

**“ Επίδραση των κατεργασιών εδάφους στις φυσικές ιδιότητες και την οργανική ουσία του καθώς και στην απόδοση των καλλιεργειών.”**

Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Γούλα Ιωάννα-Μαρία  
Υποψήφια Διδάκτωρ



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Εισαγωγή
- Υλικά και Μέθοδοι
- Περιγραφή Πειράματος
- Αποτελέσματα
- Συμπεράσματα

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## ➤ Βασικοί λόγοι χρήσης βιοκαυσίμων:

- για τη μείωση εκπομπών ρυπογόνων αερίων
- μείωση εξάρτησης από εισαγωγές ορυκτών καυσίμων
- αξιοποίηση απόβλητης και υπολλειμματικής βιομάζας

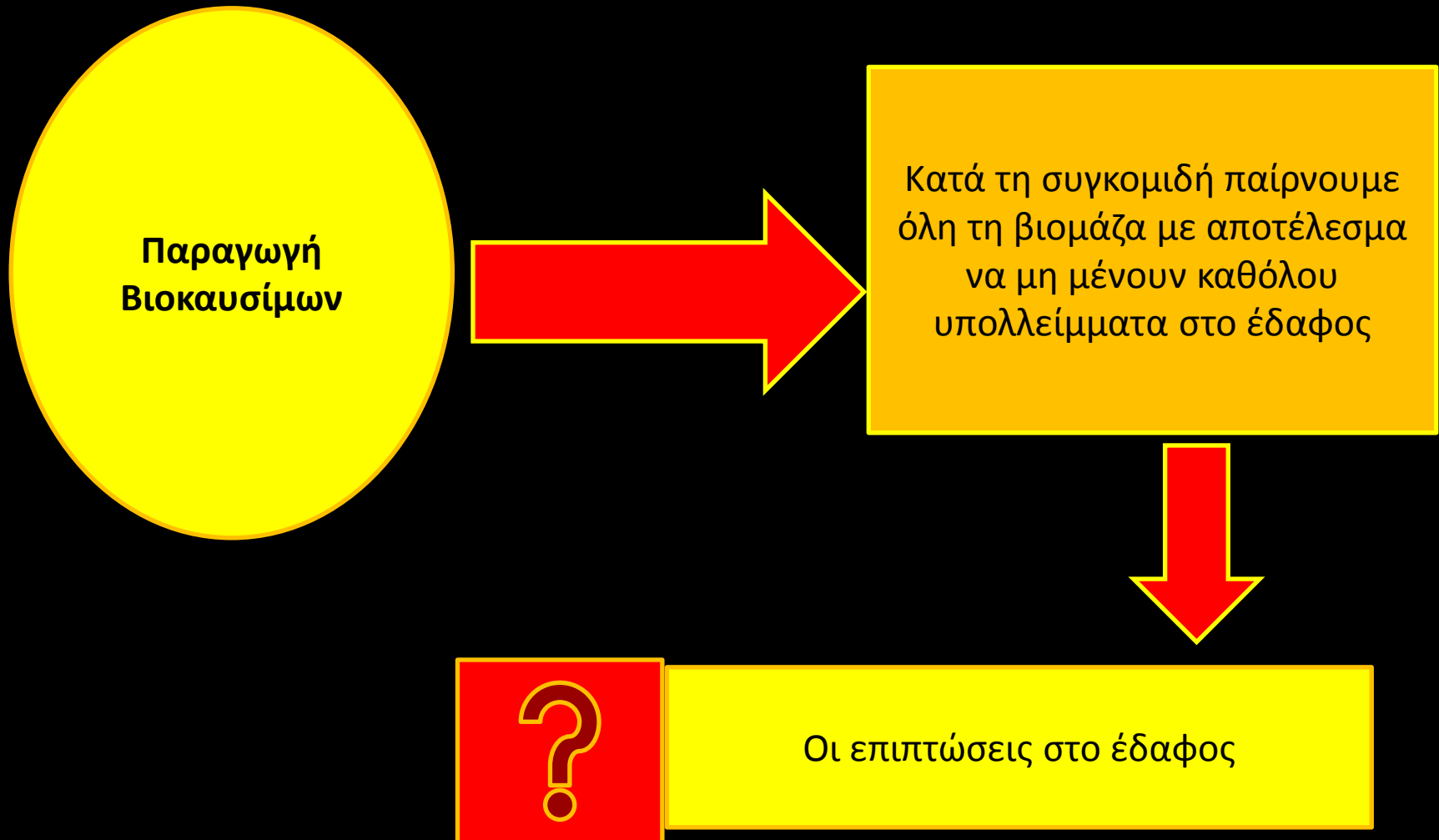
Ως **βιοκαύσιμα** χαρακτηρίζονται όλα τα στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα που προέρχονται από τη βιομάζα.

## • Τα βιοκαύσιμα διακρίνονται σε βιοκαύσιμα:

- 1<sup>ης</sup> γενιάς
- 2<sup>ης</sup> γενιάς
- 3<sup>ης</sup> γενιάς
- 4<sup>ης</sup> γενιάς

