

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Διπλωματική Εργασία

«ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ»

Χαρίλαος Σταμάτης

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Χρυσή Λασπίδου

Βόλος Φεβρουάριος 2020

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Λασπίδου Χρυσή (Επιβλέπουσα) Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Βασιλειάδης Λάμπρος
ΕΔΙΠ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Μάριος- Ευστάθιος Σπηλιωτόπουλος,
ΕΔΙΠ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας μου, Καθηγήτρια κα. Χρυσή Λασπίδου, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου. Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μου, κκ. Βασιλειάδη Λάμπρο και Σπηλιωτόπουλο Μάριο-Ευστάθιο για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους. Ευχαριστώ τον συνεργάτη, της κ. Λασπίδου, Στέλιο Μίμη για την υποστήριξη και βοήθεια του καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Ευχαριστώ τους φίλους μου, Δημήτρη Κοντογιάννη και Αθηνόδωρο Νανόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά τους. Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, Αθανάσιο και Χριστίνα Σταμάτη για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνω αυτή την εργασία στην μητέρα μου και στον πατέρα μου.

Χαρίλαος Σταμάτης

Χαρίλαος Σταμάτης

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2020

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Χρυσή Λασπίδου, Καθηγήτρια του Τμήματος
Πολιτικών Μηχανικών

Περίληψη

Η παρούσα εργασία στόχο έχει να παρουσιάσει την χρησιμότητα ενός αγροδασοκομικού συστήματος και την άμεση εξάρτηση αυτού, με την κλιματική αλλαγή, την αύξηση της θερμοκρασίας, την δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα και τις πυρκαγιές και τις φυσικές καταστροφές που είναι όλο και αυξανόμενες τα τελευταία χρόνια. Επίσης θα αναλύσουμε βαθύτατα την σημασία ενός αγροδασοκομικού συστήματος για την προστασία της βιοποικιλότητας, των επικονιαστών, του μικροκλίματος, της χλωρίδας και της πανίδας, με απώτερο στόχο την εύρεση μιας βιώσιμης και ταυτόχρονα σύγχρονης καλλιεργητικής τεχνικής.

Σε πρώτο στάδιο θα καταγράψουμε επιστημονικά δεδομένα από την ιστορία των αγροδασοκομικών συστημάτων, και τους πυλώνες που βασίστηκε η ανθρωπότητα για την επιβίωση και την οικονομική ανάπτυξη της κοινωνίας. Την αύξηση της παραγωγικότητας και την προστασία από τα ακραία καιρικά φαινόμενα.

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε με αποδεικτικά στοιχεία την δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα, τόσο από την ατμόσφαιρα όσο και από το ριζικό σύστημα του εδάφους. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα αγροδασοκομικά συστήματα μπορούν να δράσουν επίσης ως τείχος προστασίας για την αύξηση των περιστατικών πυρκαγιών, τα οποία γίνονται ως φυσικό επακόλουθο της ανθρώπινης δραστηριότητας, της αποψίλωσης των δασών, και την ερημοποίηση με ρίψεις σκουπιδιών.

Abstract

The purpose of this study is to present the importance of agroforestry systems and its immediate dependence on: climate change, rising temperatures, Carbon sequestration, fires and natural disasters. We will also analyze the importance of an agroforestry system and benefits including: biodiversity, pollinators, microclimate, flora and fauna, applying modern techniques for crop production.

In the first step we will record scientific data and the history of the agroforestry systems. The survival and economic development of farming the first ages. Ways of productivity for agroforestry systems.

We will then provide evidence about carbon sequestration both in atmosphere and root system, in cropping. The results show that agroforestry systems can protect in climate change and can also act as a firewall to decrease fire incidents and deforestation.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
Περίληψη	4
Abstract	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 ΚΙΝΗΤΡΟ ΚΑΙ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	7
1.2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	7
1.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑΣ.....	9
2.1 ΑΠΟ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΣΕ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	11
2.2 ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ... 15	15
3.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	16
3.2 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑΣ.....	17
3.3 ΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑΣ.....	23
3.4 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	23
3.5 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	27
4.1 ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΩΣ ΒΑΣΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	28
4.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	30
4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑ	34
4.1 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ - ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	37
4.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΤΕΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	49
6.1 ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	50
6.2 ΘΕΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	51
6.3 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΝΟΣ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	54
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	56
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	Error! Bookmark not defined.
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΕΠΙΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΠΟ:.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται πληροφορίες εισαγωγικού χαρακτήρα, πάνω στα αγροδασοκομικά συστήματα. Περιγράφουμε συνοπτικά την έννοια ενός αγροδασοκομικού συστήματος, τις υποκατηγορίες που διαχωρίζονται, και τους τρόπους που εφαρμόζονται.

1.1 ΚΙΝΗΤΡΟ ΚΑΙ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Τα αγροδασοκομικά συστήματα αποτελούν χρήσεις γης στις οποίες καλλιεργούνται δέντρα ανάμεσα στις καλλιεργούμενες εκτάσεις ή τα βοσκοτόπια.

Η εκτίμηση της απόδοσης των αγροδασοκομικών συστημάτων είναι πρωτεύουσας σημασίας περιλαμβάνοντας την κλιματική αλλαγή και την βιοποικιλότητα.

Η δυσκολία στην ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, έγκειται στο γεγονός ότι παρεμβαίνουν οικονομικά οφέλη που συνδέονται άμεσα με την ύπαρξη βιομηχανοποιημένης παραγωγής.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να αποδείξουμε την χρησιμότητα ενός αγροδασοκομικού συστήματος, σε όλους τους τομείς, εστιάζοντας στην ανεκτίμητη συνεισφορά που προσφέρουν στο οικοσύστημα.

1.2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Υπάρχουν αρκετές μελέτες πάνω στα αγροδασοκομικά συστήματα. Σύμφωνα με τη πρόσφατη μελέτη (Zomer et al 2017) επίπεδα ατμοσφαιρικού άνθρακα που δεσμεύονται με την εισαγωγή των δέντρων, στην αγροδασοκομία είναι αρκετά υψηλά. Επιπροσθέτως νέοι μελετητές (Stefano et al 2017) επεκτείνουν το μοντέλο που αναπτύχθηκε αποδεικνύοντας, ότι η μεγαλύτερη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα, γίνεται από το έδαφος, στα κατώτερα στρώματα, κάτω από τις οργανικές ύλες. Στη συνέχεια νέα μελέτη (Damianidis et al 2020) δείχνει με ποσοτικοποίηση από τις βάσεις δεδομένων CORINE DATABASE όπου αποδεικνύεται για πρώτη φορά στα ιστορικά δεδομένα, ότι η αγροδασοκομία αποτελεί ασπίδα προστασίας έναντι των δασικών πυρκαγιών και τις τεράστιες εκπομπές άνθρακα που δημιουργούν. Τέλος μια νέα μελέτη (Varah, et al 2013) ενσαρκώνει το ρόλο της αγροδασοκομίας στην βιοποικιλότητα και την μικροπανίδα του οικοσυστήματος.

1.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της στο φυσικό περιβάλλον είναι πλέον επιστημονικά ακλόνητες. Ένας τρόπος αντιμετώπισης του φαινομένου είναι η δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα μέσω εναλλακτικών τρόπων καλλιέργειας, και πιο συγκεκριμένα τα αγροδοασοκομικά συστήματα. Πρόκειται για μια νέα τεχνική συνδυασμού εντατικής καλλιέργειας, και δέντρων ταυτόχρονα στην ίδια χωρική μερίδα. Λόγω της εντατικής μόνο-καλλιέργειας, έχουν δημιουργηθεί τεράστια προβλήματα στη βιοποικιλότητα, την χλωρίδα, τη πανίδα, τους επικοντιστές, το μικροκλίμα και το οικοσύστημα της εκάστοτε περιοχής!

Τα αγροδοασοκομικά συστήματα, αποτελούν ένα νέο τρόπο χρήσης γης, πολλά υποσχόμενο. Ο νέος αυτός τρόπος, συνεισφέρει στη διατήρηση και την αύξηση της παραγωγής, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει εμπλουτισμό της μικροχλωρίδας - πανίδας, δεσμεύοντας ταυτόχρονα περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα, πράγμα που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι συνδέεται άμεσα με την κλιματική αλλαγή. Η εύρεση νέων τρόπων καλλιέργειας, είναι μονόδρομος για μια πιο βιώσιμη γεωργία, με πρώτιστο παράγοντα την προστασία του οικοσυστήματος, της πολιτισμικής μας κληρονομιάς.



Εικόνα 1 (Πηγή: Agricultural Study)

Τα αγροδασοκομικά συστήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στα:

1. Αγροδασοκομικά ή δασογεωργικά, τα οποία αναφέρονται στο συνδυασμό καλλιέργειας και δέντρων στο ίδιο εδαφικό κομμάτι
2. Δασολιβαδικά, τα οποία αφορούν την παρουσία δέντρων και λιβαδιών ή ζώων.

Η εφαρμογή τους γίνεται από αρχαιοτάτων χρόνων, όμως στο βωμό του κέρδους και της βιομηχανοποίησης, η έκτασή τους έχει μειωθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑΣ

Από τα αρχαία χρόνια η αγροδασοκομία ήταν μια ευρέως διαδεδομένη καλλιεργητική μέθοδος. Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου η αυξημένη ανάγκη της βιομηχανίας οδήγησε στην μείωση αυτών των παραδοσιακών συστημάτων, και την εντατικοποίηση – βιομηχανοποίηση, με γνώμονα πάντα τα οικονομικά οφέλη. Σαν αποτέλεσμα, η αγροδασοκομία μειώθηκε δραματικά σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, διατηρώντας τον χαρακτήρα της μόνο σε περιοχές με περιορισμένη παραγωγή λόγω κρύου, ξηρασίας ή περιοχές που ήταν αδύνατο να εκσυγχρονιστούν με μηχανήματα.

Έτσι, η αγροδασοκομία συνέχισε να ασκείται μόνο εκεί που επέτρεπε στους αγρότες να επιβιώσουν (βιοποριστικούς λόγους) για τα κομμάτια γης που είχαν στη διάθεση τους, και πιο συγκεκριμένα, εκεί που η παραγωγή με άλλους τρόπους ήταν αδύνατη, πχ. καλλιέργεια με κτηνοτροφία ταυτόχρονα σε ορεινές περιοχές κλπ.

Η καλλιέργεια της γης και η εξημέρωση των άγριων ζώων προς όφελος του ανθρώπου ξεκίνησαν από αρχαιοτάτων χρόνων, και συγκεκριμένα για την Ευρώπη αυτό υπολογίζεται στη νεολιθική εποχή (Pinhasi et al., 2005). Κατά την περίοδο αυτή, η παραγωγή γεωργικών προϊόντων στην Ευρώπη βασιζόταν κυρίως στα δάση. Η εξάρτηση αυτή προϋπήρχε και ένας βασικός λόγος ήταν η γονιμότητα του εδάφους (έδαφος κάτω από δασική έκταση), που προσέφερε η βιομάζα που ήταν συγκεντρωμένη κάτω από τα δέντρα και αμέσως μετά την αποψίλωση ή αραίωμα

τους αυτό γινόταν για τη διαθεσιμότητα φωτός για τις καλλιέργειες (Pinhasi et al., 2005).

Επιπλέον, τα περιττώματα των ζώων, λόγω των θρεπτικών στοιχείων και τις σύνθεσης τους, χρησιμοποιούνταν για την ενίσχυση του εδάφους (λίπανση). Ο συνδυασμός δέντρων και κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων ήταν μια αποτελεσματική τεχνική, και ήταν οι απαρχές της αγροδασοκομίας στην παλιά εποχή.

Στη Γαλλία μια πρόσφατη μελέτη για την ιστορία ενός αγροδασοκομικού συστήματος απέδειξε, ότι η χρήση των δέντρων ως τροφή για τα ζώα στις κτηνοτροφικές δραστηριότητες ήταν ευρέως διαδεδομένη από την Νεολιθική εποχή. Επιλέχθηκαν ορισμένα είδη όπως ακακία (*Fraxinus spp.*) και δρυς (*Quercus spp.*), έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται ως τροφή για τις δύσκολες εποχές.

Υποστηρίζεται επίσης ότι τα δασολιβαδικά συστήματα (Αγροδασοκομία που συνδυάζει δέντρα με κτηνοτροφία) ξεκίνησαν 7.500 χρόνια πριν, στη Νοτιοανατολή και Κεντρική Ευρώπη, πριν από 6.000 χρόνια στη Βρετανία, τη Βορειοδυτική Γερμανία, τη Δανία και πριν από 4.000 χρόνια στη Βαλτική και στις Σκανδιναβικές χώρες. Τα συστήματα γεωργοδασοκομίας έχουν καταγραφεί πριν από περίπου 4.500 χρόνια Νοτιοδυτικά της Ιβηρικής Χερσονήσου και η παρουσία ζωικού κεφαλαίου με ταυτόχρονη παρουσία σε ελαιόδεντρα (*Olea europaea L.*) και πορτοκαλιές (*Citrus sinensis (L.) Osbeck*) ήταν κοινή από τις ρωμαϊκές εποχές ενώ υπάρχουν αναφορές στις καλλιέργειες αυτές και στη Βίβλο.



2.1 ΑΠΟ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΣΕ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Όταν τελείωσε ο δεύτερος παγκόσμιος πόλεμος η Ευρώπη στράφηκε και έδωσε έμφαση στην ανάπτυξη της γεωργίας, έτσι ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες του πληθυσμού. Επικρατούσε φτώχεια και πείνα, και η γεωργία αποτελούσε έναν προσεγγιστικά οικονομικό τρόπο για την επίλυση των προβλημάτων. Έτσι, εκείνη την εποχή δημιουργήθηκε μια νέα κίνηση η οποία ονομάστηκε Κοινή Αγροτική Πολιτική η αλλιώς ΚΑΠ όπως ονομάστηκε. Η ΚΑΠ προστάτευε τους γεωργούς με την εγγύηση σταθεροποίησης των τιμών όπως επίσης και ειδική ενίσχυση για την παραγωγή των προϊόντων. Ταυτόχρονα υπήρχε και υποστήριξη από σύγχρονο εξοπλισμό, της εποχής. Αυτή η ασφάλεια αποτέλεσε για τους καλλιεργητές τη βάση για την εντατικοποίηση της παραγωγής (δημιουργία μονοκαλλιεργειών), καθώς το υψηλότερο εισόδημα εξασφαλιζονταν από την υψηλότερη απόδοση της παραγωγής.

Η εντατικοποίηση αυτής της γεωργικής βιομηχανοποίησης προκάλεσε τεράστια οικολογικά προβλήματα, τα οποία άλλαξαν την ιδιαιτερότητα του κάθε οικοσυστήματος, των φυτικών και ζωικών πληθυσμών, συντέλεσε στην υποβάθμιση του εδάφους, καθώς και την ποιότητα του νερού και του αέρα.



Εικόνα 3 (Πηγή: Wikipedia.org)

Πιο συγκεκριμένα, η εντατικοποίηση της αγροτικής εκμετάλλευσης οδήγησε στην αύξηση των αγροτικών εκτάσεων σε βάρος των δασο-λιβαδικών (συστήματα που επέτρεπαν και την κτηνοτροφία), λόγω της εξασφάλισης εγγυημένου οικονομικού οφέλους, αλλά και της δυνατότητας αύξησης της παραγωγής. Η αύξηση των γεωργικών εκτάσεων συνετέλεσε στην υποβάθμιση του τοπίου, στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου και στην υπερεκμετάλλευση των υδατικών αποθεμάτων, πράγμα που συντέλεσε άμεσα στη μείωση της ποσότητας και ποιότητας του νερού όπως επίσης την αύξηση του κόστους παραγωγής.

Παράλληλα, υπήρξε ανοδική τάση, στην γεωργική εκμετάλλευση η οποία παρείχε υψηλότερη παραγωγή – κέρδη, και αυτό σε βάρος των παραδοσιακών αγροδασογεωργικών συστημάτων της εποχής. Αυτά τα συστήματα για πολλούς θεωρούταν ότι παρείχαν πολύ μικρότερη παραγωγή, οδηγώντας στην οριστική εγκατάλειψή τους. Η εκτεταμένη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων (χημικών) επέδρασε στη χλωρίδα και την πανίδα και κατά συνέπεια στη δομή και στα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, τα οποία υποβαθμίστηκαν. Η χρήση σύγχρονων εργαλείων συνέβαλε στη συμπίεση του εδάφους, ενώ η συχνή κατεργασία του μείωσε την οργανική ουσία. Γενικότερα, η εντατικοποίηση της γεωργικής εκμετάλλευσης προκάλεσε ανεπανόρθωτη διάβρωση των ανώτερων στρωμάτων του εδάφους, κυρίως σε οριακής απόδοσης γεωργικά εδάφη με μεγάλες κλίσεις.

