



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Του

Κωνσταντίνου Κομινού

Που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην «Τεχνολογία και Ποιότητα Επιτραπέζιας Ελιάς και Ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Καλαμάτα
Απρίλιος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Του

Κωνσταντίνου Κομινού

Που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην «Τεχνολογία και Ποιότητα Επιτραπέζιας Ελιάς και Ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Επιβλέπων: Κωνσταντίνα Ρεκούμη, Λέκτορας Εφαρμογών

Καλαμάτα
Απρίλιος 2021



UNIVERSITY OF PELOPONNESE
SCHOOL OF AGRICULTURE AND FOOD
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

MASTER OF SCIENCE (M.SC.) IN
TECHNOLOGY AND QUALITY OF TABLE OLIVES AND OLIVE OIL

APPLICATION OF PRECISION AGRICULTURE TO OLIVE
CULTIVATION

Master Thesis

By

Konstantinos Kominos

Submitted to the faculty for the partial fulfillment of the obligations to obtain a
Postgraduate Diploma in "Technology and Quality of Table Olive and Olive Oil" of the
Department of Food Science and Technology of the University of Peloponnese

Supervisor: Konstantina Rekoumi, Lecture

Kalamata
April 2021

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «**Εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας στην καλλιέργεια της ελιάς**» που παρουσιάστηκε από τον **Κωνσταντίνο Κομινό** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

The signatories declare that we have examined the postgraduate diploma thesis titled “**Application of precision agriculture to olive cultivation**” presented by **Konstantinos Kominos** and we affirm that it is accepted.

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 1^{ου} Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 1st Commission**

Κωνσταντίνα Ρεκούμη

Konstantina Rekoumi

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 2^{ου} Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 2nd Commission Member):**

Γεώργιος Ζακυνθινός

Georgios Zakynthinos

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 3^{ου} Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 3rd Commission Member):**

Δημήτριος Πετρόπουλος

Dimitrios Petropoulos

Με την υποβολή αυτής της διατριβής, δηλώνω ότι το σύνολο των εργασιών που περιέχονται σε αυτή είναι το δικό μου, πρωτότυπο έργο, ότι εγώ είμαι ο μοναδικός δημιουργός τους (εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά), ότι η αναπαραγωγή και η δημοσίευσή της από το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου δεν θα παραβιάζει οποιαδήποτε δικαιώματα τρίτων και ότι δεν έχω υποβάλει στο παρελθόν το σύνολο ή μέρος αυτής για την απόκτηση οποιουδήποτε τίτλου.

By submitting this thesis, I declare that the entirety of the work contained therein is my own, original work, that I am the sole author thereof (save to the extent explicitly otherwise stated), that reproduction and publication thereof by University of Peloponnese will not infringe any third-party rights and that I have not previously in its entirety or in part submitted it for obtaining any qualification.

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή Υποψηφίου
(Surname and first name of the candidate):**

Κωνσταντίνος Κομινός

Konstantinos Kominos

Πνευματική ιδιοκτησία © 2021 Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2021 University of Peloponnese
All rights reserved

Copyright © Κωνσταντίνος Κορινός, 2021

Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Γεωπονίας και Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ABSTRACT.....	iii
ΚΑΤΑΛΠΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	viii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΓΕΝΙΚΑ	3
2.1. Ιστορική αναδρομή της ελαιοκαλλιέργειας	3
2.2. Οικονομική σημασία της ελαιοκαλλιέργειας.....	6
2.2.1. Η καλλιέργεια της ελιάς παγκοσμίως.....	6
2.2.2. Η καλλιέργεια της ελιάς στην Ελλάδα	10
2.2.3. Εισαγωγές - εξαγωγές ελαιολάδου	13
2.3. Βοτανική ταξινόμηση της ελιάς.....	15
2.4. Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς	16
2.5. Ποικιλίες ελιάς.....	18
2.6. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις	20
2.6.1. Κλίμα	20
2.6.2. Έδαφος.....	20
2.7. Εγκατάσταση ελαιώνα	21
2.7.1. Φύτευση νέων δελδριλίων	21
2.7.2. Λίπανση νέου ελαιώνα.....	22
2.8. Καλλιεργητικές φροντίδες	22
2.8.1. Διαχείριση εδάφους ελαιώνα	22
2.8.2. Κλάδεμα.....	23
2.8.3. Λίπανση	24
2.8.4. Άρδευση.....	25
2.9. Συγκομιδή.....	27
2.9.1. Χρόνος συγκομιδής	27

2.9.2.	Συγκομιδή επιτραπέζιων ποικιλιών	28
2.9.3.	Συγκομιδή ελαιοποιήσιμων ποικιλιών	28
2.9.4.	Τρόποι συγκομιδής	30
2.10.	Μεταφορά και αποθήκευση του ελαιοκάρπου	30
2.11.	Τύποι ελαιώνων	30
2.11.1.	Παραδοσιακοί ελαιώνες.....	31
2.11.2.	Εντατικοί παραδοσιακοί ελαιώνες.....	32
2.11.3.	Ελαιώνες πυκνής φύτευσης	36
2.11.4.	Υπέρπυκνοι γραμμικοί ελαιώνες	37
3.	ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ.....	42
3.1.	Ορισμός και στόχοι	42
3.2.	Τεχνολογίες - Εξοπλισμός.....	43
3.2.1.	Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης	43
3.2.2.	Χαρτογράφηση παραγωγής	46
3.2.3.	Χαρτογράφηση εδαφικών ιδιοτήτων	46
3.2.4.	Χαρτογράφηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους	47
3.2.5.	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.....	48
3.2.8.	Τεχνολογία διαφοροποιούμενης δόσης	51
3.3.	Πλεονεκτήματα Γεωργίας Ακριβείας.....	52
4.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ.....	54
4.1.	Βιβλιογραφική ανασκόπηση	54
4.2.	Εξοπλισμός.....	62
5.	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	68
5.2.	Οικονομική ανάλυση εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα και ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης	69
5.2.1.	Εντατικός παραδοσιακός ελαιώνας	69
5.2.2.	Ελαιώνας υπέρπυκνης φύτευσης	71
5.2.3.	Σύγκριση εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα και ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης.....	73
5.3.	Οικονομική ανάλυση σε εντατικό παραδοσιακό ελαιώνα και ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας.....	74
5.3.1.	Γεωργία ακριβείας σε εντατικό παραδοσιακό ελαιώνα.....	74
5.3.2.	Γεωργία ακριβείας σε ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης.....	75

5.4. Σύγκριση συμβατικής καλλιέργειας ελιάς και καλλιέργειας με εφαρμογή γεωργίας ακριβείας.....	77
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΦΙΑ.....	82

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει σαν σκοπό να μελετήσει τις δύο ευρύτερα χρησιμοποιούμενες τεχνικές ελαιοκαλλιέργειας, την παραδοσιακή εντατική καλλιέργεια και την υπέρπυκνη καλλιέργεια αλλά και των εφαρμογών της Γεωργίας Ακριβείας σε αυτές, τόσο στο κομμάτι απόδοσης όσο και σε τεχνοοικονομικό επίπεδο. Μέσα από την σύγκριση των δύο τεχνικών αναδεικνύεται η σημαντικότητα της ελιάς και ο ρόλος που παίζουν οι τεχνικές στην ανάδειξη της Αειφόρου καλλιέργειας. Αναλύονται επίσης οι καλλιεργητικές απαιτήσεις που έχει η ελιά στην καλλιέργειά της, ενώ αναφέρονται και διάφορα οικονομικά στοιχεία πάνω στην κατανάλωση, το εμπόριο της ελιάς και των προϊόντων της τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη. Η εργασία καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η Γεωργία Ακριβείας και η εφαρμογή της στην καλλιέργεια της ελιάς φαίνεται να αυξάνει σημαντικά την παραγωγή, ενώ παράλληλα οδηγεί σε μείωση των εισροών, με αποτέλεσμα να αποτελεί βήμα προς την αειφορική γεωργία και ανάπτυξη.

Λέξεις- κλειδιά:

Παραδοσιακή εντατική καλλιέργεια ελιάς

Υπέρπυκνη καλλιέργεια ελιάς

Γεωργία Ακριβείας

ABSTRACT

The present thesis aims the two most widely used olive cultivation techniques, traditional intensive cultivation and super-dense cultivation, as well as the applications of Precision Agriculture in them, both in terms of yield and techno-economic level. Through the comparison of the two techniques, the importance of the olive is highlighted and the role that the techniques play in the promotion of Sustainable cultivation. The cultivation requirements of the olive in its cultivation are also analyzed, while various economic data on the consumption, trade of the olive and its products both in Greece and in Europe are mentioned. The paper concludes that Precision Agriculture and its application in olive cultivation seem to significantly increase production, while at the same time leading to a reduction in inputs, resulting in a step towards sustainable agriculture and development.

Keywords:

Traditional intensive cultivation olive

Super-intensive cultivation olive

Precision Agriculture

ΚΑΤΑΛΗΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κατανομή των καλλιεργούμενων με ελιές εκτάσεων παγκοσμίως ανά ήπειρο κατά το έτος 2020.	6
Πίνακας 2: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha) με ελαιόδεντρα ανά ήπειρο κατά την δεκαετία 2010-2020.	7
Πίνακας 3: Οι δέκα χώρες παγκοσμίως με τις περισσότερες καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha) με ελαιόδεντρα κατά την δεκαετία 2010-2020.....	8
Πίνακας 4 : Οι σημαντικότερες χώρες παραγωγής ελαιολάδου ανά τον κόσμο, κατά το έτος 2018.....	10
Πίνακας 5: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (στρέμματα) με ελαιόδεντρα ανά περιφέρεια κατά την δεκαετία 2011-2019.....	11
Πίνακας 6: Παραγωγή ελαιολάδου (τόνους) ανά περιφέρεια κατά την δεκαετία 2011-2019.	11
Πίνακας 7: Παραγωγή επιτραπέζιων ελιών (τόνους) ανά περιφέρεια κατά την δεκαετία 2011-2019.	12
Πίνακας 8: Ελληνικές ποικιλίες που καλλιεργούνται ανά περιφέρεια ανάλογα με τη χρήση τους.	19
Πίνακας 9: Αναμενόμενα περιβαλλοντικά οφέλη από τις κύριες διαδικασίες και τεχνικές της Γεωργίας Ακριβείας.....	53
Πίνακας 10: Κόστος πάγιου εξοπλισμού ανά αναλογία στρεμμάτων για την εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας.....	68
Πίνακας 11: Υποχρεωτικό ετήσιο κόστος συνδρομής εξοπλισμού Γεωργίας Ακριβείας.	69
Πίνακας 12: Παραδοχές εκροών εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα	69
Πίνακας 13: Παραδοχές εισροών εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα (αναλογία του κόστους σε πλήρη καρποφορία).	70
Πίνακας 14: Παραδοχές εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα	70
Πίνακας 15: Κόστος Παγίων Υλικών και Εργασιών εγκατάστασης ανά στρέμμα Παραδοσιακού Ελαιώνα.	70
Πίνακας 16: Κόστη λειτουργίας ανά στρέμμα παραδοσιακού ελαιώνα, για όλα τα έτη... ..	71
Πίνακας 17: Παραδοχές ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης.	71
Πίνακας 18: Παραδοχές εκροών ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης.....	72

Πίνακας 19: Κόστος παγίων υλικών και εργασιών εγκατάστασης ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης ανά στρέμμα.	72
Πίνακας 20: Κόστη λειτουργίας ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης ανά στρέμμα. για όλα τα έτη.	72
Πίνακας 21: Δείκτες αξιολόγησης επένδυσης εντατικού παραδοσιακού και υπέρπυκνης φύτευσης ελαιώνα.	73
Πίνακας 22: Παραδοχές εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα με εφαρμογή γεωργίας ακρίβειας.	74
Πίνακας 23: Ανάλυση κοστολογίων (€) Παραδοσιακού Εντατικού Ελαιώνα σε πλήρη καρποφορία με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).	74
Πίνακας 24: Εκροές του παραδοσιακού ελαιώνα με εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).	75
Πίνακας 25: Δείκτες αξιολόγησης επένδυσης εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).	75
Πίνακας 26: Παραδοχές ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας με εφαρμογή γεωργίας ακρίβειας.	76
Πίνακας 27: Ανάλυση κοστολογίων ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).	76
Πίνακας 28: Εκροές του ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας με εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).	77
Πίνακας 29: Δείκτες αξιολόγησης επένδυσης υπέρπυκνου ελαιώνα με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).	77

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Διαδρομές διάδοσης της ελαιοκαλλιέργειας στην περιοχή της Μεσογείου (Πηγή: Vilar et al, 2018).	4
Εικόνα 2: Παγκόσμιες διαδρομές διάδοσης της ελαιοκαλλιέργειας (Πηγή: Vilar et al, 2018).	5
Εικόνα 3: Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς (Πηγή: https://elaioladotomoutafi.blogspot.com/2015/04/lea-uropaea-botanical-description.html).	17
Εικόνα 4: Σχηματική προβολή τμημάτων του καρπού της ελιάς (Πηγή: Martins & Kiritsakis, 2017).	18
Εικόνα 5: Παραδοσιακοί ελαιώνες (https://www.giantsakiplants.gr/fyta/opor-empyr-elia-nea-fyteia-1).	31
Εικόνα 6: Εντατικός παραδοσιακός ελαιώνας (https://www.giantsakiplants.gr/fyta/opor-empyr-elia-nea-fyteia-1/).	32
Εικόνα 7: Ελαιώνας πυκνής φύτευσης (https://www.giantsakiplants.gr/fyta/opor-empyr-elia-nea-fyteia-1/).	37
Εικόνα 8: Διάταξη δέντρων στο υπέρπυκνο σύστημα καλλιέργειας (https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/416-yperpykno-grammiko-systima-elaiokalliergeias).	37
Εικόνα 9: Δέντρα υπέρπυκνης φύτευσης ηλικίας 11 ετών των ποικιλιών (κλώνων) Α) Arbequina i-18, Β) Arbosana i-43 και C) Koroneiki i-38 (https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/pollaplasiastiko-yliko/item/1091-poikilia-elias-arbequina-i-18-dynamiki-kalliergeia-proklisi-gia-tous-ellines-paragogoyis).	39
Εικόνα 10: Σύστημα GPS στη Γεωργία Ακριβείας (τροποποίηση από Banu, 2015).	45
Εικόνα 11: Σύστημα GIS όπου απεικονίζει και να αναλύει δεδομένα σε πολλά επίπεδα στον ίδιο αγρό (τροποποίηση από Morgan and Ess, 1997).	48
Εικόνα 12: Διαχωρισμός αγρού σε ζώνες διαχείρισης (Φουντάς & Γέμτος, 2015).	50
Εικόνα 13: Διάγραμμα ροής τηλεπισκόπησης (Πετράκη, 2017).	51
Εικόνα 14: Οριοθετημένες ζώνες διαχείρισης στις ελιές (α) για το P, χρησιμοποιώντας όριο 45 ppm. (β) για το K, χρησιμοποιώντας όριο 350 ppm. (γ) Παρεμβαλλόμενος χάρτης του pH του εδάφους (van Evert, 2017).	57

Εικόνα 15: Συστήματα πλοήγησης (καθοδήγησης) γεωργικών ελκυστήρων (τρακτέρ)...	63
Εικόνα 16: Φορητός μετεωρολογικός σταθμός. (https://synelixis.com/implementation-of-precision-agriculture-solution-synfield-in-metochi-argolidos/)	65
Εικόνα 17: Ηλεκτρονικές παγίδες για την μέτρηση πληθυσμού του Δάκου.....	67

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Ποσοστιαία κατανομή (%) των καλλιεργούμενων με ελιές εκτάσεων παγκοσμίως ανά ήπειρο κατά το έτος 2020 (Πηγή: https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS).	7
Γράφημα 2: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha) με ελαιόδεντρα ανά ήπειρο κατά την δεκαετία 2010-2020 (Πηγή: https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS).	8
Γράφημα 3: Οι δέκα χώρες παγκοσμίως με τις περισσότερες καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha) με ελαιόδεντρα κατά την δεκαετία 2010-2020 (Πηγή: https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS).	9
Γράφημα 4: Παγκόσμια ποσοστιαία (%) κατανομή του παραγόμενου ελαιολάδου κατά έτος 2018 (http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC).	9
Γράφημα 5: Παραγωγή ελαιολάδου και επιτραπέζιων ελιών (τόνους) στην Ελλάδα κατά την δεκαετία 2011-2019.....	12
Γράφημα 6: Εισαγωγές και εξαγωγές ελαιολάδου από την Ελλάδα, κατά τα έτη 2010-2019 (http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC).	13
Γράφημα 7: Εισαγωγές και εξαγωγές ελαιολάδου παγκοσμίως, κατά τα έτη 2018 και 2019 (http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC).	14
Γράφημα 8: Σύγκριση Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) χρηματοροών παραδοσιακού εντατικού ελαιώνα με και χωρίς εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).....	78
Γράφημα 9: Σύγκριση Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) χρηματοροών παραδοσιακού ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας με και χωρίς εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).	78

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- AHS: Advanced Hall Sensors (Προηγμένοι Αισθητήρες Hall)
- CWSI: Crop Water Stress Index (Δείκτης Καταπόνησης Νερού)
- DGPS: Differential Global Positioning System (Διαφορικό Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης)
- ELSTAT: Ελληνική Στατιστική Αρχή
- ET: EvapoTranspiration (ΕξατμισοΔιαπνοή)
- ETc: EvapoTranspiration crop (ΕξατμισοΔιαπνοή καλλιέργειας)
- FAOstat: Food and Agriculture Organization Statistics
- GIS: Geographic Information System (Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών)
- GNSS: Global Navigation Satellite System (Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης)
- GPS: Global Positioning System (Παγκόσμιο Σύστημα Τοποθεσίας)
- IOC: International Olive Council (Διεθνές Συμβούλιο Ελιάς)
- NDVI: Normalized Difference Vegetation Index (Δείκτης Κανονικοποιημένης Διαφοράς Βλάστησης)
- OBIA: Object-Based Image Analysis (Ανάλυση Εικόνας Βάσει Αντικειμένων)
- PA: Precision Agriculture (Γεωργία Ακριβείας)
- RVI: Relative Vigor Index (Δείκτης Σχετικής Δυναμικότητας)
- UAV: Unmanned Aerial Vehicle (Μη επανδρωμένο Εναέριο Όχημα – Drone)

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την αύξηση παγκοσμίως του πληθυσμού, ήρθε και η άμεση ανάγκη για μεγαλύτερη παραγωγή αγροτικών προϊόντων, χωρίς όμως την επιβάρυνση του περιβάλλοντος από αυτήν. Η Ε.Ε. έχει θεσπίσει πολύ αυστηρούς κανόνες για να σταματήσει η μόλυνση από τα γεωργικά φάρμακα και τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Επίσης με την ανάπτυξη της τεχνολογίας έχουν αναπτυχθεί και καινούρια συστήματα που βοηθούν τους αγρότες να προγραμματίζουν καλύτερα την καλλιέργειά τους και να έχουν μέγιστη απόδοση με την μικρότερη φύρα. Λόγω αυτών έχουν αναπτυχθεί διαφορετικές τεχνικές για τις καλλιέργειες. Ειδικότερα στην καλλιέργεια της ελιάς υπήρξε η δημιουργία πολλών τεχνικών εντατικής ή μη εντατικής εκμετάλλευσης. Η επιλογή γίνεται ανάλογα με τα εδαφολογικά και τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά που επικρατούν στην περιοχή της καλλιέργειας.

Ο σκοπός της εργασίας είναι η συγκριτική μελέτη των δύο ευρύτερα χρησιμοποιούμενων τεχνικών ελαιοκαλλιέργειας, της παραδοσιακής εντατικής καλλιέργειας και της υπέρπυκνης καλλιέργειας αλλά και των εφαρμογών της Γεωργίας Ακριβείας σε αυτές, τόσο στο κομμάτι απόδοσης όσο και σε τεχνοοικονομικό επίπεδο, με στόχο να καταλήξει σε ασφαλή συμπεράσματα για την εφαρμογή των συγκεκριμένων μεθόδων, ώστε να μπορέσει να κάνει προτάσεις στους καλλιεργητές για την καλύτερη επιλογή στις καλλιέργειές τους.

Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα βασικά βοτανικά και οικολογικά στοιχεία της ελιάς και μια ιστορική αναδρομή της ελαιοκαλλιέργειας αλλά και της γεωγραφικής κατανομής της παγκοσμίως. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται διάφορα αποτελέσματα στατιστικών μελετών τα οποία αφορούν την ελιά και τα προϊόντα της όπως η γεωγραφική κατανομή τους, η κατανάλωση και το εμπόριο αυτών, σε επίπεδο Ελλάδας, Ευρώπης αλλά και παγκόσμιο.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή των δύο μεθόδων καλλιέργειας, της παραδοσιακής εντατικής καλλιέργειας και υπέρπυκνης καλλιέργειας, και σύγκριση αυτών των δύο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, μετά από παράθεση ορισμών γύρω από τη Γεωργία Ακριβείας, παρατίθενται αρκετές πρακτικές της αλλά και τα οφέλη της στις σύγχρονες καλλιέργειες. Τέλος, παρουσιάζονται επιτυχημένες εφαρμογές των μεθόδων της Γεωργίας

Ακριβείας σε ελαιοκαλλιέργειες οι οποίες εφαρμόζουν τα προαναφερθέντα συστήματα καλλιέργειας.

2. ΓΕΝΙΚΑ

2.1. Ιστορική αναδρομή της ελαιοκαλλιέργειας

Η καταγωγή της ελιάς, σύμφωνα με επιστημονικές καταγραφές, είναι από την Ανατολική Μεσόγειο, τη Μέση Ανατολή και τους το Νότιο Καύκασο, ενώ υπάρχουν στοιχεία ότι διασώθηκε από την τελευταία περίοδο παγετώνων, στη Συρία και στην Βορειοδυτική Αφρική (Vilar, 2018). Πέραν του τόπου καταγωγής της όμως, απολιθώματα φύλλων ελιάς στην ηφαιστειακή στάχτη στη Σαντορίνη, επιβεβαιώνουν την ύπαρξη της στο Αιγαίο πριν από 50.000 χρόνια. Ακόμα, απολιθώματα φύλλων ελιάς, τα οποία χρονολογούνται 30.000-35.000 χρόνια πριν, βρέθηκαν και στη Νίσυρο (Κωστελένος, 2011).

Σε αναφορές του ιστορικού Θεόφραστου, φαίνεται πως η ελιά φύονταν σε περιοχές όπως η Κυρηναϊκή Χερσόνησος, η Νότια Ιταλία, η Συρία, η Αραβία και η Αίγυπτος καθώς βρέθηκαν στοιχεία τα οποία επιβεβαιώνουν την διασπορά της καλλιέργειας. (Χαλκιάς, 2010).

Η αρχή της καλλιέργειας της ελιάς τοποθετείται χρονικά γύρω στο 3.000 π.Χ. Το άγριο και αυτοφυές ελαιόδεντρο εξημερώθηκε από τους προϊστορικούς ανθρώπους και μετατράπηκε σε συστηματική καλλιέργεια, αφού η αξία των καρπών του είχε διαπιστωθεί. Η ελιά και το ελαιόλαδο αναπτύχθηκαν σημαντικά κατά τη Μινωική περίοδο. Σύμφωνα με έγγραφα τα οποία βρέθηκαν στη Συρία, το 2000 π.Χ. η αξία του ελαιόλαδου ξεπερνούσε σημαντικά αυτή του κρασιού και των σπορέλαιων. Σημαντική πηγή για την αξία και τη χρήση του ελαιόλαδου αντλούμε και από πινακίδες σε Γραμμική Β' που βρέθηκαν στην Κνωσό και τις Μυκήνες.

Η αιγυπτιακή βιβλιογραφία, υποδεικνύει ότι η ελιά καλλιεργούνταν στην Αίγυπτο πριν από αρκετούς αιώνες. Σημαντική είναι η υπόθεση που θέλει την καλλιέργεια του ελαιόδεντρου να διαδίδεται από τη Συρία στα νησιά του Αιγαίου και από εκεί στην υπόλοιπη Ελλάδα από τους Φωκείς και στη συνέχεια το 600 π.Χ. στη Νότια Ιταλία και την υπόλοιπη Μεσόγειο.

Πολλές αναφορές στο ελαιόλαδο γίνονται στην Ιλιάδα και την Οδύσσεια, όπου στην τελευταία αναφέρονται άφθονες ποσότητες μυρωμένου ελαιόλαδου στο σπίτι του Οδυσσέα.(Γεωργίου, 2001). Πέραν των ομηρικών αναφορών, την καλλιέργεια της ελιάς πραγματεύονται και άλλοι αρχαίοι Έλληνες συγγραφείς όπως ο Θεόφραστος (370-287

π.Χ.), στα έργα του "Περί φυτών ιστορίας" και "Περί φυτών αιτιών" και ο Διοσκουρίδης στο έργο του "Περί ύλης Ιατρικής". Τα παραπάνω έργα αποτέλεσαν τη βάση για την επιστήμη της βοτανολογίας. Όλες αυτές οι διαδρομές της ελαιοκαλλιέργειας παρουσιάζονται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1: Διαδρομές διάδοσης της ελαιοκαλλιέργειας στην περιοχή της Μεσογείου (Πηγή: Vilar et al, 2018).

Στην αρχαία ελληνική εποχή, η καλλιέργεια του ελαιόδεντρου διαδόθηκε σημαντικά εκτός του ελλαδικού χώρου και της δυτικής μικράς Ασίας στην Ιταλία, τη Γαλλία και την Ιβηρική χερσόνησο μέσω της αποικιοκρατίας. Έπειτα, με την επέκταση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, η καλλιέργεια της ελιάς επεκτάθηκε σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου και στη Βόρεια Αφρική. Η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Βόρεια Αφρική έγιναν οι κύριοι παραγωγοί ελαιόλαδου, το οποίο εξήγαγαν μέσω αμφορέων σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες (Κωστελένος, 2011, Vossen, 2007).

Κατά τη Βυζαντινή περίοδο η ελαιοκαλλιέργεια συνέχισε να ακμάζει στη λεκάνη της Μεσογείου, βασιζόμενη σε πληροφορίες από ελληνικά και ρωμαϊκά συγγράμματα, τμήματα των οποίων έχουν διασωθεί μέχρι και σήμερα με τίτλο "Γεωπονικά". Έπειτα από την πτώση της βυζαντινής αυτοκρατορίας και με τους Ενετούς να αναλαμβάνουν το εμπόριο και να παίρνουν μέτρα για την προστασία των ελαιόδεντρων, η καλλιέργεια τους γνωρίζει μεγάλη αύξηση. Την αύξηση αυτή εκμεταλλεύεται στη συνέχεια το οθωμανικό κράτος το οποίο στηρίζει τις τοπικές του οικονομίες στο εμπόριο του λαδιού (Κωστελένος, 2011, Παρθενίου, 2006).

Κατά τη διάρκεια της Επανάστασης του 1821 καταστράφηκαν πάρα πολλά ελαιόδεντρα σε όλες τις ελληνικές περιοχές με αποτέλεσμα η παραγωγή σχεδόν να μηδενιστεί. Το 1830, όταν συστάθηκε το νέο ελληνικό κράτος, λήφθηκαν μέτρα για την ενίσχυση της καλλιέργειας της ελιάς με στόχο την επιβίωση και την άνθιση της.

Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, η καλλιέργεια της ελιάς επεκτείνεται και στη Βόρεια Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στη Χαλκιδική. Έτσι, η Βόρεια Ελλάδα κερδίζει σημαντική θέση στην ελαιοπαραγωγή, η οποία σταδιακά αντικαθιστά τα σπορέλαια. Από τις αρχές του 20ου αιώνα, παρατηρείται αξιόλογο ενδιαφέρον για την καλλιέργεια της ελιάς και τα προϊόντα της στην Ελλάδα. Κατά τη διάρκεια της μεταπολεμικής περιόδου, η επέκταση της ελιάς στην ελληνική επικράτεια συνεχίστηκε, με έμφαση πάλι στη Βόρεια Ελλάδα (Κωστελένος, 2011).

Στις μέρες μας, η σημασία της ελαιοκαλλιέργειας φαίνεται να είναι εξαιρετική καθώς γίνονται διαρκώς προσπάθειες ολιστικής αξιοποίησης του φυτού. Έχοντας κατανοήσει τη διατροφική σημασία του ελαιόλαδου αλλά και τη δυνατότητα αξιοποίησης των αποβλήτων ελαιοτριβείων και άλλων παραπροϊόντων της ελιάς για καύσιμα, λιπάσματα κ.α. η καλλιέργεια της ελιάς θα αποτελέσει αναμφισβήτητο πεδίο ερευνών και βελτίωσης. Στην εικόνα 2 παρουσιάζονται οι διαδρομές και οι διάφορες χρονιές όπου ξεκίνησε ανά τον κόσμο η καλλιέργεια της ελιάς.



Εικόνα 2: Παγκόσμιες διαδρομές διάδοσης της ελαιοκαλλιέργειας (Πηγή: Vilar et al, 2018).

2.2. Οικονομική σημασία της ελαιοκαλλιέργειας

Η καλλιέργεια ελιάς διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στην οικονομία κυρίως των μεσογειακών χωρών και συμβάλλει στη βελτίωση των συνθηκών ζωής των λαών τους, καθώς στην ελαιοκαλλιέργεια απασχολείται μεγάλος αριθμός εργατικού δυναμικού. Στην Ελλάδα σήμερα, υπολογίζεται ότι το 1/3 του αγροτικού πληθυσμού ασχολείται με την καλλιέργεια ελιάς. Τα κυριότερα προϊόντα που προκύπτουν από την καλλιέργεια ελιάς είναι οι επιτραπέζιες ελιές και το ελαιόλαδο. Από αυτά, το ελαιόλαδο είναι εκείνο που παρουσιάζει την υψηλότερη διαιτητική αξία και οικονομική σημασία. Επίσης, από τον πυρήνα της ελιάς παράγεται πυρηνέλαιο, το οποίο προορίζεται για βιομηχανική χρήση. Επιπροσθέτως, σημαντική θεωρείται και η οικονομική σημασία των υποπροϊόντων της ελιάς, όπως το ξύλο και ο πυρήνας της που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας (καύσιμη ύλη).

