

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αντιπαγετική προστασία εσπεριδοειδών στο Νομό Αργολίδας



Σπουδαστής: ΒΛΑΜΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

Υπεύθυνος Καθηγητής: Λιναρδόπουλος Χρήστος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.3
---------------	-------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1.ΠΑΓΕΤΟΣ (ορισμός)	σελ.5
1.2.ΖΗΜΙΕΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΓΕΤΟ	σελ.9
1.3.ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΒΛΑΒΕΣ	σελ.12
1.4 Ο ΠΑΓΕΤΟΣ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ.....	σελ.15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΠΑΓΕΤΩΝ

2.1. ΕΜΜΕΣΑ Ή ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	σελ.17
2.1.1.Κατάλληλη τοπογραφική θέση.....	σελ.17
2.1.2.Εκλογή κατάλληλου είδους και ποικιλίας φυτού	σελ.18
2.1.3. Το κλάδεμα	σελ.18
2.1.4. Η σωστή λίπανση	σελ.19
2.1.5. Η καλή ζιζανιοκτονία	σελ.19
2.1.6. Τα σκαλίσματα	σελ.19
2.1.7. Η υγεία των δένδρων	σελ.20
2.1.8. Οι ψεκασμοί με χαλκούχα φάρμακα	σελ.20
2.1.9. Η προστασία των νεαρών δένδρων με καλύμματα	σελ.20
2.1.10. Τα φράγματα ροής αέρα	σελ.21
2.1.11. Το φύλλωμα των δένδρων.....	σελ.21
2.2 ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	σελ.21
2.2.1. Θερμάστρες πετρελαίου	σελ.21
2.2.2.Κεριά Παραφίνης.....	σελ.22
2.2.3. Η δημιουργία σύννεφου καπνού	σελ.22
2.2.4. Στερεά καύσιμα	σελ.22
2.2.5 Η άρδευση	σελ.23
2.2.6 Η τεχνητή βροχή.....	σελ.24
2.2.6.1. Εφαρμογή τεχνητής βροχή πάνω από τα δένδρα.....	σελ.28
2.2.6.2.Εφαρμογή τεχνητής βροχής κάτω από τα δένδρα.	σελ.30
2.2.6.3.Τεχνητή βροχή – Υδρονέφωση	σελ.31

2.2.6.4. Σύγκριση υδρονέφωσης και τεχνητής ομίχλης.....	σελ.35
2.2.7. Ο αντιπαγετικός ανεμιστήρας (ανεμομείκτης).....	σελ.26
2.2.8. Αντιπαγετική προστασία με ανεμομείκτες στην Ιταλία	σελ.50
2.2.9. Τα ελικόπτερα.....	σελ.51
2.2.10. Η τεχνητή ομίχλη.....	σελ.52
2.2.11. Η δημιουργία σύννεφου καπνού.....	σελ.53
2.2.12. Οι ανεμοθραύστες	σελ.54
2.2.13. Ο ψεκασμός με χημικές ουσίες	σελ.55
2.2.14. Η κάλυψη των καλλιεργειών	σελ.56
2.2.15. Ψεκασμός με αφρώδη υλικά.....	σελ.56
2.2.16. Η χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας.....	σελ.57
2.2.17. Η προστασία με έλεγχο των παγοποιητικών βακτηριών.	σελ.57
2.3. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΔΥΟ ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ	σελ.58
2.3.1. Ανεμομείκτες σε συνδυασμό με θερμάστρες	σελ.58
2.3.2. Ανεμομείκτες σε συνδυασμό με τεχνητή βροχή	σελ.59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛ.Γ.Α.....	σελ.61
3.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	σελ.66
3.3. ΦΡΟΝΤΙΔΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΑΓΕΤΟΠΛΗΚΤΑ ΔΕΝΔΡΑ.....	σελ.68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.70

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα εσπεριδοειδή έχουν μεγάλη σημασία για την παγκόσμια αλλά και για την ελληνική οικονομία και ιδιαίτερα την οικονομία του Ν.Αργολίδας. Η συνολική παραγωγή εσπεριδοειδών στον κόσμο είναι περίπου 85.000.000 τόνοι κάθε χρόνο. Από αυτά τα 66% περίπου 56.000.000 τόνοι είναι πορτοκάλια. Το 17% περίπου 15.000.000 είναι μανταρινοειδή. Το 10% δηλαδή 8.500.000 τόνοι είναι λεμόνια και το 7% περίπου 6.000.000 τόνοι είναι γκρέιπ-φρουτ. Από το σύνολο παραγωγής εσπεριδοειδών περίπου 60.000.000 τόνοι παράγονται στο Βόρειο Ημισφαίριο 25.000.000 τόνοι στο Νότιο Ημισφαίριο. Ο μεγαλύτερος παραγωγός στον κόσμο είναι η Βραζιλία με παραγωγή περίπου 20.000.000 τόνων. Περίπου 15.000.000 τόνοι παράγουν οι ΗΠΑ και 16.500.000 τόνους οι χώρες της Μεσογείου. Στο επίπεδο των 10.000.000 τόνων είναι η Κίνα 5.000.000 τόνους παράγει το Μεξικό 2.500.000 τόνους παράγει η Αργεντινή, 2.000.000 τόνους παράγει η Ιαπωνία, 1.200.000 τόνους παράγει η Νότια Αφρική, 750.000 τόνους παράγει η Κούβα. Από 500.000 παράγουν Αυστραλία και η Βενεζουέλα. Από τις χώρες της Μεσογείου ο μεγαλύτερος παραγωγός είναι η Ισπανία με περίπου 5.500.000 τόνους το χρόνο, ακολουθεί η Αίγυπτος με 2.500.000 τόνους και αυξητική τάση, η Ιταλία με 2.500.000 τόνους, η Τουρκία με 1.600.000 τόνους, το Μαρόκο με 1.300.000 τόνους, η Ελλάδα παράγει ετησίως περίπου 1.100.000 τόνους και συγκεκριμένα ο Ν.Αργολίδας παράγει περίπου 450.000 τόνους εσπεριδοειδών ετησίως.

Πρέπει να σημειωθεί ότι προκειμένου να επιτευχθεί υψηλή απόδοση της καλλιέργειας με ικανοποιητικό οικονομικό αποτέλεσμα πρέπει να γίνει καταπολέμηση των ζιζανίων που εμφανίζονται και ανταγωνίζονται την καλλιέργεια των εσπεριδοειδών αλλά και η έγκαιρη πρόληψη και αντιμετώπιση των προβλημάτων φυτοπροστασίας.

Εκτός των προβλημάτων φυτοπροστασίας οι παραγωγοί καλούνται να αντιμετωπίσουν και τις αντίξοες καιρικές συνθήκες και κυρίως τον παγετό ο οποίος ζημιώνει σε μεγάλο βαθμό την καλλιέργεια.

Τα τελευταία χρόνια άρχισε να εφαρμόζεται αντιπαγετική προστασία στην καλλιέργεια των εσπεριδοειδών καθώς και σε άλλες καλλιέργειες οι οποίες αντιμετώπιζαν προβλήματα από την εμφάνιση του παγετού.

Με τον όρο αντιπαγετική προστασία εννοούμε την εφαρμογή κάποιων μεθόδων έχοντας ως σκοπό να προστατευθεί η φυτική παραγωγή και το φυτικό

κεφάλαιο από τα καταστρεπτικά αποτελέσματα ενός παγετού. Η προστασία που παρέχουν οι μέθοδοι αντιπαγετικής προστασίας άλλοτε περιορίζουν σημαντικά τις ζημιές και άλλοτε προστατεύουν ολοκληρωτικά τις καλλιέργειες.

Στο πρώτο κεφάλαιο, θα αναφερθούμε στους παράγοντες που επηρεάζουν τον σχηματισμό του παγετού, επίσης τις ζημιές που προκαλούνται από τον παγετό και τέλος τους μηχανισμούς που δημιουργούν βλάβες στα φυτά.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναλύσουμε τα μέτρα που διατίθενται για την αντιμετώπιση του παγετού.

Τέλος στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσουμε το καθεστώς που επικρατεί στις επιχορηγήσεις που δίνει ο Οργανισμός των Ελληνικών Γεωργικών ασφαλίσεων όπως και στην αξιολόγηση των μεθόδων αντιπαγετικής προστασίας.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους γεωπόνους της Διεύθυνσης Γεωργίας Αργολίδας όπως και στη Διεύθυνση Γεωργίας Δυτικής Πελοποννήσου και στους Γεωπόνους Λιναρδόπουλο Χρήστο και Άγγελο Δημητρακόπουλο, οι οποίοι πρόθυμα με βοήθησαν στη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για την εκπόνηση της παρούσης μελέτης. Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου που με βοήθησαν να φτάσω ως εδώ αλλά και στον ξάδερφό μου για την βοήθεια που μου πρόσφερε για την διεκπεραίωση της πτυχιακής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

1.1.ΠΑΓΕΤΟΣ (ορισμός)

Το φαινόμενο της πτώσης της θερμοκρασίας του αέρα, κοντά στην επιφάνεια της γης, στους 0°C ή και χαμηλότερα ονομάζεται **παγετός**. Οι παγετοί διακρίνονται:

- **Ανάλογα με την εποχή που σημειώνονται σε:**

- α) πρώιμους ή φθινοπωρινούς παγετούς
- β) χειμερινούς παγετούς
- γ) ανοιξιάτικους ή όψιμους παγετούς

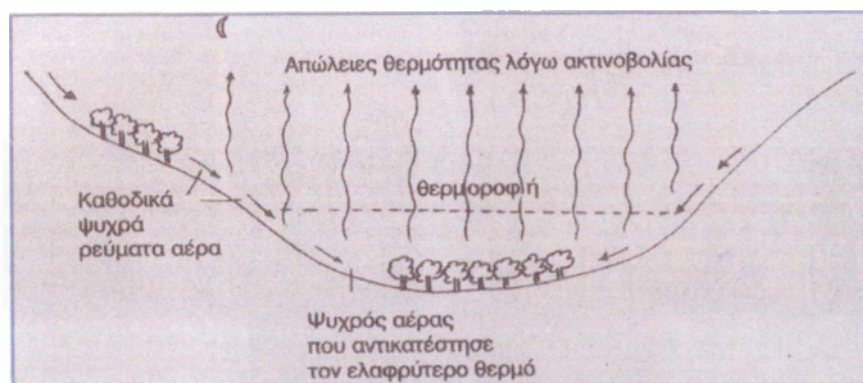
- **Ανάλογα με το χρόνο παραμονής της θερμοκρασίας στους 0°C σε:**

- α) ολικό παγετό, διάρκειας 24ωρών στους 0°C
- β) μερικό παγετό, στην περίπτωση που το φαινόμενο διαρκεί λίγες ώρες

- **Επίσης, ο παγετός χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες**

A. ΜΕΤΩΠΙΚΟΣ ΠΑΓΕΤΟΣ

Ο μετωπικός παγετός εμφανίζεται τον χειμώνα και η θερμοκρασιακή πτώση οφείλεται στη διέλευση ψυχρών μαζών αέρα με μεγάλη ταχύτητα, οι οποίοι προέρχονται από βόρειες περιοχές δημιουργώντας ζημιές στα εσπεριδοειδή την ημέρα και τη νύχτα. Το φαινόμενο είναι ευρύτερα γνωστό και ως «φυγιά».



Εικόνα 1. Διάγραμμα της κίνησης των αερίων μαζών σε περίπτωση παγετού από ακτινοβολία

B. ΠΑΓΕΤΟΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Το συγκεκριμένο είδος παγετού εμφανίζεται κατά την άνοιξη, στους όψιμους παγετούς και προκαλεί ζημιές στα φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα, καθώς και το φθινόπωρο. Συνήθως εμφανίζονται τις βραδινές ώρες όταν επικρατεί αίθριος καιρός με ασθενείς ανέμους. Οφείλεται στην πτώση της θερμοκρασίας λόγω απώλειας θερμότητας από το περιβάλλον λόγω ακτινοβολίας.

Τις νύχτες και τις πρωινές ώρες με συνθήκες σχετικής νηνεμίας της ατμόσφαιρας, καθαρού ουρανού και χαμηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας το έδαφος και οι επιφάνειες των διαφόρων φυτικών μερών ακτινοβολούν θερμότητα προς στο περιβάλλον. Λόγω αυτής της απώλειας θερμικής ενέργειας οι επιφάνειες του εδάφους και των φυτών ψύχονται και μαζί τους ψύχεται και ο αέρας που έρχεται σε επαφή με τα φυτά και το έδαφος. Εν συνεχεία και λόγω του ότι η ανάμειξη των αέριων μαζών είναι δύσκολη, ο ψυχρός αυτός αέρας, πυκνότερος και βαρύτερος, παραμένει στα χαμηλότερα επίπεδα κοντά στο έδαφος και τα φυτά. Ο παγετός μετακινούμενος προς τις χαμηλότερες θέσεις κατά μήκος των γραμμών κλίσεως του εδάφους ψύχεται συνεχώς όλο και περισσότερο εφ' όσον η θερμοκρασία του εδάφους συνεχίζει να πέφτει, σε αντίθεση με τα υψηλότερα στρώματα του ατμοσφαιρικού αέρα που παραμένουν αρκετά θερμότερα, έτσι ώστε να παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα με την αύξηση του ύψους από την επιφάνεια του εδάφους. Η αύξηση της θερμοκρασίας παρατηρείται μέχρι ενός συγκεκριμένου ύψους μετά το οποίο η τιμή της θερμοκρασίας αρχίζει και πάλι να μειώνεται. Το συγκεκριμένο φαινόμενο ονομάζεται *θερμοκρασιακή αντιστροφή* ή *αναστροφή* και το στρώμα του αέρα που έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία ονομάζεται *θερμοροφή*. Καταστάσεις που ευνοούν την απότομη αντιστροφή της θερμοκρασίας συντελούν στο σχηματισμό μικρού ύψους θερμοροφής, ενώ όταν έχουμε βαθμιαία αναστροφή θερμοκρασίας έχουμε μεγάλο ύψους θερμοροφή.

Το μέγεθος της αναστροφής εξαρτάται:

- Από τη θερμοκρασία του εδάφους.
- Από την σχέση με την οποία η θερμότητα μεταφέρεται από την ατμόσφαιρα στην επιφάνεια του εδάφους.
- Από την διάρκεια της νύχτας και την ποσότητα της ατμοσφαιρικής ακτινοβολίας.

- Από την θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας που προηγείται του παγετού.

Ο παγετός ακτινοβολίας χωρίζεται σε λευκό και μαύρο ή μελανό ανάλογα με το σχηματισμό ή όχι πάχνης. Όταν υπάρχουν υδρατμοί στην ατμόσφαιρα με την πτώση της θερμοκρασίας αυξάνεται η σχετική υγρασία μέχρι το θερμομετρικό βαθμό δρόσου όπου έχουμε απόθεση υδρατμών στην επιφάνεια του εδάφους νωρίς τις πρωινές ώρες, με την μορφή σταγονιδίων. Αν η θερμοκρασία είναι κάτω από το σημείο δρόσου αλλά υψηλότερη από 0°C έχουμε απόθεση υδρατμών με τη μορφή δρόσου, ενώ αν η θερμοκρασία του αέρα είναι κάτω από το σημείο δρόσου και κάτω από τους 0°C έχουμε την απόθεση λευκών παγοκρυστάλλων όπου στην περίπτωση αυτή ο παγετός ονομάζεται λευκός. Αν όμως η υγρασία είναι μικρή τότε η θερμοκρασία της κατέρχεται κάτω από τους 0°C αλλά χωρίς να φτάσει στο βαθμό δρόσου και έτσι δεν σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι όπου στην περίπτωση αυτή οι παγετοί ονομάζονται μαύροι ή μελανοί.

Οι λευκοί παγετοί είναι λιγότερο επιζήμιοι από τους μαύρους διότι κατά την μετατροπή του νερού από την υγρή στην στερεά φάση των παγοκρυστάλλων ελευθερώνεται θερμότητα η οποία μεταδίδεται στο περιβάλλον.

Οι καιρικές συνθήκες κατά τις οποίες πραγματοποιούνται οι παγετοί ακτινοβολίας και οι μετωπικοί παγετοί είναι τελείως διαφορετικές. Είναι όμως δυνατόν ύστερα από έναν μετωπικό παγετό να επικρατήσει νηνεμία και καθαρός ουρανός, οπότε έχουμε και νέα θερμοκρασιακή πτώση λόγω ακτινοβολίας. Αυτό έχει σαν συνέπεια οι ζημιές που προκαλούνται να είναι μεγαλύτερες.

Τέλος οι πιο ζημιογόνοι παγετοί είναι αυτοί του χειμώνα και της άνοιξης. Οι χειμερινοί παγετοί ζημιώνουν κυρίως την έτοιμη παραγωγή και σε δεύτερη φάση τους βλαστούς, τους βραχίονες και τους κορμούς των δένδρων. Οι ανοιξιάτικοι παγετοί καταστρέφουν του νεαρούς βλαστούς και την ανθοφορία.

Παράγοντες που επηρεάζουν το σχηματισμό παγετού

Η θ έ σ η και η έ κ θ ε σ η ενός οπωρώνα καθορίζουν την σχέση ακτινοβολίας που δέχεται από τον ήλιο και ακτινοβολίας αποβάλλει την νύχτα. Οι μεσημβρινές εκθέσεις των εδαφών πλεονεκτούν σε σχέση με τις βορινές γιατί θερμαίνονται περισσότερο. Στις περιπτώσεις αγρών με βορινή κυρίως έκθεση που βρίσκονται σε περιοχές εκτεθειμένες σε ανέμους και κοντά σε ορεινούς όγκους ή σε

σχετικά μεγάλο υψόμετρο κυρίως τους φθινοπωρινούς και τους χειμερινούς μήνες παρατηρούνται πολλές φορές παγετοί μεταφοράς.

Η τοπογραφία διαμορφώνει ειδικές συνθήκες στη μετακίνηση των ψυχρών μαζών. Τα κεκλιμένα εδάφη είναι λιγότερο εκτεθειμένα λόγω της συνεχούς μετακίνησης προς τα κάτω των ψυχρών μαζών και την άνοδο των θερμών στρωμάτων. Έτσι στις πλαγιές των λόφων σπάνια έχουμε παγετούς ενώ αντίθετα στις πεδιάδες όπου δεν είναι εφικτή η έξοδος των ψυχρών αέριων μαζών σχηματίζονται *θύλακες παγετού*. Έτσι για παράδειγμα σε αγρούς που βρίσκονται σε κοιλάδες περιβάλλονται από ψηλούς λόφους και βουνά παρουσιάζονται παγετοί ακτινοβολίας κυρίως την άνοιξη. Το έδαφος και ο αέρας ψύχονται κατά τη διάρκεια της ανέφελης νύχτας από την απώλεια θερμότητας με ακτινοβολία και οι βαρύτερες ψυχρές μάζες συγκεντρώνονται από τις γύρω πλαγιές στο χαμηλότερο τμήμα της κοιλάδας σχηματίζοντας *θύλακα παγετού*, όπως φαίνεται και στο σχήμα, όταν η έλλειψη ανέμων που θα ήταν ικανοί να αναμίγνυαν τις αέριες μάζες οδηγεί στην παγίδευση των ψυχρών αέριων μαζών στο βάθος της κοιλάδας.

Η κατάσταση της υγρασίας στην ατμόσφαιρα επηρεάζει την ατμόσφαιρα επηρεάζει την πτώση της θερμοκρασίας κατά την νύχτα του παγετού. Για παράδειγμα η παρουσία μεγάλων όγκων νερού (θάλασσες, ποτάμια, λίμνες) αποτρέπουν τις συνθήκες δημιουργίας παγετού λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού και της μεγαλύτερης ατμοσφαιρικής υγρασίας. Τέτοιες περιοχές λόγω αυτής της μεγάλης θερμοχωρητικότητας παρουσιάζουν μικρότερο ημερήσιο θερμομετρικό εύρος. Τις περισσότερες αίθριες νύχτες σχηματίζεται ομίχλη η οποία συντελεί στην ύψωση του σημείου δρόσου και επομένως μειώνονται οι κίνδυνοι από παγετό με ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες.

Τέλος η τελική θερμοκρασία που θα αποκτήσει το έδαφος επηρεάζεται από την **θερμική αγωγιμότητα** του. Τα οργανικά εδάφη είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας και σε χαμηλές θερμοκρασίες δύσκολα άγεται θερμότητα από το εσωτερικό τους προς τα πάνω. Έτσι τα συγκεκριμένα εδάφη ψύχονται περισσότερο επιφανειακά σε αντίθεση με τα κανονικά ή ανόργανα εδάφη.

1.2.ΖΗΜΙΕΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΓΕΤΟ

Οι ζημιές που προκαλούνται στην φυτική παραγωγή από τον παγετό εξαρτώνται από:

Α) Από την **συχνότητα εμφάνισης παγετού**. Η οποία εξαρτάται με τη σειρά της από τις κλιματολογικές και γεωγραφικές συνθήκες και ιδιαιτερότητες της περιοχής. Έτσι παρατηρείται ότι ο παγετός πλήττει περισσότερο τις βόρειες πλευρές των λόφων οι οποίες εκτίθενται στα βόρεια μετωπικά ρεύματα και τις κοιλάδες που συναντούμε το φαινόμενο του *θύλακα παγετό*. Αντιθέτως σε περιοχές όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες νερού και χιόνι σπάνια εμφανίζεται παγετός. Πολλοί διαδοχικά επαναλαμβανόμενοι παγετοί έχουν σχεδόν πάντα καταστρεπτικά αποτελέσματα.

Β) Από την **εποχή**. Τους χειμερινούς μήνες, ανάλογα βέβαια με την ένταση του φαινομένου, ζημιώνονται οι ώριμοι καρποί, τα φύλλα και οι βλαστοί. Ενώ στην περίπτωση των ανοιξιότικων παγετών ζημιώνεται η καινούργια βλάστηση, τα άνθη, και οι νεαροί καρποί.

Γ) Από το **μέγεθος πτώσης θερμοκρασίας(την ένταση παγετού)**. Όσο περισσότερο πέφτει η θερμοκρασία κάτω από 0°C τόσο περισσότερα βλαστικά μέρη των εσπεριδοειδών ζημιώνονται. Σε θερμοκρασίες από -3°C έως 0°C έχουμε αποχρωματισμό στην επιδερμίδα των φύλλων και καταστροφή των τρυφερών βλαστών που δεν έχουν ξυλοποιηθεί. Επίσης, ξηραίνονται μερικά ή και όλα τα ώριμα φύλλα, σημειώνεται μερική ή ολική φυλλόπτωση με αποτέλεσμα αργότερα να δημιουργηθούν ξηράνσεις σε μερικά κλαδάκια. Επίσης σε τέτοιες θερμοκρασίες ζημιώνονται οι καρποί (ώριμοι και άγουροι) και τα άνθη. Σε θερμοκρασίες κάτω των -3°C ζημιώνεται ο κλοιός και το κάμβιο των κλάδων μεγαλύτερης ηλικίας, των βραχιόνων ή ακόμη και του κορμού και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να νεκρωθούν κλάδοι, βραχιόνες ή και ολόκληρα δένδρα.

Πίνακας 1: Κρίσιμες θερμοκρασίες παγετοπληξίας των εσπεριδοειδών (πορτοκαλιά, βοτρυόκαρπος) για διάρκεια παγετού σχεδόν 2 ωρών.

ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C
Ανοικτά Άνθη	-1,1
Μικρά πράσινα καρπίδια	-1,9
Πράσινα πορτοκάλια και γκρέιπ-φρούτ	-2,5
Ημιώριμα πορτοκάλια και γκρέιπ-φρούτ	-2,5
Τελείως ώριμα πορτοκάλια, γκρέιπ-φρούτ	-2,8
Νεαρή βλάστηση	-2,8
Παλαιά βλάστηση	-4,5
Κλειστοί οφθαλμοί	-4,5

ΠΗΓΗ:Ε. ΣΦΑΚΙΩΤΑΚΗΣ

Δ) Από την **ταχύτητα εκδηλώσεως και απομακρύνσεως του παγετού**. Έχει μεγάλη σημασία η πτώση και η άνοδος της θερμοκρασίας να γίνει σταδιακά γιατί έτσι ο φυτικός οργανισμός έχει τη δυνατότητα της βαθμιαίας προσαρμογής. Για παράδειγμα είναι πιο καταστρεπτικός ο παγετός, όταν μετά από μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας ακολουθήσει απότομη άνοδος της θερμοκρασίας.

Ε) Από το **είδος και την ποικιλία**. Η διαφορετική ευαισθησία του κάθε είδους και της κάθε ποικιλίας στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι ο παράγοντας που θα καθορίσει αν θα συμβούν ζημιές καθώς και την σοβαρότητά τους. Τα είδη που πρώτα θίγονται από τις χαμηλές θερμοκρασίες είναι η κιτριά, η λεμονιά και η λιμετία. Ενώ περισσότερο ανθεκτική είναι η πορτοκαλιά, η μανταρινιά, το γκρέιπ φρούτ και το κουμκουάτ. Επίσης και το υποκείμενο παίζει σπουδαίο ρόλο στην ανθεκτικότητα ενός είδους. Ως απόδειξη αυτού ότι δένδρα, εμβολιασμένα σε υποκείμενο τρίφυλλης πορτοκαλιάς έδειξαν ανθεκτικότερα από αυτά που ήταν σε υποκείμενο νεραντζιάς.

