

Χρήση επεξεργασμένων γεωργικών αποβλήτων και παραπροϊόντων σε υποβαθμισμένα εδάφη της Μεσογείου

Δρ Βίκτωρ Καββαδίας, Αναπληρωτής Ερευνητής
Τμήμα Εδαφολογίας Αθηνών, ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ

Τις τελευταίες δεκαετίες γίνεται όλο και περισσότερο κατανοητή η ανάγκη ανακύκλωσης ή/και χρησιμοποίησης των γεωργικών αποβλήτων και έχουν αναπτυχθεί διεθνώς πρωτότυπες πρακτικές για τη χρήση τους. Ειδικά, στα υποβαθμισμένα μεσογειακά εδάφη και στις καλλιέργειες, επιβάλλεται να γενικευθεί η χρήση τους μετά από μελέτη και ανάπτυξη φιλικών και αποδοτικών πρακτικών. Για τον σκοπό αυτό, υπάρχει μεγάλη ανάγκη για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου σχεδίου χρήσης επεξεργασμένων γεωργικών αποβλήτων στη μεσογειακή λεκάνη, λαμβάνοντας υπόψη την πληθώρα οδηγιών και σχεδίων δράσης των μεσογειακών χωρών και της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως προς τη διαχείριση των αποβλήτων που προέρχονται από διάφορες γεωργικές δραστηριότητες. Για τους παραπάνω λόγους επιβάλλεται η ανάπτυξη και στις μεσογειακές χώρες καινοτόμων πρακτικών για τη βελτίωση των φυσικοχημικών και βιολογικών ιδιοτήτων /χαρακτηριστικών του εδαφικού περιβάλλοντος. Μία τέτοια πρακτική είναι η πρόσμιξη των αποβλήτων ή/και των «κόμποστ» με φυσικό ζεόλιθο (κλινοπιλόλιθος). Η κομποστοποίηση επιτυγχάνει την αξιοποίηση των οργανικών αποβλήτων, μετατρέποντάς τα σε ένα οργανικό προϊόν-λίπασμα χωρίς επιβλαβή στοιχεία ή παθογόνους οργανισμούς για το έδαφος, τις καλλιέργειες και τον άνθρωπο. Η χρήση του κομποστ στη γεωργία ενθαρρύνει τον περιορισμό της χρήσης χημικών λιπασμάτων, των οποίων η παρασκευή απαιτεί την εκμετάλλευση περισσότερων ορυκτών και ενεργειακών πόρων. Ως εκ τούτου, με τη χρήση περιβαλλοντικών και αγρονομικών κριτηρίων, είναι πιο λογικό να ενισχυθεί η χρησιμοποίηση του κομποστ στη γεωργία σε σχέση με τα συμβατικά λιπάσματα. Μια από τις κύριες χρήσεις του ζεόλιθου είναι η χρήση του ως εδαφοβελτιωτικό. Βελτιώνει τον αερισμό των εδαφών, την εξουδετέρωση των όξινων εδαφών, συμβάλλει στην απομάκρυνση βαρέων μετάλλων από το έδαφος, όπως π.χ. το κάδμιο, το χαλκό, το μαγγάνιο, τον ψευδάργυρο, ενώ προκαλεί τη σταδιακή ελευθέρωση του αμμωνιακού αζώτου και του καλίου από τα λιπάσματα. Έτσι, τα θρεπτικά στοιχεία που συνήθως εκπλύνονται με τα επιφανειακά ή διηθηόμενα στο έδαφος νερά παραμένουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στη ριζόσφαιρα και αξιοποιούνται από τις ρίζες των φυτών.

Για να εξασφαλιστεί η ασφαλής χρήση των επεξεργασμένων γεωργικών αποβλήτων (ΕΓΑ-κυρίως μέσα από τη διαδικασία της κομποστοποίησης), πρέπει να αναπτυχθούν ειδικές καλλιεργητικές πρακτικές μετά από λεπτομερή μελέτη των περιβαλλοντικών συνθηκών, των απαιτήσεων σε νερό και θρεπτικών στοιχείων συγκεκριμένων καλλιεργειών που σχετίζονται με τις εφαρμογές κομποστ και τις επιπτώσεις αυτών στο έδαφος και στα φυτά. Για τη διερεύνηση των ανωτέρω υλοποιήθηκε το ερευνητικό έργο ARIDWASTE «Ανάπτυξη συγκεκριμένων γεωργικών πρακτικών με τη χρήση ανακυκλωσικών αποβλήτων σε εντατικές καλλιέργειες της περιοχής της Μεσογείου που αντιμετωπίζουν κίνδυνο υποβάθμισης» («Development of specific agricultural practices with the use of recycled wastes suitable for intensively cultivated Mediterranean areas under



