



Σύμπραξη συμμετεχόντων φορέων

- Ανώνυμη Εταιρεία Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης της Βιομηχανίας Τροφίμων (ΕΤΑΤ Α.Ε.)
- Ινστιτούτο Ελαιάς & Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.)
- Ινστιτούτο Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.)
- Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Βιοχημικής Μηχανικής & Τεχνολογίας Περιβάλλοντος
- Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας
- Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Γενετικής και Βιοτεχνολογίας
- Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Ινστιτούτο Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας
- «Ελευθέριος Λαχουβάρης» Παραγωγή Υποστρωμάτων Καλλιέργειας Μανιταριών
- Γεωπονική Χαραντώνης Δημήτριος
- Αγροτικός Συνεταιρισμός Νιοχωρίου - Λεύκτρου
- Βιοκαλλιεργητές Σητείας Α.Ε.

Βιολογική επεξεργασία και αξιοποίηση υγρών αποβλήτων ελαιουργίας

Τεύχος 2, Ιανουάριος 2007

Εφαρμογή ακατέργαστων υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στην καλλιέργεια κηπευτικών

Δρ. Γεωργία Ουζουνίδου, Εντεταλμένη Ερευνήτρια Ι.ΤΕ.ΓΕ.Π.

Ποσότητες ΥΑΕ από τριφασικό ελαιουργείο της περιοχής της Μεσσηνίας μεταφέρθηκαν στο ΙΤΕΓΕΠ, όπου και πραγματοποιήθηκαν πειράματα εφαρμογής των ακατέργαστων ΥΑΕ στην καλλιέργεια κηπευτικών ειδών, συγκεκριμένα φασολιού, μαρουλιού, μπρόκολου, σπανακιού, αρακά και τομάτας.

Ο στόχος του έργου ήταν διπλός:

- η διερεύνηση τυχόν διαφορετικής συμπεριφοράς των ΥΑΕ ανάλογα με το καλλιεργητικό υπόστρωμα των φυτών μέσω του οποίου χορηγείται και
- η καταγραφή-εντοπισμός των φυτο-τοξικών συμπτωμάτων στα κηπευτικά είδη που επιλέχθηκαν.

Για την επίτευξη του στόχου επιλέχθηκαν τρία διαφορετικά μέσα καλλιέργειας φυτών

- α. υδροπονική καλλιέργεια,
- β. κρυσταλλική άμμος και
- γ. κηπευτικό χώμα

Εφαρμόστηκαν δύο αραιώσεις ΥΑΕ, 1:20 και 1:10, ταυτόχρονα με τον μάρτυρα. Τα πειράματα ολοκληρώθηκαν σε ειδικό θάλαμο ανάπτυξης φυτών με ελεγχόμενες συνθήκες φωτισμού, θερμοκρασίας, και υγρασίας.

Για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς και της φυτοτοξικότητας των ΥΑΕ μελετήθηκαν παράμετροι που αφορούσαν:

- Στο δείκτη βλαστικότητας των φυτών
- Στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών
- Στη θρέψη των φυτών
- Στη φυσιολογία των φυτών, και
- Στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από τις μέχρι σήμερα δοκιμές είναι:

- Υπάρχει σαφής διαφοροποίηση της φυτοτοξικότητας των Υ.Α.Ε. ανάλογα με το θρεπτικό μέσο καλλιέργειας των φυτών. Όσο πιο πλούσιο σε οργανικά είναι το υπό-

στρωμα τόσο μειώνεται η τοξικότητα του κασιόγαρου, αντίθετα εντονότερα είναι τα τοξικά συμπτώματα όταν το θρεπτικό μέσο ανάπτυξης είναι το νερό και η άμμος.

- Παρατηρήθηκε αναστολή της βλάστησης των σπερμάτων στα κηπευτικά είδη ειδικά σε μικρότερες αραιώσεις ΥΑΕ, λόγω αλληλεπίδρασης των τοξικών ουσιών που περιέχουν, με τις ορμόνες που είναι υπεύθυνες για την βλάστηση των σπερμάτων.
- Εμφανίστηκε αναστολή στην ανάπτυξη των φυτών κατόπιν εφαρμογής ΥΑΕ, περισσότερο στη βιομάζα και επιμήκυνση του ριζικού τμήματος από ότι του υπέργειου τμήματος. Επιπλέον, μειώθηκε η δυνατότητα πρόσληψης και μετα-

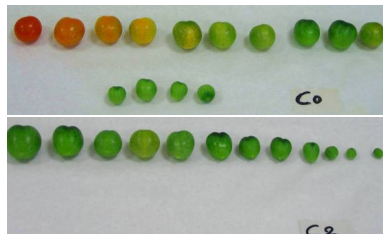




φοράς θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα προς το βλαστό.

