



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

Υπεύθυνος καθηγητής Τζανακάκης Βασίλειος



# 7<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση: Προσδιορισμός N στους φυτικούς ιστούς

Εισηγητής:  
Δρ. Ζηδιανάκης Ιωάννης



# Στην προηγούμενη εργαστηριακή άσκηση:



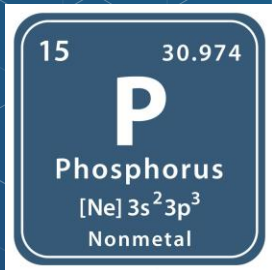
Η περιεκτικότητα του P στα φύλλα κυμαίνεται από 0,15% έως 1,0% επί της ξηράς ουσίας

Ο ρόλος του P στη θρέψη των φυτών:

- 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
- Προσδιορισμός του P – Χρήση Φασματοφωτόμετρου
- Τελικοί Υπολογισμοί – Αποτέλεσμα





# Ο ρόλος του N στη θρέψη των φυτών

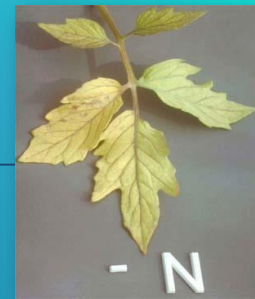
- ✓ Το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο πολλών απαραίτητων οργανικών ουσιών των φυτών:
- ✓ **των αμινοξέων** τα οποία αποτελούν τα δομικά συστατικά των πρωτεϊνών, συμπεριλαμβανομένων και των ενζύμων, μέσω των οποίων ελέγχονται οι βιολογικές διαδικασίες,
- ✓ **των νουκλεϊκών οξέων** στα οποία βασίζεται η κληρονομικότητα, και
- ✓ **της χλωροφύλλης** στην οποία στηρίζεται ο φωτοσυνθετικός μηχανισμός των φυτών.
- ✓ Επιπρόσθετα, το άζωτο είναι απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο για το **μεταβολισμό των υδατανθράκων** στα φυτά.
- ✓ Επάρκεια αζώτου έχει ως αποτέλεσμα την προαγωγή της αύξησης και ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, καθώς επίσης και την πρόσληψη από τα φυτά άλλων θρεπτικών στοιχείων.
- ✓ Το άζωτο αυξάνει γενικά τη βιομάζα και την **παραγωγικότητα** των φυτών.



7	14.007
<b>N</b>	
Nitrogen	
[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	
Nonmetal	



# Συμπτώματα ανεπάρκειας N



<https://blog.bluelab.com/howcom/2014>

Nitrogen deficiency symptoms in tomato (Epstein & Bloom 2004)

- ✓ Σε συνθήκες ανεπάρκειας, τα περισσότερα είδη εμφανίζουν **συμπτώματα χλώρωσης** (κιτρίνισμα των φύλλων), ειδικά στα παλαιότερα φύλλα κοντά στη βάση του φυτού
- ✓ Υπό έλλειψη αζώτου τα φύλλα γίνονται εντελώς κίτρινα και πέφτουν από το φυτό. Τα νεότερα φύλλα μπορεί να μην δείχνουν συμπτώματα αρχικά επειδή **το άζωτο μπορεί να κινητοποιηθεί** από παλαιότερα φύλλα.
- ✓ Όταν η ανεπάρκεια αζώτου αναπτύσσεται αργά, τα φυτά μπορεί έχουν έντονα λεπτά και ξυλώδη στελέχη. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε συσσώρευση υδατανθράκων που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί στη σύνθεση αμινοξέων ή άλλων ενώσεων αζώτου.



