



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΕΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ
ΚΛΑΔΟΣ ΙΙ: ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΡΓΩΝ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΑΠΟ ΤΙΣ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ»



ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Ν. ΚΟΥΖΟΥΝΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΜΟΥΤΣΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΕΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ
ΚΛΑΔΟΣ ΙΙ: ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΡΓΩΝ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ
ΕΛΛΑΔΑΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ»**

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Ν. ΚΟΥΖΟΥΝΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΜΟΥΤΣΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ
ΕΛΛΑΔΑΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ»**

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Ν. ΚΟΥΖΟΥΝΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΜΟΥΤΣΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΜΟΥΤΣΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΜΕΛΗ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ-ΣΕΡΕΛΗ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Γ.Π.Α.

ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΣΙΡΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
I. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	7
1. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	7
1.1. Γενικά	7
1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τις μικροκλιματικές συνθήκες γεωργικών περιοχών	8
2. ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ	12
2.1. Γενικά	12
2.2. Ιστορική ανασκόπηση	13
2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την φαινολογία	14
2.4. Φαινολογικές παρατηρήσεις και φαινολογικά στάδια	15
2.4.1 Κλίμακα BBCH	16
2.5. Η επιστήμη της φαινολογίας στη Γεωργία	17
2.6. Φαινολογία και μικρόκλιμα	21
2.7. Φαινολογία και κλιματική αλλαγή	23
II. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	26
1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	26
1.1. Επιλογή καλλιεργούμενων ειδών	26
1.2. Γενικά χαρακτηριστικά εξεταζόμενων φυτικών ειδών και ποικιλιών	26
1.2.1. Άμπελος	26
1.2.2. Αχλαδιά	29
1.2.3. Πορτοκαλιά	32
1.3. Περιοχές μελέτης	34
1.4. Φαινολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα	39
1.5. Στατιστική ανάλυση	40
2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	42
2.1. Φαινολογία αμπέλου με θερμομετρικές συνθήκες	42
2.2. Φαινολογία αχλαδιάς με θερμομετρικές συνθήκες	50
2.3. Φαινολογία πορτοκαλιάς με θερμομετρικές συνθήκες	56
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	66

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία ασχολείται με την αξιολόγηση των μικροκλιματικών συνθηκών χαρακτηριστικών γεωργικών περιοχών της Ελλάδας με έμφαση στις θερμομετρικές συνθήκες, βάσει των φαινολογικών παρατηρήσεων καλλιεργούμενων φυτών, στις περιοχές αυτές. Πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των φαινολογικών σταδίων των φυτών και των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών καθώς και αναλύσεις παλινδρόμησης, για να εξακριβωθεί ο βαθμός επίδρασης της θερμοκρασίας αέρος στα καλλιεργούμενα φυτά. Επίσης, παρουσιάζονται απλά φαινολογικά μοντέλα, με σκοπό την ικανοποιητική πρόβλεψη κρίσιμων φαινολογικών σταδίων, γεγονός που καθορίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τον χρόνο εφαρμογής φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την καταπολέμηση εντομολογικών εχθρών. Απώτερος σκοπός ήταν μια πρώτη προσπάθεια προς μια ορθολογική γεωργική πρακτική, με ουσιαστικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Η συγκεκριμένη έρευνα έγινε με ανάθεση και επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή, κ. Καμούτση Αθανάσιο τον οποίο ευχαριστώ θερμά για την υποστήριξη και την ουσιαστική καθοδήγηση που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησής της.

Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια κ. Αικατερίνη Χρονοπούλου-Σερέλη και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Τσίρο Ιωάννη, για τη συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζω στον Γεωπόνο του Περιφερειακού Κέντρου Προστασίας Φυτών κ' Ποιοτικού Ελέγχου (Π.Κ.Π.Φ. κ' Π.Ε.) Βόλου, κ. Κ. Πίνα και στον τ. Διευθυντή του Κέντρου αυτού, κ. Γ. Ζεγγίνη, για την παροχή των μετεωρολογικών και φαινολογικών δεδομένων, περιοχών της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Επίσης, για την παροχή των αντίστοιχων δεδομένων της Περιφέρειας Πελοποννήσου, εκφράζω θερμές ευχαριστίες στη Γεωπόνο του Π.Κ.Π.Φ. κ' Π.Ε., κ. Δ. Μπαλωμένου. Τέλος, ευχαριστώ την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την χορήγηση μετεωρολογικών δεδομένων των περιοχών Τρίπολης (Ν. Αρκαδίας) και Πυργέλας (Ν. Αργολίδας).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση των μικροκλιματικών συνθηκών χαρακτηριστικών περιοχών της Ελλάδας (Θεσσαλία, Πελοπόννησος) με έμφαση στις θερμομετρικές συνθήκες, από τις φαινολογικές παρατηρήσεις καλλιεργούμενων φυτών όπως η άμπελος (*Vitis vinifera L.*), η αχλαδιά (*Pyrus communis L.*) και η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis*).

Για την άμπελο, για την περίοδο 1998-2005, επιλέχθηκαν οι περιοχές της Νέας Αγχιάλου και του Μαλανδρενίου για την ποικιλία Ροδίτη και οι περιοχές της Δαφνοσπηλιάς και Μαλανδρενίου για την ποικιλία Μαύρο Νεμέας. Επίσης εξετάστηκε η φαινολογική συμπεριφορά τεσσάρων ποικιλιών αμπέλου (Σουλτανίνα, Ροδίτης, Μαύρο Νεμέας και Κορινθιακή σταφίδα) στην περιοχή του Μαλανδρενίου για την περίοδο 1998-2002.

Για την αχλαδιά, ποικιλίας Κρυστάλλι, επιλέχθηκαν οι περιοχές της Δαλαμανάρας και των Αγιωργίτικων για την περίοδο 1998-2005 και η περιοχή των Κάτω Λεχωνίων για την περίοδο 1998-2003. Για την πορτοκαλιά, ποικιλίας Washington Navel, επιλέχθηκαν οι περιοχές της Σπάρτης και της Επιδαύρου για την περίοδο 2002-2006.

Τα αποτελέσματα της εργασίας παρουσίασαν ότι, το υψόμετρο και το τοπογραφικό ανάγλυφο συμβάλουν στην διαμόρφωση των μικροκλιματικών συνθηκών επηρεάζοντας έτσι τις φαινολογικές εκδηλώσεις των φυτών. Η ύπαρξη στατιστικής σημαντικότητας στις συγκρίσεις ιδίων φαινοφάσεων ιδίων ποικιλιών συμβαδίζει με την ύπαρξη στατιστικής σημαντικότητας στις μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας των αντίστοιχων περιοχών. Από τις συγκρίσεις διαφορετικών ποικιλιών αμπέλου στην περιοχή του Μαλανδρενίου, προκύπτει ότι το γενετικό υλικό παίζει σημαντικό ρόλο στις φαινολογικές εκδηλώσεις της αμπέλου.

Από την ανάλυση της παλινδρόμησης, προκύπτει ότι η μέση θερμοκρασία μηνών της άνοιξης που σχετίζονται με την αύξηση και ανάπτυξη της βλάστησης, για την ποικιλία αμπέλου Ροδίτης και για την ποικιλία αχλαδιάς Κρυστάλλι, στις μελετηθείσες περιοχές, αποτελεί ικανοποιητικό δείκτη εμφάνισης συγκεκριμένων φαινοφάσεων, που μπορούν να αξιολογηθούν ως μέσο εκτίμησης ενδεχόμενης μικροκλιματικής αλλαγής στις περιοχές αυτές. Τέλος, η ανάπτυξη φαινολογικών μοντέλων, εκφραζόμενα με δευτεροβάθμιες εξισώσεις και έχοντας ως βάση τις ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες, μπορεί να οδηγήσει σε ικανοποιητικές εκτιμήσεις κρίσιμων φαινολογικών σταδίων, για την εφαρμογή φυτοπροστατευτικών ψεκασμών εναντίον εχθρών των μελετηθέντων καλλιεργειών, όπως η ψύλλα της αχλαδιάς (*Cacopsylla pyri L.*) και η ευδεμίδα της αμπέλου (*Lobesia botrana*).

ABSTRACT

The aim of the present study is the evaluation of the microclimatic conditions of characteristic regions of Greece (Thessaly, Peloponnesus) with accent to thermometric conditions, through the phenological observation of cultivated plants, such as the grapevine (*Vitis vinifera L.*), the pear tree (*Pyrus communis L.*) and the orange tree (*Citrus sinensis*).