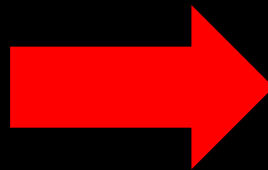
- **Βιοκαύσιμα 1<sup>ης</sup> γενιάς** χαρακτηρίζονται τα βιοκαύσιμα που προέρχονται από διαθέσιμες πρώτες ύλες. Προέρχονται από σάκχαρα, άμυλο, φυτικά έλαια και ζωικά λίπη. Τα μειονεκτήματα των βιοκαυσίμων αυτών είναι ότι η πλειονότητα των πρώτων υλών χρησιμοποιείται στη διατροφική αλυσίδα των ανθρώπων και των ζώων και η χρήση τους για βιοκαύσιμα έχει αρνητική επίδραση στη διαθεσιμότητα των τροφών και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Ακόμη, η διαδικασία παραγωγής τους έχει σαν αποτέλεσμα τη παραγωγή παραπροϊόντων.
- **Βιοκαύσιμα 2<sup>ης</sup> γενιάς** ονομάζονται τα βιοκαύσιμα που στόχος τους είναι η χρήση πρώτων υλών που δε χρησιμοποιούνται για τροφές, και αυτό είναι το βασικό τους πλεονέκτημα σε σχέση με τα 1<sup>ης</sup> γενιάς. Ως πρώτες ύλες για τη παραγωγή τους χρησιμοποιούνται φυτά πλούσια σε κυτταρίνη, π.χ. σόργο, τριτικάλε, διάφορα γεωργικά παραπροϊόντα όπως άχυρα, φύλλα κλπ. Καθώς επίσης και βιομηχανικά παραπροϊόντα όπως πριονίδι, όξινα έλαια, απόβλητα σφαγείων κλπ.
- **Βιοκαύσιμα 3<sup>ης</sup> γενιάς** χαρακτηρίζονται αυτά που προέρχονται από μικροφύκη (Άλγη).
- **Τα Βιοκαύσιμα 4<sup>ης</sup> γενιάς** δεν έχουν μόνο ως στόχο την παραγωγή βιωσιμής ενέργειας αλλά και στη ταυτόχρονη δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Τα βιοκαύσιμα 4<sup>ης</sup> γενιάς ακολουθούν μια εντελώς διαφορετική διαδικασία παραγωγής από τα προηγούμενα.

Ως βιομάζα χαρακτηρίζεται το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, και αποβλήτων. Αποτελεί πηγή ενέργειας που συνεχώς ανανεώνεται από τους μικροοργανισμούς.



Ο όρος οργανική ουσία αναφέρεται στα οργανικά συστατικά του εδάφους τα οποία περιλαμβάνουν κάθε ζωικό ή φυτικό υπόλειμμα το οποίο παραμένει ή επιστρέφει στο έδαφος και υπόκειται σε διεργασίες αποικοδόμησης. Το πορώδες, η δομή του εδάφους, η διηθητική ικανότητα, η βιοποικιλότητα του εδάφους, η ικανότητα συγκράτησης νερού και θρεπτικών στοιχείων καθώς και η διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών επηρεάζονται από την οργανική ουσία που αποτελεί και από τα πιο σημαντικά συστατικά του εδάφους.

Εδάφη φτωχά σε ο.ο.



Εδάφη φτωχά σε υγεία

Η βασική μορφή  
γεωργίας βασίζεται  
στο Όργωμα



Επιταχύνει την αποσύνθεση της ο.ο.  
στο έδαφος.

Τάση απομάκρυνσης  
υπολειμμάτων



Οδηγεί σε στέρηση υποστρώματος  
για τους οργανισμούς του εδάφους  
που διατηρούν τη δομή του, και να  
εκτίθεται και στη διάβρωση.

Μειώνεται η ικανότητα του εδάφους  
να κρατήσει το νερό και τα θρεπτικά  
συστατικά, μειώνεται η διείσδυση  
νερού κατά τις βροχοπτώσεις και  
οδηγεί σε αυξημένη συμπίεση του  
εδάφους και απώλεια  
βιοποικιλότητάς του.

# ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο πείραμα μελετάται η αλληλεπίδραση καλλιεργειών για βιοκαύσιμα 2<sup>ης</sup> γενιάς με πέντε διαφορετικές κατεργασίες καθώς και η εξέλιξη της οργανικής ουσίας και της κατάστασης του εδάφους γενικότερα.

## Στόχος είναι:

- Η παραγωγή βιομάζας από διάφορα ενεργειακά φυτά με διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές (κατεργασία εδάφους, αμειψισπορές) που θα συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της οικονομικότητας των συστημάτων ενώ θα συμβάλλουν στην ανάπτυξη αειφορικής γεωργίας.
- Η μελέτη υποψήφιων ενεργειακών καλλιεργειών στις συνθήκες της χώρας μας προκειμένου να επιλεγούν οι καταλληλότερες για χρήση ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της χώρας.
- Η μελέτη των καλλιεργητικών τεχνικών που είναι ικανές να ελαχιστοποιήσουν τις εισροές ενέργειας και λιπασμάτων και που προστατεύουν το έδαφος από τη διάβρωση ενώ αυξάνουν τη γονιμότητά του μέσα από τη βελτίωση της δομής του εδάφους, αύξηση οργανικής ουσίας .
- Μελέτη πρακτικών που συμβάλλουν στη καλύτερη αξιοποίηση των φυσικών πόρων, εξοικονομούν ενέργεια και εργασία.
- Να διαδοθούν ιδέες των μεθόδων κατεργασίας για συντήρηση του εδάφους στη χώρα μας
- Να μελετηθούν οι τεχνικές που θα επιτρέψουν στη χώρα να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις των διεθνών συνθηκών και υποχρεώσεων.



Το πείραμα έλαβε χώρα σε έναν πειραματικό ποτιστικό αγρό στο Βελεστίνο, για τη σύγκριση πέντε μεθόδων κατεργασίας εδάφους σε συνδιασμό με δύο συστήματα αμειψισποράς .

Οι διαστάσεις του αγρού είναι 120 x 21 m (χωρίς τους διαδρόμους) ενώ ενιαίο έχει έκταση περίπου 6 στρέμματα.

