

# Ο ζεόλιθος στη γεωργία

Γράφει: η Ομάδα γεωπόνων της Farmacon - Farmacon Team



**Οι ζεόλιθοι είναι μικροπορώδη αργιλοπυριτικά ορυκτά που χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων ως προσροφητικά και καταλύτες.**

Ο όρος δημιουργήθηκε το 1756 από τον Σουηδό ορυκτολόγο Άξελ Κρόνστεντ, ο οποίος παρατήρησε ότι με την ταχεία θέρμανση σιλιβίτη παράγεται μεγάλη ποσότητα ατμού από νερό το οποίο είχε απορροφηθεί από το υλικό.

Με βάση αυτήν την παρατήρηση ονόμασε το υλικό ζεόλιθο, από τις ελληνικές λέξεις «ζέω» (βράζω) και «λίθος» (πέτρα). Ο ζεόλιθος μπορεί να είναι ένα φυσικό προϊόν ή να παράγεται βιομηχανικά.

Συζήτηση γίνεται τα τελευταία χρόνια για τη χρήση του ζεόλιθου στη γεωργία και τις δυνητικές ωφέλειες αυτού σε διάφορους γεωργικούς επιμέρους τομείς.

**Για να κατανοήσουμε αυτό το όχι και τόσο ευρέως γνωστό υλικό, θα πρέπει αρχικά να διευκρινίσουμε πως:**

- ▶ δεν πρόκειται για κάποιο λίπασμα

► δεν πρόκειται για κάποια φυτοπροστατευτική ουσία

Πρόκειται για ένα υλικό του οποίου η δράση είναι συνεργιστική και επικουρική και επικεντρώνεται στη βελτίωση του εδάφους και μετά κατ' επέκταση στα προκύπτοντα ωφέλιμα αποτελέσματα προς τις καλλιέργειες.



## Φυσικοχημικές ιδιότητες των ζεόλιθων

Μερικά από τα **χαρακτηριστικά των ζεόλιθων** που μπορεί να τους καθιστούν επιθυμητά υλικά για τη **βελτίωση των εδαφικών ιδιοτήτων** είναι:

- Το μεγάλο εδαφικό πορώδες το οποίο και βοηθάει στην κατακράτηση του νερού
- Η ομοιόμορφη κατανομή του μεγέθους των σωματιδίων που επιτρέπει την εύκολη ενσωμάτωσή τους
- Η υψηλή CEC (ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων), η οποία και επιτρέπει τη διατήρηση και συγκράτηση των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών.

Βάσει των παραπάνω ιδιοτήτων, οι ζεόλιθοι **αποτελούν εξαιρετικά φυσικά πορώδη ορυκτά**. Φέρουν αρνητικό φορτίο εξισορροπημένο από ελεύθερα κινούμενα κατιόντα



με θετικά φορτία. Στην ουσία, με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια **ιδανική παγίδα θετικών ιόντων, όπως το άζωτο και το κάλιο** τα οποία στη συνέχεια απελευθερώνονται, την κατάλληλη στιγμή, στα φυτά.

Οι ζεόλιθοι αποτελούν από μόνοι τους ένα πολύ ευρύ και ανοιχτό πλαίσιο δικτύου πόρων, παρέχοντας έτσι, μια πολύ μεγάλη επιφάνεια στην οποία μπορούν και δεσμεύουν τα πολύτιμα για τις καλλιέργειες θρεπτικά συστατικά.

Η κατιονική ανταλλαγή των ζεόλιθων και η χωρητικότητά τους είναι 2-3 φορές μεγαλύτερη από άλλους τύπους εδαφικών ορυκτών.

**Εν ολίγοις, οι ζεόλιθοι είναι φυσικά υλικά με την ικανότητα να ανταλλάζουν ιόντα, να απορροφούν αέρια και ατμούς, να έχουν το ρόλο ενός φίλτρου μοριακής κλίμακας και ενός καταλύτη των χημικών αντιδράσεων λόγω του σταθερού μεγέθους των πόρων στο κρυσταλλικό πλέγμα.**



## **Ζεόλιθος και αποτελεσματικότερη χρήση λιπασμάτων**

Ο ζεόλιθος είναι ένα υλικό που δρα **επικουρικά και συνεργιστικά**, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Η ανάμιξη λιπάσματος με την κατάλληλη ποσότητα ζεόλιθου **συνδράμει** στη μείωση των απωλειών των θρεπτικών συστατικών λόγω εξαέρωσης και έκπλυσης αυτών.

