ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΖΗΜΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΠΑΓΕΤΟΥΣ ΤΟΥ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2001 ΣΤΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ ΤΟΥ ΑΓΡΟΚΤΗΜΑΤΟΣ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ

ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΝΑΝΟΣ Γ., Επίκ. Καθηγητής, Επιβλέπων
ΛΟΛΑΣ Π., Καθηγητής, Μέλος
ΤΣΙΡΟΠΟΥΛΟΣ Ν., Επίκ. Καθηγητής, Μέλος

ΒΟΛΟΣ, Μάρτιος 2004

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΖΗΜΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΠΑΓΕΤΟΥΣ ΤΟΥ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2001 ΣΤΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ ΤΟΥ ΑΓΡΟΚΤΗΜΑΤΟΣ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ

ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΝΑΝΟΣ Γ., Επίκ. Καθηγητής, Επιβλέπων
ΛΟΛΑΣ Π., Καθηγητής, Μέλος
ΤΣΙΡΟΠΟΥΛΟΣ Ν., Επίκ. Καθηγητής, Μέλος

ΒΟΛΟΣ, Μάρτιος 2004

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή μου Γ. Νάνο για τις πολύτιμες και χρήσιμες υποδείξεις του στη διαδικασία της παρούσας πτυχιακής διατριβής καθώς και για την αμέριστη στήριξή του στην διάρκεια της όλης πορείας μέχρι και την συγγραφή. Τον ευχαριστώ ιδιαίτερα διότι με την πλούσια επιστημονική του κατάρτιση κα την σωστή του μεθοδολογία με βοήθησε γενικά στον τομέα της έρευνας, στην κατανόηση και στην εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής διατριβής.

Θα ήταν παράλειψη εκ μέρους μου επίσης, αν δεν ευχαριστούσα τους καθηγητές μου Π. Λόλα και Ν. Τσιρόπουλο για τα ενδιαφέροντα σχόλια, τις παρατηρήσεις και την διόρθωση της πτυχιακής μου διατριβής.

Τέλος, ευχαριστώ τους Δημήτρη Δημάκα, Βαγγέλη Παπαδάκη, Γιώργο Καραγιαννάκη, Ματθαίο Γιαμπουρά και Νίκο Πεντάρη για την συμπαράσταση και την τεχνική υποστήριξη που μου παρείχαν.

Στους γονείς μου και
στον αδερφό μου

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή έχει σαν αντικειμενικό της στόχο την αξιολόγηση των ζημιών που προκλήθηκαν στα οπωροφόρα δέντρα του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο από τους παγετούς του Δεκεμβρίου του 2001, καθώς επίσης και τη μελέτη της εξέλιξης της ζημίας αυτής με την πάροδο του χρόνου. Στα πλαίσια της προσπάθειας αυτής πραγματοποιήθηκαν συνολικά 5 επισκέψεις στο Βελεστίνο κατά το διάστημα Ιανουάριος 2002- Αύγουστος 2002. Κατά τις 2 πρώτες επισκέψεις έγινε δειγματοληψία βλαστών (για να ακολουθήσει εργαστηριακός προσδιορισμός της συγκέντρωσης του νερού και των φαινολικών στους βλαστούς) καθώς επίσης και μακροσκοπική εκτίμηση της ζημιάς σε γόνατα, μεσογονάτια διαστήματα, ξύλο, ανθοφόρους οφθαλμούς και καρποφόρα όργανα. Κατά τις επόμενες επισκέψεις, πέρα από την καταγραφή της κατάστασης των δέντρων, έγινε και ποσοτική εκτίμηση του αριθμού των ανθέων και του αριθμού των καρπών σε αυτά.

Τα είδη που αποδείχτηκαν περισσότερο ανθεκτικά ήταν οι μηλιές, οι βερικοκιές, οι ροδακινιές και οι κυδωνιές. Τις σημαντικότερες ζημιές υπέστησαν οι καρυδιές, ενώ, στα υπόλοιπα οπωροφόρα η κατάσταση ήταν ενδιάμεση. Οι παρατηρήσεις για καφέτιασμα στα καρποφόρα όργανα και στους βλαστούς δεν συσχετίσθηκαν με την τελική ζημιά στην παραγωγή και στο φυτικό κεφάλαιο. Η εκτίμηση της ζημιάς στους ανθοφόρους οφθαλμούς ήταν εύκολη και ακριβής τον Ιανουάριο. Τέλος, οι αναλύσεις της περιεκτικότητας των βλαστών σε νερό και σε φαινολικά δεν μπόρεσαν να χρησιμεύσουν για την παρακολούθηση ή την πρόγνωση της ζημιάς από τις χαμηλές θερμοκρασίες.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνολική επιφάνεια της Ελλάδας είναι περίπου 132000000 στρέμματα. Από αυτά, τα 39000000 στρέμματα αποτελούν την καλλιεργήσιμη έκταση. Το 40% των στρεμμάτων αυτών καλλιεργείται με σιτηρά, το 22% με άλλες ετήσιες καλλιέργειες και το 30% με δένδρα. Στη χώρα μας, τις κυριότερες καλλιέργειες δένδρων αποτελούν τα εσπεριδοειδή, οι αχλαδιές, οι μηλιές, οι ροδακινιές, οι ελιές, οι κερασιές, οι βερικοκιές, οι αμυγδαλιές και οι καρυδιές. Το 1998 (πηγή: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος), στη χώρα μας παράχθηκαν 182545 τόνοι λεμονιών, 813553 τόνοι πορτοκαλιών, 96485 μανταρινιών, 76675 τόνοι αχλαδιών, 373323 τόνοι μήλων, 588574 τόνοι ροδάκινων, 40431 τόνοι βερίκοκων, 43089 τόνοι κερασιών, 43224 τόνοι αμυγδάλων, 19882 τόνοι καρυδιών, 205409 τόνοι βρώσιμων ελιών και 1674018 τόνοι ελαιοποιήσιμων ελιών που έδωσαν 426202 τόνους ελαιολάδου. Οι κυριότερες δενδροκομικές περιοχές της Ελλάδος είναι η Πελοπόννησος, η Μακεδονία και η Θεσσαλία.

Ειδικότερα, στην περιοχή της Θεσσαλίας και πάντα για το 1998, παράχθηκαν 128 τόνοι λεμονιών, 545 τόνοι πορτοκαλιών και 318 τόνοι μανταρινιών Η συνολική παραγωγή της περιφέρειας Θεσσαλίας σε αχλάδια ήταν 13343 τόνοι. Το ύψος της παραγωγής σε μήλα ανερχόταν σε 88752 τόνους. Στη Θεσσαλία παράχθηκαν επίσης 2089 τόνοι ροδάκινων και 148 τόνοι βερίκοκων. Η παραγωγή σε κεράσια ανερχόταν στους 4044 τόνους. Όσον αφορά τους ξηρούς καρπούς, συνολικά στη Θεσσαλία παράχθηκαν 6043 τόνοι αμυγδάλων και 1473 τόνοι καρυδιών. Τέλος, παράχθηκαν 15332 τόνοι βρώσιμων ελιών και 19437 τόνοι ελιών ελαιοποιήσεως που έδωσαν 2355 τόνους ελαιολάδου. Οι μεγαλύτερες ποσότητες των παραπάνω προϊόντων παράχθηκαν σε Μαγνησία και Λάρισα.

Από τα παραπάνω στοιχεία είναι φανερό ότι η δενδροκομία αποτελεί σημαντικότατο κεφάλαιο για την οικονομία της χώρας μας και κατ' επέκταση της Θεσσαλίας. Επομένως, όλοι οι παράγοντες που επιδρούν πάνω στο ύψος και στην ποιότητα παραγωγής καθώς και στο φυτικό κεφάλαιο καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το εισόδημα και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων που ασχολούνται με τη δενδροκομία. Στον κανόνα αυτό δεν θα μπορούσε να αποτελέσει εξαίρεση ο νομός Μαγνησίας, ως ο νομός με την μεγαλύτερη παραγωγή δενδροκομικών προϊόντων στη Θεσσαλία. Η πτυχιακή αυτή διατριβή ασχολείται με έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν την παραγωγή και την υγεία του φυτικού κεφαλαίου: τις

χαμηλές θερμοκρασίες παγετού και τις συνέπειες τους σε 10 είδη οπωροφόρων στην περιοχή του Βελεστίνου το 2001.

2. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ

Η συμπεριφορά όλων των πολύπλοκων οργανισμών, όπως είναι το οπωροφόρο δέντρο εξαρτάται τόσο από γενετικούς όσο και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ανεξάρτητα από τον τόπο καταγωγής τους πολλά είδη οπωροφόρων δέντρων προσαρμόσθηκαν σε διάφορα οικολογικά περιβάλλοντα και σήμερα καλλιεργούνται σε μεγάλες εκτάσεις σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Η εξάπλωση αυτή ήρθε ως αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στις συνθήκες του περιβάλλοντος που επικράτησαν σε μία περιοχή και στην ικανότητα των ειδών αυτών να προσαρμόζονται στις συνθήκες αυτές. Η γνώση λοιπόν τόσο της προσαρμοστικότητας των ειδών αυτών όσο και των απαιτήσεών τους στις συνθήκες του περιβάλλοντος είναι μεγάλης σημασίας στο σχεδιασμό των καλλιεργειών διότι τα οπωροφόρα, ως πολυετείς καλλιέργειες αρχίζουν να αποδίδουν σε χρόνο πέρα από την εγκατάσταση του οπωρώνα.

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται οι σπουδαιότεροι παράγοντες που αποτελούν το περιβάλλον τόσο του οπωροφόρου δέντρου όσο και του οπωρώνα.

2.1. ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΟΠΩΡΟΦΟΡΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ

Τα στοιχεία που συνθέτουν το περιβάλλον του δέντρου είναι οι κλιματικοί παράγοντες, το έδαφος και οι βιοτικοί παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί είτε ασκούν επίδραση στο υπέργειο μέρος του δέντρου, είτε έχουν επίδραση στο έδαφος όπου αναπτύσσεται το ριζικό του σύστημα. Από τα στοιχεία του κλίματος το φως, η θερμοκρασία και το νερό μαζί με τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους επηρεάζουν λίγο πολύ όλες τις βιολογικές λειτουργίες του δέντρου. Ο καθένας από τους παράγοντες αυτούς μπορεί να είναι κρίσιμος σε ένα συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης ή καρποφορίας του δέντρου. Με τις συνθήκες που καλλιεργούνται τα δέντρα είναι δύσκολο να τροποποιούμε τους παράγοντες αυτούς. Έτσι η μόνη επιλογή που απομένει στον παραγωγό είναι να αξιοποιεί καλύτερα την προσαρμοστικότητα που παρουσιάζει το διαθέσιμο γενετικό υλικό των ποικιλιών ή υποκειμένων.

Οι σπουδαιότεροι παράγοντες του περιβάλλοντος που ασκούν επίδραση στο υπέργειο μέρος του δέντρου είναι η **ακτινοβολία**, η **θερμοκρασία**, η **σχετική υγρασία**, οι **άνεμοι** και το **χαλάζι**. Από τους παράγοντες αυτούς, σημαντικότερος για τις φυσιολογικές λειτουργίες του δέντρου είναι η ακτινοβολία. Το δέντρο, παίρνει το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και με την ενέργεια που δεσμεύει από τον

ήλιο συνθέτει υδατάνθρακες και άλλες απαραίτητες ουσίες για το μεταβολισμό του. Η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται ένα δέντρο καθορίζεται από το γεωγραφικό πλάτος και τη νέφωση μιας περιοχής. Μεγάλη επίδραση ασκεί και η έκθεση της περιοχής. Περιοχές με νότια έκθεση δέχονται περισσότερη ηλιακή ενέργεια σε σχέση με περιοχές με βόρεια έκθεση. Το γεωμετρικό σχήμα του δέντρου επηρεάζει την ποσότητα της ακτινοβολίας που δέχεται η κόμη απευθείας από τον ήλιο ή τη διάχυτη ακτινοβολία από το περιβάλλον. Η πυκνότητα της κόμης επηρεάζει με σκίαση την ένταση του φωτός που δέχεται το δέντρο στα διάφορα μέρη του. Η σημασία του παράγοντα αυτού αποκτά ιδιαίτερη σημασία στα φωτόφιλα δέντρα, όπως στην ελιά, στην καρυδιά κ.α. Ένα δέντρο π.χ. η μηλιά, δέχεται το μεγαλύτερο μέρος της έντασης του φωτός στα εξωτερικά τμήματα (70-100%), ενώ μειωμένη ένταση φωτός δέχεται το εσωτερικό του δέντρου από 30 ως 70% ανάλογα με το βαθμό σκίασης. Είναι φανερό ότι τα ποσοστά αυτά μεταβάλλονται με το κλάδεμα και το αραίωμα των καρπών. Μεταβολές έχουμε από τη σκίαση όχι μόνο ως προς την ένταση αλλά και ως προς την ποιότητα του φάσματος του φωτός.

Ένας άλλος παράγοντας που ασκεί μεγάλη επίδραση στη βιολογία του οπωροφόρου δέντρου είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία όμως του δέντρου δεν είναι η ίδια σε όλα του τα μέρη. Κάθε όργανο του δέντρου έχει μια θερμοκρασία που εξαρτάται από τη θερμότητα που δέχεται ή χάνει με ακτινοβολία ή μεταφορά σε σχέση με το περιβάλλον. Έτσι τα φύλλα , ανάλογα με την έκθεσή τους στον ήλιο, τη σκίασή τους από άλλα φύλλα και ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα που τα περιβάλλει διατηρούν μια ορισμένη θερμοκρασία που είναι δυνατόν να διαφέρει κατά πολλούς βαθμούς °C από τη θερμοκρασία των γειτονικών φύλλων του ίδιου δέντρου. Τα φύλλα γενικώς που βρίσκονται στην εξωτερική πλευρά με μεσημβρινή έκθεση έχουν υψηλότερη θερμοκρασία απ΄ ότι τα φύλλα που βρίσκονται στην αντίθετη βορινή πλευρά. Τα φύλλα που βρίσκονται στην περιφέρεια παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση στη θερμοκρασία τους γιατί δέχονται έντονα την επίδραση της ακτινοβολίας και του ανέμου. Αντίθετα τα φύλλα στο εσωτερικό του δέντρου παρουσιάζουν μικρότερες διακυμάνσεις στη θερμοκρασία τους και πλησιάζουν περισσότερο τη θερμοκρασία του αέρα που τα περιβάλλει.

Επίδραση στις φυσιολογικές λειτουργίες του δέντρου έχει και η σχετική υγρασία. Συνήθως η κόμη του δέντρου έχει αυξημένη σχετική υγρασία σε σχέση με το περιβάλλον λόγω της διαπνοής των φύλλων. Η σχετική υγρασία της κόμης μειώνεται προοδευτικά από το εσωτερικό προς την περιφέρεια του δέντρου. Είναι δυνατόν να

επηρεάσουμε τη σχετική υγρασία με το κλάδεμα που επιτρέπει την ανάπτυξη πυκνού ή αραιού φυλλώματος στο εσωτερικό του δέντρου. Διαφορές στην υγρασία της κόμης έχουμε κατά την περίοδο μια βροχής, όπου τα διάφορα μέρη της κόμης δέχονται διάφορο ποσοστό διαβροχής.

Ο άνεμος είναι σπουδαίο οικολογικό στοιχείο στο περιβάλλον του δέντρου, γιατί επηρεάζει άλλους παράγοντες, όπως τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία, ή έχει επίδραση στις φυσιολογικές λειτουργίες του δέντρου, όπως στη διαπνοή, επικονίαση κλπ. Ο άνεμος επίσης, αν είναι ισχυρός, ασκεί μηχανική επίδραση και προξενεί προσωρινές ή μόνιμες παραμορφώσεις (ανεμομορφώσεις) στο σκελετό του δέντρου, σπάσιμο σε βραχίονες και κλάδους ή τέλος ζημιές στην καρποφορία με πρόωρη καρπόπτωση.

Μεγάλη επίδραση στη ζωή του δέντρου ασκούν οι περιβαλλοντικοί παράγοντες όχι μόνο στο υπέργειο μέρος του δέντρου, αλλά και στο υπόγειο τμήμα του και κυρίως οι συνθήκες που επικρατούν στο έδαφος κοντά στο ριζόστρωμα. Η θερμοκρασία του εδάφους ασκεί επίδραση στην απορρόφηση του νερού και των ανόργανων αλάτων από τις ρίζες και στη μεταφορά των θρεπτικών ουσιών. Συνήθως η θερμοκρασία στο ριζόστρωμα δεν παρουσιάζει απότομες διακυμάνσεις και ελάχιστα επηρεάζεται από την ηλιακή ακτινοβολία. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά τις φυσιολογικές λειτουργίες του ριζικού συστήματος είναι ο αερισμός και η υγρασία του εδάφους. Η διαπνοή του φυλλώματος δημιουργεί έλλειμμα υγρασίας το οποίο αναπληρώνεται με την προσθήκη νερού από το έδαφος. Παράγοντες που επηρεάζουν τη μετακίνηση νερού στο έδαφος, όπως η μηχανική και χημική σύσταση του εδάφους, έχουν επίδραση και στην υδατική οικονομία του ριζικού συστήματος του δέντρου.

Εκτός από τους παραπάνω παράγοντες μεγάλη επίδραση είναι δυνατόν να ασκούν στα δέντρα και ασυνήθιστα μετεωρολογικά φαινόμενα, όπως οι ξηροί άνεμοι, οι παγετοί και το χαλάζι. Τα δύο τελευταία προξενούν συνήθως καθολικές ζημιές στα οπωροφόρα.

2.2. ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΟΠΩΡΩΝΑ

Το περιβάλλον μεμονωμένων δέντρων είναι δυνατόν να τροποποιείται από την παρουσία γειτονικών δέντρων. Ιδιαίτερο μικροκλίμα διαμορφώνεται στους οπωρώνες που αποτελούνται από μεγάλο αριθμό δέντρων. Ο πληθυσμός των δέντρων και

κυρίως η πυκνότητα φύτευσης και ο τρόπος διάταξης των σειρών, είναι δυνατόν να επηρεάζουν τους παράγοντες που διαμορφώνουν το οικολογικό περιβάλλον του οπωρώνα. Στους οπωρώνες που τα δέντρα έχουν φυτευθεί κατά το τετραγωνικό ή το ρομβικό σύστημα ελάχιστα μεταβάλλονται οι παράγοντες ακτινοβολία, θερμοκρασία και σχετική υγρασία, ενώ μειώνεται αισθητά ο άνεμος. Οι πρώτες σειρές των δέντρων, από τη μεριά που φυσάει ο άνεμος, δέχονται τη μεγαλύτερη επίδραση του ανέμου, ο οποίος όμως εξασθενεί στις εσωτερικές σειρές προς το κέντρο του οπωρώνα. Έτσι, η ταχύτητα του ανέμου είναι δυνατόν να μειωθεί μέχρι και 50% στον οπωρώνα σε σχέση με την ταχύτητα που δέχονται μεμονωμένα δέντρα στον ίδιο χώρο. Στους οπωρώνες πυκνής φύτευσης, που η φύτευση γίνεται κατά γραμμές διαμορφώνεται ένα φυτικό τείχος. Ο προσανατολισμός των σειρών επηρεάζει τη σκίαση της κόμης των δέντρων, ενώ η πυκνότητα φύτευσης πάνω σε σειρές είναι δυνατόν να επηρεάζει και τη σχετική υγρασία του χώρου τόσο μεταξύ των δέντρων όσο και στο εσωτερικό της κόμης, αφού η διάχυση της υγρασίας από τη διαπνοή των δέντρων δεν γίνεται με την ίδια ένταση προς όλες τις κατευθύνσεις. Το ίδιο ισχύει, σε μικρότερο βαθμό όμως και με τη θερμοκρασία στο περιβάλλον των δέντρων. Έντονη όμως είναι η επίδραση των σειρών των δέντρων στον άνεμο. Αν οι επικρατούντες άνεμοι πνέουν κατά τη φορά των σειρών των δέντρων δεν επηρεάζεται ούτε η ένταση ούτε η κατεύθυνση του ανέμου. Αν οι σειρές έχουν προσανατολισθεί κάθετα προς τους ανέμους τότε έχουμε μείωση στην ένταση του ανέμου. Οι πρώτες σειρές δέχονται έντομα την επίδραση του ανέμου που βαθμιαία εξασθενεί μέχρι και 20% σε σχέση με την ένταση του ανέμου που δέχονται μεμονωμένα δέντρα στην ίδια περιοχή.

2.3. Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ

Η θερμοκρασία επηρεάζει τα οπωροφόρα ως εξής : για κάθε είδος οπωροφόρου υπάρχει ένα κατώτατο και ένα ανώτατο όριο θερμοκρασίας, πέρα από το οποίο το δέντρο δεν είναι δυνατόν να ζήσει. Επομένως, ο παράγοντας αυτός καθορίζει τα όρια για τη ζωή των δέντρων. Η θερμοκρασία επίσης καθορίζει το εύρος μέσα στο οποίο τα δέντρα βλαστάνουν και καρποφορούν. Πέρα από το εύρος αυτό τα δέντρα δεν ευδοκιμούν γιατί πολλές από τις φυσιολογικές λειτουργίες δεν γίνονται με κανονικό τρόπο.

Τέλος, η θερμοκρασία είναι περιοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη οπωροφόρων σε περιοχές όπου επικρατούν όψιμοι παγετοί την άνοιξη.

Στο μέρος αυτό θα εξετάσουμε ποιές είναι οι ευνοϊκές επιδράσεις της θερμοκρασίας, ποιές δυσμενείς επιδράσεις παρουσιάζονται όταν το δέντρο ζει σε ζώνες με οριακές θερμοκρασίες και τους τρόπους με τους οποίους προστατεύουμε το δέντρο από τις ανεπιθύμητες θερμοκρασίες.

2.4. ΕΥΝΟΪΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

2.4.1. Ευνοϊκές επιδράσεις υψηλών θερμοκρασιών στη βλάστηση και καρποφορία των οπωροφόρων

Μέσα στη ζώνη θερμοκρασιών που ζουν τα οπωροφόρα υπάρχει μία στενότερη ζώνη θερμοκρασιών όπου τα δέντρα βλαστάνουν και καρποφορούν κανονικά. Η ζώνη αυτή βρίσκεται μεταξύ 5 και 43 °C. Το άριστο όμως της βλάστησης και της καρποφορίας δεν είναι πάντα το ίδιο και εξαρτάται βασικά από το είδος του οπωροφόρου. Για να ολοκληρώσουν τον ετήσιο κύκλο βλάστησης τα οπωροφόρα έχουν ανάγκη από ορισμένη ποσότητα θερμότητας. Στα φυλλοβόλα οι ανάγκες θερμότητας περιορίζονται στη βλαστική περίοδο από την ανθοφορία μέχρι τη συγκομιδή του καρπού και την πτώση των φύλλων. Συνήθως για τον υπολογισμό της ποσότητας θερμότητας χρησιμοποιείται ο αριθμός μονάδων θερμότητας. Ως μονάδα θερμότητας λογίζεται 1 βαθμός C ανά ημέρα πάνω από μία βασική θερμοκρασία (7 ή 10 °C). Για την ολοκλήρωση του σταδίου της καρποφορίας π.χ. από την άνθηση μέχρι τη συγκομιδή χρειάζεται ένας ορισμένος αριθμός μονάδων θερμότητας που διαφέρουν ανάλογα με το είδος (πίνακας 1). Σήμερα, για τη μέτρηση των μονάδων θερμότητας χρησιμοποιούνται ειδικά όργανα που μετρούν τις μονάδες θερμότητας εντός καθορισμένων ορίων θερμοκρασιών °C ή °F. Ανάλογα με τις απαιτήσεις των οπωροφόρων σε θερμοκρασίες τα διακρίνουμε σε είδη ψυχρών και είδη θερμών περιοχών. Στον πίνακα 2 έχουν καταταγεί τα σπουδαιότερα είδη οπωροφόρων ανάλογα με τον τύπο του κλίματος.

Πίνακας 1: Σύνολα μονάδων θερμότητας από την πλήρη άνθηση μέχρι την ωρίμανση καρπών οπωροφόρων στην περιοχή του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (1982)

ΕΙΔΟΣ ποικιλία	Ημέρες από την ανθοφορία μέχρι τη συγκομιδή	Μονάδες θερμότητας* (ημέρες X $°C_{10}^{28}$)
ΡΟΔΑΚΙΝΙΑ		
Spring Time	62	389
Red Haven	97	844
ΒΕΡΙΚΟΚΙΑ		
Polonez	92	767
ΔΑΜΑΣΚΗΝΙΑ		
Santa Rosa	97	847
Stanley	115	1196
ΜΗΛΙΑ		
Double Red Delicious	138	283
Golden Delicious	138	507
ΑΧΛΑΔΙΑ		
Coscia	105	1082

***Ως μονάδα θερμότητας θεωρείται 1 °C ανά ημέρα με κάτω όριο 10 °C και άνω όριο 28 °C**

2.4.2. Είδη ψυχρών περιοχών

Είδη ψυχρών περιοχών χαρακτηρίζονται όσα από τα οπωροφόρα είναι σε θέση να πραγματοποιούν το μεγαλύτερο μέρος της βλάστησης και της καρποφορίας τους σε σχετικά ψυχρές περιοχές. Από τα φυλλοβόλα είδη της εύκρατης ζώνης η μηλιά, η αχλαδιά και η δαμασκηνιά ευδοκιμούν καλά και παράγουν καρπούς άριστης ποιότητας σε σχετικά ψυχρές περιοχές. Τέτοιες περιοχές έχουμε στη Β. Ελλάδα και στα ορεινά της Κεντρικής και Νότιας Ελλάδας (Τρίπολη, Πήλιο). Τα παραπάνω είδη δεν ευδοκιμούν στα ζεστά μέρη της χώρας και αν καλλιεργούνται σε τέτοιες περιοχές οι καρποί τους υστερούν πολύ ως προς το χρώμα και τη γεύση σε σύγκριση με τους καρπούς των ψυχρών περιοχών της χώρας.