ΣΤ) Από την **ηλικία και την φυτοϋγιεινή κατάσταση** του δένδρου. Συνήθως τα νεαρά δένδρα, τα δένδρα μεγάλης ηλικίας, όσα έχουν προσβληθεί από ασθένειες ή γενικά όσα είναι εξασθενημένα έχουν μεγαλύτερη ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες. Επίσης μερικές ενεργητικές τεχνικές μπορεί να επιδράσουν δυσμενώς σε περίπτωση παγετού. Έτσι με ένα αυστηρό κλάδεμα αφαιρείται ένα μεγάλο μέρος της κόμης, η οποία προφυλάσσει τα κλαδιά και τους βραχίονες. Επιπλέον δυσμενή

επίδραση έχουν οι όψιμες αζωτούχες λιπάνσεις, το ανεπαρκές πότισμα του καλοκαιριού και όποια άλλη ενέργεια η οποία ευνοεί, κατά κάποιον τρόπο, την ανάπτυξη νέας βλάστησης αργά το φθινόπωρο ή καθυστερεί την ξυλοποίηση των τρυφερών βλαστών.

Ζ) Από τη **χρήση υφάλμυρου νερού**. Η επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των δένδρων συνίσταται κυρίως σε ανεπαρκή τροφοδοσία αυτών με νερό, λόγω της υψηλής τιμής οσμωτικής πίεσης. Έτσι το δένδρο χάνει περισσότερο νερό από ότι προσλαμβάνει και εν συνεχεία περιέρχεται σε κατάσταση δίψας ακόμα και σε επίπεδα εδαφικής υγρασίας που θα ήταν επαρκή, αν δεν υπήρχαν τα άλατα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, με την πάροδο του χρόνου, την εξασθένηση των δένδρων. Συνεπώς όταν ο οπωρώνας υποστεί την επίδραση αντίξοων καιρικών συνθηκών (παγετός, άνεμοι) τα εξασθενημένα δένδρα μπορεί να ζημιωθούν σημαντικά με το ενδεχόμενο να ξεραθούν.

Η) Από τις **καιρικές συνθήκες που έχουν προηγηθεί**. Το γεγονός αυτό έχει μεγάλη σημασία, γιατί έχει παρατηρηθεί ότι τα εσπεριδοειδή μπορεί να πάθουν ζημιές και σε θερμοκρασίες πάνω από 0°C στις περιπτώσεις που είχε προηγηθεί μια περίοδος υψηλών θερμοκρασιών.

Θ) Από το **βλαστικό στάδιο** του φυτού. Η κρίσιμη θερμοκρασία (παγετοπληξίας) κάτω από την οποία παθαίνουν σημαντικές ζημιές τα εσπεριδοειδή, εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης των φυτικών οργάνων. Τα στάδια της ανθοφορίας και του δεσίματος των καρπών είναι τα πιο ευαίσθητα, ακολουθεί το στάδιο της καρποφορίας. Στο στάδιο της άνθησης και του δεσίματος των καρπών, θερμοκρασίες από -1,1°C έως -0,5°C αρκούν για να προκαλέσουν μερική ή ολική καταστροφή των ανθέων ή των ανθικών καταβολών. Έχει παρατηρηθεί ότι τα ανοικτά άνθη είναι πιο ευαίσθητα από τα κλειστά και το νεογονιμοποιημένο ωάριο είναι το πιο ευαίσθητο μέρος του άνθους και ακολουθούν οι στήμονες και οι ανθήρες. Στα υπόλοιπα μέρη του άνθους η ευαισθησία μικραίνει από τα εξωτερικά (σέπαλα) προς τα εσωτερικά (ύπερος).

Ακόμη, η ζημιά της νεαρής βλάστησης συνεπάγεται και την αποξήρανση των ανθικών καταβολών με αποτέλεσμα να μειώνεται η παραγωγή των δένδρων. Στο στάδιο της καρποφορίας θερμοκρασίες από -1,9°C και κάτω προκαλούν από απλή υποβάθμιση της ποιότητας μέχρι πλήρη καταστροφή των καρπών. Στους ανώριμους καρπούς ο παγετός προκαλεί ανώμαλο χρωματισμό του φλοιού, νεκρώσεις και πέσιμο στο έδαφος σε σύντομο χρονικό διάστημα. Στους ώριμους καρπούς οι ζημιές που

προκαλούνται από τον παγετό εξαρτώνται από την ένταση και τη διάρκεια. Σε έναν μικρής διάρκειας και έντασης παγετό προκαλείται αποχρωματισμός του φλοιού από την μεριά που ήταν εκτεθειμένος στις χαμηλές θερμοκρασίες και δεν προφυλασσόταν από την κόμη. Σε ένα πιο ισχυρό παγετό και μεγαλύτερης διάρκειας δημιουργούνται στο φλοιό υδατώδεις περιοχές αρκετά εκτεταμένες πάνω στις οποίες αργότερα εμφανίζονται σαπροφυτικοί ή παθογόνοι μικροοργανισμοί. Συνήθως οι καρποί αυτοί αργότερα θα πέσουν εκτός από εκείνους στους οποίους δεν έχουν νεκρωθεί τελείως οι ιστοί του ποδίσκου. Μερικές μέρες μετά τον παγετό εμφανίζονται οι ζημιές στο εσωτερικό των καρπών. Εδώ οι ιστοί καταστρέφονται, συρρικνώνονται και δημιουργούνται κοιλότητες λόγω της αφυδάτωσης που παρατηρείται. Επίσης, στο εσωτερικό του καρπού σχηματίζονται κρύσταλλοι εσπεριδίνης, καστανώση και σχηματισμός κόμμεως στο αλμέντο, κοντά στα προσβεβλημένα σημεία της σάρκας. Σε ορισμένες όψιμες ποικιλίες πορτοκαλιάς, όχι ιδιαίτερα ισχυροί παγετοί, κατά την διάρκεια του χειμώνα μπορεί να προκαλέσουν αφυδάτωση της σάρκας, η οποία ξεκινά από την περιοχή του ποδίσκου. Οι καρποί που ζημιώνονται από τον παγετό χάνουν την εμπορική τους αξία εφ' όσον είναι ακατάλληλοι για κατανάλωση και μεταποίηση εξαιτίας των συμπτωμάτων σήψης που εμφανίζουν στο φλοιό τους και της αφυδάτωσης που παρατηρείται στο εσωτερικό τους. Επίσης ο χυμός που παραμένει στο εσωτερικό είναι ελάχιστος και έχει πικρή γεύση.

1.3.ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΒΛΑΒΕΣ

Με την πτώση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ένας φυσικός ιστός ψύχεται μέχρι να περάσει την **θερμοκρασία κρυστάλλωσης**, οπότε σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι αρχικά μέσα στους μεσοκυττάριους χώρους. Οι παγοκρύσταλλοι αυτοί σχηματίζονται κυρίως από τον ατμό με τον οποίο είναι ο αέρας των μεσοκυττάριων χώρων, ο οποίος συμπυκνώνεται σε αποσταγμένο νερό, που κρυσταλλώνεται στους 0°C. Έτσι σχηματίζεται μια διαφορά πίεσης μεταξύ των μεσοκυττάριων χώρων και του πρωτοπλάσματος. Το νερό που κρυσταλλώνεται και εξατμίζεται στους μεσοκυττάριους χώρους αντικαθίσταται με νερό που έρχεται μέσω της κυτταρικής μεμβράνης, από το πρωτόπλασμα του κυττάρου. Όσο συνεχίζεται ο παγετός το νερό εξακολουθεί να μεταφέρεται από το εσωτερικό των κυττάρων στους μεσοκυττάριους χώρους και το πρωτόπλασμα συνεχώς αφυδατώνεται.

Στους μεσοκυττάριους χώρους το νερό κρυσταλλώνεται στους -3°C μέχρι -1°C.

Το πρωτόπλασμα σπάνια κρυσταλλώνεται διότι με την συνεχή απώλεια νερού αυξάνεται η συμπύκνωση των διαλυμένων ουσιών από τις οποίες αποτελείται, οπότε το σημείο κρυστάλλωσης (δηλαδή τη θερμοκρασία στην οποία παγώνει το πρωτόπλασμα) κατέρχεται. Το καθαρό νερό παγώνει πολύ νωρίτερα από τα διάφορα υδατικά διαλύματα. Συνεχιζόμενου του νερού και της αφυδάτωσης, το πρωτόπλασμα υφίσταται συρρίκνωση αποσπάται από τις πλευρές της μεμβράνης και έτσι παθαίνει «πλασμόλυση». Η ζημιά των φυτικών κυττάρων από παγετό χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:

Εκτός των δυσμενών επιδράσεων στα φυτά, ο παγετός προκαλεί διόγκωση του εδάφους λόγω παγώματος του εδαφικού νερού καθιστώντας δύσκολη την επαφή των ριζών με αυτό. Συνεπώς, προκαλείται τραυματισμός του ριζικού συστήματος και η ικανότητα πρόσληψης νερού και θρεπτικών στοιχείων περιορίζεται σε οριακά σημεία για το φυτό.

Α) Φυσιολογική ζημιά των κυττάρων. Σήμερα επικρατεί η θεωρία ότι η νέκρωση προέρχεται από την αφαίρεση ζωτικού νερού από το πρωτόπλασμα. Η θεωρία αυτή βασίζεται στην υπόθεση ότι στο πρωτόπλασμα υπάρχουν κολλοειδείς ουσίες οι οποίες δεσμεύουν νερό στο μόριό τους και με την μορφή αυτή μπορούν να συμμετέχουν στο μεταβολισμό του κυττάρου. Η αφαίρεση του ζωτικού νερού έχει σαν συνέπεια τη μεταβολή της δομής των ουσιών αυτών και έτσι συμβαίνει αποδιοργάνωση της πρωτοπλασματικής δομής και καταστροφή του κυττάρου.

Μετά από τον παγετό, όταν η θερμοκρασία αρχίζει να ανεβαίνει οι παγοκρύσταλλοι που σχηματίστηκαν στους μεσοκυττάριους χώρους αρχίζουν σταδιακά να λιώνουν. Αν το πρωτόπλασμα δεν έχει καταστραφεί (δηλαδή δεν έγινε θρόμβωση των πρωτεϊνών κ.λ.π) αρχίζει σιγά-σιγά να ξαναπαίρνει νερό μέσω της κυτταρικής μεμβράνης και επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση. Αυτό συνήθως παρατηρείται σε ελαφρούς παγετούς, μικρής έντασης και διάρκειας. Αν η καταστροφή του πρωτοπλάσματος έχει συντελεστεί, τότε δεν μπορεί να επανέλθει και η καταστροφή είναι μόνιμη.

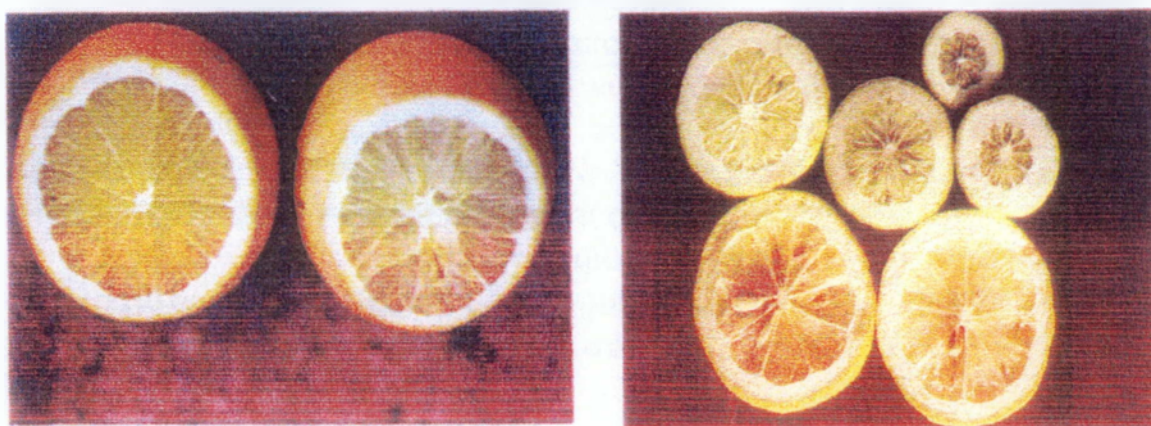
Όσον αφορά τον τρόπο σχηματισμού των παγοκρυστάλλων υπάρχει μια θεωρεία σύμφωνα με την οποία, για το σχηματισμό παγοκρυστάλλων υπεύθυνα είναι τα κέντρα παγοπυρήνωσης. Οι παγοκρύσταλλοι σχηματίζονται με μια διαδικασία που καλείται παγοπυρήνωση ή παγοκατάλυση. Ένα πολύ μικρό σωματίδιο από κάποια ουσία λειτουργεί σαν καταλύτης και ενεργοποιεί το σχηματισμό πολύ μικρών παγοκρυστάλλων, οι οποίοι στη συνέχεια μεγαλώνουν. Σωματίδια ή ουσίες που είναι

ενεργά στην πρόκληση παγοπυρηνώσεων, ονομάζονται *παγοπυρήνες*. Διάφορα βακτήρια (*Pseudomonas syringae*, *P. fluorescens*, *Erwinia herbicola*) εποικίζουν τους φυτικούς ιστούς και δρουν σαν καταλύτες στο σχηματισμό παγοκρυστάλλων. Επίσης διάφορες οργανικές ή ανόργανες ουσίες (σκόνη, τεμαχίδια ιστών κ. α.), ενεργούν σαν παγοπυρήνες.

Το φαινόμενο της παγοπυρήνωσης ή παγοκρυστάλλωσης είναι η διεργασία της μετατροπής του πλέγματος του νερού σε πλέγμα πάγου, δηλ το φαινόμενο του σχηματισμού παγοκρυστάλλων μέσα στους φυτικούς ιστούς. Η εντελώς αντίθετη έννοια ονομάζεται *υπέρψυξη* και αφορά την ικανότητα του κυτταρικού χυμού, να παραμένει στην υγρή φάση σε θερμοκρασίες μικρότερες από 0°C (μηχανισμός αποφυγής παγετοπληξίας των φυτών).

Θερμοκρασιακό όριο υπέρψυξης ονομάζεται η θερμοκρασία εκείνη κάτω από την οποία δημιουργείται παγοπυρήνωση (η οποία με την δημιουργία και την εξάπλωση των παγοκρυστάλλων, οδηγεί στην καταστροφή της υπέρψυξης).

Β) Μηχανική ζημιά των κυττάρων. Κατά την θεωρία αυτή ο θάνατος από πάγωμα αποδιδόταν στη μηχανική ζημιά της μεμβράνης και του πρωτοπλάσματος των κυττάρων, από τους παγοκρυστάλλους που σχηματίζονται στους μεσοκυττάριους χώρους. Αυτό δεν ευσταθεί, γιατί οι κυτταρικές μεμβράνες είναι αρκετά ελαστικές και δεν τραυματίζονται από τους παγοκρυστάλλους.



Εικόνα 2. Καρποί που έχουν προσβληθεί από παγετό ακτινοβολίας



Εικόνα 3. Δένδρα που έχουν προσβληθεί από παγετό ακτινοβολίας

1.4. Ο ΠΑΓΕΤΟΣ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

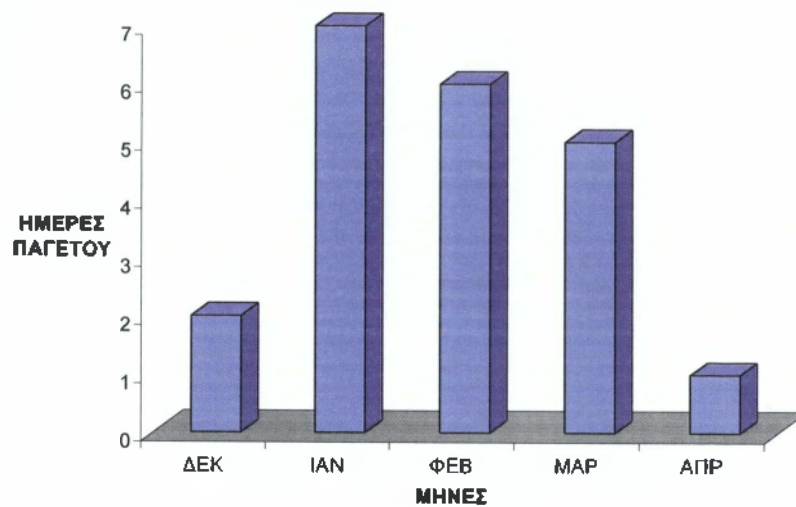
Τα εσπεριδοειδή είναι η κύρια καλλιέργεια στο Νομό Αργολίδος αφού το 80% των καλλιεργειών αποτελείται από πορτοκαλεώνες. Το φαινόμενο αυτό το οποίο μπορεί να προκαλέσει καταστροφές και απώλειες στην παραγωγή είναι το *φαινόμενο του παγετού*. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας του Σταθμού Πυργέλας του Νομού Αργολίδας, κάθε χρόνο στο νομό παρατηρούνται παγετοί ακτινοβολίας σε ποσοστό 99% του συνόλου των παγετών που σημειώνονται ετησίως. Η παγετική περίοδος ξεκινάει από τον μήνα Νοέμβριο και τελειώνει συνήθως τον Απρίλιο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Απόλυτες ελάχιστες θερμοκρασίες των ετών 1996 2002 ανά μήνα (Δεκέμβριο έως και Απρίλιο) και ο συνολικός αριθμός ημερών (Ο) παγετού ανά μήνα

ΜΗΝΕΣ ΕΤΗ	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος
1996	-1(1)	-5,4(3)	-1(3)	-3(2)	0
1997	-1(2)	-1 (7)	-3(8)	-1(3)	-2(5)
1998	-3(2)	-2(4)	-1,8(8)	-3,8(9)	-0,6(1)
1999	-1(1)	-2.4(6)	-4,8(8)	-1,8(5)	0
2000	-2,2(2)	-5,4(16)	-1 (3)	-2,4(8)	0
2001	-1(2)	-2(7)	-4(5)	-3(2)	0
2002	-3(1)	-5(6)	-4,7(8)	-2,3(3)	0

ΠΗΓΗ: Διεύθυνση Γεωργίας Αργολίδας

Διάγραμμα 1: Κατά μέσο όρο οι ημέρες παγετού που παρατηρούνται στο Νομό Αργολίδας τους μήνες της παγετικής περιόδου.



ΠΗΓΗ: Διεύθυνση Γεωργίας Αργολίδας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΠΑΓΕΤΩΝ

2.1. ΕΜΜΕΣΑ Ή ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Στα παθητικά μέτρα, περιλαμβάνονται μέτρα με τα οποία επιδιώκεται η μείωση ενδεχόμενων παγετών σε μία δεδομένη θέση του οπωρώνα, η αύξηση της αντοχής των δένδρων σε παγετό και η μείωση ενδεχόμενων ζημιών στον οπωρώνα. Τα μέτρα της παθητικής προστασίας μπορούν να εφαρμοσθούν με διάφορους τρόπους και μεθόδους σε όλες τις καλλιέργειες αλλά η δυνατότητα για εφαρμογή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας. Τελικά, στην απόφαση μας να επιλέξουμε τη σωστή μέθοδο βαραίνει περισσότερο η οικονομικότητα κάθε μεθόδου για προστασία της συγκεκριμένης καλλιέργειας από παγετό. Περιλαμβάνονται τα εξής μέτρα:

2.1.1. Κατάλληλη τοπογραφική θέση

Συνιστάται η επιλογή της κατάλληλης τοπογραφικής θέσεως για την εγκατάσταση των καλλιεργειών έτσι ώστε να περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό ο κίνδυνος του παγετού. Η φύτευση των εσπεριδοειδών να αποφεύγεται να γίνεται σε περιοχές εκτεθειμένες σε βόρεια μετωπικά ρεύματα, και όταν γίνεται σε τέτοιες συνθήκες η διέλευση των ψυχρών μαζών αέρα πρέπει να είναι ελεύθερη. Είναι γνωστό ότι τα κεκλιμένα εδάφη είναι λιγότερο εκτεθειμένα σε κίνδυνους από παγετούς λόγω της συνεχούς μετακίνησης προς τα κάτω των ψυχρών μαζών αέρα και της συνεχούς αντικατάστασής τους με θερμότερα στρώματα. Αυτό έχει σαν συνέπεια στις πλαγιές των λόφων και των βουνών σπάνια να έχουμε παγετούς. Αντίθετα στις κοιλάδες στις οποίες δεν υπάρχει έξοδος των ψυχρών μαζών σχηματίζονται θύλακες παγετού και η πιθανότητα παγετοπληξίας σε τέτοιες περιοχές είναι μεγάλη.

Επιπροσθέτως η ύπαρξη μεγάλων υδάτινων όγκων (θάλασσες, λίμνες κλπ.) παρέχει ικανοποιητική προστασία, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού και του μικρότερου ημερήσιου θερμομετρικού εύρους που παρατηρείται στην περιοχή. Στις περιοχές αυτές τις αίθριες νύχτες σχηματίζεται ομίχλη η οποία συντελεί στην ανύψωση του σημείου δρόσου και επομένως μειώνεται και ο κίνδυνος από

παγετό με επικίνδυνες θερμοκρασίες όπως έχει είδη αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.

2.1.2.Εκλογή κατάλληλου είδους και ποικιλίας φυτού

Σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή του κατάλληλου είδους και ποικιλίας φυτού. Τα διάφορα είδη εσπεριδοειδών και οι ποικιλίες τους που είναι καλλιεργήσιμες, παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή στους παγετούς και μπορούν να αντέξουν σε διαφορετικό εύρος θερμοκρασιών. Επίσης μπορούν να ξεπεράσουν τους παγετούς με μικρότερες ή μεγαλύτερες ζημιές. Η αντοχή αυτή έχει μεγάλη σημασία και λαμβάνεται υπόψη για την αντιπαγετική προστασία της καλλιέργειας. Για το λόγο αυτό σημειώνεται παρακάτω η αντοχή των εσπεριδοειδών ξεκινώντας από τα περισσότερο ανθεκτικά έως τα πιο ευαίσθητα:

1. *Η τρίφυλλη πορτοκαλιά (Poncitrus trifoliata)*
2. *Η ποικιλία μανταρινιάς Satsuma*
3. *Η νεραντζιά(Cítrus vulgaris)*
4. *Οι υπόλοιπες ποικιλίες μανταρινιάς(Cítrus nobilis)*
5. *Η πορτοκαλιά(Cítrus sinensis)*
6. *Ο βοτρύοκαρπος (Citrus decumana)*
7. *Η λεμονιά (Citrus limonia)*
8. *Η λιμετία (Citrus aurantifolia)*
9. *Η κιτριά (Citrus medica)*
10. *Η φράπα (Citrus decumana grandis var. Vulgaris)*

2.1.3. Το κλάδεμα

Το κλάδεμα θα πρέπει να γίνεται νωρίς την άνοιξη, για την επιβράδυνση της έκπτυξης των οφθαλμών, και δεν πρέπει να είναι αυστηρό. Σε περιοχές με ελαφρούς παγετούς ή μέτρια ισχυρούς θα πρέπει τα δένδρα να διαμορφώνονται υψηλόκορμα και τα χαμηλά σχήματα θα πρέπει να αποφεύγονται σε περιοχές με ισχυρούς παγετούς.

2.1.4. Η σωστή λίπανση

Η σωστή λίπανση είναι βασικός καλλιεργητικός παράγοντας γιατί τα φυτά που υποφέρουν από τροφοπενίες ή τοξικότητες είναι συνήθως ασθενέστερα στους παγετούς. Θα πρέπει οι παραγωγοί να φροντίζουν ώστε τα δένδρα τους να μην υποφέρουν από τοξικότητες ή τροφοπενίες χορηγώντας κάθε φορά την κατάλληλη άλλα και την σωστή ποσότητα μακροστοιχείων ή ιχνοστοιχείων. Η χορήγηση λιπάσματος μπορεί να γίνει είτε από έδαφος είτε με διαφυλλική λίπανση. Επίσης θα πρέπει να αποφεύγονται οι φθινοπωρινές αζωτούχες λιπάνσεις, οι οποίες παρατείνουν τη βλαστική ανάπτυξη και καθυστερούν την ξυλοποίηση των κλάδων.

2.1.5. Η καλή ζιζανιοκτονία

Τα φθινοπωρινά ζιζάνια που αναπτύσσονται στο έδαφος ανταγωνίζονται τα δένδρα σε θρεπτικά συστατικά και νερό και τα εξασθενούν, επίσης ακτινοβολούν περισσότερη θερμότητα από ότι το γυμνό έδαφος. Έχει βρεθεί ότι με την απομάκρυνση των ζιζανίων από το έδαφος μπορεί να διατηρηθεί η θερμοκρασία του οπωρώνα 2°C υψηλότερη από ότι σε έναν οπωρώνα ο οποίος καλύπτεται με ζιζάνια. Συνήθως η αποτελεσματικότητα της καταστροφής των ζιζανίων δεν είναι γνωστή στους καλλιεργητές. Όταν πραγματοποιείται ζιζανιοκτονία, συνήθως γίνεται μηχανικά (με στελεχοκόπτες) ή χημικά (με ζιζανιοκτόνα). Αποτελεσματικότερη θεωρείται η μηχανική ζιζανιοκτονία με ελαφριά ισοπέδωση του εδάφους.

