

# Οργανικά λιπάσματα, εδαφοβελτιωτικά και μικροβιακοί βιοδιεγέρτες Ο ρόλος και η σημασία τους στη νέα αειφορική γεωργία

Στο πλαίσιο του προγράμματος:  
«Ευφυής Γεωργία και Κυκλική Βιοοικονομία – SmartBIC»

Πακέτο Εργασίας 3: Ανάπτυξη ολοκληρωμένων παρεμβάσεων κυκλικής οικονομίας και αξιοποίησης των υποπροϊόντων του γεωργικού και αγροβιομηχανικού τομέα

## Επιμορφωτές:

Δρ. Ιορδάνης Χατζηπαυλίδης<sup>1</sup>, Δρ. Κωνσταντίνος Οιχαλιώτης<sup>2</sup>, Δρ. Ηώ Κεφαλογιάννη<sup>1</sup>, Δρ.

Βασιλική Τσάγκου<sup>1</sup>, Δρ. Μυρτώ Τσικνιά<sup>2</sup>, Δημήτρης Τσιγωνάκης<sup>1</sup>, Γιάννης Ζαφειρίου<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Εργαστήριο Γενικής & Γεωργικής Μικροβιολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

<sup>2</sup>Εργαστήριο Εδαφολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

# ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Ικανοποίησης των αναγκών της παρούσης γενεάς, χωρίς να διακυβεύεται για τις μελλοντικές γενεές η προοπτική να ικανοποιήσουν τις δικές τους.

Η γεωργία για να είναι αειφόρος πρέπει:

- Να είναι παραγωγική
- Να διατηρεί τους εδαφικούς πόρους
- Να είναι περιβαλλοντικά ασφαλής
- Να είναι οικονομικά, κοινωνικά και πολιτικά βιώσιμη



# Γιατί χρησιμοποιούμε λιπάσματα ?

Τα λιπάσματα αντικαθιστούν τα θρεπτικά στοιχεία που απομακρύνονται από τα καλλιεργούμενα εδάφη με την συγκομιδή.

Μέχρι πρόσφατα παρέχονταν σχεδόν αποκλειστικά σε ανόργανες μορφές, κυρίως ανόργανων ευδιάλυτων αλάτων.

Το κόστος αυτών των λιπασμάτων είναι κατά βάση το υψηλό οικονομικό κόστος της ενέργειας παραγωγής, μεταφοράς και εφαρμογής.

**Φτηνά καύσιμα = φτηνά λιπάσματα.**

Όμως σήμερα το περιβαλλοντικό κόστος αναβαθμίζεται ως η κεντρική επερχόμενη πρόκληση του 21ου αιώνα:

**Η προστασία των φυσικών πόρων,  
το ελαχιστοποιημένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, και η χρήση των εδαφών ως αποθεματικών χώρων άνθρακα,  
αναδεικνύονται σε προτεραιότητες που τίθενται πλέον επιτακτικά, σε πλανητικό επίπεδο.**

Καλούμαστε να αναθεωρήσουμε την γεωργία υψηλών και ενεργοβόρων εισροών.

Και να αναπτύξουμε τις τεχνολογίες, τα προϊόντα και τις μεθοδολογίες που θα επιτρέψουν στην γεωργία να αναπτυχθεί στο πλαίσιο της **αιιφορίας**, της **περιβαλλοντικής προστασίας**, της **διατήρησης της βιοποικιλότητας**, της **κυκλικής οικονομίας** και της **βιοοικονομίας**.

## Επανέρχεται μια παραγνωρισμένη προσέγγιση:

- Τα εδάφη λειτουργούν ως **οικοσυστήματα**
- Οι ρίζες και οι ριζόσφαιρες των φυτών που καλλιεργούμε είναι **ενδιαιτήματα μικροβιακών κοινοτήτων** με τεράστια βιοποικιλότητα που πρέπει να φροντίσουμε να συνεργάζονται με τα φυτά.
- Προσεγγίζουμε πλέον σήμερα όλο και περισσότερο τα εδάφη ως συμβιωτικά **ενδιαιτήματα βιοκοινοτήτων που εξασφαλίζουν τις οικοσυστημικές λειτουργίες και την ανάπτυξη των φυτών.**

Δεν καλλιεργούμε εδάφη, διαχειριζόμαστε εδαφικά οικοσυστήματα.