Πίνακας 2: Κατάταξη των δενδρωδών καλλιεργειών ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία

<table>
<tr><th colspan="8">Τύπος κλίματος</th></tr>
<tr><td colspan="2">Τροπικό</td><td colspan="2">Υποτροπικό</td><td colspan="4">Εύκρατο
Με ήπιο χειμώνα
Με ψυχρό χειμώνα</td></tr>
<tr><td>Μπανάνα
Mango
Ανανάς
Papaya</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td></td><td>Χουρμαδιά
Αβοκάντο
Συκιά</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Εσπεριδοειδή
Ελιά
Ροδιά</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>Αμυγδαλιά
Λωτός
Φραγκοστάφυλο
Κυδωνιά</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td>Ροδακινιά
Κερασιά
Βερικοκιά
Φράουλα
Βατομουριά</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td><td colspan="2">Αχλαδιά
Δαμασκηνιά
Μηλιά</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ευαισθησία σε χαμηλές θερμοκρασίες</td><td>Ευπρόσβλητα από παγετούς</td><td colspan="4">Ελαφρά ευαίσθητα</td><td>Ανθεκτικά στο κρύο του χειμώνα</td></tr>
<tr><td colspan="3">Δεν απαιτούν κρύο για να συμπληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο</td><td colspan="5">Απαιτούν κρύο για να συμπληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο</td></tr>
</table>

2.4.3. Είδη θερμών περιοχών

Από τα είδη που καλλιεργούνται στις εύκρατες ζώνες η ροδακινιά, η βερικοκιά και η κυδωνιά δεν ευδοκιμούν στις βορειότερες ευρωπαϊκές χώρες, όχι τόσο γιατί δεν αντέχουν το ψύχος του χειμώνα, αλλά γιατί οι θερμοκρασίες που επικρατούν κατά τη βλαστική περίοδο είναι χαμηλότερες απ' ότι χρειάζονται τα δέντρα για να συμπληρώσουν το βλαστικό και αναπαραγωγικό τους κύκλο.

Από τα αείφυλλα, τα υποτροπικά είδη (εσπεριδοειδή, αβοκάντο) απαιτούν ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες απ' ότι τα παραπάνω είδη. Τα τροπικά (μπανάνα, παπάγια κ.α.) είναι τα πιο απαιτητικά και καλλιεργούνται σε πολύ υπήνεμα μέρη της χώρας.

2.4.4. Ευνοϊκές επιδράσεις χαμηλών θερμοκρασιών στη βλάστηση και καρποφορία των οπωροφόρων

2.4.4.1. Επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών στη διακοπή του λήθαργου των οφθαλμών των φυλλοβόλων οπωροφόρων

Τα φυλλοβόλα οπωροφόρα από την πτώση των φύλλων τους (Οκτώβριος – Νοέμβριος) μέχρι την έκπτυξη των οφθαλμών (Μάρτιος) διέρχονται μια περίοδο λήθαργου. Τα είδη αυτά για να διακόψουν το λήθαργό τους και να είναι σε θέση να ανθίσουν και να βλαστήσουν την άνοιξη πρέπει να δεχτούν την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα. Έτσι, οι μηλιές και οι αχλαδιές για να διακόψουν το λήθαργό τους έχουν ανάγκη από 700 έως 1200 ώρες χαμηλών θερμοκρασιών κάτω από 7 °C, οι βερικοκιές 300 – 700 ώρες και οι αμυγδαλιές 180 - 350 ώρες. Αν δεν ικανοποιηθούν οι ανάγκες αυτές σε ψύχος παρατηρούνται ανωμαλίες στην ανθοφορία και λιγότερο στη βλάστηση του δέντρου. Συνήθως έχουμε παράταση του χρόνου ανθοφορίας των δέντρων, νεκρώσεις οφθαλμών στα γιγαρτόκαρπα και έντονη οφθαλμόπτωση στα πυρηνόκαρπα.

2.4.4.2. Επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών στην ανθοφορία της ελιάς

Η ελιά είναι ένα από τα λίγα αείφυλλα οπωροφόρα που χρειάζεται την επίδραση του ψύχους για να ανθίσει. Οι οφθαλμοί, οι οποίοι σχηματίζονται στη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου, διαφοροποιούνται ύστερα από επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα. Χωρίς την επίδραση του ψύχους δεν σχηματίζονται ανθοταξίες. Οι ευνοϊκές θερμοκρασίες για το σχηματισμό ανθοταξιών κυμαίνονται από 10 °C ως 16 °C ανάλογα με τη ποικιλία.

2.4.4.3. Επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών στη διακοπή του λήθαργου των σπερμάτων των οπωροφόρων

Τα σπέρματα των φυλλοβόλων οπωροφόρων, δεν φυτρώνουν αν προηγουμένως δεν υποβληθούν στην επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών για να διακοπεί ο λήθαργός τους. Για να επιδράσει το ψύχος στη διακοπή του λήθαργου τα σπέρματα πρέπει να βρίσκονται σε υγρή κατάσταση και να έχουν στη διάθεση τους οξυγόνο , συνθήκες που πετυχαίνουμε με τη λεγόμενη στρωμάτωση στα φυτώρια. Οι πιο δραστικές θερμοκρασίες για τη διακοπή του λήθαργου βρίσκονται μεταξύ 2 και 7 °C, ο δε χρόνος που πρέπει να εκτεθούν τα σπέρματα στο ψύχος με στρωμάτωση εξαρτάται από το είδος του οπωροφόρου.

2.5. ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες είναι επιζήμιες στα οπωροφόρα. Τέτοιες θερμοκρασίες μπορεί να παρατηρηθούν όλες τις εποχές του έτους και προξενούν ζημιές που κυμαίνονται, στην καλύτερη περίπτωση, από απλή ανάσχεση στη βλάστηση ως την καταστροφή της ανθοφορίας και καρποφορίας ή ακόμα ολόκληρου του δέντρου στην πιο σοβαρή περίπτωση.

2.5.1.Δυσμενείς επιδράσεις των υψηλών θερμοκρασιών

2.5.1.1. Επιδράσεις υψηλών θερμοκρασιών κατά τη βλαστική περίοδο

Υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες στη βλαστική περίοδο προκαλούν εγκαύματα στα φύλλα και στους καρπούς. Τέτοιες ζημιές (θερμοπληξίες) έχουμε σε φύλλα και καρπούς μηλιάς, καθώς και σε καρπούς καρυδιάς. Συνήθως οι θερμοπληξίες είναι πιο έντονες ύστερα από ψεκασμούς με χαλκούχα σκευάσματα. Σε πολλά οπωροφόρα παρατηρούνται σχισίματα (έλκη) σε κορμούς και βραχίονες, τα οποία προέρχονται από ηλιοκαύματα όταν έχει αφαιρεθεί υπερβολικά το φύλλωμα με αυστηρό κλάδεμα (κερασιές, βυσσινιές, βερικοκιές). Ευαισθησία παρουσιάζουν τα νεαρά δέντρα και τα γέρικα, όταν κλαδεύονται αυστηρά για ανανέωση και μένουν χωρίς φύλλωμα. Για προστασία των δέντρων αυτών χρησιμοποιείται η κάλυψη του κορμού με λευκό χρώμα.

2.5.1.2. Επιδράσεις υψηλών θερμοκρασιών κατά την περίοδο λήθαργου

Αν κατά την περίοδο του λήθαργου των φυλλοβόλων (Οκτώβριος – Φεβρουάριος) επιδράσουν ασυνήθιστα υψηλές θερμοκρασίες (>21 °C) είναι δυνατόν

να έχουμε ανωμαλίες στη βλάστηση και καρποφορία του δέντρου. Οι υψηλές θερμοκρασίες όχι μόνο δε συμβάλλουν στη διακοπή του λήθαργου των οφθαλμών, αλλά καταστρέφουν και το αποτέλεσμα από την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών.

Πολύ υψηλές θερμοκρασίες στο τέλος του χειμώνα, εφ' όσον έχουν ικανοποιηθεί οι ανάγκες σε ψύχος προκαλούν πρόωρη ανθοφορία και βλάστηση και εκθέτουν τα οπωροφόρα (αμυγδαλιά, ροδακινιά) σε κίνδυνο από όψιμους ανοιξιάτικους παγετούς.

Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες το χειμώνα μπορεί να έχουν δυσάρεστες συνέπειες στην ανθοφορία της ελιάς, γιατί επηρεάζουν δυσμενώς τη διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών του δέντρου.

2.5.2. Δυσμενείς επιδράσεις χαμηλών θερμοκρασιών

Οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (ανάλογα με το είδος του δέντρου ποικίλουν από τους -35°C για τις ανθεκτικές ποικιλίες μηλιάς έως και λίγους βαθμούς πάνω από τους 0°C για τα τροπικά φυτά) κατά την περίοδο λήθαργου των δέντρων, προξενούν ζημιές στις ρίζες, βλαστούς και οφθαλμούς των οπωροφόρων. Αν έχει διακοπεί ο λήθαργος και έχει αρχίσει η έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών οι ζημιές είναι πιο σοβαρές, γιατί καταστρέφονται τα άνθη και οι νεαροί βλαστοί. Η αντοχή των δέντρων στο κρύο ποικίλει ανάλογα με το είδος του δέντρου και το στάδιο που βρίσκεται το οπωροφόρο. Οι ζημιές μπορεί να οφείλονται είτε σε νέκρωση των ιστών από πάγωμα είτε σε διαταραχές του μεταβολισμού σε θερμοκρασίες πάνω από 0 °C. Οι θερμοκρασίες κοντά ή κάτω από το σημείο πήξεως του νερού μπορεί να προξενούν μόνιμες ζημιές που καταλήγουν στο θάνατο των ιστών σε πολλά οπωροφόρα.

Παγετός

Πτώση της θερμοκρασίας του αέρα μέχρι το 0 ή και κάτω από το 0 αποτελεί το φαινόμενο του παγετού. Τον παγετό χαρακτηρίζει συνήθως ο σχηματισμός παγοκρυστάλλων στην επιφάνεια του εδάφους ή του φυτού που είναι αποτέλεσμα της πτώσης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Παγετός μπορεί να συμβεί είτε από τη εισροή μαζών ψυχρού αέρα με θερμοκρασία κάτω από 0 °C (παγετός ψυχρών μαζών αέρα) είτε από απώλειες θερμότητας λόγω υπερβολικής ακτινοβολίας (παγετός ακτινοβολίας). Η πρώτη περίπτωση παρατηρείται στους πρώιμους παγετούς του φθινοπώρου, οι οποίοι καταστρέφουν τα εσπεριδοειδή και άλλα υποτροπικά

οπωροφόρα ενώ η δεύτερη περίπτωση παρουσιάζεται στους όψιμους παγετούς της άνοιξης και προκαλεί ζημιές στα φυλλοβόλα οπωροφόρα, τα οποία βρίσκονται στο ευαίσθητο στάδιο της ανθοφορίας τους.

Η πτώση της θερμοκρασίας στο περιβάλλον του οπωρώνα προκαλείται κυρίως από την επαφή του αέρα με τις επιφάνειες των δέντρων ή του εδάφους οι οποίες χάνουν θερμότητα προς τον ουρανό με ακτινοβολία. Η ακτινοβολούμενη θερμότητα εκπέμπεται προς το άπειρο και αν συναντήσει άλλα σώματα, όπως σύννεφα, απορροφάται από αυτά. Την ημέρα ο οπωρώνας δέχεται περισσότερη θερμότητα απ' ότι αποβάλλει με ακτινοβολία. Οι ηλιακές ακτίνες θερμαίνουν το έδαφος και μαζί με το έδαφος θερμαίνεται και ο αέρας που βρίσκεται σε επαφή με αυτό. Έτσι, ο αέρας στα χαμηλότερα στρώματα την ημέρα είναι θερμότερος απ' ότι στα υψηλότερα στρώματα. Αντίθετα, τη νύχτα ο αέρας χάνει πολύ περισσότερη θερμότητα απ' ότι προσλαμβάνει και η θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους του οπωρώνα πέφτει. Κατά τις αίθριες νύχτες τα στρώματα του αέρα που έρχονται σε επαφή με τις ψυχρές επιφάνειες ψύχονται, και επειδή ο ψυχρός αέρας είναι βαρύτερος από το θερμό, τα ψυχρά στρώματα παραμένουν κοντά στο έδαφος. Έτσι, προοδευτικά η θερμοκρασία του αέρα αυξάνεται με το ύψος ως ένα ορισμένο στρώμα πέρα από το οποίο αρχίζει και πάλι να ελαττώνεται η θερμοκρασία. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αντιστροφή (ή αναστροφή) της θερμοκρασίας και το στρώμα του αέρα που παρουσιάζει τη υψηλότερη θερμοκρασία καλείται θερμοροφή. Καταστάσεις που ευνοούν απότομη αντιστροφή της θερμοκρασίας συντελούν στο σχηματισμό θερμοροφής σε μικρό ύψος, ενώ με καταστάσεις που ευνοούν βαθμιαία αναστροφή της θερμοκρασίας έχουμε μεγάλου ύψους θερμοροφή.

Καταστάσεις που ευνοούν το σχηματισμό παγετών είναι εκείνες που συντελούν στην έντονη και παρατεταμένα ψύξη των επιφανειών, όπως η είσοδος στη χώρα πολικών αέριων μαζών και στη συνέχεια η επικράτηση αίθριας νύχτας χωρίς αέρα. Η παρουσία νεφών και υψηλής σχετικής υγρασίας τη νύχτα αποτρέπει τις συνθήκες σχηματισμού παγετού γιατί μέρος από την ακτινοβολία επιστρέφει πάλι πίσω στη γη. Επίσης ο ισχυρός άνεμος τη νύχτα αποτρέπει τις συνθήκες σχηματισμού παγετού γιατί διαταράσσει και ανακατεύει τα ψυχρά στρώματα του αέρα κοντά στις ψυχρές επιφάνειες με θερμότερο αέρα από υψηλά στρώματα. Ο παράγοντας όμως που συντελεί περισσότερο στη δημιουργία συνθηκών παγετού είναι οι τοπικές συνθήκες της περιοχής. Έτσι, η θέση και η έκθεση του οπωρώνα καθορίζουν τη σχέση ακτινοβολίας που δέχεται η περιοχή από τον ήλιο και ακτινοβολίας που αποβάλλει τη

νύχτα. Οι μεσημβρινές εκθέσεις των εδαφών πλεονεκτούν σε σχέση με τις βορινές γιατί θερμαίνονται περισσότερο. Η τοπογραφία διαμορφώνει ειδικές συνθήκες στη μετακίνηση των ψυχρών μαζών. Τα κεκλιμένα εδάφη είναι λιγότερο εκτεθειμένα σε κινδύνους από παγετούς λόγω της συνεχούς μετακίνησης προς τα κάτω των ψυχρών μαζών αέρα και της συνεχούς αντικατάστασής του με θερμότερα στρώματα. Έτσι στις πλαγιές των λόφων και των βουνών σπάνια έχουμε παγετούς, ιδιαίτερα αν δεν παρεμποδίζεται η μετακίνηση των ψυχρών μαζών. Αντίθετα όμως στις κοιλάδες, στις οποίες δεν υπάρχει έξοδος των ψυχρών μαζών σχηματίζονται θύλακες παγετών και η πιθανότητα παγετού σε τέτοιες περιοχές είναι πολύ μεγάλη.

Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν το σχηματισμό παγετού. Οτιδήποτε εμποδίζει την ημέρα την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από το έδαφος ευνοεί την κατάσταση παγετού. Έτσι η καλυμμένη με βλάστηση επιφάνεια απορροφά λιγότερη θερμότητα απ' ότι το καλλιεργούμενο έδαφος και για το λόγο αυτό η πιθανότητα να συμβεί παγετός στα εδάφη αυτά είναι μεγαλύτερη. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο σε παγετόπληκτες περιοχές με ροδακινιές είναι προτιμότερο να ξεχειμωνιάζουν τα δέντρα σε καθαρό οργωμένο χωράφι.

Την τελική θερμοκρασία που αποκτά το έδαφος επηρεάζει και η αγωγιμότητά του. Τα οργανικά εδάφη είναι συνήθως κακοί αγωγοί της θερμότητας και σε μια νυχτερινή παγωνιά δύσκολα μετακινείται θερμότητα από το εσωτερικό του εδάφους προς τα πάνω. Έτσι, τα εδάφη αυτά ψύχονται περισσότερο στην επιφάνειά τους σε σύγκριση με άλλα κανονικά με ανόργανη σύσταση εδάφη. Αν τα εδάφη αυτά έχουν υγρασία η αγωγιμότητά τους μεταβάλλεται και ψύχονται λιγότερο.

Η κατάσταση της υγρασίας στην ατμόσφαιρα επηρεάζει την πτώση της θερμοκρασίας που έχουμε κατά τη νύχτα του παγετού. Αν υπάρχουν υδρατμοί στην ατμόσφαιρα, με την πτώση της θερμοκρασίας αυξάνεται η σχετική υγρασία μέχρι το θερμομετρικό βαθμό της δρόσου όπου έχουμε, νωρίς το πρωί, απόθεση υδρατμών στην επιφάνεια του εδάφους. Και αν η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι κάτω από το βαθμό της δρόσου αλλά πάνω από τους 0 °C έχουμε απόθεση υδρατμών με μορφή δρόσου, ενώ αν η θερμοκρασία του αέρα είναι κάτω από το βαθμό δρόσου και κάτω από τους 0 °C έχουμε την απόθεση λευκών παγοκρυστάλλων. Στην περίπτωση αυτή έχουμε λευκούς παγετούς. Αν όμως η υγρασία της ατμόσφαιρας είναι μικρή, τότε η θερμοκρασία της κατέρχεται κάτω από το 0 αλλά χωρίς να φθάνει στο βαθμό δρόσου και έτσι δε σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι και έχουμε μελανούς παγετούς. Οι λευκοί παγετοί είναι περισσότερο επιζήμιοι από τους μελανούς, διότι κατά την μετατροπή

του νερού από την υγρή στη στερεή φάση των παγοκρυστάλλων ελευθερώνεται θερμότητα, η οποία μεταδίδεται στο περιβάλλον.

Η παρουσία μεγάλων όγκου νερού (θάλασσα, λίμνες, ποταμοί) αποτρέπει τις συνθήκες παγετού. Τέτοιες περιοχές, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού, παρουσιάζουν μικρότερο ημερήσιο θερμομετρικό εύρος. Στις περιοχές αυτές τις αίθριες νύχτες σχηματίζεται ομίχλη η οποία συντελεί στην ανύψωση του σημείου δρόσου και επομένως μειώνονται και οι κίνδυνοι από παγετό με επικίνδυνες θερμοκρασίες.

2.6. ΣΚΛΗΡΑΓΩΓΗΣΗ

Πολλά οπωροφόρα περνούν το φθινόπωρο από διαδοχικά στάδια, με τα οποία τα φυτά αποκτούν αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Η προοδευτική αυτή αύξηση της αντοχής των φυτών στο ψύχος λέγεται σκληραγώγηση. Την ικανότητα αυτή των φυτών να σκληραγωγούνται στο ψύχος την έχουν κυρίως τα φυλλοβόλα οπωροφόρα, τα οποία εισέρχονται το χειμώνα σε περίοδο λήθαργου. Στα φυλλοβόλα είδη η σκληραγώγηση γίνεται προς το τέλος της βλαστικής περιόδου.

Άλλη εποχή είναι δύσκολο να γίνει η σκληραγώγηση, έστω και με τεχνητές συνθήκες. Φαίνεται ότι η προοδευτική μετάβαση από τις μακροήμερες στις βραχυήμερες συνθήκες προετοιμάζουν το φυτό για σκληραγώγηση. Ως προς το μηχανισμό με τον οποίο τα φυτά αποκτούν αντοχή στο κρύο έχουν γίνει εκτεταμένες μελέτες και έχουν διατυπωθεί πολλές θεωρίες. Σήμερα, σύμφωνα με τις επικρατέστερες θεωρίες (Weiser, 1970) είναι παραδεκτό ότι η σκληραγώγηση γίνεται σε δύο ως τρία στάδια.

1. Κατά το πρώτο στάδιο η εισαγωγή του φυτού στη σκληραγώγηση γίνεται με την προοδευτική έκθεσή του σε βραχυήμερες συνθήκες (Αύγουστος – Σεπτέμβριος). Η μικρή φωτοπερίοδος εισάγει τα φυτά σε περίοδο λήθαργου και έχουμε διακοπή στην αύξηση των βλαστών πολλών φυλλοβόλων ειδών. Το στάδιο αυτό δίνει αντοχή στα φυτά κατά 8-12 °C.
2. Το δεύτερο στάδιο της σκληραγώγησης προκαλείται με την έκθεση των φυτών σε χαμηλές θερμοκρασίες (-4 ως -6 °C). Οι πρώιμοι παγετοί του φθινοπώρου φαίνεται ότι δημιουργούν το ερέθισμα για τη σκληραγώγηση του σταδίου αυτού. Το στάδιο αυτό απαιτεί την ύπαρξη φύλλων καθώς επίσης και την επάρκεια υδρογονανθράκων.

3. Σε πολλά φυλλοβόλα είδη, η σκληραγώγηση ολοκληρώνεται στο τρίτο στάδιο με την έκθεση των φυτών στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα (-30 °C). Η ανθεκτικότητα αυξάνεται κατά λίγους βαθμούς την ημέρα, μέχρις ενός ορισμένου σημείου που εξαρτάται από το είδος του δέντρου, το στάδιο ανάπτυξής του, την καλλιεργητική τεχνική κ.α. Οι όψιμες ποικιλίες σκληραγωγούνται αργότερα. Αν ανέβει η θερμοκρασία, χάνεται η σκληραγώγηση και επιστρέφουμε στο στάδιο 2.

Από τις διάφορες ερευνητικές εργασίες που έχουν γίνει με φυτά τα οποία έχουν εκτεθεί σε διαφορετικές συνθήκες φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας έχουν προκύψει τα εξής συμπεράσματα:

1. Η διακοπή στην αύξηση είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη σκληραγώγηση των ξυλωδών φυτών.
2. Τα φυτά που διαθέτουν αποθέματα ουσιών από φωτοσύνθεση δεν είναι δυνατόν να σκληραγωγηθούν.
3. Τα φύλλα, τα οποία είναι υπεύθυνα για το πρώτο στάδιο, είναι το όργανο που δέχεται το ερέθισμα των βραχυήμερων συνθηκών (φωτοπερίοδος).
4. Η χαμηλή θερμοκρασία εμποδίζει τη σκληραγώγηση που προκαλείται με τις βραχυήμερες συνθήκες στο στάδιο Ι.
5. Οι μακροήμερες συνθήκες της ανοίξεως βοηθούν τα φύλλα στην παραγωγή μιας ουσίας, η οποία μεταφέρεται στους ιστούς και παρεμποδίζει τη σκληραγώγηση.
6. Οι βραχυήμερες συνθήκες του φθινοπώρου βοηθούν τα φύλλα στην παραγωγή μια ουσίας, η οποία μεταφέρεται στους ιστούς και προκαλεί τη σκληραγώγηση.
7. Η ουσία η οποία παράγεται στα φύλλα με την επίδραση των βραχυήμερων συνθηκών μεταφέρεται με τα αγωγά στοιχεία του φλοιού στους βλαστούς ή κλάδους ή ακόμα και από τα φύλλα του εμβολίου στο υποκείμενο και προκαλεί τη σκληραγώγηση του σταδίου Ι.
8. Το δεύτερο στάδιο της σκληραγώγησης προκαλείται από τους πρώτους παγετούς του φθινοπώρου, αλλά η επίδραση του ψύχους δεν απαιτεί εδώ το σχηματισμό ουσίας που μεταφέρεται στους ιστούς.