2.1.6. Τα σκαλίσματα

Πρέπει να αποφεύγονται τα επιφανειακά σκαλίσματα τα οποία επιταχύνουν την απώλεια θερμότητας λόγω ακτινοβολίας, γιατί με το σκάλισμα αυξάνεται η ακτινοβολούσα επιφάνεια του εδάφους. Το όργωμα και γενικά η ανανέωση του εδάφους επιτρέπουν την ταχύτερη ανταλλαγή της θερμότητας που περιέχεται σε αυτό και για αυτό πρέπει να αποφεύγονται. Μια ανατάραξη του εδάφους σε βάθος 2-4cm μειώνει την θερμοκρασία των υπερκείμενων στρωμάτων 1-3°C ενώ αντίθετα, μια ελαφριά ισοπέδωση του εδάφους αυξάνει τη θερμοκρασία κατά 1-2°C.

2.1.7. Η υγεία των δένδρων

Η διατήρηση των δένδρων σε καλή κατάσταση υγείας και η ενίσχυση των αδύνατων δένδρων, αντιμετωπίζοντας την αιτία που τα έχει εξασθενήσει, (τροφοπενίες, τοξικότητες, χρόνιες ασθένειες, κ.τ.λ.) βοηθάει στην αύξηση της αντοχής των δένδρων και στην μείωση των ζημιών από τον παγετό.

2.1.8. Οι ψεκασμοί με χαλκούχα φάρμακα

Οι ψεκασμοί με χαλκούχα αυξάνουν την αντοχή των δένδρων στον παγετό, γιατί μειώνουν σημαντικά τον αριθμό των επιφυτικών βακτηριών τα οποία συμβάλουν στον σχηματισμό των παγοπυρήνων και μειώνουν επίσης τις μολύνσεις στις πληγές που δημιουργούνται από παγετούς. Έχει βρεθεί ότι οι ιστοί πορτοκαλιάς εποικούνται από βακτήρια τα οποία ενισχύουν την ευαισθησία της πορτοκαλιάς ακόμα και σε ήπιους παγετούς. Οι ψεκασμοί με χαλκούχα σκευάσματα βρέθηκε πως μειώνουν σημαντικά τους πληθυσμούς των βακτηρίων αυτών και αυξάνουν την ανθεκτικότητα της πορτοκαλιάς στους παγετούς (μέχρι την θερμοκρασία των -3°C). Οι ψεκασμοί αυτοί εφαρμόζονται στο Ν.Αργολίδας μαζί με ορμόνες, γιβεριλλίνες ή και τα δυο μαζί, με σκοπό την ενίσχυση της αντοχής των δένδρων και την αύξηση της αντιπαγετικής προστασίας. Οι ψεκασμοί γίνονται συνήθως με νεφελοψεκαστήρες ή με μάνικες κατευθυνόμενες από ανθρώπους.

2.1.9. Η προστασία των νεαρών δένδρων με καλύμματα

Η προστασία των νεαρών δένδρων γίνεται με περιτύλιγμα του κορμού τους με μονωτικά υλικά, (π.χ. στελέχη και φύλλα καλαμποκιού, χαρτόνι κουτιών, άχυρα κ.τ.λ.). Το φύλλωμα θα πρέπει να παραμένει ελεύθερο. Τα μονωτικά αυτά υλικά προτείνονται και για την προστασία των κορμών και των ενήλικων δένδρων, πολλές φορές όμως δημιουργούνται προβλήματα προσβολής από μύκητες. Τα μονωτικά αυτά υλικά τοποθετούνται στον κορμό των δενδρυλλίων με την έναρξη των πρώτων ελαφρών παγετών και αφαιρούνται με το τέλος της παγετικής περιόδου. Αυτά τα υλικά συνήθως προστατεύουν τα δενδρύλλια για μια μόνο χρονιά και μετά είναι ακατάλληλα. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται αρκετά στο Ν.Αργολίδας για την προστασία μόνο των μικρών δενδρυλλίων.

2.1.10. Τα φράγματα ροής αέρα

Τα φράγματα ροής αέρα είναι επιθυμητά γιατί προστατεύουν από τους φερτούς παγετούς. Ανάλογα με το που έχουν τοποθετηθεί μπορούν να κάνουν ζημιά στους παγετούς ακτινοβολίας, γιατί μπορεί να εγκλωβίσουν τις ψυχρές μάζες αέρα. Για αυτό πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία φραγμάτων στην ροή του αέρα και ειδικά του παγωμένου αέρα. Ακόμα πρέπει να γίνεται διαμόρφωση τυχόν υφιστάμενων, ώστε να είναι λιγότερο επικίνδυνα σε περιπτώσεις φερτών παγετών.

2.1.11. Το φύλλωμα των δένδρων

Πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν διατήρηση πυκνότερου φυλλώματος για να προστατεύει τους καρπούς και τον σκελετό του δένδρου από την ακτινοβολία της θερμότητας τους. Για τον ίδιο λόγο, μεταξύ ποικιλιών ενός είδους, πρέπει να αποφεύγονται εκείνες που φέρουν τους καρπούς τους στην εξωτερική επιφάνεια των δένδρων. (π.χ. η ποικιλία λεμονιάς Μαγληνή). Το φύλλωμα των δένδρων διατηρείται πυκνό προσέχοντας ώστε να αποφεύγεται η αφαίρεση μεγάλων τμημάτων του δένδρου κατά το κλάδεμα, και ιδιαίτερα στις βορινές πλευρές. Οι παραγωγοί στο Ν.Αργολίδας γνωρίζουν τον παραπάνω παράγοντα και τον λαμβάνουν υπόψη κατά το κλάδεμα των εσπεριδοφυτειών τους.

2.2 ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

2.2.1. Θερμάστρες πετρελαίου

Αποτέλεσαν το κύριο σύστημα παγετοπροστασίας των οπωρώνων για πολλά χρόνια. Σήμερα η χρήση τους τείνει να εκλείψει, όμως η χρήση τους σε συνδυασμό με τη χρήση ανεμομεικτών θεωρείται πολύ αποτελεσματικό σύστημα παγετοπροστασίας. Ο αριθμός αυτών μέσα στον οπωρώνα, εξαρτάται από τις εστίες παγετού που έχει ο οπωρώνας. Ο αριθμός τους είναι μεγαλύτερος, στις πλευρές του οπωρώνα από όπου εισέρχονται τα ψυχρά στρώματα και μέσα στις εστίες του παγετού. Ακόμα ο αριθμός των θερμαστρών εξαρτάται και από την ενεργητική ικανότητα τους. Καθώς μετακινούμαστε από τοποθεσίες ελεύθερες παγετού μέσα σε εστίες παγετού, ο αριθμός των θερμαστρών που χρειάζεται θα ποικίλει από καμία μέχρι εικοσιπέντε (25) ανά στρέμμα. Πρακτικά ο μεγάλος αριθμός θερμαστρών με μικρή φλόγα παρέχει μεγαλύτερη προστασία από το μικρό αριθμό με μεγάλη φλόγα. Θερμάστρες

χρησιμοποιούνται και στην περίπτωση των υπό κάλυψη καλλιεργειών για αντιπαγετική προστασία, όταν δεν υπάρχει μόνιμο σύστημα θέρμανσης.

Στα νέα θερμοκήπια όμως, αντικαθίστανται με σύγχρονα αυτοματοποιημένα συστήματα διακίνησης θερμού αέρα ή νερού.

2.2.2.Κεριά Παραφίνης

Αντί των θερμαστρών χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία κεριά παραφίνης. Η τοποθέτηση στον οπωρώνα δε διαφέρει από εκείνη των θερμαστρών. Η αντιπαγετική προστασία, όμως, με αυτή τη μέθοδο κοστίζει περισσότερο.

2.2.3. Η δημιουργία σύννεφου καπνού

Η δημιουργία συννεφου καπνού πάνω από τις καλλιέργειες για να αποδώσει πρέπει να εφαρμοστεί σε παγετούς μικρής και μέσης έντασης όχι όμως σε ισχυρούς και έχει σκοπό την παρεμπόδιση απομακρύνσεως της θερμότητας από το έδαφος δηλαδή τη μείωση της ακτινοβολίας. Η έναρξη του καπνισμού πρέπει να γίνεται πριν η θερμοκρασία φθάσει τους 0°C και για την δημιουργία καπνού χρησιμοποιούνται ξύλα, άχυρα και παλιά ελαστικά. Για να έχουμε επιτυχία με τη μέθοδο αυτή πρέπει να δημιουργηθεί πυκνή νέφωση και η διεύθυνση του ανέμου θα πρέπει να ευνοεί την μετακίνηση του σύννεφου από τα δένδρα.

Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι στην πραγματικότητα δεν εμποδίζει αποτελεσματικά την ακτινοβολία θερμότητας από το έδαφος, γιατί τα σωματίδια καπνού είναι πολύ μικρά και σε απόσταση μεταξύ τους και σε περίπτωση που δεν διαλυθεί ο καπνός την άλλη μέρα και επαναληφθεί ο παγετός την επομένη τότε μπορεί να έχει αντίθετα αποτελέσματα, γιατί το έδαφος δεν προλαβαίνει να αναθερμανθεί από τις ακτίνες του ήλιου. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε το 1960 έως το 1975 στο Νομό Αργολίδος εγκαταλείφθηκε όμως, αφού δεν είχε τα επιθυμητά αποτελέσματα.

2.2.4. Στερεά καύσιμα

Τα στερεά καύσιμα παράγονται από τις εταφίες πετρελαιοειδών και είναι συσκευασμένα κατάλληλα σε μορφή *μπρικέττας* ή σε μεταλλικά δοχεία ώστε να

διευκολύνεται η τοποθέτησή τους και το άναμμά τους στον οπωρώνα. Επίσης σαν στερεά καύσιμα μπορούν να θεωρηθούν και διάφορα άλλα υλικά που καίγονται με σκοπό την δημιουργία ενός σύννεφου καπνού (π.χ. παλιά λάστιχα). Αυτή η μέθοδος έχει καταργηθεί στον Ν.Αργολίδας λόγω της μικρής αποτελεσματικότητας της, άλλα και γιατί χρειάζεται συνεχή παρακολούθηση κατά την εφαρμογή της και αρκετό χρόνο και κόπο για την συγκέντρωση των στερεών καυσίμων στον οπωρώνα και την διασκόρπισή τους σε αυτόν.

2.2.5 Η άρδευση

Η άρδευση πριν τον παγετό βοηθά στην αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα κοντά στο έδαφος. Με την άρδευση προστίθεται στο έδαφος η θερμότητα του νερού που ιδίως όταν προέρχεται από γεώτρηση είναι σημαντική. Επίσης αυξάνεται η ατμοσφαιρική υγρασία, η οποία αν φτάσει σε υψηλά επίπεδα κατακρατεί μια ποσότητα από την ακτινοβολούμενη από το έδαφος θερμότητα και την αποδίδει ξανά. Έτσι αυξάνεται κάπως η σχετική υγρασία του αέρα. Επίσης πρέπει να σημειωθεί πως όταν οι ιστοί των δένδρων είναι κανονικά ενυδατωμένοι, παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στις ζημιές από παγετούς. Το 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, δηλαδή όταν ψύχεται 1 kg νερό κατά 1°C και η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη 0°C τότε αποδίδει στο περιβάλλον μια θερμίδα ενώ εάν η θερμοκρασία του νερού είναι μικρότερη των 0°C τότε αποδίδει στο περιβάλλον 80 calories ανά γραμμάριο. Η μέθοδος προσφέρεται περισσότερο για εδάφη που στραγγίζουν καλά και για παγετούς μικρής διάρκειας. Η ποσότητα νερού που χρειάζεται ο οπωρώνας για μια νύχτα παγετού είναι περίπου 30m³/στρέμμα και δίδεται με κατάκλιση, σε λεκάνες, αυλάκια ή με τεχνητή βροχή με μπέκ χαμηλής κάλυψης. Οι τεράστιες ποσότητες νερού είναι δυνατόν να δημιουργήσουν προβλήματα στράγγισης του οπωρώνα και να ξεπλύνουν από το έδαφος τα θρεπτικά στοιχεία. Επίσης η υπεράντληση των εδαφών οδηγεί στην αύξηση της αλατότητας των αρδευόμενων νερών λόγω εισχώρησης της θάλασσας στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Αν το πότισμα διαρκεί πολλές ημέρες και το έδαφος παραμένει πλημμυρισμένο με νερό, τα δένδρα μπορεί να νεκρωθούν από την ασφυξία των ριζών. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε αρκετά μεγάλο βαθμό στην Αργολίδα.

2.2.6 Η τεχνητή βροχή

Τα συστήματα δημιουργίας τεχνητής βροχής χρησιμοποιούνται για την προστασία των καλλιεργειών από τον παγετό έχοντας δύο κύριους σκοπούς:

α) Την παρεμπόδιση της πτώσεως της θερμοκρασίας κάτω από το όριο αντοχής των φυτών, με διαβροχή κάτω και πάνω από την κόμη των δένδρων.

β) Την καθυστέρηση του ανοίγματος των οφθαλμών και τον περιορισμό των ζημιών κατά την διάρκεια του παγετού, με πλήρη διαβροχή των δένδρων από το πάνω μέρος της κόμης τους.

Η τεχνική της καθυστέρησης της ανθοφορίας των δένδρων είναι απλή και συνίσταται σε μείωση της θερμοκρασίας των δένδρων, που επιτυγχάνεται με διαβροχή των δένδρων από το πάνω μέρος της κόμης τους κατά τα τέλη του χειμώνα με αρχές ανοίξεως. Η τεχνική αυτή βρίσκεται ακόμα στο στάδιο του πειραματισμού, παρουσιάζει πολλά προβλήματα και δεν είναι ακόμα αποδεκτή από τους παραγωγούς για λόγους δυσκολίας τοποθέτησης και στήριξης των λάστιχων της τεχνητής βροχής, άλλα και μείωσης της ικανότητας κινήσεων των γεωργικών μηχανημάτων μέσα στον οπωρώνα.

Πολλοί παραγωγοί χρησιμοποιούν το σύστημα διαβροχής των δένδρων από το πάνω μέρος της κόμης τους για άρδευση των οπωρώνων. Η τεχνική αυτή δημιουργεί προβλήματα όπως ζημιές που προκαλούνται από ανεπιθύμητες συγκεντρώσεις αλάτων του νερού πάνω στα δένδρα, και διάφορες μυκητολογικές και βακτηριολογικές παθήσεις λόγω δημιουργίας ευνοϊκών συνθηκών αναπτύξεώς τους. Έτσι το ενδιαφέρον των παραγωγών στράφηκε προς το σύστημα διαβροχής του εδάφους του οπωρώνα κάτω από τα δένδρα.

Στο Ν.Αργολίδας η πλειοψηφία των παραγωγών (και αυτοί που χρησιμοποιούν αντιπαγετικούς ανεμιστήρες), χρησιμοποιεί το σύστημα τεχνητής βροχής κάτω από την κόμη των δένδρων για αντιπαγετική προστασία, για τους εξής λόγους.

- Το 90% περίπου των οπωρώνων του νομού αρδεύονται με το σύστημα της τεχνητής βροχής κάτω από την κόμη το οποίο είναι κατάλληλο και για αντιπαγετική προστασία..
- Το μεγάλο κόστος εγκατάστασής του, αντισταθμίζεται από το χαμηλό

λειτουργικό κόστος του και την μικρή κατανάλωση ποσότητας νερού σε σχέση με άλλες μεθόδους αντιπαγετικής προστασίας (π.χ. κατάκλιση του οπωρώνα).

- Η εγκατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση τους θερινούς μήνες και για αντιπαγετική προστασία τους χειμερινούς μήνες, μόνο με την αντικατάσταση των εκτοξευτών (εκτοξευτές ή μπέκ είναι τα εξαρτήματα της τεχνητής βροχής με τα οποία γίνεται η διασπορά του νερού σε κυκλική επιφάνεια με κέντρο τον εκτοξευτήρα). Για άρδευση χρησιμοποιούνται εκτοξευτές μεγαλύτερης παροχής νερού, ενώ για αντιπαγετική προστασία χρησιμοποιούνται εκτοξευτές μικρότερης παροχής γιατί έτσι η πίεση λειτουργίας του συστήματος είναι μεγαλύτερη και κατάλληλη για νεφελοποίηση του ψεκαζόμενου νερού, ώστε να καλύπτεται όλη η κόμη των δένδρων. Επιπλέον με την ίδια ποσότητα νερού χρησιμοποιώντας μικρότερους εκτοξευτές προστατεύεται μεγαλύτερη έκταση καλλιεργειών, από ότι θα προστατευόταν με την χρήση των εκτοξευτών που χρησιμοποιούνται για άρδευση.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι η ύπαρξη καλού αποστραγγιστικού δικτύου. Εάν η διάρκεια του παγετού είναι μεγάλη, τότε οι μεγάλες ποσότητες νερού που διοχετεύονται στον οπωρώνα είναι δυνατόν να προκαλέσουν έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων της ριζόσφαιρας των δένδρων και ζημιές λόγω μυκητολογικών προσβολών.

Η απαιτούμενη ποσότητα νερού για την αντιμετώπιση του παγετού μίας νύχτας (12 ώρες) είναι περίπου $30\text{m}^3/\text{στρέμμα}$. Η μεγάλη αυτή ποσότητα νερού, όταν τα διαθέσιμα αποθέματα είναι περιορισμένα αποτελεί περιοριστικό παράγοντα εφαρμογής της μεθόδου. Τα τελευταία χρόνια στο Ν.Αργολίδας έχει προκύψει πρόβλημα από την χρησιμοποίηση για άρδευση νερών με υψηλή περιεκτικότητα σε χλωριούχα άλατα. Το πρόβλημα ξεκίνησε το 1960, όταν άρχισε η επέκταση καλλιεργειών με υψηλές απαιτήσεις σε νερό. Έτσι η εξάντληση των φυσικών αποθεμάτων νερού καλής ποιότητας, σε συνδυασμό με τις χαμηλές βροχοπτώσεις της περιοχής είχε σαν αποτέλεσμα στον Αργολικό κάμπο και τις άλλες παραθαλάσσιες λεκάνες (Ιρια, Ερμιονίδα, Παλαιά και Νέα Επίδαυρο) το έλλειμμα στα υπόγεια νερά να αρχίσει να αναπληρώνεται από το θαλασσινό με συνέπεια την υφαλμύρωση των υπόγειων νερών. Οι υπόγειοι υδροφορείς σε μεγάλες εκτάσεις (70.000στρ.) είναι υφάλμυροι και αποδίδουν νερό κακής ποιότητας, με δυσμενείς επιπτώσεις στο έδαφος, το φυτικό κεφάλαιο και την απόδοση των καλλιεργειών. Περίπου 8.000 γεωτρήσεις αντλούν $120 \times 10^6 \text{ m}^3$ το χρόνο ενώ η φυσική ανανέωση από τα όμβρια

είναι $50 \times 10^6 \text{ m}^3$. Για την λύση του προβλήματος από το 1990 άρχισε να γίνεται τεχνητός εμπλουτισμός με την δώρυγα του Αναβάλου, με τροφοδοσία κυρίως με νερό του Κεφαλαρίου. Το πρόβλημα όμως παραμένει γιατί το έργο του Αναβάλου δεν έχει ολοκληρωθεί ώστε να αξιοποιήσει ουσιαστικά το καλής ποιότητας νερό της Λέρνης και του Κεφαλάρου. Το νερό των πηγών Κιβερίου είναι κακής ποιότητας.

Το πρόβλημα επιβαρύνει ακόμα περισσότερο η χρησιμοποίηση της τεχνητής βροχής σαν αντιπαγετικό μέσο στις περιπτώσεις που οι ποσότητες νερού, δεν είναι επαρκείς, ώστε να περιλαμβάνεται σε αυτές, η αναγκαία ποσότητα για έκπλυση των αλάτων προς τα βαθύτερα στρώματα. Ακόμα η διαβροχή του φυλλώματος με αλατούχο νερό εντείνει τη συσσώρευση χλωρίου και νατρίου στα φύλλα, και μπορεί να συντελέσει στη δημιουργία τοξικών επιπέδων, έστω και αν η περιεκτικότητα του νερού σε άλατα των στοιχείων αυτών δεν είναι υψηλή. Τέλος η χρήση υφάλμυρου νερού οδηγεί στην ταχεία φθορά των εκτοξευτών της τεχνητής βροχής, των φυγοκεντρικών αντλιών άντλησης του νερού και των σωληνώσεων του δικτύου.

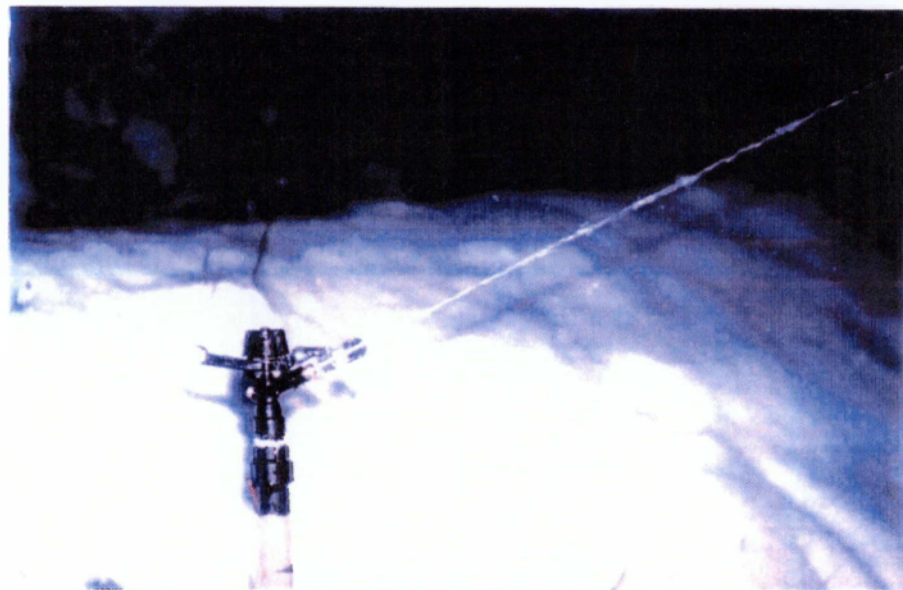
Με την τεχνητή βροχή επιδιώκεται η διατήρηση της θερμοκρασίας των προς προστασία φυτικών τμημάτων και όχι της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας στους 0°C ή λίγο χαμηλότερα.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να αποδίδεται στο χρόνο έναρξης εφαρμογής της τεχνητής βροχής. Ο καταιονισμός θα πρέπει να αρχίζει πριν η θερμοκρασία κατέβει στους 0°C . Η έναρξη πρέπει να γίνει στον 1°C πάνω από το μηδέν.



Εικόνα 4

*Μπεκ τεχνητής βροχής για προστασία από τον παγετό.
Χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου μπεκ είναι η πλαστική θήκη που φέρει
στο επάνω μέρος της κεφαλής, ώστε να καλύπτει το ελατήριο που δίνει την
κίνηση και να μην πασιώνει κατά τη διάρκεια του παγετού.*



**Εικόνα 5. Μπεκ τεχνητής βροχής για αντιπαγετική προστασία με καλυμμένο
ελατήριο**

Το σύστημα αυτό παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως είναι το χαμηλό κόστος προστασίας του οπωρώνα και η ευκολία λειτουργίας του. Το νερό όταν ψύχεται έχει την ιδιότητα να απελευθερώνει ένα σταθερό ποσό θερμότητας για κάθε πτώση της θερμοκρασίας κατά ένα βαθμό. Από ένα κιλό νερό όταν ψύχεται και για πτώση της θερμοκρασίας κατά ένα βαθμό Κελσίου, απελευθερώνεται μια χιλιοθερμίδα (Kilocalorie) θερμότητας. Η θερμότητα αυτή παρέχεται μέχρι η θερμοκρασία του νερού να φτάσει στους 0°C. Μετά κάθε κιλό νερού, όταν γίνει πάγος απελευθερώνει 79 χιλιοθερμίδες. Η θερμική αυτή ενέργεια ονομάζεται *λανθάνουσα θερμότητα τήξεως* και χρησιμεύει για την προστασία των φυτικών ιστών από θερμοκρασίες μικρότερες των - 0,5°C.

Όσο χρόνο διατηρείται το υδάτινο φιλμ με τη συνεχή παροχή νερού, η θερμοκρασία των φυτικών ιστών θα διατηρείται στους -0,5°C ή ψηλότερα και αν ακόμα σχηματιστεί και διατηρηθεί ένα λεπτό στρώμα πάγου.

2.2.6.1. Εφαρμογή τεχνητής βροχής πάνω από τα δένδρα

Στο σύστημα αυτό πρέπει να δοθεί έμφαση στα εξής σημεία:

- Το υδάτινο φιλμ πρέπει να διατηρείται συνέχεια μέχρι εκεί, που οι θερμοκρασίες είναι τόσο χαμηλές για να σχηματίσουν πάγο, ή μέχρι να αρχίσει ο πάγος να λιώνει γρήγορα
- Οι ανεπαρκείς ποσότητες νερού ή η μη καλή διασπορά του μπορεί να συμβάλλουν στο σχηματισμό πάγου. Σε τέτοιες περιπτώσεις και κάτω από μεγάλη διάρκεια παγετό σχηματίζεται αρκετά μεγάλη ποσότητα πάγου και το δένδρο είναι υποχρεωμένο να αντέξει το βάρος αυτό αποτέλεσμα πολλές φορές να σπάζουν οι βραχίονές του.

