



Απλοποιημένη έκθεση για τους ενδιαφερόμενους φορείς

Έργο: “Βέλτιστες πρακτικές επεξεργασίας και επαναχρησιμοποίησης γεωργικών αποβλήτων στις Μεσογειακές χώρες” - WASTEREUSE

LIFE10 ENV/GR/594, διάρκεια: 01/09/11 – 31/08/15, ιστοσελίδα: www.wastereuse.eu

Συγχρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (πρόγραμμα LIFE+ Περιβαλλοντική Πολιτική και Διακυβέρνηση)



Συντονιστής



Πολυτεχνείο Κρήτης (ΠΚ), Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά, Κρήτη

Ιστοσελίδα: www.mred.tuc.gr

Συντονιστής έργου: Καθ. Κωνσταντίνος Κομνίτσας, komni@mred.tuc.gr

Εταίροι



Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC), Μούρθια, Ισπανία

Ιστοσελίδα: www.cebas.csic.es

Επικοινωνία: Δρ Maria-Teresa Hernández, mthernan@cebas.csic.es



Center for Agricultural Experimentation and Assistance (CERSAA), Αλμπένγκα, Σαβόνα, Ιταλία

Ιστοσελίδα: www.cersaa.it

Επικοινωνία: Δρ Federico Tinivella, federico.tinivella@alice.it



LABCAM srl, Αλμπένγκα, Σαβόνα, Ιταλία

Ιστοσελίδα: www.labcam.it

Επικοινωνία: Δρ Luca Medini, luca.medini@labcam.it



SIGNOSIS Sprl., Βρυξέλλες, Βέλγιο

Ιστοσελίδα: www.signosis.eu

Επικοινωνία: κ Δημήτρης Μιχαρικόπουλος, dimitris@signosis.eu

Η παρούσα απλοποιημένη έκδοση στοχεύει στην ενημέρωση των ενδιαφερόμενων φορέων (γεωργών και τοπικών/περιφερειακών φορέων) σε θέματα σχετικά με τη διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων, την Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) και την Ανάλυση Κινδύνου καθώς και στην προώθηση της εφαρμογής των προτεινόμενων εναλλακτικών καλλιεργητικών πρακτικών



Στόχοι έργου WASTEREUSE

Το έργο WASTEREUSE επικεντρώθηκε σε δύο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα:

- Την ανεξέλεγκτη διάθεση γεωργικών αποβλήτων καθώς και την ανεξέλεγκτη χρήση τους για λίπανση καλλιεργειών και γης
- Την υπερβολική κατανάλωση θρεπτικών στοιχείων και φυσικών πόρων (νερό, φωσφορικά ορυκτά για παρασκευή λιπασμάτων, κ.ά.) και τη δυνατότητα να αυξηθεί ο βαθμός ανακύκλωσης θρεπτικών στοιχείων και νερού

Οι στόχοι του έργου ήταν οι εξής:

- Αξιολόγηση καινοτόμων και παραδοσιακών τεχνολογιών επεξεργασίας γεωργικών αποβλήτων σε σχέση με την καταλληλότητά τους για γεωργική χρήση
- Ανάπτυξη Εναλλακτικών Πρακτικών Καλλιέργειας για τις πιο αντιπροσωπευτικές καλλιέργειες των Μεσογειακών χωρών
- Προστασία της ποιότητας του εδάφους από τη διάθεση γεωργικών αποβλήτων
- Ανάπτυξη Βέλτιστων Πρακτικών Διαχείρισης για τη χρήση αποβλήτων στις πιο αντιπροσωπευτικές καλλιέργειες των Μεσογειακών χωρών
- Μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα μέσω της ανακύκλωσης των γεωργικών αποβλήτων και της ελαχιστοποίησης της χρήσης λιπασμάτων
- Αύξηση της ανταγωνιστικότητας των Μεσογειακών γεωργικών προϊόντων

Ενδιαφερόμενοι φορείς

Οι φορείς που μπορεί να ενδιαφέρονται για τα αποτελέσματα του έργου είναι:

- γεωργοί
- γεωργικοί συνεταιρισμοί
- φορείς χάραξης πολιτικής
- τοπικοί/περιφερειακοί φορείς
- ειδικοί/επιστήμονες από ερευνητικά ιδρύματα και Πανεπιστήμια
- ευρύ κοινό

Οι γεωργοί και οι γεωργικοί συνεταιρισμοί ενδιαφέρονται κυρίως για τις βραχυπρόθεσμες επιδράσεις της χρήσης των γεωργικών αποβλήτων, όπως η ανάπτυξη και η απόδοση των καλλιεργειών και το κόστος επεξεργασίας των γεωργικών αποβλήτων για την παραγωγή κομπόστ. Από την άλλη μεριά, οι φορείς χάραξης πολιτικής και οι τοπικοί φορείς ενδιαφέρονται κυρίως για θέματα σχετικά με τη μείωση του κόστους διάθεσης των αποβλήτων, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