Περιοχή μελέτης

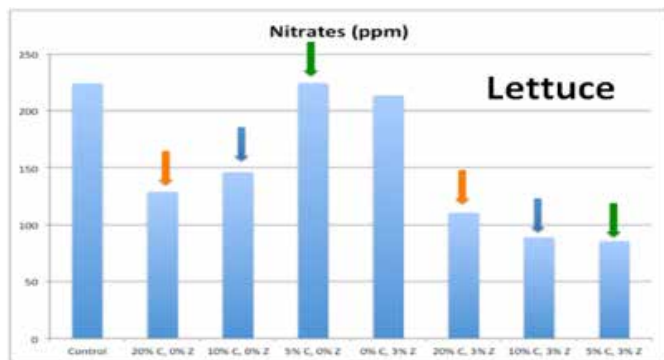
degradation risk») στο πλαίσιο του προγράμματος ARIMNet. Στο έργο συμμετέχουν το Τμήμα Εδαφολογίας Αθηνών του Ινστιτούτου Εδαφοϋδατικών Πόρων του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, (ως συντονιστής), το Ινστιτούτο Galilee Technology Center - MIGAL (Ισραήλ), το Centro di Sperimentazione e Assistenza Agricola - CeRSAA (Ιταλία) και το Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura - CEBAS (Ισπανία).

Παράλληλα, προχωρήσαμε ένα βήμα παραπέρα στον έλεγχο της καταλληλότητας των επεξεργασμένων απόβλητων και γεωργικών παραπροϊόντων και στον καθορισμό των ειδικότερων προϋποθέσεων για την εφαρμογή τους σε διάφορες μεσογειακές καλλιέργειες. Το έργο δημιουργεί μια σαφή προστιθέμενη αξία προς την κατεύθυνση της αειφόρου χρήσης των ΕΓΑ στις καλλιέργειες με την ανάπτυξη ολοκληρωμένης στρατηγικής εφαρμογής στο έδαφος, λαμβάνοντας υπόψη τη συνολική ποσότητα και την ποιότητα των ΕΓΑ, την ποιότητα του εδάφους και τις απαιτήσεις των φυτών.

Το έργο επικεντρώνεται στην ανάπτυξη καινοτόμων, χαμηλού κόστους και φιλικών προς το περιβάλλον γεωργικών πρακτικών, με τη χρησιμοποίηση γεωργικών αποβλήτων μετά από επεξεργασία ή σε συνδυασμό με τη χρήση φυσικών ζεόλιθων – κλινοπιλόλιθων. Στόχος είναι να γίνει εκμετάλλευση της ορυκτολογικής τους σύστασης και των ιδιοτήτων τους, όπως είναι η συγκράτηση υγρασίας και η υψηλή εναλλακτική ικανότητα. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται βελτίωση της γονιμότητας των υποβαθμισμένων μεσογειακών γεωργικών εδαφών, μείωση του κόστους της διαχείρισης των καλλιεργειών και μείωση των εισροών σε λιπάσματα.

Ειδικότερα αντικείμενα του έργου είναι:

- Αξιολόγηση των κύριων ΕΓΑ διαφορετικής προέλευσης.
- Ανάπτυξη και επίδειξη της αειφόρων εναλλακτικών καλλιεργητικών πρακτικών για τις κυριότερες εμπορικές και απαιτητικές σε θρεπτικά στοιχεία και νερό καλλιέργειες στην περιοχή της Μεσογείου, μέσα από την ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών και του νερού από τη χρήση των ΕΓΑ λαμβάνοντας υπόψη τις ευεργετικές ιδιότητες των φυσικών ζεόλιθων (κλινοπιλόλιθος).
- Ενσωμάτωση των κατάλληλων δράσεων και μέτρων που πρέπει να υιοθετηθούν σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό και διακρατικό επίπεδο για την ορθολογική χρήση των ΕΓΑ.



