

## Open Schools Journal for Open Science

Vol 3, No 7 (2020)



**Μελέτη των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων διαφόρων τύπων εδαφών με στόχο την μεγιστοποίηση της γεωργικής τους απόδοσης**

*Χιονία Παναγάκη, Άρτεμις-Μελίνα Παπαδημητρίου, Κατερίνα Παπαθεοδώρου, Αθανασία Σουσάνη, Σοφία Σταματιάδη, Μαρία-Σπυριδούλα Στεφανάκη, Δρ. Χρυσή Αγγελίδου, Δρ. Μαρία Διακόνου*

doi: [10.12681/osj.24341](https://doi.org/10.12681/osj.24341)

Copyright © 2020, Χιονία Παναγάκη, Άρτεμις-Μελίνα Παπαδημητρίου, Κατερίνα Παπαθεοδώρου, Αθανασία Σουσάνη, Σοφία Σταματιάδη, Μαρία-Σπυριδούλα Στεφανάκη, Δρ. Χρυσή Αγγελίδου, Δρ. Μαρία Διακόνου



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

### To cite this article:

Παναγάκη Χ., Παπαδημητρίου Α.-Μ., Παπαθεοδώρου Κ., Σουσάνη Α., Σταματιάδη Σ., Στεφανάκη Μ.-Σ., Αγγελίδου Δ. Χ., & Διακόνου Δ. Μ. (2020). Μελέτη των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων διαφόρων τύπων εδαφών με στόχο την μεγιστοποίηση της γεωργικής τους απόδοσης. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(7). <https://doi.org/10.12681/osj.24341>



# Μελέτη των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων διαφόρων τύπων εδαφών με στόχο την μεγιστοποίηση της γεωργικής τους απόδοσης

Χιονία Παναγάκη<sup>1</sup>, Άρτεμις-Μελίνα Παπαδημητρίου<sup>1</sup>, Κατερίνα Παπαθεοδώρου<sup>1</sup>, Αθανασία Σουσάνη<sup>1</sup>, Σοφία Σταματιάδη<sup>1</sup>, Μαρία Σπυριδούλα Στεφανάκη<sup>1</sup>, Δρ. Χρυσή Αγγελίδου<sup>2</sup>, Δρ. Μαρία Διακόνου<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Πρότυπο ΓΕΛ Ευαγγελικής Σχολής Σμύρνης, Σμύρνη, Τουρκία,

<sup>2</sup> Εκπαιδευτικός, Πρότυπο ΓΕΛ Ευαγγελικής Σχολής Σμύρνης, Σμύρνη, Τουρκία

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το έδαφος είναι ένα ανοιχτό σύστημα που αλληλεπιδρά με το περιβάλλον και στο οποίο λαμβάνουν χώρα συνεχώς πολύπλοκες διαδικασίες. Οι φυσικές, χημικές αλλά και βιολογικές ιδιότητές του επηρεάζουν άμεσα την εξέλιξη αυτών των διαδικασιών και τα διαφοροποιούν ώστε να μην είναι όλα καλλιεργήσιμα. Επιπλέον από την εμπειρία μας γνωρίζουμε ότι τα φυτά δεν αναπτύσσονται το ίδιο σε όλα τα καλλιεργήσιμα εδάφη. Για το λόγο αυτό στο εμπόριο βρίσκουμε συνήθως πολλούς τύπους χώματος.

Η μελέτη των ιδιοτήτων επτά διαφορετικών τύπων χώματος αποτελεί τα αντικείμενο της εργασίας μας. Εξετάσαμε αν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές στα επιμέρους φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους και κατά πόσο αυτές επηρεάζουν τις ιδιαίτερες ανάγκες των φυτών.

## ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

έδαφος, χώμα, φαινόμενη πυκνότητα, οργανική ύλη, χημική σύσταση





## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έδαφος, που βρίσκεται κάτω από τα πόδια μας, είναι το βασικό υπόστρωμα πάνω στο οποίο αναπτύσσεται όλη η γήινη ζωή. Μοιάζει πολύ με βιολογικό οργανισμό που «γεννιέται, γερνάει και πεθαίνει», εξαφανίζεται, κάτω από ορισμένες συνθήκες. Αποτελεί περιβάλλον έντονης μικροβιακής δραστηριότητας και χώρο που αποτίθεται πλήθος αποβλήτων εκ των οποίων μερικά μόνο είναι ανακυκλώσιμα (Καλύβας 2003). Σύμφωνα με την κοινή εμπειρική γνώση, το έδαφος είναι ένα αδρανές υλικό. Γι' αυτό είναι ένας από τους φυσικούς πόρους που υποτιμάται, δεν χρησιμοποιείται με ενδεδειγμένο τρόπο και υφίσταται ληστρική εκμετάλλευση. Όμως η σημασία του εδάφους ως συντελεστή πρωτογενούς παραγωγής είναι καθοριστική.

