

**Τ.Ε.Ι ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΟ Ν. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ»**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ ΣΩΤΗΡΙΑ
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΜΑΡΑΓΔΗ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 1997

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο. Ο ΠΑΓΕΤΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥ	
1.1 ΠΑΓΕΤΟΣ	6
1.2 ΖΗΜΙΕΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΓΕΤΟ	11
1.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΒΛΑΒΕΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΓΕΤΟ	17
1.4 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΠΑΓΕΤΟΥ ΣΤΟ Ν.ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο. ΕΜΜΕΣΑ Ή ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΑΜΕΣΑ Ή ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	
3.1 Ο ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ	27
3.1α ΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΤΟΥ ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΟΥ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ	38
3.1β ΤΟ ΝΕΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΛΓΑ	42
3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ	43
3.2α ΤΕΧΝΗΤΗ ΒΡΟΧΗ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΝΔΡΑ	47
3.2β ΤΕΧΝΗΤΗ ΒΡΟΧΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΝΔΡΑ	50
3.3 ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΡΜΑΣΤΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ Ή ΑΛΛΗΣ ΜΟΡΦΗΣ	52
3.4 Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΝΝΕΦΟΥ ΚΑΠΝΟΥ	54
3.5 ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΟΜΙΧΛΗΣ	55
3.5α ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΟΜΙΧΛΗΣ ΤΟΥ ΕΛΓΑ	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΑΜΕΣΑ Ή ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	
4.1 ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΟΥ	60
4.2 Η ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	63
4.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ (ΑΝΕΜΟΘΡΑΥΣΤΕΣ)	64
4.4 ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	65

4.5 ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΑΦΡΩΔΗ ΥΛΙΚΑ	66
4.6 ΧΡΗΣΗ ΥΠΕΡΥΘΡΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	67
4.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΓΟΠΥΡΗΝΩΣΕΩΣ ΣΤΗΝ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑ ΜΕ ΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο.	
5.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΤ/ΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	70
5.2 ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ ΣΤΑ ΠΑΓΕΤΟΠΛΗΚΤΑ ΔΕΝΔΡΑ	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	75

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο αντιπαγετική προστασία εννοούμε την εφαρμογή κάποιων μεθόδων με 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 περιορίζει σημαντικά τις ζημιές και άλλοτε προστατεύει ολοκληρωτικά τις καλλιέργειες.

Η προστασία των καλλιεργειών από τα καταστρεπτικά αποτελέσματα του παγετού είναι ένα θέμα μεγίστης σημασίας για τη γεωργία. Μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχει καλλιεργούμενη περιοχή στην Ελλάδα, που να μην έχει πρόβλημα χαμηλών θερμοκρασιών για τις καλλιέργειες της σε κάποια περίοδο, μέσα στην ψυχρή εποχή και σε κάποιο στάδιο της καλλιέργειας. Αυτό επιβεβαιώνεται από τον ΕΛΓΑ και τις στατιστικές μελέτες για την αποζημίωση των παραγωγών για παγετό. Υπάρχουν όμως κάποιες περιοχές, (π.χ. οι νομοί Αργολίδας, Άρτας, Αχαΐας, Κορινθίας, Ηρακλείου, Ημαθίας, Πιερίας), οι οποίες πλήττονται περισσότερο από τους παγετούς.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) αναφέρονται τα ποσά που κατέβαλε ο ΕΛΓΑ για αποζημίωση παγετόπληκτων καλλιεργειών (οπωροφόρα δένδρα, κηπευτικά, αμπέλια) στην Ελλάδα τα έτη 1994 και 1995 καθώς και τα ποσά που κατέβαλε ειδικότερα στο Ν.Αργολίδας για την αποζημίωση των παγετόπληκτων καλλιεργειών του νομού (εσπεριδοειδή, βερίκοκα, κηπευτικά) τα έτη 1993 - 1996. Το έτος 1994 ο νομός Αργολίδας απορρόφησε το 0,4% του συνόλου των αποζημιώσεων, ενώ το 1995 απορρόφησε το 3,4%.

Το πρόβλημα της αντιμετώπισης του παγετού είναι πολύ σύνθετο και έχει απασχολήσει στο παρελθόν πλήθος επιστημόνων, αφού για την επιτυχημένη λύση του χρειάζεται να εξεταστεί μεγάλος αριθμός παραγόντων που διακρίνονται σε γεωργικούς, χημικούς, μετεωρολογικούς, μηχανολογικούς και οικονομικούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Ποσά (δρχ.) που κατέβαλε ο ΕΛΓΑ για την αποζημίωση παγετόπληκτων καλλιεργειών.

ΕΛΛΑΔΑ	Ποσά αποζημιώσεων (δρχ.)
1994	1 δις 41 εκατομμύρια
1995	33 δις 277 εκατομμύρια
ΑΡΓΟΛΙΔΑ	
1993	61 εκατομμύρια
1994	4 εκατομμύρια 200 χιλιάδες (0,4%)
1995	1 δις 148 εκατομμύρια (3,4 %)
1996 1ο 4τμηνο	149 εκατομμύρια

ΠΗΓΗ: ΕΛΓΑ

Η στρατηγική της αντιπαγετικής προστασίας στηρίζεται στην διάκριση των παγετών ανάλογα με τα ιδιαίτερα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά τους. Έτσι οι μετωπικοί παγετοί, οι οποίοι οφείλονται στην διέλευση ψυχρών μαζών αέρα, αντιμετωπίζονται με την κατασκευή προστατευτικών τοίχων ή πυκνών δενδροστοιχιών. Ενώ οι παγετοί ακτινοβολίας, οι οποίοι οφείλονται στην πτώση της θερμοκρασίας εξαιτίας απώλειας θερμικής ενέργειας από το περιβάλλον λόγω ακτινοβολίας, αντιμετωπίζονται με τεχνητή βροχή, αντιπαγετικούς ανεμιστήρες και άλλα μέσα που αποσκοπούν στην παροχή θερμότητας ή στην ελάττωση της απώλειας θερμότητας.

Τα μέτρα γενικά της αντιπαγετικής προστασίας διακρίνονται σε έμμεσα ή προληπτικά και σε άμεσα ή ενεργητικά.

Η συστηματική αντιμετώπιση του προβλήματος των παγετών στηρίζεται:

- στην καλή οργάνωση αντιπαγετικής προστασίας, η οποία βασίζεται στη μελέτη του μικροκλίματος της περιοχής, στη γνώση της κρίσιμης θερμοκρασίας για κάθε στάδιο ανάπτυξης του δένδρου στην οποία ζημιώνεται το δένδρο και στην ανάπτυξη ασφαλούς συστήματος συναγερμού για προειδοποίηση των παραγωγών.

- στην πρόγνωση του παγετού
- στην έγκαιρη εφαρμογή των μεθόδων αντιπαγετικής προστασίας.

Σε θερμοκρασίες ίσες ή κάτω του 0°C ανάλογα με την ένταση του παγετού, (δηλ. το μέγεθος της πτώσης της θερμοκρασίας κάτω από το μηδέν), την φυσιολογική κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα δένδρα (ηλικία, βλαστικό στάδιο) και τις υπόλοιπες συνθήκες που επικρατούν (καιρικές συνθήκες πριν και μετά τον παγετό), ζημιώνεται κάποιο μέρος του δένδρου ή καταστρέφεται ολοκληρωτικά. Σε ελαφρούς παγετούς (0°C μέχρι -3°C) προσβάλλονται τα άνθη, οι τρυφεροί βλαστοί τα φύλλα και οι καρποί. Σε πιο ισχυρούς παγετούς (-3°C μέχρι $-4,5^{\circ}\text{C}$) ζημιώνονται οι παλαιότεροι βλαστοί και θίγονται οι βραχίονες και ο κορμός των δένδρων.

Ο Ν.Αργολίδας είναι ο πρώτος νομός σε παραγωγή εσπεριδοειδών στην Ελλάδα ακολουθούν οι νομοί Λακωνίας, Άρτας, κ.α. Συγκεκριμένα σε συνολική έκταση 120.000 περίπου στρεμμάτων παράγονται κατά μέσο όρο κάθε χρόνο 300.000 περίπου τόνοι εσπεριδοειδών (πορτοκάλια, μανταρίνια, λεμόνια). Η καλλιέργεια αυτή αποφέρει υψηλό εισόδημα στους καλλιεργητές και αξιόλογο συνάλλαγμα στην Ελλάδα λόγω των εξαγωγών (Ρωσία, Ουκρανία, Βουλγαρία, Σερβία, Αυστρία, Ολλανδία, Αγγλία, Γερμανία, κ.α.) που πραγματοποιούνται κάθε χρόνο. Για το λόγο αυτό είναι από τις πρώτες καλλιέργειες στις οποίες μελετήθηκαν και εφαρμόστηκαν μέτρα αντιπαγετικής προστασίας. Τα μέτρα αντιπαγετικής προστασίας που θα αναφερθούν παρακάτω δεν εφαρμόζονται μόνο στον Ν.Αργολίδας αλλά εφαρμόζονται και σε άλλες περιοχές όπου υπάρχουν εσπεριδοειδή, αμπέλια και άλλες καλλιέργειες που πλήττονται από παγετούς.

Στο Ν.Αργολίδας τα μέτρα αντιπαγετικής προστασίας που εφαρμόζονται είναι ο αντιπαγετικός ανεμιστήρας και η τεχνητή βροχή κάτω από τα δένδρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ. 1^ο

Ο ΠΑΓΕΤΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥ

1.1 ΠΑΓΕΤΟΣ

Σαν παγετός (frost) χαρακτηρίζεται το μετεωρολογικό φαινόμενο κατά το οποίο η θερμοκρασία κατεβαίνει μέχρι ή κάτω των 0 °C.

Ο παγετός ανάλογα με την εποχή, τις συνθήκες που εκδηλώνεται και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

1. Παγετός μερικός, όταν μια μέρα μόνο η ελάχιστη θερμοκρασία αέρα κατεβαίνει κάτω από 0 °C και παγετός ολικός όταν η μέγιστη θερμοκρασία κατεβαίνει κάτω από 0 °C.
2. Παγετός ανοιξέως ή όψιμος παγετός, παγετός φθινοπώρου ή πρώιμος παγετός και παγετός χειμώνα ανάλογα με την εποχή του χρόνου.
3. Παγετός ασθενής ή ελαφρός από -2,1 °C έως 0 °C , παγετός μέτριος από -4,2 °C έως -2,1 °C και παγετός ισχυρός ή βαρύς από -4,2 °C και κάτω.
4. Παγετός μετωπικός (Freezing frost), παγετός ακτινοβολίας (Radiation frost).

Ο μετωπικός παγετός οφείλεται στην διέλευση ψυχρών μαζών αέρα. Παρατηρείται συνήθως κατά το χειμώνα και η πτώση της θερμοκρασίας προκαλείται από μεγάλες μάζες ψυχρού αέρα που μπαίνουν σε μια περιοχή με μεγάλη ταχύτητα (ψυχροί άνεμοι). Οι ψυχροί αυτοί άνεμοι προέρχονται κυρίως από τις βόρειες περιοχές. Μπορούν να διαρκούν περισσότερο από μια νύχτα και λαμβάνουν χώρα μέρα και νύχτα.

Ο παγετός ακτινοβολίας οφείλεται στην πτώση της θερμοκρασίας εξαιτίας απώλειας θερμικής ενέργειας από το περιβάλλον λόγω ακτινοβολίας. Παρατηρείται κατά το χειμώνα, την άνοιξη, το φθινόπωρο και συμβαίνει μόνο την νύχτα ή τις πρωινές ώρες, με συνθήκες σχετικής νηνεμίας της ατμόσφαιρας, καθαρού ουρανού, χαμηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας και

μεγάλης διάρκειας νύχτες.Κάτω από αυτές τις συνθήκες, το έδαφος και οι επιφάνειες των διαφόρων φυτικών μερών ακτινοβολούν θερμότητα προς το περιβάλλον.Εξαιτίας της απώλειας αυτής της θερμότητας, οι επιφάνειες του εδάφους και των φυτών ψύχονται και μαζί τους ψύχεται και ο αέρας που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος και τα φυτά.Ο ψυχρός αυτός αέρας, πυκνότερος και κατά συνέπεια βαρύτερος, παραμένει στα χαμηλά επίπεδα του εδάφους και των φυτών.Μετακινούμενος προς χαμηλότερες θέσεις, κατά μήκος των γραμμών κλίσεως του εδάφους, ψύχεται συνεχώς όλο και περισσότερο, εφόσον η θερμοκρασία του εδάφους συνεχίζει και πέφτει.Αντίθετα τα υψηλότερα στρώματα του ατμοσφαιρικού αέρα παραμένουν αρκετά θερμότερα, έτσι ώστε να παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα με την αύξηση του ύψους από την επιφάνεια του εδάφους.Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας του αέρα παρατηρείται μέχρι ενός ορισμένου ύψους, μετά το οποίο η τιμή της θερμοκρασίας αρχίζει και πάλι να ελαττώνεται.Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «αναστροφή της θερμοκρασίας».Το μέγεθος της αναστροφής εξαρτάται:

- από την θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας που προηγείται του παγετού,
- από την ποσότητα της ατμοσφαιρικής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της νύκτας,
- από τη θερμοκρασία του εδάφους,
- από τη σχέση με την οποία η θερμότητα μεταφέρεται από την ατμόσφαιρα στην επιφάνεια του εδάφους.

