

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΕΛΙΑΣ  
ΣΤΟ ΨΥΧΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΑΜΒΛΥΝΣΗΣ ΤΗΣ  
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

Σωτήρης Δ. Θεοδωρακόπουλος

Επιβλέπων: Αναπληρωτής Καθηγητής, Πέτρος Ρούσος

ΑΘΗΝΑ 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΕΛΙΑΣ  
ΣΤΟ ΨΥΧΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΑΜΒΛΥΝΣΗΣ ΤΗΣ  
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

Σωτήρης Δ. Θεοδωρακόπουλος

Επιβλέπων: Αναπληρωτής Καθηγητής, Πέτρος Ρούσος

ΑΘΗΝΑ 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΕΛΙΑΣ  
ΣΤΟ ΨΥΧΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΑΜΒΛΥΝΣΗΣ ΤΗΣ  
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

Σωτήρης Δ. Θεοδωρακόπουλος

Τριμελής επιτροπή:

Πέτρος Ρούσσος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Επιβλέπων

Σταύρος Βέμμος, Καθηγητής

Χρυσούλα Τζουτζούκου, Λέκτορας

ΑΘΗΝΑ 2018

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την μεταπτυχιακή διατριβή μου, επιθυμώ να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε αυτούς που με βοήθησαν. Ευχαριστώ τον κ. Πέτρο Ρούσσο Αναπληρωτή Καθηγητή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του ΓΠΑ, για την ανάθεση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής, την επίβλεψη και την καθοδήγησή του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής. Ευχαριστώ την συνάδελφο μεταπτυχιακή φοιτήτρια Ρ. Καρύδα, τους υποψήφιους διδάκτορες Σ. Ντάνο και Θ. Τσαφούρο και την Δρ. Ν. Δεναζά, για την συνεργασία και την πολύτιμη βοήθειά τους στο πειραματικό μέρος της διατριβής. Ευχαριστώ τον κ. Σ. Βέμμο Καθηγητή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του ΓΠΑ και την κ. Χ. Τζουτζούκου Λέκτορα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του ΓΠΑ, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν για την αξιολόγηση αυτής της διατριβής. Τέλος ευχαριστώ την οικογένειά μου, για τη στήριξή της σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Νεαρά δένδρúλλια από 4 ποικιλίες ελιάς (Κορωνέικη, Μαυρελιά, Γαϊδουρελιά και Πικουάλ), εκτέθηκαν σε θερμοκρασίες  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-7^{\circ}\text{C}$  και  $-10^{\circ}\text{C}$  για δύο ώρες. Μετά το πέρας της καταπόνησης μετρήθηκαν η συγκέντρωση των χλωροφυλλών, του υπεροξειδίου του υδρογόνου, η υπεροξειδωση των λιπιδίων, η εκροή ηλεκτρολυτών, οι ολικές φαινολικές ενώσεις, οι ο-διφαινόλες, οι φλαβανόλες, τα ολικά φλαβονοειδή και τα αντιοξειδωτικά (FRAP, DPPH). Όσον αφορά την ποικιλία Κορωνέικη, η υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών ενώσεων μετρήθηκε για τα δέντρα του μάρτυρα, ενώ οι ο-διφαινόλες είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση στους  $-5^{\circ}\text{C}$ . Επίσης, βρέθηκε ότι τα δέντρα του μάρτυρα είχαν την υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φλαβονοειδών. Η εκροή ηλεκτρολυτών είχε τη χαμηλότερη τιμή για το μάρτυρα, ενώ οι ολικές χλωροφύλλες καθώς και η συγκέντρωση του υπεροξειδίου του υδρογόνου δε διέφεραν σημαντικά. Τα δέντρα του μάρτυρα είχαν την υψηλότερη τιμή για FRAP και DPPH. Στην ποικιλία Μαυρελιά Μεσσηνίας, η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ενώσεων ήταν υψηλότερη για το μάρτυρα, οι ο-διφαινόλες για τα δέντρα που εκτέθηκαν στους  $-5^{\circ}\text{C}$ , ενώ οι φλαβανόλες και τα φλαβονοειδή είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση στους  $-5^{\circ}\text{C}$  και  $-10^{\circ}\text{C}$ , αντίστοιχα. Η εκροή ηλεκτρολυτών είχε την υψηλότερη τιμή στους  $-10^{\circ}\text{C}$  και η μεγαλύτερη υπεροξειδωση λιπιδίων μετρήθηκε για τα δέντρα που εκτέθηκαν στους  $-7^{\circ}\text{C}$ . Τα δέντρα του μάρτυρα είχαν την υψηλότερη τιμή για FRAP και DPPH. Στην ποικιλία Γαϊδουρελιά, οι ολικές φαινολικές ενώσεις και οι φλαβανόλες είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση για τα δέντρα που εκτέθηκαν στους  $-7^{\circ}\text{C}$ . Τα δέντρα που εκτέθηκαν στους  $-10^{\circ}\text{C}$ , είχαν την υψηλότερη τιμή για FRAP και DPPH. Τέλος, στην ποικιλία Πικουάλ, τα δέντρα του μάρτυρα είχαν την υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φλαβονολών και φλαβονοειδών καθώς και τη χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών. Τα δέντρα που εκτέθηκαν στους  $-5^{\circ}\text{C}$ , είχαν την υψηλότερη τιμή για FRAP και DPPH. Από τις μετρήσεις που ελήφθησαν φάνηκε ότι, κάποιες ποικιλίες υπέστησαν μεγαλύτερη καταπόνηση στους  $-7^{\circ}\text{C}$ , ενώ άλλες στους  $-10^{\circ}\text{C}$ . Όμως, σε όλες τις ποικιλίες τα συμπτώματα στα δένδρα (ξηράνσεις φύλλων και βλαστών) ήταν σοβαρότερα στους  $-10^{\circ}\text{C}$ . Επίσης πραγματοποιήθηκε και εφαρμογή διαφόρων σκευασμάτων με προστατευτική δράση (Antiheat, Bluestim και Fitomaat) στα δένδρúλλια της Κορωνέικης, της Μαυρελιάς, της Γαϊδουρελιάς και της Πικουάλ και εκτιμήθηκε ο βαθμός προστασίας που

παρέχουν. Τα σκευάσματα που παρείχαν υψηλότερη προστασία στις ποικιλίες Κορωνέϊκη και Πικουάλ ήταν τα Antiheat και Bluestim, στην ποικιλία Μαυρελιά τα Bluestim και Fitomaat και στην ποικιλία Γαΐδουρελιά, τα Antiheat και Fitomaat.

## ABSTRACT

Young trees of 4 varieties of olive (Koroneiki, Mavrelia Messinias, Gaidourelia and Picual) were exposed to temperatures of  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-7^{\circ}\text{C}$  and  $-10^{\circ}\text{C}$  for two hours. At the end of the cold period, the concentration of chlorophylls, hydrogen peroxide, lipid peroxidation, electrolyte leakage, total phenolic compounds, o-diphenols, flavanols, total flavonoids and antioxidants (FRAP, DPPH) were measured. For the Koroneiki variety, the highest concentration of total phenolic compounds was measured for the control trees, while o-diphenols had the lowest concentration at  $-5^{\circ}\text{C}$ . Also, it was found that the control trees had the highest concentration of total flavonoids. Electrolyte leakage had the lowest value for the control, whereas total chlorophylls as well as the concentration of hydrogen peroxide did not differ significantly. The control trees had the highest value of FRAP and DPPH (methods measuring the antioxidant capacity). In Mavrelia Messinias variety, the concentration of total phenolic compounds was higher for the control, o-diphenols for the trees exposed at  $-5^{\circ}\text{C}$ , while flavanols and flavonoids had the lowest concentration at  $-5^{\circ}\text{C}$  and  $-10^{\circ}\text{C}$ , respectively. The electrolyte leakage had the highest value at  $-10^{\circ}\text{C}$  and the largest lipid peroxidation was measured for the trees exposed to  $-7^{\circ}\text{C}$ . The control trees had the highest value for FRAP and DPPH. In Gaidourelia variety, total phenolic compounds and flavanols had the lowest concentration for the trees exposed to  $-7^{\circ}\text{C}$ . Trees exposed at  $-10^{\circ}\text{C}$  had the highest value for FRAP and DPPH antioxidant activity. Finally, in Picual variety, the control trees had the highest concentration of total flavonols and flavonoids and the lowest concentration of o-diphenols. Trees exposed at  $-5^{\circ}\text{C}$  presented the highest value of FRAP and DPPH. From the measurements taken it appeared that some varieties were more stressed at  $-7^{\circ}\text{C}$  while others at  $-10^{\circ}\text{C}$ . However, in all varieties the symptoms in the trees (leaves and shoots drying) were more severe at  $-10^{\circ}\text{C}$ . Additionally, various protective formulations (Antiheat, Bluestim and Fitomaat) were applied to the trees of Koroneiki, Mavrelia, Gaidourelia and Picual and the degree of protection afforded. The formulations that provided higher protection for the Koroneiki and Picual varieties were Antiheat and Bluestim, for the Mavrelia variety Bluestim and Fitomaat and for the Gaidourelia variety, Antiheat and Fitomaat.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Ιστορική Ανασκόπηση .....	9
1.2 Οικονομική σημασία της ελαιοκαλλιέργειας .....	12
1.3 Βοτανική ταξινόμηση της ελιάς.....	14
1.4 Γενικά χαρακτηριστικά ελιάς.....	15
1.4.1 Κορμός.....	15
1.4.2 Ριζικό σύστημα .....	16
1.4.3 Βλαστός .....	17
1.4.4 Οφθαλμοί.....	17
1.4.5 Φύλλα .....	18
1.4.6 Άνθη .....	19
1.4.7 Επικονίαση-γονιμοποίηση.....	20
1.4.8 Καρπός .....	21
1.4.9 Παρενιαυτοφορία .....	22
1.5 Κλίμα .....	22
1.6 Έδαφος.....	42
1.7 Νερό .....	44
1.8 Ποικιλίες ελιάς.....	45
1.8.1 Κορωνέικη.....	52
1.8.2 Μαυρελιά .....	54
1.8.3 Γαϊδουρελιά.....	55
1.8.4 Πικουάλ.....	56
1.9 Επεμβάσεις άμβλυσης της καταπόνησης στο ψύχος .....	57
1.10 Μεταχείριση παγετόπληκτων δέντρων.....	65
1.11 Σκευάσματα .....	69
1.11.1 Bluestim .....	69



1.11.2 Fitomaat.....	70
1.11.3 Antiheat .....	70
1.12 Σκοπός του πειράματος .....	71
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	72
2.1 Γενικά .....	72
2.2 Φυτικό υλικό .....	72
2.3 Θάλαμος ψύξης-Συνθήκες .....	73
2.4 Μέτρηση χλωροφυλλών.....	74
2.5 Μέτρηση βαθμού υπεροξειδωσης λιπιδίων.....	74
2.6 Μέτρηση συγκέντρωσης υπεροξειδίου του υδρογόνου .....	74
2.7 Μέτρηση της εκροής ηλεκτρολυτών .....	75
2.8 Τραυματισμός από ψύξη .....	75
2.9 Λυοφιλίωση .....	76
2.10 Μύλος .....	76
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	77
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	103
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	106

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Ιστορική ανασκόπηση



Η ελιά είναι γνωστή από τους αρχαίους χρόνους. Η καλλιέργειά της ξεκίνησε από την προϊστορική εποχή. Σύμφωνα με τον De Candolle (1880), η ελιά ήταν γνωστή από το 4000 π.χ. και πατρίδα της ελιάς είναι μάλλον η Συρία. Αντίθετα, ο Pelletier θεωρεί ότι πατρίδα της ελιάς είναι τα παράλια της Μ. Ασίας, απ' όπου και διαδόθηκε στις Μεσογειακές χώρες (Βαρβαρίγος 2012). Από τις ελληνικές αποικίες της Μικράς Ασίας, η καλλιέργεια της ελιάς διαδόθηκε κατά τις αρχές του 7ου αι. π.Χ., στη Σικελία, στη Σαρδηνία, στη Λιβύη και στην Αίγυπτο.

Υποστηρίζεται, ότι το δέντρο της ελιάς προέρχεται από το είδος *Olea sylvestris*, το οποίο συναντάται και σήμερα σε άγρια μορφή, στη Β. Αφρική, στην Πορτογαλία, στην Ιταλία και στην Κασπία Θάλασσα. Σύμφωνα με άλλη άποψη, προήλθε από το είδος *Olea chrysophylla*, το οποίο παλαιότερα κάλυπτε μεγάλες εκτάσεις της τροπικής Αφρικής. Αυτά τα είδη της άγριας ελιάς, είναι πιθανό να προήλθαν, από το ίδιο είδος που κάλυπτε μεγάλες εκτάσεις της Σαχάρας, πριν από την εποχή των παγετώνων και το οποίο δεν υπάρχει σήμερα.

Υποστηρίζεται ότι στην Ελλάδα, το δέντρο της ελιάς σε άγρια μορφή, εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 12000 π.Χ. Στη Σαντορίνη βρέθηκαν απολιθωμένα φύλλα της Ευρωπαϊκής Ελιάς (*Olea europaea*) ηλικίας περίπου 50.000 με 60.000 ετών. Σύμφωνα με τον Αναγνωστόπουλο (1951), πατρίδα της ελιάς είναι η Κρήτη, από ευρήματα που βρέθηκαν σε ανασκαφές. Αυτή την υπόθεση, ενισχύει και το γεγονός ότι το όνομα της ελιάς είναι ελληνικό. Η συστηματική καλλιέργεια της ελιάς, που μπορεί να ξεκίνησε από τους κατοίκους της νεολιθικής Κρήτης, συνέβαλε στην ανάπτυξη του μινωικού πολιτισμού.

Ο Κριμπάς, προσδιόρισε κατά τις ανασκαφές που έγιναν στη Φαιστό της Κρήτης, μεταξύ των σπόρων που του δόθηκαν από την Ιταλική Αρχαιολογική Σχολή και σπόρο ελιάς, που χρονολογείται από τη μεσομινωική εποχή (Ποντίκης 2000).

Η ελιά θεωρείται παγκοσμίως σύμβολο ειρήνης, ευημερίας, σοφίας και γνώσης. Το κλαδί της ελιάς σαν σύμβολο ειρήνης, το κρατούσαν στο χέρι τους οι απεσταλμένοι αγγελιαφόροι, για να ζητήσουν ανακωχή στα αντιμαχόμενα στρατεύματα.

Ο Σόλωνας (νομοθέτης της Αρχαίας Ελλάδας), είχε θεσπίσει νόμους που απαγόρευαν την κοπή του δέντρου της ελιάς και παρότρυνε τους πολίτες για το φύτεμα νέων ελαιόδεντρων, τα οποία θεωρούνταν ιερά και σύμβολο ζωής, σοφίας και ευημερίας. Σύμφωνα με τους νόμους του Σόλωνα, η απόσταση φύτευσης των ελαιόδενδρων είχε καθοριστεί στα 9 μέτρα και απαγορευόταν ανά ιδιοκτήτη, το ξερίζωμα πάνω από δύο δένδρα το έτος. Ιδιαίτερα αυστηρή ήταν η ποινή σε όποιον τολμούσε να πειράξει τις «μορίες», τις ιερές ελιές που πίστευαν ότι προέρχονταν από την ελιά της θεάς Αθηνάς, την οποία η ίδια είχε φυτέψει στον ιερό βράχο της Ακρόπολης. Ακόμη και αν ξεραινόταν το δέντρο κι έμενε μόνο ο κορμός, κανένας δεν μπορούσε να το πειράξει. Λέγεται ότι, η ελιά ήταν δώρο της θεάς Αθηνάς στους κατοίκους της πόλης της Αθήνας, όταν φιλονίκησε με το θεό Ποσειδώνα, για το όνομα της πόλης των Αθηνών. Εκείνοι, σαν ένδειξη ευγνωμοσύνης, έδωσαν το όνομά της στην πόλη τους και αυτή τους δίδαξε την καλλιέργεια της ελιάς. Οι Αθηναίοι στα νομίσματά τους, απεικόνιζαν την Αθηνά με στεφάνι ελιάς στο κράνος της και έναν αμφορέα με λάδι ή ένα κλαδί ελιάς.

Ο Αριστοτέλης στο έργο του <<Αθηναίων Πολιτεία>>, περιγράφει την αφθονία των ελαιόδεντρων στην Αθήνα. Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, τιμωρούσαν με θάνατο όποιον ξερίζωνε ή κατέστρεφε την ελιά.

Πολύ γνωστή είναι η σχέση της ελιάς με τελετές της αρχαίας Ελλάδας και αθλητικούς αγώνες. Για τους νικητές των Ολυμπιακών αγώνων, το μοναδικό βραβείο ήταν ένα στεφάνι «κότινος», που ήταν φτιαγμένο από κλαδί άγριας ελιάς. Ο κότινος καθιερώθηκε σαν έπαθλο μετά από χρησμό του μαντείου των Δελφών. Τον κότινο έφτιαχναν με κλαδιά από την «Καλλιστέφανο» ελιά, που βρισκόταν στον ναό της Ήρας στην Αρχαία Ολυμπία. Ένα μικρό αγόρι του οποίου ζούσαν και οι δύο γονείς, έκοβε με χρυσό ψαλίδι τόσα κλαδιά, όσα ήταν και τα αγωνίσματα. Τα κλαδιά, τα έπαιρναν οι ελλανοδίκες, έφτιαχναν στεφάνια και τα πρόσφεραν στους νικητές. Το στεφάνι της ελιάς ήταν η μεγαλύτερη διάκριση για κάθε αθλητή, αλλά και για κάθε απλό πολίτη, σύμβολο ειρήνης και γονιμότητας. Με κλαδί ελιάς ήταν στεφανωμένο και το χρυσελεφάντινο άγαλμα του Δία στην Ολυμπία, έργο του Φειδία, ένα από τα 7 θαύματα του αρχαίου κόσμου.

Η καλλιέργεια της ελιάς είχε πάρει μεγάλες διαστάσεις κατά τον χρυσό αιώνα του Περικλή (πέμπτος αιώνας), όπου σύμφωνα με τον Ηρόδοτο, η Αθήνα υπήρξε το κέντρο της ελαιοκαλλιέργειας. Εκτός από την Αθήνα, την ελιά την καλλιεργούσαν και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας, όπως στην Κρήτη, στα νησιά του Ιονίου, στη Σάμο, στη Μήλο, στη Λέσβο, στη Δήλο, στην Εύβοια και στην Άμφισσα.

Κατά το 16<sup>ο</sup> αιώνα, η ελιά μεταφέρθηκε από τους Ισπανούς και τους Πορτογάλους σε χώρες του Δυτικού ημισφαιρίου και καλλιεργήθηκε συστηματικά κυρίως στις χώρες της Λατινικής Αμερικής, στη Χιλή, στην Αργεντινή, στη Βραζιλία, στο Περού, στην Ουρουγουάη και στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. Τελευταία η καλλιέργεια της ελιάς άρχισε να αναπτύσσεται και σε άλλα μέρη, όπως στη Ν. Αφρική, στην Αυστραλία και στην Ιαπωνία (Σφακιωτάκης,1984).

Η ελιά αποτελεί το ιερό δέντρο όλων των θρησκειών, από τα χρόνια της ειδωλολατρίας, μέχρι τα χρόνια εμφάνισης των μονοθεϊστικών θρησκειών της Μεσογείου και ιδιαίτερα της χριστιανικής θρησκείας, όπου το ελαιόλαδο χρησιμοποιείται σε σημαντικά μυστήρια της εκκλησίας. Είναι το αιωνόβιο δέντρο (βλέπε εικόνα 1), που μας υπενθυμίζει την κιβωτό του Νώε και τον κήπο της

Γεσθημανή, όπου σήμερα σώζονται ελάχιστες ελιές με τεράστιους κορμούς, που μας θυμίζουν τα χρόνια του Χριστού.

## 1.2 Οικονομική σημασία της ελαιοκαλλιέργειας

Η ελιά αποτελεί το πιο χαρακτηριστικό δέντρο του Μεσογειακού τοπίου, γιατί η λεκάνη της Μεσογείου είναι η βασική περιοχή καλλιέργειάς της. Είναι ευλογημένο δέντρο και αποτελεί ζωντανή κληρονομιά σε πολλούς τομείς της ζωής μας. Η αξία της ελιάς είναι ανεκτίμητη, στη διατροφή, στην υγεία, στον πολιτισμό. Ο καρπός της, το λάδι, τα ξύλα, τα κλαδιά, τα φύλλα της, όλα είναι χρήσιμα για τον άνθρωπο και τη διαβίωσή του. Είναι ένα δέντρο με τεράστια ιστορική και οικονομική σημασία, που εκτιμάται επίσης όλο και περισσότερο για τη συμβολή του στην ομορφιά του τοπίου και στη βιοποικιλότητα.

Το ελαιόλαδο αποτελεί κύριο συστατικό της ελληνικής διατροφής από την αρχαιότητα και φημίζεται για τις ευεργετικές του ιδιότητες. Είναι μία πολύ πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών, περιέχοντας πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, βιταμίνη Ε, βιταμίνη Α κλπ. Οι καρποί της ελιάς είναι πλούσιοι σε θρεπτικά συστατικά και συναγωνίζονται με το αγνό παρθένο ελαιόλαδο. Το ελαιόλαδο και οι ελιές, με την κατανάλωσή τους, εξασφαλίζουν αντιοξειδωτική προστασία στον οργανισμό.

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα προϊόντα της ελιάς γίνονται όλο και πιο δημοφιλή, ειδικά σε χώρες εκτός της Μεσογείου. Λόγω της παγκοσμιοποίησης και της τουριστικής ανάπτυξης, ο τρόπος αξιοποίησής τους στη μαγειρική και η κατανάλωσή τους, γίνεται όλο και πιο διεθνής. Οι ελιές και το ελαιόλαδο με τη μοναδική γεύση τους, είναι ιδιαίτερα δημοφιλή προϊόντα, σε όλο και μεγαλύτερο αριθμό καταναλωτών.

Η καλλιέργεια της ελιάς σε όλο τον κόσμο, καλύπτει έκταση 100 εκατομμυρίων στρεμμάτων και ο αριθμός των ελαιόδεντρων ανέρχεται σε 800 εκατομμύρια. Το 98% περίπου αυτής της καλλιεργούμενης έκτασης, βρίσκεται στη λεκάνη της Μεσογείου, η οποία διαθέτει άριστες εδαφοκλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη της ελιάς. Η ελαιοκαλλιέργεια, διαδραματίζει πρωταρχικό ρόλο στην οικονομία των χωρών όπου έχει αναπτυχθεί, γιατί αξιοποιεί εκτάσεις που είναι ακατάλληλες για άλλες καλλιέργειες και συμβάλλει στην προστασία των εδαφών από τις διαβρώσεις. Ένας μεγάλος αριθμός ελαιώνων ανήκει σε μικροκαλλιεργητές, οι οποίοι με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζουν εποχιακή εργασία και ικανοποιητικό εισόδημα.



**Εικόνα 1. Υπεραιωνόβιες ελιές στην Κρήτη**

Στην Ελλάδα, η ελιά είναι καλλιέργεια με πολύ μεγάλη διάδοση. Η εξάπλωση της ελαιοκαλλιέργειας καταλαμβάνει πάνω από 6,5 εκατομμύρια στρέμματα, έκταση που αναλογεί στο 15% περίπου της καλλιεργούμενης γεωργικής γης και στο 75% των εκτάσεων των δενδρωδών καλλιεργειών. Έχει εξαπλωθεί περισσότερο από κάθε άλλο είδος καρποφόρου δέντρου.

Η Ελλάδα είναι η τρίτη χώρα μετά την Ισπανία και την Ιταλία στην παραγωγή ελαιολάδου. Υπολογίζεται, ότι κάθε χρόνο παράγονται 2.130.000 τόνοι ελιές, από τους οποίους οι 79.000 τόνοι εξάγονται σαν επιτραπέζιες ελιές και οι 43.000 τόνοι εξάγονται σαν ελαιόλαδο. Επομένως, με αυτά τα προϊόντα της η ελιά συμμετέχει κάθε χρόνο, κατά 15% στο εθνικό αγροτικό εισόδημα και κατά 2% στα συνολικά εθνικά έσοδα. Οι ελαιώνες των ορεινών και ημιορεινών περιοχών, δίνουν το 1/2 περίπου, από το σύνολο της ετήσιας παραγωγής ελαιολάδου (Βολανάκη 2009).

Μεγάλη συγκέντρωση ελαιόδεντρων για παραγωγή ελαιολάδου, εντοπίζεται κυρίως στις νότιες παράλιες περιοχές της χώρας, που είναι θερμές και ξηρές, όπως στην Κρήτη, στην Πελοπόννησο, στα νησιά του Ιονίου Πελάγους και στα νησιά του Αιγαίου. Οι βρώσιμες ελιές, παράγονται στους νομούς Φθιώτιδας, Μαγνησίας, Αιτωλοακαρνανίας, Εύβοιας, Άρτας, Λάρισας, Χαλκιδικής, Λακωνίας, Μεσσηνίας κ.α. Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη παραγωγή ελαιολάδου είναι η Κρήτη και η Πελοπόννησος. Στην Ελλάδα, περίπου 350.000 αγροτικές οικογένειες απασχολούνται με την ελαιοκαλλιέργεια και κάθε χρόνο αξιοποιούνται 25 εκατομμύρια εργατικά ημερομίσθια. Επίσης η ελαιοκαλλιέργεια, συμπληρώνει σε

μεγάλο βαθμό το εισόδημα των κατοίκων σε τουριστικές περιοχές, επειδή το χειμώνα απασχολεί το εργατικό δυναμικό, κυρίως στη συγκομιδή του καρπού της ελιάς.

Τα τελευταία 25 χρόνια, πραγματοποιούνται νέες φυτεύσεις με συστήματα πυκνής φύτευσης και χαμηλή ανάπτυξη κόμης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, την αύξηση των εκτάσεων που καλλιεργούνται με ελιές στη χώρα μας.

### 1.3 Βοτανική ταξινόμηση της ελιάς

Η ελιά είναι αειθαλής, αιωνόβιο και καρποφόρο δέντρο. Το επιστημονικό όνομα της καλλιεργούμενης ελιάς είναι *Olea europaea*. Ανήκει στην οικογένεια *Oleaceae*, στο γένος *Olea* και στην τάξη *Ligustrales*. Το ελαιόδεντρο είναι πολύτιμο για τον καρπό του, που αποτελεί βασικό στοιχείο διατροφής. Είναι ανώτερο φυτό, αγγειόσπερμο, δικότυλο και συμπέταλο. Είναι ανεμόφιλο, δηλαδή φυτό του οποίου η επικονίαση πραγματοποιείται με τη βοήθεια του ανέμου. Πρόκειται για είδος υποτροπικό, που αναπτύσσεται σε θάμνο ή δέντρο. Έχει ύψος 5 έως 20 μέτρα. Το ύψος του επηρεάζεται από τη ζωηρότητα του υποκειμένου, ή της ποικιλίας, τις καλλιεργητικές φροντίδες και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Το είδος *Olea europaea*, διακρίνεται στην ήμερη ποικιλία *Olea europaea var. sativa* και στην άγρια ποικιλία *Olea europaea var. oleaster* ή *Olea europaea var. sylvestris*.

Το ελαιόδεντρο χαρακτηρίζεται από τη μακροζωία του. Στην περιοχή της Μεσογείου, υπάρχουν δέντρα πολλών εκατονταετηρίδων και μερικά που ξεπερνούν τη χιλιετηρίδα όπως η ελιά του Πλάτωνα, που είναι υπεραιωνόβιο δέντρο 25 αιώνων (βλέπε εικόνα 2).

Αυτή η μακροζωία, μπορεί να αποδοθεί στην ανθεκτικότητα που εμφανίζει το ξύλο σε προσβολές από εχθρούς και ασθένειες, καθώς και στην ικανότητα ανάπτυξης νέας βλάστησης, από το ριζικό σύστημα και τον λαιμό. Σε περίπτωση τραυματισμού ή καταστροφής μέρους του υπέργειου τμήματός της, η ελιά έχει την ικανότητα αναβλάστησης. Έτσι είναι δυνατή η αποκατάσταση δέντρων, που ζημιώθηκαν από παγετό.

Το ελαιόδεντρο εισέρχεται σε παραγωγή, σε 5 έως 6 χρόνια από τη φύτευσή του.





Εικόνα 2. Η ελιά του Πλάτωνα στο ΓΠΑ σήμερα.

## 1.4 Γενικά χαρακτηριστικά ελιάς

### 1.4.1 Κορμός



Στα νεαρά δέντρα, ο κορμός είναι λείος και κυλινδρικός, ενώ στα δέντρα μεγάλης ηλικίας παρατηρούνται εξογκώματα, που δίνουν στον κορμό ανώμαλη μορφή. Τα εξογκώματα υπάρχουν στον κορμό, στο λαιμό και στις ρίζες, ονομάζονται γόγγροι ή σφαιροβλάστες και είναι υπερπλασίες πλούσιες σε φυτορμόνες και



θρεπτικές ουσίες. Ο φλοιός στα νεαρά δέντρα είναι τεφροπράσινος, ενώ στα μεγάλης ηλικίας δέντρα αποκτά σκοτεινό χρώμα. Το χρώμα του ξύλου είναι κίτρινο εξωτερικά και σκοτεινό προς την εντεριώνη.

Σε περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις, το ξύλο της ελιάς μπορεί να προσβληθεί από μυκητολογικές ασθένειες, που δημιουργούν κοιλότητες στον κορμό ή στους βραχίονές της.

#### 1.4.2 Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα της ελιάς βρίσκεται επιφανειακά συνήθως, 15 έως 70 εκατοστά, και γι' αυτό θεωρείται επιπολαιόριζο δέντρο. Οι ρίζες μπορεί να φτάσουν και σε βάθος 1 έως 1,2 μέτρα. Αυτό συμβαίνει κυρίως στα ξηρά και πετρώδη εδάφη, στα οποία οι ρίζες αναζητούν νερό σε πολύ χαμηλούς ορίζοντες, βοηθώντας έτσι το ελαιόδεντρο να επιβιώσει κάτω από δύσκολες συνθήκες.

Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται κάθετα μέχρι τον τρίτο ή τέταρτο χρόνο. Αργότερα, αυτό το αρχικό ριζικό σύστημα αντικαθίσταται από ένα άλλο θυσσανώδες, το οποίο κυρίως παράγεται από τους σφαιροβλάστες ή γόγγρους, που σχηματίζονται στο λαιμό της ελιάς, λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Αυτά τα εξογκώματα, συμβάλλουν στην επιβίωση του ελαιόδεντρου.

Ο τρόπος ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, καθορίζεται από τη φύση του εδάφους. Αν το έδαφος είναι βαρύ και δεν αερίζεται καλά, οι λεπτές ρίζες διασπείρονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Σε γόνιμα και αρδευόμενα εδάφη, το ριζικό σύστημα παρουσιάζει γρήγορη και έντονη ανάπτυξη. Στα αμμώδη εδάφη, το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται πάρα πολύ σε βάθος και πλάτος. Σε φτωχό έδαφος και με μικρή βροχόπτωση, η ελιά μπορεί να αναπτύξει ισχυρό ριζικό σύστημα, για να ικανοποιήσει τις ανάγκες της σε νερό και θρεπτικά στοιχεία.

Το ριζικό σύστημα της ελιάς, έχει τη δυνατότητα να αντλεί και την ελάχιστη υπάρχουσα εδαφική υγρασία, καθώς και να αξιοποιεί δυσδιάλυτες μορφές θρεπτικών στοιχείων.

### 1.4.3 Βλαστός

Η πλάγια βλάστηση, προέρχεται από την έκπτυξη των ξυλοφόρων οφθαλμών, που απαντούν ανά δύο στη μασχάλη των φύλλων, ενώ η επάκρια βλάστηση, προέρχεται από την έκπτυξη του επάκριου ξυλοφόρου οφθαλμού. Η ελιά καρποφορεί σε βλαστούς του προηγούμενου έτους, στα πλάγια, από μικτούς οφθαλμούς. Οι πολύ ζωνηροί βλαστοί δεν είναι καρποφόροι (έχουν μόνο βλαστοφόρους οφθαλμούς), ενώ οι αδύνατοι βλαστοί δίνουν ελάχιστους καρπούς (έχουν λίγους καρποφόρους οφθαλμούς).

Σύμφωνα τους Schroeder και Rizi (1967), η βλάστηση και η καρποφορία της ελιάς επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, αλλά οι πιο σημαντικοί είναι η θερμοκρασία, η διαθέσιμη εδαφική υγρασία και η ανόργανη θρέψη.