Η ικανότητα των οπωροφόρων να ξεχειμωνιάζουν χωρίς να παθαίνουν ζημιές από το κρύο οφείλεται στο σχηματισμό υδρόφιλων κολλοειδών ουσιών, οι οποίες δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες νερού. Το δεσμευμένο αυτό νερό δεν παγώνει εύκολα. Τέτοιες υδρόφιλες κολλοειδείς ουσίες σχηματίζονται από υδατάνθρακες που

συσσωρεύονται στο ώριμο ξύλο το φθινόπωρο. Οι ώριμοι ιστοί περιέχουν περισσότερους υδατάνθρακες απ' ότι οι άωροι ιστοί. Παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση υδατανθράκων, όπως η φωτοσύνθεση, η χρησιμοποίηση υδατανθράκων στο σχηματισμό νέας βλάστησης κ.α. έχουν επίδραση και στο σχηματισμό υδρόφιλων κολλοειδών ουσιών.

Καταστάσεις που καθυστερούν τη σκληραγώγηση των δέντρων εκθέτουν περισσότερο τα δέντρα στους κινδύνους από χαμηλές θερμοκρασίες. Τέτοιες καταστάσεις δημιουργούνται από τους εξής παράγοντες: (α) υπερβολική αζωτούχος λίπανση (β) όψιμες αρδεύσεις (γ) υπερβολική καρποφορία (δ) αποφύλλωση από προσβολές εντόμων, ασθενειών κλπ., (ε) όψιμη καλλιέργεια και (στ) πρώιμο κλάδευμα πριν ή αμέσως μετά την πτώση των φύλλων.

2.7. ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ

Οι παγετοί επηρεάζουν τη δενδροκομική παραγωγή τόσο όσο κανένας άλλος παράγοντας. Η επίδρασή τους μπορεί να είναι από απλή υποβάθμιση στην ποιότητα ως ολοκληρωτική καταστροφή της ετήσιας παραγωγής ή και του επόμενου έτους. Μεγάλη προσπάθεια καταβάλλεται στην ανάπτυξη αντιπαγετικής προστασίας τόσο από τους παραγωγούς όσο και από τους κρατικούς φορείς. Όλα τα συστήματα αντιπαγετικής προστασίας λίγο πολύ προσπαθούν να τροποποιήσουν το μικροκλίμα του οπωρώνα, ώστε να αποφύγουμε τις ζημιές στα οπωροφόρα.

Η συστηματική αντιμετώπιση του προβλήματος των παγετών στηρίζεται (α) στην καλή οργάνωση αντιπαγετικής προστασίας, (β) στην πρόγνωση του παγετού και (γ) στην έγκαιρη εφαρμογή των μεθόδων αντιπαγετικής προστασίας. Η οργάνωση της αντιπαγετικής προστασίας βασίζεται στη μελέτη του μικροκλίματος της περιοχής, στη γνώση της κρίσιμης θερμοκρασίας για κάθε στάδιο ανάπτυξης του δέντρου και στην ανάπτυξη ασφαλούς συστήματος συναγερμού για προειδοποίηση των παραγωγών.

Η μελέτη του μικροκλίματος γίνεται με τη συγκέντρωση μετεωρολογικών δεδομένων και η λήψη παρατηρήσεων με θερμόμετρα που τοποθετούνται σε διάφορα σημεία του οπωρώνα. Τα μετεωρολογικά δεδομένα προηγουμένων ετών, όπως το ελάχιστο θερμοκρασίας, η συχνότητα και η διάρκεια παγετών, μας βοηθούν να διαλέξουμε το σωστό σύστημα αντιπαγετικής προστασίας. Η ακριβής γνώση της θερμοκρασίας κατά την περίοδο του παγετού σε συνδυασμό με τη γνώση της

κρίσιμης θερμοκρασίας για κάθε είδος και στάδιο ανάπτυξης οπωροφόρου είναι σπουδαία για τη σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος των παγετών. Το πότε πρέπει να θέσουμε σε λειτουργία τα μέσα της αντιπαγετικής προστασίας και πόσο χρόνο πρέπει να λειτουργούν σχετίζεται άμεσα με το κόστος λειτουργίας του συστήματος. Πρόωρη έναρξη στη λειτουργία και παρατεταμένη χρησιμοποίηση των μέσων επιβαρύνει άσκοπα την εκμετάλλευση με τεράστια λειτουργικά έξοδα. Η χρησιμοποίηση θερμομέτρων μεγάλης ακρίβειας και η σωστή λήψη των παρατηρήσεων είναι αναγκαία για τη γνώση της θερμοκρασίας των δέντρων. Συνήθως χρησιμοποιούνται θερμόμετρα ελαχίστου που τοποθετούνται στο ύψος της κόμης του δέντρου. Ένα θερμόμετρο τοποθετείται έξω από τον οπωρώνα, από τη μεριά που φυσούν οι πιο ισχυροί άνεμοι και 2 ως 3 θερμόμετρα τοποθετούνται μέσα στον οπωρώνα σε κατάλληλες θέσεις, ώστε να παίρνονται αντιπροσωπευτικές μετρήσεις. Σε συστηματικούς οπωρώνες χρησιμοποιούνται ευαίσθητοι μηχανισμοί καταμέτρησης της θερμοκρασίας με θερμοηλεκτρικά ζεύγη ή με θερμοαντιστάσεις που επιτρέπουν παρακολούθηση της θερμοκρασίας ταυτόχρονα σε πολλά σημεία του οπωρώνα. Και τα δύο συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση της θερμοκρασίας φύλλων, καρπών ή άλλων μερών του φυτού που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ευαισθησία στους παγετούς. Οι θερμοαντιστάσεις είναι κατάλληλες για αυτοματισμούς συναγερμού ή για ενεργοποίηση των συστημάτων της αντιπαγετικής προστασίας.

Η πρόγνωση του παγετού είναι μεγάλης σημασίας για τη έγκαιρη προετοιμασία των συστημάτων της αντιπαγετικής προστασίας. Πρόγνωση του καιρού κάνει η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ), η οποία δίνει καθημερινά χρήσιμα στοιχεία για τη γενική πρόβλεψη του καιρού της χώρας. Η πρόγνωση όμως του παγετού στις τοπικές συνθήκες της περιοχής είναι δυνατό να διαφέρει πολύ από την γενική πρόβλεψη της ΕΜΥ. Η πρόβλεψη του παγετού είναι δυνατό να γίνει από τη διαφορά μεγίστου-ελαχίστου ή από το σημείο δρόσου. Η παρακολούθηση της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας σε σύγκριση με το σημείο δρόσου δίνει χρήσιμα στοιχεία στην πρόβλεψη του παγετού.

2.7.1. Κρίσιμες θερμοκρασίες παγετοπληξίας και εκτίμηση ζημιών από παγετούς

Η κρίσιμη θερμοκρασία κάτω από την οποία έχουμε ζημιές στα φυτά εξαρτάται κυρίως από το στάδιο ανάπτυξης του φυτικού ιστού. Πιο ευαίσθητοι γενικώς είναι οι οφθαλμοί των οπωροφόρων. Οι οφθαλμοί παρουσιάζουν διάφορη ευαισθησία στους

παγετούς, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξής τους. Πιο ανθεκτικοί είναι οι οφθαλμοί κατά την περίοδο του λήθαργου τους. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί μπαίνουν νωρίτερα το φθινόπωρο στην περίοδο σκληραγώγησης και για το λόγο αυτό παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στους πρώιμου φθινοπωρινούς παγετούς σε σχέση με τους βλαστοφόρους, οι οποίοι νεκρώνονται πιο εύκολα. Μεγάλη αντοχή σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες παρουσιάζουν γενικώς οι οφθαλμοί το χειμώνα λόγω σκληραγώγησης τους. Φαίνεται όμως ότι οι ανθοφόροι οφθαλμοί της ροδακινιάς, της βερικοκιάς και της αμυγδαλιάς είναι πιο ευαίσθητοι στις μεγάλες παγωνιές του χειμώνα και σε θερμοκρασίες -25 ως -30 °C μπορεί να νεκρωθούν. Ενώ οι ανθοφόροι οφθαλμοί της μηλιάς αντέχουν και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από -35 ως -40 °C. Τέτοιες θερμοκρασίες είναι ασυνήθιστες στη χώρα μας.

Τις περισσότερες ζημιές παθαίνουν τα οπωροφόρα στη χώρα μας την άνοιξη, κατά την περίοδο της άνοιξης. Μετά τη διακοπή του λήθαργου, μόλις αρχίζει το φούσκωμα των οφθαλμών, αρχίζει να μειώνεται και η αντοχή τους στο ψύχος. Όλοι οι οφθαλμοί δεν είναι το ίδιο ευπαθείς στον παγετό και η αντοχή ποικίλει ανάλογα με το είδος, την ποικιλία και τη θέση του οπωρώνα. Τη μεγαλύτερη ευαισθησία παρουσιάζουν τα ανοιχτά άνθη μέχρι την καρπόδεση, ενώ οι κλειστοί οφθαλμοί είναι πιο ανθεκτικοί στο κρύο. Επειδή οι όψιμοι παγετοί της άνοιξης συμβαίνουν πολύ νωρίς, κατά την περίοδο Φεβρουαρίου – Απριλίου, τις πιο μεγάλες ζημιές παρουσιάζουν τα άνθη που είναι πρώιμα στην ανθοφορία, ενώ όσα ανθίζουν όψιμα σπάνια παθαίνουν ζημιές από παγετούς. Από τα φυλλοβόλα που καλλιεργούνται στην Κεντρική και Βόρεια Ελλάδα η αμυγδαλιά είναι το πιο ευαίσθητο είδος και παθαίνει τις πιο μεγάλες ζημιές από όλα τα φυλλοβόλα οπωροφόρα γιατί ανθίζει πρώιμα. Ως προς τη σειρά ανθοφορίας ακολουθούν τα άλλα είδη φυλλοβόλων οπωροφόρων όπως η ροδακινιά, η δαμασκηνιά, η κερασιά και η αχλαδιά που ανθίζουν τον Απρίλιο και τελευταία η μηλιά, η οποία σπάνια παθαίνει ζημιές από παγετό στον τόπο μας. Η αναλογία των νεκρών οφθαλμών σε σχέση με τους επιζώντες καθορίζει και το μέγεθος της οικονομικής ζημιάς στον οπωρώνα. Έτσι, ζημιές στο 50% των οφθαλμών είναι χωρίς μεγάλη οικονομική σημασία για τη μηλιά που χρειάζεται μικρό ποσοστό καρπόδεσης για μια ικανοποιητική καρποφορία, ενώ είναι μεγάλης σημασίας για την αμυγδαλιά ή την κερασιά που έχουν ανάγκη από υψηλό ποσοστό καρπόδεσης για μια ικανοποιητική καρποφορία.

Όταν συμβαίνει παγετός στην ανθοφορία, το μέγεθος της ζημιάς το καθορίζει ο βαθμός της χαμηλής θερμοκρασίας, η διάρκεια του παγετού και η φάση ανάπτυξης.

Θερμοκρασίες κάτω από το 0 (0,6 ως -4 °C) είναι επικίνδυνες για όλα τα οπωροφόρα. Διαφορές ως προς την ευαισθησία του άνθους στο κρύο υπάρχουν όχι μόνο μεταξύ των ειδών αλλά και μεταξύ των ποικιλιών κάθε είδους. Το μέγεθος της ζημιάς εξαρτάται και από τη διάρκεια του παγετού. Σε κάθε άνθος τα ανθικά μέρη δεν έχουν την ίδια ευαισθησία στον παγετό. Στα άνθη των γιγαρτόκαρπων ο σύντομος παγετός προκαλεί ζημιές στα τοιχώματα του ανθικού σωλήνα, στα πέταλα και στο στίγμα, που είναι και τα πιο ευαίσθητα ανθικά μέρη, αλλά οι ζημιές αυτές είναι χωρίς οικονομική σημασία αφού δε ζημιώνουν την παραγωγή. Σε παρατεταμένους όμως παγετούς προσβάλλεται η ωοθήκη. Οι ανθήρες σπάνια καταστρέφονται και φαίνεται να είναι το πιο ανθεκτικό μέρος του άνθους.

Οι ζημιές στα άνθη μπορούν να διαπιστωθούν 1-2 μέρες μετά τον παγετό. Οι προσβολές στον ύπερο, που είναι οι πιο σοβαρές, φαίνονται εύκολα από το μαύρισμα του στίγματος και της ωοθήκης. Στους μονόσπερμους καρπούς (πηρυνόκαρπα) οι μαυρισμένες συνθήκες δεν δίνουν γενικά καρπούς. Τα άνθη αυτά 3-4 ημέρες μετά τον παγετό ξηραίνονται και πέφτουν με ελαφρό τίναγμα των βλαστών. Τέτοιες καταστροφές είναι οι πιο συνηθισμένες στη χώρα μας στην αμυγδαλιά, ροδακινιά, βερικοκιά και δαμασκηνιά. Ξήρανση στα άνθη των πηρυνόκαρπων προκαλεί και η προσβολή από μονίλια, αλλά τα άνθη που προσβάλλονται από την ασθένεια αυτή είναι ορφνά, δεν πέφτουν και η προσβολή συνοδεύεται πολλές φορές από κόμμι στους βλαστούς.

Στους πολύσπερμους καρπούς, αν η νέκρωση των σπερμοβλαστών δεν είναι καθολική και γίνει προς τη μια πλευρά, είναι δυνατόν να σχηματισθούν παραμορφωμένοι καρποί. Επίσης είναι δυνατόν να εμφανιστεί το φαινόμενο της παρθενοκαρπίας σε ορισμένες ποικιλίες αχλαδιάς.

Το ίδιο σχεδόν ευαίσθητοι με τα ανοιχτά άνθη στους παγετούς είναι και οι μικροί καρποί μετά την καρπόδεση. Στο στάδιο αυτό οι προσβεβλημένοι καρποί μαυρίζουν και πέφτουν. Αν ο παγετός στα μήλα, είναι σχετικά όψιμος και ο καρπός έχει αποκτήσει περίπου το μέγεθος μικρού καρυδιού, έχουμε ζημιές στο φλοιό και στη συνέχεια σχηματισμό φελογόνου ιστού ο οποίος περιορίζει την αύξηση του καρπού. Σε σοβαρότερες προσβολές μπορεί να νεκρωθούν όλες οι σπερμοβλάστες και πέφτει ο καρπός, ενώ πιο με ήπιους παγετούς έχουμε μερική νέκρωση των σπερμοβλαστών που καταλήγει σε ανάπτυξη παραμορφωμένων καρπών.

Ζημιές από τους πολύ όψιμους παγετούς έχουμε σε νεαρούς βλαστούς στις καρυδιές και στις φουντουκιές. Τέτοιοι βλαστοί είναι πολύ τρυφεροί την εποχή αυτή

και αν λάβει χώρα παγετός νεκρώνονται όχι μόνο τα φύλλα αλλά και οι κορυφές των βλαστών. Ξήρανση των άκρων των βλαστών έχουμε και στη συκιά.

Στα πολύ ψυχρά μέρη της χώρας ζημιές από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα έχουμε και σε κορμούς και σε βραχίονες των δέντρων. Στις ροδακινιές, αχλαδιές και κερασιές έχουμε σχισίματα στο φλοιό, κυρίως από τη μεσημβρινή πλευρά, που είναι εκτεθειμένες σε μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασιών.

Στα δέντρα, που δεν έχουν σκληραγωγηθεί αρκετά λόγω όψιμων αρδεύσεων, υπερβολικών αζωτούχων λιπάνσεων και υπερβολικής καρποφορίας είναι δυνατό να έχουμε ζημιές από τους παγετούς του χειμώνα και σε ετήσιους βλαστούς. Οι ζημιές εμφανίζονται με νεκρώσεις του φλοιού μέχρι το ξύλο και με έλκη που τα συνοδεύει η έκκριση από κόμμι.

Τα εσπεριδοειδή παθαίνουν ζημιές στη χώρα μας από χειμωνιάτικους ή ανοιξιάτικους παγετούς συνήθως στους καρπούς και στη νεαρή βλάστηση και σπάνια στα άλλα μέρη του δέντρου. Οι ζημιές στους καρπούς εξαρτώνται από την ένταση του παγετού και κυμαίνονται από ελαφρούς αποχρωματισμούς του φλοιού μέχρι την τέλεια αφυδάτωση του σαρκώδους τμήματος του καρπού. Όσο η θερμοκρασία πέφτει, τόσο οι ζημιές γίνονται σοβαρότερες και εξαπλώνονται σε άλλα όργανα. Πρώτα καταστρέφονται τα φύλλα και οι κορυφές των κλαδιών, έπειτα οι παχύτεροι κλάδοι και τέλος ο κορμός και οι ρίζες. Τα δέντρα μπορεί να παγώνουν μέχρι το έδαφος αλλά σπάνια καταστρέφεται το ριζικό τους σύστημα και μπορεί να χρησιμεύσει για αναβλάστηση του δέντρου.

Το μέγεθος της ζημιάς εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του δέντρου και ποικίλλει ανάλογα με τη διάρκεια του παγετού, την ποικιλία, το έδαφος, το υποκείμενο και την κατάσταση φυτοϋγείας του δέντρου. Τα πιο ανθεκτικά είδη είναι η τρίφυλλη πορτοκαλιά, η μανταρινιά Σατσούμα και το Κουμκουάτ, ενώ πολύ ευαίσθητα είναι η κιτριά και η λεμονιά. Ενδιάμεση αντοχή έχουν η πορτοκαλιά και η μανταρινιά.

Πίνακας 3: Κρίσιμες θερμοκρασίες παγετοπληξίας σε άνθη και καρπούς οπωροφόρων δέντρων διαφόρων σταδίων ανάπτυξης.

Είδος	Στάδιο ανάπτυξης(βλ. πιν. 4)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ΑΜΥΓΔΑΛΙΑ								-2,8	-1,1
ΑΧΛΑΔΙΑ									
Μ.Θ.* για 10%ζημία	-9,4	-6,7	-4,4	-3,9	-3,3	-2,8	-2,2	-2,2	
Μ.Θ. για 90% ζημία	-18	-14	-9,4	-7,2	-5,6	-5	-4,4	-4,4	
ΒΕΡΙΚΟΚΙΑ									
Μ.Θ. για 10% ζημία	-9,4	-6,7	-5,6	-4,4	-3,9	-2,8	-2,8	-2,2	
Μ.Θ. για 90% ζημία	-	-18	-13	-10	-7,2	-5,6	-4,4	-3,9	
ΔΑΜΑΣΚΗΝΙΑ									
Μ.Θ. για 10% ζημία	-10	-8,3	-6,7	-4,4	-3,3	-2,8	-2,2	-2,2	
Μ.Θ. για 90% ζημία	-18	-16	-14	-8,9	-5,6	-5	-5	-5	
ΚΕΡΑΣΙΑ									
Μ.Θ. για 10% ζημία	-8,3	-5,6	-3,9	-3,3	-2,8	-2,8	-2,2	-2,2	-2,2
Μ.Θ. για 90% ζημία	-15	-13	-10	-8,3	-6,1	-4,4	-3,9	-3,9	-3,9
ΜΗΛΙΑ									
Μ.Θ. για 10% ζημία	-9,4	-7,8	-5	-2,8	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
Μ.Θ. για 90% ζημία	-17	-12	-9,4	-6,1	-4,4	-3,9	-3,9	-3,9	-3,9
ΡΟΔΑΚΙΝΙΑ									
Μ.Θ. για 10% ζημία	-7,8	-6,1	-5	-3,9	-3,3	-2,8	-2,2		
Μ.Θ. για 90% ζημία	-17	-15	-13	-19,4	-6,1	-4,4	-3,9		

*** Μ.Θ. = μέση θερμοκρασία**

Πηγή: Westwood, 1978

Πίνακας 4: Στάδια ανάπτυξης οφθαλμών μερικών οπωροφόρων.

Αμυγδαλιά

1. Κλειστοί οφθαλμοί μόλις φαίνονται τα πέταλα
8. Άνθηση-πλήρης
9. Καρπόδεση

Αχλαδιά

1. Αρχίζουν να φαίνονται τα λέπια των οφθαλμών
2. Αρχίζει να φαίνεται ο κόρυμβος
3. Κλειστός κόρυμβος
4. Μόλις διακρίνονται τα λευκά πέταλα
5. Ευδιάκριτα τα λευκά πέταλα
6. Άνθιση-πλήρης
7. Άνθηση-πλήρη
8. Πτώση πετάλων

Βερικοκιά

1. Αρχίζει να διογκώνεται ο οφθαλμός
2. Ανοίγει η κορυφή
3. Κόκκινος κάλυκας
4. Μόλις διακρίνονται τα λευκά πέταλα
5. Άνθιση-έναρξη
6. Άνθιση-πλήρης
7. Αποκόλληση περιανθίου
8. Πτώση πετάλων

Δαμασκηνιά

1. Αρχίζει να διογκώνεται ο οφθαλμός
2. Ο οφθαλμός ασπρίζει στα πλάγια
3. Πράσινη κορυφή
4. Αρχίζει να φαίνεται η ταξιανθία
5. Κλειστή ταξιανθία
6. Μόλις διακρίνονται τα λευκά πέταλα
7. Άνθιση-έναρξη
8. Άνθιση-πλήρης
9. Πτώση πετάλων

Κερασιά

1. Αρχίζει να διογκώνεται ο οφθαλμός
2. Ο οφθαλμός πρασινίζει στα πλάγια
3. Πράσινη κορυφή
4. Αρχίζει να φαίνεται η κλειστή ταξιανθία
5. Ανοιχτή ταξιανθία
6. Μόλις διακρίνονται τα λευκά πέταλα
7. Άνθιση-έναρξη
8. Άνθιση-πλήρη
9. Πτώση πετάλων

Μηλιά

1. Σταχτιά κορυφή
2. Πράσινη κορυφή-έναρξη
3. Πράσινη κορυφή-1cm
4. Μόλις φαίνεται ο κλειστός κόρυμβος
5. Μόλις φαίνονται τα ρόδινα πέταλα
6. Ευδιάκριτα τα ρόδινα πέταλα
7. Άνθιση-έναρξη
8. Άνθιση-πλήρης
9. Πτώση πετάλων

Ροδακινιά

1. Αρχίζει να διογκώνεται ο οφθαλμός
2. Πράσινος κάλυκας
3. Κόκκινος κάλυκας
4. Μόλις διακρίνονται τα ρόδινα πέταλα
5. Άνθιση-έναρξη
6. Άνθιση-πλήρης
7. Πτώση πετάλων

2.7.2. Μεταχείριση παγετόπληκτων δέντρων

Η κατάλληλη μεταχείριση των δέντρων που έχουν πληγεί από παγετό μπορεί να βοηθήσει να διασωθεί μέρος της παραγωγής ή να σχηματισθεί νέα βλάστηση και να επανέλθουν τα δέντρα γρήγορα στην ίδια κατάσταση καρποφορίας που είχαν πριν τον παγετό. Συνήθως σε τέτοιες προσβολές από παγετό ο παραγωγός έχει να αφαιρέσει τα νεκρά μέρη του δέντρου και να ενισχύσει τη βλάστηση με την κατάλληλη λίπανση. Μετά από κάθε παγετό, ένα ράντισμα με χαλκούχο μυκητοκτόνο προστατεύει τα δέντρα από δευτερογενείς προσβολές. Ο παραγωγός επίσης πρέπει να αποφύγει ηλιοκαύματα όταν νεκρώνεται το φύλλωμα και μένει χωρίς προστασία ο σκελετός του δέντρου.

Οι ζημιές στα παγετόπληκτα δέντρα ποικίλουν ανάλογα με το στάδιο που βρίσκεται το δέντρο, τη διάρκεια και την ελάχιστη θερμοκρασία του παγετού. Έτσι, σε ελαφρές περιπτώσεις οι ζημιές μπορεί να αρχίσουν από νεαρούς βλαστούς (άνθη,

φύλλα, ετήσιοι βλαστοί) που επεκτείνονται στο σκελετό μέχρι τον κορμό στις πιο σοβαρές περιπτώσεις μεγάλων παγετών. Η αφαίρεση των νεκρών μερών του δέντρου γίνεται, ανάλογα με το μέγεθος της ζημιάς, με διορθωτικό κλάδευμα, με σκελετοκλάδεμα ή με καρατόμηση. Η πείρα σε τέτοιες περιπτώσεις έχει δείξει ότι αμέσως μετά τον παγετό είναι δύσκολο να αποφασίσουμε τι να αφήσουμε και τι να αφαιρέσουμε με το κλάδεμα. Για το λόγο αυτό καθυστερείται οποιαδήποτε επέμβαση έως ότου φανούν καθαρά τα συμπτώματα της προσβολής από τον παγετό.

Στα φυλλοβόλα οπωροφόρα αν η προσβολή από παγετό έχει γίνει το χειμώνα περιμένουμε την περίοδο ανθοφορίας και βλάστησης των ετησίων βλαστών για να διαπιστώσουμε το μέγεθος της ζημιάς. Ζημιές παρατηρούνται στο φλοιό των ετησίων βλαστών και σπάνια των κλάδων και βραχιόνων που εκδηλώνονται με σχισίματα. Ο προσβεβλημένος φλοιός νεκρώνεται και σχηματίζονται έλκη απ' όπου δευτερογενώς μπορεί να έχουμε μόλυνση από διάφορα παθογόνα. Νεκρώσεις και σχισίματα του φλοιού παρατηρούνται στο λαιμό κοντά στο έδαφος όπου παρατηρούνται τα χαμηλότερα ελάχιστα με την αναστροφή της θερμοκρασίας. Στη χώρα μας όπου είναι πιο συνηθισμένες οι ζημιές από τους όψιμους παγετούς την άνοιξη, κυρίως στα πυρηνόκαρπα, το μέγεθος της ζημιάς μπορεί να διαπιστωθεί λίγες μέρες μετά τον παγετό. Τα προσβεβλημένα άνθη πέφτουν με ελαφρό τίναγμα και σε όσα άνθη μείνουν είναι δυνατό να προσδιορίσουμε το μέγεθος της ζημιάς εύκολα από την κατάσταση της ωοθήκης.