2.2.1. Η καλλιέργεια της ελιάς παγκοσμίως

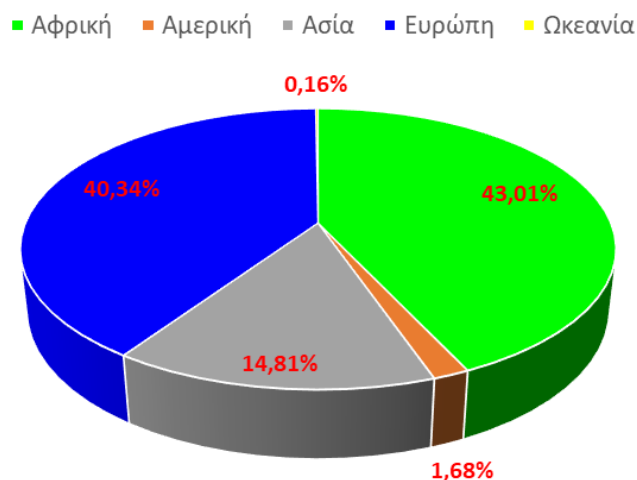
Η ελιά όπως προαναφέρθηκε παραπάνω άρχισε να καλλιεργείται σε όλες τις ηπείρους κατά τον 19^ο και 20^ο αιώνα. Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η κατανομή των καλλιεργούμενων εκτάσεων ανά εκτάρια στις διάφορες ηπείρους. Είναι σημαντικό να παρατηρήσει κανείς ότι η Αφρική κατέχει το 43,01% των εκτάσεων καλλιέργειας, που είναι μεγαλύτερο από της Ευρώπης(40,34%), εκεί όπου ξεκίνησε η καλλιέργεια της ελιάς.

Πίνακας 1: Κατανομή των καλλιεργούμενων με ελιές εκτάσεων παγκοσμίως ανά ήπειρο κατά το έτος 2020.

Ήπειρος	Καλλιεργούμενες εκτάσεις σε εκτάρια (ha)	Καλλιεργούμενες εκτάσεις (%)
Αφρική	5489877	43,01
Αμερική	214334	1,68
Ασία	1890270	14,81
Ευρώπη	5148571	40,34
Ωκεανία	20132	0,16
Σύνολο	12763184	

Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>

Παρακάτω στο γράφημα 1 γίνεται με την μορφή στατιστικής πίτας η παρουσίαση των % των αποτελεσμάτων του πίνακα 1.



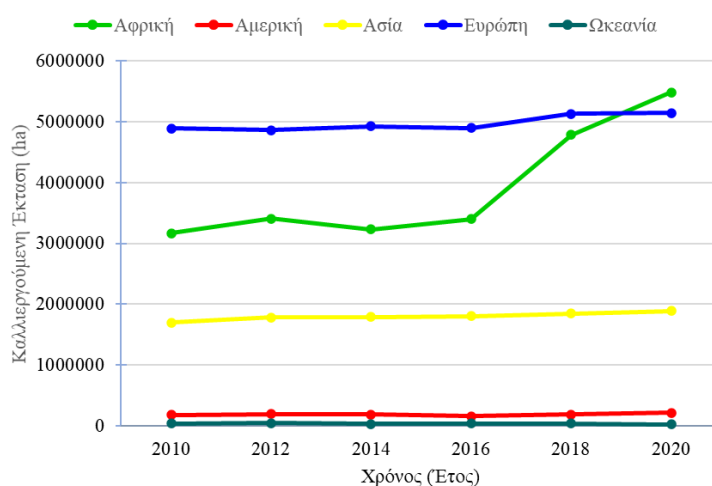
Γράφημα 1: Ποσοστιαία κατανομή (%) των καλλιεργούμενων με ελιές εκτάσεων παγκοσμίως ανά ήπειρο κατά το έτος 2020 (Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>).

Στον πίνακα 2 και το γράφημα 2 παρουσιάζονται οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ανά ήπειρο κατά την δεκαετία 2010-2020. Είναι εμφανές ότι οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις αυξάνονται καθότι όλο και περισσότερο τονίζεται η σημαντική αξία του ελαιολάδου και των προϊόντων της ελιάς. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι η Αφρική μέσα σε 10 χρόνια αύξησε τις εκτάσεις της κατά 65% περίπου, ενώ στην Ωκεανία οι εκτάσεις μειώθηκαν. Βέβαια για την Ωκεανία αυτό είναι σίγουρα και απόρροια των καταστροφικών φωτιών που έπληξαν την Αυστραλία (όπου αποτελεί την μεγαλύτερη εδαφική έκταση της ηπείρου) κατά το έτος 2019-2020.

Πίνακας 2: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha) με ελαιόδεντρα ανά ήπειρο κατά την δεκαετία 2010-2020.

Ήπειρος	Καλλιεργούμενες εκτάσεις σε εκτάρια (ha)					
	Έτος καλλιέργειας					
	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Αφρική	3165894	3406214	3233185	3400255	4784058	5489877
Ευρώπη	4890224	4863167	4926390	4902110	5135389	5148571
Ασία	1699257	1784063	1788946	1802944	1845999	1890270
Αμερική	179183	189721	186211	156054	187230	214334
Ωκεανία	41000	45228	29245	37508	38166	20132

Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>



Γράφημα 2: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha) με ελαιόδεντρα ανά ήπειρο κατά την δεκαετία 2010-2020 (Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>).

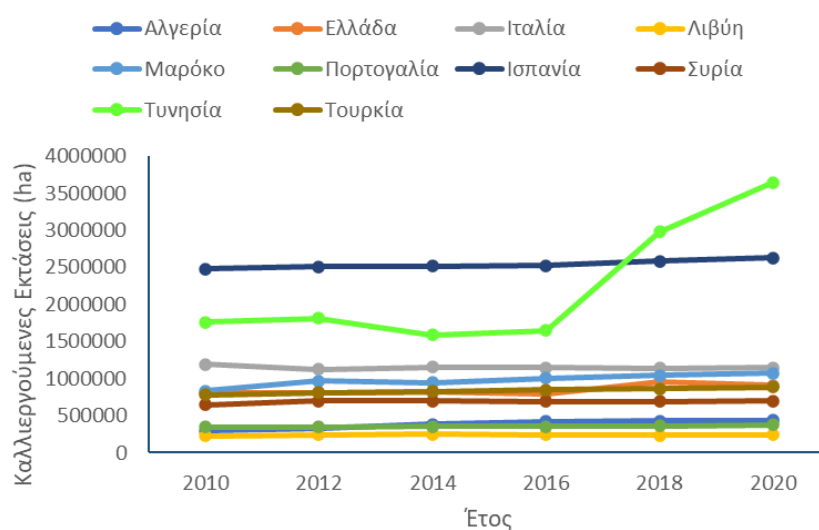
Αφού έγινε αναφορά στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις ανά τον κόσμο αναφέρονται στον πίνακα 3, οι δέκα χώρες ανά τον κόσμο με τις περισσότερες καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha) με ελαιόδεντρα κατά την δεκαετία 2010-2020. Αξιο αναφοράς είναι ο διπλασιασμός των καλλιεργούμενων εκτάσεων της Τυνησίας μέσα σε μία δεκαετία, όπως και η αύξηση κατά 50% των εδαφών της Αλγερίας. Η Ελλάδα ενώ είχε αυξητική πορεία στις καλλιεργούμενες εκτάσεις της, το 2016 βλέπουμε μία μεγάλη μείωση, που ανακάμφθηκε το 2018 και μία ελαφριά μείωση το 2020.

Πίνακας 3: Οι δέκα χώρες παγκοσμίως με τις περισσότερες καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha) με ελαιόδεντρα κατά την δεκαετία 2010-2020.

Χώρα	Καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha)					
	Έτος καλλιέργειας					
	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Τυνησία	1763450	1810550	1588620	1646060	2981882	3642569
Ισπανία	2475466	2504261	2515800	2521694	2579000	2623720
Ιταλία	1190800	1125382	1156784	1144947	1142120	1145520
Μαρόκο	830481	968123	946818	1008365	1045186	1068895
Ελλάδα	806451	807696	818285	797820	963120	906020
Τουρκία	784031	813765	826092	845542	864428	887077
Συρία	647458	695711	697028	689162	693064	696363
Αλγερία	294200	328884	383443	423683	431009	438828
Πορτογαλία	343219	347292	352350	356183	361180	379440
Λιβύη	227602	241106	253467	243179	236026	238759

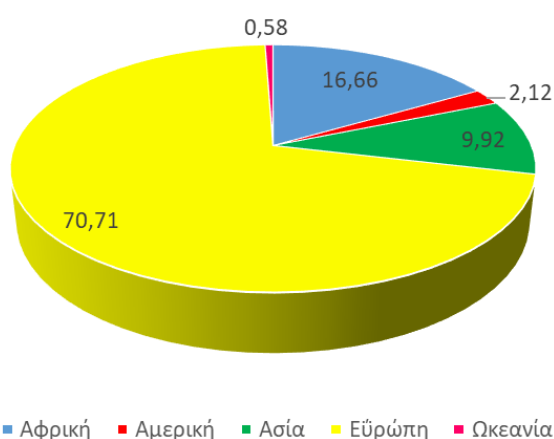
Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>

Στο γράφημα 3 παρουσιάζονται σε μορφή διαγράμματος τα αποτελέσματα του πίνακα 3.



Γράφημα 3: Οι δέκα χώρες παγκοσμίως με τις περισσότερες καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha) με ελαιόδεντρα κατά την δεκαετία 2010-2020 (Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>).

Το γράφημα 4 παρουσιάζει την εκατοστιαία παραγωγή του ελαιολάδου ανά τον κόσμο για το έτος 2018. Αυτό που παρουσιάζει σίγουρα ενδιαφέρον είναι ότι ενώ το 2018 η Ευρώπη με την Αφρική έχουν σχεδόν ίσες καλλιεργήσιμες εκτάσεις, η Ευρώπη συνεχίζει να παράγει το 70% ελαιολάδου. Αυτό μπορεί να γίνεται είτε γιατί στην Αφρική χρησιμοποιούν τις ελιές ως βρώσιμες και δεν τις μετατρέπουν σε ελαιόλαδο είτε γιατί δεν υπάρχει ακόμα η τεχνογνωσία στις χώρες της Αφρικής για την μέγιστη παραγωγή λαδιού.



Γράφημα 4: Παγκόσμια ποσοστιαία (%) κατανομή του παραγόμενου ελαιολάδου κατά το έτος 2018 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή ελαιολάδου ανά τον κόσμο για το έτος 2018. Όπως ήταν αναμενόμενο ο πίνακας απαρτίζεται μόνο από χώρες της Μεσογείου.

Πίνακας 4 : Οι σημαντικότερες χώρες παραγωγής ελαιολάδου ανά τον κόσμο, κατά το έτος 2018

Χώρες	Παραγωγή ελαιολάδου σε τόνους (tonos)
Ισπανία	1790309
Ελλάδα	327718
Τυνησία	278300
Ιταλία	277713
Μαρόκο	174400
Τουρκία	154326
Συρία	118281
Πορτογαλία	109443
Αλγερία	96632
Αίγυπτος	28800
Σύνολο	3355922

Πηγή: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

2.2.2. Η καλλιέργεια της ελιάς στην Ελλάδα

Ο πίνακας 5 παρουσιάζει τις καλλιεργούμενες εκτάσεις (στρέμματα) με ελαιόδεντρα ανά περιφέρεια κατά την δεκαετία 2011-2019. Είναι σημαντικό να αναφερθεί η μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων στην περιφέρεια Αττικής εκείνη την περίοδο, που κατά τον συγγραφέα ευθύνεται το δημογραφικό πρόβλημα για αυτό. Οι τελευταίοι κάτοικοι της Αττικής που είχαν τα κτήματα, ήταν από ελαιοπαραγωγικές οικογένειες και ήξεραν να τις καλλιεργήσουν πέθαναν ενώ οι άμεσοι απόγονοι που ασχολήθηκαν μόνο με δουλειές γραφείου δεν συνέχισαν την παραγωγή, με αποτέλεσμα να μένουν ακαλλιέργητα τα φυτά και προοδευτικά να ξεραίνονται. Σε αντίθεση μετά την οικονομική κρίση που χτύπησε την Ελλάδα το 2011, πολλοί ήταν αυτοί που έφυγαν από την Αθήνα και γύρισαν στα πάτρια εδάφη. Σαν αποτέλεσμα παρατηρείται αύξηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων στην Πελοπόννησο και την Δυτική Ελλάδα.

Ανάλογη με αυτή την μεταβολή στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις είναι και η παραγωγή ελαιολάδου για την δεκαετία 2011-2019, που παρουσιάζεται στον πίνακα 6.

Πίνακας 5: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (στρέμματα) με ελαιόδεντρα ανά περιφέρεια κατά την δεκαετία 2011-2019.

Περιφέρεια	Έκταση (στρέμματα)				
	2011	2013	2015	2017	2019
Πελοποννήσου	2038893	2039920	2106318	2210395	2207038
Κρήτης	1799351	1803025	1934285	1881177	1896664
Στερεάς Ελλάδας	929271	903876	888101	812850	806548
Βορείου Αιγαίου	614361	614312	556949	522924	530373
Δυτικής Ελλάδας	604320	604477	815723	825903	832722
Ιονίων Νήσων	436570	436868	327898	335802	337072
Κεντρικής Μακεδονίας	425309	420036	406541	399734	400431
Θεσσαλίας	348294	350537	333615	286062	268151
Αττικής	255269	179874	263316	185813	158096
Ηπείρου	245250	245945	255709	175731	193781
Νοτίου Αιγαίου	210704	197395	159173	134867	147838
Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης	168073	168490	161636	150940	148991
Δυτικής Μακεδονίας	1928	1982	2794	4227	3210
Σύνολο	8077593	7966737	8212058	7926425	7930915

Πηγή: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2017>

Πίνακας 6: Παραγωγή ελαιολάδου (τόνους) ανά περιφέρεια κατά την δεκαετία 2011-2019.

Περιφέρεια	Παραγωγή ελαιολάδου (τόνοι)				
	2011	2013	2015	2017	2019
Πελοποννήσου	669694,80	623344,2	792913,40	785011,20	995716,10
Κρήτης	720046,70	364893,4	591671,40	476650,50	566642,20
Στερεάς Ελλάδας	240168,20	160183,0	163590,60	136106,40	133986,20
Βορείου Αιγαίου	199986,80	153918,7	392146,50	450625,00	512893,00
Δυτικής Ελλάδας	105815,50	61609,83	89822,24	149721,20	137330,30
Ιονίων Νήσων	55151,73	34432,36	53510,19	114936,50	106176,20
Κεντρικής Μακεδονίας	44063,32	27859,38	30111,22	15415,13	36413,89
Θεσσαλίας	38755,18	18003,84	40716,83	33782,31	48998,95
Αττικής	38335,94	31231,46	61662,83	54171,66	53082,99
Ηπείρου	37187,00	32861,81	81125,69	87854,4	74813,99
Νοτίου Αιγαίου	36433,63	23800,51	149440,30	74032,37	83788,72
Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης	31892,57	15192,33	29062,08	30909,59	39048,70
Δυτικής Μακεδονίας	81,49	99,59	1422,43	734,54	1550,38
Σύνολο	2217531	1547331	2477196	2409951	2790442

Πηγή: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2017>

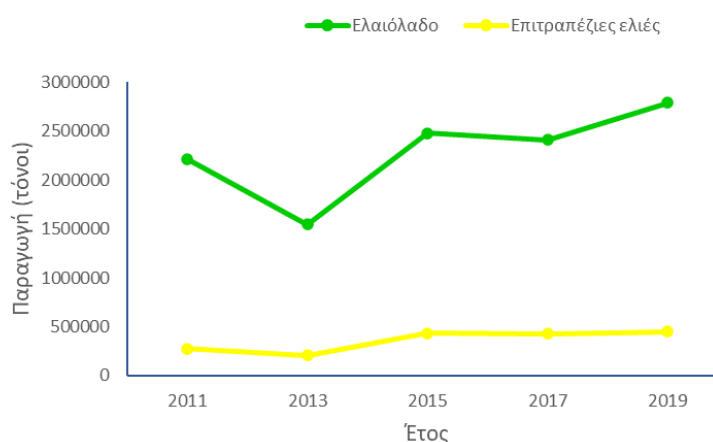
Ο πίνακας 7 παρουσιάζει την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών (τόνους) που διατίθεται προς βρώση, ανά περιφέρεια κατά την δεκαετία 2011-2019, που είναι η άλλη εναλλακτική του καρπού της ελιάς

Πίνακας 7: Παραγωγή επιτραπέζιων ελιών (τόνους) ανά περιφέρεια κατά την δεκαετία 2011-2019.

Περιφέρεια	Παραγωγή ελαιολάδου (τόνοι)				
	2011	2013	2015	2017	2019
Πελοποννήσου	74202,12	48549,79	92692,51	101096,20	136322,90
Κρήτης	72591,26	48798,28	120258,30	107001,00	66600,19
Στερεάς Ελλάδας	46845,01	38009,25	47713,70	58870,74	55632,18
Βορείου Αιγαίου	22333,74	9542,61	21239,60	15016,52	32108,32
Δυτικής Ελλάδας	21709,19	27400,70	30662,61	57271,61	63263,45
Ιονίων Νήσων	20172,06	15937,49	31137,71	17956,14	19115,88
Κεντρικής Μακεδονίας	11644,88	12835,71	68946,14	51167,29	41722,02
Θεσσαλίας	1863,695	1793,86	643,75	2524,82	1404,42\
Αττικής	1238,385	867,39	2216,92	1600,84	2876,53
Ηπείρου	394,11	453,06	10299,83	14045,27	28157,23
Νοτίου Αιγαίου	342,44	255,39	285,16	264,65	209,32
Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης	157,45	109,60	3560,55	707,08	1218,29
Δυτικής Μακεδονίας	91,33	91,34	1013,18	304,54	989,72
Σύνολο	273494,4	204553,1	430670,0	427826,7	449620,4

Πηγή: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2017>

Το γράφημα 5 παρουσιάζει την παραγωγή ελαιολάδου και επιτραπέζιων ελιών (τόνους) στην Ελλάδα κατά την δεκαετία 2011-2019, όπως αυτά εμφανίστηκαν στους πίνακες 6 και 7.

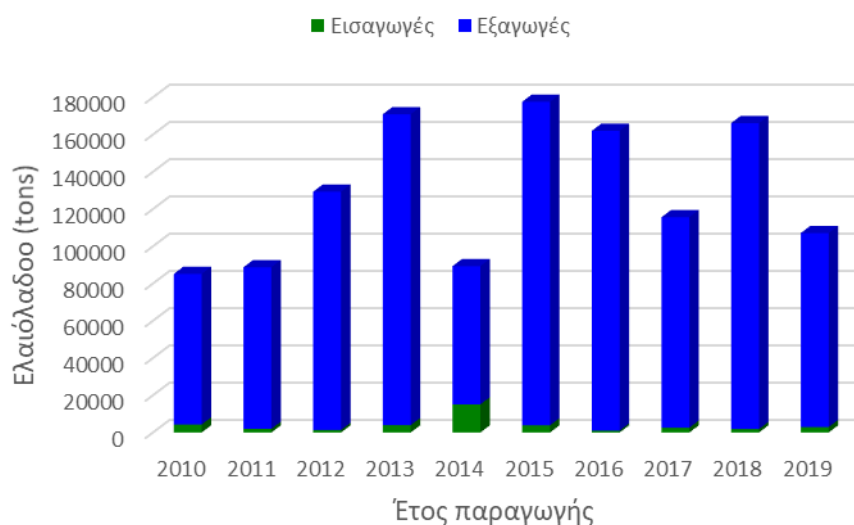


Γράφημα 5: Παραγωγή ελαιολάδου και επιτραπέζιων ελιών (τόνους) στην Ελλάδα κατά την δεκαετία 2011-2019.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι παρόλο που υπήρχε μέσα στην δεκαετία μία πτώση της παραγωγής και για το ελαιόλαδο και για τις επιτραπέζιες ελιές, η παραγωγή τους ανέκαμψε και είναι μεγαλύτερη από ότι στην αρχή της δεκαετίας.

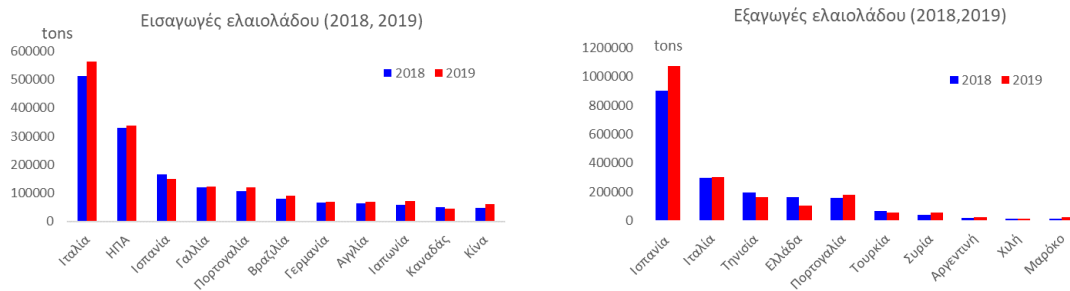
2.2.3. Εισαγωγές - εξαγωγές ελαιολάδου

Το γράφημα 6 παρουσιάζει τις εισαγωγές και τις εξαγωγές του ελαιολάδου κατά την δεκαετία 2010-2019. Η Ελλάδα ως μία ελαιοπαραγωγική χώρα βλέπουμε ότι έχει σχεδόν μηδενικές εισαγωγές εκτός από το έτος 2014. Ο λόγος ήταν οι δυσμενείς συνθήκες που επικράτησαν κατά το έτος 2014 (λειψυδρία, υψηλές θερμοκρασίες) που οδήγησαν πολλά δέντρα στο να ξεραθούν (Μεγάλη πτώση της εγχώριας παραγωγής ελαιολάδου, 2014). Ο συγγραφέας τονίζει ότι είδε για πρώτη φορά στην ζωή του εκείνη την χρονιά καφέ φύλλα ελιάς. Κάτι ανήκουστο αφού η ελιά είναι σχεδιασμένη να αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες χωρίς σημαντικές ποσότητες νερού.



Γράφημα 6: Εισαγωγές και εξαγωγές ελαιολάδου από την Ελλάδα, κατά τα έτη 2010-2019 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).

Τέλος στο γράφημα 7 αναφέρονται οι εισαγωγές και εξαγωγές ελαιολάδου παγκοσμίως, κατά τα έτη 2018 και 2019. Μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι στην Ελλάδα παρόλο που το 2019 η παραγωγή ελαιολάδου είχε αύξηση δεν έγινε το ίδιο και στις εξαγωγές της.



Γράφημα 7: Εισαγωγές και εξαγωγές ελαιολάδου παγκοσμίως, κατά τα έτη 2018 και 2019 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).

2.3. Βοτανική ταξινόμηση της ελιάς

Η ελιά (*Olea europaea* L.) ανήκει στην οικογένεια των Ελαιοειδών Oleaceae και απαντάται σε αφθονία στην χώρα μας. Το κύριο χαρακτηριστικό του γένους *Olea* sp. είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής και η διατήρηση της παραγωγικότητας του για πολλά έτη. Ο καρπός που φέρει, ονομάζεται ελιά και το έλαιο που προέρχεται από αυτόν είναι το γνωστό σε όλους ελαιόλαδο.

Η βοτανική της ταξινόμηση κατά Σύστημα: κατά Cronquist (1981) φαίνεται παρακάτω:

Βασίλειο: Plantae (Φυτά)
Συνομοταξία: Magnoliophyta (Αγγειόσπερμα)
Ομοταξία: Magnoliopsida (Δικοτυλήδονα)
Τάξη: Scrophulariales (Χοιραδιώδη)
Οικογένεια: Oleaceae (Ελαιοειδή)
Γένος: *Olea* sp.
Είδος: *Olea europaea*
Υποείδος: *Olea europaea* var. *europaea*

Το γένος *Olea* περιλαμβάνει αρκετά είδη και ποικιλίες. Τα δύο κυριότερα που απαντώνται στην Ελλάδα είναι η άγρια ελιά (*Olea europaea* var. *sylvestris*), κοινώς αγρελιά ή αγρελίδι και η ελιά η ευρωπαϊκή (*Olea europaea* var. *europaea*) ή κοινή, το συνηθέστερα καλλιεργούμενο είδος ανά τον κόσμο, αλλά και στη χώρα μας.

Εκτός από τα δύο αυτά κύρια είδη το γένος *Olea* περιλαμβάνει και τα εξής είδη και ποικιλίες:

- Ελαία η αιολόκαρπος (*Olea aeolocarpus*)
- Ελαία η ηδύκαρπος (*Olea nigra dulcis*)
- Ελαία η ισπανική (*Olea hispanica*)
- Ελαία η κρανιόμορφος (*Olea craniomorpha*), κοινώς σουβλολιά
- Ελαία η εκκρεμής (*Olea pendula*), κοινώς κρεβατοελιά
- Ελαία η κωνική (*Olea conica*) κοινώς ελιά σαλωνίτικη
- Ελαία η λευκόκαρπος (*Olea leucocarpa*)
- Ελαία η μακρόκαρπος (*Olea macrocarpa*), κοινώς αετονυχολιά
- Ελαία η μικρόκαρπος (*Olea microcarpa*), κοινώς λιανολιά ή λαδοελιά
- Ελαία η μαστοειδής (*Olea mamillaris*), κοινώς λιάστρος

- Ελαία η πρόμιος (*Olea precox*), κοινώς καλοκαιρίδα
- Ελαία η σαλέρνιος (*Olea salerniensis*), κοινώς γαϊδουρολιά
- Ελαία η στρεπτή (*Olea contorta*), κοινώς στριφτολιά
- Ελαία η στρόγγυλος (*Olea rotunda virida*)
- Ελαία η υποστρόγγυλος (*Olea subrotunda*)
- Ελαία η σφαιρική (*Olea sphaerica*)
- Ελαία η υπόχλωρος (*Olea virida*)

2.4. Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς

Η ελιά είναι αειθαλές καρποφόρο δέντρο, και συνήθως καλείται ως ελαιόδεντρο.. Είναι είδος υποτροπικό που αναπτύσσεται σε θάμνο ή δέντρο. Χαρακτηρίζεται για τη μακροζωία του και αν για οποιοδήποτε λόγο καταστραφεί το υπέργειο τμήμα του, το φυτό αναγεννάται εύκολα με νέα βλάστηση από το λαϊμό ή τις ρίζες του. Τα βοτανικά της χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στην εικόνα 3.

Ριζικό σύστημα

Η ελιά έχει πλούσιο ριζικό σύστημα και ως εκ τούτου μπορεί να αναπτυχθεί και σε ξερά και άγονα εδάφη. Το μεγαλύτερο μέρος του ριζικού συστήματος είναι επιφανειακό δηλαδή αναπτύσσεται στα πρώτα 15-20 cm ή το πολύ στα 50-60 cm και ένα μόνο πολύ μικρό μέρος μπορεί να φθάσει στα 100-120 cm. Μόνο στα αμμώδη και πετρώδη εδάφη οι ρίζες μπορούν να φτάσουν βαθύτερα σε βάθος μέχρι τα έξι μέτρα (Μπαλατσούρας, 1986; Ποντίκης, 2000).

Κορμός

Ο κορμός της ελιάς είναι κυλινδρικός και λείος όταν τα δέντρα είναι μικρής ηλικίας, ενώ με την πάροδο των ετών γίνεται τραχύς με διάφορα εξογκώματα. Ο φλοιός είναι λείος και πράσινος στα νεαρά δέντρα ενώ στα μεγαλύτερα γκριζου χρώματος και ρυτιδωμένος (Ποντίκης, 2000).



Εικόνα 3: Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς)Πηγή:

<https://elaioladotomoutafi.blogspot.com/2015/04/lea-uropaea-botanical-description.html>).

Φύλλα

Τα φύλλα της ελιάς έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα στην πάνω επιφάνεια τους και αργυρόχρωμο στην κάτω. Στην κάτω επιφάνεια επίσης, βρίσκονται τα στόματα, τα οποία είναι καλυμμένα από ένα στρώμα τριχών. Το σχήμα των φύλλων είναι λογχοειδές, επίμηκες και φύονται το ένα απέναντι από το άλλο σε ζεύγη (αντίθετα). Η άνω επιφάνεια είναι δερματώδης με παχιά εφυμενίδα. Η κατασκευή αυτή των φύλλων μειώνει τις απώλειες νερού (Μπαλατσούρας, 1986; Ποντίκης, 2000).

Οφθαλμοί και βλαστοί

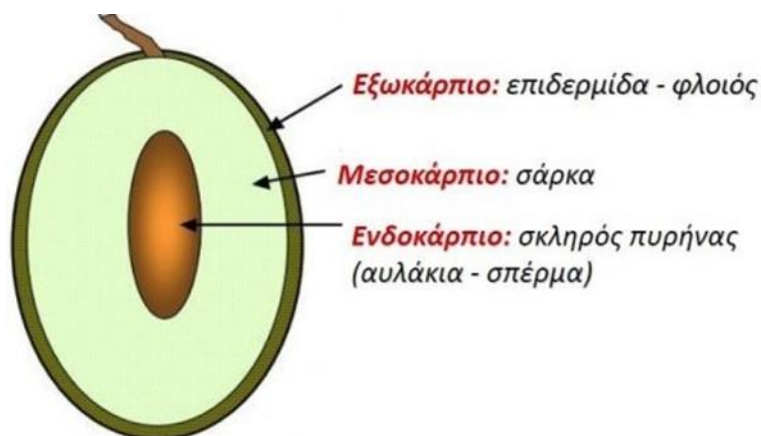
Οι οφθαλμοί της ελιάς είναι ξυλοφόροι και μικτοί ανθοφόροι. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί είναι σφαιρικοί και μεγαλύτεροι ενώ οι βλαστοφόροι κωνικοί και μικρότεροι σε μέγεθος. Οι οφθαλμοί της ελιάς χρειάζονται έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες για ένα διάστημα ώστε να διαφοροποιηθούν επιτυχώς (Ποντίκης, 2000).

Άνθη και ταξιανθίες

Τα άνθη της ελιάς είναι μικρού μεγέθους και το χρώμα τους είναι λευκό-κίτρινο. Βρίσκονται στις μασχάλες των φύλλων, σε βοτρυώδεις ταξιανθίες. Τα άνθη διακρίνονται σε τέλεια και ατελή και το ποσοστό τους ποικίλει ανάλογα την ποικιλία και την ελαιοκομική χρονιά. Στις θερμές περιοχές, η άνθιση ξεκινάει τον Απρίλιο και εξαρτάται πάντα από την ποικιλία (Μπαλατσούρας, 1997).

Καρπός

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη. Αποτελείται από το εξωκάρπιο, το σαρκώδες μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο ή αλλιώς τον πυρήνα. Η διάρκεια από την καρπόδεση έως την ωρίμανση του καρπού είναι 6-7 μήνες. Τα διάφορα τμήματα του καρπού της ελιάς παρουσιάζονται στην εικόνα 4.



Εικόνα 4: Σχηματική προβολή τμημάτων του καρπού της ελιάς (Πηγή: Martins & Kiritsakis, 2017).

