

ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΕΙΦΟΡΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Γεωργία διατήρησης, Αναγεννητική γεωργία, Γεωργία δέσμευσης άνθρακα

Αναγεννητική γεωργία, γεωργία διατήρησης, αειφορική γεωργία, γεωργία δέσμευσης άνθρακα είναι μια σειρά από έννοιες που χρησιμοποιούνται ενδρώς πρόσφατα για να υποδείξουν το μελλοντικό μοντέλο της βιώσιμης γεωργικής παραγωγής. Που στοχεύουν όμως όλες αυτές οι προσεγγίσεις και ποια είναι η κύρια επιδίωξη; Μήπως στο βασικό υπόβαθρο της γεωργικής παραγωγής, το έδαφος; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά εκείνα που ενδιαφέρουν και που εστιάζει η προσοχή τους. Μήπως το κοινό σημείο συνάντησης είναι η υγεία του εδάφους;

Δρ. Χ. ΚΑΒΑΛΑΡΗΣ

Μέλος ΕΔΙΠ

Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

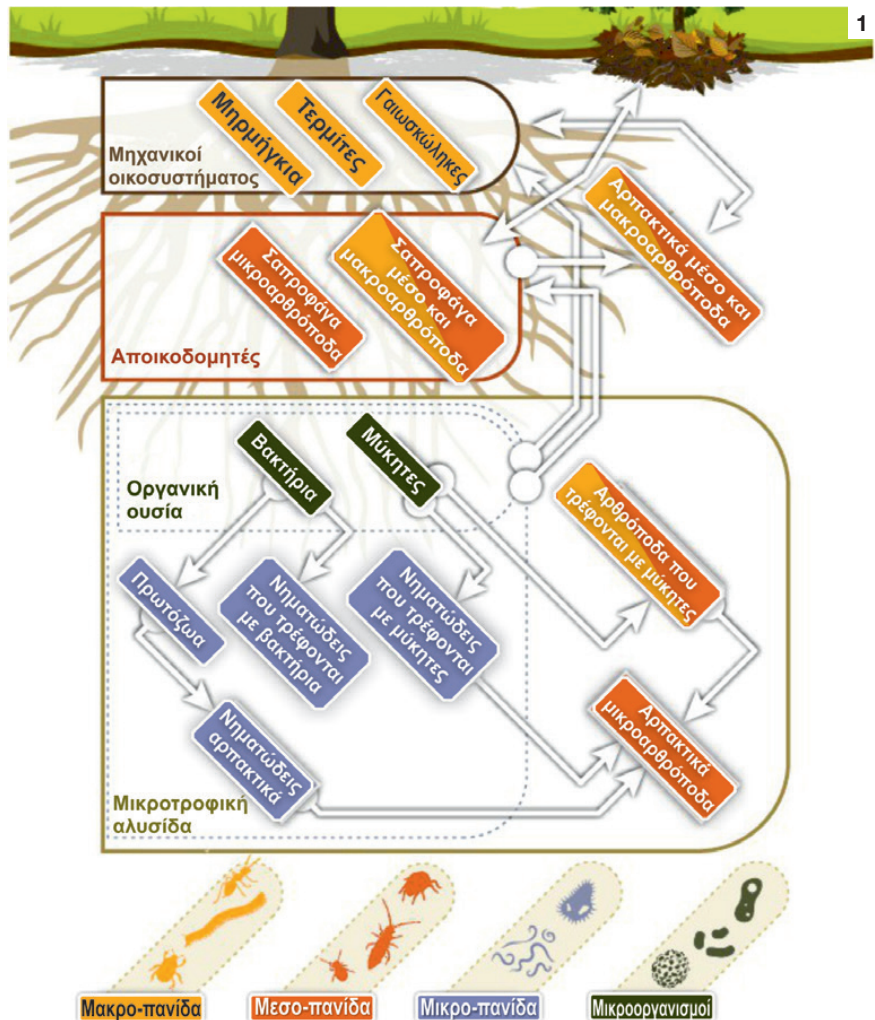


Υγεία του εδάφους. Μια βασική προϋπόθεση

Ας μιλήσουμε λίγο για την υγεία του εδάφους, πως ορίζεται αυτή και γιατί είναι σημαντική για ένα βιώσιμο μοντέλο γεωργικής παραγωγής. Πρώτα απ' όλα όμως θα πρέπει να ξεκαθαρίσουμε, τι θεωρούμε