<https://www.afentoulisgeo.gr/page/6/13/%CE%A3%CF%85%CF%87%CE%BD%C>



<https://plantpro.gr/kaliergies/f1140300/24>



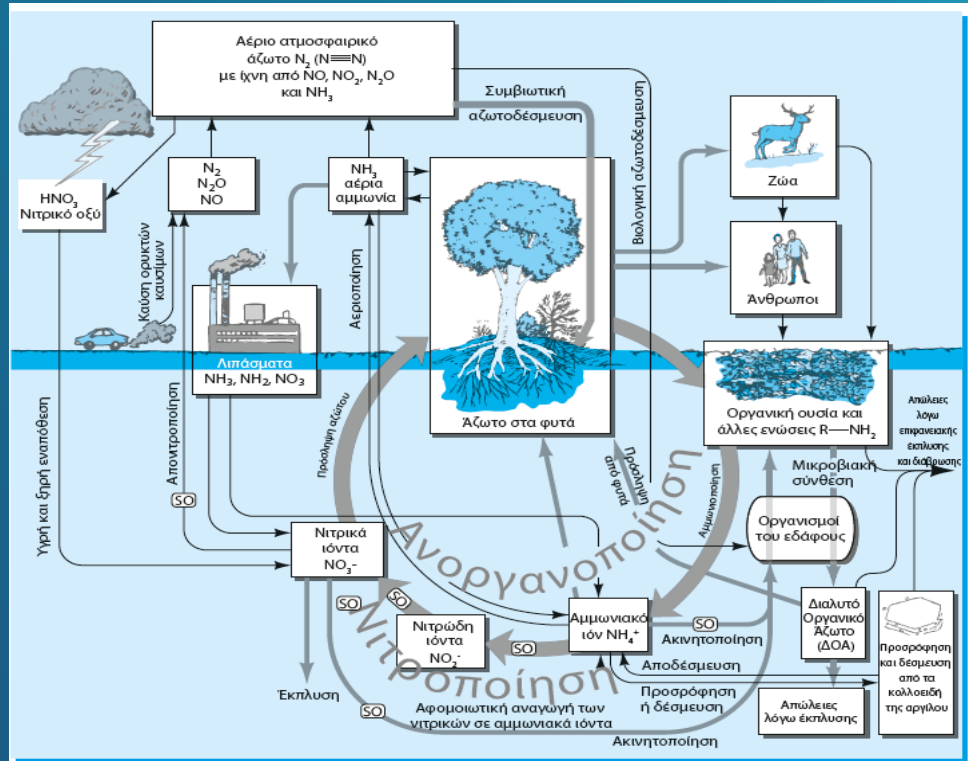
# Παράγοντες που προκαλούν έλλειψη N



Η έλλειψη N μπορεί να σχετίζεται με:

- ✓ τον τύπο του εδάφους και είναι χαρακτηριστική για αμμώδη και καλά στραγγιζόμενα εδάφη με γρήγορη έκπλυση θρεπτικών στοιχείων.
- ✓ την υπερβολική άρδευση και τις έντονες βροχοπτώσεις.
- ✓ την έλλειψη υγρασίας του εδάφους που επηρεάζει την απορρόφηση των υδατοδιαλυτών θρεπτικών συστατικών από τις ρίζες των φυτών.
- ✓ τον αερισμό του εδάφους και τη θερμοκρασία καθώς επιδρούν στην μικροβιακή δραστηριότητα (σε αναερόβιες συνθήκες γίνεται απονιτροποίηση).
- ✓ τα υψηλά επίπεδα Zn, Mn, K και ιόντων χλωρίου.
- ✓ την αυξημένη αλατότητα του εδάφους η οποία επηρεάζει αρνητικά την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών λόγω της οσμωτικής πίεσης και μειώνει την πρόσβαση σε N.
- ✓ το υψηλό ή χαμηλό pH επηρεάζουν δυσμενώς.
- ✓ την παρουσία ζιζανίων η οποία προκαλεί ασιτία από N, αφού τα ζιζάνια στερούν τις καλλιέργειες ζωτικών στοιχείων.
- ✓ την προσθήκη οργανικών υποστρωμάτων: θετική ή αρνητική επίδραση που σχετίζεται με την ποιότητα αυτών των υλικών (ανθεκτικότητα στην βιοαποδόμηση, αναλογία C/N κ.α.)

# Ο Κύκλος του Αζώτου



**ΕΙΚΟΝΑ 13.2** Ο κύκλος του αζώτου, με έμφαση στο κύριο μέρος του κύκλου (κοντρά, γκρι βέλη), όπου το οργανικό αζώτο ανοργανοποιείται, τα φυτά προσλαμβάνουν το ανόργανο άζωτο, και τελικά το οργανικό άζωτο επιστρέφει στο έδαφος, μέσω των φυτικών υπολειμμάτων. Σημειώστε τις διαδικασίες με τις οποίες άζωτο των εδαφών χάνεται και αναπληρώνεται. Τα κουτιά αντιπροσωπεύουν διάφορες μορφές του αζώτου, τα βέλη αντιπροσωπεύουν διαδικασίες με τις οποίες η μια μορφή μετατρέπεται σε άλλη. Οι οργανισμοί του εδάφους, τα ένζυμα των οποίων καταλύουν το μεγαλύτερο μέρος των αντιδράσεων του κύκλου, παρουσιάζονται στα κουτιά με στρογγυλεμένες άκρες και φέρουν την ένδειξη "ΜΟ" [Φωτογραφία, με την ευγενική παραχώρηση R. Weil]