Είναι απολύτως φανερό ότι ο κύριος σκοπός για αυτές τις αλλαγές χρήσης της γης αποτέλεσαν τα οικονομικά οφέλη, ενώ οι περιβαλλοντικοί παράγοντες ήταν αυτό που απασχόλησε λιγότερο την κοινωνία παλαιότερα. Στην Ευρώπη και ειδικότερα στις Μεσογειακές χώρες, η ύπαρξη υψηλής ποικιλίας φυτών και βοτάνων, είναι αποτέλεσμα του μοναδικού συνδυασμού μεσογειακού κλίματος, της ιδιαίτερης δομής του εδάφους (ανάγλυφο) όπως επίσης και της ανθρώπινης επίδρασης στο τοπίο κατά τη διάρκεια χιλιάδων ετών. Στη σημερινή εποχή το οικοσύστημα συνεχίζει να επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό, τόσο από την εντατικοποίηση της γεωργικής παραγωγής, όσο και από την εγκατάλειψη της γης.

Σε πολλές χώρες η αποψίλωση των δασών - λιβαδιών, η εξόρυξη των ορυκτών, η συνεχής επέκταση του αστικού ιστού, όπως επίσης και η εντατική καλλιέργεια

αυξάνουν, με αποτέλεσμα να μειώνονται όλο και περισσότερα τα αγροδασοκομικά συστήματα. Αντίθετα, υπάρχουν μεμονωμένες ορεινές περιοχές όπου η παραδοσιακή γεωργική καλλιέργεια εκλείπει με αποτέλεσμα την εγκατάλειψη των αγροτικών γαιών, και ειδικότερα των δασογεωργικών συστημάτων. Στις περισσότερες ορεινές περιοχές παρατηρείται παύση της καλλιέργειας αγροτικών γαιών.

2.2 ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται μια γιγαντώδης αύξηση της βιομηχανικής καλλιέργειας και της αγροτικής παραγωγής παγκοσμίως. Αχανείς εκτάσεις με μονοκαλλιέργειες καλύπτουν τον μεγαλύτερο όγκο της γεωργικής γης με συνέπειες αλόγιστες για το περιβάλλον. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελούν οι καλλιέργειες, καλαμποκιού, σόγιας, ελαιοκράμβης στην Αμερική οι οποίες καλύπτουν χιλιάδες στρέμματα γης, και ο σχηματισμός τους διακρίνεται πλέον από τους δορυφόρους. Όλα αυτά, σε συνδυασμό με την έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα, δείχνουν να συνδέονται άμεσα με την Κλιματική Αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ενώ ακόμη σοβαρότερα προβλήματα προκαλούνται, στην ισορροπία της βιοποικιλότητας και της ντόπιας πανίδας της εκάστοτε περιοχής.



Εικόνα 4 (Πηγή: orgprints.com)

Έτσι λοιπόν ξεκίνησαν νέοι βιώσιμοι τρόποι γεωργικής εκμετάλλευσης, λαμβάνοντας υπόψη τις σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προηγούμενων δεκαετιών, με στόχο μια καλύτερη γεωργία και πολλές προοπτικές για το μέλλον. Ένας τέτοιος τρόπος γεωργικής εκμετάλλευσης, είναι τα αγροδασοκομικά ή τα συστήματα αμειψισποράς.



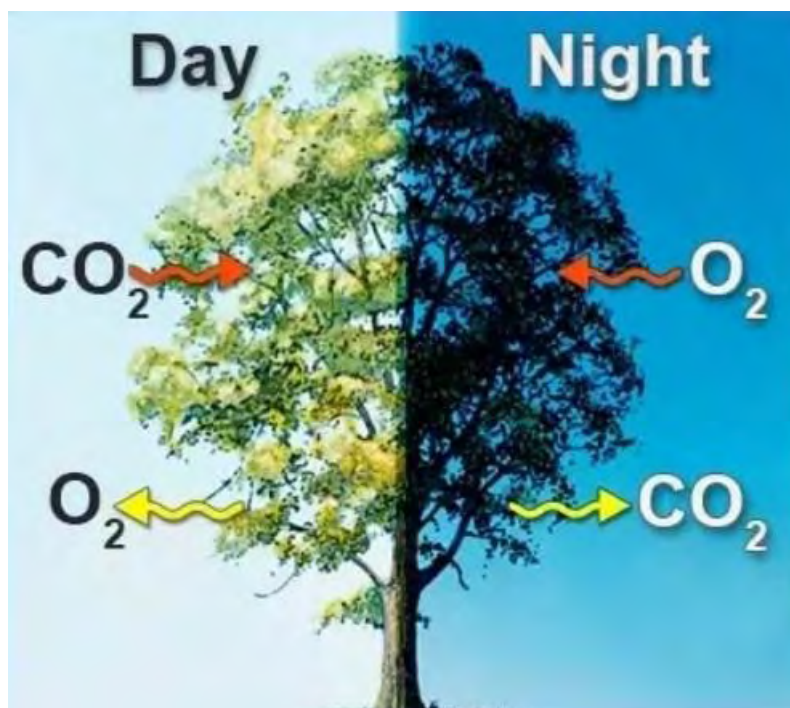
Εικόνα 5 (Πηγή: ScienceDaily)

Τα συστήματα αμειψισποράς είναι ουσιαστικά η εναλλαγή των καλλιεργειών, βασισμένα στις ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά του κάθε φυτού. Η αμειψισπορά μαζί με την αγρανάπαυση ήταν απαραίτητες διαδικασίες πριν την εμφάνιση των σύγχρονων καλλιεργητικών τεχνικών.

Τα Αγροδασοκομικά Συστήματα Καλλιέργειας, παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον, αναδεικνύοντας μια πληθώρα από πλεονεκτήματα τα οποία θα αναφέρουμε στη συνέχεια.

Όταν λέμε Αγροδασοκομικά συστήματα, αναφέρουμε τις χρήσεις γης οι οποίες περιλαμβάνουν τη συνδυασμένη παραγωγή και χρήση δασοπονικών ειδών, γεωργικών καλλιεργειών, δέντρων στην ίδια επιφάνεια γης με διάταξη η οποία προσαρμόζεται ανάλογα με το είδος τις καλλιέργειας, την τοποθεσία, ώστε να

εξασφαλιστούν οι μέγιστες αποδόσεις. Η χρήση τους μπορεί να επιφέρει αύξηση της βιοποικιλότητας, σταθερότητα των οικοσυστημάτων, και όπως φαίνεται μια σημαντική συμβολή πάνω στην δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα, την κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 6 (Πηγή: Agroforestry | USDA)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, είναι ένα επίκαιρο θέμα που απασχολεί την επιστημονική κοινότητα, το οποίο προκύπτει ως αποτέλεσμα από τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες βλάπτουν τα ευαίσθητα στρώματα πάνω από την ατμόσφαιρα της γης, αφήνοντας την ηλιακή ακτινοβολία να περάσει αφιltrάριστη, αυξάνοντας έτσι και τη θερμοκρασία. Μεγάλες δαπάνες έχουν καταβληθεί τα τελευταία χρόνια, κάτι το οποίο κοστολογείται σε δισεκατομμύρια ευρώ, επηρεάζοντας την οικονομία παγκοσμίως. Οι άνθρωποι έλαβαν πολλά μέτρα, ώστε να μειώσουν αυτές τις εκπομπές, ωστόσο η σύγχρονη τεχνική καλλιέργειας χρησιμοποιώντας Αγροδασοκομικά συστήματα, μπορεί αποτελεσματικά να

χρησιμοποιηθεί, στη δέσμευση αλλά και μείωση αυτών των ρύπων. (Alain Albrecht & Serigne T. Kandji 2003)

Οι γεωργικές εκτάσεις πιστεύεται ότι είναι ένας σημαντικός δέκτης, δέσμευσης και απορρόφησης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, και θα μπορούσαν να απορροφήσουν μεγάλες ποσότητες, αν τα δέντρα κυριαρχούσαν και πάλι σε αυτά τα συστήματα, βασισμένα πάντα στις αρχές ορθής χρήσης μαζί με καλλιέργειες, ή ακόμα και ζώα. Σύμφωνα με επιστημονικές αναφορές (University of Missouri Center for Agroforestry) υπάρχουν συγκεκριμένες τεχνικές, και συνδυασμοί καλλιεργειών δέντρων, που μπορούν να επιφέρουν αύξηση της παραγωγής, και μεγαλύτερη ποικιλία προϊόντων.

Έτσι, η σημασία της γεωργικής δασοκομίας ως συστήματος χρήσης γης τυγχάνει ευρύτερης αναγνώρισης, όχι μόνο όσον αφορά τη γεωργική βιωσιμότητα, αλλά και σε ζητήματα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Οι δυνατότητες της αγροδασοκομίας πάνω στη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα είναι πλέον γνωστές ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες ελλείψεις που θα πρέπει να δοθεί περισσότερη σημασία. Αυτές περιλαμβάνουν την αβεβαιότητα για το πως θα εξελιχθεί το παγκόσμιο κλίμα, η κακή απόδοση των δέντρων και των καλλιεργειών σε υποβαθμισμένα εδάφη και ξηρά περιβάλλοντα, όπως επίσης και τα παράσιτα - ασθένειες των συστημάτων αυτών.

3.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Όσον αφορά τα ερευνητικά δεδομένα που έχουν γίνει πάνω στη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα, τα δέντρα δείχνουν να έχουν την μέγιστη απορρόφηση σε διοξείδιο του άνθρακα, πράγμα που μας προβληματίζει για το πόσο σημαντικό είναι να εισαχθεί η αγροδασοκομία στις σύγχρονες πρακτικές, ως μέσο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Παρακάτω βλέπουμε πίνακα δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα, βάσει καλλιέργειας - Εδάφους. **Τα δάση παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη δέσμευση συγκριτικά με μια κοινή καλλιέργεια.**

Biomes	Primary method to increase CSa	Potential CS (Pg C per year)
Agricultural lands	Management (H)	0.85–0.90
Biomass croplands	Manipulation (H)	0.50–0.80
Grasslands	Management (M)	0.50
Rangelands	Management (M)	1.20
Forests	Management (M)	1–3
Urban forests and grasslands	Creation and maintenance (M)	na ^b
Deserts and degraded lands	Manipulation (H)	0.80–1.30
Terrestrial sediments	Protection (L)	0.70–1.70
Boreal peatlands and other wetlands	Protection (L)	0.10 to –0.70
Total		5.65–10.10

(Πηγή: Zomer et al 2017)

3.2 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑΣ

Τα πλεονεκτήματα της αγροδασοκομίας σύμφωνα με το Agroforestry Research Trust (A.R.T. 2011) της Μεγάλης Βρετανίας είναι πολλαπλά.

Καταγράφοντας μερικά από τα βασικότερα, αυτά είναι:

1. Έλεγχος της απορροής του νερού και της διάβρωσης του εδάφους, καλύτερη συγκράτηση θρεπτικών συστατικών εδάφους και οργανικής ουσίας, προστασία από πλημμύρες, τυφώνες και φυσικές καταστροφές.

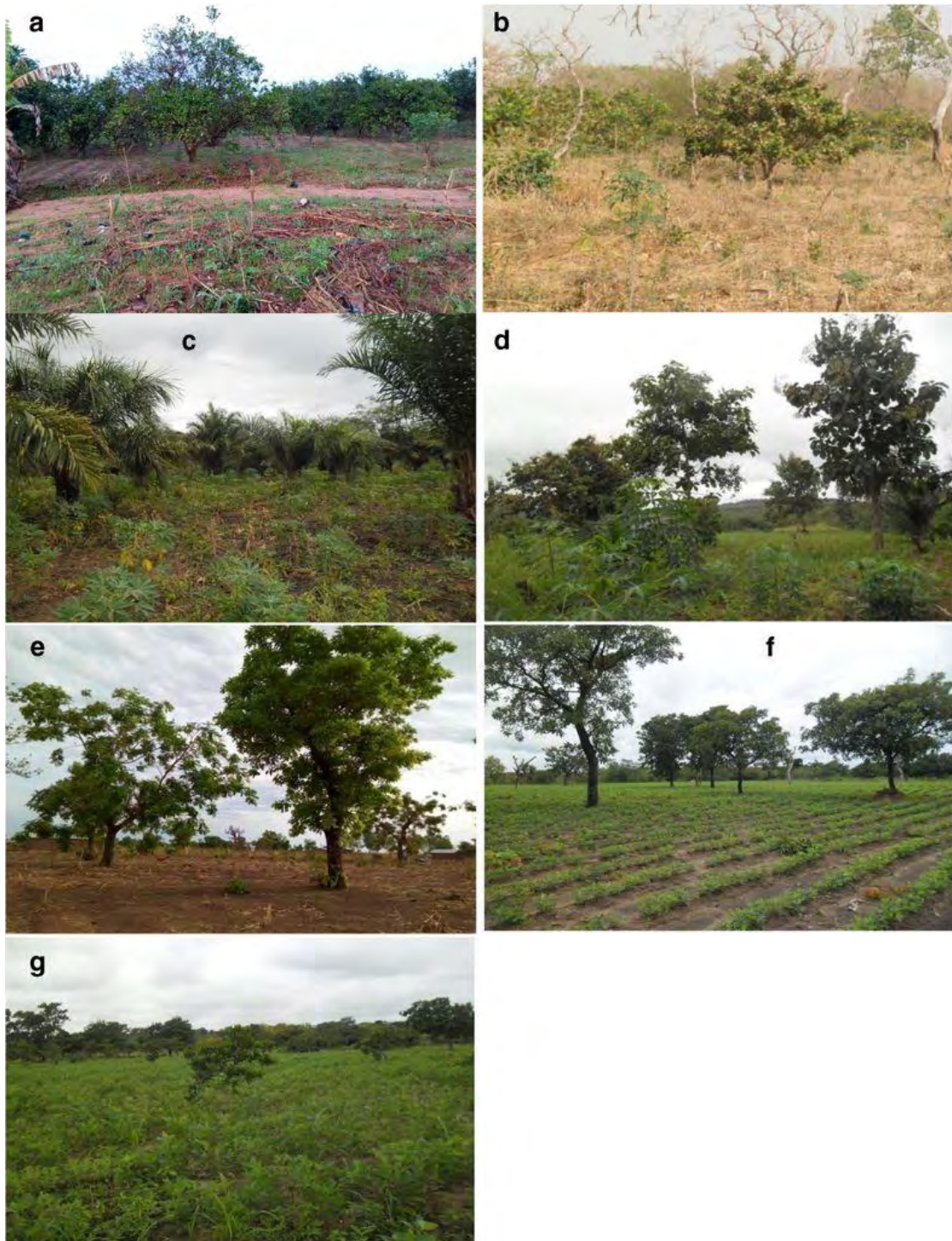
Μια έρευνα που διεξήχθη στις πλαγιές της Κεντρικής Αμερικής μετά τον τυφώνα Μιτς (Altieri & Nicholls 2017) έδειξε ότι οι αγρότες που έκαναν χρήση αγροδασοκομικών συστημάτων υπέστησαν λιγότερες ζημιές από τους συμβατικούς γείτονες μονοκαλλιέργειας. Σαράντα μέρες μετά τον τυφώνα Ικε που έπληξε την Κούβα το 2008, οι ερευνητές διεξήγαγαν έρευνα στα αγροκτήματα από τις επαρχίες Holguin και Las Tunas και διαπίστωσαν ότι τα αγροδασοκομικά αγροκτήματα παρουσίαζαν απώλειες 50% έναντι 90 ή 100% σε γειτονικές μονοκαλλιέργειες. Ομοίως, οι εκμεταλλεύσεις αγρό-οικολογικής διαχείρισης έδειξαν ταχύτερη

παραγωγική ανάκαμψη (80-90% 40 ημέρες μετά τον τυφώνα) από τις μονοκαλλιεργητικές εκμεταλλεύσεις.

2. Ενίσχυση της θρεπτικής αξίας του εδάφους, και γονιμότητας στην απόδοση καρπών, λόγω της φυσικής πτώσης φύλλων βιομάζας, αλλά και τη παρουσία ζωικής δραστηριότητας.

Η διατήρηση αυτής της βιολογικής αξίας του εδάφους, αλλά και των επιπέδων οργανικής ουσίας, εξαρτάται από την ποσότητα των δέντρων στο σύστημα. Συνήθως, απαιτείται κάλυψη τουλάχιστον 20%, και οι λωρίδες των καλλιεργειών ανάμεσα από τα δέντρα, να είναι τοποθετημένες έτσι, ώστε να εκμεταλλεύονται μεγάλο ποσοστό της ημερήσιας ακτινοβολίας. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει ο συνδυασμός των καλλιεργειών.

Από έρευνες που έγιναν στην Δυτική Αφρική, χρησιμοποιώντας 7 διαφορετικούς συνδυασμούς αγροδασοκομικών συστημάτων, απέδειξαν ότι για κάθε περιοχή υπήρχαν διαφορετικές αποδόσεις, και ότι η κλιματική αλλαγή επηρεάζει άμεσα την παραγωγή, και τον τρόπο που συνδυάζονται αυτές οι καλλιέργειες. Έχοντας το πρόβλημα της ανομβρίας, θα πρέπει να συζητηθεί και να βρεθεί ο τρόπος που μπορούν τα φυτά να προσαρμόζονται στις νέες συνθήκες περιβάλλοντος, αλλά και ποιοι είναι οι συνδυασμοί αυτών.