Η αειφορική λειτουργία τους απαιτεί κατανόηση των αλληλεπιδράσεων & ορθολογική διαχείριση των βιοκοινοτήτων τους.

Στόχος:

- Να διαχειριζόμαστε τα εδαφικά οικοσυστήματα με ελαχιστοποιημένο περιβαλλοντικό κόστος.
- Να ελαχιστοποιούμε τις εισροές ενέργειας
- Να χρησιμοποιούμε τα εδάφη ως αποθηκευτικούς χώρους άνθρακα
- Και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιούμε την υποβάθμιση των εδαφών & να εξασφαλίσουμε επισιτιστική ασφάλεια.

## Η αειφορική γεωργία βασίζεται:

- ✓ Στην χρήση αναγεννήσιμων πόρων και εισροών
- ✓ Στη χρήση τοπικά διαθέσιμων πόρων
- ✓ Σε φυσικές διαδικασίες, όπως οι μικροβιακές διαδικασίες στην ριζόσφαιρα και η κομποστοποίηση οργανικών υπολειμμάτων
- ✓ Στην ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων
- ✓ Στον περιορισμό της χρήσης αγροχημικών
- ✓ Στην διαχείριση – αποκατάσταση βιοποικιλότητας & ρύπανσης

**Η ανάγκη για αειφορική γεωργία είναι πιο επίκαιρη από ποτέ!**



**Οικοσυστημική προσέγγιση**

**+**

**Τεχνολογική επανάσταση**



**Νέες εφαρμογές και προϊόντα:**

- 1. Λιπάσματα βραδείας απελευθέρωσης** (συγχρονισμός με τις απαιτήσεις των φυτών, αυξημένοι συντελεστές απόδοσης, χαμηλή οσμωτική καταπόνηση, μείωση ενεργειακού κόστους των πολλών εφαρμογών κατά την διάρκεια της καλλιέργειας)
- 2. Λιπάσματα με ενσωματωμένους παρεμποδιστές νιτροποίησης, ουρέασης** (παρόμοια πλεονεκτήματα με τα λιπάσματα βραδείας απελευθέρωσης)
- 3. Οργανικά λιπάσματα και εδαφοβελτιωτικά από ανακυκλώσιμες οργανικές ύλες**
- 4. Βιοδιεγερτικά προϊόντα (biostimulants)**

*Ο Νέος Κανονισμός Λιπασμάτων (Καν. 1009/2019):*

- Αντικαθιστά τον προηγούμενο του 2003/2003
- Προβλέπει 3 χρόνια ως μεταβατικό χρονικό διάστημα εφαρμογής
- Τα κοινοτικά προϊόντα λίπανσης που φέρουν τη σήμανση “CE” θα πρέπει να πληρούν νέες απαιτήσεις/προδιαγραφές (υποχρεωτικά μέγιστα επιτρεπόμενα επίπεδα επιμολυντών, χρήση καθορισμένων κατηγοριών συστατικών, υποχρεώσεις σήμανσης)
- **Διευρύνει τα είδη των λιπασμάτων (ανόργανα, οργανικά, βελτιωτικά εδάφους, βιοδιεγέρτες κ.α.).**
- Περιλαμβάνει επτά βασικές κατηγορίες που ονομάζονται «κατηγορίες λειτουργίας προϊόντος» (ΚΛΠ) και συγκεκριμένες κατηγορίες συστατικών υλικών (ΚΣΥ)