For the grapevine, for the period 1998-2005, the areas of Nea Anchialos and Maladreni were selected for the “Roditis” variety, and the areas of Dafnospilia and Malandreni were selected for the “Mavro Nemeas”.

The phenological behaviour of four varieties of grapevines (Soultanina, Roditis, Mavro Nemeas and Corinthian raisin) was also examined for the period 1998-2002. For the “Krystalli” variety pear tree, the areas of Dalamanara and Agiorgitika were chosen, for the period 1998-2005 and the area of Kato Lehonia, for the period of 1998-2003. For the orange tree cv. Washington Navel, the areas of Sparta and Epidaurus were chosen, for the period 2002-2006.

The results of the study show that the altitude and the topographic relief influence the the microclimatic conditions in a way that influence the phenological events of the plants. The statistical significance recorded in the comparison of the same phenological phases of the same varieties correlates with the recorded statistical significance in the average monthly temperature values of the respective areas. From the comparison of different grapevine varieties in the area of Malandreni, it appears that the genetic material plays an important role in the phenological events of the grapevine. From the regression analysis, it is inferred that the average temperature value of the spring months related to the growth and the vegetation development, for the variety of “Roditis” and for the pear variety of “Krystalli”, in the areas examined, is an adequate index for the appearance of specific phenophases, which can be evaluated as a means for the estimation of an eventual microclimatic change in the said areas.

Finally, the development of phenological patterns expressed in quadratic equations based on the maximum daily temperatures could lead to satisfactory estimations of critical phenological phases for the application of protective spraying against pests of the studied cultivations, such as pear psylla (*Cacopsylla pyri L.*) and the European grapevine moth (*Lobesia botrana*).

I. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

1.1. Γενικά

Η επιστήμη που εξετάζει την ατμόσφαιρα και τα μετεωρολογικά φαινόμενα που συμβαίνουν σε αυτή ονομάζεται Μετεωρολογία. Η κατάσταση της ατμόσφαιρας πάνω από μια περιοχή για μια ορισμένη χρονική στιγμή, συμπεριλαμβανομένης και της εξέλιξης αυτής της κατάστασης από τη γένεση έως το τέλος των συγκεκριμένων ατμοσφαιρικών διαταραχών, ονομάζεται καιρός.

Η μέση καιρική κατάσταση, η σύνθεση δηλαδή του καιρού για μια μεγάλη χρονική περίοδο που είναι απαραίτητη για την απαλοιφή των σφαλμάτων και την εδραίωση στατιστικών παραμέτρων, λέγεται κλίμα. Περιλαμβάνει το σύνολο των ατμοσφαιρικών συνθηκών όπως την θερμότητα, την υγρασία και την κίνηση του αέρα για μεγάλες χρονικές περιόδους. Με το κλίμα, επίσης, μελετώνται οι περιπτώσεις ακραίων καιρικών φαινομένων και η πιθανότητα εκδήλωσης αυτών καθώς και η μεταβολή κλιματικών παραμέτρων όπως η θερμοκρασία και ο υετός. Είναι γνωστό ότι οποιαδήποτε περιοχή χαρακτηρίζεται από ένα συγκεκριμένο τύπο κλίματος. Εντός του εκάστοτε συγκεκριμένου κλίματος διαμορφώνονται ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες σε περιοχές μικρής και περιορισμένης έκτασης γνωστές ως μικροκλίμα της συγκεκριμένης περιοχής.

Οι μικροκλιματικές συνθήκες δημιουργούνται είτε από την ανθρώπινη παρέμβαση είτε από την εξελικτική ικανότητα του οικοσυστήματος. Στην δεύτερη περίπτωση παράδειγμα αποτελεί η εξέλιξη των φυτοκοινωνιών μιας περιοχής, όπου ανάλογα μπορεί να εξελιχτούν σε δασικές ή να χαρακτηριστούν ως ποώδεις. Η φυσική αυτή εξέλιξη διαφοροποιεί τις γενικότερες κλιματικές συνθήκες με αποτέλεσμα τη δημιουργία ποικίλων μικροκλιματικών περιοχών ενώ στη περίπτωση της ανθρώπινης παρέμβασης, δυστυχώς έχει αποδειχτεί ότι γίνεται τροποποίηση των βιοκλιματικών συνθηκών, προς το χειρότερο (Χρονοπούλου-Σερέλη και Φλόκας, 2010).

Το κλίμα του οικοσυστήματος χαρακτηρίζεται από κλιματικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, ο υετός, η ηλιοφάνεια καθώς και η διεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου οι οποίες, στο σύνολο τους αλλά και μεμονωμένα, παρουσιάζουν εκτός από εποχιακές και ημερήσιες διαφοροποιήσεις.

1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τις μικροκλιματικές συνθήκες γεωργικών περιοχών

Η μοναδική, ουσιαστικά, πηγή θερμότητας για τον πλανήτη μας είναι ο Ήλιος, γιατί η ενέργεια τόσο από το εσωτερικό της γης όσο και από τους περίξ πλανήτες θεωρείται αμελητέα. Μάλιστα, υπολογίστηκε ότι, τα ποσά θερμότητας που συνεισφέρει η Γη από το εσωτερικό της είναι κάτι λιγότερο από $0,1^{\circ}\text{C}$. Συνεπώς, μόνο η ηλιακή ακτινοβολία είναι εκείνη που ρυθμίζει άμεσα και έμμεσα τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και ιδιαίτερα τη θερμοκρασία των κατωτέρων στρωμάτων της. Σαν άμεση επίδραση θεωρείται η μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία και σαν έμμεση η αντίστοιχη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (γήινη ακτινοβολία), η οποία εξαρτάται από την ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του εδάφους (Χρονοπούλου-Σερέλη και Φλόκας, 2010). Οι μηχανισμοί μετάδοσης της θερμότητας στην ατμόσφαιρα που οδηγούν στην θέρμανση του αέρα ειδικότερα των κατώτερων στρωμάτων είναι α) μετάδοση μέσω αγωγιμότητας, β) μετάδοση μέσω μεταφοράς και γ) μετάδοση μέσω ακτινοβολίας.

Η θερμοκρασία του αέρα αποτελεί το σημαντικότερο κλιματικό στοιχείο. Ως θερμοκρασία αέρα, ονομάζεται η θερμοκρασία αέρα υπό σκιά μέσα σε ειδικό στέγαστρο (μετεωρολογικό κλωβό) και σε ύψος 1,5-2 m από το έδαφος. Η θερμοκρασία του αέρα αποδίδεται με τις εξής παραμέτρους:

α) Η απολύτως μέγιστη (T_{\max}) και η απολύτως ελάχιστη (T_{\min}) τιμή της θερμοκρασίας του αέρα που σημειώνεται σε ορισμένη περιοχή στη διάρκεια της μελετώμενης χρονικής περιόδου (24ωρο, μήνας, έτος), β) από την μέση ημερήσια τιμή της θερμοκρασίας, γ) από την τιμή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας, δ) από την τιμή της μέσης μηνιαίας κανονικής θερμοκρασίας και ε) από την τιμή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας.

Επίσης, σημαντικοί παράμετροι αποτύπωσης της θερμοκρασίας του αέρα, είναι: α) το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος οπότε ορίζεται ως η διαφορά της μέσης μέγιστης με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του 24ωρου, β) το ετήσιο θερμομετρικό εύρος που ορίζεται ως η διαφορά της μέσης θερμοκρασίας του αέρα του ψυχρότερου μήνα από τη μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα, γ) την ημέρα μερικού παγετού που ορίζεται, ως η μέρα εκείνη για την οποία η τιμή της ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα είναι μικρότερη από 0°C καθώς και δ) η ισόθερμη καμπύλη που ενώνει σημεία ίσης θερμοκρασίας.