	Χαρακτηριστικά του εδάφους των πειραματικών αγρών					Όρια πλαστικότητας (% υγρασία υγρού)	
	Χαρακτηρισμός εδάφους	Άμμος (%)	Ίλύς (%)	Άργιλος (%)	pH	Κατώτερο Όριο	Ανώτερο όριο
Ποτιστικός Αγρός	Ίλυοαργιλώδες	9,7	41	49,2	8	19,7	31,14

**Πίνακας 1.** Περιγραφή των αμειψισπορών

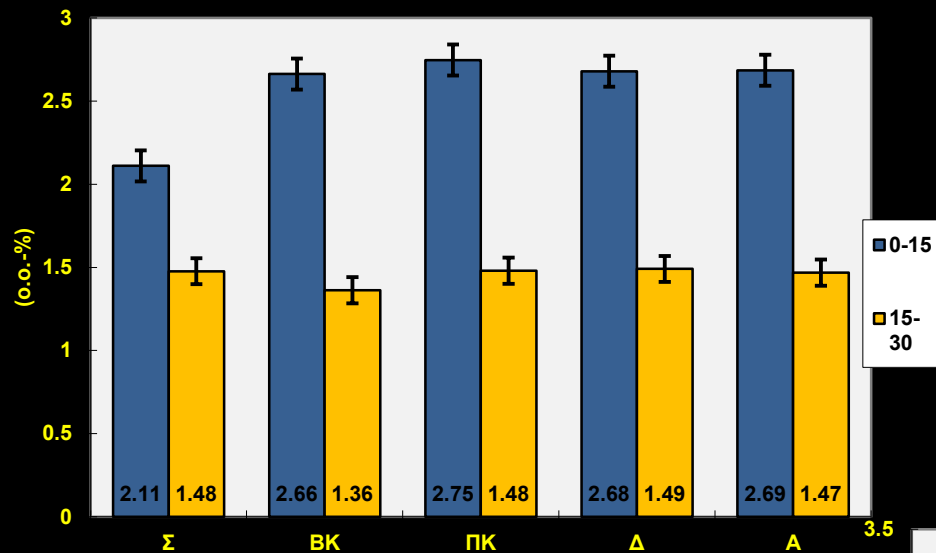
	Ποτιστικές - ξηρικές	
	Αμειψισπορά Α	Αμειψισπορά Β
Εαρ. 12	Ηλίανθος	Σόγια
Χειμ. 12-13	Βρώμη & βίκος	Τριτικάλε & μπιζέλι
Εαρ. 13	Σόργο	Ηλίανθος
Χειμ. 13-14	Τριτικάλε & μπιζέλι	Ελαιοκράμβη
Εαρ. 14	Σόγια	Σόργο
Χειμ. 14-15	Ελαιοκράμβη	Βρώμη & βίκος

## Οι μέθοδοι κατεργασίας είναι:

1. Συμβατική κατεργασία: περιλαμβάνει όργωμα σε βάθος 25-30 cm και προετοιμασία της σποροκλίνης με δισκοσβάρνα ή καλλιεργητή .
2. Μειωμένη κατεργασία I με χρήση βαρύ καλλιεργητή (BK): Πρωτογενής κατεργασία με ένα πέρασμα με έναν βαρύ καλλιεργητή σε βάθος 20-25 cm. Η προετοιμασία της σποροκλίνης ολοκληρώνεται με δισκοσβάρνα ή ελαφρύ καλλιεργητή σύμφωνα με τις ανάγκες.
3. Μειωμένη κατεργασία II με χρήση περιστροφικού καλλιεργητή (ΠΚ): Συνήθως γίνεται ένα μόνο πέρασμα με περιστροφικό καλλιεργητή σε βάθος 12-15 cm. Αν μεσολαβεί μεγάλο διάστημα μέχρι τη σπορά, δύναται να χρησιμοποιηθεί και δισκοσβάρνα για καταστροφή των ζιζανίων.
4. Μειωμένη κατεργασία III - κατεργασία σε λωρίδες. Στη μέθοδο αυτή εφαρμόστηκε είτε μειωμένη κατεργασία σε όλη την επιφάνεια (χειμερινές καλλιέργειες) είτε μειωμένη κατεργασία σε λωρίδες (εαρινές). Η κατεργασία σε λωρίδες έγινε με χρήση ενός σύνθετου μηχανήματος που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στο Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας του Π.Θ. Το μηχάνημα αυτό κατεργάζεται λωρίδες εδάφους πλάτους 30 cm και σε βάθος 25 cm με αξιοποιώντας ένα συνδυασμό αβαθών και βαθέων υνιών ακολουθούμενων από στελέχη φρέζας για ταυτόχρονη προετοιμασία της σποροκλίνης. Καθότι το μηχάνημα είναι σχεδιασμένο για σκαλιστικές καλλιέργειες, όταν στην αμειψισπορά προβλέπεται η σπορά χειμερινής (μη γραμμικής) καλλιέργειας, η προετοιμασία της σποροκλίνης γίνεται με αβαθή κατεργασία σε όλη την επιφάνεια με χρήση μόνο δισκοσβάρνας.
5. Ακαλλιέργεια (Α). Απ' ευθείας σπορά στην ακατέργαστη επιφάνεια με ειδικές σπαρτικές μηχανές (θα εισαχθούν για τις ανάγκες του προγράμματος).

