

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών**  
**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος»**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ**

Μεταχειρίσεις για βελτίωση της παραγωγής και ποιότητας καρπού  
αμυγδαλιάς



**ΓΚΟΥΤΖΟΥΡΕΛΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

**Βόλος 2022**

Μεταχειρίσεις για βελτίωση της παραγωγής και ποιότητας καρπού αμυγδαλιάς

Γκουτζουρέλας Αθανάσιος

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

Γεώργιος Νάνος, καθηγητής, Δενδροκομία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, επιβλέπων  
Νικόλαος Δαναλάτος, καθηγητής, Γεωργία & Εφαρμοσμένη Φυσιολογία Φυτού,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, μέλος

Χρήστος Λύκας, Αν. Καθηγητής, Ανθοκομία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, μέλος

Copyright © ΓΚΟΥΤΖΟΥΡΕΛΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, 2022.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, 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 αναγράφεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

## Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τη μεταπτυχιακή μου διατριβή στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν στην υλοποίησή της.

Καταρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Γεώργιο Νάνο για την συνεχή στήριξή του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος και για τις εύστοχες παρατηρήσεις και τις πολύτιμες συμβουλές κατά την συγγραφή και διόρθωση της διατριβής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή κ. Δαναλάτο Νικόλαο και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Λύκα Χρήστο για την συνεχή καθοδήγηση και την στήριξή τους κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος την οικογένειά μου για την στήριξη που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περίληψη

Σε εμπορικό αμυγδαλέονα με κύρια ποικιλία την Ferragnes διενεργήθηκε σειρά δοκιμών κατά τη διάρκεια δύο ετών (2017, 2018) με στόχο την εκτίμηση διάφορων διαφυλλικά εφαρμοζόμενων σκευασμάτων στα χαρακτηριστικά φύλλων και στην ποιότητα καρπού. Ο αμυγδαλέονας είχε μακροσκοπικά παραλλακτικότητα. Μελετήθηκαν δύο σειρές δέντρων που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στις δύο σειρές δέντρων στην εδαφολογική και φυλλοδιαγνωστική ανάλυση που διενεργήθηκε, αλλά δεν συνδέονταν η διαθεσιμότητα μερικών στοιχείων στο έδαφος με τη συγκέντρωση εκάστου αυτών στα φύλλα. Γενικά η θρέψη των φυτών ήταν ικανοποιητική εκτός από το κάλιο που βρέθηκε σε ανεπάρκεια στα φύλλα. Εαρινή εφαρμογή βιοδιεγερτών (φρουκτόζη+ασβέστιο) ή φωσφορικού λιπάσματος (παρότι η διαθεσιμότητά του ήταν χαμηλή στο έδαφος) δεν τροποποίησαν τα χαρακτηριστικά των φύλλων. Αντίθετα, η διαφυλλική εφαρμογή φωσφορικών ιόντων βελτίωσε το ειδικό βάρος των φύλλων χωρίς να επηρεάσει τη συγκέντρωση χλωροφυλλών. Διαφυλλική εφαρμογή βορίου ή λιπάσματος πλούσιου σε ιχνοστοιχεία (B, Zn, Mo) δεν επηρέασε τα χαρακτηριστικά ποιότητας των αμυγδάλων. Αντίθετα, διαφυλλική εφαρμογή ουρίας ή πλήρους λιπάσματος πλούσιου σε K βελτίωσε τα ποιοτικά και εμπορικά χαρακτηριστικά των αμυγδάλων (μέγεθος σπέρματος και ποσοστό ψίχας επί του 'κόκκαλου' – ενδοκάρπιο+σπέρμα). Ψεκασμοί καολίνη κατά την άνοιξη φάνηκε ότι μείωσαν την καταπόνηση κατά το θέρος και βελτίωσαν τα ποιοτικά και εμπορικά χαρακτηριστικά των αμυγδάλων. Συνοπτικά, βρέθηκαν αρκετά χρήσιμα αποτελέσματα για την αποτελεσματικότερη χρήση της διαφυλλικής θρέψης και προστασίας από τη θερμική καταπόνηση για καλύτερη λειτουργία των φύλλων και υψηλότερη ποιότητα καρπού.

Λέξεις κλειδιά: *Prunus dulcis*, διαφυλλική εφαρμογή, θρέψη

## Summary

Various trials with foliar applications of commercial products were conducted on a commercial almond farm with 'Ferragnes' as the main cultivar over two growing seasons (2017, 2018) to evaluate their results on leaf characteristics and nut quality. The variability of the farm was studied comparing two different tree rows away from each other used as control for the studies. Various significant differences were found after soil and leaf analyses between the two rows, but there was no connection between the availability of various elements in the soil and the leaf content of these elements. In general, tree nutrition was satisfactory except of leaf K, which was deficient in both rows. Spring foliar applications of biostimulants (fructose+Ca) or potassium phosphate (although P availability was low in the soil) did not affect leaf characteristics. In the opposite, phosphonate ions increased specific leaf weight without any effect on chlorophyll content. Foliar application of boron or trace elements containing fertilizers had no effect on nut quality. Foliar application of urea or complete fertilizer rich in K improved the quality and commercial value of almonds (kernel mass and kernel percent in the unshelled nuts). Spring foliar applications of kaolin possibly reduced heat stress and improved nut growth during summer and at commercial harvest. In conclusion, various useful results were concluded from this study to be further developed to improve foliar nutrition of almonds for better leaf functioning and higher nut quality.

Keywords: *Prunus dulcis*, foliar application, nutrition

Εγώ, ο Αθανάσιος Γκουτζουρέλας, είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον κο Αθανάσιο Γκουτζουρέλα.



## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή .....	1
1.1 Ο σκοπός της διατριβής .....	1
1.2 Η σημασία της αμυγδαλιάς στον κόσμο .....	1
1.3 Καλλιέργεια της αμυγδαλιάς .....	2
1.4 Συστηματική ταξινόμηση.....	3
1.5 Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	3
1.5.1 Άνθη και Ροζέτες.....	4
1.5.2 Φύλλα .....	5
1.5.3 Καρπός .....	6
1.5.4 Σπέρμα.....	6
1.5.5 Βλαστός και Λεπτοκλάδια.....	6
1.5.6 Οφθαλμοί.....	7
1.5.7 Ρίζα .....	7
1.6 Καρποφορία .....	8
1.7 Υποκείμενα .....	8
1.9 Ποικιλίες.....	9
1.10 Εδαφοκλιματικές Απαιτήσεις.....	10
1.11 Λίπανση.....	12
1.11.1 Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση .....	12
1.11.2 Διαφυλλικά λιπάσματα.....	13
1.11.3 Άζωτο .....	14
1.11.4 Φόσφορος.....	15
1.11.5 Κάλιο .....	15
1.11.6 Ψευδάργυρος .....	16
1.11.7 Βόριο.....	16
1.11.8 Ασβέστιο .....	17
1.11.9 Μαγνήσιο .....	17
1.11.10 Σίδηρος .....	17

<b>2. Υλικά και Μέθοδοι</b> .....	19
2.1 Πειραματικός αγρός .....	19
2.2 Μεταχειρίσεις .....	20
<b>2.2.1 Πείραμα 2017</b> .....	20
2.2.2 Πείραμα 2018 .....	22
2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου.....	25
2.3.1. Μετρήσεις χαρακτηριστικών φύλλων για τις μεταχειρίσεις του έτους 2017 .....	25
2.3.2. Μετρήσεις χαρακτηριστικών φύλλων για τις μεταχειρίσεις του έτους 2018 .....	25
2.3.3 Μετρήσεις χαρακτηριστικών ανώριμων καρπών τον Ιούλιο 2018 σε μάρτυρες και ψεκασμένα με καολίνη .....	26
2.3.4 Μετρήσεις χαρακτηριστικών ώριμων καρπών αμυγδάλων τον Σεπτέμβριο του 2018 σε όλες τις μεταχειρίσεις.....	26
2.3.5 Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση τον Ιούλιο 2018 .....	26
2.3.6 Ανάλυση εδάφους τον Ιανουάριο 2019 .....	27
2.4 Στατιστική Ανάλυση .....	27
<b>3. Αποτελέσματα</b> .....	28
<b>Αποτελέσματα 2017</b> .....	28
<b>Αποτελέσματα 2018</b> .....	31
<b>4. Συζήτηση</b> .....	45
4.1 Διαφορές σε δύο σειρές μάρτυρα.....	45
4.2 Αποτελεσματικότητα εφαρμογών βιοδιεγερτών .....	46
4.3 Αποτελεσματικότητα εφαρμογών φωσφορικών .....	47
4.4 Αποτελεσματικότητα διαφυλλικών εφαρμογών φωσφορικών λιπασμάτων ...	47
4.5 Διαφυλλικά λιπάσματα .....	48
4.6 Διαφυλλική εφαρμογή καολίνη .....	48
<b>5. Βιβλιογραφία</b> .....	50

## 1. Εισαγωγή

### 1.1 Ο σκοπός της διατριβής

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν η εφαρμογή συγκεκριμένων μεταχειρίσεων ώστε να μειώσουν τυχόν καταπονήσεις και να βελτιωθεί η λειτουργία των φύλλων και η ανάπτυξη του καρπού, με αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη του καρπού και τη βελτίωση της παραγωγής της κύριας και εμπορικότερης ποικιλίας αμυγδαλιάς (Ferragnes) που καλλιεργείται στην Ελλάδα.

### 1.2 Η σημασία της αμυγδαλιάς στον κόσμο

Η καλλιέργεια της αμυγδαλιάς κατέχει σημαντική θέση στην οικονομία των κρατών. Οι εξαγωγές των αμυγδάλων με και χωρίς κέλυφος ανά χώρα ανήλθαν στα 7,2 δισεκατομμύρια δολάρια για το 2019 (Workman, 2020).

Η οικονομική σημασία της καλλιέργειας αμυγδάλων επιβεβαιώνεται και με τις πολυάριθμες χρήσεις του προϊόντος πέραν της νωπής κατανάλωσής του ([www.agmrc.org/](http://www.agmrc.org/)). Η πλειοψηφία των αμυγδάλων καταναλώνεται ως συστατικό σε βιομηχανικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των δημητριακών και της σοκολάτας, ενώ τα υπόλοιπα καταναλώνονται ως σνακ. Επιπλέον, τα αλεύρια ξηρών καρπών επεκτείνονται ως εναλλακτική λύση για τα κανονικά αλεύρια σίτου, όταν επιθυμείται η απουσία γλουτένης. Η αγορά μη γαλακτοκομικών εναλλακτικών προϊόντων γάλακτος αμυγδάλου επεκτείνεται, προσφέροντας στους καταναλωτές προϊόντα με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, υψηλή διατροφική αξία και υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες.

Τα τελευταία χρόνια η καλλιέργεια της αμυγδαλιάς παγκοσμίως κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος με την έκταση να αυξάνεται σταθερά (Πίν. 1.1). Το 2018 η παγκόσμια παραγωγή σε αμύγδαλο με κέλυφος ξεπέρασε για πρώτη φορά τα 3 εκατομμύρια τόνους. Καθώς από το 2016 παρατηρείται ολοένα και αυξανόμενη παραγωγή κι επέκταση των καλλιεργούμενων εκτάσεων, αντίστοιχα δεν παρατηρείται και σταθερή αύξηση στην απόδοση σε αμύγδαλο σε ψίχα ανά εκτάριο λόγω των

επιδράσεων των καιρικών συνθηκών (κύρια ανοιξιάτικος παγετός) στην παραγωγικότητα της αμυγδαλιάς.

Πίνακας 1.1: Η παγκόσμια Έκταση – Παραγωγή – Απόδοση για τα έτη από 2013 έως 2018.

Έτος	Έκταση (ha)	Παραγωγή (tn)	Απόδοση (kg/ha)
2013	1.822.879	2.838.962	1.557
2014	1.735.516	2.637.275	1.520
2015	1.773.788	2.447.193	1.380
2016	1.891.156	2.493.303	1.318
2017	1.919.853	2.687.810	1.400
2018	2.071.884	3.182.902	1.536

Πηγή: fao.org

### 1.3 Καλλιέργεια της αμυγδαλιάς

Τα αμύγδαλα προέρχονται από την κεντρική και νοτιοδυτική Ασία, η οποία εκτείνεται σε ολόκληρο το Ισραήλ, την Παλαιστίνη και τον Λίβανο, μέχρι τη Συρία και την ανατολική Τουρκία και στο Ιράκ (Ladizinsky, 1999).

Η εξάπλωση της καλλιέργειας του αμυγδάλου έγινε σε μια στενή οριζόντια ζώνη προς τα δυτικά μέσω της Μεσογείου στην Ιβηρική χερσόνησο, με τις διαδοχικές ελληνικές, ρωμαϊκές και αραβικές εισβολές (Ladizinsky, 1999). Η εξάπλωσή της στη λεκάνη της Μεσογείου δικαιολογείται από τα κλιματικά χαρακτηριστικά που απαιτεί η αμυγδαλιά, καθώς ευδοκimeί σε ζεστό περιβάλλον, χωρίς παγετούς και υψηλή υγρασία.

Η σημαντικότερη ήπειρος στην παγκόσμια παραγωγή αμυγδάλων είναι η Αμερική στηριζόμενη κυρίως στην περιοχή της Καλιφόρνια. Οι χώρες της Ευρώπης που έχουν τη σημαντικότερη παραγωγή αμυγδάλων είναι η Ισπανία, η Ιταλία και η Ελλάδα (fao.org). Η περιοχή με την μεγαλύτερη παραγωγή αμυγδάλων στην Ελλάδα

είναι η Περιφέρεια Θεσσαλίας, ενώ επίσης καλλιεργείται σε σημαντική έκταση στην Στερεά Ελλάδα και την Κεντρική Μακεδονία (ΕΛΣΤΑΤ). Οι εκτάσεις μειώθηκαν σημαντικά στην Ελλάδα μέχρι το 2014, ενώ από το 2015 η καλλιέργεια της αμυγδαλιάς δείχνει μία ανοδική πορεία, καθώς έχει πολύ καλές προοπτικές, λόγω των καλών τιμών πώλησης του καρπού, την αυξημένη ζήτηση και την ανάδειξη της διατροφικής αξίας του αμυγδάλου (fao.org).

#### 1.4 Συστηματική ταξινόμηση

Ο καρπός του αμυγδάλου ταξινομείται βοτανικά ως δρύπη. Τα αμύγδαλα ήταν αρχικά γνωστά στην ευρωπαϊκή βιβλιογραφία ως *Prunus amygdalus*. Σήμερα, το πιο ευρέως αποδεκτό επιστημονικό όνομα είναι το *Prunus dulcis* (από τα λατινικά *dulcis*, που σημαίνει «γλυκό»). Σύμφωνα μ' αυτό, αναγνωρίζει την ταξινομική του συγγένεια με άλλα *Prunus*, με βάση την παρόμοια μορφολογία, μοριακή-γενετική συγγένεια (Mori et al., 2011).

#### 1.5 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αμυγδάλων. Η μία ομάδα (*Prunus amygdalus* var. *Dulcis*) παράγει γλυκά αμύγδαλα. Αυτά είναι βρώσιμα, και μπορούν να καταναλωθούν ωμά ή ψητά ή να πιεστούν για να ληφθεί το αμυγδαλέλαιο τους (Bender and Bender, 2005). Από την άλλη, είναι η ομάδα που παράγει πικρά αμύγδαλα (*Prunus amygdalus* var. *Amara*), τα οποία χρησιμοποιούνται για παραγωγή αμυγδαλέλαιου. Ωστόσο, ο καρπός της άγριας μορφής περιέχει την γλυκοσίδη αμυγδαλίνη, η οποία μετατρέπεται σε κυανιούχο υδρογόνο κατά τον τραυματισμό του σπόρου. Τα οικιακά αμύγδαλα δεν είναι τοξικά λόγω μιας κοινής γενετικής μετάλλαξης με αποτέλεσμα την απουσία γλυκοσίδης αμυγδαλίνης.



Εικόνα 1.1: Απεικόνιση των βοτανικών χαρακτηριστικών της αμυγδαλιάς. Πηγή: Köhler, 1897

### 1.5.1 Άνθη και Ροζέτες

#### Άνθη

Στην Εικόνα 1.1 φαίνονται τα βοτανικά χαρακτηριστικά της αμυγδαλιάς. Τα αμύγδαλα είναι ένα από τα πρώτα φυλλοβόλα δέντρα που ανθίζουν στα τέλη του χειμώνα και στις αρχές της άνοιξης (Vargas and Romero, 2001). Τα νεοσχηματισμένα άνθη εκτίθενται συνήθως σε χαμηλές θερμοκρασίες και οι αλλαγές στη θερμοκρασία θα καθορίσουν την ύπαρξη ή την απώλεια της παραγωγής. Η έναρξη της άνθισης του αμυγδάλου μπορεί να αλλάξει από έτος σε έτος και να επηρεάζεται από την

τοποθεσία. Η ποικιλιακή ακολουθία άνθισης σπάνια αλλάζει αλλά η επικάλυψη άνθισης μεταξύ γειτονικών ποικιλιών ποικίλλει ανά έτος και τοποθεσία (Vargas and Romero, 2001).