Ειδικότερα, όσον αφορά το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος, αυτό εξαρτάται από παράγοντες όπως το γεωγραφικό πλάτος και η εποχή του χρόνου. Έχει παρατηρηθεί ότι το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος σε ομοιόμορφες περιοχές, ελαττώνεται όσο αυξάνει το γεωγραφικό πλάτος με αποτέλεσμα, στην περιοχή του Ισημερινού και στις πολικές περιοχές να παρουσιάζεται το μέγιστο και το ελάχιστο αντίστοιχα λόγω της θέσης του Ηλίου. Σε μέσα και ανώτερα γεωγραφικά πλάτη, το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος είναι μεγαλύτερο στη

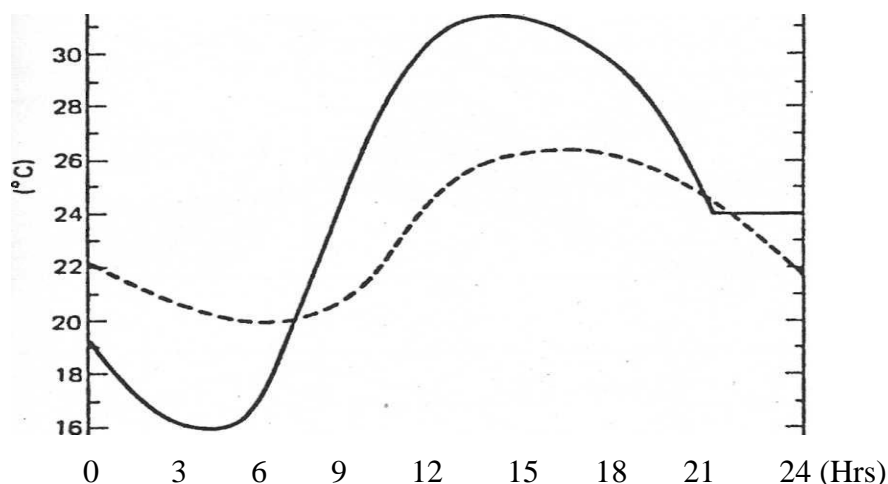
διάρκεια της θερινής περιόδου και μικρότερο την χειμερινή περίοδο. Παράγοντες όπως η γεωγραφική θέση της περιοχής, η νεφοκάλυψη, το υψόμετρο και η βλάστηση μιας περιοχής επηρεάζουν την τιμή του ημερήσιου θερμομετρικού εύρους. Περιοχές με συχνή νεφοκάλυψη, με υψηλό υψόμετρο και με εκτεταμένη φυτοκάλυψη παρουσιάζουν μικρότερες τιμές ημερήσιου θερμομετρικού εύρους.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός, ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος επηρεάζουν όπως είναι φυσικό και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος πλην του γεωγραφικού πλάτους που όσο αυξάνει αναλογικά αυξάνεται και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος (Χρονοπούλου-Σερέλη και Φλόκας, 2010).

Όσον αφορά την ημερήσια μεταβολή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια μιας κανονικής ημέρας, που χαρακτηρίζεται από έλλειψη συννεφιάς και παρουσία νηνεμίας, η μεταβολή αυτή παρουσιάζει διακύμανση με το μέγιστο της θερμοκρασίας να παρουσιάζεται γύρω στις δύο ώρες από τη στιγμή που ο Ήλιος είναι στο ανώτερο σημείο (12:00-15:00) και το ελάχιστο λίγο μετά την ανατολή του Ηλίου (Εικόνα 1).

Η μέγιστη και η ελάχιστη θερμοκρασία παρουσιάζεται όταν το ποσό θερμότητας που δέχεται το έδαφος και ο αέρας γίνει ίσο με το ποσό που εκπέμπεται λόγω της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Σε περίπτωση μιας μη κανονικής ημέρας, το μέγιστο και το ελάχιστο της θερμοκρασίας έχουν την τάση να μεταβάλλουν τη χρονική στιγμή εμφάνισης τους.

Παρόμοια διακύμανση έχει και η ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα, με το μέγιστο της θερμοκρασίας να παρουσιάζεται τους μήνες Ιούλιο ή Αύγουστο και το ελάχιστο τους μήνες Ιανουάριο ή Φεβρουάριο, αναφερόμενοι σε χώρες του Βορείου Ημισφαιρίου (Χρονοπούλου-Σερέλη και Φλόκας, 2010).



Εικόνα 1. Ημερήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα ημέρας χωρίς σύννεφα (συνεχής γραμμή) και ημέρας νεφελώδους (διακεκομμένη γραμμή), (Πηγή: Frederick and Edward, 1982).

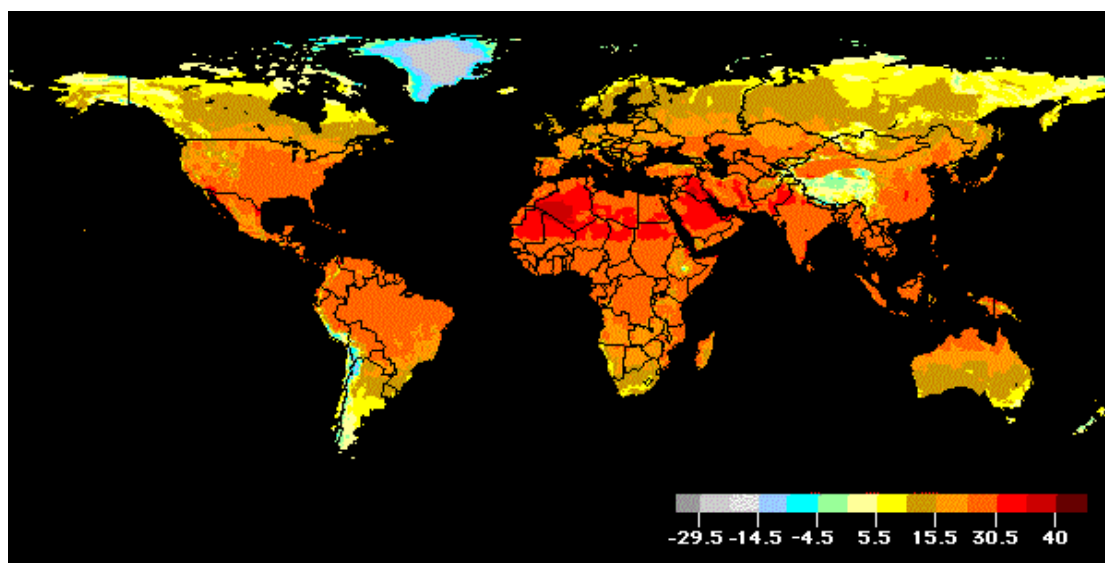
Η κατανομή της θερμοκρασίας του αέρα περιγράφεται με τις ισόθερμες καμπύλες και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως α) το γεωγραφικό πλάτος, β) την αναλογία μεταξύ ξηράς και θάλασσας, γ) το υψόμετρο, δ) τους ανέμους που επικρατούν, ε) την κλίση της επιφάνειας του εδάφους, στ) την φύση του εδάφους, ζ) την παρουσία χιονιού ή πάγου στο έδαφος και η) τα θαλάσσια ρεύματα.

Οι παράγοντες αυτοί δρουν με διαφορετικό τρόπο ο καθένας και γι' αυτό η θερμοκρασία του αέρα δεν ελαττώνεται ομαλά από τον Ισημερινό προς τους πόλους. Οι υψηλότερες τιμές της θερμοκρασίας δε σημειώνονται στην Ισημερινή περιοχή (εξαιτίας μεγάλων νεφώσεων και ισχυρών βροχοπτώσεων) αλλά σε περιοχές που βρίσκονται σε γεωγραφικό πλάτος 10-20° βόρεια και νότια από τον Ισημερινό.

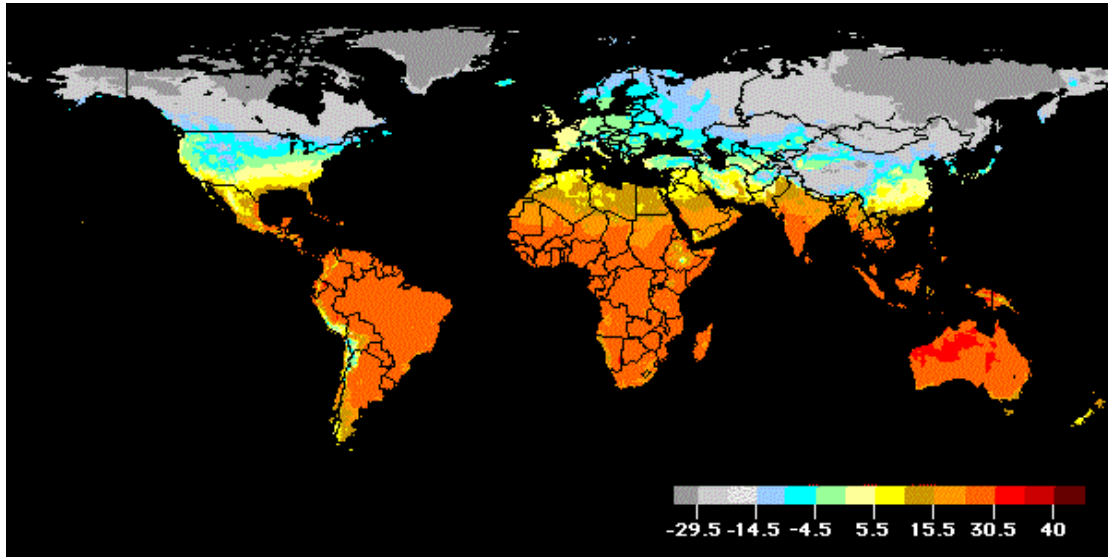
Στη διάρκεια της θερινής περιόδου και ειδικότερα τον Αύγουστο (εικόνα 2), επειδή η ξηρά είναι θερμότερη από τη θάλασσα, οι μεγαλύτερες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα σημειώνονται στο εσωτερικό των Ηπείρων, όπως Σαχάρα, Ινδίες, Ν. Αφρική, Αυστραλία κλπ.