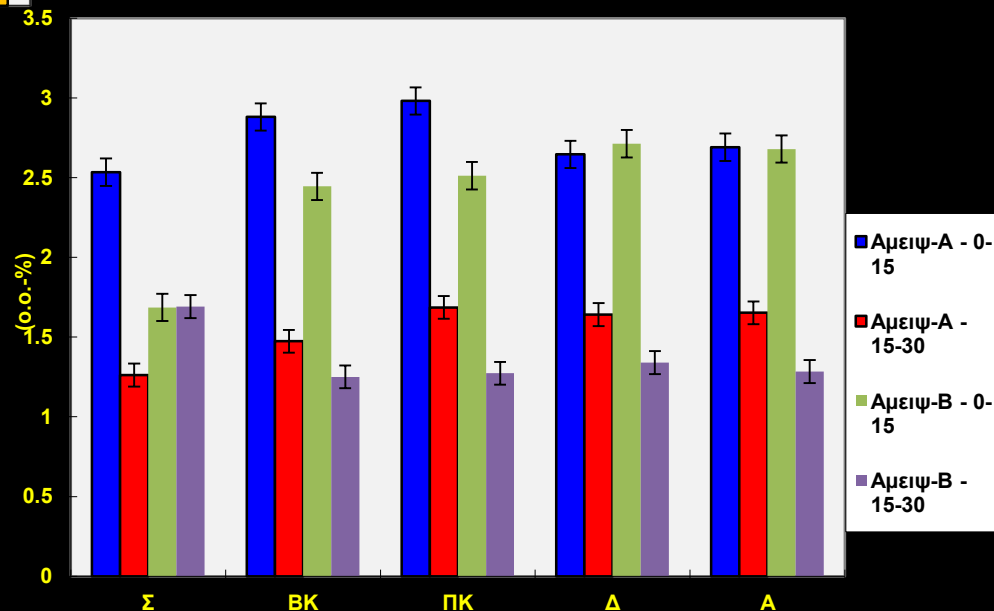
- ❑ Τα πειράματα περιλαμβάνουν τέσσερις πλήρεις επαναλήψεις. Όλα τα πειραματικά τεμάχια έχουν πλάτος 6Χ10 μέτρα.
- ❑ Κατά τα 17 χρόνια του πειράματος δεν απομακρύνθηκαν τα φυτικά υπολείμματα και τα τελευταία έτη σε πολλές περιπτώσεις όλη η παραγωγή περέμεινε στο χωράφι
- ❑ Τον Ιούνιο 2013 έγινε δειγματοληψία εδάφους με ειδικό δειγματολήπτη και πάρθηκαν δείγματα εδάφους στις 3 από τις 4 επαναλήψεις, σε δύο βάθη (0-15 cm, 15-30 cm) και στις δυο αμειψισπορές. Στη συνέχεια τα δείγματα αυτά προετοιμάστηκαν και ακολούθησαν εργαστηριακές αναλύσεις, που έλαβαν χώρα στα Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας καθώς και στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, υπό τη καθοδήγηση των κ. Χουλιαρά, Γέμτου, Φουντά και Οιχαλιώτη.
- ❑ Οι εδαφικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούν:
  - Οργανική ουσία
  - Ηλεκτρική Αγωγιμότητα
  - ΡΗ
  - Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (I.A.K.)
  - Μικροβιακή Δραστηριότητα
  - Διαλυτός Οργανικός Άνθρακας (D.O.C.)
  - Αφομιώσιμο Κάλιο
  - Διαθεσιμότητα φωσφόρου (P-Olsen)
  - DTPA Cu/mn/Zn
  - Χουμίνες / Χουμικά οξέα / Φουλβικά οξέα

## ➤ ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ



Στις άλλες κατεργασίες που δεν υπάρχει αναστροφή εδάφους η ο.ο. είναι μεγαλύτερη στα πάνω 15 cm. Στο Βαρύ Καλλιεργητή έχω αυξημένη ο.ο. ίσως λόγω αυξημένων αποδόσεων που παρέμειναν στο χωράφι τα προηγούμενα χρόνια.

Η ο.ο. παρουσιάζει μικρή διαφορά ανάμεσα στις αμειψισπορές. Πριν από 17 έτη το ποσοστό της οργανικής ουσίας ήταν περίπου 0,9 % ενώ τώρα ξεπέρασε το 2 %. Στη Συμβατική κατεργασία η ο.ο. είναι χαμηλότερη λόγω αναμόχλευσης του εδάφους σε συνδυασμό με συνθήκες υγρασίας που επιτρέπουν την αυξημένη δραστηριότητα των μικροοργανισμών που αποσυνθέτουν την οργανική ουσία.