Τα άνθη της αμυγδαλιάς είναι τέλεια και έχουν έντονο άρωμα. Σχηματίζονται από πέντε πέταλα χρώματος ανοιχτού ροζ ή λευκού και ποικίλουν σε μέγεθος. Τα άνθη μεταξύ των ποικιλιών διαφέρουν ως προς το σχήμα του πετάλου, τον αριθμό των στημόνων, τη διάταξη και το μήκος των ανθέρων. Τα άνθη έχουν συνήθως 30-33 στήμονες και μία έως δύο ωθήκες (περισσότερες από μία ωθήκες συνήθως οδηγούν σε διπλοκαρπία σε κάποιες ποικιλίες) (Janick and Paull, 2008).

### Ροζέτες

Στις ώριμες αμυγδαλιές οι ροζέτες είναι βραχείς βλαστοί, που μπορούν να έχουν φύλλα και άνθη, και είναι η κύρια παραγωγική δομή. Είναι ημι-μόνιμα καρποφόρα όργανα και έχουν διάρκεια ζωής 3 - 5 έτη (Weinbaum and Spiegel-Roy, 1985). Χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα όσον αφορά την αφομοίωση του άνθρακα και, ως εκ τούτου, στη συσσώρευση του αμύλου, την επιβίωση και την ανθοφορία που παρουσιάζουν (Heerema et al., 2008; Lampinen et al., 2011; Saa et al., 2017; Tombesi et al., 2015; Valdebenito et al., 2017). Αρχικά, αναπτύσσονται φυτικά στο ξύλο του προηγούμενου έτους κι έπειτα από 1 ή 2 έτη αποδίδουν καρπούς. Η παραγωγικότητα της προηγούμενης χρονιάς παίζει καθοριστικό ρόλο για την παραγωγικότητα της επόμενης στις ροζέτες (Jackson and Palmer, 1977a; 1977b).

### **1.5.2 Φύλλα**

Τα φύλλα σχηματίζονται σε βλαστοφόρους οφθαλμούς που έχουν μυτερή μορφή. Η κύρια λειτουργία που πραγματοποιούν τα φύλλα είναι η φωτοσύνθεση. Η επιφάνεια των φύλλων σχετίζεται θετικά με τη δημιουργία οργανικού άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης και συνεπώς με τις διαδικασίες φυτικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης, όπως η ανάπτυξη καρπών (Génard et al., 2008). Τα φύλλα της αμυγδαλιάς είναι απλά, οδοντωτά και λογχοειδή και έχουν μήκος 8-13 cm, με μίσχο 2,5 cm (Bailey and Bailey, 1976). Η θέση που έχουν είναι εναλλάξ και έχουν

χαρακτηριστική γυαλιστερή όψη. Το χρώμα τους κυμαίνεται από ανοιχτό έως σκούρο πράσινο.

### 1.5.3 Καρπός

Η βοτανική ταξινόμηση χαρακτηρίζει τον καρπό του αμυγδάλου ως δρύπη. Εξωτερικά περιβάλλεται από ένα λεπτό δερματώδες εξωκάρπιο. Στη συνέχεια υπάρχει το σαρκώδες μεσοκάρπιο. Στο κέντρο υπάρχει το ξυλοποιημένο ενδοκάρπιο (Mori et al., 2011). Εσωτερικά του ενδοκαρπίου είναι το σπέρμα της αμυγδαλιάς, το οποίο αποτελείται από δύο τεράστιες κοτυληδόνες που συνδέονται με τον μικρό εμβρυϊκό άξονα (Hawker and Buttrose, 1980).

Στις πρώτες 8 εβδομάδες μετά τη γονιμοποίηση, το ενδοκάρπιο, το μεσοκάρπιο και το εξωκάρπιο μεγαλώνουν σχεδόν στο τελικό μέγεθός τους. Τα κύτταρα δημιουργούνται τις πρώτες εβδομάδες μετά την άνθιση, και έκτοτε, τα υπάρχοντα κύτταρα μεγεθύνονται (Kester, 1996). Το ξηρό βάρος του ενδοκαρπίου αρχίζει να αυξάνεται προς το τέλος της 10<sup>ης</sup> – 11<sup>ης</sup> εβδομάδας, και συνεχίζει καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης. Σε αυτή τη φάση το βάρος του μεσοκαρπίου και του εξωκαρπίου παραμένει σταθερό, ώσπου οι αγγειακές συνδέσεις σπάνε και ξεκινά η αποξήρανσή τους αργά στην καλλιεργητική περίοδο (Kester, 1996).

### 1.5.4 Σπέρμα

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, το σπέρμα συσσωρεύει υδατάνθρακες από τη φωτοσύνθεση των φύλλων, οι οποίοι μεταφέρονται μέσω του φλοιού. Το περίπου 54% αυτών μετατρέπεται σε λιπίδια και περίπου το 19% μετατρέπεται σε πρωτεΐνη, χρησιμοποιώντας μέταλλα και άζωτο από τα αγγεία (Sarfatti, 1960).

### 1.5.5 Βλαστός και Λεπτοκλάδια

Η ετήσια ανάπτυξη προέρχεται παράλληλα και από κορυφαίους οφθαλμούς, που δίνουν συνήθως βλαστούς, και από πλάγιους, που δίνουν συνήθως ροζέτες και, σπανιότερα, βλαστούς. Οι παράπλευροι οφθαλμοί στα γόνατα είναι ανθοφόροι και υπάρχουν σε μερικές ποικιλίες αμυγδαλιάς. Σε νεαρά δέντρα αμυγδαλιάς η ανάπτυξη των βλαστών είναι μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια του Μαρτίου και του Απριλίου, αλλά μπορεί να συνεχιστεί καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου,



εφόσον η θερμοκρασία, η παροχή αζώτου και νερού και το σωστό κλάδεμα είναι ευνοϊκά (Micke, 1996).

### 1.5.6 Οφθαλμοί

Οι ανθοφόροι οφθαλμοί περικλείουν ένα μόνο άνθος, χωρίς φύλλα. Σ' ένα γόνατο μπορεί να υπάρχουν ένας έως τρεις οφθαλμοί, περισσότεροι από ένας συγκεντρωμένοι μαζί οφθαλμοί βρίσκονται σε μία ροζέτα, αλλά είναι τοποθετημένοι σε γόνατα της ροζέτας, που είναι ένας συμπιεσμένος ετήσιος βλαστός (Lamp et al., 2001).

Η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών για την άνθιση του επόμενου έτους συμβαίνει στους βλαστούς και στις ροζέτες από τον Ιούλιο έως τον Σεπτέμβριο και η περίοδος της ανάπτυξης του ανθικού μεριστώματος στα τμήματά του κυμαίνεται από τον Οκτώβριο έως τον Δεκέμβριο (Janick and Paull, 2008; Kester et al., 1996). Την επόμενη άνοιξη, οι ανθοφόροι οφθαλμοί ολοκληρώνουν την ανάπτυξη και την άνθιση (Sedgley and Griffin, 1989). Η άνθιση ξεκινά πριν από την έκπτυξη των βλαστοφόρων οφθαλμών (Faust, 1989).

### 1.5.7 Ρίζα

Το ριζικό σύστημα της αμυγδαλιάς περιλαμβάνει σχετικά λίγες ρίζες μεγάλης διαμέτρου που εκτείνονται πλευρικά και κάθετα. Μεγάλη πλειοψηφία πλευρικών ριζών σχηματίζεται από τις πρωτεύουσες μεγάλες ρίζες, κι αυτό οδηγεί σε ένα εκτεταμένο δίκτυο ριζών με μειωμένη διάμετρο. Αυτό το διακλαδισμένο δίκτυο τερματίζει στις κορυφές των νεοσχηματισθέντων ριζιδίων. Ένα εξαιρετικά σημαντικό στοιχείο του ριζικού συστήματος της αμυγδαλιάς είναι το μεγάλο μήκος ριζών με διάμετρο 1 έως 2 χιλιοστά ή ακόμη και μικρότερη. Το ριζικό σύστημα είναι κοντύτερο κατακόρυφα και πιο απλωμένο σε πλάτος, εφόσον οι αποστάσεις μεταξύ των δέντρων το επιτρέπουν (Micke, 1996).

## 1.6 Καρποφορία

Ο αριθμός των καρπών είναι η πιο σημαντική παράμετρος που καθορίζει την απόδοση. Οι ροζέτες είναι ο κύριος τύπος καρποφορίας στις ώριμες αμυγδαλιές (Kester et al., 1996). Στην αμυγδαλιά έχει αναφερθεί ότι ο αριθμός των ανθέων σε μία ροζέτα έχει σχέση με τη φυλλική επιφάνεια που προέρχεται από τη ροζέτα (Polito et al., 2002). Οι αμυγδαλιές αρχίζουν να καρποφορούν μετά το 3<sup>ο</sup> – 5<sup>ο</sup> έτος της ζωής τους ανάλογα με την ποικιλία.

Κατά το πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του καρπού, ολόκληρος ο καρπός παραμένει μαλακός και εύκαμπτος. Στα γονιμοποιημένα άνθη, η κυτταρική διαίρεση είναι πλήρης σε 3-4 εβδομάδες και η διόγκωση των κυττάρων είναι υπεύθυνη για την εμφανή ανάπτυξη των καρπών. Η κυτταρική διαίρεση, οι ρυθμοί ανάπτυξης και το τελικό μέγεθος των καρπών έχουν συσχετιστεί θετικά με τις θερμότερες ημερήσιες θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα μεγαλύτερο μέγεθος καρπών υπό θερμότερες θερμοκρασίες (Corelli-Grappadelli and Lakso, 2002).

Το επόμενο στάδιο είναι αυτό της σκλήρυνσης του ενδοκαρπίου και ανάπτυξης των εμβρύων από τα τέλη Απριλίου έως τον Μάιο, ανάλογα με την τοποθεσία και την ποικιλία. Οι ποικιλίες αμυγδάλου μπορούν να χωριστούν σε σκληρές και μαλακές. Στο τέλος αυτού του σταδίου, το ξηρό βάρος του ενδοκαρπίου αυξάνεται (Asai et al., 1996; Moulton, 1996).

Το τρίτο στάδιο της ανάπτυξης των καρπών είναι η περίοδος της ωρίμανσης. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, ολοκληρώνεται ο διαχωρισμός μεταξύ του σπέρματος, του κελύφους και του φλοιού. Αυτή την περίοδο το σπέρμα συσσωρεύει τεράστιες ποσότητες ξηράς ουσίας σε μορφή αποθησαυριστικών ουσιών, δηλαδή λίπος και πρωτεΐνη, και, σε μικρότερο βαθμό, υδατάνθρακες και ανόργανα συστατικά. Καθώς ο καρπός πλησιάζει στην ωρίμανση, ο φλοιός αρχίζει να ανοίγει με σκοπό την ξήρανσή του και τον ολικό αποχωρισμό. Επίσης, σε αυτή τη φάση δημιουργείται ένα στρώμα αποκοπής από τον ποδίσκο (Kester et al., 1996).

## 1.7 Υποκείμενα

Η παραγωγικότητα των δέντρων πρωταρχικά εξαρτάται από την ποικιλία, ωστόσο επηρεάζεται σημαντικά από το υποκείμενο. Πολλά προβλήματα εχθρών και

ασθενειών του εδάφους που επηρεάζουν σοβαρά την πορεία μιας καλλιέργειας, αντιμετωπίζονται επιτυχώς με τη χρήση κατάλληλων υποκειμένων (Νάνος, 2013).

Τα κύρια υποκείμενα στα οποία εμβολιάζεται σήμερα η αμυγδαλιά είναι το σπορόφυτο αμυγδαλιάς και το αμυγδαλοροδάκινο GF677 (Νάνος, 2013).

Το υποκείμενο GF677 (ροδάκινο × αμύγδαλο) πολλαπλασιάζεται αγενώς και είναι ένα κατάλληλο υποκείμενο για το ροδάκινο και την αμυγδαλιά. Μπορεί να αναπτυχθεί καλά σε μέτριας ή φτωχής γονιμότητας εδάφη (Charrera et al., 1998). Χρησιμοποιείται ειδικά σε αλκαλικά εδάφη λόγω της ανθεκτικότητάς του στη χλώρωση σιδήρου που προκαλείται από το υψηλό εδαφικό ασβέστιο (El Gharabi and Jadiri, 1994). Πολλαπλασιάζεται αγενώς με χειμερινά ή θερινά μοσχεύματα ή με ιστοκαλλιέργεια. Τα πλεονεκτήματα του υποκειμένου GF677 είναι ότι είναι πολύ ζωνρό, έχει αντοχή σε υγρά εδάφη, αντοχή στην ξηρασία και αντέχει πολύ σε ασβεστούχα εδάφη (λιγότερο όμως από το σπορόφυτο αμυγδαλιάς). Επιπλέον, δέντρα εμβολιασμένα σε αυτό το υποκείμενο μπαίνουν γρήγορα σε καρποφορία. Από την άλλη, είναι ευαίσθητο στους νηματώδεις, στο βακτηριακό καρκίνο και την αργυροφυλλία. Προσφέρεται για επαναφύτευση χωραφιών στα οποία προϋπήρχε καλλιέργεια ροδακινιάς ή αμυγδαλιάς ή, σε μερικές περιπτώσεις, τομάτας ή βαμβακιού (Νάνος, 2013).

## 1.9 Ποικιλίες

### Μη αυτογόνιμες

Η Ferragnès και η Ferraduel κυκλοφόρησαν το 1967 από το γαλλικό πρόγραμμα βελτίωσης (Grasselly και Crossa-Raynaud, 1980). Η Ferragnès έγινε η πιο επιτυχημένη νέα ποικιλία στις ευρωπαϊκές φυτείες με την Ferraduel να φυτεύεται ως επικονιάστρια ποικιλία. Είναι ένα ζωνρό δέντρο και παραγωγικό από το 5<sup>ο</sup> έτος. Η ανθοφορία είναι όψιμη. Το σπέρμα είναι μεσο-μεγάλου μεγέθους, με πολύ καλή ποιότητα ψίχας, με αναλογία ψίχας 34,2%. Είναι σκληροκέλυφη και έχει αντοχή σε ασθένειες όπως το πολύστιγμα και μερική αντοχή στη μονίλια. Την τελευταία πενταετία προσβλήθηκε σημαντικά από ασθένεια που νεκρώνει βλαστούς και καρποφόρα όργανα (φόμοψη ή φουζίκκοκκο) (Νάνος, 2019).

Η Texas έχει αμερικάνικη καταγωγή, είναι ημίσκληρη και η άνθισή της είναι όψιμη. Ο καρπός της είναι μετρίου μεγέθους και παρουσιάζει μεγάλο ποσοστό διπλών σπερμάτων. Η αναλογία ψίχας είναι έως 45% και είναι κατάλληλη για τη μεταποίηση. Μεγάλο πρόβλημα στους αμυγδαλεώνες με αυτή την ποικιλία έχει προκύψει λόγω της γενετικής ασθένειας, μη παρασιτική νέκρωση των πλάγιων οφθαλμών (Νάνος, 2019).

Νέες ποικιλίες αμυγδαλιάς δημιουργούνται κυρίως στην Ισπανία με σκοπό την αυτογονιμότητα, διαφορετική ανάπτυξη και ζωηρότητα, οψιμότητα στην ωρίμανση, ανθεκτικότητα στις ασθένειες κ.λπ. σε διάφορα βελτιωτικά προγράμματα (Socias i Company et al., 2010).

## 1.10 Εδαφοκλιματικές Απαιτήσεις

### Εδαφος

Η αμυγδαλιά αναπτύσσεται καλύτερα σε αμμοπηλώδη έως και αργιλοαμμώδη εδάφη. Προτιμά όμως τα ελαφρά, γόνιμα, βαθιά και καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη. Είναι πολύ ανθεκτική στα ασβεστώδη εδάφη και στα ξερά εδάφη. Τα βαριά ή μη καλώς αποστραγγιζόμενα εδάφη πρέπει να αποφεύγονται. Η άριστη περιοχή pH όπου θα μας δώσει και υψηλή ποιοτική και ποσοτική παραγωγή αμυγδάλων είναι 6,1-8,1 (Ποντίκης, 1996). Τα όρια περιεκτικότητας θρεπτικών στο έδαφος ενός αμυγδαλεώνα φαίνονται στον Πίν. 1.2.

**Πίνακας 1.2:** Τα όρια επάρκειας των στοιχείων στο έδαφος για την καλλιέργεια της αμυγδαλιάς.

	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Πολύ Υψηλή
Ηλ. Αγωγιμότητα	<1000	1000 - 2500	>2500	
P (mg/kg)	<10	10 – 25	25 – 50	>50
Ανταλλάξιμο K [cmol(+)/kg]	<0,4	0,4 – 0,6	0,6 - 2	>2
Ανταλλάξιμο Mg [cmol(+)/kg]	< 0,5	0,5 – 2,5	>2,5	

Εκχυλίσσιμο Β (mg/kg)	0,2 – 0,5	0,5 – 1	1 – 2	>2
NO <sub>3</sub> –N (mg/kg)	<10	10 – 20	20 – 30	>30
	Ανεπαρκής	Οριακή	Επαρκής	
Εκχυλίσσιμος Cu (mg/kg)	<0,2		>0,2	
Εκχυλίσσιμος Fe (mg/kg)	<2,5	2,5 – 4,5	>4,5	
Εκχυλίσσιμο Mn (mg/kg)	<1		>1	
Εκχυλίσσιμος Zn (mg/kg)	<0,5	0,5 – 1	>1	

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2015.