Στην Ελλάδα η βλάστηση αρχίζει περίπου στις αρχές Απριλίου και συνεχίζεται μέχρι τα μέσα του Οκτωβρίου.

### 1.4.4 Οφθαλμοί

Η ελιά έχει δύο είδη οφθαλμών, τους ξυλοφόρους και τους μικτούς. Οι ξυλοφόροι οφθαλμοί είναι μικρού μεγέθους, κωνικοί και φέρονται επάκρια και πλάγια στις μασχάλες των φύλλων. Οι μικτοί οφθαλμοί φέρονται πλάγια στις μασχάλες των φύλλων και πάρα πολύ σπάνια επάκρια. Αρχικά, έχουν μικρό μέγεθος και δύσκολα ξεχωρίζουν από τους ξυλοφόρους. Από τέλη χειμώνα-αρχές άνοιξης αρχίζουν να φουσκώνουν και είναι μεγαλύτεροι από τους ξυλοφόρους. Ο μικτός οφθαλμός εκπτύσσεται και δίνει μικρό πλάγιο βλαστό με, ή χωρίς φύλλα και στην κορυφή ταξιανθία με πολλά άνθη. Σε κάθε κόμβο υπάρχουν ένας έως δύο οφθαλμοί.

Μετά τον μήνα Φεβρουάριο, πάνω στους βλαστούς που αναπτύχθηκαν κατά τον προηγούμενο Μάιο-Ιούνιο, σχηματίζονται μικτοί οφθαλμοί, οι οποίοι προέρχονται από βλαστοφόρους, μετά από μια διαδικασία που ονομάζεται διαφοροποίηση. Οι μικτοί οφθαλμοί δίνουν ανθοταξίες και τελικά καρπούς. Το σχηματισμό των μικτών οφθαλμών επηρεάζουν πολλοί παράγοντες, οι σπουδαιότεροι από τους οποίους είναι, η θερμοκρασία, το φως, η ποικιλία και η κατάσταση θρέψης του δέντρου.

Η διαφοροποίηση των οφθαλμών της ελιάς γίνεται κατά το χειμώνα. Κατά τους Almeida (1940) και Πανέτσο (1958), γίνεται 90 ημέρες πριν την ανθοφορία, ενώ κατά τους Morettini (1950) και Hartmann (1951), γίνεται 40 έως 60 ημέρες πριν την ανθοφορία.

Απαραίτητη προϋπόθεση για μια καλή παραγωγή στην ελιά είναι, να έχει προηγηθεί πλήρους διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών.

#### 1.4.5 Φύλλα



Τα φύλλα της ελιάς είναι απλά, αντίθετα, παχιά, δερματώδη και έχουν βραχύ μίσχο. Το χρώμα τους στην πάνω επιφάνεια είναι πράσινο βαθύ ή ανοιχτό και στην κάτω ασημί ή σταχτύ. Καλύπτονται με χιτίνη στην πάνω επιφάνειά τους. Η κάτω επιφάνεια φέρει μικρά στομάτια καλυπτόμενα με πυκνό χνούδι, το οποίο συμβάλλει στον περιορισμό της διαπνοής του φυτού και στην απώλεια της υγρασίας. Σε αυτήν την ιδιότητα οφείλεται και η αντοχή της ελιάς σε ξηροθερμικές συνθήκες. Το μέγεθος των φύλλων εξαρτάται από την ποικιλία. Μεγαλύτερα φύλλα έχει η ποικιλία Γαΐδουρελιά, ενώ μικρότερα έχει η Κορωνέικη. Παραμένουν πάνω στο δέντρο 2 έως 3 χρόνια και συνήθως πέφτουν την άνοιξη.

Κατά τους Hackett και Hartmann (1964), ο σχηματισμός των ανθικών καταβολών στην ελιά, επηρεάζεται και από τη φυλλική επιφάνεια του δέντρου. Αναφέρουν, πως σ' ένα βλαστό το 10% της φυλλικής επιφάνειάς του, είναι αρκετό

για να σχηματίσει έναν ικανοποιητικό αριθμό ανθοταξιών και ότι αυτή η επίδραση των φύλλων, δεν είναι μεταβιβάσιμη από τον έναν βλαστό στον άλλον.

#### 1.4.6 Άνθη



Η ελιά έχει άνθη μικρά, περίγυνα και λευκοκίτρινα. Φέρονται σε βοτρυώδεις ταξιανθίες, στις μασχάλες των φύλλων και σε βλαστούς της προηγούμενης βλαστικής περιόδου. Μερικές φορές άνθη μπορεί να δώσουν και λανθάνοντες οφθαλμοί, που βρίσκονται πάνω σε βλαστούς ηλικίας δύο ετών. Πρωτοεμφανίζονται την περίοδο της άνοιξης. Κάθε άνθος φέρεται σε μικρό ποδίσκο και περιλαμβάνει ένα κυπελλοειδή κάλυκα, που αποτελείται από τέσσερα σέπαλα, τη στεφάνη που αποτελείται από τέσσερα πέταλα (μερικές ποικιλίες όπως Καρολιά, Κολυμπάδα φέρουν πέντε πέταλα), δύο στήμονες (αρσενικό μέρος του άνθους) που αποτελούνται από ένα κοντό νήμα που φέρει στην κορυφή ανθήρες και τον ύπερο (θηλυκό μέρος του άνθους) που αποτελείται από μία δίχωρη ωοθήκη, ένα βραχύ στύλο και ένα δίλοβο στίγμα. Τα άνθη διακρίνονται σε δύο τύπους. Στα ατελή ή στημονοφόρα, που έχουν αναπτυγμένους μόνο τους στήμονες και στα τέλεια, που έχουν αναπτυγμένους τους στήμονες και τον ύπερο. Τα ατελή άνθη δεν είναι δυνατόν να γονιμοποιηθούν και να δώσουν καρπό. Μόνο τα τέλεια άνθη δίνουν καρπούς και το ποσοστό τους είναι μεγαλύτερο, όσο πληρέστερη είναι η διαφοροποίηση των βλαστοφόρων οφθαλμών σε μικτούς.

Ο σχηματισμός ανθοταξιών στην ελιά γίνεται, από τον Ιανουάριο έως αρχές Ιουνίου. Η κρίσιμη περίοδος ανθογονίας, φαίνεται να είναι οι μήνες Ιανουάριος και Φεβρουάριος. Σε αυτήν την περίοδο πραγματοποιούνται φυσιολογικές μεταβολές, που μετατρέπουν το μερίστωμα από βλαστικό σε ανθικό. Κατά τα τέλη του χειμώνα με αρχές της άνοιξης (από αρχές Μαρτίου περίπου), αρχίζουν να εμφανίζονται στους οφθαλμούς οι πρώτες μορφολογικές μεταβολές, που οδηγούν στο σχηματισμό των ανθοταξιών.

Τα άνθη της ελιάς είναι πολύ ευαίσθητα σε ξηρούς και ζεστούς ανέμους, σε συνθήκες παγετού κατά τη διάρκεια του σχηματισμού τους, σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες (ομίχλη, βροχή) και σε εντομολογικούς εχθρούς (βαμβακάδα, πυρηνοτρύτης κ.α).

Στη χώρα μας, η πλήρης άνθηση της ελιάς μπορεί να λάβει χώρα από τα τέλη Απριλίου και να συνεχιστεί το Μάιο. Αυτό εξαρτάται από την ποικιλία, την περιοχή και τις κλιματικές συνθήκες.

#### 1.4.7 Επικονίαση-γονιμοποίηση

Στους ανθήρες των ανθέων σχηματίζονται οι γυρεόκοκκοι, οι οποίοι είναι μικροί και μπορεί να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις με τον άνεμο. Οι γυρεόκοκκοι όταν φθάσουν στο στίγμα του υπέρου, γίνεται η επικονίαση και στη συνέχεια στην ωοθήκη, η γονιμοποίηση.

Στην ελιά γίνεται αυτεπικονίαση (με γύρη της ίδιας ποικιλίας). Οι ανθήρες βρίσκονται πολύ κοντά στο στίγμα των τέλειων ανθέων. Έτσι με το σχίσσιμο του ανθήρα, οι γυρεόκοκκοι έρχονται σε επαφή με το στίγμα και γίνεται αυτεπικονίαση.

Εκτός από την αυτεπικονίαση, στην ελιά μπορεί να γίνει και σταυρεπικονίαση (με γύρη από άλλη ποικιλία). Από τα άνθη της ελιάς παράγονται μεγάλες ποσότητες γύρης. Οι γυρεόκοκκοι της ελιάς είναι πολύ μικροί και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις με τον αέρα. Έτσι, προκαλείται σταυρεπικονίαση.

Το ασυμβίβαστο είναι η ανικανότητα της γύρης να βλαστάνει, δηλαδή να αναπτύσσει ικανού μεγέθους γυρεοσωλήνα και να φτάνει στην ωοθήκη για γονιμοποίηση. Μπορεί να αποτελέσει αιτία μερικής ή ολικής ακαρπίας, για ορισμένες

ποικιλίες που φυτεύονται σε αμιγείς ελαιώνες. Πειράματα μελέτης για το ασυμβίβαστο που έγιναν στη Βόρεια Ελλάδα, έδειξαν ότι η ποικιλία Κορωνέϊκη είναι αυτογόνιμη, ενώ οι ποικιλίες Χονδρολιά Χαλκιδικής, Καλαμών και Αμφίσσης είναι μερικά αυτοασυμβίβαστες, οπότε μέσα στον ελαιώνα θα πρέπει να φυτευτούν οι κατάλληλοι επικονιαστές, γι' αυτές τις ποικιλίες. Για παράδειγμα καλοί επικονιαστές για την ποικιλία Χονδρολιά Χαλκιδικής, είναι οι ποικιλίες Κορωνέϊκη και Μεγαρείτικη.

#### 1.4.8 Καρπός

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη και σχηματίζεται από τους ιστούς των καρπόφυλλων. Αποτελείται από το εξωκάρπιο, το σαρκώδες μεσοκάρπιο και το σκληρό καιξυλοποιημένο ενδοκάρπιο ή πυρήνα. Ο πυρήνας εξωτερικά εμφανίζει χαρακτηριστικές αυλακώσεις, που λέγονται γλυφές. Οι γλυφές χρησιμοποιούνται για τη διάκριση των ποικιλιών. Στο εσωτερικό του πυρήνα βρίσκεται το σπέρμα, το οποίο αποτελείται από την επιδερμίδα, το ενδοσπέρμιο, τις κοτυληδόνες και το έμβρυο. Αρχικά ο καρπός έχει πράσινο χρώμα, το οποίο με την πάροδο της ωρίμανσής του γίνεται ερυθρωπό και στο τέλος μαύρο. Εξαίρεση αποτελεί ο καρπός της Λευκόκαρπης ποικιλίας, ο οποίος λαμβάνει λευκό χρώμα κατά την ωρίμανσή του.

Ο κύκλος καρποφορίας στην ελιά, ο οποίος περιλαμβάνει τα εξής στάδια: τη διαφοροποίηση και την ανάπτυξη των ανθικών μερών, την καρπόδεση και την ωρίμανση των καρπών, διαρκεί ένα χρόνο. Αντίθετα στα φυλλοβόλα οπωροφόρα, ο κύκλος αυτός διαρκεί περίπου δύο χρόνια. Η ολοκλήρωση κάθε σταδίου του κύκλου καρποφορίας, αποτελεί προϋπόθεση για την ομαλή είσοδο στο αμέσως επόμενο στάδιο. Τα παραπάνω στάδια, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες που είναι ικανοί, να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά καθένα από αυτά (θερμοκρασία, λίπανση, εδαφική υγρασία, κλπ).

Από την καρπόδεση μέχρι την ωρίμανση του καρπού, μεσολαμβάνουν 6 έως 7 μήνες.

#### 1.4.9 Παρενιαυτοφορία

Η ελιά χαρακτηρίζεται από το φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας. Η παρενιαυτοφορία εκδηλώνεται σε μεμονωμένους κλάδους, σε ολόκληρα δέντρα, ή και σε ολόκληρο τον ελαιώνα. Διακρίνεται σε ολική και σε μερική. Ολική παρενιαυτοφορία είναι το φαινόμενο κατά το οποίο, τη μία χρονιά το ελαιόδεντρο έχει πλήρη καρποφορία και την επόμενη πλήρη ακαρπία. Μερική παρενιαυτοφορία είναι το φαινόμενο κατά το οποίο, τη μία χρονιά το ελαιόδεντρο έχει μία καλή αλλά όχι πλήρη καρποφορία (π.χ 70 ή 80%) και την επόμενη χρονιά μειωμένη καρποφορία (π.χ 30 ή 40%). Παράγοντες που μπορεί να οδηγήσουν στην παρενιαυτοφορία είναι, οι συνθήκες που εμποδίζουν την επικονίαση (ξηρός άνεμος, βροχές), η έλλειψη νερού και αζώτου κατά την εποχή της διαφοροποίησης και ο ανταγωνισμός βλάστησης-καρποφορίας.

#### 1.5 Κλίμα

Η ελιά καλλιεργείται σε δύο ζώνες, τη ζεστή εύκρατη και την υποτροπική, μεταξύ 30° και 45° βόρειου και νοτίου πλάτους. Σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη η ελιά δεν μπορεί να καλλιεργηθεί, γιατί λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα, τα ελαιόδεντρα καταστρέφονται. Σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, δηλαδή κοντά στον Ισημερινό, η ελιά αναπτύσσεται μόνο βλαστικά, χωρίς να καρποφορεί. Η αδυναμία της να καρποφορήσει στις τροπικές περιοχές αποδίδεται, στην έλλειψη επαρκούς χειμερινού ψύχους, που είναι απαραίτητο για τη διαφοροποίηση των οφθαλμών και το σχηματισμό των ανθέων της. Μπορεί όμως να καρποφορήσει και στις περιοχές αυτές, εάν ικανοποιήσει τις ανάγκες της σε ψύχος, αλλά αυτό μπορεί να συμβεί μόνο σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο.

Η ελιά δεν ευδοκίμει ούτε στα ψυχρά ούτε στα θερμά κλίματα. Θέλει ήπιο και γλυκό κλίμα, χωρίς πολλές και απότομες αλλαγές των καιρικών συνθηκών. Όπου ο τόπος είναι βορινός, ψυχρός και ανεμόπληκτος, η ελιά δεν καλλιεργείται πάνω από τα 300 μέτρα υψόμετρο. Όπου όμως είναι ανατολικός- μεσημβρινός, ζεστός και προφυλαγμένος από τους ψυχρούς ανέμους, η καλλιέργειά της μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 1000 μέτρα υψόμετρο. Αυτό εξαρτάται και από την ποικιλία της ελιάς.

Ο γλυκός και ήπιος χειμώνας, το ξηρό και θερμό καλοκαίρι, η μεγάλη ηλιοφάνεια και το μικρό ύψος βροχόπτωσης, ευνοούν την υγιή ανάπτυξη της ελιάς σε χώρες της Μεσογειακής ζώνης (όπως στην Ελλάδα, στην Ιταλία, στην Ισπανία, στην Τουρκία, στην Αλγερία και αλλού).

Η ελιά ευδοκιμεί στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας. Καλλιεργείται από τις ημιορεινές περιοχές έως τις γόνιμες πεδιάδες, αλλά και σε κτήματα δίπλα στη θάλασσα. Η ευαισθησία όμως που έχει στους παγετούς, περιορίζει την εξάπλωση της προς βορρά. Οι χειμώνες στη Βόρεια Ελλάδα είναι δριμείς και μπορεί να νεκρώσουν το δέντρο. Έτσι η καλλιέργεια της ελιάς περιορίζεται στη Βόρεια Ελλάδα, στις παραλιακές περιοχές.

Περιοχές στις οποίες επικρατεί δροσερός καιρός και υψηλή σχετική υγρασία, κατά τους καλοκαιρινούς και φθινοπωρινούς κυρίως μήνες, δεν πρέπει να προτιμούνται για την καλλιέργεια της ελιάς, γιατί τέτοιες περιοχές ευνοούν υψηλές προσβολές από το δάκο, που είναι επιβλαβές έντομο για την ελιά. Η αυξημένη ατμοσφαιρική υγρασία δημιουργεί μυκητολογικά προβλήματα, όπως το κυκλοκόνιο, το γλοιοσπόριο και η βερτισιλίωση. Γι' αυτό το λόγο, η σχετική ατμοσφαιρική υγρασία πρέπει να είναι ελαφρώς ξηρή.

Το χαλάζι προκαλεί σοβαρές ζημιές στη βλάστηση και στον ελαιόκαρπο. Είναι πιο επικίνδυνο όταν πέφτει το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο, τότε που τα δέντρα είναι γεμάτα καρπό, που τον ρίχνει ή τον τραυματίζει. Μπορεί να προκαλέσει και φυλλόπτωση. Ακόμα, ευνοεί την ανάπτυξη του βακτηρίου της φυματίωσης (*Pseudomonas savastanoi*), με τη δημιουργία πληγών πάνω στα βλαστικά όργανα του ελαιόδεντρου.

Το χιόνι μπορεί εκτός από το πάγωμα φυτικών ιστών, να προκαλέσει και μηχανικές ζημιές στα δέντρα. Προκαλεί σπάσιμο κλαδιών και βραχιόνων, κυρίως όταν τα δέντρα φέρουν μεγάλο φορτίο καρπών, ή είναι ακλάδευτα.

Η ομίχλη προκαλεί ζημιές στην ανθοφορία, καθώς δεν ολοκληρώνεται η γονιμοποίηση των ανθέων της ελιάς. Οι πολλές ομίχλες - υγρασίες και κυρίως όταν συνοδεύονται με υψηλές θερμοκρασίες, εμποδίζουν την καλή γονιμοποίηση και την κανονική καρπόδεση. Επίσης, βοηθούν τις προσβολές από κυκλοκόνιο, καπνιά ή  
άλλα  
παράσιτα.



Η διαρκής συννεφιά, εμποδίζει την κανονική ανάπτυξη της ελιάς, γιατί ελαττώνει τη δράση της χλωροφύλλης των φύλλων της. Νύκτες με συννεφιά, εμποδίζουν την πτώση της θερμοκρασίας με συγκράτηση της θερμότητας.

Η ελιά αντέχει στην ξηρασία του μεσογειακού καλοκαιριού. Όμως, οι βροχοπτώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στην καρποφορία της( κυρίως όπου δεν αρδεύεται). Εάν οι ετήσιες βροχοπτώσεις είναι μικρότερες από 400 mm, η άρδευση είναι αναγκαία για να υπάρχει μία καλή παραγωγή. Περιοχές με ετήσιο ύψος βροχής 400 με 700 mm, είναι οι πιο κατάλληλες για την ανάπτυξη των ελιών. Περιοχές με ετήσιες βροχοπτώσεις πάνω από 1000 mm, δεν είναι κατάλληλες. Κατά τον Fontanazza (1985), ετήσια βροχόπτωση 500 έως 550 mm, μόλις επαρκεί για μια ικανοποιητική απόδοση σε ελαιόκαρπο στην περιοχή της Μεσογείου, ιδιαίτερα στις νότιες περιοχές. Σε δύο κυρίως περιόδους, οι βροχές στην ελιά είναι περισσότερο ευεργετικές. Η μια είναι από τα τέλη Φεβρουαρίου έως τις αρχές Απριλίου, τότε που τα μάτια διαφοροποιούνται σε ανθοφόρα και αργότερα σχηματίζεται η νέα βλάστηση και πλησιάζει η ανθοφορία. Η άλλη είναι το φθινόπωρο, οπότε μεγαλώνουν και συσσωρεύουν λάδι οι καρποί και δημιουργούνται αποθέματα στα όργανα του φυτού, για την προπαρασκευή της προσεχούς εσοδείας.

Βροχές ή υψηλή σχετική υγρασία την περίοδο της άνθησης, υγραίνουν και βαραίνουν τη γύρη, η οποία έτσι δεν μεταφέρεται σε μεγάλη απόσταση, με αποτέλεσμα το μικρό ποσοστό καρπώδεσης.

Ο συνδυασμός έλλειψης νερού και υψηλών θερμοκρασιών, μπορεί να προκαλέσει πολύ σοβαρές ζημιές στην ανθοφορία και στην καρπώδεση. Σε περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας, το ελαιόδεντρο αφαιρεί υγρασία από τον ελαιόκαρπο και τον μεταφέρει στα φύλλα, με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση του ελαιόκαρπου. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η συρρίκνωση από την ξηρασία είναι αντιστρέψιμη και ο ελαιόκαρπος επανέρχεται στη φυσιολογική του κατάσταση, μετά από βροχόπτωση ή άρδευση. Κατά το Spiegel (1957) η ξηρασία, κατά τα τέλη του καλοκαιριού, οψιμίζει την άνθηση των δέντρων την επόμενη άνοιξη και μειώνει το ποσοστό των τέλειων ανθέων.

Οι Panetsos και Hartmann (1961) έδειξαν ότι, η μεγάλη έλλειψη νερού κατά την περίοδο που λαμβάνει χώρα η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών, είναι

υπεύθυνη για τη μείωση του αριθμού των σχηματιζόμενων ταξιανθιών, τον εκφυλισμό της ωοθήκης και των σπερματικών βλαστών. Έλλειψη εδαφικής υγρασίας πάνω στην κρίσιμη περίοδο, από την έναρξη των ανθοταξιών μέχρι την ανθοφορία και καρπόδεση, μπορεί να είναι υπεύθυνος παράγοντας ακαρπίας της ελιάς. Στις συνθήκες του Μεσογειακού κλίματος, όπου ευδοκίμει η ελιά, και οι περισσότερες βροχές πέφτουν στην περίοδο από το φθινόπωρο μέχρι και τις αρχές της άνοιξης, σπάνια παρουσιάζεται έλλειψη εδαφικής υγρασίας, στην κρίσιμη περίοδο του σχηματισμού των ανθοταξιών. Οι Hartmann και Hoffman (1953) παρατήρησαν ότι, η χαμηλή διαθεσιμότητα της εδαφικής υγρασίας κατά την ανάπτυξη των ανθέων, μείωσε σημαντικά την αύξηση και την καρπόδεση.

Οι υπερβολικές βροχοπτώσεις μπορεί να προκαλέσουν έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, με αποτέλεσμα την πτώση ανθέων, ή την πτώση μικρών καρπών. Κατά την περίοδο της άνθησης, οι βροχές μπορεί να προκαλέσουν κακή επικονίαση.

Οι άνεμοι είναι επικίνδυνοι την περίοδο της ανθοφορίας. Όταν συνοδεύονται από πολλή υγρασία και ομίχλη, κάνουν μεγάλες ζημιές στην ανθοφορία. Οι θερμοί και ξηροί άνεμοι, προκαλούν αφυδάτωση και ξήρανση των ανθέων, μειώνοντας έτσι την καρπόδεση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, να μειώνεται κατά πολύ η παραγωγή. Οι θερμοί άνεμοι του καλοκαιριού, προκαλούν καρπόπτωση.

Οι δυνατοί άνεμοι κάνουν ζημιά στην ελιά. Σφοδροί άνεμοι από τη θάλασσα, μπορεί να προκαλέσουν σοβαρά εγκαύματα στην επιδερμίδα των καρπών και των φύλλων. Σε περιπτώσεις ανεμοθύελλας, σπάνε τα κλαδιά, πέφτουν οι καρποί με τον ποδίσκο τους και μπορεί ακόμα και να ξεριζωθούν τα δέντρα.

Κάποιες χρονιές, συνήθως προς το τέλος Μαρτίου – αρχές Απριλίου (περίοδος που βρίσκεται σε πρόοδο η διαφοροποίηση των οφθαλμών), πνέουν νότιοι θερμοί άνεμοι για μερικές ημέρες, κυρίως σε περιοχές της νότιας Ελλάδας, με αποτέλεσμα να επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο αυτή. Οι θερμοί αυτοί άνεμοι επιταχύνουν την έκπτυξη των οφθαλμών, πριν να έχει ολοκληρωθεί η διαφοροποίησή τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, ο βαθμός καρπόδεσης να είναι χαμηλός και έτσι η παραγωγή που θα προκύψει να είναι κατά πολύ μειωμένη.

Ο ήλιος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του ελαιώνα και την απόδοσή του. Γι' αυτό το λόγο, τα ελαιόδεντρα ευδοκίμουν με μεγαλύτερη ευκολία στις νότιες

περιοχές. Στις βορινές περιοχές μπορούν να ευδοκιμήσουν, αρκεί να υπάρχει έντονη ηλιοφάνεια τους περισσότερους μήνες του έτους. Κατά τα τέλη του καλοκαιριού-αρχές φθινοπώρου, η ένταση του φωτός επιδρά άμεσα στο να ξεκινήσει η διαδικασία της διαφοροποίησης, ενώ η επάρκεια φωτός σε όλη την περίοδο της διαφοροποίησης, δηλαδή μέχρι την επόμενη άνοιξη, είναι απαραίτητη για την ομαλή εξέλιξη των ανθέων. Αυτό άλλωστε φαίνεται από το γεγονός ότι, οι βλαστοί εκείνοι που δε φωτίζονται αρκετά, δίνουν μειωμένη ανθοφορία. Ακόμα έχει διαπιστωθεί ότι, η ευαισθησία στο φως διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών. Για παράδειγμα, η ιταλική ποικιλία Maurino έχει μικρότερες απαιτήσεις σε φως, από άλλες ποικιλίες. Ο Tombessi (1984), επισημαίνει ότι το ελαιόδεντρο χρειάζεται ικανοποιητική ένταση φωτισμού, για να σχηματίσει ανθοταξίες. Επίσης διαπίστωσε ότι, οι απαιτήσεις των ποικιλιών σε φωτισμό διαφέρουν και ότι η πιο κρίσιμη περίοδος, κατά την οποία το ελαιόδεντρο χρειάζεται επαρκές φως για ικανοποιητική ανθοφορία, είναι από τον Ιούλιο μέχρι την άνθηση. Σύμφωνα με τον Fontanazza (1988), η ελιά αναπτύσσεται και καρποφορεί καλύτερα, σε άπλετο ηλιακό φως.

Οι Tombessi και Cartechini (1986), αναφέρουν ότι η σκίαση των ελαιόδεντρων σε όλες τις περιόδους, μείωσε σημαντικά το σχηματισμό των ανθοταξιών.

Ο Γρηγορίου (1999), αναφέρει ότι η σκίαση μειώνει το ποσοστό των ανθοφόρων οφθαλμών, τον αριθμό των ανθέων ανά ταξιανθία και το ποσοστό των τελείων ανθέων.

Καθοριστικός παράγοντας για την ελιά είναι η θερμοκρασία. Η καταλληλότερη μέση ετήσια θερμοκρασία για την ανάπτυξη της ελιάς, είναι 15°C έως 20°C. Η φωτοσύνθεση της ελιάς γενικά αναστέλλεται, σε θερμοκρασίες που είναι υψηλότερες από τους 35°C. Υπάρχουν όμως ποικιλίες ελιάς, που έχουν προσαρμοστεί σε υψηλές θερμοκρασίες και διατηρούν το 70-80% της φωτοσυνθετικής τους ικανότητας σε 40°C. Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες αναστέλλουν τη βλάστηση, επηρεάζουν το σχηματισμό των ανθέων και την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού. Σε ορισμένες ποικιλίες, μπορεί να προκαλέσουν αυτοστεριότητα (αδυναμία δηλαδή αυτογονιμοποίησης). Στις περιπτώσεις αυτές, η χρήση επικονιαστριών ποικιλιών στον ελαιώνα, επηρεάζει θετικά την καρπώδεση. Η ανώτατη θερμοκρασία το καλοκαίρι δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 36°C, γιατί τα δέντρα καταπονούνται σημαντικά. Οι πολύ υψηλές

θερμοκρασίες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, μπορεί να προκαλέσουν έντονη καρπόπτωση. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τους 40°C, υπάρχει ο κίνδυνος εγκαυμάτων. Συχνά παρουσιάζουν εγκαύματα, ο φλοιός των βραχιόνων και του κορμού. Πολλές φορές το έγκαυμα οδηγεί σε σκλήρυνση του φλοιού, σε απώλεια ελαστικότητας και σε παρεμπόδιση της ομαλής κυκλοφορίας των χυμών. Η σοβαρότητα των ζημιών, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Η ποικιλία παίζει σημαντικό ρόλο. Πολλά πειράματα έχουν δείξει ότι, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην αντοχή των ποικιλιών, στις θερμοκρασίες πάνω από τους 30°C. Η καλή θρεπτική και υδατική κατάσταση των δέντρων και των ανθέων, επηρεάζει θετικά την αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες, ενώ η μεγάλη διάρκεια των υψηλών θερμοκρασιών, αυξάνει τον κίνδυνο των ζημιών. Υψηλότερη σχετική υγρασία στην ατμόσφαιρα, είναι ευνοϊκή και μετριάζει τις ζημιές των υψηλών θερμοκρασιών. Ελαιώνες με νότια έκθεση, έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο από αυτούς που βρίσκονται σε βορινή έκθεση, γιατί οι τελευταίοι έχουν χαμηλότερες θερμοκρασίες. Τα προβλήματα των υψηλών θερμοκρασιών επιδεινώνονται, αν συνδυαστούν με ξηρούς και θερμούς ανέμους.

Για τη διαφοροποίηση των οφθαλμών, το ελαιόδεντρο είναι αναγκαίο να δεχτεί για μια περίοδο, την επίδραση επαρκούς ψύχους. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό σαν εαρινοποίηση.

Η ελιά το χειμώνα έχει ανάγκη από μία περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών, μεταξύ 7°C και 16°C για να διαφοροποιήσει ανθοφόρους οφθαλμούς. Οι ευνοϊκές θερμοκρασίες για το σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών είναι 10°C έως 13°C ή και λίγο χαμηλότερες. Θερμοκρασίες πάνω από τους 16°C, εμποδίζουν το σχηματισμό ανθοφόρων οφθαλμών.

Σύμφωνα με έρευνα που έχει γίνει, η ελιά απαιτεί τουλάχιστον 10 εβδομάδες με θερμοκρασία κάτω από τους 16°C, για την πλήρη διαφοροποίηση των βλαστοφόρων οφθαλμών σε ανθοφόρους. Όλες οι ποικιλίες, δεν είναι το ίδιο απαιτητικές στο χειμερινό ψύχος, για την διαφοροποίηση των βλαστοφόρων οφθαλμών τους.

Σύμφωνα με τους Hartmann et al. (1976), η ελιά δεν ανθίζει, εάν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος δεν πέσει σε όλη τη διάρκεια του έτους κάτω από

τους 15°C, ή εάν δεν ανέβει πάνω από τους 7°C. Αντίθετα, σε περιβάλλον με σταθερή θερμοκρασία 13°C, ανθίζει άφθονα.

Οι Hackett και Hartmann (1967) απέδειξαν το σημαντικό ρόλο που παίζουν οι θερμοκρασίες κάτω από τους 13°C, κυρίως από το Δεκέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο, στο σχηματισμό των ανθικών καταβολών της ελιάς.

Η διατήρηση ελαιόδεντρων σε θερμοκήπιο, με ελάχιστη θερμοκρασία 16°C και μέγιστη 27°C έως 30°C, είχε σαν αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της άνθησής τους (Hackett και Hartmann, 1963).

Σε πείραμα που έγινε στη Θεσσαλονίκη σε δενδρύλλια ελιάς, βρέθηκε ότι οι ευνοϊκές θερμοκρασίες για το σχηματισμό ταξιανθιών, κυμαίνονται από 10°C έως 16°C (Λιονάκης 2007).

Τα ελαιόδεντρα παράγουν το μεγαλύτερο αριθμό ταξιανθιών, εάν εκτεθούν σε ημερήσιες διακυμάνσεις θερμοκρασίας μεταξύ 10°C έως 13°C, για 1500 έως 2000 ώρες, κατά τους χειμερινούς μήνες (Ποντίκης 2000).

Ο σχηματισμός ατελών ανθέων, ευνοείται σε σταθερή θερμοκρασία 12,5°C, ή σε εναλλασσόμενες θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του εικοσιτετράωρου, 12,5°C (20 ώρες) και 21°C (4 ώρες). Η παραγωγή τέλειων ανθέων, ευνοείται σε θερμοκρασίες του περιβάλλοντος, ή σε εναλλασσόμενες θερμοκρασίες, 7°C (20 ώρες) και 26°C (4 ώρες) (Τρίπκου 2010).