Ο παγετός στα εσπεριδοειδή, ανάλογα με την εποχή που συμβαίνει, με τη διάρκεια και με τα είδη που ζημιώνει, προξενεί ζημιές που μπορεί να αφορούν όλο το δέντρο, ή μόνο μερικά τμήματα του όπως καρπούς, νεαρή βλάστηση ή το σκελετό του δέντρου. Ανάλογα με το μέγεθος των ζημιών εφαρμόζουμε κλάδεμα μερικό, σκελετοκλάδεμα ή καρατόμηση. Στην τελευταία περίπτωση δεν είναι ανάγκη να προβούμε σε καμία λίπανση, ενώ στις άλλες περιπτώσεις περιορίζουμε τη λίπανση στο μισό. Αν οι ζημιές έχουν γίνει κάτω από το σημείο της ένωσης εμβολίου – υποκειμένου καλύτερα είναι να εκριζωθούν τα δέντρα και να φυτευτούν νέα υποκείμενα εσπεριδοειδών που αντέχουν περισσότερο στους παγετούς.

2.8. ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

2.8.1. Παθητική προστασία

Για τον περιορισμό των ζημιών από παγετούς εφαρμόζουμε διάφορα μέτρα ενεργητικής ή παθητικής προστασίας. Τα μέτρα παθητικής προστασίας είναι τα εξής:

(α) εκλογή της κατάλληλης θέσης του οπωρώνα, (β) εκλογή του κατάλληλου είδους ή ποικιλίας, (γ) εφαρμογή σωστής καλλιεργητικής τεχνικής, (δ) φύτευση ανεμοφρακτών και (ε) διαμόρφωση υψίκορμων δέντρων.

Κατά την εγκατάσταση του οπωρώνα αποφεύγουμε περιοχές που παρουσιάζουν μεγάλη κλίση (> 10–20%). Τα εδάφη με κλίση έχουν τους μικρότερους κινδύνους από παγετούς λόγω της συνεχούς μετακίνησης προς τα κάτω του ψυχρού αέρα και αντικατάστασης του από θερμότερα στρώματα. Οι πλαγιές σπάνια είναι παγετόπληκτες, ιδιαίτερα όταν υπάρχει έξοδος των καθοδικών ψυχρών ρευμάτων. Στις κοιλάδες έχουμε θύλακες παγετών και πρέπει να αποφεύγονται για τη φύτευση δέντρων. Οι βόρειες εκθέσεις είναι συνήθως εκτεθειμένες σε παγερούς ανέμους και πρέπει να αποφεύγονται για εγκατάσταση οπωρώνα για είδη που παθαίνουν ζημιές από παγετούς ψυχρών μαζών (εσπεριδοειδή). Τέτοιες περιοχές σπάνια παθαίνουν ζημιές από παγετούς ακτινοβολίας, γιατί σ' αυτές τα δέντρα ανθίζουν όψιμα και η ανύψωση της θερμοκρασίας δεν είναι απότομη την άνοιξη. Αντίθετα, περιοχές με νότια έκθεση είναι κατάλληλες για εσπεριδοειδή, γιατί προστατεύονται από παγερούς ανέμους. Τέτοιες περιοχές όμως, παρουσιάζουν πρωιμότητα την άνοιξη και τα δέντρα υποφέρουν από παγετούς ακτινοβολίας.

Η εκλογή ανθεκτικών ειδών και ποικιλιών είναι το καλύτερο μέτρο προστασίας σε παγετόπληκτες περιοχές. Στη χώρα μας η μηλιά, η αχλαδιά και η κερασιά σπάνια παθαίνουν ζημιές από όψιμους παγετούς την άνοιξη. Η αμυγδαλιά, η βερικοκιά και η ροδακινιά, επειδή ανθίζουν νωρίς την άνοιξη παθαίνουν συχνά ζημιές. Για παγετόπληκτες περιοχές η χρησιμοποίηση ποικιλιών όψιμης ανθοφορίας έχει δώσει πολύ καλά αποτελέσματα.

Ο περιορισμός των ζημιών με τα κατάλληλα καλλιεργητικά μέτρα σχετίζεται με την απομάκρυνση των ζιζανίων, τα οποία με την ακτινοβολία τους και τη διαπνοή τους επαυξάνουν τις απώλειες θερμοκρασίας.

Η παρουσία ανεμοφρακτών στον οπωρώνα προστατεύει τα δέντρα, όπου έχουμε παγερούς ανέμους. Για περιοχές όμως που υποφέρουν από παγετούς ακτινοβολίας η παρουσία ανεμοφρακτών μπορεί να έχει το αντίθετο αποτέλεσμα γιατί το φυτικό τείχος του ανεμοφράκτη εμποδίζει τη μετακίνηση των καθοδικών ψυχρών μαζών και σχηματίζει θύλακα παγετών.

Σε περιοχές που προσβάλλονται από παγετούς ακτινοβολίας οι ζημιές είναι τόσο μεγαλύτερες όσο πιο κοντά προς το έδαφος βρίσκεται η κόμη των δέντρων. Σε

τέτοιες περιοχές επιδιώκεται η διαμόρφωση υψίκορμων δέντρων με διακλάδωση όσο το δυνατόν ψηλότερη.

2.8.2. Ενεργητική προστασία

Τα μέτρα ενεργητικής προστασίας είναι τα ακόλουθα: (α) θέρμανση οπωρώνα, (β) συνεχές πότισμα, (γ) τεχνητή βροχή, (δ) ανεμομίκτες, ανεμομίκτες σε συνδυασμό με θέρμανση, (ε) ελικόπτερα, (στ) τεχνητή νέφωση ή ομίχλη και (ζ) στερεά καύσιμα.

Με τα μέτρα της ενεργητικής προστασίας επιδιώκουμε να τροποποιήσουμε το μικροκλίμα του οπωρώνα, ώστε να αποφύγουμε τις χαμηλές θερμοκρασίες που προκαλεί ο παγετός. Αν θεωρήσουμε ότι ο οπωρώνας αποτελεί ένα κλειστό σύστημα η προσθήκη ή η αφαίρεση θερμότητας γίνεται με θερμική αγωγιμότητα, με μεταφορά ή με θερμική ακτινοβολία. Θερμική αγωγιμότητα είναι η διάδοση της θερμότητας από τα θερμότερα σημεία προς τα ψυχρότερα. Διάδοση θερμότητας με θερμική αγωγιμότητα έχουμε στο έδαφος, όταν ο ήλιος θερμαίνει τα επάνω στρώματα, προς το εσωτερικό. Τη νύχτα αντίστροφα, έχουμε διάδοση της θερμότητας, από τα βαθιά στρώματα του εδάφους προς την επιφάνεια. Μεταφορά είναι η διάδοση της θερμότητας από ένα σημείο σε άλλο με ανάμιξη αερίων μαζών. Τέτοιες μετακινήσεις αερίων μαζών οφείλονται κυρίως σε διαφορές στην πυκνότητα μεταξύ ψυχρών και θερμών μαζών αέρα. Ο ζεστός αέρας είναι ελαφρότερος και κινείται με ανοδικά ρεύματα προς τα πάνω ενώ αντίθετα ο ψυχρός είναι βαρύτερος και κινείται προς το έδαφος. Μετακίνηση αερίων μαζών έχουμε και με εξαναγκασμένη μεταφορά που δημιουργείται από ένα ισχυρό άνεμο ή τεχνητά με ανεμομίκτη. Τέλος, θερμότητα διαδίδεται απ' ευθείας με μορφή θερμικής ακτινοβολίας από ένα θερμό σε ένα ψυχρό σώμα. Η διάδοση αυτή της θερμότητας γίνεται μέσα σε κανό χώρο και επηρεάζεται από την παρουσία υδρατμών, νεφών ή σωματιδίων που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα. Παρακάτω περιγράφονται οι διάφοροι τρόποι ενεργητικής προστασίας που εφαρμόζουμε για να επηρεάσουμε τη θερμική κατάσταση του οπωρώνα.

2.8.2.1. Θέρμανση οπωρώνα

Η χρησιμοποίηση των θερμαστρών για τη θέρμανση των οπωρώνων ήταν για πολλά χρόνια ο πιο αποδοτικός τρόπος αντιπαγετικής προστασίας. Μετά την αύξηση της τιμής των υγρών καυσίμων όμως, και του έντονου προβλήματος της μόλυνσης του περιβάλλοντος που δημιουργεί η καύση υδρογονανθράκων στον ελεύθερο χώρο, παρατηρήθηκε μια τάση περιορισμού της χρήσης των θερμαστρών για θέρμανση οπωρώνα.

Τις νύχτες του ανοιξιάτικου παγετού έχουμε μεγάλες απώλειες θερμότητας από το έδαφος με ακτινοβολία. Μετά το σχηματισμό της θερμοροφής μεγάλες απώλειες θερμότητας έχουμε και με μεταφορά αερίων μαζών. Τέτοιες απώλειες θερμότητας έχουν ως συνέπεια την πτώση της θερμότητας του οπωρώνα. Η τοποθέτηση θερμαστρών στον οπωρώνα τείνει να ισοβαθμήσει τις απώλειες θερμότητας και διατηρεί θερμοκρασία πάνω από το κρίσιμο όριο. Με τη λειτουργία των θερμαστρών η μετάδοση θερμότητας γίνεται με μεταφορά και ακτινοβολία. Ο ζεστός αέρας που παράγεται από τη θερμάστρα ανέρχεται μέχρι το ύψος της θερμοροφής και με μεταφορά και ανάμιξη των μαζών του αέρα αυξάνεται η θερμοκρασία του οπωρώνα. Η αποτελεσματικότητα των θερμαστρών εξαρτάται από το πόσο ισχυρή είναι η αναστροφή της θερμοκρασίας και από το ύψος της θερμοροφής. Η απόδοση των θερμαστρών αυξάνεται με μικρό ύψος θερμοροφής, ενώ ελαττώνεται με μεγάλο ύψος θερμοροφής. Σήμερα χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι θερμαστρών οι οποίες καταναλίσκουν διάφορα υγρά καύσιμα (πετρέλαιο, προπάνιο).

Οι θερμάστρες πετρελαίου με συνηθισμένες συνθήκες θερμοκρασιακής αναστροφής, αποδίδουν περίπου 250000-300000 kCal/στρέμμα για ανύψωση της θερμοκρασίας κατά 3-5 °C. Αυτό επιτυγχάνεται με 7-10 θερμάστρες/στρέμμα και με κατανάλωση 3,8 lt πετρελαίου/ώρα/θερμάστρα. Περισσότερες θερμάστρες τοποθετούμε στην περιφέρεια του οπωρώνα για να αποφύγουμε την είσοδο ψυχρών μαζών από τα γειτονικά μέρη. Οι μικρές θερμάστρες που κατανέμονται ομοιόμορφα στον οπωρώνα είναι προτιμότερες από τις μεγάλες που αποδίδουν την ίδια ενέργεια. Οι περιοχές με θύλακες παγετών χρειάζονται περισσότερες θερμάστρες απ' ότι οι άλλες περιοχές του οπωρώνα. Το άναμμα στις θερμάστρες πρέπει να γίνεται πριν να κατέβει η θερμοκρασία σε κρίσιμες τιμές και καλό είναι να γίνεται από την περιφέρεια προς το εσωτερικό και όχι αντίστροφα.

2.8.2.2. Συνεχές πότισμα

Το συνεχές πότισμα του οπωρώνα προσθέτει θερμότητα και αυξάνει τη σχετική υγρασία του χώρου του οπωρώνα. Η μέθοδος στηρίζεται στην απόδοση θερμότητας από την πτώση της θερμοκρασίας του νερού 1 θερμίδα/1 °C αλλά και στη λανθάνουσα θερμότητα, 80 calories, που αποδίδει κάθε γραμμάριο νερού με πήξη όταν η θερμοκρασία του κατέβει στους 0 °C (σε πίεση 1 Atm). Η ποσότητα νερού που χρειάζεται ο οπωρώνας για μια νύχτα παγετού είναι περίπου $30m^3$/στρέμμα και δίνεται με κατάκλυση, λεκάνες, αυλάκια ή μπεκ χαμηλής κάλυψης. Οι τεράστιες

αυτές ποσότητες του νερού είναι δυνατόν να δημιουργήσουν πρόβλημα στράγγισης του οπωρώνα και να ξεπλύνουν το έδαφος από τα θρεπτικά στοιχεία. Η προστασία με νερό είναι φανερό ότι προσφέρεται περισσότερο για εδάφη που στραγγίζουν καλά και για παγετούς μικρής διαρκείας.

2.8.2.3. Τεχνητή βροχή

Πότισμα με τεχνητή βροχή έχει καλύτερο αποτέλεσμα σε σύγκριση με την προηγούμενη μέθοδο γιατί δεν υπάρχει πρόβλημα στράγγισης. Η μέθοδος έχει επιτυχία όσο διατηρείται ένα μίγμα πάγου και νερού στην επιφάνεια των δέντρων που εξασφαλίζει στους ιστούς μια θερμοκρασία πήξης γύρω στους 0 °C. Η μέθοδος έχει υψηλό κόστος εγκατάστασης αλλά χαμηλό κόστος λειτουργίας.

Το σύστημα της τεχνητής βροχής παρέχει προστασία όταν: δίνουμε αρκετές ποσότητες νερού, οι ψεκάδες βροχής δεν είναι πολύ μικρές για να αποφύγουμε την εξάτμιση νερού που απορροφά 7,5 φορές περισσότερη θερμότητα (539 cal/gr) απ' ότι αποδίδει η ψύξη, δεν έχουμε μεγάλες ταχύτητες ανέμου, έχουμε καλή διανομή της τεχνητής βροχής στον οπωρώνα (7-8 μπεκ διαβροχής/στρέμμα) και η περιστροφή εξασφαλίζει μια διαβροχή/λεπτό ώστε να μην προλαβαίνει να πήξει το νερό. Στα αείφυλλα οπωροφόρα η μέθοδος είναι λιγότερο αποδοτική, γιατί τα βρεγμένα δέντρα είναι λιγότερο ανθεκτικά στο ψύχος. Στα είδη αυτά (εσπεριδοειδή) η κάλυψη των δέντρων με τεχνητή βροχή είναι δυνατόν να προκαλέσει ζημιές από το υπερβολικό βάρος του πάγου που σχηματίζεται επάνω στην κόμη τους.

2.8.2.4. Ανεμομίκτες (αερομικτικές μηχανές)

Η μέθοδος με τους ανεμομίκτες εκμεταλλεύεται το φαινόμενο της αντιστροφής της θερμοκρασίας και στηρίζεται στην ανάμιξη του θερμού αέρα της θερμοροφής με τον ψυχρό αέρα του οπωρώνα. Αυτό γίνεται με τη λειτουργία ισχυρού ανεμιστήρα που τοποθετείται στο ύψος περίπου της θερμοροφής και με την περιστροφή του έλικα ανακατεύει τις μάζες του αέρα και ανεβάζει τη θερμοκρασία του οπωρώνα. Η καλή απόδοση εξαρτάται από το σχηματισμό της θερμοροφής πάνω από τον οπωρώνα.

Η συσκευή αποτελείται από μια μηχανή diesel, η οποία κινεί έλικα με δύο πτερύγια μήκους 5 περίπου m εγκατεστημένη σ' ένα πύργο ύψους 10-15 m. Όταν πέσει παγωνιά η συσκευή ενεργοποιείται αυτόματα, ο έλικας ενεργεί ως ανεμιστήρας και διώχνει τον ψυχρό αέρα που περιβάλλει τα δέντρα, οπότε δημιουργείται υποπίεση, η οποία έλκει προς τα δέντρα τον υπερκείμενο αέρα που είναι θερμότερος.

Οι ανεμομίκτες για να αποδώσουν χρειάζονται συνήθως έντονη αναστροφή της θερμοκρασίας (5-8 °C) σε ύψος 15 m επάνω από το έδαφος. Για συνθήκες με μεγάλο ύψος θερμοροφής το σύστημα αποδίδει καλύτερα με ανεμιστήρα μεγάλης φτερωτής που τοποθετείται με κλίση και με αργή κίνηση φέρνει σε επαφή τα ζεστά στρώματα της θερμοροφής με τα δέντρα του οπωρώνα. Ένας ανεμομίκτης των 100 KW (120 HP) μπορεί να εξασφαλίσει προστασία με ανύψωση 3-5 °C σ' ένα οπωρώνα έκτασης 30 στρεμμάτων. Σε νύχτα παγετού ακτινοβολίας η επιφάνεια της περιοχής που προστατεύεται είναι περίπου κυκλική με τον ανεμομίκτη τοποθετημένο στο κέντρο του κύκλου (με ακτίνα 100 m).

Οι ανεμομίκτες όμως δεν είναι κατάλληλοι σε περιοχές που προσβάλλονται από παγετούς ψυχρού μετώπου με ψυχρούς ανέμους που έχουν ταχύτητα μεγαλύτερη από 7 km/ ώρα. Η λειτουργία του ανεμομίκτη με τέτοιες καιρικές συνθήκες επιδεινώνει τη ζημιά από τον παγετό του ψυχρού μετώπου. Στις περιπτώσεις αυτές οι ανεμομίκτες πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο σε συνδυασμό με θερμάστρες. Ένας ανεμομίκτης των 100 KW συνδυασμό με 4 θερμάστρες/στρέμμα κατάλληλα τοποθετημένες μέσα στον οπωρώνα, δίνει προστασία σε 30 στρέμματα κατά τη νύχτα του παγετού ψυχρού μετώπου με ανύψωση της θερμοκρασίας κατά 2-3 °C. Σε νύχτα παγωνιάς η επιφάνεια της περιοχής που προστατεύεται θα είναι ωοειδής ανάλογα με την ένταση και τη διεύθυνση του ανέμου.

Τελευταία αρχίζουν να διαδίδονται και οι επαγωγικοί ανεμομίκτες, οι οποίοι χρησιμοποιούν φτερωτή υψηλής πίεσης (αεροτουρμπίνα), πού εκτοξεύει από ένα ή δύο στόμια ισχυρή μάζα αέρα. Η συσκευή λειτουργεί (εκμεταλλεύεται τα φαινόμενο της αναστροφής της θερμοκρασίας) ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, όπως και οι κοινοί ανεμομίκτες. Επιπρόσθετα όμως είναι εφοδιασμένη με καυστήρα που θερμαίνει το ρεύμα αέρα και μπορεί να δώσει προστασία 2-3 °C τις νύχτες παγετού ψυχρού μετώπου.

2.8.2.5. Ελικόπτερα

Τα ελικόπτερα είναι αποτελεσματικά μέσα αντιπαγετικής προστασίας κάτω από τις ίδιες συνθήκες που εργάζονται οι ανεμομίκτες σε νύχτες παγετού ακτινοβολίας. Με τα ελικόπτερα ο χειριστής έχει τη δυνατότητα να διαλέγει το ύψος πτήσεως και να εκμεταλλεύεται καλύτερα τη θερμοκρασιακή αναστροφή από το ύψος της θερμοροφής. Το ύψος της θερμοροφής είναι δυνατό να προσδιορισθεί με ένα

θερμόμετρο ταχείας ανταπόκρισης που είναι τοποθετημένο επάνω στο ελικόπτερο και πληροφορεί το χειριστή κάθε στιγμή για τη θερμοκρασία σε κάθε ύψος πτήσεως.

2.8.2.6. Τεχνητή ομίχλη

Η μέθοδος στηρίζεται στην κάλυψη του οπωρώνα με ένα προστατευτικό σύννεφο που παράγεται εξατμίζοντας νερό υπό μορφή τεχνητής ομίχλης. Το τεχνητό σύννεφο αντανακλά με τη βοήθεια αντλητικού συγκροτήματος υψηλής πίεσης που παράγει πολύ λεπτά σταγονίδια (διάμετρος 10-40 μικρά). Το τεχνητό αυτό σύννεφο αντανακλά τη θερμότητα που αποβάλλεται με ακτινοβολία από το έδαφος κατά τη διάρκεια των παγετών ακτινοβολίας και μειώνει τις απώλειες θερμότητας από ακτινοβολία προς τον ουρανό.

Η μέθοδος για να αποδώσει απαιτεί σχεδόν πλήρη άπνοια. Με μεγάλη ταχύτητα ανέμου δεν είναι δυνατή η διατήρηση του νέφους επάνω από τον οπωρώνα στο ύψος που επιδιώκεται να διατηρηθεί. Η μέθοδος, αν και φαίνεται πολύ οικονομική σε ενέργεια, δεν έδωσε πάντοτε καλά αποτελέσματα, όπου εφαρμόσθηκε, και δεν έχει διαδοθεί πολύ.

Τεχνητά σύννεφα παράγονται και από την καύση άχυρου ή στερεών καυσίμου που παράγουν καπνογόνα αέρια. Η μέθοδος αυτή όμως τείνει να εγκαταλειφθεί ύστερα από τα προβλήματα που δημιουργούνται με τη μόλυνση του περιβάλλοντος,

2.8.2.7. Στερεά καύσιμα

Τα στερεά καύσιμα παράγονται από τις εταιρίες πετρελαιοειδών και είναι συσκευασμένα κατάλληλα σε μορφή μπρικέττας ή σε μεταλλικά δοχεία ώστε να διευκολύνεται η τοποθέτηση και το άναμμά τους στον οπωρώνα.

2.9. Ο ΑΝΕΜΟΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ

Οι άνεμοι ασκούν μεγάλη επίδραση στα οπωροφόρα. Ο ελαφρός άνεμος φαίνεται να είναι ωφέλιμος στη δενδροκαλλιέργεια, γιατί βοηθά την ανάμιξη αερίων μαζών και έτσι αποφεύγονται οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά τους παγετούς ή μειώνονται οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες που προκαλούν εγκαύματα και ξηράνσεις των δέντρων. Ευνοϊκή είναι η επίδραση των ελαφρών ανέμων στην επικονίαση των ανεμόφιλων οπωροφόρων, όπως στη φιστικιά, στην ελιά, στην καρυδιά, στη φουντουκιά και στην καστανιά, γιατί μεταφέρει τη γύρη σε μεγάλες

αποστάσεις και διευκολύνει τη σταυρεπικονίαση στα είδη που υπάρχει ασυμβίβαστο οπωροφόρων.

Οι σφοδροί όμως άνεμοι δυσχεραίνουν τη δενδροκαλλιέργεια και ζημιώνουν την παραγωγή κατά πολλούς τρόπους:

α. Ισχυροί ξηροί άνεμοι κατά την άνοιξη αποξηραίνουν τα στίγματα των ανθέων, εμποδίζουν τις πτήσεις των μελισσών και γενικά παρεμποδίζουν τη γονιμοποίηση και την καρπόδεση των δέντρων.

β. Οι ξηροί άνεμοι προκαλούν μαράνσεις στα δέντρα γιατί αυξάνουν τη διαπνοή των φύλλων και εξαντλούν τα εδαφικά αποθέματα υγρασίας λόγω υπερβολικής εξάτμισης του νερού του εδάφους.

γ. Οι πιο μεγάλες ζημιές όμως από τους σφοδρούς ανέμους γίνονται στην καρποφορία, είτε με το πρόωρο πέσιμο των καρπών είτε με το πέσιμό τους λίγο πριν τη συγκομιδή τους και τραυματισμό τους στο έδαφος.

δ. Μηχανικές ζημιές έχουμε και στα κλαδιά των δέντρων τα οποία με τις απότομες κάμψεις σπάζουν, ιδιαίτερα της χρονιές της έντονης καρποφορίας.

ε. Όπου η επίδραση του ανέμου είναι συνεχής προς μία κατεύθυνση (νησιά του Αιγαίου) έχουμε μόνιμες παραμορφώσεις στο σχήμα (ανεμομορφώσεις) και ασύμμετρη ανάπτυξη στην κόμη του δέντρου.

στ. Οι ισχυροί άνεμοι εμποδίζουν τις ψεκασμούς και δυσκολεύουν την εφαρμογή των προγραμμάτων φυτοπροστασίας των δέντρων.

2.9.1. Προστασία οπωροφόρων από τους ανέμους με ανεμοθραύστες

Σε ανεμόπληκτες περιοχές μπορούμε να μειώσουμε τη δυσμενή επίδραση των σφοδρών ανέμων με την εγκατάσταση ανεμοθραυστών. Η προστασία από τους ανέμους είναι τόσο απαραίτητη όσο πιο ευαίσθητο είναι το είδος του οπωροφόρου που καλλιεργούμε. Η απόδοση του ανεμοθραύστη είναι μέγιστη, όταν η κατεύθυνση της γραμμής του είναι κάθετη προς της κατεύθυνση του ισχυρού ανέμου. Καλή προστασία όμως έχουμε και στις περιπτώσεις που η γωνία προσπτώσεως είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη της ορθής (60°-120°). Αν ο προσανατολισμός του ανεμοθραύστη είναι σωστός, είναι δυνατό να προστατεύεται αποτελεσματικά η καλλιέργεια από τους ανέμους που επικρατούν στην περιοχή.