Την χειμερινή περίοδο και συγκεκριμένα την περίοδο του Ιανουαρίου, η ξηρά είναι ψυχρότερη από τη θάλασσα (εικόνα 3), γι' αυτό και οι μικρότερες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα παρατηρούνται στο εσωτερικό των ηπειρωτικών περιοχών, όπως ΒΑ Σιβηρία, Β. Καναδάς, Γροιλανδία.

Μεγάλη επίδραση στη θερμοκρασία ασκούν, οι άνεμοι που επικρατούν στις διάφορες περιοχές και τα μόνιμα θαλάσσια ρεύματα. Συγκεκριμένα, τα θαλάσσια ρεύματα που κινούνται προς τους πόλους μεταφέρουν θερμές υδάτινες ποσότητες σε ψυχρότερες περιοχές, ενώ εκείνα που κινούνται προς τον Ισημερινό μεταφέρουν ψυχρές μάζες νερού σε θερμότερες περιοχές χαρακτηριστικό παράδειγμα το ρεύμα του Κόλπου του Μεξικό.

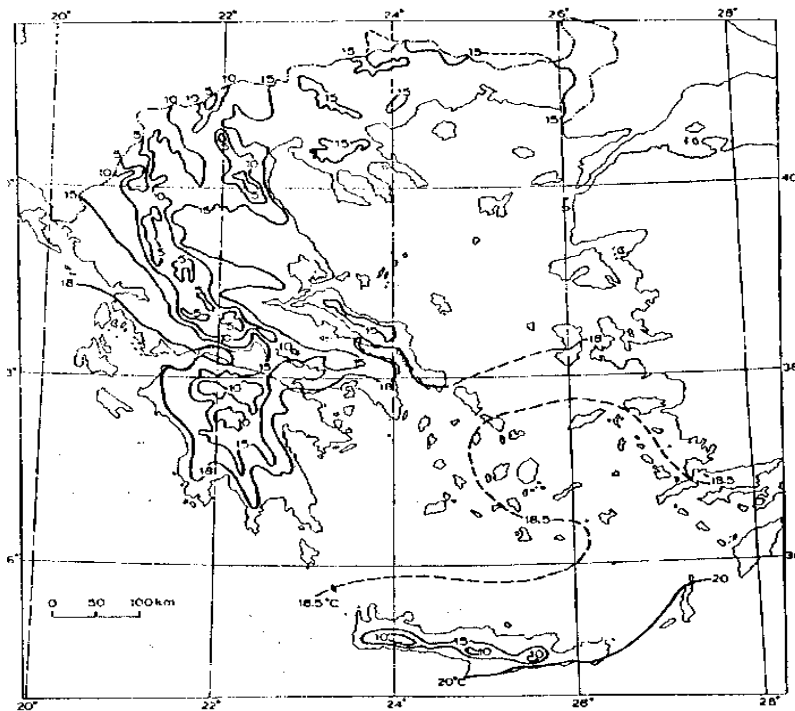


Εικόνα 2: Μέση θερμοκρασία αέρος κατά το μήνα Αύγουστο (Πηγή: FAO, 1997).



Εικόνα 3: Μέση θερμοκρασία αέρος κατά το μήνα Ιανουάριο (Πηγή: FAO, 1997).

Όσον αφορά τον Ελλαδικό χώρο, η ψυχρότερη περιοχή της χώρας είναι τα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ηπείρου, της Δυτικής Μακεδονίας αλλά και κατά μήκος του κεντρικού ορεινού κορμού της χώρας μαζί με τα ορεινά μέρη της Πελοποννήσου και της Κρήτης ενώ τις θερμότερες περιοχές της Ελλάδας αποτελούν τα νησιά του ΝΑ Αιγαίου και οι ΝΑ ακτές της Κρήτης.



Εικόνα 4: Κατανομή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας του αέρα στην Ελλάδα (Πηγή: Κοτίνη-Ζαμπάκα, 1983).

Στην εικόνα 4, οι ισόθερμες καμπύλες κάμπτονται προς Νότο και κατά μήκος του κεντρικού ορεινού κορμού της Ελλάδας, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη του ορεινού κορμού αλλά και στην ταχύτερη ψύξη της ξηράς σε σχέση με τη θάλασσα την χειμερινή περίοδο. Το φαινόμενο της ταχύτερης ψύξης της ξηράς σε σχέση με τη θάλασσα την χειμερινή περίοδο, επηρεάζει σε έντονο βαθμό την ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας καθώς και τον κλιματικό χαρακτήρα της Ελλάδας.

2.ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ

2.1. Γενικά

Η λέξη «φαινολογία» προέρχεται από το ελληνικό ρήμα «φαίνομαι». Σύμφωνα με τον Lieth (1974), ο ορισμός της φαινολογίας είναι «η μελέτη του χρόνου εκδήλωσης των επαναλαμβανόμενων βιολογικών γεγονότων και της συσχέτισης μεταξύ φάσεων των ίδιων ή διαφορετικών ειδών». Ο όρος χρησιμοποιείται επίσης, για να δείξει την ετήσια πορεία των διαφόρων γεγονότων ανάπτυξης των έμβιων όντων. Στις βιολογικές επιστήμες, η επιστήμη της φαινολογίας βρίσκει εφαρμογή στον χρόνο εκδήλωσης επαναλαμβανόμενων σταδίων ανάπτυξης (Badeck et al., 2004). Η έκπτυξη των φύλλων, η άνθηση, η αλλαγή του χρώματος των φύλλων αλλά και η πτώση τους το φθινόπωρο αποτελούν φάσεις των φυτών ενώ η αποδήμηση των πτηνών αποτελεί μέρος του ετήσιου κύκλου ζωής τους. Ο αντίστοιχος κύκλος των φυτών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό κυρίως από τη θερμοκρασία και δευτερευόντως από τον υετό και τη φωτοπερίοδο (Morellato and Haddad, 2000, Keatley, 2000, Chmielewski et al., 2004, Kamoutsis et al., 2005, 2010, Matsoukis et al., 2006, 2007).

Πλήθος εργασιών έχουν περιγράψει την συσχέτιση της ετήσιας πορείας των κλιματικών παραγόντων όπως θερμοκρασία και υετός, με τα φαινολογικά χαρακτηριστικά των φυτών. Επομένως, τα φαινολογικά χαρακτηριστικά αποτελούν τα πιο άμεσα ανταποκρίσιμα και παρατηρήσιμα φυσικά φαινόμενα, που εξαρτώνται από το κλίμα της εκάστου περιοχής.

Παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα μιας περιοχής (πχ ανθρώπινος παράγοντας), επηρεάζουν και τις τάσεις χρονικής εκδήλωσης των σταδίων ανάπτυξης των φυτών, με αποτέλεσμα να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην παραγωγικότητα των φυτών, στον ανταγωνισμό μεταξύ των ειδών αλλά και στην τροφική αλυσίδα. Εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις στο οικοσύστημα, προβλήματα μπορούν να υπάρξουν και σε ευρύ οικονομικό επίπεδο από προβληματική διάθεση αγροτικών προϊόντων, στον τουρισμό (π.χ., αγροτουρισμός) αλλά και από πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία όπως οι φυτικές ίνες (Badeck et al., 2004).

Επίσης, η φαινολογία έχει αποδειχτεί ότι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ισορροπία του ατμοσφαιρικού CO₂ στα χερσαία οικοσυστήματα (Keeling et al., 1996), στον ανταγωνισμό μεταξύ των φυτικών ειδών (Ratchke and Lacey, 1985) και στον έλεγχο ζιζανίων και εντόμων που προσβάλλουν τα φυτά (Penfound et al., 1945).