Το σύστημα αυτό εμποδίζει τη θερμοκρασία των προστατευόμενων ανθέων και καρπών να πέσει κάτω από -0,5°C, που θεωρείται θερμοκρασία ψηλότερη από την κρίσιμη θερμοκρασία των περισσοτέρων φυτικών ιστών. Το minimum της παροχής νερού, για προστασία κάτω των -6,6°C είναι 0,37 έως 0,5 εκατοστά νερού/ώρα. Η παροχή των 0,37 εκατοστών κάθε ώρα, βάση πειραματικών δεδομένων, προστατεύει την ανθοφορία των φυλλοβόλων δένδρων μέχρι τους -6,6°C με χαμηλό σημείο δρόσου.

Το πλεονέκτημα αυτό του συστήματος της τεχνητής βροχής είναι σημαντικό,

γιατί όλα τα συστήματα παγετοπροστασίας, παύουν να είναι αποτελεσματικά σε θερμοκρασίες $-6,6^{\circ}\text{C}$, όταν συνοδεύονται από χαμηλά σημεία δρόσου και άνεμο. Το χαμηλό σημείο δρόσου ευνοεί την απώλεια θερμότητας, λόγω ακτινοβολίας της επιφάνειας του εδάφους και των φυτικών μερών. Οι επιπλέον αυτές απώλειες των φυτικών μερών λόγω ψύξεως από εξάτμιση συντελούν στην διαμόρφωση μικρότερων θερμοκρασιών των φυτικών ιστών, σε σύγκριση με τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος ατμοσφαιρικού αέρα. Αν πνέουν δυνατοί άνεμοι τότε είναι δυνατόν το υδάτινο φιλμ να μεταφερθεί εκτός της περιοχής προστασίας.

Το υπερβολικό φορτίο πάγου, που καλούνται να αντέξουν τα δένδρα κατά την διάρκεια πολύ δυσμενών συνθηκών, προκαλεί σοβαρές και μόνιμες ζημιές στα δένδρα (σπασίματα βραχιόνων). Όμως, τέτοιου είδους συνθήκες μπορεί να συμβούν στη χώρα μας κάθε 10 χρόνια. Η μεγαλύτερη παροχή (0,5 εκατοστά νερού/ώρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στις πλευρές εκείνες του οπωρώνα από όπου προέρχονται οι άνεμοι, γιατί η εξατμιστική ψύξη εκεί είναι μεγαλύτερη.

Μια συνήθης παροχή είναι των 0,37 εκ./ώρα χρειάζεται 68 κιλά νερό/στρέμμα το λεπτό ή 4.080 κιλά/ώρα. Η παροχή του νερού πρέπει να είναι επαρκής, για να εξασφαλίσει συνεχή λειτουργία του συστήματος σε περιπτώσεις μεγάλης διάρκειας παγετών. Τέτοιου είδους παγετοί σημειώνονται από ψυχρές μάζες αέρα.

Η απόσταση των εκτοξευτών του συστήματος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 18 μέτρα. Η απόσταση αυτή από πειράματα έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα. Το maximum της αποστάσεως καθορίζεται από την διάμετρο του εκτοξευτήρα και την ταχύτητα του ανέμου. Γενικά όμως κατά τη διάρκεια παγετών οι άνεμοι υψηλής ταχύτητας σπανίζουν. Τα συστήματα αυτά εγκαθίστανται στους οπωρώνες για άρδευση και επομένως πρέπει να σχεδιάζονται για ημερήσιες ταχύτητες ανέμων, που είναι και μεγαλύτερες. Γενικά το maximum της αποστάσεως μεταξύ των εκτοξευτήρων, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% της διαβρεχόμενης διαμέτρου.

Όταν το σύστημα τεχνητής βροχής τεθεί σε λειτουργία, θα πρέπει να αναμένουμε κατακόρυφη πτώση της θερμοκρασίας του αέρα, που θα οφείλεται στην εξατμιστική ψύξη. Τα πιο πολλά συστήματα, αυτού του είδους, χρειάζονται 5 μέχρι 10 λεπτά, για να διαβρέξουν πλήρως τους καρποφόρους οφθαλμούς. Το μέγεθος της πτώσεως της θερμοκρασίας κατά το διάστημα αυτό θα εξαρτηθεί από τη σχετική υγρασία του αέρα. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσό των υδρατμών, τόσο μικρότερη είναι η απώλεια θερμικής ενέργειας λόγω ακτινοβολίας και συνεπώς μικρότερη και η πτώση της θερμοκρασίας του εδάφους και των φυτών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός

ότι οι υδρατμοί απορροφούν μέρος της ακτινοβολίας αποδίδοντας μέρος αυτής εκ νέου. Για αυτό κανείς πρέπει να λαμβάνει υπόψη του αυτόν τον παράγοντα, για να καθορίσει πότε θα θέσει σε λειτουργία το σύστημα.

Το σύστημα τίθεται σε λειτουργία όταν η θερμοκρασία φτάσει στους 0°C ή στους 0,5°C που παρέχουν κάποιο περιθώριο ασφάλειας, γιατί το νερό στους σωλήνες μπορεί να παγώσει, αν περιμένει κανείς περισσότερο. Η πείρα έχει δείξει ότι οι παγοκρύσταλλοι αυτοί μπορεί να φράξουν τα ακροφύσια των εκτοξευτήρων και να δημιουργήσουν πρόβλημα λειτουργίας κατά τη νύχτα.

Τέλος θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας, πως κατά τον πρώτο χρόνο εγκαταστάσεως του συστήματος ίσως προκληθούν σπασίματα σε νεαρές βλαστήσεις, λογχοειδή και βραχίονες. Οι ζημιές αυτές όμως δεν αποτελούν πρόβλημα κατά τα επόμενα χρόνια. Τα δένδρα μπορεί να ισχυροποιηθούν και να αντέξουν τα σπασίματα, αν κλαδευτούν κατάλληλα. Τα μεγάλης ηλικίας δένδρα με αδύνατες γωνίες συμφύσεως βραχιόνων είναι πιο ευαίσθητα στα σπασίματα και για αυτό καλό είναι να προστατεύονται με μέσα υποστρώσεως.

Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται στις περιοχές των νομών Ημαθίας και Πέλλας για την προστασία της ανθοφορίας από παγετό (συνήθως όταν τα άνθη είναι ακόμα κλειστά) σε καλλιέργειες ροδακινιάς και μηλιάς, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες χρησιμοποιείται για άρδευση. Στο Ν.Αργολίδας το σύστημα αυτό δεν εφαρμόζεται.

2.2.6.2.Εφαρμογή τεχνητής βροχής κάτω από τα δένδρα

Η τεχνική αυτή έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας του αέρα που βρίσκεται κοντά στο έδαφος.

Η τεχνική διαβροχής κάτω από τα δένδρα είναι αποτελεσματική για παγετούς ακτινοβολίας που φτάνουν μέχρι -6,7°C.

Αντίθετα είναι απρόσφορη για μετωπικούς παγετούς γιατί χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού, επειδή ο άνεμος μεταφέρει το υδάτινο φιλμ εκτός της περιοχής προστασίας. Επιπλέον, το νερό μπορεί να παγώσει μέσα στους σωλήνες του συστήματος και οι παγοκρύσταλλοι να φράξουν τους εκτοξευτές εμποδίζοντας έτσι τη λειτουργία του συστήματος, επειδή η θερμοκρασία πέφτει γρήγορα κατά τους μετωπικούς παγετούς.

Η επιτυχία της μεθόδου εξαρτάται από τον συνεχή και αδιάκοπο ψεκασμό με υδροσταγονίδια κανονικού μεγέθους. Θεωρητικά το ιδανικό μέγεθος των

σταγονιδίων πρέπει να είναι ελάχιστο, ώστε να αποφεύγονται οι υπερβολικές απώλειες λόγω κακής προσφύσεως των σταγονιδίων πάνω στα φυτικά όργανα, πάντως όμως, όχι τόσο μικρό ώστε να παρασύρονται μακριά από τα ελαφρά ρεύματα αέρα. Στην πράξη το μέγεθος των σταγονιδίων εξαρτάται από την ποιότητα των εκτοξευτών που υπάρχουν στο εμπόριο. Υπολογίζεται ότι για να είναι αποτελεσματική η προστασία για παγετούς που φτάνουν μέχρι $-6,7^{\circ}\text{C}$ χρειάζεται συνεχής ψεκασμός 255 lt νερού/λεπτό για μια έκταση 4000 τετραγωνικών μέτρων και όταν η ταχύτητα του αέρα δεν ξεπερνά τα 3 Km/h.

Βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της τεχνικής αυτής είναι η καλή αποστράγγιση του οπωρώνα και η γρήγορη απομάκρυνση του νερού.

Στο Ν.Αργολίδας η εφαρμογή της τεχνικής αυτής αρχίζει πριν η θερμοκρασία πέσει κάτω από το μηδέν (όταν είναι $+1^{\circ}\text{C}$), συνεχίζεται σε όλη τη διάρκεια του παγετού και σταματά όταν η θερμοκρασία ξανά ανέβει στον $+1^{\circ}\text{C}$. Χρησιμοποιείται ποσότητα νερού 2,5-5 κυβικά μέτρα/ώρα το στρέμμα και το σύστημα λειτουργεί σε πίεση 1,2-1,5 ατμόσφαιρες.

Το κόστος λειτουργίας του συστήματος εξαρτάται από το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος. υπολογίζεται πως κυμαίνεται στις 0.06EURO/2,5 κυβικά μέτρα την ώρα στο κάθε στρέμμα, (συνήθως υπάρχει ιδιόκτητη γεώτρηση).

2.2.6.3.Τεχνητή βροχή - Υδρονέφωση

Αποτελεσματική έχει αποδειχθεί η χρήση συστήματος αντιπαγετικής προστασίας τεχνητής βροχής και υδρονέφωσης. Οι δυο αυτές μέθοδοι παρουσιάζουν πολλά κοινά σημεία, αλλά η υδρονέφωση εμφανίζει ορισμένα βασικά πλεονεκτήματα έναντι της τεχνητής βροχής και μπορεί να θεωρηθεί ως βελτίωση ή ακόμα εξέλιξη του συστήματος αντιπαγετικής προστασίας με τεχνητή βροχή.

Η υδρονέφωση συγκεντρώνει τα πλεονεκτήματα της τεχνητής βροχής, έναντι των άλλων μεθόδων προστασίας των καλλιεργειών, ενώ παράλληλα υπερτερεί σε σημεία στα οποία η τεχνητή βροχή υστερούσε.

Οι μέθοδοι αυτές στηρίζονται στην ιδιότητα του νερού κατά την ψύξη του να απελευθερώνει ένα σταθερό ποσό θερμότητας για κάθε ένα βαθμό πτώσης της θερμοκρασίας. Όταν ψύχεται ένα κιλό νερό και για πτώση της θερμοκρασίας κατά 1°C , απελευθερώνεται μια χιλιοθερμίδα θερμότητας. Η θερμότητα αυτή διαρκεί έως

όπου η θερμοκρασία του νερού φτάσει στους 0°C. Εν συνεχεία, κάθε ένα κιλό νερού που ψύχεται απελευθερώνει περίπου 80 χιλιοθερμίδες. Αυτή η θερμική ενέργεια, η οποία ονομάζεται "λανθάνουσα θερμότητα πήξεως", αξιοποιείται κατά την προστασία των φυτικών ιστών, από θερμοκρασίες κάτω των -0,5°C. Έτσι, με το συνεχή ψεκασμό γύρω από τους φυτικούς ιστούς δημιουργείται μια λεπτή μεμβράνη νερού, η οποία παγώνοντας αποδίδει θερμότητα και τους προστατεύει. Η εγκατάσταση, η οποία θα γίνει στην καλλιεργούμενη έκταση, μπορεί να έχει διπλή λειτουργία. Δηλαδή να χρησιμοποιείται κατά τους θερινούς μήνες για άρδευση της καλλιέργειας, ενώ κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών για αντιπαγετική προστασία αντικαθιστώντας, ανάλογα με τη λειτουργία τους, τους εκτοξευτές.

Για άρδευση χρησιμοποιούνται εκτοξευτές μεγαλύτερης παροχής νερού, ενώ για αντιπαγετική προστασία χρησιμοποιούνται εκτοξευτές μικρότερης παροχής, ώστε η πίεση του δικτύου να είναι μεγαλύτερη και να προκαλεί σχηματισμό μικρών σταγονιδίων νερού. Η χρήση των μικρών εκτοξευτήρων αξιοποιεί καλύτερα το διαθέσιμο νερό και καλύπτει μεγαλύτερη έκταση από ό,τι θα κάλυπτε χρησιμοποιώντας εκτοξευτήρες για άρδευση.

Για την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος αντιπαγετικής προστασίας απαιτείται προσεκτική μελέτη και εγκατάσταση του δικτύου λαμβάνοντας υπόψη τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες και τα δεδομένα της καλλιέργειας, ώστε η διάταξη του συστήματος και η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων να είναι η απαιτούμενη για την πλήρη κάλυψη της καλλιέργειας.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στο χρόνο έναρξης εφαρμογής του συστήματος αντιπαγετικής προστασίας. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται συσκευές αυτοματοποίησης του δικτύου που ενεργοποιούν την αντλία με εντολή που λαμβάνουν μέσω θερμοστάτη, ο οποίος βρίσκεται εγκατεστημένος στην προστατευόμενη περιοχή και στη συγκεκριμένη καλλιέργεια, προκειμένου το σύστημα να τεθεί σε λειτουργία την κατάλληλη στιγμή. Η διαβροχή της καλλιέργειας αρχίζει προτού κατέβει η θερμοκρασία στους 0°C, στο 1°C πάνω από το μηδέν.

Η θερμοκρασία, όπου το σύστημα ενεργοποιείται, επιλέγεται και διαμορφώνεται ανάλογα με το είδος και το βλαστικό στάδιο του φυτού.

Από τη στιγμή όπου θα ενεργοποιηθεί το σύστημα, είναι σημαντικό να μην διακοπεί η παροχή του νερού, γιατί τότε θα σημειωθεί απότομη πτώση της θερμοκρασίας λόγω ψύξης από εξάτμιση. Ακόμα και όταν ανέβει η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η παροχή νερού πρέπει να συνεχιστεί, γιατί κατά την τήξη του πάγου

απαιτείται λανθάνουσα θερμότητα, αλλά εφόσον λιώσει ο πάγος.

Προκειμένου να εξασφαλισθεί συνεχής παροχή νερού και εφόσον η γεώτρηση δε διαθέτει πάντοτε νερό ή η παροχή είναι ανεπαρκής, πρέπει να προβλεφθεί η εγκατάσταση δεξαμενής, ώστε να εξασφαλισθεί επαρκής ποσότητα αποθηκευμένου νερού, το οποίο θα είναι διαθέσιμο σε περίπτωση ανάγκης. Σημασία πρέπει να δίδεται και στην ποσότητα του νερού εφαρμογής. Εάν είναι ανεπαρκείς οι ποσότητες νερού, τότε η μέθοδος δεν έχει αποτέλεσμα. Αντίθετα, η παροχή υπερβολικών ποσοτήτων νερού προκαλεί ξέπλυμα του εδάφους, ζημιές στα νεαρά φυτικά όργανα, σπατάλη νερού και ενέργειας. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίδεται και στην καθαρότητα του νερού, το οποίο χρησιμοποιείται από το δίκτυο και πρέπει να είναι απαλλαγμένο από διάφορους ρύπους. Προκειμένου να αποφευχθούν δυσλειτουργίες του συστήματος λόγω φραξίματος του εκτοξευτήρα, χρησιμοποιείται ένα φίλτρο, το οποίο απαλλάσσει το νερό από ξένες ύλες και σωματίδια που βρίσκονται σε αυτό.

Σημαντικό επίσης είναι να μη μένει το δίκτυο γεμάτο νερό μετά το τέλος της λειτουργίας του, αλλά να αδειάζει αμέσως, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος, όταν κατέβει η θερμοκρασία, να παγώσει το νερό στις σωληνώσεις και το δίκτυο να μην μπορέσει να τεθεί σε λειτουργία σε περίπτωση παγετού.

Τόσο το σύστημα αντιπαγετικής προστασίας με τεχνητή βροχή, όσο και με υδρονέφωση, εφαρμόζονται ευρέως στις καλλιέργειες με θετικά αποτελέσματα. Έχει επικρατήσει όμως, ως κύριο σύστημα προστασίας των καλλιεργειών από παγετό, να επιλέγεται το σύστημα υδρονέφωσης λόγω του ότι υπερτερεί σε βασικά σημεία έναντι των υπολοίπων.



Εικόνα 6. Μπεκ σε λειτουργία υδρονέφωσης



Εικόνα 7. Το νερό της υδρονέφωσης, σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες, σχημάτισε στο φυτό ένα προστατευτικό κάλυμμα, ώστε να μην υποστεί τις βλαβερές συνέπειες του παγετού σε καλλιέργεια πατάτας.

2.2.6.4. Σύγκριση υδρονέφωσης και τεχνητής ομίχλης

Τα σημεία, στα οποία υπερτερεί η υδρονέφωση και παρουσιάζει πλεονεκτήματα συγκρίνοντάς την με το σύστημα της τεχνητής βροχής, συνοψίζονται στα ακόλουθα.

- **Η υδρονέφωση απαιτεί για τη λειτουργία του συστήματος λιγότερο νερό απ' ό,τι η τεχνητή βροχή.**

Τα μπεκ της υδρονέφωσης είναι έτσι κατασκευασμένα, ώστε να δημιουργούν μεγάλη ακτίνα διασποράς του νερού χρησιμοποιώντας μικρότερη ποσότητα νερού.

- **Καλύτερη διασπορά νερού.**

Λόγω του τύπου του μπεκ της υδρονέφωσης, κατασκευαστικά παρουσιάζουν καλύτερη διασπορά νερού από ό,τι τα μπεκ της τεχνητής βροχής. Καλύτερη διασπορά νερού επιτυγχάνεται και λόγω του ότι στο σύστημα υδρονέφωσης χρησιμοποιούνται περισσότερα μπεκ απ' ό,τι στην τεχνητή βροχή. Συνεπώς εξασφαλίζεται καλύτερη κατανομή του νερού και το ύψος βροχής σε όλα τα σημεία της καλλιέργειας, που είναι υπό κάλυψη, είναι το ίδιο.

- **Μικρότερη ιπποδύναμη αντλίας.**

Για να διοχετευθούν μέσα σε ένα δίκτυο μεγάλες ποσότητες νερού, απαιτείται μεγαλύτερη ιπποδύναμη αντλίας. Στην περίπτωση όμως της υδρονέφωσης, η οποία εκμεταλλεύεται μικρότερες ποσότητες νερού συγκριτικά με την τεχνητή βροχή, χρησιμοποιείται αντλία με μικρότερη ιπποδύναμη. Με κάθε ένα ίππο αντλίας προστατεύεται αντιπαγετικά και ποτίζεται περίπου ένα στρέμμα καλλιέργειας όταν υπάρχει εγκατάσταση υδρονέφωσης.

- **Εκμετάλλευση αντλιών με μικρότερη πίεση.**

Η πίεση λειτουργίας του συστήματος υδρονέφωσης είναι 2-3 Atm, ενώ της τεχνητής βροχής 3,5-5 Atm. Αυτό έχει μεγάλη σημασία, διότι εκμεταλλευόμαστε αντλίες με λιγότερες βαθμίδες και μικρότερη ιπποδύναμη.

- **Μικρότερη παροχή νερού.**

Στις πηγές από όπου αντλούνται τα νερά που προορίζονται για άρδευση, είτε είναι καναλέτα, ποτάμια - πηγάδια ή γεωτρήσεις, την εποχή όπου γίνεται αντιπαγετική προστασία και οι καταναλώσεις είναι μεγάλες, παρατηρείται ανεπάρκεια νερού. Το σύστημα της υδρονέφωσης απαιτεί για τη λειτουργία του μικρότερη ποσότητα νερού συγκριτικά με την τεχνητή βροχή, ενώ με την ίδια

ποσότητα καλύπτει μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση.

- **Μικρότερη διατομή στις σωληνώσεις.**

Λόγω του ότι εκμεταλλευόμαστε μικρότερες ποσότητες νερού, οι σωλήνες μεταφοράς (αγωγοί) δεν είναι απαραίτητο να είναι μεγάλης διατομής.

- **Μικρότερο κόστος εγκατάστασης δικτύου ανά στρέμμα.**

Το κόστος αγοράς των μπεκ υδρονέφωσης είναι πολύ μικρότερο από ό,τι των μπεκ τεχνητής βροχής, ενώ παράλληλα οι σωλήνες που απαιτούνται για το δίκτυο υδρονέφωσης, λόγω μικρής διατομής, έχουν μικρότερο κόστος.

- **Εύκολη συντήρηση, μεταφορά και αποθήκευση.**

Σε περίπτωση όπου λόγω καλλιεργητικών εργασιών επιθυμείται η απομάκρυνση των σωληνώσεων, το μάζεμα και η μεταφορά τους γίνεται εύκολα. Λόγω της ευκαμψίας που έχουν μαζεύονται εύκολα και σε ρολό, ώστε να μην καταλαμβάνουν πολύ χώρο κατά την αποθήκευση, ενώ το μικρό τους βάρος καθιστά ευκολότερες τις εργασίες, που γίνονται προκειμένου να στρωθούν στο έδαφος και να μαζευτούν σε ρολό.

- **Μεγάλη διάρκεια ζωής του δικτύου.**

Οι σωλήνες, οι οποίες χρησιμοποιούνται στο σύστημα υδρονέφωσης, κατασκευάζονται από πολυαιθυλένιο, το οποίο παρουσιάζει μεγάλη ανθεκτικότητα και αντοχή στο χρόνο, τις φθορές και την ηλιακή ακτινοβολία.

Καταλήγοντας, πρέπει να σημειωθεί ότι το σύστημα άρδευσης και αντιπαγετικής προστασίας με υδρονέφωση απαιτεί πολύ καλό φίλτράρισμα του νερού άρδευσης και όλων των υλικών (λίπασμάτων - φυτοφαρμάκων) που διοχετεύονται μέσω αυτού. Αυτό απαιτείται διότι το ακροφύσιο της υδρονέφωσης είναι πολύ μικρής διατομής και μπορεί κάποιο σωματίδιο να κλείσει τη δίοδο του νερού. Για τον ίδιο λόγο, όταν εφαρμόζεται λίπανση μέσω του συστήματος, θα πρέπει το λίπασμα να είναι πλήρως υδατοδιαλυτό.

2.2.7. Ο αντιπαγετικός ανεμιστήρας (ανεμομείκτης)

Το σύστημα αντιπαγετικής προστασίας των καλλιεργειών με αντιπαγετικούς ανεμιστήρες είναι το πιο διαδεδομένο διεθνώς και οικονομικά συμφέρον αντιπαγετικό μέσο, παρά το υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του, για καλλιέργειες κυρίως που έχουν υψηλό ακαθάριστο εισόδημα και πλήττονται συχνά από παγετούς.

Το σύστημα αυτό εφαρμόστηκε για πρώτη φορά σε μεγάλη έκταση στις καλλιέργειες εσπεριδοειδών της Καλιφόρνιας, κατά τις δεκαετίες 1940-1950. Στην συνέχεια η εφαρμογή του επεκτάθηκε και σε άλλες χώρες.

Στην Ελλάδα, οι πρώτες δοκιμαστικά, εγκαταστάσεις ανεμιστήρων με εκτεταμένη εφαρμογή, έγιναν το 1979 από τον ΕΛΓΑ. Ή δεκαετία 1979-1988 ήταν η περίοδος εκείνη κατά την οποία ο ΕΛΓΑ, διεύρυνε το αντικείμενο της ασφάλισης της γεωργικής παραγωγής που μέχρι τότε περιοριζόταν στην οικονομική ενίσχυση των καλλιεργητών των οποίων οι καλλιέργειες ζημιώνονταν από παγετό, χαλάζι, ξηρασία, ανέμους και άλλες αντίξοες και απρόβλεπτες καιρικές συνθήκες. Από τη δεκαετία αυτή ο ΕΛΓΑ επέκτεινε τις ασφαλιστικές του δραστηριότητες και στον τομέα της ενεργητικής προστασίας των καλλιεργειών στη χώρα μας. Είχε προηγηθεί μια περίοδος συστηματικής έρευνας και μελέτης μεθόδων και μέσων που είχαν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία διεθνώς (1974-1978).

Έτσι μέχρι σήμερα ο ΕΛΓΑ έχει εγκαταστήσει στη χώρα μας 750 αντιπαγετικούς ανεμιστήρες, στους νομούς Αργολίδας (350), Αχαΐας (70), Άρτας (261), Κορινθίας (10), Ηρακλείου (10), Ημαθίας-Πιερίας (2).