### Κλίμα

Η αμυγδαλιά είναι ένα δέντρο που προτιμά τα θερμά κλίματα. Η πρόωμη άνθιση είναι αυτή που την κάνει πολύ ευαίσθητη στους ανοιξιότικους παγετούς. Οι ζημιές που προκαλούνται είναι στα άνθη και στα καρπίδια με πολύ μεγάλο οικονομικό αντίκτυπο. Στις μέρες μας υπάρχουν ποικιλίες οι οποίες είναι αρκετά οψιμανθείς και μπορούν να αποφύγουν τους ανοιξιότικους παγετούς. Ένας τρόπος προστασίας των αμυγδαλεώνων από παγετό την άνοιξη, είναι να ψεκάζεται νερό με μπεκ για να διατηρείται η θερμοκρασία πάνω από τους 0 °C (Νάνος, 2019). Κατά την ανθοφορία, αν η θερμοκρασία κατέλθει στους -4 °C για μισή ώρα, μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ζημιά (πάγωμα ανθέων) σε ποσοστό από 20-100%, ανάλογα με την ποικιλία.

Η αμυγδαλιά απαιτεί 250-300 ώρες ψύχους κατά τη διάρκεια του χειμώνα για την ορθή διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών. Θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 7 °C μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες της αμυγδαλιάς για διακοπή ληθάργου των οφθαλμών, αρκεί να διαρκέσουν πάνω από 400 ώρες (Νάνος, 2019).

Οι πολύ υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες, όταν συνοδεύονται από έλλειψη νερού στο έδαφος προκαλούν συρρίκνωση ψίχας.

## 1.11 Λίπανση

### 1.11.1 Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση

Σκοπός της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης είναι ο εντοπισμός ελλείψεων ή περισσεύσεων θρεπτικών στοιχείων και μικροθρεπτικών. Η ανάλυση των θρεπτικών στα φύλλα παρέχει μια ένδειξη της διατροφικής κατάστασης των δέντρων και αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό εργαλείο για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων θρέψης των δέντρων (Shear and Faust, 1980). Γενικά, η συγκέντρωση των στοιχείων στο έδαφος δεν σχετίζεται με τη συγκέντρωση των στοιχείων στα φύλλα (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος 2003). Συνεπώς, το βέλτιστο πρόγραμμα θρέψης των δέντρων θα μπορούσε να προσδιοριστεί μέσω του συνδυασμού των πληροφοριών της εδαφολογικής ανάλυσης και της φυλλοδιαγνωστικής. Στον παρακάτω πίνακα 1.3 φαίνονται οι τιμές των ανόργανων στοιχείων στα φύλλα (ανά μονάδα ξηρού βάρους φύλλου) για επάρκεια, έλλειψη ή υπερέπάρκεια.

**Πίνακας 1.3:** Αξιολόγηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών στα φύλλα της αμυγδαλιάς.

	Χαμηλή	Επάρκεια	Υψηλή
N, %	2,00 – 2,19	2,2 - 2,5	>2,5
P, %	0,08 – 0,09	0,1 – 0,3	>0,3
K, %	1,00 – 1,39	>1,4	-
Ca, %	< 2,0	>2	-
Mg, %	<2,25	>0,25	-
Mn, ppm	<20	>20	-
Zn, ppm	<18	>18	-
Cu, ppm	<4	>4	-
B, ppm	<30	30 – 60	>60

Πηγή: Γεωργία – Κτηνοτροφία 2, 1998

### 1.11.2 Διαφυλλικά λιπάσματα

Οι έρευνες για τα διαφυλλικά λιπάσματα ξεκίνησαν περίπου το 1950 (Fritz, 1978; Girma et al., 2007). Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, οι μελέτες σχετικά με την εφαρμογή διαφυλλικών λιπασμάτων διευρύνθηκαν για επιλεγμένες καλλιέργειες, συμπεριλαμβανομένων των δημητριακών (Girma et al., 2007). Ωστόσο, η έρευνα περιορίστηκε σε μικροθρεπτικά συστατικά σε αροτραίες καλλιέργειες υψηλής αξίας (Fritz, 1978).

Η εφαρμογή λιπασμάτων μέσω του εδάφους είναι η πιο κοινή μέθοδος για την παροχή βασικών θρεπτικών συστατικών στα φυτά. Σε αυτήν την περίπτωση τα εφαρμοσμένα θρεπτικά συστατικά απορροφώνται από τις ρίζες των φυτών. Τα φυτά μπορούν να απορροφήσουν θρεπτικά συστατικά όταν εφαρμόζονται στο φύλλωμα στις κατάλληλες συγκεντρώσεις. Ωστόσο, στις σύγχρονες ποικιλίες υψηλής απόδοσης, οι διατροφικές απαιτήσεις (μακροθρεπτικά συστατικά) σπάνια ικανοποιούνται με εφαρμογές διαφυλλικών.

Τα βασικότερα μειονεκτήματα της εφαρμογής διαφυλλικών λιπασμάτων είναι ότι απαιτούνται αρκετοί ψεκασμοί, μπορεί να ξεπλυθούν από τη βροχή, καθώς και ότι το φυτό θα πρέπει να έχει επαρκή επιφάνεια φύλλων για την απορρόφηση των θρεπτικών. Επιπροσθέτως, υπάρχει ενδεχόμενο βλάβης των φύλλων από τις υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών, εάν δεν τηρηθεί η δοσολογία. Παρ' όλα αυτά, υπό ορισμένες συνθήκες, η εφαρμογή διαφυλλικών λιπασμάτων είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την επαναφορά τυχόν θρεπτικής διαταραχής. Για παράδειγμα, η ανεπάρκεια σιδήρου σε ασβεστολιθικά εδάφη μπορεί να διορθωθεί με τη διαφυλλική εφαρμογή θειικού ή χηλικού σιδήρου. Είναι μια πιο αποτελεσματική μέθοδος από την εφαρμογή σιδήρου μέσω του εδάφους. Η διαφυλλική εφαρμογή λιπασμάτων αποτελεί μια οικονομικότερη λύση, αφού η απορρόφηση των θρεπτικών διαμέσου των φύλλων είναι αποτελεσματικότερη (Girma et al., 2007).

Πρόσφατα το ενδιαφέρον για διαφυλλικούς ψεκασμούς εντάθηκε παγκοσμίως. Αυτό οφείλεται στην ανάπτυξη διαλυτών λιπασμάτων υψηλής συγκέντρωσης, και στη συνεχώς αυξανόμενη χρήση μηχανημάτων για τον ψεκασμό μυκητοκτόνων, ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων που διευκολύνουν περαιτέρω την εφαρμογή θρεπτικών ουσιών στις καλλιέργειες με τη μορφή ψεκασμού.

Οι διεργασίες με τις οποίες ένα φυτικό διάλυμα που εφαρμόζεται στο φύλλωμα χρησιμοποιείται τελικά από το φυτό περιλαμβάνουν προσρόφηση από το φύλλωμα, διείσδυση μέσω της επιδερμίδας, πρόσληψη και απορρόφηση στα μεταβολικά ενεργά κύτταρα του φύλλου, και μεταφορά και χρήση του απορροφούμενου θρεπτικού στα μέρη του φυτού που το απαιτούν.

Οι Fernández et al. (2013) αναφέρουν ότι η εφαρμογή διαφυλλικών λιπασμάτων θα πρέπει να γίνεται όταν:

1. Οι συνθήκες του εδάφους περιορίζουν την πρόσληψη των θρεπτικών ουσιών που εφαρμόζονται στο έδαφος (για παράδειγμα δέσμευση σιδήρου και φωσφορικών σε εδάφη με υψηλό pH ή έλλειψη υγρασίας).

2. Εμφανίζονται υψηλά ποσοστά απώλειας στο έδαφος (για παράδειγμα περίοδος βροχών σε αμμώδες έδαφος).

3. Εμποδίζεται η μεταφορά στο σωστό όργανο (για παράδειγμα, ασβέστιο και βόριο στα φρούτα).

4. Η πρόσληψη των θρεπτικών παρεμποδίζεται σοβαρά (για παράδειγμα σοβαρή απώλεια ρίζας μετά από πλημμύρα).

### 1.11.3 Άζωτο

Στις αμυγδαλιές, απαιτείται άζωτο για την ανάπτυξη, ανανέωση και αναζωογόνηση του καρποφόρου ξύλου. Οι απαιτήσεις αζώτου αφορούν το σχηματισμό του φυλλώματος, την ανάπτυξη των ριζών και των κλάδων, αλλά και την ανάπτυξη του καρπού. Η μεγαλύτερη ανάγκη για άζωτο προκύπτει όταν η αμυγδαλιά αρχίζει να καρποφορεί. Η ανάπτυξη των καρπών αποτελείται από μια σύντομη περίοδο κυτταρικής διαίρεσης (έως περίπου 2 εβδομάδες μετά την επικονίαση), η οποία ακολουθείται από μια περίοδο διόγκωσης των κυττάρων (Hawker and Buttrose, 1980; Kester et al., 1996; Weinbaum and Muraoka, 1986). Αυτές οι δύο διεργασίες αντιπροσωπεύουν το 60% των απαιτήσεων της αμυγδαλιάς ετησίως σε άζωτο (Muhammad et al., 2015). Άλλες διεργασίες που έχουν υψηλές απαιτήσεις αζώτου είναι η ανάπτυξη του σπέρματος (Nortes et al., 2009).



#### 1.11.4 Φώσφορος

Ο φώσφορος είναι απαραίτητος για το σχηματισμό των νέων κυττάρων, τη διαίρεση και την επιμήκυνση των κυττάρων. Συμβάλλει στις φωτοσυνθετικές διεργασίες και στη μεταφορά των υδατανθράκων. Ο φώσφορος βοηθά στην πρόιμη ανάπτυξη βλαστών και ριζών. Επιπροσθέτως, διεγείρει την παραγωγή ανθέων και καρπών, καθώς και επιταχύνει την ωριμότητα. Ο φώσφορος πρέπει να είναι διαθέσιμος στις αμυγδαλιές 3 έως 4 εβδομάδες πριν από την έκπτυξη των οφθαλμών και κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας και της ανάπτυξης των καρπών (Almond Board of Australia, 2012).

Μια άλλη ιδιότητα του φωσφόρου που έχει βρεθεί είναι ότι μέσω των φωσφορικών ιόντων λειτουργεί ως διεγέρτης που βοηθά τα φυτά να προστατευτούν ενεργοποιώντας την οδό του σικιμικού οξέος. Με τον τρόπο αυτό τα φυτά παράγουν φυτοαλεξίνες που τα βοηθούν να προστατεύονται από παθογόνους μικροοργανισμούς (Thao and Yamakawa, 2009). Στην αγορά υπάρχουν σκευάσματα που έχουν ως δραστική ουσία φωσφορικά ιόντα, από τα οποία κάποια πωλούνται ως προϊόντα θρέψης και κάποια ως μυκητοκτόνα. Ένα από τα πιο γνωστά μυκητοκτόνα που περιέχουν φωσφορικά είναι το Aliette με δραστική ουσία Fosetyl-Al (Guest and Grant, 1991). Το συγκεκριμένο σκευάσμα είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στην καταπολέμηση διάφορων μυκητολογικών προσβολών τόσο των ριζών όσο και του φυλλώματος λόγω της μεγάλης κινητικότητάς του στους ιστούς των φυτών ([www.nasga.org](http://www.nasga.org)). Μέχρι στιγμής, κανένα φυτικό ένζυμο δεν έχει περιγραφεί που να μπορεί να οξειδώσει το φωσφορικό οξύ σε φωσφορικό. Έτσι η φωσφορική μορφή είναι πολύ σταθερή στα φυτά και παραμένει ως υπόλειμμα στα προϊόντα (Smillie et al., 1989). Η δράση των φωσφορικών στο φυτό βασίζεται σε δύο μηχανισμούς, ενός άμεσου, μέσω επιδράσεων στο παθογόνο, και ενός έμμεσου, καθώς τα φωσφορικά διεγείρουν θετικά τον μεταβολισμό των φυτών, όπως η αύξηση των αμυντικών αποκρίσεων σε καταστάσεις βιοτικού και αβιοτικού στρες (Wilkinson et al., 2001· Shearer and Fairman, 2007· Cook et al., 2009· Silva et al., 2011).

#### 1.11.5 Κάλιο

Το Κ είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του καρπού σε όλα τα οπωροφόρα και σχετίζεται με το μέγεθος του καρπού στους νωπούς καρπούς (Κουκουλάκης και

Παπαδόπουλος 2003). Η ανεπάρκεια καλίου επηρεάζει αρνητικά την απόδοση της αμυγδαλιάς, με μειωμένο αριθμό από ροζέτες και με μειωμένη άνθιση στις υπάρχουσες ροζέτες. Επιπλέον, μειώνει τη φωτοσύνθεση, τη μεταφορά υδατανθράκων και φτάνει στο κιτρίνισμα των φύλλων μέχρι την πτώση τους (Reidel, 2000).

Η ανεπάρκεια καλίου μπορεί να μειώσει το ρυθμό αφομοίωσης του CO<sub>2</sub>, να αυξήσει την αναπνοή των φύλλων (Huber, 1985) και να ελέγξει τη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα των στομάτων (Cooper et al., 1967; Humble and Raschke, 1971; Huber, 1985; Marschner, 1995). Η ανεπάρκεια Κ που διαπιστώθηκε ένα έτος, προκάλεσε τον επόμενο χρόνο μειωμένο αριθμό ανθέων. Μάλιστα, παρατηρήθηκε ότι η απόδοση σ' εκείνα τα πειραματικά που δεν έλαβαν λιπάσματα Κ ήταν σημαντικά χαμηλότερη από τα άλλα δέντρα του πειράματος (Brown et al., 2000). Το κάλιο έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνει την αντοχή των δέντρων στις χαμηλές θερμοκρασίες και στην ξηρασία (Νάνος, 2019).

#### 1.11.6 Ψευδάργυρος

Ο ψευδάργυρος αποτελεί κομμάτι του ενζυμικού συστήματος που ρυθμίζει την τελική ανάπτυξη και την επέκταση των φυτικών κυττάρων. Τα δέντρα με σοβαρή ανεπάρκεια ψευδαργύρου ενδέχεται να παρουσιάσουν κατά το λήθαργο πτώση οφθαλμών και μειωμένη καρποφορία. Χαρακτηριστική εικόνα είναι το δέντρο την άνοιξη με συμπτώματα μικροφυλλίας, με γλωρώσεις και κυματιστά φύλλα. Σε μία ήπια ανεπάρκεια, τα φύλλα μπορεί να είναι ελαφρώς μικρότερα από τα φυσιολογικά, με μικρότερα του κανονικού μεσογονάτια διαστήματα (Connell, 2017).

#### 1.11.7 Βόριο

Η πρόσληψη του βορίου είναι παθητική, επειδή η μειωμένη θερμοκρασία και η προσθήκη αναπνευστικών αναστολέων είχε μικρή επίδραση στην πρόσληψη Β (Bingham, 1970). Η πρόσληψη παθητικά απορροφούμενων θρεπτικών ουσιών επηρεάζεται από τη συγκέντρωσή τους στο διάλυμα του εδάφους και το ρυθμό ροής της αναπνευστικής λειτουργίας του φυτού (Barber, 1984; Marschner, 1986). Η κρίσιμη περίοδος για το βόριο στις αμυγδαλιές είναι η αρχή της κυκλοφορίας των

χυμών μέχρι 3-4 εβδομάδες μετά την άνθιση. Το υπάρχον Β στα δέντρα αυτή την εποχή, καθορίζει εάν θα εκδηλωθούν ή όχι συμπτώματα ανεπάρκειας στα δέντρα και τους καρπούς, που περιλαμβάνουν και την κακή καρπόδεση. Η επάρκεια σε βόριο σχετίζεται και με τη βιωσιμότητα της γύρης και τη διάρκεια υποδεκτικότητας του άνθους (Νάνος, 2019).

#### **1.11.8 Ασβέστιο**

Το ασβέστιο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη και τη λειτουργία του βλαστού και ιδιαίτερα των ριζών, ενισχύει τα κυτταρικά τοιχώματα, βοηθά στην κυτταρική διαίρεση, την επιμήκυνση των κυττάρων και τη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών. Είναι επίσης σημαντικό να διατηρηθούν επαρκή επίπεδα ασβεστίου στο έδαφος για να προωθηθεί η υγιής δομή του εδάφους, να βελτιωθεί η ισορροπία ανταλλαγής κατιόντων και να ενθαρρυνθεί η ωφέλιμη χλωρίδα του εδάφους (Almond Board of Australia, 2012).

#### **1.11.9 Μαγνήσιο**

Το μαγνήσιο είναι ένα βασικό μεταλλικό συστατικό της χλωροφύλλης και επομένως είναι απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση. Το μαγνήσιο βοηθά στη λειτουργία των ενζύμων, στη σύνθεση πρωτεϊνών και στο σχηματισμό σακχάρων και αμύλων. Η πρόσληψη μαγνησίου μειώνεται όταν ανταγωνίζεται με υψηλά επίπεδα καλίου και αμμωνίου σε αρδευόμενα αμμώδη εδάφη, η ανεπάρκεια μαγνησίου θα παρουσιαστεί ως πρόβλημα, καθώς αν με την πάροδο του χρόνου τα εδάφη γίνονται πιο όξινα (Almond Board of Australia, 2012).