2.5. Ποικιλίες ελιάς

Η παραγωγικότητα του ελαιώνα είναι στενά συνδεδεμένη με την καλλιεργούμενη ποικιλία και η επιλογή της πρέπει να γίνεται προσεκτικά και με κάποια κριτήρια. Αυτά είναι η εμπορικότητα της, το επιθυμητό προϊόν από τον ελαιώνα, η συμπεριφορά της ποικιλίας στο εκάστοτε περιβάλλον, η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, η απαιτούμενη πυκνότητα φύτευσης και η δυνατότητα εκμηχάνισης, η δυνατότητα συνδυασμού των ποικιλιών με στόχο την επιτυχημένη επικονίαση και καρποφορία και τέλος η τάση για μειωμένη παρεννιαυτοφορία.

Με βάση τα χαρακτηριστικά τους και κυρίως την περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο και σε ζάχαρα, το μέγεθος του καρπού και τη σχέση σάρκα προς πυρήνα οι ποικιλίες της ελιάς μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- *Ελαιοποιήσιμες ποικιλίες:* στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ποικιλίες ελιάς που ο ελαιοκάρπος χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιολάδου π.χ. Κορωνεϊκή, Ααδολιά. Συνήθως είναι μικρόκαρπες με βάρος καρπού 1,2-2,6 g.

- *Επιτραπέζιες ποικιλίες:* στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ποικιλίες όπου ο καρπός χρησιμοποιείται για επιτραπέζια κατανάλωση π.χ. κονσερβολιά. Στην πλειονότητά τους μεγαλόκαρπες με βάρος καρπού 4,3-10,5 g.
- *Ποικιλίες διπλής χρήσης:* στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ποικιλίες όπου ο καρπός μεγάλου μεγέθους χρησιμοποιείται για επιτραπέζια κατανάλωση, ενώ ο καρπός μικρού μεγέθους χρησιμοποιείται για ελαιοποίηση π.χ. θρουμπολιά. Χαρακτηρίζονται ως μεσόκαρπες με βάρος καρπού 2,7-4,2 g (Καρατάσιου & Κάλφας, 2018, Θεριός, 2007).

Οι κυριότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα αναφέρονται στον πίνακα 8.

Πίνακας 8: Ελληνικές ποικιλίες που καλλιεργούνται ανά περιφέρεια ανάλογα με τη χρήση τους.

Περιοχή	Ελαιοποιήσιμες	Επιτραπέζιες
Πελοπόννησος	Κορωνέϊκη, Μαστοειδής, Κοθρέϊκη, Αγουρομανακοελιά, Κουτσουρελιά, Μεγαρείτικη	Καλαμών, Γαϊδουρολιά, Μεγαρείτικη
Κρήτη	Κορωνέϊκη, Μαστοειδής, Θρουμπολιά	Θρουμπολιά, Καλαμών
Κεντρική Ελλάδα	Μεγαρείτικη, Μαστοειδής, Κολυμπάδα, Αμφίσσης, Κοθρέϊκη	Αμφίσσης, Καρυδολιά, Καλαμών, Κοθρέϊκη
Ιόνια νησιά	Λιανολιά Κερκύρας, Ασπρολιά, Καλοκαιρίδα	Βασιλικάδα, Αμφίσσης
Νησιά του Αιγαίου	Βαλανολιά, Αδραμυτινή, Θρουμπολιά	Βαλανολιά, Θρουμπολιά
Μακεδονία	Χαλκιδικής, Θρούμπα, Θάσου	Χαλκιδικής
Ήπειρος	Λιανολιά Κερκύρας, Αμφίσσης	Αμφίσσης
Δυτική Ελλάδα	Κουτσουρελιά, Κορωνέϊκη, Κοθρέϊκη	Αμφίσσης, Καλαμών, Καρυδολιά, Κοθρέϊκη

Πηγή: <https://www.kostelenosfytoria.gr/el>

2.6. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Η ελιά ευδοκμεί σε ποικιλία εδαφικών και κλιματολογικών συνθηκών με τις κατάλληλες ποικιλίες της για κάθε περιοχή.

2.6.1. Κλίμα

Η ελιά αναπτύσσεται σε θερμά και υποτροπικά περιβάλλοντα, με γεωγραφικό πλάτος μεταξύ 30° και 42-45° στο βόρειο και νότιο ημισφαίριο αντίστοιχα. Σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη της ελιάς είναι η θερμοκρασία.

Ευδοκμεί και αναπτύσσεται επίσης σε περιοχές με άφθονη ηλιοφάνεια, μέση ετήσια θερμοκρασία 15-20°C, απαλλαγμένες από παγετούς και ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 400-600 mm. Αναλόγως του γεωγραφικού πλάτους, η καλλιέργειά της είναι δυνατή και σε περιοχές με υψόμετρο έως και 600-1000 m. Συνιστάται όμως η αποφυγή φύτευσης της σε περιοχές που η θερμοκρασία φτάνει συχνά στους -4 ή -5°C (Καρατάσιου & Κάλφας, 2018).

Το καλοκαίρι χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες για να γίνει επιτυχώς η καρπόδεση και μετέπειτα η ωρίμανση του καρπού, ενώ το χειμώνα χρειάζεται παραμονή σε θερμοκρασίες 6-7°C για να διαφοροποιηθούν οι οφθαλμοί της. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία πέσει απότομα κάτω από τους -5°C, η ελιά μπορεί να υποστεί καταστροφικές ζημιές, ενώ παγετοί το φθινόπωρο δύναται να βλάψουν τους καρπούς (Ποντίκης, 2000).

2.6.2. Έδαφος

Η ελιά αναπτύσσεται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών, ακόμη και σε βραχώδη και ξηρικά. Όμως, αναπτύσσεται και αποδίδει καλύτερα σε εδάφη βαθιά, αμμοπηλώδη, τα οποία συγκρατούν την υγρασία, ενώ παράλληλα παρουσιάζουν καλή στράγγιση, σχετικά γόνιμα και πλούσια σε ασβέστιο, βόριο και κάλιο. Προτιμά εδάφη ουδέτερα ή ελαφρώς αλκαλικά με pH 7-8, ενώ παρουσιάζει αντοχή στα ελαφρώς όξινα και στην αλατότητα του εδάφους και του νερού άρδευσης (Καρατάσιου & Κάλφας, 2018, Ποντίκης, 2000).

2.7. Εγκατάσταση ελαιώνα

Η εγκατάσταση του ελαιώνα είναι μία πολυετής επένδυση που παρουσιάζει υψηλό κόστος ενώ η αντικατάστασή της δεν είναι εύκολη.

Η επιλογή κατάλληλης θέσης για την εγκατάσταση ελαιώνα είναι καθοριστικής σημασίας για την καλή ανάπτυξη και καρποφορία των δέντρων, την αποφυγή ζημιών από ακραία καιρικά φαινόμενα, την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και την εξασφάλιση οικονομικής βιωσιμότητας της καλλιέργειας. Η φύτευση της ελιάς δεν θα πρέπει να γίνεται σε περιοχές στις οποίες η θερμοκρασία πέφτει συχνά κάτω από τους -5°C γιατί τα δένδρα μπορούν να υποστούν ζημιά, από χειμωνιάτικους ή ανοιξιάτικους παγετούς. Επίσης πρέπει να αποφεύγονται περιοχές όπου επικρατεί ξηρός αέρας κατά την περίοδο καρποφορίας και καρπόδεσης και περιοχές κλειστές, μη αεριζόμενες, με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία.

Επιπλέον για την επιλογή της κατάλληλης περιοχής θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η εύκολη εύρεση εργατικών χεριών για τη συγκομιδή, καθώς επίσης και η ύπαρξη ελαιοτριβείων ή εργοστασίων επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς.

Κατά την επιλογή της τοποθεσίας θα πρέπει να λαμβάνεται επίσης υπόψη και το ύψος των ετησίων βροχοπτώσεων. Έτσι, σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις (200-300mm) η απόδοση της ελιάς είναι ικανοποιητική μόνο σε εδάφη με καλή ικανότητα συγκράτησης του νερού, εκτός εάν υπάρχει η ικανότητα άρδευσης.

Το νερό άρδευσης, εφόσον υπάρχει και είναι διαθέσιμο, είναι ένας ακόμα από τους παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στο σχεδιασμό κάθε σύγχρονου ελαιώνα, διότι μπορεί να επηρεάσει καθοριστικά την παραγωγικότητα των ελαιώνων. Η ελιά αν και θεωρείται ανθεκτική στην ξηρασία δίνει μεγαλύτερες σοδειές όταν αρδεύεται. Είναι πιο ανθεκτική σε αλατούχα νερά από άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες.

Πριν τη φύτευση πραγματοποιούνται καλλιεργητικές εργασίες, όπου χρειάζεται, όπως εκχέρσωση, δηλαδή εκρίζωση δένδρων και θάμνων, ισοπέδωση, κατασκευή αναβαθμίδων, απομάκρυνση λίθων, καταστροφή ζιζανίων κ.λπ.

2.7.1. Φύτευση νέων δελδριλίων

Αφού επιλεγεί η κατάλληλη ποικιλία, τα δενδρύλλια τα οποία προορίζονται για φύτευση, θα πρέπει να μη φέρουν ασθένειες και να έχουν αναπτύξει σε ικανοποιητικό βαθμό τόσο το υπέργειο τμήμα όσο και το ριζικό σύστημα. Καταλληλότερα θεωρούνται τα

μονοετή έως διετή δενδρύλλια. Το ύψος των μονοετών δενδρυλλίων φτάνει τα 80 cm, ενώ των διετών τα 150 cm. Το μέγεθος των δενδρυλλίων το οποίο προτιμάται εξαρτάται από την εποχή φύτευσης και την άρδευση ή μη του ελαιώνα. Για παράδειγμα, σε αρδευόμενους ελαιώνες θα χρησιμοποιηθούν δενδρύλλια μικρότερου μεγέθους σε αντίθεση με τους ξηρικούς.

Η φύτευση των δενδρυλλίων γίνεται το Νοέμβριο - Δεκέμβριο στις ήπιες περιοχές και το Φεβρουάριο - Μάρτιο στις ψυχρότερες περιοχές, και εφόσον παρέλθει ο κίνδυνος παγετού και οπωσδήποτε πριν αρχίσει η νέα βλάστηση των δενδρυλλίων. Τα δενδρύλλια μεταφυτεύονται στον ελαιώνα με μπάλα χώματος (συνήθως έχουν αναπτυχθεί σε πλαστικές σακούλες ή φυτοδοχεία).

Μετά τη φύτευση, τα δενδρύλλια ποτίζονται και προσδένονται σε πάσσαλο, που τοποθετείται στην αντίθετη πλευρά από την κατεύθυνση των πνεόντων ανέμων του ελαιώνα. Κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής των δενδρυλλίων πρέπει, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, να ποτίζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ιδίως εάν αυτά προέρχονται από μοσχεύματα.

2.7.2. Λίπανση νέου ελαιώνα

Πριν την εγκατάσταση του νέου ελαιώνα θα πρέπει να γίνεται δειγματοληψία και ανάλυση του εδάφους. Με βάση τα αποτελέσματα της εδαφολογικής ανάλυσης και πριν τη φύτευση, πραγματοποιείται βασική λίπανση (με καλιούχα και φωσφορικά λιπάσματα) σε όλη την έκταση. Η ανάλυση θα δείξει επίσης εάν χρειάζεται προσθήκη ασβεστίου στο έδαφος. Σε περίπτωση που δεν έγινε εδαφολογική ανάλυση και εφόσον τα προηγούμενα χρόνια το χωράφι δε λιπάνθηκε με φωσφόρο και κάλιο, τότε συνιστάται η διασπορά και ενσωμάτωση λιπασμάτων με την τελευταία άρωση πριν τη φύτευση,

2.8. Καλλιεργητικές φροντίδες

2.8.1. Διαχείριση εδάφους ελαιώνα

Οι τεχνικές καλλιέργειας του εδάφους στους ελαιώνες προσαρμόζονται ανάλογα με την τοπογραφία της περιοχής, το έδαφος, το κλίμα, τις βροχοπτώσεις, τις καλλιεργητικές συνήθειες, κλπ.

Κατά την εφαρμογή της κατάλληλης τεχνικής θα πρέπει να:

- αξιοποιείται από το δέντρο καλύτερα το έδαφος στο βάθος του ριζοστρώματος ώστε δίνει τις μεγαλύτερες δυνατές αποδόσεις,
- εξασφαλίζεται καλύτερη αποθήκευση και αξιοποίηση του νερού των βροχοπτώσεων,
- διατηρείται η γονιμότητα του εδάφους,
- περιορίζονται στο ελάχιστο τις απώλειες των διαλυτών θρεπτικών στοιχείων, λόγω της πιθανής διάβρωσης.

Ο τρόπος κατεργασίας του εδάφους του ελαιώνα διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Θα να αποφεύγεται η βαθιά κατεργασία του εδάφους, ή εάν υπάρχει ανάγκη να γίνεται σε όσο το δυνατόν μικρότερο βάθος. Αυτό, γιατί πέραν του ότι καταστρέφεται σημαντικό μέρος του επιφανειακού ριζικού συστήματος του ελαιόδεντρου, δημιουργούνται κίνδυνοι για διάβρωση του επιφανειακού γόνιμου εδάφους κατά τις έντονες βροχές, κυρίως σε επικλινή εδάφη.

2.8.2. Κλάδεμα

Το κλάδεμα των ελαιόδεντρων αποσκοπεί στην προσαρμογή της ανάπτυξης και της καρποφορίας τους στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής έτσι ώστε να υπάρξει κυρίως μεγιστοποίηση της παραγωγής και διευκόλυνση στην εκτέλεση των διαφόρων καλλιεργητικών φροντίδων, ιδιαίτερα της συγκομιδής.

Οι στόχοι του κλαδέματος είναι η επίτευξη:

- ισοζυγίου μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας,
- ελαχιστοποίησης της μη παραγωγικής περιόδου,
- παράτασης της περιόδου σταθερής απόδοσης του δέντρου,
- αποφυγής της πρόωρης παρακμής ή γηρασμού του δένδρου,
- οικονομικών ωφελειών,
- ξοικονόμηση υγρασίας, που είναι περιοριστικός παράγοντας σε ξηρικούς ελαιώνες.

Ανάλογα με τον κύριο στόχο του κλαδέματος εφαρμόζονται τρεις τύποι:

- Κλάδεμα μόρφωσης

Εφαρμόζεται στα νεαρά δενδρύλλια και κύριος στόχος του είναι η δημιουργία ανθεκτικού σκελετού του δένδρου και του κατάλληλου σχήματος που θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της καλλιέργειας (ελαιοσυλλογή).

- **Κλάδεμα καρποφορίας**

Εφαρμόζεται σε παραγωγικά δέντρα και σκοπός του είναι η εξασφάλιση όσο το δυνατό σταθερής παραγωγής των δέντρων και καλής ποιότητας των καρπών (ειδικά όσον αφορά τις επιτραπέζιες ποικιλίες).

- **Κλάδεμα ανανέωσης**

Γίνεται στα μεγάλης ηλικίας δένδρα. Σκοπός του κλαδέματος αυτού είναι η αποφυγή της εξάντλησης με τα χρόνια και η επαναφορά των δένδρων σε επιθυμητά σχήματα και μεγέθη.

Το κλάδεμα μπορεί να αρχίσει αμέσως μετά την συγκομιδή του καρπού. Έτσι, στις ποικιλίες της επιτραπέζιας ελιάς μπορεί να αρχίσει το Νοέμβριο –Δεκέμβριο, αν οι ελιές συγκομίζονται πράσινες ή αργότερα, Φεβρουάριο–Μάρτιο, αν συγκομίζονται μαύρες. Γενικά, το κλάδεμα μπορεί να γίνει σε όλη την περίοδο από το φθινόπωρο ως τους πρώτους μήνες της άνοιξης. Όμως δε θα πρέπει να γίνεται πριν και κατά την περίοδο του χειμώνα σε περιοχές που πλήττονται συχνά από παγετούς.

2.8.3. Λίπανση

Στην ελιά, η εφαρμογή ισορροπημένης λίπανσης συμβάλλει στην επίτευξη υψηλής απόδοσης, στην αποφυγή του πρόωρου γηρασμού των δέντρων και των προβλημάτων φυτοπροστασίας λόγω μη ισορροπημένης θρέψης. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, συμβάλλουν σημαντικά η ανάλυση εδάφους και η φυλλοδιαγνωστική. Η ανάλυση εδάφους πραγματοποιείται πριν την εγκατάσταση του ελαιώνα και κατά την διάρκεια της καλλιέργειας, ανά 2 – 3 έτη.

Ο τύπος του λιπάσματος και η δόση εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως:

- το είδος και η ποικιλία,
- η ηλικία και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας,
- οι εδαφολογικές ιδιότητες και η διαθεσιμότητα νερού άρδευσης,
- η θρέψη και οι παρατηρούμενες τροφωπενίες,
- η ανανεωμένη παραγωγή,
- το σύστημα φύτευσης (αραιό, πυκνό, υπέρπυκνο), και
- τα αποτελέσματα των αναλύσεων.

Η λίπανση πραγματοποιείται είτε με την εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων, είτε με την εφαρμογή οργανικών υλικών (π.χ. χλωρή λίπανση, ζωική κοπριά, κόμποστ, κ.α.). Η

εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων κατά τη διάρκεια του χειμώνα πραγματοποιείται είτε με διασπορά σε όλη την επιφάνεια του ελαιώνα με χρήση λιπασματοδιανομέα, είτε μεμονωμένα ανά δένδρο κάτω από την κόμη. Η εφαρμογή τους με διασπορά πραγματοποιείται μόνο σε πυκνής φύτευσης ελαιώνες, εξαιτίας του αυξημένου κόστους που προκαλείται από τις αυξημένες δόσεις λίπανσης ανά επιφάνεια. Εκτός της χειμερινής εφαρμογής των λιπασμάτων, πραγματοποιείται μερική εφαρμογή λίπανσης μέσω διαφυλλικών ψεκασμών ή υδρολίπανσης. Ο χρόνος εφαρμογής θα πρέπει να συμπίπτει με τις περιόδους κατά τις οποίες η καλλιέργεια παρουσιάζει τις μεγαλύτερες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία. Η διασπορά των λιπασμάτων κάτω από την κόμη έδωσε τα ίδια αν όχι και καλύτερα αποτελέσματα σε ξηρικές συνθήκες, με τη τοποθέτησή τους σε αβαθή αυλάκια των 10 – 15 cm, τα οποία ανοίγονται ακτινοειδώς στη περιοχή προβολής της κόμης των δένδρων, υπό την προϋπόθεση της άμεσης ενσωμάτωσής τους στο έδαφος με ελαφρά άροση. Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται σύνθετα λιπάσματα, θα πρέπει να περιέχουν τη κατάλληλη αναλογία θρεπτικών στοιχείων που υπαγορεύεται από τις ανάγκες λίπανσης. Ιδιαίτερης σημασίας είναι οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με N και μικρότερης με B, Ca και K, καθώς η έλλειψη τους αντιμετωπίζεται εύκολα με εφαρμογή από το έδαφος.

Η προσθήκη κοπριάς πραγματοποιείται με ενσωμάτωση στο έδαφος σε αρκετό βάθος, ενώ των υπολοίπων οργανικών υλικών (κόμποστ) με διασκορπισμό γύρω από τα δέντρα και σε περιφέρεια διπλάσια από αυτή της κόμης τους.

2.8.4. Άρδευση

Η άρδευση θεωρείται σημαντική για την ελιά, καθώς επιδρά θετικά στη κατάσταση των δέντρων, συμβάλλει στην αύξηση της βλάστησης, στη καλύτερη ανθοφορία και στο υψηλότερο ποσοστό καρπόδεσης, στην αύξηση του μεγέθους του καρπού και στη ποιότητά του, καθώς και στην υψηλότερη παραγωγή ελαιόλαδου ανά δένδρο.

Οι ελαιοποιήσιμες ποικιλίες μπορούν να καλλιεργούνται και ως ξηρικές, ενώ για τη καλλιέργεια επιτραπέζιων ποικιλιών, η άρδευση θεωρείται απαραίτητη.

Τα κρίσιμα στάδια κατά τα οποία το νερό είναι απαραίτητο είναι:

- κατά τη διαφοροποίηση των οφθαλμών
- από την ανθοφορία μέχρι τη καρπόδεση (περίοδος Μαρτίου – Μαΐου),

- κατά την περίοδο της ταχείας αύξησης του καρπού, περίπου 20 ημέρες μετά το δέσιμο του καρπού (χρονικό διάστημα Ιουνίου) και
- κατά την περίοδο που ακολουθεί της περιόδου σκλήρυνσης του πυρήνα (περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου).

Ο προσδιορισμός των αναγκών σε νερό κάθε ελαιώνα βασίζεται σε διάφορους παράγοντες όπως ο τύπος του εδάφους, τα κλιματικά δεδομένα και το ανάγλυφο της περιοχής, το μέγεθος των δένδρων, όπως επίσης και η εξάτμιση και η διαπνοή τους. Για τον όσο το δυνατό αξιόπιστο προγραμματισμό της άρδευσης, πρέπει να παρακολουθούνται οι μετεωρολογικές προβλέψεις και η καθημερινή καταγραφή των βροχομετρικών στοιχείων, εάν είναι δυνατή η χρήση βροχόμετρων.

Η ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού δεν θα πρέπει να ξεπερνά τις πραγματικές ανάγκες των φυτών, για την αποφυγή δημιουργίας συνθηκών υπερβολικής υγρασίας και ασφυξίας των ριζών, στις όποιες είναι ευαίσθητα τα ελαιόδεντρα. Η ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού ανά άρδευση ποικίλει.

Ο χρόνος άρδευσης μπορεί να καθοριστεί πρακτικά από την εξέταση των φύλλων κατά τις πρωινές ώρες. Κατά τη διάρκεια της εξέτασης εντοπίζονται τυχόν συμπτώματα μάρανσης των φύλλων με τη χρήση δένδρων – δεικτών, τα οποία είναι δένδρα που εμφανίζουν τα συμπτώματα νωρίτερα από τα υπόλοιπα. Επιπλέον, για την ακριβή μέτρηση της εδαφικής υγρασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν тенσιόμετρα, αλλά η χρήση τους απαιτεί γνώση και εμπειρία για την ερμηνεία των ενδείξεων.

2.8.5. Φυτοπροστασία

Η ελιά προσβάλλεται από μεγάλο αριθμό εντόμων και παθογόνων (ιδίως από μύκητες και βακτήρια). Με την εφαρμογή των ορθών καλλιεργητικών πρακτικών είναι δυνατή η εξασφάλιση της ανάπτυξης υγιών και ζωντανών δέντρων, τα οποία είναι ανθεκτικά σε εχθρούς και ασθένειες. Μερικές από τις καλλιεργητικές φροντίδες που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν προς τη κατεύθυνση αυτή, είναι:

- Επαρκής φωτισμός και αερισμός, Περιμετρικά, η κόμη των δέντρων στη πλήρη ανάπτυξή τους δεν πρέπει να αλληλεπικαλύπτεται, οπότε θα πρέπει οι αποστάσεις φύτευσης να είναι τέτοιες ώστε να συμβάλλουν στο γεγονός αυτό.

- Εφαρμογή κλαδέματος για την αφαίρεση των ασθενικών βλαστών και την εξασφάλιση επαρκούς φωτισμού και αερισμού στο εσωτερικό της κόμης των ελαιόδεντρων.
- Εφαρμογή ορθολογικής άρδευσης και λίπανσης.
- Διαρκής καταπολέμηση ζιζανίων, καθώς ορισμένα από αυτά είναι ξενιστές παθογόνων.
- Αποφυγή συγκαλλιέργειας με φυτά που είναι πιθανό να μεταδώσουν παθογόνα.

Οι σημαντικότεροι εχθροί της ελιάς είναι ο δάκος (*Olea bactrocera*), ο πυρηνοτρήτης (*Prays oleae*) και το λεκάνιο (*Saissetia oleae*), προκαλώντας σημαντικές οικονομικές απώλειες.

Οι σημαντικότερες ασθένειες της ελιάς είναι η βερτισιλλίωση (*Verticillium dahliae*), η καρκίνωση (*Pseudomonas syringae* pv *savastanoi*), το κυκλοκόνιο (*Cycloconium oleaginum*), το γλοιοσπόριο (*Gleosporium olivarum*) και η μουμιοποίηση των καρπών.

2.9. Συγκομιδή

Η δαπανηρότερη από τις καλλιεργητικές εργασίες είναι η συγκομιδή, η οποία και αντιπροσωπεύει το 50 – 80% του συνολικού καλλιεργητικού κόστους στην ελιά.

2.9.1. Χρόνος συγκομιδής

Η έναρξη της συγκομιδής καθορίζεται από το χρόνο ωρίμανσης και τον τρόπο επεξεργασίας του ελαιοκάρπου, δηλαδή εάν θα χρησιμοποιηθούν οι καρποί ως επιτραπέζιες ελιές ή για τη παραγωγή λαδιού. Η ωρίμανση του καρπού αρχίζει με την έναρξη μεταβολής του πράσινου χρώματος (περκασμός) και τελειώνει με την ολοκλήρωση της. Η μεταβολή αυτή παρατηρείται στην επιδερμίδα και στο σαρκώδες μεσοκάρπιο και εκδηλώνεται σταδιακά στους καρπούς κάθε ελαιόδεντρου. Κατά το στάδιο του περκασμού, ο καρπός αποκτά το μεγαλύτερο μέγεθός του. Η εποχή συγκομιδής επιδρά και στη παραγωγή του επόμενου έτους. Όταν οι καρποί παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα πάνω στα δέντρα η ανθοφορία την επόμενη χρονιά είναι αρκετά περιορισμένη. Κατά την περίπτωση που η συγκομιδή των καρπών πραγματοποιείται ενώ αυτοί είναι πράσινοι, ή νωρίς κατά τη περίοδο ωρίμανσή τους για επιτραπέζια χρήση και όχι μετά τα μέσα

Οκτωβρίου, τότε η παραγωγή του επόμενου έτους είναι μεγαλύτερη από εκείνη των δέντρων που συγκομίστηκαν αργότερα.

2.9.2. Συγκομιδή επιτραπέζιων ποικιλιών

Τα χαρακτηριστικά μιας καλής επιτραπέζιας ελιάς είναι τα εξής:

- ο λόγος του βάρους σάρκας προς το βάρος πυρήνα να είναι μεγάλος (7/1 ή και 10/1),
- η λεπτή επιδερμίδα,
- η συνεκτική σάρκα που δεν μαλακώνει και δεν αλλοιώνεται κατά την επεξεργασία,
- η μικρή περιεκτικότητα σε λάδι (γιατί οξειδώνεται και οι ελιές ταγγίζουν),
- η μεγάλη περιεκτικότητα σε σάκχαρα (απαραίτητα κατά τη γαλακτική ζύμωση) και
- η ωραία εμφάνιση, το σχήμα και χρώμα του καρπού κλπ (δευτερεύοντα χαρακτηριστικά)

Γενικά, η σχέση σάρκας προς πυρήνα αποτελεί σημαντικό κριτήριο ποιοτικής αξιολόγησης μιας ποικιλίας.

Με βάση το κριτήριο αυτό, όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα ενός καρπού σε σάρκα σε σχέση προς τον πυρήνα του, τόσο μεγαλύτερη θεωρείται και η αξία του.

Οι καρποί που θα επεξεργασθούν πράσινοι συγκομίζονται όταν το βαθύ πράσινο χρώμα ξεθωριάσει και έχει γίνει ανοικτό πράσινο και η συγκομιδή σταματά όταν ο φλοιός πάρει αχρύνιο χρώμα. Έτσι, για πράσινες οι ελιές συγκομίζονται ενώ είναι ακόμα άγουρες (πριν ακόμη γαλατώσουν), προς τα τέλη Σεπτεμβρίου με μέσα Οκτωβρίου, ανάλογα με την ποικιλία και την περιοχή.

Οι ελιές που θα καταναλωθούν ως μαύρες συγκομίζονται αργότερα, όταν η σάρκα μαυρίσει σε βάθος μέχρι τα 2/3, αλλά πριν αρχίσει να μαλακώνει. Μόνο σε ειδικές περιπτώσεις (θρούμπες, μαύρες αλατισμένες) οι καρποί αφήνονται να υπερωριμάσουν.

2.9.3. Συγκομιδή ελαιοποιήσιμων ποικιλιών

Σε μη αρδευόμενες όμως καλλιέργειες, η χρησιμοποίηση της αλλαγής του χρωματισμού δεν είναι επαρκώς αξιόπιστο κριτήριο για τη συγκομιδή. Το στάδιο, που οι περισσότεροι καρποί θα αποκτήσουν πλήρη μαύρο χρωματισμό εξωτερικά σε αρδευόμενες

καλλιέργειες, αποτελεί αξιόπιστο κριτήριο συλλογής του καρπού για μια οικονομική εξαγωγή ελαίου, ανεξαρτήτως μεγέθους καρπών και τρέχουσας παραγωγής.

Σε μερικές ποικιλίες έχει αποδειχθεί, ότι η συσσώρευση λαδιού σε μαύρους ώριμους καρπούς είναι σχετικά μικρή. Γι' αυτό μια προτιμότερη συγκομιδή, πριν την πλήρη αλλαγή του χρώματος του καρπού, ίσως να ήταν προτιμότερη, γιατί μειώνει τον κίνδυνο ζημιάς των καρπών από τα έντομα και την απώλεια της παραγωγής από καρπόπτωση και δίνει υψηλότερης ποιότητας ελαιόλαδο. Επιπλέον, με τη μηχανική συγκομιδή όλοι οι καρποί, ανεξαρτήτως ομοιομορφίας ωρίμανσης, συλλέγονται από το δέντρο μια φορά. Η ταχύτητα της μηχανικής συλλογής συντομεύει σημαντικά τη συλλεκτική περίοδο, επομένως ο χρόνος συλλογής με βάση τη μέγιστη συσσώρευση λαδιού, είναι πολύ σημαντικός.

Τα κριτήρια που θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη από τους παραγωγούς για την βελτιστοποίηση της σχέσης ποσότητα/ποιότητα παραγόμενου ελαιολάδου είναι και τα παρακάτω:

- Το επίπεδο ελαιώσης του καρπού το οποίο και καθορίζει το ύψος της παραγωγής (περίπου 20% για την ποικιλία Κορωνέικη).
- Η επιδιωκόμενη ποιότητα ελαιολάδου. Πρώιμη συγκομιδή συνδέεται άμεσα ή έμμεσα (εξαιτίας του περιορισμού των εντομολογικών και μυκητολογικών προσβολών) με την παραγωγή ελαιολάδου άριστης ποιότητας, υψηλής διατροφικής αξίας, και ταυτόχρονα αυξάνει η διάρκεια ζωής του κατά την αποθήκευση.
- Οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Ένδεχόμενη κακοκαιρία αυξάνει τον κίνδυνο καρπόπτωσης από ισχυρούς ανέμους ή απότομη πτώση της θερμοκρασίας.
- Η διατήρηση της παραγωγικότητας της ελιάς. Πρώιμη συγκομιδή επιτρέπει την ταχεία ανάκαμψη των δένδρων και συνδράμει στη διαφοροποίηση ανθοφόρων οφθαλμών που θα δώσουν παραγωγή την επόμενη χρονιά.
- Οι χρονικές διαφορές που παρατηρούνται στην ολοκλήρωση της ωρίμανσης του ελαιοκάρπου μεταξύ διαφορετικών περιοχών του νησιού, ανάλογα με την ποικιλία, το υψόμετρο, την έκθεση του χωραφιού, τη σύσταση του εδάφους, το μικροκλίμα, αλλά και το υδατικό ισοζύγιο και το φορτίο καρποφορίας των δένδρων.
- Η υπολειμματική διάρκεια των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων που εφαρμόστηκαν στα ελαιόδενδρα είτε από τον ίδιο τον παραγωγό είτε στο πλαίσιο του προγράμματος δακοκτονίας της Περιφέρειας.

