

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ: Διερεύνηση των μεθόδων βελτίωσης της παραγωγικότητας και ποιότητας καρπού των καλλιεργούμενων ποικιλιών αμυγδαλιάς, Ferragnes και Texas.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
Βατσανίδου Άννα

Εξεταστική επιτροπή: Γεώργιος Δ. Νάνος (Επιβλέπων Καθηγητής)
Γαλανοπούλου-Σενδουκά Στέλλα
Τσιρόπουλος Νίκος

ΒΟΛΟΣ 2000



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 935/1

Ημερ. Εισ.: 23-10-2003

Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΓΦΖΠ

2000

ΒΑΤ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070354

Στους γονείς μου,

Στέφανο και Στέλλα για την
αμέριστη ηθική και υλική τους
συμπαράσταση

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Γεώργιο Δ. Νάνο, Επίκουρο Καθηγητή Δενδροκομίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, για την συνεχή και ουσιαστική του συμμετοχή στην διεκπεραίωση της πτυχιακής αυτής εργασίας, από το πειραματικό μέρος ως και τη συγγραφή της, καθώς επίσης και για τις πολύτιμες γνώσεις, τις συμβουλές και την καθοδήγηση που μου παρείχε σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Γαλανοπούλου-Σενδουκά Στέλλα, Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Τσιρόπουλο Νίκο, Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την συμμετοχή τους στην διαμόρφωση και εξέταση της πτυχιακής αυτής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την συμπαράσταση και την βοήθεια που μου προσέφεραν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
1.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	2
1.1 Γενικά για την αμυγδαλιά	2
1.2 Λίπανση	14
1.3 Βόριο	18
1.4 Σχέση Βλάστησης-Καρποφορίας	21
1.5 Σκοπός της εργασίας	23
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	24
2.1 Καλλιέργεια αμυγδαλιάς	24
2.2 Μεταχειρίσεις	24
2.3 Μέτρηση της διατομής βλαστού και της καρπόδεσης	25
2.4 Μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης και του ποσοστού ξηράς ουσίας	27
2.5 Μέτρηση του καθαρού ρυθμού φωτοσύνθεσης	28
2.6 Θρεπτική κατάσταση των δένδρων	30
2.7 Μέτρηση της ωριμότητας και ποιότητας του καρπού	30
2.8 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων του πειράματος	31
3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	32
3.1 Εποχή εφαρμογής και επούλωση διπλής χαραγής	32
3.2 Επίδραση της εφαρμογής βορίου και της διπλής χαραγής στη θρεπτική κατάσταση της αμυγδαλιάς	32
3.3 Επίδραση της εφαρμογής βορίου και της διπλής χαραγής στην καρπόδεση της αμυγδαλιάς	34
3.4 Επίδραση της εφαρμογής βορίου και της διπλής χαραγής στην ποιότητα καρπού της αμυγδαλιάς	37
3.5 Επίδραση της διπλής χαραγής στη φυσιολογία φύλλου της αμυγδαλιάς	42
4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ	48
4.1 Επίδραση της εφαρμογής Βορίου	48
4.2 Διπλή χαραγή και θρέψη αμυγδαλιάς	48
4.3 Φυσιολογία φύλλου σε σχέση με τον χρόνο	49

4.4 Διαφορές μεταξύ Texas και Ferragnes στη φυσιολογία φύλλου και ποιότητα καρπού.	50
4.5 Διαφορές μεταξύ χαραγών και μάρτυρα	52
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	56
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58
6.1 Ελληνική βιβλιογραφία	58
6.2 Ξένη βιβλιογραφία	58

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις δύο κύριες καλλιεργούμενες ποικιλίες αμυγδαλιάς στην Ελλάδα (Ferragnes και Texas) έγινε διαφυλλική εφαρμογή βορίου (B) την περίοδο άνθησης, καθώς και διπλή χαραγή, σε ένα υποβραχίονα ανά δένδρο, σε τρία στάδια ανάπτυξης του καρπού, με σκοπό τη βελτίωση της ανόργανης και οργανικής θρέψης των κλάδων και τη βελτίωση της παραγωγικότητας. Έγιναν μετρήσεις του ποσοστού καρπόδεσης, της φυσιολογίας φύλλου καθώς και της ποσότητας και ποιότητας των καρπών στην συγκομιδή. Πέντε εφαρμογές B στην περίοδο της άνθησης δεν βελτίωσαν την ανόργανη θρεπτική κατάσταση καθώς και την παραγωγικότητα και ποιότητα των καρπών στις δύο ποικιλίες που εξετάστηκαν. Ελάχιστες διαφορές βρέθηκαν μεταξύ των δύο ποικυλιών όσον αφορά τη θρεπτική τους κατάσταση με τα φύλλα της ποικιλίας Ferragnes να έχουν υψηλότερη συγκέντρωση Fe και χαμηλότερη συγκέντρωση B από τα φύλλα της ποικιλίας Texas. Όσον αφορά τη φυσιολογία αμυγδαλιάς, η ξηρά ουσία παρέμεινε σε κάποιο ποσοστό στα φύλλα έως τα τέλη Ιουλίου, ενώ η συγκέντρωση χλωροφύλλης μειωνόταν σταδιακά από τις αρχές Ιουλίου. Έτσι τον Ιούλιο, ενώ μειωνόταν η δυνατότητα φωτοσύνθεσης, η περισσότερη παραγόμενη ξηρά ουσία μετακινούνταν προς τον καρπό και κύρια στο σπέρμα. Η ποικιλία Ferragnes βρέθηκε να φωτοσυνθέτει και να παράγει μεγαλύτερη ποσότητα ξηράς ουσίας κατά τη θερινή περίοδο και αυτή η ξηρά ουσία να μετακινείται σε μεγάλο βαθμό στον καρπό με αποτέλεσμα η ποικιλία Ferragnes να είναι πιο παραγωγική σε συνολικό νωπό ή ξηρό βάρος σπέρματος και συνολικό βάρος καρπού από την ποικιλία Texas. Η ποικιλία Texas συμπεριφέρθηκε σαν ξηροθερμική ποικιλία, καθώς ο ρυθμός παραγωγής ξηράς ουσίας ήταν χαμηλός την περίοδο υψηλών θερμοκρασιών και μόνο όψιμα βρέθηκε να λειτουργεί με ταχείς ρυθμούς. Η διπλή χαραγή που έγινε στα τέλη Απριλίου επουλώθηκε δύσκολα και προκάλεσε σημαντική τροποποίηση της φυσιολογίας του κλάδου καθώς μείωσε τη συνολική παραγόμενη ξηρά ουσία του υποβραχίονα αλλά αύξησε την παραγωγή καρπού, δηλαδή ένα σημαντικό ποσό της ξηράς ουσίας μεταφέρθηκε στον καρπό. Η διπλή χαραγή που έγινε στις αρχές Ιουνίου προκάλεσε αύξηση στην παραγόμενη ξηρά ουσία του κλάδου, αλλά αυτή δεν κατευθύνθηκε στους καρπούς με αποτέλεσμα να μειωθεί η παραγωγικότητα του καρπού. Τέλος η διπλή χαραγή που έγινε στις αρχές Ιουλίου επουλώθηκε πολύ γρήγορα και δε φαίνεται να προκάλεσε κάποια σημαντική αλλαγή στη φυσιολογία του κλάδου.

1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1.1 Γενικά για την αμυγδαλιά

Η αμυγδαλιά ανήκει στα πυρηνόκαρπα και το επιστημονικό της όνομα σήμερα, είναι *Prunus dulcis* (Mill) D.A. Webb. Τα επιστημονικά ονόματα που χρησιμοποιούνταν πιο παλιά ήταν *Prunus amygdalus* Batsch, και *Prunus communis* (L.) Arcangeli, non-Huds. Κατάγεται από τη Δ. Ασία από όπου μεταφέρθηκε στην Ελλάδα, Β. Αφρική, Ευρώπη και μετά στις Η.Π.Α. Καλλιεργείται στις παραμεσόγειες χώρες, στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α., στην Περσία, Χιλή και σε άλλα μέρη (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακα 1) παρουσιάζονται οι χώρες καλλιέργειας της αμυγδαλιάς, η παραγωγή ψίχας σε τόνους, καθώς και το ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής κάθε χώρας.

Πίνακας 1. Χώρες καλλιέργειας αμυγδαλιάς, παραγωγή ψίχας (tons) και τα ποσοστά παραγωγής κάθε χώρας (1993) (Statistical Supplement, 1995).

ΧΩΡΕΣ	Παραγωγή (1.000 tons)	% Παγκόσμιας παραγωγής
Ελλάδα	57	4,8
Ιταλία	100	8,4
Μαρόκο	55	4,6
Πορτογαλία	20	1,7
Ισπανία	251	21,0
Τυνησία	47	3,9
Τουρκία	48	4,0
Η.Π.Α.(Καλιφόρνια)	356	29,8
Άλλες χώρες	261	21,8
Σύνολο	1.195	100,0

Από τον Πίνακα 1 διαπιστώνεται ότι στην Ελλάδα παράγεται το 4,8% της παγκόσμιας παραγωγής των αμυγδάλων. Συγκεκριμένα για την Ελλάδα (Πίνακας 2), καλλιεργούνται με αμύγδαλα 507,5 χιλιάδες στρέμματα με συνολικό αριθμό δένδρων περίπου 10.151.000 δένδρα (20 δένδρα/στρέμμα). Η συνολική παραγωγή το έτος

1993 σε ολόκληρη την Ελλάδα ήταν 60.456 τόνοι που αντιστοιχούν σε παραγωγή 5,9 κιλών ανά δένδρο ή 0,12 τόνους ανά στρέμμα.

Πίνακας 2. Κύριες περιοχές καλλιέργειας αμυγδαλιάς στην Ελλάδα, ετήσια παραγωγή και αντίστοιχα ποσοστά για κάθε περιοχή (Ε.Σ.Υ.Ε., 1993)

ΠΕΡΙΟΧΕΣ	Παραγωγή (tons)	% Ελληνικής παραγωγής
Στερεά Ελλάδα & Εύβοια	8.146	13,5
Πελοπόννησος	6.693	11,1
Νησιά Ιονίου	1.653	2,7
Ήπειρος	852	1,4
Θεσσαλία	21.308	35,3
Μακεδονία	15.140	25,0
Θράκη	1.892	3,1
Νησιά Αιγαίου & Κρήτη	4.772	7,9

Από τον Πίνακα 2 προκύπτει ότι η αμυγδαλιά είναι ένα σημαντικό οπωροφόρο για τη Θεσσαλία και συγκεκριμένα τους νομούς Μαγνησίας και Λάρισας όπου καλλιεργείται συστηματικά. Παρατηρείται ότι περίπου το 1/3 της Ελληνικής παραγωγής αμύγδαλου παράγεται σε αυτή την περιοχή και ειδικά στο νομό Μαγνησίας φθάνει τις 11.258 τόνους δηλαδή ποσοστό 18,6%, ενώ στο νομό Λάρισας 9.684 με ποσοστό 16% της Ελληνικής παραγωγής.

Η αμυγδαλιά καλλιεργείται κυρίως για το ξηρό καρπό της. Η αμυγδαλόπιχα χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική, σοκολατοποιία, ή καταναλίσκεται ως ψημένος ξηρός καρπός (Σφακιωτάκης, 1993).

1.1.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το δένδρο της αμυγδαλιάς φθάνει το ύψος των 4-6 m. Έχει ριζικό σύστημα βαθύ και πλούσιο. Δένδρα από σπόρο που παρέμειναν στη θέση όπου φύτεψαν διαθέτουν πασσαλώδη ρίζα και μεγάλη αντοχή στην ξηρασία. Οι βλαστοί έχουν χρώμα αρχικά πρασινορόδινο, κατόπιν καστανό και σε μεγάλη ηλικία ο φλοιός τους σχίζεται. Οι οφθαλμοί είναι εμφανείς και κυμαίνονται από 1-3 κατά γόνατο (Βασιλακάκης και Θερίος, 1994). Οι ανθοφόροι οφθαλμοί είναι απλοί, δηλαδή

παράγουν ένα άνθος ανά οφθαλμό (Βασιλακάκης, 1996). Τα φύλλα είναι λογχοειδή, ανοιχτοπράσινα, χωρίς τρίχες.

Τα άνθη είναι λευκά ή λευκορόδινα, μονήρη, περίγυνα, εμφανίζονται πριν από τα φύλλα και φέρονται πλάγια στους βλαστούς ή σε ροζέτες. Κάθε άνθος έχει 5 σέπαλα, 5 πέταλα, 30 στήμονες και απλό ύπερο με 2 σπερμοβλάστες. Από τις 2 σπερμοβλάστες συνήθως μόνο η μία δίνει σπέρμα, δεν είναι όμως σπάνιες οι περιπτώσεις διπλόσπερων καρπών. Το ποσοστό των καρπών με διπλά σπέρματα είναι χαρακτηριστικό των ποικιλιών και πάντοτε αναφέρεται στην περιγραφή τους.

Η εποχή άνθησης εξαρτάται από την ποικιλία και την περιοχή όπου αναπτύσσεται το δένδρο. Γενικώς όμως ανθίζει νωρίς και συχνά τα άνθη παθαίνουν ζημιά από παγετό, αν δε φυτευτεί η κατάλληλη ποικιλία στο κατάλληλο περιβάλλον (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

Η αμυγδαλιά συνήθως παράγει πολλά άνθη, από τα οποία 40-45 % πρέπει να γονιμοποιηθούν για να δώσουν μια καλή καρποφορία εφ' όσον το δέντρο αρδεύεται, λιπαίνεται και κλαδεύεται κανονικά (Βασιλακάκης, 1996).

Ο καρπός είναι δρύπη με περικάρπιο πράσινο και τρυφερό στην αρχή, που κατά την ωρίμανση γίνεται δερματώδες και τελικά σχίζεται και ξηραίνεται. Το ενδοκάρπιο είναι σκληρό, ημίσκληρο ή μαλακό. Η σκληρότητα του ενδοκαρπίου χαρακτηρίζει τις ποικιλίες σε σκληροκέλυφες, ημίσκληρες και απαλοκέλυφες.

Το σπέρμα μπορεί να είναι γλυκό ή πικρό. Οι αμυγδαλιές με πικρό σπέρμα καλλιεργούνται σε πολύ μικρή έκταση για παραγωγή λαδιού, που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία καλλυντικών. Οι γλυκοπύρηνες αμυγδαλιές είναι εκείνες που καλλιεργούνται κυρίως σε μεγάλες εκτάσεις για τον εκλεκτό καρπό τους.

Η αμυγδαλιά μοιάζει στα χαρακτηριστικά της με τη ροδακινιά. Μάλιστα είναι δυνατή η δημιουργία υβριδίων μεταξύ των δύο ειδών όπως το GF-677, που χρησιμοποιείται σαν υποκείμενο της ροδακινιάς και, τελευταία, της αμυγδαλιάς. Πιστεύεται ότι τα δύο είδη έχουν κοινούς προγόνους.

Υπάρχουν και καλλωπιστικά είδη αμυγδαλιάς, που φυτεύονται σε πάρκα, για τα μονά ή διπλά άνθη τους. Τα είδη αυτά είναι νάνα και φθάνουν σε ένα ύψος γύρω στα 60-70 εκ. (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

α. Τρόπος καρποφορίας

Η αμυγδαλιά αρχίζει να καρποφορεί στο 3^ο-4^ο έτος και μπαίνει στην πλήρη καρποφορία στο 8^ο-9^ο έτος.

Καρποφορεί κυρίως σε ανθοδέσμες (ροζέτες), σε μικτούς βλαστούς και λεπτοκλάδια του παρελθόντος έτους (Βασιλακάκης, 1996). Μερικές ποικιλίες, όπως για παράδειγμα η Truuito, καρποφορούν περισσότερο σε ροζέτες και λιγότερο σε λεπτοκλάδια, ενώ άλλες, όπως η Texas, καρποφορούν τόσο σε ροζέτες όσο και σε λεπτοκλάδια. Οι ποικιλίες που καρποφορούν περισσότερο σε ροζέτες έχουν την τάση να παρενιαυτοφορούν. Για να αποφευχθεί η παρενιαυτοφορία επιβάλλεται να γίνεται συστηματικό κλάδεμα κάθε 1-2 χρόνια (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

β. Ασυμβίβαστο αμυγδαλιάς

Στην πλειονότητά τους οι ποικιλίες αμυγδαλιάς είναι αυτόστειρες και χρειάζονται επικονιαστές και μέλισσες για μια ικανοποιητική καρπόδεση (Πίνακας 3). Υπάρχουν και μερικές ποικιλίες αυτογόνιμες, όπως η Truuito. Το αυτογόνιμο στην αμυγδαλιά είναι επιθυμητό χαρακτηριστικό, διότι το δέντρο ανθίζει νωρίς την άνοιξη και πολλές φορές οι καιρικές συνθήκες δεν είναι αρκετά ευνοϊκές για να πετάξουν οι μέλισσες (θερμοκρασία κάτω των 12°C), οπότε και δεν επιτυγχάνεται ικανοποιητική σταυρεπικονίαση. Στις περιπτώσεις αυτές οι αυτογόνιμες ποικιλίες, και ιδιαίτερα η ποικιλία Truuito που παρουσιάζει σε υψηλό ποσοστό φυσική αυτεπικονίαση, είναι οι πλέον κατάλληλες. Όμως συγκεκριμένα για την ποικιλία Truuito υπάρχουν προβλήματα, όπως είναι η μεγάλη της ευαισθησία στην ασθένεια μονίλια και πολύστιγμα, που αποκλείουν την εκτεταμένη χρήση της. Εξαιτίας των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν οι αυτογόνιμες ποικιλίες καταβάλλονται προσπάθειες από τους υβριδιστές να δημιουργηθούν νέες αυτογόνιμες ποικιλίες και η ποικιλία Truuito θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ένας από τους δυο γονείς σε παρόμοια προγράμματα (Βασιλακάκης, 1996).

Πίνακας 3. Επικονιαζόμενες ποικιλίες και οι καλύτεροι επικονιαστές τους

Επικονιαζόμενη ποικιλία	Επικονιαστές
Ferraduel	Ferragnes, Αι
Ferragnes	Αι, Ferraduel, Ρέτσου
Ρέτσου	Texas, Ferragnes
Texas	Αι, Truuito, Marcona, Ρέτσου

1.1.2. Ποικιλίες

Οι ποικιλίες κατατάσσονται με διάφορα κριτήρια όπως τη σκληρότητα του κελύφους (σκληρό, ημίσκληρο, αφράτο), την περιεκτικότητα του καρπού σε ψίχα, την εποχή άνθησης (πρωιμανθείς, οψιμανθείς) κ.α. (Βασιλακάκης, 1996).

α. Σκληροκέλυφες ποικιλίες: Οι ποικιλίες αυτές έχουν καρπό με σκληρό κέλυφος συνήθως είναι μεγαλόκαρπες και έχουν σχετικά χαμηλό ποσοστό ψίχας (25%-40%). Εδώ ανήκουν πολλές τοπικές ποικιλίες, όπως οι: "Γίγαντες", τα "Ροδακινάτα Κύμης", καθώς και ποικιλίες ξενικής προελεύσεως όπως η "Truuito", η "Ferragnes", η "Ferraduel" και "ΑΙ".

Η σημαντικότερη ποικιλία από τις σκληροκέλυφες είναι η Ferragnes, η οποία επικονιάζεται από τη Ferraduel, Αί και Ρέτσου.

FERRAGNES: Ποικιλία Γαλλικής προέλευσης. Εδώ και αρκετά χρόνια διαδίδεται πολύ στη χώρα μας διότι είναι δένδρο ζωηρό, μπαίνει γρήγορα στη καρποφορία, είναι παραγωγικό. Παράγει καρπούς μέσου μεγέθους, σκληροκέλυφους και επειδή ανθίζει αργά είναι κατάλληλη για την Β. Ελλάδα. Ανθίζει 7 περίπου ημέρες μετά την Texas. Συγκομίζεται περίπου 19 ημέρες πριν από την Texas και έχει αναλογία ψίχας 34,2% (Βασιλακάκης, 1996).

β. Ημίσκληρες: Η σημαντικότερη ημίσκληρη ποικιλία είναι η Texas, η οποία επικονιάζεται από την Truuito, τη Ρέτσου και την Αί.

TEXAS: Ποικιλία Αμερικάνικης προέλευσης, ορθόκλαδη, ζωηρή. Είναι οψιμανθής και κατάλληλη για τη Β. Ελλάδα. Παράγει καρπό μετρίου μεγέθους με αναλογία ψίχας 46,2%. Ποικιλία που αναπτύσσεται πολύ καλά σε γόνιμα και αρδευόμενα εδάφη. Ο καρπός της συγκομίζεται μέσα Σεπτεμβρίου. Παρουσιάζει υψηλό ποσοστό διπλών σπερμάτων (21,5%) και αυτό είναι μειονέκτημα της ποικιλίας αυτής. Το σπέρμα της λόγω συμμετρικού σχήματος προτιμάται πάρα πολύ από τη βιοτεχνία κουφέτων.

Είναι πολύ ανθεκτική στη μονίλια, μετρίως ανθεκτική στο κορόνιο, στη σκωρίαση και ικανοποιητικώς ανθεκτική στο μύκητα πολύστιγμα. Στη Χώρα μας η ποικιλία παρουσιάζει πρόβλημα μειωμένης καρποφορίας που μάλλον συσχετίζεται με τα άγονα εδάφη στα οποία φυτεύθηκε. Μεγάλο πρόβλημα στην ποικιλία αυτή είναι και η καρπόπτωση την άνοιξη για λόγους που δεν έχουν διευκρινιστεί ακόμη (Βασιλακάκης, 1996).

γ. Απαλοκέλυφες: Στις ποικιλίες με αφράτο κέλυφος ανήκουν η Αφράτα Χίου και η Ρέτσου

ΡΕΤΣΟΥ: Ποικιλία Ελληνικής προέλευσης, οψιμανθής, κατάλληλη για τη Β. Ελλάδα. Ανθίζει λίγες μέρες μετά την Texas. Κατάλληλοι επικονιαστές οι ποικιλίες Texas και Ferragnes. Ο καρπός της είναι επιμήκης και έχει αναλογία ψίχας 52- 64 %. Η ποικιλία αυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα αλλά και σοβαρά μειονεκτήματα. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα είναι ότι αποτελεί δένδρο που μπαίνει γρήγορα στην καρποφορία, αντέχει πάρα πολύ στην ξηρασία και στο ασβέστιο, καρποφορεί πολύ και κάθε χρόνο και ανθίζει όψιμα. Το κυριότερο μειονέκτημά της είναι η ευπάθεια της στις ασθένειες της μονιλίας και της σκωρίασης (Βασιλακάκης, 1996).