Ζεολιθικά υλικά είναι ιδιαίτερος κατάλληλα για χρήση σε **συστήματα στάγδην άρδευσης**, στη γραμμική φύτευσης όπου ο ζεόλιθος θα βοηθήσει στη διήθηση, στη διανομή και τη συγκράτηση του αρδευτικού νερού. Κατά την εφαρμογή της υδρολίπανσης επιτυγχάνεται μέσω του ζεόλιθου η ενεργός συγκράτηση των θρεπτικών συστατικών στη ριζική ζώνη.

### **► Ζεόλιθος και αποτελεσματική χρήση του N**

Οι ζεόλιθοι είναι φορείς ανιόντων για αργή απελευθέρωση των θρεπτικών ουσιών. Η ανάμιξη του ζεόλιθου με λιπάσματα γίνεται για να επιτύχουμε τη δέσμευση, αποθήκευση και τελικά βραδεία απελευθέρωση του αζώτου. Τα ζεολιθικά υλικά διαθέτουν την ιδιότητα της εκλεκτικής δέσμευσης των ιόντων  $\text{NH}_4^+$ , και ως εκ τούτου, απορροφούν το συγκεκριμένο κατιόν μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τις απώλειες του αζώτου στο περιβάλλον.

Από τη στιγμή που οι ζεόλιθοι αποτελούν μη τοξικά και αδρανή υλικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φορείς αργής απελευθέρωσης των λιπασμάτων με τον εξής τρόπο:

Οι μικροσκοπικοί πόροι του κλινοπτιλόλιθου είναι παρόλα αυτά αρκετά μεγάλοι για μικρού μεγέθους κατιόντα, όπως το αμμώνιο και το κάλιο, για να εισέλθουν, αλλά πολύ μικροί για τα βακτήρια της νιτροποίησης.

Από τα παραπάνω συμπεράνουμε πως μόλις σχηματιστεί αμμωνία εσωτερικά στις θέσεις ανταλλαγής κατιόντων του ζεόλιθου, η πιθανότητα έκπλυσης αυτής είναι πολύ μικρή κατά τη διέλευση του νερού. Τα μόρια της αμμωνίας θα μετακινηθούν αργά και θα χρησιμοποιηθούν από την καλλιέργεια την κατάλληλη στιγμή. Μάλλον λοιπόν ήδη αναφερόμαστε στην περίπτωση ενός λιπάσματος βραδείας αποδέσμευσης!

### **► Ενισχυμένη αποδοτικότητα της κοπριάς**

Λόγω της ιδιότητας των ζεόλιθων να δεσμεύουν εκλεκτικά τα ιόντα του αμμωνίου, μπορούν επίσης να δεσμεύουν το συγκεκριμένο ιόν από την κοπριά και τελικά να μειώνονται οι απώλειες αζώτου στο περιβάλλον.

Επίσης, κατά την ανάμιξη ζεόλιθου με κοπριά, έχει διαπιστωθεί δέσμευση των πολύ ευκίνητων χουμικών οξέων και απόδοσής τους στην καλλιέργεια.



## Ζεόλιθος και αποτελεσματική χρήση ύδατος

Ο ζεόλιθος βοηθά στην διήθηση και τη συγκράτηση του νερού στο έδαφος λόγω των πολύ πορωδών ιδιοτήτων του και της τριχοειδούς προσρόφησης που ασκεί. Ενεργώντας ως φυσικός παράγοντας διαβροχής, είναι ένα εξαιρετικό εδαφοβελτιωτικό για τη σωστή και επαρκή κατανομή του νερού μέσα στα εδάφη.

