

*Ενότητα 1 – Αγροδασοπονία για τα πολυλειτουργικά συστήματα ελιάς*  
*Μάθημα 2 - Αγροδασικά Συστήματα στην Εδαφοδιαχείριση Ελαιώνων*  
**Κεφάλαιο 1 - Καλλιέργειες για κάλυψη και**  
**πράσινη λίπανση στους ελαιώνες**

*Dr. Abdel Kader El Hajj*

*Lebanese Agricultural Research Institute (LARI)*



# Περιεχόμενα



- Ορισμός καλλιέργειας κάλυψης
- Ορισμός πράσινης λίπανσης
- Ο ρόλος των καλλιεργειών κάλυψης
- Οφέλη των καλλιεργειών κάλυψης
- Αρχές πρακτικών καλλιεργειών κάλυψης/πράσινης λίπανσης
- Επιλογή καλλιεργειών για την καλλιέργεια κάλυψης/πράσινη λίπανση
- Περιορισμοί καλλιέργειας κάλυψης/υιοθέτηση πράσινης λίπανσης
- Οργανική ουσία του εδάφους
  - Πηγές οργανικής ουσίας του εδάφους
  - Η διαδικασία της αποσύνθεσης
  - Λειτουργίες της οργανικής ουσίας του εδάφους
  - Παράγοντες που επηρεάζουν τη συσσώρευση
  - Διαχείριση της οργανικής ουσίας του εδάφους

- Δέσμευση Αζώτου
  - Τύποι δέσμευσης αζώτου
  - Βιολογική δέσμευση αζώτου από όσπρια
  - Παράγοντες που επηρεάζουν τη δέσμευση του αζώτου
  - Η μοίρα του αζώτου καθορίζεται μέσω της δέσμευσης αζώτου
  - Διαχείριση της δέσμευσης αζώτου
- Έκπλυση θρεπτικών ουσιών
  - Αιτίες έκπλυσης θρεπτικών ουσιών
  - Ορυκτά στοιχεία
  - Πρόσληψη θρεπτικών ουσιών
  - Κύκλος άνθρακα
  - Κύκλος N
  - Κύκλος P
  - Κύκλος K
- Διατήρηση του εδάφους
- Διατήρηση νερού



## Ορισμός καλλιέργειας κάλυψης

Η καλλιέργεια κάλυψης είναι μια βιώσιμη γεωργική πρακτική που αποσκοπεί πρωτίτως στη μείωση της διάβρωσης του εδάφους και στη βελτίωση της γονιμότητας και της ποιότητας του εδάφους, επιπλέον των πρόσθετων οφελών. Οι καλλιέργειες διακόπτουν τους κύκλους των ζιζανίων, βοηθούν στον έλεγχο παρασίτων και ασθενειών, και μπορούν να προσφέρουν μια πρόσθετη παραγωγική καλλιέργεια (Clark, 2007).



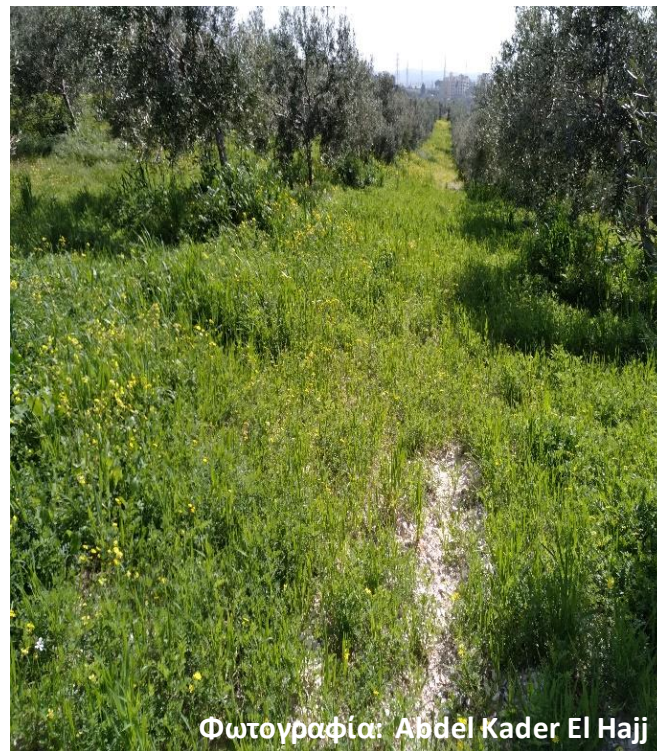
Φωτογραφία: Abdel Kader El Hajj



LIVINGAGRO

## Ορισμός πράσινης λίπανσης

- Η πράσινη λίπανση είναι καλλιέργεια που σπέρνεται με συγκεκριμένο σκοπό προκειμένου να ενσωματωθεί στο έδαφος σε ανώριμο στάδιο (Niemsdorff and Kristiansen, 2006)
- Η πράσινη λίπανση εφαρμόζεται εντός των ελαιωνων με σκοπό τη βελτίωση της δομής του εδάφους και την αύξηση της γονιμότητας του εδάφους. Συνήθως τα φυτά της πράσινης καλλιέργειας οργώνονται στο έδαφος όσο είναι πράσινα ή λίγο μετά την ανθοφορία
- Τα νεαρά φυτά που ενσωματώνονται στο έδαφος αποσυντίθενται γρήγορα και απελευθερώνουν μέταλλα που θα ήταν άμεσα διαθέσιμα για την κύρια καλλιέργεια



Φωτογραφία: Abdel Kader El Hajj



## Ο ρόλος των καλλιεργειών κάλυψης

- Ο ρόλος των καλλιεργειών κάλυψης στα αγροδοσικά συστήματα είναι να διαχειριστούν τα εξής:
  - Διάβρωση
  - Γονιμότητα του εδάφους
  - Ζιζάνια
  - Παράσιτα και ασθένειες
  - Βιοποικιλότητα
- Με τη διαχείριση αυτών των παραγόντων, η καλλιέργεια κάλυψης μπορεί να βελτιώσει άμεσα τη βιωσιμότητα του αγροδοσικού συστήματος και έμμεσα το γειτονικό οικοσύστημα



## Οφέλη των καλλιέργειων κάλυψης

- Οι καλλιέργειες κάλυψης προσθέτουν περισσότερη οργανική ουσία (ΟΟ) και περισσότερο άζωτο (N) στο έδαφος
  - Η αποσύνθεση της βιομάζας της καλλιέργειας κάλυψης συνεισφέρει περισσότερη ΟΟ στο έδαφος
  - Η λαμβανόμενη ΟΟ προσθέτει σημαντική ποσότητα N στο έδαφος
  - Η καλυπτική καλλιέργεια προμηθεύει N και άλλα θρεπτικά συστατικά για τη γειτονική καλλιέργεια (π.χ. για την ελιά)
  - Η προσθήκη ΟΟ και N στο έδαφος μειώνει τη χρήση χημικών λιπασμάτων, και το κόστος μεταφοράς, καθώς αυτό το φυσικό λίπασμα παρασκευάζεται απευθείας στο έδαφος
- Οι καλλιέργειες κάλυψης βελτιώνουν τη δομή και τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους:
  - Ο χούμος, ένα τελικό προϊόν της υποβαθμισμένης βιομάζας των καλλιεργειών κάλυψης, δρα ως κολλοειδές του εδάφους που με τη σειρά του βελτιώνει τη δομή του εδάφους και τις φυσικές του ιδιότητες όπως η κατακράτηση νερού, η ανταλλαγή αερίων, η διείδυση στο έδαφος και η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC).



## Οφέλη των καλλιέργειων κάλυψης

- Οι καλλιέργειες κάλυψης βοηθούν στην καταστολή των ζιζανίων
  - Η επιλεγμένη καλλιέργεια αναστέλλει τη βλάστηση και την ανάπτυξη των ζιζανίων, περιορίζοντας το φως και τροποποιώντας τη θερμοκρασία και την υγρασία στην επιφάνεια του εδάφους
  - Η άροση του εδάφους ή η ενσωμάτωση της καλλιέργειας κάλυψης όχι μόνο απελευθερώνει τα συσσωρευμένα μέταλλα, αλλά εξαλείφει και τα ζιζάνια
  - Το σάπια φύλλα που παραμένουν στην επιφάνεια του εδάφους από την πράσινη λίπανση μπορεί επίσης να καταστείλουν τα ζιζάνια
  - Επίσης, ορισμένες καλλιέργειες κάλυψης (πχ γλυκό τριφύλλι, τριχωτός βίκος, φθινοπωρινή σίκαλη) είναι αλλοπαθητικές, περιέχουν ή εκκρίνουν ενώσεις που μπορούν να αναστείλουν τη βλάστηση άλλων φυτών (πχ το *Melilotus officinalis* με υψηλά επίπεδα κουμαρίνης είναι αλλοπαθητικό)
  - Ωστόσο, πρέπει να επιλεγεί μια ανταγωνιστική καλλιέργεια, όπως το *Melilotus officinalis* και η *Vicia villosa*:
    - Η ζωηρή, ταχέως αναπτυσσόμενη καλλιέργεια κάλυψης ανταγωνίζεται έντονα με τα ζιζάνια για χώρο, φως, θρεπτικά συστατικά και υγρασία
    - Η φύτευση ενός γρασιδιού σε συνδυασμό με ένα όσπριο ή άλλη καλλιέργεια πλατύφυλλων είναι συχνά πιο επιτυχημένη από το να καλλιεργούνται μόνα τους



## Οφέλη των καλλιέργειων κάλυψης

- Οι καλλιέργειες κάλυψης μειώνουν τα προβλήματα παρασίτων και ασθενειών
  - Οι καλλιέργειες κάλυψης παρέχουν ενδιαίτημα για κάποια παράσιτα
  - Η ποσότητα του άνθρακα που είναι έτοιμος για χρήση που προστίθεται στο έδαφος σε μορφή οργανικών τροποποιήσεων (νωπό/αποξηραμένο φυτικό υλικό) διεγείρει τη γενική μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους. Τέτοιες βελτιώσεις στη μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους έχουν συνδεθεί με την μείωση παθογόνων παραγόντων που μεταδίδονται στο έδαφος, πχ *Verticillium dahliae*
  - Καλλιέργειες κάλυψης της οικογένειας Brassica (Canola, ελαιοκράμβη, μπρόκολο, λάχανο, kale, ρόκα, κουνουπίδι, λαχανάκια Βρυξελλών, γογγύλι, ραπανάκι, μουστάρδα κ.λπ.) και άλλες καλλιέργειες (σόργο, χόρτο του Σουδάν) έχουν δυνατότητα βιοκαπνισμού, που αναφέρεται σε καταστολή παθογόνων με την απελευθέρωση πτητικών τοξικών μεταβολικών παραπροϊόντων (ισοθειοκυανικά για τα brassica, υδροκυάνιο για το σόργο)
  - Αυτές οι καλλιέργειες χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο νηματωδών (νηματοκτόνο) και μιας ποικιλία παθογόνων φυτών, όπως *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Aphanomyces* και *Macrophomina*.