Το εδαφικό σώμα και οι ιδιότητές του παίζουν το σημαντικότερο ρόλο στην ύπαρξη και ανάπτυξη φυτικών και ζωικών οργανισμών. Επιπρόσθετα, επηρεάζουν και επηρεάζονται από το σύνολο και τις διαφορετικές ανάγκες της χλωρίδας και πανίδας που αναπτύσσονται σε αυτό. Με γνώμονα τα ανωτέρω σχεδιάστηκε η μελέτη των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων επτά διαφορετικών τύπων χώματος:

1) για οξύφυλλα, 2) για εξωτερικούς χώρους, 3) κομπόστα, 4) κοκκοφοίνικας, 5) για εσωτερικούς χώρους, 6) θαλάσσια άμμος, 7) παλαιό (ήδη χρησιμοποιημένο) ξερό χώμα. Τα χώματα, οπτικά εμφανίζουν παρόμοια εικόνα με κάποιες χρωματικές διαφορές, ενώ η επιλογή τους έγινε επειδή είναι τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα σε κήπους, πάρκα και γλάστρες για τη διατήρηση καλλωπιστικών φυτών. Οι τιμές των φυσικών και χημικών παραγόντων θα βοηθήσουν στην κατηγοριοποίηση και στη σωστή εκμετάλλευσή τους.

## ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Σε κάθε τύπο εδάφους συνυπάρχουν στερεά υλικά (ανόργανα και οργανικά), που καθορίζουν την μηχανική του σύσταση, αέρας και νερό. Το μέγεθος των στερεών ανόργανων υλικών ποικίλλει από αρκετά μεγάλο, όπως πέτρες και χαλίκια, έως μικρό και πολύ μικρό, όπως κόκκοι τέτοιου μεγέθους που απαιτείται η χρήση μικροσκοπίου για να τους διακρίνουμε. Η μηχανική δομή, όπως και η παρουσία αέρα και νερού, επηρεάζει σημαντικά την πυκνότητα του εδάφους.





Η πυκνότητα  $\rho$  εκφράζει τη μάζα του υλικού που περιέχεται στη μονάδα όγκου του. Είναι ένα εντατικό μέγεθος, δηλαδή δεν εξαρτάται από την ποσότητα του υλικού αφού εκφράζεται ως πηλίκο δύο εκτατικών μεγεθών, της μάζας  $m$  μιας ποσότητας του υλικού και του όγκου  $V$  αυτής της ποσότητας:

$$\rho = m / V \quad (1)$$

Η πυκνότητα αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό κάθε τύπου εδάφους, επηρεάζει την ικανότητά του για συγκράτηση νερού και είναι ένδειξη της μεγάλης ή μικρής περιεκτικότητάς του σε οργανική ύλη.

Σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη των φυτών, κυρίως του ριζικού τους συστήματος, καθώς και για την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων παίζει η θερμοκρασία του εδάφους γιατί επηρεάζει την ταχύτητα των χημικών και βιοχημικών αντιδράσεων, την υγρασία, τη δομή, τον εξαερισμό, την φυσική αποσάθρωση, τη γένεση και εξέλιξη του εδάφους. Επηρεάζει άμεσα την επιλογή των καλλιεργειών και γενικότερα των χρήσεων γης. Η εδαφική θερμοκρασία είναι αποτέλεσμα μεταφοράς θερμότητας και σε καμιά περίπτωση δεν αποτελεί ιδιότητα του εδάφους. Το εύρος της ημερήσιας διακύμανσης είναι μεγάλο στα επιφανειακά στρώματα, ενώ μηδενίζεται σε βάθος 1m. Η θερμοκρασία του εδάφους και κατ' επέκταση οι διακυμάνσεις της εξαρτώνται από την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας αλλά και από τις εδαφικές ιδιότητες, όπως την ειδική θερμότητα και την θερμοαγωγιμότητά του.