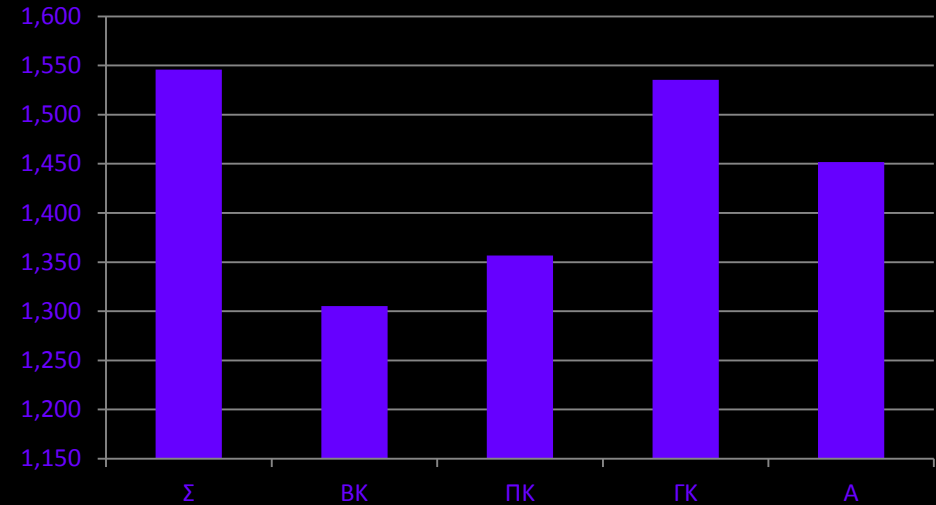


# ➤ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

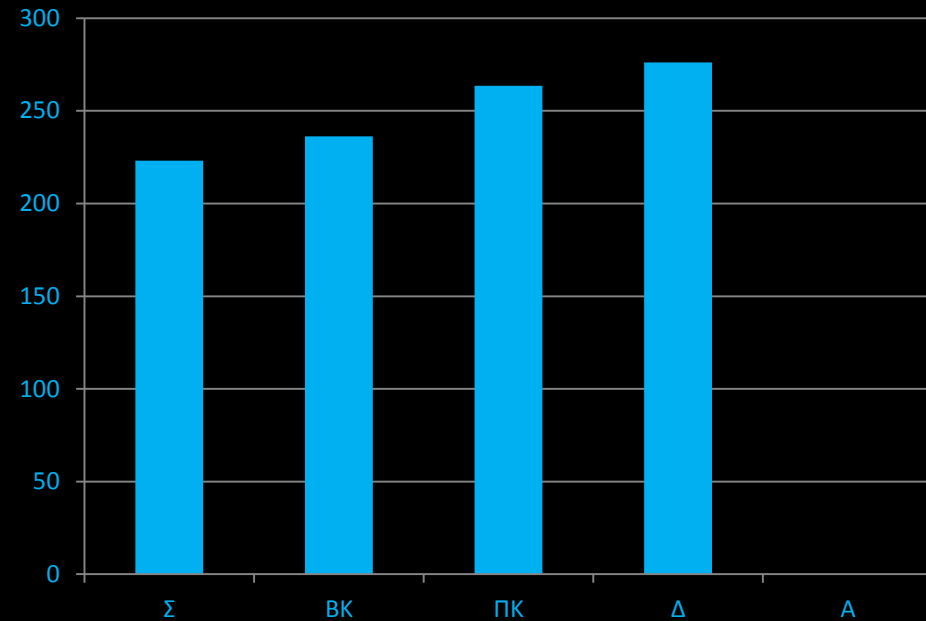
## Βρώμη - Βίκος



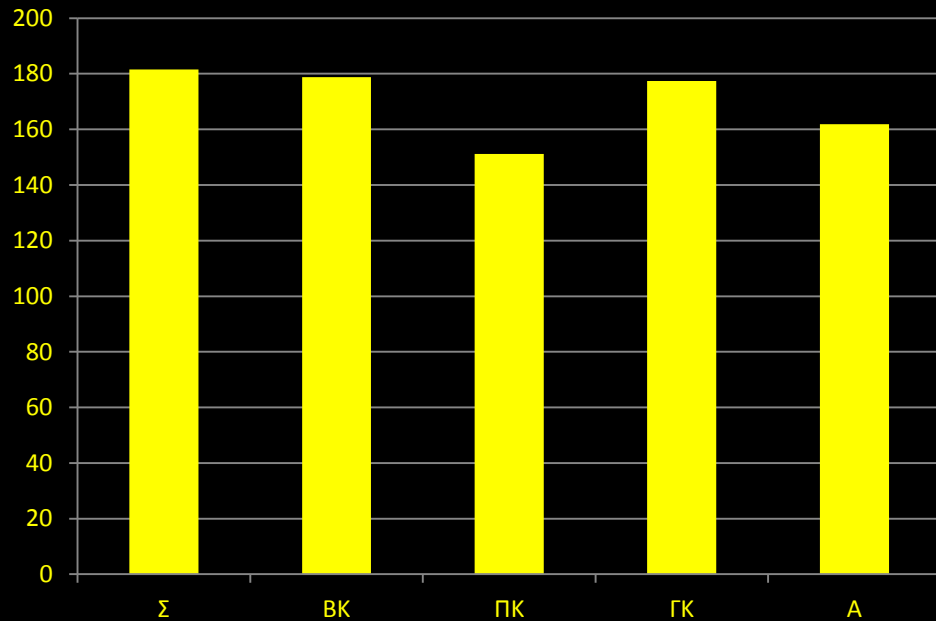
## Σόργο



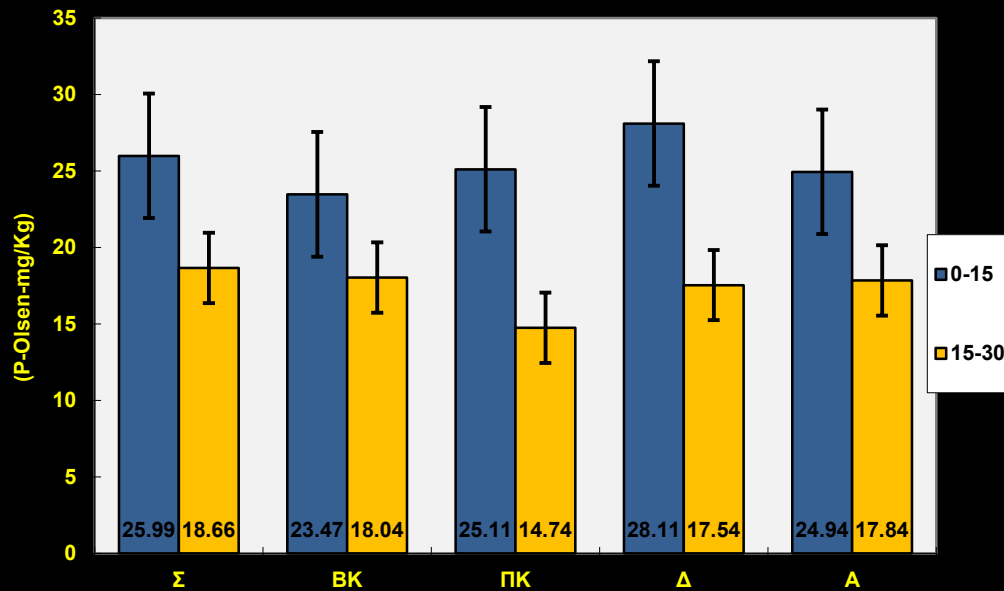
## Σιτάρι



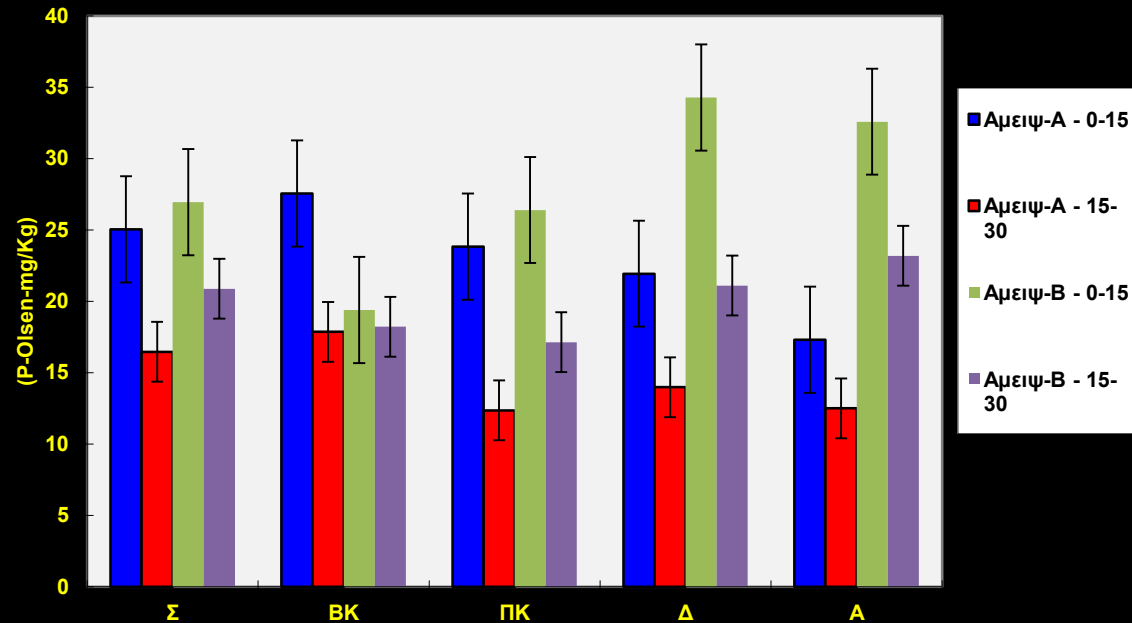
## Ηλίανθος



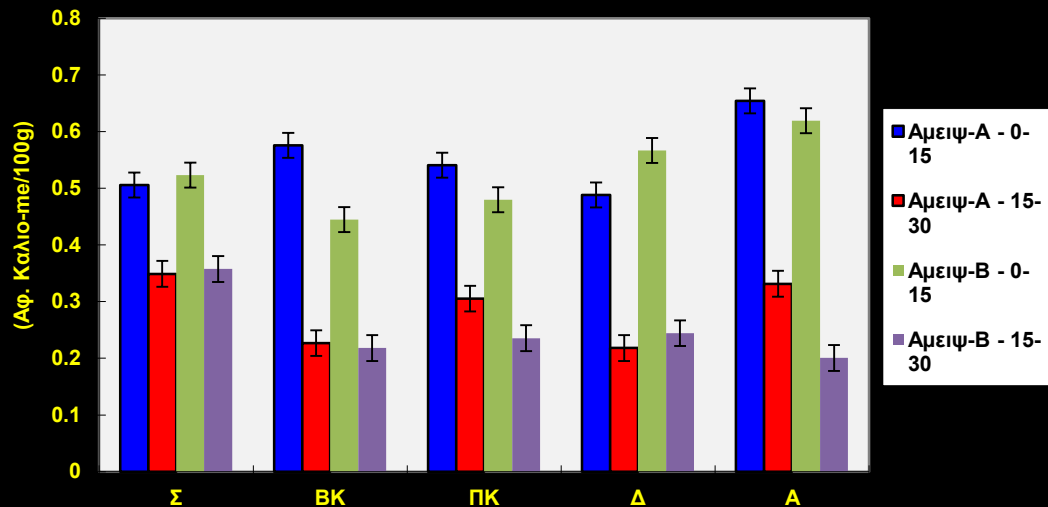