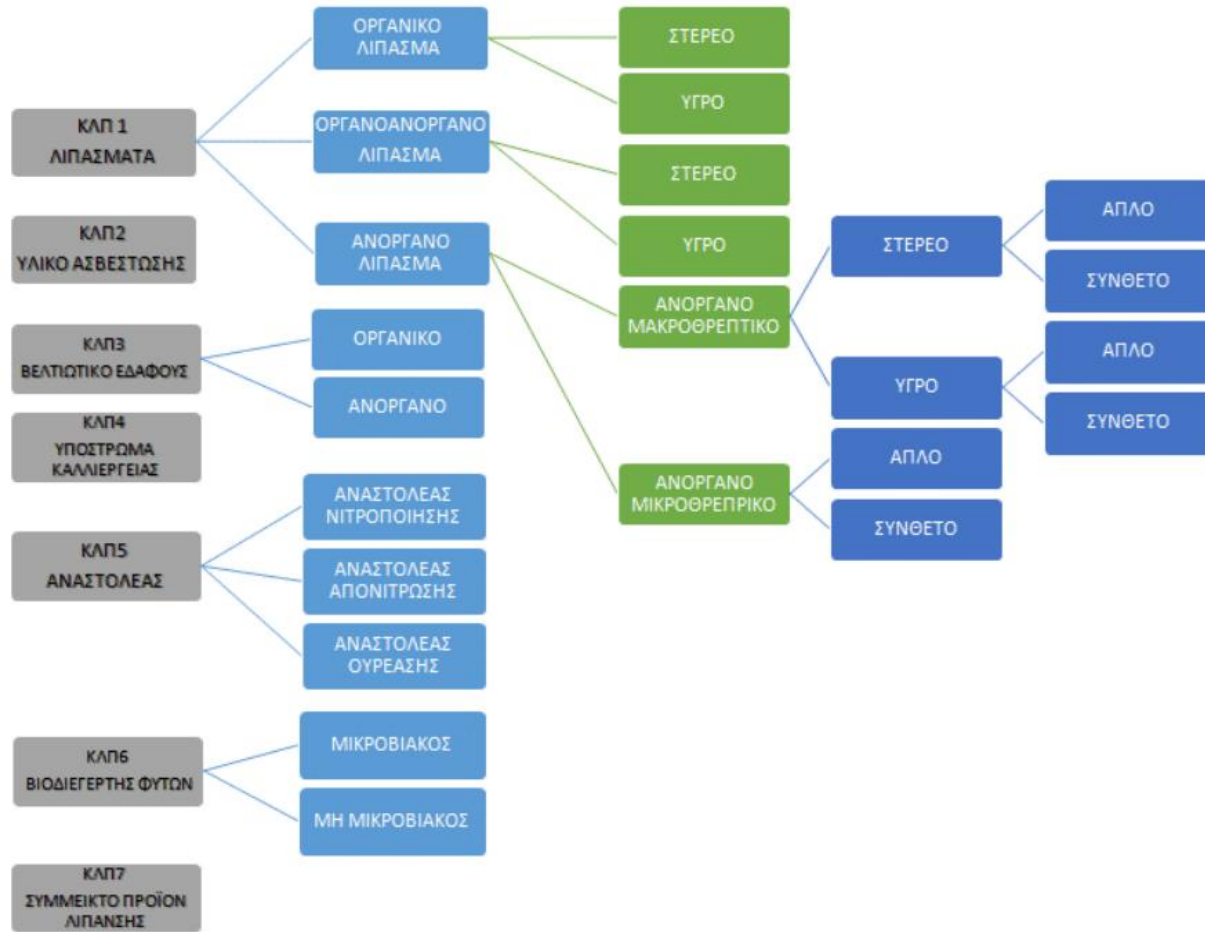
Ο νέος Ευρωπαϊκός κανονισμός για τα λιπάσματα:

**Πρωθεί την Κυκλική Οικονομία και την Βιοοικονομία**

**Παρέχει κίνητρα για την παραγωγή λιπασμάτων από εγχώριες οργανικές ή δευτερογενείς πρώτες ύλες, μέσω της μετατροπής αποβλήτων/υπολειμμάτων**