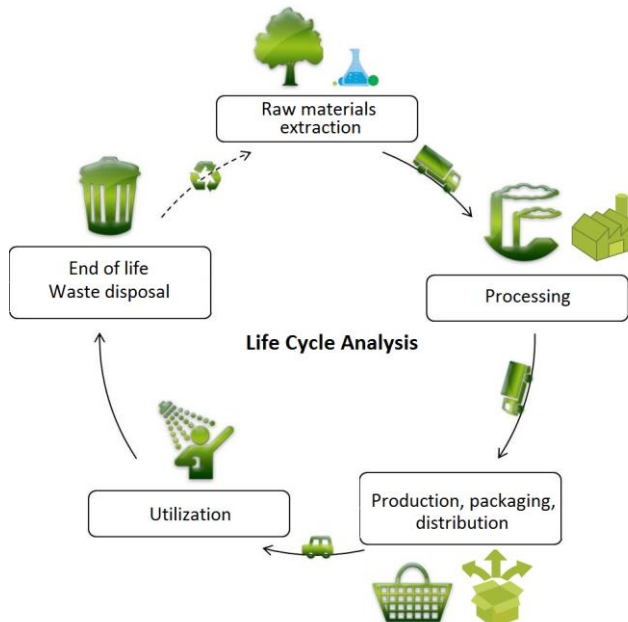
Οι ενδιαφερόμενοι φορείς έχουν συμπεριληφθεί σε ένα δίκτυο επικοινωνίας (605 επαφές) το οποίο περιλαμβάνει οργανισμούς και μέλη της επιστημονικής κοινότητας, του γεωργικού τομέα και των τοπικών αρχών, για τη διάχυση των αποτελεσμάτων του έργου. Τα μέλη του δικτύου έχουν ενημερωθεί με ενημερωτικά φυλλάδια, δελτία τύπου και κείμενα πολιτικής.



Τι είναι η ΑΚΖ;

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) χρησιμοποιείται για την ποσοτική εκτίμηση των περιβαλλοντικών (κυρίως σε σχέση με το έδαφος, το νερό και τον αέρα), οικονομικών και κοινωνικών **επιπτώσεων** σε όλο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος ή μιας διεργασίας. Η ΑΚΖ μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες διεργασίες, όπως η παραγωγή του κομπόστ από γεωργικά απόβλητα.

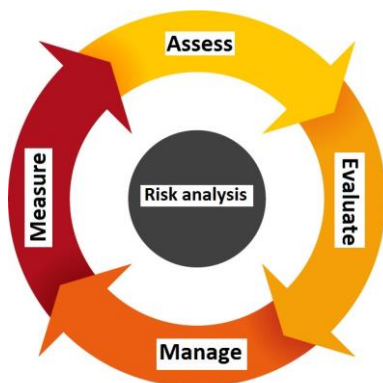
Ο πλήρης κύκλος ζωής ενός προϊόντος ή διεργασίας περιλαμβάνει τις φάσεις εξαγωγής των πρώτων υλών, επεξεργασίας, παραγωγής, χρήσης και διάθεσης των τελικών αποβλήτων. Η εκτίμηση των επιπτώσεων επιλεγμένων ή όλων των φάσεων του κύκλου, συμβάλλει στον προσδιορισμό των πιο σημαντικών επιπτώσεων και των βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης.



Ο προσδιορισμός του **αποτυπώματος άνθρακα (carbon footprint-CF)** είναι πολύ σημαντικός για την εκτίμηση των επιπτώσεων των εκπομπών στις κλιματικές αλλαγές. Για τον υπολογισμό του CF χρησιμοποιούνται έξι αέρια του θερμοκηπίου: διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μεθάνιο (CH_4), υποξείδιο του αζώτου (N_2O), φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες (HFCs), υπερφθοράνθρακες (PFCs) και το εξαφθοριούχο θείο (SF_6). Οι εκπομπές CO_2 συνδέονται κυρίως με τη χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ οι εκπομπές CH_4 και N_2O οφείλονται σε γεωργικές δραστηριότητες και την επεξεργασία των γεωργικών αποβλήτων. Οι HFCs και PFCs σχετίζονται με την παραγωγή και χρήση ψυκτικών μέσων και το SF_6 με τη σύντηξη αλουμινίου και μαγνησίου.

Το CF υπολογίζεται σε **ισοδύναμα t ή kg CO_2 ($\text{CO}_2\text{-eq}$)** ώστε όλα τα αέρια του θερμοκηπίου να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους και να εκτιμηθούν οι επιδράσεις τους στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή, σε διάστημα 100 ετών.

Τι είναι η ανάλυση κινδύνου;



Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας, πρέπει να προσδιοριστούν και να εκτιμηθούν οι κίνδυνοι ή οι πιθανές πηγές ρύπανσης και στη συνέχεια να καθοριστεί η σχέση **πηγή-οδός-αποδέκτης**.

Οι πηγές κινδύνου (πχ. υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων (ΥΑΕ) που περιέχουν φαινόλες) είναι πιθανό να επιδράσουν αρνητικά, μέσω οδών (πχ. επιφανειακά νερά όταν τα ΥΑΕ χρησιμοποιούνται για την άρδευση καλλιεργειών) σε διάφορους ευαίσθητους αποδέκτες όπως είναι τα υπόγεια νερά και τα οικοσυστήματα.

Η επικινδυνότητα για την κάθε πιθανή οδό ρύπανσης υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την **πιθανότητα** ο κίνδυνος να φτάσει στον αποδέκτη (πχ. διείσδυση των ΥΑΕ μέσω του εδάφους) με τις ποσοτικές επιπτώσεις (πχ. m^3 υπογείων νερών που ρυπαίνονται και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άντληση) και ταξινομείται ως υψηλή, μέση, χαμηλή ή αμελητέα. Το **μέγεθος των επιπτώσεων** εάν ο αποδέκτης επηρεαστεί από τον κίνδυνο εκτιμάται ως σοβαρό, μέσο, ήπιο ή αμελητέο.

Γιατί η ΑΚΖ και η ανάλυση κινδύνου είναι σημαντικές στη γεωργία;

Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, που περιλαμβάνει την ΑΚΖ και την ανάλυση επικινδυνότητας στη γεωργία, μπορεί να συμβάλλει στον καθορισμό οδηγιών για την ελεγχόμενη χρήση των γεωργικών αποβλήτων για άρδευση καλλιεργειών, θεωρώντας ως ένα ενιαίο σύστημα (στο οποίο αλληλεπιδρούν) το έδαφος, οι καλλιεργείες, το περιβάλλον και οι γεωργοί.

Οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι:

- Εφαρμογή ενός ενιαίου σεναρίου για βιώσιμες καλλιεργείες, συμπεριλαμβανομένων των στρατηγικών για την παρακολούθηση της ποιότητας του εδάφους και των νερών
- Ποσοτικοποίηση των πιο σημαντικών παραμέτρων/δεικτών που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα στη γεωργία:
 - Ποιότητα εδαφών (pH, οργανική ύλη, N, P, K και βαρέα μέταλλα)
 - Ποιότητα νερών (pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, βαρέα μέταλλα και νιτρικά)
 - Απόδοση καλλιεργειών και παραγωγή βιομάζας
- Πρόληψη ερημοποίησης που προκύπτει από έντονες γεωργικές δραστηριότητες
- Ελαχιστοποίηση της χρήσης νερού, φυσικών πόρων, λιπασμάτων και ενέργειας
- Ελαχιστοποίηση του κόστους (λειτουργικό, παραγωγής και εργασιακό) και μεγιστοποίηση των κερδών (πχ. από την πώληση του κομπόστ ή την αυξημένη απόδοση των καλλιεργειών)
- Περιβαλλοντικά οφέλη όπως μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και μείωση της φυτοτοξικότητας



Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Πιθανές πηγές
Υπερθέρμανση του πλανήτη	Καύση καυσίμων, κτηνοτροφία, πτητικά θρεπτικά στοιχεία
Ευτροφισμός	Αποσύνθεση των φυτών λόγω βακτηριακών και μυκητιακών δραστηριοτήτων-μείωση οξυγόνου, απελευθέρωση φωσφόρου και αμμωνίας στο νερό, εμπλουτισμός του νερού με θρεπτικά στοιχεία
Οξύτητα	Ζωικά απόβλητα, εντατική διαχείριση καλλιεργειών
Αιθαλομίχλη	Καύση καυσίμων, πτητικότητα αμμωνίας, κατασκευή μηχανημάτων
Απώλεια βιοποικιλότητας	Αλλαγή χρήσης γης, χρήση αγροχημικών
Εξάντληση ορυκτών καυσίμων	Καύση καυσίμων, κατασκευή μηχανημάτων
Ανθρώπινη υγεία	Χρήση αγροχημικών, καύση καυσίμων, πτητικότητα αμμωνίας, γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί

Πηγή: K.R. Caffrey and M.W. Veal (2013). *Conducting an Agricultural Life Cycle Assessment: Challenges and Perspectives*, *The Scientific World Journal*, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/472431>



Εργαστηριακά πειράματα



Στο πλαίσιο του έργου WASTEREUSE, πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακά πειράματα για το χαρακτηρισμό των επεξεργασμένων και μη γεωργικών αποβλήτων και την εκτίμηση της καταλληλότητάς τους για την ανάπτυξη καλλιεργειών στις εγκαταστάσεις του CEBAS-CSIS της Ισπανίας και των LABCAM-CERSAA της Ιταλίας.

35 δείγματα εδαφών συλλέχθηκαν από αντιπροσωπευτικές γεωργικές περιοχές της Ισπανίας, της Ιταλίας και της Ελλάδας και χαρακτηρίστηκαν. 60 γεωργικά απόβλητα, όπως alperujo, βιοεξανθράκωμα από φυτικά απορρίμματα, ιλύς από κοπριά χοίρων και κομπόστ από ΥΑΕ, συλλέχθηκαν από Ισπανία και Ιταλία και χαρακτηρίστηκαν.

Η πιθανότητα φυτοτοξικότητας των γεωργικών αποβλήτων εκτιμήθηκε μέσω δοκιμών βλάστησης σπόρων για διάφορες καλλιέργειες γεωργικής σημασίας στην Ισπανία και την Ιταλία όπως κάρδαμο, λόλιο, πεπόνι, κριθάρι, σιτάρι και καλαμπόκι. Παρατηρήθηκε ότι η φυτοτοξικότητα των γεωργικών αποβλήτων ποικίλει ανάλογα με την κάθε καλλιέργεια, υποδεικνύοντας τη διαφορετική ευαισθησία των σπόρων στην παρουσία αλάτων και άλλων πιθανών φυτοτοξικών στοιχείων που περιέχονται στα γεωργικά απόβλητα.

Επίσης πραγματοποιήθηκαν δοκιμές καλλιέργειας σε δοχεία ώστε να εκτιμηθεί η καταλληλότητα επιλεγμένων κομπόστ για την καλλιέργεια διαφορετικών φυτών. Τα πειραματικά αποτελέσματα έδειξαν ότι το κομπόστ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο ανάπτυξης των καλλιεργειών όταν εφαρμοστεί είτε μεμονωμένα είτε μετά από ανάμιξη με έδαφος και ζεόλιθο.

Πιλοτικές δράσεις

Οι πιλοτικές δράσεις του έργου ξεκίνησαν τον Απρίλιο του 2013 στην Ισπανία και την Ιταλία και ολοκληρώθηκαν τον Ιούνιο του 2015.

Στόχος ήταν η πιλοτική επίδειξη της χρήσης των επεξεργασμένων αποβλήτων σε καλλιέργειες σε ανοιχτό πεδίο και σε θερμοκήπιο χρησιμοποιώντας σιτηρά και λαχανικά.

Πιλοτικές περιοχές στην Ισπανία

Στην Ισπανία χρησιμοποιήθηκαν 2 περιοχές μελέτης:

i) Περιοχή *Las Tiesas* στο *Barrax* που είναι Δήμος στην επαρχία Albacete, Αυτόνομη Κοινότητα Castile-La Mancha, όπου πραγματοποιήθηκαν καλλιέργειες σιτηρών σε ανοιχτό πεδίο (κριθάρι και μαλακό σιτάρι).