Το θεσμικό πλαίσιο του προγράμματος εγκατάστασης των ανεμιστήρων αυτών, προέβλεπε τη δυνατότητα συμμετοχής στο πρόγραμμα αυτό του ΕΛ.Γ.Α μόνο συνεταιριστικών φορέων. Επιπλέον προέβλεπε την επιχορήγηση των φορέων αυτών από τον ΕΛ.Γ.Α κατά 75% στην αρχική αξία αγοράς των μέσων αυτών, με τους φορείς να αναλαμβάνουν κατά 100% τις δαπάνες λειτουργίας, συντήρησης, φύλαξης και ασφάλισης τους. Όμως όλοι οι συνεταιρισμοί αρνήθηκαν να καταβάλουν στον ΕΛ.Γ.Α το ποσόν της συμμετοχής τους (25%) επικαλούμενοι λόγους οικονομικούς, ενώ ένας περιορισμένος αριθμός συνεταιρισμών αρνήθηκε να αναλάβει και αυτές ακόμα τις δαπάνες λειτουργίας, συντήρησης και φύλαξης των ανεμιστήρων.

Στο Ν.Αργολίδας έχουν εγκατασταθεί 296 αντιπαγετικοί ανεμιστήρες στα πλαίσια του πενταετούς αντιπαγετικού προγράμματος του ΕΛΓΑ που εφαρμόστηκε για πρώτη χρονιά την παγετική περίοδο 1986-1987 για την προστασία 12.000 περίπου στρεμμάτων εσπεριδοειδών. Οι ανεμιστήρες αυτοί λειτουργούν με ευθύνη των συνεταιρισμών του νομού. Επίσης λειτούργησαν 70 περίπου ηλεκτροκίνητοι ανεμιστήρες με ευθύνη ιδιωτών.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Υψος πύργου ανεμομίκτη: 10 m

Διάμετρος έλικας: 5,4 m

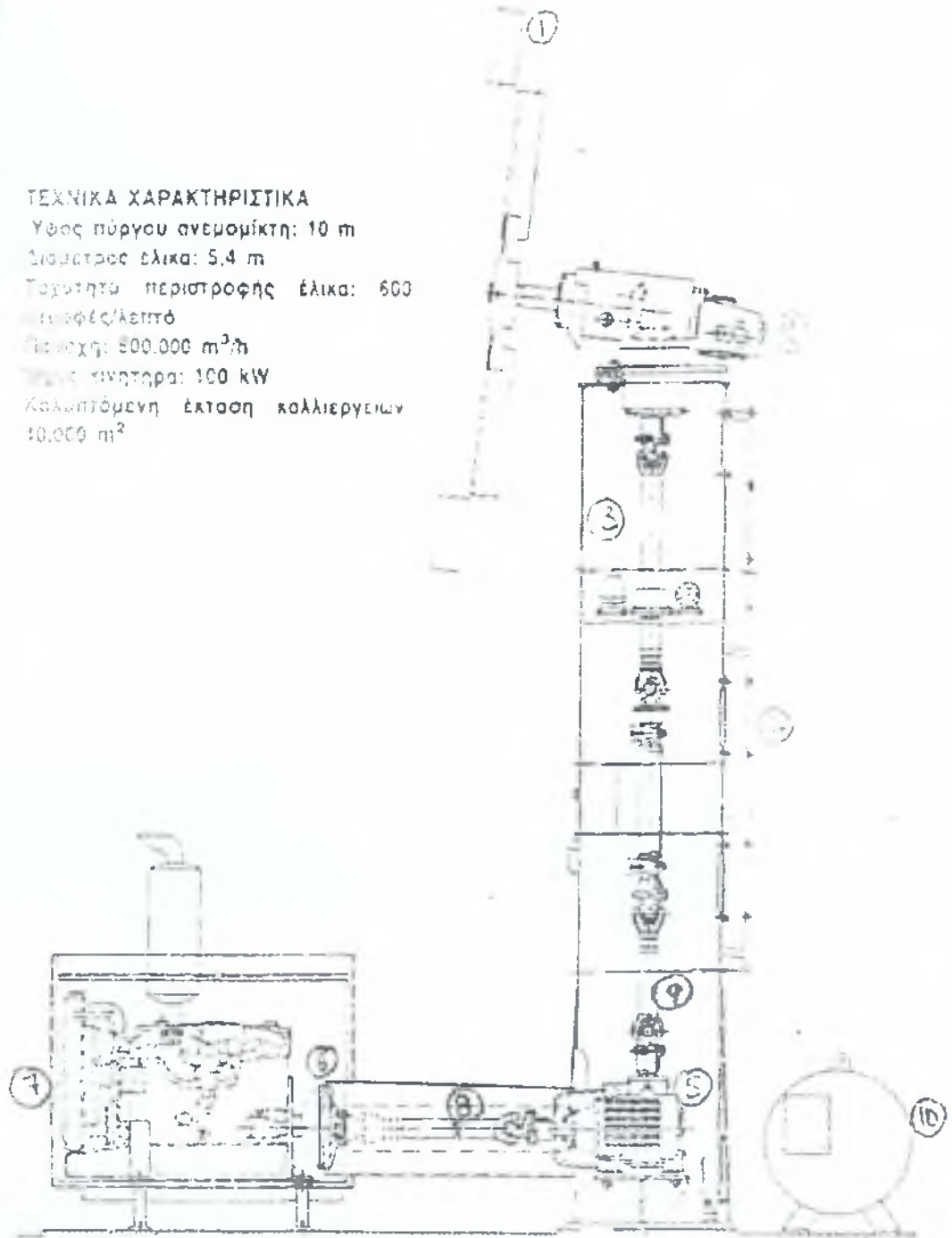
Ταχύτητα περιστροφής έλικας: 600

επιφορές/άετο

Παροχή: 800.000 m³/h

Ώρες κίνησης: 100 kW

Καλυπτόμενη έκταση καλλιεργειών
10.000 m²



Σχήμα 1. Σχηματική αναπαράσταση τεχνικών χαρακτηριστικών ενός πετρελαιοκίνητου ανεμομείκτη. 1) Έλικας, 2) Γωνιακή, 3) Πυλώνας, 4) Σκάλα συντήρησης, 5) Κάτω γωνιακή, 6) Συμπλέκτης ομαλής εκκίνησης, 7) Πετρελαιοκινητήρας, 8) Κάτω καρδανικός άξονας, 9) Καρδανικοί άξονες μέσα στον πυλώνα, 10) Δεξαμενή καυσίμων

Από τα μέχρι σήμερα δεδομένα της εφαρμογής των αντιπαγετικών ανεμιστήρων συμπεραίνεται ότι:

1. Προστατεύουν αποτελεσματικά την ηρτημένη παραγωγή, το φυτικό κεφαλαίο, της βλάστησης και ανθικές καταβολές και τα άνθη, εξασφαλίζοντας έτσι την παραγωγή της επόμενης χρονιάς.

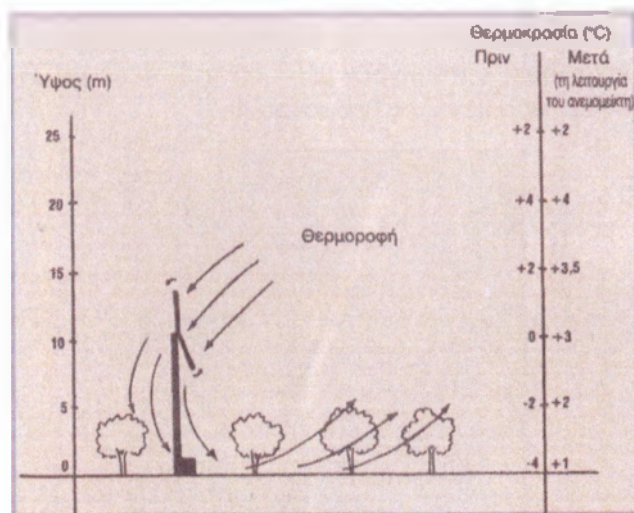
2. Παρατείνουν και κλιμακώνουν την ομαλότερη διακίνηση της παραγωγής, στις αγορές του εσωτερικού και του εξωτερικού, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνονται υψηλότερες τιμές στα απαλλαγμένα παγετού προϊόντα και διαμορφώνοντας έτσι στην αγορά μια σταθερή και ισορροπημένη ζήτηση.

3. Βοηθούν στην εφαρμογή των προγραμμάτων αναδιάρθρωσης και προώθησης των καλλιεργειών επειδή τα νεαρά δένδρα είναι περισσότερο ευαίσθητα στον παγετό, αν τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης τους δεν ζημιωθούν από παγετούς αναπτύσσονται καλύτερα και μπαίνουν κανονικά στην παραγωγική τους φάση. Σε αυτό βοηθά ουσιαστικά ο ανεμιστήρας ο οποίος προστατεύει το φυτικό κεφάλαιο. Σε αντίθετη περίπτωση ανάλογα με την ένταση του παγετού, μπορεί να ζημιωθούν τα φύλλα ή και ολόκληρα τα νεαρά δένδρα.

Η λειτουργία του ανεμιστήρα στηρίζεται στην αρχή του φαινομένου της αναστροφής της θερμοκρασίας που λαμβάνει χώρα κατά την διάρκεια των παγετών ακτινοβολίας. Ο ανεμιστήρας με την βοήθεια του έλικα που φέρει στην κορυφή του μεταφέρει το θερμό αέρα των υπερκείμενων στρωμάτων κοντά στο έδαφος και στην περιοχή της κόμης των δένδρων και τον αναμιγνύει με τον ψυχρότερο αέρα που υπάρχει εκεί και ανεβάζει έτσι τη θερμοκρασία κατά 2-4°C συγκριτικά με εκείνη που θα επικρατούσε αν δε λειτουργούσε ο ανεμιστήρας.

Γενικότερα η χρησιμοποίηση του ανεμιστήρα σε περιοχές που πλήττονται από παγετούς έχει σκοπό:

- την αύξηση της θερμοκρασίας με την τριβή που δημιουργείται καθώς ο αέρας περνά ανάμεσα στα φυλλώματα,
- τη μετακίνηση των θερμότερων στρωμάτων, από τα ανώτερα στα κατώτερα στρώματα,
- τη μετακίνηση του ψυχρού αέρα, ώστε να εμποδιστεί ο σχηματισμός ψυχρών στρωμάτων που είναι υπεύθυνα για το σχηματισμό του παγετού.



Διάγραμμα 2. Σχηματική παράσταση των ρευμάτων αέρα

Η αποτελεσματικότητα του ανεμιστήρα εξαρτάται:

- **από το μέγεθος της αναστροφής** Όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των αερίων στρωμάτων που βρίσκονται κοντά στο έδαφος και της κορυφής της αναστροφής είναι μεγάλη (4-50C ισχυρή αναστροφή), τότε, έχουμε χαμηλή θερμοροφή και η προστασία που παρέχεται τον ανεμιστήρα είναι σημαντική. Αντίθετα όταν έχουμε ασθενή αναστροφή (υψηλή θερμοροφή) τότε η προστασία είναι μηδαμινή.

- από την διάρκεια του παγετού.
- από την ικανότητα που έχει ο ανεμιστήρας να μετακινεί σημαντικές μάζες αέρα.
- από τον χαρακτήρα που έχουν οι μάζες αέρα που καλύπτουν την περιοχή.

Όταν σημειώνονται παγετοί ακτινοβολίας η θερμοκρασία των ψυχρών αερίων μαζών μπορεί να πέσει μέχρι τους -4°C. Ενώ κατά την διάρκεια των μετωπικών παγετών η θερμοκρασία των ψυχρών αερίων μαζών μπορεί να πέσει μέχρι τους -1°C.

Από τα διεθνή δεδομένα της εφαρμογής τους, αλλά και από τις μέχρι σήμερα εμπειρίες λειτουργίας τους που διαθέτει ο ΕΛ.Γ.Α, μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

1. Ο έλικας πρέπει να περιστρέφεται για να στέλνει τον αέρα προς όλα τα σημεία του καλλιεργούμενου χώρου μέσα σε 4 λεπτά ώστε να εμποδιστεί η εκ νέου δημιουργία ψυχρών στρωμάτων.

2. Η θέση που τελικά θα τοποθετηθεί ο ανεμιστήρας θα πρέπει να καθορίζεται μετά από επισταμένη χωρομέτρηση της περιοχής προστασίας και αφού γίνει προσεκτική μελέτη της διεύθυνσης των ρευμάτων αέρα που συνήθως επικρατούν.

3. Παρόλο που και οι μικρής ιπποδύναμης ανεμιστήρες μπορούν να είναι χρήσιμοι, εντούτοις πρέπει να προτιμώνται οι μεγάλης ιπποδύναμης, που είναι οι πιο αποτελεσματικοί.

4. Η δύναμη ώθησης του αέρα είναι χαρακτηριστικό στοιχείο κάθε ανεμιστήρα. Έτσι ανεμιστήρες με έλικες μεγάλης διαμέτρου και μικρής ταχύτητας περιστροφής, θεωρούνται καταλληλότεροι από ανεμιστήρες με έλικες μικρής διαμέτρου και μεγάλης ταχύτητας περιστροφής, επειδή έχουν μεγαλύτερη δύναμη ώθησης μαζών αέρα (μεταφέρουν τον αέρα σε μεγαλύτερη απόσταση και με καλύτερη κατανομή του στην προστατευόμενη καλλιέργεια).

Η έκταση που μπορεί να προστατεύσει ο ανεμιστήρας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

1) *Η ένταση και η διάρκεια του παγετού.* Ο ανεμιστήρας ανεβάζει την θερμοκρασία στο κέντρο της προστατευόμενης περιοχής κατά 3°C περίπου, ενώ στην περιφέρεια κατά 1°C περίπου. Στην περίπτωση που η ένταση του παγετού είναι μεγάλη τότε η προστασία που παρέχει ο ανεμιστήρας περιορίζεται στο κέντρο της προστατευόμενης περιοχής.

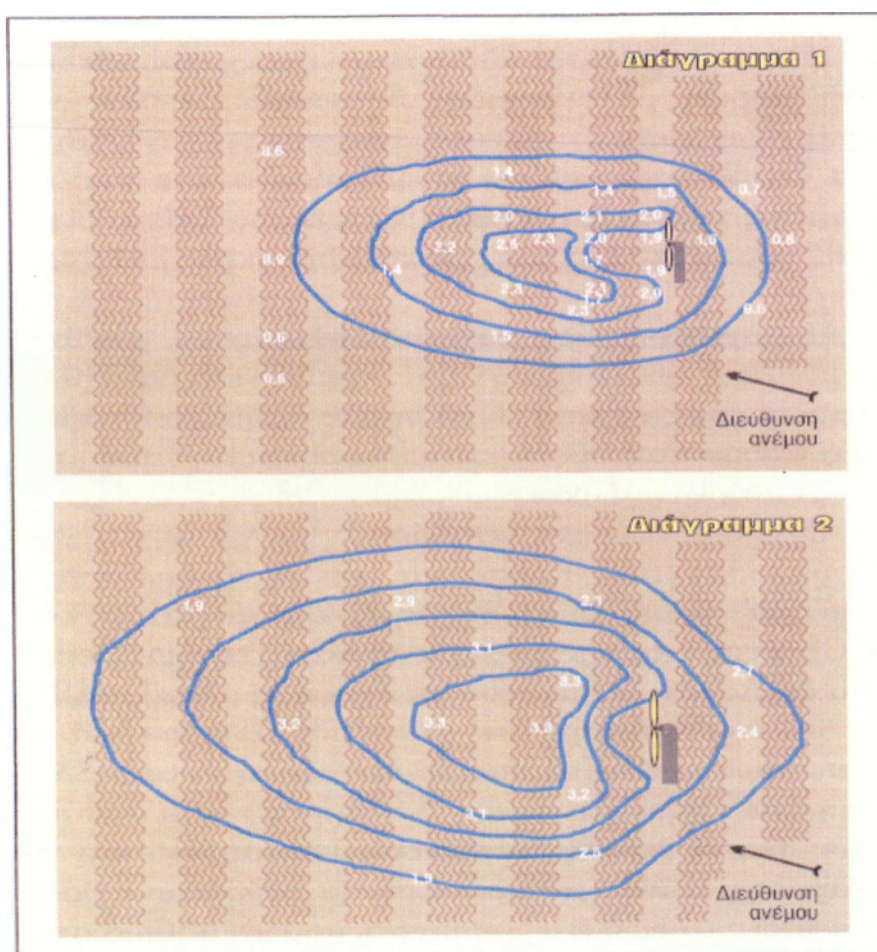
2) *Η παρουσία ισχυρών ή ασθενών αναστροφών της θερμοκρασίας.* Όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των αέριων στρωμάτων που βρίσκονται κοντά στο έδαφος και της κορυφή της αναστροφής (θερμοροφή) είναι μεγάλη (4-5°C ,ισχυρή αναστροφή), τότε έχουμε χαμηλή θερμοροφή και η προστασία που παρέχεται από τον ανεμιστήρα είναι σημαντική. Αντίθετα όταν έχουμε ασθενή αναστροφή (υψηλή θερμοροφή) τότε η προστασία είναι μηδαμινή.

3) *Το μέγεθος και η ισχύς του ανεμιστήρα.* Όσο μεγαλύτερη ισχύ έχει ένας ανεμιστήρας τόσο μεγαλύτερη έκταση καλύπτει (πίνακας 2.1). Π.χ. ένας ανεμιστήρας 150 HP καλύπτει 40 στρέμματα, ενώ ένας 30 HP καλύπτει 16 στρέμματα.

Τα παρακάτω διαγράμματα δείχνουν μια τυπική εγκατάσταση για σύγκριση ανεμιστήρων ιπποδυνάμεων 15 και 90 HP αντίστοιχα. Αν και η χρησιμοποιούμενη ιπποδύναμη από τον μεγαλύτερης δύναμης ανεμιστήρα είναι 6 μόνο φορές μεγαλύτερη, από μετρήσεις έχει βρεθεί ότι η παρεχόμενη κάλυψη είναι 9 φορές μεγαλύτερη. Έτσι στο κέντρο του διαγράμματος παρατηρείται άνοδος της θερμοκρασίας κατά 3,3°C η οποία μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο, περιοριζόμενη στα άκρα στον 1°C.

Διάγραμμα 1 Τυπική έκταση που καλύπτει ένας ανεμομείκτης 15HP.

Διάγραμμα 2 Τυπική έκταση που καλύπτει ένας ανεμομείκτης 90HP.



4) *Η διαμόρφωση του εδάφους.* Όταν η περιοχή που πρέπει να προστατεύσει ο ανεμιστήρας είναι επίπεδη, χωρίς εμπόδια (κτίρια, αναχώματα κλπ.), τότε η κίνηση του αέρα γίνεται κανονικά και η προστασία που παρέχει ο ανεμιστήρας είναι η μέγιστη. Αν όμως ο ανεμιστήρας τοποθετηθεί σε ανώμαλο έδαφος, τότε τα διάφορα

εμπόδια θα εμποδίζουν την ομαλή κίνηση του αέρα, οπότε η έκταση που θα προστατεύσει τελικά ο ανεμιστήρας θα είναι πολύ μικρότερη.

5) *Η διεύθυνση της νυχτερινής αύρας.* Στην περίπτωση που υπάρχει άνεμος η περιοχή προστασίας παίρνει σχήμα έλλειψης με το μεγάλο άξονα προσανατολισμένο κατά την διεύθυνση ροής του ανέμου. Η κορυφή της έλλειψης που βρίσκεται προς την πλευρά από την οποία πνέει ο άνεμος, βρίσκεται πλησιέστερα στον ανεμιστήρα από ότι η αντίθετη κορυφή. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου, τόσο μεγαλύτερη είναι η παραμόρφωση της προστατευόμενης περιοχής, (μέγιστη διάμετρος 240-260 μέτρα περίπου Και ελάχιστη διάμετρος 180-200 μέτρα δηλαδή μέγιστη έκταση 40 στρέμματα και ελάχιστη έκταση 10 στρέμματα).

6) *Η παράλληλη λειτουργία και άλλων ανεμιστήρων στην περιοχή.*

7) *Η έκθεση και τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής.*

Εάν πνέουν άνεμοι μεγάλης έντασης, τότε επηρεάζεται ανάλογα η λειτουργία του ανεμιστήρα και αλλοιώνεται το φάσμα προστασίας που παρείχε υπό κανονικές συνθήκες

8) *Το είδος της καλλιέργειας που προστατεύει αντιπαγετικά.*

Κατά το σχεδιασμό εγκατάστασης δικτύου ανεμιστήρων, για να υπάρχει ομοιόμορφη κατά το δυνατόν κάλυψη, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η διεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου που επικρατεί στην περιοχή τις ώρες που σημειώνονται παγετοί ακτινοβολίας.

Η απόδοση του ανεμιστήρα είναι μέγιστη γύρω από τον ανεμιστήρα και σε ακτίνα 30-40 μέτρων περίπου από τη θέση που έχει τοποθετηθεί, ενώ μειώνεται όσο η απόσταση από τον ανεμιστήρα αυξάνει.

Ο ανεμιστήρας για να είναι αποτελεσματικός πρέπει να ξεκινά να λειτουργεί έγκαφα (ποτέ όμως σε θερμοκρασία κάτω των 0°C), έτσι ώστε λίγο πριν ή κατά την επέλευσή του ζημιογόνου παγετού να έχει ήδη ολοκληρωθεί ή διαφοροποίηση από πλευράς θερμοκρασίας, του χώρου προστασίας. Συνήθως η έναρξη λειτουργίας γίνεται όταν η θερμοκρασία φθάσει τους 0°C ή 0,5°C πάνω από το μηδέν και η λήξη όταν η θερμοκρασία του αέρα ανέβει πάλι

στους 0,5°C, πράγμα που συνήθως συμβαίνει 1-2 ώρες μετά την ανατολή του ηλίου.

Για το σκοπό αυτό κάθε ανεμιστήρας φέρει έναν αισθητήρα θερμοκρασίας εφοδιασμένο με ρυθμιζόμενο θερμοστάτη.

Στο Ν.Αργολίδας έχει παρατηρηθεί (από τοπικούς γεωπόνους, από

κατασκευαστές ανεμομεικτών και από παραγωγούς) ότι ο αντιπαγετικός ανεμιστήρας μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα ξηρότητας όταν λειτουργήσει τέσσερις (4) ή περισσότερες διαδοχικές νύχτες παγετού. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με άρδευση του οπωρώνα. Επίσης τον πρώτο χρόνο εγκατάστασης του ανεμιστήρα έχει παρατηρηθεί αυξημένη ανθοφορία, φυλλόπτωση και μειωμένη παραγωγή. Τα επόμενα χρόνια το πρόβλημα αυτό δεν εμφανίζεται. Πολλοί παραγωγοί αναφέρουν και καρπόπτωση από τα ρεύματα αέρα που δημιουργεί ο ανεμομεικτης. Τα παραπάνω προβλήματα πιστεύεται ότι οφείλονται στην λειτουργία του ανεμιστήρα, χωρίς όμως να έχουν γίνει μέχρι σήμερα επιστημονικές μελέτες για την εξήγησή τους. Μερικές φορές όμως, όταν η περιοχή έχει υψηλή υγρασία, σε καλλιέργειες μανταρινιάς που ο καρπός τους είναι ευαίσθητος στην υγρασία, ο ανεμιστήρας χρησιμοποιείται (για τρεις περίπου ώρες το πρωί) για την απομάκρυνση της ατμοσφαιρικής υγρασίας, η οποία ευνοεί την εμφάνιση μιας ασθένειας που ονομάζεται υδατώδης κηλίδα (water spot). Η ασθένεια αυτή οφείλεται στην γήρανση του φλοιού του καρπού με αποτέλεσμα οι ιστοί του φλοιού να χάνουν την συνοχή τους και η υγρασία να εισχωρεί μέσα σε αυτούς. Ο φλοιός στα προσβεβλημένα σημεία κυρίως όμως κοντά στο μίσχο, εμφανίζει βυθισμένες κηλίδες. Δευτερογενώς στα σημεία αυτά παρατηρούνται προσβολές από μύκητες (penicillium). Οι προσβεβλημένοι καρποί πέφτουν πρόωμα ή σαπίζουν μετά την συγκομιδή.

Με βάση τα δεδομένα από την μέχρι σήμερα λειτουργία των αντιπαγετικών ανεμιστήρων στην χώρα μας, ο μέσος όρος λειτουργίας τους σε κάθε παγετική περίοδο εκτιμάται ότι είναι 160-200 ώρες για τα εσπεριδοειδή. Η παγετική περίοδος στον Ν.Αργολίδας για τα εσπεριδοειδή ξεκινάει από τον Νοέμβριο και τελειώνει τον Απρίλιο.

Στην Ελλάδα οι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες χρησιμοποιούνται για την προστασία των εσπεριδοειδών στους νομούς Αργολίδας, Άρτας, Αχαΐας και Κορινθίας, και για την προστασία των αμπέλων στους νομούς Κορινθίας και Ηρακλείου. Στους νομούς Ημαθίας και Πιερίας έχουν εγκατασταθεί πειραματικά αντιπαγετικοί ανεμιστήρες για την προστασία του ακτινιδίου. Η προστασία που παρέχει βέβαια ο ανεμιστήρας είναι σημαντική, όμως ακόμα τα πειράματα στις περιοχές αυτές εστιάζονται στην μέτρηση του ύψους της αναστροφής των παγετών ακτινοβολίας των περιοχών αυτών.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ανεμιστήρων οι οποίοι λειτουργούν με βενζίνη, πετρέλαιο, προπάνιο και ηλεκτρισμό που είναι και οι πλέον χρησιμοποιούμενοι

σήμερα. Στο Ν.Αργολίδας λειτουργούν πετρελαιοκίνητοι και ηλεκτροκίνητοι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες. Τα τελευταία χρόνια όμως έχει επικρατήσει η τοποθέτηση κατά 95% ηλεκτροκίνητων ανεμομεικτών παρόλο που έχουν την ίδια τιμή αγοράς με τους πετρελαιοκίνητους.