**Δημιουργεί ενιαίο νομοθετικού πλαίσιο για τις κατηγορίες λιπασμάτων**

**Δίνει έμφαση σε Αειφορία και Προστασία του Περιβάλλοντος**



ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ (ΚΛΠ)

**ΚΣΥ 1:** Ουσίες και μείγματα παρθένων υλικών

**ΚΣΥ 2:** Μη επεξεργασμένα ή μηχανικώς επεξεργασμένα φυτά, μέρη φυτών ή εκχυλίσματα φυτών

**ΚΣΥ 3:** Compost

**ΚΣΥ 4:** Χώγευμα ενεργειακών καλλιεργειών

**ΚΣΥ 5:** Χώγευμα άλλο από το ΚΣΥ 4

**ΚΣΥ 6:** Υποπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων

**ΚΣΥ 7:** Μικροοργανισμοί

**ΚΣΥ 8:** Γεωπονικά πρόσθετα

**ΚΣΥ 9:** Πολυμερή θρεπτικών συστατικών

**ΚΣΥ 10:** Πολύμερή άλλα από τα ΚΣΥ 9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (ΚΣΥ)

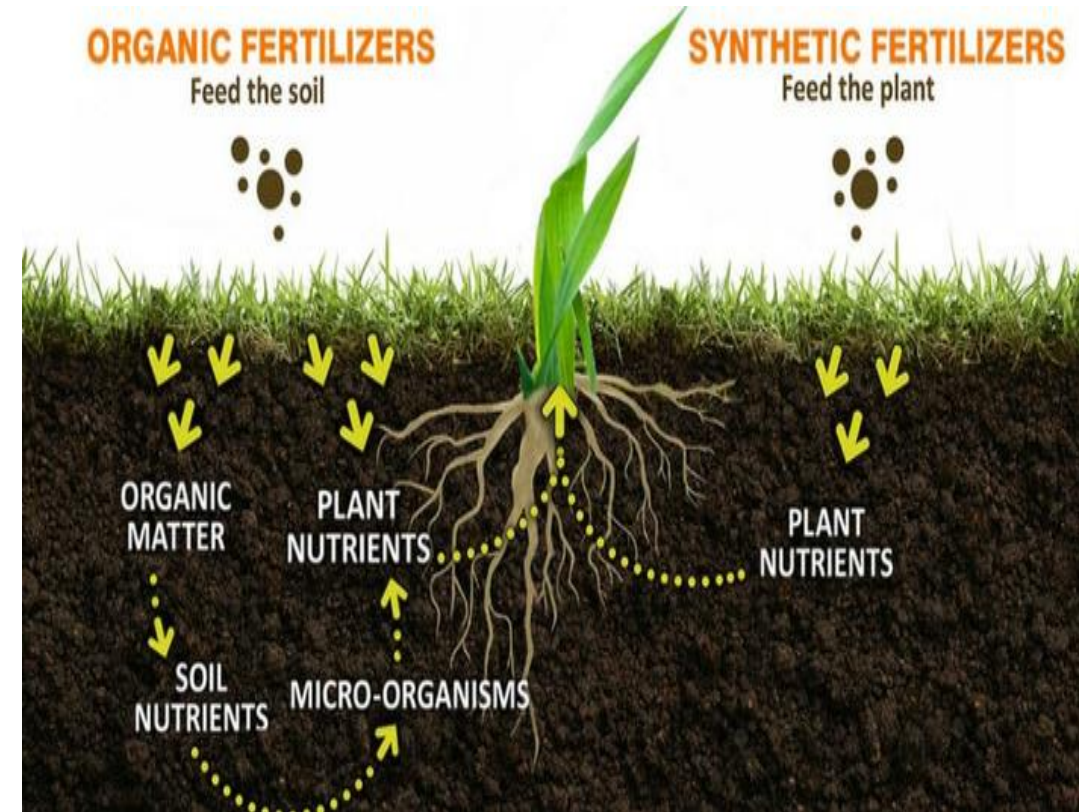
**Ως Οργανικά Λιπάσματα ορίζονται τα προϊόντα επεξεργασίας αυτούσιων υλικών φυτικής ή ζωικής προέλευσης, που περιέχουν τα θρεπτικά στοιχεία σε οργανική μορφή.**