#### **1.11.10 Σίδηρος**

Ο σίδηρος είναι σημαντικός για το σχηματισμό της χλωροφύλλης και τη φωτοσύνθεση, οπότε η ανεπάρκεια εκφράζεται ως μεσονεύρια χλώρωση στα νεαρά φύλλα και τα μικρά νεύρα παραμένουν πράσινα. Όταν η έλλειψη είναι σοβαρή, τα φύλλα είναι ομοιόμορφα κίτρινα σε όλο το έλασμα. Η έλλειψη σιδήρου μπορεί να εμφανιστεί στις αρχές της σεζόν και να συνεχιστεί έως ότου γίνει όλο κίτρινο και πέσει ή μπορεί να εμφανιστεί την άνοιξη και σταδιακά να εξαφανιστεί, καθώς τα

εδάφη θερμαίνονται και στεγνώνουν (Connell, 2017). Ο σίδηρος βοηθά στην αναπνοή, το σχηματισμό πρωτεϊνών και την απελευθέρωση ενέργειας από το άμυλο (Almond Board of Australia, 2012).

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Πειραματικός αγρός

Τα πειράματα διεξήχθησαν σε συμβατικό αμυγδαλέωνα ο οποίος βρίσκεται στην περιοχή του Σαρανταπόρου Ελασσόνας του νομού Λαρίσης, σε υψόμετρο 540 μέτρων από τη θάλασσα. Ο πειραματικός αμυγδαλέωνας βρίσκεται στην κοιλάδα του ποταμού Τηταρίσιου, η οποία περιστοιχίζεται από τους μεγάλους ορεινούς όγκους των Καμβουνίων και των Πιερίων Ορών, σε απόσταση 3 χιλιομέτρων ανατολικά του χωριού Σαρανταπόρου, στην αγροτική περιοχή με το αγρωνύμιο Παλαίχανο. Οι μεταχειρίσεις για τη βελτίωση της παραγωγής και ποιότητας καρπού αμυγδαλιάς πραγματοποιήθηκαν σε δύο καλλιεργητικές περιόδους, το 2017 και το 2018.

Το μικροκλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως μεταβατικό ημι-άνυδρο ηπειρωτικό – μεσογειακό με κύρια γνωρίσματα την άνιση κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους, τη μεγάλη ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας και την ύπαρξη συχνών ανέμων. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα την επικράτηση αντίξοων συνθηκών κατά την περίοδο ανθοφορίας της αμυγδαλιάς είτε παρατεταμένων χαμηλών θερμοκρασιών (καταστροφή ανθέων από παγετό) ή βροχοπτώσεων, τα οποία είναι ανασταλτικοί παράγοντες για την επικονίαση των δέντρων από τις μέλισσες, αφού δεν είναι εφικτή η πτήση τους.

Έτσι ο καθοριστικός παράγοντας για την καρπόδεση των δέντρων είναι οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες μετά το λήθαργο, κατά την ανθοφορία και την γονιμοποίηση των ανθέων, και γι' αυτό είναι πολύ σημαντικό μέσω των μεταχειρίσεων που κάνουμε να έχουμε δυνατά, υγιή δέντρα ώστε να έχουμε μία επιτυχή καρπόδεση στα εναπομείναντα άνθη και ανάπτυξη των καρπών.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων πραγματοποιείται με καταστροφέα μεταξύ των σειρών και χορτοκοπτικό επί της σειράς. Η ποικιλία των δέντρων που εξετάστηκαν είναι Ferragnes σε υποκείμενο GF677. Η επικονιάστρια ποικιλία είναι η Ferraduel με αναλογία 9:1. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 5x5 m.

Η λίπανση που εφαρμόστηκε κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων στον αμυγδαλέωνα ήταν η εξής:

- 20 kg/στρέμμα (0,5 kg/δέντρο) σύνθετο λίπασμα 15-15-15 (N-P-K) επιφανειακή εφαρμογή στην έναρξη της ανθοφορίας
- 10 kg/στρέμμα (0,250 kg/δέντρο) ουρία (46-0-0) υδρολίπανση μέσα Μαΐου
- 10 kg/στρέμμα (0,25 kg/δέντρο) σύνθετο κρυσταλλικό 10-5-40+2 MgO υδρολίπανση αρχές Ιουνίου

- 10 kg/στρέμμα (0,25 kg/δέντρο) σύνθετο κρυσταλλικό 10-5-40+2 MgO υδρολίπανση αρχές Ιουλίου

Η φυτοπροστασία που ακολουθήθηκε και τις δυο σεζόν ήταν η ίδια και ήταν η εξής:

- Ψεκασμοί με μυκητοκτόνα σκευάσματα κατά την έναρξη, πλήρη ανθοφορία και πτώση πετάλων για την πρόληψη μυκητολογικών προσβολών
- Καταπολέμηση εντομολογικών προσβολών κυρίως του Ευρύτομου (*Eurytoma amygdali*), με εφαρμογή εγκεκριμένων εντομοκτόνων σκευασμάτων σε τρεις επεμβάσεις με μεσοδιάστημα περίπου 12 ημερών μεταξύ τους μετά την έξοδο του εντόμου.

Η μέθοδος άρδευσης που χρησιμοποιείται στον αμυγδαλεώνα είναι υπόγεια στάγδην άρδευση, και πραγματοποιήθηκε κατά την χρονική περίοδο από μέσα Μαΐου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου. Η απόφαση για άρδευση γινόταν εμπειρικά, με συχνότητα και ποσότητα που καθοριζόταν από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες (περίπου ανά 10 ημέρες).

## 2.2 Μεταχειρίσεις

### 2.2.1 Πείραμα 2017

**Πίνακας 2.1:** Το πειραματικό σχέδιο του αγρού του πειράματος το 2017. Φαίνονται δραστικές ουσίες ή περιεχόμενο και το εμπορικό σκεύασμα σε παρένθεση.

Σειρές	Μεταχειρίσεις
2	Ενδυνάμωση, φρουκτόζη+ πυριτικό ασβέστιο (Fixar + Barrier)
3	Φωσφορικό Κάλιο (Foska)
4	Φωσφονικό Μυκητοκτόνο (Aliette)
5	Μάρτυρας

Όταν ξεκίνησε το πείραμα τα δέντρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ηλικίας 10 ετών τον Φεβρουάριο 2017. Η λίπανση και φυτοπροστασία ήταν κοινή σε ολόκληρο τον αμυγδαλεώνα. Σε κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 10 δέντρα, όλα

ομοιόμορφα μεταξύ τους. Η εφαρμογή των σκευασμάτων έγινε με τη χρήση νεφελοψεκαστήρα. Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε η σειρά 5 (Πίν. 2.1). Οι μεταχειρίσεις περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω:

### **1<sup>η</sup> Μεταχείριση**

Στη Σειρά 2 έλαβε χώρα η μεταχείριση σκοπός της οποίας ήταν να επιτευχθεί ενδυνάμωση με φρουκτόζη και πυριτικό ασβέστιο. Χρησιμοποιήθηκε το εμπορικό σκεύασμα Fixar σε δόση 100 mL/100 L και το Barrier σε δόση 300 mL/ 100 L ψεκαστικού υγρού. Οι εφαρμογές ξεκίνησαν από την πτώση πετάλων και συνεχίστηκαν ανά 15 ημέρες περίπου έως τέλος Μαΐου. Έπειτα συνεχίστηκαν ανά μήνα έως πριν τη συγκομιδή.

Το Fixar είναι ένα προϊόν της Biogenus, του οποίου η σύνθεση είναι 100% φρουκτόζη. Της ίδια εταιρείας είναι και το Barrier και η σύνθεσή του είναι Ca: 14,8 % β/β, CaO: 31 β/ο., ενώ κατά δήλωση της εταιρείας περιέχει και αντίστοιχη ποσότητα πυριτίου σε νανοσωματιδιακή μορφή

(<https://biogenus.eu/%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1/fixar/>).

Οι

εφαρμογές έγιναν με την παρακάτω σειρά:

- 1<sup>ος</sup> ψεκασμός: 08/04/2017
- 2<sup>ος</sup> ψεκασμός: 23/04/2017
- 3<sup>ος</sup> ψεκασμός: 06/05/2017
- 4<sup>ος</sup> ψεκασμός: 28/05/2017
- 5<sup>ος</sup> ψεκασμός: 24/06/2017
- 6<sup>ος</sup> ψεκασμός: 12/08/2017

### **2<sup>η</sup> Μεταχείριση**

Ένα φωσφορικό μυκητοκτόνο χρησιμοποιήθηκε στην επόμενη μεταχείριση, με δραστική ουσία το fosetyl-al 80% β/β. Στη σειρά 4 έγινε η εφαρμογή του Aliette (<http://www.minagric.gr/greek/data/ALIETTE-80WG-60858.pdf>). Η δόση που χρησιμοποιήθηκε ήταν 250 g/ 100 L ψεκαστικού υγρού. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στην έναρξη της άνθισης και οι επόμενες εφαρμογές έγιναν ως εξής:

- 1<sup>ος</sup> ψεκασμός: 22/03/2017

- 2<sup>ος</sup> ψεκασμός: 23/04/2017
- 3<sup>ος</sup> ψεκασμός: 06/05/2017
- 4<sup>ος</sup> ψεκασμός: 24/06/2017

### **3<sup>η</sup> Μεταχείριση**

Το Φωσφορικό λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε στη σειρά 3, ήταν το Foska της εταιρείας Emphyton. Η σύνθεση του λιπάσματος είναι το φωσφορικό κάλιο 34% β/β. Το συγκεκριμένο σκεύασμα θεωρείται ότι προάγει την αύξηση της παραγωγής και την ποιότητα του σπέρματος, ενισχύοντας τον αμυντικό μηχανισμό των φυτών, και προλαμβάνοντας μυκητολογικές ασθένειες. Για κάθε μία εφαρμογή καταναλώθηκαν 145 mL/ 100 L ψεκαστικού υγρού. Και οι ψεκασμοί έγιναν ως εξής:

- 1<sup>ος</sup> ψεκασμός: 22/03/2017
- 2<sup>ος</sup> ψεκασμός: 23/04/2017
- 3<sup>ος</sup> ψεκασμός: 06/05/2017
- 4<sup>ος</sup> ψεκασμός: 24/06/2017

### **4<sup>η</sup> Μεταχείριση**

Ήταν ο μάρτυρας.

## **2.2.2 Πείραμα 2018**

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε το 2018 έγιναν πέντε διαφορετικές μεταχειρίσεις θρέψης και δύο σειρές (οι ακραίες) χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες (Πίν. 2.2).



**Πίνακας 2.2:** Το πειραματικό σχέδιο του αγρού του πειράματος το 2018.

<b>Σειρές</b>	<b>Μεταχειρίσεις</b>
16	Μάρτυρας
17	Ουρία
18	Λίπασμα (10-5-40)
19	Καολίνης
20	Βόριο
21	Βόριο + Μολυβδαίνιο + Ψευδάργυρος
22	Μάρτυρας

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά οι εφαρμογές σε κάθε μεταχείριση:

### **Μεταχείριση Μάρτυρας**

Οι μάρτυρες βρίσκονταν στη Σειρά 16 και στη Σειρά 22, οι οποίες είναι εκατέρωθεν των άλλων μεταχειρίσεων.

### **1<sup>η</sup> Μεταχείριση**

Η πρώτη μεταχείριση αφορά τη Σειρά 17. Σ' αυτή έγιναν ψεκασμοί με ουρία 2% (48-0-0). Η δόση που χρησιμοποιήθηκε είναι 2000 g/100 L. Πραγματοποιήθηκαν τρεις εφαρμογές. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στην έναρξη της άνθισης, η δεύτερη στην πλήρη άνθιση και η τρίτη στην πτώση πετάλων.

- 1<sup>ος</sup> ψεκασμός: 09/03/2018 Ουρία
- 2<sup>ος</sup> ψεκασμός: 02/04/2018 Ουρία
- 3<sup>ος</sup> ψεκασμός: 12/04/2018 Ουρία

### **2<sup>η</sup> Μεταχείριση**

Η δεύτερη μεταχείριση έγινε στη Σειρά 18. Σ' αυτή τη σειρά τα δέντρα ψεκάστηκαν με σύνθετο λίπασμα σε συγκέντρωση 1500 g/100 L. Ο τύπος του λιπάσματος είναι 10-5-40. Όπως και στην περίπτωση της 1<sup>ης</sup> μεταχείρισης κι εδώ πραγματοποιήθηκαν τρεις εφαρμογές, στις ίδιες ημερομηνίες.

- 1<sup>ος</sup> ψεκασμός: 09/03/2018 Σύνθετο λίπασμα
- 2<sup>ος</sup> ψεκασμός: 02/04/2018 Σύνθετο λίπασμα

- 3<sup>ος</sup> ψεκασμός: 12/04/2018 Σύνθετο λίπασμα

### **3<sup>η</sup> Μεταχείριση**

Στη Σειρά 19 έγινε η επόμενη μεταχείριση. Πραγματοποιήθηκαν διαφυλλικοί ψεκασμοί με καολίνη σε συγκέντρωση 2%. Η δόση που χρησιμοποιήθηκε ήταν 2000 g/100 L. Στον καολίνη έγιναν δύο περισσότερες εφαρμογές, σύνολο πέντε. Η πρώτη έγινε όταν τα δέντρα ακόμη ήταν σε λήθαργο κύρια για καταπολέμηση τυχόν εχθρών σε διαχείμαση. Η επόμενη έγινε 13 μέρες μετά που οι οφθαλμοί είχαν ξεκινήσει να φουσκώνουν. Η τρίτη εφαρμογή έγινε στο φούσκωμα των οφθαλμών. Οι επόμενες δύο πραγματοποιήθηκαν στην έναρξη της άνθισης και στην πλήρη άνθιση, αντίστοιχα.

- 1<sup>ος</sup> ψεκασμός: 31/01/2018 Καολίνη
- 2<sup>ος</sup> ψεκασμός: 13/02/2018 Καολίνη
- 3<sup>ος</sup> ψεκασμός: 24/02/2018 Καολίνη
- 4<sup>ος</sup> ψεκασμός: 09/03/2018 Καολίνη
- 5<sup>ος</sup> ψεκασμός: 12/04/2018 Καολίνη

### **4<sup>η</sup> Μεταχείριση**

Στην αμέσως επόμενη σειρά (Σειρά 20) ψεκάστηκαν διαφυλλικά με Βόριο. Ο πρώτος ψεκασμός έγινε στο 50% της άνθισης με Βόριο 2,57% και δόση 257 mL/100 L. Ο επόμενος ψεκασμός έγινε στην πλήρη άνθιση 2,1% βόριο και δόση 210 mL/100 L.

- 1<sup>ος</sup> ψεκασμός: 14/03/2018 2,57%
- 2<sup>ος</sup> ψεκασμός: 02/04/2018 2,1%

### **5<sup>η</sup> Μεταχείριση**

Στην τελευταία μεταχείριση αυτού του πειράματος οι αμυγδαλιές ψεκάστηκαν διαφυλλικά με σύνθετο λίπασμα εμπλουτισμένο με Βόριο, Μόλυβδο και Ψευδάργυρο. Οι ψεκασμοί σε αυτή τη μεταχείριση έγιναν τις ίδιες ημερομηνίες με την προηγούμενη. Στις 14/03/2018 έγινε εφαρμογή του εμπλουτισμένου σύνθετου λιπάσματος σε δόση 360 mL/100 L. Η επόμενη δόση ήταν μικρότερης περιεκτικότητας 215 mL/100 L και πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της πλήρους άνθισης.

- 1<sup>ος</sup> ψεκασμός: 14/03/2018
- 2<sup>ος</sup> ψεκασμός: 02/04/2018

## 2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου

### 2.3.1. Μετρήσεις χαρακτηριστικών φύλλων για τις μεταχειρίσεις του έτους 2017

Στις 03/07/2017 διενεργήθηκε δειγματοληψία φύλλων από τον αμυγδαλέονα. Για κάθε μια από τις τέσσερις μεταχειρίσεις συλλέχθηκαν 6 επαναλήψεις των 6 φύλλων έκαστη από το μέσο ετήσιων βλαστών περιμετρικά τις κόμης.

Κατά τη συλλογή τους τοποθετήθηκαν σε πλαστικές συσκευασίες και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας όπου ακολούθησαν οι εξής μετρήσεις ή υπολογισμοί χαρακτηριστικών φύλλων: ποσοστό % ξηράς ουσίας, ειδικό βάρος φύλλων, χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και συνολικής χλωροφύλλης των φύλλων αμυγδαλιάς.

Για τη μέτρηση του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του φύλλου (% ΞΟ), από τα έξι φύλλα της κάθε επανάληψης λαμβάνονταν 12 δίσκοι ελάσματος φύλλου με διακορευτή διαμέτρου 9 mm, ζυγίζονταν σε ζυγό KERN ακριβείας 4 δεκαδικών (model ALS 220-4, Kern & Sohn GMBH, Balingen, Germany), και λαμβάνονταν το νωπό τους βάρος (NB). Στη συνέχεια ξηραίνονταν σε φούρνο στους 80 °C μέχρι το θρυμματισμό τους. Οι ξηροί δίσκοι ζυγίζονταν και καταγράφονταν το ξηρό βάρος (ΞΒ). Έπειτα γινόταν υπολογισμός του ποσοστού % ΞΟ του φύλλου με τον τύπο  $\% \text{ ΞΟ} = [(ΞΒ)/(NB)] \times 100$ . Το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου υπολογίστηκε από τον τύπο  $\text{ΕΙΔΒΑΡ} = (ΞΒ)/(\text{επιφάνεια } 12 \text{ δίσκων})$  και εκφράστηκε σε  $\text{g m}^{-2}$ .

Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης εφαρμόστηκε η αναλυτική μέθοδος που περιγράφεται από τους Wintermans and de Motts (1965). Από τα έξι φύλλα της κάθε επανάληψης αφαιρέθηκαν με τον ίδιο τρόπο όπως ανωτέρω, έξι δίσκοι με τον διακορευτή διαμέτρου 5,8 mm, ζυγίστηκαν, τεμαχίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε screw top δοκιμαστικό που περιείχε 15 mL αιθανόλης 95%. Στη συνέχεια διατηρήθηκαν για μία περίπου ώρα στους 80 °C μέχρι τα ελάσματα να αποχρωματιστούν πλήρως. Μετά τον αποχρωματισμό οι σωλήνες παρέμειναν σε σκοτεινό χώρο για να ψυχθούν. Έπειτα ανακινήθηκαν σε vortex για καλύτερη ομοιομορφία και μετρήθηκε η απορρόφηση με φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co., Ltd) στα 665 και 649 nm με κρυσταλλική κυψελίδα. Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη a (χλωρ. a) και b (χλωρ. b) υπολογίστηκε αρχικά σε  $\mu\text{g mL}^{-1}$  αιθανόλης, και κατόπιν σε  $\text{mg g}^{-1}$  ξηράς ουσίας φύλλου και σε  $\text{mg m}^{-2}$  επιφάνειας φύλλου, με την άθροιση των δύο χλωροφυλλών υπολογίστηκε η ολική χλωροφύλλη (ολ. χλωρ.) και με τη διαίρεση των δύο ο λόγος της χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλη b (χλωρ. a/χλωρ. β).

### 2.3.2. Μετρήσεις χαρακτηριστικών φύλλων για τις μεταχειρίσεις του έτους 2018

Στις 23/07/2018 διενεργήθηκε δειγματοληψία φύλλων από τον αμυγδαλέονα, για τις μεταχειρίσεις του καολίνη και των 2 μαρτύρων συλλέχθηκαν 6 επαναλήψεις

των 6 φύλλων έκαστη από το μέσο ετήσιων βλαστών περιμετρικά τις κόμης. Κατά τη συλλογή τους τοποθετήθηκαν σε πλαστικές συσκευασίες και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας όπου ακολούθησαν μετρήσεις χαρακτηριστικών φύλλων όπως και το έτος 2017.

### **2.3.3 Μετρήσεις χαρακτηριστικών ανώριμων καρπών τον Ιούλιο 2018 σε μάρτυρες και ψεκασμένα με καολίνη**

Έγινε μέτρηση του βάρους νωπό, μήκους και πλάτους, και του ξηρού βάρους σε ανώριμους καρπούς των 2 μεταχειρίσεων με 4 επαναλήψεις και 20 καρπούς ανά επανάληψη. Παρακάτω περιγράφονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις ποιότητας των ανώριμων αμύγδαλων στον μάρτυρα και στη μεταχείριση με καολίνη.

#### ***Βάρος καρπού***

Το βάρος των καρπών προσδιορίστηκε με ζύγιση στην ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με 2 δεκαδικά (model EW 600-ZM, Balingen, Germany).

#### ***Διαστάσεις καρπού***

Μετρήθηκε το ύψος και το πλάτος του καρπού στα μάγουλα και στη ραφή. Η μέτρηση έγινε με ηλεκτρονικό παχύμετρο.

#### ***Ξηρά ουσία καρπού (%)***

Για τον υπολογισμό του ποσοστού % της ξηράς ουσίας, ζυγίστηκε το νωπό βάρος έξι καρπών από τους 20 καρπούς της κάθε επανάληψης. Έπειτα τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 80 °C και, αφού ξηράθηκαν, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το ποσοστό % της ξηράς ουσίας όπως περιγράφηκε στα φύλλα ανωτέρω.

### **2.3.4 Μετρήσεις χαρακτηριστικών ώριμων καρπών αμυγδάλων τον Σεπτέμβριο του 2018 σε όλες τις μεταχειρίσεις.**

Καρποί συλλέχθηκαν στην εμπορική ωριμότητα στη συγκομιδή τον Οκτώβριο 2018. Επρόκειτο να γίνουν μετρήσεις σε ώριμους καρπούς σε Μάρτυρας 1, Μάρτυρας 2, ουρία, πλήρες, Βόριο και Καολίνης, καθώς θεωρούνταν ότι είναι αναγκαίο να συγκριθεί κάθε μεταχείριση με τον κοντινότερο σε αυτή μάρτυρα λόγω εδαφοκλιματικής παραλλακτικότητας από το ένα σημείο του αγρού (Μάρτυρας 1) μέχρι το άλλο σημείο του αγρού (Μάρτυρας 2). Συνελέγησαν τυχαία 6 επαναλήψεις (δέντρο=επανάληψη) των 20 καρπών και μετρήθηκαν ή υπολογίστηκαν τα εξής χαρακτηριστικά: βάρος, ξηρό βάρος, μήκος, πλάτος 1 και πλάτος 2. Οι καρποί διαχωρίστηκαν στα τρία μέρη (περικάρπιο, ενδοκάρπιο, σπέρμα) και μετρήθηκαν ή υπολογίστηκαν το συνολικό νωπό και ξηρό 'κόκκαλο' (ενδοκάρπιο + σπέρμα) και σπέρμα.

### **2.3.5 Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση τον Ιούλιο 2018**

Στις 13/07/2018 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φύλλων από τους δύο μάρτυρες ξεχωριστά και ελήφθησαν 60 φύλλα με μίσχο από το μέσο ετήσιων βλαστών μέσης ζωηρότητας για το κάθε δείγμα έκαστος. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν

σε πλαστική σακούλα και μεταφέρθηκαν άμεσα για ανάλυση στον ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ» (Ι.Β.Κ.Φ.)

### **2.3.6 Ανάλυση εδάφους τον Ιανουάριο 2019**

Στις 22/01/2019 ελήφθησαν δείγματα εδάφους βάθος 0-30 cm κάτω από την κόμη δέντρων (τρία δείγματα ανά μάρτυρα, ακολούθησε ανάμιξη αυτών) από τους δύο μάρτυρες και στάλθηκαν για ανάλυση στον ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ» (Ι.Β.Κ.Φ.)

## **2.4 Στατιστική Ανάλυση**

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διενεργήθηκε στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Π. Θ. μέσω του λογισμικού SPSS (SPSS 26.0, Chicago, USA). Για κάθε μεταχείριση χωριστά έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) για τις μετρήσεις χαρακτηριστικών φύλλων και ποιότητας καρπών με ένα παράγοντα ανά μεταχείριση. Ο διαχωρισμός των μέσων όρων γίνεται με τη μέθοδο Tukey και επίπεδο σημαντικότητας λάθους 5% ( $P < 0,05$ ).

### 3. Αποτελέσματα

#### Αποτελέσματα 2017

3.1 Επίδραση μεταχειρίσεων στην ξηρά ουσία και στο ειδικό βάρος των φύλλων αμυγδαλιάς

Το ποσοστό % της ξηράς ουσίας των φύλλων που ψεκάστηκαν με φυσικούς βιοδιεγέρτες ήταν παρόμοιο με αυτό του μάρτυρα (Πίν. 3.1). Η διαφυλλική εφαρμογή φωσφονικών μυκητοκτόνων προκάλεσε υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας στα φύλλα σε σχέση με τον μάρτυρα. Μάλιστα στα φωσφονικά καταγράφηκε το μεγαλύτερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Η εφαρμογή φωσφορικών λιπασμάτων προκάλεσε το μικρότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου συγκριτικά με όλες τις μεταχειρίσεις.

**Πίνακας 3.1:** Η επίδραση διαφυλλικών σκευασμάτων στο ποσοστό % ξηράς ουσίας και το ειδικό βάρος φύλλου σε αμυγδαλιές ποικιλίας Ferragnes. Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διενεργήθηκαν την άνοιξη και οι μετρήσεις έγιναν στις 3/7/2017. Εμπορικά σκευάσματα: Φυσικοί βιοδιεγέρτες: 100% φρουκτόζη και Ca: 14,8% β/β – CaO: 31 β/ο., Φωσφονικά μυκητοκτόνα – fosetyl-Al 80% β/β, Φωσφορικά λιπάσματα – Φωσφορικό κάλιο 34% β/β. Σε κάθε στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan (n=6).

	Ξηρά ουσία (%)	Ειδικό βάρος (mg/cm <sup>2</sup> )
Μάρτυρας	40,4 bc	9,75 b
Φυσικοί βιοδιεγέρτες	41,3 b	9,95 b
Φωσφονικά μυκητοκτόνα	42,5 a	10,93 ab
Φωσφορικά λιπάσματα	39,7 c	11,36 a
Σημαντικότητα	***	*

\*, \*\*\*, Σημαντική διαφορά με 5%, και 1%, αντίστοιχα.

Με τη διαφυλλική εφαρμογή των φυσικών βιοδιεγερτών δεν επηρεάστηκε το ειδικό βάρος φύλλου ως προς τον μάρτυρα (Πίν. 3.1). Η διαφυλλική εφαρμογή φωσφορικών λιπασμάτων αύξησε το ειδικό βάρος του φύλλου σε σχέση με τον

μάρτυρα και τους φυσικούς βιοδιεγέρτες. Τα φωσφορικά μυκητοκτόνα είχαν ενδιάμεση τιμή ειδικού βάρους και παρόμοιο ειδικό βάρος με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

3.2 Επίδραση των μεταχειρίσεων στη συγκέντρωση χλωροφυλλών, εκφρασμένες ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου, και το λόγο της Χλωροφύλλης a προς Χλωροφύλλη b

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου στους φυσικούς βιοδιεγέρτες ήταν παρόμοια με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης a του μάρτυρα και των φωσφορικών μυκητοκτόνων και υψηλότερη αυτής της μεταχείρισης των φωσφορικών λιπασμάτων (Πίν. 3.2). Ακόμα, η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου στα φωσφορικά μυκητοκτόνα και στα φωσφορικά λιπάσματα ήταν παρόμοια στις δύο μεταχειρίσεις και μικρότερη της συγκέντρωσης χλωροφύλλης a του μάρτυρα.

**Πίνακας 3.2:** Η επίδραση διαφυλλικών σκευασμάτων στη συγκέντρωση Χλωροφύλλης a (Chla), Χλωροφύλλης b (Chlb), Ολικής Χλωροφύλλης (TChl) (εκφρασμένες ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου) και το λόγο της Χλωροφύλλης a προς Χλωροφύλλη b (Chla/Chlb) σε φύλλα αμυγδαλιάς ποικιλίας Ferragnes. Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διενεργήθηκαν την άνοιξη και οι μετρήσεις έγιναν στις 3/7/2017. Εμπορικά σκευάσματα: Φυσικοί βιοδιεγέρτες: 100% φρουκτόζη και Ca: 14,8% β/β – CaO: 31 β/ο., Φωσφορικά μυκητοκτόνα – fosetyl-Al 80% β/β, Φωσφορικά λιπάσματα – Φωσφορικό κάλιο 34% β/β. Σε κάθε στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan (n=6).

	Chla (mg/g)	Chlb (mg/g)	TChl (mg/g)	Chla/ Chlb
Μάρτυρας	4,55 a	1,50 a	6,05 a	3,05 b
Φυσικοί βιοδιεγέρτες	3,86 ab	1,30 ab	5,16 ab	2,97 b
Φωσφορικά μυκητοκτόνα	3,32 bc	1,12 b	4,44 bc	2,96 b
Φωσφορικά λιπάσματα	2,78 c	0,85 c	3,63 c	3,28 a
Σημαντικότητα	**	***	**	**

\*\* ,\*\*\*. Σημαντική διαφορά με 1% ή 1% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

Παρόμοια, οι φυσικοί βιοδιεγέρτες είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου με αυτή του μάρτυρα και των φωσφονικών μυκητοκτόνων στα φύλλα αμυγδαλιάς ποικ. Ferragnes (Πίν. 3.2). Τα φωσφονικά μυκητοκτόνα και τα φωσφορικά λιπάσματα είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τον μάρτυρα, ενώ τα φωσφορικά λιπάσματα κατέληξαν στη μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b συγκριτικά με όλες τις μεταχειρίσεις.

Η συγκέντρωση της ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου σε φύλλα αμυγδαλιάς ποικιλίας Ferragnes παρουσίασε παρόμοιες διαφορές μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων όπως και η συγκέντρωση χλωροφύλλης a (Πίν. 3.2). Πιο συγκεκριμένα, ο μάρτυρας είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης και τα φωσφορικά λιπάσματα τη χαμηλότερη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης.

Ο λόγος της χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b στις μεταχειρίσεις των φυσικών βιοδιεγερτών και των φωσφονικών μυκητοκτόνων ήταν παρόμοιος με το λόγο της χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b του μάρτυρα σε φύλλα αμυγδαλιάς ποικ. Ferragnes (Πίν. 3.2). Ωστόσο, η επέμβαση διαφυλλικά με φωσφορικά λιπάσματα αύξησε το λόγο της χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b σε σχέση με τις υπόλοιπες τρεις μεταχειρίσεις.

3.3 Επίδραση των μεταχειρίσεων στη συγκέντρωση χλωροφυλλών εκφρασμένες ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας

**Πίνακας 3.3:** Η επίδραση διαφυλλικών σκευασμάτων στη συγκέντρωση Χλωροφύλλης a (Chla), Χλωροφύλλης b (Chlb) και Ολικής Χλωροφύλλης (TChl) εκφρασμένες ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας σε αμυγδαλιές ποικιλίας Ferragnes. Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διενεργήθηκαν την άνοιξη και οι μετρήσεις έγιναν στις 3/7/2017. Εμπορικά σκευάσματα: Φυσικοί βιοδιεγέρτες: 100% φρουκτόζη και Ca: 14,8% β/β – CaO: 31 β/ο., Φωσφονικά μυκητοκτόνα – fosetyl-Al 80% β/β,



Φωσφορικά λιπάσματα – Φωσφορικό κάλιο 34% β/β. Σε κάθε στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan (n=6).

	Chla (mg/m <sup>2</sup> )	Chlb (mg/m <sup>2</sup> )	TChl (mg/m <sup>2</sup> )
Μάρτυρας	430 a	142 a	572 a
Φυσικοί βιοδιεγέρτες	402 a	135 a	537 a
Φωσφορικά μυκητοκτόνα	368 a	124 a	492 a
Φωσφορικά λιπάσματα	375 a	115 a	490 a
Σημαντικότητα	ns	ns	ns

ns, Μη σημαντική διαφορά.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a, b και ολική εκφρασμένη ανά τετραγωνικό μέτρο φυλλικής επιφάνειας σε φύλλα αμυγδαλιάς ήταν παρόμοια σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.3).

### Αποτελέσματα 2018

3.4 Επίδραση της μεταχείρισης με καολίνη στα ποιοτικά χαρακτηριστικά ανώριμων καρπών αμυγδαλιάς

**Πίνακας 3.4:** Η επίδραση του καολίνη στα χαρακτηριστικά ανώριμων καρπών, δηλαδή το Μήκος καρπού, το Πλάτος (μεγάλο πλάτος καρπού), το λόγο Μήκους προς Πλάτος, το Νωπό βάρος (NB), το Ξηρό Βάρος (ΞΒ) και το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας, σε αμυγδαλιές ποικιλίας Ferragnes. Κόκκαλο: ενδοκάρπιο+σπέρμα. Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διενεργήθηκαν από τον Φεβρουάριο έως τα μέσα του Απριλίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο (23/07/2018). Σε κάθε στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan (n=6).

	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος (mm)	Μήκος/ Πλάτος	NB (g)	ΞΒ κόκκαλο (g)	ΞΟ κόκκαλο (%)
Μάρτυρας	29,4b	14,8b	1,98a	6,25b	2,75b	44,1a
Καολίνης	31,0a	15,8a	1,96a	7,07a	3,19a	45,2a
Σημαντικότητα	*	*	μσ	*	*	μσ

μσ, \*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 5% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

Με την εφαρμογή του καολίνης ανά τακτά χρονικά διαστήματα την άνοιξη παρατηρήθηκε ότι τα περισσότερα χαρακτηριστικά των ανώριμων καρπών είχαν υψηλότερες τιμές από τον μάρτυρα (Πίν. 3.4). Συγκεκριμένα, το μήκος και το πλάτος καρπού και το νωπό βάρος καρπού και ξηρό βάρος του ενδοκαρπίου+σπέρματος ήταν μεγαλύτερα στα ψεκασμένα με καολίνη δέντρα συγκριτικά με τα δέντρα του μάρτυρα. Αντίθετα, ο λόγος του μήκους προς πλάτος και το ποσοστό % ξηράς ουσίας του ενδοκαρπίου+σπέρματος είχαν παρόμοιες τιμές στον μάρτυρα και στη μεταχείριση με καολίνη.