Το κόστος αγοράς ενός αντιπαγετικού ανεμιστήρα εξαρτάται από την ισχύ του.

Σήμερα ένας πετρελαιοκίνητος ανεμιστήρας 150 HP κοστίζει 24.359 EURO και ένας ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας 150 HP κοστίζει 24.359 EURO, των 125 HP κοστίζει 17.609 EURO των 100 HP κοστίζει 16.141 EURO των 75 HP κοστίζει 14.087 EURO των 60 HP κοστίζει 12.913 EURO των 50 HP κοστίζει 12.326 EURO, των 40 HP κοστίζει 10.859 EURO και των 20 HP κοστίζει 9.500 EURO.

Όσο, λοιπόν, ελαττώνεται η ισχύς του κινητήρα τόσο μειώνεται η τιμή των ανεμομεικτών.

Το κόστος λειτουργίας του ανεμιστήρα εξαρτάται από τις ώρες λειτουργίας του. Στον νομό Αργολίδας οι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες λειτουργούν κατά μέσο όρο, σε μια παγετική περίοδο, 200 ώρες. Δεδομένου ότι ένας πετρελαιοκίνητος ανεμιστήρας χρειάζεται 25-26 λίτρα/ώρα έχουμε:

$$200 \text{ ώρες} \times 25 \text{ λίτρα/ώρα} = 5.000 \text{ λίτρα} \times 0,63 \text{ EURO/λίτρο} = 3150 \text{ EURO.}$$

Στο κόστος λειτουργίας θα πρέπει να περιλαμβάνεται, η αλλαγή λαδιών κάθε 100 ώρες λειτουργίας του ανεμιστήρα και η επισκευή ή η αντικατάσταση διαφόρων εξαρτημάτων (μπαταρία, μίζα κ.λ.π.), όπως επίσης και η ετήσια συντήρηση της γωνιακής επάνω στον πυλώνα. Επομένως το λειτουργικό κόστος ενός πετρελαιοκίνητου ανεμιστήρα, ανέρχεται στο ύψος των τεσσάρων χιλιάδων ευρώ ετησίως. Το κόστος αυτό όμως μπορεί να αυξομειωθεί ανάλογα με το σύνολο των ωρών παγετού σε μια παγετική περίοδο, κατά την διάρκεια των οποίων καλείται να δουλέψει ο ανεμιστήρας.

Όπως οι πετρελαιοκίνητοι έτσι και οι ηλεκτροκίνητοι ανεμιστήρες λειτουργούν κατά μέσο όρο 200 ώρες/ετος.

Με δεδομένο ότι:

Ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας 150 HP καταναλώνει 110 Kw/h.

Ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας 125 HP καταναλώνει 97 Kw/h.

Ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας 100 HP καταναλώνει 87 Kw/h κ.λ.π. έχουμε:

$$200 \text{ h} \times 110 \text{ Kw/h} = 22.000 \text{ Kw/h} \times 0.035 \text{ EURO/Kw} = 770 \text{ EURO.}$$

Παρατηρούμε ότι το κόστος λειτουργίας του ηλεκτροκίνητου ανεμιστήρα

είναι πολύ μικρότερο από του πετρελαιοκίνητου με την ίδια ισχύ. Όμως ευρεία χρήση ηλεκτροκίνητων ανεμιστήρων στο νομό, δεν μπορεί να γίνει επειδή η ΔΕΗ δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι από τα μέχρι σήμερα δεδομένα στο Ν. Αργολίδας έχει υπολογιστεί ότι κατά μέσο όρο το κόστος λειτουργίας ενός πετρελαιοκίνητου ανεμιστήρα, είναι 0,01EURO/κίλο προστατευόμενων καρπών εσπεριδοειδών. Βέβαια το κόστος αυτό μπορεί να κυμανθεί από 0.005EURO/κίλο έως 0.015EURO/κίλο ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατήσουν κάθε περίοδο.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός ανεμομείκτη

Οι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες που έχει εγκαταστήσει ο ΕΛ.Γ.Α στη χώρα μας αποτελούνται από τα παρακάτω τμήματα:

1. Η βάση στήριξης

Η βάση στήριξης είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα, με χάλυβα. Σε ανάλογες αποστάσεις πάνω στη βάση στήριξης είναι πακτωμένα τέσσερα (4) αγκύρια που συνδέονται με το χαλύβδινο πλέγμα της βάσης πάνω στα οποία βιδώνεται η βάση του πυλώνα και στηρίζεται ο ανεμιστήρας.

2. Ο κινητήρας

Είναι αερόψυκτος ή υδρόψυκτος, πετρελαιοκίνητος Diesel, υψηλής συμπίεσης, κατάλληλος για ψυχρή εκκίνηση. Έχει βάρος 500 χιλιόγραμμα περίπου. Είναι τεσσάρων διαφορετικών τύπων και εργοστασίων κατασκευής (Fiat, Same, Stayer, Perkins) και υποδύναμη του κυμαίνεται από 120- 148 HP. Πολλές φορές λόγω της μεγάλης υποδύναμης που απαιτείται κατά την εκκίνηση αλλά και κατά την λειτουργία με πολύ ελαφρό αεράκι χρησιμοποιούνται κινητήρες με μηχανικό υπερσυμπιεστή (turbo).

Στους ηλεκτροκίνητους ανεμιστήρες ο κινητήρας μπορεί να είναι εγκατεστημένος στο έδαφος (130 HP έως 150 HP) και να συνδέεται με καρδανικούς άξονες με την γωνιακή ή να είναι εγκατεστημένος στην κορυφή του πυλώνα (30 HP έως 125 HP). Ο κινητήρας περικλείεται από ειδικό μεταλλικό κάλυμμα (σκέπαστρο), για την προφύλαξη του από αντίξοες καιρικές συνθήκες και στηρίζεται σε βάση στήριξης, που εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία του.

Η μέση κατανάλωση πετρελαίου κυμαίνεται από 25-26 λίτρα/ώρα.

3. Ο πύργος στήριξης ή πυλώνας

Είναι ένας σωλήνας ύψους 10-11 μέτρων και διαμέτρου 0.5 μέτρου. Είναι κατασκευασμένος από χάλυβα πάχους 5 χιλιοστών. Στο εξωτερικό μέρος του υπάρχει συγκολλημένη σιδερένια σκάλα, για την άνοδο του συντηρητή τεχνικού στην κορυφή του πύργου. Πάνω στον πυλώνα είναι εγκατεστημένη η γωνιακή όπου μεταφέρει την κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα ή τον πετρελαιοκινητήρα στην έλικα.

4. Η έλικα

Είναι προσαρμοσμένη στο επάνω άκρο του πύργου. Έχει μήκος ανάλογο τις ιπποδύναμης του κινητήρα και βάρος περίπου 40 χιλιόγραμμα. Έχει μονοελαστική κατασκευή που γίνεται με την χρησιμοποίηση ινώδους γυαλιού που περιβάλλει τον πυρήνα από παλυουρεθάνη και ανθρακονήματα.

Εξωτερικά καλύπτεται από ειδικές ρητίνες και ειδικό χρώμα για την προστασία της από τις καιρικές συνθήκες. Είναι ειδικά ζυγοσταθμισμένη, για να εκτελεί μια περιστροφική κίνηση περί τον άξονα του πύργου σε χρόνο 4-4.5 λεπτά της ώρας. Ο άξονας της έχει μικρή κλίση προς το έδαφος περίπου 5 μοίρες. Ο αριθμός των στροφών είναι 540-600 ανά λεπτό και απορροφούμενη ισχύς 120 HP περίπου.

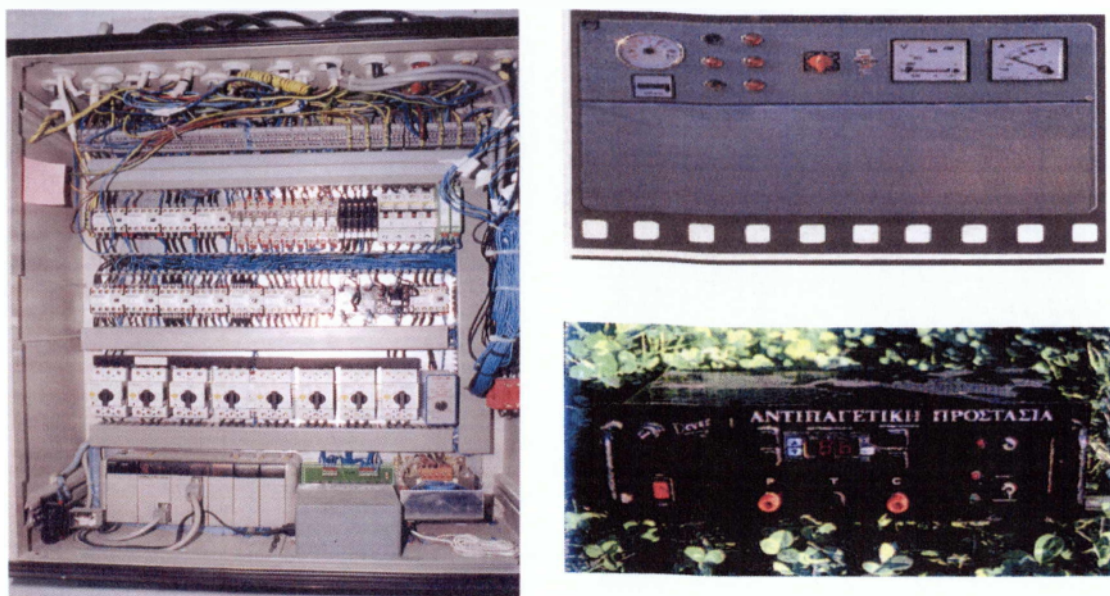


Εικόνα 8. Έλικα

5. Τα συστήματα αυτοματισμού

Ο αυτοματιστής λειτουργίας του ανεμιστήρα σκοπό έχει να επιτηρεί την ασφαλή και σωστή λειτουργία του κινητήρα αλλά και να ξεκινά ή να σταματά τη λειτουργία του ανεμιστήρα της σωστούς χρόνους. Ακόμα της δίνει ένδειξη της ελάχιστης θερμοκρασίας κάθε νύχτα, αλλά και ένδειξη της θερμοκρασίας κάθε

στιγμή.



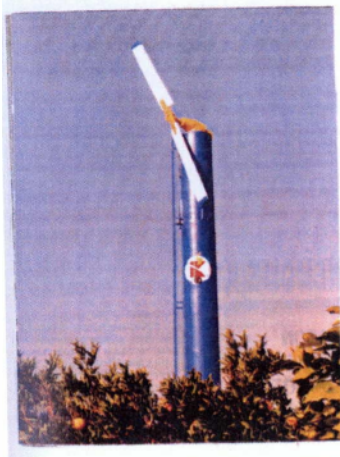
Εικόνα 9. Πίνακες συστήματος αυτοματισμού

6. Η δεξαμενή καυσίμων

Είναι κυλινδρική από χάλυβα. Έχει πάχος 4 χιλιοστά και χωρητικότητα 2000, 2500 ή και 5000 λίτρων. Βρίσκεται μέσα στο χώρο του κιγκλιδώματος προστασίας του ανεμιστήρα. Όταν βέβαια ο ανεμιστήρας είναι ηλεκτροκίνητος δεν υπάρχει δεξαμενή καυσίμων.

7. Το κιγκλίδωμα προστασίας

Περιμετρικά της βάσης στήριξης του ανεμιστήρα υπάρχει κιγκλίδωμα προστασίας που περιφράζει επιφάνεια εδάφους 15-16 τετραγωνικών μέτρων. Το κιγκλίδωμα αποτελείται από πακτωμένους σιδηροπασσάλους στους οποίους έχει τοποθετηθεί διχτυωτό πλέγμα. Το ύψος του πλέγματος είναι 2,20 μέτρα. Στη μια μεριά του κιγκλιδώματος υπάρχει πόρτα, με κλειδαριά ασφαλείας. Σε εμφανή θέση του κιγκλιδώματος είναι τοποθετημένη πινακίδα, στην οποία αναγράφονται τα στοιχεία του ανεμιστήρα. Το κιγκλίδωμα χρησιμοποιείται περισσότερο στους πετρελαιοκίνητους ανεμομείκτες και η χρήση του γίνεται για λόγους ασφαλείας, αλλά και αποφυγή κλοπών διάφορων εξαρτημάτων του (π.χ. μίζες, μπαταρίες, καύσιμο, κ.τ.λ).



Εικόνα 10. Τύποι αντιπαγετικών ανεμιστήρων

ΤΥΠΟΣ	ΙΣΧΥΣ (Hp)	ΠΥΛΩΝΑΣ		ΕΛΙΚΑ		ΕΚΤΑΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ
		ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΥΨΟΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ (mm)	ΜΗΚΟΣ (mm)	
ΓΤ 150 D	150 D	505	10,5	250	5.300	45
ΓΤ 150	150	505	10,5	250	5.300	45
ΓΤ 125	125	605	10,5	250	5.230	40
ΓΤ 100	100	605	10,5	250	5.100	35
ΓΤ 75	75	605	10,5	200	4.650	25
ΓΤ 60	60	505	10,5	200	4.440	22
ΓΤ 50	50	505	10,5	200	4.260	19
ΓΤ 40	40	505	10,5	200	4.100	15
ΑΤ 30	30	457	10,5	200	3.920	12
ΑΤ 25	25	457	10,5	200	3.800	10
ΑΤ 20	20	457	10,5	180	3.600	8

2.2.8. Αντιπαγετική προστασία με ανεμομείκτες στην Ιταλία

Η αντιπαγετική προστασία στην Ιταλία με ανεμομείκτες γίνεται με τον ίδιο τρόπο που γίνεται και στην Ελλάδα, δηλαδή γίνεται εκμετάλλευση του φαινομένου της ανάστροφης. Η αντιπαγετική προστασία στην Ιταλία γίνεται με καλύτερη οργάνωση και τελειότερο μηχανολογικό εξοπλισμό.

Υπάρχουν ειδικοί μετεωρολογικοί σταθμοί οι οποίοι μελετούν τα καιρικά φαινόμενα και προειδοποιούν τους αγρότες για τις δύσκολες νύχτες παγετού που θα ακολουθήσουν.

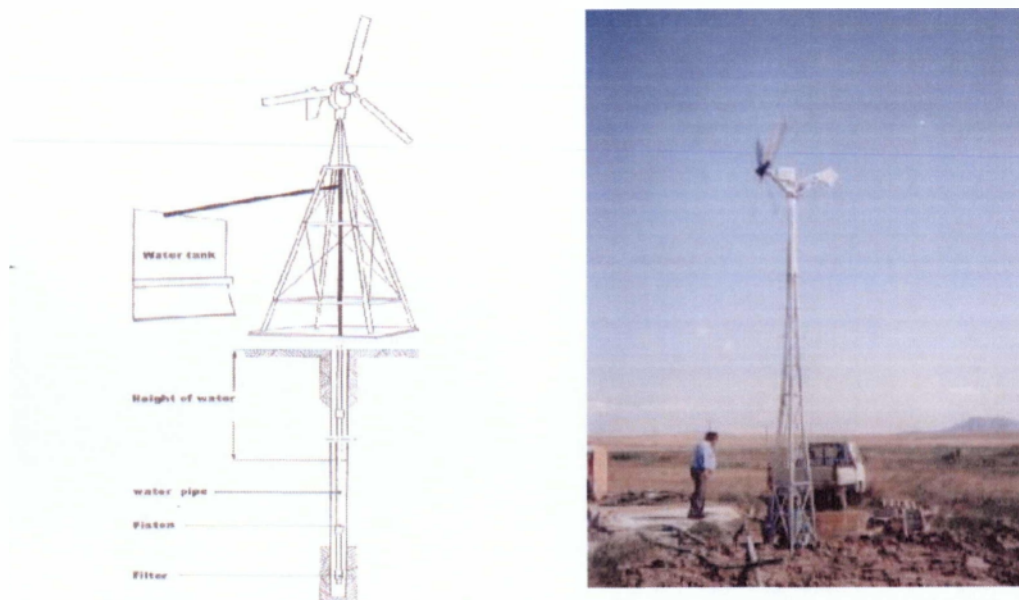
Επίσης οι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες είναι περισσότερο τελειοποιημένοι, διαθέτουν ποιο εξελιγμένο σύστημα αυτοματισμού δηλαδή υπάρχουν τελειότεροι ηλεκτρονικοί πίνακες όπου προσφέρουν περισσότερο αυτοματισμό και πολλές φορές γίνεται χρήση και φωτοβολταϊκών στοιχείων για εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι ανεμομείκτες είναι κατασκευασμένοι έτσι ώστε να μην χρειάζεται συνδυασμός ανεμομεικτη και τεχνητής βροχής αφού επάνω στην γωνιακή του πυλώνα φέρουν ειδικά ακροφύσια τα οποία την ώρα της λειτουργίας και περιστροφής ψεκάζουν σταγονίδια νερού τα οποία διασκορπίζει ο αέρας του αντιπαγετικού ανεμιστήρα. Το νερό βρίσκεται αποθηκευμένο σε μεγάλες δεξαμενές και ανεβαίνει με πίεση στα ακροφύσια χρησιμοποιώντας μια τρόμπα νερού υψηλής πίεσεως. Έτσι με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα με την διασκόρπισή του στην ατμόσφαιρα και μειώνεται η ακτινοβολία θερμότητας από το έδαφος προς το διάστημα με την δημιουργία σύννεφου νερού, επίσης μειώνεται η παρατηρημένη

αφυδάτωση των δένδρων.

Επίσης οι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες με στεφάνι παροχής νερού χρησιμοποιούνται και για τον ψεκασμό των δένδρων με στόχο την καταπολέμηση σοβαρών ασθενειών από το στάδιο της ανθοφορίας μέχρι τα τελικά στάδια της συγκομιδής των καρπών.

Με αυτή την μέθοδο γίνεται καταπολέμηση πολλών ασθενειών όπως ψώρες, λειχήνες, λεκάνιο, εφαρμογή χαλκούχων σκευασμάτων και άλλα. Επίσης έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση του πληθυσμού των παθογόνων σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους. Ακόμα πολλές φορές η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται και για φυλλολίπανση.



Εικόνα 11. Αντιπαγετική προστασία με ανεμομείκτες στην Ιταλία

2.2.9. Τα ελικόπτερα

Η λειτουργία του ελικόπτερου στηρίζεται στην αρχή του φαινομένου της αναστροφής της θερμοκρασίας όπου η έλικα του μεταφέρει το θερμό αέρα των υπερκείμενων στρωμάτων κοντά στο έδαφος και τον αναμιγνύει με τον ψυχρότερο αέρα που υπάρχει εκεί και ανεβάζει έτσι τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Τα ελικόπτερα είναι αποτελεσματικά μέσα αντιπαγετικής προστασίας κάτω από τις συνθήκες που εργάζονται οι ανεμομείκτες σε νύχτες παγετού ακτινοβολίας. Με τα ελικόπτερα ο χειριστής έχει τη δυνατότητα να διαλέξει το ύψος πτήσης και να εκμεταλλεύεται καλύτερα τη θερμοκρασιακή αναστροφή από το ύψος της

θερμοροφής. Το ύψος της θερμοροφής είναι δυνατόν να προσδιορισθεί με ένα θερμόμετρο ταχείας ανταπόκρισης που είναι τοποθετημένο πάνω στο ελικόπτερο και πληροφορεί το χειριστή κάθε στιγμή για τη θερμοκρασία σε κάθε ύψος πτήσης. Τα ελικόπτερα χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία σε παγετοπροστασία οπωρώνων. Πέταγμα ελικοπτέρου πάνω από οπωράνα εσπεριδοειδών στο ύψος των 5 έως 30m έδωσε μέγιστη αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3°C και η διαφορά αυτή της θερμοκρασίας διατηρήθηκε για 2,5 ώρες.

2.2.10. Η τεχνητή ομίχλη

Η ομίχλη είναι ένα λεπτό νέφος στο επίπεδο του εδάφους που περιέχει σταγονίδια ύδατος που καλύπτουν διάμετρο από 2 έως 40m και με περιεκτικότητα νερού από 0.05-0.1g/m. Τέτοιο νέφος που είναι γνωστό ως *κουρτίνα ομίχλης* καλύπτει την επιφάνεια του εδάφους και παρεμποδίζει την ακτινοβολία (8 -10 m) τις νύχτες του παγετού. Με την ομίχλη, εκτός από την παρεμπόδιση της ακτινοβολίας, έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας με την απόθεση σταγονιδίων νερού στην επιφάνεια των φυτών. Τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά όταν δεν φυσούσε άνεμος και η υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα ήταν κοντά στο σημείο δρόσου. Ειδικές καπνογόνες συσκευές χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία τεχνητών νεφών. Περισσότερο διαδεδομένα είναι τα συστήματα που δημιουργούν με τη βοήθεια ειδικών εκτοξευτήρων ένα προστατευτικό νέφος υπό μορφή τεχνητής ομίχλης (mist). Με συνθήκες έντονης εξάτμισης εξατμίζονται τα υδροσταγονίδια που παράγονται από τις συσκευές τεχνητής ομίχλης και η προστασία είναι λιγότερο αποδοτική. Με την προσθήκη διαφόρων ουσιών στο υγρό ψεκασμού παρεμποδίζεται η εξάτμιση του νερού και η τεχνητή ομίχλη διαρκεί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Τέτοια συστήματα τεχνητής νέφωσης πέτυχαν να αυξήσουν τη θερμοκρασία του αέρα κατά 1°C έως 1,5°C και σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις και 4,5°C. Δοκιμάστηκαν επίσης ατομικοί εκτοξευτήρες υψηλής πίεσης που παράγουν υδροσταγονίδια σε διάμετρο 10 ως 20 m, αλλά και ο τρόπος αυτός δεν αποδίδει σε συνθήκες αγρού όταν επικρατεί ελαφρός άνεμος και ο ατμοσφαιρικός αέρας δεν είναι κοντά στο σημείο δρόσου. Στην πράξη η μέθοδος αντιπαγετικής προστασίας με τεχνητή ομίχλη δεν είναι αποδοτική για δύο κυρίως λόγους.

α) Σε συνθήκες που απομακρύνονται από το σημείο δρόσου τα υδροσταγονίδια εξατμίζονται και η διατήρηση του νέφους απαιτεί συνεχή λειτουργία της συσκευής

τεχνητής ομίχλης.

β)ακόμα και ο ελαφρός άνεμος παρασύρει το νέφος έξω από τον οπωρώνα και δεν παρεμποδίζεται η ακτινοβολία. Παρόμοια πειράματα με mist έχει κάνει ο ΕΛΓΑ και σε καλλιέργειες ακτινιδιάς.

2.2.11. Η δημιουργία σύννεφου καπνού

Η δημιουργία προστατευτικού σύννεφου καπνού πάνω από τις καλλιέργειες που θέλουμε να προστατεύσουμε αποτελεί το αρχαιότερο μέσο προστασίας κατά του παγετού. Η μέθοδος αυτή έχει σκοπό την παρεμπόδιση απομακρύνσεως της θερμότητας από το έδαφος δηλαδή τη μείωση της ακτινοβολίας.

Για να αποδώσει το μέτρο αυτό κάποιο αποτέλεσμα, πρέπει να εφαρμοστεί για παγετούς μικρής και μέσης έντασης όχι όμως σε ισχυρούς (θερμοκρασία μικρότερη από 4°C). Η έναρξη εφαρμογής του καπνισμού πρέπει να γίνεται πριν η θερμοκρασία φτάσει στους 0°C. Για την δημιουργία του καπνού χρησιμοποιούνταν προς καύση διάφορα υλικά όπως παλιά ελαστικά, άχυρα και άλλα.

Η μέθοδος έχει επιτυχία όταν οι υπό προστασία περιοχές είναι ανοιχτές και επίπεδες. Σε επικλινείς περιοχές και κοιλάδες μικρής έκτασης η μέθοδος δεν δίνει καλά αποτελέσματα, δεδομένου ότι κατέρχονται ψυχρές αέριες μάζες.

Για να έχουμε επιτυχία με την παραπάνω μέθοδο είναι ανάγκη να δημιουργηθεί πυκνή νέφωση και η διεύθυνση του ανέμου θα πρέπει να ευνοεί την μετακίνηση του σύννεφου πάνω από τα δένδρα που θέλουμε να προστατεύσουμε.

Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι στην πραγματικότητα δεν εμποδίζει αποτελεσματικά την ακτινοβολία θερμότητας από το έδαφος, γιατί τα σωματίδια του καπνού είναι πολύ μικρά και σε απόσταση μεταξύ τους. Σε περίπτωση μάλιστα που δεν διαλυθεί το σύννεφο του καπνού την άλλη μέρα, και επαναληφθεί παγετός την επόμενη, τότε μπορεί να έχει αντίθετα αποτελέσματα γιατί το έδαφος δεν προλαβαίνει να αναθερμανθεί από τις ακτίνες του ήλιου. Η τεχνητή ομίχλη χρησιμοποιήθηκε από ελαιοκαλλιεργητές για προστασία δέντρων από τα παλαιά χρόνια που συνήθιζαν να καίνε διάφορα φυτικά υπολείμματα, όπως βρεγμένο άχυρο, χλωρά κλαδιά κλπ. για τη δημιουργία καπνού. Η μέθοδος αυτή δεν εφαρμόζεται σήμερα στην Ελλάδα. Στο Ν.Αργολίδας είχε εφαρμοστεί την περίοδο 1960-1975. Τελικά όμως η μέθοδος αυτή εγκαταλείφθηκε από τους παραγωγούς επειδή δεν είχε τα αναμενόμενα αποτελέσματα δηλαδή δεν εξασφάλιζε ικανοποιητική προστασία και

χρειαζόταν συνεχή παρακολούθηση.

2.2.12. Οι ανεμοθραύστες

Με την μέθοδο αυτή επιδιώκεται η αναχαίτιση των ψυχρών ρευμάτων αέρα, για αυτό και η εφαρμογή της συνίσταται για την αντιμετώπιση των μετωπικών παγετών και θεωρείται συμπληρωματική των άλλων μεθόδων αντιπαγετικής προστασίας. Έτσι κατασκευάζονται πυκνές δενδροστοιχίες με αειθαλή δένδρα η αποτελεσματικότητα των οποίων σαν προστατευτικό τείχος είναι αναμφισβήτητη κατά του μετωπικού παγετού. Θεωρητικά η προστασία που προσφέρει ο ανεμοθραύστης εκτείνεται σε μια περιοχή μήκους εξαπλάσιου από το ύψος του ανεμοθραύστη.

Οι ιδιότητες που πρέπει να πληρούν τα δένδρα που χρησιμοποιούνται για την κατάρτιση του ανεμοθραύστη είναι:

1. *Αειθαλή*, για να προστατεύουν τον οπωρώνα και τους χειμερινούς μήνες.
2. *Γρήγορη ανάπτυξη*, ώστε να υπερβαίνουν τα εσπεριδοειδή σε ύψος από τα πρώτα χρόνια της φύτευσης.
3. *Μεγάλο ύψος*, για να καταλαμβάνουν μικρή έκταση σε αναλογία με αυτή που προστατεύουν.
4. *Ανθεκτικά στους ισχυρούς παγετούς*. Αρκετά δηλαδή περισσότερο από τα δένδρα που προστατεύουν.
5. *Απρόσβλητα από τους εχθρούς των εσπεριδοειδών*. Αν προσβάλλονται από τους ίδιους εχθρούς με τα εσπεριδοειδή (π.χ. κοκκοειδή), τα δένδρα του ανεμοθραύστη θα υποφέρουν και ταυτόχρονα θα είναι εστία εκτροφής, επειδή είναι δύσκολη η καταπολέμηση λόγω του ύψους του ανεμοθραύστη.
6. *Αραιόκλαδα*. Σκοπός του ανεμοθραύστη είναι να ανακόπτει την ένταση του ανέμου «φιλτράροντας» του. Αν οι ανεμοθραύστες είναι πολύ συμπαγείς (ορθόκλαδα κυπαρίσσια), δημιουργούνται συχνά εξαιτίας τους ανεμοστρόβιλοι στο εσωτερικό της περιοχής που περιβάλλουν

Τα είδη που κυρίως χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του ανεμοθραύστη είναι το κυπαρίσσιο ευκάλυπτος, τα αρμυρίκια και τα καλάμια. Οι ανεμοθραύστες από δενδροστοιχίες ευκαλύπτων, κυπαρισσιών και αρμυρικιών, προστατεύουν κυρίως από μετωπικούς παγετούς. Εν τούτοις επιδεινώνουν την κατάσταση κατά τους παγετούς ακτινοβολίας, γιατί συμπεριφέρονται σαν φράγματα στη ροή του παγωμένου αέρα.

Αν όμως σε μια περιοχή δεν αντιμετωπίζονται μετωπικοί παγετοί δεν θα πρέπει να εγκαθίστανται ανεμοθραύστες γιατί καταλαμβάνουν πολύτιμο παραγωγικό χώρο, οι ρίζες τους ανταγωνίζονται το ριζικό σύστημα των εσπεριδοειδών και χρειάζονται κόψιμο κάθε 3-5 χρόνια. Επίσης χρειάζονται ιδιαίτερες και πολυδάπανες καλλιεργητικές φροντίδες και σκιάζουν τα καρποφόρα δένδρα ελαττώνοντας τη φωτοσυνθετική τους δραστηριότητα. Στο Ν.Αργολίδας σπάνια εγκαθίστανται ανεμοθραυστες γιατί η περιοχή δεν αντιμετωπίζει ιδιαίτερο πρόβλημα με τους μετωπικούς παγετούς.

Από τους ισχυρούς άνεμους τα εσπεριδοειδή παθαίνουν ζημιές στα φύλλα και στους καρπούς και πολλές φορές ξεραίνονται τελείως αν οι άνεμοι έχουν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Τα φύλλα των εσπεριδοειδών με τους ισχυρούς ανέμους πληγώνονται ή σχίζονται ειδικά αν το δένδρο φέρει τσίμπες (αγκάθια) στην νεαρή βλάστηση. Επίσης τα φύλλα μπορεί να ξηραθούν και να πέσουν. Παρόμοιους τραυματισμούς παθαίνουν και οι καρποί όπου γίνονται ακατάλληλοι για εμπορική χρήση. Επίσης ολόκληροι βραχίονες μπορούν να σπάσουν. Το φυτικό κεφάλαιο των εσπεριδοειδών εάν υποστεί σοβαρές ζημιές από τους φερτούς παγετούς θέλει αρκετά παραγωγικά χρόνια για να ξαναδώσει ικανοποιητική παραγωγή.

2.2.13. Ο ψεκασμός με χημικές ουσίες

Μέσα στα πλαίσια της παγετοπροστασίας των καλλιεργειών δοκιμάστηκε και η μέθοδος να γίνεται ψεκασμός των φυτών με χημικές ουσίες (αυξίνες, γιβεριλλίνες, κλπ.), για να προκληθεί βιολογική καθυστέρηση της ανθοφορίας, και αποφυγή της κρίσιμης περιόδου κατά την οποία συμβαίνουν οι παγετοί. Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι επί του παρόντος αυτό δεν είναι δυνατό. Είναι δυνατή όμως η ελάττωση της καρπόπτωσης που προκαλείται κυρίως από τον παγετό με τη χρήση χημικών ουσιών όπως της ορμόνης 2,4D. Στην Αργολίδα οι παραγωγοί χρησιμοποιούν αντικαρποπρωτικές ουσίες μαζί με χαλκούχα σκευάσματα και έτσι παρατείνεται η εμπορική περίοδος. Οι ψεκασμοί γίνονται κατά 90% με νεφελοψεκαστήρες και η δοσολογία είναι **2kg** χαλκούχο σκευάσμα και 40g ορμόνη 2,4D ανά τόνο ψεκαστικού διαλύματος. Πολλές φορές προστίθεται και γιβεριλλίνη για την μείωση του φουσκώματος των καρπών. Ο ψεκασμός γίνεται συνήθως τον Νοέμβριο όταν δηλαδή τα πορτοκάλια αρχίζουν να παίρνουν το πορτοκαλί χρώμα.

2.2.14. Η κάλυψη των καλλιεργειών

Η κάλυψη γίνεται με μόνιμες προστατευτικές κατασκευές, στην σκεπή των οποίων τοποθετούνται σκέπαστρα από γυαλί, ή άλλες ύλες, όπως νάυλον. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται πλήρης προστασία των φυτών, γιατί εξασφαλίζεται άνοδος της θερμοκρασίας και εξαρτάται κυρίως από το είδος του υλικού και από τον τρόπο χρησιμοποίησής του. Έτσι, η κάλυψη με πολυαιθυλένιο διατηρεί τη θερμοκρασία μεγαλύτερη κατά 5°C από εκείνη του περιβάλλοντος, ενώ τα αποτελέσματα βελτιώνονται ακόμα πιο πολύ όταν το υλικό χρησιμοποιείται σε διπλό στρώμα.

Η παραπάνω μέθοδος, παρόλα τα πλεονεκτήματα έχει μεγάλο κόστος και γι' αυτό θεωρείται ασύμφορη για κάλυψη μεγάλων εκτάσεων, γι' αυτό στην Ελλάδα γενικότερα χρησιμοποιείται μόνο για φυτώρια και για μικρής έκτασης καλλιεργούμενες εκτάσεις (θερμοκήπια). Στην περίπτωση που γίνει κάλυψη των καλλιεργειών με τα υλικά που προαναφέρθηκαν, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την εξασφάλιση άνετου αερισμού του καλυπτόμενου χώρου.

2.2.15. Ψεκάσμος με αφρώδη υλικά

Μεταξύ των νεώτερων μεθόδων προστασίας των φυτών από τον παγετό είναι η κάλυψη των καλλιεργειών χαμηλής ανάπτυξης με μίγμα αφρώδους ουσίας, πρωτεϊνικής συνθέσεως, παρασκευαζόμενο με ανάμιξη πρωτεΐνης με νερό με την βοήθεια αέρα υπό πίεση, παρόμοιο με εκείνο που χρησιμοποιείται για το σβήσιμο πυρκαγιάς. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, η προστασία που παρέχεται στις καλλιέργειες οφείλεται στη δημιουργία μιας μόνωσης κατά του κρύου, γιατί μέσα του παγιδεύονται φυσαλίδες αέρα και περιορίζει την απώλεια θερμότητας του εδάφους γιατί καλύπτει και ένα μέρος αυτού. Με την παραπάνω μέθοδο στις ΗΠΑ και στον Καναδά έχουν επιτευχθεί αξιόλογα αποτελέσματα αφού το χρησιμοποιούμενο αφρώδες υλικό παρέχει προστασία και για παγετούς βαριάς μορφής (-6°C) και πολλές ώρες χωρίς τοξικές επιδράσεις σε καλλιέργειες χαμηλής ανάπτυξεως όπως τομάτας, πιπεριάς, πεπονιού φασολιού και κολοκυθιού. Η προστασία μπορεί να διαρκέσει και περισσότερες, από 24 ώρες όταν δεν επικρατούν ισχυροί άνεμοι και δεν βρέχει. Η μέθοδος αυτή είναι χαμηλού κόστους, αλλά προϋποθέτει έγκυρη και ακριβή μετεωρολογική πρόγνωση, γιατί διαφορετικά ο ψεκάσμος μπορεί να μην έχει κανένα θετικό αποτέλεσμα.

2.2.16. Η χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας

Η μέθοδος αυτή, αντιπαγετικής προστασίας εκμεταλλεύεται τις θερμαντικές ιδιότητες της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Εφαρμόζεται τα τελευταία 20-30 χρόνια στο Ισραήλ. Η εφαρμογή της γίνεται με την χρήση ενός πυροβόλου το οποίο εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία και είναι εγκαταστημένο σε ένα ψηλό σημείο. (π.χ. ένα λόφο) στην περιφέρεια της περιοχής που προστατεύεται. Απέναντι από το πυροβόλο υπάρχουν κάτοπτρα, με την βοήθεια των οποίων η υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπεται σχηματίζει ένα τρίγωνο. Για να εφαρμοστεί η μέθοδος αυτή θα πρέπει η προστατευόμενη περιοχή να είναι συμπαγής από εσπεριδοειδή και να μην υπάρχουν μέσα σε αυτή κατοικίες ή ζώα.

2.2.17. Η προστασία με έλεγχο των παγοποιητικών βακτηριών

Οι ζημιές από παγετοπληξίες οφείλονται στο σχηματισμό πάγου στους φυτικούς ιστούς. Το νερό στους φυτικούς ιστούς παραμένει σε υγρή κατάσταση, έστω και αν η θερμοκρασία είναι λίγο κάτω από τους 0°C. Το φαινόμενο λέγεται *υπόψυξη* (supercooling, subcooling) και οφείλεται στην έλλειψη πυρηνοποιητικού παράγοντα που προκαλεί το σχηματισμό πάγου. Στη φύση βρέθηκαν ουσίες, προϊόντα μεταβολισμού βακτηρίων και κυρίως του είδους *Pseudomonas syringae* που δρουν ως πυρηνοποιητικοί παράγοντες. Τα παγοποιητικά αυτά βακτήρια μολύνουν τα φυτά και χωρίς να προκαλούν ασθένειες εγκαθίστανται κατά αποικίες στην επιφάνεια των φυτικών ιστών και εκκρίνουν πρωτεϊνικές ουσίες που αποτελούν τους πυρήνες γύρω από τους οποίους ενώνονται τα μόρια του νερού και σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι. Προσπάθειες έγιναν κατά καιρούς από διάφορους ερευνητές να μειωθεί ο πληθυσμός των βακτηριών με την χρήση ενώσεων βαρέων μετάλλων, αντιβιοτικών ουσιών και άλλων βακτηρίων που ανταγωνίζονται τα παγοπυρηνοποιητικά βακτήρια. Διάλυμα υδροξειδίου του χαλκού (Cocide) έδωσε ενθαρρυντικά αποτελέσματα παγετοπροστασίας στους -3°C, όταν ψεκάσθηκε μια εβδομάδα πριν από το φούσκωμα των οφθαλμών αμυγδαλιάς. Η χρησιμοποίηση αντιβιοτικών ουσιών, όπως της στρεπτομυκίνης, έδωσε καλά αποτελέσματα παγετοπροστασίας σε φυτά τομάτας που είχαν προηγουμένως μολυνθεί με καλλιέργεια *P.syringae*. Δοκιμάσθηκε επίσης με επιτυχία ο ψεκάσμος με παρασκεύασμα που περιείχε καλλιέργεια από ανταγωνιστικά βακτήρια (*Erwinia herbicola*) σε φυτά καλαμποκιού. Η χρησιμοποίηση αντιβιοτικών ουσιών και αντιπαγοπυρηνοποιητικών βακτηριών σε

εσπεριδοειδή δεν έδωσε πάντοτε θετικά αποτελέσματα και η εφαρμογή των δυο παραπάνω μεθόδων στην πράξη θα χρειασθεί και άλλα πειράματα. Μια άλλη προσέγγιση για μείωση της παγοπυρήνωσης γίνεται όχι τόσο προς την κατεύθυνση να μειωθεί ο πληθυσμός των παγοπυρηνοποιητικών βακτηρίων, αλλά με τη χρησιμοποίηση παραγόντων που παρεμποδίζουν την παγοπυρήνωση. Η εφαρμογή π.χ. διαλύματος που περιέχει ουρία και ανθρακικό νάτριο μετατόπισε το σχηματισμό παγοκρυστάλλων στη θερμοκρασία -5°C σε ανθοδέσμες αμυγδαλιάς χωρίς να μειωθεί ο αριθμός των παγοπυρηνοποιητικών βακτηρίων. Αν και πειραματικά ο τρόπος αυτός έχει δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα στον περιορισμό της παγοπυρήνωσης, η εφαρμογή στη πράξη παρουσιάζει προβλήματα και τα αποτελέσματα δεν είναι πάντοτε θετικά. Σχετικά πειράματα έχει κάνει σε εσπεριδοειδή το πανεπιστήμιο Πατρών.

2.3. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΔΥΟ ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

2.3.1. Ανεμομείκτες σε συνδυασμό με θερμάστρες

Οι ανεμομείκτες και οι σωστά τοποθετημένες θερμάστρες προσφέρουν καλύτερα αποτελέσματα από το να χρησιμοποιηθεί ένα από τα παραπάνω συστήματα μόνο του. Στην ακτίνα δράσεως του ανεμομείκτη, η ανάμιξη και μετακίνηση μεταξύ των δένδρων αέρα που έχει ελαφρά θερμανθεί δημιουργούν πολύ καλύτερα αποτελέσματα.

Τις περισσότερες νύχτες που απλώνεται ο παγετός με χαμηλή η μέση αντιστροφή των ανώτατων στρωμάτων, δεν είναι απαραίτητες οι θερμάστρες εκτός από τις καλλιεργούμενες περιοχές που δεν προστατεύονται από τους ανεμομείκτες ή χώρους που είναι ασυνήθιστα ψυχροί. Περιοχές τις οποίες δεν μπορεί να προστατέψει ο ανεμομείκτης όπως εκτεθειμένα άκρα ή γωνίες ενός τετράγωνου χωραφιού πρέπει να προστατεύονται με θερμάστρες.

Πλήρης αντιπαγετική προστασία επιτυγχάνεται με μεγάλους ανεμομείκτες και 15 θερμάστρες ανά 4 στρέμματα. Ο συνδυασμός ανεμομείκτες και θερμαστρών κοστίζει οπωσδήποτε λιγότερο από την χρησιμοποίηση μόνο θερμαστρών, αν λάβει κανείς υπόψη ότι απαιτούνται 50 θερμάστρες ανά 4 στρέμματα σε κανονικές χειμερινές συνθήκες. Ακόμη και εάν υπολογισθούν τα γενικά έξοδα του κάθε συστήματος, ο συνδυασμός αυτός κοστίζει λιγότερο έστω και σε πολύ δυσμενείς καψικές συνθήκες, ενώ οι δαπάνες είναι περίπου οι ίδιες και κατά τους ήπιους

χειμώνες.

Τις νύχτες που προβλέπεται χαμηλή θερμοκρασία και θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν θερμάστρες, ή επιβράδυνση της πτώσης της θερμοκρασίας από τους ανεμομείκτες επιτρέπει την εξοικονόμηση καυσίμων που δαπανώνται για τις θερμάστρες και ακόμη υπάρχει ο απαιτούμενος χρόνος να τεθούν σε λειτουργία οι θερμάστρες όταν χρειάζονται.

Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ισομερή κατανομή της θερμότητας στις καλλιέργειες. Θα πρέπει να τεθούν σε λειτουργία πρώτα οι θερμάστρες που βρίσκονται από την πλευρά που φυσά ο άνεμος. Σε απόσταση 150-200m από τη βάση του ισχυρού ανεμομείκτη δεν θα πρέπει να υπάρχουν θερμάστρες. Επίσης δεν θα πρέπει να υπάρχουν διπλές ή πολλές μαζί θερμάστρες μέσα στην καλλιεργούμενο χώρο. Ισχυρός ανυψούμενος θερμός αέρας από πολλές συγκεντρωμένες μαζί θερμάστρες θα γινόταν εμπόδιο στον αέρα που δημιουργείται από τον ανεμομείκτη που θα τον γύριζε προς τα πάνω και θα τον απομάκρυνε από τις καλλιέργειες. Το ίδιο ισχύει και όταν ανεμομείκτες λειτουργούν σε σχέση ο ένας με τον άλλον όπου δεν θα πρέπει να υπάρχει μια σειρά από θερμάστρες μεταξύ τους. Οι θερμάστρες μπορούν να συγκεντρωθούν στ' άκρα του καλλιεργούμενου αγρού όπου η ανύψωση θερμών στρωμάτων αέρα βοηθά να διατηρηθούν τα ευεργητικά αποτελέσματα που δημιουργούνται από τον ανεμομείκτη. Τα Ψυχρά στρώματα που έρχονται απ' έξω από τον αγρό θα συμπιεσθούν πάνω από τις θερμάστρες αφού ο αέρας από τον ανεμομείκτη θα έχει περάσει από πάνω, θα θερμανθούν και θα βοηθήσουν στη δημιουργία θερμαντικών αποτελεσμάτων. Η μέθοδος αυτή έχει πάψει να χρησιμοποιείται στην Αργολίδα γιατί οι θερμάστρες αντικαταστάθηκαν από την τεχνητή βροχή.

2.3.2. Ανεμομείκτες σε συνδυασμό με τεχνητή βροχή

Όπου υπάρχει νερό σε επαρκείς ποσότητες, η χρησιμοποίησή του σε συνδυασμό με τους ανεμομείκτες έχει αποδειχθεί ο πιο αποτελεσματικός και φθηνός τρόπος αντιπαγετικής προστασίας που βρίσκει τώρα ευρεία εφαρμογή.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναφερθεί δύο σπουδαία πειράματα που δείχνουν τα αποτελέσματα αυτής της τεχνικής. Ο καθηγητής Brewer από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας αναφέρει ότι κατά τη διάρκεια ενός παγετού το Δεκέμβρη του 1972, στην κοιλάδα San Joaquin, 60- 70% των καλλιεργούμενων εσπεριδοειδών

διασώθηκαν, μολονότι οι θερμοκρασίες παρέμειναν κάτω των $-3,5^{\circ}\text{C}$ για έξι έως οχτώ ώρες. Επί πλέον, ο καθηγητής αναφέρει ότι οι δαπάνες των θερμάστρων σε σύγκριση με τις δαπάνες του συστήματος που αποτελεί συνδυασμό ανεμομεικτών και νερού, ήταν μεγαλύτερο κατά 75%. Ένας καλλιεργητής από την κοιλάδα Coacellella ανάφερε επίσης τα ίδια αποτελέσματα στο αγροτικό κέντρο της περιοχής του. Κατά τη διάρκεια μίας σαιζόν χρησιμοποίησε μόνο θερμάστρες σε μερικά από τα χωράφια του που καλλιεργεί εσπεριδοειδή, ενώ σε άλλα χρησιμοποίησε ανεμομεικτες και νερό. Οι δαπάνες ανά 4 στρέμματα ήταν 136 δολάρια για τις θερμάστρες και 46 δολάρια για τους ανεμομεικτες και νερό. Φυσικά οι δαπάνες αυτές θα ήσαν πολύ μεγαλύτερες σήμερα. Το δεύτερο σύστημα, ανεμομεικτες-νερό, σταμάτησε την πτώση της θερμοκρασίας στους -2°C , ενώ οι θερμάστρες στους -3°C . Η ζημιά στις καλλιέργειες ήταν 30% στα χωράφια που υπήρχαν θερμάστρες, ενώ εκεί όπου υπήρχαν ανεμομεικτες-νερό δεν υπήρξε καμία ζημιά.

Ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος ανεμομεικτες-νερό είναι παρόμοιος με αυτόν του συστήματος ανεμομεικτες-θερμάστρες. Οι ανεμομεικτες κατεβάζουν τα ανώτερα ψυχρά στρώματα αέρα για να αναμιχθούν με το θερμό αέρα που δημιουργεί η ακτινοβολία θερμότητας του νερού, ενώ συγχρόνως απομακρύνονται τα βαριά και ψυχρά στρώματα αέρα που θα μπορούσαν να ελαττώσουν την αποτελεσματικότητα της θερμότητας που εκπέμπει το νερό. Επίσης, κι εδώ, οι ανεμομεικτες θα πρέπει να αρχίσουν την λειτουργία τους αρκετά νωρίς, πριν ή θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 0°C . Στον Ν.Αργολίδας αυτή είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος αντιπαγετικής προστασίας, χρησιμοποιείται σε όλα τα εσπεριδοειδή και σε άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες αφού εξασφαλίζει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα προστασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1. ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛ.Γ.Α

Το πρόγραμμα που έχει αναπτύξει ο ΕΛ.Γ.Α ξεκίνησε ουσιαστικά το 1979, με την εγκατάσταση και λειτουργία 313 συνολικά ανεμιστήρων (1979 - 1983) για την προστασία των εσπεριδοειδών και αμπελοειδών στους Νομούς Αργολίδας, Άρτας, Αχαΐας, Ηλείας, Ηρακλείου, Κορινθίας, Λακωνίας και Μεσσηνίας. Την περίοδο 1985-1988 ο ΕΛ.Γ.Α σε συνεργασία με την κατασκευαστική εταιρεία ΠΥΡΚΑΛ (ΕΤΕΚΑ), εγκατέστησε 400 νέους ανεμιστήρες για λογαριασμό των συνεταιριστικών φορέων στους Νομούς Αργολίδος, Άρτας και Αχαΐας.

Τα πολύ καλά αποτελέσματα που έδωσαν τα συστήματα αυτά στον τομέα της αντιμετώπισης των ζημιών των εσπεριδοειδών από τον παγετό οδήγησαν τον ΕΛ.Γ.Α στην ανάπτυξη μιας πολιτικής που στόχο είχε την επέκταση της χρήσης τους. Έτσι το 1985 ο ΕΛ.Γ.Α ξεκίνησε να υλοποιεί ένα πρόγραμμα που προέβλεπε την εγκατάσταση νέων ανεμιστήρων στους Νομούς Αργολίδος, Αχαΐας και Άρτας για την προστασία των εσπεριδοειδών.

Το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας του προγράμματος αντιμετωπίστηκε με το Ν.1554/85 που μεταξύ των άλλων προέβλεπε ότι δυνατότητα συμμετοχής στο πρόγραμμα είχαν μόνο οι συνεταιριστικές οργανώσεις των αγροτών στους οποίους ο ΕΛ.Γ.Α επιχορηγούσε το 75% της αρχικής αξίας αγοράς των μέσων αυτών. Η άρνηση των συνεταιρισμών να καταβάλλουν στον ΕΛ.Γ.Α το ποσόν της συμμετοχής τους- 25%-, αλλά και η άρνηση ενός σημαντικού αριθμού εξ αυτών να αναλάβουν την ευθύνη συντήρησης κα λειτουργίας τους υποχρέωσε τον ΕΛ.Γ.Α να διακόψει το πρόγραμμα.