ΑΦΡΑΤΑ ΧΙΟΥ: Ποικιλία που προήλθε από Χίο και καλλιεργείται σε όλη τη Ν. Ελλάδα. Έχει αναλογία ψίχας 50-52 % .Ο καρπός της είναι μικρός, με κανονικό σχήμα και εύγεστος. Ανθίζει πάρα πολύ νωρίς και είναι ακατάλληλη για τη Β. Ελλάδα (Βασιλακάκης, 1996).

Υπάρχουν πάρα πολλές ποικιλίες αμυγδαλιάς που καλλιεργούνται ανά τον κόσμο. Στην Ελλάδα με βάση τα παραπάνω οι ποικιλίες που συνιστώνται και καλλιεργούνται είναι οι "Ferragnes" και "Texas" (Βασιλακάκης, 1996).

1.1.3. Υποκείμενα

Η αμυγδαλιά πολλαπλασιάζεται με ενοφθαλμισμό με όρθιο Ταφ πάνω σε διάφορα υποκείμενα. Τα υποκείμενα αυτά είναι σπορόφυτα ή κλώνοι.

Σπορόφυτα ροδακινιάς: Αυτά χρησιμοποιούνται σε αρδευόμενες περιοχές με εδάφη που στραγγίζουν καλά. Αν οι νηματώδεις αποτελούν πρόβλημα τότε προτιμώνται τα υποκείμενα Nema-guard ή τα υβρίδια αμυγδαλιάς-ροδακινιάς (HANSEN 2168 ή 536). Δεν χρησιμοποιείται στην Ελλάδα.

Marriana 2624: Χρησιμοποιείται σε πολύ ειδικές περιπτώσεις που επιθυμούμε να αξιοποιήσουμε υγρά εδάφη. Παρουσιάζει ασυμφωνία με ορισμένες ποικιλίες.

P. amygdalus: Σπορόφυτα που προέρχονται από άγρια αμυγδαλιά, από την ποικιλία Texas ή άλλη ποικιλία αμυγδαλιάς. Είναι ευαίσθητα στη φυτόφθορα, στο *Bacterium tumefaciens*, στους νηματώδεις *Meloidogyne incognita*, *Platylenchus vulnus* και στο μύκητα *Armillaria mellea*. Έχει βαθύ ριζικό σύστημα και είναι κατάλληλο για περιοχές με περιορισμένες δυνατότητες άρδευσης καθώς αντέχει σε

υψηλή περιεκτικότητα ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος, είναι το κύριο υποκείμενο αμυγδαλιάς στη χώρα μας (Βασιλακάκης, 1996; Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

GF-677: Κλώνος που δημιουργήθηκε από ένωση ροδακινιάς-αμυγδαλιάς και αποτελεί το υποκείμενο που χρησιμοποιείται πιο συχνά σήμερα. Πολλαπλασιάζεται με μοσχεύματα και μικροπολλαπλασιασμό. Έχει αρκετά πλεονεκτήματα, όπως είναι η ζωηρότητα του, η αντοχή του στην ξηρασία, η ανθεκτικότητά του σε Ca και στους νηματώδεις, ο πολλαπλασιασμός του με ιστοκαλλιέργεια και τέλος η ισχυρή ικανότητα πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Είναι κατάλληλο και για ξηρικές καλλιέργειες αμυγδαλιάς.

1.1.4 Κλίμα και έδαφος

Η αμυγδαλιά αναπτύσσεται και καλλιεργείται σε θερμά κλίματα κυρίως λόγω του ότι ανθίζει νωρίς την άνοιξη. Τις τελευταίες δεκαετίες που άρχισαν να καλλιεργούνται και οψιμανθείς ποικιλίες η αμυγδαλιά πήγε βορειότερα σε πιο ψυχρά κλίματα, όπως της Κεντρικής και της Β. Ελλάδας. Πρέπει οπωσδήποτε, ακόμη και όταν φυτεύονται οψιμανθείς ποικιλίες, να αποφεύγονται παγετόπληκτες περιοχές.

Η αμυγδαλιά έχει περιορισμένες απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες για τη διακοπή του ληθάργου των οφθαλμών της. Για τις πιο πολλές ποικιλίες 250-300 ώρες θερμοκρασίας κάτω των 7°C είναι αρκετές για να διακοπεί ο λήθαργος των οφθαλμών τους. Θερμοκρασίες υψηλότερες των 7°C, όπως 10 ή 14°C, μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες της αμυγδαλιάς για διακοπή του ληθάργου των οφθαλμών της εφόσον βέβαια διαρκέσουν περισσότερο από 400 ώρες.

Η αμυγδαλιά είναι ευαίσθητη σε μυκητολογικές ασθένειες, ιδιαίτερα στη μονίλια, και γι' αυτό πρέπει να καλλιεργείται σε περιοχές ξηροθερμικές, με μειωμένη υγρασία και βροχοπτώσεις και θερμοκρασία > 12°C κατά τη διάρκεια της άνθησης. Επί πλέον επειδή είναι φυτό βασικά σταυρογονιμοποιούμενο, οι καιρικές συνθήκες στην άνθιση πρέπει να είναι ευνοϊκές για να επιτευχθεί η σταυρεπικονίαση.

Η αμυγδαλιά μπορεί να αναπτυχθεί σε ποικιλία εδαφών. Σαν δένδρο αντέχει στην ξηρασία και στο ασβέστιο περισσότερο από όλα τα άλλα πυρηνόκαρπα, αλλά οι μεγαλύτερες αποδόσεις λαμβάνονται στα γόνιμα, ελαφρά, καλώς στραγγιζόμενα και αρδευόμενα εδάφη. Οπωσδήποτε με την κατάλληλη λίπανση και άρδευση μπορεί να αξιοποιήσει εδάφη που δεν μπορούν να αξιοποιηθούν από άλλα οπωροφόρα (Βασιλακάκης, 1996).

1.1.5. Καλλιέργεια

α. Εγκατάσταση οπωρώνα

Για να είναι οικονομικά συμφέρουσα η εγκατάσταση οπωρώνα αμυγδαλιάς πρέπει προηγουμένως να λαμβάνονται υπόψη ορισμένοι βασικοί παράγοντες, όπως κλίμα (παγετοί άνοιξης, βροχοπτώσεις κυρίως κατά την περίοδο ανθοφορίας), έδαφος, ύπαρξη νερού για άρδευση και δυνατότητα μηχανοποίησης της καλλιέργειας, που αναλύονται παρακάτω:

1. Πρέπει να αποφεύγονται οι **παγετόπληκτες περιοχές**. Για την Ν. Ελλάδα συνιστώνται ποικιλίες με μικρές απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες, για τη διακοπή του λήθαργου τους. Αντίθετα για τη Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα συνιστώνται οψιμανθείς ποικιλίες όπως Texas και Ferragnes.
2. Περιοχές με **βροχοπτώσεις**, υψηλή σχετική υγρασία και χαμηλή θερμοκρασία **κατά την περίοδο ανθοφορίας** είναι ακατάλληλες, διότι η αμυγδαλιά είναι ευαίσθητη στο μύκητα μονύλια, που μπορεί να καταστρέψει τα άνθη και να μηδενίσει την παραγωγή ορισμένων ποικιλιών. Επίσης επειδή οι περισσότερες ποικιλίες αμυγδαλιάς είναι αυτόστειρες απαραίτητοι είναι οι επικονιαστές και οι μέλισσες, για καλή σταυρεπικονίαση. Στις περιοχές αυτές μπορούν να συστηθούν για φύτευση αυτογόνιμες ποικιλίες, που συγχρόνως είναι ανθεκτικές στην μονύλια.
3. Επειδή η αμυγδαλιά είναι ευαίσθητη στην υπερβολική υγρασία, τα **υγρά και συνεκτικά εδάφη** πρέπει να αποφεύγονται ή να χρησιμοποιείται σε αυτές τις περιπτώσεις σαν υποκείμενο η δαμασκηλιά.
4. Η **δυνατότητα για άρδευση** είναι ένας σημαντικός παράγοντας, διότι επηρεάζει πολύ την απόδοση του δέντρου, την ποιότητα της ψίχας και την απόσπαση του περικαρπίου. Υπολογίζεται ότι η απόδοση των ξηρικών αμυγδαλεώνων αντιστοιχεί στα 30-40% εκείνης των ποτιστικών
5. **Δυνατότητα μηχανοποίησης** της καλλιέργειας, εξαρτάται από την κλίση του εδάφους και την έκταση των οπωρώνων. Επίπεδα ή με μικρή κλίση εδάφη είναι κατάλληλα για μηχανοποίηση της καλλιέργειας. Η έκταση του οπωρώνα και η οικονομική κατάσταση του παραγωγού θα καθορίσουν τη δυνατότητα αγοράς των απαραίτητων μηχανημάτων (ψεκαστήρες, δονητής, αποφλοιωτήρας) (Βασιλακάκης και Θερίος, 1994).

β. Συστήματα φύτευσης και διαμόρφωσης της κόμης

Η αμυγδαλιά φυτεύεται κατά τετράγωνα και με αποστάσεις φύτευσης 6-8Χ6-8 m, ή και σε σχήμα ρόμβο με μικρότερες όμως αποστάσεις φύτευσης, αλλά μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης. Οι επικονιαστές φυτεύονται κατά γραμμές και είναι δυνατόν να γίνουν οι εξής συνδυασμοί:

1. Δύο γραμμές της κύριας ποικιλίας και μία του επικονιαστή.
2. Δύο γραμμές της κύριας ποικιλίας και δύο γραμμές του επικονιαστή.

Η φύτευση των επικονιαστών σε ξεχωριστές γραμμές διευκολύνει τη συγκομιδή.

Τα συνηθέστερα σχήματα διαμόρφωσης της κόμης είναι το ελεύθερο κύπελλο και η κυπελλοπυραμίδα. Και τα δύο σχήματα είναι αρκετά ανοιχτά και επιτρέπουν τον καλό αερισμό και φωτισμό της κόμης (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994; Βασιλακάκης, 1996).

γ. Κλάδεμα καρποφορίας

Η αμυγδαλιά για να αποδώσει ικανοποιητικά πρέπει να έχει πλούσια κόμη με πολλές ροζέτες. Επειδή όμως είναι ευαίσθητη σε μυκητολογικές ασθένειες πρέπει οι βλαστοί να αραιώνονται, έτσι ώστε η κόμη να φωτίζεται και να αερίζεται.

Σε δέντρα νεαρής ηλικίας το κλάδεμα καρποφορίας συνιστάται μόνον σε αφαίρεση πυκνών, προσβεβλημένων από μονίλια και ξηρών βλαστών (**κλαδοκάθαρος**). Όταν τα δέντρα καρποφορήσουν για μερικά χρόνια, τότε εκτός από τις αφαιρέσεις βλαστών γίνονται και βραχύνσεις πολυετών βλαστών, με σκοπό τόσο τη δημιουργία νέας ετήσιας βλάστησης όσο και νέων ροζετών, γιατί οι ροζέτες καρποφορούν για 3-4 χρόνια (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

δ. Άρδευση

Η αμυγδαλιά παρουσιάζει για τη χώρα μας δύο κρίσιμες περιόδους υδατικών απαιτήσεων. Η μία είναι σχεδόν στο Μάιο, οπότε αυξάνεται κυρίως ο καρπός και αναπτύσσεται το σπέρμα και η άλλη μέσα στον Αύγουστο, οπότε και γίνεται η διαφοροποίηση των οφθαλμών.

Η αμυγδαλιά αντέχει στην ξηρασία περισσότερο από όλα τα άλλα πυρηνόκαρπα, αλλά εάν δεν αρδεύσουμε τότε η απόδοση είναι πολύ μικρή και το γέμισμα του καρπού με ψίχα φτωχό. Επί πλέον το δερματώδες περικάρπιο κολλάει πάνω στο σκληρό ενδοκάρπιο και δύσκολα αποκολλάται. Η μικρή απόδοση, λόγω ανεπάρκεια ύδατος, δεν οφείλεται τόσο στη μειωμένη διαφοροποίηση ανθοφόρων

οφθαλμών όσο στις έντονες καρποπτώσεις. Η ποικιλία Texas είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην έλλειψη νερού και γι' αυτό δε συνιστάται η φύτευσή της εκεί όπου δεν υπάρχει νερό για άρδευση.

Οι αμυγδαλιές που αρδεύονται παράγουν πολλούς καρπούς και γεμάτους από ψίχα, οι αρδεύσεις όμως δεν πρέπει να είναι πολύ πυκνές γιατί η αμυγδαλιά δεν ανέχεται την υπερβολική υγρασία ιδιαίτερα όταν αυτό συνδυάζεται με βαρύ έδαφος (Βασιλακάκης, 1996). Πάντως οι αρδεύσεις αρχίζουν το Μάιο και συνεχίζονται ως τον Σεπτέμβριο (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

Το νερό άρδευσης που χρησιμοποιείται πρέπει να ελέγχεται ως προς την ποιότητα του και κυρίως στην περιεκτικότητα των ολικών αλάτων του. Τα εδάφη θα πρέπει να διατηρούνται σε καλή κατάσταση, δηλαδή να είναι μη αλατούχα-μη νατριωμένα, κάτι που επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση καλής ποιότητας νερού και με επαρκή στράγγιση των εδαφών (Μήτσιος, 1999).

Οι καταλληλότερες μέθοδοι άρδευσης ενός αμυγδαλεώνα, είναι το σύστημα χαμηλών εκτοξευτήρων (μπεκ) μικρού όγκου, αλλά κυρίως είναι το σύστημα της στάγδην άρδευσης.

1.1.6. Ανάπτυξη καρπού-Ωρίμανση-Συγκομιδή

Το εδώδιμο τμήμα του αμυγδάλου είναι το σπέρμα, σε αντίθεση με τα άλλα πυρηνόκαρπα. Το σπέρμα προέρχεται από τη γονιμοποίηση του ωαρίου και τα χαρακτηριστικά του εξαρτώνται κυρίως από το γενότυπο του μητρικού δέντρου και πολύ λίγο από το γενότυπο του επικονιαστή (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

Κατ' αρχήν αναπτύσσεται το σκληρό ενδοκάρπιο και εξωκάρπιο και όταν αυτά έχουν αποκτήσει σχεδόν το τελικό τους μέγεθος τότε το σπέρμα έχει αποκτήσει το 100% του τελικού μεγέθους του και μόνο το 10% του τελικού του βάρους. Στη συνέχεια αποθησαυριστικές ουσίες συγκεντρώνονται στο σπέρμα και αποκτά το τελικό βάρος του σε 35-40 ημέρες. Επιπλέον, κοντά στη συγκομιδή έχουμε μερική αφυδάτωση του σπέρματος.

Όταν ο καρπός αρχίσει να ωριμάζει τότε το δερματώδες περικάρπιο ανοίγει και αποκολλάται από το σκληρό ενδοκάρπιο. Σε μερικές ποικιλίες ανοίγει περισσότερο, σε άλλες λιγότερο. Επιθυμητό χαρακτηριστικό είναι το καλό άνοιγμα του περικαρπίου. Μετά το στάδιο αυτό οι καρποί πέφτουν εύκολα ή δύσκολα και αυτό εξαρτάται από την ποικιλία.

Η συγκομιδή των καρπών γίνονταν και γίνεται σε πολλές περιπτώσεις με χτύπημα των βλαστών (ραβδισμός). Κάτω από τα δέντρα στρώνονται λινάτσες ή πυκνά δίχτυα πολυαιθυλενίου, στην συνέχεια οι βλαστοί ραβδίζονται και οι καρποί πέφτουν. Σήμερα στην Ελλάδα μερικοί αμυγδαλοπαραγωγοί για τη συγκομιδή χρησιμοποιούν μικρούς δονητές που δουλεύουν με κομπρεσέρ. Οι δονητές έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν πληγώνουν τα δέντρα, και το κόστος είναι μικρότερο. Σε άλλες χώρες αυτός ο τρόπος συγκομιδής είναι και ο μοναδικός.

Αφού μαζευτούν οι καρποί πηγαίνουν στις αποφλοιωτικές μηχανές και κατόπιν στον ήλιο για στέγνωμα. Αφού στεγνώσουν, τοποθετούνται σε σάκους και είτε πωλούνται με το ενδοκάρπιο ή πρώτα σπάζονται σε σπαστήρες και μετά πωλούνται ως ψίχα (Βασιλακάκης, 1996).

Τα αμύγδαλα είναι πλούσια πηγή λιπών, πρωτεϊνών και αλάτων ασβεστίου, καλίου και φωσφόρου (Πίν. 4). Είναι ο πλουσιότερος σε ελαϊκό οξύ (μονοακόρεστο) ξηρός καρπός με 73% των συνολικών λιπαρών οξέων να είναι ελαϊκό οξύ (παρόμοια συγκέντρωση με το ελαιόλαδο). Γι' αυτό και το λίπος του αμυγδάλου είναι ανθεκτικότερο στην οξείδωση από το λίπος άλλων ξηρών καρπών. Επίσης είναι πλούσια πηγή βιταμινών.

Πίνακας 4. Χημική σύσταση της αμυγδαλόψιχας.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	σε 100 g. νωπού βάρους
Νερό	5 g
Πρωτεΐνη	19 g
Λιπαρά συστατικά	54 g
Σάκχαρα	5-6 g
Ca	234 mg
P	500 mg
Fe	4 mg
K	770 mg
Mg	625 mg
Θειαμίνη	0,24 mg
Ριβοφλαβίνη	0,92 mg
Νιασίνη	0,92 mg

Η ενεργειακή αξία τους ανέρχεται σε 598 θερμίδες /100 γραμμάρια ψίχας (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

1.1.7. Εχθροί και Ασθένειες

Ευρύτομο αμυγδαλιάς (*Eurytoma amygdali*). Η προνύμφη του εντόμου αυτού κατατρώγει το σπέρμα και ο καρπός μουμιοποιείται.

Μονίλια (*Monilia laxa* ή *fruticola*, Φαιά σήψη). Ο μύκητας αυτός προσβάλλει τα άνθη και τους λεπτούς βλαστούς που φέρουν τα άνθη. Ο κλαδίσκος και τα άνθη ξηραίνονται και από το βλαστό συχνά βγαίνει κόμμα, πράγμα το οποίο κάνει να ξεχωρίζει από ανάλογη ζημιά από παγετό. Ιδιαίτερα ευαίσθητη στην μονίλια είναι η ποικιλία Ρέτσου, και Τραιοίτο.

Πολύστιγμα (*Polystigma ochraceum*). Ο μύκητας αυτός προσβάλλει το φύλλωμα, στα φύλλα αναπτύσσονται κηλίδες χρώματος πορτοκαλί και κατόπιν ξηραίνονται και πέφτουν (Βασιλακάκης, 1996).

Άλλα έντομα και ασθένειες που ζημιώνουν την αμυγδαλιά είναι τα εξής (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994):

- Καπνώδης (*Carpodis tenebrionis*)
- Ανθονόμος (*Anthonomus ornatus*)
- Σκολύτες (*Ruguloscolytus rugulosus*)
- Ρυγχίτης (*Rynchites bacchus*)
- Ψώρες (*Diapsis pendagona*)
- Ψώρα Σαν Ζοζέ (*San Jose* ή *Quadraspidiotus perniciosus*)
- Τετράνυχοι
- Νηματώδεις (*Meloidogyne incognita* και *javanica*)

Ενώ άλλες ασθένειες της αμυγδαλιάς είναι οι εξής:

- Φυτόφθορα (*Phytophthora ochraceum*)
- Αδρομυκώσεις (*Verticillium albo-atrum*)
- Κορύνεο (*Coryneum beijerinckii*)
- Σκωρίαση (*Puccinia pruni-spinosae*)
- Αργυροφυλλία (*Stereum purpureum*)
- Ωίδιο (*Sphaerotheca pannosa*)
- Καρκίνος των ριζών (*Agrobacterium tumefaciens*)
- *Pseudomonas amygdali*

1.2 Λίπανση

Οι λιπάνσεις για να αποδώσουν πρέπει να γίνονται με το σωστό τρόπο και την κατάλληλη εποχή. Για την αποτελεσματική χρησιμοποίηση του λιπάσματος σημασία έχει το είδος του λιπάσματος που θα χρησιμοποιηθεί, ο τρόπος που αντιδρά το κάθε είδος ή ποικιλία και οι εδαφοκλιματικές συνθήκες του οπωρώνα.

Τα λιπαντικά στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο χωράφι είτε με μορφή οργανική είτε με μορφή ανόργανη. Το πιο συνηθισμένο οργανικό λίπασμα είναι η κοπριά που έχει και εδαφοβελτιωτικές ιδιότητες. Τα χημικά λιπάσματα που χρησιμοποιούμε συνήθως για λίπανση οπωρώνων είναι τα νιτρικά ή αμμωνιακά για N, υπερφωσφορικά για P_2O_5 και θειϊκό κάλι για K_2O . Συνήθως χρησιμοποιούνται πυκνά λιπάσματα σε απλή ή σύνθετη μορφή ανάλογα με τις εδαφικές και οικονομικές συνθήκες. Όπου γίνεται υδρολίπανση χρησιμοποιούνται ευδιάλυτες μορφές των λιπασμάτων και σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται λιπάσματα με πλήρη σύνθεση ή με ειδική σύνθεση σε ιχνοστοιχεία για αντιμετώπιση ειδικών καταστάσεων. Τελευταία η υδρολίπανση εφαρμόζεται με επιτυχία στα συστήματα άρδευσης με σταγόνες.

Για να καθορίσουμε την εποχή λίπανσης του οπωρώνα λαμβάνουμε υπόψη μας τις ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του δέντρου, τις βροχοπτώσεις και αρδεύσεις και τη φύση του εδάφους (Σφακιωτάκης, 1993).

Η λίπανση γίνεται (α) με το χέρι, (β) με λιπασματοδιανομείς, (γ) με διάλυση του λιπάσματος στο νερό άρδευσης, κυρίως όταν εφαρμόζεται στάγδην άρδευση, (δ) δια ψεκασμών και (ε) δια ενέσεων στο έδαφος ή στον κορμό του δέντρου υπό υψηλή πίεση. Το λίπασμα μπορεί να εφαρμοσθεί ατομικά στο κάθε δέντρο (ατομική λίπανση), επί της γραμμής των δέντρων (γραμμική λίπανση) και γενικά επί όλης της έκτασης του οπωρώνα (καθολική λίπανση) (Βασιλακάκης, 1996).