Η μεγάλη εναλλαγή θερμοκρασιών (2°C έως 15°C) με απότομο τρόπο, δεν επιτρέπει στο ελαιόδεντρο να ανθίσει τόσο ομαλά, όσο όταν η μεταβολή της θερμοκρασίας είναι βαθμιαία (Hartmann and Whishler, 1975).

Σε πολλές περιοχές της Ελλάδας, επικράτησαν για αρκετές ημέρες κατά τον Δεκέμβριο 2009 και τον Ιανουάριο 2010, ασυνήθιστα υψηλές θερμοκρασίες (μέση θερμοκρασία ημέρας/νύκτας πάνω από τους 15°C), που οδήγησαν στην εμφάνιση ταξιανθιών και νέας βλάστησης, σε δέντρα τα οποία συνήθως δεν είχαν παραγωγή τον προηγούμενο χρόνο.

Ελαιόδεντρα με κανονική ή ζωηρή ανάπτυξη στο Homestead της Φλώριδας, (με μέση θερμοκρασία 19,1°C) δεν άνθισαν ποτέ, ενώ προσπάθειες 20 ετών να εξωθήσουν τα ελαιόδεντρα σε καρποφορία, στο Brownsville του Τέξας (με μέση θερμοκρασία 15,4°C), απέβησαν άκαρπες (Μπαλατσούρας 1984).

Σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες στο στάδιο της πλήρους άνθησης, μπορεί να μειώσουν την καρπόδεση και την καρποφορία, γιατί καθυστερούν την ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα και μειώνεται η πιθανότητα γονιμοποίησης-καρπόδεσης.

Οι Hartmann και Porlingis (1957), σε εργαστηριακή έρευνα απέδειξαν ότι, το ελαιόδεντρο ανθοφορεί κανονικά και δένει καρπούς, μόνο όταν εκτεθεί για ορισμένο χρόνο, σε θερμοκρασία μικρότερη από τους 7,2°C. Οι ίδιοι υποστηρίζουν ότι, η διάρκεια της χειμερινής ψύξης πρέπει να φτάνει τις 1200 ώρες, κάτω από τους 7,2°C. Στην ίδια ερευνητική εργασία αναφέρεται ότι, ελαιόδεντρα που δεν εκτέθηκαν καθόλου σε θερμοκρασία μικρότερη από τους 7,2°C, σε όλη τη χειμερινή περίοδο, δεν σχημάτισαν άνθη, παρά την κανονική τους βλάστηση.

Σύμφωνα με μετρήσεις και υπολογισμούς που έγιναν στην Ελλάδα από τον Hartmann (1969), οι ώρες έκθεσης των ελαιώνων σε θερμοκρασία χαμηλότερη από τους 7,2°C, σε όλη τη διάρκεια του έτους, είναι πολύ λιγότερες από 1200 και φτάνουν τις 868 στο Βόλο, τις 597 στην Άρτα, τις 524 στην Αθήνα, τις 392 στην Κόρινθο, τις 390 στην Κέρκυρα, τις 222 στην Καλαμάτα, τις 192 στη Ρόδο, τις 86 στα Χανιά, τις 68 στο Ηράκλειο και τις 1291 στη Λάρισα. Ικανοποιητική είναι η χειμερινή ψύξη μόνο στη Λάρισα, όπου είναι καλύτερη και η καρποφορία. Η μικρή και ακανόνιστη καρποφορία στους περισσότερους ελληνικούς ελαιώνες, φαίνεται να οφείλεται ως ένα βαθμό, στην ανεπαρκή χειμερινή ψύξη.

Είναι γεγονός ότι, η έκθεση σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από τους 7,2°C με διάρκεια 1200 ώρες, δεν φαίνεται να είναι τιμή αυστηρά καθορισμένη για όλες τις ποικιλίες και για όλες τις συνθήκες καλλιέργειας του ελαιόδεντρου.

Για τη διαφοροποίηση των οφθαλμών της Κορωνέϊκης, απαιτούνται 60 ώρες σε θερμοκρασία μικρότερη από τους 7,2°C, ενώ για τη διαφοροποίηση των οφθαλμών της Χονδρολιάς Χαλκιδικής και της Αμφίσσης απαιτούνται 1000 έως 1200 ώρες σε θερμοκρασία μικρότερη από τους 7,2°C. Η ποικιλία Κορωνέϊκη, δεν διαφοροποιεί ανθοφόρους οφθαλμούς, με συνεχή έκθεση σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 17°C. Οι ποικιλίες Αμφίσσης και Χονδρολιά Χαλκιδικής, δεν διαφοροποιούν ανθοφόρους οφθαλμούς, με συνεχή έκθεση σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 13°C (Παπαδάκης).

Δεν έχουν όλες οι ποικιλίες τις ίδιες απαιτήσεις, σε ώρες χαμηλών θερμοκρασιών, για την ικανοποίηση των αναγκών τους σε ψύξη. Για παράδειγμα οι ποικιλίες Κορωνέϊκη και Βαλανολιά, ανθίζουν καλά και με λίγες ώρες ψύχους, ενώ άλλες όπως η Κονσερβολιά και η Καρυδολιά, απαιτούν περισσότερες. Οι ποικιλίες που απαιτούν πολλές ώρες χαμηλών θερμοκρασιών, δεν είναι παραγωγικές σε περιοχές με ζεστούς χειμώνες. Χρονιές ή περιοχές, στις οποίες η ελιά δεν καλύπτει τις απαιτούμενες ώρες χαμηλών θερμοκρασιών, η ανθοφορία είναι περιορισμένη, ή τα άνθη είναι ατελή.

Οι Badr και Hartmann (1971), παρατήρησαν υπό ελεγχόμενες συνθήκες ότι, η καθημερινή έκθεση των δέντρων σε υψηλές θερμοκρασίες (21°C έως 26°C) για τέσσερις ώρες, αύξησε την αποτελεσματικότητα του ψύχους. Ακόμα διαπίστωσαν ότι, η επίδραση της χαμηλής θερμοκρασίας μειώθηκε, όταν η έκθεση στην υψηλή θερμοκρασία αυξήθηκε στις 12 ώρες.

Οι ποικιλίες, διαφέρουν ως προς το επίπεδο των θερμοκρασιών που επιδρούν ευνοϊκά για άνθηση. Το ανώτερο όριο θερμοκρασιών στο οποίο μπορούν να σχηματιστούν άνθη, στις ποικιλίες Κορωνέϊκη και Μεγαρείτικη είναι 16°C, ενώ στις ποικιλίες Αμφίσσης και Χονδρολιά Χαλκιδικής είναι 12°C. Οι δύο τελευταίες ποικιλίες, ανθίζουν ικανοποιητικά όταν περάσουν το χειμώνα έξω στο ύπαιθρο, ενώ η άνθηση είναι περιορισμένη ή μηδαμινή, εάν παραμείνουν κατά την ίδια περίοδο σε θερμοκήπιο, σε θερμοκρασία πάνω από τους 10°C. Οι ποικιλίες Κορωνέϊκη και Μεγαρείτικη ανθίζουν ικανοποιητικά, όταν περάσουν την χειμερινή περίοδο σε θερμοκρασίες 10°C έως 14°C.

Η ελιά είναι το υποτροπικό είδος, που απαιτεί ώρες χαμηλών θερμοκρασιών για τη διακοπή του λήθαργου και την κανονική ανάπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών της, σε ανθοταξίες με τέλεια άνθη.

Από το 1991 και μετά, νεότερες έρευνες οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι, οι χαμηλές θερμοκρασίες χρειάζονται για την έξοδο από το λήθαργο, των ήδη σχηματισθέντων οφθαλμών.

Οι Rallo και Martin (1991) διαπίστωσαν ότι, το χειμερινό ψύχος απελευθερώνει από το λήθαργο τους ήδη σχηματισμένους ανθοφόρους οφθαλμούς και σαν πιο αποτελεσματική θερμοκρασία για να βγουν αυτοί από τον ενδολήθαργο, είναι αυτή

των 13,8°C. Οι ίδιοι ερευνητές επισημαίνουν ότι, οι θερμοκρασίες πάνω από τους 10°C (μεταξύ 13,1°C και 15,6°C), επιταχύνουν την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών, ενώ οι θερμοκρασίες κάτω από τους 10°C (μεταξύ 5,3°C και 9,7°C), βοηθούν στη συμπλήρωση των αναγκών των οφθαλμών σε ψύχος.

Κατά τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο, είναι απαραίτητο να περάσει η ελιά από μια χρονική περίοδο 2 έως 3 εβδομάδων χαμηλών θερμοκρασιών, για να διακοπεί ο λήθαργος των οφθαλμών. Θερμοκρασίες χειμώνα υψηλότερες από τους 20°C, για 2-3 εβδομάδες, μπορεί να εμποδίσουν την έξοδο των ανθοφόρων οφθαλμών από το λήθαργο. Αυτό άλλωστε εξηγεί και την αδυναμία της ελιάς να καρποφορήσει σε θερμότερες περιοχές (τροπικά κλίματα). Οι σχετικά ψυχροί χειμώνες ευνοούν την ανθοφορία και την καρποφορία, ενώ οι ζεστοί χειμώνες ακολουθούνται από μειωμένη ανθοφορία και καρποφορία.

Το χειμώνα, συνεχόμενες σχετικά υψηλές ή ήπιες θερμοκρασίες, μπορεί να μειώσουν τη διαφοροποίηση ανθοφόρων οφθαλμών και την έξοδο από τον λήθαργο αυτών, ή ακόμη να αυξήσουν το ποσοστό των μη γόνιμων ανθέων, με αποτέλεσμα τη μείωση της ανθοφορίας και καρποφορίας.

Η μη ικανοποίηση των αναγκών σε χαμηλές θερμοκρασίες, οδηγεί σε ατελή διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών και επομένως σε μειωμένη καρπόδεση.

Οι υψηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, υπήρξαν η αιτία μειωμένης καρποφορίας, ή ακόμα και πλήρους ακαρπίας στους ελληνικούς ελαιώνες, τα τελευταία χρόνια. Αυτή ήταν πιθανόν η εξήγηση ότι, το 2016 η καρποφορία στην Κορωνέϊκη που έχει μικρές ανάγκες σε ψύχος, δεν μειώθηκε τόσο πολύ, όσο στην ποικιλία Αγουρομάνακο, που πλησίασε την απόλυτη ακαρπία (Κυνουρία), επειδή έχει μεγάλες ανάγκες σε ψύχος (Βέμμος 2017).

Μερικές ποικιλίες ελιάς μεταξύ των οποίων η Μεγαρείτικη και η Κορωνέϊκη, καρποφορούν άφθονα σε περιοχές με ήπιο κλίμα, όπου η μέση θερμοκρασία τον χειμώνα δεν κατεβαίνει κάτω από τους 10°C.

Ποικιλίες ελιάς που απαιτούν ψύχος για πολύ χρόνο, όπως η Χονδρολιά Χαλκιδικής και η Αμφίσσης, δεν είναι παραγωγικές σε περιοχές με θερμό χειμώνα (π.χ. σε παραθαλάσσιες περιοχές της Κρήτης).



Σύμφωνα με τους Frazao και Conhoto στην Πορτογαλία, Marcucci στην Ιταλία και Hartmann και Porlingis στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, στις ελαιοκομικές περιοχές όπου η θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα δεν κατεβαίνει κάτω από τους 10°C, η καρποφορία του δέντρου είναι ακανόνιστη. Όμως ο Savastano (1959), υποστηρίζει ότι ορισμένες ποικιλίες ελιάς όπως οι Rubra και Azapa, έχουν μικρότερες απαιτήσεις σε χειμερινή ψύξη και μπορούν να διαδοθούν σε περιοχές με ήπιο χειμώνα.

Οι καλύτερες θερμοκρασίες κατά την καρπόδεση είναι 20°C έως 22°C. Θερμοκρασίες κάτω από τους 15°C, ή πάνω από τους 30°C, μπορεί να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στην καρπόδεση. Αυτό συμβαίνει γιατί σε αυτές τις θερμοκρασίες, καθυστερεί η ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα, με αποτέλεσμα να μην προλάβει να γίνει η γονιμοποίηση, γιατί εκφυλίζεται το ωάριο και η ωοθήκη.

Οι Hartmann et al. (1975) αναφέρουν ότι, στην ποικιλία Manzanilla υπό τις συνθήκες της Καλιφόρνιας των ΗΠΑ, η αύξηση του γυρεοσωλήνα εντός του υπέρου αυτογονιμοποιουμένων ανθέων, μειώθηκε σημαντικά σε υψηλή θερμοκρασία. Ο ερευνητής αυτός πιστεύει ότι, η υψηλή θερμοκρασία προκάλεσε αυτοστεριότητα. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί, από την πτωχή καρπόδεση αυτής της ποικιλίας, που παρουσιάζεται όταν οι καιρικές συνθήκες είναι υπερβολικά ζεστές, κατά την άνθησή της.

Κατά τους Griggs et al. (1975), η ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα είναι ταχύτερη στις σχετικά υψηλές θερμοκρασίες (22°C έως 23°C), απ' ό,τι στις σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (16°C έως 17°C), κατά την περίοδο της ανθοφορίας και καρπόδεσης.

Η άριστη θερμοκρασία από την καρπόδεση μέχρι την έναρξη ωρίμανσης του καρπού, κυμαίνεται από 22°C έως 25°C, ενώ η άριστη θερμοκρασία μετά την έναρξη ωρίμανσης του καρπού μέχρι την συγκομιδή, είναι 18°C και η ελαχίστη είναι 15°C. Η διαδικασία ωρίμανσης του καρπού μειώνεται, όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 10°C και διακόπτεται κάτω από τους 5°C.

Τα προβλήματα των χαμηλών θερμοκρασιών επιδεινώνονται, αν συνδυάζονται με ανέμους, ομίχλη, ή υψηλή σχετική υγρασία και βροχές. Οι χαμηλές θερμοκρασίες όταν συνοδεύονται με ψυχρά ρεύματα ανέμου, προκαλούν ζημιές κατά την άνοιξη, που βλασταίνει και ανθίζει η ελιά. Αλλά και οι υψηλότερες από την κανονική

θερμοκρασίες και όταν μάλιστα συνοδεύονται από ζεστό άνεμο, προκαλούν ζημιές στην ανθοφορία, καθώς επίσης στο πρήξιμο και στην ανάπτυξη του καρπού.

Πολύ μεγάλη σημασία για την καλλιέργεια του ελαιόδεντρου, έχει η διακύμανση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του έτους, σε σχέση με τις διάφορες φάσεις του ετήσιου βλαστικού κύκλου ανάπτυξης.

Ο βλαστικός κύκλος της ελιάς περιλαμβάνει τις παρακάτω φάσεις:

- τη φθινοπωρινή βλάστηση
- το λήθαργο του χειμώνα, όπου σταματά η αύξηση του βλαστού
- τη φάση εαρινοποίησης, όπου επιδρά το χειμερινό ψύχος
- τη διαφοροποίηση των οφθαλμών από τα μέσα του χειμώνα
- την ανθοφορία
- την αρχική ανάπτυξη των καρπών
- τη σκλήρυνση του πυρήνα των καρπών
- την καλοκαιρινή αναστολή της αύξησης της βλάστησης

Κατά τον Francolini (1923) η ελιά:

Βλαστώνει (σχηματίζει νέους βλαστούς), σε ελάχιστη θερμοκρασία 10,5°C έως 11°C και μέση 15°C και όταν θα δεχθεί θερμικό σύνολο 750°C (άθροισμα των μέσων θερμοκρασιών κάθε ημέρας).

Ανθίζει, σε θερμοκρασία 18°C έως 19°C και όταν θα δεχθεί θερμικό σύνολο 550°C, μετρούμενο από τη συμπλήρωση της πρώτης φάσης και μετέπειτα.

Δένει καρπούς, σε μέση θερμοκρασία 18°C έως 19°C και αφού δεχθεί θερμικό σύνολο 560°C έως 700°C, μετά από τη φάση της άνθησης.

Ωριμάζει τον ελαιόκαρπο, όταν θα δεχθεί θερμικό σύνολο 3.978°C, το οποίο υπολογίζεται από την εποχή της άνθησης.

Επομένως, ένας σημαντικός παράγοντας στην καλλιέργεια της ελιάς είναι και οι απαιτήσεις της σε ζεστό περιβάλλον, κατά τη βλαστική περίοδο. Η ελιά απαιτεί πολλές μονάδες θερμότητας, για να ολοκληρώσει τη βλαστική ανάπτυξη και την ανάπτυξη του καρπού.

Ο Azzi (1941), διέκρινε τις παρακάτω πέντε φάσεις, για τη συμπλήρωση ενός ετήσιου βλαστικού κύκλου της ελιάς:

1) Τη χειμερινή-εαρινή, από την έναρξη της βλάστησης και μέχρι την έναρξη της άνθησης, που διαρκεί τρεις μήνες (Φεβρουάριο έως τέλος Απριλίου). Η άριστη θερμοκρασία είναι 15°C και η ελάχιστη είναι 10°C έως 12°C.

2) Την περίοδο της άνθησης, από την αρχή του ανοίγματος των ανθέων έως την καρπόδεση, που διαρκεί δύο μήνες (Μάιος-Ιούνιος). Η άριστη θερμοκρασία είναι 16°C έως 20°C και το εύρος διακύμανσης είναι από 15°C έως 32°C.

3) Την περίοδο εξέλιξης του ελαιοκάρπου, από την καρπόδεση έως την έναρξη της ωρίμανσης, που διαρκεί έως δύο περίπου μήνες. Η άριστη θερμοκρασία είναι 22°C έως 25°C και το εύρος διακύμανσης είναι από 20°C έως 36°C.

4) Την περίοδο ωρίμανσης, που διαρκεί δύο ή περισσότερους μήνες. Η άριστη θερμοκρασία είναι 18°C και η ελάχιστη είναι 15°C. Εάν κατά την περίοδο Οκτωβρίου και Νοεμβρίου, συμβεί να κατέβει η θερμοκρασία μεταξύ 0°C και 10°C, τότε διακόπτεται η διαδικασία ωρίμανσης του καρπού.

5) Την περίοδο συγκομιδής, που διαρκεί περίπου δύο μήνες (αρχές Νοεμβρίου έως τέλος Δεκεμβρίου). Η ελάχιστη θερμοκρασία για τη συμπλήρωση της ωρίμανσης του καρπού, είναι 5°C. Σε θερμοκρασία κατώτερη από αυτή, η ωρίμανση καθυστερεί, ή διακόπτεται.

Σύμφωνα με τον Caruso (1882), οι μέσες θερμοκρασίες κατά την έναρξη των διαφόρων φάσεων του βλαστικού κύκλου της ελιάς είναι:

- 1) Για την εκβλάστηση, 10,5°C έως 11°C.
- 2) Για το μπουμπούκισμα 15°C.
- 3) Για την άνθηση, 18°C έως 19°C.
- 4) Για την καρπόδεση, 21°C έως 22°C.

Οι Hartmann et al. (1977) αναφέρουν ότι, η βλαστική αύξηση αρχίζει, όταν ένας επαρκής αριθμός ωρών θερμοκρασίας πάνω από τους 21°C, επικρατεί καθημερινά και σταματά όταν η θερμοκρασία είναι κατώτερη από αυτό το όριο.

Οι ζημιές στην ελιά, όπως και στα υπόλοιπα καρποφόρα δένδρα από τους παγετούς, είναι μία από τις σημαντικές αιτίες μείωσης της παραγωγής στη χώρα μας.

Ο παγετός είναι ένα καιρικό φαινόμενο, που προκαλείται με την πτώση της θερμοκρασίας του αέρα, μέχρι ή και κάτω από τους 0°C. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, την δημιουργία παγοκρυστάλλων πάνω στην επιφάνεια του εδάφους, ή και του φυτού.

Ο παγετός μπορεί να δημιουργηθεί: (α) από απώλειες θερμότητας, λόγω υπερβολικής ακτινοβολίας (παγετός ακτινοβολίας) και (β) από την κίνηση μαζών ψυχρού αέρα, με θερμοκρασία κάτω από το μηδέν (παγετός ψυχρών μαζών αέρα).

Οι παγετοί ακτινοβολίας λέγονται και ανοιξιάτικοι παγετοί. Η δημιουργία τους οφείλεται στην επαφή του αέρα με την επιφάνεια του εδάφους και των φυτών, που χάνουν θερμοκρασία λόγω αποβολής ακτινοβολίας. Αυτή η ακτινοβολία χάνεται προς τον ουρανό και δεν επιστρέφει πίσω, παρά μόνο σε περίπτωση που συναντήσει διάφορα άλλα σώματα όπως σύννεφα. Στην περίπτωση αυτή η επιστροφή είναι μερική, γιατί απορροφάται κάποιο ποσοστό ακτινοβολίας από αυτά τα σώματα. Αυτήν την περίπτωση τη συναντάμε σε περιοχές που την νύχτα επικρατεί ξαστεριά και η πτώση της θερμοκρασίας είναι αισθητή, καθώς και σε ανοιχτές πεδιάδες. Την διάρκεια της ημέρας η ακτινοβολία που δέχεται το έδαφος είναι μεγαλύτερη από αυτήν που εκπέμπει, για αυτό και ο αέρας στην επιφάνεια του εδάφους παραμένει ζεστός. Το αντίθετο συμβαίνει κατά την διάρκεια της νύχτας και γι' αυτό η θερμοκρασία πέφτει πολύ χαμηλά και δημιουργείται παγετός.

Οι ανοιξιάτικοι παγετοί δεν προκαλούν σοβαρές ζημιές, λόγω της όψιμης άνθησης της ελιάς. Για αυτό το λόγο, δεν αποτελούν περιοριστικό παράγοντα στην καλλιέργεια της ελιάς. Μερικές φορές όμως, οι πρώιμοι παγετοί της άνοιξης μπορεί να καταστρέψουν τους οφθαλμούς της ελιάς, οι οποίοι έχουν μόλις εκπτυχθεί. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση μερικώς, ή πλήρως της προβλεπόμενης παραγωγής. Σύμφωνα με τον Marsico(1962), ο παγετός αρχές της άνοιξης, προκαλεί σοβαρές ζημιές στους εκπτυσσόμενους οφθαλμούς. Ο Fontanazza (1991), υποστηρίζει ότι η ελιά υποφέρει την άνοιξη, εάν η θερμοκρασία μειωθεί στους -5°C έως -6°C.

Οι παγετοί ψυχρών μαζών λέγονται και χειμερινοί παγετοί. Απαραίτητος παράγοντας για να δημιουργηθούν, είναι και το ανάγλυφο της περιοχής που βρίσκεται η καλλιέργεια. Κατά την διάρκεια της ημέρας, ο αέρας ζεσταίνεται λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας και είναι πιο ζεστός, κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Όμως κατά την διάρκεια της νύχτας χάνει θερμοκρασία και τα ψυχρότερα στρώματα κατεβαίνουν προς τα κάτω και τα θερμότερα ανεβαίνουν προς τα πάνω. Αυτό το φαινόμενο λέγεται αναστροφή και παρατηρείται μια αυξομείωση της θερμοκρασίας στα στρώματα του αέρα. Η αναστροφή έχει σαν αποτέλεσμα, οι ψυχρές μάζες αέρα να συσσωρεύονται στην επιφάνεια του εδάφους και έτσι δημιουργείται παγετός. Ο παγετός συναντάται περισσότερο σε περιοχές που βρίσκονται σε κοιλάδες, οι οποίες περιβάλλονται από βουνά. Αυτό γίνεται, γιατί από τις κορυφές των βουνών κατεβαίνουν μεγάλοι όγκοι ψυχρής μάζας αέρα, που εγκλωβίζουν τον αέρα και δεν τον αφήνουν να διαφύγει.

Ανάλογα με την έντασή τους, οι παγετοί μπορεί να είναι:

α) ήπιοι, β) μέτριοι και γ) ισχυροί

Οι ήπιοι παγετοί (πτώση θερμοκρασίας μέχρι  $-2^{\circ}\text{C}$ ), προκαλούν ξήρανση κορυφών ετήσιων βλαστών, ελαφρό σχίσσιμο φλοιού των μικρών βλαστών και μερική ή ολική πτώση των φύλλων.

Οι μέτριοι παγετοί (πτώση θερμοκρασίας μέχρι  $-7^{\circ}\text{C}$ ), προκαλούν ξήρανση των φύλλων, που μένουν πάνω στα δέντρα και μοιάζουν σαν καμένα δέντρα από φωτιά. Ο φλοιός σχίζεται και σε μεγάλους βλαστούς. Η ζημιά διαπιστώνεται από το εύκολο ανασήκωμα του φλοιού των βλαστών. Ο φλοιός και το ξύλο αλλάζουν χρώμα, από πράσινο σε καφέ, ή μαύρο. Παρατηρείται ξήρανση και βλαστών μεγάλης ηλικίας και καταστροφή μέχρι και του 90% των οφθαλμών.

Οι ισχυροί παγετοί (θερμοκρασία χαμηλότερη από  $-10,5^{\circ}\text{C}$  ή  $-12^{\circ}\text{C}$ ), προκαλούν την καταστροφή όλων των βλαστών του δέντρου. Σχίζεται ο φλοιός στον κορμό και αποχωρίζεται εύκολα. Σπάνια ζημιώνεται και το ριζικό σύστημα, με αποτέλεσμα την ολική καταστροφή του δέντρου. Μία τέτοια περίπτωση συνέβη στη Φθιώτιδα το 2001, όταν η θερμοκρασία κατέβηκε στους  $-9,8^{\circ}\text{C}$  και  $-12,4^{\circ}\text{C}$  στις 19 και 20 Δεκεμβρίου αντίστοιχα, με αποτέλεσμα να καταστραφούν ακόμα και

ολόκληρα δέντρα, ηλικίας πάνω από 80 ετών. Πιθανόν ορισμένα να αναβλάστησαν από τη ρίζα, αρκετά όμως καταστράφηκαν ολοσχερώς.

Σε βόρειες χώρες, πολικές αέριες μάζες με χαμηλή υγρασία, μπορεί να έχουν τόσο χαμηλή θερμοκρασία, ώστε να προκαλέσουν έντονο παγετό (μελανός παγετός), φαινόμενο που είναι πολύ σπάνιο για την Ελλάδα.



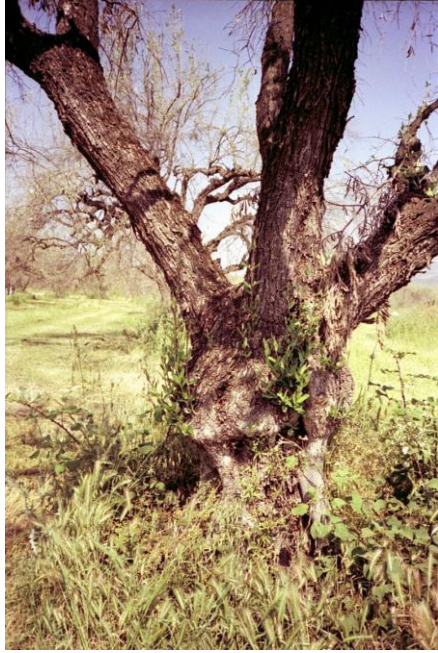
**Εικόνα 3. Νεαρό ελαιόδεντρο πλήρως κατεστραμμένο**



Μη ζημιωμένος βλαστός

Ζημιωμένος βλαστός

**Εικόνα 4. Αριστερά μη ζημιωμένος βλαστός και δεξιά ζημιωμένος βλαστός.**



**Εικόνα 5. Μεγάλης ηλικίας ελαιόδεντρο, που ενώ καταστράφηκε στο υπέργειο τμήμα του, βλαστάνει από τη βάση του κορμού.**



**Εικόνα 6. Πάνω το κλαδί είναι τραυματισμένο και κάτω είναι υγιές.**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος των ζημιών από τους παγετούς είναι:

- Η καρποφορία των δέντρων. Τα δέντρα που φέρουν καρπούς, είναι πιο εξασθενημένα.
- Η θρεπτική κατάσταση των βλαστών και των δέντρων.

- Τα ποτίσματα. Τα όψιμα ποτίσματα τον Οκτώβριο, προκαλούν παρατεταμένη αύξηση των βλαστών και καθυστερούν την είσοδο στο λήθαργο.
- Τα ζιζάνια, τα οποία μειώνουν τη θερμοκρασία του εδάφους και την αντοχή των δέντρων στο ψύχος.
- Το κλάδεμα. Τα αυστηρά και πρώιμα κλαδέματα τον Νοέμβριο, εξασθενούν τα δέντρα και τα κάνουν πιο ευαίσθητα στους παγετούς.
- Ο προσανατολισμός των ελαιώνων. Τα κτήματα που έχουν έκθεση στο νοτιά και σε πλαγιές, ζημιώνονται λιγότερο γιατί θερμαίνονται περισσότερο.
- Το έδαφος. Τα ελαφρά αμμώδη εδάφη, είναι πιο ευαίσθητα στους παγετούς, γιατί δεν συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού.
- Οι άνεμοι. Όσο πιο ισχυροί είναι οι άνεμοι, τόσο μεγαλύτερες είναι οι ζημιές. Ελαφρύς άνεμος, κατά τις αίθριες νύχτες το χειμώνα και αρχές της άνοιξης, ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο παγετού.
- Η θερμοκρασία. Η διάρκεια των χαμηλών θερμοκρασιών, η χαμηλή τιμή της θερμοκρασίας και η ταχύτητα πτώσης της, ρυθμίζουν το μέγεθος των ζημιών.
- Η υψηλότερη σχετική υγρασία, που ευνοεί τη μείωση των ζημιών.
- Η ποικιλία των ελαιόδεντρων. Από τις ελληνικές ποικιλίες οι πιο ανθεκτικές στο ψύχος είναι η Μαστοειδής, το Αγουρομάνακο, η Μυρτολιά, η Βαλανολιά, η Κοθρέικη και η Χαλκιδικής. Αντίθετα, από τις πιο ευαίσθητες στο ψύχος είναι η Κορωνέικη, η Θιακή και η Αμυγδαλολιά.

Η ελιά όπως και όλα τα καρποφόρα δέντρα, είναι πολύ πιο ευαίσθητη στο ψύχος, πριν εισέλθει στο λήθαργο (τέλος φθινοπώρου) και κυρίως στο τέλος του χειμώνα-αρχές άνοιξης, στους πρώιμους ανοιξιάτικους παγετούς.

Το χειμώνα, η μέγιστη θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 20°C, ενώ η ελάχιστη θερμοκρασία δεν πρέπει να πέφτει κάτω από τους -7°C, γιατί ζημιώνει τις ελιές. Αυτό το όριο αποτελεί μια μόνο προσέγγιση, γιατί η αντοχή των ελαιόδεντρων στο ψύχος εξαρτάται και από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω, όπως από τη διάρκεια των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών, την απότομη πτώση της θερμοκρασίας, την ατμοσφαιρική και την εδαφική υγρασία, την παρουσία



ανέμων, την ποικιλία, την βλαστική και υγιεινή κατάσταση των δέντρων. Θερμοκρασίες κοντά στους  $-10^{\circ}\text{C}$  προκαλούν σοβαρές ζημιές σε κλαδιά και βραχίονες. Δεν πρέπει να καλλιεργούνται ελαιόδεντρα σε περιοχές που η θερμοκρασία πέφτει συχνά κάτω από τους  $-5^{\circ}\text{C}$ , γιατί ζημιώνονται τα βλαστικά και τα αναπαραγωγικά όργανά τους. Απότομη πτώση της θερμοκρασίας κάτω από τους  $-7^{\circ}\text{C}$  είναι καταστροφική για την καλλιέργεια, γιατί προκαλεί ξηράνσεις κλαδιών και ολόκληρων δέντρων. Οι ελιές μπορούν να αντέξουν τη βαθμιαία πτώση της θερμοκρασίας, μέχρι και  $-10^{\circ}\text{C}$ . Ο Antonio Aloí (1899) υποστηρίζει ότι, στην περίπτωση που η έκθεση του ελαιόδεντρου σε χαμηλή θερμοκρασία είναι σύντομη, το ελαιόδεντρο μπορεί να αντέξει και σε θερμοκρασία  $-10^{\circ}\text{C}$ . Σύμφωνα με τον Ισπανό Hidalgo Tablada (1870), υπήρξαν περιπτώσεις ελαιόδεντρων που επέζησαν ακόμα και σε θερμοκρασία  $-14^{\circ}\text{C}$ , αν συνέβαινε να διαδεχθεί τον παγετό βροχερός καιρός, οπότε η απόψυξη του δέντρου πραγματοποιούνταν με πολύ αργό ρυθμό. Όμως, οι περιπτώσεις αντοχής του ελαιόδεντρου σε θερμοκρασίες  $-10^{\circ}\text{C}$  και  $-14^{\circ}\text{C}$ , θα πρέπει να θεωρούνται σαν εξαιρέσεις και η ελάχιστη θερμοκρασία για την επιβίωσή του χωρίς συνέπειες, θα πρέπει να θεωρείται εκείνη των  $-3^{\circ}\text{C}$ , για τις περισσότερες ελαιοπαραγωγικές ζώνες. Σύμφωνα με τον Morettini (1968), για τη βόρεια ελαιοπαραγωγική ζώνη, όπου το ελαιόδεντρο έχει προσαρμοστεί σε ψυχρότερο περιβάλλον, η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να αντέξει το ελαιόδεντρο είναι  $-5^{\circ}\text{C}$  και  $-6^{\circ}\text{C}$ , ποτέ όμως χαμηλότερα.