# Προσδιορισμός του ολικού N με τη μέθοδο

Χρησιμοποιούμε φιάλες-σωλήνες Kjeldahl (75 ml) στις οποίες:

- ✓ Προσθέτουμε 500-1000 mg ξηρού φυτικού ιστού
- ✓ Προσθέτουμε 5.0 g μίγματος digestion (100:1:1000  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}/\text{Se}/\text{K}_2\text{SO}_4$  ή 1:60:1670 ( $\text{CuSO}_4/\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{SO}_4$ )).
- ✓ Εναλλακτικά χρησιμοποιούμε δύο ταμπλέτες με τα παραπάνω.
- ✓ Προσθέτουμε 10 ml πυκνού  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- ✓ Τοποθετούμε τις φιάλες Kjeldahl σε κατάλληλη συσκευή θέρμανσης και θερμαίνουμε σταδιακά έως τους  $400^\circ\text{C}$
- ✓ Το αφήνουμε να κρυώσει και μετράμε το  $\text{NH}_4$
- ✓ Επιλέγουμε τη μέθοδο τιτλοδότησης αφού προηγουμένως αποστάξουμε το αμμώνιο με χρήση  $\text{NaOH}$  (30%) και το δεσμεύσουμε σε διάλυμα βορικού οξέος (4%). Στη συνέχεια τιτλοδοτούμε με αραιό διάλυμα  $\text{HCl}$  ή  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0.1 ή 0.05N)





# Προσδιορισμός του N

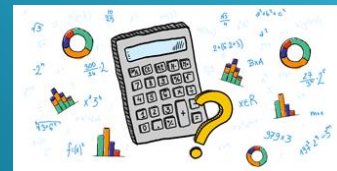
## Υπολογισμοί - Δεδομένα

Πραγματικό βάρος ξηρών φυτικών ιστών: 0,5 γρ.

12,1 ml κατανάλωση διαλύματος HCl (0.05N) κατά την τιτλοδότηση του δείγματος και 0,1 ml κατανάλωση για το τυφλό (απόσταξη χωρίς δείγμα).

Γνωρίζουμε ότι 1 ml διαλύματος HCl (0.05N) εξουδετερώνει 0,0007 γρ. αζώτου

Υπολογίστε την περιεκτικότητα % επί του ξηρού βάρους σε άζωτο



### ΛΥΣΗ

Η καθαρή κατανάλωση HCL είναι  $12,1 - 0,1 = 12 \text{ ml}$

Το 1 ml διαλύματος HCl (0.05N) εξουδετερώνει 0,0007 γρ. αζώτου

Τα 12 ml

$$X = ?$$

$$X = 0,0007 * 12 / 1 = 0,0084 \text{ γρ.}$$

Άρα τα 0,5 γρ. ξηρού βάρους φυτικού ιστού περιέχει 0,0084 γρ. αζώτου

Τα 100 γρ.

$$Y = ?$$

$$Y = 0,0084 * 100 / 0,5 \text{ γρ.} = 1,68 \text{ γρ.}$$

**Άρα η περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε N επί του ξηρού βάρους είναι 1,68%**



# 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>		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		
<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>		E		E			
<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												