- Παρουσιάστηκε μείωση στη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση του κύκλου του Calvin και συνεπώς της βιοσύνθεσης υδατανθράκων.
- Παρόλη τη σημαντική ανάσχεση των δεικτών ανάπτυξης – φυσιολογίας της τομάτας η χορήγηση 1:10 Υ.Α.Ε. δεν εμπόδισε τα φυτά να καρποφορήσουν. Ωστόσο, οι καρποί ήταν κατώτερης ποιότητας και θρεπτικής αξίας (ασκορβικό οξύ,

σάκχαρο). Επιπλέον παρατηρήθηκε καθυστέρηση στην καρποφορία, στην απόδοση και ωρίμανση των καρπών.



Βιοαποδόμηση των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων με συνδυασμένη διαδικασία αεροβικής ζύμωσης και αναεροβικής πέψης

Καθηγητής Γεράσιμος Λυμπεράτος, Πανεπιστήμιο Πατρών Τμήμα Χημικών

Η βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιουργείου (ΥΑΕ) πλεονεκτεί έναντι άλλων φυσικοχημικών μεθόδων επεξεργασίας γιατί έχει χαμηλό κόστος και επιβαρύνει λιγότερο το περιβάλλον από τα παραπροϊόντα που παράγει. Το μειονέκτημα των βιολογικών μεθόδων επεξεργασίας είναι η αργή μετατροπή του οργανικού υλικού του αποβλήτου λόγω της παρουσίας τοξικών ενώσεων όπως είναι οι φαινολικές. Οι φαινολικές ενώσεις είναι αντιοξειδωτικές ουσίες και εμποδίζουν τη διάσπαση των λιπαρών οξέων βοηθώντας στη διατήρηση του λαδιού. Είναι, όμως, μία από τις κύριες ρυπαντικές παραμέτρους, οι οποίες, μαζί με το οργανικό φορτίο, ευθύνονται για τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ΥΑΕ.

Προκειμένου να μειωθεί η συγκέντρωση των φαινολικών στα απόβλητα, αναπτύχθηκαν, στα πλαίσια του έργου, δύο βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας:

1. Σύστημα βιοεπεξεργασίας ΥΑΕ δύο σταδίων.

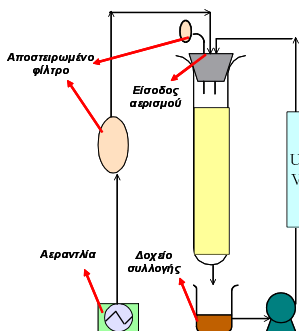
Στο πρώτο στάδιο, μύκητας λευκής σήψης (*Pleurotus Ostreatus*) αποδομεί τις φαινολικές ενώσεις, ενώ στο δεύτερο στάδιο, το απόβλητο με μειωμένη τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων, χρησιμοποιείται για παραγωγή βιοαερίου μέσω της δράσης αναερόβιων μικροοργανισμών. Στόχος της προτεινόμενης μεθόδου, είναι η απομάκρυνση των φαινολικών ενώσεων από το απόβλητο, αλλά και η βελτίωση της απόδοσης της αναερόβιας χώνευσης, μια διε-

ργασία που επηρεάζεται αρνητικά από την παρουσία των φαινολικών ενώσεων.

Δόθηκε έμφαση στο σχεδιασμό του πρώτου σταδίου, καθώς ο μύκητας που χρησιμοποιήθηκε είναι ευαίσθητος στην παρουσία άλλων μικροοργανισμών, και δεν μπορεί να αναπτυχθεί στο απόβλητο αν είναι σε αιώρηση μέσα σε αυτό, παρά μόνο στην επιφάνειά του. Για το λόγο αυτό, θεωρήθηκε ως πιο κατάλληλη διάταξη μια κατακόρυφη στήλη (Σχήμα 1), η οποία περιέχει τον μύκητα προσκολλημένο σε κατάλληλο πορώδες υλικό (πυροσυσσωματωμένο γυαλί σε σχήμα κυλίνδρου). Το απόβλητο, αφού περάσει από θάλαμο υπερόδου για τη μείωση του μικροβιακού του φορτίου, εισέρχεται στην κορυφή της στήλης, διαβρέχει την επιφάνεια του μύκητα, συλλέγεται από το κάτω μέρος της στήλης και στη συνέχεια επανέρχεται μέσω αντλίας στην κο-

ρυφή της στήλης με παροχή 10 ml/min. Σε διάστημα 8-10 ημερών επιτυγχάνεται απομάκρυνση των φαινολικών ενώσεων κατά 75%.