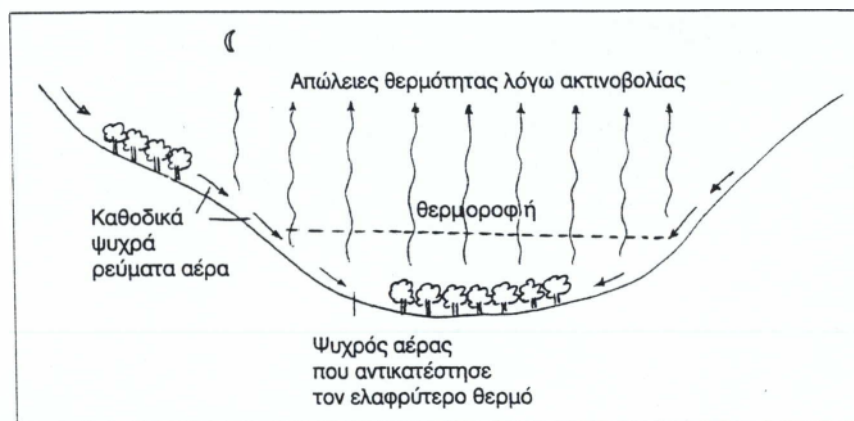
Ο παγετός ακτινοβολίας διακρίνεται σε λευκό και μαύρο ανάλογα με τον σχηματισμό ή όχι πάχνης.Αν υπάρχουν υδρατμοί στην ατμόσφαιρα, με την πτώση της θερμοκρασίας αυξάνεται η σχετική υγρασία μέχρι το σημείο δρόσου (σημείο δρόσου λέγεται η θερμοκρασία κατά την οποία παρατηρείται συμπύκνωση των υδρατμών του αέρα) οπότε έχουμε νωρίς το πρωί, απόθεση υδρατμών στην επιφάνεια του εδάφους.Αν η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι κάτω από το σημείο δρόσου, αλλά υψηλότερη από 0°C έχουμε απόθεση υδρατμών με μορφή δρόσου, ενώ αν η θερμοκρασία του αέρα είναι κάτω από το σημείο δρόσου και κάτω από 0°C έχουμε την απόθεση λευκών παγοκρυστάλλων.Στην περίπτωση αυτή έχουμε λευκούς παγετούς.Αν όμως η

υγρασία της ατμόσφαιρας είναι μικρή, τότε η θερμοκρασία της κατέρχεται κάτω από το 0°C αλλά χωρίς να φτάσει το σημείο δρόσου και έτσι δεν σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι. Στην περίπτωση αυτή έχουμε μαύρους παγετούς. Οι λευκοί παγετοί είναι λιγότερο επιζήμιοι από τους μαύρους, γιατί κατά την μετατροπή του νερού από την υγρή στη στερεή φάση των παγοκρυστάλλων ελευθερώνεται θερμότητα, η οποία μεταδίδεται στο περιβάλλον. Στο Ν.Αργολίδας συνήθως παρατηρούνται λευκοί παγετοί επειδή η περιοχή έχει υψηλή υγρασία.

Οι καιρικές συνθήκες κατά τις οποίες πραγματοποιούνται οι παγετοί ακτινοβολίας και οι μετωπικοί παγετοί είναι τελείως διαφορετικές. Είναι όμως δυνατόν μετά από ένα μετωπικό παγετό να επικρατήσει νηνεμία και καθαρός ουρανός, οπότε έχουμε και νέα πτώση της θερμοκρασίας από ακτινοβολία. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι ζημιές που προκαλούνται στα φυτά να είναι μεγαλύτερες.

Στις περιπτώσεις των αγρών με βορινή κυρίως έκθεση, που βρίσκονται σε περιοχές εκτεθειμένες σε ανέμους και μάλιστα κοντά σε ορεινούς όγκους ή και σε σχετικά μεγάλο υψόμετρο, κυρίως τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες, παρατηρούνται πολλές φορές παγετοί μεταφοράς. Σε αγρούς που βρίσκονται σε κοιλάδες οι οποίες περιβάλλονται από ψηλούς λόφους ή βουνά, συχνά και κυρίως την άνοιξη, παρουσιάζονται παγετοί ακτινοβολίας. Εκεί το έδαφος και ο αέρας ψύχονται κατά τη διάρκεια της ανέφελης νύχτας από την απώλεια θερμότητας με ακτινοβολία, και οι βαρύτερες ψυχρές αέριες μάζες κατέρχονται από τα γύρω υψώματα στο κατώτερο τμήμα της κοιλάδας, εκτοπίζοντας τις ελαφρότερες θερμές μάζες προς τα πάνω. Σχηματίζεται έτσι «θύλακας παγετού» (σχ.1), όταν η έλλειψη ανέμων που θα αναμίγνυαν τις αέριες μάζες, οδηγεί στην παγίδευση των ψυχρών αερίων μαζών στο βάθος της κοιλάδας. Οι αγροί που βρίσκονται στις πλαγιές δεν πλήττονται από παγετούς, γιατί υπάρχει δυνατότητα εξόδου των καθοδικών ψυχρών μαζών και αντικατάσταση τους από θερμότερες. Επίσης σπανιότατα παρατηρούνται παγετοί σε αγρούς κοντά σε θάλασσα, λίμνες ή ποταμούς, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού και της μεγαλύτερης ατμοσφαιρικής υγρασίας. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσό των υδρατμών, τόσο μικρότερη είναι η απώλεια θερμικής ενέργειας λόγω ακτινοβολίας και κατά συνέπεια μικρότερη και η

πτώση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του εδάφους και των φυτών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι υδατμοί απορροφούν μέρος της ακτινοβολίας αποδίδοντας μέρος αυτής εκ νέου. Συχνά στις περιοχές που γειτονεύουν με υδάτινους όγκους σημειώνονται ομίχλες που εμποδίζουν την απώλεια θερμότητας στα ανώτερα στρώματα με ακτινοβολία. Συνήθως η θερμοκρασία δεν πέφτει απότομα σε χαμηλά επίπεδα, λόγω υψηλού σημείου δρόσου.



ΣΧΗΜΑ 1: Σχηματισμός θύλακα παγετού.

Οι ζημιές που προκαλούνται από τους παγετούς ακτινοβολίας είναι πιο εκτεταμένες σε μια περιοχή, ενώ οι ζημιές που προκαλούνται από τους μετωπικούς παγετούς είναι πιο περιορισμένες και παρατηρούνται στις τοποθεσίες και τις καλλιέργειες που είναι περισσότερο εκτεθειμένες στα ψυχρά ρεύματα αέρος. Τέλος οι παγετοί ακτινοβολίας μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με διάφορα μέσα, ενώ οι μετωπικοί παγετοί αντιμετωπίζονται πολύ δύσκολα στην πράξη.

Στο Ν.Αργολίδας το 99% των παγετών είναι παγετοί ακτινοβολίας.

Από τους παγετούς ανάλογα με την εποχή την οποία συμβαίνουν πιο συχνόι και ζημιογόνοι για τα εσπεριδοειδή είναι οι χειμερινοί και οι ανοιξιάτικοι παγετοί. Από τους χειμερινούς παγετούς ζημιώνεται κυρίως η έτοιμη παραγωγή και κατά δεύτερο λόγο ζημιώνονται οι καρποφόροι βλαστοί, οι βραχίονες ή ο κορμός των δένδρων. Μερικές φορές ξηραίνονται και ολόκληρα δένδρα τα

οποία πρέπει να αντικατασταθούν. Από τους ανοιξιότικους παγετούς ζημιώνονται κυρίως οι νεαροί βλαστοί ανοίξεως μαζί με την ανθοφορία τους με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής της επόμενης χρονιάς.

1.2 ΖΗΜΙΕΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΓΕΤΟ

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

Από το μέγεθος της πτώσης της θερμοκρασίας, (την ένταση του παγετού). Όσο περισσότερο δηλαδή η θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 0°C τόσο περισσότερα βλαστικά μέρη των εσπεριδοειδών ζημιώνονται. Έτσι σε θερμοκρασίες από -3°C έως 0°C παρατηρείται αποχρωματισμός της επιδερμίδας των φύλλων και καταστροφή των τρυφερών βλαστών που δεν έχουν ξυλοποιηθεί. Ξηραίνονται μερικά ή όλα τα ώριμα φύλλα, σημειώνεται μερική ή ολική φυλλόπτωση, με αποτέλεσμα αργότερα να παρατηρηθούν ξηράνσεις σε μικρά κλαδάκια. Επίσης στις θερμοκρασίες αυτές ζημιώνονται οι καρποί (ώριμοι και άγουροι) και τα άνθη. Σε θερμοκρασίες κάτω από -3°C ζημιώνεται ο φλοιός και το κάμβιο των κλάδων μεγαλύτερης ηλικίας, των βραχιόνων ή ακόμη και του κορμού. Έτσι μπορεί να υπάρξουν νεκρώσεις κλάδων, βραχιόνων ή και ολόκληρων δένδρων.

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. (π.χ. είναι καταστρεπτικότερος ο παγετός όταν μετά από μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας ακολουθήσει απότομη άνοδος της θερμοκρασίας).

Από την συχνότητα εμφανίσεως του παγετού. Η συχνότητα εμφανίσεως του παγετού αποτελεί συνάρτηση ιδιαίτερων γεωγραφικών και κλιματολογικών συνθηκών κάθε περιοχής. Έτσι παρατηρείται ότι ο παγετός πλήττει περισσότερο τις βόρειες πλευρές των λόφων που είναι εκτεθειμένες στα βόρεια μετωπικά ρεύματα και τις κοιλάδες που αποτελούν τους λεγόμενους «θύλακες παγετού». Αντίθετα σε περιοχές στις οποίες υπάρχουν μεγάλες ποσότητες νερού ή καλύπτονται από στρώμα χιονιού δεν εμφανίζεται παγετός, ή όταν εμφανιστεί είναι μειωμένης εντάσεως.

Από την εποχή. Κατά τους χειμερινούς παγετούς ανάλογα πάντα με την ένταση του φαινομένου ζημιώνονται οι ώριμοι καρποί, τα φύλλα και οι

βλαστοί.Ενώ κατά τους ανοιξιάτικους παγετούς ζημιώνεται η καινούργια βλάστηση, τα άνθη και οι νεαροί καρποί.

*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 σοβαρότητα τους.Τα είδη που πρώτα θίγονται από τις χαμηλές θερμοκρασίες είναι η κιτριά, η λιμετία, και η λεμονιά, ενώ περισσότερο ανθεκτική είναι η πορτοκαλιά, η μανταρινιά, το γκρέιπ-φρουτ και το κουμκουάτ.Όμως η ανθεκτικότητα ενός είδους στον παγετό εξαρτάται και από το υποκείμενο.Έχει βρεθεί ότι δένδρα εμβολιασμένα σε υποκείμενο τρίφυλλης πορτοκαλιάς είναι περισσότερο ανθεκτικά στους παγετούς σχετικά με τα ίδια δένδρα που εμβολιάστηκαν σε υποκείμενα νεραντζιάς.

*Από την ηλικία και την φυτοϋγιεινή κατάσταση του δένδρου.*Συνήθως τα νεαρά δένδρα ή δένδρα μεγάλης ηλικίας,όσα έχουν προσβληθεί από ασθένειες ή γενικά όσα είναι εξασθενημένα είναι πιο ευαίσθητα στις χαμηλές θερμοκρασίες.Επιπλέον, μερικές καλλιεργητικές τεχνικές μπορεί να επιδράσουν δυσμενώς σε περίπτωση παγετού.Έτσι με το αυστηρό κλάδεμα αφαιρείται ένα μεγάλο μέρος της κόμης, η οποία προφυλάσσει τα κλαδιά και τους βραχίονες.Ακόμη δυσμενή επίδραση έχουν οι όψιμες αζωτούχες λιπάνσεις, το ανεπαρκές πότισμα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, και οποιαδήποτε άλλη εργασία η οποία ευνοεί την ανάπτυξη νέας βλάστησης αργά το φθινόπωρο ή καθυστερεί την ξυλοποίηση των τρυφερών βλαστών.

*Η 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 όσο προσλαμβάνει και περιέρχεται σε κατάσταση δίψας, ακόμα και σε επίπεδα εδαφικής υγρασίας που θα ήταν επαρκή, αν δεν υπήρχαν τα άλατα.Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εξασθένηση των δένδρων με την πάροδο του χρόνου.Συνεπώς, όταν ο οπωρώνας υποστεί την επίδραση αντίξωων καιρικών συνθηκών (παγετός, άνεμοι), τα εξασθενημένα δένδρα μπορεί να ζημιωθούν σημαντικά ή ακόμα και να ξεραθούν.

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

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 (Πίνακας 2).

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

Στάδιο ανάπτυξης	Θερμοκρασία °C
Ανοικτά άνθη	-1,1
Μικρά πράσινα καρπίδια	-1,9
Πράσινα πορτοκάλια και γκρέϊπ-φρούτ	-2,5
Ημιώριμα πορτοκάλια και γκρέϊπ-φρούτ	-2,5
Τελείως ώριμα πορτοκάλια, γκρέϊπ-φρούτ	-2,8
Νεαρή βλάστηση	-2,8
Παλαιά βλάστηση	-4,5
Κλειστοί οφθαλμοί	-4,5

ΠΗΓΗ: Σφακιωτάκης Ε.

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. Ακολουθούν οι στήμονες και οι ανθήρες. Στα υπόλοιπα μέρη του άνθους η ευαισθησία μικραίνει από τα εξωτερικά (σέπαλα) προς τα εσωτερικά (ύπερος).

Επίσης η ζημιά της νεαρής βλάστησης συνεπάγεται και την αποξήρανση των ανθικών καταβολών με αποτέλεσμα να μειώνεται η παραγωγή των δένδρων. Οι ζημιές αυτές μπορούν να προκληθούν προτού ακόμα εκπτυχθούν οι οφθαλμοί. Στις περιπτώσεις αυτές παρατηρείται δεύτερη βλάστηση αργότερα με λιγότερα άνθη, τα οποία όμως δένουν και ωριμάζουν καρπούς κατώτερης ποιότητας.

Στο στάδιο της καρποφορίας, θερμοκρασίες από $-1,9^{\circ}\text{C}$ 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 μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Στους ώριμους καρπούς οι ζημιές που προκαλεί ο παγετός εξαρτώνται από την ένταση και την διάρκεια του. Έτσι ένας ελαφρός παγετός μικρής διάρκειας προκαλεί αποχρωματισμό του φλοιού από τη μεριά που ήταν εκτεθειμένος στις χαμηλές θερμοκρασίες και δεν προφυλασσόταν από την κόμη. Όμως σε πιο ισχυρό παγετό 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. Ακόμη, στο εσωτερικό του καρπού σχηματίζονται κρύσταλλοι εσπεριδίνης (ή ναρινγκίνης στο γκέϊπ-φρουτ) καστανώση και σχηματισμός κόμμεως στο αλμπέντο, κοντά στα προσβεβλημένα σημεία της σάρκας (Εικ. 1).

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, ενώ εξωτερικά ο καρπός δεν παρουσιάζει άλλα συμπτώματα.

Οι καρποί που ζημιώνονται από τον παγετό χάνουν την εμπορική τους αξία γιατί είναι ακατάλληλοι για κατανάλωση και μεταποίηση, εξαιτίας των

συμπτωμάτων σήψεως που εμφανίζουν στο φλοιό τους και της αφυδάτωσης που παρατηρείται στο εσωτερικό τους. Ο χυμός που παραμένει στο εσωτερικό τους είναι ελάχιστος και έχει πικρή γεύση.