### **Πυκνότητα εδάφους (πυκνότητα κόκκων) - Φαινόμενη πυκνότητα εδάφους**

Η πυκνότητα του εδάφους ορίζεται ως το βάρος ξηρού εδάφους προς τον όγκο του, χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψιν ο όγκος των πόρων. Οι διακυμάνσεις της είναι μικρές. Για τα περισσότερα εδάφη είναι περίπου ίση με 2,6 – 2,7 g/cm<sup>3</sup>, εκτός αν είναι πολύ πλούσια σε οργανική ουσία ή σε οξείδια του σιδήρου.

Η φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους ορίζεται ως η μάζα ξηρού εδάφους (θερμοκρασίας 104°C) προς τον όγκο της, στη φυσική του κατάσταση. Συνηθισμένες τιμές για μη καλλιεργούμενα εδάφη είναι μεταξύ 1,0 – 1,6 g/cm<sup>3</sup>, ανάλογα με τον τύπο εδάφους και το πορώδες. Κατά κανόνα,





η φαινόμενη πυκνότητα είναι μικρότερη στο επιφανειακό στρώμα από ότι στο υπέδαφος. Η διαφορά πυκνότητας και φαινόμενης πυκνότητας οφείλεται στο πορώδες, την ύπαρξη δηλ. μεγάλων ή μικρών διακένων αέρος. Η μεγάλη φαινόμενη πυκνότητα σχετίζεται με μικρό πορώδες και έχει ως συνέπεια την ταχύτερη απομάκρυνση του νερού (αμμώδες έδαφος). Τα αντίθετα συμβαίνουν για τα εδάφη με μικρή φαινόμενη πυκνότητα (αργιλώδες έδαφος) Για τη μέτρηση της φαινόμενης πυκνότητας των επιλεχθέντων τύπων χώματος ακολουθήσαμε την εξής πειραματική διαδικασία:

1. Θέρμανση κάθε τύπου χώματος μέχρι θερμοκρασία  $104^{\circ} - 105^{\circ}\text{C}$  για την πλήρη αποβολή ύδατος.
2. Μέτρηση και καταγραφή της μάζας μικρού κενού ποτηριού ζέσεως με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού μικρού κενού ποτηριού ζέσεως και προσδιορισμός του όγκου νερού που απαιτείται για την πλήρωσή του με την βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου.
3. Πλήρωση του απόλυτα στεγνού ποτηριού ζέσεως με έναν από τους προς εξέταση τύπους χώματος χωρίς να συμπιεστεί.
4. Μέτρηση και καταγραφή της μάζας του γεμάτου ποτηριού ζέσεως, άδειασμα και σχολαστικός καθαρισμός του.
5. Επανάληψη των δύο τελευταίων βημάτων για όλους τους τύπους χώματος.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων και ο υπολογισμός της φαινόμενης πυκνότητας των διαφόρων τύπων χώματος φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ I που ακολουθεί:

Τύπος χώματος	μάζα ολική gr	μάζα δοχείο u gr	όγκοςδ οχείου ml	μάζα χώματος gr	φαινόμενη πυκνότητα gr/cm <sup>3</sup>
(1) οξύφυλλα	13	6.5	45	6.5	<b>0.14</b>
(2) εξωτερικού χώρου	78	6.5	60	71.5	<b>1.19</b>





(3) κομπόστα	43	6.5	60	36.5	<b>0.61</b>
(4) κοκοφοίνικα	15	6.5	60	8.5	<b>0.14</b>
(5) εσωτερικού χώρου	23	6.5	60	16.5	<b>0.28</b>
(6) θαλάσσια άμμος	98	6.5	60	91.5	<b>1.53</b>
(7) παλαιό ξερό	26	6.5	59	19.5	<b>0.33</b>

Πίνακας Ι: Υπολογισμός φαινόμενης πυκνότητας των επιλεγέντων τύπων χώματος

Για τον προσδιορισμό της πυκνότητας των διαφόρων τύπων χώματος επαναλάβαμε το 2. βήμα της προηγούμενης διαδικασίας και στη συνέχεια τα βήματα:

1. Μερική πλήρωση του ποτηριού ζέσεως με έναν τύπο χώματος. Μέτρηση και καταγραφή της μάζας του.
2. Πλήρωση του δοχείου με νερό με βαθμονομημένη σύριγγα και ταυτόχρονη προσεκτική ανάδευση ώστε να μην μεταβάλλεται ο όγκος των πόρων του δείγματος καθώς και να μην σημειώνεται απώλεια χώματος ή νερού μέχρι η ανώτερη επιφάνεια να είναι επίπεδη. Μέτρηση όγκου του χρησιμοποιηθέντος νερού.
3. Επανάληψη των δύο αυτών βημάτων για όλους τους τύπους χώματος.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων και ο υπολογισμός της πυκνότητας  $\rho$  των διαφόρων τύπων χώματος φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ ΙΙ που ακολουθεί:

Τύπος χώματος	μάζα ολική gr	μάζα δοχείο u gr	μάζα χώματος gr	Όγκος δοχείο u ml	όγκο ςνερ ού ml	Όγκος χώματος ml	$\rho$ χώματος $gr/cm^3$
(1) οξύφυλλα	15	6.5	8.5	60	45	15	0.57
(2) εξωτερικού χώρου	35.5	6.5	29	60	45.5	14.5	2.00
(3) κομπόστα	22	6.5	15.5	60	45.8	14.2	1.09





(4) κοκοφοίνικα	10	6.5	3.5	60	52	8	0.44
(5)εσωτερικού χώρου	16	6.5	9.5	60	50	10	0.95
(6) θαλάσσια άμμος	22.5	6.5	16	60	54	6	2.67
(7) παλαιό ξερό	15.5	6.5	9	60	45.5	14.5	0.62

Πίνακας II: Υπολογισμός πυκνότητας των επιλεγέντων τύπων χώματος από τη σχέση (1)

### Ειδική θερμότητα του εδάφους

Εδαφική ειδική θερμοχωρητικότητα ή ειδική θερμότητα είναι το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός γραμμαρίου μάζας εδάφους κατά ένα βαθμό. Εδαφική θερμοαγωγιμότητα είναι η ικανότητα του εδάφους να μεταφέρει θερμότητα από το ένα του άτομο στο άλλο.

Όταν ένα σώμα σταθερής μάζας  $m$  έχει θερμοκρασία  $\theta_1$  και απορροφήσει ποσό θερμότητας  $Q$ , η θερμοκρασία του αυξάνει σε  $\theta_2$  και ισχύει (αν δεν συμβαίνει αλλαγή φάσης):

$$Q = m C (\theta_2 - \theta_1) = m C \Delta\theta$$

(2)

Ο ίδιος τύπος ισχύει, όταν το σώμα αποβάλλει θερμότητα.

Ο συντελεστής  $C$  είναι η ειδική θερμότητα ή ειδική θερμοχωρητικότητα του υλικού του σώματος.

Η φυσική σύσταση του εδάφους επηρεάζει τη θερμοκρασία του γιατί μεταβάλλει την αγωγιμότητα και την ειδική θερμότητά του. Τα

συμπαγή πετρώματα μπορεί να έχουν επταπλάσια αγωγιμότητα από το νερό ενώ ψιλόκοκκο χώμα μπορεί να έχει μόλις το 1/3 της αγωγιμότητας του νερού. Η οργανική ουσία αυξάνει τη θερμοκρασία γιατί με την αύξηση του όγκου και μείωση της πυκνότητάς του εδάφους η ειδική θερμότητα είναι μικρότερη από αυτή που έχουν αμμώδη ανοιχτόχρωμα εδάφη.



Σχήμα 1: Θερμιδόμετρο





**Σχήμα 2:** Πειραματική διαδικασία για τον υπολογισμό της θερμοχωρητικότητας θερμιδομέτρου και της ειδικής θερμότητας εδάφους

Για τη μέτρηση της ειδικής θερμότητας των τύπων χώματος κατασκευάσαμε θερμιδόμετρο από δύο όμοια ποτήρια φελιζόλ, ένα καπάκι, αναδευτήρα και θερμόμετρο, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 1**, υπολογίσαμε την θερμοχωρητικότητά του  $K$  χρησιμοποιώντας δύο ποσότητες νερού γνωστής μάζας και θερμοκρασίας. (**Σχήμα 2**), εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ενέργειας για το θερμιδόμετρο και γνωρίζοντας ότι η ειδική θερμότητα του νερού στις θερμοκρασίες του πειράματος είναι  $C_v = 4186 \text{ Joules}/(\text{Kg}\cdot\text{grad})$  από τον τύπο:

$$K = m_2 C_v (\theta_2 - \theta_3) / (\theta_3 - \theta_1) - m_1 C_v \quad (3)$$







Τύπος χώματος	C $J(Kg \cdot grad)^{-1}$
(1) οξύφυλλα	1608
(2) εξωτερικού χώρου	1513
(3) κομπόστα	2809
(4) κοκοφοίνικα	2134
(5) εσωτερικού χώρου	1435
(6) θαλάσσια άμμος	1153
(7) παλαιό ξερό	1190

