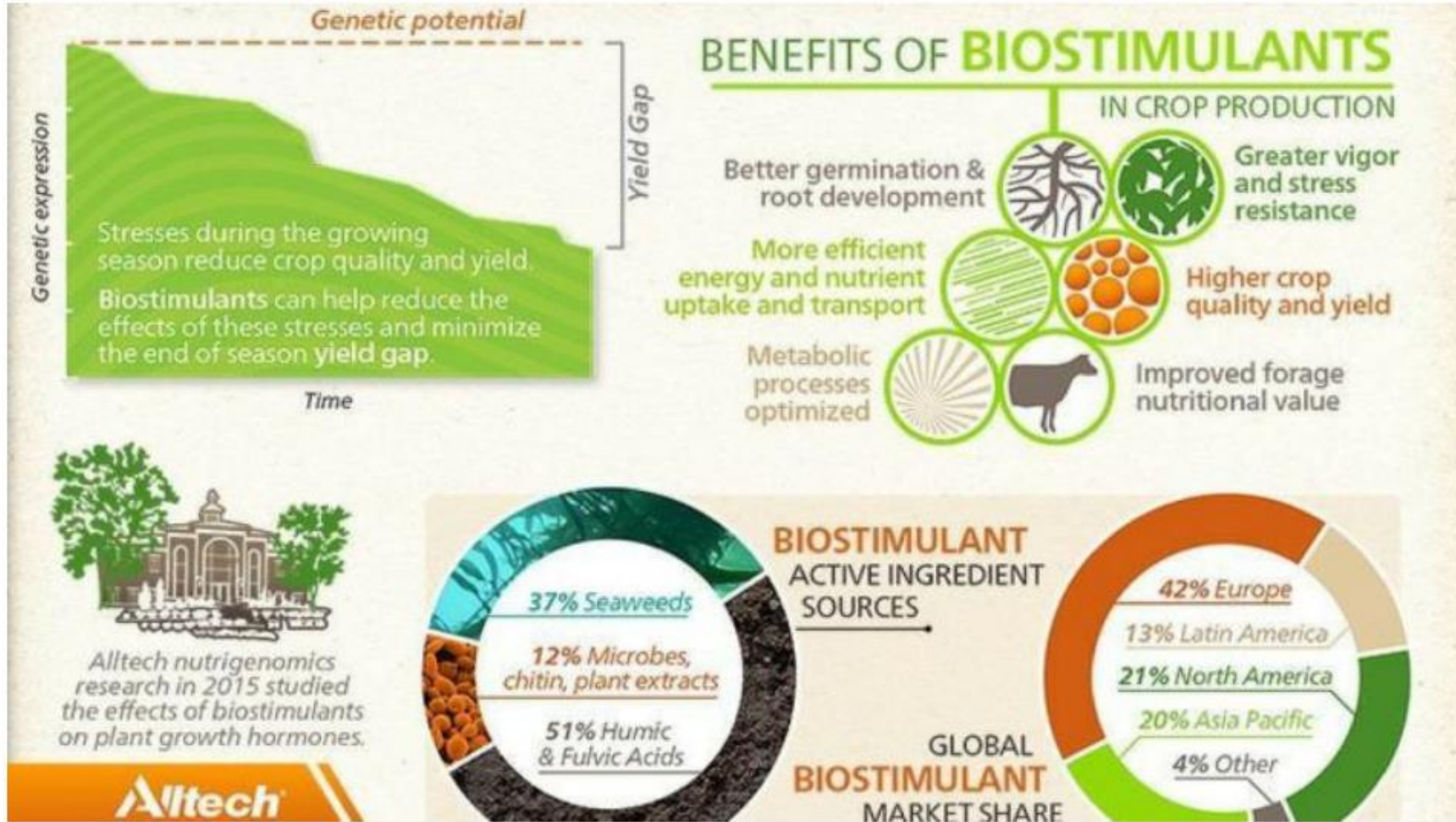
Αντίθετα, εάν ο σίδηρος σχηματίζει χηλική ένωση, παραμένει σε μεγάλο βαθμό στη χηλική μορφή, η οποία είναι διαθέσιμη για πρόσληψη από τα φυτά. Σε αυτή την αντίδραση, η διαθέσιμη χηλική ένωση του σιδήρου ευνοείται:



Βιοδιεγέρτες

- ✓ Οι βιοδιεγέρτες είναι μια κατηγορία προϊόντων, που λόγω του περιεχομένου τους σε ουσίες και μικροοργανισμούς, έχουν την ικανότητα να επιδρούν επί των μικροοργανισμών του εδάφους και των φυτών. Τα προϊόντα αυτά περιλαμβάνουν εκχυλίσματα φυκών, χουμικά και φουλβικά οξέα, πρωτεΐνες και αμινοξέα, χιτοζάνη, ανόργανες ενώσεις, μύκητες και βακτήρια.
- ✓ Χρησιμοποιούνται με σκοπό την αύξηση της ποιότητας αλλά και της ποσότητας παραγωγής της καλλιέργειας.
- ✓ Οι βιοδιεγέρτες μπορεί να διευκολύνουν διαδικασίες, όπως η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων και η ανοχή στο βιοτικό και αβιοτικό στρες (π.χ. ανομβρία, μυκητολογικές ασθένειες).
- ✓ Επίσης, ενισχύουν την μικροβιακή δραστηριότητα συμβάλλοντας στη βελτίωση των ιδιοτήτων του εδάφους και στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.

Βιοδιεγέρτες



The benefits of biostimulants in crop production



Σας ευχαριστώ για την
προσοχή σας