Εικόνα 7 (Πηγή: Ephrem, et al 2019)

3. Ενίσχυση του εδάφους δια μέσου των ευεργετικών επιδράσεων των ριζών των δέντρων και καλύτερος έλεγχος του εδάφους όσον αφορά την αλκαλικότητα και την αλατότητα, ενώ τα δένδρα μπορεί να χρησιμεύσουν και στην αποκατάσταση των επιβαρυμένων με ρύπους εδαφών.

Είναι πλέον γνωστό στη γεωπονική επιστήμη, η ύπαρξη ανθεκτικών δέντρων, ικανά να απορροφήσουν και να αποδομήσουν ρύπους.

4. Ρύθμιση ενός πιο “κλειστού” (άρα ταχύτερου) κυκλώματος των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους έναντι των αμιγώς γεωργικών εδαφών και επομένως, αποτελεσματικότερη χρήση τους.

5. Έλεγχος της ανάπτυξης τοξικών ουσιών στο έδαφος ή μείωση των υπαρχόντων.

6. Αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας η οποία εξασφαλίζεται με τη μελέτη της ιδιαιτερότητας της περιοχής, την κλίση του εδάφους, την καμπύλη πτώσης του ήλιου, με πλήρη εξάρτηση ανάλογα με το ύψος των δέντρων, τη μορφή και τη διάταξη των φύλλων.

7. Μείωση των προσβολών και των ασθενειών από έντομα. Ένα αγροδοασκομικό σύστημα καλλιέργειας αποτελεί πόλο έλξης για διάφορα ζώα έντομα, διατηρώντας έτσι μια ισορροπία, με φυσικούς εχθρούς, έναντι της μονοκαλλιέργειας που η αναπαραγωγή ενός παρασίτου μπορεί να γίνει ανεξέλεγκτα, και αυτό συνεπάγεται με περισσότερα φυτοφάρμακα, άρα περισσότερα νιτρικά στο έδαφος, που καταλήγουν στους υδατικούς πόρους.



Εικόνα 8 (Πηγή: www.livescience.com)

8. Αποκατάσταση διαβρωμένων και υποβαθμισμένων εδαφών.

9. Δημιουργία υγιούς περιβάλλοντος. Οι αγροδοασικές πρακτικές σε μία αγροτική εκμετάλλευση μπορεί να ευνοήσουν τους πόρους που σχετίζονται με το έδαφος, το νερό, τον αέρα, τα ζώα και τον άνθρωπο εν γένει.

10. Ρύθμιση του μικροκλίματος. Η σκίαση που προσφέρουν τα δέντρα συμβάλλει στη βελτίωση της γεωργικής και ζωικής παραγωγής. Ιδιαίτερα η σκίαση που προσφέρουν τα δέντρα το καλοκαίρι μπορεί να ευνοήσει τα αγροτικά ζώα, καθώς μειώνει τη θερμική καταπόνησή τους, η οποία συνεπάγεται και μειωμένη παραγωγή.

11. Αύξηση της διαθεσιμότητας του νερού, μέσω της αποτελεσματικής ρύθμισης του κύκλου του.

12. Αύξηση της προσθήκης αζώτου μέσω των αζωτοδεσμευτικών δέντρων και θάμνων. Αυτό συνεπάγεται μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων, εφόσον συνεισφέρουν σε αυτό τα ίδια τα δέντρα.

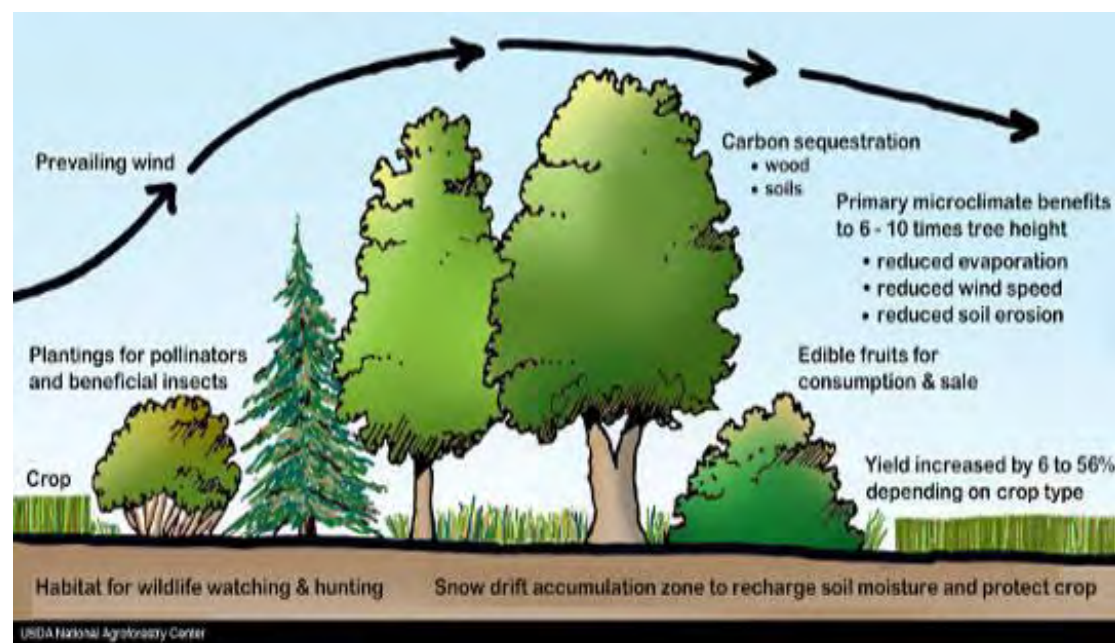
13. Αύξηση της προσθήκης θρεπτικών στοιχείων μέσω της ανάσυρσης τους από χαμηλότερους εδαφικούς ορίζοντες και το αποσαθρωμένο μητρικό πέτρωμα.

14. Αποσύνθεση των οργανικών τμημάτων των δέντρων, η οποία συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση των επιπέδων γονιμότητας των εδαφών.

15. Συγχρονισμό των απαιτήσεων για πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από τα καλλιεργούμενα γεωργικά φυτά και στην απελευθέρωση θρεπτικών στοιχείων λόγω αποσύνθεσης των οργανικών υπολειμμάτων των ξυλωδών.

16. Διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, για την οποία ο ρόλος των ριζών είναι εξίσου σημαντικός με την υπέργεια βιομάζα.

17. Υποστήριξη ποικίλων πόρων ανάπτυξης αγροτικής οικονομίας που οδηγεί σε σταθερότερες εκμεταλλεύσεις και κοινότητες.



Εικόνα 9 (Πηγή USDA National Agroforestry)

3.3 ΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑΣ

Τα μειονεκτήματα της αγροδασοκομίας ως αγροτική εκμετάλλευση είναι:

1. Μεγάλος χρόνος αναμονής. Η ανάπτυξη των δέντρων σε μια πλήρη αποδοτική καλλιέργεια είναι μια χρονοβόρα διαδικασία που μπορεί να διαρκέσει χρόνια. Αυτό θεωρείτε ένα μεγάλο μειονέκτημα για τους καλλιεργητές.
2. Περιορισμένες ευκαιρίες στην αγορά. Είναι σύνηθες ότι η αγορά διαμορφώνεται με τη ζήτηση. Πολλά παράγωγα δέντρων και φυτών, παρουσιάζουν μικρή ζήτηση, άρα και μικρότερα οικονομικά οφέλη.
3. Έλλειψη σε εμπειρική και επιστημονική γνώση. Η έλλειψη αυτή, προκαλεί αμφιβολίες γύρω από την παραγωγική ικανότητα ενός τέτοιου συστήματος.
4. Νέοι εχθροί και ξενιστές. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι χρειάζονται περεταίρω μελέτες, για τις επεμβάσεις που θα χρειάζεται να εφαρμόζουν οι αγρότες για μια σωστή καταπολέμηση.
5. Έλλειψη νομικής υποστήριξης
6. Ανταγωνισμός για φυσικούς πόρους

3.4 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα αγροδασοκομικά συστήματα απορροφούν σημαντικά περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα συγκριτικά με οποιαδήποτε άλλη αγροτική εκμετάλλευση. Μάλιστα σύμφωνα με το Τμήμα Αγροτικής Εκμετάλλευσης των ΗΠΑ (USDA) αποτελεί έναν τρόπο αντιμετώπισης για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής και την ανοδική τάση που παρουσιάζει η θερμοκρασία τα τελευταία χρόνια. Τα οφέλη που παρουσιάζονται είναι απολύτως απαραίτητα όχι μόνο για τη βιοποικιλότητα, αλλά και για το μέλλον του πλανήτη.

Σύμφωνα με ερευνητική ανάλυση και 53 δημοσιευμένες εργασίες σε όλο τον κόσμο (Stefano et al 2017) , έχουν υπάρξει ριζικές αλλαγές στο ρυθμό απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα από το έδαφος, συγκρίνοντας τα δάση, την εντατική καλλιέργεια, και τα αγροδασοκομικά συστήματα. Ενώ τα δάση δεσμεύουν 25%

περισσότερο άνθρακα, από οποιαδήποτε άλλη χρήση γης, τα αγροδοασοκομικά συστήματα δεσμεύουν, σημαντικά περισσότερο άνθρακα από τη γεωργία.

Η μετατροπή από συμβατική καλλιέργεια σε ένα αγροδοασοκομικό σύστημα αύξησε σημαντικά την δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα από το έδαφος σημειώνοντας 34% περισσότερη συγκέντρωση. Ενώ συγκρίνοντας βοσκότοπους / αγρούς (έδαφος με φυτοκάλυψη) η αύξηση στα αγροδοασοκομικά συστήματα άγγιξε το 10% περισσότερο. (Stefano et al. 2017)

Τα αγροδοασοκομικά συστήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη παγκόσμια δέσμευση του άνθρακα πράγμα που συνδέεται άμεσα με την μακροπρόθεσμη παραγωγή του. Η κατάσταση θεωρείται κρίσιμη λαμβάνοντας μέτρα για την υπερθέρμανση του πλανήτη, και τον περιορισμό του φαινομένου.



Εικόνα 10 (Πηγή: Stefano et al 2017)

Τα αγροδοασοκομικά συστήματα μπορούν να βοηθήσουν την αγροτική ανάπτυξη μιας χώρας εφόσον επιτρέπουν σε μικρούς αγρότες να έχουν μεγάλη παραγωγή. Εκμεταλλεούμενοι καλύτερα ένα μικρό εδαφικό κομμάτι όπως είναι η

παραγωγή των δέντρων σε συνδυασμό με μια καλλιέργεια (σπαρτά) στο ίδιο κομμάτι γης.

Η μετατροπή μιας δασικής έκτασης σε ένα αγροδασοκομικό σύστημα οδήγησε σε μικρές απώλειες στα αποθέματα οργανικού άνθρακα του εδάφους και στα ανώτερα στρώματα. Αντίθετα δεν εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές στα βαθύτερα στρώματα. Από την άλλη πλευρά, η μετατροπή από συμβατική καλλιέργεια σε ένα αγροδασοκομικό σύστημα, αύξησε τα αποθέματα οργανικού άνθρακα του εδάφους σε όλα τα επίπεδα, στις περισσότερες περιπτώσεις. Σημαντικές αυξήσεις παρατηρήθηκαν επίσης στη μετάβαση από τα βοσκοτόπια σε αγροδασοκομικά συστήματα, στα ανώτερα στρώματα, ειδικά με την προσθήκη πολυετών φυτών.

Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα δάση είναι οι μεγαλύτερες αποθήκες άνθρακα συγκρίνοντας τα με την απλή γεωργία. Ωστόσο, η αγροδασοκομία βρίσκεται κάπου ενδιάμεσα όσον αφορά την δέσμευση του άνθρακα. (Stefano et al 2017)

Τα κυβερνητικά προγράμματα σε ορισμένες χώρες των τροπικών χωρών - όπως η Βραζιλία, η Ινδονησία και η Κένυα - πληρώνουν τους αγρότες για να καλλιεργούν δέντρα στη γη τους για να μετριάσουν την κλιματική αλλαγή. Αυτή η στρατηγική ταιριάζει απόλυτα σε αυτά τα μέρη επειδή τα γεωργικά συστήματα είναι πολύ πιο ολοκληρωμένα στις τροπικές περιοχές όπου οι αγρότες είναι φτωχότεροι και τα οικονομικά οφέλη είναι πολύ αναγκαία.

3.5 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Τα συστήματα αγροδασοκομίας μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής, έχοντας τη δυνατότητα να απομονώσουν το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα (CO²) **στα μέρη των φυτών και στο έδαφος**. Μια μετα-ανάλυση διεξήχθη για να διερευνηθούν οι μεταβολές στα αποθέματα οργανικού άνθρακα του εδάφους (OAE) στα 0-15, 0-30, 0-60, 0-100, 0 και μεγαλύτερο του 100 cm (δειγματοληψία κάτω από το επίπεδο του εδάφους), μετά τη μετατροπή

της γης σε ένα αγροδασοκομικό σύστημα. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από 53 δημοσιευμένες μελέτες.

Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν σημαντική μείωση των αποθεμάτων (ΟΑΕ) - **26% και -24%** στη μεταβολή από **δασική έκταση σε αγροδασοκομία** σε 0-15 και 0-30 cm αντίστοιχα. Δηλαδή το δάσος δεσμεύει στο έδαφος περισσότερο άνθρακα.

Η μετάβαση από τη γεωργική καλλιέργεια στην αγρό-δασοκομία αύξησε σημαντικά με τιμές **26%, 40% και 34%** στα 0-15, 0-30 και 0-100 cm.

Η μετατροπή από βοσκότοπο / φυτοκάλυψη σε αγροδασοκομικό σύστημα έδωσε αποτελέσματα Δέσμευσης Άνθρακα στο έδαφος σε 0-30 cm (**9%**) και 0-30 cm (**10%**).

Η μετάβαση από μη **καλλιεργούμενες ή άλλες χρήσεις γης** στην αγροδασοκομία αύξησε τη δέσμευση του άνθρακα στο έδαφος κατά 25% στα 0-30 cm ενώ παρατηρήθηκε **μείωση** στα 0-60 cm (**-23%**).

Αύξηση παρατηρούμε επίσης και στο μεταβατικό στάδιο ανάπτυξης της αγροδασοκομίας, σε όλα τα επίπεδα του εδάφους, ενώ σημαντικές αλλαγές παρατηρήθηκαν και στα αγροδασοκομικά συστήματα που συνδυάστηκαν με κτηνοτροφία και όχι κάποια καλλιέργεια. Σημαντική μείωση παρατηρήθηκε όταν έγινε μετάβαση από δασική έκταση σε οποιαδήποτε άλλη χρήση γης.



Εικόνα 11 (Πηγή: google.com)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Η ανθρωπογενής εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα θεωρείται άμεσα συνδεδεμένη με την κλιματική αλλαγή. Μία από τις πιο αναγνωρισμένες αιτίες αλλαγής του κλίματος είναι η αύξηση της συγκέντρωσης του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα. Το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα αυξήθηκε περισσότερο από 40% τις τελευταίες δεκαετίες αγγίζοντας τα 392 ppm το 2012, ενώ αναμενόταν να υπερβεί τις 400 ppm μέχρι το 2015. Οι τελευταίες πρόσφατες μετρήσεις επιβεβαιώνουν την εκτίμηση ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση υπερβαίνει τελικά το όριο των 400 ppm για το 2016.

Η γεωργία δεσμεύει περίπου το 25% του άνθρακα CO₂, το 50% του Μεθανίου CH₄ και το 70% του Υποξειδίου του Αζώτου N₂O που εκπέμπεται σε παγκόσμια κλίμακα μέσω των ανθρωπογενών πηγών. Μία από τις πιο καλές στρατηγικές για τη μείωση της CO₂ συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα είναι η δέσμευση άνθρακα (C). Οι μεταβολές των αποθεμάτων άνθρακα που συνδέονται με τη μεταβολή χρήσης της γης μπορεί να εμφανιστούν φυσικά ή ως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Στο πλαίσιο της αλλαγής της χρήσης γης από τον άνθρωπο, οι γεωργικές και δασοκομικές πρακτικές έχουν το δυναμικό να μετριάσουν την συγκέντρωση του CO₂, επιτρέποντας έτσι στη γη να λειτουργήσει ως «νεροχύτης» για τον άνθρακα.

Το 1992, κατά το πρωτόκολλο του Κιότο, μετά την αποψίλωση, και την αναδάσωση που πραγματοποιήθηκε, αναγνωρίστηκε η σημαντικότητα των δασών, ως μια μορφή αντιστάθμισης των αερίων του θερμοκηπίου. Στη συνέχεια, οι διάφορες στρατηγικές διαχείρισης γης, όπως η δασοκομία, η καλλιέργεια και η βόσκηση, προστέθηκαν στις δραστηριότητες οργάνωσης – χρήσης γης, και της δασοκομίας το 2001. Σε αυτές τις πρακτικές συμπεριλαμβάνεται και η άσκηση της αγρο-δασοκομίας.

Σε ό, τι αφορά τις δραστηριότητες αυτές, ο στόχος και η κύρια λειτουργία τους, μας οδηγεί στο τελικό συμπέρασμα, ότι η δέσμευση του άνθρακα γίνεται με την αποθήκευση του σε μακρόβιες δεξαμενές άνθρακα όπως για παράδειγμα η βιομάζα των φυτών. Επίσης ρόλο σε αυτό παίζουν η βιοποικιλότητα του εδάφους, οι μικροοργανισμοί και οι σταθερές μορφές οργανικών και ανόργανων ανθράκων στο έδαφος, (π.χ. υπολείμματα από κλαδιά και ξύλα).