Στη συνέχεια ακολουθώντας παρόμοια διαδικασία αφού αντικαταστήσαμε το κρύο νερό με ζεστό και το ζεστό νερό με κρύο χώμα (**Σχήμα 2**) υπολογίσαμε την ειδική θερμότητα κάθε χώματος εφαρμόζοντας το νόμο (2) της θερμιδομετρίας και την αρχή διατήρησης της ενέργειας. Στον διπλανό Πίνακα III φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Μελετώντας τους Πίνακες I, II, και III παρατηρούμε ότι οι χρησιμοποιούμενοι τύποι χώματος έχουν διαφορετικές φυσικές ιδιότητες που οφείλονται αφ' ενός μεν στην περιεκτικότητα τους σε οργανική ύλη αφ' ετέρου δε στον αέρα και το νερό που συγκρατούν. Έτσι

η κομπόστα -το (3)- για παράδειγμα παρουσιάζει μικρή πυκνότητα γιατί είναι ελαφρύ πορώδες χώμα πλούσιο σε οργανική ύλη και θρεπτικά συστατικά και μεγάλη ειδική θερμότητα γιατί συγκρατεί πολύ νερό.

## ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η χημεία του εδάφους ασχολείται κυρίως με τη χημική σύσταση, τις ιδιότητες και αντιδράσεις που συμβαίνουν στα εδάφη. Οι χημικές ιδιότητες, τροποποιούν τις φυσικές και η χημική φύση του εδάφους επηρεάζει άμεσα τον εφοδιασμό των φυτών με θρεπτικά στοιχεία. Οι σπουδαιότερες χημικές ιδιότητες των χωμάτων που εξετάστηκαν είναι η οξύτητα του εδάφους (pH) και η παρουσία των θρεπτικών συστατικών του K, N και P.

## pH του εδάφους

Ως pH έχει οριστεί ως ο αντίθετος δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των κατιόντων υδρογόνου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η εφαρμογή γίνεται στο εδαφικό διάλυμα. Η ποσότητα των κατιόντων υδρογόνου





θεωρείται μέτρο έντασης για την εκτίμηση της οξύτητας ή της αλκαλικότητας του εδάφους. Συνήθως, με τον όρο οξύτητα εννοούμε την ενεργό οξύτητα. Η ενεργός οξύτητα αναφέρεται στην οξύτητα του εδαφικού διαλύματος η οποία, όμως, βρίσκεται σε ισορροπία και επηρεάζεται από την εφεδρική οξύτητα καθώς στους κόκκους της αργίλου

υπάρχουν προσροφημένες ποσότητες ιόντων που υδρολύονται και αποδεσμεύουν επιπλέον υδρογονοκατιόντα. Το pH των εδαφών κυμαίνεται από υπερβολικά όξινο  $pH < 4,5$  έως υπερβολικά αλκαλικό  $pH > 8,5$ . Από την τιμή του εξαρτάται η δυνατότητα χρησιμοποίησης από τα φυτά των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους και κυρίως του φωσφόρου και των ιχνοστοιχείων. Έτσι, το άζωτο αφομοιώνεται καλύτερα από τα φυτά σε  $pH$  6-8, ο φώσφορος σε  $pH$  6,5-7,5. Γενικά τα περισσότερα φυτά αφομοιώνουν τα θρεπτικά στοιχεία που είναι διαλυμένα στο εδαφικό νερό στην ελαφρά όξινη περιοχή (6,5-7). Το pH του εδάφους μπορούμε να το μετρήσουμε χρωμομετρικά, με την αλλαγή χρώματος των δεικτών και ηλεκτρομετρικά, με πεχάμετρο.

Για τη μέτρηση του pH των επιλεχθέντων τύπων χώματος επιλέξαμε την πρώτη μέθοδο ως πιο σύντομη και εύχρηστη ακολουθώντας την εξής διαδικασία:

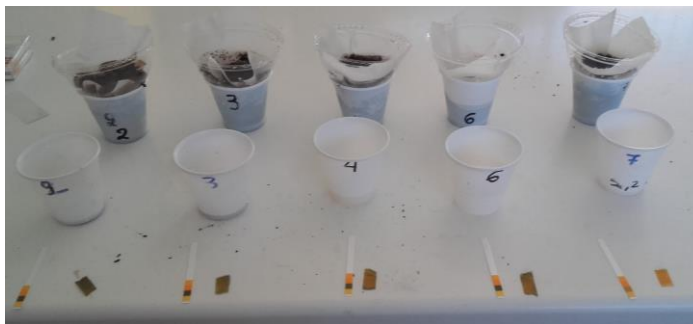
1. Μέτρηση και ανάμειξη ίσων όγκων νερού και δείγματος χώματος. Ανάδευση για περίπου 5 λεπτά με κυκλικές κινήσεις.
2. Διήθηση της σχηματιζόμενης λασπώδους μάζας με διηθητικό χαρτί.
3. Προσδιορισμός του pH στο προκύπτουν διήθημα με τη βοήθεια πεχαμετρικής ταινίας καθώς και πεχαμετρικών sticks (**Εικόνα 4**).

Στον Πίνακα IV φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων και για τους επτά τύπους χωμάτων που εξετάστηκαν





Τύπος χώματος	pH
(1) οξύφιλο pH επιλεγέντων τύπων χώματος	4-5
(2) εξωτερικού χώρου	8
(3) κομπόστα	6,5-7
(4) κοκοφοίνικα	6,5
(5) εσωτερικού χώρου	6-6,5
(6) θαλάσσια άμμος	8
(7) παλαιό ξερό	5-5,5



**Εικόνα 4:** Πειραματική διαδικασία για τον προσδιορισμό του pH σε δείγματα χώματος.

### Τα θρεπτικά στοιχεία

Θρεπτικά ονομάζουμε τα στοιχεία εκείνα που: 1) με την απουσία τους από το έδαφος δεν επιτρέπεται η ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου του φυτού 2) μόνο με την προσθήκη αυτών διορθώνονται τα συμπτώματα τροφопενίας που δημιουργούνται στα φυτά, και 3) έχουν άμεσο βιολογικό ρόλο. Τα θρεπτικά στοιχεία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα μακροστοιχεία και τα μικροστοιχεία (ή ιχνοστοιχεία). Στα μακροστοιχεία ανήκουν το Άζωτο (N), ο Φώσφορος (P), το Κάλιο (K), το Ασβέστιο (Ca), το Μαγνήσιο (Mg), το Θείο (S) κ.α. Ονομάζονται έτσι γιατί αντλούνται από τις ρίζες των φυτών σε μεγαλύτερο βαθμό και βρίσκονται στους φυτικούς ιστούς σε μεγαλύτερες αναλογίες. Τα μικροστοιχεία, όπως ο Χαλκός (Cu), ο Σίδηρος (Fe), το Μαγγάνιο (Mn), ο Ψευδάργυρος (Zn), το Βόριο (B), έχουν πολύ μικρότερη συγκέντρωση στο έδαφος, ισάξιο όμως ρόλο με τα μακροστοιχεία. (Μήτσιος 2001).

### Άζωτο (N)

Το άζωτο είναι το θρεπτικό στοιχείο που ασκεί τη μεγαλύτερη επίδραση στην αύξηση και την απόδοση των καλλιεργειών. Τα εδάφη





εμπλουτίζονται σε άζωτο με την προσθήκη λιπασμάτων, τη βροχόπτωση και κυρίως με τη βιολογική δέσμευσή του (αζωτοδέσμευση), και τη νιτροποίηση (μετατροπή αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικό) (Καλύβας 2003).

### **Φώσφορος (P)**

Ο φώσφορος εντοπίζεται κυρίως στη στερεή φάση γιατί τα φωσφορούχα συστατικά είναι δυσδιάλυτα ή και αδιάλυτα. Έτσι ανάλογα με τις ιδιότητες του εδάφους περνά γρήγορα σε μη αφομοιώσιμη από τα φυτά μορφή. Ο διαθέσιμος φώσφορος στο εδαφικό διάλυμα μειώνεται ταχύτερα στα αμμώδη εδάφη από ότι στα αργιλώδη που έχουν μεγαλύτερη ρυθμιστική ικανότητα (Παναγιωτόπουλος 2008).

### **Κάλιο (K)**

Παρά το γεγονός ότι το κάλιο δεν αποτελεί δομικό στοιχείο των φυτικών ιστών είναι απαραίτητο στη σύνθεση αμύλου, αμινοξέων και πρωτεϊνών, στη μετακίνηση των σακχάρων και στις διεργασίες της φωτοσύνθεσης. Μέσω εργαστηριακής ανάλυσης είναι δυνατόν να προσδιορίσουμε μόνο το κάλιο του εδαφικού διαλύματος, το οποίο θεωρείται και άμεσα αφομοιώσιμο από τα φυτά (Σινάνης 2015).