# Η διαχείριση του αζώτου στο αγρό



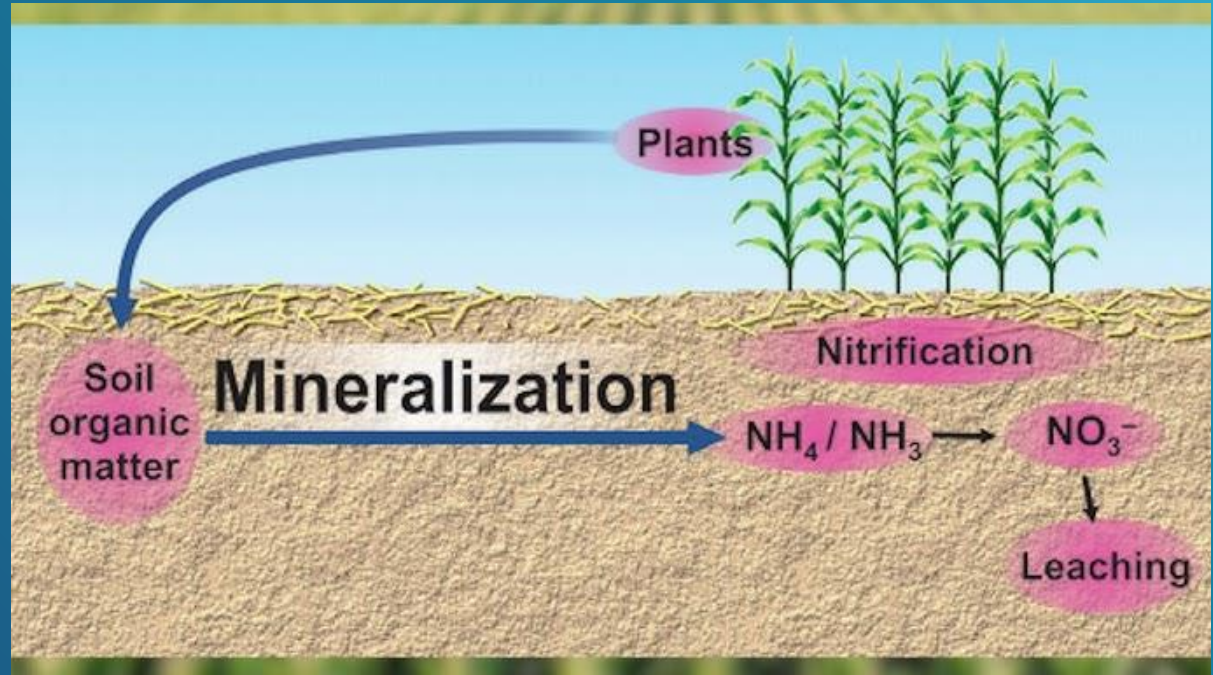
Η αειφόρος διαχείριση του αζώτου έχει ως σκοπό την επίτευξη τριών στόχων:

- ✓ τη διατήρηση της **οργανικής ουσίας** έτσι ώστε να διασφαλίζεται η μακροχρόνια προμήθεια του εδάφους με άζωτο,
- ✓ τη ρύθμιση της ποσότητας των **διαλυτών μορφών αζώτου** ώστε να διασφαλίζεται η κάλυψη των θρεπτικών απαιτήσεων των φυτών σε άζωτο και
- ✓ την **προστασία του περιβάλλοντος** μέσω της ελαχιστοποίησης των **απωλειών** διαφόρων μορφών αζώτου από το σύστημα φυτό – έδαφος, όπως είναι η έκπλυση και επιφανειακή απορροή των νιτρικών ιόντων και του διαλυτού οργανικού αζώτου, καθώς και της αμμωνίας και των οξειδίων του αζώτου, κατά τις εκπομπές αερίων.



# Η διαχείριση του αζώτου στο αγρό

Κατά τη διαχείριση του αζώτου (N) μεγάλη πρόκληση αποτελεί η παροχή στα φυτά διαθέσιμων μορφών αζώτου την κατάλληλη χρονική στιγμή, σε ικανοποιητικές αλλά όχι υπερβολικές ποσότητες και με την ελάχιστη δυνατή απώλεια από το περιβάλλον. Σε αυτό το σημείο παρουσιάζονται τέσσερις διαφορετικές τεχνολογίες ή πρακτικές που εφαρμόζονται στα λιπάσματα:



# 1. Εφαρμογή σε δόσεις ενός αζωτούχου λιπάσματος.

Αφορά την εφαρμογή της συνολικής ποσότητας του αζώτου σε μια καλλιέργεια σε πολλές μικρές δόσεις αντί να γίνει η εφαρμογή μια μόνο φορά (συνήθως πριν ή κατά τη σπορά μιας ετήσιας καλλιέργειας)

## 1. Φύτρωμα

Ξεκινάει με τη βλάστηση και φτάνει μέχρι την έκπτυξη των πρώτων φύλλων.

## 2. Ανάπτυξη πρώτων φύλλων - Αδέλφωμα

Σχηματίζονται οι νέοι βλαστοί από τους οφθαλμούς που βρίσκονται στα γόνατα του στελέχους.