Η προσθήκη ζεόλιθου μειώνει την έκλυση των νιτρικών όταν συγκρίνονται μεταχειρίσεις με την ίδια ποσότητα κομπόστ.

- Ανάπτυξη, εφαρμογή και ευρεία διάδοση ενός ολοκληρωμένου σεναρίου διαχείρισης ΕΓΑ για την προστασία και τη βελτίωση των σοβαρά υποβαθμισμένων καλλιεργούμενων εδαφών στην περιοχή της Μεσογείου.

Στο έργο γίνεται αξιολόγηση της καταλληλότητας των χαρακτηρισμένων και επιλεγμένων κομπόστ για την ανάπτυξη διαφόρων καλλιεργειών, αρχικά σε ελεγχόμενες συνθήκες (δοχεία, θερμοκήπια) και αργότερα στον αγρό. Ειδικότερα το έργο περιλαμβάνει τις ακόλουθες δράσεις:

- Κριτική επισκόπηση των στρατηγικών διαχείρισης των γεωργικών αποβλήτων. Αξιολόγηση των πρακτικών εφαρμογής των ΕΓΑ σε εντατικές καλλιεργούμενες καλλιέργειες και μελέτη πολιτικών διαχείρισης που σχετίζονται με τη γεωργική εφαρμογή της χρήσης ΕΓΑ και ζεόλιθου.
- Χαρακτηρισμός της ποιότητας των επεξεργασμένων απόβλητων (π.χ. από ελαιολιβία, οινοποιεία, παραπροϊόντα ελαιοκαλλιέργειας, ρυζιού, αμπελώνων, κοπριά): αναλύσεις των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών τους, πειράματα φυτοτοξικότητας σε τριβλία και σε δοχεία με έδαφος με φυτά δείκτες (π.χ. κάρδαμο). Κρίσιμοι παράμετροι: pH –Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD) - Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο BOD - αμμωνιακό άζωτο - φωσφόρος – βόριο, χαλκός, ψευδάργυρος, σίδηρος, νικέλιο, χρώμιο, μαγγάνιο.
- Πειράματα σε δοχεία και στο έδαφος σε συνθήκες θερμοκηπίου με τη χρήση επιλεγμένων, από άποψη ποιότητας, ειδών κομπόστ σε συνδυασμό με ζεόλιθο και συμβατικά λιπάσματα NPK, προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδρασή τους στην ανάπτυξη των φυτών και στην κατάσταση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους.
- Πειράματα αγρού σε διαφορετικά εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα για τον έλεγχο και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων θερμοκηπίου. Πειράματα με υπαίθριες καλλιέργειες (κριθάρι, καλαμπόκι, μαρούλι, ντομάτα κ.λπ.)
- Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των επιπτώσεων από την ανακύκλωση των γεωργικών αποβλήτων στην ποιότητα και παραγωγικότητα των εδαφών.
- Ανάπτυξη ολοκληρωμένου σεναρίου για την αειφόρο χρήση των επεξεργασμένων αγροτικών αποβλήτων σε συγκεκριμένα εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα.
- Πρακτικές οδηγίες εφαρμογής επεξεργασμένων αποβλήτων σε συνδυασμό με τη χρήση φυσικών ζεολιθών.
- Διάχυση των αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα του έργου έδειξαν ότι η λίπανση με κομπόστ είχε θετική επίδραση στην ποιότητα του εδάφους, στη θρεπτική κατάσταση και απόδοση καλλιεργειών σε σύγκριση με τη συμβατική χημική λίπανση. Επιπρόσθετα, αποδείχτηκε η δυνατότητα να μειωθεί η εφαρμογή λιπασμάτων, όταν προστίθενται κομπόστ και ζεόλιθος. Η προσθήκη ζεόλιθου και κομπόστ 2-4

% κ.β., και 5-10 % κ.ο. αντίστοιχα έδειξε ικανοποιητικά αποτελέσματα σε σχέση με την απόδοση των καλλιεργειών. Θετικές επιπτώσεις διαπιστώθηκαν και στις ιδιότητες του εδάφους που προκύπτουν από την προσθήκη κομπόστ ή/και ζεόλιθου. Συγκεκριμένα βρέθηκε μειωμένη έκπλυση νιτρικών, αυξημένη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων, σταθεροποίηση του λόγου άνθρακα/αζώτου, αυξημένη ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, κατασταλτικότητα του κομπόστ σε ορισμένα παθογόνα του εδάφους και αυξημένη ενζυματική και μικροβιακή δραστηριότητα στο έδαφος.