4.1 ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΩΣ ΒΑΣΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ

Το έδαφος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απομόνωση του άνθρακα, ικανό να αποθηκεύσει **έως και 3 φορές περισσότερο άνθρακα από ό, τι η βλάστηση**. Η ποσότητα του άνθρακα που δεσμεύεται στο έδαφος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων της περιοχής, της ποιότητας του εδάφους, της τρέχουσας χρήσης γης, της προηγούμενης χρήσης γης και της τρέχουσας κατάστασης του εδάφους αλλά και της ικανότητας να υποστεί αλλαγές. Γενικά, το έδαφος αντιστοιχεί στο 60% του συνολικού άνθρακα που αποθηκεύεται σε δασικές εκτάσεις.

Η αγροδασοκομία αποτελώντας ένα τρόπο βιώσιμης πρακτικής (δίνοντας συνέχεια στη δέσμευση άνθρακα) αναδιπλώνει μια ευκαιρία αντιμετώπισης ζητημάτων της κλιματικής αλλαγής, έχοντας τη δυνατότητα να αποθηκεύσει τις

ατμοσφαιρικές εκπομπές CO₂ για μεγάλες περιόδους. Τα αγροδοασκομικά συστήματα αειφορικής διαχείρισης δεσμεύουν ένα μεγάλο μέρος ατμοσφαιρικού άνθρακα το οποίο επιστρέφει στο έδαφος με τη μορφή υπολειμμάτων των φυτών (πχ καλαμπόκι) και απορριμμάτων δέντρων, κομπόστ. Αυτές οι εισροές μπορούν να βοηθήσουν στη σταθεροποίηση της οργανικής ύλης του εδάφους και στη μείωση του ρυθμού αποσύνθεσης της βιομάζας και αύξηση των αποθεμάτων δέσμευσης άνθρακα στο έδαφος.

Συνήθως, τα περισσότερα **γεωργικά εδάφη** δρουν ως πηγή παραγωγής αερίων θερμοκηπίου (CO₂, CH₄ και N₂O), έχοντας χάσει σημαντικό μέρος του αρχικού οργανικού άνθρακα που περιέχουν (Stavi and Lal 2013). Η **αγροδοασκομία** μπορεί να βοηθήσει στην ανάκτηση μέχρι και 35% του αρχικού δάσους που χάθηκε λόγω της κοπής και της καύσης λόγω της γεωργίας.

Προηγούμενες μελέτες έχουν αναλύσει την επίδραση των πρακτικών αλλαγής χρήσης της γης και της διαχείρισης των αποθεμάτων άνθρακα στο έδαφος. Είναι πλέον γνωστό, ότι απώλεια της κάλυψης του εδάφους όπως για παράδειγμα η αποψίλωση, η εκκαθάριση των δασών, η αλλαγή χρήσης γης κλπ. αποδεδειγμένα διαταράσσουν τα αποθέματα δέσμευσης άνθρακα στο έδαφος.

Ο Guo and Gifford (2002) βρήκε μειωμένα αποθέματα άνθρακα στο έδαφος μετά από μετατροπή βοσκότοπων σε φυτείες, και φυσικές δασικές εκτάσεις σε βοσκότοπους ή καλλιέργειες. Η αναδάσωση άλλαξε τα δεδομένα στα εδάφη, επαναφέροντας την αρχική τους ταυτότητα, η οποία επήλθε κάνοντας δεντροφύτευση με τη χλωρίδα που προϋπήρχε στην εκάστοτε περιοχή. Ενδεικτικά υπήρξε μείωση του άνθρακα στο έδαφος.

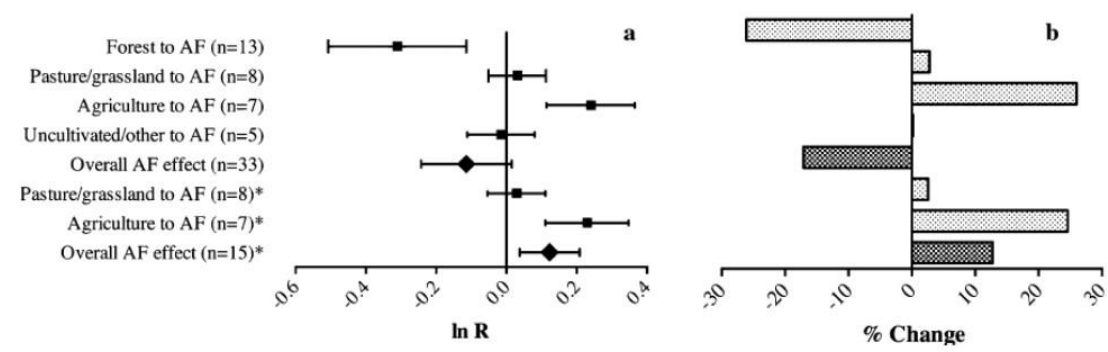
Το 2010 διερεύνησαν τους παράγοντες που συμβάλλουν στην αποκατάσταση των αποθεμάτων άνθρακα στο έδαφος μετά την αναδάσωση, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η προηγούμενη χρήση γης, τα φυτά που προϋπήρχαν, η περιεκτικότητα σε πηλό και η κλιματική ζώνη είχαν συντριπτική επιρροή στο αποτέλεσμα. Ειδικότερα, ο θετικός αντίκτυπος της αναδάσωσης στα αποθέματα του άνθρακα ήταν πιο εμφανής στα εδάφη των καλλιεργειών παρά στους βοσκοτόπους.

(Don et al. 2011). Επίσης διαπίστωσαν απώλειες άνθρακα, από τη μετατροπή των αρχέγονων δασών σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Επιπλέον, οι απώλειες άνθρακα ήταν μερικώς αναστρέψιμες με την αναδάσωση των αγροτικών καλλιεργειών και με τη μετατροπή των καλλιεργειών σε εδάφη με φυτοκάλυψη (χωρίς καλλιέργεια).

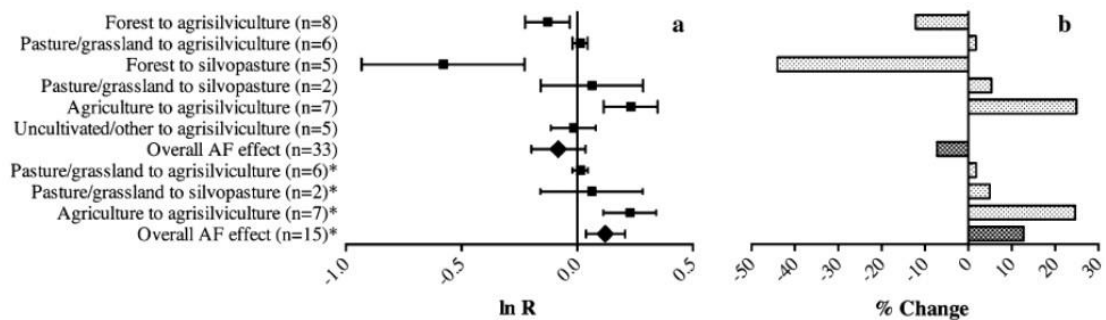
4.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η εισαγωγή των δένδρων και της **αγροδασοκομίας**, μπορεί να αυξήσει σημαντικά τα αποθέματα άνθρακα στο έδαφος. Ωστόσο, παρά την ύπαρξη τόσων σημαντικών μελετών, δεν υπάρχει ακόμα πλήρη εικόνα σχετικά με τα οφέλη της αγροδασοπονίας στα αποθέματα συγκέντρωσης άνθρακα στο έδαφος και πιο συγκεκριμένα στο μεταβατικό στάδιο αλλαγής χρήσης της γης. Το δυναμικό της γεωργικής δασοκομίας για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής αναγνωρίζεται ευρέως, και θα χρειαστούν περισσότερα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία για την επίσημη αναγνωρισιμότητα.

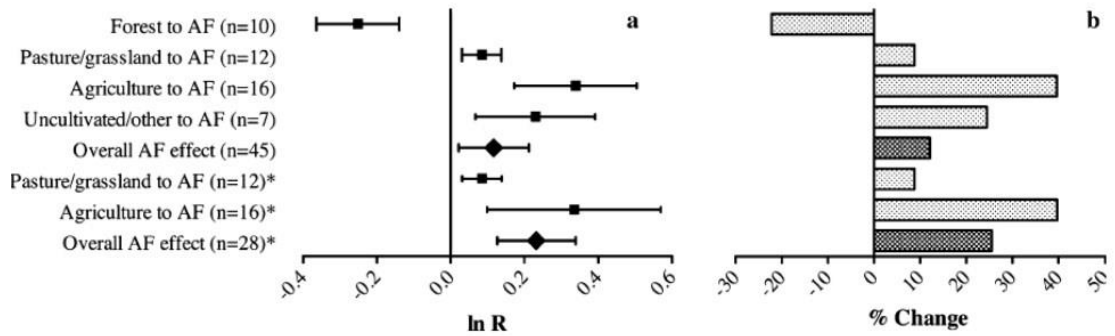
Ο κύριος στόχος είναι η διερεύνηση των επιπτώσεων της αγροδασοκομίας στα αποθέματα άνθρακα του εδάφους, αφού πλέον συγκεντρώσαμε όλα τα απαραίτητα στοιχεία των υπαρχόντων μελετών. Στους παρακάτω πίνακες βλέπουμε μια μετα-αναλυτική στατιστική διαδικασία που επιτρέπει την σύγκριση αποτελεσμάτων από διαφορετικές μελέτες, προκειμένου να εντοπιστούν κοινά στοιχεία, αποκλίσεις ή άλλες ενδιαφέρουσες πληροφορίες που μπορεί να έρθουν στην επιφάνεια, στο πλαίσιο πολλαπλών μελετών.



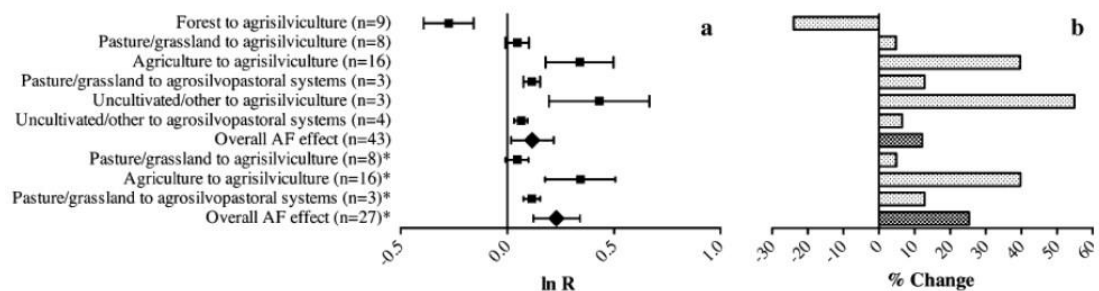
Πίνακας 3.1: μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **0-15 cm**, και για διαφορετικές χρήσεις γης (Πηγή: Stefano et al 2017)



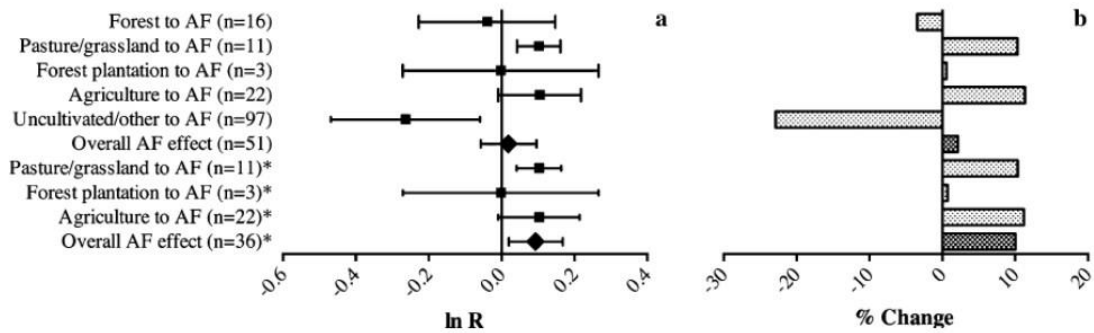
Πίνακας 3.2: Βλέπουμε τη μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **0-15 cm**, για τις διαφορετικές χρήσεις γης, **με παρουσία κτηνοτροφικής δραστηριότητας** (Πηγή: Stefano et al 2017)



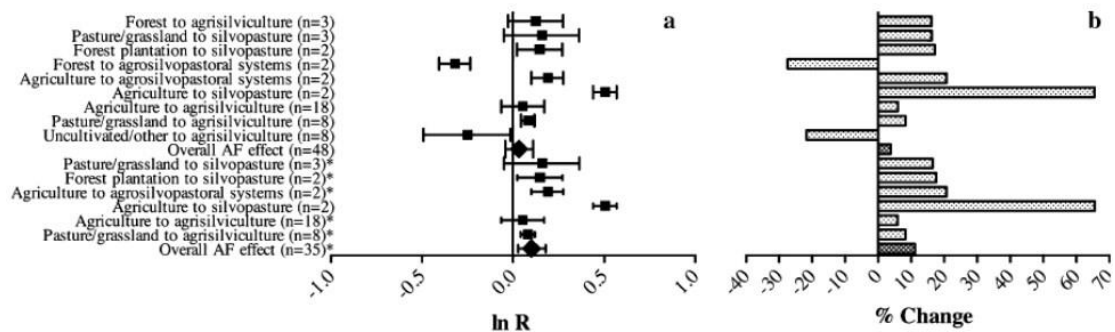
Πίνακας 3.3: Βλέπουμε τη μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **0-30 cm**, για τις διαφορετικές χρήσεις γης (Πηγή: Stefano et al 2017)



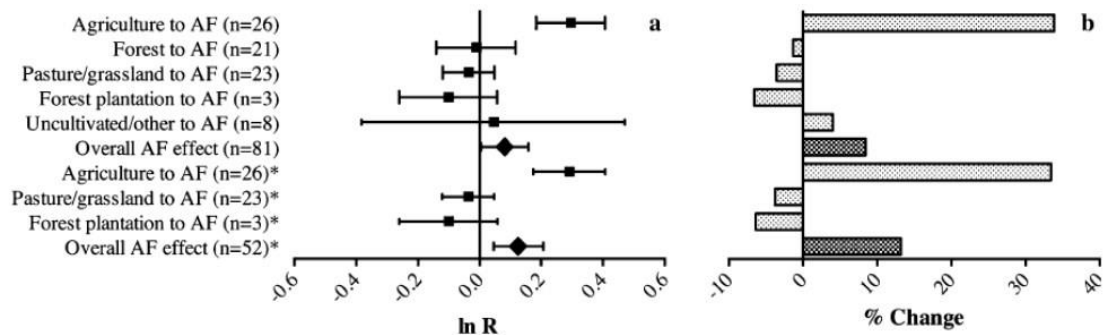
Πίνακας 3.4: Βλέπουμε τη μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **0-30 cm**, για τις διαφορετικές χρήσεις γης **με παρουσία κτηνοτροφικής δραστηριότητας** (Πηγή: Stefano et al 2017)



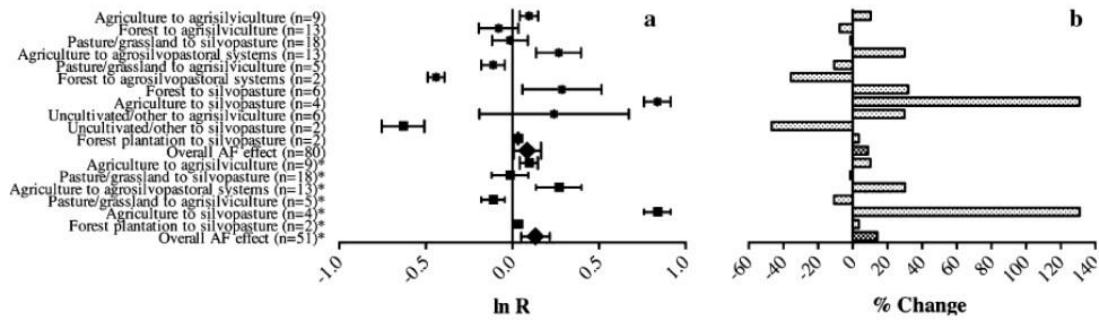
Πίνακας 3.5: Βλέπουμε τη μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **0-60 cm**, για τις διαφορετικές χρήσεις γης (Πηγή: Stefano et al 2017)