Στη συνέχεια, η λειτουργία του πρώτου σταδίου θα γίνει συνεχής, ώστε συνεχώς να προστίθεται μια ποσότητα «φρέσκου» αποβλήτου στη στήλη και να απομακρύνεται ίση ποσότητα επεξεργασμένου αποβλήτου, το οποίο θα κατευθύνεται στο δεύτερο στάδιο, αυτό της αναερόβιας χώνευσης. Η αναερόβια χώνευση λαμβάνει χώρα σε αντιδραστήρες με ανάδευση συνεχούς λειτουργίας, οι οποίοι διατηρούνται σε θερμοκρασία 35° C. Θα μελετηθεί συγκριτικά η απόδοση του συστήματος τροφοδοτούμενο με επεξεργασμένο με μύκητα απόβλητο και με «φρέσκο» απόβλητο για να διαπιστωθεί η επίδραση του πρώτου σταδίου στη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης.



(α)

(α) Πειραματική διάταξη της διαβρεχόμενης κλίνης



(β)

(β) Λεπτομέρεια της στήλης που περιέχει τον ακινητοποιημένο μύκητα.

2. Αερόβια βιολογική επεξεργασία των ΥΑΕ σε αντιδραστήρα σταθερής κλίσης με χρήση βακτηρίων ελαιόκαρπου. (Πρωτοβουλία του Αν. Καθηγητή Δ. Βαγενά του Τμήματος Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Παν/μίου Ιωαννίνων).

Το σύστημα στηρίχθηκε στη χρήση βακτηρίων τα οποία υπήρχαν στα ΥΑΕ και έχουν την ικανότητα να αποδομούν τις φαινολικές ενώσεις. Ο βιοαντιδραστήρας που χρησιμοποιήθηκε (Εικόνα 2) είναι μια κυλινδρική δεξαμενή πολυαιθυλενίου με κωνική βάση, έχοντας περιμετρικά της βάζους της 11 βάνες αερισμού, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται φυσική οξυγόνωση, χωρίς εξωτερική παροχή οξυγόνου. Στο εσωτερικό μέρος της δεξαμενής τοποθετήθηκε ένα καλάθι που απείχε μερικά εκατοστά από τον πυθμένα της δεξαμενής με στόχο τον βέλτιστο αερισμό του φίλτρου. Μέσα σε αυτό τοποθετήθηκαν κομμάτια πλαστικών σωλήνων. Αρχικά ήταν αναγκαία η προσθήκη εμβολίου



Πιλοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου

με κατάλληλο μικροβιακό πληθυσμό μέχρι να παρατηρηθεί σχηματισμός βιοφίλμ στην επιφάνεια των σωλήνων. Στη συνέχεια τα ΥΑΕ τροφοδοτούνταν από την κορυφή του φίλτρου, συλλέγονταν από τον πυθμένα και επανακυκλοφορούσαν με παροχή 7.5 l/min. Όταν η αποδόμηση των φαινολικών και του οργανικού φορτίου ήταν μέγιστη, το επεξεργασμένο απόβλητο απομακρυνόταν και φρέσκο απόβλητο διαπερνούσε το φίλτρο. Παρατηρήθηκε ότι το σύστημα ήταν ανθεκτικό σε συνθήκες υπερ-



Πλαστικό πληρωτικό υλικό

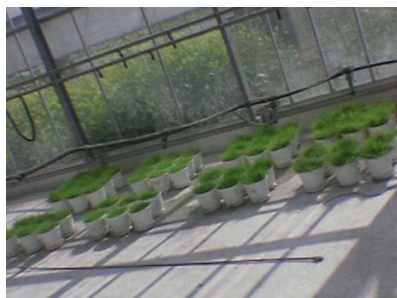
φόρτωσης και άλλες αντιξοότητες. Η συγκέντρωση των φαινολικών μειωνόταν κατά 60% σε 5 ημέρες ενώ το οργανικό φορτίο κατά 70% σε 3 ημέρες. Η προσκόλληση των βακτηρίων στην επιφάνεια του πληρωτικού υλικού επέφερε την ανάπτυξη υψηλής συγκέντρωσης βιομάζας μέσα στον αντιδραστήρα, που επιτάχυνε τη βιομετατροπή. Επίσης το κόστος της λειτουργίας μειώθηκε σημαντικά από την απουσία εξωτερικής παροχής αερισμού.