## Οφέλη των καλλιέργειων κάλυψης

- Η καλλιέργεια κάλυψης μειώνει την απορροή και τη διάβρωση καθώς παρέχει κάλυψη εδάφους για την αποφυγή ζημιών στη δομή του εδάφους (σε περίπτωση έντονων βροχοπτώσεων)
- Η καλυπτική καλλιέργεια ενισχύει τη βιολογία του εδάφους καθώς αυξάνει τη μικροβιακή βιομάζα, τις μικροβιακές ενζυματικές δραστηριότητες και τη σχετική αφθονία μικροβιακών ταξινομήσεων
- Η καλλιέργεια κάλυψης εμπλουτίζει τη βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος (ενδιαίτημα για ωφέλιμους οργανισμούς)
- Η καλλιέργεια κάλυψης αποτρέπει την έκπλυση των διαλυτών θρεπτικών ουσιών από το έδαφος



## Αρχές πρακτικών καλλιεργειών κάλυψης/πράσινης λίπανσης

- Πρέπει να είναι καλά προσαρμοσμένες στις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες
- Οι σπόροι πρέπει να είναι φθνοί και άμεσα διαθέσιμοι
- Οι καλλιέργειες κάλυψης πρέπει να εγκαθίστανται εύκολα και με υψηλή παραγωγή βιομάζας
- Πρέπει να έχουν γρήγορη βλάστηση και ανάπτυξη
- Πρέπει να απαιτούν ελάχιστη διαχείριση κατά την ανάπτυξη
- Τα φυτά θα πρέπει να είναι ανταγωνιστικά με τα ζιζάνια
- Πρέπει να έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται σε έδαφος φτωχό σε θρεπτικά συστατικά
- Πρέπει να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά το νερό
- Πρέπει να ενσωματώνονται εύκολα



# Επιλογή καλλιεργειών για την καλλιέργεια κάλυψης/πράσινη λίπανση



- Η επιλογή μιας καλλιέργειας ως χλωρή λίπανση εξαρτάται κυρίως από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Η φύτευση το φθινόπωρο/χειμώνα είναι καταλληλότερη για την ημίξηρη λεκάνη της Μεσογείου, ιδιαίτερα στους ξηρικούς ελαιώνες.
- Ψυχανθή (τριφύλλι, αλφάφα, βίκος, φασόλια, φακές, αρακάς)
  - Τα ψυχανθή έχουν αναπτύξει έναν μηχανισμό για τη σταθεροποίηση του ατμοσφαιρικού N με τη βοήθεια μικροοργανισμών που ζουν στις ρίζες τους. Ενσωματώνονται στο έδαφος όταν φτάσουν σε ένα συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης. Το συνοδό δέντρο θα επωφεληθεί από το N και άλλα μέταλλα όπως το P που απελευθερώνεται κατά την ανοργανοποίηση των υπολειμμάτων των ψυχανθών.
  - Το τριφύλλι (clover) είναι η πιο ευρέως καλλιεργούμενη καλλιέργεια κάλυψης για την ενίσχυση της γονιμότητας
  - Η λουκέρνη/αλφάφα είναι μακρόβιο πολυετές φυτό με βαθιές ρίζες, ιδανικά κατάλληλο για ξηρό κλίμα. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στο *Verticillium* και μπορεί να υποφέρει από σήψη τριφυλλιού και την ασθένεια crown wart
  - Το τρίφυλλο (trefoil) είναι ετήσιο ή διετές όσπριο με καλές αποδόσεις που αναπτύσσεται καλά σε ρηγά ασβεστούχα εδάφη
  - Το λούπινο είναι μια παραδοσιακή πράσινη λίπανση για εύκρατα κλίματα, καλά προσαρμοσμένη σε αμμώδη εδάφη. Το άγριο λούπινο περιέχει τοξικά αλκαλοειδή στο φύλλωμα και τους σπόρους τους
  - Ο κοινός βίκος διατίθεται σε χειμερινές και ανοιξιάτικες ποικιλίες. Ανακατεύεται καλά με δημητριακά. Ο βίκος μπορεί να απελευθερώσει μεγάλες ποσότητες διαθέσιμου N στην επόμενη καλλιέργεια



## Επιλογή καλλιεργειών για την καλλιέργεια κάλυψης/πράσινη λίπανση

- Μη ψυχανθή (κριθάρι, βρώμη, σιτάρι, γογγύλι, μουστάρδα)
  - Τα μη ψυχανθή δεν σταθεροποιούν το N, αλλά μπορούν να παρέχουν χρήσιμες ποσότητες ΟΟ και να διατηρούν θρεπτικά συστατικά που διαφορετικά θα μπορούσαν να εκπλυθούν
  - Πολλά ετήσια φυτά, όπως το γρασίδι και τα σταυρανθή, έχουν επίσης δοκιμαστεί ως καλλιέργειες κάλυψης με διαφορετικούς στόχους
  - Μερικά είδη μη ψυχανθή, ειδικά οι καλλιέργειες *Brassica*, έχουν τη δυνατότητα βιοκαπνισμού. Ο βιοκαπνισμός είναι η καταστολή των παρασίτων και των παθογόνων που προέρχονται από το έδαφος από βιοκτόνες ενώσεις που απελευθερώνονται από καλλιέργειες
  - Η χρήση του *Sinapis alba* ως πράσινη λίπανση ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική στη μείωση της συχνότητας εμφάνισης *Verticillium dahliae* στην ελιά (*Olea europaea* L.) (Alcántara et al., 2017)



SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



National Institute for Research in Food Safety



National Institute for Research in Food Safety



CIHEAM MEDITERRANEA



ATM CONSULTING sas



## Επιλογή καλλιεργειών για την καλλιέργεια κάλυψης/πράσινη λίπανση



- Μη ψυχανθή (κριθάρι, βρώμη, σιτάρι, γογγύλι, μουστάρδα)
  - Η σίκαλη (*Secale cereale*) είναι η πιο δυναμικά αναπτυσσόμενη χλωρή λίπανση για το χειμώνα
  - Η βρώμη (*Avena sativa*) ή το κριθάρι (*Hordeum vulgare*) μπορούν να καλλιεργηθούν ως εναλλακτικά της σίκαλης
  - Η δακτυλίδα (*Dactylis glomerata*) παράγει μεγάλη ποσότητα ριζικής μάζας που είναι ευεργετική για την περιεκτικότητα σε ΟΟ του εδάφους και τη δομή του εδάφους.
  - Η μουστάρδα (*Sinapis alba*) μεγαλώνει πολύ γρήγορα. Έχει πολύ ρηχές ρίζες. Επιβιώνει σε κρύους χειμώνες.
  - Έχει υψηλή περιεκτικότητα σε γλυκοσινιλικό που υπό τις κατάλληλες συνθήκες μπορεί να έχει βιοκτόνες ιδιότητες έναντι παρασίτων, ζιζανίων και ασθενειών
  - Τα γογγύλια (*Brassica rapa*), ελαιοκράμβη (*Brassica napus*), κτηνοτροφικό ραπανάκι (*Raphanus sativus*) φυτεύονται για χειμερινή βοσκή (συνήθως για πρόβατα) και για σκοπούς χλωρής λίπανσης
  - Το φαγόπυρο (*Fagopyrum esculentum*) έχει σύντομο κύκλο ανάπτυξης (2-3 μήνες) με πλατύφυλλη ετήσια καλλιέργεια. Έχει κακή απόδοση σε βαριά εδάφη. Πιστεύεται ότι είναι αποτελεσματικό στον καθαρισμό του εδάφους για το φώσφορο. Αυτή η καλλιέργεια μπορεί να καλλιεργηθεί ως ελκυστική για ωφέλιμα έντομα.



## Επιλογή καλλιεργειών για την καλλιέργεια κάλυψης/πράσινη λίπανση

- Μείγματα

- Η σπορά μείγματος ψυχανθών και μη ψυχανθών είναι συχνά επιθυμητή για να συνδυάζονται τα οφέλη του καθενός:
  - Τα ψυχανθή έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε N ενώ τα μη ψυχανθή έχουν επαρκή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες
  - Τα ψυχανθή θα ωφεληθούν από τη φυσική υποστήριξη των μη ψυχανθών
  - Το δεσμευμένο N από τα ψυχανθή μπορεί να ωφελήσει τα μη ψυχανθή
  - Η μείωση του N θα μειωθεί ακόμα περισσότερο εάν αναμειχθούν διαφορετικά είδη φυτών με διάφορους ρυθμούς αποσύνθεσης. Αντί να χρησιμοποιήσουν τα αποθέματα N του εδάφους, τα βακτήρια-αποσυνθέτες θα χρησιμοποιήσουν το N και τους υδατάνθρακες που απελευθερώνονται από τα ψυχανθή και μη ψυχανθή για την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή τους
- Παραδείγματα μειγμάτων
  - Κόκκινο τριφύλλι/σίκαλη
  - Βρόμη/μπιζέλια/βίκος
  - Κριθάρι/βίκος



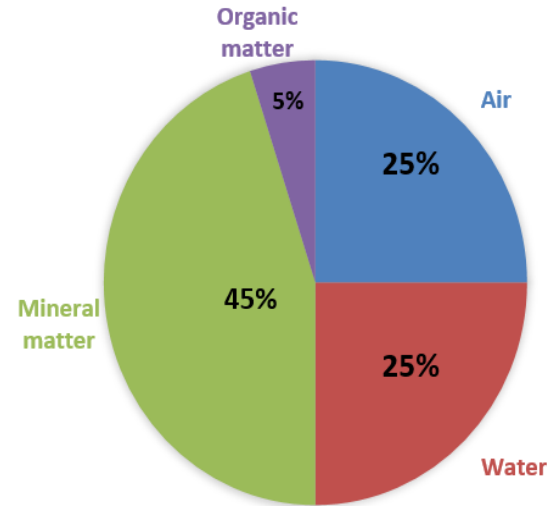
## Περιορισμοί καλλιέργειας κάλυψης/υιοθέτηση πράσινης λίπανσης

- Οι αγρότες προτιμούν να χρησιμοποιούν το χώρο στα χωράφια τους με καλλιέργειες που τους αποδίδουν άμεσα χρήματα παρά να καλλιεργούν καλλιέργειες ως χλωρή λίπανση
- Η υιοθέτηση της πράσινης λίπανσης περιπλέκεται από το γεγονός ότι η εφαρμογή της είναι ένα μακροπρόθεσμο σύστημα. Χρειάζονται αρκετές καλλιεργητικές περιόδους για να φανούν τα αποτελέσματα, ειδικά στα πολύ φτωχά εδάφη
- Είναι απαραίτητο να οργωθεί το έδαφος για σπορά εποχή που οποία μπορεί να συμπίπτει με περίοδο υψηλού κινδύνου διάβρωσης του εδάφους, και μια δεύτερη άροση για την ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων στο έδαφος, η οποία μπορεί επίσης να βλάψει το ριζικό σύστημα



## Οργανική ουσία του εδάφους (SOM)

- Η οργανική ουσία (ΟΟ) είναι οποιοδήποτε υλικό που παράγεται αρχικά από ζωντανούς οργανισμούς (φυτικό ή ζωικό) το οποίο επιστρέφει στο έδαφος και περνά από τη διαδικασία αποσύνθεσης (Alexandra Bot and José Benites, 2005)
- Η ΟΟ αποτελείται από φυτικά ή ζωικά υπολείμματα σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης
- Η ΟΟ αποτελεί περίπου 3-6% στα περισσότερα γεωργικά εδάφη
- Η ΟΟ συνήθως αποτελείται από 50% άνθρακα, 5% άζωτο, 0,5% φώσφορο, 0,5% θείο, 39% οξυγόνο και 5% υδρογόνο, αλλά αυτές οι τιμές μπορεί να διαφέρουν από έδαφος σε έδαφος







## Πηγές οργανικής ουσίας του εδάφους

- Υπολείμματα καλλιέργειας
- Ζωική κοπριά
- Κομπόστ
- Νεκροί μικροοργανισμοί, έντομα και γαιοσκώληκες
- Παλιές ρίζες φυτών



SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Ελληνική Γεωργική Εταιρεία Έρευνας



L.A.R.