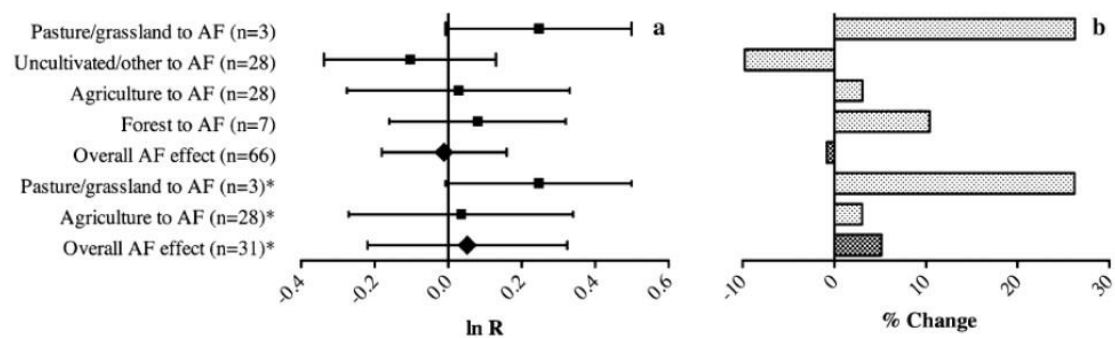
Πίνακας 3.6: Βλέπουμε τη μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **0-60 cm**, για τις διαφορετικές χρήσεις γης **με παρουσία κτηνοτροφικής δραστηριότητας** (Πηγή: Stefano et al 2017)



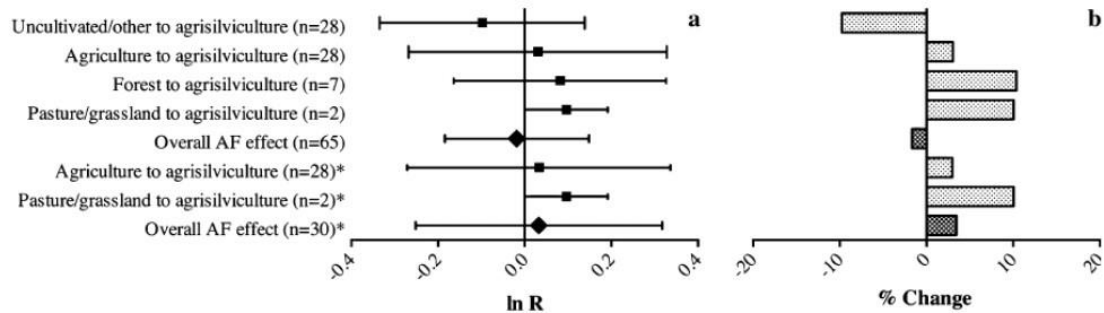
Πίνακας 3.7: Βλέπουμε τη μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **0-100 cm**, για τις διαφορετικές χρήσεις γης (Πηγή: Stefano et al 2017)



Πίνακας 3.8: Βλέπουμε τη μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **0-100 cm**, για τις διαφορετικές χρήσεις γης με παρουσία κτηνοτροφικής δραστηριότητας (Πηγή: Stefano et al 2017)



Πίνακας 3.9: Βλέπουμε τη μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **>100 cm**, για τις διαφορετικές χρήσεις γης (Πηγή: Stefano et al 2017)



Πίνακας 3.10: Βλέπουμε τη μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα στο έδαφος, για βάθος δειγματοληψίας **>100 cm**, για τις διαφορετικές χρήσεις γης με παρουσία κτηνοτροφικής δραστηριότητας (Πηγή: Stefano et al 2017)

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Βλέπουμε ότι η εισαγωγή ενός αγροδασοκομικού συστήματος, επιφέρει σημαντικές αλλαγές στις συγκεντρώσεις άνθρακα του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα βλέπουμε ότι στα 0-100 cm (βάθους ριζικού συστήματος) οι αλλαγές στις οποίες

υπόκειται η εδαφική κοιλότητα είναι αρκετά μεγάλες, όπου οι συγκεντρώσεις άνθρακα, αυξάνονται σημαντικά με τη παρουσία των δέντρων.

Καταλήγουμε ότι η αγροδασοκομία ως εναλλακτικός τρόπος αγροτικής εκμετάλλευσης, αποτελεί την χρυσή τομή ανάμεσα στη συμβατική γεωργία, και την δασική έκταση όσον αφορά τη δέσμευση του άνθρακα από το έδαφος.



Εικόνα 12 (Πηγή: Wikipedia.org)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑ

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν φυσικό φαινόμενο, άρρηκτα συνδεδεμένο με τις περιβαλλοντικές και κλιματολογικές συνθήκες κάθε οικοσυστήματος. Καθώς όμως η συχνότητά τους αυξάνεται (σε πολλά μέρη του κόσμου), άρχισε να προκαλεί ανησυχίες στην ερευνητική κοινότητα. Από την έλευση των ανθρώπων η φωτιά χρησιμοποιήθηκε για πολλούς σκοπούς, όπως η αύξηση της γονιμότητας του εδάφους, η αναγέννηση της φυσικής βλάστησης για βόσκηση, ο έλεγχος της ανταγωνιστικής βλάστησης (παρασιτικά φυτά) κ.α.

Ωστόσο, οι σημερινές ανεξέλεγκτες πυρκαγιές απειλούν όχι μόνο τη φυσική βλάστηση, τη βιοποικιλότητα του τοπίου, την ανθρώπινη ζωή, την οικονομία αλλά ταυτόχρονα απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες **διοξειδίου του άνθρακα** συμβάλλοντας έτσι στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας με φυσικό επακόλουθο την κλιματική αλλαγή.

Οι υψηλότερες θερμοκρασίες και τα ξηρότερα καλοκαίρια αύξησαν τον κίνδυνο πυρκαγιών σε περιοχές που παρουσίαζαν πλούσια βιοποικιλότητα και αυτό είχε τεράστιες επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Έχει πλέον αποδειχθεί ότι η αγροδασοκομία, η πρακτική της ενσωμάτωσης της δασικής βλάστησης και των γεωργικών καλλιεργειών ή / και των ζώων, θα μπορούσε να αποτελέσει εργαλείο διαχείρισης για τη μείωση των πυρκαγιών στις ευρωπαϊκές μεσογειακές χώρες.

Οι πυρκαγιές που καταγράφηκαν τη περίοδο 2008 έως το 2017 έδειξαν ότι η κάλυψη του εδάφους με τη χρήση της γης έχουν ένα πολύ μεγάλο συσχετισμό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι περιοχές αγροδασοκομίας είχαν εμφανώς λιγότερα περιστατικά πυρκαγιών απ' ό,τι τα δάση, οι βοσκότοποι και τα λιβάδια παρέχοντας τρανταχτές αποδείξεις για το δυναμικό της προστασίας του οικοσυστήματος σε συνδυασμό με τη μείωση κινδύνου πυρκαγιών.

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Αξιολόγηση των Δασικών Πόρων (FAO 2016), η συνολική έκταση των δασών μειώθηκε κατά 129 εκατομμύρια εκτάρια (3,1%) την περίοδο 1990-2015 αγγίζοντας συνολικά τα 4 δισεκατομμύρια εκτάρια το 2015. Στην Ευρώπη διαφέρει αυτό ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. Στη Βόρεια Ευρώπη η εντατικοποίηση της γης αποτελεί τη πιο σημαντική κινητήρια δύναμη έτσι ώστε να αξιοποιηθούν και άλλες χρήσεις γης. Αντίθετα, οι χώρες της Νότιας Ευρώπης υποφέρουν από εγκατάλειψη, μένοντας μεγάλα εδαφικά κομμάτια ανεκμετάλλευτα (Damianidis et al 2020).

Την περίοδο 2008-2017, η πλειονότητα των ευρωπαϊκών πυρκαγιών (93%) συνέβη στις μεσογειακές χώρες. Κάθε χρόνο, περίπου 300.000 έως 450.000 εκτάρια δασικής έκτασης καίγονται στην Πορτογαλία, την Ιταλία, την Ισπανία, την Ελλάδα, τη

Γαλλία και την Κύπρο (Damianidis et al 2020). Αυτό αναμένεται να αυξηθεί στις μελλοντικές δεκαετίες σύμφωνα με πρόσφατα δεδομένα λόγω της κλιματικής αλλαγής (Seidl et al., 2014). Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεαστεί από την αύξηση του αριθμού των πυρκαγιών, αλλά και οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορεί να αυξήσουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς (αριθμός ημερών με κίνδυνο πυρκαγιάς, εποχή κλπ.) για τις μεσογειακές χώρες της ΕΕ (Damianidis et al 2020).

Υπάρχουν πολλές πολύπλοκες αιτίες που προκαλούν μια πυρκαγιά. Στη πραγματικότητα, σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής οι δασικές πυρκαγιές εξαρτώνται από τρία πράγματα: «καύσιμο, οξυγόνο και θερμότητα» τα οποία θα καθορίσουν και την εξάπλωση. Επομένως, ανεξάρτητα από τις προληπτικές δράσεις διαχείρισης των δασών, πάντα έχει άμεση εξάρτηση το «καύσιμο», η «εξάπλωση» και η «αιτία ανάφλεξης». Τα μη διαχειριζόμενα δάση περιέχουν συνήθως υψηλά φορτία καυσίμων αυξάνοντας τον κίνδυνο μεγάλης και ταχείας εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών που συνοδεύονται από μεγάλες εκπομπές CO₂.

Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή αραίωσης και άλλες λειτουργίες διαχείρισης, οι οποίες μειώνουν το εύφλεκτο φορτίο της βιομάζας, στερούν τμήμα του "καυσίμου" που είναι και η βασική αιτία εξάπλωσης μιας πυρκαγιάς. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές σε περιοχές εκδήλωσης πυρκαγιάς στις οποίες έχουν εφαρμόσει στρατηγικές διαχείρισης και πρόληψης του φαινομένου. Η διαταραχή της υπάρχουσας βλάστησης, η αύξηση του κύκλου αποδόμησης της οργανικής ύλης και της ενσωμάτωσή της στο έδαφος αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για τη μείωση της δασικής πυρκαγιάς.

Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες, η μαζική εγκατάλειψη της υπαίθρου και η μετακίνηση των ανθρώπων σε μεγάλες πόλεις έχει γίνει ένα φαινόμενο που χαρακτηρίζει πολλές μεσογειακές χώρες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πυκνής βιομάζας (καυσίμων) στα δάση, η οποία στη συνέχεια μπορεί εύκολα να αναφλεγούν από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (πχ ρίψη σκουπιδιών) και μερικές φορές από φυσικά φαινόμενα όπως καταιγίδες (κεραυνοί). Ωστόσο, τα δάση προσφέρουν πολλά οφέλη στην κοινωνία, συμπεριλαμβανομένης της βιοοικονομίας

για την ευρωπαϊκή ένωση. Παρουσιάζονται, λοιπόν, πολλαπλά περιβαλλοντικά οφέλη, για την αύξηση του βιοτικού επιπέδου και της ευημερίας των ανθρώπων.

Η αγροδοασοκομία, αποτελεί τη σκόπιμη ενσωμάτωση της ξυλώδους βλάστησης (δένδρα ή / και θάμνοι) αλλά και οποιουδήποτε συνδυασμού πχ ζωικού κεφαλαίου με κάποια καλλιέργεια, βοσκοτόπων ή γεωργικών καλλιεργειών ή και τη παρουσία όλων ταυτόχρονα. Έτσι προσφέρεται μια επιλογή, για τη διατήρηση αυτών των περιβαλλοντικών συνθηκών ευημερίας, ενώ παράλληλα θα υπάρχει διαχείριση στη συσσώρευση καυσίμων στα δάση για τη μείωση της δασικής πυρκαγιάς.

4.1 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ - ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

Η συγκεκριμένη μελέτη που παρουσιάζουμε στο κεφάλαιο αυτό, αφορά στοιχεία από ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου, δίνοντας περισσότερη έμφαση σε χώρες όπως: η Κύπρος, η Γαλλία, η **Ελλάδα**, η Ιταλία, η Πορτογαλία και η Ισπανία. Χρησιμοποιήθηκε σύστημα γεωγραφικών σύστημα πληροφοριών (GIS) για τη διερεύνηση και ανάλυση για τον εντοπισμό των διαφορών για κάθε περιστατικό εκδήλωσης πυρκαγιάς ανάλογα με τη περίπτωση χρήσης της γης (αγροδοασοκομία, δασική έκταση, θαμνώδη βλάστηση και λιβάδια).

Τα δεδομένα που παραθέτουμε παρακάτω (πυρκαγιές) δημιουργήθηκαν από το Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφοριών για τις Πυρκαγιές. Τα στοιχεία παρουσιάζουν τις καμένες περιοχές στις μεσογειακές χώρες και περιλαμβάνουν φωτιές οι οποίες προκάλεσαν καταστροφή σε εδαφική έκταση μεγαλύτερη από 30 εκτάρια. Με βάση τα προηγούμενα δεδομένα, το μεγαλύτερο ποσοστό πυρκαγιών παρατηρήθηκε στην Πορτογαλία (36%), ακολουθούμενη από την Ιταλία (30,6%), την Ισπανία (22,5%), την Ελλάδα (6,8%), τη Γαλλία (3,5%) και την Κύπρο (0,6%).

Τα στοιχεία της έρευνας καλύπτουν μια περίοδο μεταξύ του 2008 και 2017 (βάθος 10 έτη) και περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την ημερομηνία ανάφλεξης και την καμένη περιοχή.

Στο **σχέδιο 1** Παρουσιάζεται όλη η δραστηριότητα αγροδασοκομικών συστημάτων στην Ευρώπη.



Εικόνα 13 (Damianidis et al 2020)

4.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα αγροδασοκομικά συστήματα, διερευνήθηκαν εκτενώς, ως προς την ανθεκτικότητά τους σε περιστατικά δασικής πυρκαγιάς. Οι Πίνακες μας δείχνουν κάποια ανατρεπτικά δεδομένα, αποδεικνύοντας την σημαντικότητα των δέντρων στην προστασία από τις δασικές πυρκαγιάς.

Στον **πίνακα 4.2.1** (παρακάτω) παρουσιάζονται τα δεδομένα για τις καμένες περιοχές και τον αριθμό των περιστατικών εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς για την περίοδο 2008 - 2017 από το EFFIS 2018 για κάθε μια από τις επιλεγμένες μεσογειακές χώρες της ΕΕ.

Countries	Burnt area (ha)	Number of fires	Area of countries (ha)	Burnt area (%) per country
Cyprus	13,258 (0.5%)	39 (0.6%)	925,100	1.4
France	61,558 (2.2%)	247 (3.5%) 0	55,169,50	0.1
Greece	258,440 (9.3%)	476 (6.8%) 0	13,194,00	2.0
Italy	447,795 (16.2%)	2152 (30.6%) 0	30,133,80	1.5

Portugal	1,317,266 (47.5%)	2538 (36.0%)		9,156,800	14.4
Spain	674,551 (24.3%)	1587 (22.5%)	0	49,846,80	1.4
Total	2,772,868 (100%)	7039 (100%)			

Ο Πίνακας 4.2.1 αναφέρει καμένη περιοχή, αριθμό πυρκαγιών (αναλογία της καμένης περιοχής και αριθμός πυρκαγιών), έκταση χωρών και αναλογία καμένου χώρου ανά χώρα για έξι κράτη της Μεσογείου, στη δεκαετία 2008 έως 2017.

Πηγή (Damianidis et al 2020)

Πίνακας 4.2.1: Με μαύρα γράμματα φαίνεται η κυρίαρχη ποσοστιαία εκδήλωση πυρκαγιάς και όπως βλέπουμε στη θέση αυτή βρίσκεται η Πορτογαλία. Φωτιές οι οποίες σταμάτησαν στα 30 εκτάρια και κάτω δεν καταγράφηκαν στην έρευνα.

Country	Number of points				
	Agroforestry	Forests	Shrublands	Grasslands	Total
Cyprus	74 (7.4%) (36%)	359 (34.9%)	348 (21.7%)	217	998
France	1100 (4.6%) (45.3%)	10,828 (5.2%)	1251 (44.9%)	10,722	23,901
Greece	957 (17%) (29.9%)	1686	1971 (35%) (18.1%)	1020	5634
Italy	979 (8.8%) (50.2%)	5612 (11.7%)	1307 (29.3%)	3272	11,170

Portugal	963 (9.4%)	6882	1201	1213	10,259
		(67.1%)	(11.7%)	(11.8%)	
Spain	3961	2115	4995 (30%)	5566	16,637
	(23.8%)	(12.7%)		(33.5%)	
Total	8034	27,482	11,073	22,010	68,599
	(11.7%)	(40.1%)	(16.1%)	(32.1%)	

Ο Πίνακας 4.2.2 παρουσιάζει τον αριθμό των σημείων που εντοπίζονται για τις διαφορετικές χρήσεις γης και τη συσχέτισή τους ανάλογα με τον τύπο του εκάστοτε περιβάλλοντος. Λόγω του μικρού μεγέθους, η Κύπρος είχε σχετικά μικρότερο αριθμό πόντων. Η Γαλλία, η μεγαλύτερη από τις χώρες που μελετήθηκαν, είχε τον μεγαλύτερο αριθμό σημείων για χρήσεις γης όπως δάση και λιβάδια. Η Ισπανία είχε τον μεγαλύτερο αριθμό **αγροδασοκομικών συστημάτων**, και θαμνωδών τοπιών (Πίνακας 4.2.2). Η Πορτογαλία, η οποία παρουσιάζει τα υψηλότερα περιστατικά πυρκαγιάς από όλες τις χώρες, ταυτόχρονα είχε τα λιγότερα αγροδασοκομικά συστήματα καλλιέργειας όπου αντιπροσώπευε μόνο το 9,4% της συνολικής χρήσης γης της χώρας. Η έκταση της αγροδασοπονίας ήταν παρόμοια με αυτή των θαμνωδών δασών (11,7%) και των λιβαδιών (11,8%), αλλά λιγότερο από την έκταση των δασών (67,1%).