Σε μικρούς οπωρώνες οι ανεμοθραύστες εγκαθίστανται στην πλευρά εκείνη που δέχεται κάθετα ή ελαφρά πλάγια τον ισχυρό άνεμο. Σε μεγάλους οπωρώνες εγκαθίστανται ανεμοθραύστες και ενδιάμεσα ώστε να παρέχεται προστασία του

οπωρώνα σε όλη του την έκταση. Η προστασία που πετυχαίνουμε με τους ανεμοθραύστες εξαρτάται βασικά από το ύψος και τη διαπερατότητα αυτών στον άνεμο. Όταν χρησιμοποιούμε δέντρα που δημιουργούν φυτικό τείχος μικρού πάχους, η προστασία συνήθως μπορεί να φτάσει το 20-25πλάσιο του ύψους του ανεμοθραύστη.

Τα είδη των ανεμοθραυστών που παρέχουν γενικά προστασία στις καλλιέργειες είναι τρία:

(α). Φυσικοί ανεμοθραύστες από κατάλληλα δέντρα που φυτεύονται για το σκοπό αυτό. Αυτό το είδος ανεμοθραύστη είναι και το καλύτερο γιατί εξασφαλίζει καλύτερη προστασία.

(β). Πρόχειροι ανεμοθραύστες από καλάμια ή πλεκτό φυτικό τείχος και

(γ). Βιομηχανικοί ανεμοθραύστες από πλαστικές ύλες που άρχισαν να χρησιμοποιούνται τελευταία για την προστασία καλλιεργειών.

Παρόλο που οι φυσικοί ανεμοθραύστες είναι οι καλύτεροι, η εγκατάσταση τους παρουσιάζει αρκετά προβλήματα. Έτσι εκτός από την απώλεια χρόνου και κεφαλαίου που χρειάζεται για την εγκατάσταση του ανεμοθραύστη έχουμε και απώλεια χρήσιμης έκτασης για των οπωρώνα. Οι ρίζες επίσης των δέντρων του ανεμοθραύστη ανταγωνίζονται τις ρίζες των δέντρων του οπωρώνα σε νερό και θρεπτικά συστατικά. Σε περιπτώσεις όπου σχηματίζονται θύλακες παγετών την άνοιξη η εγκατάσταση ανεμοθραυστών με αείφυλλα είδη μπορεί να επιδεινώσει ακόμα περισσότερο το πρόβλημα των παγετών αν ο ανεμοθραύστης δυσκολεύει την απομάκρυνση των ψυχρών αερίων μαζών από το θύλακα των παγετών.

Τα μειονεκτήματα αυτά των ανεμοθραυστών μπορούν να περιορισθούν, αν διαλέξούμε τα σωστά είδη δέντρων που παρέχουν καλή προστασία χωρίς να επιβαρύνουν τον οπωρώνα υπερβολικά σε έκταση, νερό και θρεπτικά συστατικά. Στην περίπτωση των παγετών το πρόβλημα αντιμετωπίζεται εύκολα, αν η εγκατάσταση του ανμοθραύστη γίνει με φυλλοβόλα είδη ή, αν χρησιμοποιηθούν αειθαλή είδη, αφήνονται ορισμένα ανοίγματα κατά μήκος του ανεμοθραύστη που επιτρέπουν την απομάκρυνση των ψυχρών μαζών του αέρα από το θύλακα των παγετών.

2.10. ΧΑΛΑΖΙ ΚΑΙ ΑΝΤΙΧΑΛΑΖΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Χαλάζι είναι ατμοσφαιρικό κατακρήμνισμα υπό μορφή σκληρών κόκκων πάγου των χαλαζοκόκκων που συνοδεύουν συνήθως τις καταιγίδες σε ζεστές εποχές του

έτους. Το χαλάζι σχηματίζεται σε μεγάλο ύψος, πάνω από 5000 m από χαλαζοφόρα νέφη που ανέρχονται με βίαια ανοδικά ρεύματα. Στα νέφη αυτά σχηματίζεται μια ζώνη όπου έχουμε γρήγορη συμπύκνωση των υδρατμών σε σταγόνες.

Οι υδροσταγόνες των χαλαζοφόρων νεφών όταν ανέρχονται ψύχονται και παγώνουν σχηματίζοντας χαλαζοπυρήνες. Με την απόθεση πάγου στο χαλαζοπυρήνα και με τη συγκόλληση δύο ή περισσοτέρων χαλαζοπυρήνων σχηματίζονται χαλαζόκοκκοι που το μέγεθός τους μπορεί να φθάσει μέχρι και 10 cm. Συνήθως οι χαλαζόκοκκοι είναι διαφόρων σχημάτων από σφαιρικό ως φακοειδές και η διάμετρός τους κυμαίνεται από 0,5 έως 2 cm.

Χαλαζόπληκτες περιοχές βρίσκονται σε διαμερίσματα με ανώμαλη διαμόρφωση του εδαφικού ανάγλυφου, κοντά σε ορεινές περιοχές όπου με ζεστό καιρό σχηματίζονται βίαια ανοδικά ρεύματα.

Το χαλάζι αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς φυσικούς κινδύνους που έχει να αντιμετωπίσει αναπάντεχα ο παραγωγός και οι ζημιές που προκαλεί στη γεωργική παραγωγή είναι πολύ σοβαρές. Αν και έχει τοπικό χαρακτήρα μπορεί να καταστρέψει σε λίγα λεπτά της ώρας τελείως την παραγωγή ή και την ίδια την καλλιέργεια.

Το χαλάζι προκαλεί σοβαρές ζημιές στη δενδροκομική παραγωγή. Ιδιαίτερα πλήττονται από χαλάζι τα είδη οπωροφόρων που παράγουν μεγάλους καρπούς και καταναλίσκονται νωποί. Οι ζημιές μπορεί να κυμαίνονται από τραυματισμούς των καρπών με μια υποβάθμιση στην ποιότητα μέχρι την τέλεια καταστροφή τους.

Τραυματισμοί από χαλάζι σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης του καρπού προκαλούν παραμορφώσεις στους καρπούς των γιγαρτόκαρπων και πληγές στους καρπούς των πηρυνοκάρπων που συνοδεύονται από έντονη κομμίωση. Δευτερογενώς στις πληγές από χαλάζι εγκαθίστανται διάφορα παθογόνα. Στην ελιά π.χ. τέτοιες ζημιές από χαλάζι συνοδεύονται από προσβολή βακτηριακού καρκίνου (*Pseudomonas savastanoi*) που εμφανίζεται κυρίως στους τραυματισμένους ιστούς των κλάδων και ετησίων βλαστών.

Ζημιές από χαλάζι έχουμε επίσης στο φύλλωμα των οπωροφόρων και κυρίως στα είδη εκείνα που έχουν μεγάλα φύλλα. Πρώιμες προσβολές από χαλάζι που καταστρέφουν το φύλλωμα μπορεί να επηρεάσουν δυσμενώς τη διαφοροποίηση ανθοφόρων οφθαλμών και έτσι μπορεί να μειωθεί η καρποφορία της επόμενης χρονιάς. Σοβαρές ζημιές από χαλάζι παθαίνουν και τα φυτώρια όταν βρίσκονται σε χαλαζόπληκτες περιοχές.

Η προστασία των καλλιεργειών από το χαλάζι γίνεται με διάφορους τρόπους που αποβλέπουν στο να παρεμποδίσουν το σχηματισμό χαλαζοκόκκων. Παλιότερα προσπαθούσαν να παρεμποδίσουν το σχηματισμό χαλαζοκόκκων με πυροβολισμούς του χαλαζοφόρου νέφους ή με κτυπήματα καμπάνας λίγο πριν το πέρασμα της καταιγίδας. Σοβαρές όμως προσπάθειες για αντιχαλαζική προστασία έγιναν μετά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο με προσεκτικότερη μελέτη του φαινομένου και με εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων για παρεμπόδιση σχηματισμού χαλαζοκόκκων. Οι μέθοδοι αυτοί στηρίζονται στην εισαγωγή και διασπορά κρυσταλλικών πυρήνων ιωδιούχου μολύβδου και ιωδιούχου αργύρου στην εστία του χαλαζοφόρου νέφους την κατάλληλη στιγμή. Η διασπορά των ουσιών αυτών στο νέφος γίνεται με τη βοήθεια ειδικών αεροπλάνων ή με ειδικούς πυραύλους που διαθέτουν γέμισμα με τις ουσίες αυτές. Ο εντοπισμός της χαλαζικής εστίας γίνεται με ραντάρ που είναι κατάλληλα τοποθετημένα για να καλύπτουν τις χαλαζόπληκτες περιοχές.

Το υπερψυχόμενο νερό που υπάρχει στο χαλαζοφόρο νέφος συσσωρεύεται γύρω από τους κρυσταλλικούς πυρήνες ιωδιούχου μολύβδου και ιωδιούχου αργύρου και δημιουργεί το σχηματισμό μικρών παγοκρυστάλλων που τελικά λιώνουν κατά τη διάρκεια της πτώσης τους μέχρι το έδαφος. Αποφεύγεται έτσι ο σχηματισμός του μεγάλου μεγέθους χαλαζοκόκκων που προκαλούν τις καταστροφές στη γεωργία.

3. ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΑΓΡΟΚΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ

Στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και πιο ειδικά στο χώρο όπου βρίσκονται τα δέντρα από τα οποία ελήφθησαν οι παρατηρήσεις επικρατούν πρόσφατες κυρίως αποθέσεις από ιλύ, άργιλο και άμμο της λεκάνης της Κάρλας, καθώς και μετρίως λεπτόκοκκες και χονδρόκοκκες αποθέσεις των σχηματισμών του Πλείο-πλειστόκαινου και των ασβεστόλιθων με κάποια ποσοστά αδρομερών υλικών.

Οι χημικές και οι φυσικές ιδιότητες του συγκεκριμένου εδάφους φαίνεται στους πίνακες 5, 6 και 7 (Μήτσιος Ι.,2001):

Πίνακας 5: Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους στον οπωρώνα μελέτης

Βάθος (cm)	Οργανική ουσία (ΟΥ) g/100g εδάφους	$CaCO_3$ %	pH	P ppm (Olsen)
0-33	1,44	2,8	7,9	17
33-60	1,10	5,3	8,1	15
60-87	0,73	7,3	8,1	6
87-114	0,73	11,4	8,0	10
114-141	0,63	15,4	8,0	9
141-160	0,40	13,2	8,1	14

Πίνακας 6: Συγκέντρωση των ανταλλάξιμων κατιόντων και ικανότητα ανταλλαγής αυτών στον οπωρώνα μελέτης

Ανταλλάξιμα κατιόντα						ΙΑΚ me/100g εδάφους
K (me/100g εδάφους)	K (mg/Kg εδάφους)	Na (me/100g εδάφους)	Ca (me/100g εδάφους)	Mg (me/100g εδάφους)	Mg (mg/Kg εδάφους	
0,76	297	0,17	17,07	6,20	753	24,20
0,37	145	0,17	25,06	7,50	911	33,10
0,26	102	0,31	25,74	7,29	885	33,60
0,24	94	0,53	21,09	6,49	788	28,35
0,18	70	0,56	17,38	6,58	800	24,70
0,20	78	0,45	18,65	6,45	784	25,75

Πίνακας 7

Βάθος (cm)	Ιχνοστοιχεία (ppm)			
	Fe	Cu	Zn	Mn
0-33	5,40	2,28	0,92	9,40
33-60	7,20	2,72	0,32	7,50

Από τη μελέτη των πινάκων 5, 6 και 7 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Το έδαφος είναι εφοδιασμένο με θρεπτικά στοιχεία σε μέτρια μέχρι ικανοποιητικά επίπεδα. Ο διαθέσιμος Fe βρίσκεται σε σχετικά μικρές ποσότητες, ο διαθέσιμος Zn βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, το διαθέσιμο Mn σε χαμηλές ποσότητες, ενώ εξαίρεση αποτελεί ο διαθέσιμος Cu που βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα. Ο διαθέσιμος P είναι 17 ppm. Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία είναι χαμηλή και ελαττώνεται με το βάθος , ενώ η αντίδραση του εδάφους (pH=7,9) είναι ελαφρώς αλκαλική. Θυμίζουμε ότι ως pH ορίζεται ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου στο διάλυμα (στην περίπτωση του εδάφους, στο εδαφικό αιώρημα). Η Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (ΙΑΚ) είναι μέση για βάθος 0-33 cm, παρουσιάζοντας αυξομειώσεις με το βάθος. Η ΙΑΚ είναι η ικανότητα αυτή που έχει το έδαφος να συγκρατεί στις επιφάνειες της στερεής φάσης κατιόντα με σκοπό την εξουδετέρωση των αρνητικών τους φορτίων. Οι τιμές της ΙΑΚ εξαρτώνται από την περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο, από τον τύπο των ορυκτών της αργίλου και την περιεκτικότητα της αργίλου σε ορυκτά και από την περιεκτικότητα του εδάφους σε χούμο.

Τέλος, το πορώδες είναι πολύ καλά αναπτυγμένο και εξασφαλίζει τον καλό αερισμό του εδάφους και την απομάκρυνση των πλεοναζόντων υδάτων από την εδαφοτομή. Το φαινόμενο αυτό ενισχύεται από το πετρώδες της εδαφοτομής σε βάθος>120cm.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το κεφάλαιο αυτό, έχει ως σκοπό να περιγράψει τα όργανα και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την καταγραφή των οπτικών παρατηρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στο χώρο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, καθώς και τις μεθόδους που ακολουθήθηκαν αργότερα, κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών αναλύσεων. Οι παρατηρήσεις αυτές έγιναν με αφορμή τους παγετούς που σημειώθηκαν στην περιοχή του Βελεστίνου κατά το χρονικό διάστημα Δεκέμβριος 2001 – Ιανουάριος 2002. Έτσι, ο οποιοσδήποτε, χρησιμοποιώντας ως οδηγό το εγχειρίδιο αυτό, θα μπορεί να πραγματοποιήσει στο μέλλον την ίδια διαδικασία. Τα δένδρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι μέθοδοι που αναφέρονται παρακάτω είναι κυρίως μηλιές (ποικιλίες *Smoothee*,*Gala* και *Fuji*), αχλαδιές (ποικιλίες Κοντούλα, Κρυστάλλια και Ετρούσκα), βερικοκιές (ποικιλίες Μπεμπέκου και *Aurora*) και ροδακινιές(ποικιλίες *Royal Glory*, *Caldesi* και *White Crest*) και σε μικρότερο βαθμό αμυγδαλιές, δαμασκηνιές, καρυδιές και κερασιές.

4.1. ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

Με τη βοήθεια λεπίδας γίνονταν τομές σε συγκεκριμένα όργανα ή σημεία των δένδρων. Τα όργανα / σημεία αυτά ήταν τα γόνατα, τα μεσογονάτια διαστήματα, οι ανθοφόροι οφθαλμοί, τα καρποφόρα όργανα (όπου υπήρχαν) καθώς και το διετές ξύλο. Ειδικότερα, όσον αφορά τα καρποφόρα όργανα, οι τομές γίνονταν τόσο στο μερίστωμα (εγκάρσια τομή στο κέντρο) όσο και στη βάση των καρποφόρων, ενώ στα υπόλοιπα σημεία η τομή γινόταν σε βάθος λίγων χιλιοστών. Κατόπιν, γινόταν καταγραφή του χρώματος για καθένα από τα παραπάνω όργανα / σημεία και σημειωνόταν ο αριθμός των καφετιασμένων ιστών, στο σύνολο αυτών που μετρήθηκαν. Για κάθε ποικιλία κάθε είδους επιλέγονταν 3 – 4 αντιπροσωπευτικά δένδρα στα οποία γίνονταν οι τομές. Πρέπει να σημειωθεί ότι χρήση λεπίδας έγινε στις τρεις από τις πέντε επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν στο αγρόκτημα του Βελεστίνου.

Στην τρίτη επίσκεψη στο Βελεστίνο έγινε απλή καταγραφή του αριθμού των ανθέων στα δένδρα της ροδακινιάς και των ανθοταξιών στα μηλεόδενδρα και στις αχλαδιές. Στις βερικοκιές τα άνθη είχαν πέσει. Όπως και παραπάνω, η καταγραφή έγινε σε αντιπροσωπευτικά δένδρα.

Κατά την τέταρτη επίσκεψη στο Βελεστίνο μετρήθηκε η διάμετρος των κορμών των δένδρων. Για τη μέτρηση της διαμέτρου χρησιμοποιήθηκε παχύμετρο το οποίο έχει τη δυνατότητα μέτρησης με ακρίβεια δεκάτου του χιλιοστού. Η μέτρηση γινόταν σε ύψος 10 εκατοστά περίπου πάνω από το σημείο του εμβολιασμού και για κάθε κορμό δένδρου γινόντουσαν δύο μετρήσεις οριζόντια και κάθετα σε σχήμα σταυρού. Οι μετρήσεις γίνονταν σε αντιπροσωπευτικά δένδρα για κάθε είδος και για κάθε ποικιλία και τα αποτελέσματα καταγράφονταν. Το τελικό αποτέλεσμα εξαγόταν από την εκτίμηση του μέσου όρου για κάθε ζεύγος μετρήσεων.

Συνολικά, έγιναν πέντε επισκέψεις στο Βελεστίνο. Από αυτές, κατά τη διάρκεια της πρώτης, της δεύτερης και της τέταρτης επίσκεψης έγιναν κοπές με ψαλίδα κομματιών ετησίων βλαστών και διετούς ξύλου για τις περαιτέρω αναλύσεις στο εργαστήριο. Το κομμάτια των βλαστών ήταν μήκους 10 – 30 εκατοστών συνήθως.

4.2. ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τόσο στην πρώτη όσο και στη δεύτερη και στην τέταρτη επίσκεψη στο αγρόκτημα του Βελεστίνου, έγινε δειγματοληψία ετησίου και διετούς βλαστού για τις εργαστηριακές μετρήσεις. Τα κλαδιά αυτά τοποθετούνται στο ψυγείο μέχρι να αρχίσουν οι εργαστηριακές μετρήσεις, οι οποίες πρέπει να γίνουν όσο το δυνατόν συντομότερα. Οι εργαστηριακές μετρήσεις έχουν να κάνουν με τη μέτρηση της υγρασίας και τον υπολογισμό των φαινολικών στους υπό εξέταση φυτικούς ιστούς.

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο είναι ζυγαριά ακριβείας όπου ζυγίζονται τα τριβλία και τα φυτικά δείγματα, φούρνος που χρησιμεύει σαν ξηραντήριο, γυάλινοι σωλήνες μέσα στους οποίους τοποθετούνται τα φυτικά δείγματά μας μαζί με απεσταγμένο νερό και διαλύματα Folin ciocalteu's phenol reagent (FC, MERCK, UN3264) και Na_2CO_3, γυάλινες πιπέτες για την προσθήκη διαλυμάτων ή την αραίωσή τους και τέλος, φασματοφωτόμετρο για τη μέτρηση της απορρόφησης.

Για τον υπολογισμό της υγρασίας ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: Σε 2 αριθμημένα τριβλία (για κάθε ποικιλία) των οποίων το βάρος έχουμε καταγράψει εκ των προτέρων βάζουμε περίπου 4 g από τον ετήσιο βλαστό. Κατόπιν, ξαναζυγίζουμε τα τριβλία, αυτή τη φορά με το περιεχόμενό τους. Το ίδιο κάνουμε και με τους διετείς βλαστούς καθώς επίσης και με τα καρποφόρα όργανα (εκτός από τη ροδακινιά που δεν έχει καρποφόρα). Τα διάφορα κομμάτια που είναι σε κάθε τριβλίο έχουμε

φροντίσει ώστε να είναι λεπτοκομμένα (οι διαστάσεις του κάθε τεμαχιδίου είναι περίπου 0,5 cm * 0,3 cm). Στη συνεχεία τα τριβλία αυτά τοποθετούνται σε φούρνο όπου και παραμένουν τουλάχιστον για 48 ώρες για την ξήρανσή τους, σε θερμοκρασία 70°C. Στη συνέχεια, τα βγάζουμε από το φούρνο και τα ξαναζυγίζουμε. Το νέο βάρος καταγράφεται και έτσι υπολογίζεται η διαφορά βάρους πριν και μετά την ξήρανση.

Για τη μέτρηση των φαινολικών η διαδικασία είναι πιο σύνθετη: σε αριθμημένους σωλήνες που περιέχουν 2 mL απεσταγμένο νερό προσθέτουμε 1 g από τον υπό εξέταση φυτικό ιστό (ετήσιο βλαστό, διετή, καρποφόρα). Για κάθε ποικιλία και για κάθε φυτικό ιστό κάνουμε 2 επαναλήψεις (για παράδειγμα φτιάχνουμε 2 σωλήνες με καρποφόρα όργανα από μηλιά ποικιλίας Gala). Στη συνέχεια προσθέτουμε σε κάθε σωλήνα από 10 mL διαλύματος FC και μετά από 30 sec έως 8 min προσθέτουμε από 8 mL Na_2CO_3. Αναδεύουμε τον κάθε σωλήνα με τη βοήθεια parafilm και κατόπιν τους τοποθετούμε σε νερό θερμοκρασίας 30 °C για 30 min έως 1 ώρα. Στη συνέχεια τους τοποθετούμε στο ψυγείο σε θερμοκρασία 5 °C για μία ώρα. Μετά το πέρας της ώρας μεταφέρουμε τους σωλήνες για μέτρηση στο φασματοφωτόμετρο.

Για να γίνουν οι μετρήσεις όμως, είναι απαραίτητο να βαθμονομήσουμε τη μεθοδολογία μέτρησης των φαινολικών. Για το σκοπό αυτό φτιάχνουμε πρότυπα διαλύματα και ένα λευκό. Η παρασκευή του λευκού γίνεται ως εξής: σε γυάλινο σωλήνα βάζουμε 2+2 mL απεσταγμένο νερό, 10 mL FC και 8 mL Na_2CO_3. Για να παρασκευάσουμε τα πρότυπα διαλύματα ακολουθούμε την εξής διαδικασία: καταρχήν αραιώνουμε το stock του γαλλικού οξέος, όπως φαίνεται στον πίνακα 8:

Πίνακας 8: Ποσότητες γαλλικού οξέος και νερού για την παρασκευή των πρότυπων διαλυμάτων

Τελ. Συγκέντρωση (mg% ή mg/100mL)	Προσθέτω … mL stock	Και … mL νερού
2,5	0,25	50
5	0,5	49,5
7,5	0,75	49,25
10	1	49
15	1,5	48,5
20	2	48
30	3	47
40	4	46

Από κάθε αραίωση παίρνουμε 2 mL τα οποία τοποθετούμε σε σωλήνα στον οποίο προσθέτουμε 2 mL νερό. Σε 2 λεπτά προσθέτουμε 10 mL αραιό FC διάλυμα και ανακατεύουμε. Τέλος, μετά από 30 sec έως 8 min προσθέτω 8 mL διαλύματος Na_2CO_3. Αν διαπιστώσουμε ότι οι υπό εξέταση σωλήνες έχουν έντονο μπλε χρώμα τότε κάνουμε αραίωση 1:5 σε καθέναν από αυτούς. Δηλαδή σε νέους σωλήνες βάζουμε 8 mL απεσταγμένο νερό και 2 mL από το διάλυμα που περιέχει ο κάθε ένας από τους αρχικούς σωλήνες και ανακινούμε με το χέρι.

Αφού αφαιρέσουμε την απορρόφηση του λευκού (ή με άλλα λόγια αφού μηδενίσουμε την ένδειξη που δείχνει το όργανο), σημειώνουμε τις απορροφήσεις των προτύπων διαλυμάτων και μετά καταγράφουμε τις απορροφήσεις των δειγμάτων μας. Πρέπει να σημειώσουμε ότι πριν από κάθε μέτρηση πρέπει να ανακινούμε το σωλήνα και ότι το μήκος κύματος που χρησιμοποιούμε σε όλες τις μετρήσεις είναι 760 nm.

5. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Ασυνήθιστα χαμηλές θερμοκρασίες έπληξαν την περιοχή της Θεσσαλίας στις 19 και 20 Δεκεμβρίου του 2001. Η θερμοκρασία έπεσε στους –20°C, θερμοκρασία εξαιρετικά χαμηλή για την περιοχή της Μαγνησίας που εξετάζουμε η οποία χαρακτηρίζεται από Μεσογειακό κλίμα. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που παρατίθενται στη συνέχεια προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που βρίσκεται στο Βελεστίνο. Η θερμοκρασία καταγραφόταν κάθε 10 min. Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι οι χαμηλές αυτές θερμοκρασίες συνοδεύονταν κατά διαστήματα και από χιονοπτώσεις.