Με την ψήφιση του νέου Νόμου 2342/95 περί «Ενεργητικής Προστασίας της γεωργικής, κτηνοτροφικής και αλιευτικής παραγωγής και άλλες διατάξεις», δόθηκε η δυνατότητα στον ΕΛ.Γ.Α να εφαρμόσει από την περίοδο 1997 μια νέα πολιτική στον τομέα αυτό. Μπορούσε να επεκτείνει την πολιτική των επιχορηγήσεων όχι μόνο προς τους συνεταιριστικούς φορείς των αγροτών αλλά και σε άλλους φορείς όπως π.χ Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης, ομάδες παραγωγών νόμιμα οργανωμένων, αλλά και φυσικά νομικά πρόσωπα.

Επίσης παραχωρεί τη δυνατότητα στους ίδιους φορείς να προβαίνουν οι ίδιοι στην προμήθεια και την εγκατάσταση μέσων ενεργητικής προστασίας. Κατά την

περίοδο 1991 - 2001 έγιναν τρεις μετεγκαταστάσεις 240 συνολικά αντιπαγετικών ανεμιστήρων από περιοχές, όπου οι συνεταιριστικοί φορείς είχαν αρνηθεί την παραλαβή και λειτουργία τους σε περιοχές άλλων συνεταιρισμών στα πλαίσια των ρυθμίσεων του Ν.2342/95 και με τους όρους και τις προϋποθέσεις που αναφέρονταν στις εκάστοτε αποφάσεις του Δ.Σ του ΕΛ.Γ.Α.

Ο ΕΛ.Γ.Α πλέον κάθε χρόνο από το 1997, με απόφαση του Δ.Σ καθορίζει τα μέσα Ενεργητικής προστασίας που θα επιχορηγήσει για την επόμενη χρονιά, το συνολικό ύψος της επιχορήγησης που θα καταβάλλει, το ποσοστό της επιχορήγησης, τους όρους και τις προϋποθέσεις με τις οποίες θα γίνονται οι επιχορηγήσεις του ΕΛ.Γ.Α, τα δικαιολογητικά που απαιτούνται για το σκοπό αυτό καθώς και τις διαδικασίες που θα πρέπει να ακολουθούνται όπως προβλέπει ο Ν.2342/95.

Έτσι επιχορηγείται ο αντιπαγετικός ανεμιστήρας για την προστασία εσπεριδοειδών ως τη βασική προστατευόμενη καλλιέργεια και συμπληρωματικά τη βερικοκιά και την ακτινιδιά και μέχρι ποσοστού 60% (εσπεριδοειδή) και 40 % (βερικοκιά ή ακτινιδιά) αντίστοιχα, με ποσοστό επιχορήγησης 75% στις αγροτικές συνεταιριστικές οργανώσεις κ.λ.π και 60 % για τα φυσικά πρόσωπα.

Οι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες σήμερα είναι κατανομημένοι ως εξής:

Ο αριθμός των ανεμιστήρων που είναι εγκατεστημένοι και λειτουργούν στη χώρα μας ξεπερνούν τους 1000 και την περίοδο 1989-1996 ένας σημαντικός αριθμός παραγωγών αναγνωρίζοντας την αποτελεσματικότητά αυτού του συστήματος, προμηθεύτηκε και εγκατέστησε ιδιωτικά ανεμιστήρες για την προστασία των καλλιεργειών τους.

Στο παρακάτω πίνακα φαίνεται ακριβώς σε ποιες περιοχές της χώρας μας είναι εγκατεστημένοι οι 707 αντιπαγετικοί ανεμιστήρες (αρχική εγκατάσταση ή μετεγκατάσταση) και οι οποίοι έχουν μεταβιβαστεί στους κατά τόπους συνεταιριστικούς φορείς. Επίσης από το 1997 έως και το 2000 έχουν επιχορηγηθεί από τον ΕΛ.Γ.Α και έχουν εγκατασταθεί 294 ανεμιστήρες σε φυσικά πρόσωπα και συνεταιρισμούς σε περιοχές κυρίως του Ν.Άρτας και Αργολίδος. Το 2001 είχε εγκριθεί η επιχορήγηση 45 αντιπαγετικών ανεμιστήρων στους Νομούς Άρτας, Ηλείας, Λακωνίας και Αργολίδας από τους οποίους οι 44 ανήκουν σε φυσικά πρόσωπα και ο ένας (1) σε συνεταιριστικό φορέα.

Το ποσοστό της επιχορήγησης του ΕΛ.Γ.Α, κατά μονάδα επιχορηγούμενου συστήματος Ενεργητικής Προστασίας στο ύψος του 75% για τις αγροτικές

συνεταιριστικές οργανώσεις, τις αναγνωρισμένες ομάδες παραγωγών και τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης και στο ύψος του 60 % για τα φυσικά και νομικά πρόσωπα, όπως αυτά ορίζονται από στο άρθρο 4 του Ν.179/88. το ποσοστό της επιχορήγησης αναφέρεται στη συνολική καθαρή (χωρίς Φ Π.Α) αξία αγοράς και εγκατάστασης καινούργιων συστημάτων και μέχρι συνολικού ποσού για τους αντιπαγετικούς ανεμιστήρες:

1.Είκοσι τεσσάρων χιλιάδων τριακοσίων πενήντα εννέα (24,359) EURO για πετρελαιοκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 145 - 150 HP.

2.Είκοσι δύο χιλιάδων έντεκα (22.011) EURO για πετρελαιοκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 120 - 130 HP.

3.Είκοσι μία χιλιάδων εκατόν τριάντα (21.130) EURO για πετρελαιοκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 90 - 100 HP.

4.Δεκαεννέα χιλιάδων εννιακοσίων πενήντα έξι (19.956) EURO για πετρελαιοκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 80 - 90 HP.

5.Είκοσι χιλιάδων πεντακοσίων σαράντα τριών (20.543) EURO για ηλεκτροκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 150 HP με τον κινητήρα στο δάπεδο.

6.Δέκα επτά χιλιάδων εξακοσίων εννέα (17.609) EURO για ηλεκτροκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 125 HP με τον κινητήρα επάνω στον πυλώνα.

7.Δεκαέξι χιλιάδων εκατόν σαράντα ένα (16.141) EURO για ηλεκτροκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 100 HP με τον κινητήρα επάνω στον πυλώνα.

8.Δεκατεσσάρων χιλιάδων ογδόντα επτά (14.087) EURO για ηλεκτροκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 75 HP με τον κινητήρα επάνω στον πυλώνα.

9.Δώδεκα χιλιάδων εννιακοσίων δέκα τριών (12.913) EURO για ηλεκτροκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 60 HP με τον κινητήρα επάνω στον πυλώνα.

10.Δώδεκα χιλιάδων τριακοσίων είκοσι έξι (12.326) EURO για ηλεκτροκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 50 HP με τον κινητήρα επάνω στον πυλώνα και

11.Δέκα χιλιάδων οκτακοσίων πενήντα εννέα (10.859) EURO για ηλεκτροκίνητους ανεμιστήρες με ισχύ κινητήρα 50 HP με τον κινητήρα επάνω στον πυλώνα.

Διευκρινίζεται ότι στην επιχορήγηση του ΕΛΓ Α δεν περιλαμβάνεται η δαπάνη σύνδεσης του ανεμιστήρα με τη ΔΕΗ για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος η

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ 713 ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ

V	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ-ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ-ΕΤΟΣ ΕΓΚΛΗΣΗΣ						ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 1992				ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 1997				ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 2001			Σ Υ Ν Ο Λ Ο	ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗ-ΘΗΚΑΝ			
		FIAT		ΠΥΡ-ΚΑΛ	ΔΑΜΚΟ	ΕΤΕΚΑ	ΕΤΕΚΑ	ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ				ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ				ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ				ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ			
		1979	1980	1982	1982	1986	1988	FIAT	SAME	STAYER	STAYER	ΔΑΜΚΟ	FIAT	SAME	STAYER	PERKINS	FIAT	STAYER		PERKINS	FIAT	STAYER	PERKINS
		1979	1980	1982	1982	1986	1988	FIAT	SAME	STAYER	STAYER	ΔΑΜΚΟ	FIAT	SAME	STAYER	PERKINS	FIAT	STAYER		PERKINS	FIAT	STAYER	PERKINS
ΝΟΜΟΣ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ																							
1	Αγία Τριάδα			4		24	1		6				1	6			2	9			53		
2	Ανυφί					8															8		
3	Αργολικά	10	8			3	5								5						26	1	1
4	Ασίνη						10														15		
5	Δαλαμανάρα							10					8				2				20		
6	Δρέπανο					10															10		
7	Ηρα								10												10		
8	Ηράειον			16									6								22		
9	Ιναχος						10								5			1			16		
10	Κουτασιτιάδι							10					7				3				20		
11	Κουρτάκι																23	5			28		
12	Λαλούκα		11				4						7								22		
13	Μοναστηράκι						10								4						14		
14	Νέα Ύψυνθα						10														10		
15	Παλαιά Επίδουρας						12														12		
16	Παναρήνη						7														7		
17	Πουλλοκίδα					8	10							7							25		
18	Πυργέλλα							10													10		
19	Χώνικος					10								8			2				20		
348																							
ΝΟΜΟΣ ΑΧΑΪΑΣ																							
1	Ακροία					10	3														13		1
2	Βιλιμπίτικα			4	1	15	3														23		
3	Διγελιώτικα						17														17		
4	Σελλινουβνίας						15														15		
68																							
ΝΟΜΟΣ ΑΡΤΑΣ																							
1	Άρτα					20	18														38		1
2	Αγία Παρασκευή											10									10		
3	Ακρόποταμιά											10									10		
4	Ανθοτόπος											10									10		
5	Γεωργουσόι					10															10		
6	Κεραμαίες					10	10														20		

Οποία θα γίνεται με δωδέκατες των φορέων ή των φυσικών προσώπων.

Πηγή: Διεθνής Γεωργίας Δυτικής Πελοποννήσου

Α/Α	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ-ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ-ΕΤΟΣ ΕΓΚΤΕΤΗΣ						ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 1992				ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 1997				ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 2001			ΣΥΝΟΛΟ	ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΘΗΚΑΝ						
		Α.Ι.Ο. (FIAT)		ΠΥΡΚΑΛ (SAME)	ΔΑΜΚΟ (STAYER)	ΕΤΕΚΑ (STAYER)	ΕΤΕΚΑ (PERKINS)	ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ				ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ				ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ				ΜΑΡΚΑ ΜΗΧΑΝΩΝ						
		1979	1980	1982	1982	1986	1986	FIAT	SAME	ΕΤΕΚΑ	ΔΑΜΚΟ	FIAT	SAME	ΕΤΕΚΑ	PERKINS	FIAT	STAYER	PERKINS		FIAT	STAYER	PERKINS				
7	Κιρκιάδες					10	10														20					
8	Κολορόδια										9			4										13		
9	Κορμένο								10				5											15		
10	Κομπότι			40																				40		
11	Κωστακιοί	1	4																					5		
12	Νεοχώρι												6											6		
13	Πλησιοί	3	16																					19		
14	Ρόγκα					8	9																	17		
15	Συκιές									10		1		5										16		
16	Χαλκιάδες						10																	10		
																								259		
	ΝΟΜΟΣ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ																							10		
	Ρίζι			10																				10		
	ΝΟΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ																							20		
1	Κασσιόλη-Αρχάγγελος			20																				20		
	ΝΟΜΟΣ ΗΜΑΘΙΑΣ																							1		
1	Βεργίνα							1																1		
2	Μελίκη							1																1		
																								2		
	ΣΥΝΟΛΟ	14	39	94	1	146	174	12	46	10	39	21	20	30	14	26	11	10					707	1	3	2

ΥΠΟΜΝΗΜΑ α) Α.Ι.Ο. (FIAT) εγκατεστησε 113 ανεμιστήρες το έτη 1979 & 1980
 β) ΠΥΡΚΑΛ (SAME) εγκατέστησε 160 ανεμιστήρες το έτος 1982
 γ) ΔΑΜΚΟ (STAYER) εγκατέστησε 40 ανεμιστήρες το έτος 1982
 δ) ΕΤΕΚΑ (STAYER) εγκατέστησε 200 ανεμιστήρες το έτος 1986
 ε) ΕΤΕΚΑ (PERKINS) εγκατέστησε 200 ανεμιστήρες το έτος 1988

Η Α' μετεγκατάσταση έγινε το 1992 μετεγκαταστάθηκαν 108 ανεμιστήρες
 Η Β' μετεγκατάσταση έγινε το 1997 μετεγκαταστάθηκαν 85 ανεμιστήρες
 Η Γ' μετεγκατάσταση έγινε το 2001 μετεγκαταστάθηκαν 47 ανεμιστήρες
 Αποσυνηρμολογήθηκαν 6 ανεμιστήρες

3.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου αντιπαγετικής προστασίας για μια Καλλιέργεια εξαρτάται:

- από τη μελέτη των ιδιαίτερων συνθηκών που επικρατούν κατά τις νύχτες παγετού στις παγετόπληκτες περιοχές, (τύπος παγετού, συχνότητα εμφάνισης, ύψος θερμοροφής, κ.λ.π.)
- από τη δαπάνη της μεθόδου αντιπαγετικής προστασίας, η οποία θα επιβαρύνει το κόστος καλλιέργειας, σε συνδυασμό με την αναμενόμενη ωφέλεια, που θα επιφέρει η μέθοδος αυτή στην καλλιέργεια.

Ο καθορισμός ενός ετησίου κόστους αντιπαγετικής προστασίας είναι δύσκολος. Γενικά όμως το κόστος συνδέεται αφενός με τις σταθερές δαπάνες, όπως είναι οι δαπάνες εγκαταστάσεως και συντηρήσεως οι οποίες διαφέρουν λίγο από έτος σε έτος, και αφετέρου από τις μεταβλητές δαπάνες, οι οποίες σχετίζονται με την ένταση του παγετού και το συνολικό αριθμό ωρών παροχής αντιπαγετικής προστασίας.

Μελετώντας τις διάφορες μεθόδους αντιπαγετικής προστασίας για προστασία από παγετούς ακτινοβολίας, παρατηρούμε ότι η χρήση θερμαστών είναι αποτελεσματική αλλά πολύ δαπανηρή, λόγω της υψηλής τιμής των υγρών καυσίμων, γι' αυτό δεν εφαρμόζεται σήμερα στην Αργολίδα και στην Ελλάδα γενικότερα.

Η κάλυψη των καλλιεργειών είναι αποτελεσματική όμως έχει υψηλό κόστος, γι' αυτό εφαρμόζεται μόνο σε μικρής έκτασης καλλιεργούμενες επιφάνειες (θερμοκήπια). Η χρήση του ελικοπτέρου είναι αποτελεσματική αλλά υψηλού κόστους, γεγονός που κάνει αδύνατη τη χρήση του στην Ελλάδα. Η δημιουργία σύννεφου καπνού είναι μια οικονομική μέθοδος, η οποία εφαρμόστηκε στην Αργολίδα την περίοδο 1960-75, χωρίς όμως να εξασφαλίζει ικανοποιητική προστασία στους οπωρώνες, γι' αυτό δεν εφαρμόζεται σήμερα.

Οι ανεμοθραύστες παρέχουν προστασία μόνο από μετωπικούς παγετούς ενώ επιδεινώνουν την κατάσταση κατά τους παγετούς ακτινοβολίας, γιατί συμπεριφέρονται σαν φράγματα στην ροή του παγωμένου αέρα. Στο Ν.Αργολίδας δεν χρησιμοποιούνται γιατί ο νομός δεν αντιμετωπίζει μεγάλο πρόβλημα μετωπικών παγετών.

Ο ψεκασμός των φυτών με αφρώδη υλικά χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ και στον Καναδά για χαμηλής αναπτύξεως καλλιέργειες με πολύ καλά αποτελέσματα. Στην

Ελλάδα αυτή η μέθοδος δεν έχει ακόμα χρησιμοποιηθεί. Επίσης ο ψεκασμός των φυτών με χημικές ουσίες είναι μια πολύ νέα μέθοδος που τα τελευταία χρόνια βρίσκει μεγάλη ανταπόκριση από τους παραγωγούς. Ενώ η χρήση της υπέρυθρης ακτινοβολίας η οποία εφαρμόζεται για την προστασία των εσπεριδοειδών πολλά χρόνια στο Ισραήλ είναι αδύνατη στην Αργολίδα λόγω της μεγάλης οικιστικής ανάπτυξης που παρατηρείται στο νόμο.

Η χρήση της μεθόδου ελέγχον των παγοπυρηνώσεων βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο και σύμφωνα με τις μέχρι τώρα μελέτες προσφέρει σημαντική προστασία στους πορτοκαλεώνες για παγετούς με ένταση μέχρι -3°C . Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες η μέθοδος αυτή θα πρέπει να συνεπικουρείται από τον αντιπαγετικό ανεμιστήρα όποτε έχουμε προστασία μέχρι τους -6°C , όμως θα πρέπει να μελετηθεί η κατάλληλη θερμοκρασία έναρξης λειτουργίας τον ανεμιστήρα. Το αντιπαγετικό σύστημα τεχνητής ομίχλης είναι ένα από τα οικονομικότερα μέτρα αντιπαγετικής προστασίας το οποίο προστατεύει αποτελεσματικά τις καλλιέργειες. Όμως η χρήση του δεν έχει επεκταθεί στην Αργολίδα και στην Ελλάδα γενικότερα εξαιτίας των ιδιαιτεροτήτων που απαιτεί η εγκατάστασή του, όπως είναι ο ακριβής προσδιορισμός της αύρας, οι μεγάλες ποσότητες νερού, οι μεγάλες και ενιαίες καλλιεργούμενες εκτάσεις απαλλαγμένες από κατοικίες κ.λ.π.

Το σύστημα της τεχνητής βροχής κάτω από την κόμη των δένδρων χρησιμοποιείται ευρέως στην Αργολίδα με πολύ καλά αποτελέσματα. Είναι ένα από τα οικονομικότερα μέτρα αντιπαγετικής προστασίας εύκολο στην εφαρμογή, αφού απαιτεί μόνο την αντικατάσταση των εκτοξευτών της τεχνητής βροχής, παρέχοντας αντιπαγετική προστασία τους χειμερινούς μήνες και άρδευση τους καλοκαιρινούς. Βασική όμως προϋπόθεση είναι η καλή αποστράγγιση των οπωρώνων. Ένα πρόβλημα που έχει δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια στο νομό είναι η συσσώρευση αλάτων στο έδαφος λόγω της άρδευσης με νερό υψηλής αλατότητας, το οποίο επιβαρύνει ακόμα περισσότερο η χρήση τεχνητής βροχής για αντιπαγετική προστασία, δεδομένου ότι τα εσπεριδοειδή έχουν μεγάλη ευπάθεια στα άλατα. Το γεγονός αυτό όμως δεν αποτρέπει την χρήση της μεθόδου αυτής για αντιπαγετική προστασία στο νομό, γιατί η τεχνητή βροχή προστατεύει τους οπωρώνες οι οποίοι δεν προστατεύονται ακόμα από ανεμιστήρες.

Ο αντιπαγετικός ανεμιστήρας εφαρμόζεται με επιτυχία τα τελευταία χρόνια στην Αργολίδα και η χρήση του επεκτείνεται συνεχώς επειδή προστατεύει αποτελεσματικά την ηρτημένη παραγωγή και το φυτικό κεφάλαιο. Η επιτυχία τον

οφείλεται τόσο στις κλιματικές συνθήκες του νομού, (παγετοί ακτινοβολίας των οποίων η θερμοκρασία σπάνια πέφτει κάτω των -4°C , χαμηλή θερμοροφή, κ.λ.π.), όσο και στις επίπεδες καλλιεργούμενες εκτάσεις. Το κόστος του κυμαίνεται κατά μέσο όρο στις 0.25EURO/κίλο προστατευόμενων καρπών, το οποίο αντισταθμίζεται με την πώληση των καρπών με υψηλότερη τιμή στο τέλος της περιόδου συγκομιδής. Ο κυριότερος λόγος που χρησιμοποιούνται ανεμομείκτες και η τεχνητή βροχή μαζί τα τελευταία χρόνια στην Αργολίδα είναι γιατί επιτυγχάνεται πλήρης προστασία της ηρητημένης παραγωγής με πολύ μικρό ποσοστό ζημιάς στους καρπούς και μηδαμινή στο φυτικό κεφάλαιο. Έτσι οι παραγωγοί που εφαρμόζουν αντιπαγετική προστασία παύουν να αντιμετωπίζουν πρόβλημα ποιοτικής υποβάθμισης των καρπών και αυξάνουν την περίοδο κοπής και διάθεσης των εσπεριδοειδών.

Τέλος συμπεραίνουμε ότι οι καταλληλότερες μέθοδοι αντιπαγετικής προστασίας για τον Ν.Αργολίδας είναι ο αντιπαγετικός ανεμιστήρας σε συνδυασμό με τεχνητή βροχή κάτω από την κόμη των δένδρων οι οποίες ήδη εφαρμόζονται με επιτυχία. Η τεχνητή βροχή όμως έχει το μειονέκτημα ότι ενισχύει το πρόβλημα της αλατότητας που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες της Αργολίδας.

3.3.ΦΡΟΝΤΙΔΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΑΓΕΤΟΠΛΗΚΤΑ ΔΕΝΔΡΑ

Η φροντίδα στα δέντρα μετά από τον παγετό αποσκοπεί στην προστασία τους από προσβολές από διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς (π.χ κορυφοξύρα, φυτόφθορα) και στην υποβοήθηση του φυτού, ώστε να αναπτυχθούν γρήγορα νέοι βλαστοί και φύλλα. Για την πρόσληψη πιθανών μολύνσεων από παθογόνους μικροοργανισμούς απαιτείται αμέσως ψεκασμός των δένδρων με βορδιγάλειο πολτό περιεκτικότητας 1 % σε θειϊκό χαλκό ή σε άλλα μυκητοκτόνα. Επιπλέον θα πρέπει να καθαριστούν καλά οι πληγές που έχουν δημιουργηθεί στον κορμό, στους βραχίονες και στα κλαδιά να επαλειφθούν αμέσως με βορδιγάλειο πάστα περιεκτικότητας 10% σε θειϊκό χαλκό ή άλλα ειδικά σκευάσματα.

Τα δένδρα θα πρέπει να κλαδεύονται νωρίς την άνοιξη όταν θα φαίνεται πλέον καλά η έκταση των ζημιών από τους παγετούς, ταυτόχρονα θα πρέπει να αφαιρεθούν και όσοι βλαστοί θεωρούνται περιττοί ώστε να μείνουν μοναχά οι απαραίτητοι για το σχηματισμό της καινούργιας κόμης. Αν έχουνε θιγεί οι βραχίονες απαιτείται αυστηρό κλάδεμα των δένδρων στον κορμό. Κανονικό κλάδεμα, όπως

αυτό που γίνεται και στα υγιή δένδρα να γίνει μόνο όταν οι ζημιές είναι ελαφρές.

Τα ανεπτυγμένα δέντρα με ελαφρές ζημιές έχουν πιο αυξημένες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία σε σχέση με εκείνα που δεν έπαθαν καθόλου ζημιές. Επειδή όμως θα κλαδευτούν θα αφαιρεθεί ένα σημαντικό μέρος της κομής, για αυτό δε χρειάζεται μεγαλύτερες ποσότητες λιπασμάτων.

Αντίθετα τα ανεπτυγμένα δέντρα που έχουν πάθει σημαντικές ζημιές δεν χρειάζονται λίπανση γιατί έχουν καλά ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα και μπορούν να ανταποκριθούν πλήρως στις ανάγκες τους σε θρεπτικά στοιχεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αγροτική Βιβλιοθήκη Η Σύγχρονη καλλιέργεια των εσπεριδοειδών.
2. Αναστασάκος Α. & Γκιόκας Α. & Μακρυκόστας Α. (1996) Επιτροπή Σύνταξης των Τεχνικών Χαρακτηριστικών των Αντιπαγετικών Ανεμιστήρων, Δεκέμβριος, Αθήνα
3. Ανώνυμος (1989) Ανεμομείκτες Αντιπαγετικής Προστασίας από την ΕΤΕΚΑ Α.Ε. Γεωργική Τεχνολογία Δεκέμβριος, 54-56.
4. Διοικητικό Συμβούλιο του ΕΛΓΑ (1996) Απόφαση Αριθ.ΙΙΙ/10-12-1996, Αθήνα.
5. Ελευθεροχωρινός Η.Γ. Ζιζανιολογία, 2^η Έκδοση, Εκδόσεις Αγρότυπος
6. Παπαζαφειρίου Γ.Ζ. (1984) Αρχές και Πρακτική των Αρδεύσεων εκδόσεις ΖΗΤΗ Θεσσαλονίκη
7. Πρωτοπαλαδάκη Ευτύχη, Τα εσπεριδοειδή
8. Ποντίκη Κ.Α. Ειδική δενδροκομία Εσπεριδοειδή
9. Τσίγκας Γεώργιος. Κατασκευές αντιπαγετικών ανεμιστήρων.
10. Τσινόπουλος Σπ.(1985) Αντιπαγετική προστασία των καλλιεργειών: Ορισμοί – Μέθοδοι – Περιγραφές – Προγράμματα – Εφαρμογές, Ενημερωτικό Φυλλάδιο ΟΓΑ, Μάιος, Αθήνα.
11. AID.AGRICULTURE INDUSTRIAL DEVELOPMENT ITALY
CATANIA 95030 Stradale Giovanni Agnelli. TEL 095291233.