1.2.1 Αξιολόγηση της θρεπτικής κατάστασης του φυτού

Οι ποσότητες των στοιχείων που αφαιρεί κάθε καλλιέργεια από το έδαφος δεν επαρκούν ώστε να οδηγηθεί κανείς για να λιπάνει τον οπωρώνα του. Σήμερα καθορίζονται οι λιπαντικές ανάγκες, κυρίως, σύμφωνα με τη μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής η οποία συμπληρώνεται από τη φυσικοχημική ανάλυση εδάφους που δίνει μια εκτίμηση της γονιμότητας του εδάφους, αλλά και τη μακροσκοπική εξέταση των συμπτωμάτων που βασίζεται στην αναγνώριση τροφοπενιών ή τοξικοτήτων από τα συμπτώματα αυτά.

Φυλλοδιαγνωστική Η χημική ανάλυση των φυτικών ιστών εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα για να διαπιστώσουμε τη θρεπτική κατάσταση των δένδρων καθώς και τυχόν προβλήματα θρέψης και με βάση τις μετρήσεις αυτές μπορούμε να λιπαίνουμε και προλαβαίνουμε δυσάρεστες καταστάσεις (μειωμένες αποδόσεις, εμφάνιση τροφοπενιών) (Jones, 1985). Με τη χημική ανάλυση των ιστών του φύλλου επίσης μπορούμε να ελέγξουμε την αποτελεσματικότητα των λιπάνσεων που εφαρμόζουμε στον οπωρώνα.

Το βασικό πλεονέκτημα της φυλλοδιαγνωστικής έγκειται στη διευκόλυνση της πρόληψης των τροφοπενιών και όχι στη θεραπεία τους. Η φυλλοδιαγνωστική έχει όμως και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως το γεγονός ότι απλά διαπιστώνει την έλλειψη ή την περίσσεια ενός στοιχείου στο φυτό, χωρίς να εξηγεί την αιτία. Επίσης η περιεκτικότητα των φύλλων σε διάφορα ανόργανα στοιχεία μεταβάλλεται ανάλογα με την ηλικία του φύλλου και την εποχή και υπάρχει αλληλεπίδραση των θρεπτικών στοιχείων στο φύλλο. Συμβαίνει πολλές φορές η υψηλή περιεκτικότητα ενός στοιχείου να μειώνει την απορρόφηση κάποιου άλλου στοιχείου. Έτσι στη φυλλοδιαγνωστική είναι χρήσιμο να αναλύσουμε τους ιστούς για περισσότερα του ενός στοιχεία (Θεριός, 1996).

Τα ανόργανα στοιχεία που εφαρμόζονται στο έδαφος των οπωρώνων δια των λιπάνσεων επί μονίμου βάσεως είναι το άζωτο (N), ο φώσφορος (P) και το κάλιο (K) (μακροστοιχεία). Όλα τα άλλα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται όταν παρουσιασθεί έλλειψη των στοιχείων αυτών.

Πολλές φορές, ενώ το έδαφος έχει αρκετή ποσότητα ενός ανόργανου στοιχείου, το δένδρο δεν μπορεί να προσλάβει το στοιχείο αυτό, δηλ. το στοιχείο αυτό έχει δεσμευτεί (για διάφορους λόγους) και δεν είναι διαθέσιμο στο ριζικό σύστημα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να είναι γνωστή η συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων στα όργανα ή ιστούς του δένδρου (Πίνακας 6).

Τα φύλλα είναι τα όργανα που περιέχουν πολύ περισσότερα ανόργανα απ' ό,τι τα υπόλοιπα μέρη του δέντρου, ενώ οι καρποί παρουσιάζουν τη χαμηλότερη συγκέντρωση ανόργανων (Βασιλακάκης, 1996).

Πίνακας 6. Η περιεκτικότητα ανόργανων στοιχείων στα τέλη Ιουλίου σε φύλλα αμυγδαλιάς (Westwood, 1978).

	N	K	P	Ca	Mg	Mn	Cu	B	Zn
	%	%	%	%	%	ppm	Ppm	ppm	Ppm
BN	1,5	1,0	0,08	0,20	0,25	20	2	30	10
N	2,4	1,5	0,12	1,00	0,50	75	10	35	25
AN	3,0	3,0	0,30	2,5	1,00	200	50	80	100
Ex	4,0	4,0	0,70	4,0	2,00	450	100	100	200

BN = Κάτω του κανονικού επιπέδου

N = Κανονικό επίπεδο

AN = Πάνω του κανονικού επιπέδου

Ex = Υπερβολικά υψηλό επίπεδο

Παρακάτω δίνονται οι κριτικές συγκεντρώσεις όλων των ανόργανων στοιχείων για την αμυγδαλιά όπως καθορίστηκαν στις Η.Π.Α. (Πίνακας 7).

Είναι φυσικό πολλοί να διερωτηθούν, κατά πόσο οι καθορισθείσες στις Η.Π.Α. κριτικές συγκεντρώσεις ισχύουν για την Ελλάδα. Στο σημείο αυτό υπάρχουν απόψεις που διαφέρουν.

Οι Reuther και Smith (1954) πιστεύουν ότι το κλίμα δεν επηρεάζει σημαντικά την ανόργανο σύνθεση των φύλλων και συνεπώς και τις κριτικές συγκεντρώσεις. Αντίθετα ο Charman (1960) δεν αποκλείει την πιθανότητα επίδρασης του κλίματος και του υποκειμένου στις συγκεντρώσεις των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων. Συνεπώς δεν μπορεί κανείς με βεβαιότητα να πει ότι οι καθορισθείσες αλλού συγκεντρώσεις ισχύουν χωρίς καμία μετατροπή και για τη χώρα μας.

Οι κριτικές συγκεντρώσεις που φαίνονται στον Πίνακα 7 προέρχονται από την Καλιφόρνια, οι κλιματικές συνθήκες της οποίας είναι παρόμοιες με της Ελλάδας. Επειδή οι τυχόν αναγκαίες μετατροπές απαιτούν πολλά χρόνια και επειδή η φυλλοδιαγνωστική για τα οπωροφόρα δέντρα είναι σχετικά νέα στη χώρα μας, οι κριτικές συγκεντρώσεις που δίνονται μπορεί να θεωρηθούν σαν μια καλή προσέγγιση των πραγματικών τιμών για τη χώρα μας. Συνεπώς οι τιμές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις Ελληνικές συνθήκες.

Θρεπτική επισκόπηση των κυριότερων ποικιλιών αμυγδαλιάς στην Ελλάδα δεν έχει γίνει έως τώρα.

Πίνακας 7. Κριτικές συγκεντρώσεις όλων των ανόργανων στοιχείων για την αμυγδαλιά όπως καθορίστηκαν στις Η.Π.Α. (Θεριός, 1996).

Ανόργανα θρεπτικά	Έλλειψη κάτω από	Επάρκεια	Τοξικότητα πάνω από
N %	1,9	2,0-2,5	-
K %	1,0	1,4	-
Ca %	-	2,0	-
Mg %	-	0,25	-
Na %	-	-	0,25
Cl %	-	0,3	-
B ppm	25	30-65	-
Zn ppm	15	-	-

1.2.2. Λίπανση αμυγδαλιάς

Οι απαιτήσεις της αμυγδαλιάς σε θρεπτικά στοιχεία είναι αρκετά μεγάλες, ιδιαίτερα σε άζωτο. Αυτό είναι φυσικό διότι το σπέρμα έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. Η αμυγδαλιά αν και έχει ιδιαίτερη ικανότητα να προσλαμβάνει το κάλιο, όταν το έδαφος είναι πτωχό σε κάλιο πρέπει να γίνεται καλιούχος λίπανση.

Παρακάτω περιγράφονται οι θρεπτικές ανάγκες και συμπτώματα των πιο συνηθισμένων τροφοπενιών της αμυγδαλιάς.

- **Άζωτο:** Συμπτώματα έλλειψης N είναι το μικρό μήκος ετήσιας βλάστησης, τα μικρά φύλλα, κίτρινα που πέφτουν νωρίς. Για την αποφυγή του προβλήματος χρειάζεται αζωτούχος λίπανση. Η εποχή λίπανσης εξαρτάται από το βροχομετρικό ύψος. Σε περιοχές με αρκετή βροχόπτωση η βασική αζωτούχος λίπανση γίνεται το Φεβρουάριο. Αντίθετα σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις γίνεται πολύ νωρίτερα. Οι ποσότητες που δίνονται είναι συνάρτηση της ηλικίας των δέντρων, όπως φαίνεται παρακάτω:

Δένδρα 1^{ου} έτους: 30-40g σύνθετο λίπασμα/δένδρο

Δένδρα 2 ετών: Θεϊκή αμμωνία 0,2-0,5 Kg/δένδρο

Δένδρα σε πλήρη καρποφορία: 5 Kg θεϊκή αμμωνία ή 3 Kg νιτρική αμμωνία, δηλαδή συνολικά 1 μονάδα N ανά δένδρο.

- **Κάλιο:** Συμπτώματα της έλλειψης K είναι η ξήρανση της κορυφής των φύλλων, που προχωρεί προς τα κάτω. Το κάλιο δίνεται σαν K_2SO_4 (0-0-48) σε ποσότητα 2 Kg/2ετία και δένδρο. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται και σύνθετα λιπάσματα πλούσια σε K. Για να φθάσει στο ριζικό σύστημα πρέπει να προστίθεται νωρίς.
- **Ψευδάργυρος:** Ο Zn, μαζί με το B, αποτελούν ιχνοστοιχεία σημαντικά για την αμυγδαλιά. Η έλλειψή τους προκαλεί τροφопενία στην αμυγδαλιά. Έλλειψη Zn παρατηρείται σε εδάφη αμμώδη, με πολύ Ca, ή μετά από πλούσια λίπανση με κοπριά ή φωσφορικά λιπάσματα. Τα συμπτώματα της έλλειψης είναι φύλλα μικρά (μικροφυλλία) και χλωρωτικά μεταξύ των νευρώσεων. Η τροφопενία αυτή αντιμετωπίζεται με ψεκασμό 3% $ZnSO_4$ το χειμώνα. Πολλές φορές χρησιμοποιείται και χηλικός ψευδάργυρος. Αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί $ZnSO_4$ διαφυλλικά την άνοιξη, τότε πρέπει να δοθεί σε δόση 0,5%, για να αποφευχθούν τυχόν τοξικά συμπτώματα.
- **Σίδηρος:** Έλλειψη Fe χαρακτηρίζεται από γενική χλώρωση και οφείλεται κυρίως σε ανενεργοποίηση του σιδήρου σε αλκαλικά εδάφη. Θεραπεύεται με την προσθήκη κατά δέντρο 100 g χηλικού σιδήρου (Sequestrene 138) (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994).

1.3 Βόριο

1.3.1 Τροφопενία –Τοξικότητα Βορίου

Από τα ιχνοστοιχεία το βόριο είναι το στοιχείο εκείνο στην έλλειψη του οποίου η αμυγδαλιά φαίνεται να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ευαισθησία.

Τα συμπτώματα έλλειψης του βορίου είναι χαρακτηριστικά και εμφανίζονται κυρίως στον καρπό, αλλά και στο φύλλωμα. Παρατηρείται αποφύλλωση, από την κορυφή προς τη βάση στους λαίμαργους και ζωνηρούς βλαστούς. Οι βλαστοί μπορεί να ξηραθούν και το φύλλωμα παρουσιάζει "κάψιμο". Το εξωκάρπιο και ενδοκάρπιο αναπτύσσονται κανονικά, όχι όμως και το σπέρμα. Το περικάρπιο ανοίγει νωρίτερα και εμφανίζεται κόμμι μεταξύ περικαρπίου και ενδοκαρπίου καθώς και μεταξύ ενδοκαρπίου και συρρικνωμένης ψίχας. Κομμίωση μπορεί να εμφανισθεί και στους βλαστούς. Οι ποικιλίες Ρέτσου και Ferragnes παρουσιάζουν ευαισθησία στην έλλειψη βορίου, με συνέπεια την καρπόπτωση την περίοδο Μαΐου-Ιουνίου. Υγιή φύλλα

περιέχουν 30-60 ppm βόριο. Η τροφοπενία βορίου διορθώνεται με εφαρμογή βόρακα στο έδαφος σε ποσότητα 100-300 g/δένδρο, ή με ψεκασμούς με διάφορα σκευάσματα, όπως το βορικό οξύ σε συγκέντρωση 0,125%, το Clawbor (4,7w/v B) και το Solubor (περιεκτικότητα σε B 20,5%)

Τονίζεται ότι η υπερβολική δόση βορίου, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα τοξικότητας στα δένδρα. Για να αποφευχθεί η ζημιά στα δένδρα θα πρέπει κατά διαστήματα να ελέγχεται η περιεκτικότητα βορίου στα φύλλα με τη μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής.

Για την Ελλάδα πρόβλημα τοξικότητας βορίου δεν παρατηρείται σε αμυγδαλεώνες, εκτός βέβαια από περιπτώσεις κακής χρήσης του βοριούχου σκευάσματος με χρησιμοποίηση μεγαλύτερης της συνιστώμενης δόσης. Δύο είναι οι σημαντικοί λόγοι μη εμφάνισης τοξικότητας Β στην Ελλάδα. Ο πρώτος λόγος είναι τα ασβεστούχα εδάφη της Ελλάδας, γιατί ως γνωστό το Ca προστίθεται στο έδαφος ή στο νερό άρδευσης για να βοηθήσει στη μείωση της τοξικότητας του βορίου. Ο δεύτερος εξίσου σημαντικός λόγος είναι ότι η ίδια η αμυγδαλιά και κυρίως όταν αυτή είναι εμβολιασμένη σε υποκείμενο αμυγδαλοροδακινιάς (GF-677) αποτελεί το λιγότερο ευαίσθητο σε τοξικότητα βορίου δένδρο σε σχέση με τα υπόλοιπα καρποφόρα δένδρα (Mücke, 1996).

1.3.2. Επίδραση του Βορίου στην αμυγδαλιά

Κάτω από κανονικές συνθήκες, πολλές ποικιλίες αμυγδαλιάς έχουν μία μέση καρπόδεση που κυμαίνεται από 22% ως 30% των ανθέων (Griggs and Iwakiri, 1975; Kester and Griggs, 1959). Το ποσοστό της καρπόδεσης καθορίζεται από τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την επικονίαση-γονιμοποίηση (καιρικές συνθήκες, συμβατότητα και χρονική ανθική επικάλυψη των καλλιεργούμενων και επικονιαστριών ποικιλιών), καθώς και από τις μετεωρολογικές και βιολογικές συνθήκες μετά τη λίπανση που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα των ανόργανων θρεπτικών και υδατανθράκων και τη συγκράτηση των καρπών στο δένδρο. Καθώς το αμύγδαλο είναι υψηλής αξίας καρπός, ακόμα και μία μικρή αύξηση στην καρπόδεση και συγκράτηση των καρπών της αμυγδαλιάς έχει οικονομική σημασία

Ο ρόλος του βορίου στη φυσιολογία του δένδρου (άνθιση-σχηματισμός καρπού) δεν είναι σαφής. Το βόριο που συχνά έχει αναφερθεί ότι επηρεάζει τόσο την απορρόφηση όσο και τις διαδικασίες της μετακίνησης και τοποθέτησης των ιόντων

και υδατανθράκων μέσα στο δένδρο (Part and Loughman, 1983), μπορεί έμμεσα να επηρεάσει την επικονίαση, τη γονιμοποίηση και την ανάπτυξη του καρπού επηρεάζοντας τον εφοδιασμό με θρεπτικά στοιχεία κατά τη διάρκεια των κρίσιμων σταδίων ανάπτυξης. Επίσης υπάρχουν πειραματικά δεδομένα (Dickinson, 1978; Nyomora, 1995) ότι η έλλειψη βορίου έχει ως αποτέλεσμα τη χαμηλή βιωσιμότητα της γύρης, τη φτωχή βλάστησή της πάνω στο στύλο και τη μειωμένη ανάπτυξη του βλαστικού σωλήνα της, πιθανώς εξαιτίας του μεταβολικού ρόλου του βορίου στη ρύθμιση ποικίλων βιοχημικών αντιδράσεων και επίσης λόγω του γενικά θετικού ρόλου του στη δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτών και στη διατήρηση της ακεραιότητας των μεμβρανών (Goldbach *et al.*, 1991; Loomis and Durst, 1991).

Χαμηλά επίπεδα βορίου έχει βρεθεί ότι περιορίζουν το ποσοστό της καρπόδεσης, μειώνουν την ανάπτυξη και συγκράτηση των καρπών και ελαττώνουν την παραγωγή σε αρκετά είδη καρποφόρων δένδρων (Batjer and Thompson, 1949; Hanson *et al.*, 1985). Παρατηρήθηκε, σύμφωνα με πειράματα, μία αύξηση της καρπόδεσης, ανάλογη με την αυξανόμενη συγκέντρωση του βορίου, σε διαφυλλικό ψεκασμό που έγινε πριν την άνθιση σε δαμασκηλιά, κερασιά και αχλαδιά (Batjer and Thompson, 1949; Hanson *et al.*, 1985). Τα περισσότερα πειράματα διεξήχθησαν σε δένδρα που δεν παρουσίαζαν σημάδια έλλειψης βορίου στα φύλλα, υποδεικνύοντας ότι υπάρχει μία συγκεκριμένη υψηλή απαίτηση βορίου κατά την αναπαραγωγική διαδικασία του δένδρου.

Συγκεκριμένο πείραμα που διεξήχθη στην αμυγδαλιά, έδειξε ότι η διαφυλλική εφαρμογή βορίου νωρίς το φθινόπωρο αύξησε σημαντικά τα επόμενα χρόνια τη συγκέντρωση βορίου στους ιστούς φύλλων, ανθέων και καρπών. Η μεγαλύτερη αύξηση της συγκέντρωσης του βορίου παρατηρήθηκε στους ανθοφόρους οφθαλμούς, στα άνθη και στο περικάρπιο. Το εφαρμοζόμενο βόριο, αφού απορροφήθηκε από τα φύλλα και μεταφέρθηκε μέσα από το φλοιώμα στους ανθοφόρους οφθαλμούς και ξύλο, ήταν διαθέσιμο στα άνθη και επηρέασε έτσι την καρπόδεση (αύξηση κατά 130% στην ποικιλία Butte) και παραγωγή αμυγδαλόψιχας (αύξηση κατά 53% στην ποικιλία Butte) αυξάνοντας και τις δύο σημαντικές παραμέτρους για την οικονομική αξία της αμυγδαλιάς (Nyomora *et al.*, 1997).

Σε ένα ακόμη πείραμα που διεξήχθη στην αμυγδαλιά μελετήθηκε η επίδραση της ποσότητας και του χρόνου εφαρμογής του βορίου στην αύξηση της συγκέντρωσης βορίου στους ιστούς της αμυγδαλιάς αλλά και στην αύξηση της παραγωγικότητάς της. Οι ψεκασμοί με βόριο που έγιναν σε διαφορετικές χρονικές

περιόδους (Σεπτέμβριο-μετά τη συγκομιδή, Δεκέμβριο-στο λήθαργο, Φεβρουάριο-άνθιση), σε συνδυασμό πάντα με τη χρησιμοποιούμενη ποσότητα βορίου, έδειξαν ότι οι εφαρμογές που έγιναν το Σεπτέμβριο ήταν πιο αποτελεσματικές από εκείνες του Φεβρουαρίου ή Δεκεμβρίου (Nyomora *et al.*, 1999). Επαληθεύτηκε βέβαια ο προηγούμενος πειραματισμός, αφού αυξήθηκε η συγκέντρωση σε βόριο στους ιστούς, η καρπόδεση και η παραγωγή με την εφαρμογή του Φεβρουαρίου, αλλά η εφαρμογή του Σεπτεμβρίου ήταν πιο αποτελεσματική στην αύξηση της παραγωγής.

Συμπεραίνεται από τα παραπάνω ότι οι διαφυλλικές επεμβάσεις με βόριο νωρίς το φθινόπωρο μετά τη συγκομιδή αποτελούν χρήσιμη μέθοδο αύξησης των επιπέδων βορίου στους ιστούς του δένδρου για την επόμενη άνοιξη. Άριστα επίπεδα θρέψης με βόριο απαιτούνται για μέγιστη καρπόδεση. Αυτό το συμπέρασμα πιθανώς να ισχύει και για άλλα είδη, όπως μηλιά, αχλαδιά, δαμασκηλιά και ελιά, στα οποία το βόριο είναι ελεύθερα κινούμενο στο φλοιώμα του δένδρου (Brown and Hu, 1996).

1.4 Σχέση Βλάστησης-Καρποφορίας

Το οπωροφόρο δένδρο παρουσιάζει το φαινόμενο της νεανικότητας, όπου τα πρώτα έτη της ανάπτυξής του δεν σχηματίζει ανθικές καταβολές, ενώ σε πολλά είδη οι καταβολές ανθέων και η άνθιση απέχουν χρονικά έως και 9 μήνες. Δημιουργείται επομένως ικανοποιητική βλάστηση στο δένδρο πριν την εισαγωγή του στην παραγωγή.

Η επάρκεια των υδατανθράκων είναι αυτή που καθορίζει την βλάστηση, το τέλος της νεανικότητας, την ανάπτυξη του καρπού και πτώση, την καταβολή των ανθέων και την ποιότητα του καρπού. Λίγο μετά την άνθιση έως και 3-5 εβδομάδες μετά οι καρποί παίρνουν ελάχιστους από του παραγόμενους υδατάνθρακες, ανάλογα που βρίσκονται τα ικανά φωτιζόμενα φύλλα. Η βλάστηση καταναλώνει τους περισσότερους υδατάνθρακες αυτές τις 3-5 εβδομάδες, αλλά αυτή συμπίπτει να είναι και η περίοδος των κυτταροδιαιρέσεων στον καρπό, η οποία τελικά καθορίζει τη μέγιστη ικανότητα αυτού για ανάπτυξη. Μετά τις 3-5 εβδομάδες από την άνθιση τα φύλλα των βλαστών που βρίσκονται πάνω στις αιχμές γίνονται εξαγωγείς υδατανθράκων και εξάγουν το 20-50% των υδατανθράκων που παράγουν. Η βλάστηση των δένδρων έχει σταματήσει, αλλά λόγω σκίασης της καρποφόρας περιοχής μειώνεται η φωτοσύνθεση σε αυτά τα σημεία και οι καρποί παίρνουν κύρια υδατάνθρακες από φωτιζόμενα φύλλα. Επίσης το χρονικό αυτό διάστημα δημιουργούνται οι καταβολές ανθέων για την επόμενη χρονιά ανάλογα με την

περίσσεια υδατανθράκων από τους καρπούς Έλλειψη υδατανθράκων εκείνη την εποχή καταλήγει σε παρενυαυτοφορία.