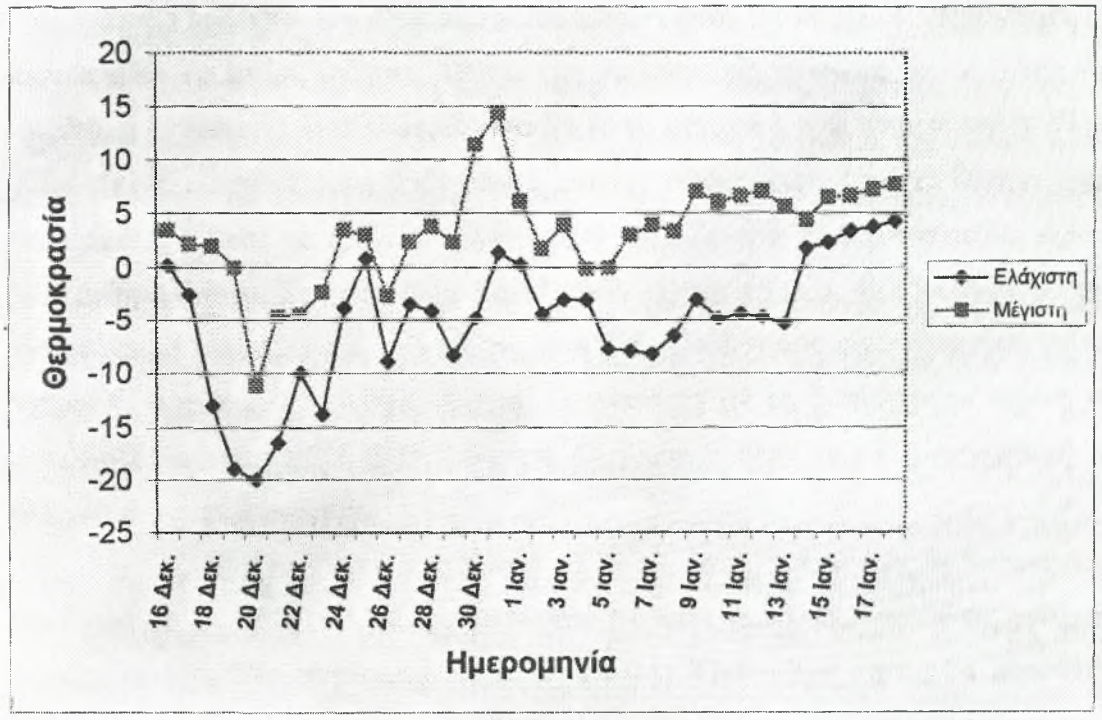
Η θερμοκρασία του αέρα άρχισε να πέφτει σταδιακά από τις 16 Δεκεμβρίου του 2001. Το πρωί της ημέρας αυτής η ελάχιστη θερμοκρασία ήταν 0,2°C για να πέσει στους –2,5°C την επόμενη, στους –13°C το πρωί της 18 Δεκεμβρίου, στους -19°C στις 19/12 και τελικά στους –20°C στις 20 Δεκεμβρίου . Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα παρακάτω, στις 17 και 18 Δεκεμβρίου είχαμε μερικό παγετό, ενώ από τις 19 έως και τις 23/12 είχαμε ολικό παγετό. Το χρονικό αυτό διάστημα συνοδεύτηκε και από χιονοπτώσεις (στις 17/12) που συσσώρευσαν περίπου 40 εκατοστά χιόνι στην περιοχή. Ακολούθησε χρονικό διάστημα με ξαστεριά. Όσον αφορά το χρονικό διάστημα πριν τις 16/12 για το οποίο δεν έχουμε καταγεγραμμένες θερμοκρασίες, σημειώθηκαν ελαφρές χιονοπτώσεις στο διάστημα 7-9/12 και βροχοπτώσεις στις15 και 16/12. Στις 21/12 είχαμε νέα χιονόπτωση που διήρκεσε μια ημέρα. Ακολούθησε άνοδος της θερμοκρασίας για να ξαναπέσει κάτω από 0°C στις 26/12. Στις 3 Ιανουαρίου του 2002 είχαμε και νέα χιονόπτωση που διήρκεσε από το απόγευμα της ημέρας αυτής έως και τις 5/1/02. Από τις 14/1 και μετά η θερμοκρασία ήταν διαρκώς πάνω από τους 0°C.

Σε ότι αφορά το κεφάλαιο των θερμοκρασιών πρέπει να τονιστούν και να προσεχτούν δύο γεγονότα:

α. Ο μετεωρολογικός σταθμός βρισκόταν 5 μέτρα μακριά από θερμαινόμενο θερμοκήπιο οπότε είναι λογικό να κατέγραφε θερμοκρασίες λίγο υψηλότερες από τις πραγματικές (με άλλα λόγια, η θερμοκρασία στην πραγματικότητα έπεσε κάτω από τους –20°C).

β. Ο μετεωρολογικός σταθμός μετρούσε τη θερμοκρασία του αέρα σε ύψος 1,5 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους, ενώ το ύψος του χιονιού ήταν 40 εκατοστά. Όπως

είναι γνωστό, η θερμοκρασία λίγο πάνω από την επιφάνεια του χιονιού είναι χαμηλότερη από αυτή σε ύψος 1,5 μέτρου όταν επικρατεί ξαστεριά όπως στην προκειμένη περίπτωση.



Σχήμα 1: Μεταβολή της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας στο αγρόκτημα του Βελεστίνου κατά το διάστημα 16 Δεκεμβρίου 2001 – 17 Ιανουαρίου 2002.

6. ΟΠΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

6.1. ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ

Στις 7/1/02 έγινε η πρώτη επίσκεψη στο αγρόκτημα του Βελεστίνου. Πάρθηκαν παρατηρήσεις από δέντρα που άνηκαν στις ποικιλίες *White Crest*, *Caldesi 2000* και *Royal Glory*. Οι περισσότεροι οφθαλμοί πάνω στους ετήσιους βλαστούς ήταν νεκροί (είχαν καφέ μερίστωμα), ενώ στους ταχυφυείς βλαστούς το χρώμα του φλοιού ήταν καφέ, ενώ ετήσιοι και παλιότεροι βλαστοί είχαν φλοιό και κάμβιο πράσινου χρώματος.

Στις 30/1/02 έγινε η δεύτερη επίσκεψη. Από παρατηρήσεις σε δένδρα της ποικιλίας *Royal Glory* βρέθηκε ότι το 90% των ανθοφόρων οφθαλμών ήταν νεκροί. Το χρώμα των γονάτων ήταν ανοιχτό καφέ, ενώ ο φλοιός και το ξύλο στα μεσογονάτια διαστήματα και οι διετείς βλαστοί ήταν σε καλή κατάσταση. Στην ποικιλία *Caldesi 2000* το ποσοστό των νεκρών ανθοφόρων έπεφτε στο 70%. Γόνατα, μεσογονάτια διαστήματα και διετείς βλαστοί είχαν ελαφρύ, καφέ χρώμα, δηλαδή ήταν λίγο ζημιωμένοι. Στα δέντρα της ποικιλίας *White Crest*, το 90% των ανθοφόρων οφθαλμών που εξετάστηκαν ταξινομήθηκαν ως νεκροί. Στα γόνατα, η βάση και το κάμβιο είχαν καφέ χρώμα, τα μεσογονάτια διαστήματα ήταν ελαφρώς καφέ, ενώ, τέλος, στους διετείς βλαστούς είχαμε παντελή απουσία καφετιάσματος.

Στις 5 Μαρτίου του 2002 οπότε και έγινε η τρίτη επίσκεψη στο αγρόκτημα, τα δέντρα ήταν σε πλήρη άνθηση. Σε ότι έχει να κάνει με τις ποικιλίες *Royal Glory* και *Caldesi 2000*, η ανθοφορία ήταν ελαφρώς κάτω από το κανονικό, ενώ στην ποικιλία *White Crest* είχαμε ελάχιστα άνθη. Ειδικότερα, για την *White Crest*, όταν τα δέντρα είχαν διαμόρφωση κόμης σε σχήμα Y είχαμε 53 άνθη/δέντρο, ενώ για κύπελλο είχαμε 58,5 άνθη/δέντρο. Στην ποικιλία *Royal Glory* είχαμε 402 και 407,5 άνθη/δέντρο αντίστοιχα για τις 2 διαμορφώσεις, και , τέλος, για τα δέντρα της ποικιλίας *Caldesi* που είχαν διαμορφωθεί σε σχήμα Y είχαμε 231,5 άνθη/δέντρο, σε αντίθεση με τη διαμόρφωση κόμης σε κύπελλο όπου είχαμε 305 άνθη/δέντρο. Οι βλαστοί ήταν σε καλή κατάσταση σε όλες τις παραπάνω ποικιλίες.

Η επόμενη επίσκεψη έγινε στις 13/5/02. Και στις 3 ποικιλίες η καρποφορία παρουσίαζε διαφορές από δέντρο σε δέντρο της ίδιας ποικιλίας, σε γενικές όμως γραμμές ήταν λίγη. Πιο συγκεκριμένα, στην ποικιλία *White Crest* είχαμε 34 καρπούς/δέντρο που αντιστοιχεί σε 0,782 καρπούς/cm^2 διατομής κορμού όταν η διαμόρφωση της κόμης ήταν σε σχήμα Y και 9 καρπούς/δέντρο, δηλαδή 0,231

καρπούς/cm^2 διατομής κορμού όταν η κόμη ήταν διαμορφωμένη σε κύπελλο. Για την ποικιλία *Royal Glory* είχαμε 104 και 88 καρπούς/δέντρο, αντίστοιχα. Η πυκνότητα καρποφορίας για την παραπάνω ποικιλία ήταν 1,943 και 1,083 καρποί/cm^2 διατομής, αντίστοιχα. Τέλος, για την ποικιλία *Caldesi 2000*, μετρήθηκαν 55 καρποί/δέντρο (1,110 καρποί/cm^2) για διαμόρφωση κόμης σε σχήμα Y και 41,5 καρποί/δέντρο (0,818 καρποί/cm^2) για κόμη σε σχήμα κυπέλλου. Βρέθηκε δηλαδή υψηλότερος αριθμός καρπών και πυκνότητα καρποφορίας στα *Royal Glory* και ο μικρότερος αριθμός καρπών και πυκνότητα καρποφορίας στα *White Crest* (πίνακας 9). Επίσης, τα δέντρα *Royal Glory* είχαν τον παχύτερο κορμό (πίνακας 9). Τέλος, η πυκνότητα καρποφορίας ήταν υψηλότερη στο σχήμα διαμόρφωσης Y σε σχέση με το σχήμα κύπελλο (πίνακας 9). Παρατηρήθηκε νέα βλάστηση μήκους 40-50 cm, μαζί με ανάπτυξη πολλών ταχυφυών και λαίμαργων βλαστών. Οι βλαστοί ήταν πράσινοι και σε καλή κατάσταση.

Πίνακας 9: Επίδραση της διαμόρφωσης της κόμης των δένδρων στον αριθμό των καρπών και την πυκνότητα καρποφορίας στις ποικιλίες της ροδακινιάς το έτος 2002

Ποικιλία	Διαμόρφωση κόμης	Αριθμός καρπών	Εμβαδό διατομής κορμού (cm^2)	Πυκνότητα καρποφορίας
White crest	Y	34,3	46,9	0,8
	Κύπελλο	9,3	40,8	0,2
Royal glory	Y	104	52,5	1,9
	Κύπελλο	87,8	80,7	1,1
Caldesi 2000	Y	54,8	48,9	1,1
	Κύπελλο	41,5	51,7	0,8
Σημαντικότητα				
Ποικιλία		***	NS	**
Διαμόρφωση κόμης		NS	NS	**
Ε.Σ.Δ.		32,9	17,6	0,5

6.2. ΒΕΡΙΚΟΚΙΕΣ

Οι πρώτες παρατηρήσεις πάρθηκαν, όπως και στην περίπτωση των ροδακινιών, στις 7/1/02. Εξετάστηκαν δέντρα των ποικιλιών *Bebecu* και *Aurora*. Οι οφθαλμοί είχαν πράσινο μερίστωμα και θολή βάση. Στους βλαστούς το χρώμα του φλοιού και του καμβίου ήταν ασυνήθιστα κιτρινωπό.

Η δεύτερη επίσκεψη στο Αγρόκτημα έγινε στις 30 Ιανουαρίου. Από παρατηρήσεις σε δέντρα που ανήκαν στην ποικιλία *Bebecu* διαπιστώθηκε ότι τα

καρποφόρα όργανα ήταν καθαρά. Το 15% των ανθοφόρων οφθαλμών ταξινομήθηκε ως νεκρό. Στα γόνατα η βάση και το κάμβιο είχαν χρώμα καφέ, ενώ το χρώμα μεταξύ των γονάτων ήταν θολό μπεζ. Το διετές ξύλο ήταν καθαρό. Στα δέντρα της ποικιλίας *Aurora* η κατάσταση ήταν παρόμοια, με το 10% των ανθοφόρων οφθαλμών να είναι νεκροί και τα καρποφόρα όργανα θολά. Τα γόνατα είχαν καφέ χρώμα στη βάση και στο κάμβιο, ενώ το χρώμα των μεσογονατίων διαστημάτων και των ετήσιων βλαστών ήταν θολό. Το διετές ξύλο ήταν καθαρό.

Ακολούθησε νέα επίσκεψη στις 5 Μαρτίου του 2002. Τα δέντρα της ποικιλίας *Aurora* βρίσκονταν στο στάδιο της καρπόδεσης, ενώ αυτά της *Bebecu* στο στάδιο της πτώσης των πετάλων. Στα καρποφόρα όργανα το ξύλο ήταν θολό, ενώ ο φλοιός ήταν σε καλή κατάσταση και υγρός. Η νέα βλάστηση είχε κανονικό χρώμα, ενώ στην παλιά ο φλοιός είχε ελαφρύ, καφέ χρώμα. Η καρποφορία ήταν κανονική.

Η επόμενη επίσκεψη έγινε στις 13/5/02. Η παραγωγή ήταν κανονική. Πιο συγκεκριμένα ο αριθμός των καρπών ανερχόταν σε 88 καρπούς/δέντρο για την ποικιλία *Aurora* και σε 83 καρπούς/δέντρο για την *Bebecu*. Δεδομένου ότι το εμβαδό της διατομής των κορμών των δέντρων ήταν 40,173 cm^2 για τα δέντρα της ποικιλίας *Aurora* και 45,2 cm^2 για τα δέντρα της ποικιλίας *Bebecu*, η πυκνότητα καρποφορίας ήταν 2,2 και 1,9 καρποί/cm^2 διατομής αντίστοιχα (πίνακας 10). Έτσι φαίνεται ότι δεν υπάρχουν διαφορές στον αριθμό καρπών, διατομή κορμού και πυκνότητα καρποφορίας μεταξύ των 2 ποικιλιών. Η βλάστηση ήταν κανονική, με πολλούς λαίμαργους μήκους άνω των 50 cm. Στους βλαστούς, φλοιός και ξύλο είχαν χρώμα θολό πράσινο και το κάμβιο ήταν υγιές.

Η τελευταία επίσκεψη έγινε στις 7/8/02. Υπήρχε καλή βλαστική ανάπτυξη και καλή δραστηριότητα του καμβίου. Τα καρποφόρα όργανα δεν είχαν σχεδόν καθόλου καφέ χρώμα.

Πίνακας 10: Μέσος αριθμός καρπών και πυκνότητα καρποφορίας (αριθμός καρπών / cm^2 διατομής κορμού) ανά ποικιλία βερικοκιάς το έτος 2002

Ποικιλία	Αριθμός καρπών	Εμβαδό διατομής κορμού (cm^2)	Πυκνότητα καρποφορίας
Bebecu	88,3	40,2	2,2
Aurora	83	45,6	1,9
Σημαντικότητα	NS	NS	NS
Ε.Σ.Δ.	-	-	-

6.3. ΑΧΛΑΔΙΕΣ

Εδώ, τα δέντρα από τα οποία ελήφθησαν οι παρατηρήσεις, ανήκαν στις ποικιλίες Κοντούλα, Κρυστάλι και Ετρούσκα. Στις 7/1/02 οπότε και έγινε η πρώτη επίσκεψη στο Αγρόκτημα του Βελεστίνου πολλοί οφθαλμοί ήταν νεκροί (ξεροί). Οι βλαστοί ήταν, μάλλον, υγιείς.

Στις 30/1/02 που πραγματοποιήθηκε η επόμενη επίσκεψη το ξύλο και ο φλοιός στους βλαστούς και στον κορμό ήταν ανοιχτό κρεμ, καθαρό.

Νέα επίσκεψη έγινε στις 5 Μαρτίου του 2002. Οι Κοντούλες βρίσκονταν σχεδόν σε πλήρη άνθηση (ακόμη δεν είχε αρχίσει η πτώση των πετάλων). Τα δέντρα της ποικιλίας Ετρούσκα είχαν ανθίσει κατά 20% και της ποικιλίας Κρυστάλι κατά 40%. Στις δύο τελευταίες ποικιλίες υπήρχε τεράστια διαφορά αριθμού ανθέων από δέντρο σε δέντρο. Ειδικότερα, είχαμε 53,7 αιχμές/δέντρο και 375,7 άνθη/δέντρο στην ποικιλία Κοντούλα, 13,3 αιχμές/δέντρο και 93,3 άνθη/δέντρο στα Κρυστάλια και 65,3 αιχμές/δέντρο και 457,3 άνθη/δέντρο στα Ετρούσκα (πίνακας 11). Ως συνέπεια είχαμε 15,7 άνθη/cm^2 διατομής για την πρώτη ποικιλία, 2 άνθη/cm^2 διατομής για την δεύτερη και 15.332 άνθη/cm^2 διατομής κορμού για την τρίτη ποικιλία. Η ποικιλία Ετρούσκα είχε τον μεγαλύτερο αριθμό ανθοφόρων αιχμών και ανθέων ανά δέντρο, η ποικιλία Κοντούλα είχε κατά τι λιγότερες ανθοφόρες αιχμές και άνθη ενώ η ποικιλία Κρυστάλλι είχε ελάχιστες ανθοφόρες αιχμές και άνθη (πίνακας 11). Λόγω του μικρότερου μεγέθους κορμού οι ποικιλίες Ετρούσκα και Κοντούλα είχαν παρόμοια πυκνότητα ανθοφορίας και πάρα πολύ υψηλότερη από την ποικιλία Κρυστάλλι. Ο φλοιός στα καρποφόρα όργανα και αυτά καθευατά ήταν σε καλή κατάσταση, ενώ το ξύλο ήταν σχεδόν σάπιο. Ο φλοιός στους βλαστούς ήταν ελαφρώς καφέ. Παρόμοια ήταν η κατάσταση στον κορμό και στους βραχίονες.

Η επόμενη επίσκεψη πραγματοποιήθηκε στις 13/5/02. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τα δέντρα μας είχαν λίγη ψύλλα και σχετικά μεγάλο αριθμό *Coccinela semptipunctata* (πασχαλίτσες). Στην ποικιλία Κοντούλα η καρποφορία ήταν κανονική αν και παρουσίαζε διαφορές από δέντρο σε δέντρο. Πιο συγκεκριμένα είχαμε 29 καρπούς/δέντρο, δηλαδή 1,27 καρπούς/cm^2 διατομής κορμού (πίνακας 11). Στους βλαστούς ο φλοιός είχε ελαφρύ καφέ χρώμα, ενώ ξύλο και κάμβιο ήταν σε καλή κατάσταση. Το μήκος της βλάστησης ήταν 40-50 cm. Όσον αφορά τα καρποφόρα όργανα, το ξύλο είχε ακόμα καφέ χρώμα. Στα Κρυστάλια η καρποφορία ήταν μηδενική (2,2 καρποί/δέντρο), οπότε και η πυκνότητα καρποφορίας πρακτικά ήταν μηδενική (πίνακας 12). Οι βλαστοί είχαν μήκος 50-60 cm και ο φλοιός τους είχε λίγο

καφέ σε λίγα σημεία. Το κάμβιο ήταν υγρό και το ξύλο σε καλή κατάσταση. Στην ποικιλία Ετρούσκα είχαμε κατά μέσο όρο 20,3 καρπούς/δέντρο που αντιστοιχούν σε 0,7 καρπούς/cm^2 διατομής κορμού. Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι η Κοντούλα ήταν η πιο παραγωγική (αριθμός καρπών και πυκνότητα καρποφορίας), ακολουθούσε η Ετρούσκα και η ποικιλία Κρυστάλλι είχε ελάχιστη καρποφορία (πίνακας 12). Αντίθετα, λόγω της μικρής παραγωγικότητας κατά τα πρώτα χρόνια ανάπτυξης, τα δέντρα της ποικιλίας Τσακώνικα είχαν τη μεγαλύτερη επιφάνεια διατομής κορμού. Οι βλαστοί είχαν 40-60 cm μήκος και ο φλοιός τους ήταν ελαφρώς καφέ σε λιγοστά σημεία. Το ξύλο ήταν πράσινο και το κάμβιο υγιές.

Στις 7/8/02 οπότε και πάρθηκαν οι τελευταίες παρατηρήσεις, διαπιστώθηκε μικρή έως μέτρια δραστηριότητα του καμβίου. Τα καρποφόρα όργανα ήταν σχεδόν εντάξει. Σε ελάχιστα μόνο απ' αυτά το ξύλο ήταν καφέ.

Πίνακας11 : Αριθμός ανθοφόρων οφθαλμών / δέντρο, ανθέων / δέντρο και πυκνότητα ανθοφορίας (αριθμός ανθέων / cm^2 διατομής κορμού) στις ποικιλίες αχλαδιάς και μηλιάς το έτος 2002

Ποικιλία	Αριθμός ανθοφόρων οφθαλμών	Αριθμός ανθέων	Πυκνότητα ανθοφορίας
Κοντούλα	53,7	375,7	15,7
Κρυστάλλι	13,3	93,3	2
Ετρούσκα	65,3	457,3	15,3
Σημαντικότητα	***	***	***
Ε.Σ.Δ.	6,4	38	1,9
Ποικιλία	Αριθμός ανθοφόρων οφθαλμών	Αριθμός ανθέων	Πυκνότητα ανθοφορίας
Fuji	104,3	521,7	16,1
Gala	125	625	25,7
Smoothee	132,3	661,7	29,7
Σημαντικότητα	***	***	***
Ε.Σ.Δ.	6,4	38	1,9

Πίνακας 12: Μέσος αριθμός καρπών και πυκνότητα καρποφορίας (αριθμός καρπών / cm^2 διατομής κορμού) ανά ποικιλία αχλαδιάς το έτος 2002

Ποικιλία	Αριθμός καρπών	Εμβαδό διατομής κορμού (cm^2)	Πυκνότητα καρποφορίας
Κοντούλα	29	22,6	1,3
Κρυστάλλι	2,1	46,3	0,05
Ετρούσκα	20,3	29,7	0,67
Σημαντικότητα	***	***	***
Ε.Σ.Δ.	5,1	2,6	0,135

6.4. ΜΗΛΙΕΣ

Τα δέντρα μηλιάς που εξετάσθηκαν ανήκαν στις ποικιλίες *Fuji*, *Gala* και *Smoothee*. Στις 7/1/02, η βάση των καρποφόρων οργάνων ήταν πιθανόν παγωμένη. Σε μερικές ποικιλίες οι βλαστοί είχαν υποστεί ζημιά (σκούρο καφέ κάμβιο) και σε άλλες όχι.

Η επόμενη επίσκεψη πραγματοποιήθηκε στις 30 Ιανουαρίου. Οι βραχίονες και ο κορμός ήταν σε καλή κατάσταση και ο φλοιός πρασινωπός. Το ξύλο είχε λίγο καφέ χρώμα.

Στις 5/3/02 ακολούθησε και νέα επίσκεψη. Οι ανθοφόροι βρίσκονταν στο στάδιο της πράσινης κορυφής. Μετρήθηκε ο αριθμός των αιχμών και τα αποτελέσματα που πήραμε ήταν: για την ποικιλία *Fuji* 104,3 αιχμές/δέντρο, για την ποικιλία *Gala* 125 αιχμές/δέντρο και για την ποικιλία *Smoothee* 132,3 αιχμές / δέντρο (πίνακας 11). Αντίστοιχα, είχαμε 521,7 άνθη/δέντρο για την ποικιλία *Fuji*, 625 άνθη/δέντρο για την ποικιλία *Gala* και 661,7 άνθη/δέντρο για την ποικιλία *Smoothee*. Τα παραπάνω αποτελέσματα, συνδυαζόμενα με το εμβαδό της διατομής των δέντρων, μας δίνουν για την ποικιλία *Fuji* πυκνότητα ανθοφορία 16,1 άνθη/cm^2 διατομής, για την ποικιλία *Gala* 25,7 άνθη/cm^2 διατομής και για την ποικιλία *Smoothee* 29,7 άνθη/cm^2 διατομής κορμού δέντρου. Έτσι, η ποικιλία *Smoothee* είχε υψηλότερο αριθμό ανθέων και πυκνότητα ανθοφορίας από την ποικιλία *Gala*, αλλά παρόμοιο αριθμό ανθέων (πίνακας 11). Η ποικιλία *Fuji* είχε σημαντικά μικρότερο αριθμό ανθοφόρων οφθαλμών, αριθμό ανθέων κα πυκνότητα ανθοφορίας από τις προαναφερθείσες 2 ποικιλίες. Οι βλαστοί σε όλες τις ποικιλίες ήταν σε καλή κατάσταση, στα καρποφόρα όργανα το ξύλο ήταν καφέ, ο φλοιός επίσης καφέ αλλά οι οφθαλμοί φούσκωναν.