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από εντατικές καλλιέργειες (10.000 ha) και η χρήση της γης καλύπτεται κυρίως από σπωρώνες, αμπελώνες και άλλες καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Στο Barrax καλλιεργείται περίπου το 65% της ξηράς (67% χειμερινά σιτηρά και 33% ακαλλιέργητη γη) και το 35% της αρδευόμενης γης (καλαμπόκι 75%, κριθάρι/ηλίανθοι 15%, τριφύλλι 5%, κρεμμύδια 2.9%, λαχανικά 2.1%). Οι γεωργικές δραστηριότητες επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα σε υδατικούς πόρους και έχουν προκαλέσει σημαντική μείωση του πιεζομετρικού επιπέδου των υδατικών συστημάτων κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες.

ii) Περιοχή *Tres Caminos* στη *La Matanza*, στο Δήμο της Santomera στην περιοχή της Murcia, όπου πραγματοποιήθηκαν καλλιέργειες ντομάτας και μαρουλιού σε θερμοκήπιο.

Οι κύριες δραστηριότητες στην περιοχή είναι η παραγωγή φρούτων, κρασιού, ελαιόλαδου, λαχανικών, σιτηρών και ανθέων, εξαιτίας του τυπικού μεσογειακού κλίματος με μέση ετήσια θερμοκρασία στους 18 °C. Ωστόσο το επίπεδο βροχόπτωσης είναι χαμηλό (μέση ετήσια βροχόπτωση στα 350 mm) με αποτέλεσμα να παρατηρείται αυξημένη ζήτηση νερού από τις καλλιέργειες. Το νερό στην περιοχή μελέτης παρέχεται από τον ποταμό Segura.

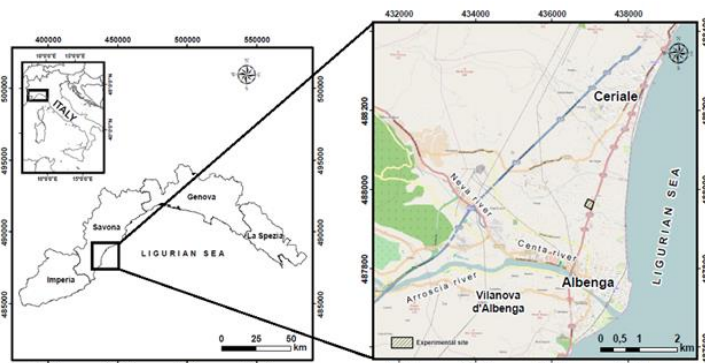


Πιλοτικές περιοχές στην Ισπανία, Barrax (αριστερά) και Santomera (δεξιά)

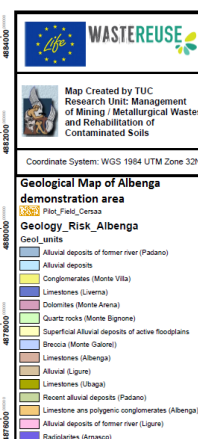
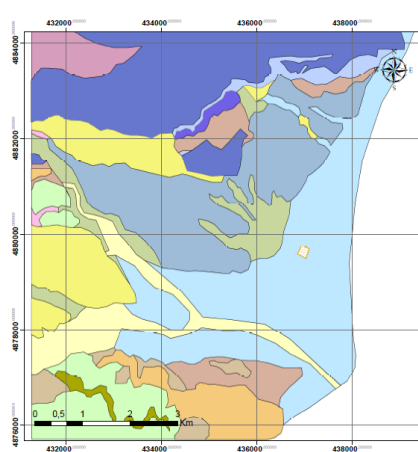
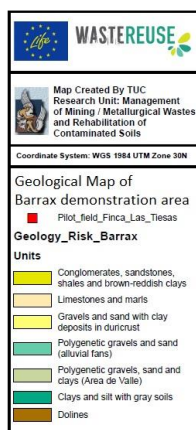
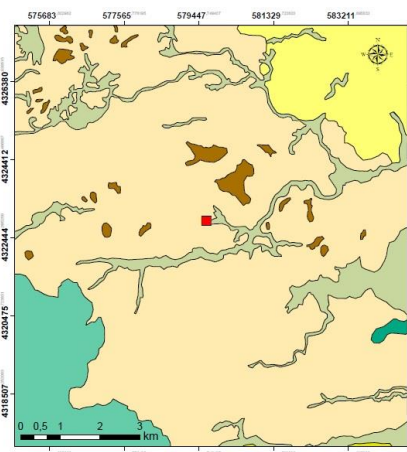
Πιλοτική περιοχή στην Ιταλία

Η Ιταλική πιλοτική περιοχή βρίσκεται στην Albenga, επαρχία Savona, περιφέρεια Liguria στη βόρεια Ιταλία. Στις εγκαταστάσεις της CERSAA καλλιεργήθηκαν βασιλικός, ρόκα, μαρούλι και βαλεριάνα σε θερμοκήπιο καθώς και δενδρόλιβανο, μαρούλι και λάχανο σε ανοικτό πεδίο. Λάχανο καλλιεργήθηκε επίσης σε ανοικτό πεδίο σε αγρόκτημα στο Loano, επαρχία Savona.

Η δυτική Liguria χαρακτηρίζεται κυρίως από μεσογειακή βλάστηση καθώς και υπαλτική και ορεινή βλάστηση. Η ευρύτερη περιοχή της Albenga είναι πεδιάδα και το μεγαλύτερο μέρος καλύπτεται από εντατικές καλλιέργειες (καλλωπιστικά φυτά και κηπευτικές καλλιέργειες κυρίως σε θερμοκήπιο). Η ελαιοκομία είναι συνήθης στην περιοχή και κυρίως σε λόφους γύρω από την πεδιάδα. Στην επαρχία της Σαβόνα βρίσκονται σε λειτουργία περίπου 30 ελαιοτριβεία, ενώ η διαχείριση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων γίνεται με α) διάθεση στο έδαφος, β) διάθεση σε συστήματα συλλογής λυμάτων ή γ) κομποστοποίηση με σκοπό την παραγωγή θερμικής ενέργειας.