1.4.1 Δακτυλίωση ή χαραγή βλαστού

Μια μέθοδος ρύθμισης της σχέσης βλάστησης-καρποφορίας είναι η δακτυλίωση ή χαραγή του βλαστού. Με αυτή τη μέθοδο μειώνεται η κίνηση των υδατανθράκων προς τα κάτω και οι οποίοι συσσωρεύονται πάνω από τη διακοπή της συνέχειας του φλοιού. Αποτελέσματά της είναι η αύξηση των καταβολών ανθέων, η καλύτερη ανάπτυξη καρπών και, όταν δεν υπάρχουν αρκετοί καρποί, προκαλείται μείωση της φωτοσύνθεσης λόγω μη κατανάλωσης των υδατανθράκων.

Από πειράματα που διεξήχθησαν στη μηλιά και ροδακινιά παρατηρήθηκαν σημαντικές επιδράσεις της δακτυλίωσης στη καρποφορία και ανάπτυξη του δένδρου. Στη μηλιά η δακτυλίωση που έγινε σε καρποφόρες αιχμές μείωσε την καθαρή φωτοσύνθεση (Carbon Exchange Rate, CER) στα φύλλα κατά 10%. Επίσης η δακτυλίωση σε μη καρποφόρες αιχμές παρεμπόδισε σημαντικά το CER, με ταυτόχρονη συσσώρευση αμύλου στα φύλλα (feedback inhibition). Παρατηρήθηκε όμως ότι το CER στα φύλλα από βλαστό, από καρποφόρες αιχμές και από μη καρποφόρες αιχμές ήταν το ίδιο (Schechter *et al.*, 1994a). Σε άλλη έρευνα στη μηλιά βρέθηκε ότι η δακτυλίωση προάγει την άνθιση, την καρπόδεση, την παραγωγή και το μέγεθος του καρπού. Η δακτυλίωση προκάλεσε αύξηση του ξηρού βάρους του καρπού και της ξηρής ουσίας του φύλλου του καρπού. Παρόλο που η δακτυλίωση σε βλαστούς με λίγους καρπούς αύξησε την ειδική επιφάνεια φύλλου (Specific Leaf Area), μείωσε τη φωτοσύνθεση, αύξησε την αντίσταση των στομάτων και τη συγκέντρωση του εσωτερικού CO₂ (Schechter *et al.*, 1994b).

Έρευνα που διεξήχθη για τη χαραγή στη ροδακινιά και, έδειξε ότι όταν αυτή έγινε πριν τη σκλήρυνση του πυρήνα, προκάλεσε αύξηση του μεγέθους και βελτίωση του χρώματος των καρπών, αλλά και πρωίμιση της παραγωγής. Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν για τη χαραγή ήταν παρόμοια με αυτά της δακτυλίωσης, μόνο που η χαραγή είναι πιο εύκολη και γρήγορη μέθοδος βελτίωσης της ποιότητας του καρπού, απ' ότι η δακτυλίωση (Agusti *et al.*, 1998). Η δακτυλίωση παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα, όπως δυσκολία στην εφαρμογή της, καθυστέρηση στην επούλωση των τομών που προκλήθηκαν κατά τη δακτυλίωση συχνά με την έντονη εμφάνιση κόμμεως, αύξηση της συχνότητας εμφάνισης του διαχωρισμού του πυρήνα (split pit) και της έλλειψης χυμού (αφράτη υφή) των καρπών (woolliness) κατά τη συντήρησή

τους σε χαμηλές θερμοκρασίες (Kubota *et al.*, 1993; De Villiers *et al.*, 1990), ενώ το επίπεδο της ευνοϊκής επίδρασης της δακτυλίωσης εξαρτάται από την ποικιλία (Andrews *et al.*, 1978). Έρευνα πάνω στη δακτυλίωση, και σαν πιο χρήσιμη μέθοδο στα πυρηνόκαρπα, στη χαραγή της αμυγδαλιάς δεν έχει γίνει όσο μπορούσε τουλάχιστον να βρεθεί από τον έλεγχο της σχετικής βιβλιογραφίας.

1.5 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση πρακτικών μεθόδων βελτίωσης της ποιότητας του καρπού, της καρπόδεσης και γενικότερα της παραγωγικότητας των κυριότερων καλλιεργούμενων ποικιλιών αμυγδαλιάς στην Ελλάδα. Ως πιθανές πρακτικές μέθοδοι βελτίωσης, επιλέχτηκαν η διαφυλλική εφαρμογή βορίου και η διπλή χαραγή, οι οποίες και εφαρμόστηκαν στις δύο πιο επικρατέστερες καλλιεργούμενες ποικιλίες αμυγδαλιάς στην Ελλάδα, την Ferragnes και την Texas.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Καλλιέργεια αμυγδαλιάς

Το πείραμα έγινε σε αμυγδαλεώνα της περιοχής του Διμηνίου του Ν. Μαγνησίας, την περίοδο από το Μάρτιο ως τον Σεπτέμβριο του 1999. Τα δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ηλικίας 8 ετών φυτεμένα σε σύστημα φύτευσης ρόμβου και με αποστάσεις φύτευσης 3x3m. Τα δένδρα ανήκαν σε δύο ποικιλίες, Ferragnes και Texas οι οποίες ήταν εμβολιασμένες στο γνωστό υποκείμενο GF-677. Επίσης στον ίδιο αμυγδαλεώνα υπήρχαν και άλλες δύο ποικιλίες, Ferraduel και Truoito που αποτελούσαν τους επικονιαστές της Ferragnes και Texas, αντίστοιχα. Η διαμόρφωση της κόμης ήταν το ελεύθερο κύπελλο.

Το κλάδεμα που έγινε τη χρονιά 1999 ήταν έντονο. Η λίπανση που ακολουθήθηκε στο συγκεκριμένο αμυγδαλεώνα ήταν, τον Ιανουάριο του 1998 το λίπασμα 11-15-15 σε ποσότητα 1kg/δένδρο και στις αρχές Μαρτίου 1999 θειική αμμωνία σε ποσότητα 1,5kg/δένδρο. Επίσης στα τέλη Φεβρουαρίου του 1999 έγινε, και ένας ψεκασμός με χαλκό.

Αρχικά έγινε η επιλογή δένδρων, αποφεύγοντας αυτά που βρίσκονταν περιμετρικά του αμυγδαλεώνα, στα οποία έπειτα έγινε η επιλογή των υποβραχιόνων που βρίσκονταν σε ύψος 1,5-2 m και περιφερειακά του δένδρου προς όλους τους προσανατολισμούς, ώστε να διευκολυνθούν οι εργασίες του πειράματος. Τα δένδρα επιλέχθηκαν έχοντας ως κριτήριο την ομοιομορφία αλλά και το κατάλληλο επίπεδο ισορροπίας μεταξύ βλάστησης και ισορροπίας.

2.2 Μεταχειρίσεις

Επιλέχτηκαν 6 κλάδοι, ένας σε κάθε δένδρο, για κάθε μία από τις δύο ποικιλίες, Ferragnes και Texas (σύνολο 12 κλάδοι), και εφαρμόστηκε σε αυτούς διάλυμα βορίου 50ppm ή 2g σκευάσματος CLAWBOR (4,7w/v B)/1,5lt σε πέντε διαφορετικές ημερομηνίες (Πίνακας 1), ώστε να καλυφθεί η περίοδος της ανθοφορίας. Επίσης έγινε και η επιλογή 6 υποβραχιόνων από κάθε ποικιλία που θα αποτελούσαν τον μάρτυρα του πειράματος.

Μία ακόμη παρατήρηση που έγινε στις 31/3/99 έδειξε ότι στην Texas όλα τα πέταλα ήταν πεσμένα στο έδαφος, καθώς και αρκετά αγονιμοποίητα άνθη. Στην ποικιλία Ferragnes το 10% των πετάλων ήταν ακόμη πάνω στα άνθη, ενώ λίγα μόνο αγονιμοποίητα άνθη ήταν πεσμένα στο έδαφος.

Πίνακας 1. Εφαρμογή Βορίου σε κλάδους αμυγδαλιάς κατά το στάδιο ανθοφορίας των ανθοφόρων οφθαλμών της.

Ημερομηνία	ποικιλία Texas	ποικιλία Ferragnes
5/3/99	Άνθη στην λευκή κορυφή τους	Τα άνθη στην λευκή κορυφή τους
8/3/99	80% ανθισμένα	10% ανθισμένα
12/3/99	Άνθη σε πλήρη άνθηση	80% ανθισμένα
16/3/99	Έναρξη πτώσης ανθέων	>90% ανθισμένα
21/3/99	Σχεδόν όλα τα πέταλα πεσμένα	20% των πετάλων πάνω

Διπλή χαραγή

Αποτελείται από δύο χαραγές που απέχουν 1cm μεταξύ τους και οι οποίες καλύπτονται από μια ειδική ταινία που βοηθάει στην επούλωση του τραύματος. Η διπλή χαραγή πραγματοποιήθηκε σε 6 επιλεγμένους υποβραχίονες ανά ποικιλία σε τρεις διαφορετικές ημερομηνίες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών.

Είναι πολύ σημαντικό να διευκρινιστεί η χρονική σύνδεση της μεταχείρισης της χαραγής και της εποχής πραγματοποίησης αυτής. Έτσι λοιπόν, η 1^η χαραγή, που πραγματοποιήθηκε στις 27/4/99, έγινε την εποχή της ταχείας ανάπτυξης του καρπού και των επιμέρους τμημάτων του (Micke, 1996). Σκοπό είχε τη μείωση της βλάστησης και αύξηση της ξηράς ουσίας που θα έμενε στο βλαστό, δηλαδή στα υπάρχοντα φύλλα και στους καρπούς, πιθανόν δε να αύξανε την καρπόδεση. Η 2^η χαραγή, που πραγματοποιήθηκε στις 4/6/99, έγινε την εποχή της έναρξης συσσώρευσης της ξηράς ουσίας στο περικάρπιο που γίνεται ταυτόχρονα με τη λήξη ανάπτυξης και την έναρξη σκλήρυνσης του ενδοκαρπίου (δηλαδή του πυρήνα) του καρπού (Micke, 1996). Σκοπό είχε να σταματήσει την βλάστηση και να αυξήσει τη ξηρά ουσία που συσσωρευόταν στον καρπό. Η 3^η και τελευταία μεταχείριση της διπλής χαραγής, που πραγματοποιήθηκε στις 5/7/99, έγινε την εποχή της έναρξης συσσώρευσης της ξηράς ουσίας στο σπέρμα καθώς και στο τέλος, σχεδόν, της εποχής συσσώρευσης ξηράς ουσίας στο περικάρπιο του καρπού (Micke, 1996). Σκοπό είχε την αύξηση της ξηράς ουσίας που μετακινούνταν στο σπέρμα

2.3 Μέτρηση της διατομής βλαστού και της καρπόδεσης

Κατά την επιλογή των κλάδων που θα αποτελούσαν τον μάρτυρα του πειράματος έγινε ταυτόχρονα και η μέτρηση σε mm της διατομής των βλαστών με το παχύμετρο Βιερνιέρο. Μέτρηση της διαμέτρου των βλαστών έγινε και στους

υπόλοιπους υποβραχίονες που επιλέχθηκαν είτε για την εφαρμογή του βορίου, είτε για την πραγματοποίηση της χαραγής. Υπολογίστηκε επίσης η επιφάνεια διατομής του βλαστού (BCSA), σε cm^2 .

Καρπόδεση

Στις 5/3/99 έγινε η μέτρηση του αριθμού των ανθέων στους 6 επιλεγμένους κλάδους του μάρτυρα και στους 6 κλάδους όπου έγινε εφαρμογή βορίου, για κάθε μία από τις δύο ποικιλίες Ferragnes και Texas. Επίσης βρέθηκε ύστερα από υπολογισμούς ο αριθμός ανθέων ανά cm^2 BCSA (flower density) (Lombard *et al*, 1988).

Στις 31/3/99 έγινε η πρώτη μέτρηση καρπιδίων στους υποβραχίονες του μάρτυρα και σ' αυτούς με εφαρμογή βορίου και των δύο ποικιλιών. Βρέθηκε επίσης ο αριθμός καρπών ανά cm^2 BCSA (crop density) (Lombard *et al*, 1988), καθώς και το ποσοστό (%) της αρχικής καρπόδεσης (fruit set) (Lombard *et al*, 1988), τόσο του μάρτυρα όσο και των κλάδων με το εφαρμοζόμενο βόριο.

Στις 27/4/99, αφού έγινε η επιλογή των δένδρων για την 1^η χαραγή και η μέτρηση της διαμέτρου των βλαστών, έγινε η μέτρηση του αριθμού των καρπών στους 6 κλάδους της 1^{ης} χαραγής και στις δύο ποικιλίες Ferragnes και Texas. Υπολογίστηκε ακόμη και ο αριθμός καρπών ανά cm^2 BCSA των κλάδων αυτών. Επίσης έγινε και μέτρηση του αριθμού καρπών του μάρτυρα καθώς και του αριθμού καρπών/ cm^2 BCSA, ώστε να βρεθεί το ποσοστό καρπόδεσης του μάρτυρα.

Στις 4/6/99, αφού έγινε η επιλογή των 6 υποβραχιόνων και από τις δύο ποικιλίες για να πραγματοποιηθεί η 2^η χαραγή και η μέτρηση της BCSA, έγινε η αρίθμηση των καρπών που βρίσκονταν πάνω σ' αυτούς. Υπολογίστηκε επίσης ο αριθμός καρπών ανά cm^2 BCSA. Τέλος, πραγματοποιήθηκε ακόμη μια μέτρηση του αριθμού καρπών του μάρτυρα, ώστε να βρεθεί η καρπόδεση του μάρτυρα τη χρονική εκείνη στιγμή.

Στις 5/7/99 έγινε η επιλογή των 6 κλάδων για κάθε ποικιλία, Ferragnes και Texas για την 3^η χαραγή και πραγματοποιήθηκε η μέτρηση του αριθμού καρπών σε αυτούς. Επίσης βρέθηκε και ο αριθμός καρπών/ cm^2 BCSA.

Στις 3/9/99 πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή των καρπών σε όλους τους υποβραχίονες της ποικιλίας Ferragnes. Έγινε, δηλαδή η μέτρηση του τελικού αριθμού καρπών του μάρτυρα και στους 6 κλάδους, οπότε και βρέθηκε και η τελική καρπόδεση. Όμοια και για τους 6 κλάδους όπου έγινε η εφαρμογή βορίου, μετρήθηκαν οι καρποί και βρέθηκε και η τελική καρπόδεση.

Στις 13/9/99 πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή των καρπών σε όλους του κλάδους της ποικιλίας Texas. Με τους ίδιους υπολογισμούς βρέθηκαν, η τελική καρπόδεση στον μάρτυρα και στους κλάδους με το εφαρμοζόμενο βόριο.

2.4 Μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης και του ποσοστού ξηράς ουσίας

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης και του ποσοστού της ξηράς ουσίας σε δείγμα φύλλων από τους επιλεγμένους κλάδους του πειράματος. Μετά από κάθε δειγματοληψία φύλλων, αυτά τοποθετήθηκαν σε πλαστική σακούλα στην οποία σημειώθηκε με μαρκαδόρο ο κωδικός του δείγματος. Επιπλέον καταγράφηκαν η ημερομηνία δειγματοληψίας, ηλικία του δένδρου και η ποικιλία της αμυγδαλιάς.

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης υπολογίστηκε βάσει της μεθόδου των Wintermans and Motts (1965), ως εξής:

Κόβονται 6 μισοί δίσκοι ελάσματος φύλλου, από μία ποικιλία και για κάθε μεταχείριση (μάρτυρας, 1^η, 2^η, 3^η χαραγή), διαμέτρου 9mm, ζυγίζονται και τοποθετούνται σε screw top δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει 15ml αιθανόλης 95%. Βιδώνονται τα πώματα και τοποθετούνται σε υδατόλουτρο 80°C για 1 ώρα ή έως ότου τα ελάσματα να έχουν αποχρωματιστεί πλήρως και κατόπιν ψύχονται στο σκοτάδι. Μετά από ανακίνηση μετράται η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο στα 665 και 649 nm με τη βοήθεια γυάλινης ή κρυστάλλινης κυψελίδας. Όμοια διαδικασία ακολουθείται και για την άλλη ποικιλία. Ο υπολογισμός της χλωροφύλλης a και b γίνεται με τους παρακάτω τύπους:

- Χλωροφύλλη a: $13,7 * A_{665} - 5,76 * A_{649}$
- Χλωροφύλλη b: $25,8 * A_{649} - 7,6 * A_{665}$

και εκφράζεται σε mg/ml αιθανόλης. Μετά από υπολογισμό της ξηράς ουσίας των 5 μισών δίσκων έγινε αναγωγή σε mg χλωροφύλλης /g ξηρού βάρους για τη χλωροφύλλη a και b και τη συνολική χλωροφύλλη και τη σχέση a/b.

Από τα ίδια φύλλα που επιλέχθηκαν για τη μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης, πάρθηκαν και δείγμα φύλλου για να γίνει ο υπολογισμός του ποσοστού της ξηράς ουσίας του φύλλου. Η διαδικασία μέτρησης της ξηράς ουσίας ήταν η εξής:

Κόβονται 12 δίσκοι ελάσματος φύλλου, από τις δύο ποικιλίες και για κάθε μεταχείριση (μάρτυρας, 1^η, 2^η, και 3^η χαραγή), με τον διακορευτή διαμέτρου 9mm. Η

επιφάνεια κάθε δίσκου είναι $0,636 \text{ cm}^2$. Τοποθετούνται σε προζυγισμένο πετρί, ζυγίζονται σε ζυγό ακριβείας και τοποθετούνται σε φούρνο 80°C για 24 ώρες ή έως ότου οι δίσκοι με απλή πίεση θρυμματίζονται. Οι ξηροί δίσκοι ξαναζυγίζονται καθώς και το άδειο πετρί και υπολογίζεται η ξηρά ουσία. Επιπλέον υπολογίζεται το ειδικό βάρος φύλλου (Specific Leaf Weight, SLW, mg/cm^2) ως ξηρό βάρος 12 δίσκων σε mg προς επιφάνεια 12 δίσκων σε cm^2 .

Στις 6/7/99, έπειτα από δειγματοληψία φύλλων που έγινε στους κλάδους του μάρτυρα, της 1^{ης} και 2^{ης} χαραγής και στις δύο ποικιλίες, υπολογίστηκε η χλωροφύλλη σε mg χλωροφύλλης ανά g ξηράς ουσίας. Τα δείγματα των φύλλων πάρθηκαν με τον εξής τρόπο:

Από τους 6 κλάδους του μάρτυρα έγινε επιλογή 6 φύλλων από τον κάθε κλάδο, και για τις δύο ποικιλίες, που βρίσκονταν σε αιχμές χωρίς καρπούς καθώς και στο μέσο των ετήσιων βλαστών. Συγκεντρώθηκαν, δηλαδή, συνολικά 72 φύλλα από το μάρτυρα και από τις δύο ποικιλίες, Ferragnes και Texas στα οποία υπολογίστηκε η χλωροφύλλη a και b και η συνολική χλωροφύλλη σύμφωνα με τη μέθοδο εξαγωγής της χλωροφύλλης που αναφέρθηκε παραπάνω. Ο ίδιος τρόπος δειγματοληψίας φύλλων ακολουθήθηκε και για τους κλάδους της 1^{ης} και 2^{ης} χαραγής, ώστε συγκεντρώθηκαν 72 φύλλα για κάθε μία χαραγή και από τις δύο ποικιλίες, Ferragnes και Texas.

Στις 28/7/99 έγινε ο υπολογισμός της συγκέντρωσης χλωροφύλλης από δείγμα φύλλων που επιλέχθηκαν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως περιγράφηκε παραπάνω. Συγκεντρώθηκαν, επομένως συνολικά 72 φύλλα για τον μάρτυρα και από τις δύο ποικιλίες, 72 φύλλα από την 1^η χαραγή και 72 φύλλα από την 2^η χαραγή. Επίσης έγινε και επιλογή δείγματος φύλλων και από τους κλάδους της 3^{ης} χαραγής όπου και συγκεντρώθηκαν 36 φύλλα για κάθε μία από τις δύο ποικιλίες, Ferragnes και Texas.

Στις 30/8/99 έγινε ο υπολογισμός της χλωροφύλλης από δειγματοληψία φύλλων που πραγματοποιήθηκε από το μάρτυρα (72 φύλλα), την 1^η χαραγή (72 φύλλα), την 2^η χαραγή (72 φύλλα) και τέλος από την 3^η χαραγή (72 φύλλα).

2.5 Μέτρηση του καθαρού ρυθμού φωτοσύνθεσης

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση της φωτοσύνθεσης με ειδικό αναλυτή υπερύθρων της CID μοντέλο CI-301 (CID Inc, USA) και πραγματοποιήθηκαν διάφοροι υπολογισμοί φυσιολογικών παραμέτρων με το πρόγραμμα GASEX. Ταυτόχρονα

έγινε καταγραφή της θερμοκρασίας (με θερμοαντιστάσεις) και της σχετικής υγρασίας από το ανωτέρω όργανο. Η θερμοκρασία φύλλου (με θερμοζεύγη) καταγράφηκε με σύστημα συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων, Data logger (μοντέλο DL2e, Delta-T Devices, England).

Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις φωτοσύνθεσης, μία στις 29/7/99 και η άλλη στις 30/8/99. Η διαδικασία μέτρησης του ρυθμού της φωτοσύνθεσης ήταν η εξής:

Η μέτρηση άρχισε λίγες ώρες μετά την ανατολή του ηλίου. Επιλέχθηκαν 12 φύλλα που φωτίζονταν επαρκώς από κάθε μεταχείριση, δηλαδή από το μάρτυρα, την 1^η, την 2^η και την 3^η χαραγή. Η επιλογή των φύλλων για μέτρηση της φωτοσύνθεσης έγινε και για τις δύο ποικιλίες, Ferragnes και Texas. Το όργανο μέτρησης της φωτοσύνθεσης εκτός από την καταγραφή της φωτοσυνθετικής ικανότητας σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, κατέγραψε την φωτοσυνθετική ενεργό ακτινοβολία, την διαπνοή, την θερμοκρασία θαλάμου, την σχετική υγρασία θαλάμου, καθώς και την συγκέντρωση του CO₂ στην έναρξη και λήξη της μέτρησης. Συναρτήσει των προηγούμενων παραμέτρων και με τη χρήση του προγράμματος GASEX υπολογίστηκαν η αντίσταση των στοματίων στην κίνηση του νερού και του CO₂, η συνολική αγωγιμότητα των στοματίων στο CO₂, ο λόγος του CO₂ εντός και εκτός του φύλλου, η αποδοτικότητα χρήσης του νερού και φωτός και τέλος η εσωτερική συγκέντρωση του CO₂.