## ➤ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΦΩΣΦΟΡΟΥ



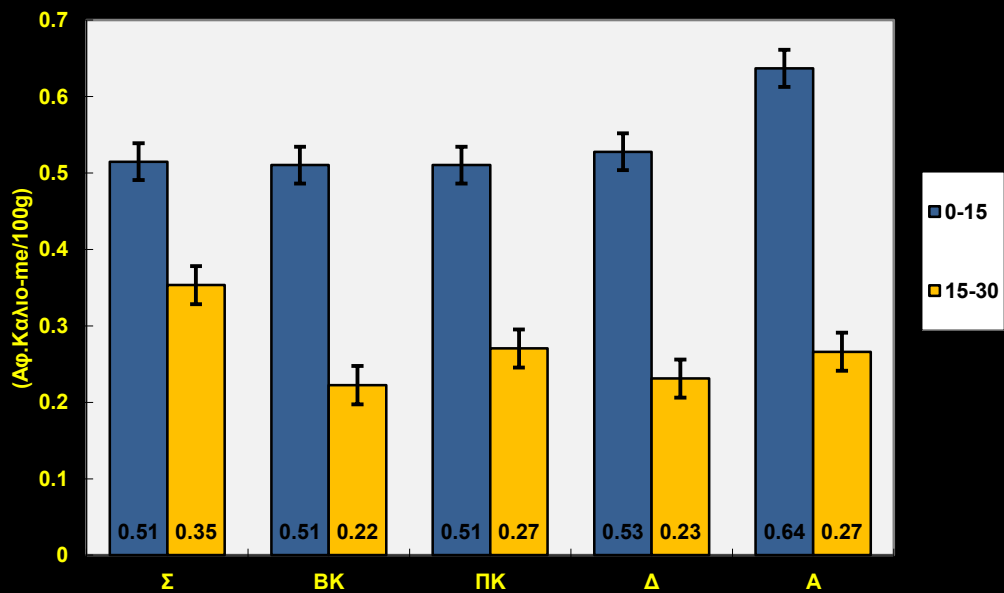
Υπάρχει παραλλακτικότητα στον αγρό στο 0-15 βάθος της Αμειψισποράς Β. Φαίνεται να υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα φωσφόρου. Στο 0-15 στην Ακαλλιέργεια αυξάνεται η διαθεσιμότητα φωσφόρου.