**Η κύρια συμβολή τους στην ανάπτυξη των φυτών είναι η παροχή των στοιχείων αυτών (σε αντιδιαστολή με τα οργανικά εδαφοβελτιωτικά).**

- Η χρήση των οργανικών λιπασμάτων βοηθά στην αναπλήρωση και τον εμπλουτισμό των εδαφών με οργανική ύλη.
- Η επιλογή του οργανικού λιπάσματος ή οργανικού εδαφοβελτιωτικού καθορίζεται τόσο από τις απαιτήσεις της καλλιέργειας, όσο και από εδαφολογικές αναλύσεις.
- Οι πρώτες ύλες από τις οποίες φτιάχνεται ένα οργανικό λίπασμα και η μορφή του (όπως compost, pellet κλπ) διασφαλίζουν την ευκολία στην εφαρμογή του και την αποδοτικότητά του στην τελική παραγωγή.

# Πλεονεκτήματα οργανικών λιπασμάτων

- Απελευθερώνουν βραδέως θρεπτικά συστατικά σε συγχρονισμό με τις ανάγκες των καλλιεργειών και ελαχιστοποιούν τους κινδύνους ρύπανσης
- Βελτιώνουν την δομή του εδάφους, αυξάνουν την υδατοικανότητά του και την αντίσταση στην διάβρωση.
- Προάγουν τις λειτουργίες του εδαφικού οικοσυστήματος
- Μικρός κίνδυνος συσσώρευσης τοξικών ουσιών για τα φυτά και το περιβάλλον (εφόσον τηρούνται και ελέγχονται οι ΚΣΥ)
- Είναι ανανεώσιμα, βιοδιασπώμενα με χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα και φιλικά προς το περιβάλλον
- Εύκολα στην παραγωγή τους (και σε τοπικό επίπεδο)



# Compost

Το compost είναι το οργανικό προϊόν που προκύπτει από την **κομποστοποίηση**, δηλαδή τη βιολογική οξειδωτική διαδικασία αποικοδόμησης και σταθεροποίησης οργανικών υλικών υπό συνθήκες που οδηγούν στην ανάπτυξη θερμοκρασιών της θερμόφιλης περιοχής (46-65°C).

Το τελικό προϊόν της κομποστοποίησης, θα πρέπει να είναι πολύ σταθερό και ώριμο προκειμένου να μπορεί να αποθηκευτεί και να εφαρμοσθεί στο έδαφος χωρίς δυσάρεστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.





## Πλεονεκτήματα της κομποστοποίησης

- ✓ Το compost μειώνει ή και υποκαθιστά τη χρήση λιπασμάτων των οποίων η παραγωγή απαιτεί υψηλή κατανάλωση ενέργειας.
- ✓ Εξυγίανση του υλικού: Στις παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται, θανατώνονται τα ζιζάνια και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορεί να υπάρχουν.
- ✓ Αύξηση του χούμου και ανακύκλωση θρεπτικών του εδάφους.
- ✓ Μείωση της εξάρτησης από την χρήση τύρφης με τη χρήση compost σε καλλιέργειες θερμοκηπίου.

# Επιδράσεις του compost στο έδαφος

---

- Αύξηση των θρεπτικών συστατικών βραδείας απελευθέρωσης
- Βελτίωση υφής, δομής και αερισμού
- Αύξηση της συγκράτησης νερού και θρεπτικών στοιχείων
- Αύξηση της αντοχής στη διάβρωση από τον άνεμο και το νερό
- Προστασία και ενίσχυση της ωφέλιμης μικροβιακής χλωρίδας & ποικιλότητας του εδάφους
- Ρύθμιση του pH του εδάφους με αποτέλεσμα αποτελεσματικότερη απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά
- Βιολογικός έλεγχος παθογόνων (επισχετικότητα)