έδαφος. Είναι απλά ένα σύμπλεγμα από άμμο, ιλύ και άργιλο, που περιλαμβάνει και κάποια ανόργανα και οργανικά συστατικά ή είναι κάτι πολύ περισσότερο;

Αν εξετάσουμε ένα γραμμάριο εδάφους θα διαπιστώσουμε ότι μέσα εκεί κρύβεται ένας ολόκληρος κόσμος. Μπορεί να εκπλαγούμε ανακαλύπτοντας ότι μέσα σε αυτή την ελάχιστη ποσότητα υπάρχουν χιλιάδες τάξεις ζωικών οργανισμών, περίπου ένα δισεκατομμύριο βακτηριακά κύτταρα και τουλάχιστον 200 μέτρα από υψές μυκήτων. Και μάλλον πρέπει να παραδεχτούμε ότι αυτό το 'αόρατο' τμήμα του ζωικού βασιλείου αποτελεί τη βάση της ζωής στον πλανήτη. Μέσα στο έδαφος συνενρίζεται ένα σύμπλοκο από μικρο, μέσο και μακροοργανισμούς που συμβιώνει αρμονικά αναλαμβάνοντας την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης, την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων και τη διατήρηση της δομικής σταθερότητας του εδάφους διαμορφώνοντας με το τρόπο αυτό, το απαραίτητο γόνιμο υπόβαθρο για την ανάπτυξη της φυτικής βλάστησης πάνω στη γη. Στη βάση της τροφικής πυραμίδας βρίσκο-



Εικ 1: Προσαρμογή από FAO

νται μικροοργανισμοί όπως βακτήρια και μύκητες που αναλαμβάνουν την αποσύνθεση της οργανικής ύλης, τη βασική πηγή της τροφής στο εδαφικό οικοσύστημα και οι άμεσοι θηρευτές τους (πρωτόζωα, νηματώδεις). Πολλοί από αυτούς τους μικροοργανισμούς αναπτύσσουν συμβιωτικές

σχέσεις με τα φυτά (πχ αζωτοβακτήρια, νηματώδεις). Πιο πάνω, μικρο-αρθρόποδα όπως ακάρεα και κολέμβολα τρέφονται με μικροοργανισμούς και παράλληλα, τεμαχίζουν την οργανική ύλη δημιουργώντας νέα υποστρώματα για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών ενώ δημιουργούν στοές



Εντατικοποίηση της γεωργίας

Επίδραση στο έδαφος

- Έντονη μηχανική διατάραξη και καταστροφή της δομής του εδάφους
- Διάβρωση του εδάφους
- Συμπίεση του εδάφους
- Αλατότητα / οξείδωση
- Ρύπανση από τη χρήση γεωργικών εισροών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα κλπ)
- Ρύπανση με οργανικά κατάλοιπα
- Διατάραξη των υδρολογικών, γεωχημικών και βιοχημικών κύκλων

Επίδραση στους μικροοργανισμούς

- Μείωση της βιοποικιλότητας
- Μικρότερες και λιγότερο σύνθετες τροφικές αλυσίδες
- Μείωση του διαθέσιμου πορώδους για τους μικροοργανισμούς
- Οξεία και χρόνια τοξικότητα
- Αθροιστικές επιπτώσεις στους ανώτερους οργανισμούς
- Χρειάζονται δεκαετίες για την ανάκαμψη των εδαφικών βιοκοινοτήτων

που βοηθούν στη διακίνηση του οξυγόνου. Στην κορυφή της τροφικής πυραμίδας του εδάφους βρίσκονται ανώτερα αρθρόποδα, και γαιοσκώληκες που χαρακτηρίζονται ως οι «μηχανικοί» του εδάφους. Οι οργανισμοί αυτοί τροποποιούν τη δομή των εδαφών δημιουργώντας στοές που βοηθούν στη διακίνηση του αέρα και του νερού και συμμετέχουν στην ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων (Εικ. 1).