Πίνακας 4.2.2 Πηγή (Damianidis et al 2020)

Ο Πίνακας 4.2.3 (παρακάτω) περιγράφει την αναλογία των σημείων εκδήλωσης πυρκαγιάς που κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με τις τέσσερις επιλεγμένες χρήσεις γης. Το χαμηλότερο ποσοστό πυρκαγιών (που κυμαίνεται από 0 έως 12,5%) παρατηρήθηκε στα αγροδασοκομικά συστήματα σε όλες τις χώρες, **με εξαίρεση την Ελλάδα** όπου το ποσοστό των περιστατικών πυρκαγιάς ήταν χαμηλότερο στις δασικές εκτάσεις. Οι υψηλότεροι αριθμοί εμφανίστηκαν στα δάση με θαμνώδη βλάστηση (40,6%) και τα δάση (37,1%), για το ίδιο χρονικό διάστημα. Το μέσο ποσοστό περιστατικών πυρκαγιάς σημειώθηκε στα λιβάδια που ήταν 16,6%.

Παρακάτω ο πίνακας που βασίζεται σε δεδομένα LUCAS and EFFIS 2018

Countries	Number of points included in the fire polygons				
	Agroforestry %	Forests %	Shrublands %	Grasslands %	Total (#)
Cyprus	3.6	21.4	53.6	21.4	28
France	0.0	26.7	43.3	30.0	30
Greece	12.5	10.2	65.6	11.7	128
Italy	11.7	25.7	22.9	39.7	179
Portugal	2.6	46.8	39.5	11.1	648
Spain	6.4	36.9	41.2	15.5	328
Mean of all countries	5.7	37.1	40.6	16.6	1341

Πίνακας 4.2.3 Πηγή (Damianidis et al 2020)

Πίνακας 4.2.4. Σύμφωνα με τη βάση δεδομένων CORINE 2012, το χαμηλότερο ποσοστό εμφάνισης εμφανίσθηκε στα συστήματα αγροδοασοκομίας και συγκεκριμένα σε τρεις χώρες: Την Γαλλία, την Ιταλία και την Ισπανία (4.2.6). Στην Ελλάδα και την Κύπρο (Πίνακας 4.2.4), το ποσοστό της φωτιάς ήταν χαμηλότερο στις δασικές εκτάσεις και στην Πορτογαλία το ποσοστό ήταν χαμηλότερο στα λιβάδια. Ο μέσος όρος περιστατικών πυρκαγιάς για όλες τις χώρες έδειξαν ότι συνέβησαν στα λιβάδια (11,2%) και την αγροδοασοκομικά συστήματα (20,2%). Αντίθετα, ο υψηλότερος μέσος όρος καταγράφηκε σε δάση με θαμνώδη βλάστηση (36,7%) και τα δάση (31,9%)

Countries	Number of points included in the fire polygons				
	Agroforestry	Forests	Shrublands	Grasslands	Total
Cyprus	230 (0.3%)	110 (0.1%)	505 (0.5%)	80 (0.2%)	925
France	24,335 (29.1%)	68,688 (44.9%)	18,493 (18.2%)	5205 (13.3%)	116,721
Greece	10,928 (13.1%)	6559 (4.3%)	10,853 (10.7%)	4493 (11.5%)	32,833
Italy	16,808 (20.1%)	20,317 (13.3%)	15,042 (14.8%)	6041 (15.4%)	58,208
Portugal	9802 (11.7%)	10,588 (6.9%)	10,358 (10.2%)	922 (2.3%)	31,670
Spain	21,484 (25.7%)	46,574 (30.5%)	46,342 (45.6%)	22,495 (57.3%)	136,895
Total of all countries (% land use per total)	83,587 (22.2%)	152,836 (40.5%)	101,073 (26.9%)	39,236 (10.4%)	377,252 (100%)

Πίνακας 4.2.4 Πηγή (Damianidis et al 2020)

Countries	Proportion of CORINE polygons included in the fire polygons				
	Agroforestry %	Forests %	Shrublands %	Grassland %	Total (#)
Cyprus	25.4	7.9	55.6	11.1	63
France	7.6	38.7	37.1	16.5	630
Greece	34.7	12.3	36.9	16.2	1884
Italy	18.5	30.7	31.5	19.3	3787
Portugal	35.7	34.3	36.9	4.5	8211
Spain	8.0	24.0	27.1	9.1	5602
Mean of all countries	20.2	31.9	36.7	11.2	20,177

Πίνακας 4.2.5 Πηγή (Damianidis et al 2020)

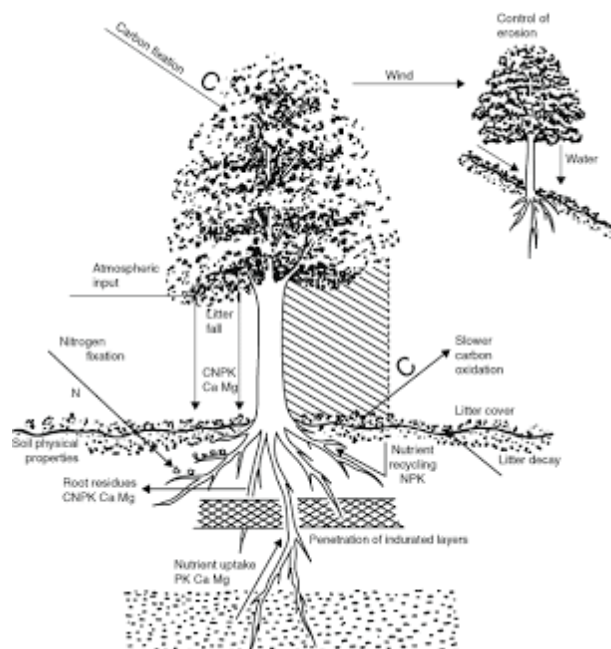
Είναι όντως τα αγροδασοκομικά συστήματα ο καλύτερος τρόπος για τη πρόληψη των περιστατικών πυρκαγιών;

Σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα και τα στοιχεία από τις πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν, επεμβαίνοντας και με διορθωτικούς συντελεστές, συμπεραίνουμε ότι η ύπαρξη αγροδασοκομικών συστημάτων, παρουσιάζει τα μικρότερα ποσοστά εκδήλωσης πυρκαγιών. Πιο συγκεκριμένα, παρόλο που οι θάμνοι κατέλαβαν το 16% της έκτασης με τις τέσσερις χρήσεις γης, και συσχετίστηκαν με το 40% των περιστατικών πυρκαγιών. Παρόμοια στατιστικά δεδομένα έχουμε και για τα δάση, τη θαμνώδη βλάστηση, και τα λιβάδια. Αντίθετα η αγροδασοκομία οποία κατέλαβε το 12% της έκτασης, συνδέεται μόνο με το 6% των εστιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ένας βασικός λόγος άσκησης της αγροδασοκομίας, είναι και η ενίσχυση της παραγωγικότητας του εδάφους. Πρόκειται για μια βιώσιμη πλευρά διαχείρισης, όπου το έδαφος αποκτά εδαφική ισορροπία και με αυτό το τρόπο ανοίγουν νέοι

δρόμοι για μια πιο πολύπλευρη γεωργική ενασχόληση. Υπάρχει η θεωρία ότι η αγροδασοκομία είναι το κατάλληλο σύστημα για τη βελτίωση των τεχνικών προδιαγραφών γονιμότητας του εδάφους, διατήρηση της βιομάζας και η προώθηση του κύκλου αποδόμησης στο περιβάλλον. Οι ευεργετικές επιδράσεις των δένδρων στη παραγωγικότητα του εδάφους φαίνεται συνοπτικά στο σχήμα.



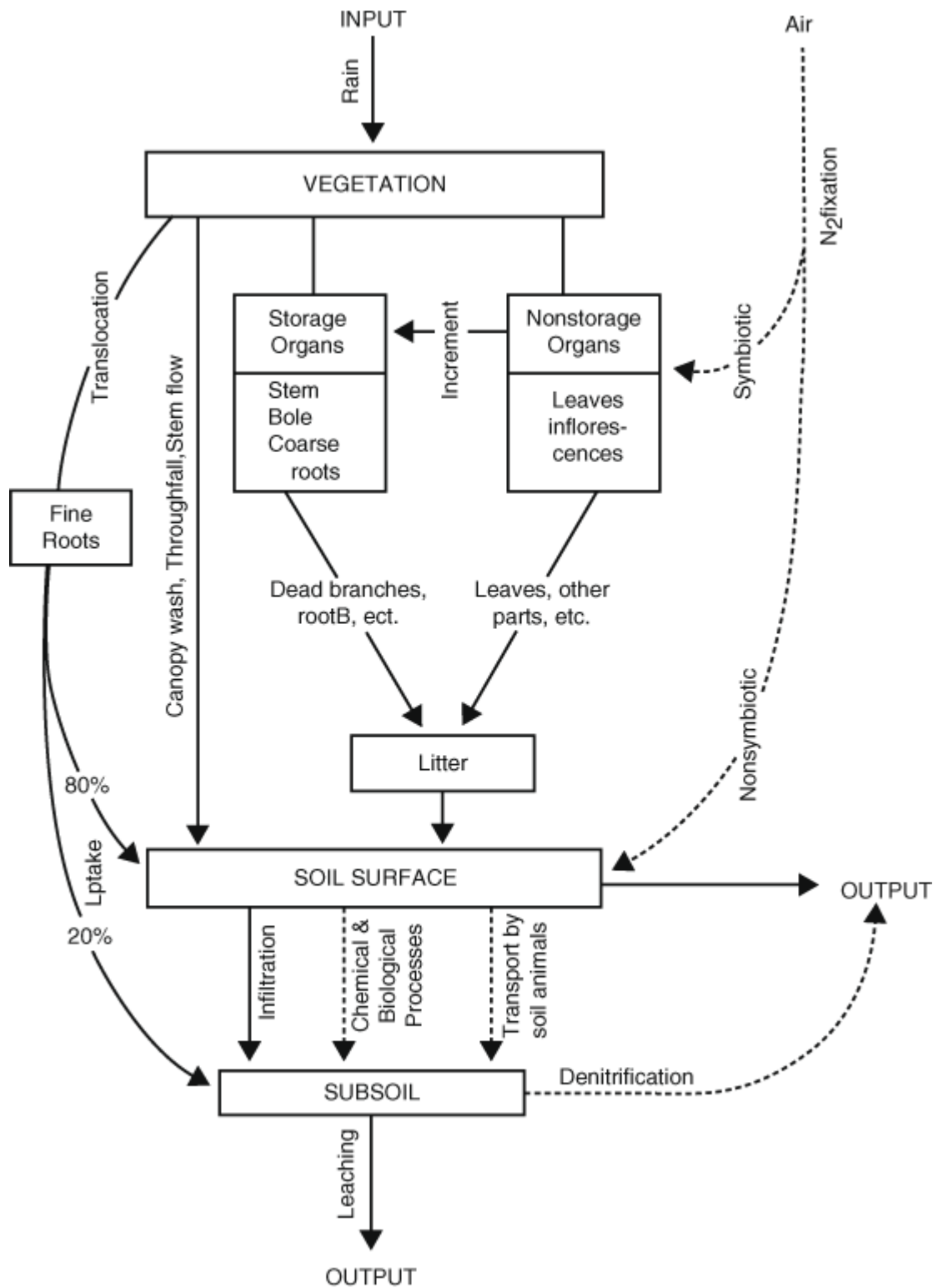
Εικόνα 14 Πηγή (Young 1989)

Στις καλλιέργειες όταν υπάρχει η παρουσία των δέντρων ενθαρρύνεται η ανακύκλωση των στοιχείων, και η αποτελεσματική επαναχρησιμοποίηση τους χωρίς απώλειες (ένα κλειστό σύστημα). Η παρουσία ενός τόσο γόνιμου εδάφους, αυξάνει την τελική παραγωγή ανά στρέμμα. Επιπροσθέτως, η διάβρωση με τη παρουσία των δέντρων είναι ένα επιπλέον στοιχείο που βοηθάει στη παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Η καύση της βιομάζας (υπολείμματα μιας καλλιέργειας, ζιζάνια) φαίνεται να μειώνει σημαντικά την διατήρηση της οργανικής ύλης, η οποία τεχνική πρέπει να εξαλειφθεί εφόσον βλάπτει σημαντικά την γονιμότητα στο έδαφος. Το να αντικατασταθεί αυτό, απαιτεί χρόνο εργασίας, δηλαδή επιπλέον κόστος. Εν αντιθέσει, ένα αγροδασοκομικό σύστημα προσφέρει αυτή την υπηρεσία, χωρίς κόστος, ενώ ταυτόχρονα η παρουσία των δέντρων ενισχύει την παραγωγή.

Η μακροχρόνια αγρανάπαυση και η διαδοχική καλλιέργεια βοηθάει επίσης στην γονιμότητα του εδάφους. Ωστόσο, η αγροδασοκομία συμβάλλει αποτελεσματικά στην εναπόθεση οργανικών υλικών όπως φύλλα, κλαδιά και φρούτα στην επιφάνεια του εδάφους, τα οποία ενισχύουν την πληρότητα του εδάφους σε στοιχεία.

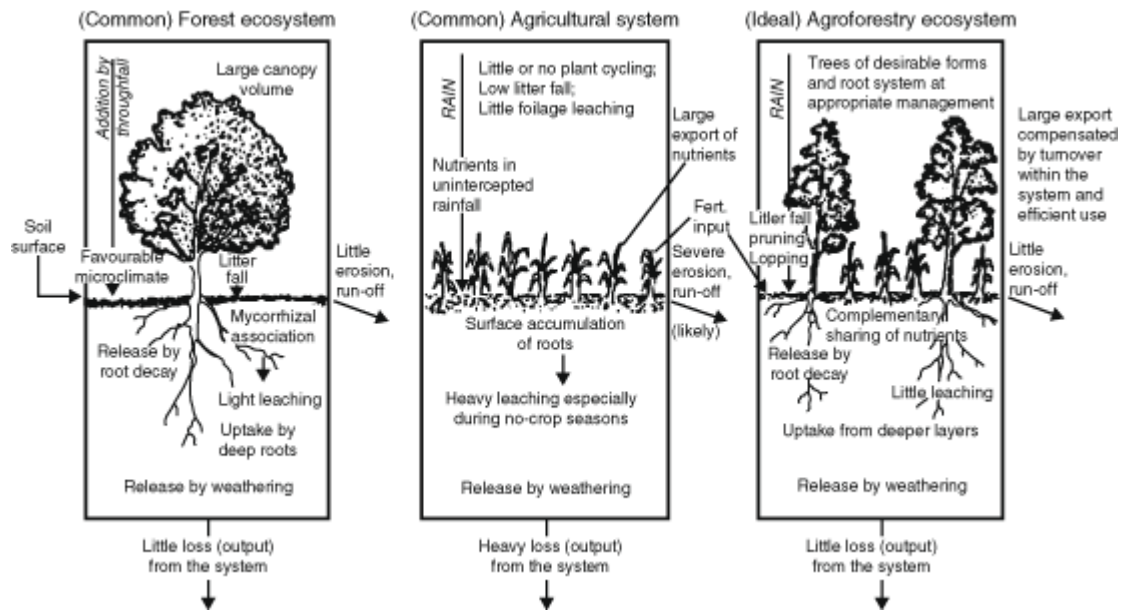
Τα φυτά χρειάζονται θρεπτικές ουσίες για να αναπτυχθούν. Αυτά τα θρεπτικά συστατικά, ένα μικρό μέρος τους προέρχεται από πετρώματα που αποσυντίθεται (διάβρωση) και απελευθερώνουν στοιχεία - ιχνοστοιχεία. Σημαντικό μέρος της γονιμότητας του εδάφους, αποτελείται από ιστούς των φυτών που αποσυντίθενται, και όταν τα φυτά αποβάλλουν το φύλλωμα τους. Η βιομάζα που παραμένει στο έδαφος, αποσυντίθεται, και η προκύπτουσα οργανική ύλη προσφέρει θρεπτικά στοιχεία στο ριζικό σύστημα των φυτών. Αυτή είναι η βασική διαδικασία της διατροφής με θρεπτικά συστατικά

Οι κύκλοι του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου ποικίλλουν σημαντικά από έδαφος σε έδαφος. Τα θρεπτικά συστατικά εισέρχονται στον κύκλο ενός συστήματος μέσω βροχοπτώσεων, σκόνης, καιρικών συνθηκών κλπ. Οι απώλειες συμβαίνουν μέσω της διάβρωσης, της έκπλυσης, της συγκομιδής των καλλιεργειών, της καύσης, της απονιτροποίησης και της πτητικότητας, ιδιαίτερα εκείνης του αζώτου. Μια σύγκριση των θρεπτικών κύκλων στα γεωργικά και δασικά συστήματα φαίνεται στο σχήμα



Εικόνα 15

ΕΙΚΟΝΑ 15: Ένα απλουστευμένο μοντέλο του κύκλου των θρεπτικών στοιχείων σε ένα δασικό κομμάτι (Πηγή: Alain Atangana et al 2013)



Εικόνα 16 (Πηγή: Nair 1984)

Στο σχήμα αναπαρίσταται το πλεονέκτημα ενός ιδανικού αγροδασοκομικού συστήματος, έναντι μιας καλλιέργειας ή δασικής έκτασης.