Compost & Έδαφος

# Βασικές χρήσεις του compost

- Λίπανση – Βελτίωση του εδάφους
- Συστατικό υποστρωμάτων για την ανάπτυξη κηπευτικών
- Υπόστρωμα σε καλλιέργειες μανιταριών
- Αναδασώσεις
- Υλικό κάλυψης σε χώρους υγειονομικής ταφής
- Βελτίωση του εδάφους σε παλιά λατομεία
- Σε κοινόχρηστους χώρους πρασίνου
- Σε γήπεδα ποδοσφαίρου



## **Βιοδιεγερτικά προϊόντα (biostimulants) για τα φυτά (αλλά και τα ριζοσφαιρικά μικροβιώματα):**

**Οι βιοδιεγέρτες είναι μικροβιακά προϊόντα (συνήθως συγκεκριμένα, ταυτοποιημένα μικροβιακά στελέχη) ή φυτικής/μικροβιακής/ορυκτής προέλευσης προϊόντα (συνήθως εκχυλίσματα ή προϊόντα υδρόλυσης)**

**Συνδυάζονται με τις οργανικές εισροές, π.χ. Compost συνδυασμένο με βιοδιεγέρτες**

- Διεγείρουν αμυντικούς μηχανισμούς των φυτών σε βιοτικές καταπονήσεις (κυρίως παθογόνα και ασθένειες) και αβιοτικές καταπονήσεις (ψύχος, αλατότητα, ξηρασία)
- Διεγείρουν/μεταβάλουν τον μεταβολισμό των φυτών
- Διεγείρουν η μεταβάλουν την ανάπτυξη και τη διαμόρφωση του ριζικού συστήματος
- Επηρεάζουν θετικά την αλληλοπαθητική δράση των φυτών
- Αυξάνουν την ευρωστία των φυτών
- Βελτιώνουν την πρόσληψη, αφομοίωση και/ή τη μεταφορά θρεπτικών
- Ενισχύουν ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως χρώμα, συγκέντρωση σακχάρων, αμύλου, πρωτεϊνών κλπ
- Βελτιώνουν άμεσα ή έμμεσα τη δομή και τις μικροβιακές κοινότητες στη ριζόσφαιρα προς όφελος των φυτών.

- μπορεί να περιέχουν μικρές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, αλλά η κύρια δράση τους δεν είναι να παρέχουν θρεπτικά στα φυτά
- δεν περιέχουν μόρια ή οργανισμούς που να δρουν άμεσα (απευθείας) κατά παθογόνων και ασθενειών

Για μια ανασκόπηση ανά κατηγορία και δράση:

*Rouphael Y and Colla G (2020) Editorial: Biostimulants in Agriculture. Front. Plant Sci. 11:40. doi: 10.3389/fpls.2020.00040*

*Γιαννακοπούλου Φ, Τριανταφύλλου Κ, Οικαλιώτης Κ (2019) Βιοδιεγέρτες. Γεωργία – Κτηνοτροφία, Δεκέμβριος 2019, Τεύχος 12, Agrotypus.gr*

*Yakhin OI, Lubyanon AA, Yakhin IA and Brown PH(2017) Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. Front. Plant Sci.7:2049. doi: 10.3389/fpls.2016.02049*