Το παραπάνω οικοσύστημα και η βιοποικιλότητα αυτού αποτελεί βασική ένδειξη αλλά και προϋπόθεση για την υγεία των εδαφών. Από τι κινδυνεύει όμως σήμερα αυτή η υγεία;

Ασφαλώς από την αλλαγή χρήσης γης και την εντατικοποίηση της γεωργικής παραγωγικής διαδικασίας. Μια εντατικοποίηση που επιδρά άμεσα στο έδαφος και κατ'επέκταση, στους οργανισμούς που ζουν σε αυτό. Η έντονη διατάραξη του εδάφους με τις συνεχείς και βαθιές κατεργασίες έχει συντελέσει στη καταστροφή της φυσικής δομής των εδαφών, μέσα από την αποδόμηση των εδαφικών συσσωματωμάτων που σημαίνει απουσία προστατευμένου περιβάλλοντος για την διατήρηση της οργανικής ύλης και την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Η διακοπή της συνέχειας και συνάφειας των εδαφικών πόρων οδηγεί σε περιορισμό του αερισμού του εδάφους και μείωση της ικανότητας απορρόφησης και διήθησης του νερού. Φαινόμενα όπως η συμπίεση των εδαφών που σχετίζονται άμεσα με τις άνωθεν διαδικασίες ευθύνονται ευρέως για τη μείωση της παραγωγικότητας των χωραφιών. Η διάβρωση δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένα φυσικό επακόλουθο της προαναφερθείσας υποβάθμισης. Αλα-

τότητα από τη χρήση υφάλμυρων υδάτων για την άρδευση, οξείδωση από την χρήση ακατάλληλων ανόργανων λιπασμάτων ή την υπερβολική χρήση οργανικών λιπασμάτων, ρύπανση από την αλόγιστη χρήση των γεωργικών εισροών και διατάραξη των υδρολογικών, γεωχημικών και βιοχημικών κύκλων αποτελούν μερικές από τις κοινές αρνητικές επιπτώσεις της εντατικοποίησης της γεωργίας. Και φυσικά, όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στα οικοσυστήματα των εδαφών. Μείωση της βιοποικιλότητας, μικρότερες και λιγότερο σύνθετες τροφικές αλυσίδες, οξείες και χρόνιες τοξικότητες με αθροιστικές επιπτώσεις στους ανώτερους οργανισμούς είναι μερικές από τις άμεσες συνέπειες οι οποίες συχνά χρειάζονται δεκαετίες για να αποκατασταθούν πλήρως. Η κλιματική αλλαγή δυστυχώς έχει επιτείνει πολλές από τις παραπάνω διεργασίες και πλέον, δεν υπάρχει χρόνος για χάσιμο.

Το άρτρο, το πλέον παραδοσιακό εργαλείο κατεργασίας ευθύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό για τις ζημιές που προαναφέρθηκαν. Στην ουσία, αυτό που καταφέρνουμε αναμοχλεύοντας και ανα-

στρέφοντας διαρκώς το έδαφος, είναι να καταστρέφουμε το φυσικό περιβάλλον που διαβιώνει και αναπτύσσονται οι οργανισμοί. Με απλά λόγια, κατεδαφίζουμε το κόσμο τους. Έπειτα από μερικές δεκαετίες συνεχούς εντατικής καλλιέργειας, είναι βέβαιο ότι δεν θα έχει απομείνει σχεδόν τίποτα από την αρχική βιοποικιλότητα. Γι'αυτό και τα εδάφη μας είναι χαμηλά σε οργανική ουσία, γι'αυτό και εξαρτιόμαστε όλο και περισσότερο από εξωτερικές εισροές για να διατηρήσουμε τη παραγωγικότητα της γης. Και βέβαια, όλο αυτό έχει ένα τεράστιο αντίκτυπο που αποτιμάται στην υγεία του ανθρώπου, στο περιβάλλον, στο κλίμα, στην παραγωγή τροφίμων και πολλά ακόμα. Ερευνητές του Penn State University για παράδειγμα, ανακάλυψαν πρόσφατα, και για πρώτη φορά, τη σχέση της υγείας του εδάφους με την υγεία του ανθρώπου. Το αμινοξύ εργοθειονίνη που παράγεται από κυανοβακτήρια και μυκοβακτήρια του εδάφους ανιχνεύτηκε σε σπόρους δημητριακών. Το αμινοξύ προσλαμβάνεται από τις ρίζες των φυτών όταν συμβιώνουν με τα βακτήρια. Ο άνθρωπος το προσλαμβάνει με τη τροφή. Η εργοθειονίνη έχει αποδει-



Εικ 2: Γεωργία διατήρησης.