2.9.4. Τρόποι συγκομιδής

Οι τρόποι συγκομιδής του καρπού είναι:

- Συγκομιδή μετά από φυσιολογική πτώση
- Συγκομιδή με τα χέρια
- Συγκομιδή με ραβδισμό
- Μηχανική
 - ✓ Συγκομιδή με ελαιοραβδιστικά
 - ✓ Συγκομιδή με δονητές
 - ✓ Μηχανές
- Συγκομιδή με χρησιμοποίηση καρποπρωτικών

2.10. Μεταφορά και αποθήκευση του ελαιοκάρπου

Ο χρόνος που μεσολαβεί από τη συγκομιδή έως την επεξεργασία του ελαιοκάρπου θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος, έτσι ώστε να αποφευχθεί η υποβάθμιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος λόγω ανάπτυξης μυκήτων και άλλων αλλοιώσεων.

Το καταλληλότερο υλικό στο οποίο τοποθετείται ο ελαιοκάρπος για την μεταφορά του στον προορισμό επεξεργασίας του είναι τα πλαστικά κιβώτια (κλούβες). Η μεταφορά των ελιών στο ελαιοτριβείο πρέπει να γίνεται μέσα σε γιούτινους σάκκους ή σε κλούβες (ειδικά παλετοκιβώτια). Καλό είναι να αποφεύγεται η χρήση πλαστικών σάκων.

Η εξασφάλιση αποθηκευτικού χώρου με χαμηλή θερμοκρασία και κατάλληλο αερισμό στο χώρο τελικού προορισμού του ελαιοκάρπου στην περίπτωση που η επεξεργασία δεν είναι άμεση θα βοηθούσε αποτελεσματικά στη βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος.

2.11. Τύποι ελαιώνων

Τα τελευταία χρόνια, οι περιοχές στις οποίες καλλιεργείται η ελιά έχουν αυξηθεί παγκοσμίως, λόγω της εισαγωγής καινοτομιών στα γεωργικά συστήματα και τις ποικιλίες. Κατά συνέπεια, νέα εδάφη εντάχθηκαν στην καλλιέργεια ελιών και νέες χώρες παραγωγής εμφανίστηκαν στην αγορά.

Λόγω της μακροζωίας των ελαιώνων, η πλειονότητα των χωρών που παράγουν ελαιόλαδο παρουσιάζει πληθώρα τυπολογίας των ελαιώνων.

Ανάλογα με το σύστημα εκμετάλλευσης που θα εφαρμοστεί (εντατικό ή μη) αποφασίζεται η πυκνότητα φύτευσης. Για εντατική εκμετάλλευση, σε βαθιά γόνιμα εδάφη και περιοχές με αρκετές βροχοπτώσεις ή με δυνατότητα άρδευσης, γίνεται πυκνή φύτευση.

Τα κύρια συστήματα (τύποι) καλλιέργειας της ελιάς είναι οι παραδοσιακοί ελαιώνες, εντατικοί παραδοσιακοί ελαιώνες και οι ελαιώνες πυκνής και υπέρπυκνης φύτευσης.

2.11.1. Παραδοσιακοί ελαιώνες

Η ελιά καλλιεργείται παραδοσιακά σε εκτεταμένη ξηρή καλλιέργεια, σε οπωρώνες που χαρακτηρίζονται από πυκνότητες έως 10 δέντρα / στρέμμα και είναι κακώς μηχανοποιημένες (Roussos, 2007). Οι παραδοσιακοί ελαιώνες χαρακτηρίζονται από δέντρα μεγάλης ηλικίας και δεν υπόκεινται σε συστήματα εντατικής καλλιέργειας, και για το λόγο αυτό οι αποδόσεις τους είναι σχετικά χαμηλές. Επιπλέον δεν αρδεύονται ούτε λιπαίνονται, παρά μόνο με οργανικά λιπάσματα (Βέμμος, 2009). Η εικόνα 5 παρουσιάζει παραδοσιακούς ελαιώνες.

Αποτελούν σήμα κατατεθέν για την ελληνική ύπαιθρο και τον πολιτισμό, ενώ η προσαρμοστικότητα τους σε άγονες, μη αρδευόμενες περιοχές δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησης των τελευταίων. Τέλος, η βιοποικιλότητα και η οικολογική τους αξία είναι πολύ μεγάλη, και επιπροσθέτως δύναται η μετατροπή τους σε βιολογικές καλλιέργειες. Επομένως διατήρηση τους έχει μεγάλη σημασία. (Κωστελένος, 2011).



Εικόνα 5: Παραδοσιακοί ελαιώνες (<https://www.giantsakiplants.gr/fyta/opor-empyr-elia-nea-fyteia-1>).

2.11.2. Εντατικοί παραδοσιακοί ελαιώνες

Οι εντατικοί παραδοσιακοί ελαιώνες αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό της ελαιοκαλλιέργειας στην Ελλάδα (εικόνα 6), με την πλειοψηφία αυτών να είναι αρδευόμενοι. Η πυκνότητα φύτευσης είναι 8-25 δέντρα/στρέμμα ενώ οι αποδόσεις φτάνουν τα 150-400 κιλά καρπών/στρέμμα. Εφαρμόζεται χημική λίπανση και χρήση φυτοφαρμάκων και η άρδευση γίνεται είτε με σταγόνα είτε με σύστημα καταιονισμού (Κωστελένος, 2011).



Εικόνα 6: Εντατικός παραδοσιακός ελαιώνας (<https://www.giantsakiplants.gr/fyta/opor-empyr-elia-nea-fyteia-1/>).

Πριν από την εγκατάσταση ενός ελαιώνα απαιτείται διεξοδική μελέτη της περιοχής (έδαφος, κλίμα κ.α.) αλλά και της αρδευτικής δυνατότητας. Επιπλέον σημαντική είναι και η έρευνα αγοράς για την προώθηση των παραγόμενων προϊόντων. Τέλος πρέπει να επιλέγεται η σωστή ποικιλία και να ελέγχονται οι απαιτήσεις της, πριν από την εγκατάσταση ενός ελαιώνα.

Η τοποθεσία στην οποία θα εγκατασταθεί ο ελαιώνας πρέπει να καλύπτει ορισμένες κλιματικές και εδαφικές προϋποθέσεις. Ειδικότερα, πρέπει να αποφεύγονται περιοχές με υψόμετρο άνω των 800 μέτρων, ενώ ο προσανατολισμός τους θα πρέπει να είναι νότιος για να δέχονται την μεγαλύτερη ηλιοφάνεια αλλά και να προστατεύονται από τους παγετούς και τους ισχυρούς ανέμους.

2.11.2.1. Έδαφος

Πριν τη φύτευση του ελαιώνα, μεγάλη σημασία έχει η γνώση της προηγούμενης καλλιέργειας και των επιπτώσεων που αυτή είχε στο έδαφος. Το έδαφος θα πρέπει να επιλέγεται με τελικό κριτήριο την άρδευση ή μη του ελαιώνα. Σε περίπτωση που πρόκειται

για μη αρδευόμενο ελαιώνα, τα εδάφη πρέπει να έχουν μεγάλη υδατοχωρητικότητα και να δίνουν τη δυνατότητα ανάπτυξης του ριζικού συστήματος σε μεγάλο βάθος. Για το λόγο αυτό προτιμώνται τα αμμώδη και ελαφρά εδάφη. Τέλος, μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στην αλατότητα, την οξύτητα, τη συγκέντρωση στοιχείων όπως το νάτριο, το χλώριο και το βόριο, τα οποία σε αυξημένες συγκεντρώσεις, προκαλούν τοξικότητα στα ελαιόδεντρα.

Άξια αναφοράς είναι και η προετοιμασία την οποία υφίσταται το έδαφος πριν από την εγκατάσταση του ελαιώνα, η οποία περιλαμβάνει τη βασική λίπανση, όταν αυτή κρίνεται απαραίτητη, με φωσφορικά και καλιούχα λιπάσματα ή ένα σύνθετο, την άροση του εδάφους μέχρι τα εξήντα εκατοστά, το φρεζάρισμα και τέλος την απολύμανση, σε περίπτωση εχθρών και ασθενειών (Κωστελένος, 2011).

2.11.2.2. Πολλαπλασιαστικό υλικό

Όπως προαναφέρθηκε, η παραγωγικότητα του ελαιώνα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την καλλιεργούμενη ποικιλία, γι' αυτό και η επιλογή της πρέπει να γίνεται προσεκτικά και με κάποια κριτήρια. Αυτά είναι η εμπορικότητα της, το επιθυμητό προϊόν από τον ελαιώνα, η συμπεριφορά της ποικιλίας στο εκάστοτε περιβάλλον, η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, η απαιτούμενη πυκνότητα φύτευσης και η δυνατότητα εκμηχάνισης, η δυνατότητα συνδυασμού των ποικιλιών με στόχο την επιτυχημένη επικονίαση και καρποφορία και τέλος η τάση για μειωμένη παρεννιαυτοφορία.

Αφού επιλεγεί η κατάλληλη ποικιλία, είναι δόκιμο τα δενδρύλλια τα οποία προορίζονται για φύτευση να μη φέρουν ασθένειες και να έχουν αναπτύξει σε ικανοποιητικό βαθμό τόσο το υπέργειο τμήμα όσο και το ριζικό σύστημα. Καταλληλότερα θεωρούνται τα μονοετή έως διετή δενδρύλλια. Το ύψος των μονοετών δενδρυλλίων φτάνει τα 80 εκατοστά, ενώ των διετών τα 150 εκατοστά. Το μέγεθος των δενδρυλλίων το οποίο προτιμάται εξαρτάται από την εποχή φύτευσης και την άρδευση ή μη του ελαιώνα. Για παράδειγμα, σε αρδευόμενους ελαιώνες θα χρησιμοποιηθούν δενδρύλλια μικρότερου μεγέθους σε αντίθεση με τους ξηρικούς.

2.11.2.3. Αποστάσεις φύτευσης και φύτευση

Από τα πρώτα βήματα για την εγκατάσταση ενός ελαιώνα είναι η χάραξη του και η επιλογή αποστάσεων φύτευσης, σχήματος διαμόρφωσης και η διάταξη των δέντρων. Όσον αφορά την τελευταία, οι πιθανές επιλογές είναι οι ακόλουθες:

- 1) Κατά τετράγωνα
- 2) Σε ορθογώνια ή αλλιώς γραμμικά

- 3) Σε ισόπλευρα τρίγωνα ή ρόμβους, όπου δίνεται η δυνατότητα πυκνότερης φύτευσης
- 4) Σε ισοϋψείς καμπύλες, για εδάφη με μεγάλη κλίση

Αν ληφθεί υπόψη η περίπτωση της μηχανικής συγκομιδής, η καταλληλότερη διάταξη είναι σε ορθογώνια, γιατί διευκολύνεται η διέλευση μηχανημάτων. Η φύτευση γίνεται με προσανατολισμό Βορρά-Νότου ώστε να φωτίζεται κατά το βέλτιστο τρόπο η κόμη των δέντρων και να αυξάνεται η παραγωγικότητα.

Όσον αφορά τις αποστάσεις φύτευσης των δενδρυλλίων, αυτές εξαρτώνται από μια σειρά παραγόντων όπως η ποικιλία, το σχήμα διαμόρφωσης, η γονιμότητα του εδάφους, η χρήση μηχανημάτων και η αρδευτική δυνατότητα και το ύψος των βροχοπτώσεων. Σε ξηρικούς ελαιώνες οι προτεινόμενες αποστάσεις είναι 7-8 m μεταξύ των γραμμών και 5-7 m επί των γραμμών φύτευσης. Σε περίπτωση άγονων εδαφών, οι αποστάσεις θα πρέπει να είναι μεγάλες ώστε να έχουν τα δέντρα μεγαλύτερο όγκο εδάφους για νερό και θρεπτικά ενώ στα γόνιμα εδάφη πάλι θα πρέπει να είναι μεγάλες λόγω της αυξημένης ανάπτυξης των δέντρων.

Σε εδάφη με κλίση, οι αποστάσεις φύτευσης των δένδρων πάνω στις ισοϋψείς κυμαίνονται από 4-7 m και μεταξύ των ισοϋψών 5-7 m. Σε περιπτώσεις εδαφών με μειωμένη αποστραγγιστική ικανότητα, η φύτευση γίνεται σε σαμάρια (Κωστελένος, 2011).

Αφού προσδιοριστούν οι θέσεις φύτευσης, ακολουθεί το άνοιγμα των λάκκων. Σε αρδευόμενους ελαιώνες το βάθος των λάκκων κυμαίνεται από 50 έως 60 cm ενώ σε μη αρδευόμενους από 60 έως 80 cm. Εάν έχει προηγηθεί άροση, το βάθος μπορεί να φτάνει τα 50 cm. Στις περιπτώσεις των ξηρικών ελαιώνων, εφαρμόζεται βασική λίπανση στον πυθμένα των λάκκων και καλύπτεται έπειτα με χώμα.

Η φύτευση των ελαιόδεντρων γίνεται με μπάλα χώματος η οποία φυτεύεται κατακόρυφα στο λάκκο. Έπειτα προστίθεται χώμα και πιέζεται ελαφρά για να ομογενοποιηθεί με το χώμα που περιβάλλει το δενδρύλλιο, ενώ το βάθος φύτευσης δεν είναι τόσο μεγάλο. Στις ορεινές περιοχές και σε περίπτωση μη άρδευσης, η φύτευση πραγματοποιείται το φθινόπωρο ή στις αρχές της άνοιξης, ενώ αν ο ελαιώνας είναι αρδευόμενος η φύτευση γίνεται από τις αρχές της άνοιξης έως το Νοέμβριο. Σε θερμότερες περιοχές και όταν υπάρχει η δυνατότητα άρδευσης και δεν υπάρχει ο κίνδυνος χαμηλών θερμοκρασιών, η φύτευση γίνεται όλο το χρόνο (Κωστελένος, 2011).

2.11.2.4. Καλλιεργητικές φροντίδες

Οι κύριες καλλιεργητικές φροντίδες που εφαρμόζονται στους εντατικούς παραδοσιακούς ελαιώνες είναι:

- Κλάδεμα

Το κλάδεμα αποτελεί μια καλλιεργητική πρακτική η οποία έχει θετική επίδραση στον ελαιώνα εφόσον η εφαρμογή της γίνει σωστά και ανάλογα με την ποικιλία και τις απαιτήσεις της παραγωγής. Οι τομές που πραγματοποιούνται στο δέντρο είναι λείες και διακρίνονται σε δύο είδη: τη σύντμηση-βράχυνση και το αραίωμα. Στην περίπτωση της σύντμησης-βράχυνσης, αφαιρείται ένα μέρος του βλαστού. Αν αυτό το μέρος είναι η αυξανόμενη κορυφή, τότε καλείται και κορυφολόγημα. Το αραίωμα περιλαμβάνει την αφαίρεση ολόκληρων κλαδιών από τη βάση τους. Η ζωηρότητα των δέντρων, η οποία επηρεάζεται από την ποικιλία, την ηλικία και τις τεχνικές που εφαρμόζονται, ρυθμίζει την ένταση του κλαδέματος που θα εφαρμοστεί (Δεναξά & Κωστελένος, 2019) Το πρώτο κλάδεμα διαμόρφωσης πραγματοποιείται στα τρία χρόνια μετά τη φύτευση και διαμορφώνει το τελικό σχήμα του δέντρου. (Κωστελένος, 2011). Το πιο σημαντικό είναι να μείνουν όσοι περισσότεροι βλαστοί γίνεται περιμετρικά του κορμού. Αν τα σχήματα διαμόρφωσης είναι ελεύθερα, η ανάπτυξη της κόμης αφήνεται να πραγματοποιηθεί και γίνεται μόνο αφαίρεση των παραφυάδων.

- Υποστύλωση

Τα νεαρά δενδρύλλια χρειάζονται υποστύλωση τα τρία πρώτα έτη της ζωής τους. Ο πάσσαλος της στήριξης τοποθετείται είτε πριν από τη φύτευση ή αμέσως μετά, σε βάθος πενήντα εκατοστών και με απόσταση 10 cm από το δενδρύλλιο. Με το δέσιμο, το δενδρύλλιο στέκεται κατακόρυφα, ενώ το υλικό που χρησιμοποιείται είναι ανθεκτικό.

- Άρδευση

Για την καλύτερη ενσωμάτωση της μπάλας χώματος με το έδαφος, αμέσως μετά τη φύτευση, εφαρμόζεται άρδευση με περίπου 50 L σε κάθε φυτό. Το πότισμα γίνεται σε συχνότητα 4-10 ημερών ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες. Αν τα δενδρύλλια είναι μικρά σε ηλικία τότε εφαρμόζονται 30-70 λίτρα νερό την εβδομάδα (Κωστελένος, 2011).

- Λίπανση

Η λίπανση της ελαιοκαλλιέργειας απαιτεί τα μακροστοιχεία (άζωτο, φώσφορο, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο και θείο) σε μεγάλες ποσότητες και τα ιχνοστοιχεία σε σχετικά μικρότερες, με στόχο την επαρκή θρέψη της καλλιέργειας και τη βέλτιστη παραγωγή. Τα νεαρά δενδρύλλια κατά τα τρία πρώτα χρόνια της ανάπτυξης τους απαιτούν τακτικές λιπάνσεις σε μικρές ποσότητες, οι οποίες πραγματοποιούνται είτε με υδρολίπανση ή σε στερεή μορφή, κάθε σχεδόν μήνα, από τον Απρίλιο μέχρι το Νοέμβριο.

Οι ενδεικτικές ποσότητες λιπασμάτων είναι 12-15g για τα μονοετή δενδρύλλια, 25-30 για τα διετή και 40-50g για τα τριετή. Μετά το πέρας του τρίτου έτους, η λίπανση γίνεται μετά από ανάλυση στα φύλλα και το έδαφος για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων (Κωστελένος, 2011).

- Φυτοπροστασία

Τα νεαρά ελαιόδεντρα είναι αυτά τα οποία είναι πιο επιρρεπή σε εχθρούς και ασθένειες και χρίζουν φυτοπροστασίας. Οι εχθροί και οι ασθένειες αναφέρονται παραπάνω.

- Έλεγχος ζιζανίων

Ο ανταγωνισμός των ζιζανίων για νερό και θρεπτικά με τα δενδρύλλια της ελιάς καθιστά αναγκαία την απομάκρυνση τους. Αυτή πραγματοποιείται είτε με προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα ή με βοτάνισμα, ενώ μια άλλη επιλογή είναι η εδαφοκάλυψη στις γραμμές φύτευσης (Κωστελένος, 2011).

- Συγκομιδή

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι παραδοσιακοί εντατικοί ελαιώνες αποτελούν την πλειοψηφία της ελληνικής ελαιοκαλλιέργειας. Τα δέντρα έχουν μεγάλο μέγεθος και το σχήμα της κόμης τους είναι σφαιρικό ή κυπελλοειδές. Ο χρόνος και οι τρόποι συγκομιδής αναφέρονται στο προηγούμενο κεφάλαιο.

2.11.3.Ελαιώνες πυκνής φύτευσης

Οι ελαιώνες πυκνής φύτευσης (εικόνα 7) εφαρμόζονται τα τελευταία χρόνια τακτικά ως ένα σύστημα ελαιοκαλλιέργειας το οποίο εισέρχεται πιο σύντομα στην παραγωγή. Οι αποστάσεις φύτευσης ποικίλουν από 3x6, 4x5, 5x7, 6x6, 6x7 και 6x8 μέτρα και δίνουν πυκνότητα 20-50 δένδρα/στρέμμα και αποδόσεις 600-1.500 κιλά ελαιόκαρπου/στρέμμα, ανάλογα την ποικιλία. Οι υψηλές αποδόσεις επιτυγχάνονται αφενός με άρδευση και αφετέρου με τη χρήση χημικών σκευασμάτων, είτε για λίπανση ή για φυτοπροστασία.

Σε αυτό το σύστημα τα πιθανά σχήματα διαμόρφωσης είναι ο ελεύθερος θάμνος, το χαμηλό κύπελλο, το υψηλό κύπελλο με το ύψος του κορμού να είναι μεγαλύτερο από 1m, για συγκομιδή με δόνηση κορμού, ενώ τα τελευταία χρόνια βρίσκει εφαρμογή και το κωνικό.



Εικόνα 7: Ελαιώνας πυκνής φύτευσης (<https://www.giantsakiplants.gr/fyta/opor-empyr-elia-nea-fyteia-1/>).

2.11.4.Υπέρπυκνοι γραμμικοί ελαιώνες

Οι υπέρπυκνοι γραμμικοί ελαιώνες έχουν καταγωγή από την Ιταλία και την Ισπανία, στις οποίες εφαρμόστηκαν από το 1900. Οι αποδόσεις των ελαιώνων με αυτό το σύστημα καλλιέργειας κυμαίνονται από 800 έως 1.000 κιλά καρπού/στρέμμα, ενώ δίνεται η δυνατότητα μηχανικής συγκομιδής. Για την εγκατάσταση υπέρπυκνων γραμμικών ελαιώνων απαιτούνται υψηλά παραγωγικές ποικιλίες, με πυκνή βλάστηση αλλά περιορισμένη ανάπτυξη, ώστε να διευκολύνεται η συγκομιδή. Η διάταξη των δέντρων στο υπέρπυκνο σύστημα καλλιέργειας παρουσιάζεται στην εικόνα 8.



Εικόνα 8: Διάταξη δέντρων στο υπέρπυκνο σύστημα καλλιέργειας (<https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/416-yperpykno-grammiko-systima-elaiokalliergeias>).

Για το υπέρπυκνο σύστημα καλλιέργειας της ελιάς απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις (120-140 στρέμματα), ώστε να δύναται η κίνηση των μηχανημάτων συγκομιδής και κλαδέματος. Η διάρκεια της καλλιέργειας υπέρπυκνης φύτευσης κυμαίνεται από 15-20

χρόνια, σημαντικά λιγότερα από τις παραδοσιακές καλλιέργειες και επηρεάζεται από παράγοντες όπως η ποικιλία, οι εδαφοκλιματικές συνθήκες κ.α.

Η καρποφορία των δενδρυλλίων ξεκινάει από το δεύτερο έτος μετά την εγκατάσταση τους και η πρώτη προσδοκώμενη παραγωγή ανέρχεται στα 300 - 400 Kg καρπού ανά 165 δενδρύλλια / στρέμμα (Κωστελένος, 2008). Στο πέμπτο με έβδομο έτος η καλλιέργεια φτάνει στην πλήρη καρποφορία ενώ το συνολικό ύψος της παραγωγής διαμορφώνεται ανάλογα με το κλίμα της περιοχής, τις μεταχειρίσεις του ελαιώνα, τις αποστάσεις φύτευσης κ.α.

2.11.4.1. Έδαφος

Στην υπέρπυκνη ελαιοκαλλιέργεια προτιμώνται εδάφη με χαμηλή ή μέτρια γονιμότητα και όχι με υψηλή, ώστε να αποφεύγονται προβλήματα ανταγωνισμού μεταξύ των δέντρων. Στις περιπτώσεις γόνιμων εδαφών είναι σημαντικό να επιλεγεί προσεκτικά η ποικιλία, ενώ απαραίτητη είναι και η άρδευση με νερό καλής ποιότητας.

Πριν από τη φύτευση του ελαιώνα είναι απαραίτητο να γίνει ανάλυση εδάφους και νερού άρδευσης ώστε να είναι γνωστά αφενός οι απαιτήσεις και αφετέρου η ποιότητα. Ακολουθεί άροση σε μεγάλο σχετικά βάθος (90 cm) και έπειτα ισοπέδωση του χωραφιού για να αφαιρεθούν τυχόν βράχοι. Εάν σε κάποια περιοχή κριθεί αναγκαίο, μπορεί να γίνει κατασκευή καναλιών αποστράγγισης.

Όσον αφορά την επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης του ελαιώνα, προτιμώνται περιοχές με μικρή ή καθόλου κλίση, ώστε να διευκολύνεται η κίνηση των μηχανημάτων. Όλες οι περιοχές παγκοσμίως στις οποίες έχουν εγκατασταθεί συστήματα υπέρπυκνης καλλιέργειας ελιάς εμφανίζουν τα εξής κοινά στοιχεία:

- Ύψος βροχοπτώσεων από 250mm—700mm ετησίως
- Απουσία πρώιμων παγετών οι οποίοι δύνανται να προκαλέσουν ζημιά στους καρπούς κατά τη συγκομιδή
- Απουσία χειμερινών παγετών οι οποίοι μπορεί να βλάψουν τα δέντρα (Κωστελένος, 2008).

2.11.4.2. Πολλαπλασιαστικό υλικό

Οι ποικιλίες οι οποίες χρησιμοποιούνται στο υπέρπυκνο σύστημα καλλιέργειας πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Να εμφανίζουν μεγάλο ποσοστό πολλαπλασιαστικής επιτυχίας, με φυλλοφόρα μοσχεύματα, στο σύστημα υδρονέφωσης
- Να έχουν μικρή ζοηρότητα αλλά να παράγουν πολλούς πλάγιους βλαστούς
- Να έχουν μεγάλη παραγωγικότητα αλλά και καλή ποιότητα ελαιόλαδου
- Να μπαίνουν γρήγορα στην παραγωγή
- Να υπάρχει ομοιόμορφη ωρίμανση των καρπών και να έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε έλαιο

Οι ποικιλίες οι οποίες προτιμώνται στην υπέρπυκνη φύτευση είναι οι ισπανικές Arbequina (σε διάφορους κλώνους AS-1, i-18, i-21) και Arbosana (κλώνος i-43) και η ελληνική Κορωνέϊκη i-38 (εικόνα 9). Σε ξηροθερμικές περιοχές η Κορωνέϊκη αποδίδει καλύτερα από την Arbequina, ενώ η πρώτη κρίνεται ακατάλληλη για φύτευση σε εδάφη με αυξημένη γονιμότητα και μεγάλο ύψος βροχοπτώσεων. (Κωστελένος, 2011).



Εικόνα 9: Δέντρα υπέρπυκνης φύτευσης ηλικίας 11 ετών των ποικιλιών (κλώνων) Α) Arbequina i-18, Β) Arbosana i-43 και Γ) Κορωνέϊκη i-38

(<https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/pollaplasiastiko-yliko/item/1091-poikilia-elias-arbequina-i-18-dynamiki-kalliergeia-proklisi-gia-tous-ellines-paragogoys>).

2.11.4.3. Φύτευση – Αποστάσεις φύτευσης

Τα δενδρύλλια τα οποία προορίζονται για φύτευση συνήθως έχουν ηλικία από μισό έως ένα έτος και ύψος από 30-60 cm.

Για το υπέρπυκνο σύστημα, οι προτεινόμενες αποστάσεις φύτευσης είναι μεταξύ των γραμμών 3,25 - 5,0 m και επί των γραμμών 1,35 – 2,50 m, με συχνότερες τις αποστάσεις 4,0-5,0 m X 1,95- 2,0 m.

Στην Ελλάδα, η υπέρπυκνη φύτευση γίνεται στα 5,0 m X 1,5 m (133 δένδρα το στρέμμα) και έτσι υπάρχει ανά πάσα στιγμή η δυνατότητα μετατροπής σε πυκνό σύστημα (αφαιρείται ένα φυτό επί της σειράς) ή σε συμβατικό (αφαιρείται ένα επιπλέον ενδιάμεσο φυτό).

Όπως και στο παραδοσιακό σύστημα καλλιέργειας, έτσι και στο υπέρπυκνο, ο προσανατολισμός των γραμμών φύτευσης πρέπει να είναι από το Βορρά προς το Νότο, ώστε να φτάνει στα δενδρύλλια ο μέγιστος φωτισμός. Τέλος, το μήκος των σειρών θα πρέπει να φτάνει τα 200 m ώστε να μη δημιουργείται πρόβλημα με τη διέλευση της ελαιοσυλλεκτικής μηχανής.

Η φύτευση των δενδρυλλίων μπορεί να πραγματοποιηθεί με το χέρι, αν πρόκειται για μικρές εκτάσεις. Η διαδικασία η οποία ακολουθείται περιλαμβάνει τη διάνοιξη αυλακιών έως 90 cm βάθος και την τοποθέτηση των δενδρυλλίων ή την κατασκευή λάκκων βάθους έως 30 cm και τη φύτευση κάθε δενδρυλλίου χωριστά. Στην περίπτωση μεγαλύτερων εκτάσεων χρησιμοποιούνται φυτευτικές μηχανές. Τα δενδρύλλια έχουν ύψος 30-40 cm και όγκο ριζικού συστήματος 0,5 - 0,8 L. Με τις φυτευτικές μηχανές εξοικονομείται σημαντικός χρόνος καθώς μπορούν να φυτεύσουν έως και 8.000 δενδρύλλια τη μέρα. (Κωστελένος, 2008).

2.11.4.4. Καλλιεργητικές φροντίδες

Οι καλλιεργητικές φροντίδες στο υπέρπυκνο σύστημα καλλιέργειας ξεκινούν με τη μορφοποίηση του ελαιώνα και ειδικότερα από τη διαμόρφωση τους σχήματος των νεαρών δενδρυλλίων. Το σχήμα πρέπει να είναι απαραίτητα μονοκωνικό με έναν βλαστό στο κέντρο ο οποίος φτάνει σε ύψος μέχρι τα 2,1 έως 2,5 m, κατά μήκος του οποίου εκφύονται οι πλάγιοι καρποφόροι βλαστοί. Μετά τη φύτευση και για τα τρία πρώτα χρόνια της ανάπτυξης τους έως το τελικό ύψος των 2,5 m, γίνεται αφαίρεση των πλάγιων βλαστών από τον κεντρικό έως και τα πενήντα εκατοστά από το έδαφος, αλλά και των ζωηρών βλαστών με ανοδική τάση, οι οποίοι μπορούν να λειτουργήσουν ανταγωνιστικά με τους καρποφόρους βλαστούς. Αφού επιτευχθεί το τελικό επιθυμητό ύψος, ο κεντρικός άξονας κόβεται στα 2-2,5 m, όπου είναι και το τελικό τους ύψος για να διευκολύνεται η συγκομιδή. Σύμφωνα με αναφορές της βιβλιογραφίας, η κόμη ενός πλήρως ανεπτυγμένου δέντρου έχει σχήμα ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου με διαστάσεις γύρω στα 2,63 m ύψος X 1,50 m μήκος X 1,55 m πλάτος και τελικό όγκο περίπου 6,10 m³. Μετά την πάροδο των έξι χρόνων και σε περίπτωση που τα δέντρα ανταγωνίζονται για το φωτισμό, εφαρμόζονται κλαδέματα κόμης (Κωστελένος, 2011).