Οι ζεόλιθοι έχουν την ικανότητα συγκράτησης του **60% τους βάρους τους σε νερό**. Αυτό συμβαίνει λόγω του υψηλού πορώδους τους και της συγκεκριμένης κρυσταλλικής τους δομής. Έτσι, οι ζεόλιθοι εξασφαλίζουν στα εδάφη μια μόνιμη δεξαμενή νερού η οποία μπορεί να αποδώσει τα αναμενόμενα σε περιόδους ξηρασίας. Επίσης, βοηθούν στη γρήγορη επαναδιαβροχή των εδαφών και βελτιώνουν την πλευρική εξάπλωση του νερού στη ζώνη της ρίζας.

Το συμπέρασμα όλων των παραπάνω είναι η αποδοτική χρήση και εφαρμογή του αρδευτικού νερού.

## Ο ζεόλιθος ως εδαφοβελτιωτικό

Σε αντίθεση με τα περισσότερα εδαφοβελτιωτικά, **οι ζεόλιθοι δε διασπώνται** με την πάροδο του χρόνου.

Η μακροπρόθεσμη παραμονή του ζεόλιθου στο έδαφος έχει ως αποτέλεσμα να **διατηρούνται τα θρεπτικά συστατικά στο έδαφος** και κοντά στη ζώνη της ρίζας, επίσης το έδαφος διατηρείται ιδανικά υγρό και αερισμένο, καθώς και ενεργό για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Επίσης, από τη στιγμή που ο ζεόλιθος είναι οριακά αλκαλικός, η χρήση του μαζί με λιπάσματα μπορεί να ρυθμίσει τα επίπεδα του εδαφικού pH και να τα επαναφέρει στις επιθυμητές τιμές.

## Ζεόλιθοι: Ένα ιδανικό φίλμ σωματιδίων για τον έλεγχο παρασίτων;

Η τεχνολογία των φίλμ σωματιδίων είναι ο συνδυασμός γνώσεων σχετικά με την τεχνολογία των ορυκτών, τη συμπεριφορά των εντόμων και τη φωτοχημεία με σκοπό την καταπολέμηση των παρασίτων.

Ένα φίλμ σωματιδίων είναι ένα μικροσκοπικό στρώμα ορυκτών που εφαρμόζεται πάνω στην επιφάνεια των φυτών.

Σκοπός είναι αυτή η τεχνολογία να αποτελέσει αποτελεσματική και εναλλακτική λύση στη θέση των συνθετικών φυτοφαρμάκων για τη διαχείριση των βλαβερών εντόμων.

### **► Μυκητοκτόνες ιδιότητες των ζεόλιθων**

Η επίστρωση φίλμ σωματιδίων επάνω στη φυλλική επιφάνεια των φυτών προσθέτει επιπλέον προστασία έναντι των διαφόρων παθογόνων. Αυτό οφείλεται στις υδρόφιλες ιδιότητες αυτών των ορυκτών οι οποίες και ενισχύουν την ικανότητα απορρόφησης ύδατος. Από τη στιγμή που υπάρχει αυτό το υδρόφιλο φίλμ, η ικανότητα επιμόλυνσης του φυτού από κάποιο παθογόνο, μειώνεται δραστικά.

Κάθε παθογόνος οργανισμός (βακτήριο ή μύκητας), απαιτεί την παρουσία νερού για να αναπτυχθεί.

Έχει αποδειχθεί πως ζεόλιθοι και καολίνη θα μπορούσαν να αποτελέσουν αποτελεσματικές λύσεις για το παθογόνο *Venturia inaequalis* (Φουζικλάδιο) στα μήλα.

### **► Εντομοκτόνες ιδιότητες των ζεόλιθων**

Υπάρχει η δυνατότητα αφαίρεσης της εξωτερικής επιδερμίδας των εντόμων, καθώς και απόξεσης της επιδερματίου, λόγω της ύπαρξης σκληρών και μη απορροφητικών σωματιδίων.

Επίσης, μπορεί να διαταραχθεί το επιδερμάτιο του μέσω της προσρόφησης των επιδερμικών λιπιδίων από απορροφητικά σωματίδια.

Όλες οι παραπάνω διαδικασίες προκαλούν το ίδιο αποτέλεσμα και αυτό είναι η ταχεία απώλεια νερού από το σώμα του εντόμου με αποτέλεσμα το θάνατο λόγω αφυδάτωσης.