CIHEAM MEDITERRANEA



ATM CONSULTING



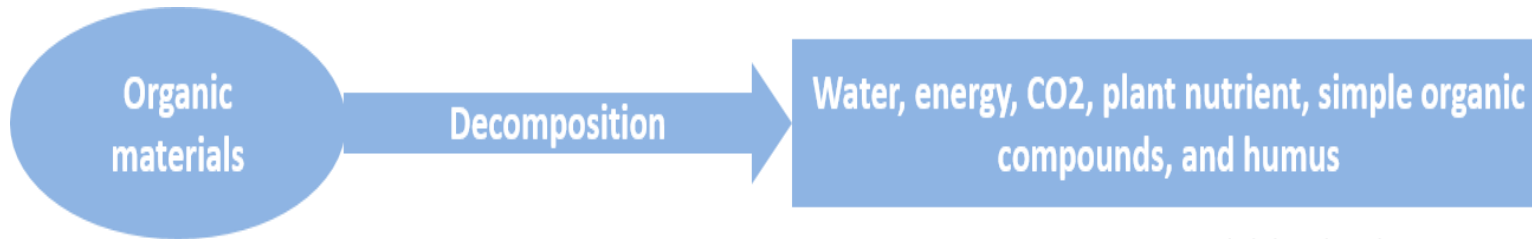
## Πηγές οργανικής ουσίας του εδάφους

- Αυτές οι πηγές περιέχουν τα ακόλουθα οργανικά μόρια που αποσυντίθενται με ποικίλους ρυθμούς:
  - Μη χουμικές ουσίες. Προσβάλλονται εύκολα από μικροοργανισμούς και αποικοδομούνται με ποικίλους ρυθμούς:
    - Τα σάκχαρα, το άμυλο και οι πρωτεΐνες έχουν ταχεία αποσύνθεση
    - Η κυτταρίνη, τα λίπη, τα κεριά και οι ρητίνες έχουν αργή αποσύνθεση
    - Η λιγνίνη έχει πολύ αργή αποσύνθεση
  - Χουμικές ουσίες. Είναι σχετικά ανθεκτικές στη μικροβιακή προσβολή:
    - Το φουλβικό οξύ, ανοιχτού χρώματος, είναι διαλυτό τόσο σε οξύ όσο και σε αλκάλια και είναι πιο ευαίσθητο σε μικροβιακή προσβολή (15-50 ετών)
    - Το χουμικό οξύ είναι διαλυτό σε αλκάλια αλλά αδιάλυτο σε οξύ και έχει μέση ευαισθησία σε αποικοδόμηση από μικρόβια (100+ χρόνια)
    - Η χούμινη, σκούρου χρώματος, είναι αδιάλυτη τόσο σε οξύ όσο και σε αλκάλια και είναι πιο ανθεκτική στη μικροβιακή προσβολή



## Η διαδικασία της αποσύνθεσης

- «Η αποσύνθεση είναι μια βιολογική διαδικασία που περιλαμβάνει τη φυσική διάσπαση και τον βιοχημικό μετασχηματισμό πολύπλοκων οργανικών μορίων νεκρού υλικού σε απλούστερα οργανικά και ανόργανα μόρια» (Juma, 1998)



By Abdel Kader El Hajj



## Η διαδικασία της αποσύνθεσης

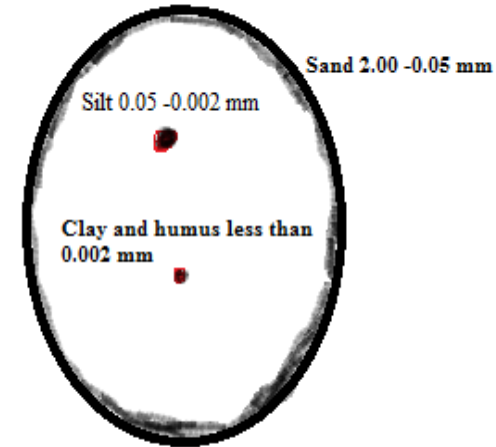
- Τα μικρόβια του εδάφους αποσυνθέτουν την ακατέργαστη οργανική ουσία σε ορυκτές ενώσεις μέσω της διαδικασίας ανοργανοποίησης
  - Αυτή η διαδικασία συμβάλλει στη γονιμότητα του εδάφους μέσω της απελευθέρωσης θρεπτικών συστατικών όπως το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο
- Ορισμένα οργανικά υλικά δεν ανοργανοποιούνται - αντίθετα, αποσυντίθενται σε σταθερή ΟΟ (χούμο)
  - Ο χούμος έχει μικρότερη επίδραση στη γονιμότητα του εδάφους. Ωστόσο, χρησιμεύει ως κολλοειδές εδάφους που ενισχύει τη δομή του εδάφους (σταθερότητα αδρανών), την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων ECC, την συγκράτηση νερού και τη μικροβιακή βιοποικιλότητα του εδάφους
  - Ο χούμος αποτελεί περίπου το 60-80% της ΟΟ και προέρχεται κυρίως από φυτά (χλωρίδα), με ένα σημαντικό μέρος να προέρχεται από τις ρίζες και ένα πολύ μικρό ποσοστό από τα ζώα του εδάφους (πανίδα).



## Λειτουργίες της οργανικής ουσίας του εδάφους

- Διατροφική λειτουργία
  - Η μεγάλη επιφάνεια των κολλοειδών του χούμου αποθηκεύει νερό και θρεπτικά συστατικά
    - Ο χούμος ως σταθερό κλάσμα της ΟΟ περιέχει το μεγαλύτερο μέρος της (εδαφικής) παροχής σε N, βόριο και μολυβδαίνιο, P και S.
    - Ο χούμος απορροφά και συγκρατεί τα θρεπτικά συστατικά σε μορφή διαθέσιμη στα φυτά
  - Η ΟΟ ενισχύει τις ιδιότητες των αμμωδών εδαφών αυξάνοντας την ικανότητα συγκράτησης νερού και θρεπτικών στοιχείων
    - Η ΟΟ απορροφά νερό σαν σφουγγάρι και έχει την ικανότητα να απορροφά και να συγκρατεί έως και το 9% του βάρους της σε νερό
    - Μια σημαντική ποσότητα νερού που συγκρατείται στα σωματίδια αργίλου δεν είναι άμεσα διαθέσιμη στα φυτά, ενώ η πλειονότητα του νερού που απορροφάται από την ΟΟ είναι άμεσα διαθέσιμο στα φυτά

Relative sizes of soil particles

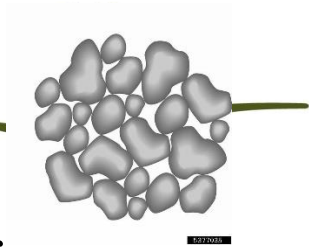


By Abdel Kader El Hajj

# Λειτουργίες της οργανικής ουσίας του εδάφους



- Διατροφική λειτουργία
  - Η ΟΟ λειτουργεί ως κύρια δεξαμενή θρεπτικών ουσιών του εδάφους που απελευθερώνονται κατά τη διαδικασία ανοργανοποίησης: όταν ο ρυθμός προσθήκης υπολειμμάτων καλλιεργειών και δέντρων είναι υψηλότερος από τον ρυθμό αποσύνθεσης των υπαρχόντων ΟΟ, η οργανική ουσία του εδάφους αυξάνεται
  - Η ΟΟ απαιτείται ως πηγή ενέργειας για τα βακτήρια που δεσμεύουν Ν
- Διαθεσιμότητα διατροφής
  - Η ΟΟ όχι μόνο αποθηκεύει θρεπτικά συστατικά αλλά επίσης κάνει αρκετά θρεπτικά συστατικά πιο διαθέσιμα για χρήση στα φυτά: καθώς η ΟΟ διασπάται, απελευθερώνει ήπια οργανικά οξέα που διαλύουν τα μέταλλα του εδάφους και τα
  - Το Ρ στο έδαφος τείνει να σχηματίζει ενώσεις που δεν διαλύονται στο νερό. Ωστόσο, τα απελευθερωμένα οργανικά οξέα δρουν σε αυτές τις ενώσεις καθιστώντας το Ρ περισσότερο διαθέσιμο για χρήση από τα φυτά
  - Ο εδαφικός Ρ τείνει να σχηματίζει ενώσεις που δεν διαλύονται στο νερό. Ωστόσο, τα απελευθερωμένα οργανικά οξέα δρουν σε αυτές τις ενώσεις, καθιστώντας τον Ρ περισσότερο διαθέσιμο για χρήση από τα φυτά
  - Ορισμένα μεταλλικά θρεπτικά συστατικά όπως ο ψευδάργυρος και ο σίδηρος σχηματίζουν συνήθως αδιάλυτες ενώσεις. Ωστόσο, τα μόρια του χούμου σχηματίζουν έναν δακτύλιο γύρω από το άτομο του μετάλλου στην διαδικασία της χηλικοποίησης. Αυτές οι χηλικές ενώσεις προστατεύουν το άτομο μετάλλου από το να δεσμευτεί σε μη διαθέσιμη μορφή στο έδαφος, και έτσι το καθιστούν διαθέσιμο για χρήση στα φυτά
  - Ο χαλκός είναι στενά συνδεδεμένος με τα σωματίδια χούμου, οπότε είναι λιγότερο διαθέσιμος σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα ΟΟ



## Λειτουργίες της οργανικής ουσίας του εδάφους

- Φυσική λειτουργία

- Ο χούμος συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους σχηματίζοντας εδαφικά συσώματα: η ΟΟ μαζί με τους μικροοργανισμούς (μύκητες) προκαλούν τη συσσώρευση του εδάφους και το σχηματισμό συσσωμάτων εδάφους:
  - Οι κολλοειδείς ουσίες που παράγονται από τους οργανισμούς του εδάφους συνδέονται με τα συσσωματώματα του εδάφους
  - Τα σωματίδια χούμου που επικαλύπτουν τα ορυκτά σωματίδια συνδέουν επίσης αυτά τα σωματίδια μεταξύ τους
- Η συσσωμάτωση είναι σημαντική για την καλή δομή του εδάφους, τον αερισμό, τη διείσδυση του νερού και την αντοχή στη διάβρωση και τη δημιουργία κρούστας
- Το νερό διεισδύει σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε ΟΟ πιο γρήγορα κατά τη διάρκεια καταιγίδων που οδηγεί σε λιγότερη απορροή νερού που μπορεί να μεταφέρει το έδαφος από το χωράφι
- Η καλύτερη συσσωμάτωση βελτιώνει τη διαπερατότητα του εδάφους και την κλίση και κάνει το έδαφος να αντέχει στη συμπύκνωση



## Λειτουργίες της οργανικής ουσίας του εδάφους

- Βιολογικές λειτουργίες

- Η ΟΟ χρησιμεύει ως πηγή ενέργειας για τους ζωντανούς οργανισμούς στο έδαφος. Έτσι, η ΟΟ ενισχύει τη μικροβιακή βιοποικιλότητα και τη δραστηριότητα του εδάφους που μπορεί να βοηθήσει στην καταστολή ασθενειών και παρασίτων
  - Η συχνότητα εμφάνισης παθογόνων οργανισμών στο έδαφος επηρεάζεται άμεσα ή έμμεσα από την ΟΟ
  - Η ΟΟ μπορεί να ευνοεί την ανάπτυξη σαπροφυτικών οργανισμών σε σχέση με τους παρασιτικούς
  - Τα αντιβιοτικά και ορισμένα φαινολικά οξέα μπορεί να ενισχύσουν την ικανότητα ορισμένων φυτών να αντιστέκονται στην επίθεση από παθογόνα
- Η ΟΟ ενισχύει το πορώδες μέσω της δράσης των μικροοργανισμών του εδάφους. Αυτό βοηθά στην αύξηση της διείσδυσης και στη μείωση της απορροής

- Ανεπιθύμητες ενέργειες

- Το N δεσμεύεται στα σώματα των μικροβίων κατά τη διαδικασία της αποσύνθεσης και δεν είναι διαθέσιμο για χρήση στα φυτά
- Ορισμένα φυτικά υπολείμματα είναι τοξικά για άλλα φυτά (αλληλοπάθεια) επειδή παράγουν χημικές ουσίες στη ριζόσφαιρά τους που αναστέλλουν την ανάπτυξη άλλων φυτών