Όπως και στο παραδοσιακό σύστημα καλλιέργειας, έτσι και στο υπέρπυκνο, κατά την εγκατάσταση του ελαιώνα τοποθετούνται μεταλλικά στηρίγματα ώστε να διευκολύνεται η κατακόρυφη ανάπτυξη των δενδρυλλίων.

Οι απαιτήσεις του υπέρπυκνου συστήματος καλλιέργειας σε νερό φτάνουν τα 132 m³ νερού/στρέμμα/έτος, και για το λόγο αυτό η άρδευση τους είναι απαραίτητη και η προτιμώμενη μέθοδος είναι με σταγόνες.

Όσον αφορά τη λίπανση του ελαιώνα, αυτή εφαρμόζεται μετά το τέταρτο έτος της καλλιέργειας και έχει ως στόχο να καλύψει τα απολεσθέντα θρεπτικά συστατικά και να ενισχύσει τη βλαστική ανάπτυξη. Η λίπανση πραγματοποιείται μέσω του συστήματος άρδευσης και πάντα μετά από φυλλοδιαγνωστικό έλεγχο ώστε να υπάρχει ακριβής προσδιορισμός των αναγκών των δέντρων (Connora, Gómez-del-Campob, Rousseaux & Searles, 2014).

Τα ελαιόδεντρα στο υπέρπυκνο σύστημα προσβάλλονται από ασθένειες όπως το κυκλοκόνιο, ο καρκίνος, το γλοιοσπόριο κ.α. εξαιτίας της αυξημένης υγρασίας η οποία αναπτύσσεται μεταξύ τους. Κοινοί εχθροί των ελαιώνων είναι τα ακάρεα και η μαργαρόνια αλλά σπάνια γίνεται εφαρμογή εντομοκτόνων ή ακαρεοκτόνων, εκτός και αν κριθεί αναγκαίο για την παραγωγή. Ωστόσο εφαρμόζονται 6-8 ψεκασμοί με μυκητοκτόνα ετησίως.

Ο έλεγχος των ζιζανίων πραγματοποιείται μηχανικά μεταξύ των γραμμών και με ζιζανιοκτόνο επί των γραμμών.

2.11.4.5. Συγκομιδή

Η συγκομιδή στο υπέρπυκνο σύστημα γίνεται αποκλειστικά μηχανικά χωρίς τις απαιτήσεις εργατικού δυναμικού. Τα μηχανήματα τα οποία χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε δύο τύπους:

- A) Τύπου αμπελώνα: βρίσκει ευρεία εφαρμογή σε χώρες της Μεσογείου και η αποτελεσματικότητα του φτάνει το 95%.
- B) Τύπου κολοσσός: χρησιμοποιούνται κυρίως στην Λατινική Αμερική και την Αυστραλία.

3. ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Η Γεωργία ακριβείας διαφοροποιείται από το συμβατικό τρόπο καλλιέργειας, ο οποίος ακολουθούνταν τόσα χρόνια, στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζει και διαχειρίζεται το αγροτεμάχιο. Η συμβατική γεωργία, θεωρεί τον αγρό ως ομοιογενές υλικό ως προς το έδαφος, την υγρασία, τα ζιζάνια κ.α. και για το λόγο αυτό κατανέμει της εισροές με ενιαίο τρόπο. Με αυτή την τακτική, διαφορετικά σημεία στον αγρό δέχονται παραπάνω ή παρακάτω ποσότητες εισροών σε σχέση με αυτές που χρειάζονται. Από την άλλη, η Γεωργία ακριβείας, διαιρεί το εκάστοτε αγροτεμάχιο σε επιμέρους τμήματα, τις ζώνες διαχείρισης, στις οποίες εφαρμόζει τις ακριβείς, απαιτούμενες εισροές ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες τους.

Η ανάπτυξη της Γεωργίας Ακριβείας είναι συνυφασμένη με την τεχνολογική ανάπτυξη η οποία έδωσε τη δυνατότητα χωρικών και χρονικών μετρήσεων, μέσω αισθητήρων, δορυφορικής πλοήγησης και συστημάτων εντοπισμού θέσης και άλλων τεχνολογιών οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω (European Parliament, 2016).

3.1. Ορισμός και στόχοι

Οι Whelan & Mc Bratney (2000) ορίζουν τη Γεωργία Ακριβείας (Precision Agriculture) ως μια σύγχρονη μέθοδο διαχείρισης των αγροτεμαχίων, με την οποία οι εισροές αλλά και οι καλλιεργητικές πρακτικές εφαρμόζονται σύμφωνα με τις ανάγκες των καλλιεργειών, επειδή αυτές διαφοροποιούνται τα τελευταία χρόνια. Χρησιμοποιεί ψηφιακές τεχνικές με στόχο τον ακριβή υπολογισμό των φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων, νερού άρδευσης κ.λπ. και αντίστοιχα οι αγρότες προσαρμόζονται στα παραπάνω αποτελέσματα.

Οι κύριοι στόχοι της Γεωργίας Ακριβείας είναι οι ακόλουθοι:

- η αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών,
- η βελτίωση της ποιότητας των παραγομένων προϊόντων,
- η πιο αποδοτική χρήση των αγροχημικών,
- η εξοικονόμηση της ενέργειας,
- η προστασία του εδάφους και των νερών από την ρύπανση (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

Προϋπόθεση για την εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας και ως εκ τούτου την εφαρμογή των εισροών με μεταβλητές δόσεις (Variable Rate Application) είναι η γνώση τη χωρικής παραλλακτικότητας. Η χωρική παραλλακτικότητα είναι η παραλλακτικότητα σε μετρούμενα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας και του εδάφους στον χώρο. Παραλλακτικότητα υπάρχει σε όλους τους αγρούς και μπορεί να παρατηρηθεί στη γονιμότητα του εδάφους, στην υγρασία, στη μηχανική σύσταση του εδάφους, στην τοπογραφία, στην ανάπτυξη των φυτών και στους πληθυσμούς εχθρών και ασθενειών (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

Ο Blackmore, (2000) και οι Blackmore et al. (2003) αναφέρουν ότι η παραλλακτικότητα εκτός από χωρική μπορεί να είναι και χρονική. Έτσι, μερικές ιδιότητες του εδάφους είναι σταθερές με το χρόνο ή μεταβάλλονται ελάχιστα από χρόνο σε χρόνο, (όπως η οργανική ουσία και η μηχανική σύσταση), ενώ άλλες ιδιότητες, (όπως η συγκέντρωση των νιτρικών και η υγρασία του εδάφους) μπορεί να αλλάζουν πολύ με το χρόνο. Επίσης, η κατάσταση της καλλιέργειας μπορεί να μεταβληθεί μέσα σε λίγες ώρες.

3.2. Τεχνολογίες - Εξοπλισμός

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιεί η Γεωργία Ακριβείας έχουν σχέση με όλα τα στάδια παραγωγής από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή και είναι οι εξής:

- GPS και GIS
- Χαρτογράφηση παραγωγής
- Χαρτογράφηση εδαφικών ιδιοτήτων
- Χαρτογράφηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους
- Τηλεπισκόπηση
- Τεχνολογία διαφοροποιούμενης δόσης

3.2.1. Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης

Είναι συστήματα που επιτρέπουν την ακριβή χαρτογράφηση των αγρών και την ερμηνεία της παραλλακτικότητας των αγρών.

Η τεχνολογία του GPS (Global Positioning System) έχει μεγάλη σημασία για τη Γεωργία Ακριβείας και βρίσκει εφαρμογές όπως η δημιουργία περιγράμματος αγρών, η παρακολούθηση των καλλιεργειών και η σύνδεση με τα σημεία του αγρού, η

χαρτογράφηση του εδάφους και της παραγωγής. Ο εξοπλισμός του συστήματος περιλαμβάνει έναν δέκτη GPS ή DGPS, μια συσκευή στην οποία αποθηκεύονται οι πληροφορίες όπως για παράδειγμα ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής, και λογισμικό για τη δημιουργία και απεικόνιση χαρτών (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

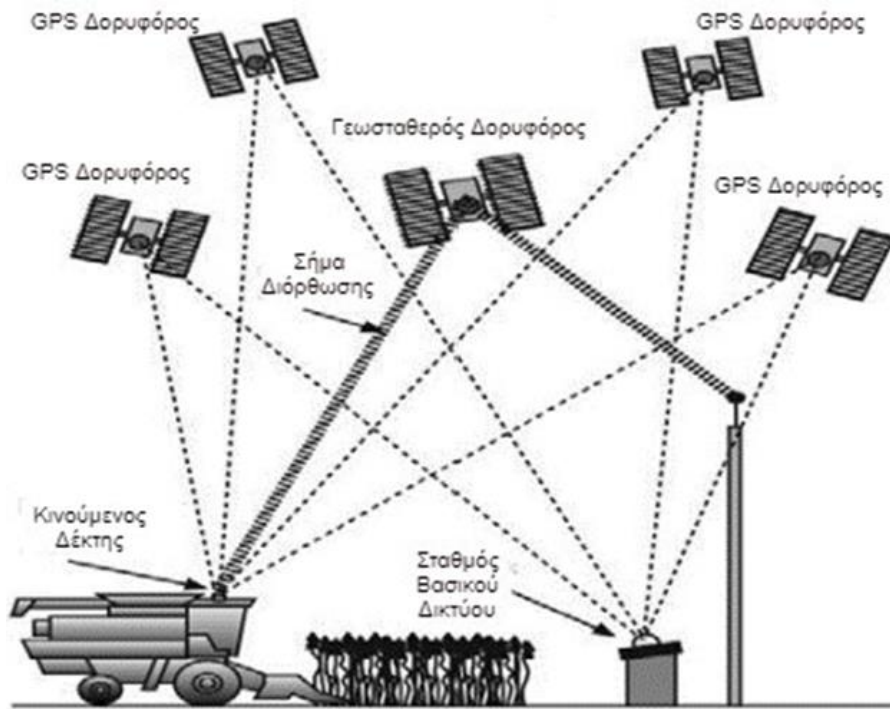
Έχοντας ακριβείς πληροφορίες τοποθεσίας ανά πάσα στιγμή καθίσταται εφικτή η χαρτογράφηση των μετρήσεων του εδάφους και των καλλιεργειών. Οι δέκτες GPS, είτε μεταφέρονται στο πεδίο είτε είναι τοποθετημένοι σε εργαλεία, επιτρέπουν στους χρήστες να επιστρέψουν σε συγκεκριμένες τοποθεσίες για να πάρουν δείγμα ή να επεξεργαστούν αυτές τις περιοχές. Η ικανότητα του GPS να παρέχει ακρίβεια σε πραγματικό χρόνο σε επίπεδο υπομέτρου ή ακόμη και σε δεκατόμετρο έχει φέρει επανάσταση στη γεωργική βιομηχανία. Οι εφαρμογές GPS στη γεωργία ακριβείας περιλαμβάνουν συλλογή δειγμάτων εδάφους, έλεγχο χημικών εφαρμογών και οθόνες απόδοσης συγκομιδής.

Κατά τη συλλογή δειγμάτων εδάφους, χρησιμοποιείται GPS για τον ακριβή εντοπισμό των σημείων δειγμάτων από ένα προκαθορισμένο πλέγμα, όπως φαίνεται στην εικόνα 17. Μετά τη δοκιμή των δειγμάτων εδάφους, μπορούν να ληφθούν πληροφορίες όπως το περιεχόμενο αζώτου και οργανικής ύλης. Αυτός ο τύπος πληροφοριών χαρτογραφείται και χρησιμοποιείται ως αναφορά για να καθοδηγήσει τους αγρότες στην αποτελεσματική και οικονομική αντιμετώπιση των προβλημάτων του εδάφους. Όταν το GPS είναι ενσωματωμένο με σύστημα εναέριας καθοδήγησης, ο ψεκαστήρας πεδίου μπορεί να καθοδηγηθεί μέσω μιας κινούμενης οθόνης χάρτη. Με βάση τη θέση του ψεκαστήρα, το σύστημα θα εφαρμόσει τις χημικές ουσίες στα σωστά σημεία, με ελάχιστη επικάλυψη και θα προσαρμόσει αυτόματα την ταχύτητά τους. Αυτό, εκτός από την αύξηση της παραγωγικότητας, διασφαλίζει ότι τα χημικά και τα καύσιμα χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά (Banu, 2015).

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) είναι υλικό και λογισμικό υπολογιστών που χρησιμοποιούν χαρακτηριστικά γνωρίσματα και δεδομένα τοποθεσίας για την παραγωγή χαρτών. Μια σημαντική λειτουργία ενός γεωργικού GIS είναι η αποθήκευση πληροφοριών, όπως οι αποδόσεις, οι χάρτες έρευνας του εδάφους, τα δεδομένα από απόσταση, οι εκθέσεις ανίχνευσης καλλιεργειών και τα επίπεδα θρεπτικών συστατικών του εδάφους. Εκτός από την αποθήκευση και την εμφάνιση δεδομένων, το GIS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της τρέχουσας και της εναλλακτικής διαχείρισης, συνδυάζοντας και αξιοποιώντας τα επίπεδα δεδομένων για την παραγωγή ανάλυσης σεναρίων διαχείρισης (Banu, 2015).

Το GPS αποτελείται από τα εξής μέρη:

Δορυφορικό τμήμα: Αποτελείται από 24 δορυφόρους που κινούνται σε τροχιά γύρω από τη γη σε απόσταση 20.200 km. Κάθε δορυφόρος κάνει μια περιστροφή γύρω από τη γη κάθε 12 ώρες. Οι δορυφόροι ακολουθούν 6 τροχιές με 4 δορυφόρους σε κάθε τροχιά. Αυτή η διάταξη των δορυφόρων εξασφαλίζει ότι τουλάχιστον 4 δορυφόροι θα στέλνουν σήμα σε οποιοδήποτε σημείο της γης 24 ώρες τη μέρα.



Εικόνα 10: Σύστημα GPS στη Γεωργία Ακριβείας (τροποποίηση από Banu, 2015).

Τμήμα ελέγχου: Αποτελείται από τους επίγειους σταθμούς που είναι τριών ειδών: α) κεντρικός σταθμός ελέγχου που βρίσκεται στο Colorado Springs των ΗΠΑ, β) 5 σταθμοί παρακολούθησης (Colorado Springs, Χαβάη, νήσος Ascension στον νότιο Ατλαντικό, Diego Garcia στον Ινδικό, Kwajalein στον νότιο Ειρηνικό) και γ) 3 σταθμοί ελέγχου (Ascension, Diego Garcia, Kwajalein).

Τμήμα χρήσης: Αποτελείται από τους χρήστες που είναι οι πολίτες και ο στρατός που χρησιμοποιούν το GPS για τον προσδιορισμό της θέσης ενός ανθρώπου ή ενός οχήματος στη γη. Οι δέκτες GPS που χρησιμοποιούν οι πολίτες δεν χρειάζονται άδεια λειτουργίας, επειδή δεν στέλνουν σήματα, αλλά μόνο λαμβάνουν σήματα. Επίσης, δεν υπάρχει οικονομική επιβάρυνση για τη χρήση των δορυφορικών σημάτων του GPS (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

3.2.2. Χαρτογράφηση παραγωγής

Η χαρτογράφηση παραγωγής είναι μια από τις πρώτες εργασίες που πρέπει να κάνει ένας παραγωγός που ενδιαφέρεται να εφαρμόσει ένα σύστημα Γεωργίας Ακριβείας.

Με τη χαρτογράφηση παραγωγής δίνεται η δυνατότητα να καταγραφεί η παραγωγή ποιοτικά και ποσοτικά σε διάφορα σημεία του αγρού. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατόν να μελετηθούν οι παράγοντες που την επηρεάζουν αλλά και να δημιουργηθούν βάσεις δεδομένων της παραλλακτικότητας. Ακόμη είναι δυνατή η μελέτη εδαφικών ιδιοτήτων και διάφορων ζητημάτων σχετικά με τα ζιζάνια, τη γονιμότητα του εδάφους κ.α.

Αν η συγκομιδή γίνεται μηχανικά, πρέπει η μηχανή να διαθέτει αισθητήρες μέτρησης παραγωγής και αισθητήρες μέτρησης ταχύτητας, θέσης μηχανισμού συλλογής μηχανής συγκομιδής κεντρική μονάδα με οθόνη, δέκτη GPS με κεραία.

3.2.3. Χαρτογράφηση εδαφικών ιδιοτήτων

Στη συμβατική γεωργία, η λίπανση εφαρμόζεται με βάση το μέσο όρο των εδαφικών ιδιοτήτων. Στη Γεωργία Ακριβείας, και ειδικότερα σε προγράμματα λίπανσης με μεταβλητές δόσεις, είναι απαραίτητο να λαμβάνονται και να αναλύονται εδαφικά δείγματα, τακτικά.

Οι κύριες μέθοδοι δειγματοληψίας του εδάφους είναι οι κάτωθι:

- A. Η δειγματοληψία πλέγματος (grid sampling). Ο αγρός διαιρείται σε τετράγωνα ή ορθογώνια κελιά. Από κάθε κελί λαμβάνονται δείγματα τα οποία αναμιγνύονται για να είναι αντιπροσωπευτικά των εδαφικών ιδιοτήτων του κελιού και στέλνονται στο εργαστήριο για ανάλυση. Έτσι, γίνεται εκτίμηση των εδαφικών ιδιοτήτων του αγρού σε μικρότερη κλίμακα.
- B. Η δειγματοληψία βάσει τύπου εδάφους (soil type sampling). Σε αυτή την περίπτωση λαμβάνονται δείγματα από τμήματα του αγρού με παρόμοια χαρακτηριστικά. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στους χάρτες εδάφους και τα δείγματα αναμιγνύονται μεταξύ τους. Αρκετά δείγματα συλλέγονται και αναμιγνύονται από κάθε περιοχή με διαφορετικό τύπο εδάφους. Η διαφορά με την προηγούμενη μέθοδο είναι ότι εδώ οι αποστάσεις μεταξύ των δειγμάτων δεν είναι ίδιες.

Αν κατά τη λήψη των δειγμάτων γίνεται ταυτόχρονα και καταγραφή της θέσης του δείγματος με GPS, στη συνέχεια, με ένα κατάλληλο λογισμικό δημιουργούνται οι αντίστοιχοι θεματικοί χάρτες των εδαφικών ιδιοτήτων του αγρού.

3.2.4. Χαρτογράφηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους

Στη Γεωργία Ακριβείας, σημαντική εφαρμογή βρίσκει και η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους.(Soil electrical conductivity) Ως ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους ορίζεται το κατά πόσο εύκολα διέρχεται το ηλεκτρικό ρεύμα διαμέσου της μάζα του. Η αγωγή του ρεύματος πραγματοποιείται μέσω των τριχοειδών πόρων των εδαφικών συσσωματωμάτων. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μετράται σε mSiemens/m και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως, η μηχανική σύσταση του εδάφους, η συμπίεση του εδάφους, η περιεκτικότητα σε νερό, η αλατότητα, η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, η οργανική ουσία και η θερμοκρασία του εδάφους (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

Στη Γεωργία Ακριβείας η μέτρηση της εδαφικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό ομοιογενών ζωνών διαχείρισης στο έδαφος του αγρού και χαρακτηρίζονται σαφέστερα με την ανάλυση εδαφικών δειγμάτων (Kitchen et al., 2005).

Χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι χαρτογράφησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους με παρόμοια αποτελέσματα, με ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και με επαφή.

Με τη μέθοδο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (electromagnetic induction) μετριέται η επίδραση του εδάφους σε κάποιο μαγνητικό πεδίο. Η επίδραση αυτή συσχετίζεται με την εδαφική ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η μέθοδος είναι δύσκολη στην εφαρμογή, απαιτεί συχνή βαθμονόμηση, είναι ευαίσθητη σε παρεμβολές μεταλλικών αντικειμένων και δίνει μετρήσεις που αφορούν ένα συγκεκριμένο βάθος. Με την μέθοδο της επαφής (contact method) μετριέται η πτώση δυναμικού μεταξύ ηλεκτροδίων στο έδαφος. Ο τρόπος αυτός προσφέρει ευκολία, ταχύτητα και χαμηλό κόστος (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

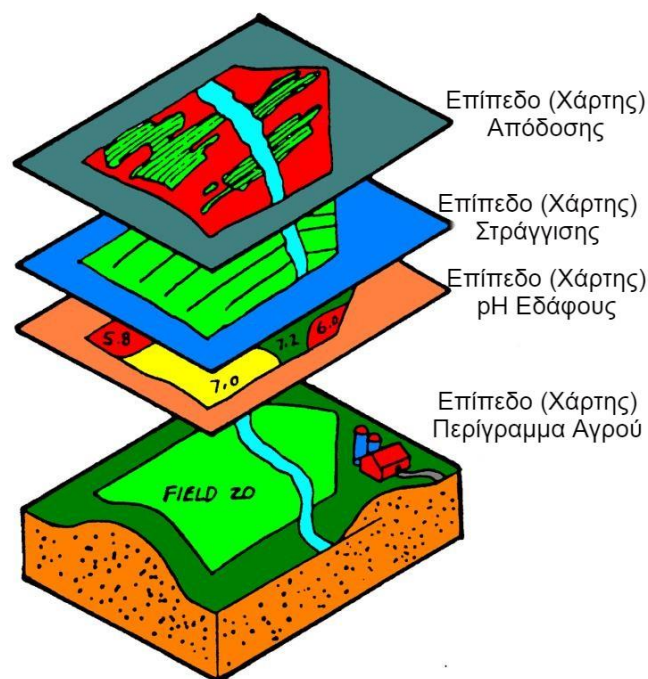
Η χαρτογράφηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας γίνεται με τη σύνδεση μιας συσκευής μέτρησης αγωγιμότητας σε ένα κινούμενο όχημα και την προσαρμογή ενός δέκτη GPS. Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους χρησιμεύει για την εύρεση ζωνών διαχείρισης με παρόμοια χαρακτηριστικά (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

3.2.5. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Geographic Information System, GIS) είναι λογισμικό με τη βοήθεια του οποίου οι πληροφορίες οργανώνονται, αναλύονται και επεξεργάζονται. Οι πληροφορίες στο GIS απεικονίζονται πάντοτε ως ψηφιακοί χάρτες του υπό εξέταση αγρού, γιατί όλες οι πληροφορίες είναι προσδιορισμένες στο χώρο με τη βοήθεια του GPS.

Στο GIS σύστημα εισάγονται πληροφορίες όπως η παραγωγή, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους, η περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά. Επίσης, μπορούν να εισαχθούν παρατηρήσεις (προσβολές από έντομα, ζιζάνια, κ.ά.), ή άλλες πληροφορίες όπως ένας χάρτης των σημείων δειγματοληψίας του εδάφους.

Με τη συστηματική συλλογή δεδομένων δημιουργείται ένας αριθμός χαρτών που απεικονίζουν τη μεταβολή διαφόρων παραμέτρων του αγρού ή της καλλιέργειας (εικόνα 11). Η ανάλυση των παραπάνω δεδομένων οδηγεί στην εξεύρεση των εντοπισμένων περιοριστικών παραγόντων της παραγωγής και με βάση τα στοιχεία αυτά γίνεται προσπάθεια διόρθωσής τους (Φουντάς & Γέμτος, 2015).



Εικόνα 11: Σύστημα GIS όπου απεικονίζει και να αναλύει δεδομένα σε πολλά επίπεδα στον ίδιο αγρό (τροποποίηση από Morgan and Ess, 1997).

3.2.5.1. Συστήματα συντεταγμένων

Στο λογισμικό GIS τα δεδομένα συνδέονται με τη γεωγραφική θέση που έχουν ληφθεί. Υπάρχουν διάφορα συστήματα συντεταγμένων που χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση των δεδομένων σε έναν χάρτη. Τα δύο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα συστήματα συντεταγμένων είναι το σύστημα γεωγραφικό μήκος (longitude) - γεωγραφικό πλάτος (latitude) και το μετρικό σύστημα (Universal Transverse Mercatur, UTM).

3.2.5.2. Ερμηνεία των χαρτών

Η ερμηνεία και η αξιολόγηση των χαρτών θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το ιστορικό του αγρού, όπως προβλήματα κατά τη συγκομιδή, προβλήματα κατά το κλαδεμα των φυτών, παλαιοί φράχτες, δρόμοι, περιοχές που έχει γίνει βόσκηση από ζώα, θέσεις κτισμάτων, περιοχές στράγγισης κ.ά. Έτσι πολλά χαρακτηριστικά σημεία σε έναν χάρτη παραγωγής μπορούν να αποδοθούν στους παραπάνω λόγους και όχι σε προβλήματα θρέψης τα οποία είναι ελέγξιμα. Η άγνοια του ιστορικού του αγρού είναι πιθανό να οδηγήσει σε παρερμηνεία των χαρτών. Επίσης, είναι ουσιώδες να υπάρχουν ακριβείς χάρτες, επειδή είναι πιθανό να επηρεάσουν αποφάσεις για τη διαχείριση του αγρού που αφορά πολλά συνεχόμενα χρόνια. Μερικοί χάρτες περιέχουν πληροφορίες που αλλάζουν ελάχιστα με το χρόνο, όπως ο τύπος του εδάφους, η τοπογραφία, και η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία. Άλλα μετρούμενα μεγέθη αλλάζουν κάθε χρονιά, όπως οι χάρτες παραγωγής και οι τοποθεσίες που φυτρώνουν τα ζιζάνια. Για τον λόγο αυτό, πρέπει αυτός που λαμβάνει τις αποφάσεις για τη διαχείριση του αγρού να γνωρίζει ποια δεδομένα πρέπει να συλλέγει κάθε χρονιά και την εποχή δειγματοληψίας (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

3.2.6. Ζώνες διαχείρισης

Η βάση ενός συστήματος Γεωργίας Ακριβείας είναι η διαμόρφωση του αγρού σε ζώνες διαχείρισης (Management Zones) που έχουν στόχο την εφαρμογή των εισροών με μεταβλητές δόσεις (Variable Rate Application). Ζώνη διαχείρισης είναι ένα επιμέρους τμήμα του αγρού που έχει κοινά χαρακτηριστικά και όπου η διαχείριση μπορεί να είναι ενιαία (Kitchen et al., 2005).

Οι ζώνες διαχείρισης θα πρέπει να έχουν τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:

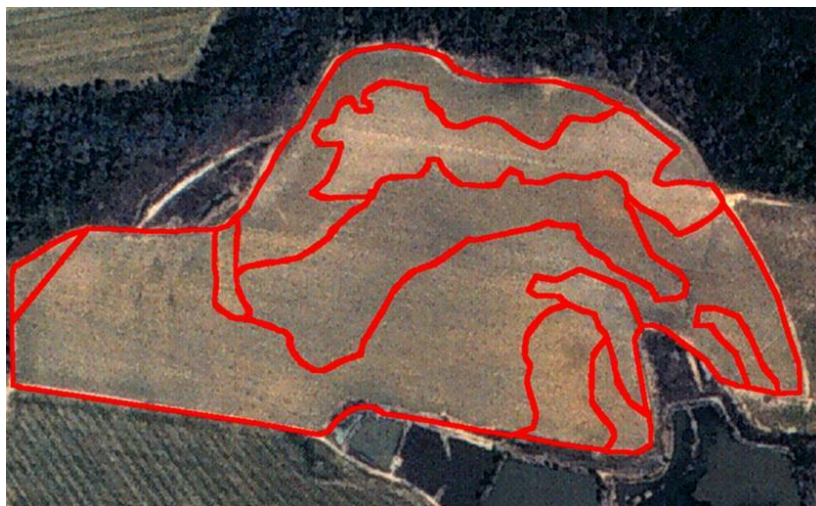
- Σταθερότητα στο χρόνο

- Ευκολία στην οριοθέτηση
- Συσχέτιση με την παραγωγή
- Χαμηλό κόστος δημιουργίας

Η δημιουργία των ζωνών διαχείρισης γίνεται αξιολογώντας όλες τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες για τον αγρό όπως οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους, η δυνατότητα διαχείρισης του παραγωγού και το πιθανό κέρδος του παραγωγού.

Ο αριθμός των ζωνών διαχείρισης εξαρτάται από το μέγεθος και την παραλλακτικότητα του αγρού και την δυνατότητα του παραγωγού να διαφοροποιήσει τις εισροές.

Το ελάχιστο μέγεθος καθορίζεται από τη δυνατότητα του παραγωγού να διαφοροποιήσει τις εισροές σε έναν αγρό. Αυτό είναι συνάρτηση του μεγέθους του εξοπλισμού που χρησιμοποιεί. Το μέγιστο μέγεθος των ζωνών διαχείρισης καθορίζεται από τα περιθώρια του αγρού.



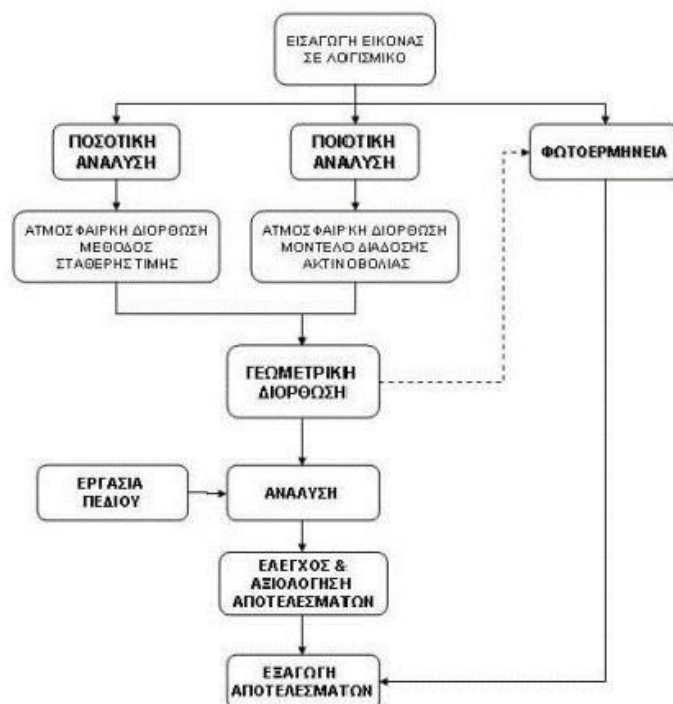
Εικόνα 12: Διαχωρισμός αγρού σε ζώνες διαχείρισης (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

3.2.7. Τηλεπισκόπηση

Η τηλεπισκόπηση ορίζεται ως η συλλογή δεδομένων με στόχο των προσδιορισμό της φύσης και των αντικειμένων μιας περιοχής, από μεγάλη απόσταση, χωρίς καμία επαφή με αυτά. Αυτή η εξ αποστάσεως παρατήρηση επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία ερχόμενη σε επαφή με ένα αντικείμενο, δύναται να ανακλαστεί, να απορροφηθεί ή να διέλθει. Για την τηλεπισκόπηση, απαραίτητα είναι τα συστήματα καταγραφής δεδομένων και τα συστήματα οπτικής και ψηφιακής επεξεργασίας των δεδομένων.