1.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΒΛΑΒΕΣ ΑΠΟ ΠΑΓΕΤΟ

Με την πτώση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ένας φυτικός ιστός ψύχεται μέχρι να περάσει τη θερμοκρασία κρυστάλλωσης, οπότε σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι αρχικά μέσα στους μεσοκυττάριους χώρους. Οι παγοκρύσταλλοι αυτοί σχηματίζονται κυρίως από τον ατμό με τον οποίο είναι γεμάτος ο αέρας των μεσοκυττάριων χώρων, ο οποίος συμπυκνώνεται σε απεσταγμένο 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 -1°C μέχρι -3°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. Είναι γνωστό ότι το καθαρό νερό παγώνει πολύ νωρίτερα από τα διάφορα υδατικά διαλύματα.

Συνεχιζόμενου του παγετού και της αφυδάτωσης, το πρωτόπλασμα υφίσταται συρρίκνωση, αποσπάται από τις πλευρές της μεμβράνης και έτσι παθαίνει «πλασμόλυση», (πλασμόλυση είναι το φαινόμενο της αποκόλλησης του πρωτοπλάσματος από το κυτταρικό τοίχωμα, λόγω μετακίνησης του νερού από το πρωτόπλασμα στους μεσοκυττάριους χώρους, μείωσης του όγκου του κυττάρου και χαλάρωσης του κυτταρικού τοιχώματος).

Ενδοκυτταρικός σχηματισμός παγοκρυστάλλων είναι δυνατός μόνο όταν είναι πολύ γρήγορη η ψύξη των φυτικών ιστών ή όταν είναι πολύ γρήγορη η κρυστάλλωση.

Σχετικά με τη ζημιά που προκαλείται από τον παγετό στα φυτικά κύτταρα υπάρχουν δύο θεωρίες:

(α) Μηχανική ζημιά των κυττάρων. Κατά την θεωρία αυτή ο θάνατος από πάγωμα αποδίδεται 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.

(β) Φυσιολογική ζημιά. 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 μόριο τους και με τη 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.

Σχετικά με τον τρόπο σχηματισμού των παγοκρυστάλλων υπάρχει μια θεωρία σύμφωνα με την οποία, για το σχηματισμό παγοκρυστάλλων υπεύθυνα είναι τα «κέντρα παγοπυρήνωσης». Οι παγοκρυστάλλοι 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 παγοπυρήνωσης, ονομάζονται «παγοπυρήνες». Διάφορα βακτήρια (*Pseudomonas syringae*, *P. fluorence*, *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 «υπέψυξη» 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).

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 (δηλ. 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.

1.4 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΠΑΓΕΤΟΥ ΣΤΟ Ν.ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας του Σταθμού Πυργέλας του νομού Αργολίδας, κάθε χρόνο στο νομό παρατηρούνται παγετοί ακτινοβολίας, σε ποσοστό 99% των παγετών που σημειώνονται. Η παγετική περίοδος στο νομό ξεκινάει από τον Νοέμβριο και τελειώνει τον Απρίλιο.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) παραθέτονται οι χαμηλότερες θερμοκρασίες των ετών 1980-1994 καθώς και οι μήνες κατά τους οποίους σημειώθηκαν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες των ετών 1980-1994 ανά μήνα, (Νοέμβριο έως Απρίλιο)

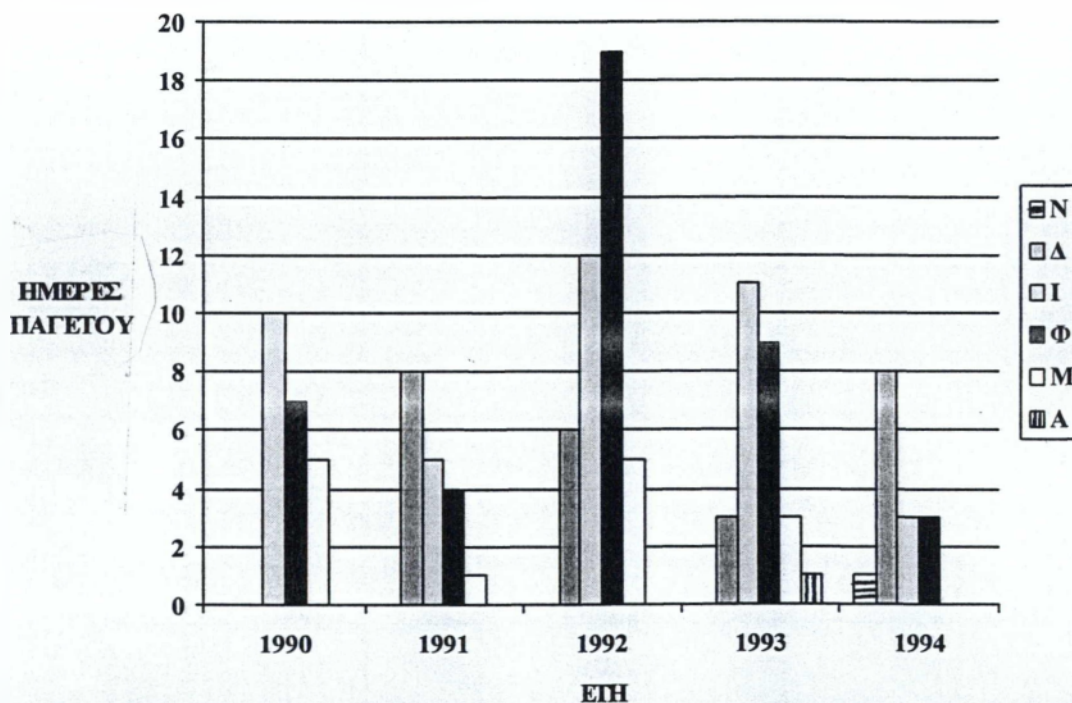
ΜΗΝΕΣ / ΕΤΟΙ	Ν	Δ	Ι	Φ	Μ	Α
1980		-3 °C				
1981			-4,6 °C	-4 °C		
1982			-4 °C	-4,6 °C		
1983			-5 °C	-6 °C	-3 °C	
1984			-3 °C			
1985			-3,4 °C	-4,6 °C		
1986		-3,2 °C	-4,6 °C			
1987			-4,8 °C		-4,6 °C	
1988				-3,8 °C		
1989			-5,4 °C	-5,8 °C		
1990			-4,8 °C	-3,2 °C	-2,4 °C	
1991		-3,8 °C	-3,2 °C	-4,8 °C	-1 °C	
1992		-2,8 °C	-5 °C	-5,2 °C	-1,6 °C	
1993		-2 °C	-3,2 °C	-5,2 °C	-2,8 °C	0 °C
1994	-1,8 °C	-3,4 °C	-1 °C	-3 °C		

ΠΗΓΗ: Μετεωρολογικός Σταθμός Πυργέλας.

Ο μήνας με την κατά μέσο όρο χαμηλότερη θερμοκρασία είναι ο Φεβρουάριος με $-4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Σημειώνουμε ότι το Φεβρουάριο του 1983 σημειώθηκε η χαμηλότερη θερμοκρασία των ετών 1980-1994, που ήταν $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ακολουθεί ο Ιανουάριος με $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, ο Δεκέμβριος με $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ και ο Μάρτιος με $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

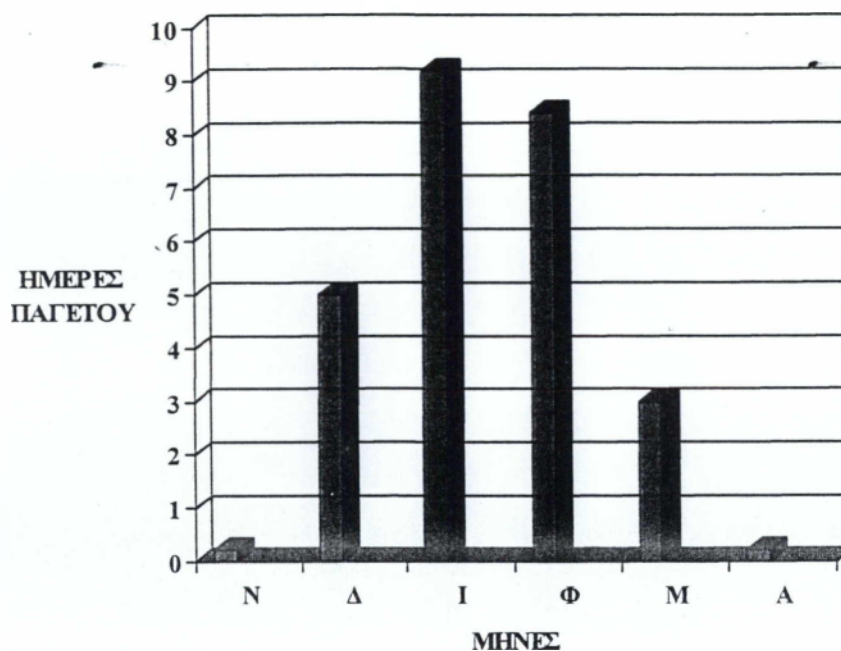
Οι ημέρες παγετού για κάθε μήνα της παγετικής περιόδου κυμαίνονται από μηδέν έως 19 (Φεβρουάριος 1992). Ενδεικτικά αναφέρονται στο διάγραμμα 3, οι ημέρες παγετού ανά μήνα τα έτη 1990-1994.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3: Ημέρες παγετού για κάθε μήνα της παγετικής περιόδου για τα έτη 1990-1994. (Κάθε μήνας αντιπροσωπεύεται με διαφορετικό χρώμα).



Οι μήνες με τη μεγαλύτερη συχνότητα παγετού στο νομό είναι ο Ιανουάριος με 9 κατά μέσο όρο ημέρες παγετού και ο Φεβρουάριος με 8 ημέρες παγετού. Ακολουθούν ο Δεκέμβριος με 5 ημέρες παγετού και ο Μάρτιος με 3 ημέρες.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: Κατά μέσο όρο οι ημέρες παγετού που παρατηρούνται στο νομό Αργολίδας, τους μήνες της παγετικής περιόδου.



Οι διαδοχικές ημέρες παγετού κυμαίνονται από 2 έως 10. Το Φεβρουάριο του 1993 και τον Ιανουάριο του 1990, παρατηρήθηκαν 10 διαδοχικές ημέρες παγετού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο.**ΕΜΜΕΣΑ Ή ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ**

Στα προληπτικά μέτρα, με τα οποία επιδιώκεται η μείωση των πιθανοτήτων από ενδεχόμενες ζημιές, περιλαμβάνονται:

1. 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 μην γίνεται σε περιοχές εκτεθειμένες σε βόρεια μετωπικά ρεύματα. Τα κεκλιμένα εδάφη είναι λιγότερο εκτεθειμένα σε κινδύνους από παγετούς λόγω της συνεχούς μετακίνησης προς τα κάτω των ψυχρών μαζών αέρα και της συνεχούς αντικατάστασης του με θερμότερα στρώματα. Έτσι στις πλαγιές των λόφων και των βουνών σπάνια έχουμε παγετούς. Αντίθετα στις κοιλάδες στις οποίες δεν υπάρχει έξοδος των ψυχρών μαζών σχηματίζονται *θύλακες παγετού* και η πιθανότητα παγετού σε τέτοιες περιοχές είναι μεγάλη. Επιπλέον η ύπαρξη μεγάλων υδάτινων όγκων (θάλασσα, λίμνη κ.λ.π.) παρέχει ικανοποιητική προστασία, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού και του μικρότερου ημερήσιου θερμομετρικού εύρους. Στις περιοχές αυτές τις αίθριες νύχτες σχηματίζεται ομίχλη η οποία συντελεί στην ανύψωση του σημείου δρόσου και επομένως μειώνονται και οι κίνδυνοι από παγετό με επικίνδυνες θερμοκρασίες.

2. Η εκλογή του κατάλληλου είδους και ποικιλίας φυτού. Τα διάφορα είδη εσπεριδοειδών και οι ποικιλίες τους που καλλιεργούνται, παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή στους παγετούς και μπορούν να τους ξεπεράσουν με μικρότερες ή μεγαλύτερες ζημιές. Η αντοχή αυτή έχει μεγάλη σημασία για την αντιπαγετική προστασία της καλλιέργειας. Για το λόγο αυτό σημειώνεται παρακάτω η αντοχή των σπουδαιότερων ειδών και υποκειμένων εσπεριδοειδών ξεκινώντας από τα περισσότερο ανθεκτικά :

- I. Η τρίφυλλη πορτοκαλιά (*Poncitrus trifoliata*), *Citrumelo CPB 4475*.
- II. Η ποικιλία μανταρινιάς *Satsuma*.
- III. Η νεραντζιά (*Citrus vulgaris*).
- IV. Οι υπόλοιπες ποικιλίες μανταρινιάς (*Citrus nobilis*).

V. Η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis*).

VI. Ο βοτρυόκαρπος (*Citrus decumana*),

VII. Η λεμονιά (*Citrus limonia*).

VIII. Η λιμετία (*Citrus aurantifolia*)

IX. Η κιτριά (*Cirtus medica*).

X. Η φράπα (*Cirtus decumana grandis var. Vulgaris*).

Η τρίφυλλη πορτοκαλιά είναι δένδρο φυλλοβόλο και παρουσιάζει την μεγαλύτερη αντοχή στους παγετούς. Χρησιμοποιείται κυρίως σαν υποκείμενο γιατί την αντοχή του αυτή την προσδίδει και στα εμβόλια που βρίσκονται πάνω του. Έτσι δένδρα κλημεντίνης στο υποκείμενο παρουσίασαν αντοχή μέχρι -7°C (στην Κορσική), ενώ ίδια δένδρα πάνω σε νεραντζιά ζημιώθηκαν σημαντικά. Ένα νέο υποκείμενο το *Citrumelo CPB 4475* θεωρείται ακόμα καλύτερο από το *Poncitrus Trifoliata*.

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

4. Η σωστή λίπανση ώστε να αποφεύγεται η εμφάνιση τροφοπενιών. Θα πρέπει να αποφεύγονται οι φθινοπωρινές αζωτούχες λιπάνσεις, που παρατείνουν τη βλαστική ανάπτυξη και καθυστερούν την ξυλοποίηση των κλάδων.

5. Η καλή ζιζανιοκτονία. Τα ζιζάνια αφενός μεν ανταγωνίζονται τα δένδρα στα θρεπτικά συστατικά και το νερό και τα εξασθενούν, αφετέρου ακτινοβολούν περισσότερη θερμότητα από ότι το έδαφος. Έχει βρεθεί ότι με την απομάκρυνση των ζιζανίων μπορεί να διατηρηθεί η θερμοκρασία του οπωρώνα 2°C υψηλότερη από ότι σε ένα οπωρώνα στον οποίο δεν έγινε ζιζανιοκτονία.