3.5 Επίδραση της μεταχείρισης με καολίνη στο κόκκαλο, το σπέρμα και το ποσοστό % σπέρμα καρπών αμυγδαλιάς στην εμπορική συγκομιδή

**Πίνακας 3.5:** Η επίδραση του καολίνης στα χαρακτηριστικά ώριμων καρπών, συγκεκριμένα το Κόκκαλο (ενδοκάρπιο+σπέρμα), το σπέρμα και το ποσοστό % σπέρματος στο κόκκαλο, σε αμυγδαλιές ποικιλίας Ferragnes. Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διενεργήθηκαν από τον Φεβρουάριο έως τα μέσα του Απριλίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τον Σεπτέμβριο (15/09/2018). Σε κάθε στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan (6 επαναλήψεις των 20 καρπών).

	Κόκκαλο (g)	Σπέρμα (g)	Ποσοστό σπέρματος (%)
Μάρτυρας	3,65a	1,31b	36,7b
Καολίνης	3,35b	1,52a	45,5a
Σημαντικότητα	*	***	***

\*,\*\*\*. Σημαντική διαφορά με 5% ή 1% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν ψεκασμούς καολίνη την άνοιξη είχαν μικρότερο βάρος κόκκαλου από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.5). Ωστόσο, το σπέρμα των καρπών των δέντρων που δέχθηκαν ψεκασμούς καολίνη την άνοιξη είχε μεγαλύτερο βάρος από το σπέρμα των καρπών του μάρτυρα (Πίν. 3.5). Σαν αποτέλεσμα το ποσοστό % σπέρματος στο κόκκαλο στην επέμβαση με καολίνη ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από το ποσοστό % σπέρματος στο κόκκαλο των καρπών του μάρτυρα. Το συγκεκριμένο ποσοστό αποτελεί σημαντικό οικονομικό χαρακτηριστικό των αμυγδαλών που πωλούνται με το κόκκαλο.

3.6 Επίδραση της μεταχείρισης με καολίνη σε ποικίλα χαρακτηριστικά ποιότητας σε ώριμους καρπούς αμυγδαλιάς

**Πίνακας 3.6:** Η επίδραση του καολίνη στα χαρακτηριστικά ώριμων σπερμάτων, δηλαδή το Βάρος ψίχας (το σπέρμα), το Μήκος σπέρματος, το Πλάτος 1 (μικρό πλάτος), το Πλάτος 2 (μεγάλο πλάτος), ο λόγος του Μήκους προς Πλάτος 1, ο λόγος του Μήκους προς Πλάτος 2, και το περιεχόμενο σε νερό στα σπέρματα, σε αμυγδαλιές ποικιλίας Ferragnes. Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διενεργήθηκαν από το Φεβρουάριο έως τα μέσα του Απριλίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν το Σεπτέμβριο (15/09/2018). Σε κάθε στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan (6 επαναλήψεις των 20 καρπών).

	Βάρος ψίχας (g)	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος 1 (mm)	Πλάτος 2 (mm)	Μήκος/ Πλάτος 1	Μήκος/ Πλάτος 2	Υγρασία στο σπέρμα (%)
Μάρτυρας	1,65a	28,7a	8,38a	14,73a	3,42a	1,94a	4,94a
Καολίνης	1,73a	29,4a	8,35a	15,2a	3,52a	1,93a	4,41a
Σημαντικότητα	μσ	μσ	μσ	μσ	μσ	μσ	μσ

μσ, μη σημαντική διαφορά.

Η διαφυλλική εφαρμογή με καολίνη (Πίν. 3.6) δε διαφοροποίησε τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των ώριμων σπερμάτων αμυγδαλιάς συγκριτικά με τον μάρτυρα. Με άλλα λόγια, τα χαρακτηριστικά των σπερμάτων στην ωρίμανση δε διέφεραν μεταξύ των καρπών των δέντρων που δέχθηκαν ψεκασμούς με καολίνη την άνοιξη και των καρπών των δέντρων του μάρτυρα. Τέλος, η υγρασία του σπέρματος δε διέφερε μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων, που σημαίνει ότι δεν τροποποιήθηκε η ωρίμανση των καρπών στις δύο μεταχειρίσεις.

### 3.7 Επίδραση της μεταχείρισης με καολίνη στην ξηρά ουσία και στο ειδικό βάρος των φύλλων αμυγδαλιάς

Το ποσοστό % της ξηράς ουσίας των φύλλων που ψεκάστηκαν με καολίνη ήταν μικρότερο από αυτό του μάρτυρα (Πίν. 3.7). Ωστόσο, οι τιμές του ειδικού βάρους των φύλλων στον μάρτυρα και στη μεταχείριση με καολίνη ήταν παρόμοιες (Πίν. 3.7).

**Πίνακας 3.7:** Η επίδραση διαφυλλικών ψεκασμών καολίνη στο ποσοστό % ξηράς ουσίας και το ειδικό βάρος φύλλου σε αμυγδαλιές ποικιλίας Ferragnes. Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διενεργήθηκαν από το Φεβρουάριο έως τα μέσα του Απριλίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο (23/07/2018). Σε κάθε στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan (n=6).

	Ξηρά ουσία (%)	Ειδικό Βάρος (mg/cm <sup>2</sup> )
Μάρτυρας	50,5a	10,5a
Καολίνης	47,8b	11,0a
Σημαντικότητα	**	μσ

μσ, \*\*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 1% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

3.8 Επίδραση της μεταχείρισης με καολίνη στη συγκέντρωση χλωροφυλλών εκφρασμένες ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου, και το λόγο της Χλωροφύλλης a προς Χλωροφύλλη b

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου στα δέντρα που ψεκάστηκαν με καολίνη ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.8). Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου ήταν παρόμοια στις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 3.8). Ακόμα, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν ψεκασμούς με καολίνη την άνοιξη είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν.3.8).

**Πίνακας 3.8:** Η επίδραση διαφυλλικών ψεκασμών καολίνη στη συγκέντρωση Χλωροφύλλης a (Chla), Χλωροφύλλης b (Chlb), Ολικής Χλωροφύλλης (TChl) (εκφρασμένες ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου) και το λόγο της Χλωροφύλλης a προς Χλωροφύλλη b (Chla/Chlb) σε φύλλα αμυγδαλιάς ποικιλίας Ferragnes. Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διενεργήθηκαν από το Φεβρουάριο έως τα μέσα του Απριλίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο (23/07/2018). Σε κάθε στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan (n=6).

	Chla (mg/g)	Chlb (mg/g)	TChl (mg/g)	Chla/ Chlb
Μάρτυρας	2,5b	0,9a	3,4b	2,8a
Καολίνης	3,6a	1,1a	4,7a	3,4a
Σημαντικότητα	*	μσ	*	μσ

μσ, \*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 5% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

Επιπλέον, ο λόγος της χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b στη μεταχείριση με τον καολίνη ήταν παρόμοιος με το λόγο της χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b του μάρτυρα σε φύλλα αμυγδαλιάς ποικ. Ferragnes (Πίν. 3.8).

### 3.9 Επίδραση της μεταχείρισης με καολίνη στη συγκέντρωση χλωροφυλλών εκφρασμένες ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας

Τα φύλλα που δέχθηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με καολίνη είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a και ολικής χλωροφύλλης εκφρασμένες ανά τετραγωνικό μέτρο φυλλικής επιφάνειας από τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα αμυγδαλιάς ποικιλίας Ferragnes (Πίν. 3.9). Αντίθετα, η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά τετραγωνικό μέτρο φυλλικής επιφάνειας ήταν παρόμοια στα φύλλα του μάρτυρα με τα φύλλα της μεταχείρισης με καολίνη (Πίν. 3.9).

**Πίνακας 3.9:** Η επίδραση διαφυλλικών ψεκασμών καολίνη στη συγκέντρωση Χλωροφύλλης a (Chla), Χλωροφύλλης b (Chlb), Ολικής Χλωροφύλλης (TChl) εκφρασμένες ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας σε αμυγδαλιές ποικιλίας Ferragnes. Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διενεργήθηκαν από το Φεβρουάριο έως τα μέσα του Απριλίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο (23/07/2018). Σε κάθε στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan (n=2).

	Chla (mg/m <sup>2</sup> )	Chlb (mg/m <sup>2</sup> )	TChl (mg/m <sup>2</sup> )
Μάρτυρας	268b	96a	364b
Καολίνης	377a	117a	494a
Σημαντικότητα	**	μσ	**

μσ, \*\*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 1% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

### 3.10 Ποιοτικά χαρακτηριστικά μετά από φυσική ξήρανση μεταξύ των δύο σειρών μάρτυρα

**Πίνακας 3.10:** Διαφορές μεταξύ των δύο σειρών μάρτυρα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού μετά από φυσική ξήρανση. Σε παρένθεση η σειρά στον αμυγδαλεώνα. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan,  $P=0,05$ . (6 επαναλήψεις των 20 καρπών)

	Βάρος ψίχας (g)	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος 1 (mm)	Πλάτος 2 (mm)	Μήκος/ Πλάτος 1	Ποσοστό ψίχας (%)	Υγρασία στο σπέρμα (%)
Μάρτυρας (16)	1,51b	28,1a	8,07b	14,4b	3,35a	35,9b	3,82b
Μάρτυρας (22)	1,80a	29,3a	8,69a	15,1a	3,37a	42,9a	6,06a
Σημαντικότητα	*	μσ	***	*	μσ	***	*

μσ, \*, \*\*\*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 5%, ή 1% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

Παρατηρώντας τις τιμές των μακροσκοπικών χαρακτηριστικών του καρπού μετά από φυσική ξήρανση, ξεχωρίζει η τάση του μάρτυρα (22) να έχει αυξημένες τιμές έναντι του μάρτυρα (16) (Πίν. 3.10). Τα χαρακτηριστικά που δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των δύο σειρών μάρτυρα είναι το μήκος καρπού και ο λόγος του μήκους προς το πλάτος 1. Όλα το υπόλοιπα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ή υπολογίστηκαν διαφέρουν σημαντικά, με τον μάρτυρα (22) να έχει υψηλότερες τιμές από τον μάρτυρα (16). Χαρακτηριστικά, η υγρασία στο σπέρμα στον μάρτυρα (22) είναι σχεδόν διπλάσια από αυτή του μάρτυρα (16).

3.11: Επίδραση της μεταχείρισης με κρυσταλλικά λιπάσματα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού

**Πίνακας 3.11:** Επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής κρυσταλλικών λιπασμάτων [ουρία ή πλήρες λίπασμα (10-5-40)] στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού μετά από φυσική ξήρανση. Σε παρένθεση η σειρά στον αμυγδαλεώνα. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan,  $P=0,05$ . (6 επαναλήψεις των 20 καρπών)

	Βάρος ψίχας (g)	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος 1 (mm)	Πλάτος 2 (mm)	Μήκος/ Πλάτος 1	Ποσοστό ψίχας (%)	Υγρασία στο σπέρμα (%)
Μάρτυρας (16)	1,51b	28,1a	8,07b	14,4a	3,35a	35,9b	3,82b
Ουρία (17)	1,60ab	28,3a	8,29ab	14,7a	3,41a	38,9a	3,46b
Πλήρες (10-5-40) (18)	1,68a	28,6a	8,56a	14,9a	3,35a	38,6a	5,98a
Σημαντικότητα	*	μσ	*	μσ	μσ	**	**

μσ, \*, \*\*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 5%, ή 1% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

Στους καρπούς που δέχθηκαν διαφυλλική εφαρμογή με το πλήρες λίπασμα, μετά από φυσική ξήρανση, το βάρος της ψίχας είχε την υψηλότερη τιμή, ακολουθούμενη από την ουρία και με ελάχιστη αυτή του μάρτυρα (Πίν. 3.11). Τα χαρακτηριστικά των σπερμάτων που δεν επηρεάστηκαν από τις διαφυλλικές εφαρμογές με ουρία και πλήρες λίπασμα, είναι το μήκος καρπού, το πλάτος 2 και ο λόγος του μήκους προς το πλάτος 1. Μέγιστη τιμή του πλάτους 1 συναντάται στη μεταχείριση με πλήρες λίπασμα, έναντι της ουρίας και του μάρτυρα. Το ποσοστό ψίχας στον μάρτυρα είναι χαμηλό, ενώ στη διαφυλλική εφαρμογή πλήρους λιπάσματος και ουρίας παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή από τον μάρτυρα. Τέλος, σημαντικά αυξημένο βρέθηκε το ποσοστό υγρασίας σπέρματος στη μεταχείριση με πλήρες λίπασμα σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Ωστόσο, μεταξύ του μάρτυρα και της διαφυλλικής εφαρμογής με ουρία δε διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά στο ποσοστό υγρασίας σπέρματος.

3.12 Επίδραση της μεταχείρισης με βοριούχο σκεύασμα ή πλήρες λίπασμα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού

**Πίνακας 3.12:** Επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής βοριούχου σκευάσματος ή πλήρους λιπάσματος στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού μετά από φυσική ξήρανση. Σε παρένθεση η σειρά στον αμυγδαλεώνα. Ανά στήλη μέσοι



όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan, P=0,05. (6 επαναλήψεις των 20 καρπών)

	Βάρος ψίχας (g)	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος 1 (mm)	Πλάτος 2 (mm)	Μήκος/ Πλάτος 1	Ποσοστό ψίχας (%)	Υγρασία στο σπέρμα (%)
Μάρτυρας (22)	1,80a	29,3a	8,69a	15,1a	3,37a	42,9a	6,06b
Βόριο (20)	1,92a	30,1a	8,90a	15,4a	3,38a	42,7a	8,01ab
Πλήρες (B+Zn+Mo) (21)	1,87a	30,0a	8,65a	15,1a	3,47a	42,2a	9,05a
Σημαντικότητα	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

ns, \*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 5% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

Η διαφυλλική εφαρμογή βορίου και πλήρους λιπάσματος με ιχνοστοιχεία δε διαφοροποίησε τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των ώριμων σπερμάτων αμυγδαλιάς, μετά από φυσική ξήρανση, συγκριτικά με τον μάρτυρα (Πίν. 3.12). Ωστόσο, η υγρασία του σπέρματος παρουσίασε σημαντικά αυξημένο ποσοστό στη διαφυλλική εφαρμογή πλήρους λιπάσματος, ελαφρά μικρότερο ήταν το ποσοστό της διαφυλλικής εφαρμογής με βόριο και σημαντικά χαμηλότερο ήταν το ποσοστό υγρασίας σπέρματος του μάρτυρα. Αυτή η διαφοροποίηση υποδεικνύει ότι οι μεταχειρίσεις τροποποίησαν την ωρίμανση των καρπών.

### Εδαφολογικές Αναλύσεις

#### 3.13 Αποτελέσματα εδαφικής ανάλυσης του μάρτυρα 1

Τα αποτελέσματα της μηχανικής ανάλυσης των δειγμάτων έδειξαν ότι το έδαφος της σειράς 16 (μάρτυρας 1) ανήκει στην κατηγορία των αμμοαργιλοπηλωδών. Πρόκειται για έδαφος με υψηλό ποσοστό άμμου που φτάνει στο 48% (Πίν. 3.13).

**Πίνακας 3.13:** Τα αποτελέσματα της εδαφικής ανάλυσης του μάρτυρα 1 (σειρά 16).

Ferragnes						Χαρακτηρισμός
Άμμος (%)	48					
Αργίλος (%)	30					
Ιλύς (%)	22					
Χαρακτηρισμός εδάφους	SCL					Αμμοαργιλο-πηλώδες
pH (H <sub>2</sub> O 1:1) (25° C)	8,1					Μέσο αλκαλικό
	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Μέτρηση	
Ηλ. Αγωγιμότητα, mS/cm	<1000	1000-2500	>2500		316	Χαμηλή
Φώσφορο, mg/kg	<10	10 – 25	25 – 50	>50	3,6	Χαμηλή
Ανταλλάξιμο Κάλιο cmol(+)/kg	<0,4	0,4 – 0,6	0,6 – 2	>2	0,47	Μέση
Εκχυλίσσιμο Βόριο, mg/kg	0,2 - 0,5	0,5 – 1	1 – 2	>2	0,42	Χαμηλή
Ισοδύναμο CaCO <sub>3</sub> (%)					7,5	
Οργανική ουσία (%)					1,2	
Ολικό N (%)					0,099	
	Ανεπαρκής	Οριακή	Επαρκής		Μέτρηση	
Εκχυλίσσιμος Ψευδάργυρος, mg/kg	<0,5	0,5 – 1	>1		2,7	Επαρκής

Η οργανική ουσία βρίσκεται στο 1,2%. Σύμφωνα με τα ελληνικά δεδομένα η οργανική ουσία θεωρείται πως έχει μέτρια τιμή.