2.2. Ιστορική ανασκόπηση

Ο Charles Morren, ένας Βέλγος βοτανολόγος, εισήγαγε τον όρο «φαινολογία» το 1853, παρόλα αυτά όμως η ιστορία της φαινολογίας είναι παλαιότερη. Οι Αβοριγίνες, που βρίσκονται στην Αυστραλιανή ήπειρο εδώ και 50.000 χρόνια, είχαν ήδη συνειδητοποιήσει την επίδραση του περιβάλλοντος στην χλωρίδα και στην πανίδα των διαφόρων οικοσυστημάτων. Εν τούτοις, διαχώριζαν πέντε εποχές ανάλογα με τις μεταβολές στην χλωρίδα και στην πανίδα της περιοχής και ανάλογα με τη ένταση των ανέμων, τον υετό και την θερμοκρασία (Keatley, 2000).

Η Ιαπωνία έχει το αρχαιότερο αρχείο φαινολογικών παρατηρήσεων, όπου ως παράδειγμα αναφέρεται η κερασιά όπου τα φαινολογικά της στάδια καταγράφονται περί τα 1300 έτη. Στην Ευρώπη, από τις πιο παλιές φαινολογικές παρατηρήσεις σε φυτικά είδη είναι η έκπτυξη των οφθαλμών του αγριοκάστανου, στην Γενεύη το 1808. Επίσης, στοιχεία μετεωρολογικά και φαινολογικά μας παρέχουν τα αρχεία της οικογενείας Marsham, στο Norwich της Μ. Βρετανίας, καλλιεργητικά δεδομένα για την κερασιά στην Ελβετία που χρονολογούνται από το 1721 και οι ημερομηνίες συγκομιδής (τρυγητού) της αμπέλου στη Γαλλία που χρονολογούνται από το Μεσαίωνα (Koch and Scheifinger, 2004).

Πατέρας της σύγχρονης φαινολογίας θεωρείται ο Carolus Linnaeus, ως ο ιδρυτής του δικτύου φαινολογικών παρατηρήσεων στην Σουηδία, στα μέσα του 18^{ου} αιώνα. Στο βιβλίο του «Philosophia Botanica», συνδύασε τα φαινολογικά στάδια των φυτών με τα κλιματικά δεδομένα των περιοχών (Schnelle, 1955). Αποτέλεσμα αυτών, ήταν η ίδρυση και άλλων φαινολογικών δικτύων από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Στα μέσα της δεκαετίας του '60, οι Διεθνείς Φαινολογικοί Κήποι (International Phenological Gardens), ιδρύθηκαν από τους Volkert and Schnelle, όπου η ιδέα ήταν να εγκατασταθούν κλώνοι διαφορετικών δένδρων και θάμνων στην Ευρώπη και να μελετηθούν τα φαινολογικά στάδια τους και να απορριφθεί κάθε ίχνος επιρροής διαφορετικού γενετικού υλικού (Chmielewski, 1996). Τέλος, το Ευρωπαϊκό δίκτυο φαινολογικών παρατηρήσεων ιδρύθηκε και χρησιμεύει ως πλατφόρμα ανταλλαγής στοιχείων και δεδομένων μεταξύ των επιστημόνων (Koch and Scheifinger, 2004).

Η εφαρμογή της επιστήμης της φαινολογίας δεν περιορίζεται μόνο στην Γεωργία αλλά μπορεί να αποτελέσει ισχυρό αρωγό στον συγχρονισμό των ερευνών για εύρεση νέων

φυσικών πόρων αλλά και για την διατήρηση και σωστή διαχείριση των ήδη υπαρχόντων φυσικών πόρων. Στην εκπαίδευση ανηλίκων και ενηλίκων, με απώτερο σκοπό την καλλιέργεια οικολογικής συνείδησης και εκτίμησης για το οικοσύστημα αλλά και ως ψυχαγωγία με τη μορφή ενασχόλησης μερίδας ανθρώπων με τον ιδιωτικό τους κήπο. Η επιστήμη της φαινολογίας, βρίσκει εφαρμογή και στην Ιατρική επιστήμη διότι εκτιμά την κλιματική επιρροή πάνω σε έντομα υγειονομικής σημασίας όπως τα κουνούπια και παρέχει την ανάλογη πληροφόρηση για τα έντομα αυτά, στις ευαίσθητες ομάδες του κοινωνικού πληθυσμού. Τέλος, η επιστήμη της φαινολογίας εφαρμόζεται και ως ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τον τουρισμό, ο οποίος τουρισμός εκφράζεται είτε με τη μορφή αξιοθέατων (πλήθος ανθρώπων συνδυάζει τις προσωπικές του διακοπές με την παρατήρηση φαινολογικών σταδίων των φυτών, όπως η άνθηση ή η φυλλόπτωση αλλά και με την παρατήρηση αποδημητικών πουλιών) είτε με τη μορφή του αγροτουρισμού (Schwarz, 2003).

2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την φαινολογία

Η θερμοκρασία είναι κύριος οδηγός ποικίλων εξελικτικών διαδικασιών στην βιολογία. Οι χημικές βιολογικές αντιδράσεις εξαρτώνται από την θερμοκρασία και μάλιστα, η ταχύτητά τους αυξάνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, ειδικότερα σε αντιδράσεις που συμμετέχουν ένζυμα ως καταλύτες (Johnson and Thornley, 1985). Εν προκειμένω, αυτό που παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι να αποτυπωθούν οι ημερομηνίες έναρξης των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης των φυτών και να συσχετιστούν με την θερμοκρασία. Ιδιαίτερα, η πρωίμηση του φαινολογικού σταδίου της «έναρξης της νέας βλάστησης» (spring leaf bud burst) αλλά και των ημερομηνιών άνθησης σε περιοχές μέσων και υψηλών γεωγραφικών πλατών μπορούν να χαρακτηριστούν ως αποτέλεσμα της ανθρωπογενούς παρέμβασης στο κλίμα και στις σχετιζόμενες με αυτό, υψηλές θερμοκρασίες. Αποδείξεις, για τις αναμενόμενες αυτές, φαινολογικές τάσεις των φυτών προκύπτουν από μακροχρόνιες παρατηρήσεις άλλα και από πρόσφατες δορυφορικές εικόνες (Badeck et al., 2004).

Τα φυτά αντιδρούν στις συσσωρευτικές επιδράσεις του καιρού σε μια περιοχή για μεγάλο χρονικό διάστημα και μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστοι δείκτες των κλιματικών συνθηκών μιας περιοχής. Ιδιαίτερα, το φαινολογικό στάδιο «έναρξη της βλάστησης», είναι ιδιαίτερος σημαντικό γιατί παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία στις θερμοκρασιακές μεταβολές και είναι κρίσιμο για την ακριβή εκτίμηση των διεργασιών που σχετίζονται τόσο με την έναρξη όσο και με τη διάρκεια της περιόδου βλάστησης των διαφόρων φυτικών ειδών. Εναλλαγές της θερμοκρασίας μπορούν να προκαλέσουν αντίστοιχες αλλαγές στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Για παράδειγμα, εάν τα φυτά ανθίσουν νωρίτερα τότε τα έντομα πρέπει να διαμορφώσουν ανάλογα τα στάδια του κύκλου ζωής τους. Επιπρόσθετα,

ορισμένα είδη πιθανόν να ανταπεξέλθουν καλύτερα με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν φαινόμενα ανταγωνισμού στο οικοσύστημα (Schwartz et al., 2006). Η επίδραση της θερμοκρασίας που προκαλεί πρωιμότερη εμφάνιση στα φαινολογικά στάδια των φυτών, άρχισε να μελετάται από τα μέσα της δεκαετίας του 1950 (Walther, 2003).

Υπάρχουν και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες, πλην της θερμοκρασίας, που επηρεάζουν τα φαινολογικά στάδια των φυτών. Ο δεύτερος πιο σημαντικός παράγοντας έναρξης των ανοιξιότικων φαινολογικών φάσεων είναι η φωτοπερίοδος και η διάρκεια της (Saxe et al., 2001). Αντιθέτως, η επίδραση στα ανοιξιότικα φαινολογικά στάδια του υετού, των θρεπτικών στοιχείων και των ιδιοτήτων του εδάφους είναι μικρότερη σε σχέση με της επίδραση της θερμοκρασίας (Sparks et al., 1997).

Ωστόσο και η συγκέντρωση του CO₂ πιθανόν να αποτελεί παράγοντα επιρροής της εξέλιξης των φαινολογικών σταδίων των φυτών δεδομένου ότι επηρεάζει την εμφάνιση των φαινολογικών σταδίων (Badeck et al., 2004).