Μετά από την αναφορά στον τρόπο μέτρησης της συγκέντρωσης χλωροφύλλης, του ποσοστού ξηράς ουσίας και του ρυθμού καθαρής φωτοσύνθεσης είναι απαραίτητο να γίνει μια χρονική σύνδεση αυτών με τις μεταχειρίσεις των χαραγών. Έτσι για την 1^η χαραγή που έγινε στα τέλη Απριλίου, η χλωροφύλλη και η ξηρά ουσία μετρήθηκαν 2, 3 και 4 μήνες μετά από την χρονική στιγμή πραγματοποίησης της χαραγής, ενώ η φωτοσύνθεση μετρήθηκε 3 και 4 μήνες μετά. Για τη 2^η χαραγή που έγινε στις αρχές Ιουνίου, η χλωροφύλλη και η ξηρά ουσία μετρήθηκαν 1, 2 και 3 μήνες μετά, ενώ η φωτοσύνθεση μετρήθηκε 2 και 3 μήνες μετά από τη χρονική στιγμή πραγματοποίησης αυτής της χαραγής. Για τη 3^η χαραγή που έγινε στις αρχές Ιουλίου, η χλωροφύλλη και η ξηρά ουσία μετρήθηκαν 1 και 2 μήνες μετά, καθώς και η φωτοσύνθεση μετρήθηκε 1 και 2 μήνες μετά από τη χρονική στιγμή πραγματοποίησης αυτής της χαραγής.

2.6 Θρεπτική κατάσταση των δένδρων

Για να διαπιστωθεί η θρεπτική κατάσταση των δένδρων πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φύλλων, 40 ως 50 σε αριθμό, από το μάρτυρα, από τους κλάδους όπου εφαρμόστηκε το βόριο και από τους κλάδους όπου έγινε η 1^η, η 2^η και η 3^η χαραγή. Με γνωστές αναλυτικές μεθόδους βρέθηκαν τα ανόργανα στοιχεία, σε ποσοστά (%) ή σε μέρη στο εκατομμύριο (ppm). Το άζωτο (N) μετρήθηκε με τη μέθοδο Kjeldahl, ο φώσφορος (P) με τη μέθοδο του vanadium molybdate και το βόριο με τη μέθοδο της αζωμεθίνης, το κάλιο (K) με το φλογοφωτόμετρο, ενώ ο σίδηρος (Fe), το μαγνήσιο (Mg), ο χαλκός (Cu), ο ψευδάργυρος (Zn) και το μαγγάνιο (Mn) με το όργανο της ατομικής απορρόφησης.

2.7 Μέτρηση της ωριμότητας και ποιότητας του καρπού

Μετά την συγκομιδή των αμυγδάλων πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις για την ωριμότητα και την ποιότητα καρπού.

Στις 3/9/99 έγινε η συγκομιδή όλων των αμυγδάλων κάθε κλάδου χωριστά για την ποικιλία Ferragnes. Για κάθε μεταχείριση (μάρτυρας, εφαρμογή βορίου 1^η, 2^η, και 3^η χαραγή) έγινε η ζύγιση όλων των καρπών του κλάδου, με το περικάρπιό τους. Βρέθηκε το συνολικό βάρος τους, καθώς και το συνολικό βάρος των καρπών κάθε κλάδου ανά cm² BCSA. Τυχαία έγινε επιλογή 15 καρπών ανά κλάδο, οι οποίοι χωρίστηκαν σε 3 ομάδες. Πραγματοποιήθηκε ζύγιση των 5 καρπών με το περικάρπιο, ζύγιση μόνο των 5 περικάρπιων και τέλος ζυγίστηκαν τα 5 σπέρματα των αμυγδάλων από κάθε ομάδα χωριστά. Στη συνέχεια βρέθηκε το βάρος του περικαρπίου ανά καρπό καθώς και το βάρος της ψίχας (σπέρμα) ανά καρπό. Επίσης μετρήθηκε το μήκος και το στενό πλάτος της κάθε ψίχας. Πραγματοποιήθηκαν επιπλέον υπολογισμοί οι οποίοι αφορούσαν αρχικά το βάρος των 5 ενδοκαρπίων, το % ποσοστό του εδώδιμου μέρους των 5 καρπών και έπειτα βρέθηκε το βάρος του ενδοκαρπίου ανά καρπό καθώς και το ποσοστό (%) του εδώδιμου ανά καρπό. Τα περικάρπια και σπέρματα τοποθετήθηκαν σε άδεια πετρί για ξήρανση σε φούρνο στους 80°C. Μετά την αποξήρανσή τους, ζυγίστηκαν χωριστά, σε ομάδες των 5 περικαρπίων και σπερμάτων. Υπολογίστηκε τέλος και η ξηρά ουσία του περικαρπίου ανά καρπό καθώς και αυτή του σπέρματος, όπως επίσης και το ξηρό βάρος του περικαρπίου και του σπέρματος ανά cm² BCSA.

Στις 13/9/99 έγινε η συγκομιδή των καρπών της ποικιλίας Texas, στην οποία η ωριμότητα και η ποιότητα των καρπών προσδιορίστηκαν με τρόπο ανάλογο με εκείνο που περιγράφηκε για την ποικιλία Ferragnes.

2.8 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων του πειράματος

Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση των δεδομένων του πειράματος με την χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS.

Στο πρώτο τμήμα της εργασίας, που αφορά την φυσιολογία του φύλλου για να βρεθούν οι διαφορές στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης και του ποσοστού της ξηράς ουσίας μεταξύ των δύο ποικιλιών, χρησιμοποιήθηκε ANOVA με 3 παράγοντες, τις ποικιλίες, τις μεταχειρίσεις και τις χρονικές περιόδους που έγινε ο υπολογισμός της χλωροφύλλης και της ξηράς ουσίας. Επίσης για να βρεθούν οι διαφορές στη φωτοσύνθεση, χρησιμοποιήθηκε ANOVA με 2 παράγοντες, τις δύο ποικιλίες και τις 5 μεταχειρίσεις (μάρτυρας, εφαρμογή βορίου, 1^η, 2^η και 3^η χαραγή).

Στο τμήμα της εργασίας, που αφορά την ποιότητα του καρπού, για να βρεθούν οι διαφορές ως προς την ωρίμανση και την ποιότητα του καρπού χρησιμοποιήθηκε ANOVA με 2 παράγοντες, τις δύο ποικιλίες και τις 5 μεταχειρίσεις.

Όπου ήταν απαραίτητη η ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) υπολογίστηκε με το Student T-test. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στους πίνακες είναι:

NS : μη στατιστικά σημαντική διαφορά

* : στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

** : στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 1%

*** : στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 1‰

LSD: ελάχιστη σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ή 1%

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Εποχή εφαρμογής και επούλωση διπλής χαραγής

Η επιτυχία της επέμβασης της διπλής χαραγής εξαρτάται και από τη διάρκεια που απαιτείται για την επούλωση της πληγής που δημιουργείται με τη χαραγή. Μετά από μακροσκοπική παρατήρηση των χαραγών βρέθηκε ότι η ποικιλία Ferragnes επουλώνει πιο γρήγορα τις πληγές της διπλής χαραγής σε σχέση με την ποικιλία Texas. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η μία από τις δύο χαραγές, που βρίσκεται δεύτερη στη σειρά από τη βάση του υποβραχίονα, είναι αυτή που επουλώνεται πρώτη. Η διπλή χαραγή που έγινε στις 28/4/99 δεν επουλώθηκε ικανοποιητικά και ιδιαίτερα στην ποικιλία Texas. Οι χαραγές στις 4/6/99 και 5/7/99 είχαν κανονική επούλωση παντού μετά από 1 μήνα. Γενικά παρατηρήθηκε ελάχιστη έκκριση κόμμεως κατά την επούλωση των πληγών της διπλής χαραγής, όπως έχει βρεθεί και σε προηγούμενη εργασία για ροδακινιά και νεκταρινιά (Agusti, 1998). Σημειώνεται ότι η επιλογή της επέμβασης της διπλής χαραγής έγινε μετά από δοκιμή της δακτυλίωσης σε υποβραχίονα, χωρίς όμως κάλυψη της πληγής, που είχε ως αποτέλεσμα την ολική ξήρανση του κλάδου. Η δακτυλίωση σε πυρηνόκαρπα, ακόμα και με κάλυψη της πληγής, προκαλεί συνήθως έντονη εκροή κόμμεως και δυσκολία στην επούλωση, γι' αυτό και δεν χρησιμοποιείται πρακτικά (Agusti, 1998).

3.2. Επίδραση της εφαρμογής βορίου και της διπλής χαραγής στη θρεπτική κατάσταση της αμυγδαλιάς

Με τη μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής βρέθηκε ότι τα μακροστοιχεία και ο Fe ήταν σε επάρκεια στα φύλλα των πειραματικών κλάδων, στους οποίους έγιναν οι μεταχειρίσεις του πειράματος, με το P και N να βρίσκονται στα όρια της επάρκειας τους και το K να ξεπερνά το ανώτερο όριο της επάρκειας (Πίν. 1).

Όμοια, με τη μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής βρέθηκε ότι τα ιχνοστοιχεία ήταν σε επάρκεια στα φύλλα των πειραματικών κλάδων, στους οποίους έγιναν οι μεταχειρίσεις του πειράματος, με το B να βρίσκεται κάτω των ορίων επάρκειας (Πίν. 2).

Πίνακας 1: Επίδραση της εφαρμογής βορίου και της διπλής χαραγής σε 3 τρία στάδια ανάπτυξης του καρπού στην ανόργανη θρεπτική κατάσταση φύλλων αμυγδαλιάς στις ποικιλίες Ferragnes και Texas. Τα διεθνώς αναγνωρισμένα επίπεδα επάρκειας για κάθε στοιχείο φαίνονται στην τελευταία γραμμή.

Ποικιλία	Μεταχείριση	%N	%P	%K	%Mg	ppmFe
Ferragnes	Μάρτυρας	1,95	0,09	1,54		106
	Βόριο	1,97	0,10	1,73		105
	1 ^η χαραγή	2,10	0,10	1,64	0,32	98
	2 ^η χαραγή	2,04	0,10	1,63	0,29	105
	3 ^η χαραγή	2,00	0,10	1,49	0,31	102
Texas	Μάρτυρας	2,11	0,10	1,35	0,38	93
	Βόριο	2,13	0,10	1,30	0,42	98
	1 ^η χαραγή	2,07	0,09	1,80	0,37	91
	2 ^η χαραγή	2,13	0,11	1,44	0,37	93
	3 ^η χαραγή	2,18	0,10	1,68	0,39	91
Επάρκεια		2-2,5	>0,1	1-1,4	>0,25	75-150

Πίνακας 2: Επίδραση της εφαρμογής βορίου και της διπλής χαραγής σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού στην ανόργανη θρεπτική κατάσταση φύλλων αμυγδαλιάς στις ποικιλίες Ferragnes και Texas. Τα διεθνώς αναγνωρισμένα επίπεδα επάρκειας για κάθε στοιχείο φαίνονται στην τελευταία γραμμή.

Ποικιλία	Μεταχείριση	ppmCu	ppmZn	ppmMn	ppmB
Ferragnes	Μάρτυρας	8	25	38	21,8
	Βόριο	9	23	39	20,6
	1 ^η χαραγή	8	29	29	24,3
	2 ^η χαραγή	7	24	42	25,6
	3 ^η χαραγή	9	24	34	24,3
Texas	Μάρτυρας	9	26	37	24,6
	Βόριο	7	26	42	29,3
	1 ^η χαραγή	7	26	33	25,6
	2 ^η χαραγή	9	32	35	28,1
	3 ^η χαραγή	7	25	38	24,3
Επάρκεια		>4	>15	>20	30-65

Γενικά, όσο αφορά τα περισσότερα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών. Όμως, τα φύλλα των πειραματικών κλάδων στην ποικιλία Ferragnes είχαν υψηλότερη συγκέντρωση Fe και χαμηλότερη συγκέντρωση B σε σχέση με τα φύλλα της ποικιλία Texas (Πίν. 1 και 2).

3.3. Επίδραση της εφαρμογής βορίου και της διπλής χαραγής στην καρπόδεση της αμυγδαλιάς

Στην μέτρηση των ανθέων των πειραματικών κλάδων του μάρτυρα, που έγινε στις 5/3/99, ο αριθμός των ανθέων/cm² BCSA (flower density) (Lombard *et al*, 1988) βρέθηκε παρόμοιος στους πειραματικούς αυτούς κλάδους και των δύο ποικιλιών, Texas και Ferragnes (Πίν. 3).

Πίνακας 3: Επίδραση της εφαρμογής βορίου στην πυκνότητα ανθέων και την καρπόδεση κλάδων αμυγδαλιάς των ποικιλιών Ferragnes και Texas.

Ποικιλία	Μεταχείριση	5/3/99	27/4/99	27/4/99	13/9/99	13/9/99
		#ανθέων/ cm ²	#καρπών/ cm ²	καρπόδεση (%)	#καρπών/ cm ²	καρπόδεση (%)
Texas	Μάρτυρας	103,1	37,5	38,0	36,9	34,6
	Βόριο	124,1	43,1	34,2	40,4	32,0
Ferragnes	Μάρτυρας	121,3	36,6	31,9	31,6	27,5
	Βόριο	127,5	43,6	36,5	35,6	28,1
Σημαντικ. Ποικιλίας		NS	NS	NS	NS	NS
Σημαντικ. Μεταχείρισης		NS	NS	NS	NS	NS
LSD _{0,05} Ποικ Χ Μεταχ		33,7	9,1	11,2	4,5	9,9

Σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών δεν βρέθηκαν, ούτε στη μέτρηση των καρπιδίων/cm² BCSA (crop density) (Lombard *et al*, 1988), ούτε και στη μέτρηση του % καρπόδεσης των πειραματικών κλάδων του μάρτυρα, τόσο στις 27/4/99, όσο και στις 13/9/99 (Πίν. 3). Συμπερασματικά οι δύο ποικιλίες είχαν παρόμοια πυκνότητα ανθέων και ποσοστό τελικής καρπόδεσης, παρά τη σημαντική διαφορά που παρουσιάζουν στο μέγεθος του καρπού.

Στους πειραματικούς κλάδους όπου έγινε εφαρμογή βορίου βρέθηκε παρόμοιος αριθμός ανθέων/cm² BCSA, αριθμός καρπιδίων/cm² BCSA, καθώς και ποσοστό αρχικής (27/4/99) και τελικής (13/9/99) καρπόδεσης με τους πειραματικούς κλάδους του μάρτυρα (Πίν. 3). Δηλαδή, η εφαρμογή βορίου δεν μετέβαλε το αρχικό και τελικό ποσοστό καρπόδεσης.

Πίνακας 4: Επίδραση της διπλής χαραγής των κλάδων αμυγδαλιάς της ποικιλίας Texas σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού στην πυκνότητα ανθέων και στην καρπόδεση.

Ποικιλία	Μεταχείριση	5/3/99	31/3/99	27/4/99	4/6/99	5/7/99	13/9/99			
		ανθ/ cm ²	καρπ/ cm ²	καρπό- δεση %	καρπ/ cm ²	Καρπό- δεση %	καρπ/ cm ²	Καρπό- δεση %	#καρπ/ cm ²	#καρπ /cm ²
Μάρτυρας										
Texas	MO	103,1	94,4	91,6	37,5	38,0	37,0	37,4	36,9	34,6
	TA	24,4	22,9	4,3	10,4	13,3	9,7	12,8	8,6	12,1
1 ^η χαρ										
Texas	MO				48,1				39,0	
	TA				9,7				7,7	
2 ^η χαρ										
Texas	MO						35,1		29,4	
	TA						9,5		6,5	
3 ^η χαρ										
Texas	MO							39,6	37,3	
	TA							11,4	12,2	

Στην ποικιλία Texas οι πειραματικοί κλάδοι του μάρτυρα, αρχικά στα τέλη Μαρτίου παρουσίασαν μία μικρή πτώση ανθέων (αγονιμοποίητα, ή, άγωνα άνθη), ενώ στα τέλη Απριλίου η καρπόδεση έφτασε στο 53,6%, ενώ από εκεί και έως τις αρχές του Σεπτεμβρίου η καρπόδεση μειώθηκε ελάχιστα, μόνο κατά 3% (Πίν. 4). Ο αριθμός των καρπών ανά cm² BCSA στους πειραματικούς κλάδους του μάρτυρα το Μάρτιο, είχε μικρή μείωση. Η μεγάλη καρπόπτωση των αγονιμοποίητων καρπιδίων έγινε στα τέλη Απριλίου με σημαντική μείωση του αριθμού καρπών των πειραματικών κλάδων του μάρτυρα κατά 56,9 καρπούς/cm² BCSA (60% μείωση). Από τον Απρίλιο μέχρι το Σεπτέμβριο ο αριθμός των καρπών ανά cm² BCSA των πειραματικών κλάδων του μάρτυρα μειώθηκε μόνο κατά 0,6 καρπούς/cm² (2% μείωση). Έχει βρεθεί επίσης προηγουμένα, ότι η αμυγδαλιά δεν παρουσιάζει σημαντική καρπόπτωση από το Μάιο έως τη συγκομιδή (Mücke, 1996), εκτός μερικών βλαστικών περιόδων στην ποικιλία Texas. Στους πειραματικούς κλάδους της 1^{ης} χαραγής, η μείωση των καρπών/cm² BCSA την ίδια περίοδο (Απρ-Σεπτ) έφτασε το 19%, που αντιστοιχεί σε μείωση κατά 9,1 καρποί/cm² BCSA (Πίν.4). Οι πειραματικοί κλάδοι του μάρτυρα την περίοδο Ιουνίου-Σεπτεμβρίου είχαν πτώση καρπών κατά 0,1 καρπούς/ cm² BCSA (μείωση 0,3 %). Στους πειραματικούς κλάδους της 2^{ης} χαραγής, η μείωση των καρπών/cm² BCSA την ίδια περίοδο (Ιουν-Σεπτ) ήταν 16,2%, που αντιστοιχεί σε μείωση κατά 5,7 καρπούς/cm² BCSA (Πίν.4). Οι πειραματικοί κλάδοι του μάρτυρα την περίοδο

Ιουλίου-Σεπτεμβρίου είχαν πτώση καρπών έως και 0,1 καρπούς/cm² BCSA. Τέλος στους πειραματικούς κλάδους της 3^{ης} χαραγής, η μείωση των καρπών/cm² BCSA την ίδια περίοδο (Ιουλ-Σεπτ) ήταν 5,8%, που αντιστοιχεί σε μείωση κατά 2,3 καρπούς/cm² BCSA. Συμπερασματικά για την ποικιλία Texas η εφαρμογή της διπλής χαραγής, ανεξάρτητα εποχής, προκάλεσε μία αύξηση της καρπόπτωσης σε σχέση με το μάρτυρα. Αυτή η καρπόπτωση δεν έχει αναφερθεί ξανά, όσο ήταν δυνατό να βρεθεί στη βιβλιογραφία, για χαραγή ή για δακτυλίωση

Πίνακας 5: Επίδραση της διπλής χαραγής των κλάδων αμυγδαλιάς της ποικιλίας Ferragnes σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού στην πυκνότητα ανθέων και στην καρπόδεση.

Ποικιλία	Μεταχείριση	5/3/99		31/3/99		27/4/99		4/6/99		5/7/99		3/9/99	
		#ανθ/ cm ²	#καρπ/ cm ²	καρπό- δεση (%)	#καρπ/ cm ²	καρπό- δεση (%)	#καρπ/ cm ²	καρπό- δεση (%)	#καρπ/ cm ²	καρπό- δεση (%)	#καρπ/ cm ²	καρπό- δεση (%)	
Ferragnes	Μάρτυρας												
	MO	121,2	111,2	92,0	36,6	31,9	31,7	27,6				31,6	27,5
	TA	32,1	27,9	4,6	7,7	9,3	4,1	7,3				5,1	7,4
Ferragnes	1 ^η χαρ												
	MO				40,5							38,3	
	TA				14,1						10,7		
Ferragnes	2 ^η χαρ												
	MO						37,7					36,5	
	TA						4,9				4,5		
Ferragnes	3 ^η χαρ												
	MO									35,4	34,6		
	TA									4,1	4,2		

Στην ποικιλία Ferragnes οι πειραματικοί κλάδοι του μάρτυρα, αρχικά στα τέλη Μαρτίου παρουσίασαν μία μικρή μείωση στο % της καρπόδεσης, στα τέλη Απριλίου η μείωση αυξήθηκε στο 65,3%. ενώ μέχρι τις αρχές του Σεπτεμβρη η καρπόδεση μειώθηκε περαιτέρω 13,8% (Πίν. 5). Ο αριθμός των καρπών ανά cm² BCSA στους πειραματικούς κλάδους του μάρτυρα, το Μάρτιο, είχε μικρή μείωση. Η μεγάλη καρπόπτωση έγινε στα τέλη Απριλίου με σημαντική μείωση του αριθμού καρπιδίων (αγονιμοποίητα καρπίδια) κατά 74,6 καρπούς/cm² BCSA (67% μείωση). Από τον Απρίλιο μέχρι το Σεπτέμβριο ο αριθμός των καρπών ανά cm² BCSA των πειραματικών κλάδων του μάρτυρα μειώθηκε κατά 5 καρπούς/cm² BCSA (13,6% μείωση) (Πίν 5). Αυτή η καρπόπτωση οφείλεται στην καθυστερημένη πτώση αγονιμοποίητων καρπιδίων το Μάιο και είναι πολύ υψηλότερη της αντίστοιχης

καρπόπτωσης της ποικιλίας Texas. Στους πειραματικούς κλάδους της 1^{ης} χαραγής η μείωση των καρπών/cm² BCSA την ίδια περίοδο (Απρ-Σεπτ) ήταν 5,4%, που αντιστοιχεί σε μείωση κατά 2,2 καρπούς/cm² BCSA (Πίν. 5). Οι πειραματικοί κλάδοι του μάρτυρα την περίοδο Ιουνίου-Σεπτεμβρίου είχαν πτώση καρπών κατά 0,1 καρπούς/cm² BCSA (μείωση 0,31%). Στους πειραματικούς κλάδους της 2^{ης} χαραγής η μείωση των καρπών/cm² BCSA την ίδια περίοδο (Ιουν-Σεπτ) ήταν 3,2%, που αντιστοιχεί σε μείωση κατά 1,2 καρπούς/cm² BCSA (Πίν. 5). Οι πειραματικοί κλάδοι του μάρτυρα την περίοδο Ιουλίου-Σεπτεμβρίου είχαν πτώση καρπών έως και 0,1 καρπούς/cm² BCSA. Τέλος, στους πειραματικούς κλάδους της 3^{ης} χαραγής η μείωση των καρπών/cm² BCSA την ίδια περίοδο (Ιουλ-Σεπτ) ήταν 2,2%, που αντιστοιχεί σε μείωση κατά 0,8 καρπούς/cm² BCSA (Πίν. 5). Συμπερασματικά για την ποικιλία Ferragnes η εφαρμογή της διπλής χαραγής, ανεξάρτητα εποχής, δεν προκάλεσε αύξηση της καρπόπτωσης σε σχέση με το μάρτυρα.