Το pH του εδάφους βρίσκεται στο 8,1. Επομένως, πρόκειται για ένα μέσο αλκαλικό έδαφος. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO<sub>3</sub>) είναι αρκετά υψηλή. Πιο συγκεκριμένα, βρίσκεται σε επίπεδο 7,5%, γεγονός που δικαιολογεί και την τιμή του pH που έχουμε λάβει, αλλά είναι σε επίπεδο ανεκτό από το υποκείμενο GF677 που χρησιμοποιείται για τις αμυγδαλιές.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ανωτέρω πίνακα (Πίν. 3.13), η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι αρκετά χαμηλή. Επομένως, το έδαφος δεν είναι αλατούχο. Στην έλλειψη αλατότητας συντελεί ασφαλώς η αμμώδης σύστασή του, που

το καθιστά επιρρεπές στην έκπλυση των αλάτων από το νερό της βροχής ή της άρδευσης και οι αρκετές βροχοπτώσεις της ημιορεινής περιοχής όπου βρίσκεται ο αμυγδαλεώνας.

Αναφορικά με τα ιχνοστοιχεία, προέκυψε ότι ο εκχυλίσματος ψευδάργυρος (Zn) βρίσκεται σε επάρκεια και το εκχυλίσμο βόριο (B) βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Στη συνέχεια, στα θρεπτικά στοιχεία ο φώσφορος (P) είναι σε χαμηλό επίπεδο και το ανταλλάξιμο κάλιο (K) είναι σε μέτριο επίπεδο. Τέλος, αναφορικά με το ολικό άζωτο (N) η τιμή του είναι 0,099, χωρίς ωστόσο να έχει νόημα λόγω της εποχής δειγματοληψίας (μέσα χειμώνα).

### 3.14 Αποτελέσματα εδαφικής ανάλυσης του μάρτυρα 2

**Πίνακας 3.14:** Τα αποτελέσματα της εδαφικής ανάλυσης του μάρτυρα 2 (σειρά 22).

Ferragnes						Χαρακτηρισμός
Άμμος (%)	38					
Άργιλος (%)	32					
Ίλύς (%)	30					
Χαρακτηρισμός εδάφους	CL					Αργιλοπηλώδες
pH (H <sub>2</sub> O 1:1) (25° C)	8,1					Μέση Αλκαλικό
	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Μέτρηση	
Ηλ. Αγωγιμότητα, mS/cm	<1000	1000-2500	>2500		313	Χαμηλή
Φώσφορο, mg/kg	<10	10 – 25	25 – 50	>50	3,8	Χαμηλή
Ανταλλάξιμο Κάλιο cmol(+)/kg	<0,4	0,4 – 0,6	0,6 – 2	>2	0,68	Υψηλή
Εκχυλίσμο Βόριο, mg/kg	0,2 - 0,5	0,5 – 1	1 – 2	>2	0,67	Μέση
Ισοδύναμο CaCO <sub>3</sub> (%)					3,5	
Οργανική ουσία (%)					1,8	
Ολικό N (%)					0,11	
	Ανεπαρκής	Οριακή	Επαρκής		Μέτρηση	
Εκχυλίσμος Ψευδάργυρος,	<0,5	0,5 – 1	>1		0,39	Ανεπαρκής

mg/kg						
-------	--	--	--	--	--	--

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μηχανικής ανάλυσης των δειγμάτων που ελήφθησαν από τον μάρτυρα 2 (σειρά 22) το έδαφος βρίσκεται στην κατηγορία των αργιλοπηλωδών (CL). Το έδαφος σε αυτή την κατηγορία έχει σημαντική ποσότητα αργίλου, με το ποσοστό της να φτάνει στο 32% (Πίν. 3.14).

Το pH του εδάφους στον μάρτυρα 2 δε διαφέρει από τον μάρτυρα 1, η τιμή του είναι στο 8,1. Επομένως, είναι ένα μέσο αλκαλικό έδαφος. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ) είναι μέτρια. Πιο συγκεκριμένα, η τιμή του που βρίσκεται στο 3,5% είναι μέτρια προς χαμηλή και δεν αναμένεται να δημιουργήσει πρόβλημα στην αμυγδαλιά.

Η οργανική ουσία στον μάρτυρα 2 έχει τιμή 1,8%. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η τιμή στη σειρά 22 (μάρτυρα 2) είναι αυξημένη συγκριτικά με τη σειρά του μάρτυρα 1.

Η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι και σε αυτή τη σειρά αρκετά χαμηλή, σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 3.14, οπότε δεν είναι αλατούχο.

Τα θρεπτικά στοιχεία που μετρήθηκαν στο εδαφικό δείγμα ήταν το ολικό άζωτο (N), ο φώσφορος (P) και το ανταλλάξιμο κάλιο (K), ενώ, από τα ιχνοστοιχεία το εκχυλίσσιμο βόριο (B) και ο εκχυλίσσιμος ψευδάργυρος (Zn). Το άζωτο (N) ήταν αρκετά χαμηλό στο 0,11, αλλά δεν αποτελεί σημαντικό εύρημα λόγω της εποχής που έγινε η δειγματοληψία (μέσα χειμώνα). Ο φώσφορος (P) παρουσιάζει χαμηλή τιμή, σε αντίθεση με το ανταλλάξιμο κάλιο που βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα. Από την άλλη, στα ιχνοστοιχεία παρατηρείται ότι το βόριο (B) έχει μέση τιμή και ο ψευδάργυρος (Zn) είναι ανεπαρκής.

### Φυλλοδιαγνωστικές Αναλύσεις

#### 3.15 Αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής του μάρτυρα 1

**Πίνακας 3.15:** Τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής του μάρτυρα 1 (σειρά 16).

	Χαμηλή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Μέτρηση (Σειρά 16)	Χαρακτηρισμός
Ολικό N (%)	2 – 2,19	2,2 – 2,5	>2,5	2,26	Ικανοποιητική
P (%)	0,08 – 0,09	0,1 – 0,3	>0,3	0,24	Ικανοποιητική
K (%)	1 – 1,39	>1,4		1,25	Χαμηλή
Ca (%)	<2,0	>2,0		2,10	Ικανοποιητική
Mg (%)	<0,25	>0,25		0,35	Ικανοποιητική
Mn (mg/kg)	<20	>20		33	Ικανοποιητική
Zn (mg/kg)	<18	>18		44	Ικανοποιητική
Cu (mg/kg)	<4	>4		7,1	Ικανοποιητική
B (mg/kg)	<30	30 – 60	>60	45	Ικανοποιητική

Στη φυλλοδιαγνωστική που πραγματοποιήθηκε σε φύλλα αμυγδαλιάς της ποικιλίας Ferragnes στον μάρτυρα 1 (σειρά 16), στο σύνολο των αποτελεσμάτων καταγράφονται ικανοποιητικές τιμές (Πίν. 3.15). Από τα μακροστοιχεία, που βοηθούν στη σωστή ανάπτυξη των φυτών, εκείνο που δε βρίσκεται σε ικανοποιητική ποσότητα είναι το κάλιο (K), με την τιμή του να είναι στο 1,25%. Σύμφωνα με την ανάλυση όλα τα ιχνοστοιχεία έχουν ικανοποιητικές τιμές.

### 3.16 Αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής του μάρτυρα 2

**Πίνακας 3.16:** Τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής του μάρτυρα 2 (σειρά 22).

	Χαμηλή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Μέτρηση (Σειρά 22)	Χαρακτηρισμός
Ολικό N (%)	2 – 2,19	2,2 – 2,5	>2,5	2,45	Ικανοποιητική
P (%)	0,08 – 0,09	0,1 – 0,3	>0,3	0,24	Ικανοποιητική
K (%)	1 – 1,39	>1,4		1,34	Χαμηλή
Ca (%)	<2,0	>2,0		3,93	Ικανοποιητική
Mg (%)	<0,25	>0,25		0,32	Ικανοποιητική
Mn (mg/kg)	<20	>20		36	Ικανοποιητική

Zn (mg/kg)	<18	>18		49	Ικανοποιητική
Cu (mg/kg)	<4	>4		8,6	Ικανοποιητική
B (mg/kg)	<30	30 – 60	>60	39	Ικανοποιητική

Τα θρεπτικά στοιχεία που ελέγχθηκαν στη φυλλοδιαγνωστική που πραγματοποιήθηκε σε φύλλα αμυγδαλιάς της ποικιλίας Ferragnes στο μάρτυρα 2 (σειρά 22) στην πλειοψηφία τους είναι σε ικανοποιητικά ποσοστά (Πίν. 4.16). Από τα μακροστοιχεία, εκείνο που αποκλίνει και έχει χαμηλή τιμή είναι το κάλιο (Κ). Από την άλλη, το μαγγάνιο (Mn), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu) και το βόριο (B) που προσδίδουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στον καρπό, είναι όλα τους σε επάρκεια στα φύλλα.

### 3.17 Σύγκριση στη φυλλοδιαγνωστική του μάρτυρα 1 και του μάρτυρα 2

**Πίνακας 3.17:** Σύγκριση της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης για τον μάρτυρα 1 και τον μάρτυρα 2 (σειρά 16 και 22, αντίστοιχα).

	Χαμηλή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Μέτρηση Σειρά 16	Χαρακτηρισμός	Μέτρηση Σειρά 22	Χαρακτηρισμός
Ολικό N (%)	2 – 2,19	2,2 – 2,5	>2,5	2,26	Ικανοποιητική	2,45	Ικανοποιητική
P (%)	0,08 – 0,09	0,1 – 0,3	>0,3	0,24	Ικανοποιητική	0,24	Ικανοποιητική
K (%)	1 – 1,39	>1,4		1,25	Χαμηλή	1,34	Χαμηλή
Ca (%)	<2,0	>2,0		2,10	Ικανοποιητική	3,93	Ικανοποιητική
Mg (%)	<0,25	>0,25		0,35	Ικανοποιητική	0,32	Ικανοποιητική
Mn (mg/kg)	<20	>20		33	Ικανοποιητική	36	Ικανοποιητική
Zn (mg/kg)	<18	>18		44	Ικανοποιητική	49	Ικανοποιητική
Cu (mg/kg)	<4	>4		7,1	Ικανοποιητική	8,6	Ικανοποιητική
B (mg/kg)	<30	30 – 60	>60	45	Ικανοποιητική	39	Ικανοποιητική

Σύμφωνα με τα δεδομένα που προκύπτουν από τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε σε φύλλα αμυγδαλιάς της ποικιλίας Ferragnes, στον μάρτυρα 2 οι τιμές των θρεπτικών στοιχείων είναι σε μερικά στοιχεία πιο υψηλές από τις τιμές στον μάρτυρα 1 (Πίν. 3.17). Πιο συγκεκριμένα, ο φώσφορος (P) και το μαγνήσιο (Mg) έχουν την ίδια ικανοποιητική τιμή και στις δύο σειρές. Επίσης, η τιμή του καλίου (K) είναι χαμηλή και στις δύο σειρές, αν και λίγο αυξημένη στον μάρτυρα 2 από τον μάρτυρα 1. Το ολικό άζωτο (N) και το ασβέστιο (Ca) στον μάρτυρα 2 (σειρά 22) έχουν αυξημένες τιμές συγκριτικά με τον μάρτυρα 1 (σειρά 16). Αναφορικά με τα ιχνοστοιχεία, το μαγγάνιο (Mn), ο ψευδάργυρος (Zn) και ο χαλκός (Cu) στον μάρτυρα 2 (σειρά 22) έχουν αυξημένες τιμές έναντι του μάρτυρα 1 (σειρά 16). Ωστόσο, το βόριο (B) είναι το μόνο ιχνοστοιχείο που έχει χαμηλότερη τιμή στον μάρτυρα 2 (σειρά 22) συγκριτικά με τον μάρτυρα 1 (σειρά 16).

#### 4. Συζήτηση

##### 4.1 Διαφορές σε δύο σειρές μάρτυρα

Στον μάρτυρα 2 (σειρά 22) σε σχέση με τον μάρτυρα 1 (σειρά 16) το έδαφος είναι πιο βαρύ (λιγότερη άμμος, περισσότερη άργιλος), είναι πιο πλούσιο σε οργανική ουσία, έχει χαμηλότερο ποσοστό % ανθρακικό ασβέστιο, έχει παρόμοιο υψηλό pH, έχει ανεπάρκεια και παρόμοια συγκέντρωση P, ελαφρά υψηλότερο διαθέσιμο N, σημαντικά υψηλότερο διαθέσιμο κάλιο, υψηλότερη συγκέντρωση B, αλλά πολύ χαμηλότερο (σε ανεπάρκεια) επίπεδο ψευδαργύρου.

Στον μάρτυρα 2 (σειρά 22) σε σχέση με τον μάρτυρα 1 (σειρά 16) από τη φυλλοδιαγνωστική βρέθηκε: ελαφρά υψηλότερη συγκέντρωση N και K, υψηλότερη συγκέντρωση Ca, και χαμηλότερη συγκέντρωση B, χωρίς άλλες διαφορές στα ανόργανα συστατικά τους.

Είναι προφανές λοιπόν ότι σε ένα μικρής σχετικά επιφάνειας αγρό, μπορεί να περιέχεται σημαντική παραλλακτικότητα από θέση σε θέση, που μπορεί να καταλήγει σε χωρική παραλλακτικότητα στην παραγωγικότητα του αγρού. Η μελέτη στις δύο περιοχές του αμυγδαλεώνα ξεκίνησε από παρατήρηση του ιδιοκτήτη παραγωγού για διαφορετική παραγωγικότητα μεταξύ των δύο περιοχών του αγρού. Έτσι αποφασίστηκε να μελετηθεί ο λόγος της μακροσκοπικής διαφοράς στην παραγωγικότητα και πιθανόν να δοθεί μια χωρικά διαφορετική λιπαντική αγωγή. Για τις ανάγκες όμως της

διατριβής, ήταν αναγκαίο να υπάρχουν δύο μάρτυρες ανάλογα τη γειτνίαση με τις πειραματικές σειρές. Προφανώς, ο πειραματισμός με μπλοκς- επαναλήψεις κάθε μεταχείρισης θα φαίνονταν ο πιο λογικός εδώ, αλλά οι εφαρμογές (ποικίλοι και επανειλημμένοι διαφυλλικοί ψεκασμοί με αεροτουρμπίνα) ήταν αδύνατο να γίνουν σε εμπορικό αγρό σε μπλοκς πειραματικών δέντρων.

Στα φύλλα και των δύο σειρών το Κ βρέθηκε σε ανεπάρκεια, παρότι στον μάρτυρα 1 το εδαφικό Κ ήταν σε επάρκεια και στον μάρτυρα 2 το εδαφικό Κ ήταν σε υψηλή συγκέντρωση. Προφανώς το κάλιο χρησιμοποιείται από τους καρπούς και αφαιρείται από τα φύλλα χωρίς να μπορεί να προσληφθεί από το έδαφος σε σημαντικές ποσότητες λόγω περιορισμένης διαθεσιμότητας εδαφικού νερού. Πιθανόν η διαφυλλική του εφαρμογή σε μεγαλύτερες ποσότητες να επιδρούσε θετικά στη συγκέντρωσή του στα φύλλα και ίσως να προκαλούσε καλύτερη ανάπτυξη του καρπού.

Ενώ στον μάρτυρα 2 ο εδαφικός Ζn ήταν σε ανεπάρκεια, στα φύλλα βρέθηκε σε επάρκεια. Αντίστοιχα, στον μάρτυρα 1 ο εδαφικός Ζn ήταν σε επάρκεια και στα φύλλα βρέθηκε σε επάρκεια. Αρκετές φορές το επίπεδο ενός στοιχείου στο έδαφος δεν σχετίζεται με το επίπεδό του στα φύλλα (Γ. Νάνος, προσωπική επικοινωνία). Αυτό έχει βρεθεί στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Π.Θ. σε μετααναλύσεις δεδομένων από τον Α.Σ. Ζαγοράς Πηλίου για τους μηλεώνες της περιοχής και από τον Α.Σ. Ράχης Πιερίας για τους κερασεώνες της περιοχής (Χατζησαββίδης κ.ά., 2008). Προφανώς οι σχέσεις μεταξύ των στοιχείων και κύρια η υγρασία του εδάφους επηρεάζουν την απορρόφηση στοιχείων από το έδαφος, ενώ υπεισέρχεται και η κινητικότητα του κάθε στοιχείου στα αγγεία και τον ηθμό από τα σημεία που υπάρχει διαθέσιμο προς τα σημεία 'καταναλωτές', όπου κάποια στοιχεία απαιτούνται συγκεκριμένες περιόδους σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Αυτά τα αποτελέσματα τονίζουν τη σημασία της συνδυασμένης ανάλυσης εδάφους και φύλλων σε ένα αγρό για να δύναται ο εξειδικευμένος επιστήμονας να κάνει μια ορθή πρόταση λιπαντικής αγωγής.

#### **4.2 Αποτελεσματικότητα εφαρμογών βιοδιεγερτών**

Στη μεταχείριση με τους συγκεκριμένους διαφυλλικούς βιοδιεγέρτες το 2017 έγιναν μετρήσεις μόνο της αντίδρασης των φύλλων στους βιοδιεγέρτες. Βρέθηκε



λοιπόν ότι τα μετρηθέντα χαρακτηριστικά των φύλλων δεν επηρεάστηκαν από τις διαφυλλικές εφαρμογές των βιοδιεγερτών.