2.4. Φαινολογικές παρατηρήσεις και φαινολογικά στάδια

Όσον αφορά την λήψη των φαινολογικών παρατηρήσεων σε καλλιεργούμενα φυτά απαραίτητη είναι η αναγραφή της ποικιλίας του φυτού, δεδομένου ότι τα στάδια ανάπτυξης του παρουσιάζουν παραλλαγές ανάλογα με την ποικιλία. Η μέση ημερομηνία εμφάνισης κάθε βλαστικού σταδίου σημειώνεται, με προσέγγιση πέντε ημερών. Σε περιπτώσεις επιβράδυνσης ή επιτάχυνσης ορισμένου σταδίου, αναγράφονται και οι πιθανοί λόγοι ή πληροφορίες για την απόκλιση αυτή. Οι ημερομηνίες συγκομιδής και συλλογής των καλλιεργειών δεν λαμβάνονται υπ' όψη, όταν χρησιμοποιούνται μηχανικά μέσα, διότι για τον προσδιορισμό των εργασιών αυτών υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες, όπως είναι οι καιρικές συνθήκες αλλά και οικονομικοί λόγοι (Χρονοπούλου-Σερέλη και Φλόκας, 2010).

Η επιλογή των φυτών που θα παρατηρηθούν για την καταγραφή των φαινολογικών δεδομένων, έγκειται στο σκοπό για τον οποίο μελετάται το φαινολογικό αυτό δίκτυο. Επειδή δεν είναι δυνατόν να βρεθούν φυτά που να μπορούν να καλλιεργηθούν σε όλες τις κλιματικές ζώνες και για όλους τους σκοπούς, χρειάζεται μια προσεκτική επιλογή. Διαφορετικά φυτά χρησιμοποιούνται για την μελέτη της κλιματικής αλλαγής, διαφορετικά φυτά χρησιμοποιούνται για γεωργικές εφαρμογές (Koch and Scheifinger, 2004).

Το 1993, η Διεθνής Εταιρία της Βιομετεωρολογίας (ISB-International Society Biometeorology), εκκίνησε ένα πρόγραμμα γνωστό ως GPM (Global Phenological Monitoring), που κύριος στόχος του ήταν η δημιουργία ενός παγκόσμιου φαινολογικού δικτύου με «σταθερό πρόγραμμα φαινολογικών παρατηρήσεων», ούτως ώστε να μπορέσουν να συνδυαστούν τοπικά δίκτυα φαινολογικών παρατηρήσεων άλλα και να δημιουργηθούν

νέα. Τα φυτικά είδη τα οποία επιλέχθηκαν για το πρόγραμμα αυτό, ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένα κριτήρια όπως α) ευδιάκριτα φαινολογικά στάδια, β) το μεγάλο εύρος γεωγραφικής διασποράς, γ) η οικονομική τους σημασία, κλπ.

Τα φυτά τα οποία επιλέχθηκαν ήταν οπωροφόρα δένδρα του Νότιου ημισφαιρίου, θαμνώδη και ποώδη φυτά και ειδικά στην Ευρώπη και επιλέχθηκαν εκείνα όπου τα είδη και οι φαινοφάσεις τους ήταν κατά 60% τουλάχιστον, κοινές στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες (Bruns and Vliet, 2003).

2.4.1. Κλίμακα BBCH

Για να είναι συγκρίσιμα τα φαινολογικά δεδομένα θα πρέπει να καθοριστούν τα φαινολογικά στάδια τα οποία θα παρατηρηθούν. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιείται η κλίμακα BBCH (Zadoks et al., 1974, Hack et al., 1992), που αποτελεί ένα γενικό σύστημα με κωδικοποίηση των σταδίων ανάπτυξης των μονοκοτυλήδων και δικοτυλήδων φυτών. Σύμφωνα με την κλίμακα BBCH (πίνακας 1), έχουμε τον διαχωρισμό μεταξύ κύριων σταδίων ανάπτυξης και δευτερευόντων σταδίων ανάπτυξης. Στα κύρια στάδια ανάπτυξης, η αναγνώριση του φαινολογικού σταδίου γίνεται από εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά ενώ στα δευτερεύοντα η αναγνώριση προϋποθέτει την συνεχεία της ανάπτυξης του φυτού στο χρόνο, τα δευτερεύοντα στάδια ανάπτυξης δηλαδή, ανταποκρίνονται σε δυναμικές καταστάσεις ανάπτυξης του φυτού στην πάροδο του χρόνου (Koch and Scheifinger, 2004).

Τα κύρια στάδια ανάπτυξης δεν εμφανίζονται πάντα με τη σειρά, άλλα μπορεί να εξελιχτούν παράλληλα ή ακόμα και κάποιο μεταγενέστερο στάδιο, όπως αναγράφεται στην κλίμακα, να εξελιχτεί πριν από κάποιο προγενέστερο. Παράδειγμα αυτού, είναι ότι η άνθηση αρκετών οπωροφόρων προηγείται της ανάπτυξης των φύλλων άλλα και ότι σε ορισμένα είδη, ανάλογα με την ποικιλία, υπάρχει περίπτωση κάποιο στάδιο να παραλείπεται. Τα δευτερεύοντα στάδια ανάπτυξης ανταποκρίνονται σε ακριβή σημεία στην πορεία ανάπτυξης του φυτού και κωδικοποιούνται με αρίθμηση κλίμακας από 0 έως 9, με 0 συμβολίζεται η έναρξη και με το 9 το τέλος του κύριου φαινολογικού σταδίου. Παράδειγμα ως BBCH 60 ορίζεται η έναρξη της άνθησης ενώ με BBCH 69 το τέλος (Hack et al., 1992).

Οι βασικές αρχές της κλίμακας BBCH, είναι α) ότι παρόμοια φαινολογικά στάδια χαρακτηρίζονται με τον ίδιο κωδικό, β) υπάρχει σύντομη περιγραφή του κάθε σταδίου, γ) χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό των φαινολογικών σταδίων, ευδιάκριτα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά, δ) λαμβάνεται υπόψη μόνο η ανάπτυξη του κύριου στελέχους του φυτού, ε) τα στάδια ανάπτυξης τα οποία καταγράφονται αναφέρονται σε συγκεκριμένα φυτά μέσα στην καλλιέργεια, στ) με τον κωδικό αριθμό 99, χαρακτηρίζεται η διαδικασία μετά την συγκομιδή (π.χ., αποθήκευση) ενώ με τον κωδικό 00 χαρακτηρίζεται η διαδικασία

πριν την σπορά ή τη φύτευση (π.χ., προετοιμασία εγκατάστασης του φυτού ή σποράς) (Hack et al., 1992).

Στάδιο	Περιγραφή
0	Βλάστηση, ανάπτυξη οφθαλμών
1	Έναρξη βλάστησης φύλλων
2	Έκπτυξη βλαστού
3	Επιμήκυνση του κεντρικού βλαστού
4	Ανάπτυξη των βλαστικών, προς συλλογή, μερών του φυτού
5	Διαμόρφωση κεφαλής ταξιανθίας
6	Άνθηση
7	Έναρξη διαμόρφωσης καρπού
8	Έναρξη της ωρίμανσης
9	Έναρξη φυλλόπτωσης

Πίνακας 1: Τα κύρια στάδια ανάπτυξης των φυτών (Πηγή: Hack et al., 1992).

2.5. Η επιστήμη της Φαινολογίας στη Γεωργία

Από τα ανωτέρω, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η επιστήμη της φαινολογίας βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στην Γεωργία. Η γνώση του χρόνου εκδήλωσης των φαινολογικών σταδίων στη διάρκεια του έτους και η μεταβλητότητα τους, μπορούν να αποτελέσουν αρωγούς στην ποιοτική και ποσοτική βελτίωση των φυτών, με τελικό αποτέλεσμα υψηλή ποιότητα διατροφής. Οι φαινολογικές παρατηρήσεις είναι μείζονος σημασίας, σε πρακτικό επίπεδο, στην γεωργία, διότι μπορούν να καθορίσουν το χρονικό εύρος της καλλιεργητικής περιόδου. Ο καθορισμός του χρόνου καλλιεργητικής περιόδου προσφέρει την δυνατότητα χρήσης ποικιλιών που να προσδίδουν μεγαλύτερο ποιοτικό δείκτη της καλλιέργειας αλλά και καλύτερο προγραμματισμό των καλλιεργητικών φροντίδων όπως η άρδευση και η λίπανση. Η γνώση του χρόνου εκδήλωσης των φαινολογικών σταδίων, μας οδηγεί σε ορθολογιστικές μεθόδους φυτοπροστασίας αλλά και σε προβλέψεις του κινδύνου παγετού και της ημερομηνίας συγκομιδής (Schwartz, 2003).

Στην αγρο-μετεωρολογία τα φαινολογικά δεδομένα οδηγούν στην ανάλυση και εκτίμηση της σχέσης φυτό-κλίμα και στην δημιουργία μοντέλων του φυτοκλίματος.