Οι χαμηλές μέχρι  $0^{\circ}\text{C}$  θερμοκρασίες, δεν προκαλούν σοβαρή ζημιά στον ελαιόκαρπο. Σε αυτή την περίπτωση ο ελαιόκαρπος συρρικνώνεται, αλλά η συρρίκνωση δεν είναι μόνιμη και ο ελαιόκαρπος επανακτά την άνοιξη τη φυσιολογική σπαργή του, εάν δεν μεσολαβήσουν παγετοί. Σε χαμηλότερες όμως θερμοκρασίες, μέχρι  $-2^{\circ}\text{C}$  έως  $-4^{\circ}\text{C}$ , διάρκειας μιας ώρας, ο ελαιόκαρπος συρρικνώνεται μόνιμα. Ο πράσινος ελαιόκαρπος είναι πιο ευαίσθητος από τον μαύρο και αποκτά καφέ χρώμα μετά από παγετό.

Εάν συμβεί η έκθεση του καρπού στη χαμηλή θερμοκρασία να είναι σύντομη, τότε η συρρίκνωση είναι ήπιας μορφής και ο ελαιόκαρπος επανέρχεται στη φυσιολογική του μορφή, μέσα σε λίγες ημέρες. Αντίθετα, εάν η έκθεση του καρπού σε χαμηλή θερμοκρασία είναι παρατεταμένη, τότε η συρρίκνωση είναι μόνιμη.

Κατά τον Marsico (1962), ο παγετός εμποδίζει την ωρίμανση και συρρικνώνει τον ελαιόκαρπο.

Έως και το Δεκέμβριο οι καρποί παγώνουν στους  $-3^{\circ}\text{C}$ , τα φύλλα στους  $-3^{\circ}\text{C}$  έως  $-6^{\circ}\text{C}$ , ο φλοιός στους  $-7^{\circ}\text{C}$  και το ξύλο στους μεγαλύτερης ηλικίας βλαστούς στους  $-13^{\circ}\text{C}$ . Τον Ιανουάριο τα ελαιόδεντρα έχουν σκληραγωγηθεί (εάν έχει συλλεγεί ο καρπός) και οι οφθαλμοί και οι μεγάλης ηλικίας βλαστοί αντέχουν λίγο περισσότερο στο ψύχος. Οι οφθαλμοί σε λήθαργο αντέχουν σε θερμοκρασίες μέχρι  $-6^{\circ}\text{C}$  και  $-7^{\circ}\text{C}$ , όταν όμως βγουν από το λήθαργο, καταστρέφονται σε θερμοκρασίες  $-2^{\circ}\text{C}$  έως  $-4^{\circ}\text{C}$ . Η ρίζα είναι πολύ ανθεκτικό όργανο. Πιστεύεται ότι μπορεί να μην καταστραφεί καθόλου, ακόμα και σε θερμοκρασίες κάτω από τους  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Οι απαιτήσεις σε χειμερινή ψύξη ποικίλουν, ανάλογα με την ποικιλία και τη γεωγραφική περιοχή. Την άποψη αυτή ενισχύουν οι παρατηρήσεις του Marsico, που αφορούν ελαιώνες της Λατινικής Αμερικής. Σύμφωνα με τον Marsico (1964), η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (Ιουλίου) σε διάφορες περιοχές της Λατινικής Αμερικής, υπολογίστηκε σε  $11,5^{\circ}\text{C}$ , στην Rioja, σε  $12,3^{\circ}\text{C}$  στην Concordia, σε  $12,1^{\circ}\text{C}$  στην Catamarca, σε  $11,3^{\circ}\text{C}$  στην Cordoba, σε  $8,5^{\circ}\text{C}$  στο San Juan και  $15,6^{\circ}\text{C}$  στην Azara της Χιλής. Ακόμα, στη νότια περιοχή του Roque Saenz Pena, όπου η μέση θερμοκρασία του Ιουλίου είναι  $15,5^{\circ}\text{C}$ , έχουν εγκλιματιστεί περίπου 20 ποικιλίες, ανάμεσα στις οποίες η Arbequina, η Manzanilla, η Frantoio και η Cornicarpa, αποδίδουν ικανοποιητικά.

Στην Ελλάδα, η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα για τις περισσότερες ελαιοκομικές περιοχές (Αθήνα, Αργίτιο, Άρτα, Βόλος, Καλαμάτα, Κέρκυρα, Κόρινθος, Κύθηρα, Λάρισα, Μυτιλήνη, Πάτρα και Σάμος), κατέβηκε κάτω από τους  $10^{\circ}\text{C}$ , κατά την τριετία 1973-1975. Μόνο σε ορισμένες νησιωτικές περιοχές (Αργοστόλι, Ζάκυνθος, Ηράκλειο, Ιεράπετρα, Ρόδος, Σητεία), κυμάνθηκε μεταξύ  $10^{\circ}\text{C}$  και  $11,5^{\circ}\text{C}$ . Αυτό το γεγονός αποδεικνύει ότι, η χειμερινή ψύξη των ελαιόδεντρων στην Ελλάδα, είναι πιο δραστική απ' ό,τι στη Λατινική Αμερική. Το ίδιο ισχύει και για τις κυριότερες ελαιοκομικές περιοχές της Μεσογείου, όπου η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, είναι κάτω από  $10^{\circ}\text{C}$ , με εξαίρεση ορισμένες νησιωτικές και παραλιακές περιοχές (Λισσαβώνα, Γιβραλτάρ, Παλέρμο, Βυρπητός).

Αν η θερμοκρασία πέφτει σιγά σιγά μέσα σε μία ώρα, οι ιστοί σκληραγωγούνται, γιατί το νερό εξάγεται από τα χυμοτόπια στα κυτταρικά

τοιχώματα και τους μεσοκυττάρους με αέρα χώρους. Η ωσμωτική συγκέντρωση του χυμοτόπιου αυξάνεται, έτσι το σημείο ψύξης του περιεχόμενου του χυμοτόπιου μειώνεται. Κάποιος παγετοπυρήνας μπορεί να σχηματιστεί στην επιφάνεια των ανθικών μερών. Το νερό στους ιστούς συχνά υπερψύχεται, από  $-3^{\circ}\text{C}$  έως  $-6^{\circ}\text{C}$  πριν παγώσει. Έτσι και σχηματιστεί πάγος στην επιφάνεια, το πάγωμα διασκορπίζεται πολύ γρήγορα στους εσωτερικούς ιστούς, γιατί το νερό είναι συνεχόμενο. Το νερό στο κυτταρικό τοίχωμα ωστόσο, που έχει χαμηλή συγκέντρωση διαλυτών ουσιών παγώνει, πριν από αυτό των χυμοτοπίων. Ο πάγος, που σχηματίζεται σε αυτούς τους χώρους του κυτταρικού τοιχώματος κάνει λίγη ή και καθόλου ζημιά, γιατί το κυτταρόπλασμα δεν ζημιώνεται και οι λειτουργίες του δεν διακόπτονται.

Όταν η θερμοκρασία πέφτει απότομα, τα κύτταρα δεν μπορούν να εξάγουν νερό αρκετά γρήγορα και συμβαίνει το πάγωμα. Ο πάγος σχηματίζεται στο χυμοτόπιο, γιατί η ωσμωτική συγκέντρωση είναι σχετικά χαμηλή. Οι κοφτερές άκρες των παγοκρυστάλλων διαρρηγνύουν τις κυτταρικές μεμβράνες, αποδιοργανώνουν το κύτταρο και το θανατώνουν.

Έχει μεγάλη σημασία, η πτώση και η άνοδος της θερμοκρασίας να γίνει σταδιακά, γιατί έτσι το δέντρο έχει τη δυνατότητα της βαθμιαίας προσαρμογής. Για παράδειγμα, είναι πιο καταστρεπτικός ο παγετός, όταν μετά από μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας, ακολουθήσει απότομη άνοδος της θερμοκρασίας.

Οι ανάγκες των διάφορων ποικιλιών ελιάς σε χαμηλές θερμοκρασίες, καθορίζουν την κατανομή της καλλιέργειάς τους στην Ελλάδα, αλλά και στον κόσμο. Ποικιλίες με μικρές ανάγκες σε χαμηλές θερμοκρασίες, καλλιεργούνται σε περιοχές με ήπιους χειμώνες, ενώ ποικιλίες που έχουν αυξημένες απαιτήσεις, καλλιεργούνται σε περιοχές με χαμηλότερες θερμοκρασίες το χειμώνα (Θεσσαλία, Μακεδονία), ή σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές.

## 1.6 Έδαφος

Η ελιά αναπτύσσεται ικανοποιητικά, σε ευρεία ποικιλία εδαφικών τύπων. Από τα βαθιά, γόνιμα εδάφη των πεδιάδων, έως τα αβαθή, ξηρά, άγονα των λόφων. Τα αμμοαργιλώδη εδάφη είναι κατάλληλα για την καλλιέργεια ελιών, καθώς δεν είναι ούτε πολύ συνεκτικά, ούτε πολύ ελαφριά, συγκρατούν αρκετή υγρασία, απορροφούν

τις βροχές και δεν αφήνουν την υγρασία ούτε να εξατμιστεί, ούτε να εισχωρήσει βαθιά, με αποτέλεσμα να αξιοποιείται καλύτερα από τις ρίζες των δέντρων. Καλό είναι να προτιμούνται εδάφη, που η στράγγισή τους είναι ικανοποιητική. Στα πολύ γόνιμα και υγρά εδάφη, ευνοείται πολύ η βλάστηση σε βάρος της κανονικής καρποφορίας και σαπίζουν οι ρίζες. Σε υγρά εδάφη στις πεδινές περιοχές, ο καρπός γίνεται υδαρής και περιέχει λιγότερο λάδι που είναι παχύρευστο, σκούρου χρώματος και κακής ποιότητας. Σε πολύ αλκαλικά εδάφη με pH μεγαλύτερο από 8,5 παρουσιάζει αδύναμη βλάστηση. Αναπτύσσεται βλαστικά και καρποφορεί ικανοποιητικά, σε μετρίως όξινα ή αλκαλικά εδάφη. Σε πολύ όξινα εδάφη, η ανάπτυξη των ελαιόδεντρων είναι ιδιαίτερα περιορισμένη, λόγω της αδυναμίας τους να προσλάβουν θρεπτικά στοιχεία. Σε εδάφη πλούσια σε ανόργανα στοιχεία και με καλό αερισμό, η ωρίμανση του ελαιόκαρπου είναι πλήρης και σχετικά γρήγορη. Αναπτύσσεται πολύ καλά σε εδάφη σχετικά πλούσια σε ασβέστιο και βόριο. Αντίθετα σε άγονα εδάφη, αργιλώδη με περιορισμένο αερισμό και με έλλειψη σε βασικά στοιχεία όπως P, K και Ca, δυσχεραίνεται η ωρίμανση και είναι υποβαθμισμένη, η ποιότητα του ελαιοκάρπου και του ελαιολάδου. Κατάλληλα εδάφη θεωρούνται και εκείνα, που δεν περιέχουν πάνω από 10% θειικό ασβέστιο. Πρέπει να αποφεύγονται εδάφη, με αδιαπέραστα σκληρά στρώματα λίγο κάτω από την επιφάνεια, γιατί η ανάπτυξη των ριζών είναι δύσκολη και ασφυκτική λόγω μεγάλων συγκεντρώσεων νερού, κυρίως μετά από έντονες βροχοπτώσεις. Σε εδάφη με καλή υδατοχωρητικότητα, η ελιά καρποφορεί ικανοποιητικά σαν ξηρική, ακόμα και όταν η ετήσια βροχόπτωση δεν ξεπερνά τα 200 mm. Επειδή η ελιά προσαρμόζεται σε οποιοδήποτε καλά αποστραγγιζόμενο έδαφος, ενδείκνυται να επιλέγονται τα πηλώδη εδάφη, με ελαφρώς αμμώδη επιφάνεια, γιατί διευκολύνουν την ανάπτυξη των ριζών. Έχει σχετικά καλή αντοχή στην αλατότητα και μπορεί να καλλιεργηθεί σε αλατούχα εδάφη, όπου άλλα οπωροφόρα συχνά δεν ευδοκιμούν (El-Gazzar, 1979). Αλατούχα θεωρούνται τα εδάφη, τα οποία έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα στο νερό κορεσμού, ίση ή μεγαλύτερη από 2 mS/cm και ποσοστό εναλλακτικού νατρίου (Na) μικρότερο από 15% (Μισοπολινός, 1991). Το pH των αλατούχων εδαφών, είναι συνήθως αλκαλικό (Marschner, 1995). Τα εδάφη αυτά περιέχουν κυρίως, χλωριούχα και θειικά άλατα ασβεστίου, νατρίου και μαγνησίου, από τα οποία τα πιο επιβλαβή είναι αυτά που περιέχουν νάτριο.

## 1.7 Νερό

Η ελιά, αν και θεωρείται ανθεκτική στην ξηρασία, όταν ποτίζεται, δίνει μεγαλύτερες σοδείες και καλύτερης ποιότητας προϊόντα. Νερά που είναι αλατούχα και ακατάλληλα για πολλές δενδρώδεις καλλιέργειες, θεωρούνται κατάλληλα για το πότισμα της ελιάς. Το νερό που περιέχει μέχρι 3 ppm βόριο, είναι κατάλληλο για την ελιά, ενώ εκείνο που περιέχει πάνω από 40 ppm νιτρικά άλατα, προκαλεί ζωηρή βλάστηση και ανώμαλη καρποφορία. Ακατάλληλο για πότισμα, είναι το νερό που περιέχει πάνω από 2 gr χλωριούχο νάτριο ανά χιλιόγραμμο νερού.

Η άρδευση στην ελιά αποδίδει και θα πρέπει να γίνεται όπου είναι δυνατόν, ιδιαίτερα στις εξής περιπτώσεις:

- 1) Όταν οι βροχοπτώσεις της περιοχής είναι ανεπαρκείς.
- 2) Όταν υπάρχουν αρκετές βροχές, αλλά είναι συγκεντρωμένες το χειμώνα, αφήνοντας έτσι τα δέντρα ακάλυπτα κατά τις κρίσιμες περιόδους της άνοιξης και του καλοκαιριού.
- 3) Όταν το έδαφος είναι αμμώδες ή χαλικώδες, με μικρή ικανότητα συγκράτησης του νερού.
- 4) Σε επιτραπέζιες ποικιλίες, για μεγάλο μέγεθος καρπού.
- 5) Για μεγαλύτερη απόδοση κατά 30 έως 50%, ανάλογα με το έδαφος και την κατάσταση των ελαιόδεντρων.

Τα κρίσιμα βλαστικά στάδια της ελιάς για το νερό είναι: 1) η διαφοροποίηση οφθαλμών 2) η άνθηση και η καρπόδεση, και 3) η σκλήρυνση του πυρήνα και η ταχεία ανάπτυξη των καρπών (Χαρτζουλάκης 2013). Η επαρκής τροφοδοσία με νερό κατά τη διάρκεια της άνθησης και της ταχείας αύξησης του βλαστού, αυξάνει τον αριθμό τέλειων ανθέων και το ποσοστό της καρπόδεσης, αυξάνει το μήκος της ετήσιας βλάστησης, ενώ μειώνει την παρενιαυτοφορία. Η έλλειψη νερού, προκαλεί μείωση του αριθμού των ταξιανθιών, παραγωγή ατελών ανθέων, μείωση της καρπόδεσης και καρπόπτωση. Ακόμα μειώνει το μήκος της ετήσιας βλάστησης, τον αριθμό των φύλλων και την παραγωγή του επόμενου έτους. Η άρδευση της ελιάς, από το στάδιο της έναρξης της σκλήρυνσης του πυρήνα, μέχρι την ολοκλήρωση της

αύξησης του καρπού, αυξάνει το μέγεθος του καρπού και τη σχέση σάρκας/πυρήνα, αλλά επιμηκύνει το χρόνο ωρίμανσης και καθυστερεί την αλλαγή του χρώματος.

Η λίπανση και το κλάδεμα, συχνά αποδίδουν καλύτερα όταν συνδυάζονται με άρδευση.

Η ημέρα που πρέπει να ποτιστούν οι ελαιώνες, προσδιορίζεται με μεγάλη ακρίβεια με την βοήθεια ειδικών οργάνων (τενσίομετρα), όπου αυτό είναι πρακτικά εφαρμόσιμο.

Η άρδευση των ελαιώνων μπορεί να εφαρμοστεί με κατάκλιση, αυλάκια, μπεκ και στάγδην άρδευση. Σήμερα η μέθοδος που εφαρμόζεται κυρίως, είναι η άρδευση με σταγόνες. Αυτή η μέθοδος εξασφαλίζει οικονομία νερού, αξιοποιεί τις μικρές παροχές, εφαρμόζεται σε επικλινή εδάφη και δημιουργεί καλύτερες συνθήκες απορρόφησης νερού από τα δέντρα. Οι στόχοι της άρδευσης με σταγόνες είναι, η εφαρμογή νερού άμεσα στο ριζικό σύστημα, κάτω από συνθήκες υψηλής διαθεσιμότητας, η αποφυγή των απωλειών νερού κατά τη διάρκεια, ή μετά από την εφαρμογή της άρδευσης και η μείωση του κόστους εφαρμογής του νερού (μειωμένα εργατικά).

## 1.8 Ποικιλίες ελιάς

Οι σημερινές ποικιλίες ελιάς, προήλθαν από τα δέντρα της αγριελιάς. Πιστεύεται ότι, διασταυρώσεις που έγιναν τα παλαιότερα χρόνια μεταξύ άγριων τοπικών ελιών και εισαχθέντων επιλεγμένων ποικιλιών, οδήγησαν στη δημιουργία νέων. Υπολογίζεται ότι, οι ποικιλίες ελιάς που καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο φτάνουν τις 600. Ασυνήθιστα μεγάλος είναι ο αριθμός ποικιλιών ελιάς στην Ιταλία, που έφταναν τις 280 κατά το Morettini, ενώ σε μεταγενέστερα συγγράμματα της Ιταλικής ελαιοκομίας, περιορίστηκαν στις 100 περίπου ποικιλίες (Μπαλατσούρας, 1994). Στην Ισπανία έχουν καταγραφεί 156 ποικιλίες και στην Ελλάδα από 80 έως 100 περίπου. Ορισμένες από τις ελληνικές ποικιλίες είναι παγκόσμιας διάδοσης (Κορωνέικη, Καλαμών κ.ά.), ενώ άλλες τείνουν να εκλείψουν (Μαστοειδής η μεγαλόκαρπη, Μαυρολιά Σερρών κ.ά.).

Ο κυριότερος λόγος, που υπάρχουν τόσες πολλές ποικιλίες ελιάς στην Ελλάδα και το εξωτερικό, οφείλεται στην ύπαρξη πάρα πολλών διαφορετικών

μικροκλιμάτων, όπου για καθένα από αυτά απαιτούνται ποικιλίες ελιάς με ειδικά χαρακτηριστικά.

Η σωστή επιλογή των ποικιλιών ελιάς για φύτευση, είναι μία εργασία πρωταρχικής σημασίας. Για την επιλογή των πιο κατάλληλων ποικιλιών ελιάς, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη εκτός από τις κατευθύνσεις της καλλιέργειας, οι διαθέσιμοι πόροι και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των περιοχών καλλιέργειας. Παρακάτω, γίνεται μία σύντομη αναφορά στα κριτήρια επιλογής των ποικιλιών ελιάς, έχοντας σαν βάση τις κατευθύνσεις καλλιέργειας, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των ποικιλιών.

#### A) Κατευθύνσεις καλλιέργειας

Κάποιες από τις βασικές κατευθύνσεις καλλιέργειας είναι:

1. Αρχικά, πρέπει να καθορίζεται ο προορισμός καλλιέργειας, κάθε νέου ελαιώνα. Εάν δηλαδή τα ελαιόδεντρα που θα φυτευτούν, θα είναι για την παραγωγή λαδιού, βρώσιμων ελιών (πράσινων ή μαύρων), ή διπλής χρήσης.

2. Στη συνέχεια καθορίζεται η δυνατότητα άρδευσης, δηλαδή κατά πόσο ο νέος ελαιώνας θα είναι:

- Ξερικός, δεν θα αρδεύεται καθόλου, ούτε ακόμα και κατά τα 2-3 πρώτα χρόνια από την φύτευσή του.
- Ξερικός, αλλά κατά τα 2-3 πρώτα χρόνια και μέχρι να εγκατασταθούν καλά τα νεαρά δενδρύλλια, θα αρδεύεται.
- Ημιξερικός, θα δέχεται 2-3 αρδεύσεις τον χρόνο, από τον Ιούνιο μέχρι και τον Αύγουστο.
- Αρδευόμενος.

3. Επίσης, καθορίζεται ο τρόπος-μορφή της καλλιέργειας, δηλαδή εάν η καλλιέργεια θα γίνεται:

- Σε παραδοσιακά σχήματα, αποστάσεις φύτευσης 8-12 μ x 8-12 μ.
- Σε πυκνά σχήματα, αποστάσεις φύτευσης 5-7 μ x 5-7 μ.
- Σε υπέρπυκνα γραμμικά σχήματα, αποστάσεις φύτευσης 1,5-2,5 μ x 4-5 μ.

Οι πιο πάνω επιλογές των τρόπων καλλιέργειας, δεν εξαρτώνται μόνο από την θέληση του ελαιοκαλλιεργητή, αλλά και από άλλους παράγοντες, όπως είναι το γεωγραφικό ανάγλυφο, οι διαθέσιμες εκτάσεις, η ύπαρξη νερού άρδευσης, οι κλιματολογικές συνθήκες κ.λπ.

#### B) Εδαφοκλιματικές συνθήκες

1. Μεγάλη σημασία για τη σωστή επιλογή των ποικιλιών ελιάς, έχει η περιοχή και το υψόμετρο, στο οποίο θα φυτευτούν τα δέντρα. Όσο βορειότερα, μακρύτερα από τη θάλασσα και σε μεγάλα υψόμετρα (>450 μέτρα), εγκαθίσταται ένας ελαιώνας, τόσο περισσότερο ανθεκτικές στο κρύο, θα πρέπει να είναι οι ποικιλίες που θα φυτευτούν. Τα υψόμετρα καλλιέργειας μπορούν να χαρακτηριστούν σαν:

- Πολύ μικρά υψόμετρα (0-150 μ)
- Μικρά υψόμετρα (150-450 μ)
- Μέσα υψόμετρα (450-600 μ)
- Μεγάλα υψόμετρα (600-800 μ)
- Πολύ μεγάλα υψόμετρα (>800 μ)

Δεν είναι όλες οι ποικιλίες ελιάς, κατάλληλες για όλα τα υψόμετρα. Τα περισσότερα παγόπληκτα σημεία, δεν είναι μόνο εκείνα που βρίσκονται σε υψόμετρα μεγαλύτερα από τα 600 μ., αλλά και εκείνα που βρίσκονται σε πολύ χαμηλά ύψη, ή μέσα σε ρεματιές, ή σε πεδιάδες της Κεντρικής και της Βόρειας Ελλάδας κ.λπ.

2. Εκτός όμως από τα υψόμετρα, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η κλίση και ο προσανατολισμός των κτημάτων, δηλαδή εάν αυτά θα βρίσκονται:

- Σε πλαγιές με μεγάλη κλίση
- Σε πλαγιές με μικρή κλίση
- Σε ρεματιές
- Σε κλειστά οροπέδια
- Σε πεδιάδες



Η κλίση και ο προσανατολισμός των κτημάτων, επηρεάζει την ένταση των προσβολών από ασθένειες, όπως είναι το κυκλοκόνιο, αλλά επηρεάζει και την ανθεκτικότητα των ελαιόδεντρων στο ψύχος.

3. Όσον αφορά τα εδάφη, δεν αρκεί να λαμβάνεται υπόψη μόνο η γονιμότητά τους:

- Εδάφη γόνιμα
- Εδάφη μέτριας γονιμότητας
- Εδάφη σχετικά άγονα
- Εδάφη άγονα

αλλά θα πρέπει να εξετάζονται και για το pH τους. Με βάση το pH τα εδάφη χωρίζονται σε:

- Εδάφη πολύ όξινα ( $pH < 4,5$ )
- Εδάφη όξινα ( $4,5 < pH < 6,5$ )
- Εδάφη ουδέτερης αντίδρασης ( $6,5 < pH < 7,5$ )
- Εδάφη αλκαλικά ( $7,5 < pH < 8,5$ )
- Εδάφη πολύ αλκαλικά ( $pH > 8,5$ )

4. Άλλοι εδαφικοί παράγοντες, που θα μπορούσαν να αποδειχθούν περιοριστικοί για την ελαιοκαλλιέργεια είναι:

- Η υψηλή στάθμη των υπόγειων νερών
- Τα νεροκρατήματα-λιμνάζοντα νερά
- Η υψηλή αλατότητα-αλμύρα των εδαφών
- Τα πολύ συνεκτικά-αργιλώδη εδάφη
- Τα πολύ βραχώδη-πετρώδη ή ρηχά εδάφη

5. Εκτός όμως από τους φυσικούς και χημικούς παράγοντες του εδάφους, στην επιλογή των ποικιλιών ελιάς, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι φυτοπαθολογικοί παράγοντες όπως:

- Το βερτισίλιο
- Οι νηματώδεις

6. Επίσης κατά τον αρχικό σχεδιασμό των ελαιώνων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και ορισμένοι κλιματικοί παράγοντες όπως είναι:

- Η συχνότητα και η ένταση πολύ χαμηλών θερμοκρασιών.
- Η συχνότητα και η ένταση πρώιμων παγετών.
- Η συχνότητα και η ένταση όψιμων παγετών.
- Η ύπαρξη ψυχρών ρευμάτων αέρα.
- Η συχνότητα και η ένταση χιονοπτώσεων.
- Η συχνότητα και η ένταση χαλαζοπτώσεων.
- Οι ισχυροί άνεμοι.
- Το ύψος και η κατανομή των βροχοπτώσεων.

7. Τα νερά άρδευσης, εάν υπάρχουν και είναι διαθέσιμα, είναι ένας ακόμα από τους παράγοντες, που θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, στο σχεδιασμό κάθε σύγχρονου ελαιώνα. Οι διαθέσιμες ποσότητες και η ποιότητά των νερών άρδευσης, μπορούν να επηρεάσουν καθοριστικά την παραγωγικότητα των ελαιώνων. Η ποιότητα των νερών άρδευσης ελέγχεται με τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και με την εξέταση της περιεκτικότητας τους σε διάφορα επιβλαβή στοιχεία, όπως είναι το χλώριο (Cl), το νάτριο (Na), το Βόριο (B) κ.λπ.

### Γ) Χαρακτηριστικά των ποικιλιών

Στα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των ποικιλιών περιλαμβάνονται:

1. Η καταγωγή-προέλευση των ποικιλιών:

- Εάν θα φυτευτούν μόνο ντόπιες-γηγενείς ποικιλίες της περιοχής.
- Εάν θα φυτευτούν μόνο ελληνικές ποικιλίες, που έχουν δοκιμαστεί με

επιτυχία

στην

περιοχή.

- Εάν θα φυτευτούν ποικιλίες ελιάς ανεξάρτητα καταγωγής, αρκεί να κάνουν για την περιοχή.

## 2. Η εποχή ωρίμανσης-συγκομιδής των καρπών:

- Εάν θα φυτευτούν ποικιλίες πρώιμης ωρίμανσης-συγκομιδής (Σεπτέμβριο-Οκτώβριο).

- Εάν θα φυτευτούν ποικιλίες κανονικής ωρίμανσης-συγκομιδής (Νοέμβριο-Δεκέμβριο).

- Εάν θα φυτευτούν ποικιλίες όψιμης ωρίμανσης-συγκομιδής (Ιανουάριο-Μάρτιο).

## 3. Το μέγεθος των δενδρυλλίων που θα φυτευτούν:

- Δενδρύλλια μονοετή, με καθαρό ύψος 0,40-0,80 μ.
- Δενδρύλλια ενάμισι έτους, με καθαρό ύψος 0,80-1,25 μ.
- Δενδρύλλια διετή, με καθαρό ύψος 1,00-1,75 μ.
- Δενδρύλλια τριετή ή μεγαλύτερης ηλικίας.

Ο Αναγνωστόπουλος (1939), διακρίνει τις διάφορες ποικιλίες ελιάς που βρίσκονται στη χώρα μας, με κριτήριο το βάρος των καρπών τους, σε τρεις κατηγορίες:

Μικρόκαρπες, στις οποίες το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 1,2 έως 2,6 γραμμάρια.

Μεσόκαρπες, στις οποίες το βάρος καρπού κυμαίνεται από 2,7 έως 4,2 γραμμάρια.

Αδρόκαρπες ή Μεγαλόκαρπες, στις οποίες το βάρος καρπού κυμαίνεται από 4,3 έως 10,5 γραμμάρια.

Στις Μικρόκαρπες ανήκουν ποικιλίες όπως, η Αγριελιά, η Κορωνέϊκη, η Κουτσουρελιά, η Λιανολιά Κέρκυρας, η Μαστοειδής, η Θιακή, η Ασπρολιά, η Μυρτολιά, η Τραγολιά, η Μελολιά, η Μαυρελιά και η Χρυσολιά.

Στις Μεσόκαρπες ανήκουν ποικιλίες όπως, η Αγουρομανακολιά, η Βαλανολιά, η Θρουμπολιά, η Αδραμυτινή, η Μεγαρείτικη, η Καλοκαιρίδα, η Δαφνελιά και η Πικρολιά.

Στις Αδρόκαρπες ή Μεγαλόκαρπες, ανήκουν ποικιλίες όπως η Αμυγδαλολιά, η Βασιλικάδα, η Γαϊδουρελιά, η Καρολιά, η Καρυδολιά, η Καλαμών, η Κοθρέϊκη, η Κολυμπάδα, η Κονσερβολιά και η Στρογγυλολιά.

Η διάκριση των ποικιλιών στηρίζεται συνήθως, σε χαρακτηριστικά τόσο του ελαιόδεντρου, όσο και του καρπού. Λαμβάνονται υπόψη το μέγεθος του δέντρου, η μορφή και ο τρόπος βλάστησης, η προσαρμοστικότητα σε διάφορες συνθήκες του περιβάλλοντος, η αντοχή ή η ευαισθησία σε εχθρούς και ασθένειες, η μορφολογία των φύλλων, το ποσοστό των τέλειων ανθέων, το ποσοστό της καρπώδεσης και η απόδοση.

Ανάλογα με τον τρόπο χρησιμοποίησης του καρπού τους, οι ποικιλίες ελιάς διακρίνονται σε:

Επιτραπέζιες ή βρώσιμες, οι οποίες παράγουν καρπό για επιτραπέζια κατανάλωση (π.χ Καλαμών, Κονσερβολιά).

Ελαιοποιήσιμες ή λαδολιές, οι οποίες παράγουν καρπό για την παραγωγή ελαιολάδου (π.χ Κορωνέϊκη, Λιανολιά Κέρκυρας, Μαστοειδής).

Μεικτές ή διπλής χρήσης, οι οποίες παράγουν καρπό για επιτραπέζια κατανάλωση και για παραγωγή ελαιολάδου (π.χ Θρουμπολιά, Κοθρέϊκη, Μεγαρείτικη).

Για την αξιολόγηση των ποικιλιών σαν βρώσιμες, λαμβάνονται υπόψη και χαρακτηριστικά όπως, το μεγάλο μέγεθος του καρπού, η υψηλή αναλογία σάρκας/πυρήνα, η μικρή περιεκτικότητα σε λάδι, η λεπτότητα της επιδερμίδας, η τραγανότητα της σάρκας και ο εύκολος διαχωρισμός σάρκας και πυρήνα.