3.4. Επίδραση της εφαρμογής βορίου και της διπλής χαραγής στην ποιότητα καρπού της αμυγδαλιάς

Η συγκομιδή των καρπών των δύο ποικιλιών έγινε την αντίστοιχη, της κάθε ποικιλίας, εμπορική ημέρα συγκομιδής και διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά μετρήθηκαν αμέσως μετά.

Πίνακας 6: Επίδραση της εφαρμογής βορίου στην περίοδο της άνθισης σε διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού αμυγδαλιάς στις ποικιλίες Ferragnes και Texas.

Ποικιλία	Μεταχείριση	Συν.βάρους καρπών (g)	Βάρους καρπών/cm ²	Περικάρπιο/ καρπό (g)	Ενδοκάρπιο/ καρπό (g)	Ψίχα/ καρπό (g)
Ferragnes	Μάρτυρας	455,4	323,7	6,48	2,92	1,64
	Βόριο	379,1	346,5	5,64	2,72	1,61
Texas	Μάρτυρας	454,7	186,9	2,56	1,38	1,22
	Βόριο	307,8	169,1	1,90	1,28	1,22
Σημαντικ.Ποικιλίας		NS	***	***	***	***
Σημαντικότητα Μεταχείρισης		NS	NS	NS	NS	NS
LSD _{0,05} Ποικ Χ Μεταχ		179	78,1	1,2	0,35	0,17

Το συνολικό βάρος (σε g) των καρπών των πειραματικών κλάδων ήταν παρόμοιο στις δύο ποικιλίες, Ferragnes και Texas (Πίν. 6). Το βάρος (σε g) των καρπών ανά cm² BCSA ήταν πολύ μεγαλύτερο στους πειραματικούς κλάδους της

ποικιλίας Ferragnes σε σχέση με αυτούς της ποικιλίας Texas. Το βάρος (σε g) του περικαρπίου ανά καρπό, το βάρος (σε g) του ενδοκαρπίου ανά καρπό και το βάρος (σε g) της ψίχας ανά καρπό βρέθηκε μεγαλύτερο στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes σε σχέση με τους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas (Πιν. 6).

Πίνακας 7: Επίδραση της εφαρμογής βορίου στην περίοδο της άνθισης σε διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού αμυγδαλιάς στις ποικιλίες Ferragnes και Texas.

Ποικιλία	Μεταχείριση	εδώδιμο (%)	% εδώδιμο χωρίς περικάρπιο	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος καρπού (mm)	ξ.ο. περικάρπιο (%)	ξ.ο. ψίχας (%)
Ferragnes	Μάρτυρας	15,0	36,2	24,6	10,3	47,7	74,8
	Βόριο	16,3	36,8	24,7	10,3	52,7	75,5
Texas	Μάρτυρας	25,3	47,0	18,9	10,2	57,2	82,1
	Βόριο	27,7	48,2	18,3	10,3	66,9	83,3
Σημαντικ. Ποικιλίας		***	***	***	NS	*	***
Σημαντικότητα Μεταχείρισης		NS	NS	NS	NS	NS	NS
LSD _{0,05} Ποικ X Μεταχ		3,2	1,6	1,1	0,6	13,7	3,5

Το % εδώδιμο μέρος του καρπού (περικάρπιο, ενδοκάρπιο και σπέρμα) και το % εδώδιμο μέρος καρπού χωρίς το περικάρπιο βρέθηκαν μικρότερα στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes σε σχέση με αυτούς της ποικιλίας Texas και σε ποσοστά παρόμοια με αυτά που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία (Βασιλακάκης, 1996) (Πίν.7). Το μήκος (σε mm) του σπέρματος των καρπών ήταν μεγαλύτερο στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes, ενώ το πλάτος του σπέρματος των καρπών ήταν το ίδιο σε όλους τους καρπούς των πειραματικών κλάδων και των δύο ποικιλιών (Πίν.7). Το % ξηρό βάρος του περικαρπίου και του σπέρματος των καρπών βρέθηκαν μικρότερα στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes σε σχέση με τους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas, πιθανόν λόγω προιμότερης συγκομιδής των καρπών της ποικιλίας Ferragnes (Πίν. 7).

Αντίθετα, όλες οι παράμετροι της ποιότητας του καρπού ήταν παρόμοιες μεταξύ των πειραματικών κλάδων του μάρτυρα και των κλάδων που έγινε εφαρμογή βορίου. Συμπερασματικά, η εφαρμογή βορίου στην άνθιση δεν βελτίωσε την θρεπτική κατάσταση των κλάδων και σαν επακόλουθο δεν επηρέασε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αμυγδάλων.

Πίνακας 8: Επίδραση της διπλής χαραγής των κλάδων αμυγδαλιάς των ποικιλιών Ferragnes και Texas σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού σε διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού.

Ποικιλία	Μεταχείριση	Συν.βάρος καρπών (g)	Βάρος καρπών/cm ²	Περικάρπιο/καρπό (g)	Ενδοκάρπιο/καρπό (g)	Ψίχα/καρπό (g)
Ferragnes	Μάρτυρας	455,4	323,7	6,48	2,92	1,64
	1 ^η χαραγή	524,9	395,2	5,29	2,77	1,58
	2 ^η χαραγή	456,4	302,4	4,76	2,38	1,45
	3 ^η χαραγή	516,8	351,5	5,94	2,90	1,61
Texas	Μάρτυρας	454,7	186,7	2,55	1,40	1,22
	1 ^η χαραγή	216,1	167,6	1,90	1,33	1,14
	2 ^η χαραγή	241,7	124,2	1,93	1,54	1,35
	3 ^η χαραγή	234,2	156,7	1,80	1,30	1,18
Σημαντικ. Ποικιλίας		***	***	***	***	***
Σημαντικότητα Μεταχείρισης		NS	NS	NS	NS	NS
LSD _{0,05} Ποικ X Μεταχ		152	75	1,1	0,35	0,16

Πίνακας 9: Επίδραση της διπλής χαραγής των κλάδων αμυγδαλιάς των ποικιλιών Ferragnes και Texas σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού σε διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού.

Ποικιλία	Μεταχείριση	εδώδιμο (%)	% εδώδιμο χωρίς περικάρπιο	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος καρπού (mm)	ξ.ο. περικάρπιο (%)	ξ.ο. ψίχας (%)
Ferragnes	Μάρτυρας	15,0	36,2	24,5	10,3	47,7	74,8
	1 ^η χαραγή	16,7	36,4	24,7	9,9	75,6	78,6
	2 ^η χαραγή	17,3	38,3	24,1	10,0	68,0	75,9
	3 ^η χαραγή	15,5	35,9	24,6	10,4	54,5	74,9
Texas	Μάρτυρας	25,3	47,0	18,9	10,2	57,2	82,1
	1 ^η χαραγή	26,8	46,2	18,9	10,2	77,0	85,9
	2 ^η χαραγή	28,1	46,7	19,1	10,1	70,4	80,8
	3 ^η χαραγή	28,4	47,6	18,9	10,0	63,5	84,1
Σημαντικ. Ποικιλίας		***	***	***	NS	*	***
Σημαντικότητα Μεταχείρισης		NS	NS	NS	NS	***	*
LSD _{0,05} Ποικ X Μεταχ		3,07	2,48	0,97	0,62	12,4	3,6



Το συνολικό βάρος (σε g) των καρπών των πειραματικών κλάδων ήταν μεγαλύτερο στην ποικιλία Ferragnes σε σχέση με την ποικιλία Texas (Πίν. 8). Το βάρος των καρπών ανά cm² BCSA ήταν μεγαλύτερο στους πειραματικούς κλάδους της ποικιλίας Ferragnes σε σχέση με αυτούς της ποικιλίας Texas. Επίσης, το βάρος (σε g) του περικαρπίου ανά καρπό, το βάρος (σε g) του ενδοκαρπίου ανά καρπό και

το βάρος (σε g) της ψίχας ανά καρπό, βρέθηκαν μεγαλύτερα στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes σε σχέση με την ποικιλία Texas (Πίν. 8). Το % εδώδιμο μέρος του καρπού (περικάρπιο, ενδοκάρπιο και σπέρμα) στους πειραματικούς κλάδους της ποικιλίας Ferragnes ήταν πολύ μικρότερο σε σχέση με αυτό της ποικιλίας Texas, ενώ το % εδώδιμο μέρος του καρπού χωρίς το περικάρπιο ήταν απλά μικρότερο στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes σε σχέση με την ποικιλία Texas (Πίν. 9). Το μήκος του σπέρματος (σε mm) των καρπών ήταν μεγαλύτερο στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes, ενώ το πλάτος του σπέρματος των καρπών ήταν ίδιο σε όλους τους καρπούς και των δύο ποικιλιών. Το % ξηρό βάρος του περικαρπίου και του σπέρματος των καρπών ήταν αντίθετα, μικρότερα στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes σε σχέση με αυτούς της ποικιλίας Texas (Πίν. 9).

Το συνολικό βάρος (σε g) των καρπών και το βάρος (σε g) των καρπών ανά cm^2 BCSA των πειραματικών κλάδων, δεν επηρεάστηκαν από τις μεταχειρίσεις της 1^{ης}, της 2^{ης} και 3^{ης} χαραγής που έγιναν (Πίν. 9). Το βάρος (σε g) του περικαρπίου ανά καρπό μειώθηκε στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes μετά την μεταχείριση της 1^{ης} και 2^{ης} χαραγής (Πίν. 9). Το βάρος (σε g) του ενδοκαρπίου ανά καρπό και το βάρος (σε g) του σπέρματος (ψίχα) ανά καρπό δεν επηρεάστηκαν από τις μεταχειρίσεις των χαραγών που έγιναν στους πειραματικούς κλάδους. Επίσης το % εδώδιμο μέρος του καρπού (δηλαδή περικάρπιο, ενδοκάρπιο και σπέρμα), αλλά και το % εδώδιμο μέρος του καρπού χωρίς το περικάρπιο, καθώς και το μήκος και πλάτος (σε mm) των καρπών δεν επηρεάστηκαν από τις μεταχειρίσεις της 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} χαραγής (Πίν. 9). Το % ξηράς ουσίας του περικαρπίου των καρπών, αυξήθηκε στους καρπούς των πειραματικών κλάδων και των δύο ποικιλιών μετά από την 1^η και 2^η χαραγή (Πίν. 9). Αποτέλεσμα που σημαίνει προώριση της ωρίμανσης, ή, και μεγαλύτερο ποσό ξηράς ουσίας στο περικάρπιο σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Στο % ξηράς ουσίας του σπέρματος των καρπών ελάχιστες διαφορές υπήρξαν, ώστε δεν επηρεάστηκε αυτό από τις μεταχειρίσεις των χαραγών που έγιναν στους πειραματικούς κλάδους.

Πίνακας 10: Επίδραση της εφαρμογής βορίου και της διπλής χαραγής των κλάδων αμυγδαλιάς των ποικιλιών Ferragnes και Texas σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού σε διάφορες φυσιολογικές παραμέτρους καρπών.

Ποικιλία	Μεταχείριση	Ξηρό βάρος 10περικαρπ. (g)	Ξηρό βάρος 10σπερμάτων (g)	#καρπών/ cm ²	Ξηρό βάρος περικαρπίου/ cm ²	Ξηρό βάρος σπερμάτων/ cm ²
Ferragnes	Μάρτυρας	15,4	12,3	31,6	48,7	38,9
	Βόριο	14,6	12,1	35,6	52,0	43,1
	1 ^η χαραγή	19,1	12,4	38,3	73,2	47,5
	2 ^η χαραγή	15,0	11,0	36,5	54,8	40,2
	3 ^η χαραγή	16,1	12,1	34,6	55,7	41,9
	M.O	16,0	12,0	35,3	56,8	42,3
	T.A	1,80	0,60	2,50	9,50	3,30
Texas	Μάρτυρας	10,7	10,0	36,9	39,5	36,9
	Βόριο	12,5	9,90	40,4	47,1	40,0
	1 ^η χαραγή	12,1	9,80	39,0	47,2	38,2
	2 ^η χαραγή	13,4	11,2	29,4	39,4	32,9
	3 ^η χαραγή	10,5	9,90	37,3	39,2	36,9
	M.O	11,8	10,2	36,6	42,5	37,0
	T.A	1,20	0,60	4,30	4,30	2,60
Σημαντικ. Ποικιλίας					***	**
Σημαντικότητα Μεταχείρισης					**	NS
LSD _{0,05} Ποικ X Μεταχ					12,3	8,20

Τόσο η ποικιλία Ferragnes, όσο και η ποικιλία Texas έχουν τον ίδιο αριθμό καρπών ανά cm² BCSA στους κλάδους του πειράματος (Πίν. 10). Η ξηρά ουσία (σε g) που βρίσκεται στο περικάρπιο αλλά και στο σπέρμα των καρπών ήταν περισσότερη στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes σε σχέση με την ποικιλία Texas (Πίν. 10).

Στην ποικιλία Ferragnes διαπιστώθηκε ότι μετά τη μεταχείριση της 1^{ης} χαραγής, η ξηρά ουσία (σε g) του περικαρπίου των καρπών ανά cm² BCSA ήταν μεγαλύτερη από αυτή που βρέθηκε στο μάρτυρα και των μεταχειρίσεων της εφαρμογής βορίου, της 2^{ης} και 3^{ης} χαραγής (Πίν.10). Όμοια η ξηρά ουσία (σε g) του σπέρματος των καρπών ανά cm² BCSA που βρέθηκε μετά την μεταχείριση της 1^{ης} χαραγής ήταν μεγαλύτερη ή ίση από αυτή που βρέθηκε στις μεταχειρίσεις της εφαρμογής βορίου, της 2^{ης} και 3^{ης} χαραγής και μεγαλύτερη από αυτή που βρέθηκε στο μάρτυρα (Πίν. 10).

Στην ποικιλία Texas διαπιστώθηκε, ότι η ξηρά ουσία (σε g) του περικαρπίου των καρπών ανά cm² BCSA της μεταχείρισης εφαρμογής βορίου και της 1^{ης} χαραγής ήταν μεγαλύτερη από αυτή που βρέθηκε στο μάρτυρα και της 2^{ης} και 3^{ης} χαραγής

(Πίν.10). Τέλος η ξηρά ουσία (σε g) του σπέρματος των καρπών ανά cm² BCSA που σε όλες τις μεταχειρίσεις ήταν παρόμοια με τη ξηρά ουσία του σπέρματος των καρπών ανά cm² BCSA του μάρτυρα (Πίν.10).

3.5. Επίδραση της διπλής χαραγής στη φυσιολογία φύλλου της αμυγδαλιάς

Πίνακας 11: Επίδραση της διπλής χαραγής, σε διάφορες φυσιολογικές παραμέτρους φύλλων αμυγδαλιάς των ποικιλιών Texas και Ferragnes, σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα τέλη Ιουλίου 1999.

Ποικιλία	Μεταχείριση	Ps mmol.m ⁻² .s ⁻¹	E mmol.m ⁻² .s ⁻¹	Rl water m ² .s.mol ⁻¹	Rl CO ₂ m ² .s.mol ⁻¹
Texas	Μάρτυρας	12,7	1,7	7,7	12,4
	1 ^η χαραγή	12,1	2,0	6,9	11,0
	2 ^η χαραγή	17,8	1,9	10,3	16,6
	3 ^η χαραγή	15,2	2,3	6,0	9,6
Ferragnes	Μάρτυρας	16,7	3,3	0,9	1,5
	1 ^η χαραγή	15,4	3,6	0,6	1,0
	2 ^η χαραγή	16,8	3,4	0,7	1,4
	3 ^η χαραγή	16,2	3,2	0,8	1,2
Σημαντικ. Ποικιλίας		*	***	***	***
Σημαντικότητα Μεταχείρισης		*	NS	NS	NS
LSD _{0,05} Ποικ X Μεταχ		3,5	0,7	4,5	7,3

Τα φύλλα των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas είχαν μικρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης από αυτόν της ποικιλίας Ferragnes (Πίν. 11). Ο ρυθμός διαπνοής βρέθηκε μικρότερος στα φύλλα των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas από το ρυθμό διαπνοής των φύλλων της ποικιλίας Ferragnes (Πίν. 11). Η αντίσταση των στοματίων, τόσο στην κίνηση του νερού (Rlwater), όσο και στην κίνηση του CO₂ (Rlco₂), ήταν πολύ μεγαλύτερη στα φύλλα της ποικιλίας Texas σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes (Πίν. 11). Από τα αποτελέσματα αυτά συμπεραίνεται ότι, στα τέλη Ιουλίου η ποικιλία Texas δέχεται πιο έντονη καταπόνηση από τις υψηλές θερμοκρασίες από την ποικιλία Ferragnes.

Πίνακας 12: Επίδραση της διπλής χαραγής, σε διάφορες φυσιολογικές παραμέτρους φύλλων αμυγδαλιάς των ποικιλιών Texas και Ferragnes, σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα τέλη Ιουλίου 1999.

Ποικιλία	Μεταχείριση	QY molCO ₂ /100 photons	WUE mmolCO ₂ / mol H ₂ O	Cin/Cout	IntCO ₂ (μl.l ⁻¹)
Texas	Μάρτυρας	0,86	6,8	0,91	470
	1 ^η χαραγή	0,55	5,4	0,91	453
	2 ^η χαραγή	1,04	14,6	0,88	486
	3 ^η χαραγή	0,62	6,0	0,88	427
Ferragnes	Μάρτυρας	1,12	4,8	0,89	432
	1 ^η χαραγή	0,89	3,8	0,89	411
	2 ^η χαραγή	0,96	4,3	0,89	426
	3 ^η χαραγή	1,02	4,2	0,91	457
Σημαντικ.Ποικιλίας		*	***	NS	*
Σημαντικότητα Μεταχείρισης		NS	**	NS	NS
LSD _{0,05} Ποικ X Μεταχ		0,56	6,18	0,04	71

Η αποτελεσματικότητα χρήσης φωτός για την ποσότητα παραγωγής (QY) ήταν μικρότερη στα φύλλα των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes, ενώ η αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) ήταν μεγαλύτερη στην ποικιλία Texas σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes και πάλι λόγω των περισσότερο κλειστών στοματίων στην ποικιλία Texas (Πίν. 12). Ο λόγος του CO₂ εσωτερικά και εξωτερικά του φύλλου (Cin/Cout) ήταν στα ίδια επίπεδα στα φύλλα των πειραματικών κλάδων και των δύο ποικιλιών. Τέλος η εσωτερική συγκέντρωση του CO₂ (IntCO₂) ήταν υψηλότερη στα φύλλα των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes (Πίν. 12) λόγω της περιορισμένης φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φύλλων της ποικιλίας Texas..

Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης (Ps) βρέθηκε μικρότερος στα φύλλα της 1^η χαραγής σε σχέση με το ρυθμό φωτοσύνθεσης των φύλλων της 2^{ης} χαραγής, με τις τιμές του ρυθμού φωτοσύνθεσης των φύλλων των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και της 3^{ης} χαραγής να βρίσκονται ενδιάμεσα (Πίν. 11). Οι τιμές του ρυθμού διαπνοής (E) και της αντίστασης των στοματίων στην κίνηση του νερού (Rlwater) και στην κίνηση του CO₂ (Rlco₂) παρέμειναν σε παρόμοια επίπεδα στα φύλλα των πειραματικών κλάδων όλων των μεταχειρίσεων, με μια μικρή υπεροχή των τιμών των παραμέτρων αυτών στα φύλλα της 2^{ης} χαραγής σε σχέση με τα φύλλα της 1^{ης} χαραγής (Πίν. 11 και 12). Η αποτελεσματικότητα χρήσης φωτός (QY) ήταν παρόμοια στα φύλλα των

πειραματικών κλάδων όλων των μεταχειρίσεων, με μια μικρή υπεροχή της τιμής της παραμέτρου αυτής στα φύλλα της 2^{ης} χαραγής σε σχέση με τα φύλλα της 1^{ης} χαραγής (Πίν. 12). Η αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα της 2^{ης} χαραγής σε σχέση με αυτή που βρέθηκε στα φύλλα των άλλων μεταχειρίσεων (Πίν. 12). Τέλος ο λόγος του CO₂ εσωτερικά και εξωτερικά του φύλλου (Cin/Cout), καθώς και η εσωτερική συγκέντρωση του CO₂ (IntCO₂) παρέμειναν στα ίδια επίπεδα στα φύλλα όλων των μεταχειρίσεων (Πίν. 12).

Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης (Ps), καθώς και ο ρυθμός διαπνοής (E) ήταν μεγαλύτερος στα φύλλα των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes, ενώ αντίθετα οι τιμές της αντίστασης των στοματιών, τόσο στην κίνηση του νερού (Rl_{water}), όσο και στην κίνηση του CO₂ (Rl_{CO₂}) ήταν μικρότερες στα φύλλα των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas σε σχέση με αυτά της ποικιλίας Ferragnes (Πίν. 13).

Πίνακας 13: Επίδραση της διπλής χαραγής, σε διάφορες φυσιολογικές παραμέτρους φύλλων αμυγδαλιάς των ποικιλιών Texas και Ferragnes, σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα τέλη Αυγούστου 1999.

Ποικιλία	Μεταχείριση	Ps mmol.m ⁻² .s ⁻¹	E mmol.m ⁻² .s ⁻¹	Rl water m ² .s.mol ⁻¹	Rl CO ₂ m ² .s.mol ⁻¹
Texas	Μάρτυρας	16,9	2,9	2,5	4,0
	1 ^η χαραγή	16,5	2,6	3,6	5,8
	2 ^η χαραγή	18,4	2,4	3,4	5,5
	3 ^η χαραγή	16,9	3,1	2,5	4,0
Ferragnes	Μάρτυρας	12,1	0,7	11,9	19,2
	1 ^η χαραγή	15,9	1,1	8,9	14,3
	2 ^η χαραγή	17,7	0,6	7,8	11,9
	3 ^η χαραγή	12,9	0,7	16,1	26,0
Σημαντικ. Ποικιλίας		**	***	***	***
Σημαντικότητα Μεταχείρισης		*	NS	***	***
LSD _{0,05} Ποικ X Μεταχ		3,4	0,5	3,7	6

Η αποτελεσματικότητα χρήσης φωτός (QY), καθώς και η αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) ήταν μικρότερη στα φύλλα των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas σε σχέση με τα αυτά της ποικιλίας Ferragnes (Πίν. 14). Τέλος ο λόγος του CO₂ εσωτερικά και εξωτερικά του φύλλου (Cin/Cout), καθώς και η εσωτερική συγκέντρωση του CO₂ (IntCO₂) ήταν μικρότερες στα φύλλα των πειραματικών

κλάδων της ποικιλίας Texas σε σχέση με τα φύλλα των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Ferragnes (Πίν. 14).