6. Η αποφυγή των επιφανειακών σκαλισμάτων που επιταχύνουν την απώλεια θερμότητας λόγω ακτινοβολίας, γιατί με το σκάλισμα αυξάνεται η ακτινοβολούσα επιφάνεια. Το όργωμα και γενικά η ανανέωση του εδάφους επιτρέπουν την ταχύτερη ανταλλαγή της θερμότητας που περιέχεται σε αυτό και για γι' αυτό πρέπει να αποφεύγονται. Μια ανατάραξη του εδάφους σε βάθος 2-4

εκατοστά μειώνει τη θερμοκρασία των υπερκειμένων στρωμάτων κατά 1-3 °C ,ενώ αντίθετα, μια ελαφρά ισοπέδωση του εδάφους αυξάνει τη θερμοκρασία κατά 1-2 °C.

7. Η διατήρηση των δένδρων σε καλή κατάσταση υγείας και η ενίσχυση των αδύνατων δένδρων, με την κατάλληλη αντιμετώπιση της αιτίας που τα εξασθενεί.

8. Άρδευση πριν από τον παγετό η οποία βοηθά στην αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα κοντά στο έδαφος.Με την άρδευση προστίθεται στο έδαφος η θερμότητα του νερού που ιδίως αν προέρχεται από γεώτρηση είναι σημαντική.Επίσης αυξάνει την 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 θερμοκρασία του αέρα.Έγelos πρέπει να σημειωθεί πως όταν οι ιστοί των δένδρων είναι κανονικά ενυδατωμένοι, παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στις ζημιές από παγετούς.

9. Ψεκασμοί με χαλκούχα.Οι ψεκασμοί με χαλκούχα φάρμακα αυξάνουν την αντοχή των δένδρων στον παγετό γιατί μειώνουν σημαντικά τον αριθμό των επιφυτικών βακτηρίων τα οποία συμβάλουν στο σχηματισμό των παγοπυρήνων.Έχει βρεθεί (Ε. Α. Κωνσταντινίδου, Ο. Μενκίσογλου) ότι οι ιστοί πορτοκαλιάς εποικούνται από βακτήρια τα οποία ενισχύουν την ευαισθησία της πορτοκαλιάς ακόμα και σε ήπιους παγετούς.Οι ψεκασμοί με χαλκούχα φάρμακα βρέθηκε πως μειώνουν σημαντικά τους πληθυσμούς των βακτηρίων αυτών και αυξάνουν την ανθεκτικότητα της πορτοκαλιάς στους παγετούς (μέχρι -3°C).Η μέθοδος αυτή βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο.(Περισσότερα στοιχεία για την μέθοδο αυτή αναφέρονται παρακάτω σελ.68).

10. Η αποφυγή δημιουργίας φραγμάτων στη ροή του παγωμένου αέρα ή η διαμόρφωση των τυχόν υφιστάμενων, ώστε να είναι λιγότερο επικίνδυνα.

11. Η διατήρηση όσο το δυνατόν πυκνότερου φυλλώματος, για να προστατεύει τους καρπούς και τον σκελετό του δένδρου από την ακτινοβολία της θερμότητας τους. Για τον ίδιο λόγο, μεταξύ ποικιλιών του αυτού είδους, πρέπει να αποφεύγονται εκείνες που φέρουν τους καρπούς τους στην εξωτερική περιφέρεια των δένδρων (π.χ.η ποικιλία λεμονιάς Μαγληνή).

12. Η προστασία των νεαρών δένδρων, με περιτύλιγμα του κορμού τους με μονωτικά υλικά, π.χ.στελέχη και φύλλα καλαμποκιού, χαρτόνι κουτιών κ.τ.λ. Το φύλλωμα θα πρέπει να παραμένει ελεύθερο. Τα μονωτικά αυτά προτείνονται και για την προστασία των κορμών των ενήλικων δένδρων, δημιουργούνται όμως προβλήματα προσβολής τους από μύκητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο.

ΑΜΕΣΑ Ή ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Τα ενεργητικά μέτρα χρησιμοποιούν κάτω από ορισμένες συνθήκες, την θερμότητα του αέρα ή του νερού για να προστατέψουν τις καλλιέργειες. Όλα τα μέτρα έχουν στόχο να εμποδίσουν, να μειώσουν ή να περιορίσουν τον παγετό και τις ζημιές που μπορεί να προξενήσει στις καλλιέργειες.

Στα ενεργητικά μέτρα αντιπαγετικής προστασίας περιλαμβάνονται:

3.1 Ο ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ

Το σύστημα αντιπαγετικής προστασίας των καλλιεργειών με αντιπαγετικούς ανεμιστήρες είναι το πιο διαδεδομένο διεθνώς και οικονομικά συμφερότερο αντιπαγετικό μέσο, παρά το υψηλό κόστος κτήσης 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. Η δεκαετία 1979-1988 ήταν η περίοδος εκείνη κατά την οποία ο Οργανισμός, 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 κ.λ.π. Από τη δεκαετία αυτή ο Οργανισμός 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 713 αντιπαγετικούς ανεμιστήρες (313 στην περίοδο 1979-1982 και 400 στην περίοδο 1985-1988), στους νομούς Αργολίδας (296), Αχαΐας (72), Άρτας (272), Κορινθίας (50), Ηρακλείου (20), Ημαθίας-Πιερίας (3).

Το θεσμικό πλαίσιο του προγράμματος εγκατάστασης των ανεμιστήρων αυτών, προέβλεπε τη δυνατότητα συμμετοχής στο πρόγραμμα αυτό του ΕΛΓΑ μόνο συνεταιριστικών φορέων. Επιπλέον προέβλεπε την επιχορήγηση των φορέων αυτών από τον ΕΛΓΑ 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 ΕΛΓΑ το ποσό 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 λειτουργούν 70 περίπου ηλεκτροκίνητοι ανεμιστήρες με ευθύνη ιδιωτών.

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

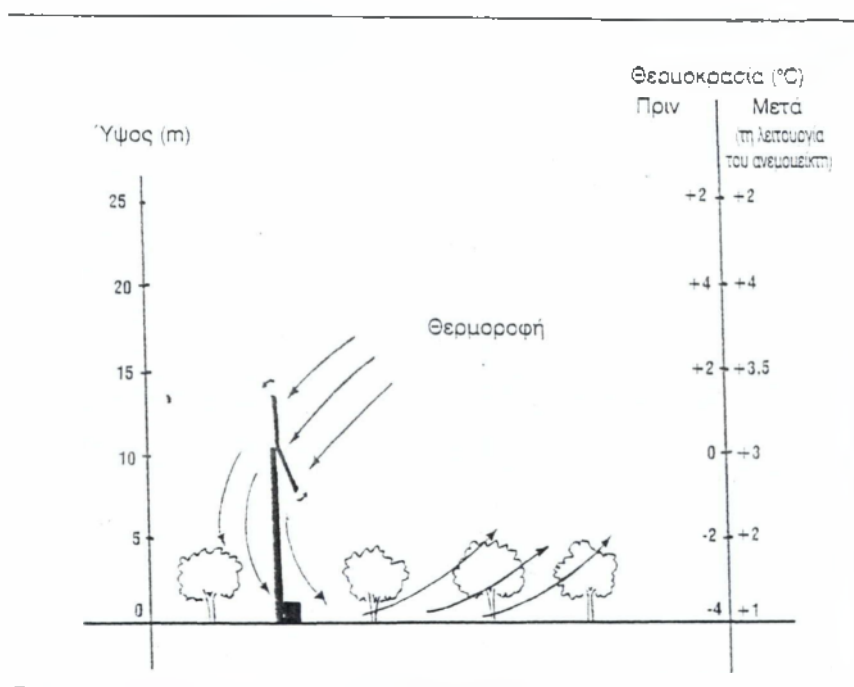
1. Προστατεύουν αποτελεσματικά την ηρτημένη παραγωγή, το φυτικό κεφάλαιο, τις βλαστικές και ανθικές καταβολές και τα άνθη, εξασφαλίζοντας έτσι την παραγωγή της επόμενης χρονιάς.

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. Στην 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 της έλικας που φέρει στην κορυφή του, μεταφέρει το θερμό αέρα των υπερκείμενων στρωμάτων κοντά στο έδαφος και στην περιοχή της κόμης των δένδρων, 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. (σχ.2)



ΣΧΗΜΑ 2: Λειτουργία αντιπαγετικού ανεμιστήρα.

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°C -5°C, ισχυρή αναστροφή), τότε έχουμε χιμηλή θερμοσοροφή και η προστασία που παρέχεται από τον ανεμιστήρα

είναι σημαντική. Αντίθετα όταν έχουμε ασθενή αναστροφή (υψηλή θερμοοροφή) 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 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ενώ κατά την διάρκεια των μετωπικών παγετών η θερμοκρασία των ψυχρών αερίων μαζών μπορεί να πέσει μέχρι τους $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Από τα διεθνή δεδομένα της εφαρμογής τους, αλλά και από τις μέχρι σήμερα εμπειρίες λειτουργίας τους που διαθέτει ο ΕΛΓΑ, 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.

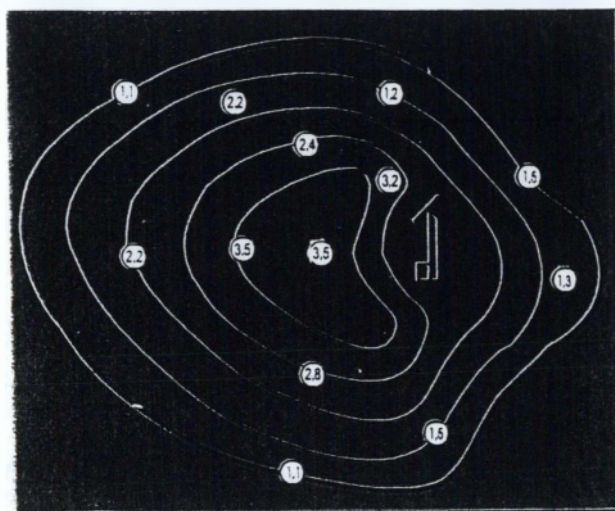
2.Η θέση που τελικά θα τοποθετηθεί ο ανεμιστήρας θα πρέπει να καθορίζεται μετά από επισταμένη χωρομέτρηση της περιοχής προστασίας και αφού γίνει προσεκτική μελέτη της διεύθυνσης των ρευμάτων αέρα που συνήθως επικρατούν.

3.Παρόλο που και οι μικρής υποδύναμης ανεμιστήρες μπορούν να είναι χρήσιμοι, εντούτοις πρέπει να προτιμώνται οι μεγάλης υποδύναμης, 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) Από την ένταση και την διάρκεια του παγετού. Ο ανεμιστήρας ανεβάζει την θερμοκρασία στο κέντρο της προστατευόμενης περιοχής κατά 3°C περίπου, ενώ στην περιφέρεια κατά 1°C περίπου (Σχήμα 3). Αν η ένταση του παγετού είναι μεγάλη τότε η προστασία που θα παρέχει ο ανεμιστήρας θα περιορίζεται στο κέντρο της προστατευόμενης περιοχής.

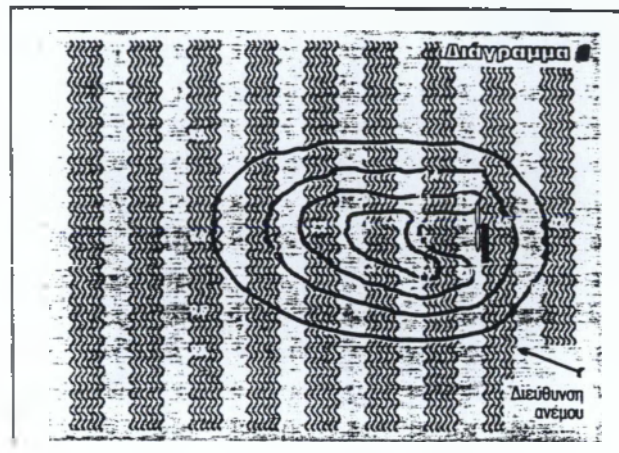


ΣΧΗΜΑ 3: Σχηματική παράσταση έκτασης που προστατεύεται από ανεμιστήρα. Στους λευκούς κύκλους σημειώνεται η διακύμανση της θερμοκρασίας σε ορισμένη απόσταση από τον ανεμιστήρα.

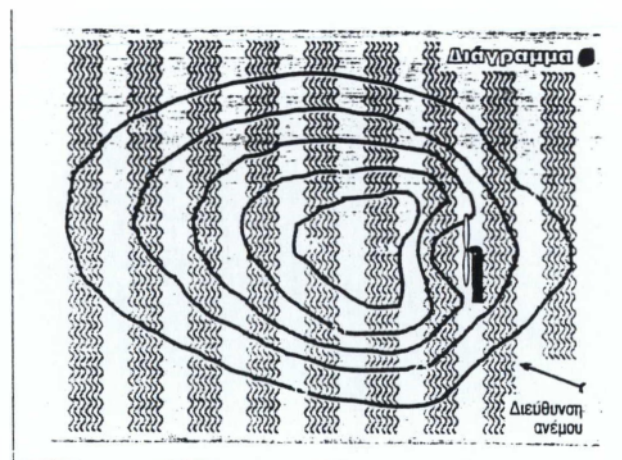
2) Από την παρουσία ισχυρών ή ασθενών αναστροφών της θερμοκρασίας. Όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των αέριων στρωμάτων που βρίσκονται κοντά στο έδαφος και της κορυφής της αναστροφής (θερμοροφή) είναι μεγάλη (4°C - 5°C , ισχυρή αναστροφή), τότε έχουμε χαμηλή θερμοροφή και η προστασία που παρέχεται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

3) Από το μέγεθος και την ισχύ του ανεμιστήρα. Όσο μεγαλύτερη ισχύ έχει ένας ανεμιστήρας τόσο μεγαλύτερη έκταση καλύπτει. Π.χ. ένας ανεμιστήρας 150 HP καλύπτει 40 στρέμματα, ενώ ένας 30 HP καλύπτει 16 στρέμματα (σχήματα 4 και 5).

ΣΧΗΜΑ 4



ΣΧΗΜΑ 5



Τα σχήματα 2 και 3 δείχνουν μια τυπική εγκατάσταση για σύγκριση ανεμιστήρων υποδυνάμεων 15 και 90 HP αντίστοιχα. Αν και η χρησιμοποιούμενη υποδύναμη 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 $3,3^{\circ}\text{C}$ η οποία ελαττώνεται όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο, περιοριζόμενη στα άκρα στον 1°C .