### 1.8.1 Κορωνέικη



Έχει περιγραφεί από τους Ευελπίδη και Κριμπά σαν *Olea europaea var. mastoides* και από τον Αναγνωστόπουλο σαν *Olea europaea var. microcarpa*. Είναι η πιο γνωστή ποικιλία ελιάς στην Ελλάδα, αφού της αντιστοιχεί το 60% της ελληνικής παραγωγής. Είναι ελαιοποιήσιμη ποικιλία. Φέρει και τις συνωνυμίες Κρητικιά, Κορωνιά, Βάτσικη, Κορώνη, Λιανολιά, Λαδολιά και Ψιλολιά. Καλλιεργείται κυρίως στους νομούς Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αιτωλοακαρνανίας, Αχαΐας, Κεφαλληνίας, Σάμου, Ζακύνθου, Ρεθύμνου, Χανίων, Ηρακλείου και Λασιθίου. Πατρίδα της είναι η περιοχή της Κορώνης της Μεσσηνίας. Είναι πολύ παραγωγική και θεωρείται η καλύτερη ποικιλία για παραγωγή λαδιού. Παράγει άριστης ποιότητας ελαιόλαδο, το οποίο χαρακτηρίζεται από ευχάριστο άρωμα, λεπτή γεύση και χαμηλή οξύτητα (0,2 έως 0,4 βαθμούς). Έχει μικρή έως μέτρια ζωηρότητα. Το δέντρο κρατιέται σε χαμηλό ύψος και η ανάπτυξή του ελέγχεται καλύτερα με το ετήσιο κλάδεμα. Αυτό διευκολύνει τις διάφορες εργασίες στον ελαιώνα (κυρίως την ελαιοσυλλογή), ενώ συγχρόνως καθιστά την Κορωνέικη κατάλληλη, για συστήματα πυκνής φύτευσης (20-50 δέντρα το στρέμμα). Τα φύλλα είναι μικρά, λογχοειδή και βαθυπράσινα. Το μήκος τους κυμαίνεται από 5 έως 6 εκατοστά. Ο καρπός έχει σχήμα κυλινδροκωνικό, φέρει μικρή θηλή και έχει μέσο βάρος 1,3 γραμμάρια. Ο πυρήνας έχει σχήμα κυλινδροκωνικό, φέρει οξεία ακίδα στην άκρη και 7 αβαθείς γλυφές. Το μέσο βάρος του είναι 0,17 γραμμάρια. Η σχέση σάρκας προς πυρήνα του καρπού είναι 6,6:1. Η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι φθάνει μέχρι 27%. Η ποικιλία αυτή ανθίζει κατά το τελευταίο δεκαήμερο Απριλίου και έχει σταθερή και άφθονη ανθοφορία. Έχει μικρές απαιτήσεις σε χειμερινό ψύχος, προκειμένου να επιτευχθεί μία ικανοποιητική

ανθοφορία. Αυτό το χαρακτηριστικό την καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλη, για τις νότιες και πιο θερμές περιοχές της χώρας (Δυτική και Νότια Πελοπόννησος, Επτάνησα, Κρήτη, Αιτωλοακαρνανία). Χρησιμοποιείται σαν επικονιαστής πολλών άλλων ποικιλιών. Συνήθως δεν παρουσιάζει ανθόρροια και καρποδένει καλά. Σε κάθε ταξιανθία δένουν 3 έως 5 καρποί. Είναι πρώιμη ποικιλία, γιατί η ωρίμανσή της ξεκινά από τις αρχές Οκτωβρίου. Αυτό αποτελεί πλεονέκτημα, γιατί ο παραγωγός προλαβαίνει να συγκομίσει με σχετικά ήπιο και ζεστό καιρό και αποφεύγει συνήθως ζημιές από έντονες βροχοπτώσεις, ανεμοθύελλες κλπ. Η ωρίμανση του καρπού παρατείνεται και μέχρι τον Ιανουάριο. Ο καρπός διατηρείται καλά πάνω στο δέντρο και μετά την ωρίμανση. Το χρώμα του καρπού στην αρχή είναι πράσινο, μετά ξεθωριάζει, για να καταλήξει σε μελανό-μοβ. Η ποικιλία αυτή χαρακτηρίζεται από την γρήγορη ανάπτυξη και την υψηλή και σταθερή καρποφορία της (από 50 έως και πάνω από 150 κιλά καρπού κατά δέντρο). Αναπτύσσεται σε όλα τα εδάφη, ακόμα και στα άγονα πετρώδη. Αποδίδει όμως πολύ καλύτερα σε σχετικά γόνιμα εδάφη, που συγκρατούν υγρασία. Υποφέρει σοβαρά σε βαριά εδάφη που νεροκρατούν. Προτιμά ουδέτερα ή ελαφρά αλκαλικά εδάφη (pH 7-8), αντέχει όμως και στα ελαφρά όξινα εδάφη. Παρουσιάζει σχετικά καλή αντοχή στην αλατότητα του εδάφους. Προσαρμόζεται ικανοποιητικά σε ξηροθερμικές συνθήκες, αλλά σε συνθήκες υπερβολικής ξηρασίας παρενιαυτοφορεί έντονα. Αντίθετα όταν δέχεται άρδευση, η παρενιαυτοφορία μειώνεται πολύ και δίνει σχετικά σταθερή παραγωγή κάθε χρόνο. Είναι ανθεκτική σε ξηρούς ανέμους και ευαίσθητη στις χαμηλές θερμοκρασίες. Η καλλιέργειά της θα πρέπει να αποφεύγεται σε περιοχές όπου σημειώνονται παγετοί, ή σε περιοχές με βορινή έκθεση, που δέχονται ψυχρούς ανέμους κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Μπορεί να καλλιεργηθεί από τις παραθαλάσσιες περιοχές, μέχρι και σε υψόμετρο 500 μέτρων. Οι παραλιακές ζώνες με ήπιους χειμώνες, θεωρούνται σαν πιο κατάλληλες για την καλλιέργειά της. Ακατάλληλες θεωρούνται οι κλειστές ηπειρωτικές λεκάνες (π.χ. κάμπος Άρτας, περιοχή Λάκκας Σουλίου). Ο Λύχνος θεωρεί την Κορωνέϊκη μαζί με την Λιανολιά της Κέρκυρας σαν βασίλισσες των ελληνικών ποικιλιών και τη συνιστά όταν πρόκειται να εγκατασταθούν φυτείες σε πτωχά και άγονα εδάφη (Μπαλατσούρας 1984 και Ποντίκης 2000).

### 1.8.2 Μαυρελιά



Είναι ελαιοποιήσιμη ποικιλία. Φέρει και τις συνωνυμίες Μεθωνιά και Μουρατολιά. Καλλιεργείται κυρίως στους νομούς Μεσσηνίας, Λακωνίας και Λασιθίου. Είναι ζωηρή και παραγωγική. Χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή λαδιού εκλεκτής ποιότητας. Το δέντρο της είναι μεγαλύτερο σε ύψος από εκείνο της Κορωνέϊκης. Τα φύλλα είναι μέτριου μεγέθους. Το μήκος τους κυμαίνεται από 5,2 έως 6,3 εκατοστά. Ο καρπός έχει κυλινδροκωνικό σχήμα και φέρει μικρή θηλή. Το μέσο βάρος του καρπού είναι 2,4 γραμμάρια. Ο πυρήνας φέρει 6 αβαθείς γλυφές και το σχήμα του είναι κυλινδροκωνικό. Το μέσο βάρος του πυρήνα είναι 0,32 γραμμάρια. Η σχέση σάρκας προς πυρήνα του καρπού είναι 6,5:1. Η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι, κυμαίνεται γύρω στο 19%. Ο καρπός ωριμάζει από τα μέσα μέχρι τα τέλη του Δεκεμβρίου. Η ποικιλία απαιτεί εδάφη με υγρασία. Είναι πιο απαιτητική σε εδαφική υγρασία από την Κορωνέϊκη. Σε ξηρές περιοχές ρίχνει τα άνθη της. Είναι μέτρια ανθεκτική στο ψύχος (Ποντίκης 2000).

### 1.8.3. Γαϊδουρελιά



Είναι επιτραπέζια ποικιλία. Φέρει και τις συνωνυμίες Δαμασκηνάτη, Ισπανική, Κορομηλολιά, Αδρόκαρπος και Παλαμάρα. Καλλιεργείται κυρίως στη Χαλκιδική. Απαντάται σποραδικά σε όλες τις ελαιοκομικές περιοχές της χώρας, με τάση αύξησης τα τελευταία χρόνια στην Κυνουρία. Είναι μετρίως παραγωγική. Το ύψος του δέντρου κυμαίνεται από 5 έως 6 μέτρα. Τα φύλλα είναι μεγάλα και ανοικτοπράσινα. Έχουν μήκος 6,8 έως 8,3 εκατοστά. Είναι αυτόστειρη ποικιλία (χρειάζεται γυρεοδότρια ποικιλία για να καρποδέσει). Ο καρπός είναι επιμήκης και κυρτός από τη μία πλευρά. Είναι μεγάλος και έχει βάρος περίπου 10,5 γραμμάρια. Το χρώμα της επιδερμίδας του καρπού αλλάζει διαδοχικά με την πρόοδο της ωρίμανσης, από πράσινο σε πρασινοκίτρινο, μετά αχυροκίτρινο, ρόδινο και καταλήγει σε ανοιχτό μαύρο, χωρίς όμως να γίνεται ποτέ μαύρο. Ο πυρήνας είναι μεγάλος και έχει σχήμα ροπαλοειδές. Φέρει ακίδα και 10 αβαθείς γλυφές. Η σχέση σάρκας προς πυρήνα του καρπού είναι 9,7:1. Η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι κυμαίνεται γύρω στο 17%. Η συγκομιδή του καρπού γίνεται από τα τέλη Οκτωβρίου μέχρι και τα τέλη Νοεμβρίου. Χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή πράσινης επιτραπέζιας ελιάς. Θεωρείται μετρίως παραγωγική ποικιλία. Ένα βασικό μειονέκτημά της, είναι η εξάρτηση της καρποφορίας της από το μικροκλίμα της εκάστοτε περιοχής. Στη Χαλκιδική αποδίδει καλά στην πλειοψηφία των ελαιώνων, αλλά σε άλλες περιοχές της Ελλάδας, έχει αναφερθεί έως και πλήρης ακαρπία. Έχει καλή αντοχή στην αλατότητα του εδάφους. Αναπτύσσεται σε όλα τα εδάφη, ακόμα και σε άγονα πετρώδη. Αποδίδει όμως πολύ καλύτερα σε σχετικά γόνιμα εδάφη, τα



οποία συγκρατούν υγρασία. Προτιμά ουδέτερα ή ελαφρά αλκαλικά εδάφη (pH 7-8), αντέχει όμως και στα ελαφρά όξινα εδάφη. Υποφέρει σοβαρά σε βαριά εδάφη που νεροκρατούν. Είναι ιδιαίτερα ανθεκτική στο ψύχος και έχει μεγάλες απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες τον χειμώνα, για την διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών (Ποντίκης 2000).

#### 1.8.4 Πικουάλ



Είναι Ισπανική ποικιλία. Πολύ παραγωγική και μεσόκαρπη. Φέρει και τις συνωνυμίες Picudo και Pico. Στην Ισπανία είναι η περισσότερο διαδεδομένη ποικιλία. Υπολογίζεται ότι καλύπτει περίπου το 50% της συνολικής παραγωγής ελαιολάδου στην Ισπανία και περίπου το 20% της παγκόσμιας παραγωγής. Η παραγωγή της είναι συγκεντρωμένη στο Jaén και τις γειτονικές επαρχίες, σε μια έκταση 645.000 εκταρίων περίπου, που είναι η μεγαλύτερη έκταση ελαιώνων στον κόσμο (1,6 εκατομμύρια στρέμματα). Στην πραγματικότητα, το όνομά της προέρχεται από την ισπανική λέξη «κορυφή» ή «δείκτης». Ο καρπός έχει σχήμα ωειδές και καμπυλωτό, με ένα μυτερό σχηματισμό στο τελείωμα του καρπού. Το χρώμα του είναι πρασινωπό και μαύρο στιλπνό στο στάδιο της ωρίμανσης. Ο πυρήνας έχει το ίδιο σχήμα που έχει και ο καρπός. Το δέντρο έχει πυκνό φύλλωμα και το ύψος του είναι μέτριο. Τα φύλλα έχουν μικρό μέγεθος. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 2,1 έως 3,7 γραμμάρια, με μέσο όρο τα 3,2 γραμμάρια. Ο καρπός ωριμάζει από τις

αρχές Νοεμβρίου έως τα μέσα Δεκεμβρίου. Χρησιμοποιείται για ελαιοποίηση και το λάδι είναι υψηλής ποιότητας. Η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι φτάνει περίπου το 27%. Η απόδοσή αυτής της ποικιλίας στην περιοχή Jaen, είναι υψηλότερη σε σχέση με αυτήν της περιοχής Malaga. Χρησιμοποιείται και για την παρασκευή επιτραπέζιων ελιών. Σύμφωνα με τα ισπανικά δεδομένα, η παραγωγή της στα γόνιμα αρδευόμενα εδάφη, ξεπερνά τα 80 κιλά καρπού το χρόνο, στην ηλικία των 12 χρόνων. Χρησιμοποιείται σε παραδοσιακούς ελαιώνες, καθώς επίσης και σε ελαιώνες πυκνής φύτευσης. Δε συνιστάται η χρησιμοποίησή της για ελαιώνες υπέρπυκνης φύτευσης. Είναι ανθεκτική στην αλατότητα. Αντέχει στους περισσότερους εδαφικούς τύπους και σε διάφορες κλιματικές συνθήκες. Οι περιοχές στις οποίες ευδοκιμεί, παρουσιάζουν ήπιο έως βαρύ χειμώνα και ξηρά καλοκαίρια. Έχει υψηλό δείκτη ανθεκτικότητας απέναντι στο ψύχος, καθώς οι ισπανικές περιφέρειες στις οποίες η Πικουάλ είναι πιο κοινή, έχουν κρύους χειμώνες. Αναπαύεται εξαιρετικά σε περιοχές με υψόμετρο πάνω από 300 μέτρα, αλλά εξίσου καλά και σε χαμηλότερα υψόμετρα. Έχει αντοχή στους ανέμους. (Μπαλατσούρας 1984 και Ποντίκης 2000).

## 1.9 Επεμβάσεις άμβλυσης της καταπόνησης στο ψύχος

Τα καρποφόρα δέντρα παρουσιάζουν μηχανισμούς προστασίας, στο ψύχος του χειμώνα.

Ο κύριος μηχανισμός αντοχής είναι ο λήθαργος και η σκληραγώγηση των δέντρων το χειμώνα. Άλλοι τρόποι είναι η διαμόρφωση μικρού μεγέθους κυττάρων, η αυξημένη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών, η αύξηση των υδατανθράκων στους ιστούς και το χαμηλό υδατικό δυναμικό στα κύτταρα.

Ο ετήσιος βιολογικός κύκλος των καρποφόρων δέντρων, κλείνει με την κατάσταση του ληθάργου, που εισέρχονται τα δέντρα στο τέλος φθινοπώρου – αρχές χειμώνα. Τότε σταματούν όλες οι λειτουργίες, δηλαδή κάθε ενεργή αύξηση των δέντρων. Η κυριότερη μορφή ληθάργου για την αντιμετώπιση του χειμερινού ψύχους, είναι ο ενδολήθαργος.

Η ελιά όταν βρίσκεται σε λήθαργο το χειμώνα, είναι πολύ ανθεκτική σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η είσοδος της ελιάς στο λήθαργο και στη συνέχεια η σκληραγώγηση

των ιστών για την αντοχή τους στο ψύχος, αρχίζει με την μείωση της φωτοπεριόδου το φθινόπωρο και την ταυτόχρονη σταδιακή πτώση της θερμοκρασίας. Η έναρξη εισόδου της ελιάς στο λήθαργο, συμβαίνει όταν η θερμοκρασία το φθινόπωρο πέσει στους 0°C έως 5 °C. Η σκληραγώγηση των δέντρων για την αντοχή στο ψύχος, γίνεται καλύτερη με την πρόοδο του χειμώνα και τις χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας.

Τα αιθαλή δέντρα όπως η ελιά, είναι πιο ευαίσθητα στους παγετούς από τα φυλλοβόλα. Επειδή φέρουν καρπούς και το χειμώνα, παθαίνουν σοβαρότερες ζημιές. Γι' αυτό το λόγο, πρέπει να καλλιεργούνται σε περιοχές με πιο ήπιους χειμώνες.

Η εφαρμογή προληπτικών μέτρων, παίζει καθοριστικό ρόλο όσον αφορά την αποφυγή, ή και τη μείωση των ζημιών που προκαλούνται από τον παγετό. Η βλάστηση σκληραγωγείται από το φθινοπωρινό ψεκασμό με χαλκό. Τα χαλκούχα σκευάσματα (οξυχλωριούχος χαλκός, υδροξειδίο του χαλκού και άλλα) έχουν τρεις επιδράσεις: την παρεμπόδιση της εγκατάστασης βακτηρίων, που είναι υπεύθυνα για το σχηματισμό των παγοκρυστάλλων, την σκληραγώγηση των ιστών των δέντρων και την καθυστέρηση της άνθησης. Υπάρχουν και άλλες προστατευτικές ουσίες με αντιπαγετική δράση, που βοηθούν αποτελεσματικά στην προστασία από το ψύχος.

Η γλυκερίνη δρα από μόνη της προστατευτικά στους παγετούς, ή σε συνδυασμό με τη βιταμίνη Ε που έχει αντιοξειδωτική δράση.

Οι ψεκασμοί με διαλύματα κιτοκινινών, σκληραγωγούν τα κυτταρικά τοιχώματα (αυξάνουν τα σάκχαρα στην εντεριώνη του ξύλου). Έτσι αυξάνουν την αντοχή των δέντρων στο ψύχος.

Ουσίες που καθυστερούν την άνθηση, όπως ο καολινίτης και ασβεστούχες ουσίες, το ethrel και το ethephon, χρησιμοποιούνται πριν τον παγετό και καθυστερούν την έξοδο από το λήθαργο.

Οι αντιδιαπνευστικές ουσίες, εμποδίζουν την απώλεια νερού από τα κύτταρα και αυξάνουν την αντοχή τους στον παγετό. Είναι αποτελεσματικές μόνο σε παγετούς ψυχρών αέριων μαζών. Τέτοιες ουσίες είναι τα θερινά λάδια και η Πινολίνη. Οι ψεκασμοί γίνονται πριν και μετά τον παγετό.

Οι οσμωρυθμιστικές ουσίες, αυξάνουν το οσμωπικό δυναμικό των κυττάρων και την αντοχή τους στο ψύχος. Εφαρμόζονται πριν και μετά τον παγετό. Τέτοιες ουσίες είναι η ουρία, οι βεταΐνες και η ζάχαρη.

Το ασβέστιο του κορμού των δέντρων, τα προστατεύει από τον παγετό.

Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με αμινοξέα, βοηθούν αποτελεσματικά στην προστασία από το ψύχος.

Χρησιμοποιούνται επίσης, το μυκητοκτόνο Captan, γιββερελίνες και οι βιταμίνες E, C που είναι αντιοξειδωτικές και αυξάνουν την αντοχή των δέντρων.

Τα ακλάδευτα δέντρα, είναι λιγότερο ευπαθή στους παγετούς απ' ό τι τα κλαδεμένα. Σε παγετόπληκτες περιοχές, το φθινοπωρινό κλάδεμα πρέπει να αποφεύγεται, γιατί μειώνει τη φυλλική επιφάνεια των ελαιόδεντρων, με αποτέλεσμα να τα κάνει πιο ευπαθή στο ψύχος. Τα δέντρα για να ανταπεξέλθουν καλύτερα στις χαμηλές θερμοκρασίες, καλό είναι να κλαδεύονται νωρίς την άνοιξη και όχι αργά το καλοκαίρι. Η συγκομιδή του καρπού πρέπει να γίνεται έως τα τέλη Δεκεμβρίου. Χρειάζεται κατάλληλο κλάδεμα, για να μειωθεί το ύψος των δέντρων (4 έως 6 μέτρα ύψος), ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος να σπάσουν τα κλαδιά από χιόνια και δυνατούς ανέμους.

Η σωστή λίπανση είναι βασικός καλλιεργητικός παράγοντας, γιατί τα δέντρα που υποφέρουν από τροφωπενίες ή τοξικότητες, είναι ασθενέστερα στους παγετούς.

Η μείωση των φθινοπωρινών αζωτούχων λιπάνσεων (Σεπτέμβριο-Οκτώβριο), συμβάλλει ώστε να μην υπάρχει νέα τρυφερή βλάστηση μέσα στον χειμώνα. Η αζωτούχος λίπανση στις ευαίσθητες περιοχές, πρέπει να γίνεται από τα τέλη Φεβρουαρίου και μετά. Η όψιμη αζωτούχος λίπανση, η υπερβολική καρποφορία, το πρώιμο κλάδεμα πριν τον παγετό, η αποφύλλωση από εχθρούς και ασθένειες την προηγούμενη βλαστική περίοδο και οι καταπονήσεις από έλλειψη ανόργανων στοιχείων και νερού, κάνουν το ελαιόδεντρο πιο ευαίσθητο στους παγετούς και γι' αυτό πρέπει να αποφεύγονται. Ο παραγωγός πρέπει να φροντίζει τα δέντρα του να βρίσκονται σε άριστη θρεπτική κατάσταση, γιατί έτσι αντέχουν περισσότερο στους παγετούς. Αυτό επιτυγχάνεται με την ισορροπημένη λίπανση N, P και K, που ελέγχεται με την ανάλυση των φύλλων και του εδάφους. Σε ελαιόδεντρα που βρίσκονται σε καλή φυσιολογική και υγιεινή κατάσταση, περισσεύουν υδατάνθρακες

και λοιπές θρεπτικές ουσίες, που αυξάνουν την ανθεκτικότητά τους στις χαμηλές θερμοκρασίες. Πρέπει να γίνεται λίπανση με ικανοποιητικές αλλά όχι υπερβολικές ποσότητες καλίου και βορίου, που αυξάνουν την αντοχή των δέντρων στο ψύχος. Η εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων, αυξάνει τη συγκράτηση της υγρασίας του εδάφους.

Τα όψιμα ποτίσματα πρέπει να αποφεύγονται, για να σταματήσει έγκαιρα η αύξηση των βλαστών, ώστε τα δέντρα να μπουν νωρίτερα σε λήθαργο.

Πρέπει να γίνεται έγκαιρη καταπολέμηση των ζιζανίων, πριν την έναρξη των παγετών. Η επιφάνεια που είναι καλυμμένη με βλάστηση, απορροφά λιγότερη ακτινοβολία απ' ό,τι το καλλιεργημένο έδαφος. Άρα, η πιθανότητα να δημιουργηθεί παγετός σε αυτά τα εδάφη είναι μεγαλύτερη. Ο χλοοτάπητας και τα ζιζάνια εμποδίζουν και απορροφούν ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε φωτοσυνθετικά υλικά. Με αυτόν τον τρόπο, εμποδίζουν το έδαφος να θερμανθεί. Με την ενσωμάτωση του χλοοτάπητα και την ισοπέδωση του εδάφους, η ακτινοβολούμενη από τον ήλιο θερμότητα μπορεί να ζεστάνει τη μάζα του εδάφους. Αυτή η θερμότητα ακτινοβολείται πίσω στον ουρανό τη νύχτα. Κατά τη διαδικασία αυτή, οι οφθαλμοί και τα υπόλοιπα φυτικά όργανα απορροφούν ένα μέρος από την ακτινοβολούμενη θερμότητα και εξασφαλίζεται κάποια παγετοπροστασία.

Συνιστάται η επιλογή των πιο ανθεκτικών στο ψύχος ποικιλιών, για εγκατάσταση νέων ελαιώνων. Σε περιοχές με δριμύ χειμώνα, η φύτευση των δέντρων πρέπει να γίνεται μετά το τέλος των παγετών (αρχές άνοιξης). Πρέπει να αποφεύγονται τα ελαφρά – αμμώδη εδάφη, γιατί δεν συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού.

Οι ελαιώνες που εγκαθίστανται σε επίπεδες τοποθεσίες και περιβάλλονται από λόφους, είναι εκτεθειμένοι στους ανοιξιάτικους παγετούς. Επίσης, κινδυνεύουν να υποστούν σοβαρές ζημιές κατά το χειμώνα, όταν σημειωθεί παγετός. Άρα, κατάλληλη θέση για την εγκατάσταση ελαιώνα είναι μία κατηφορική τοποθεσία, η οποία καταλήγει σε επίπεδη επιφάνεια, όπου τα ψυχρά ρεύματα διαφεύγουν εύκολα. Οι επίπεδες τοποθεσίες στις οποίες δεν σημειώνονται παγετοί, ή δεν περνούν ψυχρά ρεύματα αέρα, είναι κατάλληλες για την εγκατάσταση του ελαιώνα. Η έκθεση ελαιώνων στους βορινούς σφοδρούς ή παγωμένους ανέμους, ευνοεί τις ζημιές από παγετούς, έστω και αν η περιοχή είναι ζεστή. Μεγαλύτερη ζημιά υπάρχει,

όταν οι ελαιώνες βρίσκονται σε κοιλάδες και βαθιά οροπέδια. Οι ελαιώνες πρέπει να εγκαθίστανται σε περιοχές ανοιχτές και αεριζόμενες, ώστε να μην πιάνει εύκολα πάγος. Νοτιοανατολική εγκατάσταση και μικρό υψόμετρο, βοηθούν στην αποφυγή ζημιών από παγετούς.

Ελαιώνες που καλλιεργούνται κοντά στη θάλασσα, σε λίμνες ή ποτάμια παθαίνουν τις μικρότερες ζημιές. Η μεγάλη θερμοχωρητικότητα των υδάτινων όγκων που σταθεροποιούν τη θερμοκρασία, προφυλάσσει τους ελαιώνες από τις μεγάλες και απότομες πτώσεις της θερμοκρασίας.

Η μελέτη του μικροκλίματος, παίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία των ελαιόδεντρων από τους παγετούς. Τοποθετούνται όργανα (θερμόμετρα μεγίστου-ελαχίστου) σε διάφορα σημεία του ελαιώνα, με τη βοήθεια των οποίων συλλέγονται μετεωρολογικές μετρήσεις. Το μετεωρολογικό ιστορικό παλαιότερων χρόνων, μπορεί να μας δείξει πόσο συχνά πιάνει παγετός στην περιοχή και πόσο διαρκεί, ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα προστατευτικά μέτρα. Ακόμα, αυτά τα όργανα μπορούν να μας δείξουν πότε υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να πιάσει παγετός. Επίσης, με την παρακολούθηση του μικροκλίματος μπορεί να ελεγχθεί η διάρκεια των φαινομένων που ευνοούν τον παγετό.

Σε κεκλιμένες περιοχές, εάν οι σειρές φύτευσης δεν είναι παράλληλες με την μεγαλύτερη κλίση του εδάφους, τότε ο αέρας δυσκολεύεται να περάσει και συσσωρεύεται όλος στην καλλιέργεια δημιουργώντας θύλακα ψυχρής μάζας αέρα. Γι' αυτό συνιστάται οι σειρές φύτευσης να είναι παράλληλες με την μεγαλύτερη κλίση του εδάφους.

Η χρήση του ανεμοφράκτη σε κεκλιμένες περιοχές, μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση του προβλήματος. Οι ανεμοφράκτες τοποθετούνται περιμετρικά από την καλλιέργεια, ώστε να σταματούν τα καθοδικά ρεύματα αέρα και να τα εμποδίζουν να μπουν μέσα σε αυτήν. Υπάρχουν δύο είδη ανεμοφρακτών, οι φυσικοί και οι τεχνητοί. Οι φυσικοί ανεμοφράκτες αποτελούνται από δέντρα και θάμνους. Έχουν το μειονέκτημα ότι είναι μόνιμοι και δεν μετακινούνται. Οι τεχνητοί ανεμοφράκτες αποτελούνται από πλαστικά και μεταλλικά τοιχώματα. Αυτά μπορούν να μετακινηθούν και να τοποθετηθούν, όποτε είναι επιθυμητό. Όμως σε περιοχές όπου υποφέρουν από παγετούς ακτινοβολίας, η παρουσία ανεμοφρακτών δίνει

αποτελέσματα αντίθετα από τα επιθυμητά. Εμποδίζουν την κίνηση του αέρα και σχηματίζουν έναν θύλακα παγετού.

Η μέθοδος του καταιονισμού, δηλαδή της εφαρμογής νερού μέσω εκτοξευτήρων (μπεκ), αποτελεί μία μέθοδο παγετοπροστασίας. Η εφαρμογή του καταιονισμού πρέπει να ξεκινά όταν η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας κυμαίνεται από 1,1°C έως 2,2°C, ανάλογα με το σημείου δρόσου, και να σταματά όταν ανέβει πάνω από 1°C. Αυτή η μέθοδος μπορεί να προστατέψει τα ελαιόδεντρα, όταν η θερμοκρασία πέσει μέχρι -3,9°C. Αποδίδει καλύτερα, αν η πτώση της θερμοκρασίας είναι βαθμιαία και όχι απότομη. Κατά το πάγωμα, το νερό απελευθερώνει 80 θερμίδες ανά γραμμάριο. Ένα μίγμα νερού και πάγου (χιονόλασπη) διατηρεί θερμοκρασία 0°C. Σε αυτή τη θερμοκρασία, τα άνθη και τα φύλλα που καλύπτονται από χιονόλασπη δεν παγώνουν, γιατί τα διαλυτά στερεά μειώνουν το σημείο πήξης του διαλύματος των χυμοτοπίων. Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι κάτω από 0°C (παγετός), πρέπει να παρέχονται αρκετές ποσότητες νερού, για να καλυφθούν τα ελαιόδεντρα με χιονόλασπη. Επομένως, αν η θερμοκρασία πέσει στους -3,3°C, μία παροχή της τάξης των 2,5 mm ανά ώρα, είναι αναγκαία για την προστασία των ελαιόδεντρων. Αν ο παγετός συνοδεύεται από ελαφρό αεράκι, χρειάζεται περισσότερο νερό, για να αντισταθμιστεί το επιπρόσθετο ψύχος που δημιουργείται από την εξατμιστική ψύξη. Το έδαφος θα κορεστεί με νερό, αν η διαβροχή συνεχίζεται κατά τη διάρκεια του παγετού, που κρατάει επί μακρόν. Αυτό το πλημμύρισμα του εδάφους, έχει επιβλαβείς επιδράσεις στα ελαιόδεντρα. Ο πάγος που θα σχηματιστεί, όταν είναι αρκετός, προκαλεί σπάσιμο βραχιόνων. Αυτός ο τρόπος παγετοπροστασίας απαιτεί υψηλή παροχή νερού και ύπαρξη δικτύου άρδευσης με πίεση.

Η άρδευση με κατάκλιση, είναι μία άλλη μέθοδος προστασίας από παγετούς. Όταν πρόκειται να σημειωθεί παγετός, το πότισμα με κατάκλιση είναι ένας τρόπος περιορισμού, ή αποφυγής των ζημιών, αφού το νερό παράγει θερμότητα όταν ψύχεται ή παγώνει. Αυτή η μέθοδος όμως, έχει αρκετά μειονεκτήματα:

- 1) Απαιτείται μεγάλη ποσότητα νερού.

- 2) Αν πέσει σε πολύ χαμηλά επίπεδα η θερμοκρασία, θα παγώσει το νερό του ποτίσματος.

3) Αν οι θερμοκρασίες παγετού επιμένουν για αρκετές ημέρες και το πότισμα συνεχίζεται, τότε το έδαφος πλημμυρίζει, και τα δένδρα μπορεί να ξεραθούν από ασφυξία.

4) Δεν μπορούν να εκτελεστούν κανονικά οι προβλεπόμενες για την εποχή καλλιεργητικές φροντίδες, όπως είναι οι ψεκασμοί κατά την ανθοφορία, επειδή το έδαφος θα παραμένει για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα αρκετά υγρό και θα παρεμποδίζει την εκτέλεσή τους.