Μερικά συστήματα αγροδασοκομίας δείχνουν να απορροφούν πιο αποτελεσματικά τα θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος. Η παρουσία ορισμένων συνδυασμών δέντρων και καλλιεργειών βοηθάει τη παραγωγικότητα. Παρατηρήθηκε μεγάλη παραγωγικότητα σε αγροδασοκομικά συστήματα που υπήρχε η παρουσία της ακακίας ως δέντρο συνύπαρξης, λόγω της αυξημένης αποτελεσματικότητας από τη χρήση θρεπτικών ουσιών. Σε κάθε αγροδασοκομικό σύστημα η τροφοδοσία από θρεπτικά στοιχεία που προσφέρουν τα δέντρα, πρέπει να συμπίπτει με τις ανάγκες που έχει η καλλιέργεια τη δεδομένη περίοδο.

Μια έρευνα πραγματοποιήθηκε πάνω στην απορρόφηση όλων αυτών των θρεπτικών συστατικών σε ένα αγροδασοκομικό σύστημα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 80% των στοιχείων που απελευθερώνονται σε ετήσιο πρόγραμμα, δεν αξιοποιούνται. Μόνο το 20% απορροφάτε από τη καλλιέργεια.

Τα θρεπτικά συστατικά που δεν χρησιμοποιούνται από τις καλλιέργειες χάνονται μέσω της έκπλυσης (βροχές) και πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για τον περιορισμό της απώλειας θρεπτικών στοιχείων του συστήματος. Ένα σπίτι μπορεί να παράγει τη διπλάσια παραγωγή ρυζιού, συγκριτικά με αυτό μιας καλλιέργειας, έδειξε μια ενδιαφέρουσα έρευνα.

Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι σε ένα σύστημα αγροδασοπονίας (Ακακία, Ευκάλυπτο, Λεύκα ή ρύζι) οι ανόργανες μάζες αζώτου στο έδαφος ήταν υψηλότερες κατά 8 έως 74% και η ανοργανοποίηση ήταν 12-37% υψηλότερη απ' ό τι σε ένα σύστημα μονοκαλλιέργειας ρυζιού. Ομοίως, η παρουσία δένδρων στο σύστημα αύξησε την περιεκτικότητα σε άνθρακα του εδάφους από 11 σε 52%. Για να είναι βιώσιμο ένα σύστημα, η εισροή πρέπει να είναι υψηλότερη από τις απώλειες. Σε περίπτωση που γίνεται σπορά στο έδαφος, ορισμένα είδη μπορούν να εισαγάγουν έως και 100-200 kg αζώτου ha⁻¹, δηλαδή περίπου την ποσότητα αζώτου που εξάγεται σε σύστημα μικτών σιτηρών / λαχανικών (Young 1989).

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της αγροδασοκομίας, είναι η παραγωγή βιομάζας από τα δέντρα, ειδικά όσον αφορά την δέσμευση ατμοσφαιρικού άνθρακα. Η βιομάζα δεν αποτελείται μόνο από κλαδιά και φύλλα, αλλά από ρίζες, φρούτα και καρπούς. Η παραγωγικότητα ποικίλει από σύστημα σε σύστημα και ανάλογα με τη βιομάζα που παράγεται. Το κλίμα φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τη τελική παραγωγή.



Εικόνα 17 (Πηγή: lavenderalot.com)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΤΕΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Τα αγροδασοκομικά συστήματα ως μέσο ανάπτυξης της βιοποικιλότητας και της επικονίασης, και η άμεση εξάρτηση με τη κλιματική αλλαγή

Τα συστήματα μονοκαλλιέργειας έχουν προκαλέσει τεράστιες καταστροφές στη βιοποικιλότητα, και τους φυσικούς πληθυσμούς των επικονιαστών. Πρόσφατη έρευνα απέδειξε (Varah, et al 2013) πως η θερμοκρασία, και το μικροκλίμα σε ένα αγροδασοκομικό σύστημα καλλιέργειας, επιδρά στην ανάπτυξη της επικονίασης, και την βιοποικιλότητα.

Ο άνθρωπος έχει κάνει μια τεράστια επιτυχία τους τελευταίους αιώνες, κυριαρχώντας με τη παρουσία του στο πλανήτη, φτάνοντας το εκπληκτικό νούμερο των 7 δισεκατομμυρίων. Η σύγχρονη γεωργία τροφοδότησε με επιτυχία τον αριθμό αυτό, εντατικοποιώντας τα ήδη υπάρχουσα συστήματα, αυξάνοντας τη παραγωγή ανά μονάδα στρέμματος, όμως με ένα τεράστιο περιβαλλοντικό κόστος, και άμεσο αντίκτυπο στο μικροκλίμα, τη βιοποικιλότητα, ακόμα και την εξαφάνιση της βοτανικής κληρονομιάς κάθε τόπου. Ο παγκόσμιος πληθυσμός αναμένεται να φτάσει

τα 9 δισεκατομμύρια μέχρι το 2050 και έτσι, με όλο και περισσότερους ανθρώπους να τρέφονται, αναζητείται ένας περιβαλλοντικά βιώσιμος τρόπος εντατικοποίησης της παραγωγής τροφίμων.

6.1 ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Οι σύγχρονες μέθοδοι καλλιέργειας επικεντρώνονται στην παροχή μιας μόνο υπηρεσίας οικοσυστήματος: Μέγιστη παραγωγή με ελάχιστο κόστος. Το κάνουν αυτό καταστρέφοντας την ιδιαιτερότητα της εκάστοτε περιοχής, προκειμένου να αναπτυχθούν μεγάλες εκτάσεις μονοκαλλιεργειών για μέγιστες αποδόσεις. Ωστόσο, τα προβλήματα που παρουσιάζονται με αυτές τις γεωργικές μεθόδους είναι:

- 1. Τα υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικού άνθρακα**
- 2. Η απώλεια βιοποικιλότητας**
- 3. Η Μη βιώσιμη άντληση νερού**
- 4. Η υποβάθμιση των υδατικών πόρων**
- 5. Τα αυξημένα επίπεδα νιτρικών αλάτων στα υδάτινα σώματα**
- 6. Και η υποβάθμιση του εδάφους, μεταξύ άλλων**

Η απώλεια της βιοποικιλότητας αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό θέμα, το οποίο συνδέεται με πολλές λειτουργίες του οικοσυστήματος. Για παράδειγμα η σταδιακή υποβάθμιση του οικοσυστήματος μπορεί να προκαλέσει μειωμένη ικανότητα καθαρισμού του νερού, δημιουργία - διατήρηση καθαρών εδαφών, δέσμευση άνθρακα, μειωμένη πιθανότητα πλημμύρας, και υποβαθμισμένη έως ανύπαρκτη επικονίαση στα σπαρτά. Για να διατηρήσουμε πλήρως λειτουργικά αγρο-οικοσυστήματα, πρέπει να δημιουργήσουμε τρόπους που διατηρούν επίσης και τη βιοποικιλότητα.

Στον όρο βιοποικιλότητα ενός συστήματος, περιλαμβάνονται και όλα τα είδη επικονιαστών, τα οποία παρουσιάζουν μείωση παγκοσμίως. Αυτή η μείωση όλο και αυξάνεται λόγω της έντονης αγροτικής δραστηριότητας. Οι επικονιαστές αυτοί, αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι ενός συστήματος, και εξαρτώνται άμεσα με την τροφή που φτάνει στο πιάτο μας. 35% της παγκόσμιας καλλιέργειας και 20% από τις

καλλιέργειες στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής εξαρτώνται από την επικονίαση. Στους σημαντικότερους επικονιαστές, δεν εντάσσονται μόνο οι ευρωπαϊκές μέλισσες που εκμεταλλεύεται ο άνθρωπος, αλλά και άγριες μέλισσες όπως σπάνια είδη που συναντάμε στο ευαίσθητο οικοσύστημα κάθε περιοχής.

Επίσης εξέχουσας σημασίας είναι τα άγρια είδη φυτών, και της χλωρίδας γενικότερα, που οι επικονιαστές συμβάλλουν στην αναπαραγωγή και την διαιώνιση τους. Οι υπηρεσίες που προσφέρουν στο να υπάρχει αυτός ο πλούτος στο οικοσύστημα, θεωρείται κάτι περισσότερο από σημαντικό. Αυτοί είναι μερικοί βασικοί λόγοι για τους οποίους επιβάλλεται να βρούμε καλλιεργητικές μεθόδους, που παράγουν την τροφή μας, και ταυτόχρονα διατηρούν υγιή οικοσυστήματα.

6.2 ΘΕΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Κατά το σχεδιασμό και τη διαχείριση ενός δασοκομικού συστήματος, ο στόχος είναι να μεγιστοποιηθούν τα πλεονεκτήματα παρουσίας των δέντρων και καλλιέργειας μαζί, και να ελαχιστοποιηθούν τα αρνητικά. Ιδανικά θα ήταν τα δέντρα να χρησιμοποιούν πηγές θρεπτικών ουσιών που οι καλλιέργειες δεν χρειάζονται.

Οι θετικές επιδράσεις ενός τέτοιου συστήματος, είναι η αυξημένη οργανική ύλη του εδάφους, η σταθεροποίηση του αζώτου, η μειωμένη διάβρωση του εδάφους, η αυξημένη επικονίαση, η βιοποικιλότητα, η παροχή καταφυγίου για την υπάρχουσα πανίδα, ζώα έντομα πουλιά, και το σταθερό μικροκλίμα. (Varah, et al 2013)

Οι αρνητικές επιδράσεις είναι ο ανταγωνισμός για το φως, το νερό, τα θρεπτικά συστατικά, ο χώρος και η εργασία. Ο σχεδιασμός προφανώς, παίζει και το σημαντικότερο ρόλο, για τη παραγωγικότητα ενός τέτοιου συστήματος, ώστε να έχει μεγάλη παραγωγικότητα.

Έξι μελέτες αγροδασοκομικών συστημάτων στο Νότο του Ηνωμένου Βασιλείου Μελετήθηκαν: Δύο από αυτές συνδύαζαν δέντρα με εντατική καλλιέργεια,

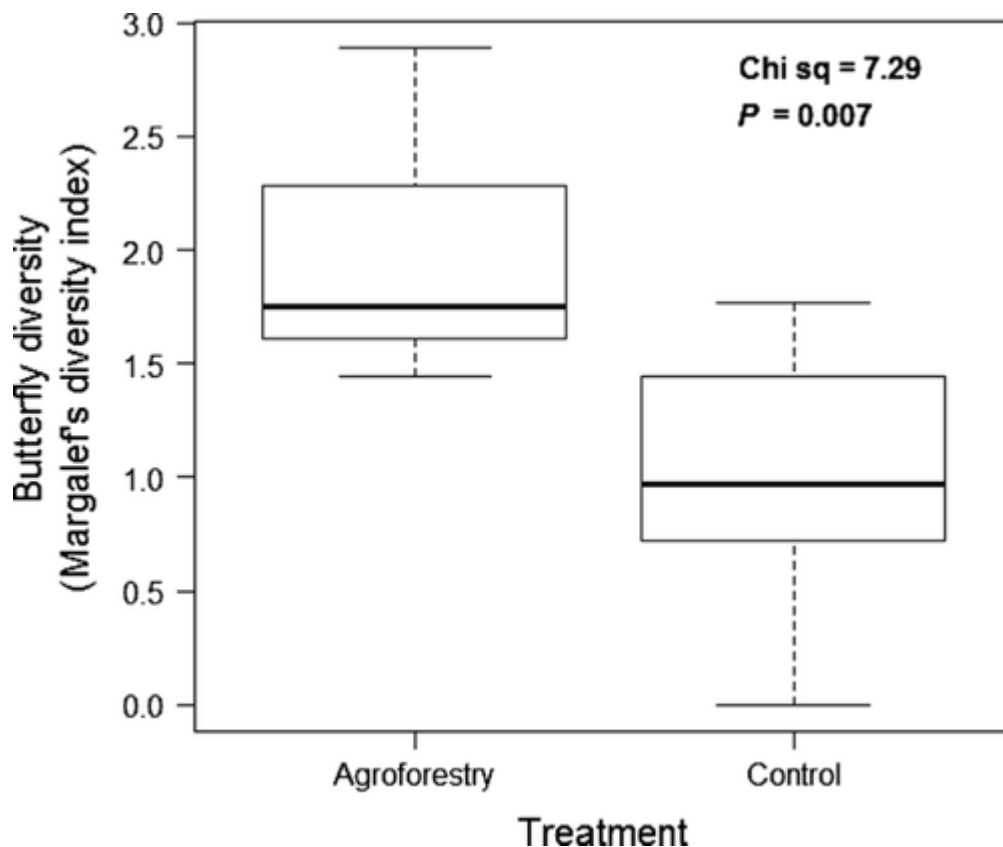
και οι άλλες τέσσερις, δέντρα, με κτηνοτροφία δηλαδή παρουσία ζωικού παράγοντα. Οι χώροι διαμορφώθηκαν σύμφωνα με τις συνθήκες που είχε ανάγκη η παρουσία των δέντρων, τα πλάτη των κενών ανάμεσα στις υπάρχουσες καλλιέργειες και η διαχείρισης της βιοποικιλότητας. Οι θεραπείες επέμβασης, έγιναν με γνώμονα την ιδιαιτερότητα του χώματος της εκάστοτε περιοχής. Μετρήσεις έγιναν την άνοιξη και το καλοκαίρι του 2011 και 2012, και σε καθένα από τα 4 οικοσυστήματα μετρήθηκαν: Βιοποικιλότητα, παραγωγικότητα, επικονίαση, αποθήκευση άνθρακα. (Varah, et al 2013)

Η αφθονία και η ποικιλομορφία των πεταλούδων χρησιμοποιήθηκαν ως παράγοντας μέτρησης της βιοποικιλότητας. Οι πεταλούδες και τα επικονιαστικά έντομα καταγράφηκαν σε τακτά χρονικά διαστήματα και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μία φορά το μήνα από τον Μάρτιο έως τον Σεπτέμβριο, συμπεριλαμβανομένων και των δύο ετών. Τα δεδομένα σε κάθε μέτρηση αθροίστηκαν για όλες τις επισκέψεις σε μια τοποθεσία για ένα χρόνο, έτσι ώστε να αποτυπώσουμε την αφθονία σε κάθε περίπτωση. Η ποικιλομορφία υπολογίστηκε από αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιώντας τον δείκτη ποικιλομορφίας του Margalef $DMg = (S - 1) / \ln N$, όπου S είναι ο αριθμός των ειδών και N ο αριθμός των ατόμων στο δείγμα. Τα δεδομένα αναλύθηκαν στο R 2.12.216 χρησιμοποιώντας γενικευμένα γραμμικά μοντέλα μικτών αποτελεσμάτων με την τοποθεσία ως τυχαίο αποτέλεσμα για να ληφθούν υπόψη οι διαφορές που οφείλονται στον τόπο.

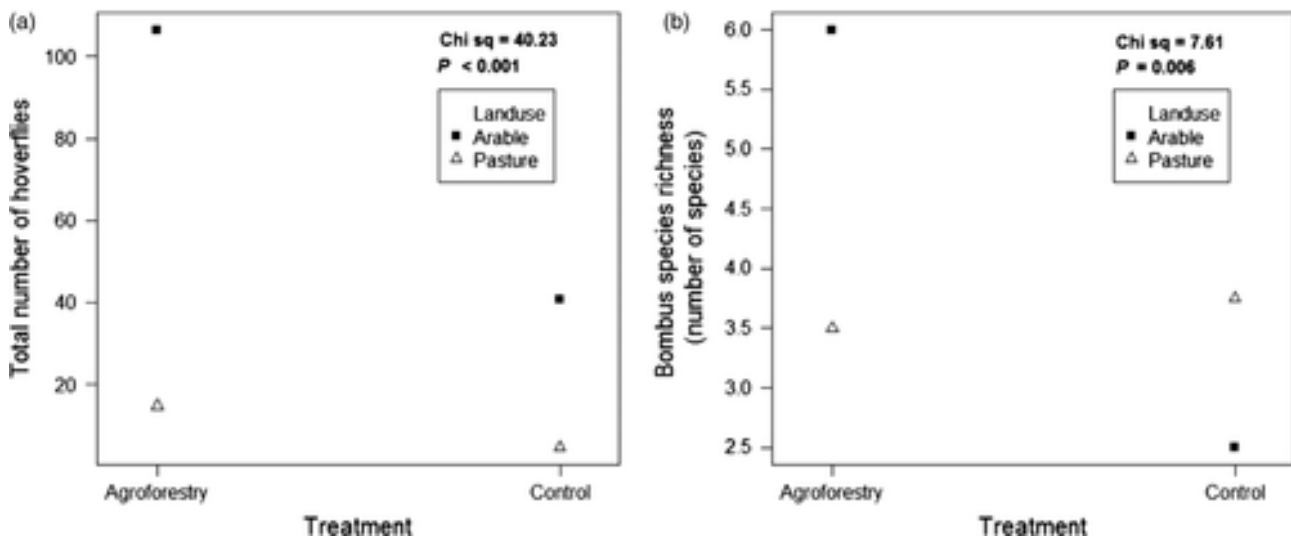
Τα αποτελέσματα από το 2011 (Varah, et al 2013) δείχνουν ότι η ποικιλομορφία των πεταλούδων στα αγροδοασκομικά συστήματα που συνδύαζαν δέντρα με κάποια καλλιέργεια ήταν σημαντικά υψηλότερη, γεγονός που υποδηλώνει μεγαλύτερη συνολική βιοποικιλότητα. Δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές στα συστήματα που συνδύαζαν δέντρα με κτηνοτροφία, πράγμα που οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι τα ζώα λόγω της υπερβόσκησης, δεν επιτρέπουν να φύονται άγρια φυτά και βότανα κάτω από τα δέντρα. Η έρευνα οδηγήθηκε στο συμπέρασμα, ότι τα αγροδοασκομικά συστήματα, στη πλευρά που υπάρχουν τα δέντρα, από κάτω τους επιτρέπεται να "αυτοφύονται" διάφορα άγρια φυτά και βότανα, τα οποία στη συνέχεια ανθίζουν, και προσφέρουν εύφορο περιβάλλον (μια μικρή όαση) για μικρά

έντομα και επικονιαστές, πράγμα που στην τελική, αυξάνει σημαντικά την βιοποικιλότητα. Οι σειρές των δένδρων παρέχουν ως εκ τούτου ένα είδος μικρού οικοσυστήματος, και πηγή τροφής για πολλά είδη επικονιαστών. Οι τόποι που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη περιείχαν κατά κύριο λόγο επικονιαζόμενα φυτά που βασίζονται στον άνεμο για τη γονιμοποίηση τους. Συνεπώς, αν χρησιμοποιούνταν είδη δένδρων που εξαρτώνται από τους επικονιαστές για την αναπαραγωγή τους, η ποικιλομορφία θα ήταν ακόμη υψηλότερη.