Μεσοπρόθεσμες επιπτώσεις της εφαρμογής υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στο σύστημα έδαφος-φυτό

Κων/νος Οιχαλιώτης, Επ. Καθηγητής, Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Στα πλαίσια της διερεύνησης των μεσοπρόθεσμων επιπτώσεων της εφαρμογής υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (ΥΑΕ) στο σύστημα έδαφος-φυτό, εφαρμόστηκαν στις εγκαταστάσεις του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών πειράματα παροχέτευσης ΥΑΕ με το νερό άρδευσης σε δύο εδάφη ελαφράς σύστασης από ελαιοκομικές περιοχές της Μεσσηνίας.

Στα εδάφη είχε προηγηθεί εφαρμογή ΥΑΕ με το νερό της άρδευσης σε δοσολογίες 0%, 14% και 28% ΥΑΕ, παρουσία και απουσία αζωτούχου λίπανσης για διάστημα 4 μηνών



(θέρος 2005). Τον επόμενο χειμώνα εφαρμόστηκε στα εδάφη πείραμα ανάπτυξης του *Agrostis stolonifera* με ταυτόχρονη εφαρμογή ΥΑΕ για διάστημα 5 μηνών στις ίδιες δοσολογίες. Το συγκεκριμένο φυτό επιλέχθηκε για την αντοχή του σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, την σχετική ευαισθησία του σε τοξικούς παράγοντες, τις υψηλές απαιτήσεις του σε θρεπτικά στοιχεία και την ταχεία του ανάπτυξη.

Στο διάστημα των εννέα μηνών εφαρμογής τους τα ΥΑΕ οδήγησαν σε αύξηση του pH και στα δύο εδάφη, που αποδίδεται στην μεγάλη περιεκτικότητά τους σε Κ. Τα συγκεκριμένα πειράματα δείχνουν ότι το χαμηλό pH των ΥΑΕ δεν χρειάζεται να εξουδετερώνεται με CaO πριν την εφαρμογή τους στα ασβεστούχα εδάφη που αφθονούν στις παραμεσόγειες ελαιοπαραγωγικές περιοχές. Η μακροχρόνια εφαρμογή ΥΑΕ στα δύο εδάφη δεν είχε αρνητικά αποτελέσματα στην ποιότητα και την γονιμότητά τους. Αντίθετα βελτίωσε την διαθεσιμότητα των περισσότερων



θρεπτικών στοιχείων, ιδιαίτερα του Καλίου και του Σιδήρου, και παρεμπόδιζε την οξινοποίηση δράση του αζωτούχου λιπάσματος. Η αζωτούχος λίπανση ήταν απαραίτητη για την επίτευξη υψηλής παραγωγικότητας (οδήγησε σε υπερδιπλασιασμό της παραγωγής φυτικής βιομάζας). Όταν εφαρμόζεται σε ισορροπία με την εφαρμογή ΥΑΕ επιτρέπει επιπλέον και συγκράτηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους σε ανεκτά επίπεδα, λόγω αυξημένης απομάκρυνσης διαλυτών αλάτων από το ριζικό σύστημα των φυτών.

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΕΡΓΟΥ:
ΕΤΑΤ Α.Ε.

Υπεύθυνος Αναδόχου:
Δρ. Φραγκίσκος Γαϊτής
Τηλέφωνο: 210-9270040
fax: 210-9270041
e-mail: f.gaitis@etat.gr

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΡΓΟΥ:
Δρ. Γεώργιος Ζερβάκης,
Ινστιτούτο Ελαίας &
Οπωροκρηπευτικών
Καλαμάτας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.)
Τηλέφωνο: 27210-91784
fax: 27210-27133
e-mail:
zervakis@kal.forthnet.gr

Γ' ΚΟΙΝΟΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ



«Το έργο
συγχρηματοδοτείται
κατά 75% από την
Ευρωπαϊκή Ένωση -
Ευρωπαϊκό Ταμείο
Περιφερειακής
Ανάπτυξης και κατά
25% από το Ελληνικό
Δημόσιο στα πλαίσια
του Επιχειρησιακού
Προγράμματος
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
του Μέτρου 4.5, της
Δράσης 4.5.1 του
Συντονισμένου
Προγράμματος ΦΥΣΙΚΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.
(Κωδικός ΦΠ66)»