Ειδικά για τα πειράματα σε δοχεία και στο έδαφος σε συνθήκες θερμοκηπίου διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Η προσθήκη κομπόστ και ζεόλιθου αύξησε την παραγωγή βιομάζας σε σχέση με τους μάρτυρες. Οι καλλιέργειες υπό κάλυψη, όπου είναι ευκολότερο να διατηρηθεί υψηλότερη η θερμοκρασία από ό, τι στον αγρό, επιτρέπει στα φυτά να προσλαμβάνουν καλύτερα τα θρεπτικά συστατικά που βρίσκονται στο ανώτερο στρώμα του εδάφους όπου εφαρμόστηκαν τα κομπόστ και ο ζεόλιθος.
- Η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία ενισχύθηκε με την προσθήκη κομπόστ, βελτιώνοντας την ποιότητα του εδάφους και ως εκ τούτου τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του γεωργικού συστήματος.
- Ο ζεόλιθος σε συνδυασμό με τα κομπόστ βελτίωσε σημαντικά τη διαθεσιμότητα του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά (π.χ. N, P, K).

Τα πειράματα στον αγρό έδειξαν ότι:

- Η επίδραση από την εφαρμογή του κομπόστ και ζεόλιθου στην απόδοση των καλλιεργειών ήταν ως επί το πλείστον αμελητέα.
- Η οργανική προσθήκη υλικών, ανεξάρτητα από την ύπαρξη ζεόλιθου, αύξησε την οργανική ουσία και τη συσσώρευση των θρεπτικών συστατικών στην επιφάνεια του εδάφους σε σύγκριση με τα συμβατικά λιπάσματα. Ωστόσο, το Na είχε το μεγαλύτερο ποσοστό συγκέντρωσης στο επιφανειακό στρώμα στις εφαρμογές με ζεόλιθο.
- Η προσθήκη ζεόλιθου στο έδαφος μείωσε την έκπλυση νιτρικών και βελτίωσε την αποτελεσματικότητα της Νούχου λίπανσης. Αυτό είναι ζωτικής σημασίας σε ευπρόσβλητες στη νιτρορρύπανση ζώνες. Επιπλέον, η χρήση των ζεολιθών σε αυξητικά υποστρώματα μέσα σε δοχεία μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της ποιότητας των υδατικών συστημάτων, περιορίζοντας την αρνητική επίδραση της συσσώρευσης νιτρικών, που συνήθως εξακολουθεί να εφαρμόζεται μέσω ψεκασμού.
- Η προσθήκη κομπόστ αύξησε την ενζυματική δραστηριότητα στο έδαφος και τη μικροβιακή δραστηριότητα σε σύγκριση με τη συμβατική χημική λίπανση.
- Τα κομπόστ και ο ζεόλιθος έδειξαν κατασταλτική δράση έναντι ορισμένων παθογόνων εδάφους. Σε δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν σε είδη σαλάτας, η χρήση κομπόστ και ζεόλιθου έδειξαν κατασταλτικότητα έναντι του *Rhizoctonia solani*.
- Η προσθήκη του φυσικού ζεόλιθου στις εντατικές υπαίθριες καλλιέργειες φάνηκε να έχει απαγορευτικό κόστος. Ωστόσο, η χρήση ζεόλιθου σε καλλιέργειες που αναπτύσσονται στο έδαφος υπό κάλυψη ή σε γλάστρες, όπου ο όγκος της ριζόσφαιρας είναι αρκετά περιορισμένος και απαιτεί λιγότερη προσθήκη ζεόλιθου, θεωρείται, οικονομικά συμφέρουσα.

Οι εταίροι του έργου, μέσα από άλλες δράσεις, αξιολογούν τα οφέλη της κομποστοποίησης και ζεόλιθου σε αυξητικά υποστρώματα καλλιεργειών σε δοχεία καθώς και τις επιδράσεις τους σε διαφορετικούς τύπους εδαφών και άρδευσης.