4) Από την διαμόρφωση του εδάφους.Όταν η περιοχή που πρέπει να προστατεύσει ο ανεμιστήρας είναι επίπεδη, χωρίς εμπόδια (κτήρια, αναχώματα κ.λ.π.), 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) Από την διεύθυνση της νυχτερινής αύρας.Στην περίπτωση που υπάρχει άνεμος η περιοχή προστασίας παίρνει σχήμα έλλειψης με το μεγάλο άξονα προσανατολισμένο κατά την διεύθυνση πνοής 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).

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 έγκαιρα (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 $0,5^{\circ}\text{C}$ πάνω από το μηδέν και η λήξη όταν η θερμοκρασία του αέρα ανέβει πάλι στους $0,5^{\circ}\text{C}$, 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 το γεωπόνο κ. Τσιλιμπή και από παραγωγούς) ότι ο αντιπαγετικός ανεμιστήρας μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα ξηρότητας όταν λειτουργήσει τέσσερες (4) 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. Τα παραπάνω προβλήματα πιστεύεται ότι οφείλονται στην λειτουργία του ανεμιστήρα, χωρίς όμως να έχουν γίνει μέχρι σήμερα επιστημονικές μελέτες για την εξηγησή τους. Μερικές φορές όμως, επειδή η περιοχή έχει υψηλή υγρασία, σε καλλιέργειες μανταρινιάς, ο ανεμιστήρας χρησιμοποιείται (για τρεις περίπου ώρες το πρωί) για την απομάκρυνση της ατμοσφαιρικής υγρασίας, η οποία ευνοεί την εμφάνιση μιας ασθένειας που ονομάζεται «υδαρής κηλίδωση» (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 πρώιμα ή σαπίζουν μετά την συγκομιδή. Προβλήματα αφυδάτωσης μπορεί να προκαλέσει σε καλλιέργειες αγγινάρας, όμως και εκεί το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με σωστή άρδευση.

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 για τα εσπεριδοειδή ξεκινάει από 20 Νοεμβρίου και τελειώνει 30 Απριλίου.

Στην Ελλάδα οι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες χρησιμοποιούνται για την προστασία των εσπεριδοειδών στους νομούς Αργολίδας, Άρτας, Αχαΐας και Κορινθίας, και για την προστασία των αμπελών 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.

Στο Ν.Αργολίδας λειτουργούν πετρελαιοκίνητοι (εικ.2) και ηλεκτροκίνητοι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες.



Εικόνα.2: Πετρελαιοκίνητος αντιπαγετικός ανεμιστήρας

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

Ένας πετρελαιοκίνητος ανεμιστήρας 150 HP κοστίζει 5.500.000 δρχ. (χωρίς ΦΠΑ).

Ο ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας 150 HP κοστίζει 5.500.000 δρχ. (χωρίς ΦΠΑ)

Ο ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας 125 HP κοστίζει 4.800.000 δρχ.

Ο ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας 75 HP κοστίζει 4.000.000 δρχ. Η τιμή τους μειώνεται όσο ελαττώνεται η ισχύς του κινητήρα. Ένας ανεμιστήρας 25 HP κοστίζει 2.700.000 δρχ.

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:

$$200 \text{ ώρες} \times 25 \text{ λίτρα/ώρα} = 5.000 \text{ λίτρα} \times 150 \text{ δρχ./λίτρο} = 750.000 \text{ δρχ.}$$

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.).

Επομένως το λειτουργικό κόστος ενός πετρελαιοκίνητου ανεμιστήρα, ανέρχεται στο ύψος του ενός εκατομμυρίου περίπου δραχμών. 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. Δεδομένου 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:

$$200 \text{ h} \times 110 \text{ Kw/h} = 22.000 \text{ Kw/h} \times 12 \text{ δρχ./Kw} = 246.000 \text{ δρχ.}$$

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 2,5 δρχ./κιλό προστατευόμενων καρπών εσπεριδοειδών. Βέβαια το κόστος αυτό μπορεί να κυμανθεί από 1,30 δρχ./κιλό έως 4 δρχ./κιλό ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατήσουν κάθε περίοδο.

3.1α ΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΟΥ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ

Οι αντιπαγετικοί ανεμιστήρες που έχει εγκαταστήσει ο ΕΛΓΑ στη χώρα μας αποτελούνται από τα παρακάτω τμήματα:

1. ΒΑΣΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

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.

2. ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

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 ιπποδύναμη του κυμαίνεται από 120- 148 HP.

Στους ηλεκτροκίνητους ανεμιστήρες ο κινητήρας μπορεί να είναι εγκατεστημένος στο έδαφος (130 HP έως 150 HP), 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 του εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία του.

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 4:Εκταση που προστατεύεται από ανεμιστήρες διαφορετικής ισχύος.

	ΙΣΧΥΣ HP ΚΙΝΗΤΗΡΑ	ΑΚΤΙΝΑ ΔΡΑΣΗΣ (m)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΛΥΠΤΟΜΕΝΗ Η ΕΚΤΑΣΗ (στρ/ος)
Πετρελαιοκίνητοι στο δάπεδο	145 - 150	117,6	43,5
Ηλεκτροκίνητοι			
α)Δάπεδο	150	117,6	43,5
β)Επάνω στον πυλώνα	125	112,8	40
«	100	102,2	33
«	75	93	27
«	50	84	22,5
«	30	71	16

ΠΗΓΗ: ΕΛΓΑ

3. ΠΥΡΓΟΣ Ή ΠΥΛΩΝΑΣ

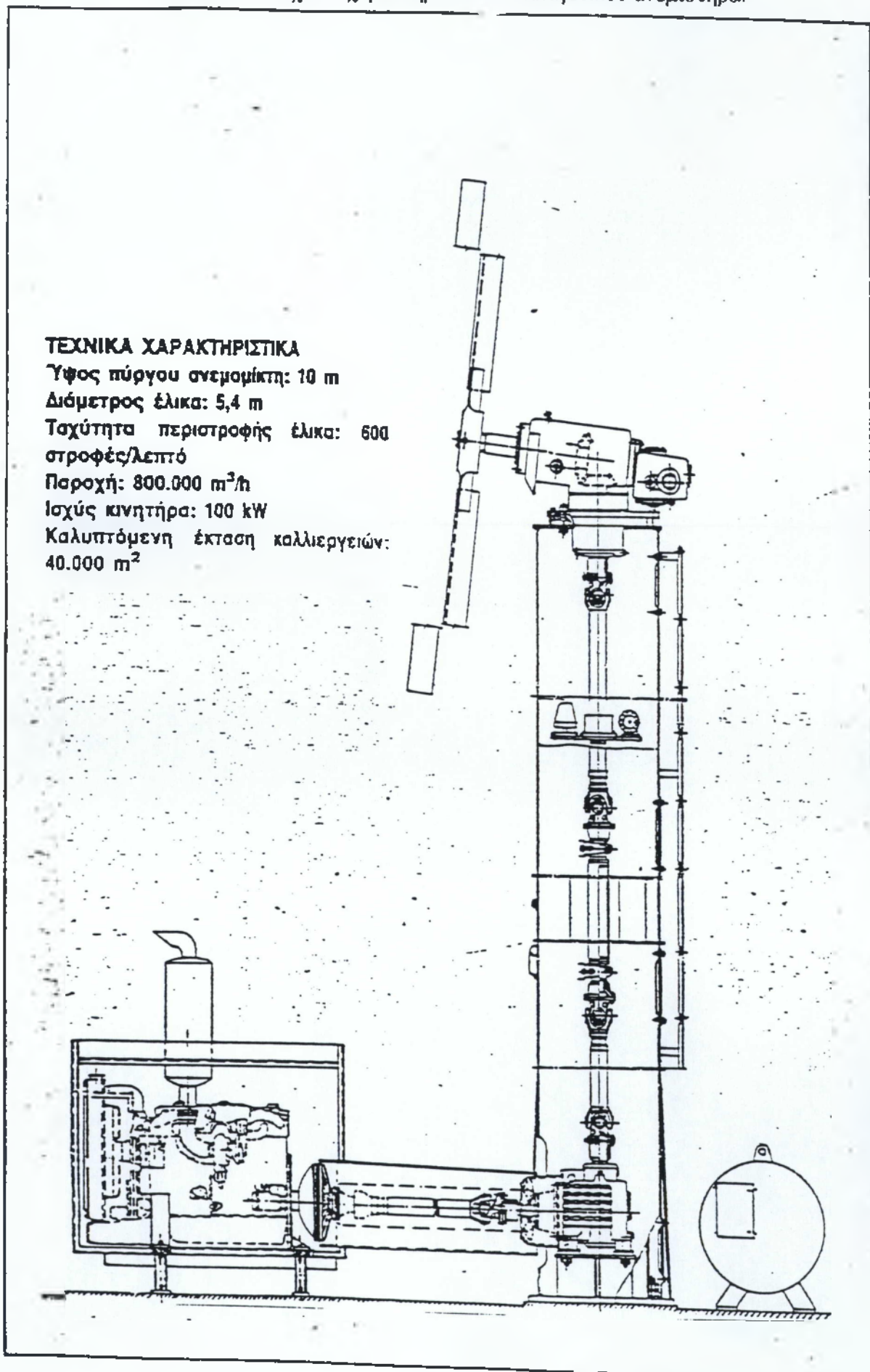
Είναι ένας σωλήνας ύψους 10-11 μέτρων και διαμέτρου 0,5 μέτρου.Είναι κατασκευασμένος από χάλυβα πάχους 5 χιλιοστών.Στο εξωτερικό μέρος του υπάρχει συγκολλημένη σιδερένια σκάλα, για την άνοδο του συντηρητή τεχνίτη στην κορυφή του πύργου.

4. ΕΛΙΚΑ

Είναι προσαρμοσμένη στο επάνω άκρο του πύργου.Έχει μήκος 5,5 μέτρα και βάρος 40 χιλιόγραμμα.Έχει μονοελαστική κατασκευή που γίνεται με την χρησιμοποίηση ινώδους γυαλιού, που περιβάλλει τον πυρήνα από παλουρεθάνη.

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 5⁰.Αριθμός στροφών 540-600 ανά λεπτό και απορροφούμενη ισχύς 120 HP περίπου.

ΣΧΗΜΑ 6: Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιπαγετικού ανεμιστήρα.



5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

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 στους σωστούς χρόνους.

6. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

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.

7. ΚΙΓΚΛΙΔΩΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Περιμετρικά της βάσης στήριξης του ανεμιστήρα υπάρχει κιγκλίδωμα προστασίας που περιφράζει επιφάνεια εδάφους 15-16 τετραγωνικών μέτρων. Το κιγκλίδωμα αποτελείται από 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.

3.1β ΤΟ ΝΕΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΛΓΑ

Με τον νόμο Ν.2342/95 περί «Ενεργητικής προστασίας της γεωργικής, κτηνοτροφικής και αλιευτικής παραγωγής και άλλες διατάξεις», που ψήφισε η Βουλή των Ελλήνων, ουσιαστικά αναθεώρησε το θεσμό της ενεργητικής προστασίας που παρέχει ο ΕΛΓΑ στη χώρα μας και καθόρισε το νέο θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας της.

Σύμφωνα με την ΑΠΟΦΑΣΗ Αριθμ. 111/10-12-1996 το Διοικητικό Συμβούλιο του ΕΛΓΑ αποφάσισε.

Καθόρισε:

1. Τον αντιπαγετικό ανεμιστήρα, ως μέσον Ενεργητικής Προστασίας των εσπεριδοειδών από τον παγετό που θα επιχορηγήσει ο ΕΛΓΑ για το έτος 1997.
2. Το ποσοστό της επιχορήγησης του ΕΛΓΑ κατά μονάδα επιχορηγούμενου αντιπαγετικού ανεμιστήρα, στο ύψος του 75% για τις αγροτικές συνεταιριστικές οργανώσεις, τις αναγνωρισμένες ομάδες παραγωγών, τις νόμιμα συγκροτημένες ομάδες παραγωγών και τους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης και στο ύψος του 60% για τα φυσικά πρόσωπα (μεμονωμένους αγρότες).
3. Τις περιοχές που θα περιληφθούν στην παραπάνω επιχορήγηση του ΕΛΓΑ που θα είναι οι νομοί Αιτωλοακαρνανίας, Αργολίδας, Άρτας, Αχαΐας, Ηλείας, Κορινθίας, Λακωνίας και Πρεβέζης, όπου ευδοκίμως καλλιεργούνται εσπεριδοειδή και όπου υπάρχουν θύλακες παγετού με μεγάλη συχνότητα ζημιών.
4. Οι δικαιούχοι αναλαμβάνουν στο εξής την υποχρέωση, με δική τους ευθύνη και δικές τους δαπάνες, να φυλάσσουν, συντηρούν, ασφαλίζουν, διατηρούν σε πλήρη ετοιμότητα λειτουργίας και να θέτουν σε λειτουργία, όταν είναι αναγκαίο, όλους τους αντιπαγετικούς ανεμιστήρες που θα αποκτήσουν κατά πλήρη κυριότητα νομή και κατοχή.

3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ

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

- Την παρεμπόδιση της πτώσεως της θερμοκρασίας κάτω από το όριο αντοχής των φυτών, με διαβροχή κάτω από την κόμη των δένδρων.
- 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.

Πολλοί παραγωγοί χρησιμοποιούν το σύστημα διαβροχής των δένδρων από το πάνω μέρος της κόμης τους, για άρδευση των οπωρώνων. Τα προβλήματα όμως που δημιουργεί η τεχνική αυτή, όπως οι ζημιές που προκαλούνται από ανεπιθύμητες συγκεντρώσεις αλάτων στο νερό και οι διάφορες φυτικές παθήσεις, λόγω δημιουργίας ευνοϊκών συνθηκών αναπτύξεώς τους, έστρεψαν το ενδιαφέρον των παραγωγών προς το σύστημα διαβροχής του εδάφους του οπωρώνα κάτω από τα δένδρα.

Στο Ν.Αργολίδας η πλειοψηφία των παραγωγών (εκτός αυτών 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.
- Το μεγάλο κόστος εγκατάστασης του, αντισταθμίζεται από το χαμηλό λειτουργικό κόστος του.

- 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 «μπικ» είναι τα όργανα 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, 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 έκλυση 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 κυβικά μέτρα ανά 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 (Τρια , Ερμιονίδα, Π. και Ν. 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 (70.000 στρ.) είναι υφαλμυρωμένοι 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 διώρυγα 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 Κεφαλαρίου. 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 στρωματά. 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.

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.