Τα στοιχεία τα οποία συλλέγονται από τις καλλιέργειες δίνουν τη δυνατότητα πρόβλεψης τόσο των αποδόσεων όσο και των μελλοντικών αναγκών τους.

Τέλος, με τη χωρική αποτύπωση των αγροτεμαχίων, διευκολύνεται και η στοχευμένη κατανομή των εισροών.



Εικόνα 13: Διάγραμμα ροής τηλεπισκόπισης (Πετράκη, 2017).

3.2.8. Τεχνολογία διαφοροποιούμενης δόσης

Κατά την εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας, ο παραγωγός είναι δυνατό να καθορίσει τις θρεπτικές ή άλλες ανάγκες κάθε τμήματος της καλλιέργειας και να μειώσει το κόστος παραγωγής. Η μείωση αυτή είναι δυνατή λόγω του εξορθολογισμού των διαφόρων εισροών με τη τεχνολογία των μεταβλητών εφαρμογών (Variable Rate Application). Τα συστήματα μεταβλητών εφαρμογών είναι συστήματα που τοποθετούνται σε γεωργικά μηχανήματα και μεταβάλλουν τη ποσότητα εφαρμογής ή το είδος των εισροών κατά την ίδια χρονική στιγμή της εφαρμογής τους, σύμφωνα με τις ανάγκες του εκάστοτε σημείου του αγροτεμαχίου. Η μεταβολή αυτή των εισροών βασίζεται σε τεχνικές χαρτογράφησης ή δεδομένα που λαμβάνονται μέσω αισθητήρων (Tvigun, 2020).

Η μεταβολή των εισροών ου βασίζεται σε χάρτες απαιτεί έναν χάρτη εφαρμογής (prescription map) και ένα GPS το οποίο καθορίζει τη θέση στον αγρό. Καθώς το μηχάνημα που εφαρμόζει τις εισροές προχωρά στον αγρό, αλλάζει τη δόση με βάση τον χάρτη

εφαρμογής. Η μέθοδος που βασίζεται σε αισθητήρες δεν απαιτεί ούτε χάρτη ούτε GNSS. Οι Αισθητήρες είναι τοποθετημένοι στη μηχανή εφαρμογής και μετρούν χαρακτηριστικά του εδάφους ή της καλλιέργειας, καθώς η μηχανή κινείται στον αγρό. Η πληροφορία μεταδίδεται σε ένα λογισμικό το οποίο υπολογίζει τις ανάγκες του εδάφους ή των φυτών και μεταφέρει την πληροφορία σε μια διάταξη εφαρμογής που διανέμει τις εισροές (Tnigun, 2020).

3.3. Πλεονεκτήματα Γεωργίας Ακριβείας

Η τεχνολογική ανάπτυξη των τελευταίων ετών έχει δώσει μια ισχυρή ώθηση στην αύξηση της παραγωγικότητας στη γεωργία. Πιο συγκεκριμένα, η Γεωργία Ακριβείας έχει δώσει στους αγρότες την άνεση να καταγράψουν τα στοιχεία των αγρών τους σε βάθος χρόνου και να προχωρήσουν στις απαιτούμενες ενέργειες συνδυάζοντας τα παραπάνω. Η τεχνολογία του GPS δίνει τη δυνατότητα καταγραφής των εργασιών που εκτελούνται από τα μηχανήματα, αλλά και του χρόνου που απαιτείται για αυτές. Επιπροσθέτως, η χρήση τεχνολογιών μεταβλητών δόσεων εισροών οδηγεί στη χορήγηση αποκλειστικά των αναγκαίων προϊόντων στον αγρό, την εκάστοτε στιγμή, με αποτέλεσμα την μείωση του κόστους παραγωγής αλλά και την οικολογικότερη αξιοποίηση των αγροτεμαχίων.

Ένα σημαντικό όφελος της Γεωργίας Ακριβείας είναι η αύξηση της παραγωγικότητας, η οποία, όπως προαναφέρθηκε, επιτυγχάνεται με τον σωστό έλεγχο των εισροών αλλά και με την αποφυγή της συμπίεσης των εδαφών με τη χρήση συστημάτων ελεγχόμενης κυκλοφορίας. Επιπλέον, με την ορθολογιστική χρήση των εισροών διαφυλάσσονται και οι μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι καθώς καταναλώνονται μικρότερες ποσότητες αζωτούχας λίπανσης ενώ παράλληλα η χρήση του αρδευτικού νερού περιορίζεται στον αναγκαίο βαθμό. Η οικολογική σημασία και προσφορά της Γεωργίας Ακριβείας φαίνεται και στην περιορισμένη χρήση χημικών που αυτή προβλέπει, με στόχο την αποφυγή της μόλυνσης του επίγειου υδροφόρου ορίζοντα αλλά και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

Η μελέτη του Ευρωκοινοβουλίου με τίτλο «Γεωργία Ακριβείας και το μέλλον της γεωργίας στην Ευρώπη» περιγράφει τα πλεονεκτήματα της Γεωργίας Ακριβείας σχετικά με το περιβάλλον, τα οποία αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 9: Αναμενόμενα περιβαλλοντικά οφέλη από τις κύριες διαδικασίες και τεχνικές της Γεωργίας Ακριβείας.

Διαδικασία	Τεχνική	Αναμενόμενα περιβαλλοντικά οφέλη
Εργασία υπό ευνοϊκές καιρικές συνθήκες και την κατάλληλη στιγμή	Αυτόματος χειρισμός της μηχανής με χρήση GPS	Μείωση της συμπίεσης του εδάφους Μείωση του αποτυπώματος άνθρακα (Μείωση κατά 10 % της κατανάλωσης καυσίμων των γεωργικών εργασιών)
Παραμονή μόνιμης βλάστησης σε κύριες θέσεις και στα σύνορα των αγρών	Αυτόματος χειρισμός και καλλιέργεια περιγράμματος σε λοφώδες εδάφους	Μείωση της διάβρωσης εδάφους Μείωση της απορροής επιφανειακών υδάτων και λιπασμάτων Μειωμένος κίνδυνος πλημμύρας
Μείωση ή επιβράδυνση της ροής νερού ανάμεσα στις κορυφογραμμές πατάτας / λαχανικών	Κατασκευή Μικρο-φράγματων ή μικρο-δεξαμενών μεταξύ κορυφογραμμών Κορυφογραμμές κατά μήκος των ορίων του αγρού	Μειωμένη απορροή ιζημάτων Μειωμένη απορροή λιπασμάτων
Διατήρηση των λιπασμάτων και των φυτοφάρμακων σε συνιστώμενες αποστάσεις από τους επίγειους υδροφορείς	Αυτόματος χειρισμός Μεταβλητή εφαρμογή δόσεων λιπασμάτων και άλλων χημικών	Αποφυγή / εξάλειψη της άμεσης μόλυνσης των ποτάμιων
Αποφυγή της αλληλοεπικάλυψης κατά την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων	Μεταβλητή εφαρμογή δόσεων λιπασμάτων και άλλων χημικών	Μείωση / αποφυγή υπερβολικής εισροής χημικών στο έδαφος και κίνδυνου μόλυνσης των υδάτων
Μεταβλητή εφαρμογή δόσεων λιπασμάτων	Εν κινήσει ανίχνευση σύνθεσης κοπριάς Ρύθμιση βάθους εφαρμογής	Μειωμένη ρύπανση των υπόγειων υδάτων Μειωμένες εκπομπές αμμωνίας στον αέρα
Άρδευση ακριβείας	Εδαφολογικός χάρτης	Αποφυγή υπερβολικής χρήσης νερού Μείωση της χρήσης πόσιμου νερού
Ψεκασμός ζιζανιοκτόνου με εμβολιασμό	Ανίχνευση ζιζανίων (online/ χάρτες ζιζανίων)	Μείωση χρήσης ζιζανιοκτόνων με προσέγγιση βασισμένη στους χάρτες (στα χειμερινά σιτηρά κατά 6-81% για τα ζιζανιοκτόνα έναντι των πλατύφυλλων ζιζανίων και 20-79% για τα ζιζανιοκτόνα έναντι των ζιζανίων)
Πρόωρη και εντοπισμένη θεραπεία παρασίτων ή ασθενειών	Ανίχνευση ασθενειών: – Οπτική ανίχνευση πολλαπλών αισθητήρων – Ανίχνευση αερομεταφερόμενων σπόρων – Πτητικοί αισθητήρες	Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων (δυνατότητα εξοικονόμησης 84,5% φυτοφαρμάκων)
Ψεκασμός με ακρίβεια στους οπωρώνες και αμπελώνες	Ανίχνευση μεγέθους και αρχιτεκτονικής δέντρου	Μείωση χρήσης φυτοφαρμάκων κατά 20 – 30% Μείωση περιοχής ψεκασμού κατά 50- 80%
Εφαρμογή μεταβλητής δόσης σε αζωτούχα λιπάσματα σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών και των καιρικών συνθηκών	Δείκτης βλάστησης Χαρτογράφηση θρεπτικών ουσιών εδάφους	Βελτίωση χρήσης αζώτου Μείωση υπολείμματος αζώτου στο έδαφος κατά 30 – 50%
Εφαρμογή μεταβλητής δόσης σε φωσφορικά λιπάσματα σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών και των καιρικών συνθηκών	Δείκτης βλάστησης Χαρτογράφηση θρεπτικών ουσιών εδάφους	Βελτίωση της ανάκτησης του φωσφόρου κατά 25%
Εκτίμηση βιομάζας καλλιεργειών	Δείκτης βλάστησης	Ρύθμιση της δόσης μυκητοκτόνου σύμφωνα με την βιομάζα καλλιέργειας
Μείωση μυκητοκτόνου	Δείκτης βιομάζας και κίνδυνος μυκητιακής νόσου	Βελτιστοποίηση της χρησιμοποιούμενης ποσότητας λιπασμάτων και μυκητοκτόνων σε καλλιέργειες με πυκνή βλάστηση

Πηγή: Schrijver. 2016

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

Η εφαρμογή της Γεωργίας Ακρίβειας ξεκίνησε το 1990 στην Αμερική και την Αγγλία. Οι πρώτες εφαρμογές αφορούσαν τα σιτηρά και άλλα φυτά μεγάλης καλλιέργειας και τη χαρτογράφηση αυτών. Στις χώρες της Μεσογείου και στην Ελλάδα, η τεχνολογία της Γεωργίας Ακρίβειας άργησε να επεκταθεί αφενός λόγω του μικρού μεγέθους των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και αφετέρου εξαιτίας του χαμηλού μορφωτικού επιπέδου των αγροτών που είχε σαν αποτέλεσμα την εμμονή τους στις παραδοσιακές μεθόδους καλλιέργειας.

4.1. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Λίγες μόνο εργασίες υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία που αφορούν την εφαρμογή της Γεωργίας Ακρίβειας στην καλλιέργεια της ελιάς με τις περισσότερες αναφέρονται κυρίως στην τηλεπισκόπηση.

Οι Rodriguez-Lizana et al. (2021) στην Palmera της Ισπανίας εφάρμοσαν την τεχνική της γεωστατιστικής προσομοίωσης με την χρήση στοχαστικών αλγόριθμων για την δημιουργία χαρτών ακριβούς συνταγογράφησης φυτοφαρμάκων για ελαιώνες με στόχο την προσαρμοσμένη χρήση αυτών σύμφωνα με τις ανάγκες της καλλιέργειας. Αρχικά μετρήθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά της κόμης. Στη συνέχεια ανακτήθηκαν αεροφωτογραφίες της περιοχής από τις οποίες προσδιορίστηκαν τα δέντρα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη. Ακολούθησε γεωστατιστική ανάλυση και τέλος, βάσει των αποτελεσμάτων των παραπάνω διαδικασιών, υπολογίστηκε ο όγκος του ψεκαστικού υγρού το οποίο προέρχονταν από αυτόματο ψεκαστήρα με αισθητήρα. Τέλος δημιουργήθηκαν οι χάρτες αναγκών φυτοφαρμάκων και έγινε η σύγκριση με το συμβατικό σύστημα εφαρμογής.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα σε σύγκριση με συμβατικές εφαρμογές, οι εισροές εξοικονομήθηκαν από 21% έως 38%.

Οι Spyropoulos et al. (2020) εφάρμοσαν την ανάλυση δορυφορικών εικόνων για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών (ETc) και παρακολούθηση των αναγκών σε νερό στη γεωργία ακρίβειας των ελαιόδεντρων στο Μεσολόγγι. Η μεθοδολογία βασίζεται στην υπόθεση ότι είναι δυνατόν να εκτιμηθούν οι εποχιακές ανάγκες σε νερό και

θρεπτικά συστατικά των ελαιόδεντρων με διασταυρούμενη συσχέτιση δορυφορικών δεδομένων υψηλής χωρικής, φασματικής και χρονικής ανάλυσης, τα οποία αποκτώνται σε καλά καθορισμένα χρονικά διαστήματα του φαινολογικού κύκλου των ελαιόδεντρων, έχοντας ταυτόχρονα ταυτόσημες πληροφορίες αληθείας κατά τη λήψη των εικόνων.

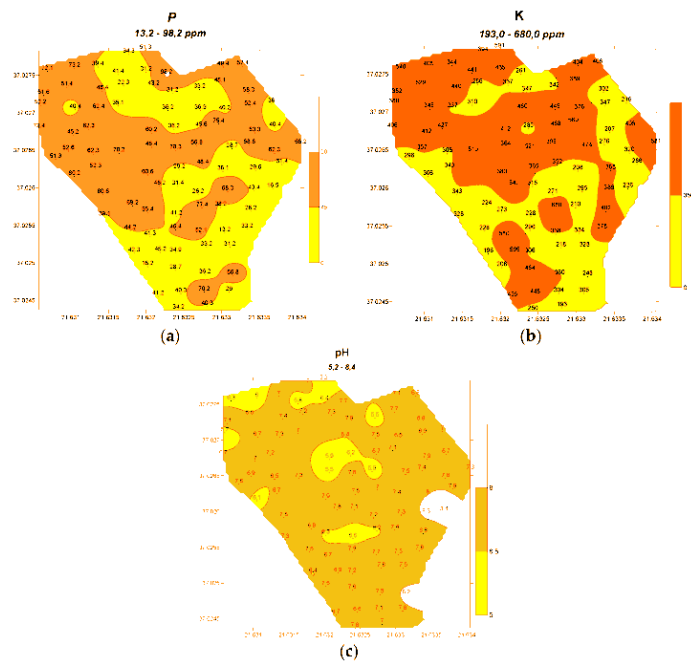
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι συνολικές απαιτήσεις σε νερό που εξάγονται με δορυφορικά δεδομένα είναι μικρότερες από αυτές που υπολογίζονται με τη μέθοδο του FAO, με αποτέλεσμα την πραγματική εξοικονόμηση χρήσης νερού και πιθανή βελτιστοποίηση των εισροών, διατηρώντας και προστατεύοντας το περιβάλλον. Δορυφόροι υψηλής φασματικής και χωρικής ανάλυσης, όπως το WorldView-2/3/4, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επιχειρησιακό τρόπο για την εξαγωγή καλλιεργειών/δέντρων και την εκτίμηση συντελεστών βλάστησης, όπως Kc και εξατμισοδιαπνοής, σύμφωνα με το μεταβλητό φαινολογικό στάδιο, ακόμη και εντός μεμονωμένα δέντρα σε μικρές γεωργικές εκμεταλλεύσεις τυπικές για την κατακερματισμένη χρήση γης των αγροτικών περιοχών της Μεσογείου.

Στην Αργολίδα το 2017 χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση εικόνας πεδίου (OBIA), GIS με στόχο να εφαρμοστούν οι τεχνολογίες Γεωργίας Ακριβείας στον καθορισμό της γεωμετρίας της διαμόρφωσης της ελιάς και η ανάπτυξη ενός μοντέλου πρόβλεψης της ετήσιας παραγωγής σε μη γραμμικό ελαιώνα. Οι επιτόπιες μετρήσεις έγιναν στο πεδίο στις 5 Οκτωβρίου 2017. Ενενήντα τρία (93) ελαιόδεντρα επιλέχθηκαν τυχαία από ένα σύνολο 210 παραγωγικών δέντρων. Επίσης, τα δέντρα που επιλέγονται είναι όλα πλήρως παραγωγικά με ηλικία 30–35 ετών. ορισμένα από τα 93 δέντρα που επιλέχθηκαν ήταν σε περίοδο «σε ετήσια βάση», ενώ μερικά από αυτά σε περίοδο «εκτός έτους». Πιο συγκεκριμένα, έγιναν μετρήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των ελαιόδεντρων και μετρήσεις της παραγωγής κάθε ελιάς. Όσον αφορά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, μετρήθηκε η διάμετρος του στέμματος, το ύψος κάθε δέντρου και η απόσταση του κάτω σημείου του στέμματος από το έδαφος. Συγκεκριμένα, η διάμετρος του θόλου του δέντρου μετρήθηκε σε δύο κατευθύνσεις χρησιμοποιώντας μια ταινία μέτρησης. Η πρώτη μέτρηση ήταν Βορράς -Νότος, ενώ η δεύτερη ήταν κάθετη στην πρώτη, δηλαδή Ανατολή -Δύση. Με αυτόν τον τρόπο ο υπολογισμός της διαμέτρου του στέμματος ήταν πιο ακριβής αφού το σχήμα της κόμης των δέντρων ήταν ακανόνιστο και όχι οβάλ ή κυκλικό. Ταυτόχρονα, έγινε μέτρηση της απόστασης του κάτω σημείου της κόμης από το έδαφος στο ίδιο σημείο όπου μετρήθηκε η διάμετρος της κόμης. Ο καρπός που συλλέχθηκε από κάθε ελιά ζυγίστηκε στις 25 Νοεμβρίου 2017 και το αποτέλεσμα της παραγωγής καταγράφηκε σε κιλά. Η διαδικασία λήψης εικόνων πραγματοποιήθηκε με συγκεκριμένο τρόπο σύμφωνα

με καθορισμένες παραμέτρους που εξαρτώνται από τα χερσαία χαρακτηριστικά. Οι παράμετροι πτήσης ορίστηκαν για να επιτύχουν υψηλή χωρική ανάλυση, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενες εργασίες. Η πτήση UAV έγινε με αυτοματοποιημένο τρόπο πτήσης, σχεδιασμένος και εκτελεσμένος από το λογισμικό Pix4D Capture. Το πεδίο χωρίστηκε σε πέντε διαφορετικές ζώνες πτήσης με βάση την τοπογραφία.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης εικόνας πεδίου περιλάμβαναν πολύγωνα του θόλου του δέντρου και απεικονίστηκε το καθένα από αυτά με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Αν ληφθούν υπόψη οι δυσκολίες λόγω τοπογραφικών χαρακτηριστικών του ελαιώνα, το συμπέρασμα είναι πως το OBIA είναι η καλύτερη επιλογή για την ταξινόμηση των εικόνων. Η ανάπτυξη του μοντέλου πρόβλεψης απόδοσης θα μπορούσε να είναι μεγάλη βοήθεια για τους αγρότες, καθώς η εκμετάλλευση αυτών των δεδομένων θα ωφελήσει τη διαχείριση των τεχνικών καλλιέργειας

Οι Van Evert et al. (2017) μελέτησαν την εφαρμογή μεταβλητού ποσοστού εφαρμογής λιπάσματος σε έναν ελαιώνα με υψηλό επίπεδο παραγωγικότητας που υποστηρίχθηκε από υψηλό επίπεδο εισροών στην Ελλάδα. Ο ελαιώνας είχε έκταση 9,1 ha ($181 \text{ δέντρα ha}^{-1}$) και αξιοσημείωτη χωρική μεταβλητότητα των ιδιοτήτων του εδάφους. Το 2008 και το 2009, πραγματοποιήθηκε ειδική διαχείριση για το P, K και Ca μετά από δειγματοληψία εδάφους (10 δειγμάτων ανά εκτάριο). Το πεδίο (ελαιώνας) τεμαχίστηκε σύμφωνα με τις οριοθετημένες ζώνες διαχείρισης και τα δημιουργούμενα περιγράμματα. Για το P και το K, δημιουργήθηκαν μόνο δύο ζώνες διαχείρισης (χαμηλής και υψηλής συγκέντρωσης) για να είναι εύκολα εφαρμόσιμες οι γεωργικές πρακτικές. Για την εφαρμογή από το έδαφος το όριο για τον P ορίστηκε στα 45 ppm και για το K ήταν 350 ppm. Για την εφαρμογή P, στη ζώνη διαχείρισης χαμηλού P, εφαρμόστηκε 1 kg λίπασμα ανά δέντρο. Δεν εφαρμόστηκε φωσφορούχο λίπασμα για τη ζώνη διαχείρισης υψηλού P. Ο αγρότης εφάρμοζε 1 Kg P ανά δέντρο. Για εφαρμογή K, στη ζώνη διαχείρισης χαμηλής περιεκτικότητας σε K, εφαρμόστηκε λίπασμα K 2 Kg ανά δέντρο, ενώ για τη ζώνη υψηλού K εφαρμόστηκε 1 Kg λίπασμα ανά δέντρο. Η πρακτική του αγρότη ήταν να εφαρμόζει 2 Kg K ανά δέντρο. Για το pH, εφαρμόστηκε ασβέστιο με ρυθμό 5 kg ανά δέντρο στις περιοχές στο χωράφι όπου το pH ήταν μικρότερο από 6,5. Η πρακτική του αγρότη ήταν να εφαρμόζει 5 Kg ανά δέντρο σε όλα τα δέντρα κάθε τέσσερα χρόνια.



Εικόνα 14: Οριοθετημένες ζώνες διαχείρισης στις ελιές (α) για το P, χρησιμοποιώντας όριο 45 ppm. (β) για το K, χρησιμοποιώντας όριο 350 ppm. (γ) Παρεμβαλλόμενος χάρτης του pH του εδάφους (van Evert, 2017).

Από τα δεδομένα του πειράματος δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ των διαφορετικών ζωνών διαχείρισης. Στις 13 θέσεις από τις 91 όπου το pH ήταν κάτω από 6,5 και εφαρμόστηκε ασβέστης, το μέσο pH αυξήθηκε από 5,9 σε 7,0. Συνολικά, συνήχθη το συμπέρασμα ότι οι επιλεγμένοι αλγόριθμοι για εφαρμογή μεταβλητού ρυθμού P, K και ασβέστη επέτρεψαν την επίτευξη μείωσης στη χρήση εισροών και απέφυγαν αρνητικό αντίκτυπο στην παραγωγικότητα. Η χρήση του καλιούχου λιπάσματος μειώνεται κατά 31%, του φωσφορικού λιπάσματος κατά 59%, και του ασβέστη κατά 86%. Μια σημαντική μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων συνδέεται με αυτή τη μείωση στη χρήση εισροών.

Στην περιοχή Jaen της Ανδαλουσίας οι Alamo et al. (2012) εφάρμοσαν την τεχνολογία GPS και GIS με στόχο την ανάλυση του κόστους της καλλιέργειας, της λίπανσης, των ζιζανιοκτόνων, του κλαδέματος και της συγκομιδής. Για την πραγματοποίηση της έρευνας συλλέχθηκαν φύλλα από κάθε κόμβο δειγματοληψίας και έγινε ανάλυση θρεπτικών συστατικών. Επίσης δημιουργήθηκαν χάρτες περιεχομένου θρεπτικών και έγιναν περαιτέρω αναλύσεις πάνω σε αυτούς με τη χρήση λογισμικών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μείωση των εισροών από λιπάσματα είναι εφικτή καθώς δεν απαιτείται το ποσοστό το οποίο χορηγείται μέσω του συμβατικού συστήματος

καλλιέργειας. Ειδικότερα, αν η περιεκτικότητα των φύλλων σε N ξεπερνά το 1,5% επηρεάζεται αρνητικά η ποιότητα του παραγόμενου λαδιού.

Οι Berni et al. (2009) εφάρμοσαν και αξιολόγησαν μια μέθοδο ανάλυσης των θερμικών χαρτών που λαμβάνονται με τηλεπισκόπηση σε σχέση με την έλλειψη νερού. Εφάρμοσαν δηλαδή μοντέλα που βασίζονται στη θερμοκρασία της κλόμης που υπολογίζεται από αερομεταφερόμενες εικόνες υψηλής ανάλυσης για τον υπολογισμό της αγωγιμότητας της κόμης των δέντρων (Gc) και του δείκτη υδατικής καταπόνησης των καλλιεργειών (CWSI) ετερογενών ελαιώνων. Διαπίστωσαν ότι με τα μοντέλα που εφάρμοσαν ήταν δυνατή η χωρική ανάλυση της παραλλακτικότητας που εμφανίστηκε από την έλλειψη νερού σε ελαιώνες. Επομένως η δυνατότητα παραγωγής χαρτών υψηλής ανάλυσης των Gc και CWSI, που δυνητικά χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής (ET), και για χρήση ως εισροή για μεθόδους προγραμματισμού άρδευσης, αντίστοιχα, παρέχει ένα ισχυρό εργαλείο για μελλοντικές εφαρμογές αυτής της μεθοδολογίας στο πλαίσιο της γεωργίας ακριβείας.

Οι Garcia Torres et al. (2008) . χρησιμοποίησαν έναν ελαιώνα 2 ha στην Κόρδοβα της Νότιας Ισπανίας για τα έτη 2004 και 2005 προκειμένου να μελετήσουν την πιστότητα της αυτόματης αξιολόγησης από τις εικόνες που λαμβάνονται με τηλεπισκόπηση, με την χρήση του προγράμματος Clustering Assessment® (CLUAS), για μερικούς αγρό-περιβαλλοντικούς δείκτες στην ελιά. Μελέτησαν την αποτύπωση της συνολικής έκτασης, το μέγεθος (διαστάσεις) των ελαιόδεντρων, την εκτίμηση της αναμενόμενης (πιθανής) παραγωγής καθώς και ορισμένους δείκτες βλάστησης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, το μοντέλο (πρόγραμμα) εκτίμησε με επιτυχία 99% το μέσο μέγεθος των ελαιόδεντρων. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τους επιτόπιους ελέγχους και την τηλεπισκόπηση, για την έκταση του ελαιώνα και την αναμενόμενη (πιθανή) παραγωγή, είχαν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης. Πιο συγκεκριμένα, για την καλλιεργητική περίοδο του 2004 κυμάνθηκαν από 0,62 μέχρι 0,82 και για το 2005 από 0,52 μέχρι 0,74 αντίστοιχα. Επίσης η τιμή του συντελεστή συσχέτισης των δεικτών βλάστησης NDVI και RVI για την καλλιεργητική περίοδο 2004 ήταν ίδια (0,50) ενώ για το 2005 οι τιμές ήταν 0,30 και 0,40 αντίστοιχα.

Οι Paraskevopoulos & Bouloulis (2007) εφάρμοσαν στη Νότια Πελοπόννησο (Γαργαλιάνοι, Μεσσηνία) ένα σύστημα για προγραμματισμό των ψεκασμών για τον δάκο της ελιάς (*Bactrocera oleae*). Με GPS καταγράφηκαν οι θέσεις των παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν για την παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου και ταυτόχρονα μετρήθηκε ο πληθυσμός των εντόμων στις παγίδες. Οι παραπάνω πληροφορίες εισήχθησαν

σε ένα σύστημα GIS. Ακολούθως, στους ελκυστήρες που έκαναν τους ψεκασμούς τοποθετήθηκαν συσκευές GPS οι οποίες κατέγραψαν τις διαδρομές που πραγματοποιούσαν οι ελκυστήρες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης το σύστημα αποδείχτηκε πολύ αποτελεσματικό για τον προγραμματισμό των ψεκασμών ενώ έγινε και εξοικονόμηση χρημάτων, καθώς αποφεύχθηκε η επικάλυψη των διαδρομών από τους ελκυστήρες.

Στην Κόρδοβα στη Νότια Ισπανία οι Sepulcre - Cantó et al. (2007) μελέτησαν την επίδραση της έλλειψης νερού σε ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού με τη χρήση εικόνων από τηλεπισκόπηση (θερμικού αισθητήρα υψηλής χωρικής αερομεταφοράς). Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε ελαιώνα 4 κατά τα έτη 2004 και 2005. Οι μετρήσεις ελήφθησαν σε δύο διαφορετικές ημερομηνίες, 25 Ιουλίου του 2004 και 16 Ιουλίου του 2005. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού που μελετήθηκαν ήταν η περιεκτικότητα σε λάδι και νερό και το μέγεθος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο αισθητήρας AHS ήταν σε θέση να ανιχνεύσει θερμικές διαφορές μεταξύ ελαιόδεντρων κάτω από διαφορετικά επίπεδα υδατικής καταπόνησης. Η συσχέτιση (R^2) μεταξύ του αισθητήρα στα φύλλα και των θερμικών εικόνων ήταν 0,62 (ώρα μέτρησης 12:30). Η συσχέτιση για την εξακρίβωση του νερού που περιείχε ο καρπός της ελιάς, μεταξύ των εργαστηριακών αναλύσεων και των αναλύσεων των θερμικών εικόνων ήταν αρκετά υψηλός $R^2 = 0,95$. Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η θερμική τηλεπισκόπηση υψηλής ανάλυσης μπορεί να εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό του δείκτη απόδοσης και ορισμένων ποιοτικών παραμέτρων του καρπού που επηρεάζονται από την υδατική καταπόνηση και μπορούν να ανιχνευθούν εξ αποστάσεως σε επίπεδο δέντρου. Γενικότερα η τηλεπισκόπηση μπορεί να εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό μερικών ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόκαρπου σε σχέση με διάφορες αιτίες καταπόνησης.