Ως καλλιεργητική περίοδος ορίζεται η περίοδος του χρόνου κατά τη διάρκεια της οποίας τα φυτά φυτεύονται ή σπέρνονται μέχρι τη χρονική στιγμή που συγκομίζονται. Οι περισσότερες βιολογικές διεργασίες εξαρτώνται από το νερό, επομένως η ανάπτυξη του φυτού ξεκινά πάνω από το σημείο πήξης και ιδιαίτερα στους 4-5°C για τα C3 φυτά. Με την

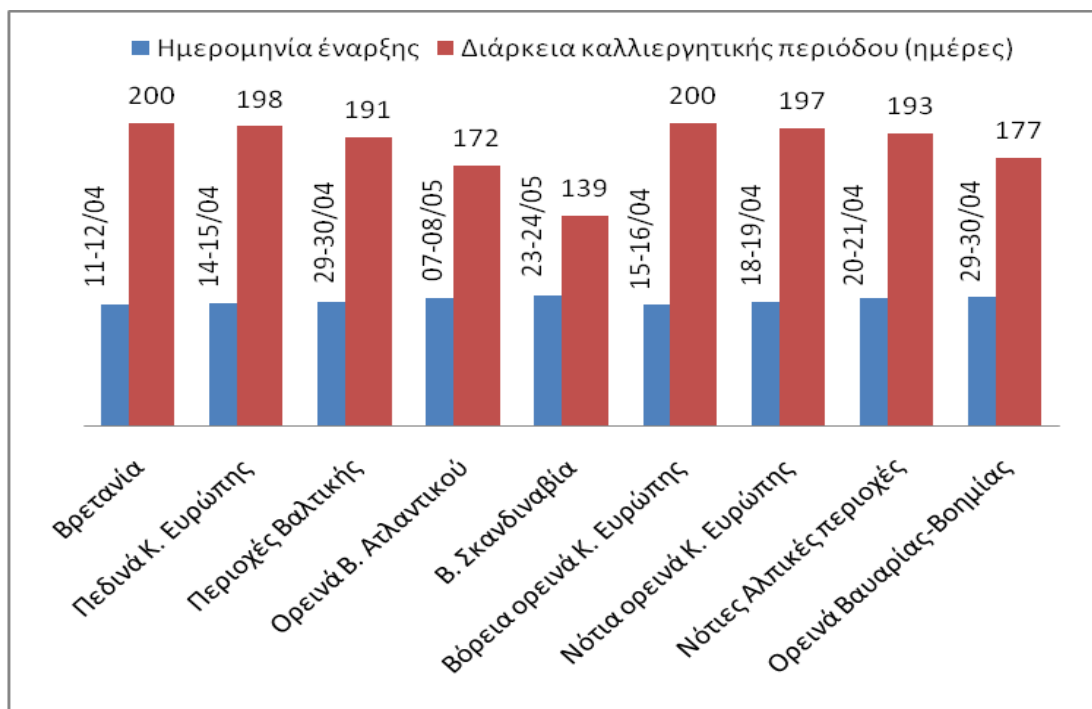
αύξηση της θερμοκρασίας οι βιοχημικές διεργασίες επιταχύνονται, κυρίως πάνω από τους 10°C, μέχρι το σημείο θερμοκρασίας που οι ενζυμικές διεργασίες σταματούν (Hormann and Chmielewski, 2001).

Σύμφωνα με τους Chmielewski and Kohn, 2000, ως ημερομηνία έναρξης της καλλιεργητικής περιόδου (πίνακας 2) ορίζεται εκείνη όπου η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη των 5°C, με την προϋπόθεση ότι η διαφορά στην εξίσωση 1, με τις μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες των επόμενων ημερών παραμένει θετική. Αντίστοιχα, ορίζεται η ημερομηνία λήξης της καλλιεργητικής περιόδου στην εξίσωση 2.

Εξίσωση 1: Ημερομηνία έναρξης καλλιεργητικής περιόδου	Εξίσωση 2: Ημερομηνία λήξης καλλιεργητικής περιόδου
$\Sigma i (T_i - 5^\circ\text{C}) > 0^\circ\text{C}$	$\Sigma i (T_i - 5^\circ\text{C}) < 0^\circ\text{C}$

Πίνακας 2: Εξισώσεις έναρξης και λήξης καλλιεργητικής περιόδου (Πηγή: Chmielewski and Kohn, 2000). Όπου T_i η μέση ημερήσια θερμοκρασία και Σi το σύνολο των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών.

Η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας φαινολογικά δεδομένα. Ο Schnelle (1955, 1961), όρισε την καλλιεργητική περίοδο ως τον αριθμό των ημερών που μεσολαβούν μεταξύ της σποράς των ανοιξιάτικων σιτηρών και της σποράς του σιταριού το χειμώνα. Για την έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου σε δενδρώδεις και θαμνώδεις καλλιέργειες, η εκδήλωση των φαινολογικών σταδίων όπως η έναρξη της νέας βλάστησης και το φούσκωμα των οφθαλμών, χρησιμοποιούνται ενώ για τη λήξη αυτής, χρησιμοποιούνται η αλλαγή χρωματισμού των φύλλων το φθινόπωρο και η φυλλόπτωση (Schwartz, 2003). Η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ποικίλει ανάλογα με την περιοχή ενώ, το τέλος αυτής παρουσιάζει μικρές αποκλίσεις στις Ευρωπαϊκές χώρες όποτε η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, καθορίζεται κυρίως από την έναρξη αυτής. Οι μεγαλύτερες καλλιεργητικές περίοδοι (> 220 ημέρες) παρουσιάζονται στη νότια Γαλλία και στις παραθαλάσσιες περιοχές της Νότιας Ευρώπης, όπως η Ελλάδα. Σε περιοχές όπως η Ιρλανδία, το Βέλγιο και η Ολλανδία, κυμαίνεται μεταξύ των 200-220 ημερών ενώ στη Γερμανία, στην Πολωνία και στην Αυστρία διαρκεί λιγότερο από 200 ημέρες. Στην εικόνα 5, που ακολουθεί εμφανίζονται περιοχές της Ευρώπης και η διάρκεια της καλλιεργητικής τους περιόδου. Ως έναρξη ορίζεται το φαινολογικό στάδιο, «έναρξη της βλάστησης» των *Betula pubescens* (σημύδα) και *Prunus avium* (αγριοκερασιά) και ως τέλος την πτώση των φύλλων των ειδών αυτών.



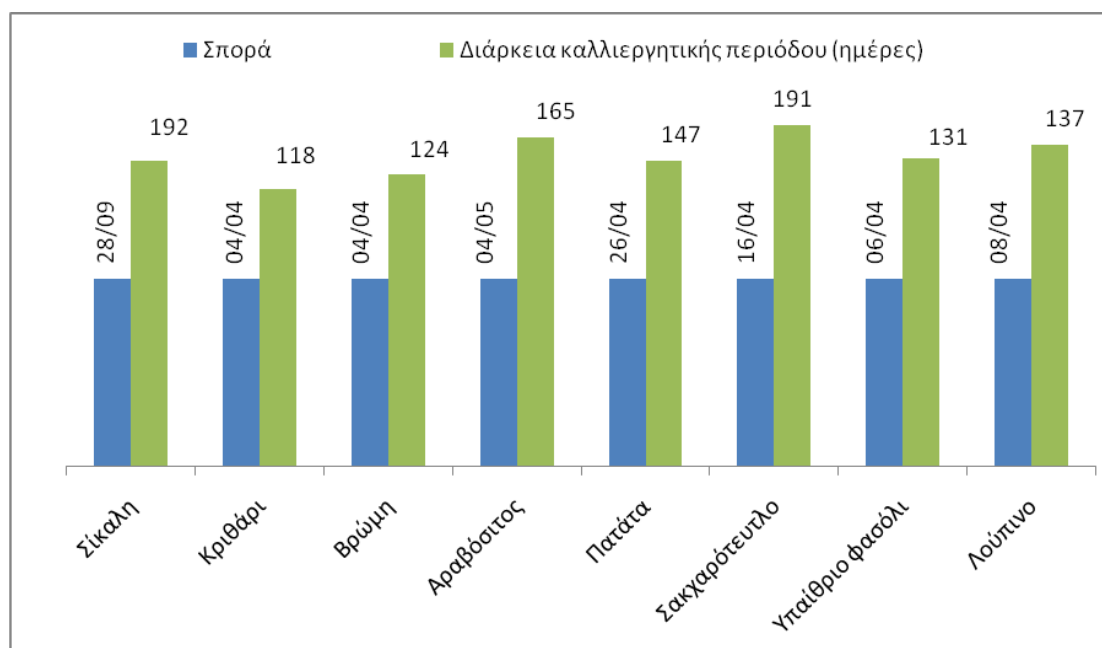
Εικόνα 5: Μέση διάρκεια καλλιεργητικής περιόδου των *Betula pubescens* και *Prunus avium* σε διάφορες Ευρωπαϊκές περιοχές, το χρονικό διάστημα, 1969-2000 (Πηγή: Schwarz, 2003).