Ο ελαιώνας μπορεί να θερμανθεί με θερμάστρες. Οι μεταφερόμενες θερμάστρες που καίνε πετρέλαιο, ακτινοβολούν θερμότητα στα γύρω ελαιόδεντρα. Το 10 έως 20% της θερμότητας είναι ακτινοβολούμενη θερμότητα, η οποία εκπέμπεται σε ευθεία γραμμή. Το 80 έως 90% της παραγόμενης θερμότητας ανέρχεται πάνω από την κόμη των ελαιόδεντρων και διασκορπίζεται στην ατμόσφαιρα. Αυτές οι ειδικές θερμάστρες ανακυκλώνουν το άκαυστο αέριο. Η θερμοκρασία μπορεί να ανέβει κατά 3°C. Εάν δεν υπάρχει κάποιος άνεμος, η θερμοκρασία μπορεί να ανέβει και στους 10°C. Οι περισσότερες θερμάστρες πρέπει να τοποθετούνται στην περιφέρεια του ελαιώνα. Όταν δίνεται το σήμα κινδύνου, οι θερμάστρες που βρίσκονται περιφερειακά του ελαιώνα, πρέπει να λειτουργήσουν αμέσως. Αυτό εξασφαλίζει ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας. Δύο μειονεκτήματα των θερμαστρών είναι το υψηλό κόστος αγοράς και η ανάγκη να διαθέτει κάποιος μόνιμο προσωπικό για τη δουλειά αυτή.

Η θέρμανση του ελαιώνα μπορεί να γίνει και με καύση υλικών, όπως άχυρου και παλιών ελαστικών.

Οι ανεμομίκτες χρησιμοποιούνται για την αποφυγή των παγετών. Εγκαθίστανται στους ελαιώνες, σε υψηλότερα επίπεδα από την κόμη των ελαιόδεντρων. Οι ανεμομίκτες στέλνουν τον θερμό αέρα που βρίσκεται πολύ πάνω από την κόμη των ελαιόδεντρων, προς το έδαφος όπου βρίσκεται ο ψυχρός αέρας και τους αναμιγνύουν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, να αυξάνεται η μέση θερμοκρασία του αέρα που βρίσκεται κοντά στο έδαφος και γύρω από την κόμη των ελαιόδεντρων. Οι ανεμομίκτες δίνουν τα καλύτερα αποτελέσματα, αν τεθούν έγκαιρα σε λειτουργία και όταν επικρατεί νηνεμία. Όταν επικρατεί δυνατός αέρας στην περιοχή, οι ανεμομίκτες δεν πρέπει να λειτουργούν, γιατί μπορεί να προκληθούν ζημιές στα μηχανήματα και όχι μόνο στην καλλιέργεια. Οι ανεμομίκτες μπορούν να



ανεβάσουν την θερμοκρασία του ελαιώνα κατά 2 έως 4°C. Είναι πιο αποτελεσματικοί, αν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τις θερμάστρες, γιατί μπορούν να διασκορπίσουν τη θερμότητα, που δημιουργείται από τις θερμάστρες. Οι ανεμομίκτες πρέπει να τίθενται αυτόματα σε λειτουργία με τους αυτόματους μηχανισμούς που διαθέτουν, όταν η θερμοκρασία του ελαιώνα έχει φτάσει στους +1°C και να λειτουργούν συνεχώς όσο χρόνο επικρατεί παγετός. Όταν η θερμοκρασία περάσει τους +1,1°C, πρέπει να σταματούν αυτόματα. Οι ανεμομίκτες λειτουργούν με ρεύμα ή με μηχανή ντίζελ. Πριν να τοποθετηθούν οι ανεμομίκτες σε έναν ελαιώνα, πρέπει να εξεταστούν τα ρεύματα αέρα που επικρατούν στην περιοχή, ώστε να τοποθετηθούν στο κατάλληλο σημείο. Το μειονέκτημα είναι ότι οι ανεμομίκτες κοστίζουν πολύ.

Παγετοπροστασία μπορεί να επιτευχθεί και με χρήση ελικοπτέρου, το οποίο πετώντας χαμηλά μεταφέρει αέρα από τα θερμότερα στρώματα, προς την επιφάνεια του εδάφους.

Τα νεαρά δενδρύλλια είναι πιο ευαίσθητα στις χαμηλές θερμοκρασίες και γι' αυτό συνιστάται η τοποθέτηση μονωτικών υλικών γύρω από τον κορμό τους. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι το άχυρο, το φελιζόλ και διάφορα πλαστικά ή συνθετικά υλικά. Η απόδοση αυτής της μεθόδου, εξαρτάται από τις θερμομονωτικές ιδιότητες του κάθε υλικού.

Στη φύση υπάρχουν βακτήρια που εγκαθίστανται πάνω στους φυτικούς ιστούς και εκκρίνουν πρωτεϊνικές ουσίες, όπου αποτελούν τους πυρήνες γύρω από τους οποίους ενώνονται τα μόρια του νερού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, να σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι πιο εύκολα και έτσι τα ελαιόδεντρα να γίνονται πιο ευαίσθητα στους παγετούς. Για να μειωθεί ο πληθυσμός των βακτηρίων και να αυξηθεί η αντοχή των ελαιόδεντρων στις χαμηλές θερμοκρασίες, εφαρμόζονται διάφορα χημικά και βιολογικά σκευάσματα. Για παράδειγμα μπορεί να γίνουν ψεκασμοί με χαλκούχα σκευάσματα τα τέλη χειμώνα.

## 1.10 Μεταχείριση παγετόπληκτων δέντρων

Η αντιμετώπιση των δέντρων, θα εξαρτηθεί από το μέγεθος, ή από το βαθμό της ζημιάς τους. Μετά τη διαπίστωση ζημιών στα δέντρα και αφού η ελάχιστη θερμοκρασία ανέβει πάνω από τους 0°C, θα πρέπει να ψεκαστούν άμεσα με χαλκούχα ή άλλα σκευάσματα, για την προστασία από βακτηριολογικές ή μυκητολογικές προσβολές. Οι ίδιοι ψεκασμοί μειώνουν και τις προσβολές από τα παγοπυρηνοποιητικά βακτήρια και βοηθούν στο κλείσιμο των πληγών. Οι παραγωγοί, όταν δουν σπασμένα κλαδιά από το βάρος του χιονιού και των δυνατών ανέμων, θα πρέπει άμεσα να λειάνουν τις τομές που έχουν δημιουργηθεί, χρησιμοποιώντας αλυσοπρίονο. Με αυτόν τον τρόπο, το σάπισμα του δέντρου θα σταματήσει. Στη συνέχεια, είναι αναγκαίο να καλυφθεί με ειδική αλοιφή η πληγή που έχει προκληθεί από το σπάσιμο, ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος προσβολής του ξύλου από ασθένειες. Οι ζημιές από τα σπασίματα των κλαδιών είναι οι άμεσες ζημιές, ενώ αργότερα οι ζημιές που θα φανούν, είναι ξηράνσεις κλαδιών από πάγωμα, που θα μειώσουν την παραγωγικότητα των δέντρων τα επόμενα χρόνια. Την άνοιξη, που θα ξεκινήσει η νέα βλάστηση και θα φανούν τα κλαδιά που είναι ζημιωμένα, πρέπει να γίνει κλαδοκάθαρος, με αφαίρεση ξερών κλαδιών με τομή στο υγιές ξύλο. Η λίπανση των παγετόπληκτων δέντρων πρέπει να καθυστερεί, μέχρι τη διαπίστωση της σοβαρότητας της ζημιάς και να προσδιοριστεί το είδος και η ποσότητα των λιπασμάτων, με βάση τη ζημιά των δέντρων. Οι ισχυρές αζωτούχες λιπάνσεις πρέπει να αποφεύγονται, γιατί τα δέντρα θα δώσουν πολύ ζωηρή βλάστηση, που θα είναι σε βάρος της καρποφορίας. Το άζωτο πρέπει να χορηγείται σε μικρές δόσεις και αν είναι δυνατόν με τα ποτίσματα.

Στην περίπτωση ήπιων παγετών, συνιστάται άμεσος ψεκασμός με χαλκούχα σκευάσματα και την άνοιξη ελαφρό κλάδεμα με αφαίρεση των μικρών βλαστών που είναι ζημιωμένοι. Σε αυτήν την περίπτωση, τα ελαιόδεντρα επανέρχονται κανονικά. Δίνουν παραγωγή σε ένα ή δύο χρόνια. Η λίπανση θα είναι κανονικά αυτή που εφαρμόζεται για τα μη ζημιωμένα ελαιόδεντρα και λίγο ενισχυμένη για να αναπτυχθεί η νέα βλάστηση.

Στην περίπτωση μέτριων παγετών, ενδείκνυται άμεσος ψεκασμός με χαλκούχα σκευάσματα και την άνοιξη κλάδεμα με αφαίρεση των ζημιωμένων βλαστών μέχρι τα σημεία αναβλάστησης. Σε αυτή την περίπτωση, τα ελαιόδεντρα επανέρχονται.

Δίνουν παραγωγή μετά από δύο έως τρία χρόνια. Η λίπανση πρέπει να είναι σε μικρότερες ποσότητες από τις κανονικές. Ειδικά η αζωτούχος πρέπει να δίνεται σε μικρές δόσεις, για να μην δημιουργηθούν πολύ ζωντοί βλαστοί, που θα καθυστερήσουν την είσοδο των ελαιόδεντρων σε καρποφορία.

Στην περίπτωση ισχυρών παγετών συνιστώνται τα πιο κάτω μέτρα:

α) Κόψιμο του κορμού κοντά στη ρίζα, αν προέρχεται από αγενή πολλαπλασιασμό (π.χ. μοσχεύματα). Σε αυτή την περίπτωση, τα ελαιόδεντρα αναβλαστάνουν από λανθάνοντες οφθαλμούς στη βάση του κορμού, ή από τους γόγγρους. Οι νέοι βλαστοί είναι ήμεροι και έτσι το δένδρο αναπαράγεται και είναι της ίδιας ποικιλίας. Την πρώτη χρονιά αναβλάστησης, οι περισσότεροι βλαστοί αφήνονται. Αφαιρούνται μόνο οι πιο ασθενικοί. Στα επόμενα τρία χρόνια, εφαρμόζεται σταδιακά αραίωμα των βλαστών, ώστε το ελαιόδεντρο να αποκτήσει τον ίδιο αριθμό βραχιόνων και σχήμα με το ελαιόδεντρο πριν από τον παγετό. Στην περίπτωση αυτή, τα ελαιόδεντρα επανέρχονται σε παραγωγή μετά από 3 έως 5 χρόνια, ανάλογα με τη ποικιλία.

β) Αν το ελαιόδεντρο προέρχεται από εμβολιασμό σε υποκείμενο άγρια ελιά ή σπορόφυτο, τότε οι νέοι βλαστοί που προέρχονται κάτω από το σημείο εμβολιασμού είναι άγριοι και πρέπει να αφαιρούνται. Διατηρούνται μόνο αυτοί που βλαστάνουν πάνω από το σημείο εμβολιασμού. Επομένως, η τομή του κορμού πρέπει να είναι πάνω από το σημείο εμβολιασμού.

γ) Στην περίπτωση που το υποκείμενο ήταν σπορόφυτο και η αναβλάστηση έγινε μόνο κάτω από το σημείο εμβολιασμού ή τη ρίζα, τότε όλοι οι βλαστοί είναι άγριοι και χρειάζεται εμβολιασμός. Την επόμενη χρονιά της αναβλάστησης, επιλέγονται 1 ή 3 βλαστοί και εμβολιάζονται με την επιθυμητή ποικιλία. Η είσοδος σε καρποφορία αυτών των ελαιόδεντρων, θα καθυστερήσει τουλάχιστον ένα ακόμα χρόνο σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση, για να αναπτυχθεί πρώτα ο βλαστός που προέρχεται από το εμβόλιο.

Κατά τον Chandler (1964), μια θερμοκρασία  $-10,5^{\circ}\text{C}$  έως  $-12^{\circ}\text{C}$ , μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημιές σε ελαιόδεντρα, που βρίσκονται στην ενήλικη φάση. Σύμφωνα με τον Larcher (1970), τα ελαιόδεντρα υποφέρουν και παθαίνουν σοβαρή ζημιά, σε θερμοκρασίες κάτω από  $-12^{\circ}\text{C}$ . Ο Fontanazza (1986) παρατήρησε ότι, το κατώτατο όριο θερμοκρασίας για την πρόκληση ζημιάς από παγετό στην ελιά είναι

-10°C. Οι Palliotti & Bonghi (1996) υποστηρίζουν ότι, στους -7°C, η ζημιά στα εναέρια μέρη του φυτού (η πτώση των φύλλων και η ξήρανση των κλαδιών κυρίως), μπορούν να μειώσουν την παραγωγικότητα και να απειλήσουν τη ζωή του δέντρου. Οι Palliotti και Bonghi (1996), έκαναν διαφυλλική εφαρμογή mefluidide, σε συγκέντρωση 1000 ppm σε ελιές της ποικιλίας Frantoio, η οποία είναι ευαίσθητη στο ψύχος. Το mefluidide, είναι ένας συνθετικός ρυθμιστής της ανάπτυξης των φυτών, που αύξησε τη σκληραγώγηση των δέντρων, με αποτέλεσμα την αύξηση της αντίστασης στο ψύχος, χωρίς να προκαλέσει φυτοτοξικές επιδράσεις. Η θανατηφόρα θερμοκρασία ψύξης (LT50), ήταν σημαντικά χαμηλότερη στις ελιές που εφαρμόστηκε mefluidide, σε σχέση με τις ελιές στις οποίες δεν έγινε εφαρμογή.

Οι Alfei et al. (1999), μελέτησαν την ανθεκτικότητα στο ψύχος ιταλικών ποικιλιών ελιάς. Οι ποικιλίες Piantone di Mogliano και Leccino, έδειξαν υψηλή αντοχή στο ψύχος (χαμηλό επίπεδο βλάβης), ενώ οι ποικιλίες Canino και Rosciola, ήταν εξαιρετικά ευαίσθητες. Οι Bartolozzi και Fontanazza (1999), μελέτησαν 12 ποικιλίες ελιάς από διάφορες περιοχές της Ιταλίας και μία γαλλική ποικιλία (Bouteillan), για να αξιολογήσουν την αντοχή τους στο ψύχος. Εκτέθηκαν σε θερμοκρασίες -8°C και -10°C. Οι οπτικές παρατηρήσεις της ζημιάς επιβεβαίωσαν ότι, η ποικιλία Bouteillan, είναι ένας γονότυπος ελιάς με χαρακτηριστικά γνωρίσματα ανθεκτικότητας στο ψύχος. Αντίθετα, η ποικιλία Borscionna ήταν η πιο ευαίσθητη στο ψύχος.

Σύμφωνα με τους Gucci και Cantini (2001), τα συμπτώματα παγετού στο ελαιόδεντρο μπορεί να κυμαίνονται, από την αποφύλλωση μέχρι το σχίσσιμο του φλοιού στα κλαδιά ή στον κορμό, σε περίπτωση έντονου τραυματισμού.

Οι Barranco et al. (2005), παρατηρώντας ευαίσθητες ποικιλίες ελιάς στο ψύχος τον Ιανουάριο, διαπίστωσαν ότι η θανατηφόρα θερμοκρασία ψύξης, είναι -8,6°C. Οι Ruiz et al. (2006), παρατήρησαν μεγαλύτερες ανατομικές ενδείξεις ζημιών από παγετό, σε βλαστούς ηλικίας 1 έτους, σε σύγκριση με το φλοιό του κορμού ή μεγάλων κλαδιών, σε ελαιόδεντρα εκτεθειμένα στο ψύχος, με θερμοκρασίες που κυμαίνονται από -6°C έως 0°C. Οι Barranco et al. (2005), μελέτησαν την αντοχή στο ψύχος 8 ποικιλιών ελιάς (Arbequina, Cornicabra, Frantoio, Hojiblanca, Nevadillo de Jaén, Picual, Empeltre και Manzanilla Cacereña) στη Μαδρίτη της Ισπανίας. Διαπίστωσαν ότι οι ποικιλίες Cornicabra, Picual και Arbequina, ήταν οι πιο ανθεκτικές στο ψύχος και παρουσίαζαν τη χαμηλότερη θανατηφόρα θερμοκρασία ψύξης (LT50), που ήταν -13,3°C για την Cornicabra, -13,2°C για την Picual και -11,8°C για την

Arbequina. Αντίθετα η Empeltre, ήταν η πιο ευαίσθητη ποικιλία στο ψύχος(οι βλαστοί υπέστησαν ζημιά 100%) με LT50 -9,5°C. Η ποικιλία αυτή ακολουθείται από την Frantoio (το 94,7% των βλαστών υπέστησαν ζημιά) και τη Hojoblanca (το 89,2% των βλαστών υπέστησαν ζημιά). Από τους Cansev et al. (2008), μελετήθηκε η ανθεκτικότητα στο ψύχος 9 ποικιλιών ελιάς (Ascolona, Domat, Gemlik, Hojoblanca, Lecquest, Manzanilla, Meski, Samanli και Uslu). Οι ελιές εκτέθηκαν σε θερμοκρασίες -5°C και -10°C. Από τις 9 ποικιλίες που εξετάστηκαν, οι ποικιλίες Domat και Lecquest, βρέθηκαν να έχουν την υψηλότερη αντοχή στο ψύχος. Οι ποικιλίες Ascolona, Gemlik και Hojoblanca, είχαν μέτρια αντοχή στο ψύχος, ενώ οι ποικιλίες Samanli, Meski, Uslu και Manzanilla ήταν οι πιο ευαίσθητες.

Από τους Moshtaghi et al. (2009), ελήφθησαν δείγματα φύλλων από ελαιώνες, που περιλάμβαναν τις ποικιλίες Roghani, Dezfol, Roghani riz, Tokhm kabki, Drak, Dehghan και Zard και εκτέθηκαν σε θερμοκρασίες ψύξης -1°C, -5°C και -10°C. Η ποικιλία Dehghan, είχε την χαμηλότερη εκροή ηλεκτρολυτών στους -1°C και -5°C και ήταν η πιο ανθεκτική ποικιλία στο ψύχος. Στις ποικιλίες Roghani και Roghani riz, η θανατηφόρα θερμοκρασία ψύξης (LT50) ήταν -8°C, στη Zard ήταν -8,7°C και στην Dehghan ήταν -12,3°C.

Από τους Lodolini et al. (2012), μελετήθηκε η ανθεκτικότητα στο ψύχος σε καλλιέργειες ελιάς, στην Κεντρική Ιταλία. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν διαφορές στην ανθεκτικότητα στο ψύχος, μεταξύ των εξεταζόμενων ποικιλιών. Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη φυλλόπτωση παρατηρήθηκε στις ποικιλίες Arbequina, FS17, Raggia και Sargano di San Benedetto. Η ποικιλία FS17 παρουσίασε το μεγαλύτερο σχίσσιμο φλοιού στα κλαδιά και στον κορμό. Ιδιαίτερα ευαίσθητη στο ψύχος ήταν και η ποικιλία Giulia. Αντίθετα, οι ποικιλίες Ascolana dura, Orbetana και Mignolone ήταν οι πιο ανθεκτικές στο ψύχος. Ενδιάμεση αντοχή στον παγετό, παρουσίασε η ποικιλία Don Carlo.

Οι Lodolini et al. (2014), δεν επιβεβαίωσαν την υψηλή αντοχή στο ψύχος της ποικιλίας Piantone di Mogliano, η οποία παρουσίασε ισχυρές ζημιές. Ακόμα δεν παρατήρησαν καμία σημαντική διαφορά της ποικιλίας Piantone di Mogliano, σε σύγκριση με τις ποικιλίες Oliva Grossa, Sarganodi San Benedetto, Sarganella, Piantone di Falerone, Ascolanatenera, και Carboncella.

Οι Hashempour et al. (2014), μελέτησαν την ανθεκτικότητα στο ψύχος σε 11 ποικιλίες ελιάς. Οι ελιές εκτέθηκαν σε θερμοκρασίες -5°C και -10°C. Διαπίστωσαν ότι

οι ποικιλίες Fishomi, Mission και Shengeh, ήταν οι πιο ανθεκτικές στο ψύχος. Αντίθετα, οι ποικιλίες Zard, Manzanilla και Amigdalolia ήταν οι πιο ευαίσθητες.

## 1.11 Σκευάσματα

### 1.11.1 Bluestim

Είναι ένα φυσικό προϊόν, περιβαλλοντικά ασφαλές, που περιέχει γλυκίνη βεταΐνη και εφαρμόζεται με ψεκασμό. Το σκευάσμα αυτό, βοηθά τα δέντρα να ξεπερνούν συνθήκες στρες, που οφείλονται στο περιβάλλον (συνθήκες καύσωνα, χαμηλών θερμοκρασιών, αλατότητας και έλλειψης νερού).

Το Bluestim δρα στα δέντρα σαν οσμωλύτης, ελέγχοντας την οσμωτική ισορροπία στο εσωτερικό των φυτικών ιστών και των κυττάρων. Βοηθά τα δέντρα να διατηρήσουν το φωτοσυνθετικό τους ρυθμό και προστατεύει τις χλωροφύλλες από πιθανή οξείδωση.

Σύμφωνα με την ετικέτα του σκευάσματος σαν καταλληλότερο στάδιο ψεκασμού του Bluestim, θεωρείται η άνθηση (νωρίς με την έναρξη έως τα μέσα της άνθησης). Καλύτερος χρόνος ψεκασμού είναι νωρίς το πρωί, ή αργά το απόγευμα, όπου επικρατεί υψηλή σχετική υγρασία.

Για την καλύτερη απορρόφηση - διείσδυση του Bluestim στη φυλλική επιφάνεια, είναι απαραίτητη η χρήση ειδικών προσκολλητικών σκευασμάτων. Σκευάσματα με βάση την οργανοσιλικόνη, ή με βάση το ελαστικό κόμμι έχουν πολύ καλύτερα αποτελέσματα.

Σύμφωνα με τους Xing και Rajashekar (2001), όταν η γλυκίνη βεταΐνη εφαρμόστηκε εξωγενώς στη θρέβα σαν σπρέι φυλλώματος, η αντοχή στο ψύχος αυξήθηκε από  $-3,1^{\circ}\text{C}$  έως  $-4,5^{\circ}\text{C}$ .

Οι Bains et al. (2005) διαπίστωσαν ότι, όταν η γλυκίνη βεταΐνη εφαρμόστηκε εξωγενώς στη ρεβιθιά, η ζημιά από το ψύχος μειώθηκε κατά 63%.

Κατά τους Ivanov et al. (1998), η εφαρμογή βεταΐνης στο σιτάρι, μπορεί να βελτιώσει την αντοχή στο ψύχος περισσότερο από  $5^{\circ}\text{C}$ .

### 1.11.2 Fitomaat

Το Fitomaat παρασκευάζεται με γλυκίνη βεταΐνη, μια φυσική οσμοπροστατευτική ένωση, η οποία έχει αποδειχθεί ότι προστατεύει τις φυσιολογικές διεργασίες ενός δέντρου, όταν υφίσταται στρες, το οποίο προκαλείται από δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες (κρύο, θερμότητα, ξηρασία, αλατότητα), αποτρέποντας έτσι τη ζημιά. Περιέχει το αμινοξύ προλίνη που δρα συνεργιστικά με τη γλυκίνη βεταΐνη, για την ενίσχυση της προστασίας από την καταπόνηση και αντιοξειδωτικά που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα οσμοπροστατευτικών επιδράσεων.

Μπορεί να εφαρμοστεί είτε με ψεκασμό φυλλώματος, είτε με ριζοπότισμα, για προστασία από ενδεχόμενες καταστάσεις περιβαλλοντικής καταπόνησης. Απορροφάται γρήγορα και έχει παρατεταμένα ευεργετικά αποτελέσματα. Στα ελαιόδεντρα εφαρμόζεται, στην αρχή της ανθοφορίας.

Οι Kumar και Yadav (2008) διαπίστωσαν ότι, η προλίνη παρέχει προστασία στο ψύχος στη σινική καμέλια.

Σύμφωνα με τους Gleeson et al. (2003), η εφαρμογή της προλίνης εξωγενώς στον αραβόσιτο και στην πατάτα, έχει θετική επίδραση στην άμβλυση της καταπόνησης στο ψύχος.

Κατά τους Kuriene et al. (2012), η εφαρμογή προλίνης εξωγενώς στην ελαιοκράμβη, είχε σαν αποτέλεσμα σημαντική αύξηση της αντοχής στο ψύχος.

### 1.11.3 Antiheat

Είναι πολυχηλικό λίπασμα ιχνοστοιχείων. Περιέχει στοιχεία σε χηλική μορφή με EDTA (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn). Αυξάνει τη φωτοσύνθεση των φυτών, την αντοχή των φυτών σε αντίξοες συνθήκες και τη δυνατότητα απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε διαφυλλικά, είτε μέσω των συστημάτων άρδευσης (υδρολίπανση).

## 1.12 Σκοπός του πειράματος

Σκοπός του πειράματος είναι, να μελετηθεί η ανθεκτικότητα τεσσάρων ποικιλιών ελιάς στο ψύχος, τριών ελληνικών (Κορωνέικη, Μαυρελιά, Γαϊδουρελιά) και μιας Ισπανικής (Πικουάλ). Συγκεκριμένα εξετάστηκε η επίδραση του ψύχους στις χλωροφύλλες, στο υπεροξειδίο του υδρογόνου, στην υπεροξειδωση των λιπιδίων, στην εκροή των ηλεκτρολυτών, στις ολικές φαινολικές ενώσεις, στις ο-διφαινόλες, στις φλαβανόλες, στα ολικά φλαβονοειδή και στα αντιοξειδωτικά (FRAP, DPPH). Ακόμα, προσδιορίστηκε και ο τραυματισμός από ψύξη.

Επίσης έγιναν επεμβάσεις στα δένδρύλλια (ψεκασμοί με τα σκευάσματα Fitomaat, Antiheat και Bluestim) και μετά αυτά εκτέθηκαν στο ψύχος. Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο δένδροκομείο και εκτιμήθηκε η ζημιά που είχαν υποστεί.



## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Γενικά

Το πείραμα έγινε στο εργαστήριο Δενδροκομίας και στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η χρονική διάρκεια ήταν, από το χειμώνα του 2017, μέχρι το καλοκαίρι του 2017.

### 2.2 Φυτικό υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν νεαρά δενδρύλλια ενός έτους, τα οποία προήλθαν από το φυτώριο Κωστελένου. Ήταν απαλλαγμένα από φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς, δεν είχαν συμπτώματα τροφопενιών, ούτε είχαν υποστεί μηχανική βλάβη, κατά τη μεταφορά τους στο δενδροκομείο από το φυτώριο. Δεν ήταν προσβεβλημένα από εντομολογικούς εχθρούς. Κάθε δενδρύλλιο έφερε ετικέτα όπου αναγραφόταν η ποικιλία.

Τα δενδρύλλια τοποθετήθηκαν στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και χωρίστηκαν σε δύο ομάδες.

Στην πρώτη ομάδα, πάνω στις ετικέτες σημειώθηκε η θερμοκρασία (-5°C, ή -7°C, ή -10°C) στην οποία θα εκτεθεί το κάθε δενδρύλλιο.

Στη δεύτερη ομάδα, πάνω στις ετικέτες σημειώθηκε η επέμβαση που θα γίνει στο κάθε δενδρύλλιο, δηλαδή το σκεύασμα με το οποίο θα ψεκαστεί (Fitomaat, ή Bluestim, ή Antiheat).

Συνολικά τα δενδρύλλια ήταν 96. Κάθε ομάδα περιελάμβανε 48 δενδρύλλια.

Τα δενδρύλλια ποτίζονταν, για να διατηρούνται σε καλή φυσιολογική κατάσταση. Το καλοκαίρι που οι ανάγκες των δενδρυλλίων ήταν αυξημένες σε νερό, η συχνότητα των ποτισμάτων ήταν μεγαλύτερη, για να αποφευχθεί η αφυδάτωση των φυτικών ιστών.

### 2.3 Θάλαμος ψύξης-Συνθήκες

Η καταπόνηση των δενδρυλλίων στο ψύχος, πραγματοποιήθηκε σε ψυκτικό θάλαμο του εργαστηρίου Δενδροκομίας, στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Τα δενδρύλλια της πρώτης ομάδας, μεταφέρθηκαν από το δενδροκομείο στο εργαστήριο Δενδροκομίας. Από κάθε ποικιλία, κάποια δενδρύλλια εκτέθηκαν βαθμιαία στους  $-5^{\circ}\text{C}$ , κάποια στους  $-7^{\circ}\text{C}$  και κάποια άλλα στους  $-10^{\circ}\text{C}$ , στο θάλαμο ψύξης. Τα δενδρύλλια, παρέμειναν στην εκάστοτε θερμοκρασία για δύο ώρες. Η θερμοκρασία μειώνονταν σταδιακά κατά περίπου  $1,5^{\circ}\text{C}$  έως  $2,0^{\circ}\text{C}$  ανά ώρα, ώστε να αποφευχθεί η απότομη καταπόνηση από το ψύχος. Μετά το πέρας των δύο ωρών στην κατώτατη θερμοκρασία, λαμβάνονταν φύλλα ώστε να μετρηθούν το υπεροξειδίο του υδρογόνου, οι χλωροφύλλες, η εκροή ηλεκτρολυτών, η υπεροξειδωση των λιπιδίων και ο τραυματισμός από ψύξη. Κάποια άλλα δενδρύλλια δεν εκτέθηκαν στο ψύχος και χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες (αναπτύσσονταν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος). Ελήφθησαν φύλλα και από τους μάρτυρες, για να γίνουν οι παραπάνω μετρήσεις.

Από τα παραπάνω δενδρύλλια (μάρτυρες και μη), ελήφθησαν φύλλα, εμβαπτίστηκαν σε υγρό άζωτο και τοποθετήθηκαν σε καταψύκτη στους  $-80^{\circ}\text{C}$ . Εκεί παρέμειναν για ένα μήνα.

Στο δεύτερο κύκλο του πειράματος, πραγματοποιήθηκαν οι ψεκασμοί πλήρους καλύψεως των δενδρυλλίων της δεύτερης ομάδας στο δενδροκομείο (κάποια με το σκεύασμα Antiheat, μερικά με το σκεύασμα Bluestim και κάποια άλλα με το σκεύασμα Fitomaat), ενώ κάποια δενδρύλλια της δεύτερης ομάδας χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες και δεν ψεκάστηκαν. Τρεις ημέρες αργότερα, αυτά τα δενδρύλλια (ψεκασμένα και μάρτυρες) μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Δενδροκομίας και εκτέθηκαν στους  $-10^{\circ}\text{C}$  στο θάλαμο ψύξης. Ελήφθησαν φύλλα από αυτά τα δενδρύλλια, ώστε να μετρηθούν οι χλωροφύλλες, η υπεροξειδωση των λιπιδίων, το υπεροξειδίο του υδρογόνου, η εκροή ηλεκτρολυτών και ο τραυματισμός από ψύξη.

Από τα παραπάνω δενδρύλλια (μάρτυρες και μη), ελήφθησαν φύλλα που εμβαπτίστηκαν σε υγρό άζωτο και τοποθετήθηκαν στον καταψύκτη στους  $-80^{\circ}\text{C}$ . Εκεί παρέμειναν για ένα μήνα.

## 2.4 Μέτρηση χλωροφυλλών

Πέντε δισκία φύλλων τοποθετήθηκαν σε falcon και εκχυλίστηκαν με 10 ml ακετόνης 80% σε Ultra Turrax. Στη συνέχεια εκχυλίστηκαν σε κατακόρυφο περιστροφέα, για 30 λεπτά και μετά τοποθετήθηκαν στη φυγόκεντρο για 6 λεπτά, σε 4000 στροφές. Το φασματοφωτόμετρο ρυθμίστηκε στα μήκη κύματος 663 nm και 645 nm και μηδενίστηκε με διάλυμα ακετόνης, το οποίο τοποθετήθηκε στην κυβέττα. Μετά τοποθετήθηκαν στην κυβέττα τα δείγματα των εκχυλισμένων φυτικών ιστών και μετρήθηκε η τιμή της απορρόφησης για το καθένα από αυτά, στα μήκη κύματος 663 nm και 645 nm. Για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις του Lichtenthaler:

$$\text{CHLa (}\mu\text{g/ml)} = 11,64 * \text{ABS}_{663} - 2,16 * \text{ABS}_{645}$$

$$\text{CHLb (}\mu\text{g/ml)} = 20,97 * \text{ABS}_{645} - 3,94 * \text{ABS}_{663}$$

## 2.5 Μέτρηση βαθμού υπεροξειδωσης λιπιδίων

Ζυγίστηκαν 0,2 g φυτικού ιστού, τοποθετήθηκαν σε falcon και εκχυλίστηκαν με 8 ml 0,25 % w/v θειοβαρβιτουρικό οξύ TBA σε 10% w/v τριχλωρο-οξικό οξύ TCA, σε Ultra Turrax. Το υδατόλουτρο ρυθμίστηκε στους 95°C και πραγματοποιήθηκε η εκχύλιση για 30 λεπτά. Στη συνέχεια έγινε ψύξη των δειγμάτων και μετά τοποθετήθηκαν στη φυγόκεντρο για 10 λεπτά, σε 4000 στροφές. Το φασματοφωτόμετρο ρυθμίστηκε στα μήκη κύματος 532 nm και 600 nm και μηδενίστηκε με διάλυμα 0,25% w/v TBA σε 10% w/v TCA, το οποίο τοποθετήθηκε στην κυβέττα. Μετά τοποθετήθηκαν στην κυβέττα τα δείγματα των εκχυλισμένων φυτικών ιστών και μετρήθηκε η τιμή της απορρόφησης για το καθένα από αυτά, στα μήκη κύματος 532 nm και 600 nm.