Επίσης, η παρουσία του φιλμ προκαλεί μια γενικότερη διαταραχή της συμπεριφοράς των εντόμων, οπότε και πολλές απαραίτητες διεργασίες δε λαμβάνουν χώρα με το σωστό τρόπο (σίτιση, αναπαραγωγή κ.α.) κάτι που συνεπάγεται μεγαλύτερη θνησιμότητα στον πληθυσμό του εντόμου.

Η επικάλυψη των καρπών και των άλλων φυτικών μερών με το φιλμ, μειώνει την ελκυστικότητα αυτών προς τα έντομα.

Σε αυτό το σημείο βέβαια υπάρχουν και τα αρνητικά αποτελέσματα σύμφωνα με τα οποία η παρουσία του φιλμ έχει αυξήσει την παρουσία ορισμένων επιβλαβών εντόμων, όπως του *Cydia pomonella* (Καρπόκαψα της μηλιάς).

## **Οι ζεόλιθοι ως φορείς παρασιτοκτόνων**

Οι Sopkova και Jankova<sup>93</sup> κατάφεραν να περικλείσουν τη συνθετική στερεά μορφή του εντομοκτόνου Supercymethrin, μέσα σε ζεόλιθο. Το πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο απελευθερώθηκε σταδιακά από το ζεόλιθο, κάτι που τελικά αποδεικνύει πως ο ζεόλιθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια δεξαμενή που διατηρεί το εντομοκτόνο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Ο ζεόλιθος προστατεύει επιπλέον το εντομοκτόνο από την πρόωρη απελευθέρωσή του με αποτέλεσμα τη μη μείωση της δραστηριότητάς του αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος.



Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να εφαρμοσθεί όχι μόνο στα εντομοκτόνα αλλά σε όλα τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα αλλά και φυτορρυθμιστικές ουσίες, με τους κατάλληλους μηχανισμούς, πάντα.

## **Οι ζεόλιθοι ως μικροβιολογικοί φορείς**

Τα βακτήρια και οι ζύμες αποτελούν πολλά υποσχόμενα βιοπαρασιτοκτόνα. Αυτοί οι οργανισμοί, στη φύση, αναπτύσσονται πάνω σε επιφάνειες σχηματίζοντας πολυκυτταρικά συσσωματώματα. Εύλογα κάποιος σκέπτεται πως η δημιουργία βιοφίλμ ζεόλιθου θα είχε παρόμοια αποτελέσματα.

Το βιοφίλμ χρησιμεύει ως μέσο υποστήριξης για το σχηματισμό σταθερών πολυκυτταρικών σχηματισμών. Τα σωματίδια ζεόλιθου αντιπροσωπεύουν κατάλληλα ορυκτά–φορείς ακινητοποίησης των μικροοργανισμών οι οποίοι όντας ωφέλιμοι για τις καλλιέργειες, αναπτύσσονται και εγκαθίστανται πάνω στις φυτικές επιφάνειες, έτοιμοι να αντιμετωπίσουν εισβολές φυτοπαθογόνων οργανισμών.

## **Συμπερασματικά**

Οι ζεόλιθοι αποτελούν αβλαβείς ουσίες όσον αφορά στην τοξικότητα στον άνθρωπο και στις πιθανές περιβαλλοντικές συνθήκες.

### **Τα οφέλη που έχουν διαπιστωθεί, απαριθμούνται πολλά:**

- ▶ **Μείωση της εξατμισοδιαπνοής, καλύτερη διαχείριση του ύδατος**
- ▶ **Αύξηση φωτοσυνθετικής ικανότητας**
- ▶ **Προστασία ευαίσθητων φυλλικών επιφανειών από ηλιακά εγκαύματα**
- ▶ **Έλεγχος παρασίτων**
- ▶ **Ικανότητα ελεγχόμενης απελευθέρωσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων**
- ▶ **Βελτίωση εδαφικών ιδιοτήτων**



Αρκετά σημαντικά τα ανωτέρω οφέλη και άξια περαιτέρω έρευνας ώστε να επωφεληθούμε των δυνατοτήτων αυτού του πολυδιάστατου ορυκτού.