Πιλοτική περιοχή στην Ιταλία



Γεωλογικοί χάρτες των πιλοτικών περιοχών σε Ισπανία και Ιταλία (αριστερά προς δεξιά) που δημιουργήθηκαν από το ΠΚ με το ArcGIS 10.1

Εναλλακτικές καλλιεργητικές πρακτικές

Ισπανία

Η επίδραση των διαφορετικών μεθόδων λίπανσης (οργανική, ανόργανη και συνδυασμός τους) στην ανάπτυξη της ντομάτας και του μαρουλιού στο θερμοκήπιο του CEBAS-CSIC αξιολογήθηκε σε δυο διαδοχικές περιόδους καλλιέργειας. Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε κατάλληλα κιβώτια με αργιλώδες έδαφος από τη νοτιοανατολική Ισπανία. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης δύο γεωργικά απόβλητα: κομπόστ που παρήχθησαν από κοπριά αιγοπροβάτων και από μίγμα κοπριάς, alperujo και υπολειμμάτων από κλαδέματα ελιάς.

Αξιολογήθηκε επίσης η επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη κριθαριού και σιταριού σε ανοιχτό πεδίο. Τα σιτηρά καλλιεργήθηκαν και επεξεργάστηκαν με λίπασμα N-P-K και τα επιλεγμένα κομπόστ σε δύο διαφορετικές αναλογίες.

Ιταλία

Η καλλιέργεια διαφόρων λαχανικών και αρωματικών φυτών (μαρούλι, ρόκα, βαλεριάνα, βασιλικός, δενδρολίβανο και λάχανο) έγιναν σε θερμοκήπιο και ανοιχτό πεδίο. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις της CERSAA σε δύο διαδοχικές περιόδους καλλιέργειας.

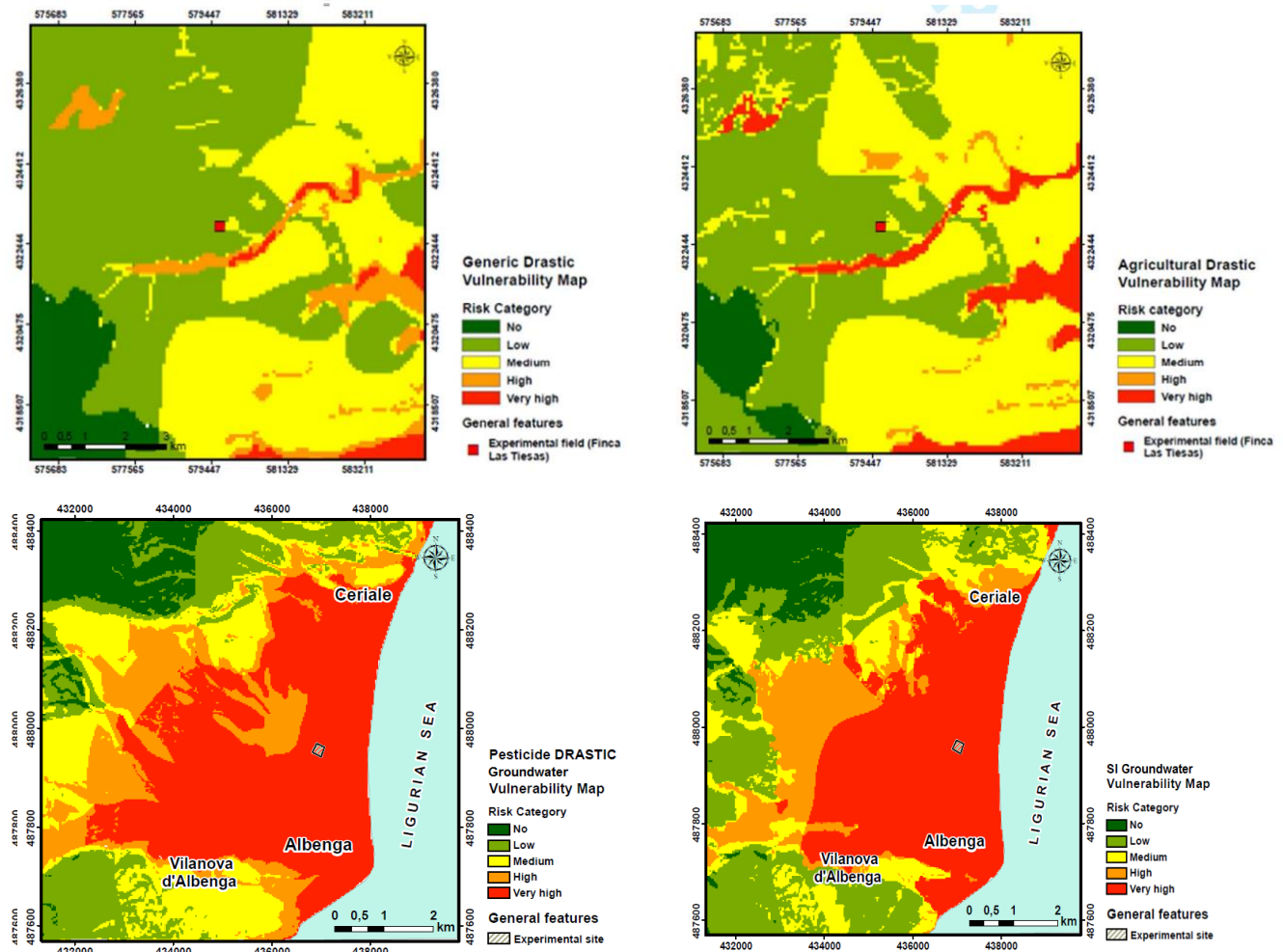
Δύο είδη κομπόστ που παρήχθησαν από απόβλητα ελαιοτριβείων, στο πλαίσιο του έργου LIFE05 ENV/IT/845 "Tirsav plus" (www.tirsavplus.eu), επιλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τη λίπανση αργιλο-ιλυδών εδαφών. Επίσης επιλέχθηκαν τρεις τρόποι επεξεργασίας χρησιμοποιώντας μισή δόση ανόργανου λιπάσματος με: i) έδαφος και κομπόστ (5, 10, 20% κ.β.), ii) έδαφος και ζεόλιθο (3% κ.β.) και iii) έδαφος, κομπόστ (5, 10, 20% κ.β.) και ζεόλιθο (3% κ.β.) και ένα control χρησιμοποιώντας μόνο ανόργανο λίπασμα (πλήρης δόση).