## Παράγοντες που επηρεάζουν τη συσσώρευση της οργανικής ουσίας του εδάφους

- Βλάστηση – χαμηλή βλάστηση και δέντρα
  - Η βλάστηση καλλιέργειας κάλυψης προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση και διευκολύνει τη δέσμευση και τη διείδυση του νερού της βροχής, μειώνοντας τον ρυθμό απώλειας ΟΟ
  - Τα εκτεταμένα ριζικά συστήματα των υποβλάστησης και των δέντρων παράγουν μεγάλη ποσότητα υπόγειας ΟΟ
  - Τα δέντρα παράγουν συνεχή ροή οργανικών υλικών για τη δραστηριότητα των μακρο- και μικροοργανισμών αποσυνθετών
  - Τα ψυχανθή που εφαρμόζονται ως πράσινη λίπανση που συνήθως έχουν χαμηλή αναλογία C/N υφίστανται γρήγορη αποσύνθεση και αύξηση της δεξαμενής N ενώ τα είδη αγρωστώδη ευνοούν την ακινητοποίηση θρεπτικών ουσιών, τη συσσώρευση ΟΜ και το σχηματισμό χούμου, με αυξημένη δυνατότητα για βελτιωμένη ανάπτυξη της δομής του εδάφους
- Κλίμα - θερμοκρασία και υγρασία
  - Η θερμοκρασία και η βροχόπτωση είναι οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ΟΟ
  - Περισσότερες βροχοπτώσεις και βέλτιστη θερμοκρασία προάγουν περισσότερη βλάστηση, επομένως περισσότερη βιομάζα και περισσότερη ΟΟ
  - Η ΟΟ διασπάται πιο γρήγορα σε υψηλότερες θερμοκρασίες, επομένως το έδαφος σε θερμότερα κλίματα τείνει να περιέχει λιγότερη ΟΟ από εκείνα σε ψυχρότερα κλίματα
  - Η ΟΟ δημιουργείται ταχύτερα από την αποσύνθεση όταν οι θερμοκρασίες του εδάφους είναι κάτω από 25 βαθμούς Κελσίου και η αποσύνθεση σταματά όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από 5 βαθμούς Κελσίου



## Παράγοντες που επηρεάζουν τη συσσώρευση της οργανικής ύλης του εδάφους



- Υφή εδάφους
  - Τα εδάφη με λεπτή υφή τείνουν να έχουν περισσότερη ΟΟ από τα χονδροειδή εδάφη
  - Ο καλύτερος αερισμός των χονδροειδών εδαφών διευκολύνει την ταχεία αποσύνθεση της ΟΟ
  - Τα βαριά αργιλώδη εδάφη με κακή αποστράγγιση μειώνουν την κίνηση του οξυγόνου στους πόρους τους. Επομένως, συσσωρεύουν περισσότερη ΟΟ.
- Η άροση μειώνει την ΟΟ
  - Η άροση ενθαρρύνει την ταχεία αποσύνθεση της ΟΟ αναδεύοντας το οξυγόνο στο έδαφος, και αυξάνει τη μέση θερμοκρασία του
  - Η άροση τείνει να διασπά τα συσσωματώματα του εδάφους που περιέχουν ΟΟ τα οποία προστατεύονται από οργανισμούς σε αποσύνθεση
  - Η άροση είναι μια μορφή λίπανσης αφού προωθεί την αποσύνθεση χούμου
  - Η άροση δημιουργεί συνθήκες για βιολογική δραστηριότητα που προάγει την κατανάλωση Ν που απελευθερώνει τον χούμο για την ανάπτυξη των φυτών



## Διαχείριση της οργανικής ουσίας του εδάφους

- Υπάρχουν δύο γενικές προσεγγίσεις για την αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους:
  - Επιβραδύνουμε τους ρυθμούς αποσύνθεσης (πχ, μειώνοντας την ένταση του οργώματος)
  - Βελτιώνουμε τις εισροές άνθρακα από οργανικά υλικά (καλλιεργειες κάλυψης ή τροποποιήσεις κομποστοποίησης)
- Τρόποι αύξησης της οργανικής ύλης του εδάφους:
  - Αγροδασική καλλιέργεια/πράσινη λίπανση
  - Η αμειψισπορά εντός του αγροδασικού συστήματος
  - Προσθήκη κομπόστ
  - Μηδενική ή ελάχιστη άροση

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per il controllo de su  
gestione e de l'ambiente de sa Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del  
territorio e dell'ambiente della Sardegna  
**SardegnaForeste**





## Διαχείριση της οργανικής ουσίας του εδάφους

- Η εξάσκηση της τεχνικής διατήρησης του εδάφους στο αγροδοασικό σύστημα επιτυγχάνεται καλύτερα μέσω της εναλλαγής καλλιεργειών κάλυψης
  - Είναι σημαντικό να ξεκινήσει η αμειψισπορά τα πρώτα χρόνια με χόρτα και δημητριακά που προσθέτουν πολλή βιομάζα η οποία αποσυντίθεται αργά (υψηλή αναλογία C/N) και βελτιώνει τα χαρακτηριστικά του εδάφους με το άφθονο ριζικό τους σύστημα. Τα χόρτα και τα δημητριακά εναλλάσσονται με όσπρια τα επόμενα χρόνια
  - Η εφαρμογή ενός μείγματος καλλιεργειών ταχείας αποσύνθεσης (βίκος) και βραδείας (βρώμης, σίτου) στο αγροδοασικό σύστημα θα βελτιώσει σημαντικά την κατάσταση της γονιμότητας του εδάφους. Το δέντρο θα επωφεληθεί από τις απελευθερωμένες θρεπτικές ουσίες από καλλιέργειες ταχείας αποσύνθεσης, ενώ οι καλλιέργειες αργής αποσύνθεσης θα βελτιώσουν τη δομή του εδάφους
- Ελαχιστοποίηση της άρσης του εδάφους
  - Η άρση εκθέτει την ΟΟ στον αέρα και θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της σταθερής ΟΟ
  - Η ελάχιστη άρση μειώνει τη συχνότητα συμπίεσης του εδάφους και υπερχείλισης
- Η καθιέρωση καλλιεργειών ως χλωρή λίπανση στο αγροδοασικό σύστημα θα ενισχύσει τη συσσώρευση ΟΟ
  - Η καλλιέργεια κάλυψης μειώνει τις αρνητικές επιπτώσεις της διάβρωσης και της απορροής



## Διαχείριση της οργανικής ουσίας του εδάφους

- Η καλλιέργεια κάλυψης προσθέτει φυτικό υλικό στο έδαφος για ανανέωση της ΟΟ
- Η καλλιέργεια κάλυψης παρέχει βιότοπο για ωφέλιμα έντομα και άλλους οργανισμούς
- Η καλλιέργεια κάλυψης μετριάζει τις θερμοκρασίες του εδάφους και επομένως προστατεύει τους οργανισμούς του εδάφους

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per il controllo di su  
territorio e per il reclutamento di su Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del  
territorio e dell'ambiente della Sardegna  
**SardegnaForeste**





## Δέσμευση Αζώτου (NF)

- Η δέσμευση αζώτου NF είναι οποιαδήποτε φυσική ή βιομηχανική διαδικασία που προκαλεί το ελεύθερο άζωτο ( $N_2$ ), το οποίο είναι ένα σχετικά αδρανές αέριο σε αφθονία στον αέρα, να συνδυαστεί χημικά με άλλα στοιχεία για να σχηματίσει πιο ενεργές ενώσεις αζώτου, όπως αμμωνία, νιτρικά ή νιτρώδη άλατα.
- Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι το αέριο  $N_2$ , το οποίο υπάρχει στην ατμόσφαιρα, δεν είναι διαθέσιμο στα φυτά



## Τύποι δέσμευσης αζώτου

- Το ατμοσφαιρικό άζωτο μετατρέπεται σε διαθέσιμες μορφές στα φυτά μέσω διαφόρων διαδικασιών δέσμευσης:

- Το N μπορεί να δεσμευτεί μέσω της βιομηχανικής διαδικασίας που κατασκευάζει λίπασμα (νιτρικό αμμώνιο  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )

- Ο κεραυνός επιτρέπει στο οξυγόνο να αντιδράσει με το ατμοσφαιρικό N για να σχηματίσει NO και  $\text{NO}_2$ . Αυτές οι μορφές N εισέρχονται στη συνέχεια στο έδαφος μέσω της βροχής ή του χιονιού.





## Δέσμευση αζώτου

- Το ατμοσφαιρικό άζωτο μετατρέπεται σε διαθέσιμες μορφές στα φυτά μέσω διαφόρων ειδών δέσμευσης:
  - Η βιολογική δέσμευση αζώτου προσθέτει σημαντικές ποσότητες N που σταθεροποιούνται ως αμμωνία, νιτρώδη και νιτρικά από μικροοργανισμούς του εδάφους
    - Συμβιωτική δέσμευση: Τα βακτήρια ψυχανθών (*Rhizobium*) σταθεροποιούν το ατμοσφαιρικό N μέσω ενός ενζυματικού μηχανισμού και το μετατρέπουν σε διαθέσιμη μορφή (αμμώνιο  $\text{NH}_4$ ) για το φυτό-ξενιστή. Μετά, το φυτό παρέχει στα βακτήρια άνθρακα και άλλες ενεργειακές ενώσεις που παράγονται κατά τη φωτοσύνθεση.



By Abdel Kader El Hajj

- Μη συμβιωτική στερέωση: τα ελεύθερα ζωντανά βακτήρια (κυανοβακτήρια, *Anabaena* και *Nostoc*, και γένη όπως *Azotobacter*, *Beijerinckia* και *Clostridium*) στα εδάφη μπορούν να σταθεροποιήσουν το άζωτο χωρίς συμβιωτική σχέση





## Βιολογική δέσμευση αζωτού από ψυχανθή

- Ο σχηματισμός οζιδίων ξεκινά όταν τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια εισβάλλουν στη ρίζα σε ανταπόκριση στα χημικά σήματα (φλαβονοειδή) που απελευθερώνονται από τους ψυχανθή-ξενιστές
- Η ένδειξη έναρξης της αωτοδέσμευσης και της βακτηριακής δραστηριότητας είναι όταν το χρώμα των εσωτερικών όζων αλλάζει από λευκό ή γκρι σε ροζ ή κόκκινο
- Τα νεκρά, ανενεργά οζίδια είναι συνήθως γκριζοπράσινα ή καφέ στο εσωτερικό
- Το ροζ ή κόκκινο χρώμα προκαλείται από τη λεγεμοσφαιρίνη (παρόμοια με την αιμοσφαιρίνη στο αίμα) που ελέγχει τη ροή οξυγόνου στα βακτήρια

Η λεγεμοσφαιρίνη (λεγαίμοσφαιρίνη/λεγοσφαιρίνη) είναι μια φυτοσφαιρίνη που μεταφέρει οξυγόνο που βρίσκεται στα αζωτοδεσμευτικά οζίδια των ψυχανθών φυτών



Ninjatacoshell, CC BY-SA 3.0  
<<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons



## Βιολογική δέσμευση αζώτου από ψυχανθή

- Το σχήμα των οζιδίων μπορεί να διαφέρει από το ένα είδος φυτού στο άλλο
  - Μεγάλοι στρογγυλοί όζοι βρίσκονται συνήθως σε ετήσια ψυχανθή, όπως τα φασόλια, φιστίκια, και σόγια, και ανανεώνονται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
  - Μικροί επιμήκεις όζοι υπάρχουν στα πολυετή ψυχανθή που σταθεροποιούν το N καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
- Ο ρυθμός δέσμευσης N είναι υψηλότερος κατά το στάδιο της ανθοφορίας. Τα οζίδια χάνουν την ικανότητά τους να σταθεροποιούν το άζωτο κατά την ανάπτυξη των σπόρων
- Στη μέση της καλλιεργητικής περιόδου, πρέπει να κυριαρχούν στις ρίζες τα ροζ ή κόκκινα οζίδια. Εάν κυριαρχούν λευκά, γκριζα ή πράσινα οζίδια, αυτό υποδηλώνει ότι το δεσμευόμενο άζωτο είναι σχετικά χαμηλό λόγω ενός αναποτελεσματικού στελέχους ριζόβιου, της κακής θρέψης των φυτών, της διαδικασίας της πλήρωσης λοβών ή άλλου φυτικού στρες.
- Τα οζίδια γερνούν και αρχίζουν να αποσυντίθενται καθώς το φυτό ωριμάζει
- Μετά την κοπή της υπέργειας βιομάζας, οι ρίζες των πολυετών ψυχανθών που έχουν απομείνει στο έδαφος ξεκινούν μια νέα διαδικασία σχηματισμού όζων την άνοιξη

## Παράγοντες που επηρεάζουν τη δέσμευση του αζώτου

- Τα βακτήρια μέσα στους όζους απαιτούν ενέργεια από το φυτό-ξενιστή. Έτσι, οποιοσδήποτε παράγοντας που επηρεάζει τη φωτοσύνθεση, όπως το υδατικό στρες, η θερμοκρασία και η ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών, θα μειώσει τη βιολογική δέσμευση αζώτου
- Η δέσμευση αζώτου εξαρτάται από την παρουσία συγκεκριμένου στελέχους βακτηρίων στο έδαφος που θα συνεργαστεί με μια συγκεκριμένη καλλιέργεια ψυχανθών. Ωστόσο, εάν το στέλεχος του βακτηρίου δεν υπάρχει στο έδαφος, απαιτείται εμβολιασμός του σπόρου με τα κατάλληλα βακτήρια πριν από τη φύτευση
- Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους όπως η ΟΟ, το pH, η θερμοκρασία και η περιεκτικότητα σε υγρασία επηρεάζουν την αφθονία των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων
  - Το χαμηλό pH αναστέλλει τις διεργασίες NF και νιτροποίησης. Το βέλτιστο pH είναι 7,0, αλλά το εύρος μεταξύ 5,0 και 9,0 είναι ανεκτό
  - Η χαμηλή διαθεσιμότητα νερού και οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν πτώση της βιολογικής αζωτοδέσμευσης. Με 40°C σε βάθος 5εκ, επιβάλλονται περιορισμούς στο NF και τη βιωσιμότητα των οζιδίων στο έδαφος. Επομένως, η καλλιέργεια κάλυψης θα μειώσει τη θερμοκρασία του εδάφους
- Η αποτελεσματικότητα του δεσμευόμενου αζώτου εξαρτάται από το είδος των ψυχανθών:
  - Τα φιστίκια, τα μιζέλια, η σόγια και η φάβα είναι καλά σταθεροποιητικά αζώτου αντιθέτως με τα φασόλια που είναι κακά σταθεροποιητικά
  - Τα πολυετή και κτηνοτροφικά όσπρια, όπως η μηδική, τα τριφύλλια και οι βίκιοι, μπορούν να δεσμεύσουν 300–560 kg N ανά εκτάριο



## Η μοίρα του αζώτου καθορίζεται μέσω της δέσμευσης αζώτου

- Το N που σταθεροποιείται κατά τη βιολογική δέσμευση συσσωρεύεται σε διαφορετικούς φυτικούς ιστούς και θα απελευθερωθεί στο έδαφος κατά την αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων. Ωστόσο, μέρος του N απελευθερώνεται στο έδαφος για γειτονικά μη ψυχανθή φυτά
- Τα ψυχανθή όπως τα φασόλια, οι φακές, το λούπινο, ο αρακάς και τα φιστίκια όταν καλλιεργούνται για σποροπαραγωγή συμβάλλουν ελάχιστα στον εμπλουτισμό του εδάφους καθώς το μεγαλύτερο μέρος του N απομακρύνεται από το χωράφι μαζί με τους σπόρους
- Τα πολυετή ή κτηνοτροφικά ψυχανθή προσθέτουν σημαντικό N για την επόμενη καλλιέργεια εάν ολόκληρη η βιομάζα (βλαστοί, φύλλα, ρίζες) ενσωματωθεί στο έδαφος

Course co-funded by the EU under the ENI CBC Med Programme and developed in the framework of LIVINGAGRO project activity 3.1.8

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per il rilevamento e lo studio del territorio e per l'attuazione delle attività  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
SardegnaForeste





## Διαχείριση της δέσμευσης αζώτου

- Το Ν είναι το πιο περιοριστικό θρεπτικό συστατικό, ειδικά στους παραδοσιακούς ξερικούς ελαιώνες (που ποτίζονται μόνο από τη βροχή)
- Η υιοθέτηση μιας φυσικής πηγής Ν απαιτείται για τον μετριασμό των μειονεκτημάτων του υψηλού κόστους των συνθετικών λιπασμάτων Ν και των συναφών περιβαλλοντικών ζητημάτων, και επίσης για τη διασφάλιση της σωστής ανάπτυξης δέντρων και της βέλτιστης απόδοσης
- Από αυτή την άποψη, η ενσωμάτωση ψυχανθών ως καλλιέργειες κάλυψης ή πράσινης λίπανσης σε ελαιώνες μπορεί να βελτιώσει τα άγρονα εδάφη και, συνεπώς, τη σωστή ανάπτυξη και απόδοση των δέντρων
- Η φθινοπωρινή καλλιέργεια ψυχανθών σε έναν ελαιώνα που βρίσκεται σε χαμηλά και μεσαία υψόμετρα θα ωφεληθεί από τις βροχοπτώσεις του φθινοπώρου και του χειμώνα για καλύτερη ανάπτυξη και συσσώρευση περισσότερης βιομάζας
  - Την άνοιξη, η καλλιέργεια είτε θα κοπεί είτε θα ενσωματωθεί στο έδαφος
  - Η ελιά θα ωφεληθεί από τα θρεπτικά συστατικά που απελευθερώνονται κατά την αποσύνθεση των υπολειμμάτων των ψυχανθών



## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών

- **Ορισμός:** Η έκπλυση θρεπτικών ουσιών είναι η προς τα κάτω κίνηση των διαλυμένων θρεπτικών ουσιών στο προφίλ του εδάφους με διήθηση νερού
- Έκπλυση θρεπτικών ουσιών
  - Μειώνει τη διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών σε καλλιέργειες και δέντρα
  - Αποτελεί κύρια αιτία μόλυνσης των υπόγειων υδάτων
  - Είναι προβληματικό σε εδάφη με υψηλούς ρυθμούς διήθησης και χαμηλή κατακράτηση θρεπτικών στοιχείων, όπως τα αμμώδη εδάφη.
  - Δημιουργεί περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα



## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών/Αιτίες έκπλυσης θρεπτικών ουσιών

- Οι ακατάλληλες γεωργικές πρακτικές στην εντατική γεωργία μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τις απώλειες έκπλυσης
- Η έκπλυση νερού συμβαίνει όταν η εισροή νερού από την άρδευση ή τη βροχόπτωση υπερβαίνει την εξατμισοδιαπνοή
- Η έκπλυση θρεπτικών ουσιών είναι υψηλή σε υγρές περιοχές παρά σε ξηρές περιοχές
- Τα εδάφη με υψηλούς ρυθμούς διήθησης και χαμηλή κατακράτηση θρεπτικών ουσιών ή καλά συσσωματωμένα εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε ΟΜ είναι συνήθως ευάλωτα στην έκπλυση θρεπτικών ουσιών
- Οι μακροπόροι που προκαλούνται από ρωγμές σε αργιλώδη εδάφη ή από βιολογική δραστηριότητα ή δραστηριότητα ανάπτυξης ριζών, αυξάνουν τη ροή του νερού με διαλυμένα θρεπτικά συστατικά, ειδικά κάτω από έντονες βροχοπτώσεις ή υπερβολική άρδευση που οδηγεί σε έκπλυση θρεπτικών ουσιών



## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών/Αιτίες έκπλυσης θρεπτικών ουσιών

Μακροθρεπτικά συστατικά		Ιοντική μορφή
Άζωτο	N	$\text{NH}_4^+$ and $\text{NO}_3^-$
Φώσφορος	P	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{2-}$
Κάλιο	K	$\text{K}^+$
Ασβέστιο	Ca	$\text{Ca}^{2+}$
Μαγνήσιο	Mg	$\text{Mg}^{2+}$
Θείο	S	$(\text{SO}_4)^{2-}$

Μικροθρεπτικά συστατικά		Ιοντική μορφή
Βόριο	B	$(\text{BO}_3)^{3-}$
Χλώριο	Cl	$\text{Cl}^-$
Χαλκός	Cu	$\text{Cu}^{2+}$
Σίδηρος	Fe	$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$
Μαγγάνιο	Mn	$\text{Mn}^{2+}$
Μολυβδαίνιο	Mo	$(\text{MoO}_4)^{2-}$
Ψευδάργυρος	Zn	$\text{Zn}^{2+}$





## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών/Ορυκτά στοιχεία

- Δεκαεπτά θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών
  - Μη μεταλλικά θρεπτικά συστατικά: ο άνθρακας (C), το υδρογόνο (H) και το οξυγόνο (O), αντιπροσωπεύουν περίπου το 96% του ξηρού βάρους του φυτού, κυρίως με τη μορφή υδατανθράκων. Οι πηγές C, H και O στα φυτικά υλικά είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στον αέρα και το νερό (H<sub>2</sub>O)
  - Μεταλλικά θρεπτικά συστατικά: τα μακροστοιχεία (N, P, K, Ca, S και Mg) αντιπροσωπεύουν περίπου το 3,5% του βάρους του ξηρού φυτού. Ωστόσο, τα μικροστοιχεία (Fe, B, Cl, Mn, Zn, Cu, Mo και Ni), αντιπροσωπεύουν περίπου το 0,04% του ξηρού βάρους του φυτού
  - Τόσο τα μακρο- και τα μικροστοιχεία λαμβάνονται συνήθως από το έδαφος
- Το N είναι συνήθως το πρώτο περιοριστικό θρεπτικό στοιχείο, ακολουθούμενο από τα P, K και S



## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών/Πρόσληψη θρεπτικών ουσιών

- Τα φυτά απορροφούν τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά από το έδαφος σε διαλυτές, ανόργανες μορφές
- Τα ιόντα απορροφώνται από τις ρίζες των φυτών με τρεις κύριους μηχανισμούς
  - Απορρόφηση από την ρίζα: Η πρόσληψη θρεπτικών συστατικών συμβαίνει, όταν οι ρίζες έρχονται σε επαφή με ιόντα κατά τη μετακίνησή τους στο προφίλ του εδάφους. Αυτή η διαδικασία σχετίζεται με τον όγκο του ριζικού συστήματος
    - Οι μυκορριζικοί μύκητες αυξάνουν τον όγκο των ριζών του φυτού μέσω της παραγωγής των δικών τους ριζοειδών δομών που ονομάζονται υφές, οι οποίες λειτουργούν ως προεκτάσεις του ριζικού συστήματος του φυτού. Έτσι, οι μυκορριζικοί μύκητες αυξάνουν την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών
  - Μαζική ροή: Τα διαλυμένα θρεπτικά συστατικά μετακινούνται με το νερό προς τις επιφάνειες των ριζών όπου και απορροφώνται
  - Διάχυση: Μετακίνηση θρεπτικών ουσιών από υψηλή συγκέντρωση σε περιοχές χαμηλής συγκέντρωσης. Η διάχυση είναι μια σημαντική διαδικασία στην πρόσληψη του Ρ και του Κ στις καλλιέργειες.