Πίνακας 14: Επίδραση της διπλής χαραγής σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού σε διάφορες φυσιολογικές παραμέτρους φύλλων αμυγδαλιάς των ποικιλιών Texas και Ferragnes. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα τέλη Αυγούστου 1999.

Ποικιλία	Μεταχείριση	QY molCO ₂ /100 photons	WUE mmolCO ₂ / mol H ₂ O	Cin/Cout	IntCO ₂ (μl.l ⁻¹)
Texas	Μάρτυρας	0,65	5,7	0,88	448
	1 ^η χαραγή	0,58	6,0	0,89	462
	2 ^η χαραγή	0,86	7,1	0,88	473
	3 ^η χαραγή	0,54	5,0	0,87	410
Ferragnes	Μάρτυρας	1,09	19,1	0,92	540
	1 ^η χαραγή	0,80	14,6	0,89	483
	2 ^η χαραγή	1,50	22,4	0,89	559
	3 ^η χαραγή	0,86	21,8	0,92	514
Σημαντικ. Ποικιλίας		***	***	***	***
Σημαντικότητα Μεταχείρισης		***	NS	NS	**
LSD _{0,05} Ποικ Χ Μεταχ		0,44	7,7	0,004	59

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο ημερομηνιών (Ιουλίου και Αυγούστου) για κάθε ποικιλία παρουσιάζονται παρακάτω. Τον Αύγουστο για την ποικιλία Texas ο ρυθμός καθαρής φωτοσύνθεσης αυξήθηκε, ο ρυθμός της διαπνοής αυξήθηκε, ενώ μειώθηκαν οι αντιστάσεις των στοματίων στην κίνηση του νερού και του CO₂ σε σχέση με τον Ιούλιο. Όμοια, για την ποικιλία Texas τον Αύγουστο, οι παράμετροι QY, WUE, Cin/Cout, IntCO₂ μειώθηκαν σε μικρό βαθμό σε σχέση με τον Ιούλιο (Πίν. 12 και 14). Αντίθετα, τον Αύγουστο για την ποικιλία Ferragnes μειώθηκαν σημαντικά ο ρυθμός φωτοσύνθεσης και διαπνοής, ενώ οι αντιστάσεις των στοματίων στην κίνηση του νερού και του CO₂, η αποδοτικότητα χρήσης νερού και η εσωτερική συγκέντρωση CO₂ αυξήθηκαν σημαντικά σε σχέση με τον Ιούλιο (Πίν. 11, 12, 13 και 14).

Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης (Ps) ήταν μεγαλύτερος στα φύλλα της 2^{ης} χαραγής από αυτόν που βρέθηκε στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και της 3^{ης} χαραγής, με τις τιμές του ρυθμού της φωτοσύνθεσης των φύλλων της 1^{ης} χαραγής να βρίσκονται ενδιάμεσα (Πίν. 13). Οι τιμές του ρυθμού διαπνοής (E), της αντίστασης των στοματίων, τόσο στην κίνηση του νερού (R_{lwater}), όσο και στην κίνηση του CO₂ (R_{lco2}) ήταν μεγαλύτερες στα φύλλα της 3^{ης} χαραγής σε σχέση με τα φύλλα των

άλλων μεταχειρίσεων (Πίν.13). Η αποτελεσματικότητα χρήσης φωτός (QY) ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα της 2^{ης} χαραγής σε σχέση με αυτά των υπόλοιπων μεταχειρίσεων (Πίν. 14). Επίσης, η αποδοτικότητα χρήσης του νερού ήταν λίγο μεγαλύτερη στα φύλλα της 2^{ης} χαραγής σε σχέση με τα φύλλα της 1^{ης} χαραγής (Πίν. 14). Ο λόγος του CO₂ εσωτερικά και εξωτερικά του φύλλου (Cin/Cout) ήταν μεγαλύτερος στα φύλλα της 3^{ης} χαραγής και του μάρτυρα σε σχέση με αυτά της 1^{ης} χαραγής, ενώ η τιμή του λόγου στα φύλλα της 2^{ης} χαραγής βρισκόταν ενδιάμεσα. Τέλος η εσωτερική συγκέντρωση του CO₂ (IntCO₂) ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα της 2^{ης} χαραγής σε σχέση με τα φύλλα των υπόλοιπων μεταχειρίσεων.

Η ξηρά ουσία (%) του φύλλου ήταν μικρότερη στα φύλλα των πειραματικών κλάδων στην ποικιλία Texas, ενώ το ειδικό βάρος του φύλλου (SLW) δεν διέφερε σημαντικά στα φύλλα των δύο ποικιλιών (Πίν. 15). Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a (Chla) βρέθηκε χαμηλότερη στα φύλλα της ποικιλίας Texas σε σχέση με αυτά της ποικιλίας Ferragnes, ενώ η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b (Chlb) ήταν παρόμοια και για τις δύο ποικιλίες. Το συνολικό ποσό της χλωροφύλλης (TotChl), αλλά και ο λόγος των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλης b (Chla/Chlb) βρέθηκαν μικρότερα στα φύλλα της ποικιλίας Texas απ' ότι στα φύλλα της ποικιλίας Ferragnes (Πίν. 15).

Η ξηρά ουσία (%) και το ειδικό βάρος (SLW) των φύλλων των πειραματικών κλάδων αυξήθηκαν από την 1^η δειγματοληψία προς τη 2^η, ενώ στην 3^η οι τιμές τους σταθεροποιήθηκαν (Πίν. 15). Η συγκέντρωση της Chla, η συγκέντρωση της Chlb και το συνολικό ποσό της χλωροφύλλης, που βρέθηκαν στα επιλεγμένα φύλλα των πειραματικών κλάδων μειώθηκαν σταδιακά με το χρόνο, έως και την 3^η δειγματοληψία. Ο λόγος των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλης b, μειώθηκε από αρχές προς τέλη Ιουλίου, ενώ σταθεροποιήθηκε στα τέλη Αυγούστου (Πίν 15). Η ξηρά ουσία (%) και το ειδικό βάρος του φύλλου (SLW) που βρέθηκαν στα επιλεγμένα φύλλα των πειραματικών κλάδων, δεν έδειξαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων του πειράματος (Πίν. 15). Οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης a και b, αλλά και του ολικού ποσού της χλωροφύλλης, που βρέθηκαν στα επιλεγμένα φύλλα των πειραματικών κλάδων, ήταν μικρότερες για την 1^η και 2^η χαραγή σε σχέση με το μάρτυρα και την 3^η χαραγή. Τέλος ο λόγος των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλης b δεν έδειξε διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων του πειράματος (Πίν. 15)

Πίνακας 15: Επίδραση της διπλής χαραγής σε 3 στάδια ανάπτυξης του καρπού σε μερικά στοιχεία φυσιολογίας φύλλου αμυγδαλιάς των ποικιλιών Texas και Ferragnes.

Ποικιλία	Ημερο- μηνία	Μετα- χείριση	Ξ.Ο. (%)	SLW (mg/cm ²)	Chla (mg/g)	Chlb (mg/g)	TotChl (mg/g)	Chla/ Chlb
Texas	6/7/99	Μάρτυρας	39,4	10,7	4,2	1,2	5,5	3,5
		1 ^η χαραγή	35,8	10,4	3,5	1,1	4,6	3,1
		2 ^η χαραγή	36,8	10,5	3,4	1,2	4,6	2,9
		3 ^η χαραγή	39,4	10,7	4,2	1,2	5,5	3,5
Texas	28/7/99	Μάρτυρας	41,8	13,0	2,9	1,1	4,0	2,7
		1 ^η χαραγή	41,6	12,0	2,5	1,0	3,5	2,6
		2 ^η χαραγή	43,6	13,2	2,7	1,0	3,6	2,8
		3 ^η χαραγή	43,1	12,9	2,8	1,1	3,8	2,7
Texas	30/8/99	Μάρτυρας	43,4	12,4	2,4	1,0	3,4	2,5
		1 ^η χαραγή	43,2	12,2	2,5	0,9	3,4	2,7
		2 ^η χαραγή	42,5	12,4	2,2	0,9	3,1	2,6
		3 ^η χαραγή	40,7	12,7	2,4	0,9	3,3	2,6
Ferragnes	6/7/99	Μάρτυρας	37,2	11,1	4,0	1,3	5,3	3,1
		1 ^η χαραγή	38,5	10,9	3,2	1,1	4,3	3,1
		2 ^η χαραγή	37,7	11,0	3,5	1,1	4,6	3,1
		3 ^η χαραγή	37,2	11,1	4,0	1,3	5,3	3,1
Ferragnes	28/7/99	Μάρτυρας	42,8	11,9	3,5	1,3	4,8	2,8
		1 ^η χαραγή	43,9	11,9	3,0	1,0	4,1	2,9
		2 ^η χαραγή	43,4	11,8	3,2	1,1	4,4	2,9
		3 ^η χαραγή	45,1	12,7	3,0	1,0	4,1	2,9
Ferragnes	30/8/99	Μάρτυρας	43,2	12,5	2,6	0,9	3,5	2,7
		1 ^η χαραγή	44,9	12,9	2,7	1,0	3,7	2,8
		2 ^η χαραγή	44,8	13,0	2,5	0,9	3,4	2,8
		3 ^η χαραγή	45,4	13,1	2,8	1,0	3,8	2,9
Σημαντικότητα Ποικιλίας			***	NS	***	NS	**	*
Σημαντικ. Ημερομηνίας			***	***	***	***	***	***
Σημαντικ. Μεταχείρισης			NS	NS	***	***	***	NS
LSD _{0,05} Ποικ X Μεταχ			1,9	1,1	0,4	0,14	0,5	0,33

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Επίδραση της εφαρμογής βορίου

Όσον αφορά την επέμβαση με βόριο, έχει προαναφερθεί ότι έγιναν 5 διαφυλλικές εφαρμογές των 50ppm, το χρονικό διάστημα από 5/3/99, έως και 21/3/99, όταν και οι δύο ποικιλίες, Texas και Ferragnes βρισκόταν στο στάδιο της ανθοφορίας τους. Στις αναλύσεις των ανόργανων στοιχείων που έγιναν στο τέλος της παραγωγικής περιόδου της αμυγδαλιάς για να διαπιστωθεί η θρεπτική κατάσταση των δένδρων, παρατηρήθηκε έλλειψη βορίου σε όλα τα δένδρα και των δύο ποικιλιών. Επομένως, οι 5 διαφυλλικές εφαρμογές βορίου που πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο της άνθισης σε δένδρα που παρουσίαζαν τροφопενία βορίου δεν οδήγησαν σε βελτίωση της θρέψης του στοιχείου αυτού. Έτσι λοιπόν δεν μπόρεσαν να εξαχθούν συμπεράσματα για την επίδραση της εφαρμογής βορίου, ούτε στην καρπόδεση, αλλά ούτε και στην ποιότητα των καρπών της αμυγδαλιάς. Για την καρπόδεση συγκεκριμένα, σε συγκρίσεις που έγιναν με το μάρτυρα, δεν παρατηρήθηκε βελτίωση της αρχικής και τελικής καρπόδεσης σε καμία από τις δύο εξεταζόμενες ποικιλίες. Όσο για την ποιότητα των καρπών, οι συγκρίσεις που έγιναν με το μάρτυρα έδειξαν ότι η εφαρμογή βορίου δε μετέβαλε κανένα από τα χαρακτηριστικά ποιότητας των καρπών που μελετήθηκαν, δηλαδή το βάρος των καρπών/cm² BCSA, το βάρος (σε g) του περικαρπίου/καρπό, το βάρος (σε g) του ενδοκαρπίου/καρπό, το βάρος (σε g) της ψίχας/καρπό, το % του εδάδιμου μέρους του καρπού, το μήκος και πλάτος της ψίχας (σε mm) των καρπών, το % της ξηράς ουσίας του περικαρπίου καθώς και της ψίχας και τέλος το ξηρό βάρος (σε g) του περικαρπίου/cm² BCSA και ψίχας/cm² BCSA.

Όταν εφαρμόστηκε παρόμοια συγκέντρωση βορίου με μία εφαρμογή στη ρόδινη κορυφή σε ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Καλιφόρνια, βρέθηκε αύξηση στην παραγωγικότητα των δένδρων (Meyer, *et al.*, 1998). Βέβαια αυτοί και άλλοι ερευνητές προτείνουν για καλύτερα αποτελέσματα τη φθινοπωρινή εφαρμογή του βορίου (Nyomora, *et al.*, 1997).

4.2 Διπλή χαραγή και θρέψη αμυγδαλιάς

Όσον αφορά την ανόργανη θρέψη της αμυγδαλιάς, οι χαραγές δεν τροποποίησαν σε σημαντικό βαθμό τα ποσά των ανόργανων στοιχείων στα φύλλα. Περαιτέρω μελέτες για το ανωτέρω θέμα δε βρέθηκαν, όσο αυτό ήταν δυνατόν, στη βιβλιογραφία. Όλα τα στοιχεία βρέθηκαν σε ικανοποιητικό επίπεδο, εκτός από το N και P που ήταν οριακά ικανοποιητικά, το K που ήταν σε υψηλότερο επίπεδο από το

ανώτερο όριο, και το Β που βρέθηκε σε έλλειψη. Επειδή η συγκέντρωση βορίου ήταν μικρότερη στην ποικιλία Ferragnes από την Texas, είναι πιθανόν ότι η ποικιλία Ferragnes είναι πιο ευαίσθητη στην τροφοπενία βορίου από την ποικιλία Texas.

4.3 Φυσιολογία φύλλου σε σχέση με το χρόνο

Από τις τρεις δειγματοληψίες φύλλων που πραγματοποιήθηκαν στους επιλεγμένους κλάδους του πειράματος, στις αρχές Ιουλίου, στα τέλη Ιουλίου και στα τέλη Αυγούστου, εκτιμήθηκαν πολλές σημαντικές παράμετροι της φυσιολογίας του φύλλου, όπως η συγκέντρωση χλωροφύλλης, το ποσοστό ξηράς ουσίας, ο ρυθμός καθαρής φωτοσύνθεσης και διαπνοής καθώς και άλλοι, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται αναλυτικά σε πίνακες παραπάνω.

Στα τέλη Ιουλίου η ξηρά ουσία (%) των φύλλων των πειραματικών κλάδων, καθώς και το ειδικό βάρος του φύλλου (SLW) βρέθηκαν στη μέγιστη τιμή τους. Οι παράμετροι αυτοί παρέμειναν στα ίδια επίπεδα στα φύλλα ως τα τέλη Αυγούστου, όσο ακόμα οι καρποί συγκέντρωναν ξηρά ουσία. Πάντως από τα τέλη Ιουλίου τα φύλλα είχαν πλήρως ωριμάσει (δεν "ζητούσαν" ξηρά ουσία), αλλά και η δυνατότητα φωτοσύνθεσης από αυτά σταδιακά μειωνόταν. Επομένως τον Ιούλιο και κύρια τον Αύγουστο, η ξηρά ουσία που παράγεται από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης μεταφερόταν στους καρπούς και από τα μέσα Ιουλίου όλο σχεδόν το ποσό της παραγόμενης ξηράς ουσίας μεταφερόταν στη ψίχα των καρπών των κλάδων της αμυγδαλιάς.

Όσον αφορά την χλωροφύλλη, οι δειγματοληψίες φύλλων των πειραματικών κλάδων, που έγιναν σε τρεις διαφορετικές χρονικές περιόδους, έδειξαν ότι με την πάροδο του χρόνου, από αρχές Ιουλίου στα τέλη Αυγούστου η συνολική χλωροφύλλη, οι συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών a και b, καθώς και η σχέση της χλωροφύλλης a προς b των φύλλων αυτών, συνεχώς μειωνόταν. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης a (μείωση κατά 21% και 33% αντίστοιχα, στα τέλη Ιουλίου και τέλη Αυγούστου), σε σχέση με τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης b (μείωση κατά 10% και 21% αντίστοιχα, στα τέλη Ιουλίου και τέλη Αυγούστου). Γι' αυτό και υπήρξε μία μικρή μείωση της σχέσης της χλωροφύλλης a/b, η οποία και κυμάνθηκε κοντά στην τιμή 3. Η μείωση αυτή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης οφείλεται, τόσο στην αύξηση της σκίασης και της πυκνότητας της βλάστησης, όσο και στην πτώση της πορείας του ήλιου. Παρόμοιες, αλλά εντονότερες μεταβολές έχουν βρεθεί και στην ακτινιδιά, ένα φυτό με έντονη

βλαστική ανάπτυξη, η οποία προκαλεί και σημαντική σκίαση (Grant and Ryugo, 1984).

4.4 Διαφορές μεταξύ Texas και Ferragnes στη φυσιολογία φύλλου και ποιότητα καρπού.

Κατ' αρχήν, ας σημειωθεί ότι οι δύο αυτές ποικιλίες είναι οι κύριες ποικιλίες που καλλιεργούνται την τελευταία δεκαετία στην Ελλάδα και δεν έχουν μελετηθεί συγκριτικά κάτω από τις ίδιες συνθήκες έως τώρα.

Σε αυτήν την εργασία εκτιμήθηκαν αρκετοί παράμετροι, τόσο για τη φυσιολογία των φύλλων, όσο και για την ποιότητα καρπού και στις δύο ποικιλίες της αμυγδαλιάς και καταγράφηκαν οι διαφορές των παραμέτρων αυτών μεταξύ των ποικιλιών.

Η μικρότερη ποσότητα ξηράς ουσίας (σε g) στα φύλλα και το μικρότερο μέγεθος των φύλλων της ποικιλίας Texas, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπήρχε λιγότερη ξηρά ουσία σ' αυτά, από τα φύλλα της ποικιλίας Ferragnes. Αυτό βέβαια το συμπέρασμα δε θα ίσχυε αν ο αριθμός των φύλλων της ποικιλίας Texas ήταν μεγαλύτερος από αυτόν της ποικιλίας Ferragnes. Η τελευταία παράμετρος δε μετρήθηκε, αλλά οι μακροσκοπικές εκτιμήσεις οδηγούν μάλλον στο αντίθετο αποτέλεσμα.

Η ποικιλία Texas φαίνεται να είχε λιγότερη συνολική χλωροφύλλη στα φύλλα των πειραματικών κλάδων της, όπως και λιγότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a , καθώς και μικρότερη σχέση χλωροφύλλης a/b , σε σχέση με τα φύλλα της ποικιλίας Ferragnes. Η διαφορά αυτή πιθανόν να σημαίνει, ότι η Texas είχε μικρότερη δυνατότητα χρήσης φωτός (QY) και παραγωγικότητας μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης.

Στα τέλη Ιουλίου τα φύλλα των κλάδων της ποικιλίας Texas παρουσίαζαν μικρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης, λόγω των κλειστών στοματίων των φύλλων, που πιθανόν να οφείλεται σε μεγαλύτερο στρες που δέχεται το καλοκαίρι σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes. Επίσης, τα φύλλα των κλάδων της ποικιλίας Texas ήταν λιγότερο αποτελεσματικά στη χρήση φωτός, αλλά πιο αποτελεσματικά στη χρήση του νερού (WUE). Η εσωτερική συγκέντρωση CO_2 ήταν υψηλότερη στα φύλλα της ποικιλίας Texas, σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes, και αυτός είναι ένας από τους λόγους που τα στομάτια των φύλλων παρέμειναν κλειστά. Ο μειωμένος, όμως ρυθμός φωτοσύνθεσης των φύλλων της ποικιλίας Texas δεν οφειλόταν στην έλλειψη CO_2 .

αλλά μάλλον ήταν αποτέλεσμα άλλων παραγόντων, ίσως και γενετικών. Πάντως, οι ρυθμοί καθαρής φωτοσύνθεσης και διαπνοής που μετρήθηκαν στην εργασία αυτή ήταν παρόμοιοι με μετρήσεις που έγιναν σε αμυγδαλιές άλλων ποικιλιών στην Ιταλία και Ισπανία (De Palma and Novello, 1996; Marsal *et al.*, 1997).

Στα τέλη Αυγούστου τα φύλλα των κλάδων της ποικιλίας Texas παρουσίαζαν μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης, είχαν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τα στομάτια ανοιχτά, παρουσίαζαν καλύτερη χρήση νερού, αλλά και εμφάνισαν μικρότερη εσωτερική συγκέντρωση CO₂ σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes. Τα φύλλα των κλάδων της ποικιλίας Texas, όμως, συνέχιζαν να έχουν μικρότερη αποτελεσματικότητα της χρήσης φωτός.

Κατά τον υπολογισμό των παραμέτρων της ποιότητας των καρπών, οι δύο ποικιλίες βρέθηκε να έχουν τον ίδιο αριθμό καρπών ανά cm² BCSA, καθώς και παρόμοιο % καρπόδεσης στους πειραματικούς κλάδους μεταξύ των δύο ποικιλιών.

Το συνολικό νωπό βάρος (σε g), το βάρος (σε g) του περικαρπίου, το βάρος (σε g) του ενδοκαρπίου και το βάρος (σε g) της ψίχας στους καρπούς των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas ήταν μικρότερα απ' ό,τι σε αυτούς της ποικιλίας Ferragnes. Σημειώνεται, όμως ότι οι καρποί της ποικιλίας Ferragnes είναι μεγαλύτεροι σε διαστάσεις και ίσως να συγκομίστηκαν λίγο πιο ανώριμοι από αυτούς της ποικιλίας Texas, που αποτελεί μία υπόθεση η οποία δικαιολογείται, καθώς το % της ξηράς ουσίας του περικαρπίου και της ψίχας βρέθηκαν μικρότερα στην ποικιλία Ferragnes.

Το % εδώδιμο μέρος των καρπών των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas ήταν μικρότερο σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία. Τέλος, το νωπό βάρος (σε g) καρπών ανά cm² BCSA, το ξηρό βάρος (σε g) του περικαρπίου των καρπών ανά cm² BCSA και το ξηρό βάρος (σε g) της ψίχας των καρπών ανά cm² BCSA των πειραματικών κλάδων της ποικιλίας Texas ήταν μικρότερα (25 και 13 % αντίστοιχα) σε σχέση με αυτά της ποικιλίας Ferragnes. Άρα, συμπεραίνεται ότι η ποικιλία Texas είναι λιγότερο παραγωγική από την ποικιλία Ferragnes. Για πρώτη φορά η παρατήρηση των αμυγδαλοπαραγωγών για υψηλή παραγωγικότητα της ποικιλίας Ferragnes ποσοτικοποιείται. Και μάλιστα σε μια χρονιά που η ποικιλία Texas δεν παρουσίασε το γνωστό πρόβλημα της καθυστερημένης καρπόπτωσης το Μάιο, οι λόγοι της οποίας δεν έχουν ακόμη διερευνηθεί.