Λίγα λόγια για του συμμετέχοντες φορείς

Εργαστήριο Βιοχημικής Μηχανικής & Τεχνολογίας Περιβάλλοντος (ΕΒΙΜΗΤΕΠ), Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Το ΕΒΙΜΗΤΕΠ διευθύνεται από τον Καθηγητή Γεράσιμο Λυμπεράτο. Ιδρύθηκε το 1991 και σε αυτό διεξάγεται έρευνα που σχετίζεται με την προχωρημένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων, τις αναερόβιες βιολογικές διεργασίες με στόχο αφ' ενός μεν την επεξεργασία και σταθεροποίηση υγρών και στερεών αποβλήτων, αφ' εταίρου δε την παραγωγή αέριων βιοκαυσίμων όπως υδρογόνο και βιοαέριο, την απομάκρυνση ξενοβιοτικών ουσιών μέσω φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών από υγρά απόβλητα και ιλύες, και τη διαχείριση στερεών απορριμμάτων. Τα βασικά αποτελέσματα της ερευνητικής δραστηριότητας του ΕΒΙΜΗΤΕΠ συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Παράκαμψη νιτρικών στη διεργασία νιτροποίησης-απονιτροποίησης κατά τη βιολογική επεξεργασία αστικών αποβλήτων
- Απομάκρυνση αμμωνίας, σιδήρου και μαγγανίου από το πόσιμο νερό.
- Ανάπτυξη συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων για τα πλοία.
- Ανάπτυξη μοντέλων προσομοίωσης των διεργασιών βιολογικής απομάκρυνσης αζώτου και φωσφόρου.
- Αναερόβια συγχώνευση αγροβιομηχανικών αποβλήτων για παραγωγή βιοαερίου
- Ανάπτυξη καινοτόμου αναερόβιου βιοαντιδραστήρα (Περιοδικός αναερόβιος αντιδραστήρας με ανακλαστήρες, PABR)
- Παραγωγή αέριων βιοκαυσίμων (υδρογόνο και μεθάνιο) από απόβλητα και βιομάζα.
- Αποτοξικοποίηση των αποβλήτων επεξεργασίας της βρώσιμης ελιάς και των ελαιουτριβείων με μύκητες λευκής σήψης
- Απομάκρυνση ξενοβιοτικών ουσιών από την ιλύ των βιολογικών καθαρισμών.
- Συνδυασμός οζονισμού και βιολογικής επεξεργασίας για την επεξεργασία αποβλήτων βαφείων/φινιριστηρίων.
- Μελέτη της τύχης και επίδρασης φαρμακευτικών ουσιών στις τεχνολογίες περιβάλλοντος και στο έδαφος.
- Ανάπτυξη διεργασίας απόσπησης και απολύμανσης φελλών
- Ανάπτυξη μεθοδολογίας GIS για τη χωροθέτηση χώρων υγειονομικής ταφής στερεών απορριμμάτων.
- Ανάπτυξη μεθοδολογίας επιλογής της καλύτερης διαθέσιμης τεχνολογίας επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων με χρήση τεχνικών κύκλου ζωής προϊόντων.
- Ανάπτυξη λογισμικού εργαλείου για την επιλογή του καταλληλότερου σεναρίου διαχείρισης στερεών αστικών απορριμμάτων.
- Καταγραφή της περιβαλλοντικής κατάστασης των λιμνοθαλασσών Κουτάβου Κεφαλληνίας και Μεσολογίου-Αιτωλικού.

Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας, Τομέας Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Το Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας είναι ένα από τα παλαιότερα εργαστήρια του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και ανήκει στο Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής. Στελεχώνεται από 9 μέλη ΔΕΠ, 6 μέλη επιστημονικής, τεχνικής και γραμματειακής υποστήριξης και μεγάλο αριθμό μεταπτυχιακών φοιτητών. Κατά την τελευταία εικοσαετία έχει υποστηρίξει δεκάδες εθνικά και διεθνή ερευνητικά προγράμματα δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση τόσο στην εφαρμοσμένη έρευνα (ρύπανση, ερημοποίηση, γονιμότητα, αποκατάσταση εδαφών, χρήσεις γης) όσο και στην βασική (γένεση, ταξινόμηση εδαφών). Η πληρότητα του εξοπλισμού σε εργαστηριακά όργανα αλλά και εξειδικευμένο λογισμικό (Γεωστατιστική, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών) επιτρέπει τόσο την παροχή υψηλού επιπέδου πρακτικής εκπαίδευσης, όσο και την αξιόπιστη διεξαγωγή έρευνας στους παραπάνω τομείς.