## 3. Καλάμωμα

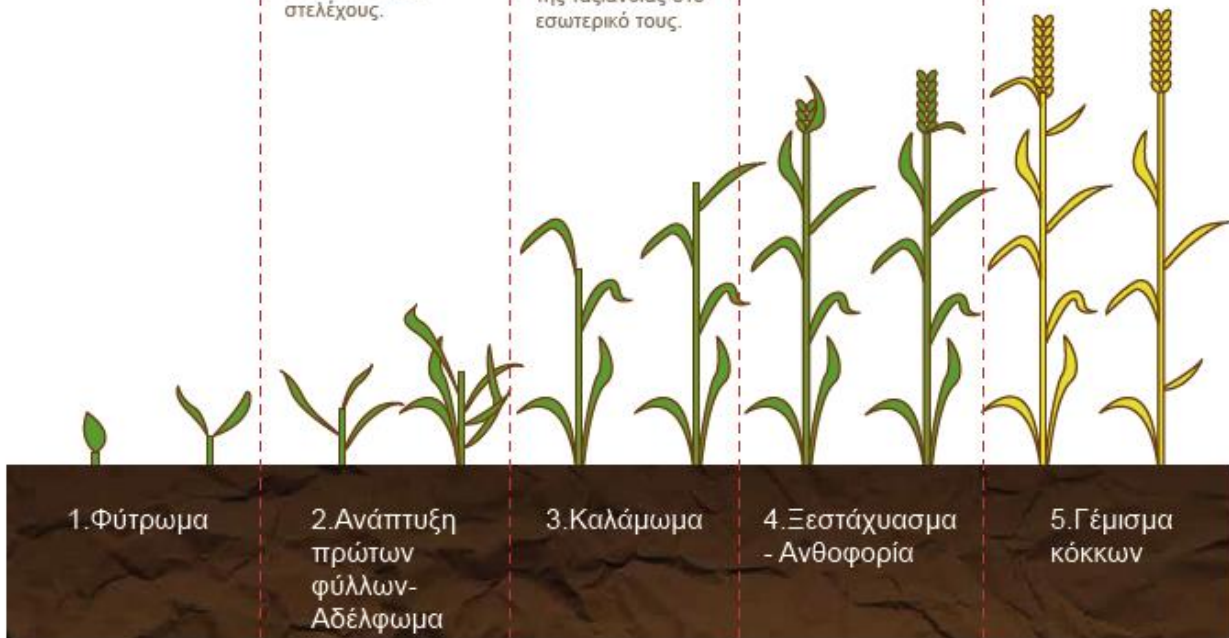
Στάδιο γρήγορης ανάπτυξης, κατά το οποίο τα στελέχη επιμηκύνονται, ενώ συγχρόνως ξεκινάει η αύξηση της ταξιανθίας στο εσωτερικό τους.

## 4. Ξεστάχιασμα - Ανθοφορία

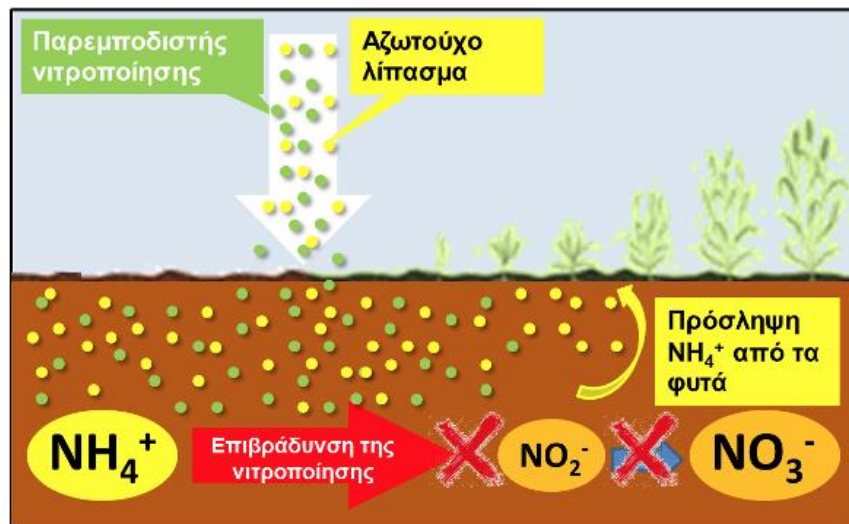
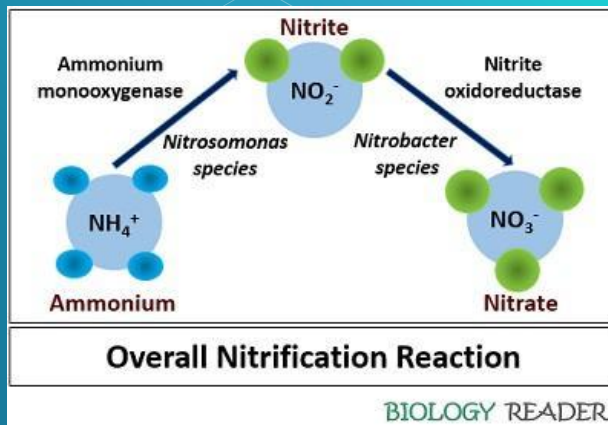
Εμφανίζεται ο στάχης και ξεκινάει η περίοδος της γονιμοποίησής του.