Για τη μέτρηση των θρεπτικών συστατικών των επιλεγθέντων τύπων χώματος επιλέξαμε το NPK Test Kit εδάφους (nat care, soil lab, jardin & natura). Η επιλογή έγινε, δεδομένου του γεγονότος ότι οι συνήθεις μέθοδοι προσδιορισμού των θρεπτικών συστατικών χρειάζονται είτε εξειδικευμένες συσκευές (π.χ. συσκευή απόσταξης Kjeldahl), είτε χρήση φασματοφωτόμετρου. Το εν λόγω Kit, είναι οικονομικό, εύχρηστο, άμεσα διαθέσιμο στην αγορά και στηρίζεται σε μεθόδους εκχύλισης των υπό εξέταση συστατικών. Ένας πίνακας στο τέλος του εγχειριδίου που συνοδεύει το Kit οδηγεί στην αδρή ποσοτική ταυτοποίησή τους.

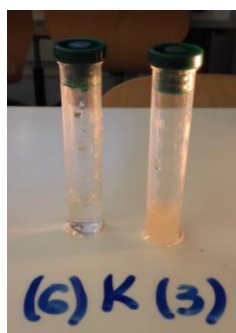
Στον Πίνακα V φαίνονται ενδεικτικά αποτελέσματα μετρήσεων για τους τρεις τύπους χωμάτων που εξετάστηκαν και στην Εικόνα 5 οι οπτικές μας παρατηρήσεις.



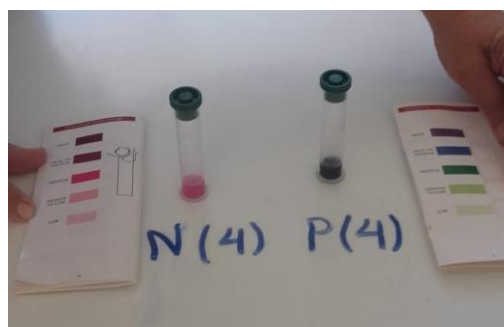


Τύπος χώματος	N	P	K
(1) οξύφυλλα	Medium	Low	Low
(2)εξωτερικού	Medium	High to medium	high
(3) κομπόστα	Medium-High to Medium	High to Medium	High to Medium
(4) κοκοφοινικας	Medium to low	high	High to medium
(5)εσωτερικού	low	High to medium	Medium
(6) θαλάσσια άμμος	Low	High to Medium	Low
(7) παλαιό	high	Medium to high-medium	low

Πίνακας V: Αποτελέσματα των μετρήσεων N, P και K, των επιλεγέντων τύπων χώματος.



(α)



(β)

Εικόνα 5: Προσδιορισμός θρεπτικών συστατικών σε δείγματα χώματος (α) Κάλιο για την θαλασσινή άμμο (αριστερό δείγμα) και την κομπόστα (δεξί δείγμα), (β) Άζωτο και Φώσφορος για την κομπόστα.

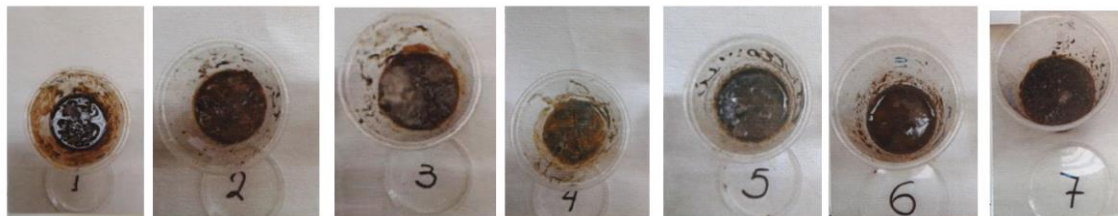




Μελετώντας τους Πίνακες IV και V, παρατηρούμε υπάρχουν διαφορετικές χημικές ιδιότητες. Επιβεβαιώνεται δε το γεγονός τα χώματα στην ελαφριά όξινη περιοχή αφομοιώνουν καλύτερα τα θρεπτικά συστατικά (βλ. κομπόστα).

## ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

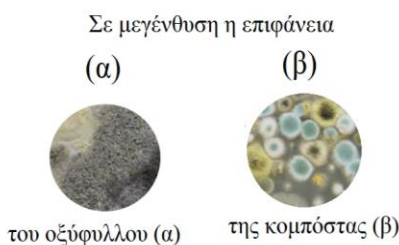
Η οργανική ουσία του εδάφους είναι μίγμα ζώντων φυτικών και ζωικών ιστών και των προϊόντων αποσύνθεσής της. Πρωταγωνιστικό ρόλο στην οργανική ουσία του εδάφους παίζουν οι μικροοργανισμοί. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι οκτώ: Βακτήρια, Ακτινομύκητες,



Μύκητες, Κυανοβακτήρια, Φύκια, Πρωτόζωα, Βακτηριοφάγοι και Μυκοβήροι.

Εικόνα 6: Καλλιέργειες χωμάτων

Στην παρούσα εργασία, έγιναν καλλιέργειες στους διάφορους τύπους χωμάτων με σκοπό να παρατηρηθεί ποιο είδος οργανισμών αναπτύσσεται στον εκάστοτε τύπο.



Στα πειράματα αυτά αντιμετωπίσαμε σημαντικές δυσκολίες, εξ αιτίας της έλλειψης κλιβάνου για τη διατήρηση της θερμοκρασίας και τα αποτελέσματα δεν ήταν τα αναμενόμενα. Πάντως, σε όλες τις καλλιέργειες εμφανίστηκαν μύκητες και σε κάποιες από αυτές μικρές αποικίες. Η πρόθεση της ομάδας είναι να επαναλάβει τη βιολογική μελέτη με πιο κατάλληλες συνθήκες.





## ΚΑΛΛΙΕΡΓΙΕΣ ΦΥΤΩΝ

Παράλληλα με τη φυσικοβιοχημική μελέτη των 7 τύπων χώματος του εμπορίου αποφασίσαμε να καλλιεργήσουμε το ίδιο φυτό (πανσέδες) σε 7 διαφορετικές αλλά όμοιες γλάστρες για να μελετήσουμε την ανάπτυξή του στους διάφορους τύπους χώματος. Για να είναι αντικειμενικά τα αποτελέσματα φροντίσαμε να ποτίζουμε την ίδια ώρα και μέρα όλες τις γλάστρες με την ίδια ποσότητα νερού και να τις διατηρούμε στον ίδιο χώρο.

Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά. Ο πανσές που φυτέψαμε στην άμμο δεν ξεράθηκε αλλά άλλαξε χρώμα (έγινε



σκούρος μωβ) και αναπτύχθηκε καλύτερα από αυτόν που φυτεύτηκε στο οξύφυλλο, ενώ την καλύτερη απόδοση την είχε ο πανσές που φυτεύτηκε στο παλαιό χώμα. Όταν αυξήσαμε το ρυθμό ποτίσματος ο πανσές του εξωτερικού χώματος σάπισε ενώ της άμμου βελτιώθηκε.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στόχος της εργασίας μας ήταν να εξετάσουμε τις ιδιότητες διαφόρων τύπων χώματος, να επισημάνουμε διαφορές και ομοιότητες και να μελετήσουμε την απόδοσή τους στην καλλιέργεια των πανσέδων. Διαπιστώσαμε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές τόσο σε φυσικές όσο και σε βιοχημικές ιδιότητες. Αλλά το σπουδαιότερο απ' όλα είναι ότι καταλάβαμε την αξία του χώματος και το ρόλο του στη ζωή μας. Επίσης διαπιστώσαμε ότι με κατάλληλες ρυθμίσεις μπορούμε να αξιοποιήσουμε στις καλλιέργειες για όλα τα χώματα που έχουν μικρό πορώδες (π.χ. άμμος), ρυθμίζοντας την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά (με προσθήκη λιπάσματος), την υγρασία (συχνότερο πότισμα) και τη θερμοκρασία τους.





## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε τους διοργανωτές του συνεδρίου για την ευκαιρία που μας έδωσαν να συμμετέχουμε σε ένα επιστημονικό συνέδριο αλλά και για τις εμπειρίες που αποκομίσαμε.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] Καλύβας Διονύσιος, *Εδαφολογία και κρασί - Αξιολόγηση εδαφών και τοποκλιματικές συνθήκες*, Ίων, Αθήνα 2003

[2] Μήτσιος Κ. Ιωάννης, *Εδαφολογία*, Ζημελ, Αθήνα 2001

[3] Παναγιωτόπουλος Π. Κυριάκος, *Εδαφολογία*, Σταμούλη, Θεσσαλονίκη 2008

[3] Σινάνης Κωνσταντίνος, *Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας*, (Ηλεκτρ. Βιβλίο) Σύνδεσμος ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Ηράκλειο 2015. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3500>