## 2.6 Μέτρηση συγκέντρωσης υπεροξειδίου του υδρογόνου

Ζυγίστηκαν 0,1 g φυτικού ιστού, τοποθετήθηκαν σε falcon και εκχυλίστηκαν με 10 ml ρυθμιστικού διαλύματος (buffer)  $\text{KH}_2\text{PO}_4 / \text{K}_2\text{HPO}_4$  με pH 6,5, σε Ultra Turrax. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στη φυγόκεντρο για 6 λεπτά, σε 4000 στροφές. Σε νέα falcon, τοποθετήθηκαν στο καθένα 3 ml εκχυλισμένου φυτικού ιστού και 1ml  $\text{TiSO}_4$

(0,1%) σε 20%  $H_2SO_4$ . Μετά τοποθετήθηκαν στη φυγόκεντρο για 15 λεπτά, σε 4000 στροφές. Το φασματοφωτόμετρο ρυθμίστηκε στο μήκος κύματος 410 nm και μηδενίστηκε με διάλυμα  $TiSO_4$  σε 20%  $H_2SO_4$ , το οποίο τοποθετήθηκε στην κυβέττα. Μετά τοποθετήθηκαν στην κυβέττα τα δείγματα των εκχυλισμένων φυτικών ιστών και μετρήθηκε η τιμή της απορρόφησης για το καθένα από αυτά, στο μήκος κύματος 410 nm.

## 2.7 Μέτρηση της εκροής ηλεκτρολυτών

Τα φύλλα κόπηκαν σε κομμάτια και τοποθετήθηκαν σε falcon, στο οποίο προστέθηκαν 7 ml απιονισμένου νερού και τα οποία τοποθετήθηκαν σε ρότορα και έγινε περιοδική ανάδευση για 2 ώρες. Στη συνέχεια μετρήθηκε η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC1) των δειγμάτων, με αγωγιμόμετρο. Μετά τη μέτρηση της αγωγιμότητας, τα διαλύματα τοποθετήθηκαν σε κλίβανο αποστείρωσης στους 121°C για 20 λεπτά. Μετά την έξοδο των falcon από τον κλίβανο, μετρήθηκε η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC2) των δειγμάτων, με αγωγιμόμετρο.

## 2.8 Τραυματισμός από ψύξη

Δέκα δισκία φύλλων τοποθετήθηκαν σε falcon. Προστέθηκαν 4 ml ρυθμιστικού διαλύματος (buffer)  $KH_2PO_4 / K_2HPO_4$  με pH 7,4 + 0,6% w/v triphenyl tetrazolium chloride TTC. Στη συνέχεια έγινε διήθηση σε κενό. Το υδατόλουτρο ρυθμίστηκε στους 30°C και τοποθετήθηκαν σε αυτό τα falcon, για 15 ώρες. Όταν τα falcon βγήκαν από το υδατόλουτρο, έγινε αποχωρισμός των δισκίων των φύλλων από το διάλυμα και τα δισκία ξεπλύθηκαν με απεσταγμένο νερό. Τα δισκία των φύλλων τοποθετήθηκαν πάλι στα falcon και εκχυλίστηκαν με 7 ml 95% αιθανόλης, μέσα σε υδατόλουτρο με θερμοκρασία 95°C. Όταν τα falcon βγήκαν από το υδατόλουτρο, πραγματοποιήθηκε ισχυρή ανάδευση. Στη συνέχεια έγινε ψύξη των εκχυλισμένων δειγμάτων σε κρύο νερό και μετά προστέθηκε ποσότητα αιθανόλης 95%, μέχρι όγκου 10 ml. Το φασματοφωτόμετρο ρυθμίστηκε στα μήκη κύματος 485 nm και 530 nm και μηδενίστηκε με διάλυμα 95% αιθανόλης, το οποίο τοποθετήθηκε στην κυβέττα. Μετά τοποθετήθηκαν στην κυβέττα τα εκχυλισμένα δείγματα και μετρήθηκε

η τιμή της απορρόφησης για το καθένα από αυτά, στα μήκη κύματος 485 nm και 530 nm. Ο τραυματισμός υπολογίστηκε από την εξίσωση του Steponkus (1967):

$$TTC = (T/C) * 100$$

## 2.9 Λυοφιλίωση

Ελήφθησαν τα φύλλα από τις σακούλες πολυαιθυλενίου που βρίσκονταν στον καταψύκτη και τοποθετήθηκαν σε σακουλάκια από τούλι στο freeze dryer, για να ξεραθούν.

Τα φύλλα παρέμειναν για τρεις ημέρες στο freeze dryer.

## 2.10 Μύλος

Ελήφθησαν τα αποξηραμένα φύλλα, αλέστηκαν στο μύλο και τοποθετήθηκαν σε καταψύκτη, μέσα σε σακούλα πολυαιθυλενίου. Στην ξηρή αυτή ουσία πραγματοποιήθηκαν οι εκχυλίσεις των φαινολικών ουσιών (ολικές φαινόλες, ο-διφαινόλες, φλαβανόλες και φλαβονοειδή) και μετρήθηκαν τα αντιοξειδωτικά (FRAP, DPPH) σύμφωνα με τη μέθοδο των Roussos et al.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### Επίδραση των θερμοκρασιών ψύξης ανά ποικιλία

##### Ποικιλία Κορωνέϊκη

Στις φλαβανόλες, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 1). Η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών, φλαβονοειδών και φλαβανολών, παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι ελιές που εκτέθηκαν στους  $-5^{\circ}\text{C}$ , είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών και τη χαμηλότερη τιμή για το DPPH και για το FRAP.

**Πίνακας 1.** Επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στην ποικιλία Κορωνέϊκη

Επεμβάσεις	Phenols	o- diphenols	Flavonoids	Flavanols	DPPH	FRAP
	(GAE $\text{mg}^{-1}$ DW)	(CAE $\text{mg}^{-1}$ DW)	(CAE $\text{mg}^{-1}$ DW)	(CtE $\text{mg}^{-1}$ DW)	( $\mu\text{mol Trolox}$ $\text{mg}^{-1}$ DW)	( $\mu\text{mol Trolox}$ $\text{mg}^{-1}$ DW)
<b>Μάρτυρας</b>	30,67 c	10,6 c	53,51 b	12,47 a	18,91 b	26,7 c
<b>-5 °C</b>	18,9 a	4,78 a	45,82 a	12,27 a	12,4 a	13,9 a
<b>-7 °C</b>	22 ab	5,57 ab	47,93 a	12,43 a	14,71ab	18,05b
<b>-10 °C</b>	24,68 b	9,95 bc	49,31 ab	12 a	13,34 a	21,29 b

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις χλωροφύλλες ( $\alpha$ ,  $\beta$  και ολικές), στο υπεροξειδίο του υδρογόνου ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) και στον τραυματισμό από ψύξη (TTC), δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 2). Η υψηλότερη συγκέντρωση των χλωροφυλλών ( $\alpha$ ,  $\beta$  και ολικές) και η χαμηλότερη τιμή της εκροής των ηλεκτρολυτών, παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στις ελιές που εκτέθηκαν στους  $-10^{\circ}\text{C}$ , το

υπεροξειδίου του υδρογόνου είχε την υψηλότερη συγκέντρωση και η υπεροξειδωση των λιπιδίων ήταν η χαμηλότερη. Οι ελιές που εκτέθηκαν στους -5°C, υπέστησαν τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη.

**Πίνακας 2.** Επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στην ποικιλία Κορωνέικη

Επεμβάσεις	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS (nmol/g f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
<b>Μάρτυρας</b>	2,4a	0,95a	3,33a	2,2a	71,01c	21,26a	
<b>-5 °C</b>	1,92a	0,75a	2,7a	2,3a	49,95ab	29,7ab	74,2a
<b>-7 °C</b>	1,86a	0,71a	2,6a	2,5a	62,39bc	27,52ab	93,4a
<b>-10 °C</b>	1,54a	0,62a	2,2a	3,43a	47,4a	34,41b	91,42a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).*

### Ποικιλία Μαυρελιά

Στα φαινολικά, στις ο-διφαινόλες και στις φλαβανόλες, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 3). Η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών και φλαβονοειδών, παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι ελιές που εκτέθηκαν στους -7°C, είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών. Η υψηλότερη συγκέντρωση φλαβανολών και η χαμηλότερη τιμή για το DPPH και το FRAP, βρέθηκε σε ελιές που εκτέθηκαν στους -10°C.

**Πίνακας 3.** Επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στην ποικιλία Μαυρελιά

Επεμβάσεις	Phenols	o-diphenols	Flavonoids	Flavanols	DPPH	FRAP
	(GAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg DW)	(CtE mg DW)	(μmol 1000x mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol 1000x mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Μάρτυρας</b>	35,58 a	9 a	63,25 b	12,07 a	30,93c	32,71 c
<b>-5 °C</b>	33,81 a	8,57 a	58,12 ab	12,09 a	26,3bc	28,91bc
<b>-7 °C</b>	32,79 a	6,79 a	56,9 ab	12,1 a	25,8 b	26,43 b
<b>-10 °C</b>	28,46 a	7 a	53,72 a	12,3 a	18,44a	21,12 a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις χλωροφύλλες (α, β και ολικές), στο υπεροξειδίο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) και στον τραυματισμό από ψύξη (TTC), δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 4). Η υψηλότερη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές), παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στις ελιές που εκτέθηκαν στους -7°C, το υπεροξειδίο του υδρογόνου είχε την υψηλότερη συγκέντρωση. Η υπεροξειδωση των λιπιδίων ήταν η χαμηλότερη, στις ελιές που εκτέθηκαν στους -5°C. Η εκροή των ηλεκτρολυτών είχε την υψηλότερη τιμή, στις ελιές που εκτέθηκαν στους -10°C. Τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη, υπέστησαν οι ελιές που εκτέθηκαν στους -7°C.



**Πίνακας 4.** Επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στην ποικιλία Μαυρελιά

Επεμβάσεις	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS (nmol/g f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
<b>Μάρτυρας</b>	2,47a	1a	3,47a	2,33a	70,12ab	31,42a	
<b>-5 °C</b>	2,22a	0,93a	3,15a	2,8a	52,42a	38ab	124a
<b>-7 °C</b>	2,14a	0,9a	2,99a	3,95a	73,8b	30,1a	108,81a
<b>-10 °C</b>	2,1a	0,9a	2,98a	3,21a	54,18ab	39,64b	118,17a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).*

### Ποικιλία Γαϊδουρελιά

Στα φαινολικά, στις ο-διφαινόλες, στα φλαβονοειδή και στις φλαβανόλες, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 5). Η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών και η υψηλότερη τιμή για το FRAP, παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν στους -10°C. Οι ελιές που εκτέθηκαν στους -7°C, είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών και τη χαμηλότερη τιμή για το DPPH. Η χαμηλότερη συγκέντρωση φλαβανολών, παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν στους -5°C.

**Πίνακας 5.** Επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στην ποικιλία Γαϊδουρελιά

Επεμβάσεις	Phenols	o- diphenols	Flavonoids	Flavanols	DPPH	FRAP
	(GAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CtE mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Μάρτυρας</b>	30,61 b	7,34 a	52,72 a	12,14 a	19,32 b	25,13 b
<b>-5 °C</b>	30,74 b	8,19 a	53,96 a	11,98 a	22,7 b	25,4 b
<b>-7 °C</b>	23,72 a	7,29 a	45,91 a	12,19 a	13,61 a	17,11 a
<b>-10 °C</b>	35 b	7,96 a	53,8 a	12 a	27,6 c	27,13 b

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συντομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις χλωροφύλλες (α, β και ολικές) και στην υπεροξειδωση των λιπιδίων, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 6). Η υψηλότερη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές), παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στις ελιές που εκτέθηκαν στους -7°C, το υπεροξειδίο του υδρογόνου είχε την υψηλότερη συγκέντρωση. Η οξειδωση των λιπιδίων ήταν η χαμηλότερη, στις ελιές που εκτέθηκαν στους -5°C. Η εκροή των ηλεκτρολυτών είχε την υψηλότερη τιμή, στις ελιές που εκτέθηκαν στους -10°C. Τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη, υπέστησαν οι ελιές που εκτέθηκαν στους -5°C.

**Πίνακας 6.** Επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στην ποικιλία Γαϊδουρελιά

Επεμβάσεις	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS (nmol/g f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
<b>Μάρτυρας</b>	3,2a	1,32a	4,48a	2,7a	71,4a	31,59a	
<b>-5 °C</b>	2,63a	1,11a	3,75a	4bc	57,93a	41,52b	93,01a
<b>-7 °C</b>	2,2a	0,92a	3,11a	4,88c	63,05a	38,08ab	150,6b
<b>-10 °C</b>	1,9a	0,83a	2,72a	3,07ab	59,6a	45,5b	106,22ab

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνοτομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).*

### Ποικιλία Πικουάλ

Στα φαινολικά, στις φλαβανόλες και στο FRAP, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 7). Η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών, καθώς και η υψηλότερη τιμή για το DPPH, παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν στους -5°C. Οι ελιές που εκτέθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών, καθώς και την υψηλότερη συγκέντρωση φλαβονοειδών. Η υψηλότερη συγκέντρωση φλαβανολών, παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν στους -7°C. Η χαμηλότερη τιμή για το FRAP, βρέθηκε σε ελιές που εκτέθηκαν στους -10°C.

**Πίνακας 7.** Επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στην ποικιλία Πικουάλ

Επεμβάσεις	Phenols	o- diphenols	Flavonoids	Flavanols	DPPH	FRAP
	(GAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CtE mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Μάρτυρας</b>	22,9 a	2,95 a	51,32 b	12,1 a	15,1 b	14,4 a
<b>-5 °C</b>	25,94 a	6,4 b	49,51 b	12,2 a	16,45 b	17,6 a
<b>-7 °C</b>	25,32 a	5,61 b	49,27 b	12,32 a	13,9 ab	15,71 a
<b>-10 °C</b>	21,3 a	3,93 a	43,39 a	12,2 a	9,79 a	13,6 a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συντομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις χλωροφύλλες (α, β και ολικές), στο υπεροξειδίο του υδρογόνου, στην υπεροξειδωση των λιπιδίων και στην εκροή των ηλεκτρολυτών, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 8). Η υψηλότερη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές) και η μεγαλύτερη υπεροξειδωση των λιπιδίων, παρατηρήθηκε στις ελιές που εκτέθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στις ελιές που εκτέθηκαν στους -7°C, το υπεροξειδίο του υδρογόνου είχε την υψηλότερη συγκέντρωση. Στις ελιές που εκτέθηκαν στους -5°C, η εκροή των ηλεκτρολυτών είχε την υψηλότερη τιμή. Τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη, υπέστησαν οι ελιές που εκτέθηκαν στους -10°C.

**Πίνακας 8.** Επίδραση της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στην ποικιλία Πικουάλ

Επεμβάσεις	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS (nmol/g f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
<b>Μάρτυρας</b>	3a	1,26a	4,25a	2,38a	73,9a	26,45a	
<b>-5 °C</b>	2,52a	1,03a	3,54a	2,5a	60,3a	37,4a	83,4a
<b>-7 °C</b>	2,32a	1,02a	3,34a	3a	71,02a	30,9a	110,23b
<b>-10 °C</b>	2,14a	0,99a	3,13a	2,8a	57,4a	33,41a	78,84a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).*

## Διαφορές μεταξύ ποικιλιών υπό τις διάφορες θερμοκρασίες

### Υπό θερμοκρασία περιβάλλοντος

Στις ποικιλίες Κορωνέϊκη, Μαυρελιά, Γαϊδουρελιά και Πικουάλ, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στη συγκέντρωση των φλαβονολών (Πίνακας 9). Στη Μαυρελιά, βρέθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών και φλαβονοειδών, καθώς και η υψηλότερη τιμή για το DPPH και το FRAP. Στην Πικουάλ, παρατηρήθηκε η χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών. Η υψηλότερη συγκέντρωση φλαβονολών βρέθηκε στην Κορωνέϊκη.

**Πίνακας 9.** Επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, υπό συνθήκες περιβάλλοντος

Ποικιλίες	Phenols (GAE mg <sup>-1</sup> DW)	o- diphenols (CAE mg <sup>-1</sup> DW)	Flavonoids (CAE mg <sup>-1</sup> DW)	Flavanols (CtE mg <sup>-1</sup> DW)	DPPH (μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)	FRAP (μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Κορωνέϊκη</b>	30,67 b	10,6 b	53,51 a	12,47 a	18,91ab	26,7bc
<b>Μαυρελιά</b>	38,46 c	8,5 b	64,4 b	12,03 a	30,93 c	32,71c
<b>Γαΐδουρελιά</b>	30,61 b	7,34 ab	52,72 a	12,14 a	19,32 b	25,13b
<b>Πικουάλ</b>	22,9 a	2,95 a	51,32 a	12,1 a	15,1 a	14,4 a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις ποικιλίες Κορωνέϊκη, Μαυρελιά, Γαΐδουρελιά και Πικουάλ, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές) και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση των λιπιδίων (Πίνακας 10). Στην Γαΐδουρελιά, παρατηρήθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές) και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και η υψηλότερη τιμή της εκροής των ηλεκτρολυτών. Στην Μαυρελιά, η υπεροξειδωση των λιπιδίων, ήταν η χαμηλότερη.

**Πίνακας 10.** Επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών, και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων και στην εκροή ηλεκτρολυτών, υπό συνθήκες περιβάλλοντος

Ποικιλίες	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS (nmol/g f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)
Κορωνέικη	2,4a	0,95a	3,33a	2,21a	71,01a	21,26a
Μαυρελιά	2,47a	1a	3,47a	2,33a	70,12a	31,42b
Γαϊδουρελιά	3,2a	1,32a	4,48a	2,7a	71,4a	31,59b
Πικουάλ	3a	1,26a	4,25a	2,38a	73,9a	26,45ab

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

Συνοτομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).

### Υπό θερμοκρασία -5°C

Στις ποικιλίες Κορωνέικη, Μαυρελιά, Γαϊδουρελιά και Πικουάλ, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στη συγκέντρωση φλαβονολών (Πίνακας 11). Στην Μαυρελιά, βρέθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών, ο-διφαινολών, φλαβονοειδών, καθώς και η υψηλότερη τιμή για το DPPH και το FRAP. Η χαμηλότερη συγκέντρωση φλαβονολών, παρατηρήθηκε στην Γαϊδουρελιά.

**Πίνακας 11.** Επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στους -5°C

<b>Ποικιλίες</b>	<b>Phenols</b> (GAE mg <sup>-1</sup> DW)	<b>o- diphenols</b> (CAE mg <sup>-1</sup> DW)	<b>Flavonoids</b> (CAE mg <sup>-1</sup> DW)	<b>Flavanols</b> (CtE mg <sup>-1</sup> DW)	<b>DPPH</b> (μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)	<b>FRAP</b> (μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Κορωνέικη</b>	18,9 a	4,78 a	45,82 a	12,27 a	12,4 a	13,9 a
<b>Μαυρελιά</b>	31,91 c	9,6 c	58,74 c	12,07 a	26,3 c	28,91b
<b>Γαϊδουρελιά</b>	30,74 c	8,2 bc	53,96 b	11,98 a	22,7 bc	25,4 b
<b>Πικουάλ</b>	25,94 b	6,4 ab	49,51 a	12,2 a	16,45ab	17,6 a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας α=0,05

*Συντομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις ποικιλίες Κορωνέικη, Μαυρελιά, Γαϊδουρελιά και Πικουάλ, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές), καθώς και στην υπεροξειδωση των λιπιδίων και στην εκροή των ηλεκτρολυτών (Πίνακας 12). Στην Γαϊδουρελιά, παρατηρήθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές) και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και η υψηλότερη τιμή της εκροής των ηλεκτρολυτών. Στην Κορωνέικη, η υπεροξειδωση των λιπιδίων, ήταν η χαμηλότερη. Τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη, υπέστη η Κορωνέικη.



**Πίνακας 12.** Επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών, και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στους -5°C

Ποικιλίες	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS (nmol/g f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
Κορωνέικη	1,92a	0,75a	2,7a	2,3a	49,95a	29,7a	74,2a
Μαυρελιά	2,22a	0,93a	3,15a	2,8a	52,42a	38a	124b
Γαϊδουρελιά	2,63a	1,11a	3,75a	4b	57,93a	41,52a	93a
Πικουάλ	2,52a	1,03a	3,54a	2,5a	60,3a	37,4a	83,4a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

Συνοτομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).

### Υπό θερμοκρασία -7°C

Στην Μαυρελιά, βρέθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών και φλαβονοειδών, καθώς και η υψηλότερη τιμή για το DPPH και το FRAP (Πίνακας 13). Στην Κορωνέικη, παρατηρήθηκε η χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών και η υψηλότερη συγκέντρωση φλαβονολών.

**Πίνακας 13.** Επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στους -7°C

Ποικιλίες	Phenols	o- diphenols	Flavonoids	Flavanols	DPPH	FRAP
	(GAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg DW <sup>-1</sup> )	(CtE mg DW <sup>-1</sup> )	(μmol 1 g <sup>-1</sup> DW)	(μmol 1 g <sup>-1</sup> DW)
<b>Κορωνέικη</b>	22a	5,57 a	47,93 a	12,43 b	14,71a	18,05 b
<b>Μαυρελιά</b>	35,43 b	6,81 b	58,45 b	12,11 a	25,8 b	26,43c
<b>Γαϊδουρελιά</b>	23,72 a	7,29 b	45,91 a	12,2 ab	13,61a	17,1 ab
<b>Πικουάλ</b>	25,32 a	5,61 a	49,27 a	12,32 ab	13,9 a	15,71 a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

Συνοτομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.

Στις ποικιλίες Κορωνέικη, Μαυρελιά, Γαϊδουρελιά και Πικουάλ, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές), καθώς και στην υπεροξειδωση των λιπιδίων (Πίνακας 14). Στην Πικουάλ, παρατηρήθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές). Η υψηλότερη συγκέντρωση υπεροξειδίου του υδρογόνου, βρέθηκε στην Γαϊδουρελιά. Στην Κορωνέικη, η υπεροξειδωση των λιπιδίων ήταν η χαμηλότερη και η εκροή των ηλεκτρολυτών είχε τη χαμηλότερη τιμή. Τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη, υπέστη η Κορωνέικη.

**Πίνακας 14.** Επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών, και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στους -7°C

Ποικιλίες	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS (nmol/g f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
Κορωνέικη	1,86a	0,71a	2,6a	2,5a	62,4a	27,52a	93,4a
Μαυρελιά	2,14a	0,9a	3a	3,95ab	73,8a	30,1a	108,8ab
Γαϊδουρελιά	2,2a	0,92a	3,11a	4,9b	63,05a	38,08b	150,6b
Πικουάλ	2,32a	1,02a	3,34a	3ab	71,02a	30,9a	110,23ab

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες:* CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).

### Υπό θερμοκρασία -10°C

Στις ποικιλίες Κορωνέικη, Μαυρελιά, Γαϊδουρελιά και Πικουάλ, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στη συγκέντρωση φλαβονολών (Πίνακας 15). Στην Πικουάλ, βρέθηκε η χαμηλότερη συγκέντρωση φαινολικών, ο-διφαινολών και φλαβονοειδών. Η υψηλότερη συγκέντρωση φλαβονολών, παρατηρήθηκε στην Μαυρελιά. Στην Γαϊδουρελιά, βρέθηκε η υψηλότερη τιμή για το DPPH και το FRAP.

**Πίνακας 15.** Επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στους -10°C

Ποικιλίες	Phenols (GAE mg <sup>-1</sup> DW)	o- diphenols (CAE mg <sup>-1</sup> DW)	Flavonoids (CAE mg <sup>-1</sup> DW)	Flavanols (CtE mg <sup>-1</sup> DW)	DPPH (μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)	FRAP (μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Κορωνέικη</b>	24,68 ab	9,95 c	49,31 ab	12 a	13,34 a	21,29 b
<b>Μαυρελιά</b>	28,43 b	6,91 b	53,25 b	12,3 a	18,44 b	21,12 b
<b>Γαϊδουρελιά</b>	35 c	7,96 b	53,8 b	12 a	27,6 c	27,13 c
<b>Πικουάλ</b>	21,3 a	3,93 a	43,39 a	12,2 a	9,79 a	13,6 a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συντομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις ποικιλίες Κορωνέικη, Μαυρελιά, Γαϊδουρελιά και Πικουάλ, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές) και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση των λιπιδίων και τον τραυματισμό από ψύξη (Πίνακας 16). Στην Πικουάλ, παρατηρήθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση των χλωροφυλλών (α, β και ολικές) και η εκροή των ηλεκτρολυτών είχε τη χαμηλότερη τιμή. Στην Κορωνέικη, η υπεροξειδωση των λιπιδίων ήταν η χαμηλότερη και η συγκέντρωση του υπεροξειδίου του υδρογόνου ήταν η υψηλότερη. Τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη, υπέστη η Πικουάλ.

**Πίνακας 16.** Επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών, και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στους -10°C

Ποικιλίες	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS ( $\text{nmol}/\text{g}$ f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
Κορωνέϊκη	1,54a	0,62a	2,2a	3,43a	47,4a	34,41a	91,42a
Μαυρελιά	2,1a	0,9a	2,98a	3,21a	54,18a	39,64ab	118,17a
Γαϊδουρελιά	1,9a	0,83a	2,72a	3,07a	59,6a	45,5b	106,22a
Πικουάλ	2,14a	1a	3,13a	2,8a	57,4a	33,41a	78,84a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).*

## Επίδραση των διαφόρων σκευασμάτων ανά ποικιλία στις διάφορες μετρούμενες παραμέτρους

### Ποικιλία Κορωνέϊκη

Στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat, παρατηρήθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών, η υψηλότερη τιμή για το DPPH και η υψηλότερη τιμή για το FRAP (Πίνακας 17). Η υψηλότερη συγκέντρωση φλαβονοειδών, παρατηρήθηκε στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim. Στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat, βρέθηκε η χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών. Στις φλαβανόλες, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι ελιές που δεν ψεκάστηκαν με κάποιο σκεύασμα, είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση φλαβανολών.

**Πίνακας 17.** Επίδραση των σκευασμάτων στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στην ποικιλία Κορωνέικη

Επεμβάσεις	Phenols	o- diphenols	Flavonoids	Flavanols	DPPH	FRAP
	(GAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CtE mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Μάρτυρας</b>	31,17 a	9,74 b	51,6 a	12,01 a	20,3 a	26,9 a
<b>Bluestim</b>	31,81ab	9,5 b	60,9 b	12,14 a	24,78ab	24,4 a
<b>Fitomaat</b>	36,24 b	14,14 c	56,94 ab	12,08 a	28,2 b	33,4 b
<b>Antiheat</b>	29,76 a	7,84 a	51,96 a	12,19 a	20,91 a	24,2 a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις χλωροφύλλες (α, β και ολικές), στο υπεροξειδίο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), στην υπεροξειδωση των λιπιδίων (tbars), στην εκροή των ηλεκτρολυτών (electrolyte leakage) και στον τραυματισμό από ψύξη (TTC), δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 18). Η υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφυλλών (α, β και ολικές), παρατηρήθηκε στις ελιές που δεν ψεκάστηκαν με κάποιο σκεύασμα. Το υπεροξειδίο του υδρογόνου είχε τη χαμηλότερη συγκέντρωση, σε ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim. Η εκροή των ηλεκτρολυτών είχε τη χαμηλότερη τιμή για τις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat. Οι ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat, υπέστησαν τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη. Σε αυτές τις ελιές, μετρήθηκε η μεγαλύτερη υπεροξειδωση των λιπιδίων.

**Πίνακας 18.** Επίδραση των σκευασμάτων στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στην ποικιλία Κορωνέικη

Επεμβάσεις	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS ( $\text{nmol}/\text{g}$ f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
<b>Μάρτυρας</b>	3,84 a	3,2 a	7,03 a	5,44a	81,01a	88,4a	100,24a
<b>Bluestim</b>	3,7 a	3,1 a	6,8 a	2,4 a	76,94a	86,88a	84,83a
<b>Fitomaat</b>	3,1 a	2,6 a	5,62 a	2,45a	83,65a	90,15a	76,2a
<b>Antiheat</b>	3,68 a	2,9 a	6,6 a	2,88a	75,2 a	85,84a	103,51a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).*

### Ποικιλία Μαυρελιά

Στις φλαβανόλες, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 19). Η χαμηλότερη συγκέντρωση φαινολικών, η χαμηλότερη συγκέντρωση φλαβονοειδών και η χαμηλότερη τιμή για το DPPH, παρατηρήθηκε στις ελιές που δεν ψεκάστηκαν με κάποιο σκεύασμα. Στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat, βρέθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών και η υψηλότερη τιμή για το FRAP. Η υψηλότερη συγκέντρωση φλαβανολών, παρατηρήθηκε, στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat.

**Πίνακας 19.** Επίδραση των σκευασμάτων στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στην ποικιλία Μαυρελιά

Επεμβάσεις	Phenols	o- diphenols	Flavonoids	Flavanols	DPPH	FRAP
	(GAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CtE mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol 1000x mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol 1000x mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Μάρτυρας</b>	36,91 a	11,39 b	58,92 a	12,02 a	27,78 a	30,08 a
<b>Bluestim</b>	47,48 ab	8,65 a	69,3 ab	12,04 a	38,52 c	39,96 b
<b>Fitomaat</b>	38,97 ab	11,58 b	67,47 ab	12,17 a	32,85 b	33,4 a
<b>Antiheat</b>	49,98 b	14,85 c	85 b	11,85 a	51,5 d	53,13 c

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

Συνομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.

Στις χλωροφύλλες (α, β και ολικές), στο υπεροξειδίο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), στην υπεροξειδωση των λιπιδίων (tbars), στην εκροή των ηλεκτρολυτών (electrolyte leakage) και στον τραυματισμό από ψύξη (TTC), δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 20). Η υψηλότερη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α παρατηρήθηκε στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat. Οι ελιές που δεν ψεκάστηκαν με κάποιο σκεύασμα, είχαν την υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β. Η υψηλότερη συγκέντρωση των ολικών χλωροφυλλών και η μεγαλύτερη υπεροξειδωση των λιπιδίων, μετρήθηκε στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim. Σε ελιές που δεν ψεκάστηκαν με κάποιο σκεύασμα, το υπεροξειδίο του υδρογόνου είχε τη χαμηλότερη συγκέντρωση και η εκροή των ηλεκτρολυτών είχε τη χαμηλότερη τιμή. Τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη, υπέστησαν οι ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim.



**Πίνακας 20.** Επίδραση των σκευασμάτων στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στην ποικιλία Μαυρελιά

Επεμβάσεις	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS (nmol/g f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
<b>Μάρτυρας</b>	2,19 a	0,94 a	3,13 a	2,23a	73,5a	84,62a	99,81a
<b>Bluestim</b>	2,3 a	0,93 a	3,2 a	2,93a	74a	86,1a	74,53a
<b>Fitomaat</b>	2,24 a	0,93 a	3,18 a	3,24a	67,5a	86,92a	80,12a
<b>Antiheat</b>	2,33 a	0,76 a	3,1 a	3,53a	72a	86,7a	80,41a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).*

### Ποικιλία Γαϊδουρελιά

Η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών και η υψηλότερη τιμή για το FRAP, παρατηρήθηκε στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat (Πίνακας 21). Οι ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat, είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών και την υψηλότερη συγκέντρωση φλαβονοειδών. Στις φλαβανόλες, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι ελιές που δεν ψεκάστηκαν με κάποιο σκεύασμα, είχαν την υψηλότερη συγκέντρωση φλαβανολών. Η χαμηλότερη τιμή για το DPPH, βρέθηκε σε ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim.