χθεί ότι εμφανίζει ισχυρές αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και μπορεί να προλαμβάνει χρόνιες ασθένειες του γήρατος βοηθώντας με αυτό τον τρόπο στην μακροζωία του ανθρώπου. Μόνο όμως τα υγιή εδάφη, που διατηρούν μια υψηλή βιοποικιλότητα μπορούν να εξασφαλίσουν αντίστοιχες ωφέλειες.

Εν κατακλείδι, παραγωγικά εδάφη σημαίνει υγιή εδάφη και υγιή είναι μόνο τα εδάφη που έχουν μέσα τους ζωή.

Γεωργία Διατήρησης

Ποια είναι όμως τα συστήματα που εξασφαλίζουν υγιή εδάφη με στόχο τη διατήρηση μιας υψηλής παραγωγικότητας; Η Γεωργία Διατήρησης (Conservation Agriculture) αποτελεί το κυριότερο από αυτά. Αυτή περιλαμβάνει τρία πράγματα: 1) την ελάχιστη ως και μηδενική μηχανική διατάραξη του εδάφους, 2) την ενίσχυση της φυτοποικιλότητας μέσω της υιοθέτησης αμειψισπορών, συγκαλλιέργειών κλπ και 3) την εξασφάλιση μόνιμης εδαφοκάλυψης μέσω της διατήρησης των φυτικών υπολειμμάτων και της εφαρμογής καλλιιεργειών φυτοκάλυψης. Προσοχή όμως. Μόνον όμως όταν εφαρμόσουμε και τα τρία ταυτόχρονα θα καταφέρουμε να εξασφαλίσουμε ένα περιβάλλον που θα επιτρέψει την ανάκαμψη των ζωικών οργανισμών και την ανάκτηση της υγείας στο έδαφος. Και ευτυχώς σήμερα, η δυνατότητα για απευθείας σπορά (no-till planting) ακόμα και στις πιο αντίξοες συνθήκες αποτελεί ένα βασικό τεχνολογικό επίτευγμα της εποχής. Σε συνδυασμό με κατάλληλα μείγματα σπόρων για καλλιέργειες φυτοκάλυψης και με τη χρήση αμειψισπορών που βοηθούν στη καταπολέμηση ζιζανίων και εχθρών, μπορούμε να επιτύχουμε ένα πολύ καλό αποτέλεσμα και μάλιστα σε σύντομο χρονικό διάστημα, βελτιώνοντας έτσι σε σημαντικό βαθμό τη γονιμότητα του εδάφους.

Η Γεωργία Διατήρησης προσφέρει μια σειρά από απaráμιλλα οφέλη στο έδαφος, στο περιβάλλον αλλά και στους ίδιους τους παραγωγούς που κυριολεκτικά είναι ανεκτίμητα. Περιορισμός της διάβρωσης - Μείωση της συμπίεσης - Αύξηση της γονιμότητας - Βελτίωση της στράγγισης και του αερισμού - Εξοικονόμηση εδαφικής υγρασίας - Αύξηση της βιοποικιλότητας - Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου - Δέσμευση του CO₂ από την ατμόσφαιρα στο έδαφος με τη μορφή οργανικής ύλης - Συμβολή στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής - Περιορισμός της ρύπανσης των υδάτων - Περιορισμός των επιπτώσεων από ραγδαία καιρικά φαινόμενα - Βελτίωση των αποδόσεων των καλλιιεργειών - Δραστική μείωση του κόστους παραγωγής με περιορισμό της κατανάλωσης καυσίμου, περιορισμό της εργασίας, μείωση των εισροών σε αγροεφόδια - μείωση των αποσβέσεων του γεωργικού εξοπλισμού - Έγκαιρη εκτέλεση των εργασιών στο χωράφι - Υψηλότερο και σταθερότερο εισόδημα για τον παραγωγό είναι μερικά από αυτά που θα μπορούσαμε να απαριθμήσουμε (Εικ. 2).