Οι ίδιοι ερευνητές (Sepulcre-Cantó et al., 2006) προσπάθησαν να αξιολογήσουν την απεικόνιση της επίδρασης της έλλειψης νερού σε έναν ελαιώνα στην ίδια περιοχή χρησιμοποιώντας επίσης εικόνες θερμικής ανάλυσης που λάμβαναν με τηλεπισκόπηση. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από τον Ιούνιο έως τον Νοέμβριο του 2004 σε ελαιώνα 4 ha. Το πειραματικό τεμάχιο ήταν συνολικής έκτασης 2.646 m². Εφάρμοσαν τρία διαφορετικά επίπεδα στάγδην άρδευσης: α) καθημερινή παροχή νερού με δόση 2,8mm, β) καθημερινή παροχή νερού με δόση 0,7mm και γ) άρδευση από 14 Ιουνίου έως 2 Ιουλίου και από 6 Σεπτεμβρίου έως 19 Οκτωβρίου με δόση νερού 1,2 mm/ημέρα. Οι μετρήσεις που έλαβαν ήταν από επίγειου αισθητήρα μέτρησης της υγρασίας με τηλεπισκόπηση και αισθητήρα στα φύλλα μέσω θερμικών εικόνων και πραγματοποιήθηκαν σε τρεις διαφορετικές ώρες κατά την διάρκεια της 25ης Ιουλίου (7:30, 9:30, 12:30). Η συσχέτιση (R^2) μεταξύ του

επίγειου αισθητήρα μέτρησης της υγρασίας και των αποτελεσμάτων από την τηλεπισκόπηση ήταν υψηλότερη (0,50, 0,45 και 0,57 αντίστοιχα για κάθε ώρα μέτρησης) σε σχέση με την συσχέτιση μεταξύ του αισθητήρα στα φύλλα και των θερμικών εικόνων (0,62, 0,35 και 0,25). Συμπεραίνουν ότι αυτή η μέθοδος αποτύπωσης του υδατικού δυναμικού της καλλιέργειας με την χρήση τηλεπισκόπησης, μπορεί να έχει πιθανή εφαρμογή στην ανίχνευση της έλλειψης νερού σε ελαιώνες στα πλαίσια της Γεωργίας Ακρίβειας.

Οι Gargouri et al. (2006), μελέτησαν την παραλλακτικότητα των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους εξετάζοντας παράλληλα την θρεπτική κατάσταση των δένδρων από δείγματα φύλλων. Παράλληλα εξέτασαν. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην Τυνησία την καλλιεργητική περίοδο του 2005 σε ελαιώνα 80 ετών της ποικιλίας Chemlali, συνολικής έκτασης 174 ha. Στην έκταση του ελαιώνα δημιουργήθηκε ένα πλέγμα από κελιά διατάσεων 200X200m. Συνολικά καθορίστηκαν 27 σημεία δειγματοληψίας. Στα μέσα του Ιουλίου πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία εδάφους (τα δείγματα συλλέχθηκαν από βάθος 1m). Προσδιορίστηκε η τιμή του pH, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και ασβέστιο, N, P, K και η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Επίσης λήφθηκαν φύλλα από τέσσερα δέντρα για κάθε δείγμα και αναλύθηκαν. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα δημιουργήσαν χάρτες της χωρικής παραλλακτικότητας όπου και διαπιστώσαν μεγάλη ανομοιομορφία των εδαφικών παραμέτρων που εξέτασαν. Τέλος αναφέρουν ότι δεν παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ των εδαφολογικών αναλύσεων και της θρεπτικής κατάστασης των δένδρων και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι με την ανάγνωση των χαρτών και βάσει των οικονομικών ορίων για κάθε θρεπτικό στοιχείο, μπορεί να επιτευχθεί ορθολογική λίπανση.

Οι Karydas et al. (2005), σε μελέτη που πραγματοποίησαν στην ΒΔ Κρήτη στο Κολυμβάρι Χανίων, προσπάθησαν να αξιολογήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την καλλιέργεια της ελιάς, καθώς και από την χρήση των ελαιοτριβείων με την χρήση της τηλεπισκόπησης. Μελέτησαν την αποτύπωση της χαμηλής βλάστησης, των πεζουλιών στις αναβαθμίδες των ελαιώνων, των δρόμων και των φραχτών αξιολογώντας εικόνες που ελήφθησαν από το δορυφόρο QuickBird (διακριτική ικανότητα 1m). Επίσης μέσω των εικόνων προσπάθησαν να αναγνωρίσουν τα ελαιοτριβεία, τις δεξαμενές αποβλήτων καθώς και την πορεία της ροής των αποβλήτων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας διαπίστωσαν ότι με αυτήν την μέθοδο αναγνωρίστηκαν οι 11 από τις 15 δεξαμενές αποβλήτων, η πορεία ροής των αποβλήτων των ελαιοτριβείων επισημάνθηκε ακριβώς ενώ η χαμηλή βλάστηση, τα πεζούλια των ελαιώνων, οι δρόμοι και οι φράχτες αναγνωρίστηκαν μερικώς. Συμπέραναν λοιπόν ότι για να επιτευχθεί καλύτερη και πλήρως

αυτοματοποιημένη ταξινόμηση των στοιχείων αυτών χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία ενός προτύπου ταξινόμησης.

Οι Lórez-Granados et al. (2004) σε έρευνα που πραγματοποίησαν εξέτασαν την παραλλακτικότητα των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα για δύο συνεχόμενα έτη και δημιούργησαν χάρτες εφαρμογής θρεπτικών στοιχείων στην ελιά. Η έρευνα έγινε σε ελαιώνα 50 ετών, συνολικής έκτασης 30 ha στην περιοχή Martos της Νότιας Ισπανίας κατά τα έτη 1999 και 2000. Σε όλη την έκταση του ελαιώνα δημιουργήθηκε ένα πλέγμα από κελιά διαστάσεων 75x75m και κάθε κελί περιείχε 4 γειτονικές ελιές. Οι δειγματοληψίες των φύλλων πραγματοποιήθηκαν στα μέσα του Ιουλίου κάθε έτους. Κάθε δείγμα αποτελούνταν από 25 υγιή φύλλα. Τα φύλλα λαμβάνονταν και από τις τέσσερις πλευρές της κόμης των δένδρων σε ύψος 1,5 m από το έδαφος. Τα αποτελέσματα, έδειξαν θετική συσχέτιση, και για τα δύο έτη, μεταξύ του N και του P (0,8 και 0,9 για το 1999 και 2000 αντίστοιχα), μεταξύ του N και του B (0,48,) και μεταξύ του P και του B (0,38 και 0,51, για το 1999 και 2000 αντίστοιχα). Επίσης μεταξύ του K και του B παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση για το έτος 1999 (0.54) ενώ για το 2000 η συσχέτιση δεν ήταν τόσο ευκρινής. Σε ότι αφορά τον Fe δεν παρατηρήθηκε καμία συσχέτιση με κανένα άλλο στοιχείο παρά μόνο με το K το έτος 2000 και αυτή ήταν αρνητική (-0.23). Από την ανάλυση των χαρτών των θρεπτικών στοιχείων οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η χωρική κατανομή του K και του B μέσα στον ελαιώνα ήταν ανομοιόμορφη και ακολουθούσε το ίδιο μοντέλο και για τα δύο έτη, ενώ για το N και τον P η χωρική κατανομή ήταν διαφορετική στα δύο έτη. Επίσης χρησιμοποιώντας τους θεματικούς χάρτες των θρεπτικών στοιχείων και το κατώτερο οικονομικό όριο κάθε στοιχείου για την ελιά, διαπίστωσαν ότι η εφαρμογή του N ήταν απαραίτητη μόνο στο 3% και 18% της έκτασης για το 1999 και το 2000 αντίστοιχα, η εφαρμογή του B ήταν απαραίτητη μόνο στο 36,6% και 0,2% της έκτασης για το 1999 και το 2000 αντίστοιχα. Τέλος με βάση τα στοιχεία των πινάκων, η λίπανση με P έπρεπε να πραγματοποιηθεί σε όλη την επιφάνεια το 1999, ενώ το 2000 μόνο στο 28% της έκτασης. Συμπερασματικά οι ερευνητές αναφέρουν ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας η εφαρμογή της Γεωργίας Ακρίβειας μπορεί να μειώσει σημαντικά το κόστος της καλλιέργειας και παράλληλα να μειωθούν οι εισροές στο περιβάλλον.

4.2. Εξοπλισμός

Παρακάτω γίνεται αναφορά στον εξοπλισμό που απαιτείται για την εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας.

1. Ελεγκτής πλοήγησης και GPS

Υπάρχουν διάφορες εφαρμογές του GPS στη Γεωργία Ακριβείας, όπως η δημιουργία περιγράμματος αγρών, η παρακολούθηση των καλλιεργειών και η σύνδεση με τα σημεία του αγρού, η χαρτογράφηση του εδάφους, η χαρτογράφηση της παραγωγής. Ο εξοπλισμός περιλαμβάνει έναν δέκτη GPS, μια συσκευή για αποθήκευση της πληροφορίας και λογισμικό για τη δημιουργία και απεικόνιση χαρτών. Ο δέκτης GPS με την κεραία του τοποθετούνται στο όχημα που κινείται στον αγρό. Επίσης υπάρχουν GPS-Loggers (GPS με δυνατότητα αποθήκευσης της πορείας) (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

2. Σύστημα καθοδήγησης

Είναι σύστημα το οποίο βοηθάει τον χειριστή του μηχανήματος να ακολουθήσει μια συγκεκριμένη πορεία στον αγρό. Το σύστημα αποτελείται από τον δέκτη του GPS, έναν μικροεπεξεργαστή που διαθέτει αλγορίθμους για την ανάλυση των σημάτων και τον προγραμματισμό των διαδρομών του ελκυστήρα και μια μονάδα που δείχνει την πορεία του ελκυστήρα και δέχεται εντολές προγραμματισμού. Ο χειριστής διατηρεί τον έλεγχο του μηχανήματος.

3. Σύστημα αυτόματης καθοδήγησης

Είναι ένα σύστημα που αναλαμβάνει αυτόνομα την πλοήγηση του ελκυστήρα και επιδρά άμεσα στο σύστημα διεύθυνσης του γεωργικού ελκυστήρα και το κατευθύνει. Αποτελείται από τον δέκτη GPS, τον μικροεπεξεργαστή και την κονσόλα από όπου προγραμματίζεται το σύστημα και έχει την οθόνη με τις ενδείξεις. Επιπλέον, έχει μια σειρά από εξαρτήματα που συνδυάζονται με το υδραυλικό σύστημα κατεύθυνσης του ελκυστήρα και αναλαμβάνει να κάνει τις κινήσεις για την ορθή πλοήγηση του μηχανήματος. Ο χειριστής έχει τη δυνατότητα ανά πάσα στιγμή να το απενεργοποιήσει και να αναλάβει το έλεγχο, κάτι που γίνεται συστηματικά στις στροφές στα άκρα του χωραφιού.



Εικόνα 15: Συστήματα πλοήγησης (καθοδήγησης) γεωργικών ελκυστήρων (τρακτέρ).

4. Λογισμικά γεωργίας ακριβείας

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) είναι ένα λογισμικό με τη βοήθεια του οποίου οι πληροφορίες οργανώνονται, αναλύονται και επεξεργάζονται. Οι πληροφορίες σε ένα GIS απεικονίζονται πάντοτε ως ψηφιακοί χάρτες του υπό εξέταση αγρού, εφόσον όλες οι πληροφορίες είναι προσδιορισμένες στο χώρο με τη βοήθεια του GPS. Πρόσθετα εργαλεία όπως στατιστική ανάλυση, προσομοιώσεις και άλλες αναλυτικές μέθοδοι, χρησιμοποιούνται από το GIS και συμμετέχουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων και στη λήψη αποφάσεων. Πέρα από την χαρτογράφηση, οι βάσεις δεδομένων που συνδέονται με το GIS και τα εργαλεία του για τον χειρισμό τους, καθιστούν το GIS πολύτιμο εργαλείο σε ένα σύστημα Γεωργίας Ακριβείας. (Φουντάς & Γέμτος, 2015)

5. Σύνδεση με το διαδίκτυο

6. Συστήματα λήψης αναλογικών και ψηφιακών δεδομένων από αισθητήρες (DAQ)

7. Μετρητής παραγωγής

Η χαρτογράφηση της παραγωγής στηρίζεται στη μέτρηση της ροής του προϊόντος μέσα στον ελαιοσυλλογέα με αισθητήρες που παρεμβάλλονται σε κάποιο σημείο της διαδρομής του προϊόντος από την απόσπασή του από το φυτό μέχρι την απόθεσή του στον κάδο του μηχανήματος. Έχουν αναπτυχθεί πολλοί αισθητήρες οι οποίοι προσαρμόζονται στις διάφορες μηχανές συγκομιδής.

8. Μέτρηση Ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους

Η συσκευή αποτελείται στην μία άκρη από έναν πομπό που εκπέμπει ηλεκτρικό φορτίο και έναν δέκτη στην άλλη άκρη που απορροφά το ηλεκτρομαγνητικό φορτίο που προκύπτει ανάλογα με την ικανότητα του εδάφους να επάγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Όσο μεγαλύτερη αγωγιμότητα παρουσιάζει ένα έδαφος, τόσο υψηλότερο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο προκύπτει. Θεωρείται πρακτικό σύστημα, καθώς μπορεί είτε να τοποθετηθεί στο γεωργικό ελκυστήρα είτε να ληφθούν μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας χειρωνακτικά. Έχει γρήγορη εκτέλεση ενεργειών και τη δυνατότητα αποθήκευσης, μεταφοράς και επεξεργασίας δεδομένων σε ολοκληρωμένο σύστημα χαρτογράφησης. (Φουντάς & Γέμτος, 2015)

9. Drone με ενσωματωμένη πολυφασματική κάμερα

Η πτήση του UAV (Unmanned Aerial Vehicle) ελέγχεται είτε αυτόνομα με φερόμενους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και αισθητήρια όργανα εντός του είτε με τηλεχειρισμό από κάποιον χειριστή που βρίσκεται στο έδαφος ή σε κάποιο άλλο μέσο. Το UAV μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία:

- Για τη μελέτη της γύρης των φυτών στην ατμόσφαιρα
- Για τη μελέτη της χλωρίδας με τη βοήθεια θερμικών και πολυφασματικών καμερών
- Για την παρακολούθηση της ανάπτυξης καλλιεργειών και ζιζανίων
- Για την παρακολούθηση διάβρωσης του εδάφους κλπ. (Φουντάς & Γέμτος, 2015)

10. Αισθητήρες εδαφικής υγρασίας

Οι αισθητήρες αυτοί προσδιορίζουν τη υγρασία του εδάφους και αποτελούν χρήσιμο εργαλείο διότι δίνουν τη δυνατότητα στον παραγωγό να διαχειριστεί έγκαιρα και με τον κατάλληλο τρόπο την ποσότητα άρδευσης στα διάφορα τμήματα του αγρού. (Φουντάς & Γέμτος, 2015)

11. Αισθητήρες μέτρησης ροής σφρίγγους

Είναι αισθητήρες που προσδιορίζουν (μετρούν) την κίνηση των χυμών στα φυτά.

12. Φορητός μετεωρολογικός σταθμός

Η ιδιαιτερότητα αυτών των σταθμών είναι η γρήγορη συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση τους, ώστε να μπορούν να λειτουργούν για μικρά ή και μεγάλα χρονικά διαστήματα σε διαφορετικά σημεία.



Εικόνα 16: Φορητός μετεωρολογικός σταθμός. (<https://synelixis.com/implementation-of-precision-agriculture-solution-synfield-in-metochi-argolidos/>)

13. Λιπασματοδιανομέας

Είναι μηχανήμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα μεταβλητής λίπανσης και αποτελείται από:

- *Φορητό μικροϋπολογιστή (κονσόλα ελέγχου)*: Σε αυτόν βρίσκεται εγκαταστημένο λογισμικό για την εφαρμογή μεταβλητών δόσεων. Στον υπολογιστή εισάγεται ο χάρτης εφαρμογής του λιπάσματος που ορίζει πόσο λίπασμα θα εφαρμοστεί στην κάθε ζώνη. Ο υπολογιστής τοποθετείται στην καμπίνα του γεωργικού ελκυστήρα. Στους σύγχρονους ελκυστήρες γίνεται χρήση του ίδιου του υπολογιστή του ελκυστήρα για περισσότερες εφαρμογές. Ο υπολογιστής ελέγχει έναν ελεγκτή (controller) ο οποίος με τη σειρά του ελέγχει έναν μηχανισμό μηχανικής μεταβολής κάποιας θυρίδας στο λιπασματοδιανομέα ή την ταχύτητα κίνησης κάποιου κινούμενου στοιχείου (π.χ. ενός δίσκου).
- *Δέκτη GPS*: ο οποίος ορίζει τη θέση του μηχανήματος στον αγρό και την εισάγει στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Καθώς το μηχανήμα κινείται στον αγρό, όταν το GPS δείξει ότι φτάνει στα όρια μιας ζώνης διαχείρισης, δίνεται εντολή από τον υπολογιστή στον ελεγκτή να αλλάξει η ρύθμιση του λιπασματοδιανομέα. Ο ελεγκτής επεμβαίνει στο αντίστοιχο μηχανικό στοιχείο του μηχανήματος και έτσι αλλάζει η ρύθμιση.
- *Μηχανικά στοιχεία*: χρησιμοποιούνται για τη μεταβολή της ρύθμισης όπως ηλεκτροϋδραυλικές βαλβίδες και ηλεκτρικοί κινητήρες. Αυτά μπορούν να προκαλέσουν αλλαγή π.χ. της ταχύτητας ενός ιμάντα τροφοδοσίας, αλλαγή της

ταχύτητας των δοκίδων σε πλατφόρμες διανομής κοπριάς, αλλαγή της ροής υγρού λιπάσματος κ.λπ. (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

14. Ψεκαστικά

Είναι μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είτε για φυτοπροστασία ή ζιζανιοκτονία. Επιτυγχάνεται η αποφυγή ψεκασμού εκτός στόχου και εφαρμόζεται ιδιαίτερα σε ψεκασμούς δένδρων. Το ψεκαστικό υγρό κατευθύνεται έτσι, ώστε να καλύψει όλο το ύψος των δένδρων. Σε κάποια σημεία όμως του χωραφιού τα δένδρα είναι μικρότερου ύψους ή σε άλλα σημεία λείπουν και για το λόγο αυτό τα ακροφύσια είναι διατεταγμένα σε ομάδες κατά ύψος. Ένας αισθητήρας με υπερήχους ή με σαρωτή laser μετρά το ύψος του δένδρου και απενεργοποιεί την ομάδα των ακροφυσίων πάνω από το ύψος του δένδρου. Όταν δεν υπάρχει δένδρο, τότε απενεργοποιούνται όλα τα ακροφύσια. Σε άλλες εφαρμογές αλλάζει η γωνία των ακροφυσίων για να εφαρμόζεται ο ψεκασμός στο ύψος των δένδρων του οπωρώνα (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

Το ψεκαστικό υγρό πρέπει να εφαρμόζονται όπου και όταν αυτό χρειάζεται. Για την επίτευξη του στόχου αυτού εφαρμόζονται δύο κύριες στρατηγικές. Αυτές που στηρίζονται στη δημιουργία χαρτών με ζώνες όμοιας διαχείρισης και αυτές που στηρίζονται σε μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο. Στη πρώτη, οι χάρτες αυτοί εισάγονται σε έναν μικροελεγκτή που ελέγχει διάφορα τμήματα του ψεκαστικού (π.χ. μια μεταβλητή αντλία, ακροφύσια με δυνατότητα μεταβολής της παροχής κ.ά.). Το ψεκαστικό, όταν φτάσει στις προκαθορισμένες συντεταγμένες του χάρτη, που βρίσκει με τη χρήση GPS, αλλάζει τη ρύθμιση αυτόματα σύμφωνα με τις προκαθορισμένες επιλογές. Στην δεύτερη στρατηγική που βασίζεται στη χρήση αισθητήρων, κατά την κίνηση του ψεκαστικού οι αισθητήρες μπορούν να μετρούν και να καταγράφουν κάποια ιδιότητα και με βάση το στοιχείο αυτό να αλλάζει άμεσα η ρύθμιση του ψεκαστικού. Τέτοιοι αισθητήρες, για παράδειγμα, είναι αυτοί που αναγνωρίζουν την ύπαρξη πράσινου χρώματος σε σημεία που αυτό δεν θα έπρεπε να εντοπίζεται, όπως για παράδειγμα μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

15. Αισθητήρας NDVI

Η λειτουργία αυτών των αισθητήρων βασίζεται στη μέτρηση της αντανάκλασης του φωτός. Ο αισθητήρας παράγει μια δέσμη φωτός που ανακλάται από το έδαφος ή τη βλάστηση και ένας δεύτερος αισθητήρας μετρά το ανακλώμενο φως. Από τη διαφορά στα φάσματα αντανάκλασης στο ερυθρό και στο κοντινό υπέρυθρο εκτιμάται ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (NDVI). Ο δείκτης μπορεί να λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Οι τιμές κοντά στο 0 σημαίνουν γυμνό έδαφος και κοντά στο 1 την

παρουσία φυτού. Αν η τιμή είναι κοντά στο 1, τότε το ακροφύσιο που ακολουθεί ψεκάζει το φυτό διαφορετικά παραμένει κλειστό (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

16. Ηλεκτρονικές παγίδες για την μέτρηση πληθυσμού του Δάκου

Οι ηλεκτρονικές παγίδες μετρούν τον πληθυσμό του δάκου και οι θέσεις τους καταγράφονται με GPS. Οι παραπάνω πληροφορίες εισάγονται σε ένα σύστημα GIS. Στη συνέχεια, συσκευές GPS τοποθετούνται στους ελκυστήρες που κάνουν τους ψεκασμούς και καταγράφονται οι διαδρομές που κάνουν.



Εικόνα 17: Ηλεκτρονικές παγίδες για την μέτρηση πληθυσμού του Δάκου.

5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στόχος της γεωργίας ακριβείας είναι η εξοικονόμηση και αποδοτική χρήση των πόρων, καθώς επίσης να καταστήσει τους αγρότες πιο ανταγωνιστικούς τόσο στην εγχώρια όσο και στην παγκόσμια αγορά. Ο παραγωγός είναι σε θέση να γνωρίζει, για το κάθε τμήμα του αγρού, την κατάλληλη ποσότητα λιπασμάτων, άρδευσης και χημικών ουσιών που θα πρέπει να εναποθέσει έτσι ώστε να έχει την βέλτιστη απόδοση.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται οικονομική ανάλυση ώστε να αναδειχθούν τα οφέλη της Γεωργίας Ακριβείας. Αρχικά αναφέρονται στοιχεία που αφορούν το κόστος εξοπλισμού και στη συνέχεια στοιχεία που αφορούν την σύγκριση του παραδοσιακού εντατικού ελαιώνα με αυτόν της υπέρπυκνης φύτευσης με την παραδοσιακή μέθοδο καλλιέργειας. Στη συνέχεια γίνεται σύγκριση της καλλιέργειας των παραπάνω τύπων ελαιώνων με ή χωρίς την εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας.

5.1. Κόστος εξοπλισμού

Στους παρακάτω πίνακες καταγράφεται το κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συνδρομής του εξοπλισμού για την εφαρμογή τεχνικών της Γεωργίας Ακριβείας

Πίνακας 10: Κόστος πάγιου εξοπλισμού ανά αναλογία στρεμμάτων για την εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας

Πάγιος Εξοπλισμός	Κόστος αγοράς (€)
Λιπασματοδιανομέας	7.000
Προσθήκη για auto guidance	8.000
Προσθήκη για σύνδεση με το διαδίκτυο	40
Ψεκαστικό – φυτοπροστασία	8.500
Έλεγχος ψεκαστικού (Computer) + ultrasonic	3.500
Ψεκαστικό - χημική καταπολέμηση ζιζανίων	1.500
Συστήματα λήψης αναλογικών και ψηφιακών δεδομένων από αισθητήρες (DAQ)	100
Φορητός μετεωρολογικός σταθμός	2.000
Αισθητήρας NDVI	15.000
Μέτρηση Ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους. Geonics. EM-38	22.000
Drone με ενσωματωμένη πολυφασματική κάμερα	8.000
ΣΥΝΟΛΟ	75.640

Πηγή: Tivgun (2020), Φουντάς & Γέμπος (2015)

Πίνακας 11: Υποχρεωτικό ετήσιο κόστος συνδρομής εξοπλισμού Γεωργίας Ακριβείας.

Υποχρεωτικό Ετήσιο Κόστος Συνδρομής Εξοπλισμού	Τιμή (€)
Προσθήκη για auto guidance (RTK-GPS) (μόνο για την υπέρπυκνη καλλιέργεια	300
Προσθήκη για σύνδεση με το διαδίκτυο	84
Electronic Traps (Δάκος), electronic McPhail trap	70

Πηγή: Tivgun (2020), Φουντάς & Γέμπος (2015)

5.2. Οικονομική ανάλυση εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα και ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης

5.2.1. Εντατικός παραδοσιακός ελαιώνας

Τα αποτελέσματα που παρατίθενται σχετικά με την οικονομική ανάλυση του παραδοσιακού ελαιώνα βασίζονται στην ανάλυση κοστολογίων των Δεναζά & Κωστελένου (2019) και των Evert *et al* (2017). Στις αναλύσεις αυτές έγιναν παραδοχές που αφορούν τα τακτικά κόστη, την αναμενόμενη απόδοση, το επιτόκιο, τις εισροές και τις εκροές πόρων. Αυτές οι παραδοχές παρουσιάζονται παρακάτω στους πίνακες 12,13,14.

Πίνακας 12: Παραδοχές εκροών εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα

Πάγιος Εξοπλισμός	Κόστος αγοράς (€)
Λιπασματοδιανομέας	7.000
Προσθήκη για auto guidance	8.000
Προσθήκη για σύνδεση με το διαδίκτυο	40
Ψεκαστικό – φυτοπροστασία	8.500
Έλεγχος ψεκαστικού (Computer) + ultrasonic	3.500
Ψεκαστικό - χημική καταπολέμηση ζιζανίων	1.500
Συστήματα λήψης αναλογικών και ψηφιακών δεδομένων από αισθητήρες (DAQ)	100
Φορητός μετεωρολογικός σταθμός	2.000
Αισθητήρας NDVI	15.000
Μέτρηση Ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους. Geonics. EM-38	22.000
Drone με ενσωματωμένη πολυφασματική κάμερα	8.000
ΣΥΝΟΛΟ	75.640

Πηγή: Δεναζά & Κωστελένος (2019), Evert *et al* (2017).

Πίνακας 13: Παραδοχές εισροών εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα (αναλογία του κόστους σε πλήρη καρποφορία).

Παραδοχές	Έτος καρποφορίας		
	1 ^ο - 3 ^ο έτος	4 ^ο - 8 ^ο έτος	9 ^ο - 12 ^ο έτος
Διαμόρφωση δέντρων (%)	0	30	60
Θρέψη (%)	30	60	70
Ζιζανιοκτονία (%)	30	60	70
Φυτοπροστασία (%)	30	60	70
Εργατικό κόστος συγκομιδής (€)	0	60	90

Πηγή: Δεναζά & Κωστελένος (2019), Evert *et al* (2017)

Πίνακας 14: Παραδοχές εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα

Παραδοχές	Τιμή
Απόδοση ελαιοκάρπου σε πλήρη καρποφορία (kg/στρέμμα)	800
Ελαιοπεριεκτικότητα (%)	20
Απόδοση σε ελαιόλαδου σε πλήρη καρποφορία (kg/στρέμμα)	160
Αποσβέσεις (%)	5
Έτη σύγκρισης	80
Ημερομίσθιο (€)	40
Επιτόκιο (%)	7
Τιμή ελαιόλαδου ανά κιλό (€)	2,30
Παραγωγή ελαιόλαδου/στρέμμα για το 1 ^ο έως το 4 ^ο έτος (kg)	0
Παραγωγή ελαιόλαδου/στρέμμα για το 5 ^ο έτος (kg)	32
Παραγωγή ελαιόλαδου/στρέμμα για το 6 ^ο έτος (kg)	48
Παραγωγή ελαιόλαδου/στρέμμα για το 7 ^ο έτος (kg)	64
Παραγωγή ελαιόλαδου/στρέμμα για το 8 ^ο έτος (kg)	80
Παραγωγή ελαιόλαδου/στρέμμα για το 9 ^ο έτος (kg)	96
Παραγωγή ελαιόλαδου/στρέμμα για το 10 ^ο έτος (kg)	112
Παραγωγή ελαιόλαδου/στρέμμα για το 11 ^ο έτος (kg)	128
Παραγωγή ελαιόλαδου/στρέμμα για το 12 ^ο έτος (kg)	144

Πηγή: Δεναζά & Κωστελένος (2019), Evert *et al* (2017).

Με βάση τις παραπάνω παραδοχές, διαμορφώνονται αντίστοιχα τα κόστη εγκατάστασης, διατήρησης και λειτουργίας όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 15: Κόστος Παγίων Υλικών και Εργασιών εγκατάστασης ανά στρέμμα Παραδοσιακού Ελαιώνα.

Πάγια υλικά και εργασίες	Κόστος (€/στρ.)
Προετοιμασία αγρού/στρέμμα	52,00
Αρδευτικό σύστημα/στρέμμα	110,00
Φυτικό/πολλαπλασιαστικό υλικό	153,00
Υποστύλωση	15,00
Σύνολο	330,00

Πηγή: Δεναζά & Κωστελένος (2019), Evert *et al* (2017).

Πίνακας 16: Κόστη λειτουργίας ανά στρέμμα παραδοσιακού ελαιώνα, για όλα τα έτη.

Πάγια υλικά και εργασίες	Κόστος ανά στρέμμα (€)			
	1 ^ο -3 ^ο έτος	4 ^ο – 8 ^ο έτος	9 ^ο – 12 ^ο έτος	13 ^ο έτος και μετά
Αρδευση	0,48	0,48	0,48	0,48
Θρέψη	6,75	12,90	14,94	21,09
Φυτοπροστασία	0,64€	1,18	1,36	1,90
Ζιζανιοκτονία	0,53	0,53	0,53	0,53
Αποσβέσεις	16,00	16,00	16,00	16
Εργατικό κόστος	40,00	100,00	130,00	168,00
Διαμόρφωση Δέντρων	-	0,13	0,25	0,42
Κόστος συγκομιδής	-	0,49	0,49	0,49
Σύνολο	64,40	131,70	164,05	208,90

Πηγή: Δεναζά & Κωστελένος (2019), Evert *et al* (2017).

5.2.2. Ελαιώνας υπέρπυκνης φύτευσης

Τα αποτελέσματα που παρατίθενται σε αυτή την ενότητα σχετικά με την οικονομική ανάλυση του ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας, προέρχονται από την «Επικαιροποιημένη Αξιολόγηση Επένδυσης του Συστήματος Πυκνής Γραμμικής Ελαιοκαλλιέργειας» και είναι δημοσιευμένη στον ιστότοπο της εταιρείας GEOPLANT ΑΕΕΓΕ (Αρβανίτης, 2009).

Ομοίως με το παραδοσιακό σύστημα, και εδώ γίνονται παραδοχές οι οποίες παρατίθενται παρακάτω.

Πίνακας 17: Παραδοχές ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης.