Η τέταρτη κατά σειρά επίσκεψη έγινε στις 13/5/02. Στην ποικιλία *Fuji* η καρποφορία ήταν μικρή έως μέτρια. Πιο συγκεκριμένα είχαμε 41,25 καρπούς/δέντρο, δηλαδή πυκνότητα καρποφορίας 1,3 καρπούς/cm^2 διατομής (πίνακας 13). Τα καρποφόρα όργανα και το ξύλο ήταν σε καλή κατάσταση. Στους βλαστούς ο φλοιός ήταν μερικώς καφέ και, τέλος, το κάμβιο ήταν πολύ. Στην ποικιλία *Gala* τα πράγματα ήταν καλύτερα όσον αφορά την καρποφορία. Ειδικότερα, μετρήθηκαν 71,5 καρποί/δέντρο που αντιστοιχούν σε 3.053 καρπούς/cm^2 διατομής κορμού. Σε μερικά καρποφόρα όργανα υπήρχε λίγο καφέ χρώμα, ενώ βλαστοί, κάμβιο και ξύλο ήταν σε καλή κατάσταση. Στην ποικιλία *Smoothee* η καρποφορία

ήταν μέτρια με 51,75 καρπούς/δέντρο, κάτι που σημαίνει πυκνότητα ανθοφορίας 2,1 καρπούς/cm^2 διατομής κορμού δέντρου. Η ποικιλία *Gala* είχε τον υψηλότερο αριθμό καρπών και πυκνότητα καρποφορίας, ακολουθούσε η ποικιλία *Smoothee* και τελευταία η ποικιλία *Fuji* (πίνακας 13). Η επιφάνεια διατομής κορμού της ποικιλίας *Fuji* ήταν μεγαλύτερη από τις άλλες 2 ποικιλίες λόγω της επί σειρά ετών μειωμένης παραγωγικότητας αυτής.

Στις 7/8/02 οπότε και έγινε η τελευταία επίσκεψη στην περιοχή, τα καρποφόρα όργανα και ο φλοιός ήταν σε καλή κατάσταση για όλες τις ποικιλίες μας και το κάμβιο είχε μέτρια δραστηριότητα.

Πίνακας 13: Μέσος αριθμός καρπών και πυκνότητα καρποφορίας (αριθμός καρπών / cm^2 διατομής κορμού) ανά ποικιλία μηλιάς το έτος 2002

Ποικιλία	Αριθμός καρπών	Εμβαδό διατομής κορμού (cm^2)	Πυκνότητα καρποφορίας
Fuji	41,3	30,5	1,3
Gala	71,5	23,4	3
Smoothee	51,8	25,2	2,1
Σημαντικότητα	*	NS	***
Ε.Σ.Δ.	16,7	3,4	0,2

6.5. ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ

Στις 7 Ιανουαρίου του 2002, το μερίστωμα των οφθαλμών ήταν πράσινο και η βάση τους θολή. Όσον αφορά τους βλαστούς, φλοιός και κάμβιο είχαν ελαφρύ καφέ χρώμα.

Στις 30/1/02 το ξύλο στα καρποφόρα όργανα ήταν τελείως καφέ, ενώ ο φλοιός εν μέρει καφέ. Ο χρωματισμός του ξύλου στους βλαστούς ποίκιλε από σχεδόν καθόλου έως πολύ καφέ.

Η τρίτη επίσκεψη στο Αγρόκτημα έγινε στο στάδιο της πλήρους άνθισης, στις 5 Μαρτίου του 2002. Η άνθιση ήταν περιορισμένη, μικρότερη του 1/3 της αναμενόμενης. Στα καρποφόρα όργανα το ξύλο ήταν ελαφρώς καφέ, ενώ ο φλοιός ήταν γερός και υγρός. Όσον αφορά τους βλαστούς, είχαν παλιό φλοιό ελαφρώς καφέ, ενώ στο νέο φλοιό είχαμε απουσία καφετιάσματος.

Στην επόμενη επίσκεψη (13/5/02) παρατηρήθηκε έντονη βλάστηση αλλά μηδενική παραγωγή.

Επίσκεψη έγινε τέλος, και στις 7 Αυγούστου. Το κάμβιο παρουσίαζε μέτρια δραστηριότητα. Τα καρποφόρα όργανα είχαν λίγο κάμβιο και καφέ ξύλο και σχεδόν όλα την επόμενη χρονιά νεκρώθηκαν.

6.6. ΚΕΡΑΣΙΕΣ

Όπως και στα παραπάνω δέντρα, έτσι και εδώ η πρώτη επίσκεψη για τη λήψη παρατηρήσεων έγινε στις 7/1/02. Οι οφθαλμοί που εξετάστηκαν αξιολογήθηκαν ως νεκροί. Στους βλαστούς, τόσο ο φλοιός όσο και κάμβιο ήταν ελαφρώς καφέ.

Η δεύτερη επίσκεψη έγινε στις 30 Ιανουαρίου του 2002. Τα καρποφόρα όργανα παρουσίαζαν έντονο καφέτιασμα σε φλοιό και ξύλο. Στους κορμούς και στους βραχίονες των δέντρων είχαμε ελαφρύ καφέ χρώμα.

Στις 5/3/02 που πραγματοποιήθηκε η τρίτη επίσκεψη, τα δέντρα βρίσκονταν στο στάδιο της πράσινης κορυφής και οι ροζέτες είχαν αρχίσει να φουσκώνουν.

Το χρώμα του φλοιού και του ξύλου στα καρποφόρα όργανα ήταν καφέ, ενώ το χρώμα του φλοιού σ' όλο το μήκος των βλαστών ήταν ελαφρώς καφέ.

Η καρποφορία ήταν μηδενική στις 13 Μαΐου του 2002 και τα καρποφόρα όργανα ήταν ακόμα καφέ. Στους βλαστούς ο φλοιός ήταν λίγο καφέ και το ξύλο κανονικό. Το κάμβιο ήταν επίσης σε καλή κατάσταση.

Η τελευταία επίσκεψη έγινε στις 7/8/02. Τα δέντρα της ποικιλίας B.H.Giant ήταν καταπονημένα και παρουσίαζαν έντονη φυλλόπτωση. Αυτά της ποικιλίας Ferovia είχαν καλή εμφάνιση, με ελαφρώς καφέ ξύλο στα καρποφόρα όργανα. Ο παλιός φλοιός ήταν ακόμα καφέ και η κίνηση των χυμών φυσιολογική στον κορμό. Στην ποικιλία Napoleon παρατηρήθηκε νέκρωση όλων των καρποφόρων οργάνων στο τριέτες ξύλο. Την επόμενη χρονιά (2003) σχεδόν όλα τα παλιά καρποφόρα όργανα των ανωτέρω ποικιλιών νεκρώθηκαν και νέα είχαν δημιουργηθεί στους διετείς βλαστούς.

6.7. ΔΑΜΑΣΚΗΝΙΕΣ

Η πρώτη επίσκεψη έγινε στις 7 Ιανουαρίου του 2002. πολλοί οφθαλμοί φαίνονταν παγωμένοι. Στους βλαστούς, ο φλοιός και το κάμβιο ήταν φυσιολογικά.

Η επόμενη επίσκεψη πραγματοποιήθηκε στις 30/1/02. Οι οφθαλμοί είχαν φουσκώσει και σε κορμό και βραχίονες οι φλοιός ήταν ελαφρώς καφέ.

Στις 5 Μαρτίου του 2002 οι δαμασκηνιές ήταν στο 80% της πτώσης των πετάλων. Τα καρποφόρα όργανα είχαν καφέ ξύλο και ελαφρώς καφέ φλοιό. Στους βλαστούς ο παλιός φλοιός ήταν καφέ, ενώ ο νέος φλοιός είναι φυσιολογικός.

Στις 13/5/02 τα δέντρα της ποικιλίας *Black Beauty* έδειχναν άρρωστα, η παραγωγή ήταν κανονική και οι βλαστοί σε καλή κατάσταση.

Κατά την τελευταία επίσκεψη η οποία έγινε στις 7 Αυγούστου του 2002 τα δέντρα της ποικιλίας *Black Beauty* έδειχναν έντονα καταπονημένα. Χαρακτηριστική ήταν η συνεχής φυλλόπτωση και η ολική καρπόπτωση. Στην ποικιλία *Angeleno* η κατάσταση ήταν καλύτερη με μέτρια κίνηση των χυμών και καρποφόρα όργανα με κάπως καφετί ξύλο. Την επόμενη χρονιά τα 3 από τα 4 δέντρα της ποικιλίας *Black Beauty* νεκρώθηκαν.

6.8. ΚΥΔΩΝΙΕΣ

Κατά την πρώτη επίσκεψη στις 7/1/02, παρατηρήθηκαν οφθαλμοί οι οποίοι είχαν καφέ βάση και πράσινο μερίστωμα.

Η δεύτερη επίσκεψη στο Βελεστίνο πραγματοποιήθηκε στις 30 Ιανουαρίου του 2002. Οι παλιοί βλαστοί είχαν έντονο καφέ ξύλο και κάμβιο και λιγότερο καφέ φλοιό. Στους ετήσιους βλαστούς το ξύλο ήταν καφέ, ο φλοιός πράσινος και τα μεριστώματα επίσης πράσινα αλλά με καφέ βάση.

Στις 5 Μαρτίου του 2002 παρατηρήθηκε νέα βλάστηση μήκους 3 – 5 cm. Όσον αφορά τους βλαστούς, ο φλοιός και το ξύλο ήταν φυσιολογικά παντού.

Η τελευταία επίσκεψη έγινε στις 13 Μαΐου. Η καρποφορία ήταν μέτρια και η ανάπτυξη κανονική. Στους βλαστούς το ξύλο ήταν φυσιολογικό, ενώ ο φλοιός ήταν ελαφρώς καφέ.

6.9. ΦΙΣΤΙΚΙΑ

Στην πρώτη επίσκεψη στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου, στις 7/1/02, οι οφθαλμοί ήταν μάλλον νεκροί. Το χρώμα τους ήταν θολό κιτρινωπό. Στους βλαστούς, τόσο ο φλοιός, όσο και κάμβιο, είχαν επίσης χρώμα θολό κιτρινωπό. Ανθοφόροι οφθαλμοί δεν υπήρχαν λόγω της νεαρής ηλικίας των δέντρων.

Στις 30 Ιανουαρίου του 2002 οι βλαστοί ήταν σε καλή κατάσταση, υγιείς.

Η επόμενη επίσκεψη (5 Μαρτίου) έγινε στο στάδιο του φουσκώματος των οφθαλμών. Στους βλαστούς, φλοιός και ξύλο είχαν πράσινο χρώμα. Το κάμβιο ήταν υγρό.

Η τελευταία επίσκεψη πραγματοποιήθηκε στις 13/5/02. Είχαμε κανονική ανάπτυξη και νέα βλάστηση μήκους 30 –50 cm. Ο φλοιός και το ξύλο των βλαστών ήταν σε ικανοποιητική κατάσταση.

6.10. ΚΑΡΥΔΙΕΣ

Η πρώτη επίσκεψη για παρατηρήσεις έγινε στις 7 Ιανουαρίου του 2002. Αρσενικοί και θηλυκοί οφθαλμοί ήταν παγωμένοι, τελείως ξεροί. Αντιθέτως, οι βλαστοί ήταν σε καλή κατάσταση.

Η επόμενη επίσκεψη έγινε στις 30/1/02. Οι διετείς βλαστοί και οι βραχίονες ήταν αρκετά καφέ. Ο κορμός ήταν καφέ και σχεδόν στεγνός.

Στις 5 Μαρτίου του 2002, οι βλαστοί ηλικίας 2 και 3 ετών ήταν πράσινοι. Σε κάποιες περιοχές στον κορμό και στους βραχίονες το καφέτιασμα ήταν έντονο.

Στις 13 Μαΐου του 2002 τα πράγματα ήταν πιο συγκεχυμένα. Ένα δέντρο είχε ξεραθεί, ενώ σ' ένα άλλο ξεραίνονταν κλάδοι. Στα υπόλοιπα δέντρα είχαμε κανονική ανάπτυξη με πολλούς λαίμαργους βλαστούς. Σε μερικούς βλαστούς (οι οποίοι νεκρώνονταν) ο φλοιός και το ξύλο ήταν ακόμα καφέ, ενώ σε άλλους το ξύλο ήταν πράσινο και ο φλοιός ελαφρώς καφέ. Ο κορμός ήταν έντονα καφετιασμένος και η καρποφορία μηδενική.

Κατά την τελευταία επίσκεψη, στις 7 Αυγούστου του 2002, παρατηρήθηκε καλή δραστηριότητα του καμβίου. Η βλάστηση ήταν κανονική και, τέλος, ο φλοιός ήταν ακόμα καφέ.

7. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

7.1. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΒΛΑΣΤΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ

Από τη μελέτη της στατιστικής ανάλυσης και με βάση τις συγκρίσεις που έγιναν με χρήση της Ε.Σ.Δ. (Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά) και του test Duncan, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα (πίνακας 14):

Σε ότι αφορά τις ροδακινιές και ειδικότερα την ποικιλία *Caldesi 2000*, οι ετήσιοι βλαστοί φαίνεται να έχουν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε νερό από τους παλιούς βλαστούς στις 30/1 και 5/3. Αντίθετα, στις 14/5 οι διαφορές στην περιεκτικότητα σε νερό δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Όσον αφορά την ποικιλία *Royal Glory*, η περιεκτικότητα σε νερό ήταν μεγαλύτερη στους ετήσιους βλαστούς στις 30/1, μικρότερη στις 14/5, ενώ στις 5/3 παρόμοια με αυτή των παλιότερων βλαστών. Εξετάζοντας τα δεδομένα για την ποικιλία *White Crest*, βγαίνει το συμπέρασμα ότι για τους ετήσιους βλαστούς στις 30/1/02 και στις 14/5/02 δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, ενώ στις 5/3/02 η περιεκτικότητα σε νερό ήταν σημαντικά μικρότερη. Όσον αφορά τους παλιότερους βλαστούς, η περιεκτικότητά τους σε νερό αυξήθηκε σταδιακά από τις 30/1 έως τις 14/5, με τις δύο τελευταίες ημερομηνίες όμως (δηλαδή 5/3 και 14/5) να μην διαφέρουν σημαντικά.

Συγκρίνοντας τις 3 ποικιλίες ροδακινιάς μεταξύ τους, παρατηρούμε ότι στις 30/1/02 δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ούτε για τους ετήσιους, ούτε για τους παλιούς βλαστούς εκτός από τους παλιούς βλαστούς στις ποικιλίες *White Crest* και *Caldesi* (μικρότερη στην *White crest*). Στις 5/3 οι ετήσιοι βλαστοί των *White Crest* και *Caldesi2000* είχαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα νερού από αυτούς της *Royal Glory*, ενώ οι παλιοί βλαστοί της *White Crest* είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση νερού από αυτούς της *Royal Glory* και οι τελευταίοι μεγαλύτερη απ' αυτούς της *Caldesi*. Στις 14/5 οι ετήσιοι βλαστοί της *White Crest* είχαν περισσότερο νερό από αυτούς της *Royal Glory*, ενώ στους παλιότερους βλαστούς είχαμε ίδια περιεκτικότητα νερού για *Caldesi* και *Royal Glory*, όπως επίσης και μεταξύ *Royal Glory* και *White Crest* αλλά στην ποικιλία *Galdesi* η περιεκτικότητα σε νερό ήταν σημαντικά μικρότερη από την περιεκτικότητα σε νερό στην ποικιλία *White crest*. Έτσι φαίνεται ότι υπάρχουν διαφορές στην περιεκτικότητα των βλαστών σε νερό μεταξύ των ανωτέρω ποικιλιών από νωρίς την άνοιξη που μπορεί να οφείλονται στον

παγετό, αλλά πιθανότερο είναι να οφείλονται στον διαφορετικό τρόπο ανάπτυξης των ποικιλιών.

Ανάλογες μετρήσεις μ' αυτές που έγιναν για τις ροδακινιές στο εργαστήριο, έγιναν και για τις βερικοκιές. Στις 30/1 η περιεκτικότητα σε νερό ήταν η ίδια για παλιούς και νέους βλαστούς στην ποικιλία *Bebecu*. Ακριβώς ίδια ήταν η κατάσταση και στις 5 Μαρτίου του 2002. Στις 14/5 τέλος, πάλι η περιεκτικότητα σε νερό δεν διέφερε μεταξύ παλιών και νέων βλαστών της ποικιλίας *Bebecu*, ήταν όμως μεγαλύτερη στους ετήσιους βλαστούς σε σχέση με τις προηγούμενες ημερομηνίες.

Όσον αφορά την ποικιλία *Aurora*, η περιεκτικότητα σε νερό μεταξύ παλιών και νέων βλαστών ήταν η ίδια στις 30 Ιανουαρίου και στις 14 Μαΐου του 2002. Αντίθετα, στις 5/3, οι ετήσιοι βλαστοί είχαν σημαντικά περισσότερο νερό απ' ότι οι παλιοί βλαστοί.

Συγκρίνοντας τις 2 ποικιλίες βερικοκιάς μεταξύ τους διαπιστώνουμε ότι οι ετήσιοι βλαστοί είχαν την ίδια συγκέντρωση νερού στις 30/1 και στις 5/3. Αντίθετα, στις 14/5, η περιεκτικότητα σε νερό των ετήσιων βλαστών της ποικιλίας *Bebecu* ήταν σημαντικά μεγαλύτερη. Όσον αφορά τους παλιούς βλαστούς, η συγκέντρωση σε νερό ήταν η ίδια για όλες τις ημερομηνίες.

Στις μηλιές, για την ποικιλία *Fuji*, διαπιστώνουμε ότι η συγκέντρωση του νερού στους ετήσιους βλαστούς ήταν παρόμοια στις 30 Ιανουαρίου και στις 5 Μαρτίου. Αντίθετα, στις 14 Μαΐου η συγκέντρωση ήταν σημαντικά μικρότερη. Στους παλιούς βλαστούς, η περιεκτικότητα σε νερό ήταν η ίδια στις 30/1 και στις 5/3, καθώς επίσης και στις 30/1 και στις 14/5. Στις 5 Μαρτίου όμως, η περιεκτικότητα σε νερό ήταν σημαντικά μικρότερη απ' ότι στις 14/5. Στις 30/1, παλιοί και νέοι βλαστοί είχαν την ίδια συγκέντρωση νερού. Το ίδιο ίσχυε και για τις 5 Μαρτίου. Αντίθετα στις 14/5, οι ετήσιοι βλαστοί είχαν πολύ μικρότερη συγκέντρωση νερού απ' ότι είχαν οι παλιοί βλαστοί, ενώ αναμενόταν το αντίθετο.

Για την ποικιλία *Smoothee* διαπιστώθηκε ότι η περιεκτικότητα σε νερό ήταν ίδια στους ετήσιους βλαστούς για όλες τις ημερομηνίες. Για τους παλιούς βλαστούς, η περιεκτικότητα σε νερό ήταν η ίδια στις 30 Ιανουαρίου και στις 5 Μαρτίου, αλλά σημαντικά μεγαλύτερη στις 14/5. Επίσης, στις 30 Ιανουαρίου, παλιοί και νέοι βλαστοί είχαν την ίδια συγκέντρωση νερού. Ακριβώς ίδια ήταν η κατάσταση στις 5/3 και στις 14/5/02.

Στην ποικιλία *Gala*, οι ετήσιοι βλαστοί είχαν την ίδια συγκέντρωση νερού στις 30/1 και στις 14/5, ενώ στις 5 Μαρτίου η συγκέντρωση ήταν μεγαλύτερη. Στους

παλιούς βλαστούς η περιεκτικότητα σε νερό στις 5/3 ήταν πολύ μικρότερη σε σχέση τόσο με τις 30/1, όσο και με τις 14/5. Σημαντική ήταν επίσης η διαφορά μεταξύ 30/1 και 14/5 (στις 14/5 η περιεκτικότητα σε νερό ήταν σημαντικά μεγαλύτερη). Συγκρίνοντας, τώρα, παλιούς και νέους βλαστούς μεταξύ τους διαπιστώνουμε ότι στις 30/1 η συγκέντρωση του νερού είναι ίδια. Στις 5 Μαρτίου, οι παλιοί βλαστοί είχαν σημαντικά λιγότερο νερό σε σχέση με τους νέους βλαστούς. Στις 14 Μαΐου τέλος η περιεκτικότητα σε νερό είναι ακριβώς η ίδια σε παλιούς και νέους βλαστούς. Παρά την πολυπλοκότητα των μετρήσεων, φαίνεται ότι η περιεκτικότητα νερού τροποποιείται λίγο με το χρόνο στους ετήσιους βλαστούς, ενώ στους παλιούς υπάρχει μια σαφής τάση αύξησης της περιεκτικότητας νερού από το Μάρτιο στον Μάιο.

Συγκρίνοντας τις 3 ποικιλίες μηλιάς μεταξύ τους, διαπιστώνουμε ότι στις 30 Ιανουαρίου οι ετήσιοι βλαστοί και των 3 ποικιλιών είχαν την ίδια συγκέντρωση νερού. Ακριβώς ίδια είναι η κατάσταση και στους παλιούς βλαστούς. Στους ετήσιους βλαστούς στις 5 Μαρτίου, η συγκέντρωση του νερού είναι η ίδια. Τα πράγματα διαφοροποιούνται σε ότι έχει να κάνει με την περιεκτικότητα σε νερό των παλιών βλαστών. Ενώ στις ποικιλίες *Fuji* και *Smoothee* είναι η ίδια, στην ποικιλία *Gala* είναι στατιστικώς σημαντικά μικρότερη. Στις 14 Μαΐου οι ετήσιοι βλαστοί της ποικιλίας Gala είχαν περισσότερο νερό απ' αυτούς της ποικιλίας *Smoothee*, κι αυτοί με τη σειρά τους σημαντικά περισσότερο απ' τους ετησίου βλαστούς της ποικιλίας *Fuji*. Στους παλιούς βλαστούς παρατηρήθηκε ισορροπία στην περιεκτικότητα σε νερό στις ποικιλίες *Fuji* και *Smoothee*, ενώ στην ποικιλία *Gala* είναι σημαντικά υψηλότερη. Από τα ανωτέρω αποτελέσματα, μπορεί να εξαχθεί σαν πιθανό συμπέρασμα ότι οι πιο πρώιμες ποικιλίες μηλιάς έχουν και πιο υψηλή περιεκτικότητα νερού το Μάιο, καθώς η βλάστηση και η πιο ταχεία ανάπτυξη των καρπών απαιτεί και πιο ταχεία και μαζική κίνηση χυμών.

7.2. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΒΛΑΣΤΩΝ ΣΕ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ

Το δεύτερο κομμάτι των εργαστηριακών αναλύσεων αφορούσε μετρήσεις σχετικά με την περιεκτικότητα των βλαστών σε φαινολικά. Από τη στατιστική ανάλυση (πίνακας 14), προκύπτει ότι τον Ιανουάριο, ετήσιοι και παλιοί βλαστοί της ποικιλίας *Caldesi* είχαν την ίδια περιεκτικότητα σε φαινολικά. Το Μάρτιο (5/3), οι ετήσιοι βλαστοί είχαν σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση φαινολικών σε σύγκριση με τους παλιούς βλαστούς. Ίδια ακριβώς ήταν η κατάσταση και το Μάιο (14/5). Όσον αφορά

μόνο τους ετήσιους βλαστούς, η περιεκτικότητα σε φαινολικά διέφερε στατιστικά και στις 3 ημερομηνίες. Πιο συγκεκριμένα, το Μάρτιο σημείωσε μείωση σε σχέση με τον Ιανουάριο, και αυξήθηκε πάλι το Μάιο (σε επίπεδα μάλιστα, υψηλότερα ακόμα κι απ' αυτά του Ιανουαρίου). Στους παλιούς βλαστούς, η συγκέντρωση σε φαινολικά αυξήθηκε σταθερά από τον Ιανουάριο έως το Μάιο.

Στην ποικιλία *Royal Glory*, οι ετήσιοι βλαστοί στις 30/1 είχαν περισσότερα φαινολικά από τους παλιούς. Αντίθετα, στις 5/3/02, η περιεκτικότητα σε φαινολικά ήταν η ίδια για παλιούς και νέους βλαστούς. Στις 14/5 τέλος, οι ετήσιοι βλαστοί είχαν στατιστικώς σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση σε φαινολικά απ' ότι οι παλιοί βλαστοί. Επίσης, οι ετήσιοι βλαστοί είχαν περισσότερα φαινολικά τον Ιανουάριο σε σχέση με το Μάρτιο και το Μάιο. Τέλος, στις 14/5, οι παλιοί βλαστοί είχαν σημαντικά περισσότερα φαινολικά απ' ότι τον Ιανουάριο και το Μάρτιο. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι τα φαινολικά στους βλαστούς αυξάνονται γενικά το Μάιο σε σχέση με το Μάρτιο και οι παλιοί βλαστοί το Μάιο έχουν περισσότερα φαινολικά από τους ετήσιους.