#### **4.3 Αποτελεσματικότητα εφαρμογών φωσφονικών**

Τα φωσφονικά μυκητοκτόνα πέραν της δράσης τους προς τους φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς έχει βρεθεί να προκαλούν το greening (πρασίνισμα των φύλλων) σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας και λαχανικά. Λέγεται ότι ισχυροποιούν την άμυνα των φυτών ενάντια στους φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς και πιθανόν την αβιοτική καταπόνηση (Wilkinson et al., 2001· Shearer and Fairman, 2007· Cook et al., 2009· Silva et al., 2011). Καθώς τα φυτά μας δεν αρδεύονταν ικανοποιητικά και η περιοχή καλλιέργειας είναι θερμή ηπειρωτική, αναμένονταν τα φωσφονικά να βοηθήσουν τα φυτά. Οι μόνες μετρήσεις που διενεργήθηκαν τελικά ήταν τα χαρακτηριστικά φύλλων και από αυτές ήταν προφανές ότι τα φύλλα έγιναν πιο μεστά (αυξημένο ειδικό βάρος), επομένως, λειτουργούσαν καλύτερα από τα φύλλα του μάρτυρα, αλλά με παρόμοια συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Να σημειωθεί εδώ ότι τα φωσφονικά φαίνεται να παραμένουν στο φυτό για μεγάλο χρονικό διάστημα (Smillie et al., 1989), καθώς έχουν βρεθεί ως υπολείμματα σε πολλά φυτικά προϊόντα σε αναλύσεις που γίνονται στο εξωτερικό ακόμα και σε βιολογικά προϊόντα (τοπικός αγροτικός τύπος). Παρόλα αυτά χρησιμοποιούνται εκτεταμένα από τους καλλιεργητές και πρέπει να μελετηθεί η χρησιμότητά τους, γιατί αποτελούν έναν σημαντικό παράγοντα εμπορικότητας στις εξαγωγές.

#### **4.4 Αποτελεσματικότητα διαφυλλικών εφαρμογών φωσφορικών λιπασμάτων**

Τα δέντρα απαιτούν μικρές ποσότητες φωσφόρου για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε αυτό το στοιχείο. Λόγω του υψηλού εδαφικού pH ο φώσφορος είναι σε μεγάλο βαθμό δεσμευμένος στο έδαφος σε άλατα με το ασβέστιο. Έτσι στο έδαφος του αμυγδαλώνα βρέθηκε ότι ο διαθέσιμος P ήταν σε ανεπάρκεια. Παρόλα αυτά στα φύλλα ο P βρέθηκε σε επάρκεια. Έτσι οι διαφυλλικοί ψεκασμοί P δεν είχαν σαν αποτέλεσμα την περαιτέρω βελτίωση της θρέψης με P των δέντρων, καθώς,

τουλάχιστον βάσει των χαρακτηριστικών των φύλλων που μελετήθηκαν, οι διαφυλλικές εφαρμογές P δεν τροποποίησαν ουσιαστικά τη λειτουργία των φύλλων, καθώς, παρά την αύξηση του ειδικού βάρους φύλλου, το ποσοστό % ξηράς ουσίας των φύλλων μειώθηκε και η συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου δεν τροποποιήθηκε.

#### 4.5 Διαφυλλικά λιπάσματα

Έγινε διαφυλλική εφαρμογή βορίου, λιπάσματος με ιχνοστοιχεία (B, Zn, Mo), ουρίας, ή πλήρους λιπάσματος 10-5-40 με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας του σπέρματος (ψίχας). Η εφαρμογή βορίου ή λιπάσματος πλούσιου σε ιχνοστοιχεία δεν είχε κάποιο αποτέλεσμα στην ποιότητα της ψίχας. Η διαφυλλική εφαρμογή ουρίας ή του 10-5-40 είχε σαν αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη της ψίχας, καθώς βρέθηκε να αυξάνεται το βάρος της ψίχας και το ποσοστό % ψίχας στον καρπό με κόκκαλο (ενδοκάρπιο + σπέρμα). Και τα δύο αυτά χαρακτηριστικά είναι σημαντικά εμπορικά και οικονομικά και τα συγκεκριμένα αποτελέσματα πρέπει να δοκιμαστούν περαιτέρω πιλοτικά.

#### 4.6 Διαφυλλική εφαρμογή καολίνη

Στη δοκιμή που εφαρμόστηκε καολίνης την άνοιξη μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά των φύλλων μέσα στο καλοκαίρι, τα χαρακτηριστικά των ανώριμων καρπών τον Ιούλιο και τα χαρακτηριστικά των ώριμων καρπών στην εμπορική συγκομιδή μετά την απαραίτητη ξήρανση. Τα φύλλα φάνηκαν να έχουν χαρακτηριστικά που σχετίζονταν με μειωμένη καταπόνηση (μειωμένο ποσοστό % ξηράς ουσίας, αυξημένη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου) σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Ιούλιο. Αυτά τα χαρακτηριστικά φαίνεται ότι θα μπορούσαν να σημαίνουν και αυξημένη παραγωγικότητα της φωτοσύνθεσης σε συνδυασμό με αυξημένη 'εξαγωγή' υδατανθράκων από τα φύλλα. Πράγματι, στους ανώριμους καρπούς βρέθηκε αυξημένο μέγεθος καρπού και συσσώρευση ξηράς ουσίας στο ενδοκάρπιο, ενώ στους ώριμους καρπούς βρέθηκε μικρότερο βάρος ενδοκαρπίου (πιο ώριμος καρπός;) και αυξημένο βάρος σπέρματος και ποσοστό % ψίχας, χωρίς να αλλάζουν τα υπόλοιπα

χαρακτηριστικά της ψίχας που μετρήθηκαν. Φαίνεται λοιπόν ότι ο καολίνης μπορεί να βοηθήσει την αμυγδαλιά μειώνοντας την καταπόνηση, να βελτιώσει την παραγωγικότητα και την ποιότητα του καρπού.

## 5. Βιβλιογραφία

- Almond Board of Australia (2012). Crop Nutrition: It's not just NPK. All About Almonds Fact Sheet.
- Baxter, B (1997) Growing Fruit in Australia. Pan Macmillan Australia.
- Asai, W.K., Micke, W.C., Kester, D.E. & Rough, D. (1996). The evaluation and selection of current varieties. In W.C. Micke (Ed.), Almond Production Manual (pp. 52-60): UC ANR.
- Bailey, L.H. & Bailey, E.Z. (1976). The staff of the Liberty Hyde Bailey Hortorium. Hortus third: A concise dictionary of plants cultivated in the United States and Canada. Macmillan, New York.
- Barber, S.A. (1984). Soil nutrient bioavailability, a mechanistic approach. Wiley. New York.
- Bender, D.A., & Bender, A.E. (2005). A Dictionary of Food and Nutrition. Oxford University Press. ISBN 0198609612.
- Benton – Jones J. (1985). Soil testing and plant analysis: guides to the fertilization of horticultural crops. Hort. Rev. 7, 1-68.
- Bingham, F.T., Elseewi, A., & Oertli, J.J. (1970). Characteristics of boron absorption by excised barley roots. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34, 613-617.
- Brown, P.H., Weinbaum, SA, DeJong, T.M. (2000). Reassessment of Potassium Critical Values. In Years of Discovery (1972-2003). Almond Board of California.
- Charrera, M., G.A. Parasi & R. Monet (1998). Rootstock influence on the performance of the peach variety "Catherine". Acta Hort., 465, 573-577.
- Connell, J. (2017). California almonds: dealing with nutrient deficiencies in wet spring. University of California Cooperative Extension.
- Cook PJ, Landschoot PJ, and Schlossberg MJ (2009) Inhibition of Pythium spp. and suppression of Pythium Blight of turfgrasses with phosphonate fungicides. Plant Dis. 93, 809–814
- Cooper, R.B., Blaser, R.E., Brown, R.H., (1967). Potassium nutrition effects on net photosynthesis and morphology of alfalfa. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 31, 231–235.
- Corelli-Grappadelli, L., & Lakso, A.N. (2002). Fruit development in deciduous tree crops as affected by physiological factors and environmental conditions. Paper presented at the XXVI International Horticultural Congress: Key Processes in the Growth and Cropping of Deciduous Fruit and Nut Trees.
- Faust, M. (1989). Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. John Wiley & Sons, New York.
- Fernández, V., Sotiropoulos, T. & Brown, P. (2013). Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices. International Fertilizer Industry Association, Paris.

- Fritz, A. (1978). Foliar fertilization-A technique for improved crop production. *Acta Hort.* 84, 43–56.
- Génard, M., Dautat, J., Franck, N., Lescourret, F., Moitrier, N., Vaast, P. & Vercambre, G. (2008). Carbon allocation in fruit trees: from theory to modelling. *Trees* 22, 269–282.
- Girma, K., Martin, K.L., Freeman, K.W., Mosali, J., Teal, R.K., Raun, W.R., Moges, S.M. and Arnall, D.B. (2007). Determination of optimum rate and growth for foliar applied phosphorus in corn. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 38, 1137–1154.
- Guest D., Grant B. 1991. The complex action of phosphonates as antifungal agents. *Biol. Rev.* 66, 159-187
- Hawker, J.S. & Buttrose, M.S. (1980). Development of the almond nut (*Prunus dulcis* (Mill) Webb, D. A.) - Anatomy and chemical composition of fruit parts from anthesis to maturity. *Ann. Bot.* 46, 313-321.
- Heerema, R.J., Weinbaum, S.A., Pernice, F. & Dejong, T.M. (2008). Spur survival and return bloom in almond [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A.Webb] varied with spur fruit load, specific leaf weight, and leaf area. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 83, 274–281.
- Huber, S.C. (1985). Role of potassium in photosynthesis and respiration. In: Munson, R.D. (Ed.), *Potassium in Agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 369–396.
- Humble, G.D. & Raschke, K., (1971). Stomatal opening quantitatively related to potassium transport. Evidence from electron probe analysis. *Plant Physiol.* 48, 447–453.
- Jackson, J.E. & Palmer, J.W. (1977a). Effects of shade on the growth and cropping of apple trees. Experimental details and effects on vegetative growth. *J. Hortic. Sci.* 52, 245–252.
- Jackson, J.E. & Palmer, J.W. (1977b). Effects of shade on the growth and cropping of apple trees. Effects on components of yield. *J. Hortic. Sci.* 52: 253–266.
- Janick, J., & Paull, R.E. (2008). *The encyclopedia of fruits & nuts*: CABI, pp. 711-713.
- Kester, D., Martin, G., & Labavitch, J. (1996). Growth and Development. In: *Almond Production Manual*. W. Micke (ed). Oakland, Division of Agriculture and Natural Resources: 90-97.
- Kester, D.E., & Gradziel, T.M. (1996). Almonds. In J. Janick & J.N. Moore (Eds.), *Fruit Breeding*, Vol. III: Nuts (pp. 700-710). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Köhler, E.F. (1897). *Köhler's Medizinal-Pflanzen*.
- Ladizinsky, G. (1999). On the origin of almond. *Gen. Resources Crop Evol.* 46, 143-147.
- Lamp, B.M., Connell, J.H., Duncan, R.A., Viveros, M. & Polito, V.S. (2001). Almond flower development: floral initiation and organogenesis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126, 689–696.

- Lampinen, B.D., Tombesi, S., Metcalf, S.G., DeJong, T.M. (2011). Spur behavior in almond trees: relationships between previous year spur leaf area, fruit bearing and mortality. *Tree Physiol.* 31, 700–706.
- Marschner, H. (1986). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd ed. Academic Press, London.
- Micke, W.C. (1996). *Almond Production Manual*. Division of Agriculture and Natural Resources – University of California Press, 108.
- Mori, A., Lapsley, K. & Mattes R.D. (2011). Almonds (*Prunus dulcis*). *Nuts and Seeds. Health and Disease Prevention*. 168.
- Moulton, K.S. (1996). Marketing. In W.C. Micke (Ed.), *Almond Production Manual* (pp. 3-8): UC ANR.
- Muhammad, S., Sanden, B.L., Lampinen, B.D., Saa, S., Siddiqui, M.I., Smart, D.R., Olivos, A., Shackel, K.A., DeJong, T. & Brown, P.H. (2015). Seasonal changes in nutrient content and concentrations in a mature deciduous tree species: studies in almond (*Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb). *Eur. J. Agron.* 65, 52–68.
- Nortes, P.A., Gonzalez-Real, M.M., Egea, G. & Baille, A. (2009) Seasonal effects of deficit irrigation on leaf photosynthetic traits of fruiting and non-fruiting shoots in almond trees. *Tree Physiol.* 29, 375–388.
- Polito, V.S., K. Pinney, R. Heerema & S.A. Weinbaum. (2002). Flower differentiation and spur leaf area in almond. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 77, 474–478.
- Reidel, E.J. (2000). The effects of differential potassium (K) availability on almond (*Prunus dulcis* (Mill) D.A.Webb) yield determinants and K partitioning strategies between leaves and fruit. MS Thesis. University of California, Davis.
- Saa, S., Fernandez, E. Muhammad, S., Olivos-Del Rio, A, DeJong, T.M., Laca, E, Brown, P., (2017). Increases in leaf nitrogen concentration and leaf area did not enhance spur survival and return bloom in almonds (*Prunus dulcis* Mill. DA webb). *Acta Physiol. Plant*, 39, 10.
- Sarfatti, G. (1960). Studies on the membrane of the almond endosperm haustorium. *Ann. Bot.* 24, 4, 451-457.
- Sedgley, M., & Griffin, A. R. (1989). *Sexual Reproduction of Tree Crops*. London.
- Shear, C.B. & Faust, M. (1980). Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. *Hort. Rev.* 2, 142-163.

- Shearer BL, Fairman RG (2007) A stem injection of phosphite protects *Banksia* species and *Eucalyptus marginata* from *Phytophthora cinnamomi* for at least four years. *Aust. Plant Pathol.* 36:78–86.
- Silva OC, Santos HAA, Dalla Pria M, May-De Mio LL (2011) Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. *Crop Prot.* 30, 598–604.
- Smillie R., Grant B.R., Guest D. 1989. The mode of action of phosphite: Evidence for both direct and indirect action modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. *Phytopathology* 79, 921-926
- Socias i Company, R., Rubio-Cabetas, J., Alonso, J.M., Kodad, O. & Gómez Aparisi J. (2010). An overview of almond cultivars and rootstocks: Challenges and perspectives. *Options Méditerranéennes*, A no. 94, XIV GREMPA Meeting on Pistachios and Almonds, 204-214.
- Thao H.T.B., Yamakawa T. 2009. Phosphite (phosphorous acid): fungicide, fertilizer or bio-stimulator? *Soil Sci. Plant Nutr.* 55, 228-234.
- Tombesi, S., Lampinen, B.A., Metcalf, S. & DeJong, T.M. (2015). Spur fruit set is negatively related with current-year spur leaf area in almond. *HortScience* 50, 322-325.
- Valdebenito, D., Tombesi, S., Tixier, A., Lampinen, B., Brown, P. & Saa, S. (2017). Spur behavior in almond trees (*Prunus dulcis* Mill. DAWebb): effects of flowers, fruit, and "June drop" on leaf area, leaf nitrogen, spur survival and return bloom. *Sci. Hortic.* 215, 15-19.
- Vargas, F.J., & Romero, M.A. (2001). Blooming time in almond progenies. Paper presented at the 11th GREMPA Seminar on pistachios and almonds.
- Weinbaum, S.A. & Muraoka, T.T. (1986). Nitrogen redistribution from almond foliage and pericarp to the almond embryo. *J Am Soc. Hortic Sci.* 111, 224–228.
- Weinbaum, S.A. & Spiegel-Roy, P. (1985). The almond. In *Handbook of Flowering*, Vol. IV. Ed. Halevy A.H. CRC Press inc., Boca Raton, FL, pp. 139–146.
- Wilkinson CJ, Holmes JM, Dell B, Tynan KM, McComb JA, Shearer BL, Colquhoun IJ, Hardy GESTJ (2001) Effect of phosphite on in planta zoospore production of *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathol.* 50, 587–593.
- Wintermans J.E.G and de Mots A., 1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls *a* and *b* and their phenophytins in ethanol. *Biochim. Biophys. Acta* 109, 448-453.
- Workman, D. (2020). Top Almonds Exporters by Country. Retrieved May 1, 2020, from <http://www.worldstopexports.com/top-almonds-exporters-by-country/>
- www.nasga.org/research/Comparison\_of\_Phosphorous\_Acid\_Products1.doc. Last accessed: February 08, 2010.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

Κουκουλάκης Π.Χ. και Παπαδόπουλος Α.Η., 2001. Η Ερμηνεία της Ανάλυσης του Εδάφους. Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 623.

Κουκουλάκης Π.Χ. και Παπαδόπουλος Α.Η., 2003. Η Ερμηνεία της Φυλλοδιαγνωστικής. Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 515.

Νάνος, Γ.Δ. (2013). Η αμυγδαλιά και η καλλιέργεια της. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 10, 8-19.

Νάνος, Γ.Δ. (2019). Διδακτικές Σημειώσεις για το Μάθημα Ειδική Δενδροκομία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Ποντίκης, Κ. (1996). Ακρόδρυα – Πυρηνόκαρπα – Λοιπά Καρποφόρα. Ειδική Δενδροκομία Τόμος ΙΙ. Εκδόσεις Σταμούλη.

Χατζησαββίδης Χ., Αλμαλιώτης Δ., Σωτηρόπουλος Θ. και Ψωμά Π. (2008). Επισκόπηση θρεπτικής κατάστασης οπωρώνων κερασιάς του Ν. Πιερίας. 12<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο, Πύργος, σελ. 443.

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

[www.agmrc.org/](http://www.agmrc.org/)

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

<https://www.statistics.gr/>