Όσον αφορά το συνδυασμό μιας εντατικής καλλιέργειας, δέντρων και κτηνοτροφικής δραστηριότητας, η σκίαση που προσφέρεται, σε συνδυασμό με την πιο πλούσια διατροφή, οδηγούν και σε μεγαλύτερη παραγωγή.



Σχήμα 6.2.1: Η βιοποικιλότητα εκφρασμένη σε πλυθησμούς πεταλούδας, (Πηγή: Varah, et al 2013)



Σχήμα 6.2.2 Η βιοποικιλότητα εκφρασμένη σε πλυθησμούς πεταλούδας (Varah, et al 2013)

Οι πίνακες αποδεικνύουν ότι τα αγροδασοκομικά συστήματα είναι ικανά να εξυπηρετήσουν το οικοσύστημα και την βιοποικιλότητα με ένα πολύ αποδοτικό τρόπο. Αυτή είναι μια τεράστια βελτίωση στις τρέχουσες μεθόδους καλλιέργειας, οι οποίες φτωχοποιούν το περιβάλλον σε όλους τους τομείς.

Ερευνητικά δεδομένα πάνω στα αγροδασοκομικά συστήματα (Varah, et al 2013) αποδεικνύουν ότι γίνεται μεγαλύτερη αποθήκευση άνθρακα, από το να καλλιεργούνται χωριστά. Δηλαδή, με το να καλλιεργεί κάποιος δέντρα, και μια εντατική καλλιέργεια ταυτόχρονα, το οποίο αποτελεί ένα αγροδασοκομικό σύστημα, η αποθήκευση άνθρακα δείχνει σημαντικά μειωμένη από το να καλλιεργούνται χωριστά το καθένα.

6.3 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΝΟΣ ΑΓΡΟΔΑΣΟΚΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα γεωροδασοκομικά συστήματα έλαβαν εκτός από παγκόσμια, και κρατική αναγνώριση. Λαμβάνοντας υπ' όψη την τεράστια σημασία ενός αγροδασοκομικού συστήματος ως εναλλακτική χρήση γης, σύμφωνα με δεδομένα που δημοσιεύτηκαν στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως και το μέτρο «Ενίσχυση για γεωροδασοκομικά

συστήματα» η μέγιστη ενίσχυση ανέρχεται στο ποσοστό του **80% των επιλέξιμων δαπανών για την εγκατάσταση** του συστήματος και, ως ετήσια προμοδότηση ανά εκτάριο, στο **100% των επιλέξιμων δαπανών συντήρησης** του συστήματος για **μέγιστη περίοδο 5 ετών** από την ημερομηνία χορήγησης της ενίσχυσης.

Η στήριξη παρέχεται μέσω επιχορήγησης του Άρθρου 67 του Καν. (Ε.Ε.) 1303/2013.

Στόχος του υπομέτρου είναι η άντληση συγκεκριμένων περιβαλλοντικών ωφελειών οι οποίες σχετίζονται κατά κύριο λόγο με την προστασία και διαχείριση της βιοποικιλότητας, την βελτίωση της ποιότητας των υδάτων και εδαφών, τη διατήρηση του αγροτικού τοπίου, καθώς και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σε επίπεδο εκμετάλλευσης.

Η Ελλάδα αναθεώρησε, όσον αφορά τα γεωργοδασοκομικά (αγροδασικά) συστήματα τα οποία αποτελούν μια παραδοσιακή μορφή χρήσης της γης, ιδιαίτερα στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές.

Όπως προαναφέραμε τα **Αγροδασοκομικά ή Δασογεωργικά** συστήματα ονομάζονται τα συστήματα που συνδυάζουν την παρουσία δέντρων και γεωργικών καλλιεργειών στην ίδια επιφάνεια (στο ίδιο χωράφι). Τα παραδοσιακά δασογεωργικά συστήματα καταλαμβάνουν σημαντικές εκτάσεις ιδιαίτερα στις ημιορεινές περιοχές. Ωστόσο, στα μεταπολεμικά χρόνια πολλά από τα μεικτά αυτά συστήματα μετατράπηκαν σε μονοκαλλιέργειες με αποτέλεσμα να απομακρυνθούν τα δένδρα, τα οποία εμπόδιζαν τη χρήση των μηχανημάτων. Κατά τα τελευταία έτη έχει διαπιστωθεί, ότι η αναβάθμιση και η επέκταση αυτών των συστημάτων μπορεί να βοηθήσει τη διατήρηση της καλής κατάστασης των εδαφών, της βιοποικιλότητας και του αγροτικού τοπίου.

Υπάρχει συγκεκριμένη διάταξη που ορίζει ο Ελληνικός κανονισμός. Σε ένα τέτοιο σύστημα τα δέντρα θα πρέπει να φυτεύονται σε γραμμές με ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους μεγαλύτερη από 10 μέτρα, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούνται γεωργικά μηχανήματα. Η απόσταση μεταξύ των δέντρων στην ίδια γραμμή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 4 μέτρα. Εντούτοις, δένδρα μπορούν να φυτεύονται και στα όρια του χωραφιού σε μορφή φυτοφράκτη, για να προστατευτεί

η γεωργική καλλιέργεια από τον άνεμο και να δημιουργηθεί μια ζώνη που θα υποστηρίζει την άγρια ζωή. Ο μέγιστος επιλέξιμος αριθμός δέντρων που θα εγκατασταθούν δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 250 δέντρα στο εκτάριο.

Δασολιβαδικά ονομάζονται τα συστήματα που συνδυάζουν την παρουσία δέντρων και λιβαδικών φυτών / ζώων στην ίδια επιφάνεια. Απαντούν σε πολλές περιοχές της χώρας από την πεδινή μέχρι και την ορεινή ζώνη.

Επειδή τα συστήματα αυτά είναι εντατικά και τα είδη των φυτών και των ζώων που συμμετέχουν είναι προσαρμοσμένα στις Μεσογειακές συνθήκες, ενώ πολύ συχνά αξιοποιούν περιοχές όχι κατάλληλες για καλλιέργεια (λοφώδεις, ημίξηρες, σε μεγάλες κλίσεις, σε υψηλό υψόμετρο), η αναβάθμιση και επέκταση τους είναι πολύ σημαντική για την ανακύκλωση των θρεπτικών, την προστασία του εδάφους και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αγροδασοκομικά συστήματα, αποτελούν το μέλλον στη βιώσιμη γεωργία. Η αύξηση της παραγωγής, η βιοποικιλότητα και η δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα συνδέονται άμεσα με την αγροδασοκομικά συστήματα και αποτελούν τους πυλώνες για μια νέα εποχή στον χώρο της αγροτικής οικονομίας. Αποτελούν ένα πολύ αποτελεσματικό τρόπο, αντιμετώπισης και δέσμευσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα πράγμα που συνδέεται άμεσα με την κλιματική αλλαγή. Όπως γνωρίζουμε, η σημερινές χρήσεις γης απαιτούν ενέργεια, εξαντλούν και μολύνουν τους υδατικούς πόρους, φτωχοποιούν την μικροχλωρίδα – μικροπανίδα του οικοσυστήματος, και όλα αυτά σε συνδυασμό μεταξύ τους δημιουργούν ανεπανόρθωτα προβλήματα στο περιβάλλον. Τα αγροδασοκομικά συστήματα προσφέρουν πληθώρα από πλεονεκτήματα, και αυτό που απασχολεί έντονα την επιστημονική κοινότητα, είναι οι τρόποι που μπορεί να εφαρμοστούν αποτελεσματικά για ένα καλύτερο αύριο.

Συμπερασματικά, τα αγροδασοκομικά συστήματα γεφυρώνουν την απόσταση μεταξύ των δασών και της εντατικής καλλιέργειας. Αποτελούν μια μέση λύση στο πρόβλημα που μαστίζει το σήμερα. Αποτελούν το βέλτιστο συνδυασμό, προσφέροντας οφέλη για τον άνθρωπο και το ευαίσθητο οικοσύστημα που συνεχώς υποβαθμίζεται.

Η αγροδασοκομία δείχνει να βοηθά αποτελεσματικά στην δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα με άμεσους και έμμεσους τρόπους.

Ός άμεσους τρόπους, αναφέρουμε τα εξής:

Άμεσοι τρόποι:

- Δέσμευση μέσω του φυλλώματος
- Δέσμευση μέσω του ριζικού συστήματος
- Συμβολή της βιοποικιλότητας του οικοσυστήματος
- Βελτιστοποίηση ενός κυκλικού οικοσυστήματος, δίχως απώλειες σε θρεπτικά συστατικά που θα απαιτούσαν επιπρόσθετη ενέργεια

Έμμεσοι τρόποι:

- Πρόληψη από φυσικές καταστροφές όπως πυρκαγιές όπου η απελευθέρωση σε διοξείδιο του άνθρακα είναι υψηλές.
- Προστασία από πλημμύρες και ακραία φυσικά φαινόμενα

Η αγροδασοκομία δείχνει να υπερτερεί σε όλα τα επίπεδα, έναντι οποιασδήποτε άλλης γεωργικής εκμετάλλευσης.

Η παραγωγικότητα δείχνει να είναι αυξημένη τόσο σε δασογεωργικά όσο και δασολιβαδικά συστήματα.

Όλα οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι η αγροδασοκομία είναι το μέλλον στη γεωργία, και ότι θα πρέπει να λάβει περισσότερη αναγνώριση τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Gnonlonfoun, I., Assogbadjo, A.E., Gnanglè, C.P. *et al. New indicators of vulnerability and resilience of agroforestry systems to climate change in West Africa* (2019)
2. Robert John Zomer, Deborah A. Bossio, Rolf Sommer, Louis Verchot. **Global Sequestration Potential of Increased Organic Carbon in Cropland Soils. (2017)**
3. Damianidis, C., Santiago-Freijanes, J.J., den Herder, M. et al. **Agroforestry as a sustainable land use option to reduce wildfires risk in European Mediterranean areas. Agroforest Syst** (2020).
4. Ron Pinhasi, Joaquim Fort, Albert J Ammerman Tracing the Origin and Spread of Agriculture in Europe (2005)
5. Alain, Albrecht & Kandji, Serigne. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. Agriculture, Ecosystems & Environment.
6. John B. Graham and Joan Iverson Nassauer, **Wild bee abundance in temperate agroforestry landscapes: Assessing effects of alley crop composition, landscape configuration, and agroforestry area, Agroforestry Systems** (2017)
7. Zomer, R.J., Bossio, D.A., Sommer, R. et al. Global Sequestration Potential of Increased Organic Carbon in Cropland Soils. (2017).
8. Young, A. Agroforestry for soil conservation. Book. (1989)
9. Gnonlonfoun, I., Assogbadjo, A.E., Gnanglè, C.P. et al. New indicators of vulnerability and resilience of agroforestry systems to climate change in West Africa (2019)

10. Altieri, Miguel & Nicholls, Clara. Agroecology: a brief account of its origins and currents of thought in Latin America. *Agroecology and Sustainable Food Systems* (2017)
11. Alexa Varah, Hannah Jones, Jo SmithSimon & G Potts. ***Enhanced biodiversity and pollination in UK agroforestry systems*** 28 March 2013
12. Altieri, M.A. & Nicholls, ***C.I. Climatic Change*** (2017)
13. M. R. Mosquera-Losada, MorenoA., PardiniJ., H. McAdamV., PapanastasisP. J., BurgessN., LamersdorfM., CastroF., LiagreA., Rigueiro-Rodríguez **Past, Present and Future of Agroforestry Systems in Europe (2012)**
14. Agroforestry as a sustainable land use option to reduce wildfires risk in European Mediterranean areas (2020)
15. Alain, Albrecht & Kandji, Serigne. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*
16. Alessio GA, Peñuelas J, Llusà J, Ogaya R, Estiarte M, De Lillis M Influence of water and terpenes on flammability in some dominant Mediterranean species. (2008)
17. Arellano A, Álvarez JG, Vega DJ, Pérez E Foto-guía de combustibles forestales de Galicia y comportamiento del fuego asociado. Andavira Editora (2017)
18. Baeza MJ, Santana VM, Pausas JG, Vallejo VR Successional trends in standing dead biomass in Mediterranean basin species. *Journal of Vegetation* (2011)
19. Bolle HJ (Ed) *Mediterranean Climate – Variability and Trends*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, (2003)
20. Den Herder M, Moreno G, Mosquera-Losada RM, Palma JHN, Sidiropoulou A, Santiago Freijanes JJ, Crous-Duran J, Paulo JA, Tomé M, Pantera A, Papanastasis VP, Mantzanas K, Pachana P, Papadopoulos A, Plieninger T. Burgess PJ Current extent and stratification of agroforestry in the European Union. *Agriculture, Ecosystems & Environment* (2017)
21. Bakaloudis D, Vlachos C, Nastis A, Holloway G Distribution of raptors and reptiles in different habitat types in Dadia — Lefkimi — Soufli — Forest complex, (1998)
22. Bankov N Dynamics of land use/cover changes in relation to socio-economic conditions in the Psilorites mountain of Crete, Greece. (1998)
23. Grove AT, Rackham. *The nature of Mediterranean Europe, an ecological history*. Yale University Press, London (2001)
24. Halstead P. Ask the fellows who lop the hay: Leaf-fodder in the mountains of northwest Greece (1998)
25. Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, et al, *Food security: the challenge of feeding 9 billion people* (2010).
26. Pretty J, *Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence* (2008).
27. Clay J, *World Agriculture and the Environment* (2004).
28. Mace GM, Norris K and Fitter AH, *Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship*. (2012).

29. Cardinale BJ, Duffy JE, Gonzalez A, Hooper DU, Perrings C, Venail P, et al, Biodiversity loss and its impact on humanity (2012).
30. Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O and Kunin WE, Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. (2010).
31. Klein A-M, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, et al, Importance of pollinators in changing landscapes for world crops (2007).

Επιπλέον πηγές:

1. Chouvardas D. Analysis of temporal changes and structure of landscapes with the use of Geographic Information Systems (GIS). (2001)
2. Chouvardas D, Ispikoudis I, Papanastasis VP Evaluation of temporal changes of Kolchicos basin of lake Koronia with the use of Geographic Information (2006)
3. Christidis A. Agroforestry and new European policy for rural development (2005)
4. Gakis S, Mantzanas K, Alifragis D, Papanastasis VP, Papaioannou A, Seilopoulos D, Platis P Effects of understorey vegetation on tree establishment and growth in a silvopastoral system in northern Greece. Agroforest (2004)
5. Ispikoudis I, Lyrintzis G, Kyriakakis S Impact of human activities on Mediterranean landscapes in western Crete. Landscape Urban (1993)
6. Ispikoudis I, Koukoura Z, Tsiouvaras C, Nastis A (1996) Agrosilvopastoralism: New options of an ancient sustainable land use practice. In: Utilization of forest resources, Karditsa, October 1995. Hellenic Forestry Society, Thessaloniki, Greece
7. Ispikoudis I, Sioliou MK, Papanastasis VP (2004) Transhumance in Greece: Past, present and future prospects.

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΕΠΙΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΠΟ:

1. Eurostat Complete livestock tables (2002)
2. Corine Land Cover (<https://land.copernicus.eu/>)
3. Wikipedia.org
4. Google Scholar
5. NSDA Agroforestry Department of USA