Οι γεωργικές πρακτικές που έλαβαν χώρα σε θερμοκήπιο και ανοιχτό πεδίο έδειξαν ότι τα γεωργικά απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κατάλληλες αναλογίες, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με ανόργανα λιπάσματα, ως **εναλλακτικά μέσα λίπανσης** αντί για τα ανόργανα λιπάσματα σε καλλιέργειες λαχανικών και σιτηρών, βελτιώνοντας τα χαρακτηριστικά του εδάφους, ενώ η απόδοση και η ποιότητα των καλλιεργειών είναι συγκρίσιμες με την περίπτωση της συμβατικής ανόργανης λίπανσης. Η προσθήκη κομπόστ είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας σε οργανικό άνθρακα, του πορώδους και της περιεκτικότητας σε χουμικές ενώσεις και χουμικά οξέα στα εδάφη. Ωστόσο, η **καταλληλότητα των γεωργικών αποβλήτων ως εδαφοβελτιωτικά** θα πρέπει να εξετάζεται μετά από προσεκτικό χαρακτηρισμό των αποβλήτων και εκτίμηση της πιθανής φυτοτοξικότητάς τους στις καλλιέργειες.



Ανάλυση κινδύνου

Η ανάλυση της ευαισθησίας των υδατικών πόρων είναι μια πολύ σημαντική δράση, κυρίως σε γεωργικές περιοχές διότι η ποιότητα και η διαθεσιμότητα των υπόγειων νερών επηρεάζουν τόσο τη γεωργική βιωσιμότητα όσο και την ποιότητα ζωής. Στο πλαίσιο του έργου Wastereuse χρησιμοποιήθηκαν η **μεθοδολογία DRASTIC και οι δείκτες ευαισθησίας (SI) σε περιβάλλον GIS**, για την εκτίμηση της ευαισθησίας των υπόγειων νερών στις περιοχές μελέτης. Το δυναμικό ρύπανσης ταξινομήθηκε σε 5 κατηγορίες από «ακίνδυνο» έως «πολύ υψηλού κινδύνου». Οι περιοχές υψηλού κινδύνου απεικονίζονται στους ακόλουθους χάρτες με τη διαβάθμιση του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης κινδύνου για τα υπόγεια νερά συγκρίθηκαν με διαθέσιμα δεδομένα ποιότητας των υπόγειων νερών, όπως είναι η συγκέντρωση σε νιτρικά, τα οποία αποκτήθηκαν από δημόσιους/κυβερνητικούς οργανισμούς της Ισπανίας και της Ιταλίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή συσχέτιση μεταξύ των δεικτών και των πραγματικών συγκεντρώσεων σε νιτρικά στις δύο πιλοτικές περιοχές, υποδεικνύοντας ότι και οι δύο μέθοδοι χαρακτηρίζονται από αρκετά καλή ακρίβεια.



Οι χάρτες ευαισθησίας που παρήχθησαν, δείχνουν τα εξής:

- α) Στο Barrax, οι περιοχές που καλύπτονται κυρίως από ασβεστολίθους χαρακτηρίζονται από «χαμηλή» έως «μέση» επικινδυνότητα, ενώ υψηλότερη επικινδυνότητα παρατηρείται στο μεσαίο και τα ακραία τμήματα (βορειοδυτικά-νοτιοανατολικά) της περιοχής μελέτης.
- β) Τα περισσότερα τμήματα της περιοχής μελέτης στην Albenga, κατά μήκος της ακτής και στο μέσο (περίπου κατά 55% και 50% της συνολικής περιοχής, αντίστοιχα), χαρακτηρίζονται από «υψηλή» έως «πολύ υψηλή» επικινδυνότητα.

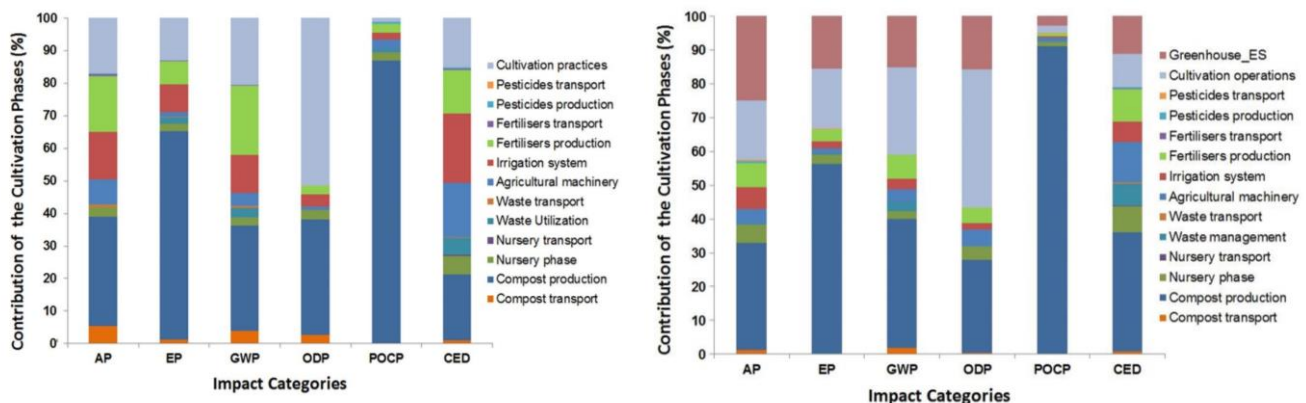
Τα υψηλά και πολύ υψηλά επίπεδα νιτρικών στα υπόγεια νερά στο Barrax και την Albenga, αντίστοιχα, είναι πιθανό να οφείλονται στις έντονες γεωργικές δραστηριότητες και την εντατική χρήση **νιτρικών λιπασμάτων**, λαμβάνοντας επίσης υπόψη την υψηλή υδραυλική αγωγιμότητα του επιφανειακού εδάφους.

Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ)

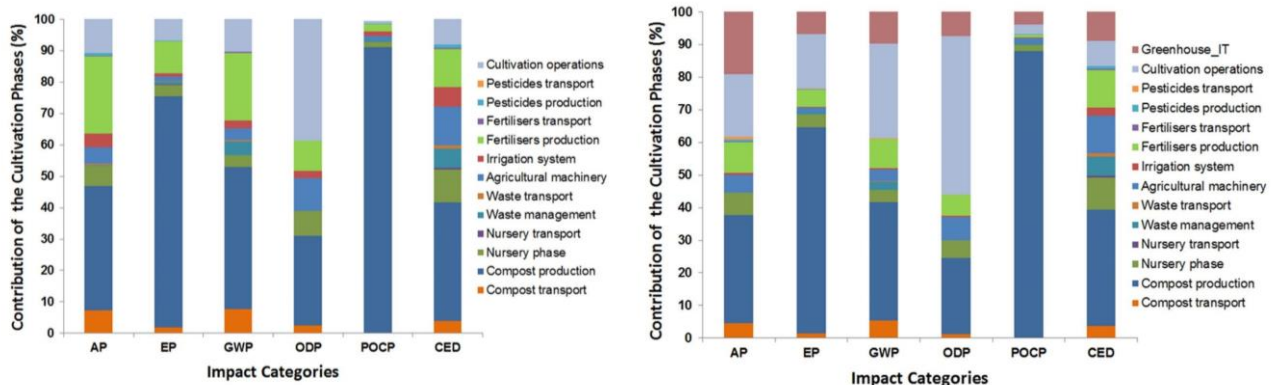
Η ΑΚΖ όσον αφορά στην **παραγωγή κριθαριού και μαρουλιού** στην Ισπανία (περιοχές Barrax και Santomera) και την Ιταλία (Albenga) σε καλλιέργειες ανοιχτού πεδίου και θερμοκηπίου, πραγματοποιήθηκε ώστε να εκτιμηθεί η κατανάλωση ενέργειας και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αρχικά, δημιουργήθηκε ένας αναλυτικός κατάλογος κύκλου ζωής, με βάση τα πειραματικά δεδομένα από την κάθε πιλοτική δοκιμή και χρησιμοποιήθηκε για μια ενιαία ΑΚΖ (cradle-to-gate) με το λογισμικό GaBi 6 και κατάλληλες βάσεις δεδομένων.

Με βάση **5 περιβαλλοντικούς δείκτες και 1 δείκτη ενέργειας** (ΑΡ: δυναμικό παραγωγής οξύτητας, ΕΡ: δυναμικό ευτροφισμού, GWP: δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη, ODP: καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος, POP: δυναμικό φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος και CED: αθροιστική απαίτηση ενέργειας), προσδιορίστηκαν οι δραστηριότητες με τις υψηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σχέση με τις φάσεις του κύκλου ζωής, όπως είναι η παραγωγή και διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων, η χρήση των αποβλήτων στο έδαφος και οι καλλιεργητικές πρακτικές. Η συνεισφορά των επιλεγμένων φάσεων, όπως η παραγωγή κομπόστ και η άρδευση, στις αθροιστικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των καλλιεργειών σε ανοιχτό πεδίο και θερμοκήπιο, παρουσιάζονται στα ακόλουθα σχήματα.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η **χρήση κομπόστ** για τη λίπανση και των δύο καλλιεργειών θεωρείται ως μια καλή αγρονομική και οικολογική προσέγγιση προκειμένου να διατηρηθεί η παραγωγικότητα από άποψη απόδοσης, ειδικά στην περίπτωση των καλλιεργειών σε θερμοκήπιο, και να βελτιωθεί η βιωσιμότητα του γεωργικού τομέα. Οι επιπτώσεις διαφέρουν για τις καλλιέργειες σε ανοιχτό πεδίο, διότι καλλιεργήθηκαν διαφορετικά φυτά, ενώ για τις καλλιέργειες μαρουλιού σε θερμοκήπιο προέκυψαν παρόμοια αποτελέσματα και στις δύο πιλοτικές περιοχές. Για τις καλλιέργειες σε ανοιχτό πεδίο υπολογίστηκαν υψηλότερες επιπτώσεις σε σχέση με εκείνες σε θερμοκήπιο. Οι τρεις φάσεις με την υψηλότερη συνεισφορά σε ενέργεια και τις υψηλότερες επιπτώσεις σε κάθε κατηγορία, για τις 4 περιπτώσεις καλλιεργειών, είναι η παραγωγή κομπόστ (CP), το σύστημα άρδευσης (IS) και το θερμοκήπιο (GP).