## 5. Γέμισμα κόκκων

Ξεκινάει η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους κόκκους που αποκτούν τα τελικά χαρακτηριστικά τους.



2. Χημικοί αναστολείς της νιτροποίησης είναι ουσίες οι οποίες αναστέλλουν τη δραστηριότητα των βακτηρίων του γένους *Nitrosomonas* που μετατρέπουν τα  $\text{NH}_4^+$  σε  $\text{NO}_3^-$  στο πρώτο στάδιο της νιτροποίησης (μονοξυγενάση ένζυμο) (χρήση παρεμποδιστών).



Εικόνα 1. Με τη χρήση παρεμποδιστών νιτροποίησης το άζωτο μένει διαθέσιμο στα φυτά για μεγαλύτερο διάστημα, βελτιώνοντας την απόδοση και μειώνοντας τη ρύπανση.

Βακτήριο του γένους *Nitrosomonas*



Κύριοι Χημικοί Αναστολείς Νιτροποίησης:  
 DMPP (3,4-διμεθυλοπυραζόλιο)  
 DCD (Δικυανοδιαμίδιο)  
 Νιτραπυρίνη (Nitrapyrin)

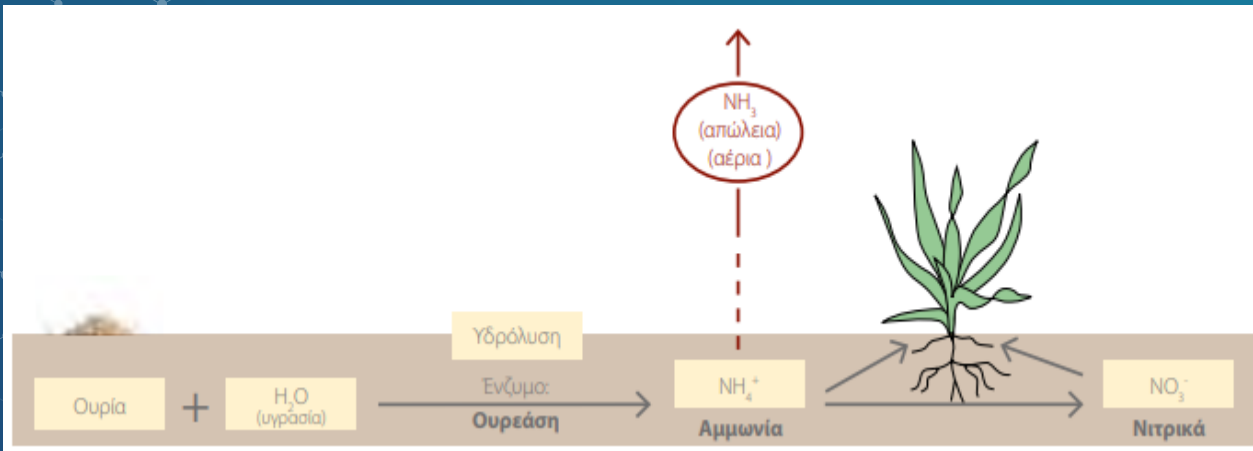
**3. Τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης** είναι ένας τρόπος μείωσης της απώλειας του N από το έδαφος. Ωστόσο η πλειονότητα των λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης αζώτου παρασκευάζονται με την επεξεργασία της ουρίας με διάφορα υλικά που επιβραδύνουν τη διαλυτοποίηση της ή αναστέλλουν την υδρόλυση της σε αμμωνία. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν η ουρία-φορμαλδευδη, ισοβουτυλική διουρία (IBDU), ρητινο-επικαλυπτόμενα λιπάσματα και ουρία επικαλυμμένη με πολυμερή ή θείο.



Ρητινο-επικαλυπτόμενη ουρία



Ουρία επικαλυμμένη με θείο



Ουρία επικαλυμμένη με πολυμερή

4. Εφαρμογή μικτών καλλιεργειών με ψυχανθή τα οποία δεσμεύουν άζωτο από την ατμόσφαιρα μέσω της βιολογικής δέσμευσης του αζώτου.





Ευχαριστώ για την  
προσοχή σας !!!