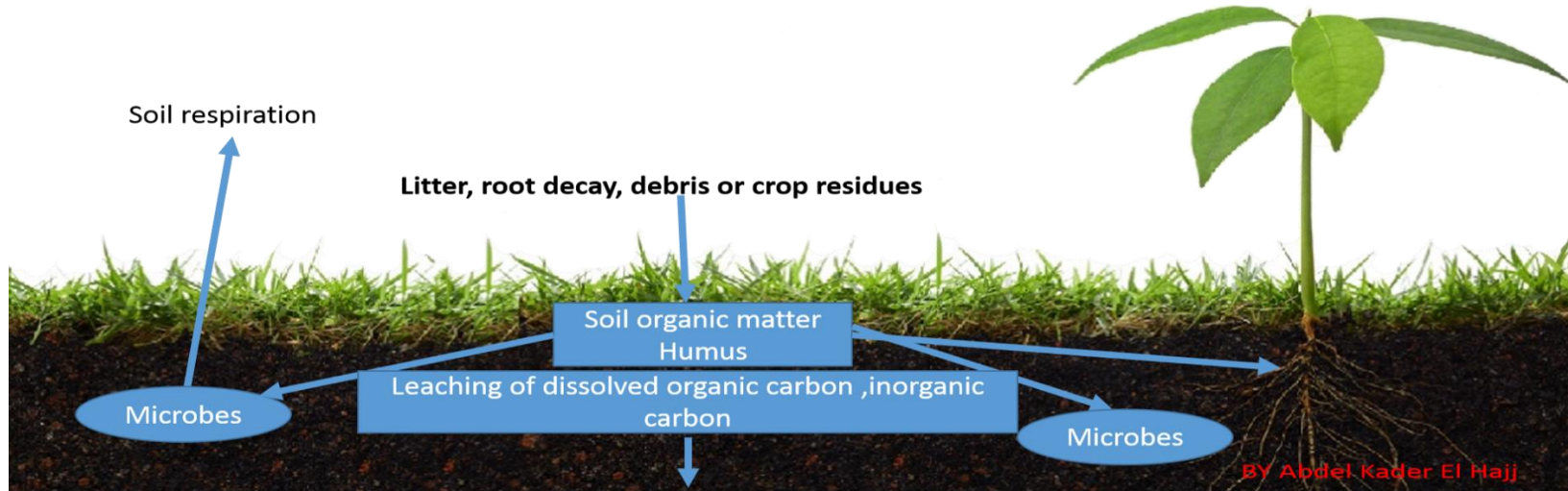
## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών / Κύκλος άνθρακα

- Η αγροδασοπονία παίζει σημαντικό ρόλο στον παγκόσμιο κύκλο του άνθρακα, καθώς παρέχει δύο αποθήκες του άνθρακα (ξυλώδη μέρη και χούμο στο έδαφος)
  - Το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας που χρησιμοποιείται στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης συσσωρεύεται ως οργανικός άνθρακας σε όλα τα αγροδασικά συστατικά (δέντρο/καλλιέργεια)
  - Σημαντικό κλάσμα του συσσωρευμένου οργανικού άνθρακα αποθηκεύεται σε ξυλώδη μέρη του δέντρου για μεγάλο χρονικό διάστημα
  - Ο οργανικός άνθρακας που συσσωρεύεται στα άλλα μέρη του φυτού (ρίζες, τάπητας, απορρίμματα ή υπολείμματα) απελευθερώνεται στο έδαφος μέσω της διαδικασίας της αποσύνθεσης
  - Στο έδαφος, ένα κλάσμα του άνθρακα γίνεται μέρος ΟΟ (χούμο) το οποίο αποθηκεύει άνθρακα για μεγάλο χρονικό διάστημα και το άλλο κλάσμα θα απελευθερώνεται μέσω οργανισμών αποσύνθεσης πίσω στην ατμόσφαιρα.
  - Ορισμένος διαλυμένος οργανικός άνθρακας (DOC) και ανόργανος άνθρακας ( $\text{HCO}_3$ ) μπορεί να εκπλυθεί στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα.





# Έκπλυση θρεπτικών ουσιών / Κύκλος άνθρακα



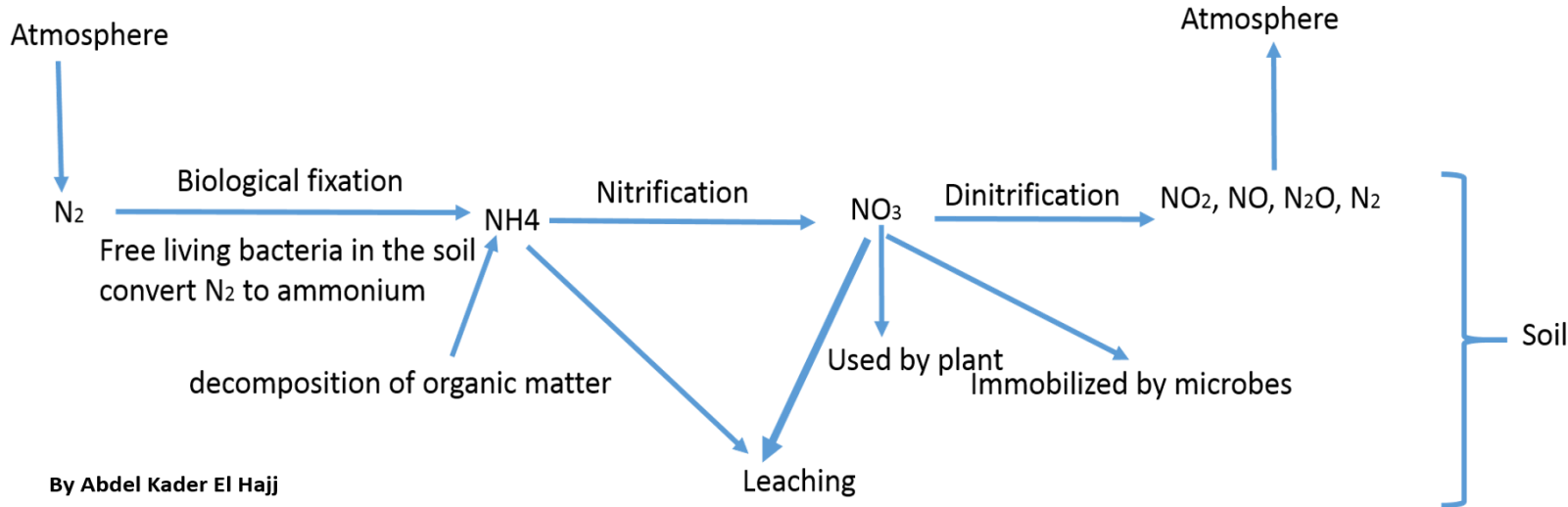


## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών / Κύκλος N

- Σχεδόν το 80% του N βρίσκεται στην ατμόσφαιρα ως  $N_2$ . Τα ιζηματογενή πετρώματα περιέχουν περίπου το υπόλοιπο 20%
- Τα ελεύθερα ζωντανά βακτήρια στο έδαφος μετατρέπουν το ατμοσφαιρικό N σε αμμώνιο  $(NH_4)^+$ . Το  $(NH_4)^+$  προέρχεται επίσης από την αποσύνθεση της ΟΟ. Το  $(NH_4)^+$  που σχηματίζεται από αυτές τις δύο πηγές στη συνέχεια μετατρέπεται σε νιτρικά  $(NO_3^-)$  μέσω μιας διαδικασίας νιτροποίησης
- Μέρος του  $NO_3^-$  αφομοιώνεται από τα φυτά και τα βακτήρια, ένα μέρος εκπλένεται μέσω του εδάφους και το άλλο μέρος μετατρέπεται σε αέριο N και απελευθερώνεται πίσω στην ατμόσφαιρα μέσω μιας διαδικασίας απονιτροποίησης



# Έκπλυση θρεπτικών ουσιών / Κύκλος N





## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών / Κύκλος N

- Τρόποι απώλειας N στο έδαφος
  - Έκπλυση  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  και διαλυμένου οργανικού N
    - Λόγω της υψηλής κινητικότητάς του, το ανιόν  $\text{NO}_3^-$  εκπλύεται εύκολα διά μέσω του προφίλ του εδάφους καθώς παρουσιάζει αμελητέα αλληλεπίδραση με τα αρνητικά φορτισμένα εδαφικά συσσωματώματα. Η έκπλυση  $\text{NO}_3^-$  ευνοείται από τις υψηλές βροχοπτώσεις και την άρδευση ειδικά σε εδάφη με χονδροειδή υφή
    - Ωστόσο, η αλληλεπίδραση δένδρων-καλλιιεργειών (κυρίως χειμερινές καλλιέργειες κάλυψης, αγρωστώδη και ψυχανθή) στο αγροοασικό σύστημα είναι αποτελεσματική στη δέσμευση και την ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους
  - Διάβρωση του εδάφους
    - Η επιφανειακή απορροή μεταφέρει διαλυμένα θρεπτικά συστατικά ή ιζήματα. Ωστόσο, οι καλλιέργειες κάλυψης μειώνουν την αρνητική επίδραση της διάβρωσης.
- Στα φυσικά οικοσυστήματα αυτές οι απώλειες N αντισταθμίζονται μέσω βιολογικής δέσμευσης  $\text{N}_2$  (BNF) από ψυχανθή φυτά που ζουν σε συμβίωση με τα ριζόβια και άλλα βακτήρια που δεσμεύουν το  $\text{N}_2$ , ή ελεύθερα βακτήρια



## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών / Κύκλος P

- Η πρώτη πηγή P είναι το μητρικό υλικό και η απελευθέρωση του μέσω αποσάθρωσης. Η απελευθέρωση του P από αυτή την πηγή είναι εξαιρετικά αργή
- Η δεύτερη πηγή είναι το εδαφικό διάλυμα: το ανόργανο P διαλυμένο στο διάλυμα νερό/εδάφους είναι άμεσα διαθέσιμο για πρόσληψη από τα φυτά
- Η τρίτη πηγή αποτελείται από ανόργανο φώσφορο που συνδέεται με αργιλικές επιφάνειες, σίδηρο (Fe), αλουμίνιο (Al) στα όξινα εδάφη και οξείδια ασβεστίου (Ca) σε αλκαλικά εδάφη. Το P απελευθερώνεται αργά για πρόσληψη από το φυτό
- Το P αφαιρείται από το έδαφος με:
  - Διάβρωση και απορροή (η απορροή είναι η πιο σημαντική οδός απώλειας P)
  - Πρόσληψη δέντρων/καλλιεργειών
  - Έκπλυση (είναι ελάχιστη σε σύγκριση με την αφαίρεση επιφανειακής απορροής).





## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών / Κύκλος P

- Η διαθεσιμότητα P επηρεάζεται από τους ακόλουθους παράγοντες:
  - ΟΟ. Η αύξηση της ΟΟ θα αυξήσει τη διαθεσιμότητα P μέσω της διαδικασίας ανοργανοποίησης και του ανταγωνισμού των οργανικών μορίων με φωσφορικό άλας ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) που προσροφάται στις επιφάνειες του εδάφους που θα μειώσει την κατακράτηση του P
  - Συγκέντρωση αργίλου. Τα εδάφη με υψηλότερη περιεκτικότητα σε άργιλο έχουν υψηλή ικανότητα συγκράτησης P
  - Το pH του εδάφους. Σε όξινα εδάφη, το  $\text{PO}_4^{3-}$  σχηματίζει πολύ ισχυρό δεσμό με το αλουμίνιο και τον σίδηρο. Σε υψηλό pH, όταν το ασβέστιο είναι το κυρίαρχο κατιόν, το  $\text{PO}_4^{3-}$  τείνει να καθιζάνει με το ασβέστιο
  - Περιβαλλοντικοί παράγοντες. Σε θερμές και υγρές περιοχές, η αποσύνθεση των οργανικών υλικών είναι ταχύτερη από ότι σε δροσερά και ξηρά κλίματα



## Έκπλυση θρεπτικών στοιχείων / Κύκλος Κ

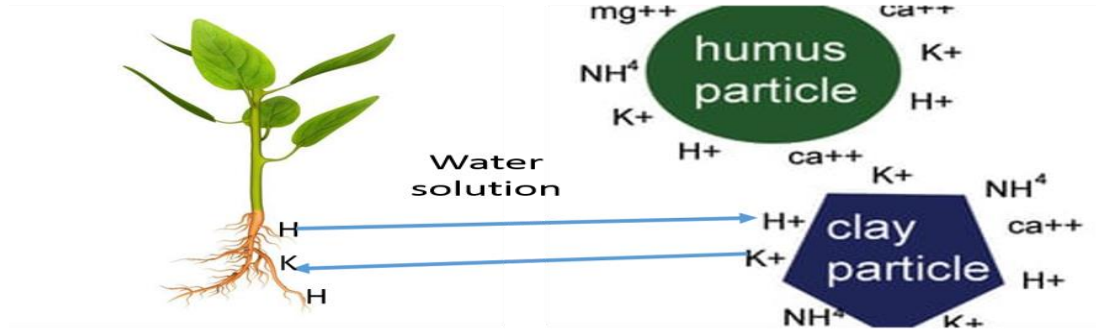
- Στο έδαφος, το Κ εμφανίζεται σε τέσσερις δεξαμενές: εδαφικό διάλυμα, ανταλλάξιμος τόπος, σταθερά και μητρικά ορυκτά
- Το εδαφικό διάλυμα και η ανταλλάξιμη μορφή του Κ βρίσκονται σε ισορροπία μεταξύ τους: τα φυτά απορροφούν το Κ αποκλειστικά ως  $K^+$ , που είναι η μόνη μορφή που υπάρχει στο εδαφικό διάλυμα. Το ανταλλάξιμο Κ αναφέρεται σε ιόντα που απορροφώνται σε θέσεις ανταλλαγής στα σωματίδια του εδάφους
- Η δέσμευση Κ είναι η «παγίδευση» του ιόντος  $K^+$  στη δομή των ορυκτών αργίλου. Η σταθερή δεξαμενή δεν είναι σε θέση να απελευθερώσει το Κ σε ρυθμούς που είναι επαρκή για να καλύψει τις απαιτήσεις των καλλιεργειών. Ωστόσο, ένα μέρος αυτής της δεξαμενής θα είναι διαθέσιμο καθώς εξαντλούνται τα αποθέματα ανταλλάξιμου Κ και τα εδαφικά διαλύματα Κ
- Υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορεί να χαθεί το Κ από το σύστημα:
  - Έκπλυση και διάβρωση. Η έκπλυση Κ μπορεί να συμβεί σε εδάφη με χονδροειδή υφή που δέχονται βροχόπτωση άνω του μέσου όρου. Η διάβρωση είναι μια πιο σημαντική οδός απώλειας Κ

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per il controllo de su  
territorio e deo ambiente de sa Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del  
territorio e dell'ambiente della Sardegna  
**SardegnaForeste**





## Έκπλυση θρεπτικών ουσιών / Κύκλος K



Clay and humus particles which are negatively charged binds cations

The cations are exchanged for hydrogen ions obtained from carbonic acids  $H_2CO_3$  or from plant itself

By Abdel Kader El Hajj



## Έκπλυση θρεπτικών στοιχείων

- Ο ρόλος της αγροδασοπονίας στη μείωση της έκπλυσης θρεπτικών ουσιών
  - Η αγροδασοπονία που παρέχει πρόσθετη κάλυψη μεταξύ των δέντρων βελτιώνει τη διατήρηση των θρεπτικών ουσιών αυξάνοντας την παραγωγή απορριμμάτων, κομποστοποίησης και παραγωγή ριζών, τα οποία ενισχύουν την ικανότητα ανταλλαγής SOM και κατιόντων
  - Η ενεργή απορρόφηση θρεπτικών συστατικών από το δέντρο και την καλλιέργεια κάλυψης μπορεί να μειώσει τις συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο διηθούμενο εδαφικό διάλυμα
  - Ο χούμος αυξάνει τις θέσεις ανταλλαγής, και επομένως την κατακράτηση θρεπτικών στοιχείων
  - Η πρόσληψη νερού από τα δέντρα μπορεί να μειώσει τη διείσδυση του νερού και, ως εκ τούτου, την έκπλυση θρεπτικών ουσιών
  - Οι καλλιέργειες κάλυψης, ο θόλος των δέντρων και τα απορρίμματα μειώνουν τη διαβρωτική επίδραση της απορροής, με αποτέλεσμα λιγότερη απώλεια θρεπτικών συστατικών
  - Τα δέντρα μειώνουν την έκπλυση θρεπτικών ουσιών απορροφώντας θρεπτικά συστατικά που ξεπλύθηκαν πέρα από το ρηχό ριζικό σύστημα της καλλιέργειας



## Διατήρηση του εδάφους – Ορισμός και στόχος

- **Ορισμός:** Η διατήρηση του εδάφους είναι η πρόληψη της απώλειας του ανώτερου στρώματος του εδάφους από τη διάβρωση ή η πρόληψη της μειωμένης γονιμότητας που προκαλείται από υπερβολική χρήση, όξυνση, αλάτωση ή άλλη χημική μόλυνση του εδάφους
- **Στόχος:** Ο πρωταρχικός στόχος της διατήρησης του εδάφους είναι ο έλεγχος της διάβρωσης και συνεπώς η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους μέσω πρακτικών και στρατηγικών διαχείρισης όπως το μηδενικό όργωμα σε συνδυασμό με καλυπτικές καλλιέργειες και αμειψισπορά
  - Η διάβρωση μειώνει τη γονιμότητα του εδάφους, μέσω της απομάκρυνσης της ΟΟ και των θρεπτικών ουσιών στα διαβρωμένα ιζήματα
  - Η μείωση της γονιμότητας του εδάφους είναι η αδυναμία ενός εδάφους να διατηρήσει την ανάπτυξη των φυτών παρέχοντας τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και διατηρώντας τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του για καλύτερη ανάπτυξη των φυτών
- Οι πρακτικές διατήρησης του εδάφους (χωρίς όργωμα, χωρίς λιπάσματα, χωρίς φυτοφάρμακα) παίζουν σημαντικό ρόλο στην αύξηση της αφθονίας, της βιομάζας και της ποικιλότητας των γαιοσκωλήκων



## LIVINGAGRO Διατήρηση του εδάφους – Ο ρόλος της Αγροδασοπονίας

- Η αγροδασοπονία παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους
  - Τα υπολείμματα που παράγονται από τις ρίζες των δέντρων και των καλλιεργειών και οι σχετικές μικρόρριζες μπορούν να αυξήσουν την εδαφική ΟΟ, το πορώδες του εδάφους και τη σταθερότητα των συσσωμάτων. Μπορεί επίσης να ενισχύσει την ικανότητα συγκράτησης του νερού, την υδραυλική αγωγιμότητα και τις βιολογικές διεργασίες του εδάφους (περισσότερη βιομάζα ριζών, περισσότερη μικροβιακή σύνδεση, περισσότερη βιολογική δραστηριότητα)
- Στο αγροδασικό σύστημα, τόσο οι καλλιέργειες κάλυψης όσο και τα δέντρα ελέγχουν τη διάβρωση του εδάφους στην περίοδο των βροχών, σχηματίζοντας ένα δίκτυο ριζών που συγκρατούν το έδαφος. Αυτό το δίκτυο ριζών ενισχύει τη διαπερατότητα του εδάφους
- Οι κόμεις των δέντρων και η κάλυψη των καλλιεργειών προστατεύουν το έδαφος από τη διαβρωτική επίδραση των σταγόνων της βροχής
- Τα υπολείμματα φύλλων και ο χούμος ελέγχουν τη ροή του νερού και τους επιτρέπουν να ενσωματωθούν στο έδαφος, να αποθηκεύουν μεγάλη ποσότητα νερού από τη βροχή, να μειώνουν την εξάτμιση της υγρασίας του εδάφους και να μειώνουν την απώλεια θρεπτικών συστατικών μέσω της μείωσης της απορροής



## Διατήρηση του εδάφους

- Τα δέντρα με το εκτεταμένο ριζικό τους σύστημα βαθιά μέσα στα στρώματα του εδάφους δεσμεύουν τα εκπλυμένα θρεπτικά συστατικά και μειώνουν τη «ρύπανση» να εισέρθει στα υδάτινα οικοσυστήματα
- Η πυκνότητα, η κατανομή και το πάχος των ριζών των καλλιεργειών κάλυψης παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της διάβρωσης
  - Οι καλλιέργειες με λεπτές διακλαδισμένες ρίζες είναι πιο αποτελεσματικές στην πρόληψη της διάβρωσης
  - Καλλιέργειες κάλυψης με χοντρές ρίζες (πχ λευκή μουστάρδα και κτηνοτροφικό ραπανάκι) είναι λιγότερο αποτελεσματικές από τις καλλιέργειες με λεπτές διακλαδισμένες ρίζες (πχ σίκαλη) στην πρόληψη των απωλειών του εδάφους από τη διάβρωση
  - Οι ελαιώνες που περιλαμβάνουν μικτή καλλιέργεια ψυχανθών και αγρωστωδών (π.χ. βίκος και κριθάρι που έχουν διαφορετικό ριζικό σύστημα) έχει αποδειχθεί ότι ελέγχουν τη διάβρωση



## Διατήρηση του εδάφους

- Οι πρακτικές διατήρησης του εδάφους που έχουν θετική επίδραση στα βιοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους και στη μικροβιακή γενετική ποικιλότητα του εδάφους στους ελαιώνες περιλαμβάνουν:
  - Καλλιέργεια κάλυψης
  - Ενσωμάτωση καλλιεργειών κάλυψης (πράσινη λίπανση)
  - Προσαρμοσμένη άρροση (ελάχιστη ή μηδενική άρροση). Η μηδενική άρροση με υπολείμματα καλλιεργειών κάλυψης αυξάνει σταδιακά την ΟΟ του εδάφους και καταστέλλει τα ζιζάνια, καθώς και μειώνει το κόστος μηχανημάτων, καυσίμων και χρόνου που σχετίζονται με την άρροση
  - Βελτιώσεις με κομπόστ
  - Ενσωμάτωση υπολειμμάτων κλαδέματος στο έδαφος μετά τον τεμαχισμό τους





## Διατήρηση νερού – Στόχοι και κύκλοι

- Οι στόχοι των στρατηγικών εξοικονόμησης νερού είναι η αποθήκευση περισσότερου νερού της βροχής, η αύξηση της διείσδυσης, η μείωση της απορροής και της διήθησης και η ελαχιστοποίηση της εξάτμισης. Η εξοικονόμηση νερού είναι σημαντική, ειδικά σε περιοχές όπου το νερό είναι περιορισμένο ή ανεπαρκές για τη φυτική παραγωγή
- Οι περισσότερες λειτουργίες του εδάφους εξαρτώνται άμεσα ή έμμεσα από τη συγκράτηση και τη μετάδοση του νερού του εδάφους
- Ο κύκλος του νερού
  - Η κύρια πηγή νερού στο έδαφος είναι από τις βροχοπτώσεις. Μέρος της βροχόπτωσης χάνεται μέσω της απορροής, επίσης και με τη διείσδυση στο έδαφος
  - Το νερό στο έδαφος χρησιμοποιείται από τα φυτά, και ένα μέρος του νερού στο έδαφος διηθείται στα υπόγεια νερά. Ωστόσο, το νερό που συγκρατείται στο έδαφος εξατμίζεται από το έδαφος και το φυτικό κάλυμμα