Το σύστημα αυτό παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως είναι το χαμηλό κόστος προστασίας 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 χλιοθερμίδα (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 χλιοθερμίδες. Η θερμική αυτή

ενέργεια ονομάζεται «λανθάνουσα θερμότητα τήξεως» και χρησιμεύει για την προστασία των φυτικών ιστών από θερμοκρασίες μικρότερες των $-0,5^{\circ}\text{C}$.

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

3.2α ΤΕΧΝΗΤΗ ΒΡΟΧΗ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΝΔΡΑ

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 και

- Οι ανεπαρκείς ποσότητες νερού ή η μη καλή διασπορά του μπορεί να συμβάλλουν στο σχηματισμό πάγου. Σε τέτοιες περιπτώσεις και κάτω από μεγάλης διάρκειας παγετό σχηματίζεται αρκετά μεγάλη ποσότητα πάγου και το δένδρο είναι υποχρεωμένο να αντέξει το βάρος αυτό.

Το σύστημα αυτό εμποδίζει τη θερμοκρασία των προστατευόμενων ανθέων και καρπών να πέσει κάτω από $-0,5^{\circ}\text{C}$, που θεωρείται θερμοκρασία ψηλότερη από την κρίσιμη θερμοκρασία των περισσοτέρων φυτικών ιστών. Το minimum της παροχής νερού, για προστασία κάτω των $-6,6$ είναι $0,37 - 0,5$ εκατοστά νερού ανά ώρα. Η παροχή των $0,37$ εκατοστών κάθε ώρα, βάση πειραματικών δεδομένων, προστατεύει την ανθοφορία των φυλλοβόλων δένδρων μέχρι τους $-6,6^{\circ}\text{C}$ 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 βαστάξουν τα δένδρα κατά την διάρκεια πολύ δυσμενών συνθηκών, προκαλεί σοβαρές και μόνιμες ζημιές στα δένδρα (σπασίματα βραχιόνων). Αλλά 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.

Η παροχή των 0,37 εκ./ώρα χρειάζεται 68 κιλά νερό /στρέμμα / 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. Αλλά 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. Γι' αυτό κανείς πρέπει να λαμβάνει υπόψη του αυτόν τον παράγοντα, για να καθορίσει πότε θα ξεκινήσει 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 υποστυλώσεως.

Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται στις περιοχές Ημαθίας και Πέλλας για την προστασία της ανθοφορίας από παγετό σε καλλιέργειες ροδακινιάς και μηλιάς, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες χρησιμοποιείται για άρδευση. Στο Ν.Αργολίδας το σύστημα αυτό δεν εφαρμόζεται.

3.2β ΤΕΧΝΗΤΗ ΒΡΟΧΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΝΔΡΑ

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 $-6,7^{\circ}\text{C}$.

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 παγοκρύσταλοι 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 των φυτών 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/ min 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/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 20 δρχ./ 2,5 κυβικά μέτρα /ώρα /στρέμμα, (συνήθως υπάρχει ιδιόκτητη γεώτρηση).

3.3 ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΡΜΑΣΤΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ Ή ΑΛΛΗΣ ΜΟΡΦΗΣ

Με την μέθοδο αυτή επιδιώκεται η αύξηση της θερμοκρασίας του οπωρώνα με την τοποθέτηση στην κατάλληλη θέση θερμαστών διαφόρου τύπου (πετρελαίου, φυσικού αερίου κ.λ.π.). Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από τον αριθμό και την διάταξη τους στον οπωρώνα, από την θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά την οποία θα ανάψουν οι θερμάστρες, από τον ρυθμό με τον οποίο πέφτει η θερμοκρασία κ.λ.π.

Έχει βρεθεί ότι περισσότερες και μικρότερες θερμάστρες πυκνά διασπαρμένες μέσα στον οπωρώνα προσφέρουν καλύτερη προστασία από ότι λιγότερες αλλά μεγαλύτερες θερμάστρες με πιο αραιή κατανομή μέσα στον οπωρώνα. Επιπλέον, όσο μεγαλύτερη είναι η περιοχή που πρέπει να προστατευτεί τόσο λιγότερες θερμάστρες απαιτούνται για να δώσουν το ίδιο αποτέλεσμα.

Οι θερμάστρες πρέπει να κατανέμονται ομοιόμορφα, όμως θα πρέπει να ενισχύεται περισσότερο η βορινή πλευρά του οπωρώνα. Η τοποθέτηση τους γίνεται πάνω στη γραμμή φύτευσης των δένδρων. Πρέπει να ανάβονται όταν η θερμοκρασία φτάσει 1-2 °C, πιο πάνω από την κρίσιμη θερμοκρασία για τα εσπεριδοειδή.

Στην περίπτωση του παγετού ακτινοβολίας, εφαρμόζεται η μέθοδος της μαζικής θερμάνσεως. Όμως στην περίπτωση του μετωπικού παγετού οι θερμάστρες εγκαθίστανται σε πυκνότερη διάταξη προς την πλευρά του ψυχρού αέρα, για την καλύτερη προστασία των πρώτων σειρών δένδρων.

Στην προστασία των εσπεριδοειδών από τον παγετό μεγαλύτερη οικονομία καυσίμων, επιτυγχάνεται με τη διατήρηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ακριβώς πάνω από το επικίνδυνο σημείο.

Τέλος πρέπει να επισημανθεί ότι η παραπάνω μέθοδος, παρουσιάζει δύο βασικά μειονεκτήματα, που είναι οι μεγάλες δαπάνες αγοράς των θερμαστών, και το υψηλό λειτουργικό κόστος, λόγω υψηλής τιμής των καυσίμων, τα οποία

απέτρεψαν τους Έλληνες παραγωγούς από την χρησιμοποίηση της μεθόδου αυτής.

3.4 Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΝΝΕΦΟΥ ΚΑΠΝΟΥ

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 δηλ. 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 κ.α.

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 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 δηλ. δεν εξασφάλιζε ικανοποιητική προστασία και χρειαζόταν συνεχή παρακολούθηση.

3.5 ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΟΜΙΧΛΗΣ

Πρόκειται για ένα σύστημα το οποίο με τη χρησιμοποίηση νερού δημιουργεί μέσα στο χώρο που θέλουμε να προστατεύσουμε, πυκνό νέφος ομίχλης. Το νέφος αυτό δεν είναι τίποτε άλλο από εξαιρετικά μικρής διαμέτρου σταγονίδια νερού (της τάξεως των 10 έως 20 μικρών) στα οποία επιμερίζεται το νερό, που τροφοδοτεί το σύστημα, με την βοήθεια υψηλής πίεσης και μεγάλου αριθμού εκτοξευτών. Το νέφος δημιουργείται από το σύστημα στο ύψος των 8 μέτρων περίπου από την επιφάνεια του εδάφους και η παραγωγή του είναι συνεχής.

Η μετακίνηση του προς το χώρο προστασίας και η εξασφάλιση του πάνω και μέσα σε αυτόν, εξασφαλίζεται με την βοήθεια της αύρας, της οποίας, ο ακριβής προσδιορισμός (ένταση, διεύθυνση) είναι στοιχείο ιδιαίτερα απαραίτητο για την σωστή εγκατάσταση και τον προσανατολισμό του συστήματος, σε σχέση με το χώρο ή την περιοχή, που θέλουμε να προστατεύσουμε. Έτσι η ταχύτητα της αύρας στην περιοχή του χώρου προστασίας δεν θα πρέπει να ξεπερνά την ταχύτητα των 1,5 m/sec και η διεύθυνση της θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν κάθετη προς τη γραμμή εγκατάστασης του συστήματος. Με τις προϋποθέσεις αυτές η ομίχλη μπορεί να μεταφερθεί σε απόσταση 1500 m περίπου από το σημείο της παραγωγής της. Το χρονικό διάστημα που θα χρειαστεί για την κάλυψη του χώρου προστασίας εξαρτάται από την ταχύτητα και την διεύθυνση της νυχτερινής αύρας. Αυτό σημαίνει ότι ανάλογος θα πρέπει να είναι και ο χρόνος έναρξης λειτουργίας του συστήματος, ώστε έγκαιρα η ομίχλη να έχει καλύψει το χώρο προστασίας πριν η θερμοκρασία κατέλθει στους 0°C, μέσα σε αυτόν.

Η απελευθέρωση της θερμότητας, στη μετάβαση του νερού από την αέριο μορφή του στην υγρή, ως δρόσος και στη συνέχεια από την υγρή στην στερεή, ως ελαφρό στρώμα πάγου πάνω στις φυτικές επιφάνειες (φύλλα, άνθη κ.λ.π.) είναι το φαινόμενο πάνω στο οποίο στηρίζεται η εφαρμογή της μεθόδου αυτής.

Το τεχνητό νέφος που δημιουργείται συμπεριφέρεται σαν φυσικό και αντανακλά τη θερμότητα, που το έδαφος ακτινοβολεί κατά τη διάρκεια του

παγετού ακτινοβολίας, μειώνοντας σημαντικά τις καθαρές απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον (η μείωση της ακτινοβολίας φτάνει το 80 με 85% περίπου). Η θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται, κατά την μετάβαση του νερού από την αέρια φάση στην υγρή, ως δρόσος, και από την υγρή στη στερεή ως ελαφρό στρώμα πάγου πάνω στις φυτικές επιφάνειες των φύλλων ή των οφθαλμών (εάν η θερμοκρασία πέσει στους 0⁰C, λόγω κορεσμένης ατμόσφαιρας υδρατμών) είναι 8,5 φορές (680 θερμίδες ανά γραμμάριο, έναντι 80 θερμίδων ανά γραμμάριο, ψυχόμενου νερού) μεγαλύτερη εκείνης που απελευθερώνεται από την ίδια ποσότητα νερού με την μέθοδο της τεχνητής βροχής κατά την μετάβαση του νερού από την υγρή φάση στην στερεή.

Εξάλλου η ομίχλη, ως βαρύτερη του αέρα κατέρχεται προς τα χαμηλότερα επίπεδα, στο ύψος των δένδρων, παρασύροντας το θερμότερο αέρα της αναστροφής. Έτσι το σύστημα μπορεί να διατηρεί μια διαφορά θερμοκρασίας πάνω από 5 ⁰C επί πολύ χρόνο ανάμεσα στο χώρο προστασίας και στο χώρο που δεν προστατεύεται.

3.5α ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΟΜΙΧΛΗΣ ΤΟΥ ΕΛΓΑ

Το αντιπαγετικό σύστημα τεχνητής ομίχλης του ΕΛΓΑ αποτελείται από μια διάταξη ξύλινων στηλών (επί ευθείας γραμμής όμοιους με εκείνους του ΟΤΕ), ύψους 8 μέτρων, που είναι εγκαταστημένοι στέρεα στο έδαφος και σε απόσταση 33 μέτρων περίπου ο ένας από τον άλλο. Στο πάνω μέρος τους και σε όλο το μήκος της εγκατάστασης έχουν αναπτυχθεί σε τρεις οριζόντιες σειρές, ελαστικοί σωλήνες μεγάλης αντοχής στις υψηλές πιέσεις, που στηρίζονται μεταξύ τους κατά διαστήματα με κατάλληλα στηρίγματα. Αυτά είναι τοποθετημένα κοντά το ένα με το άλλο, σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η όλη διάταξη του συστήματος έχει μήκος 14.000 μέτρα.

Το νερό, με σωληνώσεις (υπόγειες αρχικά μέχρι τους στύλους, εναέριες στη συνέχεια επί των γραμμών παραγωγής της ομίχλης) φτάνει υπό υψηλή πίεση 37 atm στους εκτοξευτές. Εκεί το στέλνουν 3 ηλεκτροκίνητες αντλίες υψηλής πίεσης που μαζί με τον απαραίτητο εξοπλισμό τους, είναι εγκαταστημένες μέσα σε 3 αντίστοιχους κτιριακούς χώρους, που πλαισιώνουν και εξυπηρετούν γενικότερα το σύστημα. Κάθε μια από τις 3 αντλίες, τροφοδοτεί με νερό, αντίστοιχο τμήμα του συστήματος. Το νερό παρέχεται από τρεις γεωτρήσεις της περιοχής που βρίσκονται σε κάποια απόσταση από το σύστημα. Κάθε γεώτρηση τροφοδοτεί αντίστοιχα και μια αντλία υψηλής πίεσης. Οι γεωτρήσεις έχουν επιλεγεί ώστε να διαθέτουν άφθονο νερό για να εξασφαλίζεται η παροχή των 240 κυβικών μέτρων ανά ώρα που συνολικά το σύστημα χρειάζεται για την λειτουργία του. Η άντληση του νερού γίνεται με ηλεκτροκίνητα υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα που το καθένα έχει τη δυνατότητα να εξασφαλίζει την αναγκαία (80 κυβικά μέτρα/ώρα) παροχή στο σύστημα.

Το νερό μεταφέρεται στο σύστημα με υπόγειους πλαστικούς σωλήνες απευθείας από τις γεωτρήσεις στις αντίστοιχες αντλίες υψηλής πίεσης. Αυτές με τη σειρά τους, αφού το νερό προηγούμενος αφαιραθεί και φιλτραριστεί, το στέλνουν με την υψηλή πίεση των 37 atm στους εκτοξευτές και μέσω αυτών, ως ομίχλη πλέον, διοχετεύεται στον ελεύθερο χώρο προστασίας. Το νερό πρέπει

να είναι καθαρό. Προτιμάται το νερό των γεωτρήσεων, γιατί έχει θερμοκρασία πάνω από το μηδέν και επομένως απελευθερώνει περισσότερη θερμική ενέργεια από το νερό λιμνών ή ποταμών, των οποίων το νερό ακολουθεί τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Όλο το αντιπαγετικό σύστημα λειτουργεί και ελέγχεται αυτόματα και ο έλεγχος πραγματοποιείται στις περιπτώσεις που:

- Πνεύσει άνεμος ισχυρότερος του κανονικού (π.χ. άνεμος με ταχύτητα που ξεπερνά τα 3 μίλια την ώρα, διαλύει το σύννεφο και το μέτρο δεν έχει κανένα αποτέλεσμα).
- Γίνει εκτροπή (αλλαγή κατεύθυνσης) της αύρας, πέρα από το καθορισμένο και επιτρεπτό όριο.
- Συμβεί τεχνική ανωμαλία ή βλάβη σε οποιοδήποτε σημείο του όλου συστήματος.
 - Διακοπεί ή ελαττωθεί, αισθητά η παροχή του νερού.
 - Αυξηθεί απότομα η πίεση του νερού.