## ➤ ΑΦΟΜΙΩΣΙΜΟ ΚΑΛΙΟ

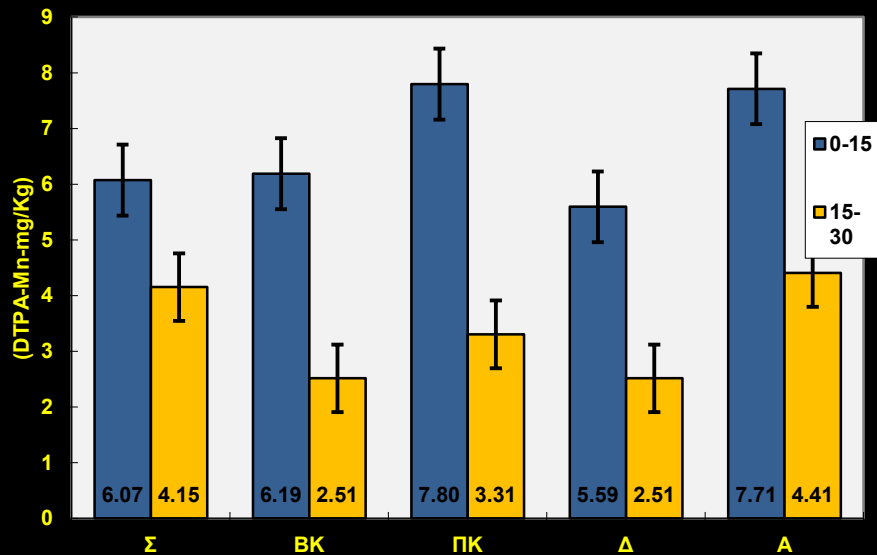


Στην Ακαλλιέργεια στην Α & Β Αμειψισπορά τείνει να αυξηθεί η διαθεσιμότητα καλίου.