## Διατήρηση νερού

- Παράγοντες που καθορίζουν την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί και να απελευθερώνει νερό:
  - Υφή εδάφους: Τα σωματίδια αργίλου έχουν την ικανότητα να συγκρατούν περισσότερο νερό και θρεπτικά συστατικά από τα αμμώδη σωματίδια
  - Βάθος εδάφους:
    - Τα ρηχά εδάφη έχουν την τάση να υδατώνονται σε έντονες βροχοπτώσεις και πέφτουν κάτω από το μόνιμο ποσοστό μαρασμού υπό συνθήκες ξηρασίας
    - Τα βαθύτερα εδάφη, εκτός από την καλύτερη μηχανική υποστήριξη στα δέντρα, μπορούν επίσης να παρέχουν περισσότερο νερό και θρεπτικά συστατικά στα φυτά από τα πιο ρηχά εδάφη
  - Το πορώδες του εδάφους: Ο χώρος των πόρων επηρεάζει την κίνηση του νερού και του αέρα, την μεταφορά και αντίδραση χημικών ουσιών, και το χώρο ανάπτυξης των ριζών και άλλων ζώντων οργανισμών
  - Βιολογική δραστηριότητα: Η συμβολή των μικροοργανισμών στις υδραυλικές ιδιότητες του εδάφους γίνεται μέσω της δημιουργίας ΟΟ



## Διατήρηση νερού

### ο Περιεχόμενη ΟΟ:

- Τα οργανικά μόρια δημιουργούν συσσωματώματα εδάφους «κολλώντας» σωματίδια αργίλου μεταξύ τους
- Οι μεγάλοι πόροι μεταξύ των συσσωματωμάτων αφήνουν το νερό να κινείται μέσα από το προφίλ του εδάφους. Οι μικροί πόροι μέσα στα συσσωματώματα συγκρατούν νερό που θα είναι διαθέσιμο στα φυτά
- Τα κολλοειδή ΟΟ (χούμο) λειτουργούν ως «σφουγγάρι» που συγκρατούν περισσότερο νερό



## Διατήρηση νερού

- Οι περισσότερες από τις πρακτικές που αυξάνουν την περιεκτικότητα σε υγρασία του εδάφους συχνά σχετίζονται με την ΟΟ:
  - Διήθηση νερού:
    - Υπολείμματα, οι κόμεις των δέντρων και οι καλλιέργειες κάλυψη διαχειρίζονται αποτελεσματικά τον ρυθμό διείσδυσης και την απορροή του νερού από την επιφάνεια του εδάφους
    - Η ΟΟ που συσσωρεύεται στο έδαφος εντός του αγροδασικού συστήματος ενισχύει την κατακράτηση νερού και το ρυθμό διείσδυσης
  - Εξάτμιση εδάφους: Το φυσικό κομπόστ με αποσυντιθέμενα φύλλα που αναπτύχθηκαν από αγροδασικές πρακτικές διαχειρίζονται αποτελεσματικά την εξάτμιση του εδάφους
  - Δυνατότητες αποθήκευσης εδαφικής υγρασίας: Η βελτίωση της ικανότητας αποθήκευσης της υγρασίας του εδάφους μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη περισσότερων οργανικών υλικών (πράσινη κοπριά, καλλιέργεια κάλυψης, δασικός τάπητας και υπολείμματα δέντρων και καλλιεργειών)



## Διατήρηση νερού

- Οι πρακτικές που στοχεύουν στη βελτίωση της περιεκτικότητας σε νερό του εδάφους περιλαμβάνουν:
  - Κομποστοποίηση. Τα απορρίμματα φύλλων και τα υπολείμματα των καλλιεργειών (αργή και γρήγορη απελευθέρωση θρεπτικών συστατικών) είναι καλά υλικά για την κομποστοποίηση.
  - Αγροδασοπονία – Καλλιέργεια κάλυψης:
    - Ελαχιστοποιούμε την απορροή και βελτιώνουμε τη διήθηση και την ικανότητα αποθήκευσης νερού στο έδαφος
    - Η ελάχιστη άροση μειώνει τη διαταραχή των χαρακτηριστικών του εδάφους (σταθερότητα συσσωμαμάτων, βιολογική δραστηριότητα του εδάφους, κ.λπ.)
    - Μειώνουμε τις απώλειες εξάτμισης μέσω της χρήσης κοσμοστ
  - Βελτιστοποίηση ΟΟ: Προσθέτουμε κομπόστ, ζωική κοπριά, πράσινη λίπανση και άλλα οργανικά λιπάσματα.
  - Πεζούλια: Πολύ σημαντικό σε απόκρημνα εδάφη



## Βιβλιογραφικές αναφορές

- MSU Extension. “Advanced Soil Organic Matter Management (E3137).” Accessed August 22, 2021. [https://www.canr.msu.edu/resources/advanced\\_soil\\_organic\\_matter\\_management](https://www.canr.msu.edu/resources/advanced_soil_organic_matter_management).
- “Ag United :: Rural Dictionary: Cover Crops.” Accessed August 15, 2021. <https://agunited.org/news-and-events/rural-dictionary-cover-crops/>.
- Arrobas, Margarida, and M. Ângelo Rodrigues. “Fruit Crops Diagnosis and Management of Nutrient Constraints.” In *Fruit Crops*, 279–95, 2020.
- Bot, Alexandra, and José Benites. *The Importance of Soil Organic Matter: Key to Drought-Resistant Soil and Sustained Food Production*. FAO Soils Bulletin 80. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005.
- “Bot and Benites - 2005 - The Importance of Soil Organic Matter Key to Drou.Pdf.” Accessed September 5, 2021. <http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e.pdf>.
- Bunch, Roland. “Overstory #29 - Tropical Green Manures/Cover Crops.” <https://agroforestry.org/the-overstory/236-overstory-29-tropical-green-manurescover-crops>, 1999. <https://agroforestry.org/the-overstory/236-overstory-29-tropical-green-manurescover-crops>.
- “Ca2947en.Pdf.” Accessed August 23, 2021. <http://www.fao.org/3/CA2947EN/ca2947en.pdf>.
- “Cover Crop.” In *Wikipedia*, August 1, 2021. [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cover\\_crop&oldid=1036557535](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cover_crop&oldid=1036557535).

Course co-funded by the EU under the ENI CBC Med Programme and developed in the framework of LIVINGAGRO project activity 3.1.8



SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



IASMA



IASMA



CIHEAM  
Mediterranean



ATM CONSULTING sas



## Βιβλιογραφικές αναφορές

- Crothers, Laura. “Cover Crops Database.” Sustainable Agriculture Research & Education Program, February 16, 2021. <https://sarep.ucdavis.edu/covercrop>.
- “Eip-Agri\_fg\_soil\_organic\_matter\_final\_report\_2015\_en\_0.Pdf.” Accessed August 23, 2021. [https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/eip-agri\\_fg\\_soil\\_organic\\_matter\\_final\\_report\\_2015\\_en\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/eip-agri_fg_soil_organic_matter_final_report_2015_en_0.pdf).
- Espinoza, Leo, Rick Norman, Nathan Slaton, and Mike Daniels. “The Nitrogen and Phosphorous Cycle in Soils,” n.d., 4.
- “Function of Organic Matter in Soil.” Accessed September 4, 2021. <http://karnet.up.wroc.pl/~weber/rola2.htm>.
- Graham, Peter H., and Carroll P. Vance. “Legumes: Importance and Constraints to Greater Use.” *Plant Physiology* 131, no. 3 (March 1, 2003): 872–77. <https://doi.org/10.1104/pp.017004>.
- Grant, Joseph, Kathy Kelley Anderson, Terry Prichard, Janine Hasey, Roert L Bugg, Fred Thomas, and Tom Johnson. “Cover Crops for Walnut Orchards.” 21627, University of California-Agriculture and natural resources, n.d., 20.
- “GreenMan.Pdf,” n.d.
- Hall, Hollie, Yuncong Li, Nicholas Comerford, Enrique Arévalo Gardini, Luis Zuniga Cernades, Virupax Baligar, and Hugh Popenoe. “Cover Crops Alter Phosphorus Soil Fractions and Organic Matter Accumulation in a Peruvian Cacao Agroforestry System.”





## Βιβλιογραφικές αναφορές

- *Agroforestry Systems* 80, no. 3 (November 2010): 447–55. <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9333-8>.
- Hinsinger, Philippe. “Discussion Paper: Soil Organic Matter Content in Mediterranean Regions,” 2014, 13.
- Lehmann, J., and G. Schroth. “Nutrient Leaching.” In *Trees, Crops and Soil Fertility: Concepts and Research Methods*, edited by G. Schroth and F. L. Sinclair, 151–66. Wallingford: CABI, 2002. <https://doi.org/10.1079/9780851995939.0151>.
- Encyclopedia Britannica. “Nitrogen Fixation | Definition, Process, Examples, Types, & Facts.” Accessed August 22, 2021. <https://www.britannica.com/science/nitrogen-fixation>.
- “Nodulation in Legumes | ANU Research School of Biology.” The Australian National University. Accessed August 25, 2021. <https://biology.anu.edu.au/news-events/news/nodulation-legumes>.
- Alabama Cooperative Extension System. “Phosphorus Basics: Understanding Phosphorus Forms and Their Cycling in the Soil.” Accessed August 27, 2021. <https://www.aces.edu/blog/topics/crop-production/understanding-phosphorus-forms-and-their-cycling-in-the-soil/>.
- Pommeresche, Reidun. “Examining Root Nodule Activity on Legumes,” n.d., 4.
- Shah, Syed, Sarah Hookway, Harriet Pullen, Timothy Clarke, Sarah Wilkinson, Victoria Reeve, and John Mark Fletcher. “The Role of Cover Crops in Reducing Nitrate Leaching and Increasing Soil Organic Matter,” n.d., 11.





## Βιβλιογραφικές αναφορές

- “SL273/MG454: Soils and Fertilizers for Master Gardeners: Soil Organic Matter and Organic Amendments.” Accessed August 21, 2021. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/MG454>.
- “Start - Weed Identification.” Accessed August 23, 2021. <https://weedid.cals.vt.edu/>.
- “The Importance of Soil Organic Matter.” Accessed August 23, 2021. <http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e04.htm>.
- Thelen, K.D., B.E. Fronning, A. Kravchenko, D.H. Min, and G.P. Robertson. “Integrating Livestock Manure with a Corn–Soybean Bioenergy Cropping System Improves Short-Term Carbon Sequestration Rates and Net Global Warming Potential.” *Biomass and Bioenergy* 34, no. 7 (July 2010): 960–66. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.02.004>.
- “Integrating Livestock Manure with a Corn–Soybean Bioenergy Cropping System Improves Short-Term Carbon Sequestration Rates and Net Global Warming Potential.” *Biomass and Bioenergy* 34, no. 7 (July 2010): 960–66. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.02.004>.
- Thromas, Marie, Pierre Bompard, and Simon Giuliano. “GREEN MANURE.” <https://dicoagroecologie.fr/>, 2019. <https://dicoagroecologie.fr/en/encyclopedia/green-manure/>.
- Wszelaki, Annette, and Sarah Broughton. “Cover Crops and Green Manures,” n.d., 4.
- N.d. <https://sarep.ucdavis.edu/sustainable-ag/cover-crops>.



Αυτή η δημοσίευση δημιουργήθηκε με την οικονομική βοήθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο του Προγράμματος ENI CBC Mediterranean Sea Basin. Τα περιεχόμενα αυτού του εγγράφου αποτελούν αποκλειστική ευθύνη του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών του Λιβάνου (PP3-LARI) και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αντικατοπτρίζει τη θέση της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή των δομών διαχείρισης του προγράμματος.

**Forestas**

Agencia forestal regional pro řízení de su territorio e de l'ambiente de sa Sardegna  
Agencia forestal regional per le risorse del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Istituto Nazionale per lo Studio e l'Assistenza Ambientale



Istituto Nazionale per lo Studio e l'Assistenza Ambientale



CIHEAM  
MED EAST



ATM CONSULTING sas