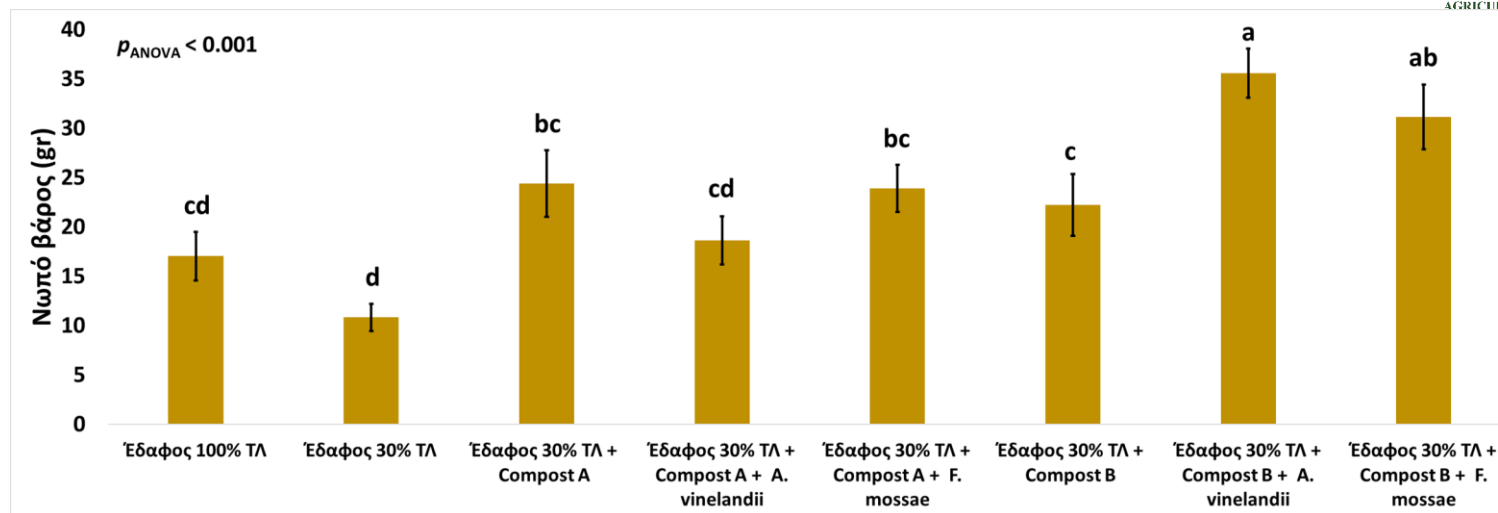
Πείραμα σε φυτοδοχεία στον χώρο του θερμοκηπίου της Αλιάρτου.

**Στόχος:** Επίδρασης compost εμπλουτισμένο με ωφέλιμους μικροοργανισμούς (είτε με το PGPR βακτηριακό στέλεχος *Azotobacter vinelandii* είτε με τον ενδομυκορριζικό μύκητα *Funneliformis mosseae*) στην ανάπτυξη φυτών μαρουλιού Romaine

Ως **μάρτυρες**, χρησιμοποιήθηκαν φυτά τα οποία δέχθηκαν πλήρη τυπική λίπανση (100% ΤΛ) καθώς και φυτά με το 30% της τυπικής λίπανσης (30% ΤΛ). Οι επεμβάσεις που περιείχαν compost και/ή ωφέλιμους μικροοργανισμούς δέχθηκαν το 30% της ΤΛ.

**Compost:** Επιλέχθηκαν δύο composts. Το πρώτο αποτελείται από φυτικά κλαδέματα και ιστούς, στέμφυλα οινοποιείων, εξαντλημένο υπόστρωμα καλλιέργειαςμανιταριών *Pleurotus*, που συγκομποστοποιήθηκαν στη μονάδα κομποστοποίησης του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, και καλείται «in house compost» (Compost A). Το δεύτερο είναι ένα εμπορικό compost (Compost B).





- Η προσθήκη μεμονωμένα του compost οδήγησε σε αύξηση στην παραγόμενη βιομάζα κατά 43% για το «in house compost» (Compost A) και κατά 30% για το εμπορικό compost (Compost B).
- Η ταυτόχρονη εφαρμογή compost και ωφέλιμων μικροοργανισμών αύξησε την παραγόμενη βιομάζα συγκριτικά με τον μάρτυρα (100% ΤΛ), όμως μόνο στην περίπτωση του compost B είχε αθροιστικά θετικά αποτελέσματα, όπου βλέπουμε τον συνδυασμό Compost B με *Azotobacter vinelandii* ή *Funneliformis mosseae* να οδηγεί σε διπλασιασμό της βιομάζας.