Επομένως, συνοπτικά για τις διαφορές που βρέθηκαν μεταξύ των δύο ποικιλιών μπορούμε να πούμε, ότι η ποικιλία Ferragnes "δουλεύει" πιο γρήγορα όλο το καλοκαίρι, όταν έχει αρκετό νερό, και παράγει περισσότερο νωπό βάρος και ξηρά ουσία καρπών ανά cm² BCSA. είναι δηλαδή πιο παραγωγική αν και οψιμανθής και πρώιμη στη συγκομιδή της, ποικιλία. Πιθανόν όμως η έλλειψη νερού τον Ιούλιο να προκαλέσει σημαντική μείωση της παραγωγής της.

Επίσης, φαίνεται ότι η ποικιλία Texas εγκλιματίζεται εύκολα σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα, με ελάχιστη υγρασία το καλοκαίρι. Ακόμη και αν αρδεύεται κανονικά, δουλεύει λιγότερο και έχει λιγότερη χλωροφύλλη και παραγόμενη ξηρά ουσία σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes. Τα στοιχεία αυτά είναι δυνατόν να επιδρούν στην παραγωγή της επόμενης χρονιάς, αλλά και στο φαινόμενο της καρπόπτωσης που βλέπουμε κάποιες χρονιές στην ποικιλία Texas.

4.5 Διαφορές μεταξύ χαραγών και μάρτυρα στη φυσιολογία φύλλου και ποιότητα καρπού

Κατ' αρχήν, ας σημειωθεί ότι όσο ήταν δυνατό από την μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, για πρώτη φορά μελετάται η διπλή χαραγή στην αμυγδαλιά.

Εκτιμήθηκαν αρκετοί παράμετροι, τόσο για τη φυσιολογία των φύλλων, όσο και για την ποιότητα καρπού και διαπιστώθηκαν οι διαφορές των παραμέτρων μεταξύ του μάρτυρα και των τριών μεταχειρίσεων των χαραγών.

Το % της ξηράς ουσίας και το ειδικό βάρος των φύλλων των πειραματικών κλάδων, τόσο του μάρτυρα, όσο και των χαραγών δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Όλες οι χλωροφύλλες μειώθηκαν στα φύλλα της 1^{ης} και 2^{ης} χαραγής σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και της 3^{ης} χαραγής. Επομένως στην 1^η και 2^η χαραγή, ίσως μειώθηκε η παραγωγή της ξηράς ουσίας ή γινόταν καλύτερη χρήση της χλωροφύλλης ή άλλαξε η κατανομή της ξηράς ουσίας. Η δακτυλίωση έχει βρεθεί ότι τροποποιεί την κατανομή της ξηράς ουσίας προς όφελος της καρποφορίας (Schechter *et al.*, 1994a; Agustí *et al.*, 1998).

Στις μετρήσεις του ρυθμού της φωτοσύνθεσης σε φύλλα που έγιναν 2 και 3 μήνες μετά την πραγματοποίηση της 2^{ης} χαραγής βρέθηκε ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ήταν υψηλότερος και στις δύο εποχές στην 2^η χαραγή σε σχέση με αυτόν που μετρήθηκε σε φύλλα της 3^{ης} χαραγής και του μάρτυρα. Τα φύλλα της 2^{ης} χαραγής είχαν, όμως, λιγότερη χλωροφύλλη και επομένως υψηλότερη

αποτελεσματικότητα στη χρήση χλωροφύλλης. Επίσης τα φύλλα των κλάδων της 2^{ης} χαραγής παρουσίαζαν υψηλότερη αποτελεσματικότητα χρήσης φωτός και νερού, αλλά παρόμοια διαπνοή με τον μάρτυρα. Προηγούμενη εργασία έχει δείξει, ότι σύντομα μετά την δακτυλίωση ο ρυθμός καθαρής φωτοσύνθεσης μειώθηκε κατά 10% στη μηλιά, αλλά δεν περιγράφηκε η διάρκεια αυτής της μείωσης (Schechter *et al.*, 1994α; Schechter *et al.*, 1994β).

Επιπλέον, στην πρώτη μέτρηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης (τέλη Ιουλίου), τα φύλλα των κλάδων της 1^{ης} χαραγής, 3 μήνες μετά την πραγματοποίηση της, έδειξαν τον μικρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης. Στην δεύτερη μέτρηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης (τέλη Αυγούστου), τα φύλλα των κλάδων της 1^{ης} χαραγής, 4 μήνες μετά την πραγματοποίηση της, έδειξαν βελτίωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Στην δεύτερη μέτρηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης, τα φύλλα των κλάδων της 3^{ης} χαραγής, 2 μήνες μετά την πραγματοποίηση της, έδειξαν μειωμένο ρυθμό φωτοσύνθεσης, παρόμοιο με του μάρτυρα, αλλά εμφάνισαν επίσης και αυξημένη διαπνοή.

Γενικά όσο αφορά τη φωτοσύνθεση και τους συγγενείς παράγοντες, βρέθηκε ότι στα φύλλα της 2^{ης} χαραγής, μετά από 2 και 3 μήνες από την πραγματοποίηση της, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ήταν καλύτερος από του μάρτυρα. Στα φύλλα της 1^{ης} χαραγής, μετά από 3 μήνες από την πραγματοποίηση της, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ήταν μικρότερος του μάρτυρα, ενώ μετά από 4 μήνες από την πραγματοποίηση της ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ήταν παρόμοιος με του μάρτυρα. Τέλος στα φύλλα της 3^{ης} χαραγής, μετά από 1 και 2 μήνες από την πραγματοποίηση της, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ήταν παρόμοιος με του μάρτυρα.

Επιπλέον, στα φύλλα της 1^{ης} χαραγής, μειώθηκε αρκετά η συγκέντρωση της χλωροφύλλης και ο ρυθμός φωτοσύνθεσης, για 3 μήνες τουλάχιστον, χωρίς να βρεθεί παράλληλα μείωση στο ποσό της περιεχόμενης ξηράς ουσίας. Αυτά τα αποτελέσματα μπορεί να σχετίζονται με την καθυστέρηση επούλωσης της 1^{ης} χαραγής. Στα φύλλα της 3^{ης} χαραγής δεν μεταβλήθηκε ούτε η συγκέντρωση της χλωροφύλλης, ούτε το ποσό της ξηράς ουσίας, αλλά ούτε και ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης, πιθανόν λόγω της ταχύτατης επούλωσης των πληγών.

Κατά τον υπολογισμό των παραμέτρων της ποιότητας των καρπών, το συνολικό νωπό βάρος (σε g) των καρπών των πειραματικών κλάδων, το βάρος (σε g) των καρπών ανά cm² BCSA, το βάρος (σε g) του ενδοκαρπίου ανά καρπό, το βάρος (σε g) της ψίχας ανά καρπό, το % εδάδιμο μέρος του καρπού, καθώς και το μήκος και

πλάτος (mm) του σπέρματος των καρπών, δεν επηρεάστηκαν από τις μεταχειρίσεις των χαραγών, σε σχέση με το μάρτυρα.

Το νωπό βάρος (σε g) του περικαρπίου ανά καρπό ήταν μειωμένο στην 1^η και 2^η χαραγή, ενώ το % ξηρό βάρος του περικαρπίου ήταν αυξημένο. Δηλαδή στην 1^η και 2^η χαραγή παρατηρήθηκε πρωίμιση της ωρίμανσης του περικαρπίου. Το % ξηρό βάρος του σπέρματος, όμως, δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των καρπών του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων των χαραγών. Συνοπτικά, οι χαραγές δεν βελτίωσαν το μέγεθος και την ποιότητα καρπού στις δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν.

Το νωπό βάρος (σε g) των καρπών ανά cm² BCSA, δεν επηρεάστηκε από τις μεταχειρίσεις των χαραγών σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ ξηρό βάρος (σε g) περικαρπίου ανά cm² BCSA ήταν υψηλότερο στους καρπούς της 1^{ης} χαραγής σε σχέση με της υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Τέλος το ξηρό βάρος (σε g) της ψίχας ανά cm² BCSA ήταν μεγαλύτερο στους καρπούς της 1^{ης} χαραγής σε σχέση με αυτούς της 2^{ης}, αλλά παρόμοιο με του μάρτυρα και της 3^{ης} χαραγής.

Συνοπτικά, διαπιστώνεται ότι η 1^η και 2^η χαραγή προκάλεσαν πρωίμιση ωρίμανσης. Παρόμοια, σημαντική πρωίμιση έχει βρεθεί μετά από δακτυλίωση ή χαραγή σε ροδακινιές και νεκταρινιές (Agusti *et al.*, 1998). Ενώ η 2^η χαραγή είχε υψηλότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης, ίδιο % ξηράς ουσίας φύλλου, είχε λιγότερη ξηρά ουσία (σε g), κυρίως στο περικάρπιο και λιγότερο στην ψίχα, από την 1^η χαραγή. Είναι επίσης πολύ πιθανόν η βλάστηση της 2^{ης} χαραγής να ήταν μεγαλύτερη από τη βλάστηση της 1^{ης} χαραγής, καθώς η 1^η χαραγή διενεργήθηκε την εποχή της έντονης βλάστησης αμυγδαλιάς και είναι γνωστό ότι σε πολλά είδη οπωροφόρων η δακτυλίωση προκαλεί περιορισμό της βλάστησης (Agusti *et al.*, 1998). Επομένως ο λόγος για τον οποίο ήταν μειωμένη η ξηρά ουσία του περικαρπίου και της ψίχας δεν είναι ευκρινής. Έτσι λοιπόν, η 2^η χαραγή μπορεί να έστειλε το μεγαλύτερο ποσό της ξηράς ουσίας της στους οφθαλμούς και στο βλαστό της επόμενης χρονιάς. Μπορεί, όμως, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης των φύλλων της 2^{ης} χαραγής τον πρώτο μήνα (εώς τις αρχές Ιουλίου) μετά την πραγματοποίηση της να ήταν μειωμένος, ώστε μειώθηκε και η συνολική ξηρά ουσία (καθώς είχε λίγη χλωροφύλλη), και ιδιαίτερα η ξηρά ουσία που πήγε στο περικάρπιο. Γι' αυτό και στην ψίχα υπήρξε μόνο μία μικρή μείωση της ξηράς ουσίας.

Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης στα φύλλα της 1^{ης} χαραγής ήταν μικρός, στους 3 πρώτους μήνες μετά την πραγματοποίησή της, όπως και η συγκέντρωσή χλωροφύλλης βρέθηκε χαμηλή. Όμως, το % της ξηράς ουσίας φύλλου παρέμεινε το

ίδιο, ενώ η ξηρά ουσία (σε g) στο περικάρπιο των καρπών ανά cm^2 BCSA και λιγότερο στη ψίχα των καρπών ανά cm^2 BCSA, ήταν υψηλή. Η πρώιμη χαραγή είναι πιθανόν ότι μείωσε τη βλάστηση ή την κατανομή της ξηράς ουσίας στη βλάστηση, και πιθανόν να μετέφερε περισσότερη ξηρά ουσία στους καρπούς. Η 1^η χαραγή άργησε να επουλωθεί, επομένως άργησε και να στείλει υδατάνθρακες σε άλλα σημεία του δένδρου, σε σχέση με τη 2^η και 3^η χαραγή. Γι' αυτό και βρέθηκε στην 1^η χαραγή και ο μειωμένος ρυθμός φωτοσύνθεσης, καθώς και η μικρή συγκέντρωση της χλωροφύλλης, αποτέλεσμα που έχει παρατηρηθεί και σε μηλιές (Schechter *et al.*, 1994α).

Τέλος, η 3^η χαραγή επουλώθηκε πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα τη μη διαφοροποίηση πολλών από τις παραμέτρους της φυσιολογίας του φύλλου και της ποιότητας καρπού σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ υποθετικά περισσότερη ξηρά ουσία θα ήταν διαθέσιμη για την ανάπτυξη του σπέρματος.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή Βορίου σε ποσότητα 50ppm για κάθε μία από τις 5 εφαρμογές, κατά την περίοδο από την έναρξη άνθισης έως και τη πτώση των πετάλων, δεν στάθηκε ικανή να βελτιώσει την έλλειψη βορίου που παρουσίαζαν τα δένδρα, πιθανόν λόγω της τοπικής και άκαιρης εφαρμογής. Εφαρμογή βορίου σε υψηλότερες δόσεις και το φθινόπωρο, χρήζει περαιτέρω μελέτης. Κατόπιν των ανωτέρω, η εφαρμογή Β που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία δε βελτίωσε την καρπόδεση, παραγωγικότητα και ποιότητα καρπού.

Η διπλή χαραγή δεν προκάλεσε σημαντική εκροή κόμμεως στην αμυγδαλιά. Η ποικιλία Ferragnes φαίνεται να είναι πιο δεκτική σε τέτοια μεταχείριση και η διπλή χαραγή ίσως να είναι πιο χρήσιμη σε αυτή την ποικιλία μετά από περαιτέρω έρευνα για την άριστη εποχή εφαρμογής της, καθώς αυτή η ποικιλία χαρακτηρίζεται από έντονη βλάστηση.

Στην αμυγδαλιά, αμέσως μετά την άνθιση, έχουμε ελάχιστη πτώση αγονιμοποιητών ανθέων, ενώ κύρια παρουσιάζεται πτώση καρπιδίων τον Απρίλιο και λιγότερο το Μάιο. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού έχουμε σχεδόν μηδενική καρπόπτωση. Η διπλή χαραγή προκάλεσε περαιτέρω καρπόπτωση στην ποικιλία Texas, όχι όμως και στην ποικιλία Ferragnes.

Στον αμυγδαλέωνα που μελετήσαμε, τα περισσότερα ανόργανα θρεπτικά βρέθηκαν ικανοποιητικά, εκτός του N, P που ήταν οριακά ικανοποιητικά, και του B, που ήταν σε έλλειψη. Τα φύλλα της ποικιλίας Ferragnes, βρέθηκαν να περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση Fe και χαμηλότερη συγκέντρωση B από τα φύλλα της ποικιλίας Texas. Τα υπόλοιπα στοιχεία βρέθηκαν σε παρόμοιες συγκεντρώσεις και στις δύο ποικιλίες. Η διπλή χαραγή δεν τροποποίησε την ανόργανη θρεπτική κατάσταση των κλάδων των δύο ποικιλιών που μελετήθηκαν.

Η συσσώρευση της ξηράς ουσίας στα φύλλα της αμυγδαλιάς, συνεχίζεται μερικώς έως τα τέλη Ιουλίου και κατόπιν σταθεροποιείται έως τη συγκομιδή των καρπών. Αντίθετα, η συγκέντρωση χλωροφύλλης (κύρια χλωροφύλλη a) μειώνεται σταδιακά από τις αρχές Ιουλίου, πιθανόν λόγω σκίασης και περιορισμένης προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Η φυσιολογία βλάστησης και καρποφορίας βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των δύο ποικιλιών. Η ποικιλία Ferragnes, εφόσον αρδεύεται κανονικά, φωτοσυνθέτει και

παράγει σημαντικά ποσά ξηράς ουσίας το καλοκαίρι για τη συσσώρευσή τους στον καρπό. Το αποτέλεσμα είναι ότι, ενώ έχει την ίδια πυκνότητα καρπών και συντομότερο κύκλο ανάπτυξης καρπού από την ποικιλία Texas, παράγει περισσότερο ωπό και ξηρό βάρος καρπών και σπέρματος από την ποικιλία Texas. Και εδώ διαφαίνεται πόσο ζωτικής σημασίας είναι η αριστοποίηση των καλλιεργητικών τεχνικών (άρδευση, λίπανση, θερινό κλάδεμα και φυτοπροστασία) για τη συνεχή άριστη λειτουργία των φύλλων και τη συσσώρευση της μέγιστης ποσότητας ξηράς ουσίας στον καρπό για την ποικιλία Ferragnes. Αντίθετα, η ποικιλία Texas φαίνεται ότι είναι εγκλιματισμένη σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα με ελάχιστη υγρασία το καλοκαίρι. Καθώς η θερμή περίοδος λήγει, η φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων της ποικιλίας Texas βελτιώνεται για την παραγωγή ξηράς ουσίας που μετακινείται στο σπέρμα. Αυτή η συμπεριφορά της ποικιλίας Texas μπορεί να έχει επιδράσεις και στην παραγωγή της επόμενης χρονιάς, είτε στον αριθμό ανθέων που δημιουργεί, είτε στην καθυστερημένη καρπόπτωση που παρουσιάζει μερικές χρονιές.

Η διπλή χαραγή ανεξάρτητα της εποχής εφαρμογής της δεν επέδρασε έντονα στην παραγωγή και μεταφορά των υδατανθράκων μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας. Διπλή χαραγή η οποία εφαρμόστηκε τέλη Απριλίου επουλώθηκε καθυστερημένα. Φύλλα των ανωτέρω κλάδων βρέθηκαν να έχουν μικρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης και συγκέντρωση ξηράς ουσίας από φύλλα του μάρτυρα. Παρ' όλα αυτά, η παραχθείσα ποσότητα ξηράς ουσίας στους καρπούς ήταν κάπως μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Διπλή χαραγή που εφαρμόστηκε αρχές Ιουνίου προκάλεσε αύξηση της φωτοσυνθετικής ικανότητας στα φύλλα, αλλά η παραγόμενη ξηρά ουσία δε μετακινήθηκε στους καρπούς. Έτσι, η παραγωγή καρπών της 2^{ης} χαραγής ήταν σχετικά μειωμένη. Τέλος, η διπλή χαραγή που έγινε αρχές Ιουλίου επουλώθηκε πολύ γρήγορα και πιθανόν έγινε πολύ καθυστερημένα με αποτέλεσμα να μην επιδράσει στη φυσιολογία και παραγωγικότητα της αμυγδαλιάς.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6.1 Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βασιλακάκης, Μ., 1996. Στοιχεία Γενικής και Ειδικής Δενδροκομίας, "Δεδούσης, Γραφικές Τέχνες", Θεσσαλονίκη.
- Βασιλακάκης, Μ. Δ. και Ι. Ν. Θεριός, 1994. Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας, Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Θεριός, Ι. Ν., 1996. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Εκδόσεις Γ. Δεδούσης, Θεσσαλονίκη.
- Μήτσιος, Ι. Κ., 1999. Εδαφολογία, 2^η Έκδοση, Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.
- Σφακιωτάκης, Ε., 1993. Γενική Δενδροκομία, Εκδόσεις Τυρο ΜΑΝ, Θεσσαλονίκη.

6.2 Ξένη βιβλιογραφία

- Agusti, M., I. Andreu, M. Juan, V. Almera, and L. Zacarias, 1998. Effects of ringing branches on fruit size and maturity of peach and nectarine cultivars. *J. Hort. Sci. & Biotech.* 73 (4): 537-540.
- Andrews, C. P., W. B. Sherman, and R. H. Sharpe, 1978. Response of peach and nectarine cultivars to girdling. *Proc. Florida State Hort. Soc.* 91: 175-177.
- Batjer, L. P. and A.H. Thompson, 1949. Effects of boric acid sprays applied during bloom upon the set of pear fruits. *Proc. Amer Soc. Hort. Sci.* 53: 141-142.
- Brown, P. H. and H. Hu, 1996. Phloem mobility of boron in species dependent. Evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. *Ann. Bot.* 77: 497-505.
- Chapman, H. D., 1960. The Mineral Nutrition of Citrus. In: W. Reuther, L.D. Bachelor and J. Webber (eds.). *The Citrus Industry. Div. of Agr. Sci., Univ. of Calif., Berkeley, Vol. II, p. 127-289.*
- De Palma, L. and V. Novello, 1996. Caratteristiche dell' attività fotosintetica di mandorlo e pistacchio. *Riv. di Frutticoltura* 1: 55-56.
- De Villiers. H., J.G.M. Cutting, G. Jacobs, and D.K. Strydom, 1990. The effect of girdling on fruit growth and internal quality of 'Culemborg' peach. *J. Hort. Sci.* 65: 151-155.

- Dickinson, D.B., 1978. Influence of borate and pentaerythritol concentrations on germination and tube growth of *Lilium longiflorum* pollen. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 413-416.
- Goldbach, H. E., J. B. Grill, N. Lendeman, M. Porzelt, C. Horrmann, B. Lupp, and B. Gessner, 1991. Influence of boron on net proton release and its relation to other metabolic processes. Current Topics Plant Biochem. Physiol. 10: 195-220.
- Grant, J. A. and K. Ryugo, 1984. Influence of within-canopy shading on net photosynthetic rate, stomatal conductance, and chlorophyll content of kiwifruit leaves. HortScience Vol. 19 (6): 834-836.
- Griggs, W. H. and B. T. Iwakiri, 1975. Pollen tube growth in almond flowers. Calif. Agric. 29 (7): 4-7.
- Hanson, E. J., M. H. Chaplin, and P.J. Breen, 1985. Movement of foliar applied boron out of leaves and accumulation in flower buds and flower parts of 'Italian' prune. HortScience 20: 747-748.
- Jones J. B., 1985. Soil testing and plant analysis: Guides to fertilization of horticultural crops. Hort. Rev. 7: 1-68.
- Kester, D. E. and W.H. Griggs, 1959. Fruit setting in Almond: The effect of cross pollinating various percentages of flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 74: 206-213.
- Kubota, N., N. Nishiyama and K. Shimamura, 1993. Effects of girdling lateral bearing branches on astrigency and phenolic contents of peach fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 62: 69-73.
- Lombard, P. B., N. W. Callan, F. G., Dennis, N. E., Looney, G. C., Martin, A.R., Renquist, E. A., Mielke, 1988. Towards a Standardized Nomenclature, Procedures, Values, and Units in Determining Fruit and Nut Tree Yield Performance. HortScience, 23: 813-817.
- Loomis, W. D. and R. W. Durst, 1991. Boron and cell walls. Current Topics Plant Biochem. Physiol. 10: 149-178.
- Marsal, J., J. Girona and M. Mata, 1997. Leaf water relation parameters in almond trees during a deficit irrigation period. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122: 582-587.
- Meyer, R. D., J. Deng, J. P. Edstrom and S. Cutter, 1998. Foliar nutrient (N, P, K, B) application effects on almond yields. Acta Hort. 470: 406-411.
- Micke, W. C., 1996. Almond Production Manual. U.C. DANR, Publ. 3364.