Παραδοχές	Τιμή
Απόδοση ελαιοκάρπου σε πλήρη καρποφορία (kg/στρέμμα)	1000
Ελαιοπεριεκτικότητα (%)	20
Απόδοση ελαιόλαδου σε πλήρη καρποφορία (kg/στρέμμα)	200
Αποσβέσεις (%)	5
Έτη σύγκρισης	80
Ημερομίσθιο (€)	40
Επιτόκιο (%)	7
Αύξηση τιμής στον ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας σε σύγκριση με παραδοσιακή	10
Τιμή ελαιόλαδου (€/Kg)	2,53
Παραγωγή ελαιόλαδου για το 1 ^ο έως το 3 ^ο έτος (Kg/στρέμμα)	0
Παραγωγή ελαιόλαδου για το 3 ^ο έτος (Kg/στρέμμα)	125

Πηγή: <https://geoplant.gr/>

Πίνακας 18: Παραδοχές εκροών ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης.

Έτος Παραγωγής	Παραγωγή ελαιόλαδου (kg/στρέμμα)	Τιμή ελαιόλαδου (€)	Απόδοση (€/στρέμμα)
1 ^ο – 2 ^ο	0	2,53	0
3 ^ο	125	2,53€	316,25
4 ^ο – 20 ^ο	200	2,53€	506,00
21 ^ο Υπολειμματική αξία	0	0	498,00

Πηγή: <https://geoplant.gr/>

Βάσει των ανωτέρω παραδοχών, διαμορφώνονται αντίστοιχα τα κόστη εγκατάστασης, διατήρησης και λειτουργίας όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 19: Κόστος παγίων υλικών και εργασιών εγκατάστασης ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης ανά στρέμμα.

Κόστος παγίων υλικών	Τιμή (€/στρέμμα)
Προετοιμασία Αγρού	12,00
Αρδευτικό σύστημα	145,00
Φυτικό/ Πολλαπλασιαστικό υλικό	534,56
Υποστύλωση	78,65
Σύνολο	770,21

Πηγή: <https://geoplant.gr/>

Πίνακας 20: Κόστη λειτουργίας ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης ανά στρέμμα. για όλα τα έτη.

Πάγια υλικά και εργασίες	Κόστος ανά στρέμμα (€)			
	1 ^ο έτος	2 ^ο έτος	3 ^ο έτος	4 ^ο – 20 ^ο έτος
Άρδευση	10,00	12,00	12,00	12,00
Θρέψη	6,90	37,14	37,14	37,14
Φυτοπροστασία	19,80	49,00	30,40	30,40
Ζιζανιοκτονία	20,25	20,25	20,25	20,25
Αποσβέσεις	38,50	38,50	38,50	38,50
Εργατικό κόστος	40,00	40,00	40,00	40,00
Διαμόρφωση Δέντρων	-	6,00	9,00€	10,00
Σύνολο	135,45	202,89	217,29	218,29

Πηγή: <https://geoplant.gr/>

5.2.3. Σύγκριση εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα και ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης

Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς από την Tvigun (2020) προσδιορίστηκαν οι δείκτες αξιολόγησης επένδυσης για εντατικό παραδοσιακό και υπέρπυκνης φύτευσης ελαιώνα (Πίνακες 21,22,23,24,25).

Πίνακας 21: Δείκτες αξιολόγησης επένδυσης εντατικού παραδοσιακού και υπέρπυκνης φύτευσης ελαιώνα.

Δείκτες	Τιμές παραδοσιακού	Τιμές υπέρπυκνης φύτευσης
Καθαρή Παρούσα Αξία	598,66€	2.130,85€
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	10,65%	17,78%
Αποδοτικότητα	2,81	2,69
Προεξοφλημένη Περίοδος Ανάκτησης	20,5	8,2

Πηγή: Tvigun (2020).

Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία από τους παραπάνω πίνακες συμπεραίνεται ότι αν και το κόστος εγκατάστασης του υπέρπυκνου ελαιώνα είναι μεγαλύτερο, έχει μεγαλύτερη Καθαρή Παρούσα Αξία και Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης αλλά και μικρότερη Προεξοφλημένη Περίοδο Ανάκτησης (ΠΠΑ) σε σχέση με τον παραδοσιακό ελαιώνα.

Αν και το παραδοσιακό σύστημα είναι ευρύτερα διαδεδομένο και χρησιμοποιούμενο, το σύστημα υπέρπυκνης φύτευσης εξαιτίας των πλεονεκτημάτων του, κερδίζει σημαντικό έδαφος στο σήμερα και εμφανίζει προοπτικές για το μέλλον.

Συνοψίζοντας καταλήγουμε στο γεγονός ότι αν και το παραδοσιακό σύστημα καλλιέργειας αξιοποιεί δυσπρόσιτες, μη αρδευόμενες περιοχές και ανά πάσα στιγμή δύναται η μετατροπή του σε βιολογικό ελαιώνα, το σύστημα υπέρπυκνης φύτευσης υπερτερεί στα παρακάτω:

- Μεγαλύτερη παραγωγικότητα
- Ταχύτερη είσοδος σε καρποφορία (παραγωγή)
- Πλήρης εκμηχάνιση της συγκομιδής και μερικώς των καλλιεργητικών φροντίδων (κλαδεμα, άρδευση λίπανση, ζιζανικτονία)
- Αποφυγή καθυστερημένης συγκομιδής (μικρότερος κίνδυνος υποβάθμισης της ποιότητας του ελαιολάδου)
- Αποφυγή τραυματισμού των καρπών
- Μείωση κόστους παραγωγής ανά Kg παραγόμενου προϊόντος

5.3. Οικονομική ανάλυση σε εντατικό παραδοσιακό ελαιώνα και ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας

5.3.1. Γεωργία ακριβείας σε εντατικό παραδοσιακό ελαιώνα

Η συγκεκριμένη ανάλυση βασίζεται στις προαναφερθείσες αναλύσεις. Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται οι παραδοχές του εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα με εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας, η ανάλυση κοστολογίων και οι εκροές παραδοσιακού εντατικού ελαιώνα με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

Πίνακας 22: Παραδοχές εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα με εφαρμογή γεωργίας ακρίβειας.

Παραδοχές	Τιμή
Απόδοση ελαιοκάρπου σε πλήρη καρποφορία (kg/στρέμμα)	840
Ελαιοπεριεκτικότητα (%)	20
Απόδοση ελαιόλαδου σε πλήρη καρποφορία (kg/στρέμμα)	168
Αποσβέσεις (%)	10
Έτη σύγκρισης	10
Ημερομίσθιο (€)	40
Επιτόκιο (%)	7
Τιμή ελαιόλαδου (€)	2,30

Πηγή: Tvigun (2020)

Πίνακας 23: Ανάλυση κοστολογίων (€) Παραδοσιακού Εντατικού Ελαιώνα σε πλήρη καρποφορία με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

Πάγια	Εκμεταλλεύσεις (Ελαιώνες)				
	1 στρ.	50 στρ.	100 στρ.	200στρ.	300στρ.
Πάγια υλικά και εργασίες εγκατάστασης (€)	30.640	31.640	32.040	33.440	34.840
Εξοπλισμός Γεωργίας Ακριβείας (€)	30.640	30.640	30.640	30.640	30.640
Αναλογικός εξοπλισμός (€)		1.000	1.400	2.800	4.200
Κόστος ετήσιας λειτουργίας (€)	3.416,04	13.320,10	23.362,20	43.506,40	63.650,60

Πηγή: Tvigun (2020)

Πίνακας 24: Εκροές του παραδοσιακού ελαιώνα με εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα). .

Εκροές	Έκταση Παραδοσιακού Ελαιώνα				
	1 στρ.	50 στρ.	100 στρ.	200 στρ.	300 στρ.
Απόδοση σε ελαιόλαδο (kg)	168	8.400	16.800	33.600	50.400
Τιμή ελαιόλαδου (€)	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53€
Απόδοση (€)	425,04	21.252	42.504	85.008	127.512
Καθαρή ετήσια ταμιακή ροή (έσοδα) (€)		7.931,90	19.141,80	41.501,60	63.861,40

Πηγή: Tvigun (2020)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι δείκτες αξιολόγησης επένδυσης παραδοσιακού ελαιώνα σε πλήρη καρποφορία με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

Πίνακας 25: Δείκτες αξιολόγησης επένδυσης εντατικού παραδοσιακού ελαιώνα με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

Δείκτες	Μέγεθος εκμετάλλευσης (ελαιώνα)			
	50 στρ.	100 στρ.	200 στρ.	300 στρ.
Καθαρή Παρούσα Αξία	24.070,35 €	102.404,00 €	258.049,89 €	413.695,77 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	21%	59,17%	124,07%	183%
Προεξοφλημένη Περίοδος Ανάκτησης	4,84	1,85	0,86	0,58
Αποδοτικότητα	1,76	4,20	8,72	12,87

Πηγή: Tvigun (2020).

5.3.2. Γεωργία ακριβείας σε ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης

Η παρούσα τεχνοοικονομική ανάλυση λαμβάνει υπόψη τα στοιχεία των προηγούμενων ενοτήτων καθώς και τις παραδοχές και την ανάλυση κόστους εξοπλισμού που προαναφέρθηκε.

Πίνακας 26: Παραδοχές ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας με εφαρμογή γεωργίας ακριβείας.

Παραδοχές	Τιμή
Απόδοση ελαιοκάρπου σε πλήρη καρποφορία (kg/στρέμμα)	1050
Ελαιοπεριεκτικότητα (%)	20
Απόδοση ελαιόλαδου σε πλήρη καρποφορία (kg/στρέμμα)	210
Αποσβέσεις (%)	10
Έτη σύγκρισης	10
Ημερομίσθιο (€)	40
Επιτόκιο (%)	7
Αύξηση τιμής στον ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας συγκριτικά με την παραδοσιακή (%)	10
Τιμή ελαιόλαδου (€)	2,78

Πηγή: Tvigun (2020).

Στους επόμενους πίνακες αναλύονται το κοστολόγιο και οι εισροές στον ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας, ομοίως για τα προαναφερθέντα μεγέθη εκμεταλλεύσεων.

Πίνακας 27: Ανάλυση κοστολογίων ελαιώνα υπέρπυκνης φύτευσης με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

Πάγια	Εκμεταλλεύσεις (Ελαιώνες)				
	1 στρ.	50 στρ.	100 στρ.	200στρ.	300στρ.
Πάγια υλικά και εργασίες εγκατάστασης (€)	30.640	31.640	32.040	33.440	34.840
Εξοπλισμός Γεωργίας Ακριβείας (€)	30.640	30.640	30.640	30.640	30.640
Αναλογικός εξοπλισμός (€)		1.000	1.400	2.800	4.200
Κόστος ετήσιας λειτουργίας (€)	218,29	13.099	22.620	41.723	60.826,13

Πηγή: Tvigun (2020).

Στο κόστος ετήσιας λειτουργίας περιλαμβάνονται τα κόστη που αφορούν την άρδευση (κόστος ενέργειας άντλησης), την θρέψη, την φυτοπροστασία την ζιζανιοκτόνα την διαμόρφωση των δέντρων τη συγκομιδή τις αποσβέσεις εξοπλισμού ΓΑ, τις αποσβέσεις εγκατάστασης ελαιώνα, τα εργατικά, το ετήσιο κόστος συνδρομής εξοπλισμού και το κόστος συνδρομής εξοπλισμού ανά αναλογία στρέμματος.

Πίνακας 28: Εκροές του ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας με εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

Δείκτες	Μέγεθος εκμετάλλευσης (ελαιώνα)			
	50 στρ.	100 στρ.	200 στρ.	300 στρ.
Καθαρή Παρούσα Αξία	24.070,35 €	102.404,00 €	258.049,89 €	413.695,77 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	21%	59,17%	124,07%	183%
Προεξοφλημένη Περίοδος Ανάκτησης	4,84	1,85	0,86	0,58
Αποδοτικότητα	1,76	4,20	8,72	12,87

Πηγή: Tvigun (2020)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι δείκτες αξιολόγησης επένδυσης ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας σε πλήρη καρποφορία με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

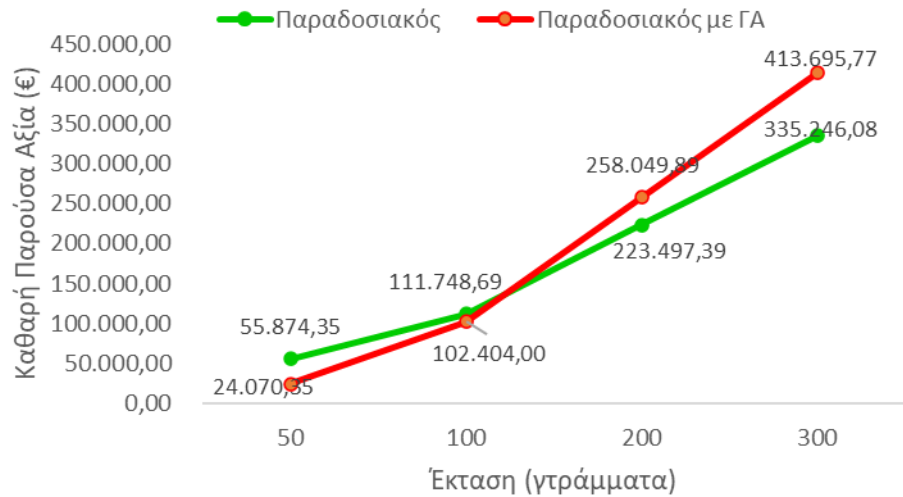
Πίνακας 29: Δείκτες αξιολόγησης επένδυσης υπέρπυκνου ελαιώνα με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

Δείκτες	Μέγεθος εκμετάλλευσης (ελαιώνα)			
	50 στρ.	100 στρ.	200 στρ.	300 στρ.
Καθαρή Παρούσα Αξία	81.595,20 €	219.560,77 €	494.470,51 €	769.380,24 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	50%	111,74%	225%	329%
Προεξοφλημένη Περίοδος Ανάκτησης	2,19	0,96	0,48	0,33
Αποδοτικότητα	3,58	7,85	15,79	23,08

Πηγή: Tvigun (2020).

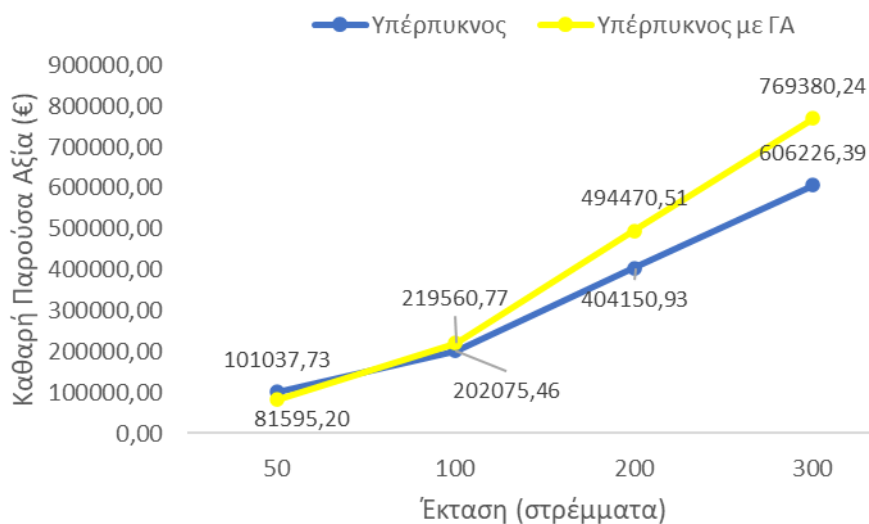
5.4. Σύγκριση συμβατικής καλλιέργειας ελιάς και καλλιέργειας με εφαρμογή γεωργίας ακριβείας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται σύγκριση της Καθαρής Παρούσας Αξίας χρηματοροών (NPV) τόσο παραδοσιακού εντατικού ελαιώνα όσο και ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας με και χωρίς εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας. Τα δεδομένα για αυτή την σύγκριση προέρχονται από τις προηγούμενες ενότητες.



Γράφημα 8: Σύγκριση Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) χρηματοροών παραδοσιακού εντατικού ελαιώνα με και χωρίς εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

Από την παραπάνω σύγκριση (Γράφημα 8) μπορεί να προσδιοριστεί το Νεκρό Σημείο (121,29 στρέμματα με ΚΠΑ 135.537,40 €), δηλαδή η ελάχιστη έκταση της αγροτικής εκμετάλλευσης (παραδοσιακού ελαιώνα) όπου η εφαρμογή και επένδυση τεχνικών Γεωργίας Ακριβείας είναι οικονομικά συμφέρουσα. Το Νεκρό Σημείο προσδιορίζεται από τις τιμές που εμφανίζονται στο σημείο τομής των δύο σειρών.



Γράφημα 9: Σύγκριση Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) χρηματοροών παραδοσιακού ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας με και χωρίς εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε 4 εκμεταλλεύσεις διαφορετικού μεγέθους (50, 100, 200 και 300 στρέμματα).

Από την παραπάνω σύγκριση (Γράφημα 9) το Νεκρό Σημείο, δηλαδή η ελάχιστη έκταση της αγροτικής εκμετάλλευσης (ελαιώνα υπέρπυκνης καλλιέργειας) όπου η εφαρμογή και επένδυση τεχνικών Γεωργίας Ακριβείας είναι οικονομικά συμφέρουσα, είναι 76,33 στρέμματα με ΚΠΑ 154.234,16 €.

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο στόχος αυτής της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας ήταν να παρουσιάσει τα δύο ευρέως χρησιμοποιούμενα συστήματα ελαιοκαλλιέργειας, το παραδοσιακό εντατικό και το υπέρπυκνο, αλλά και να πραγματοποιήσει μια σύγκριση μεταξύ αυτών των δύο, τόσο σε κομμάτι απόδοσης όσο και σε τεχνοοικονομικό επίπεδο. Επιπλέον, παρατίθενται σημαντικά στοιχεία γύρω από τη Γεωργία Ακριβείας και πως αυτή βρίσκει εφαρμογή στην καλλιέργεια της ελιάς, σε καθένα από τα προαναφερόμενα συστήματα.

Από τις τεχνοοικονομικές αναλύσεις και τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται μπορεί να εξαχθεί με ασφάλεια το συμπέρασμα ότι το κόστος εγκατάστασης του υπέρπυκνου ελαιώνα είναι μεγαλύτερο. Αυτό στοιχειοθετείται καθώς η Καθαρή Παρούσα Αξία και ο Εσωτερικός βαθμός απόδοσης του υπέρπυκνου ελαιώνα είναι μεγαλύτερα σε σχέση με τον παραδοσιακό εντατικό, η προεξοφλημένη περίοδος Ανάκτησης στον υπέρπυκνο ελαιώνα είναι μικρότερη από τον παραδοσιακό και στο υπέρπυκνο σύστημα καλλιέργειας τα δέντρα εισέρχονται ταχύτερα στην καρποφορία και είναι πιο παραγωγικά, ενώ επίσης λόγω της εκμηχάνισης, μειώνεται σημαντικά το κόστος του εργατικού δυναμικού για τη συγκομιδή.

Όσον αφορά το παραδοσιακό σύστημα καλλιέργειας, αυτό αξιοποιεί περιοχές με μεγάλες κλίσεις εδάφους, δίνει την επιλογή μετατροπής σε βιολογικό ελαιώνα. Το παραδοσιακό εντατικό σύστημα καλλιέργειας δίνει κάποια επιπλέον οφέλη έναντι του παραδοσιακού συστήματος, όπου η απόδοση ανά στρέμμα σε ελαιόκαρπο και ελαιόλαδο αυξάνεται, η τιμή του ελαιόλαδου από καλλιέργεια με Γεωργία Ακριβείας είναι υψηλότερη, το κόστος της ετήσιας λειτουργίας σε παραδοσιακό εντατικό ελαιώνα με εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας είναι κατά πολύ υψηλότερο, κυρίως όσον αφορά τον εξοπλισμό και τα έσοδα στην περίπτωση μεγάλων εκτάσεων, με την εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας είναι σημαντικά πολύ μεγαλύτερα.

Ακόμα μεγαλύτερη μεγέθυνση των οφελών γίνεται με το υπέρπυκνο σύστημα καλλιέργειας, όπου υπάρχουν τα οφέλη που αναφέρθηκαν στο εντατικό παραδοσιακό σύστημα συν την αύξηση των εσόδων στην περίπτωση μεγάλων εκτάσεων, με την εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας, όπου είναι σημαντικά πολύ μεγαλύτερα, ακόμα και από το παραδοσιακό εντατικό σύστημα.

Εν κατακλείδι, η Γεωργία Ακριβείας και η εφαρμογή της στην καλλιέργεια της ελιάς φαίνεται να αυξάνει σημαντικά την παραγωγή, ενώ παράλληλα οδηγεί σε μείωση των εισροών, με αποτέλεσμα να αποτελεί βήμα προς την αειφορική γεωργία και ανάπτυξη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΦΙΑ

Ξενογλώσση

- Alamo, S., Ramos, M., & Feito, F. (2012). Precision techniques for improving the management of the olive groves of southern Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(3), pp. 583-595. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2012103-361-11>
- Banu, S. (2015). Precision Agriculture: Tomorrow's Technology for Today's Farmer. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(8), pp. 6. DOI:10.4172/2157-7110.1000468
- Berni, J. A. J., Zarco-Tejada, P. J., Suarez, L., Gonzalez-Dugo, V. & Fereres, E. (2009). Remote sensing of vegetation from UAV platforms using lightweight multispectral and thermal imaging sensors. http://www.ipi.uni-hannover.de/fileadmin/institut/pdf/isprs-Hannover2009/Jimenez_Berni-155.pdf
- Blackmore, S. (2000). The interpretation of trends from multiple yield maps. *Computers and Electronics in Agriculture*, 26, pp. 37-51. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(99\)00075-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(99)00075-7)
- Blackmore, S., Godwin, R.J. & Fountas S. (2003). The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. *Biosystems Engineering* 84(4), pp. 455-466. [http://dx.doi.org/10.1016/S1537-5110\(03\)00038-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1537-5110(03)00038-2)
- Connora, D., Gómez-del-Campob, M., Rousseaux, C., & Searles, P. (2014). Structure, management and productivity of hedgerow olive orchards: A review. *Scientia Horticulturae*, 169, pp. 71–93. DOI:[10.1016/j.scienta.2014.02.010](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.02.010)
- Garcia-Torres, L., Pena-Barragan, J.M., Lopez-Granados, F., Jurado-Exposito, M. & Fernandez-Escobar R. (2008). Automatic assessment of agro-environmental indicators from remotely sensed images of tree orchards and its evaluation using olive plantations. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61(2), pp. 179-191. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.11.004>
- Gargouri, K., Sarbeji ,M. & Barone E. (2006). Assessment of soil fertility variation in an olive orchard and its influence on olive tree nutrition. *Second international seminar 'Biotechnology and quality of olive tree products around the Mediterranean Basin.* 'Marsala-Mazara del Vallo, Italy 5-10 November. <https://www.researchgate.net/publication/237327155>

- Karydas, C., Sekuloska, I. & Sarakiotis, I. (2005). Fine scale mapping of agricultural landscape features to be used in environmental risk assessment in an olive cultivation area. *IASME Transaction*, 4(2), pp. 582-589. <https://www.researchgate.net/publication/228964039>
- Kitchen, N. R., Sudduth, K.A., Myers, D. B., Drummond, S.T. & Hong, S.Y. (2005). Delineating productivity zones on claypan soil fields using apparent soil electrical conductivity. *Computers and Electronics in Agriculture*, 46, pp. 285-308. doi:10.1016/j.compag.2004.11.012
- Lopez-Granados, F., Jurado-Exposito, M., Alamob, S. & Garcia-Torres, L. (2004). Leaf nutrient spatial variability and site-specific fertilization maps within olive (*Olea europea* L.) orchards. *European journal of Agronomy*, 21, pp. 209-222. doi:10.1016/j.eja.2003.08.005
- Martins, F. P., Kiritsakis, A. (2017). Olives and olive oil as functional foods: Bioactivity. *Chemistry and Processing*. Wiley, p. 81–105.
- Morgan, M. & Ess, D. (1997). *The Precision Farming Guide for Agriculturists*. Edited by J.E. Kuhar. Published by John Deere Publishing Dept 374. <https://www.amazon.com/Precision-Farming-Guide-Agriculturists-Agricultural-Primer/dp/0866913580>
- Paraskevopoulos, A. and Bouloulis, K., 2007. Precision agricultural practices in olive trees in Greece. Proceedings of the 6th European Conference on Precision Agriculture, Skiathos, Greece
- Perez-Ruiz, M., Aguera, J., Gil, J., & Slaughter, D. (2011). Optimization of agrochemical application in olive groves based on positioning sensor. *Precision Agricultural 12*, pp. 564–575. DOI 10.1007/s11119-010-9200-7
- Rodriguez-Lizana, A., Pereira, M., Ribeiro, C., & Soares, A. (2021). Spatially variable pesticide application in olive groves: Evaluation of potential pesticide-savings through stochastic spatial simulation algorithms. *Science of the Total Environment*, 778:146111. DOI:[10.1016/j.scitotenv.2021.146111](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146111)
- Rossi, R. (2017). Ο τομέας ελιάς και ελαιολάδου της ΕΕ Κύρια χαρακτηριστικά, προκλήσεις και προοπτικές. Υπηρεσία έρευνας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.
- Schrijver, R (2016). Precision agriculture and the future of farming in Europe. Scientific Foresight Study. *European Parliament*, pp. 38. <http://www.ep.europa.eu/stoa/>
- Sepulcre-Cantó, G., Zarco-Tejada, P.J., Jimenez Munoz, J.C., Sobrino, J.A., Soriano, M.A., Fereres, E., Vega, V. & Pastor, M. (2007). Monitoring yield and field quality

- parameters in open-canopy tree crops under water stress. Implications for ASTER. *Remote sensing and environment*, 107, pp. 455-470. doi:10.1016/j.rse.2006.09.014
- Spyropoulos, N., Dalezios, N., Kaltsis, I., & Faraslis, I. (2020). Very high-resolution satellite-based monitoring of crop (olive trees) evapotranspiration in precision agriculture. *Int. J. Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 6(1), pp. 22-42. DOI: [10.1504/IJSAMI.2020.106539](https://doi.org/10.1504/IJSAMI.2020.106539)
- Van Evert, F. K., Gaitán-Cremaschi, D., Fountas, S. & Kempenaar, C. (2017). Can Precision agriculture increase the profitability and sustainability of the production of potatoes and olives. *Sustainability*, 9, pp.1863. doi:10.3390/su9101863
- Vilar, J. (2018). History of the origin and evolution of cultivated olive tree. In J. Vilar J. E. Pereira (Eds), *International Olive Growing (Worldwide Analysis and Summary)*. Fundación Caja Rural de Jaén, Spain, pp. 17-34.
- Vossen, P. (2007). Olive Oil: History, Production, and Characteristics of the World's Classic Oils. *Hort. Sci.*, 42, pp. 1093-1100.
- Whelan, B., & Mc Bratney, A. (2000). The “Null Hypothesis” of Precision Agriculture Management. *Precision Agriculture*, 2, pp. 265-279. <https://www.researchgate.net/publication/226854904>

Ελληνόγλωσσή

- Tvigun, E. (2020). Η Γεωργία Ακριβείας ως εργαλείο καλλιέργειας της ελιάς. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς, σελ. 164. https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/12763/Tvigun_bio1801.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Αρβανίτης, Θ. (2009). Το σύστημα της υπέρπυκνης γραμμικής ελαιοκαλλιέργειας ως επιχειρηματική επένδυση. Γεωργία και Κτηνοτροφία, τεύχος Ιουνίου, σελ 40-45.
- Βέμμος, Σ. (2009). Νεότερα συστήματα καλλιέργειας της Ελιάς, Γεωργία και Κτηνοτροφία, τεύχος Ιουνίου, σελ 25-34.
- Γέμτος, Θ. & Καβαλάρης, Χ. (2015). Μηχανήματα καλλιεργητικών φροντίδων. Γεωργίου, Μ. (2001). Η ελιά στην αρχαιότητα. <http://www.clab.edc.uoc.gr/seminar/ptixiakes/elia/site/index.htm>
- Δεναξά, Κ. Ν. & Κωστελένος, Γ. (2019). Εγκατάσταση και φύτευση της ελιάς, Ελιά και Ελαιόλαδο, τεύχος Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου-Νοεμβρίου. σελ 33-44.

- Ευρωπαϊκή επιτροπή. (2010). Ορθή πρακτική για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων στον κλάδο του ελαιόλαδου. LIFE ανάμεσα στα ελαιόδεντρα.
- Θερίος, Ι. (2007). Ελαιοκομία. Εκδόσεις EMBRYO, Αθήνα, σελ. 528.
- Καρατάσιου, Ε. & Κάλφας, Η. (2018). Ελιά. Αμερικάνικη Γεωργική Σχολή, Θεσσαλονίκη, σελ. 135.
- Κωστελένος, Γ. (2008). Υπέρπυκνες γραμμικές καλλιέργειες ελιάς. Εύριπος, Αττική, σελ.32.
- Κωστελένος, Γ. (2011). Στοιχεία Ελαιοκομίας (Ιστορία, Περιγραφή και Γεωγραφική Κατανομή των Ποικιλιών Ελιάς στην Ελλάδα). Ιδιωτική, σελ. 436.
- Μπαλατσούρας, Γ. (1997). Το Ελαιόλαδο. Σύγχρονη Ελαιοκομία II. Πελεκάνος, Αθήνα, σελ. 524.
- Μεγάλη πτώση της εγχώριας παραγωγής ελαιολάδου.* (2014, 07 01). Ανάκτηση από [naftemporiki.gr: https://m.naftemporiki.gr/story/827927/megali-ptosi-tis-egxorias-paragogis-elaioladou](https://m.naftemporiki.gr/story/827927/megali-ptosi-tis-egxorias-paragogis-elaioladou)
- Παρθενίου, Ε. (2006). Ο ρόλος της ελιάς και του λαδιού στην ιστορία του τόπου και η πολύπλευρη σημασία τους στην οικονομία, τη διατροφή και την υγιεινή. Πτυχιακή Εργασία. Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, Καλαμάτα, σελ. 69.
- Πετράκη, Α. (2017). Δημιουργία χαρτών τάσης στην εφαρμογή γεωργίας ακριβείας στην ελιά. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 112. <https://core.ac.uk/download/pdf/132822785.pdf>
- Ποντίκης, Κ. (2000). Ειδική Δενδροκομία Ελαιοκομία. Αθ.. Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 264.
- Φουντάς, Σ., & Γέμτος, Θ. (2015). Γεωργία Ακριβείας. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα, Αθήνα, σελ. 246. <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/2670>
- Φουντάς, Σ., Μπουλουλής, Κ., Αγγελούπουλος, Κ., Γιαννόπουλος, Ν., Γέμτος, Θ., Νάνος, Γ., Παρασκευόπουλος, Α. & Γαλάνης, Μ. (2009). Καταπολέμηση ζιζανίων στην ελιά: Εφαρμογή Πρακτικών Γεωργίας Ακρίβειας. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής. Σελ. 625-631.
- Χαλκιάς Σ., (2010). Η καλλιέργεια της ελιάς σε υπέρπυκνη φύτευση και οι προοπτικές για την Ελλάδα. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, σελ. 109.