Συνεισφορά της κάθε φάσης στην κάθε κατηγορία επιπτώσεων για την καλλιέργεια κριθαριού σε ανοιχτό πεδίο (αριστερά) και την καλλιέργεια μαρουλιού σε θερμοκήπιο (δεξιά) στην Ισπανία

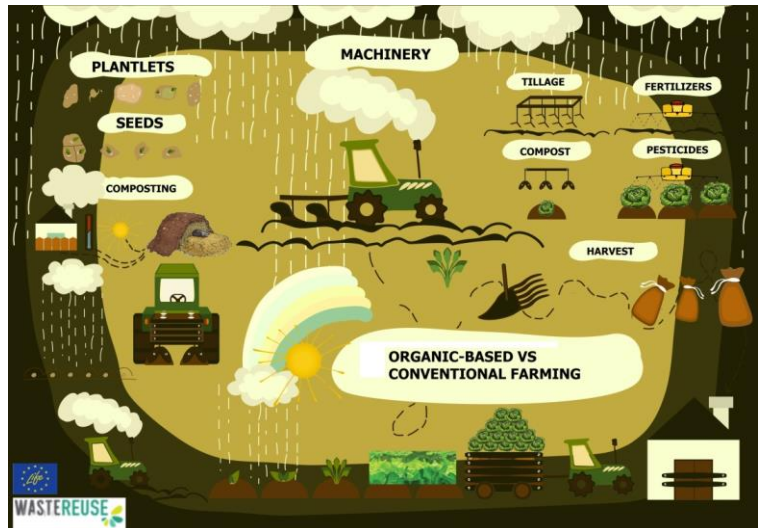


Συνεισφορά της κάθε φάσης στην κάθε κατηγορία επιπτώσεων για την καλλιέργεια μαρουλιού σε ανοιχτό πεδίο (αριστερά) και σε θερμοκήπιο (δεξιά) στην Ιταλία

Τεχνο-οικονομική αξιολόγηση

- Για τις δύο πιλοτικές περιοχές στις δύο χώρες, πραγματοποιήθηκε μια ολοκληρωμένη τεχνο-οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση για 8 σενάρια καλλιέργειας. Χρησιμοποιήθηκαν η μέθοδος ενεργειακής ισορροπίας (EB) και η ανάλυση κόστους-οφέλους (CBA) για την **εκτίμηση της περιβαλλοντικής/τεχνολογικής και οικονομικής βιωσιμότητας** των κύριων δραστηριοτήτων.
- Αξιολογήθηκαν 10 περιβαλλοντικοί/τεχνολογικοί και 8 οικονομικοί δείκτες.
- Μελετήθηκαν οι πρακτικές διαχείρισης χρησιμοποιώντας επεξεργασμένα γεωργικά απόβλητα (οργανική λίπανση) και χημική λίπανση σε σύγκριση με τη χρήση μόνο χημικής λίπανσης σε συμβατικές καλλιέργειες.

- Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλότερες απαιτήσεις ενέργειας για τις οργανικές καλλιέργειες σε σχέση με τις συμβατικές.
- Ωστόσο προκύπτουν πλεονεκτήματα από τις οργανικές καλλιέργειες όσον αφορά την κερδοφορία, λαμβάνοντας υπόψη το ακαθάριστο και το καθαρό κέρδος, το συνολικό κόστος παραγωγής ανα kg καλλιέργειας, το λόγο οφέλους προς κόστος και την παραγωγικότητα.
- Τα αποτελέσματα του έργου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε καλλιέργειες κηπευτικών και σιτηρών σε ανοιχτό πεδίο ή θερμοκήπιο σε άλλες Μεσογειακές χώρες.



Συμπεράσματα

- Τα **εργαλεία για την περιβαλλοντική διαχείριση**, όπως η AKZ και η ανάλυση κινδύνου, συμβάλλουν στην εκτίμηση της βιωσιμότητας του γεωργικού τομέα, την ανάπτυξη εναλλακτικών και περιβαλλοντικά φιλικών πρακτικών καλλιέργειας, τη μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου, τη μείωση της φυτοτοξικότητας και της ρύπανσης των εδαφών και νερών.
- Η μεθοδολογία DRASTIC χρησιμοποιήθηκε για την **εκτίμηση της επικινδυνότητας** στις περιοχές μελέτης στην Ισπανία και την Ιταλία. Τα υψηλά και πολύ υψηλά επίπεδα νιτρικών στα υπόγεια νερά στο Barrax και στην Albenga, αντίστοιχα, είναι πιθανό να οφείλονται στις έντονες γεωργικές δραστηριότητες και στην εντατική χρήση νιτρικών λιπασμάτων.
- Οι **χάρτες ευαισθησίας των υπόγειων νερών**, όπως αυτοί που προέκυψαν στο πλαίσιο του έργου, είναι χρήσιμοι για τους φορείς χάραξης πολιτικής για την εφαρμογή και τον ορισμό προτεραιοτήτων των πολιτικών που σχετίζονται με την προστασία και τη διαχείριση των υπόγειων νερών και ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονες γεωργικές δραστηριότητες (κυρίως σε θερμοκήπια).
- Η **AKZ** πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη όλες τις διεργασίες σε Ισπανία και Ιταλία. Οι κατηγορίες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων διαφέρουν για τις καλλιέργειες σε ανοιχτό πεδίο, ενώ για τις καλλιέργειες μαρουλιού σε θερμοκήπιο προέκυψαν παρόμοια αποτελέσματα και στις δύο πιλοτικές περιοχές.
- Με βάση 5 περιβαλλοντικούς δείκτες και 1 δείκτη ενέργειας, προσδιορίστηκαν οι δραστηριότητες/φάσεις που προκαλούν τις **υψηλότερες επιπτώσεις** στον κύκλο ζωής, όπως είναι η παραγωγή και η διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων, η χρήση κομπόστ στο έδαφος και οι καλλιεργητικές πρακτικές.