Αναγεννητική γεωργία

Ο όρος Αναγεννητική Γεωργία (Regenerative Agriculture) προέκυψε σχετικά πρόσφατα. Ενώ ο όρος Conservation Agriculture (Γεωργία διατήρησης) χρησιμοποιείται για πάνω από 50 έτη, ο όρος Regenerative Agriculture προσμετρά μετά βίας δέκα. Στην ουσία, πριν από πενήντα έτη βλέπαμε την επερχόμενη υποβάθμιση των εδαφών και μιλούσαμε για την ανάγκη της διατήρησής τους. Σήμερα όμως δυστυχώς η ζημιά έχει γίνει. Η ανθρωπότητα δεν επέδειξε τα απαραίτητα αντανακλαστικά και πλέον αντί να μιλάμε για την ανάγκη της διατήρησης των εδαφών μιλάμε για την ανάγκη της αναγέννησής τους. Η έννοια της Αναγεννητικής Γεωργίας επομένως

περιλαμβάνει στον πυρήνα της τις τρεις βασικές αρχές της Γεωργίας Διατήρησης, ήτοι ελάχιστη διατάραξη, μόνιμη εδαφοκάλυψη και αμειψισπορές, συν μια σειρά από πρόσθετα εργαλεία και πρακτικές που προσφέρουν οι σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις όπως η χρήση εδαφοβελτιωτικών (compost, biochar, βιολιπασμάτων και βιοδιεργετών), η υιοθέτηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας και της ευφυούς γεωργίας, η μείωση της εξάρτησης από αγροχημικά κ.α. Όλα αυτά συντελούν στην επιτάχυνση της διαδικασίας επαναφοράς των εδαφών στην φυσική τους βιο-ικανότητα και παραγωγικότητα.

Γεωργία δέσμευσης άνθρακα

Η ανθρακοδεσμευτική γεωργία (Carbon Farming) είναι ένας ακόμη νεοεισαχθείς όρος που περιγράφει μια εξειδίκευση των αειφόρων καλλιιεργητικών πρακτικών στη διαχείριση των ροών του άνθρακα μεταξύ της γεώσφαιρας και της ατμόσφαιρας με σκοπό τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Τρεις είναι οι κύριες στρατηγικές της γεωργίας δέσμευσης άνθρακα 1) Η δέσμευση άνθρακα από την ατμόσφαιρα σε οργανικές μορφές στο έδαφος και σε μορφή βιομάζας σε πολυετείς φυτικούς ιστούς, 2) η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω της εξοικονόμησης εισροών στη γεωργική παραγωγή και 3) η αποτροπή της διαφυγής τους άνθρακα που έχει δεσμευτεί στο έδαφος και στους φυτικούς ιστούς ξανά στην ατμόσφαιρα.

Ο γεωργικός τομέας ευθύνεται περίπου για το 13% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα όμως με μια πρόσφατη μελέτη, η γεωργία μπορεί να μειώσει τις εκπομπές της κατά 26-114% που σημαίνει ότι στην καλύτερη περίπτωση, δύναται όχι μόνο να τις εκμηδενίσει, αλλά και να αντισταθμίσει τμήμα από τις εκπομπές από άλλους τομείς. Αυτό το πετυχαίνει μέσα από την μοναδική ικανότητα που έχουν τα φυτά να αφομοιώνουν το CO₂ του αέρα και στη συνέχεια, με την εφαρμογή των κατάλληλων πρακτικών, να αποφεύγεται η έκκλησή του ξανά πίσω στην ατμόσφαιρα. Η Γεωργία Διατήρησης με την ελάχιστη διατάραξη του εδάφους μέσω του no-till βρίσκεται και πάλι στο πυρήνα του συστήματος του carbon farming. Όταν ο άνθρακας που αφομοιώνεται από τα φυτά, καταλήγει στο έδαφος υπό την μορφή οργανικής ύλης, και όταν το έδαφος προστατεύει αυτή την οργανική ύλη, τότε εξυπηρετούνται τόσο οι κλιματικοί σκοποί όσο και η γονιμότητα των εδαφών. Εν τέλει, η αυξημένη παρουσία του άνθρακα στο έδαφος μέσω της αυξημένης οργανικής ουσίας μεταφράζεται σε μια αυξημένη δραστηριότητα των εδαφικών οργανισμών και επομένως σε μια καλύτερη υγεία για τον αγρό, το περιβάλλον και τον άνθρωπο. ■