Όπως προαναφέραμε ο σχηματισμός του νέφους γίνεται χάρις στην υψηλή πίεση του νερού και στο πολύ μικρό άνοιγμα της οπής των πολυάριθμων εκτοξευτών του συστήματος. Η οπή αυτή έχει γίνει με τη βοήθεια ακτίνων «Λέιζερ» και είναι ικανή σύμφωνα με τις προδιαγραφές, να εξασφαλίσει την αναγκαία για την προστασία παροχή νερού των 5 lt/h. Παράλληλα όμως εύκολα φράζεται για αυτό πέρα από την τακτική συντήρηση υπάρχει η πρόβλεψη καθαρισμού του νερού, μέσω σειράς φίλτρων και χλωρίωσης έτσι ώστε να απαλλάσσεται από ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς και σωματίδια. Η τακτική φροντίδα ελέγχου και καθαρισμού των φίλτρων και των εκτοξευτών καθώς και η έγκαιρη αντικατάστασή τους, είναι ενέργειες, που εξασφαλίζουν υψηλό βαθμό λειτουργικότητας του συστήματος.

Το μέσο αυτό της αντιπαγετικής προστασίας προσφέρεται περισσότερο για την κάλυψη μεγάλων εκτάσεων. Επειδή κατά την λειτουργία του συστήματος αυξάνεται η υγρασία του περιβάλλοντος, σε ποσοστό της τάξεως του 80% και πλέον, η εγκατάστασή του σε χώρους με μόνιμες κατοικίες πρέπει να αποφεύγεται.

Αρχικά το αντιπαγετικό αυτό σύστημα το είχε εγκαταστήσει ο ΕΛΓΑ το έτος 1982, στην αγροτική περιοχή των Κοινοτήτων Ζευγολαπιού και Ασσού του Ν.Κορινθίας για δοκιμαστική αντιπαγετική εφαρμογή σε έκταση δύο χιλιάδων (2.000) περίπου στρεμμάτων εσπεριδοειδών και αμπελοειδών, της περιοχής αυτής.

Δυστυχώς όμως το σύστημα δε λειτούργησε ουσιαστικά μέχρι το 1994 για διάφορους λόγους όπως:

- η μη επέλευση ζημιογόνων παγετών στην περιοχή τα πρώτα χρόνια εγκατάστασης του (1984-1986),
- η έλλειψη νερού από τις παρατεταμένες ανομβρίες, και της έντονης για το λόγω αυτό χρησιμοποίησης των γεωτρήσεων για άρδευση, καθώς επίσης
- η εκτέλεση απαραίτητων συμπληρωματικών τεχνικών έργων και η ανυπαρξία τεχνικής υποστήριξης και εξυπηρέτησης του συστήματος.

Έτσι το 1994 το σύστημα μετεγκαταστάθηκε στην περιοχή Τσαρισάνης του Ν.Λάρισας για την προστασία ενός αμπελώνα 2800 στρεμμάτων. Το σύστημα επισκευάστηκε και σήμερα λειτουργεί κανονικά.

Το κόστος του εξαρτάται από το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος που καταναλώνει κατά την λειτουργία του. Πάντως θεωρείται ως ένα από τα οικονομικότερα μέσα αντιπαγετικής προστασίας, αν και η εφαρμογή του δεν έχει επεκταθεί εξαιτίας των συγκεκριμένων ιδιοτεροτήτων που απαιτεί η εγκατάσταση του (ακριβής προσδιορισμός της αύρας, μεγάλες ποσότητες νερού και μάλιστα καθαρού, μεγάλες και ενιαίες καλλιεργούμενες εκτάσεις απαλλαγμένες από κατοικίες κ.λ.π.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο**ΑΜΕΣΑ Ή ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ****4.1 ΑΝΤΙΠΑΓΕΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΩΝ**

Η χρησιμοποίηση του ελικοπτέρου για αντιπαγετική προστασία χαρακτηρίζεται διεθνώς σαν μια από τις πιο πρόσφορες μεθόδους προστασίας των καλλιεργειών από τους παγετούς ακτινοβολίας και στηρίζεται πάνω ακριβώς στις ίδιες αρχές που στηρίζεται και η λειτουργία των αντιπαγετικών ανεμιστήρων. Η ικανότητα της άνετης και ταχείας μετακίνησης του ελικοπτέρου παρέχει την δυνατότητα της ευρύτερης εκμετάλλευσης και εκλεκτικής χρησιμοποίησης του ωφέλιμου ύψους της αναστροφής.

Παράλληλα το ενδιαφέρον για τη χρησιμοποίηση του ελικοπτέρου συνδυάζεται με την χρήση του και για άλλους σκοπούς, όπως κατάσβεση πυρκαγιών, αεροψεκασμούς, μεταφορές εφοδίων σε απρόσιτα σημεία κ.λ.π.

Επειδή οι επεμβάσεις γίνονται συνήθως τη νύχτα και σε μικρό ύψος, θα πρέπει τόσο στο ελικόπτερο, όσο και στο χώρο προστασίας να ληφθούν κατάλληλα μέτρα, που εξασφαλίζουν την ασφάλεια των πτήσεων και την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων.

Για την έγκαιρη και σωστή επέμβαση μέσα στο χώρο προστασίας είναι απαραίτητο να τοποθετηθούν σε διάφορες θέσεις του χώρου, ένας επαρκής αριθμός προειδοποιητών παγετού (σηματοδότες) δηλ. οργάνων με φωτεινή διακεκομμένη σήμανση, που ενεργοποιούνται αυτόματα με την ένδειξη πτώσεως της θερμοκρασίας. Ένας αριθμός μετεωρολογικών οργάνων (θερμόμετρα, υγρόμετρα, καταγραφικά όργανα κ.λ.π.) σε επλεγμένες θέσεις συμπληρώνει τον εξοπλισμό του χώρου προστασίας, ώστε να είναι δυνατή, σε κάθε στιγμή η απόκτηση των αναγκαίων ενδείξεων για την διευκόλυνση της εφαρμογής και την εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Η ταχύτητα πτήσης πρέπει να είναι σχετικά μικρή και να μην ξεπερνά τα 30 Km/h. Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι ο χρόνος επαναφοράς του ελικοπτέρου, πάνω από το ίδιο σημείο επέμβασης του χώρου προστασίας, να είναι το μέγιστο 15 λεπτά της ώρας.

Η έκταση που μπορεί να προστατεύσει ένα ελικόπτερο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και κύρια από το βάρος του ελικοπτέρου και την επιδεξιότητα του χειριστή του όσο και εκείνων που κατευθύνουν την εφαρμογή από το έδαφος, με τους οποίους ο χειριστής του ελικοπτέρου θα πρέπει να βρίσκεται κατά το χρόνο των επεμβάσεων σε συνεχή ακουστική επικοινωνία.

Σχετικά με οικονομικά στοιχεία, ενδεικτικά θα αναφέρω μόνο το συνολικό κόστος μιας τρίμηνης διάρκειας αντιπαγετικής προστασίας με ελικόπτερο, υπολογιζόταν το 1985 στο ποσό των 35.000 δρχ. περίπου το στρέμμα.

Το ελικόπτερο χρησιμοποιείται σαν μέσο αντιπαγετικής προστασίας στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ. Στην Ελλάδα στις 31 Μαρτίου του 1976 έγινε δοκιμαστική πτήση ελικοπτέρου για την αντιπαγετική προστασία της αμυγδαλοπαραγωγής στην περιοχή Καναλιών Βόλου. Το πειραματικό αγροτεμάχιο είχε έκταση 400 περίπου στρεμμάτων και η πτήση διήρκεσε από τις 6 π.μ. έως τις 7:30 π.μ. Η ταχύτητα πτήσεως ήταν 10 μίλια/ώρα και το ύψος πτήσεως 10-15 μέτρα. Η ελάχιστη θερμοκρασία του μάρτυρα (6 15' π.μ.) ήταν -3°C ενώ η ανάμιξη του αέρα με την έλικα του ελικοπτέρου προκάλεσε μια αύξηση της θερμοκρασίας, πάνω από το έδαφος στο ύψος των φυτών, κυμαινόμενη από $0,5^{\circ}\text{C}$ έως $1,7^{\circ}\text{C}$.

Τα αποτελέσματα της δοκιμής ήταν τα εξής:

1. Η αποτελεσματικότητα του ελικοπτέρου για την αύξηση της θερμοκρασίας θα ήταν καλύτερη αν είχε μετρηθεί το ύψος της αναστροφής, πράγμα που δεν έγινε.
2. Η διάρκεια του παγετού ήταν μικρή, ικανή όμως να προκαλέσει ζημιές στο βλαστικό στάδιο της καλλιέργειας.
3. Η έναρξη της επεμβάσεως έπρεπε να γίνει όταν η θερμοκρασία έπεσε στους 0°C και όχι στους -2°C που ήταν στις 6 π.μ.
4. Η αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι $1,7^{\circ}\text{C}$ ήταν θετικό αποτέλεσμα κάτω από αυτές τις συνθήκες.

5. Το κόστος ήταν υψηλό και έφτασε τις 6.076 δρχ/ώρα (1976).

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το μειονέκτημα της χρησιμοποίησης του ελικοπτέρου για αντιπαγετική προστασία δεν είναι τόσο τεχνικό (πήση τη νύχτα, πολύ χαμηλό ύψος), όσο οικονομικό, γιατί οι εταιρίες που διαθέτουν ελικόπτερα, χρεώνουν και με ένα πάγιο χρηματικό ποσό, την εφαρμογή, ανεξάρτητα αν τελικά επιτρέψουν οι συνθήκες σε αυτά, να πραγματοποιήσουν ή όχι τις πτήσεις τους. Για αυτό η χρησιμοποίηση του ελικοπτέρου, σαν μέσο αντιπαγετικής προστασίας, θα πρέπει να συνδυάζεται, όπως προαναφέραμε και με άλλες δυνατές εφαρμογές.

Τέλος, το υψηλό κόστος της χρήσης του ελικοπτέρου απέτρεψε τον ΟΓΑ από την εφαρμογή ακόμη και δοκιμαστικών πτήσεων αντιπαγετικής προστασίας που είχαν προγραμματιστεί τις περιόδους 1985-1986 και 1986-1987 στους νομούς Αργολίδας και Ηρακλείου-Κρήτης για την προστασία εσπεριδοειδών και αμπελοειδών αντίστοιχα.

4.2 Η ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

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 μέσα στον καλυπτόμενο χώρο. Η αύξηση της θερμοκρασίας εξαρτάται κυρίως από το είδος του υλικού και από τον τρόπο χρησιμοποίησής του. Έτσι, η κάλυψη με πολυαιθυλένιο διατηρεί τη θερμοκρασία κατά 5⁰C μεγαλύτερη 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 Αργολίδα και 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

4.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ (ΑΝΕΜΟΘΡΑΥΣΤΕΣ)

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 αιθαλή 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 εξαπλασίου από το ύψος του ανεμοθραύστη.

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

- Αιθαλή, για να προστατεύουν τον οπωρώνα και τους χειμερινούς μήνες.
- Γρήγορη ανάπτυξη, ώστε να υπερβαίνουν τα εσπεριδοειδή σε ύψος από τα πρώτα χρόνια της φύτευσης.
- Μεγάλο ύψος, για να καταλαμβάνουν μικρή έκταση σε αναλογία με αυτή που προστατεύουν.
- Ανθεκτικά στους ισχυρούς παγετούς. Αρκετά δηλ. περισσότερο από τα δένδρα που προστατεύουν.
- 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.
- Αραιόκλαδα. Σκοπός του ανεμοθραύστη είναι να ανακόπτει την ένταση του ανέμου «φιλτράροντας» τον. 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 κυπαρίσσι, ο 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 το μέτρο αυτό δεν εφαρμόζεται γιατί σπάνια αντιμετωπίζει η περιοχή μετωπικούς παγετούς.

4.4 ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Η μέθοδος αυτή είναι πολύ νέα και βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο.Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή γίνεται ψεκασμός των φυτών με χημικές ουσίες (αυξίνες, γιβεριλλίνες, κ.λ.π.), για να προκληθεί βιολογική καθυστέρηση της ανθοφορίας, και αποφυγή της κρίσιμης περιόδου κατά την οποία συμβαίνουν οι παγετοί.Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι δεν είναι επί του παρόντος δυνατός ο χημικός έλεγχος των φυτών και ιδιαίτερα χωρίς τοξική δράση των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται.

4.5 ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΑΦΡΩΔΗ ΥΛΙΚΑ

Μεταξύ των νεώτερων μεθόδων προστασίας των φυτών από τον παγετό είναι η κάλυψη των καλλιεργειών χαμηλής αναπτύξεως 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 πυκνού στρώματος αφρού γύρω από τα φυτά. Το παραπάνω στρώμα δημιουργεί μια μόνωση 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 βαρείας μορφής ($-6\text{ }^{\circ}\text{C}$) και πολλές ώρες χωρίς τοξικές επιδράσεις σε καλλιέργειες χαμηλής αναπτύξεως 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 έγκαιρη και ακριβή μετεωρολογική πρόγνωση, γιατί διαφορετικά ο ψεκασμός μπορεί να μην έχει κανένα θετικό αποτέλεσμα.

4.6 ΧΡΗΣΗ ΥΠΕΡΥΘΡΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

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.

Τα τελευταία χρόνια η εφαρμογή αυτής της μεθόδου στο Ν.Αργολίδας είχε προταθεί, όμως η εφαρμογή της είναι αδύνατη, λόγω της μεγάλης οικιστικής ανάπτυξης που παρατηρείται στο νομό.

4.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΓΟΠΥΡΗΝΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑ ΜΕ ΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Η έρευνα πάνω στη μέθοδο αυτή έχει ξεκινήσει τα τελευταία χρόνια ύστερα από μια παρατήρηση η οποία οδήγησε στη διαπίστωση ότι ορισμένα βακτήρια πέρα από τις παθογόνες συνέπειες που έχουν στα φυτά, δρουν σαν «καταλύτες» στο σχηματισμό παγοκρυστάλλων μέσα στους φυτικούς ιστούς. Τα βακτήρια αυτά, που είναι ενεργά στην πρόκληση «παγοπυρηνώσεων» ονομάζονται «παγοπυρήνες» και είναι τα *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas fluorence*, *Erwinia herbicola*. «Παγοπυρήνωση» είναι η διεργασία μετατροπής του πλέγματος νερού σε πλέγμα πάγου, δηλ. το φαινόμενο σχηματισμού παγοκρυστάλλων μέσα στους φυτικούς ιστούς. Η «υπέρψυξη» είναι έννοια ακριβώς αντίθετη της «παγοπυρήνωσης». «Υπέρψυξη» είναι η ικανότητα του κυτταρικού χυμού να παραμένει στην υγρή φάση έστω και αν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από 0°C. Βρέθηκε (Κωνσταντινίδου, Μενκίσογλου 1992) ότι το θερμοκρασιακό όριο υπέρψυξης ιστών πορτοκαλιάς που δεν φέρουν βιολογικούς παγοπυρήνες είναι -4°C, ενώ ιστοί που φέρουν παγοπυρηνοποιητικά βακτήρια έχουν θερμοκρασία παγοπυρήνωσης στους -1°C. Τα παγοπυρηνοποιητικά βακτήρια στα φύλλα των εσπεριδοειδών αποτελούν ποσοστό 0,4% του συνόλου των επιφυτικών βακτηρίων (στους καρπούς το αντίστοιχο ποσοστό είναι 0,1%) και παρόλα αυτά αποτελούν μια ισχυρή παγοπυρηνοποιητική πηγή.