**Πίνακας 21.** Επίδραση των σκευασμάτων στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στην ποικιλία Γαϊδουρελιά

Επεμβάσεις	Phenols	o- diphenols	Flavonoids	Flavanols	DPPH	FRAP
	(GAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CtE mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Μάρτυρας</b>	41,93 ab	9,47 a	64,33 ab	12,14 a	30,65ab	31,72a
<b>Bluestim</b>	39,34 a	10,25 ab	60,02 a	11,85 a	29 a	30,61a
<b>Fitomaat</b>	40,68 a	8,19 a	70,67 b	11,77 a	31,54 ab	32,8 a
<b>Antiheat</b>	45,53 b	13,16 b	66,45 ab	11,78 a	34,73 b	37,5 b

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συντομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις χλωροφύλλες (α, β και ολικές), στο υπεροξειδίο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), στην υπεροξειδωση των λιπιδίων (tbars), στην εκροή των ηλεκτρολυτών (electrolyte leakage) και στον τραυματισμό από ψύξη (TTC), δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 22). Οι ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat, είχαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α και ολικών χλωροφυλλών. Η υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β και η μεγαλύτερη υπεροξειδωση των λιπιδίων μετρήθηκε, στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim. Το υπεροξειδίο του υδρογόνου είχε τη χαμηλότερη συγκέντρωση, σε ελιές που δεν ψεκάστηκαν με κάποιο σκεύασμα. Η εκροή των ηλεκτρολυτών είχε τη χαμηλότερη τιμή για τις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat. Τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη, υπέστησαν οι ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat.

**Πίνακας 22.** Επίδραση των σκευασμάτων στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στην ποικιλία Γαϊδουρελιά

Επεμβάσεις	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS ( $\text{nmol}/\text{g}$ f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
<b>Μάρτυρας</b>	3a	1,24a	4,24a	4,6a	75,11a	74,53a	99,54a
<b>Bluestim</b>	3,3a	1,53a	4,83a	7,27a	78,82a	82,83a	135,44a
<b>Fitomaat</b>	3,44a	1,52a	4,96a	6,73a	78,8a	75,4a	154,1a
<b>Antiheat</b>	2,49a	1,12a	3,61a	5,45a	71,2a	74,52a	88,4a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).*

### Ποικιλία Πικουάλ

Στα φαινολικά, στις ο-διφαινόλες, στις φλαβανόλες και στο FRAP, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 23). Η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών και η χαμηλότερη συγκέντρωση φλαβανολών, παρατηρήθηκε στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat. Οι ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat, είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση ο-διφαινολών και τη χαμηλότερη τιμή για το DPPH. Η υψηλότερη συγκέντρωση φλαβονοειδών και η υψηλότερη τιμή για το FRAP, βρέθηκε στις ελιές που δεν ψεκάστηκαν με κάποιο σκεύασμα.

**Πίνακας 23.** Επίδραση των σκευασμάτων στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, στην ποικιλία Πικουάλ

Επεμβάσεις	Phenols	o- diphenols	Flavonoids	Flavanols	DPPH	FRAP
	(GAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CAE mg <sup>-1</sup> DW)	(CtE mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)	(μmol Trolox mg <sup>-1</sup> DW)
<b>Μάρτυρας</b>	22,5 a	4,15 a	46,93 b	12,3 a	12,62 b	14,89 a
<b>Fitomaat</b>	20,91 a	3,7 a	42,9 a	12,05 a	9,54 a	12,97 a
<b>Antiheat</b>	23,82 a	4,7 a	46,05 ab	12,01 a	14,8 b	14 a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: GAE: gallic acid equivalents; CAE: caffeic acid equivalents; CtE: catechin equivalents; DW: dry weight.*

Στις χλωροφύλλες (α, β και ολικές), στο υπεροξειδίο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), στην υπεροξειδωση των λιπιδίων (tbars), στην εκροή των ηλεκτρολυτών (electrolyte leakage) και στον τραυματισμό από ψύξη (TTC), δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 24). Η υψηλότερη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α και των ολικών χλωροφυλλών, καθώς και η χαμηλότερη τιμή της εκροής των ηλεκτρολυτών, παρατηρήθηκε στις ελιές που δεν ψεκάστηκαν με κάποιο σκεύασμα. Στις ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim, μετρήθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση της χλωροφύλλης β, η χαμηλότερη συγκέντρωση του υπεροξειδίου του υδρογόνου και η μεγαλύτερη υπεροξειδωση των λιπιδίων. Τον μεγαλύτερο τραυματισμό από ψύξη, υπέστησαν οι ελιές που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat.

**Πίνακας 24.** Επίδραση των σκευασμάτων στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών και του υπεροξειδίου του υδρογόνου, καθώς και στην υπεροξειδωση λιπιδίων, στην εκροή ηλεκτρολυτών και στον τραυματισμό από ψύξη, στην ποικιλία Πικουάλ

Επεμβάσεις	CHLa ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	CHLb ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	TOTAL CHLS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{M}/\text{g}$ f.w.)	TBARS ( $\text{nmol}/\text{g}$ f.w.)	ELECTROLYTE LEAKAGE (%)	TTC (%)
<b>Μάρτυρας</b>	3,6a	1,6a	5,2a	4,62a	92,65a	81,77a	100,2a
<b>Bluestim</b>	3,35a	1,65a	5a	2,23a	97,2a	84,31a	97,1a
<b>Fitomaat</b>	3,4a	1,61a	4,97a	3,8a	86,09a	90,4a	85,45a
<b>Antiheat</b>	2,62a	1,24a	3,86a	2,6a	79,01a	89,75a	91,6a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

*Συνομογραφίες: CHL: χλωροφύλλες; TBARS: υπεροξειδωση λιπιδίων (thiobarbituric acid reactive substances); Electrolyte leakage: εκροή ηλεκτρολυτών; TTC: τραυματισμός από ψύξη (triphenyl tetrazolium chloride).*

**Ένταση συμπτωμάτων μετά από παραμονή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος**

Η ποικιλία Κορωνέικη δεν παρουσίασε κανένα σύμπτωμα, όταν εκτέθηκε για 2 ώρες στους  $-5^{\circ}\text{C}$ , όπως και όταν εκτέθηκε για 2 ώρες στους  $-7^{\circ}\text{C}$ .

Στους  $-10^{\circ}\text{C}$ , όλα τα δέντρα της ποικιλίας Κορωνέικη ξεράθηκαν εντελώς.

Από τα δενδρύλλια της ποικιλίας Κορωνέικη που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα antiheat, τα δύο δενδρύλλια ξεράθηκαν εντελώς και το ένα παρουσίασε ξηράνσεις σε ποσοστό  $> 50\%$ .

Από τα δενδρύλλια της ποικιλίας Κορωνέικη που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim, τα δύο δενδρύλλια ξεράθηκαν εντελώς και το ένα παρουσίασε ξηράνσεις σε ποσοστό  $> 50\%$ .

Από τα δενδρύλλια της ποικιλίας Κορωνέϊκη που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat, τα δύο δενδρύλλια ξεράθηκαν εντελώς και το ένα παρουσίασε ξηράνσεις σε ποσοστό > 50 %.

Η ποικιλία Μαυρελιά δεν παρουσίασε κανένα σύμπτωμα, όταν εκτέθηκε για 2 ώρες στους -5°C, όπως και όταν εκτέθηκε για 2 ώρες στους -7°C.

Στους -10°C, ένα δενδρύλλιο της ποικιλίας Μαυρελιά ξεράθηκε εντελώς, ένα δενδρύλλιο παρουσίασε ξηράνσεις σε ποσοστό < 25% και ένα δενδρύλλιο παρουσίασε ξηράνσεις σε ποσοστό > 50%.

Από τα δενδρύλλια της ποικιλίας Μαυρελιά που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat, τα δύο δενδρύλλια ξεράθηκαν εντελώς και το ένα παρουσίασε ξηράνσεις σε ποσοστό >50 %.

Από τα δενδρύλλια της ποικιλίας Μαυρελιά που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim, όλα τα δενδρύλλια ξεράθηκαν εντελώς.

Από τα δενδρύλλια της ποικιλίας Μαυρελιά που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat, τα δύο δενδρύλλια ξεράθηκαν εντελώς και το ένα παρουσίασε ξηράνσεις σε ποσοστό > 50 %.

Η ποικιλία Γαϊδουρελιά δεν παρουσίασε κανένα σύμπτωμα, όταν εκτέθηκε για 2 ώρες στους -5°C, όπως και όταν εκτέθηκε για 2 ώρες στους -7°C.

Στους -10°C, ένα δενδρύλλιο της ποικιλίας Γαϊδουρελιά ξεράθηκε εντελώς και δύο δενδρύλλια παρουσίασαν ξηράνσεις σε ποσοστό 25-50%.

Από τα δενδρύλλια της ποικιλίας Γαϊδουρελιά που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Antiheat, το ένα δενδρύλλιο ξεράθηκε εντελώς και τα άλλα δύο παρουσίασαν ξηράνσεις σε ποσοστό > 50 %.

Από τα δενδρύλλια της ποικιλίας Γαϊδουρελιά που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Bluestim, τα δύο δενδρύλλια ξεράθηκαν εντελώς και το ένα παρουσίασε ξηράνσεις σε ποσοστό > 50 %.

Από τα δενδρύλλια της ποικιλίας Γαϊδουρελιά που ψεκάστηκαν με το σκεύασμα Fitomaat, τα δύο δενδρύλλια ξεράθηκαν εντελώς και το ένα παρουσίασε ξηράνσεις σε ποσοστό > 50 %.

Η ποικιλία Πικουάλ δεν παρουσίασε κανένα σύμπτωμα, όταν εκτέθηκε για 2 ώρες στους  $-5^{\circ}\text{C}$ , όπως και όταν εκτέθηκε για 2 ώρες στους  $-7^{\circ}\text{C}$ .

Στους  $-10^{\circ}\text{C}$ , όλα τα δέντρα της ποικιλίας Πικουάλ ξεράθηκαν εντελώς.

Όλα τα δενδρύλλια της ποικιλίας Πικουάλ που ψεκάστηκαν με τα σκευάσματα Antiheat, Bluestim και Fitomaat ξεράθηκαν εντελώς.

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε όλες τις ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα, τα συμπτώματα στα δέντρα (ξηράνσεις φύλλων και βλαστών) ήταν σοβαρότερα στους  $-10^{\circ}\text{C}$ . Ο Fontanazza (1986) παρατήρησε ότι, το κατώτατο όριο θερμοκρασίας για την πρόκληση ζημιάς από παγετό στην ελιά είναι  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, όσον αφορά την ανθεκτικότητά τους στο ψύχος. Στους  $-5^{\circ}\text{C}$  και στους  $-7^{\circ}\text{C}$ , η Κορωνέϊκη ήταν η πιο ανθεκτική ποικιλία, γιατί είχε τη μικρότερη υπεροξειδωση λιπιδίων και την μικρότερη εκροή ηλεκτρολυτών. Στους  $-10^{\circ}\text{C}$ , η Πικουάλ ήταν η πιο ανθεκτική ποικιλία, γιατί είχε την μικρότερη συγκέντρωση υπεροξειδίου του υδρογόνου και την μικρότερη εκροή ηλεκτρολυτών. Στις παραπάνω θερμοκρασίες, η Γαΐδουρελιά ήταν η πιο ευαίσθητη ποικιλία, γιατί είχε τη μεγαλύτερη εκροή ηλεκτρολυτών. Για τις ποικιλίες Κορωνέϊκη, Μαυρελιά, Γαΐδουρελιά και Πικουάλ η θανατηφόρα θερμοκρασία ψύξης ήταν  $-10^{\circ}\text{C}$ . Από τους Moshtaghi et al. (2009), βρέθηκε ότι η ποικιλία Dehghan ήταν η πιο ανθεκτική στο ψύχος, γιατί είχε τη μικρότερη εκροή ηλεκτρολυτών. Στις ποικιλίες Roghani και Roghani riz, η θανατηφόρα θερμοκρασία ψύξης ήταν  $-8^{\circ}\text{C}$  και στην Dehghan ήταν  $-12,3^{\circ}\text{C}$ . Οι Barranco και Ruiz (2005) διαπίστωσαν ότι η ποικιλία Cornicabra ήταν η πιο ανθεκτική στο ψύχος και παρουσίαζε τη χαμηλότερη θανατηφόρα θερμοκρασία ψύξης που ήταν  $-13,3^{\circ}\text{C}$ . Η Πικουάλ είχε θανατηφόρα θερμοκρασία ψύξης  $-13,2^{\circ}\text{C}$ . Αντίθετα η Empeltre, ήταν η πιο ευαίσθητη ποικιλία στο ψύχος, με θανατηφόρα θερμοκρασία ψύξης  $-9,5^{\circ}\text{C}$ .

Για την ποικιλία Γαΐδουρελιά που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα βρέθηκε ότι, στους  $-10^{\circ}\text{C}$  η συγκέντρωση φαινολικών και αντιοξειδωτικών, ήταν υψηλότερη σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι Gulen et al. (2012), βρήκαν ότι στην ποικιλία ελιάς Gemlik, η έκθεση στους  $-10^{\circ}\text{C}$ , προκάλεσε αύξηση των φαινολικών και ενίσχυση της αντιοξειδωτικής ικανότητας.

Όταν οι ποικιλίες Πικουάλ και Γαΐδουρελιά εκτέθηκαν στους  $-5^{\circ}\text{C}$ , παρατηρήθηκε αύξηση των φαινολικών και των αντιοξειδωτικών (σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος). Οι Ben et al. (2003) διαπίστωσαν ότι, οι ποικιλίες μήλων Jonagold και Samprion παρουσίασαν αύξηση των φαινολικών και των



αντιοξειδωτικών, όταν εκτέθηκαν σε θερμοκρασία 1°C. Οι Holm et al. (2103) βρήκαν ότι, στους 4°C οι πατάτες παρουσίασαν αυξημένη συγκέντρωση φαινολικών και αντιοξειδωτικών.

Στο πείραμα που έγινε, η συγκέντρωση φαινολικών στα φύλλα των ποικιλιών Γαϊδουρελιά και Πικουάλ, ήταν υψηλότερη όταν εκτέθηκαν στους -5°C, ενώ η συγκέντρωση των χλωροφυλλών ήταν χαμηλότερη σε αυτή τη θερμοκρασία (σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος). Οι Ossipon et al. (2005) διαπίστωσαν ότι, στα φύλλα χειμωνιάτικου σίτου παρατηρήθηκε αύξηση των φαινολικών ενώσεων, σε θερμοκρασίες γύρω στους 0°C (σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος). Από τους Islek et al. (2009) διαπιστώθηκε ότι, η συγκέντρωση φαινολικών στα φύλλα πιπεριάς της ποικιλίας Mert, ήταν υψηλότερη όταν εκτέθηκαν σε χαμηλή θερμοκρασία (4°C), ενώ η συγκέντρωση των χλωροφυλλών, ήταν χαμηλότερη στην ίδια θερμοκρασία (σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος), υποδηλώνοντας ότι η χαμηλή θερμοκρασία αύξησε τη συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών και μείωσε αυτή των χλωροφυλλών σε ένα καλοκαιρινό είδος, όπως συνέβη στις περισσότερες περιπτώσεις και στο παρόν πείραμα, για την περίπτωση των χλωροφυλλών. Πιθανόν αυτό οφείλεται σε αυξημένη βιοσύνθεση των φαινολικών ουσιών για να αντιμετωπίσουν ενδεχόμενη οξειδωτική καταπόνηση, η οποία φαίνεται ότι ήδη έχει αρχίσει να δρα στις χλωροφύλλες.

Στις ποικιλίες Κορωνέϊκη και Μαυρελιά που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα, βρέθηκε ότι η συγκέντρωση φαινολικών ήταν χαμηλότερη στους -5°C, ενώ στις ποικιλίες Γαϊδουρελιά και Πικουάλ, ήταν υψηλότερη σε αυτή θερμοκρασία (σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος). Σύμφωνα με τους Rapisarda et al. (2008), στις ποικιλίες πορτοκαλιών Tarocco Messina, Tarocco Meli και Moro, παρατηρήθηκε αύξηση των φαινολικών όταν εκτέθηκαν στους 6°C, ενώ στις ποικιλίες πορτοκαλιών Onale και Valencia late, παρατηρήθηκε μείωση των φαινολικών (σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος), που φανερώνει ότι ο γονότυπος παίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό των φαινολικών ουσιών, υπό καταπόνηση ψύχους.

Όταν οι ποικιλίες Κορωνέϊκη και Μαυρελιά εκτέθηκαν στους -5°C στο πείραμα που έγινε, διαπιστώθηκε μείωση των φαινολικών (σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος). Οι Weidner et al. (2015) διαπίστωσαν ότι, υπήρξε μείωση των φαινολικών σε ποικιλίες αμπέλου, όταν εκτέθηκαν σε χαμηλές θερμοκρασίες. Οι

Lattanzio και Sumere (1987) παρατήρησαν ότι, όταν οι αγκινάρες εκτέθηκαν στους 4°C, παρουσίασαν μικρότερη συγκέντρωση φαινολικών, σε σχέση με τη θερμοκρασία των 20°C.

Στις ποικιλίες Κορωνέϊκη και Μαυρελιά που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα, η συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ήταν χαμηλότερη στους -5°C, ενώ στις ποικιλίες Γαϊδουρελιά και Πικουάλ ήταν υψηλότερη σε αυτή τη θερμοκρασία (σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος). Σύμφωνα με τους Connor et al. (2002), παρατηρήθηκε αύξηση των αντιοξειδωτικών σε ποικιλίες μπλούμπερυ, στους 5°C (σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος), ενώ στο παρόν πείραμα η μείωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των φύλλων των ποικιλιών Κορωνέϊκη και Μαυρελιά, συμβαδίζει με αυτή της μείωσης της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών, φανερώνοντας τη συσχέτιση και το ρόλο των φαινολικών ουσιών στην αντιοξειδωτική ικανότητα των ιστών.

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε διαπιστώθηκε ότι, η ποικιλία Γαϊδουρελιά παρουσίασε τη μεγαλύτερη εκροή ηλεκτρολυτών σε θερμοκρασία -10°C, πιθανόν απόδειξη του μεγαλύτερου βαθμού ζημίας που υπέστη η συγκεκριμένη ποικιλία. Οι Bartolozzi και Fontanazza (1999) διαπίστωσαν ότι, οι ποικιλίες ελιάς Bouteillan και Nostrale di Rigali, παρουσίασαν τη χαμηλότερη εκροή ηλεκτρολυτών στους -12°C, γεγονός που υποδεικνύει τη μεγαλύτερη αντοχή των ποικιλιών αυτών στο ψύχος. Οι Campos et al. (2003) παρατήρησαν ότι, η ποικιλία καφέ Dewevrei παρουσίασε τη μεγαλύτερη εκροή ηλεκτρολυτών σε θερμοκρασία 4°C, που προκάλεσε βλάβη των μεμβρανών.

Όσον αφορά τους ψεκασμούς με τα σκευάσματα Bluestim, Antiheat και Fitomaat που έγιναν στο πείραμα, διαπιστώθηκαν τα εξής. Στην άμβλυση της καταπόνησης στο ψύχος, στις ποικιλίες Κορωνέϊκη και Πικουάλ, συνέβαλαν τα σκευάσματα Bluestim και Antiheat, στην ποικιλία Μαυρελιά συνέβαλαν τα σκευάσματα Bluestim και Fitomaat ενώ στην ποικιλία Γαϊδουρελιά τα σκευάσματα Antiheat και Fitomaat. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν από τους Palliotti και Bonghi (1996), οι οποίοι έκαναν διαφυλλική εφαρμογή mefluidide, που αύξησε τη σκληραγώγηση των δέντρων στο ψύχος.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξένη Βιβλιογραφία

Alfei, B., Cavezza, G., Santinelli, A. and Panelli, G., 1999. Agronomic behaviour of native and non-native olive varieties of the Marche region (Italy). Pages 91-100 in 5th Convegno Nazionale sulla Biodiversità, Caserta, Italy. Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, Roma.

Allard, F., Houde, M., Krol, M., Ivanov, A., Huner, N. and Sarhan, F. 1998. Betaine improves freezing tolerance in wheat. *Plant and Cell Physiology*, Vol. 39, Issue 11, p. 1194–1202.

Almeida, F. J., 1940. Safra e contra safra na oliveira. Min. Agric. Direcção Geral dos serviços Agrícolas, Lisboa. Serie investigação no.7, 154 pp.

Aloi, A. 1899. Cultivo del olivo, extracción, purificación y conservación del aceite. Pages:5-27, Valencia, F. Vives, España.

Azzi, G. 1941. Ricerche ecologiche sull' olivo. *L' olivicoltura*, No 18:107-109.

Badr, S.A. and Hartmann, H.T. 1971. Effect of diurnally fluctuating vs constant temperatures on flower production and sex expression in the olive (*O.europaea L.*). *Physiologia Plantarum* Vol. 24:40-45.

Barranco, D. and Ruiz, N., 2005. Frost tolerance of eight olive cultivars. *Hortscience* 40(3): 558-560, Cordoba, Spain.

Bartolozzi, F. and Fontanazza, G., 1999. Assessment of frost tolerance in olive (*Olea europaea L.*). *Scientia Horticulturae*. Vol. 81, Issue 3, 309-319.

Campos, P.S., Quartin, V., Ramalho, J.C. and Nunes, M.A., 2003. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of coffee plants. *Journal of Plant Physiology*, 160(3):283-92.

Cansev, A., Gulen, H. and Eris, A., 2008. Cold-hardiness of olive (*Olea europaea L.*) cultivars in cold-acclimated and non-acclimated stages: seasonal alteration of antioxidative enzymes and dehydrin-like proteins. *The Journal of Agricultural Science*. Vol. 147, Issue 1, pp.51-61.

Cansev, A., Gulen, H., Celik, G. and Eris, A., 2012. Alterations in total phenolic content and antioxidant capacity in response to low temperatures in olive (*Olea*

*europaea* L. *Gemlik*). Plant Archives, 12(1):489-494.

Caruso, G. 1882. Monografia dell' olivo. Enciclopedia Agraria Italiana, Vol. 3, pages:501-533, Torino U.T.E.T., Italia.

Chandler, W.H, 1964. Evergreen orchards. Lea and Febiger, Philadelphia, 3<sup>rd</sup> edition, 622 pp.

Connor, A.M., Luby, J. J., Hancock, J.F., Berkheimer, S. and Hanson, E.J., 2002. Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50 (4), pp. 893–898.

De Candolle, G., 1880. Sur l' origin des especes cultivees. Paris.

El-Gazzar, A.M., El-Azab, E.M. and Sehata, M.,1979. Effect of irrigation with fractions of sea water and drainage water on growth and mineral composition of young grapes, guavas, oranges and olives. Alexandria Journal for Agricultural Research, 27: 207-219.

Fontanazza, G.,1986. Rinnovamento dell' olivicoltura colpita da freddo: orientamenti tecnici. L'olivo Dopo La Gelata. Giornale di Agricoltura. Vol. 42, pages:45-47, ISEA.

Francolini, F. 1923. Olivicoltura, pages:232, UTET Torino, Italia.

Gleeson, D., Lelu-Walter, M. and Parkinson, M., 2004. Influence of exogenous L-proline on embryogenic cultures of larch, sitka spruce and oak subjected to cold and salt stress. Annals of Forest Science, 61(2):125-128.

Griggs, W., Hartmann, H., Bradley, M., Iwakiri, B. and Whisler, J., 1975. Olive pollination in California. California Agricultural Experiment Station Bulletin 869:1-49.

Gucci, R. and Cantini, C., 2001. Potatura e forme di allevamento dell'olivo. Edagricole, Bologna, pp.174.

Hackett, W. P and Hartmann, H.T. 1963. Morphological development of buds of olive as related to low temperature requirement for inflorescence formation. Botanical Gazette 124, no.5:383-387.

Hackett, W. P and Hartmann, H.T. 1967. The influence of temperature on floral initiation in the olive. Physiologia Plantarum, 20:430-436.

Hackett, W. P. and Hartmann, H.T.,1964. Inflorescence formation in olive as influenced by low temperature, photoperiod and leaf area. *Botanical Gazette* 125 (1): 65-72.

Hartmann H. T. and Porlingis, I. 1957. Effect of different amount of winter chilling on fruitfulness of several olive varieties. *Botanical Gazette*, 119:102-104.

Hartmann, H.T and Opitz, K.W., 1977. Olive production in California. University of California. Division of Agricultural Sciences. Leaflet 2474.

Hartmann, H.T. and Hoffman, R.M., 1953. Olive fruit behavior. *California Agriculture*, 7(2):9-10.

Hartmann, H.T. and Kester, D.E., 1975. Plant propagation, principles and practice, 3<sup>rd</sup> edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Hartmann, H.T. and Panetsos, C.,1961. Effect of soil moisture deficiency during floral development on fruitfulness in the olive. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 78:209-217.

Hartmann, H.T. and Whisler, J.E.,1975. Flower production in olive as influenced by various chilling temperature regimes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 100(6):670-674.

Hartmann, H.T., 1951. Time of floral differentiation in the olive in California. *Botanical Gazette*, 112:323-327.

Hartmann, H.T., Opitz K.W. and Beutel, J.A.,1976. Olive production in California. Division of Agricultural Sciences. University of California. Leaflet 2474.U.S.A.

Hartmann, H.T.1969. Some observations on the olive-tree cultivation in Greece and the means of improving it. *Bull. Agric Bank of Greece*. Vol.168.

Hashempour, A. , Ghasemnezhad, M., Ghazvini, R.F. and Sohani, M.M., 2014. Olive (*Olea europaea* L.) freezing tolerance related to antioxidant enzymes activity during cold acclimation and non acclimation. *Acta Physiologiae Plantarum*. Vol. 36, Issue 12, p. 3231-3241.

Hidalgo Tablada, J. 1870. *Tratado del cultivo del olivo*. Madrid, Espana.

Jonytiené, V., Burbulis, N., Kupriené, R. and Blinstrubiené A., 2012. Effect of exogenous proline and de-acclimation treatment on cold tolerance in *Brassica napus*

- shoots cultured in vitro. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.10 (1): 327-330.
- Koc, E., Islek, C. and Ustun, A.S., 2010. Effect of cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper varieties. *Gazi University Journal of Science*, Vol. 23, Issue 1, p.1-6.
- Krol, A., Amarowicz, R. and Weidner, S., 2015. The effects of cold stress on the phenolic compounds and antioxidant capacity of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves. *Journal of Plant Physiology*, Vol. 189, p. 97-104.
- Kulen, O., Stushnoff, C. and Holm, D.G., 2013. Effect of cold storage on total phenolics content, antioxidant activity and vitamin C level of selected potato clones. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(10):2437- 44.
- Kumar, V. and Yadav, S. K., 2009. Proline and betaine provide protection to antioxidant and methylglyoxal detoxification systems during cold stress in *Camellia sinensis*. *Acta Physiologiae Plantarum*, Vol. 31, Issue 2, p. 261-269.
- Larcher, W.1970.Kälteresistenz und mediterraner Holzplanzer. *Oecol. Plant.* 5:267–286.
- Lattanzio, V. and Sumere, C., 1987. Changes in phenolic compounds during the development and cold storage of artichoke (*Cynara scolymus* L.) heads. *Food Chemistry*, Vol. 24, Issue 1, p. 37-50.
- Leja, M., Mareczek, A. and Ben, J., 2003. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. *Food Chemistry*, Vol. 80, Issue 3, p. 303-307.
- Lodolini, E.M.,Alfei, B., Santinelli,A.,Cioccolanti,T. and Neri,D.,2014. Frost tolerance and recovery ability in 20 olive varieties in Marche. *Acta Italus Hortus*, p.35.
- Marschner, H.1995.Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, 899pp.
- Marsico, D. F. 1962. Informe sobre envejecimiento premature des Olivares en America del Sur. Corporacion Nacional de Olivicultura. Argentina.
- Marsico, D.F.1964. Reactivacion de la productividad en el olivar adulto. IDIA, No 200:1-19.
- Morettini, A. 1968. La nuova olivicultura. Dalla tradizione alla realta economica. Italia Agricola, 1:5-32.

- Morettini, A., 1950. Olivicoltura, Ramo Editoriale degli Agricoltori, Roma. 522 pp.
- Mostaghi, E.Asl, Shahsavari, A.R. and Taslimpour, M.R., 2009. Ionic Leakage as indicators of cold hardiness in olive (*Olea europaea* L.). World Applied Sciences Journal 7 (10): 1308-1310.
- Nayyar, H., Chander, K., Kumar, S. and Bains, T., 2005. Glycine betaine mitigates cold stress damage in chickpea. Agronomy for sustainable development. Vol. 25, pp 381-388.
- Olenichenko, N.A., Ossipov, V.I. and Zagorskina N. V., 2006. Effect of cold hardening on the phenolic complex of winter wheat leaves. Russian Journal of Plant Physiology, Vol. 53, Issue 4, p. 495-500.
- Pallioti, A. and Bonghi, G. 1996. Freezing injury in the olive leaf and effects of mefluidide treatment. Journal of Horticultural Science. 71(1) 57-63 Perugia, Italy.
- Rallo, L. and Martin, G.C., 1991. The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy. Journal of the American Society for Horticultural Science, 116:1058-1062.
- Rapisarda, P., Bianco, M., Pannuzzo, P. and Timpanaro, N., 2008. Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes. Postharvest Biology and Technology. Vol. 49, Issue 3, p. 348-354.
- Schroeder, W. D and Rizi, A. D., 1967. Olive yield decline study in Tehana county. California Agricultural 21(3):8-9.
- Spiegel, P. 1957. Water requirements of the olive tree, critical periods of moisture stress and effect of irrigation upon the oil content of its fruit. Rep. 14th Int. Hort. Congr., Schevenigen, 1955, 2: 1363-74.
- Tombesi, A and Cartechini, A. 1986. The effect of crown shading on the differentiation of flowering buds in olive. Rivista della Ortoflorofruitticoltura Italiana, 70:277-285.
- Tombessi, A., 1984. The influence of shading on differentiation of olive inflorescences. Olea, 14:29-32.
- Xing, W. and Rajashekar, C.B., 2001. Glycine betaine involvement in freezing tolerance and water stress in *Arabidopsis thaliana*. Environmental and Experimental Botany 46(1): 21-28.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αναγνωστόπουλος, Π., 1939. Αι ποικιλίαι και η οικολογία της ελληνικής ελαιάς, σελ. 121, Αθήνα.
- Βαρβαρίγος, Ν., 2012. Βιολογική καλλιέργεια της ελιάς. Πτυχιακή εργασία.
- Βέμμος, Σ., 2017. Μέτρα προστασίας της ελιάς από τους παγετούς.
- Βολανάκη, Α., 2009. Βιολογική καλλιέργεια της ελιάς στην Ελλάδα. Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές της μεθόδου. Πτυχιακή μελέτη.
- Γρηγορίου, Κ., 1999. Επίδραση της σκίασης στη φωτοσυνθετική ικανότητα της ελιάς, ποικιλίας Κορωνέικη και οι επιπτώσεις της στη βλάστηση και καρποφορία. Διδακτορική Διατριβή, ΓΠΑ, σελ. 246.
- Λιονάκης, Σ., 2007. Γενικά για την καλλιέργεια της ελιάς. Φυσιολογία ανθογονίας-Αίτια ακαρπίας, σελ.96.
- Μισοπολινός, Ν. 1991. Προβληματικά Εδάφη, Μελέτη, Πρόληψη, Βελτίωση. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Μπαλατσούρας, Γ. 1984. Σύγχρονη ελαιοκομία: Το ελαιόδεντρο. Τόμος πρώτος, Εκδόσεις Ν. Μαυρομάτης & Σια ΕΠΕ.
- Πανέτσος, Χ., 1958. Συμβολή εις την μελέτην της βιολογίας του άνθους της ελιάς (*Olea europaea L.*). Διδακτορική διατριβή (Α.Γ.Σ.Α.).
- Ποντίκης, Κ. 2000. Ελαιοκομία. Εκδόσεις Α. Σταμούλη.
- Σφακιωτάκης, Ε., 1984. Μαθήματα Ελαιοκομίας, Υιοί Φ. Τριανταφύλλου, Θεσσαλονίκη.
- Τρίπκου, Α., 2010. Κυτταρογενετική μελέτη της ελιάς. Μεταπτυχιακή μελέτη.
- Χαρτζουλάκης, Κ. 2013. Η άρδευση της ελιάς – υδατικές ανάγκες και ποιότητα νερού. Μέθοδοι βιώσιμης διαχείρισης για την ελαιοκαλλιέργεια, σελ.9.