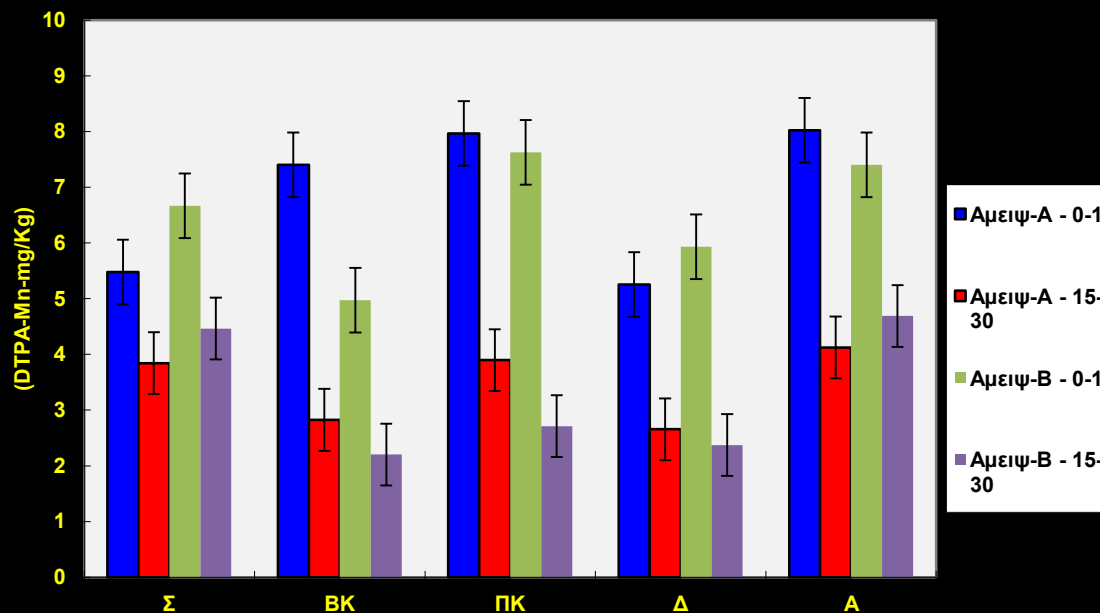




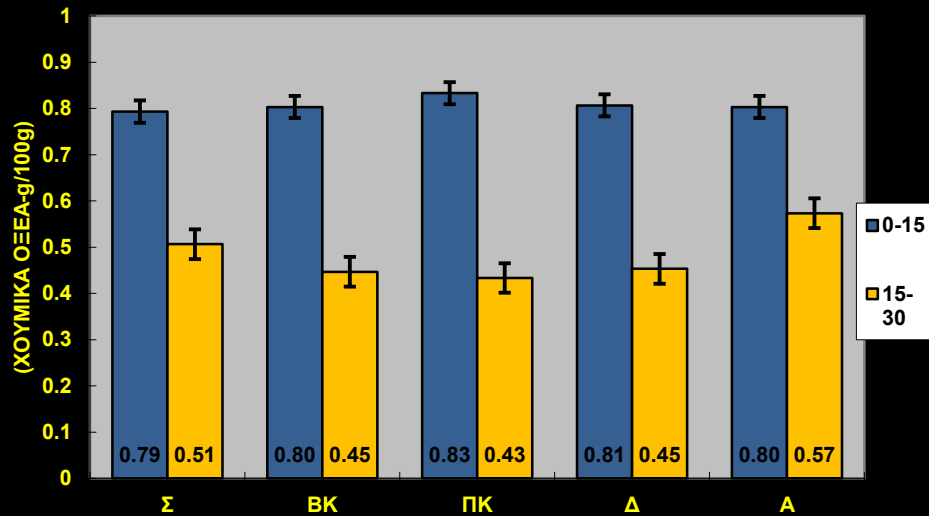
## ➤ DTPA-Mn



Το DTPA-Mn έχει σχέση με την οργανική ουσία. Στην Ακαλλιέργεια και στον Περιστροφικό καλλιεργητή στο 0-15 παρουσιάζει τάση για μεγαλύτερες τιμές.



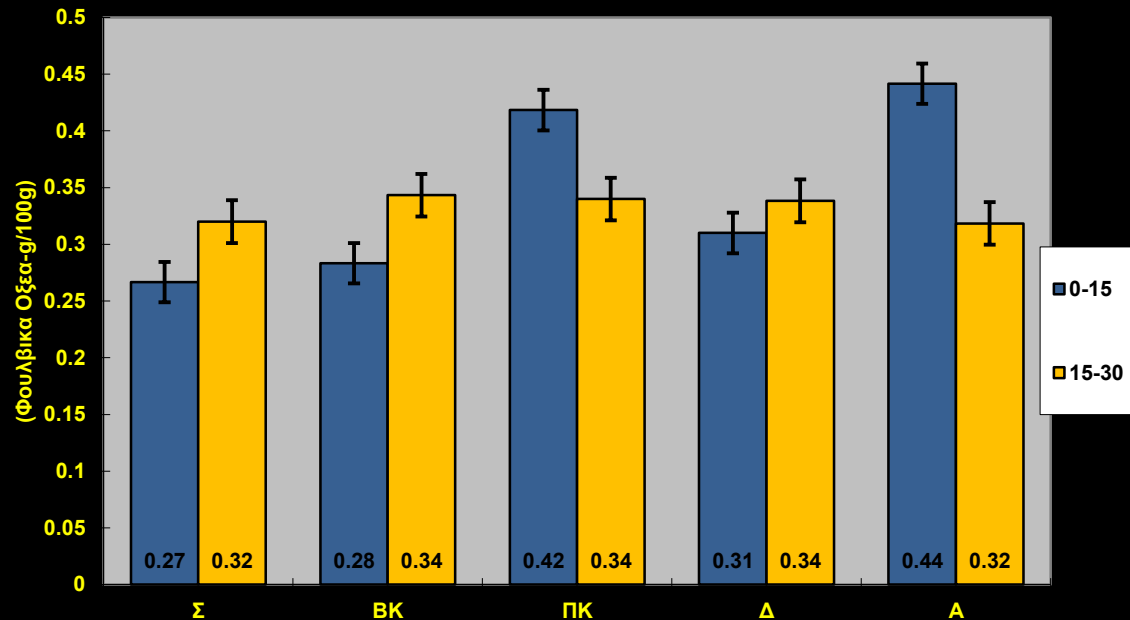
## ➤ ΧΟΥΜΙΚΑ ΟΞΕΑ



Στα χουμικά και φουλβικά οξέα έχω διαφοροποίηση με το βάθος των χουμικών αλλά όχι των φουλβικών οξέων. Πιθανόν επειδή τα φουλβικά είναι πιο ευδιάλυτα περνάνε σε μεγαλύτερο βάθος.

Στα φουλβικά οξέα στον Περιστροφικό καλλιεργητή και στην Ακαλλιέργεια αυξάνεται η διαθεσιμότητά τους και άρα γι' αυτό παρατηρείται και αύξηση της διαθεσιμότητας μετάλλων όπως Cu, Zn, που σχηματίζουν οργανομεταλλικά σύμπλοκα εκχυλίσμα με DTPA. Τα φουλβικά Οξέα είναι το πιο διαθέσιμο κλάσμα οργανικής ουσίας που συσχετίζεται με τη προσφορά θέσεων ανταλλαγής κατιόντων.

## ➤ ΦΟΥΛΒΙΚΑ ΟΞΕΑ



# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Διαφοροποίηση παρατηρείται κυρίως στο 0-15 βάθος.
- ✓ Συμπερασματικά ο Περιστροφικός Καλλιεργητής και ειδικότερα η Ακαλλιέργεια δείχνουν μεγαλύτερη διαθεσιμότητα φωσφόρου, Καλίου και ιχνοστοιχείων πράγμα που συνάδει με την αύξηση της παρουσίας φουλβικών οξέων τα οποία είναι δείκτης αύξησης της διαθέσιμης οργανικής ουσίας και της αύξησης δημιουργίας οργανομεταλλικών συμπλόκων (χηλικές ενώσεις) με ιχνοστοιχεία.

Κατά συνέπεια το αρχικό συμπέρασμα είναι πως στη καλλιέργεια βιοκαυσίμων 2<sup>ης</sup> γενιάς, η ύπαρξη υπολειμμάτων προηγούμενων καλλιεργειών σε συνδιασμό με την ήπια μεταχείριση του εδάφους βελτιώνει τόσο τις αποδόσεις όσο και τη ποιότητα του εδάφους κάνοντάς το πιο παραγωγικό και υγιές.

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ**