Συγκρίνοντας τώρα τις 2 ποικιλίες ροδακινιάς μεταξύ τους, διαπιστώνουμε ότι παλιοί και νέοι βλαστοί της ποικιλίας *Caldesi 2000* είχαν μικρότερη συγκέντρωση σε φαινολικά από τους αντίστοιχους της ποικιλίας *Royal Glory* στις 30/1/02. Στις 5/3/02, οι ετήσιοι βλαστοί της *Caldesi* είχαν πολύ μικρότερη συγκέντρωση φαινολικών από αυτούς της ποικιλίας *Royal Glory*. Αντίθετα, οι παλιοί βλαστοί είχαν την ίδια συγκέντρωση φαινολικών. Στις 14 Μαΐου τέλος, οι παλιοί βλαστοί είχαν την ίδια συγκέντρωση σε φαινολικά και για τις 2 ποικιλίες, ενώ οι ετήσιοι βλαστοί της ποικιλίας *Royal Glory* είχαν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινολικά απ' αυτούς της ποικιλίας *Caldesi 2000*. Αυτά τα αποτελέσματα στους βλαστούς μπορεί να συσχετίζονται και με την περιεκτικότητα φαινολικών στους καρπούς των 2 ποικιλιών και θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθούν καθώς σχετίζονται με το καφέτιασμα των καρπών, σοβαρό ποιοτικό πρόβλημα των ροδάκινων οφειλόμενο σε μωλωπισμούς ή μακρά ψυχροσυντήρηση.

Στις βερικοκιές, και ειδικότερα στην ποικιλία *Bebecu*, η συγκέντρωση των φαινολικών στους ετήσιους βλαστούς σημειώνει σταθερή αύξηση με την πάροδο των μηνών. Αντίθετα, στους παλιούς βλαστούς, η συγκέντρωση των φαινολικών δεν μεταβάλλεται από τον Ιανουάριο έως το Μάρτιο, αλλά αυξάνει σημαντικά το Μάιο. Μεταξύ των βλαστών τώρα, διαπιστώνουμε ότι στις 30/1 οι ετήσιοι βλαστοί είχαν λιγότερα φαινολικά από τους παλιούς. Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει κι από τις

μετρήσεις που έγιναν στις 14 Μαΐου του 2002, ενώ στις 5 Μαρτίου, παλιοί και νέοι βλαστοί είχαν την ίδια συγκέντρωση σε φαινολικά.

Στην ποικιλία *Aurora*, ενώ η συγκέντρωση των φαινολικών στους ετήσιους βλαστούς δεν μεταβάλλεται από τον Ιανουάριο έως το Μάρτιο, αυξάνει σημαντικά το Μάιο. Παρόμοια είναι η κατάσταση και στους παλιούς βλαστούς. Στις 30/1/02, παλιοί και νέοι βλαστοί είχαν την ίδια συγκέντρωση φαινολικών. Το Μάρτιο, οι ετήσιοι βλαστοί είχαν περισσότερα φαινολικά από τους παλιούς, ενώ το Μάιο, η κατάσταση ήταν ακριβώς αντίστροφη. Βλέπουμε λοιπόν ότι και στις βερικοκιές τα φαινολικά των βλαστών αυξάνονται το Μάιο σε σχέση με το Μάρτιο και το Μάιο, οι παλιοί βλαστοί έχουν περισσότερα φαινολικά από τους ετήσιους. Είναι πιθανό οι μεταβολές και διαφορές αυτές να είναι κοινές στα πυρηνόκαρπα.

Συγκρίνοντας τις ποικιλίες *Bebecu* και *Aurora* μεταξύ τους, διαπιστώνουμε ότι σ' όλες τις ημερομηνίες οι ετήσιοι βλαστοί τους είχαν την ίδια συγκέντρωση φαινολικών. Ακριβώς ίδια ήταν η κατάσταση και στους παλιούς βλαστούς.

Στις μηλιές και πιο συγκεκριμένα στην ποικιλία *Fuji,* οι ετήσιοι βλαστοί είχαν περισσότερα φαινολικά από τους παλιούς στις 30/1. Η κατάσταση αντιστρέφεται στις 5 Μαρτίου, ενώ το Μάιο, οι ετήσιοι βλαστοί είχαν σημαντικά περισσότερα φαινολικά από τους παλιούς. Όσον αφορά τους ετήσιους βλαστούς, αυτοί παρουσίασαν τη μέγιστη συγκέντρωση φαινολικών στις 14/5 και την ελάχιστη στις 5/3. Η συγκέντρωση των φαινολικών ήταν ενδιάμεση στις 30 Ιανουαρίου. Πάντως, όλες οι τιμές διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Στους παλιούς βλαστούς, τα φαινολικά παρουσίασαν σταδιακή αύξηση με την πάροδο του χρόνου.

Στην ποικιλία *Smoothee*, ετήσιοι και παλιοί βλαστοί δεν διέφεραν σημαντικά όσον αφορά την περιεκτικότητα σε φαινολικά στις 30/1/02 και στις 5/3/02. Αντίθετα, στις 14 Μαΐου οι ετήσιοι βλαστοί είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών από τους παλιού. Μεταξύ των ετησίων βλαστών, δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις 30/1 και στις 5/3, σε αντίθεση με τις 14 Μαΐου που τα φαινολικά ήταν σημαντικά αυξημένα. Μεταξύ των παλιών βλαστών διαπιστώθηκε σταδιακή αύξηση στη συγκέντρωση των φαινολικών καθώς περνούσαν οι μήνες.

Τέλος, στην ποικιλία *Gala*, τα φαινολικά στους ετήσιους βλαστούς σημείωσαν στατιστικώς σημαντική μείωση το Μάρτιο σε σχέση με τον Ιανουάριο, για να επανέλθουν το Μάιο στα επίπεδα του Ιανουαρίου. Στους παλιούς βλαστούς, τα φαινολικά αυξήθηκαν σταθερά με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, και στις 3 ημερομηνίες υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα σε

φαινολικά μεταξύ ετησίων και παλιών βλαστών. Πιο συγκεκριμένα, στις 30/1/02 οι ετήσιοι βλαστοί είχαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινολικά από τους παλιούς βλαστούς, ενώ στις 5/3/02 και 14/5/02 οι παλιοί βλαστοί είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών από τους ετήσιους. Στις μηλιές, επομένως, δεν βρέθηκαν σταθερές διαφορές όσον αφορά τα φαινολικά, μεταξύ ετήσιων και παλιών βλαστών. Πάντως και στις μηλιές, όπως και στις ροδακινιές και βερικοκιές, η συγκέντρωση φαινολικών στους βλαστούς αυξήθηκε το Μάιο.

Συγκρίνοντας, τέλος, τις 3 ποικιλίες μηλιάς μεταξύ τους, διαπιστώνουμε ότι η συγκέντρωση των φαινολικών στους ετήσιους βλαστούς τον Ιανουάριο είναι η ίδια για *Fuji* και *Gala* και σημαντικά μικρότερη για την ποικιλία *Smoothee*. Ίδια είναι τα πράγματα και για τους παλιούς βλαστούς. Στις 5/3/02 οι ετήσιοι βλαστοί των *Fuji* και *Smoothee* όπως και των *Fuji* και *Gala* είχαν την ίδια συγκέντρωση φαινολικών αλλά οι ετήσιοι της *Smoothee* είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών απ' αυτούς της *Gala*. Στους παλιούς βλαστούς, *Fuji* και *Gala* είχαν την ίδια συγκέντρωση φαινολικών που ήταν μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση στους παλιούς βλαστούς της ποικιλίας *Smoothee*. Τέλος, στις 14 Μαΐου του 2002 η συγκέντρωση των φαινολικών στους ετήσιους βλαστούς ακολούθησε τη σειρά *Smoothee>Fuji>Gala*, ενώ στους παλιούς βλαστούς, *Smoothee* και *Gala* είχαν την ίδια περιεκτικότητα φαινολικών, και στην ποικιλία *Fuji* είχαν στατιστικώς σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση σε φαινολικά από τις 2 προηγούμενες ποικιλίες. Επομένως, δεν βρέθηκαν σταθερές διαφορές μεταξύ των 3 ποικιλιών μηλιάς όσον αφορά τα φαινολικά στους βλαστούς.

Πίνακας 14: Επίδραση της ποικιλίας, εποχής δειγματοληψίας και ηλικίας των βλαστών στη συγκέντρωση σε νερό και σε φαινολικά σε διάφορες ποικιλίες βερικοκιάς, μηλιάς και ροδακινιάς.

Ποικιλία	Ημερομηνία	Ηλικία βλαστών	Περιεκτικότητα σε φαινολικά (g γαλλικού οξέος / 100 g ιστού)	Περιεκτικότητα σε νερό (%)
Bebecu (βερικοκιά)	30/1/02	Ετήσιος	16,4	50,5
		Παλιός	21,2	45,7
	5/3/02	Ετήσιος	23,2	47
		Παλιός	18,4	46
	14/5/02	Ετήσιος	32,7	55,3
		Παλιός	52,2	53,5
Aurora (βερικοκιά)	30/1/02	Ετήσιος	18,8	48,3
		Παλιός	19	46,2
	5/3/02	Ετήσιος	22,8	48,6
		Παλιός	16	43,8

	14/5/02	Ετήσιος	29,7	46,3
		Παλιός	51	45,8
Fuji (μηλιά)	30/1/02	Ετήσιος	36	49,4
		Παλιός	25,2	49,7
	5/3/02	Ετήσιος	22,6	47,8
		Παλιός	33	46,6
	14/5/02	Ετήσιος	65,2	37,8
		Παλιός	46	52,4
Smoothee (μηλιά)	30/1/02	Ετήσιος	22	44,9
		Παλιός	21,4	46,6
	5/3/02	Ετήσιος	26,3	49,5
		Παλιός	26	45,5
	14/5/02	Ετήσιος	71,4	48,4
		Παλιός	51,3	51,3
Gala (μηλιά)	30/1/02	Ετήσιος	38,7	41,8
		Παλιός	26,1	48,4
	5/3/02	Ετήσιος	19,6	45,7
		Παλιός	30,7	28,3
	14/5/02	Ετήσιος	40,4	58,8
		Παλιός	51,9	59,2
Caldesi 2000 (ροδακινιά)	30/1/02	Ετήσιος	22	51,2
		Παλιός	20,9	42,6
	5/3/02	Ετήσιος	13,7	50,6
		Παλιός	29,3	31,8
	14/5/02	Ετήσιος	30,3	45,3
		Παλιός	46,1	43,3
Royal glory (ροδακινιά)	30/1/02	Ετήσιος	41,1	51,3
		Παλιός	33,8	41,4
	5/3/02	Ετήσιος	35,9	44,3
		Παλιός	33,2	43
	14/5/02	Ετήσιος	36	29,9
		Παλιός	46,9	47,4
White Crest (ροδακινιά)	30/1/02	Ετήσιος	25,2	51,7
		Παλιός	47,8	34,6
	5/3/02	Ετήσιος	35,4	41,4
		Παλιός	61,4	50,7
	14/5/02	Ετήσιος	54,8	52,1
		Παλιός	57,1	54,7
Σημαντικότητα				
Ποικιλία			***	
Ημερομηνία			***	
Ηλικία			**	
Ποικ*Ημερ*Ηλικ			***	
Ποικιλία				*
Ημερομηνία				**
Ηλικία				NS
Ποικ*Ημερ*Ηλικ				**
Ε.Σ.Δ.			4,53	4,46

8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το φθινόπωρο του 2001 χαρακτηρίσθηκε από σχετικά υψηλές θερμοκρασίες με ταυτόχρονη απουσία παγετών έως τα μέσα του Δεκεμβρίου. Τα φυλλοβόλα δέντρα σκληραγωγούνται σε 3 στάδια, με βάση τις επικρατέστερες θεωρίες τουλάχιστον. Φαίνεται λοιπόν, ότι το στάδιο ΙΙ της σκληραγώγησης δεν είχε επιτευχθεί. Η αντοχή των δέντρων (οφθαλμών, φλοιού, ξύλου) αναμενόταν να είναι περίπου στους -15°C. Δυστυχώς, μετρήσεις της αντοχής των οφθαλμών των οπωροφόρων δέντρων στις χαμηλές θερμοκρασίες δεν γίνονται συστηματικά στην Ελλάδα όπως σε άλλες περιοχές του κόσμου με δριμείς χειμώνες.

Από τις 17 Δεκεμβρίου και μετά η θερμοκρασία ήταν κάτω από τους 0°C, με συνεχή πτωτική τάση, φτάνοντας στις 19 και 20 Δεκεμβρίου τους -19°C και -20°C με καθαρό ουρανό. Στις 18 Δεκεμβρίου είχε προηγηθεί ισχυρή χιονόπτωση. Επειδή ο μετεωρολογικός σταθμός βρισκόταν κοντά σε κατοικημένη περιοχή και σε ύψος 1,5 μέτρα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, θεωρείται βέβαιο ότι οι πραγματικές θερμοκρασίες πάνω από την επιφάνεια του χιονιού στις αγροτικές περιοχές ήταν ακόμα πιο χαμηλές. Είναι σαφές λοιπόν, ότι υπήρχε σημαντικός κίνδυνος τόσο για τους ανθοφόρους οφθαλμούς, όσο και για το φυτικό κεφάλαιο. Επιπλέον, ενώ το διάστημα Δεκέμβριος 2001 – Ιανουάριος 2002 συνοδεύτηκε από ισχυρούς παγετούς, οι καιρικές συνθήκες έγιναν αρκετά ζεστές αργότερα το χειμώνα. Έτσι, πολλά δέντρα αναπτύχθηκαν ταυτόχρονα, με πρωιμότερη του κανονικού άνθιση νωρίς το Μάρτιο.

Οι ανθοφόροι οφθαλμοί στις ποικιλίες ροδακινιάς *Royal Glory* και *Caldesi 2000* ήταν παγωμένοι σε μεγάλο ποσοστό (70%) τον Ιανουάριο και η ανθοφορία ήταν κατώτερη του αναμενόμενου την άνοιξη. Το καφέτιασμα που εντοπίστηκε σε γόνατα και φλοιό ετησίων βλαστών τον Ιανουάριο εξαφανίστηκε τον Μάρτιο. Επίσης, η καρποφορία ποίκιλε από δέντρο σε δέντρο, σε γενικές γραμμές όμως ήταν από μέτρια έως χαμηλή. Η βλάστηση ήταν κανονική. Επίσης, φαίνεται να υπάρχουν διαφορές στην περιεκτικότητα των βλαστών μεταξύ των ποικιλιών από νωρίς την άνοιξη, που μπορεί να οφείλονται στον παγετό αλλά το πιθανότερο είναι να οφείλονται στον διαφορετικό τρόπο ανάπτυξης των ποικιλιών. Τέλος, τα φαινολικά αυξήθηκαν το Μάιο σε σχέση με τον Μάρτιο και οι παλιοί βλαστοί είχαν περισσότερα φαινολικά από τους ετήσιους.

Όσον αφορά τις βερικοκιές, τόσο η ποικιλία Μπεμπέκου όσο και η ποικιλία *Aurora* είχαν ελάχιστους παγωμένους ανθοφόρους οφθαλμούς τον Ιανουάριο. Τα γόνατα παρουσίαζαν ελαφρύ καφέ μεταχρωματισμό ο οποίος όμως εξαφανίστηκε με την πάροδο του χρόνου. Η άνθιση και η καρποφορία ήταν κανονικές. Επίσης, τα φαινολικά αυξήθηκαν τον Μάιο σε σχέση με το Μάρτιο, ενώ το Μάιο, οι παλιοί βλαστοί είχαν περισσότερα φαινολικά από τους ετήσιους.

Σε όλες τις ποικιλίες μηλιάς η βλάστηση και η καρποφορία ήταν κανονική. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί τον Ιανουάριο ήταν υγιείς αλλά τα καρποφόρα όργανα ήταν ελαφρώς καφέ. Παρά την πολυπλοκότητα των μετρήσεων, φαίνεται ότι η περιεκτικότητα σε νερό στους ετήσιους βλαστούς τροποποιείται λίγο με το χρόνο, ενώ στους παλιούς βλαστούς υπάρχει μια σαφής τάση αύξησης της περιεκτικότητας σε νερό από τον Μάρτιο στον Μάιο. Είναι πιθανό λοιπόν, ότι οι πρώιμες ποικιλίες μηλιάς έχουν και πιο υψηλή περιεκτικότητα σε νερό τον Μάιο, καθώς η βλάστηση και η πιο ταχεία ανάπτυξη των καρπών απαιτεί και πιο ταχεία κίνηση χυμών που δε σημαίνει βέβαια και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε νερό. Τέλος, όσον αφορά τα φαινολικά, δεν βρέθηκαν σταθερές διαφορές μεταξύ ετησίων και παλιών βλαστών. Πάντως, στις μηλιές όπως και στις ροδακινιές και βερικοκιές, η συγκέντρωση των φαινολικών στους βλαστούς αυξήθηκε τον Μάιο. Έτσι φαίνεται ότι η περιεκτικότητα σε φαινολικά και σε νερό των φυτικών οργάνων δεν συσχετίστηκαν με τη ζημιά από τον παγετό κυρίως διότι τα οπωροφόρα που μελετήθηκαν τα φαινολικά και υδατοπεριεκτικότητα δεν υπέστησαν ουσιαστικές ζημιές τελικά πλην των ανθοφόρων οφθαλμών της ροδακινιάς.

Τα καρποφόρα όργανα και οι ανθοφόροι οφθαλμοί στις κερασιές υπέστησαν σοβαρές ζημιές. Το σύνολο των ανθοφόρων τον Ιανουάριο φαίνονταν νεκροί τον Ιανουάριο αλλά το 30% αυτών άνθισαν την άνοιξη. Λόγω όμως της ζημιάς στα καρποφόρα όργανα η παραγωγή ήταν μηδενική και τα περισσότερα καρποφόρα όργανα νεκρώθηκαν έως τον Μάιο. Όσα καρποφόρα επέζησαν ανέπτυξαν νέα, υγιή προέκταση, ενώ το παλιό τμήμα του οργάνου παρέμεινε καφέ έως τον Αύγουστο. Οι βλαστοί παρουσίασαν ελαφρύ καφέτιασμα κυρίως στο φλοιό που παρέμεινε έως τον Μάιο.

Το 50% των ανθοφόρων οφθαλμών στις δαμασκηνιές της ποικιλίας *Angeleno* ήταν νεκροί τον Ιανουάριο και τα καρποφόρα όργανα ζημιωμένα αλλά η παραγωγή την άνοιξη ήταν σχεδόν κανονική. Το ελάχιστο καφέτιασμα στο φλοιό ή στο ξύλο των βλαστών υποχώρησε την άνοιξη. Αντίθετα στην ποικιλία *Black Beauty*

παρουσιάστηκε έντονο στρεσάρισμα που οδήγησε σε καρπόπτωση και φυλλόπτωση. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2003 τα 3 δέντρα της ποικιλίας νεκρώθηκαν, ενώ το ένα παρέμεινε ασθενικό.

Στις ποικιλίες Ετρούσκα, Κοντούλα και Κρυστάλλι οι ανθοφόροι οφθαλμοί δε ζημιώθηκαν σημαντικά και έτσι η παραγωγή ήταν κανονική, αν και διέφερε πολύ από δέντρο σε δέντρο. Παρουσιάστηκε καφέ μεταχρωματισμός στο ξύλο των καρποφόρων οργάνων και στο φλοιό των ετήσιων βλαστών που όμως εξαφανίστηκε τον Αύγουστο.

Στις κυδωνιές δεν είχαμε ιδιαίτερες ζημιές. Παρουσιάστηκε μόνο ελαφρύς καφέ μεταχρωματισμός στη βάση των ανθοφόρων οφθαλμών χωρίς περαιτέρω συνέπειες στη βλαστική ανάπτυξη και στην καρποφορία. Είναι προφανές, ότι σε όλα τα δέντρα το νεκρό ξύλο από τις ουλές των καρπών της προηγούμενης χρονιάς διευκόλυνε την ανάπτυξη του παγώματος στο εσωτερικό του καρποφόρου οργάνου και συνεπώς, την πρόκληση ζημιών σε αυτό.

Οι καρυδιές υπέστησαν σημαντικότατες ζημιές που εντοπίζονταν στον έντονο μεταχρωματισμό στο φλοιό και στο ξύλο σε όλο το δέντρο και στη νέκρωση όλων τον οφθαλμών, ώστε η επιβίωσή των δέντρων τον Ιανουάριο να θεωρείται αδύνατη. Τελικά όμως, την άνοιξη είχαμε επίκτητους οφθαλμούς, εκβλάστηση και δημιουργία νέου καμβίου σταδιακά, που είχε ως αποτέλεσμα τα περισσότερα δέντρα τελικά να επιβιώσουν και να επανέλθουν σε κανονική ανάπτυξη και καρποφορία την επόμενη χρονιά.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι οι μηλιές, οι βερικοκιές, οι ροδακινιές και οι κυδωνιές παρουσίασαν ιδιαίτερη αντοχή στους χειμερινούς παγετούς σε σχέση με τα υπόλοιπα φυλλοβόλα οπωροφόρα που μελετήθηκαν. Η εκτίμηση της ζημιάς στους ανθοφόρους οφθαλμούς ήταν εύκολη και ακριβής τον Ιανουάριο, ενώ οι παρατηρήσεις για καφέτιασμα στα καρποφόρα όργανα και στους βλαστούς δεν συσχετίζονταν με την τελική ζημιά στην παραγωγή και στο φυτικό κεφάλαιο. Οι αναλύσεις της περιεκτικότητας των βλαστών σε νερό και σε φαινολικά δεν στάθηκαν ικανά να χρησιμεύσουν για την παρακολούθηση ή την πρόγνωση της ζημιάς από το πάγωμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΓΑΒΑΛΑΣ Ν.Α., 1990 – Βασικές γνώσεις αρχών και μεθόδων. Φυσιολογία φυτών. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.
2. ΚΑΡΑΤΑΓΛΗΣ Σ., 1992 – Φυσιολογία φυτών. Εκδόσεις ART of TEXT, Θεσσαλονίκη, σελ. 50
3. ΜΗΤΣΙΟΣ Ι.Κ. και συνεργάτες, 2000 – Εδαφολογική μελέτη του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα, σελ. 34-40
4. ΠΟΝΤΙΚΗΣ Κ.Α. 1987 – Ειδική Δενδροκομία. Ακρόδρυα – Πυρηνόκαρπα – Λοιπά Καρποφόρα. Εκδόσεις ΚΑΡΑΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ, Αθήνα, σελ. 254-256, 346-347
5. ΣΦΑΚΙΩΤΑΚΗΣ Ε.Μ. – Μαθήματα Γενικής Δενδροκομίας, Εκδόσεις TypoMAN, Θεσσαλονίκη, σελ. 16-17, 61-91
6. ASHWORTH E.N., DAVIS G.A., 1987 - *Influence of ice nucleation temperature on the freezing of peach flower buds.* - HortScience, 22 (5): 923-925.
7. ASHWORTH E.N., ROWSE D.J., BILLMYER L.A., 1983 - *The freezing of water in woody tissues of apricot and peach and the relationship to freezing injury.* - J. Amer.Soc. Hort. Sci., 108 (2): 299-303.
8. HOWELL G.S., WEISER C.J., 1970 - *The environmental control of cold acclimation in apple.* - Plant Physiol., 43 (2): 390-394.
9. NERI D., FILITI N., 1989 - *Recuperative capacity of mixed buds of pear damaged by frost.* -Riv. Frutticoltura Ortofloricoltura, 51 (2): 37-40.
10. NILSEN E.T., ORCUTT D.M. – Physiology of plants under stress. Abiotic factors, WILE – 1 pp. 735-739
11. PELLETT N.E., HELEBA D.A., 1998 - *Comparing callus growth with discoloration and electrical conductivity as measures of stem injury after freezing woody plants.* J. Amer. Soc. Hort Sci, 123 (5): 826-831.
12. PROEBSTING E.X., 1970 - *Relation of Fall and Winter temperatures to flower bud behavior and wood hardiness of deciduous fruit trees.* HortScience, 5 (5): 422-424.
13. QUAMME H.A., SU W.A., VETO L.J., 1995 - *Anatomical features facilitating supercooling of the flower within the dormant peach flower bud.* J. Amer. Soc. Hort. Sci., 120 (5): 814-822.

14. SAVAGE E.F., 1970 - *Cold injury as related to cultural management and possible protective devices for dormant peach trees.* HortScience, 5 (5): 425-427.
15. WEISER C.J., 1970 - *Cold acclimation in woody plants.* HortScience, 5 (5): 403-410.
16. WESTWOOD M.N., 1995 - *Temperate - zone pomology* - 3rd Ed., Timber Press, Portland, Oregon, pp.523.
17. WILLETT M.J., PROEBSTING E.X., REDMANN III R.E., 1994 - *Protecting stone fruit flower buds from winter freeze damage.* HortTechnol., 4 (1): 16-20.