Προσπάθειες έγιναν κατά καιρούς από διάφορους ερευνητές στο εξωτερικό και στη χώρα μας, για να μειωθεί ο πληθυσμός των βακτηρίων αυτών με την χρήση κυρίως χαλκούχων σκευασμάτων, αντιβιοτικών ουσιών και διαφόρων ανταγωνιστικών βακτηρίων. Από σχετικά πειράματα που έγιναν στη χώρα μας (Κωνσταντινίδου, Μενκίσογλου, 1992) βρέθηκε ότι με τη χημική καταπολέμηση των παγοπυρηνοποιητικών βακτηρίων επιτεύχθηκε μείωση των παγοπυρηνώσεων κατά 55% [χρήση υδροξειδίου του χαλκού (Funguran)]. Η χημική καταπολέμηση έγινε με την χρήση χαλκούχων σκευασμάτων και

αποσκοπούσε στη γενικότερη καταπολέμηση τόσο παγοπυρηνοποιητικών βακτηρίων όσο και τυχόν μυκήτων. Πιστεύεται ότι η θανάτωση που προκαλούν οι ουσίες αυτές στα παγοπυρηνοποιητικά βακτήρια δεν ελαχιστοποιεί αμέσως και την ευαισθησία των φυτών στον παγετό επειδή οι πυρήνες πάγου που σχετίζονται με τα βακτήρια εξαφανίζονται με αργό ρυθμό (μία ή δύο εβδομάδες). Επειδή η επέμβαση με χαλκούχα σκευάσματα έχει διάρκεια δράσης περίπου δύο μήνες, απαιτούνται δύο συνολικά επεμβάσεις για την προστασία των φυτών κατά την διάρκεια της παγετικής περιόδου.

Η βιολογική καταπολέμηση έγινε με τη χρήση ανταγωνιστικού, μεταλλαγμένου και αδρανούς σε παγοπυρηνώσεις στελέχους *Pseudomonas syringae* το οποίο κατευθύνεται ειδικά εναντίον των παγοπυρηνοποιητικών και καταλαμβάνοντας στο φύλλωμα την οικοφωλιά τους, τα εκτοπίζει. Με την μέθοδο αυτή επιτεύχθηκε μείωση των παγοπυρηνώσεων κατά 25%. Κάτω από τις συνθήκες του μεσογειακού κλίματος δύο εποχές του χρόνου φαίνεται ότι είναι οι πλέον κατάλληλες για την εφαρμογή των ψεκασμών με τα ανταγωνιστικά βακτήρια, αρχές-τέλος φθινοπώρου και αρχές άνοιξης.

Συμπερασματικά βρέθηκε ότι η επίδραση και των δύο αυτών μεθόδων, αρχίζει στους -1°C και τελειώνει στους -3°C . Το 25% των παγοπυρηνώσεων οφείλεται στη παρουσία παγοπυρηνοποιητικών βακτηρίων, ενώ το 30% σε μια δεύτερη, μη βακτηριακή παγοπυρηνοποιητική πηγή (πρωτεϊνικής φύσεως). Η χρήση επιλεγμένων χημικών σκευασμάτων που επιδρούν και στις δύο παγοπυρηνοποιητικές πηγές ενισχύει την ικανότητα υπέρψυξης της πορτοκαλιάς και την προστατεύει έως τους -3°C με $-3,5^{\circ}\text{C}$. Σε θερμοκρασίες μικρότερες από -3°C η χρήση της χημικής μεθόδου ελέγχου των παγοπυρηνώσεων, πρέπει να συνεπικουρείται από τη χρήση αντιπαγετικού ανεμιστήρα, οπότε και προσφέρεται προστασία σε παγετούς έως -6°C . Σημειώνεται ότι θα πρέπει να μελετηθεί η κατάλληλη θερμοκρασία έναρξης του ανεμιστήρα, εφόσον προηγηθεί εφαρμογή χημικής μεθόδου προστασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.1 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.) και

- 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 θερμαστρών 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 σπυρώνες, 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 μετωπικούς παγετούς.

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 η οποία βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο. 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 νομό.

Η χρήση της μεθόδου ελέγχου των παγοπυρηνώσεων βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο και σύμφωνα με της 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 οπότε έχουμε προστασία μέχρι τους -6°C , όμως θα πρέπει να μελετηθεί η κατάλληλη θερμοκρασία έναρξης λειτουργίας του 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 εγκατάσταση 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 πάνω από την κόμη των δένδρων χρησιμοποιείται στις περιοχές Πέλλας και Ημαθίας για την προστασία της ανθοφορίας καλλιεργειών ροδακινιάς και μηλιάς από τον παγετό τους

χειμερινούς μήνες και για άρδευση τους καλοκαιρινούς. 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 του οπωρώνα. Ένα πρόβλημα που έχει δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια στο νομό είναι 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 του οφείλεται τόσο στις κλιματικές συνθήκες στο νομό, (παγετοί ακτινοβολίας των οποίων η θερμοκρασία σπάνια πέφτει κάτω των -4°C , χαμηλή θερμοοροφή, κ.λ.π.), όσο και στις επίπεδες καλλιεργούμενες εκτάσεις. Το κόστος του κυμαίνεται κατά μέσο όρο στις 2,5 δρχ ανά κιλό προστατευόμενων καρπών, το οποίο αντισταθμίζεται με την πώληση των καρπών με υψηλότερη τιμή στο τέλος της περιόδου συγκομιδής.

Τέλος συμπεραίνουμε ότι οι καταλληλότερες μέθοδοι αντιπαγετικής προστασίας για τον Ν.Αργολίδας είναι ο αντιπαγετικός ανεμιστήρας και η 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 στο νομό.

5.2 ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ ΣΤΑ ΠΑΓΕΤΟΠΛΗΚΤΑ ΔΕΝΔΡΑ

Οι φροντίδες στα δένδρα μετά τον παγετό αποσκοπούν στην προστασία τους από προσβολές από διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς (π.χ. κορυφοξήρα, φυτόφθορα) και στην υποβοήθηση του φυτού, ώστε να αναπτυχθούν γρήγορα νέοι βλαστοί και φύλλα.

Για την πρόληψη πιθανών μολύνσεων από παθογόνους μικροοργανισμούς απαιτείται άμεσος ψεκασμός των δένδρων με βορδιγάλιο 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 και να επαλειφθούν αμέσως με βορδιγάλιο πάστα περιεκτικότητας 10% σε θειϊκό χαλκό ή άλλα ειδικά σκευάσματα.

Τα δένδρα θα πρέπει να κλαδευτούν αργά την άνοιξη (Μάιο), όταν θα φαίνεται πλέον καλά η πραγματική έκταση των ζημιών από τους παγετούς. Ταυτόχρονα θα πρέπει να αφαιρεθούν και όσοι βλαστοί θεωρούνται περιττοί, ώστε να μείνουν μονάχα οι απαραίτητοι για το σχηματισμό της καινούργιας κόμης. Αν έχουν θιγεί και βραχίονες απαιτείται αυστηρό κλάδεμα των δένδρων στον κορμό. Κανονικό κλάδεμα, όπως αυτό που γίνεται και στα υγιή δένδρα, μπορεί να γίνει μόνο όταν οι ζημιές είναι ελαφρές.

Όταν τα αναπτυγμένα δένδρα έχουν πάθει σημαντικές ζημιές δεν χρειάζονται λίπανση, γιατί έχουν καλά ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα και μπορούν να ανταποκριθούν πλήρως στις ανάγκες τους σε θρεπτικά στοιχεία. Αργότερα, αν παρουσιαστούν συμπτώματα τροφопενιών (σιδήρου, ψευδαργύρου, κ.λ.π.) μπορούν να γίνουν διαφυλλικοί ψεκασμοί για τη χορήγηση τους.

Αντίθετα, τα ανεπτυγμένα δένδρα με ελαφρές ζημιές έχουν πιο αυξημένες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία σε σχέση με εκείνα που δεν έπαθαν καθόλου ζημιές. Επειδή όμως όταν θα κλαδευτούν, θα αφαιρεθεί ένα σημαντικό μέρος της κόμης, για αυτό δεν χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες λιπασμάτων. Τέλος,

την άνοιξη είναι απαραίτητη η επιμελημένη καταπολέμηση των εντόμων που προσβάλουν την νεαρή βλάστηση και ιδιαίτερα των αφίδων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Λιακάτα,Α.,Δημητρόπουλου,Π.,(1987) Συμβολή στη μελέτη και πρόγνωση παγετού.Γενικό Επιτελείο Αεροπορίας, Μελέτη ΕΜΥ αριθ.13, Ιανουάριος, Αθήνα.
2. Τσινόπουλος,Σπ.,(1985) Αντιπαγετική προστασία των καλλιεργειών: Ορισμοί - Μέθοδοι - Περιγραφές - Προγράμματα - Εφαρμογές, Ενημερωτικό Φυλλάδιο ΟΓΑ, Μάιος, Αθήνα.
3. Νταβίδης,Ξ.,(1951) Προστασία των εσπεριδοειδών από των παγετών εις την Καλιφόρνια, Αθήνα.
4. Ποντική, Κ., (1991) Εσπεριδοειδή,Αθήνα.
5. Κωνσταντινίδου,Ε.,Α.,Μενκίσογλου,Ο.,(1992) Έλεγχος παγοπυρηνώσεων στην πορτοκαλιά με χημικές και βιολογικές μεθόδους. Πανελλήνιο Συνέδριο ΓΕΩΤΕΕ, Αθήνα,10-11 Δεκεμβρίου, 1-16.
6. Μουλούλη,Θ.,(1976) Στοιχεία Καλλιέργειας Εσπεριδοειδών, Αθήνα, 123-129, 166-170.
7. Κώτσιρας,Α.,(1994) Γεωργική Μετεωρολογία και Κλιματολογία, Καλαμάτα, 44-53.
8. Διοικητικό Συμβούλιο του ΕΛΓΑ,(1996), ΑΠΟΦΑΣΗ Αριθ.111/10-12-1996,Αθήνα.
9. Αναστασάκος,Α.,Γκιόκας,Α.,Μακρυκώστας,Α.,(1996) Επιτροπή Σύνταξης των Τεχνικών Χαρακτηριστικών των Αντιπαγετικών Ανεμιστήρων,Δεκέμβριος,Αθήνα.
- 10.Βασιλάκης,Δ.,(1981) Αντιπαγετική Προστασία.Απαραίτητη σε πολλές περιοχές για τον περιορισμό των ζημιών στα εσπεριδοειδή.Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία. Ιανουάριος - Φεβρουάριος, 35-38.
- 11.Βασιλάκης,Δ.,(1981) Ανεμομίκτης.Το πιο διαδεδομένο σύστημα αντιπαγετικής προστασίας.Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία, Ιανουάριος - Φεβρουάριος, 39-41.
- 12.Ανώνυμος,(1987) Αντιπαγετική Προστασία Εσπεριδοειδών.Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία,Νοέμβριος - Δεκέμβριος,85-89.

- 13.Ανώνυμος,(1989) Ανεμομίκτες Αντιπαγετικής Προστασίας από την ΕΤΕΚΑ Α.Ε.,Γεωργική Τεχνολογία,Δεκέμβριος, 54-56.
- 14.Κεραμίδα,Κ.,Πασσίση,Μ.,(1996) Ασθένειες, εχθροί και ανωμαλίες των ξινών,Αθήνα, 100-101.
- 15.Πρωτοπαπαδάκη,Ε.,(1992),Τα εσπεριδοειδή, Αθήνα, 4-8.
- 16.Γαννιάρη-Παπαγεωργίου,Κ.,(1974) Παγετοί και αντιπαγετική προστασία, Έκθεση υποβληθείσα προς την Διοίκησην του ΟΓΑ, Σεπτέμβριος, Αθήνα, 1-30.
- 17.Γαννιάρη-Παπαγεωργίου,Κ.,(1976) Δοκιμή Αντιπαγετικής Προστασίας με την χρήση ελικοπτέρου εις την περιοχή των Καναλιών Βόλου, Αθήνα, 13-19.
- 18.Γαννιάρη-Παπαγεωργίου,Κ., (1997), Αντιπαγετικός ανεμιστήρας. Η αποτελεσματικότερη λύση στον τομέα της προστασίας των καλλιεργειών από τον παγετό.Μηχανήματα για την Γεωργία.Ιανουάριος,134-140.
- 19.Κατερίνη,Σ.,(1997),Επιδράσεις και ζημιές του παγετού στα φυτά- Αντιπαγετική προστασία.Γεωργική Τεχνολογία, Μάιος, 6-18.
- 20.Χολέβας,Κ.,(1990) Τοξική επίδραση των αλάτων στα εσπεριδοειδή και σε άλλες καλλιέργειες,
- 21.Ζυμής,Α.,(1994) Τα υπόγεια νερά της Αργολίδας και ο τεχνητός εμπλουτισμός τους, Γεωτεχνική Ενημέρωση,Σεπτέμβριος, 70-71.
- 22.Σφακιωτάκη,Ε.,(1987) Μαθήματα Γενικής Δενδροκομίας,Θεσσαλονίκη, 70-87.
- 23.Ramina,A., Tonutti,P.,(1991) Αντοχή στο ψύχος των οπωροφόρων δένδρων,Γεωργική Τεχνολογία,Φεβρουάριος-Μάρτιος, 51-59.
- 24.Γιάσογλου,Ν., Πουλοβασίλη,Α., Κοσμά,Κ., Χάρδα,Γ., Παπανικολάου,Ε., (1996) Προβλήματα και αξιοποίηση των εδαφικών πόρων του Αργολικού Πεδίου.Πεπραγμένα 6ου Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου.Τόμος Β,789-846.