Η μέση χρονική διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου σε μια περιοχή θέτει τις περιβαλλοντικές προϋποθέσεις για την φυτική παραγωγή. Κάθε καλλιέργεια απαιτεί συγκεκριμένο χρόνο από το στάδιο της ανάπτυξης μέχρι το στάδιο της συγκομιδής. Σε μέσα γεωγραφικά πλάτη ο μέσος χρόνος καλλιεργητικής περιόδου, που ορίζεται ο χρόνος από τη σπορά έως τη συγκομιδή, κυμαίνεται από τρεις έως έξι μήνες, λαμβάνοντας υπόψη και τις διαφορές που οφείλονται σε διαφορετικές ποικιλίες του ίδιου φυτικού είδους (Schwartz, 2003).

Σε περιοχές με μεγάλη καλλιεργητική περίοδο είναι δυνατόν να επιλεχτεί η ιδανική ημερομηνία συγκομιδής, όσον αφορά τις κλιματικές συνθήκες, για την συγκομιδή. Για καλλιέργειες με σχετικά μικρή περίοδο ανάπτυξης, το γεγονός είναι δυνατό και σε περιοχές με μικρή καλλιεργητική περίοδο (Schwartz, 2003). Ανοιξιάτικη σπορά κριθαριού, η οποία αποτελεί καλλιέργεια σύντομης ωρίμανσης χρονικά, απαιτεί σχετικά μικρή περίοδο από τη σπορά έως τη συγκομιδή (Καραμανός, 1994). Για περιοχές κοντά στους πόλους με δριμείς χειμώνες, όπως ο Καναδάς η καλλιεργητική περίοδος μπορεί να είναι μικρότερη από 80 ημέρες. Σε αντίθεση, τα σακχαρότευτλα που έχουν μεγαλύτερη περίοδο ανάπτυξης (μεγαλύτερη των έξι μηνών) περιορίζεται η καλλιέργεια τους σε περιοχές με μεγάλη καλλιεργητική περίοδο (Schwartz, 2003).

Στην εικόνα 6, παρουσιάζονται οι μέσοι χρόνοι καλλιεργητικής περιόδου ορισμένων φυτικών ειδών όπως τα : σίκαλη (*Secale cereale*), κριθάρι (*Hordeum vulgare*), βρώμη (*Avena*

sativa), αραβόσιτος (*Zea mays*), πατάτα (*Solanum tuberosum*), σακχαρότευτλο (*Beta vulgaris*), υπαίθριο φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) και λούπινο (*Lupinus L.*) στη Γερμανία.



Εικόνα 6: Μέση διάρκεια καλλιεργητικής περιόδου καλλιεργειών στη Γερμανία από το σταθμό Derlin-Dahlem, την περίοδο 1953-2000 (Πηγή: Schwarz, 2003).

Οι φαινολογικές παρατηρήσεις αποτελούν σημαντικό βοήθημα για την αξιολόγηση της περιοχής για την επιλογή διαφόρων καλλιεργούμενων φυτικών ειδών και ποικιλιών. Η γνώση αυτή, θα οδηγήσει σε βελτιωμένες αποδόσεις των καλλιεργειών και θα συμβάλει στην εκτίμηση της καλλιεργητικής δυναμικής συγκεκριμένων φυτών σε δεδομένες περιοχές. Καλλιέργειες που δεν έχουν προσαρμοστεί στα δεδομένα της περιοχής, παρουσιάζουν μειωμένη παραγωγικότητα. Υπαίθριες καλλιέργειες κηπευτικών σε μέσα γεωγραφικά πλάτη, προτείνονται για θερμές περιοχές στις οποίες η άνοιξη εμφανίζεται νωρίτερα. Η χρήση φαινολογικών χαρτών μπορεί να μας οδηγήσει στην επιλογή τέτοιων περιοχών (Schwarz, 2003).

Η εφαρμογή της φαινολογίας στον προγραμματισμό των καλλιεργητικών εργασιών είναι μείζονος σημασίας για την ορθολογική διαχείριση των καλλιεργειών. Για παράδειγμα, ο αραβόσιτος αναπτύσσεται σωστά σε περιοχές όπου η μέση θερμοκρασία του αέρα, την περίοδο Μάιος-Σεπτέμβριος, είναι μεγαλύτερη των 15°C (Schwarz, 2003), όμως σε αρκετές περιοχές η ποσότητα νετού παρουσιάζεται μειωμένη με αποτέλεσμα η άρδευση να είναι επιτακτική ανάγκη. Οι υψηλότερες απαιτήσεις του αραβόσιτου σε νερό, είναι στα φαινολογικά στάδια «επιμήκυνσης του στελέχους» και στο στάδιο της «άνθησης». Την ίδια χρονική περίοδο, οι απαιτήσεις σε θρέψη είναι ιδιαίτερα υψηλές και δη την περίοδο αυτή, το

75% των θρεπτικών στοιχείων από τη συνολική ποσότητα λίπανσης, απαιτείται από το φυτό. Ιδιαίτερα, η αζωτούχος λίπανση συνίσταται στην έναρξη της περιόδου ανάπτυξης (για τον σχηματισμό των σπαδικών), στην επιμήκυνση του στελέχους και στο στάδιο γεμίσματος του καρπού (Καραμάνος, 1999). Επίσης σε καλλιέργεια αμπέλου, η εκτίμηση του χρόνου εμφάνισης του σταδίου της πλήρης άνθησης βάσει των θερμομετρικών συνθηκών που επικράτησαν στην συγκεκριμένη περιοχή στο διάστημα μεταξύ της έκπτυξης των οφθαλμών και της εμφάνισης των ταξιανθιών, συνεισφέρει στον έγκαιρο προγραμματισμό των απαραίτητων καλλιεργητικών φροντίδων (ψεκασμοί) για την αντιμετώπιση προβλημάτων ζωικών εχθρών όπως η ευδεμίδα (Kamoutsis et al., 2005).

Οι καλλιεργητές χρειάζονται τις φαινολογικές παρατηρήσεις κυρίως για τις περιόδους άνθησης, καρπόδεσης και ωρίμανσης των καλλιεργειών. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γνωρίζουν οι καλλιεργητές τις ημερομηνίες παγετών, που μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στις καλλιέργειες, ιδιαίτερα των παγετών που λαμβάνουν χώρα μετά την άνθηση. Παγετοί που συμβαίνουν πριν την έναρξη της άνθησης δημιουργούν προβλήματα, κυρίως στους οφθαλμούς, αλλά παγετός κατά την διάρκεια της άνθησης μπορεί να σημάνει μέχρι και καταστροφή της καλλιέργειας (Schwarz, 2003).

Οι παγετοί μπορούν να εκτιμηθούν με τη χρήση φαινολογικών μοντέλων. Η πρόβλεψη εκδήλωσης του επόμενου φαινολογικού σταδίου, απαιτεί χρήση των θερμοκρασιακών δεδομένων της περιοχής και με τον τρόπο αυτό να προστατευτεί η καλλιέργεια σε ικανοποιητικό βαθμό, ιδιαίτερα σε ευαίσθητα στάδια ανάπτυξης της. Η πρόβλεψη της εκδήλωσης φαινολογικών σταδίων μπορεί να πραγματοποιηθεί και χωρίς τη χρήση θερμοκρασιακών δεδομένων, διότι συχνά η εκδήλωση των διαφόρων φαινολογικών σταδίων παρουσιάζει πολύ καλή συσχέτιση είτε πρόκειται για διαφορετικά φυτά είτε για φυτά ίδιου είδους και διαφορετικής ποικιλίας. Παράδειγμα αποτελεί, σε περιοχές με μέσο γεωγραφικό πλάτος η κοπή κτηνοτροφικών φυτών όπου λαμβάνει χώρα μια εβδομάδα μετά την άνθηση της σίκαλης (Chmielewski, 2003).

2.6. Φαινολογία και μικρόκλιμα

Οι κλιματικοί, οι βιολογικοί και οι εδαφικοί παράγοντες αποτελούν το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζουν και αναπτύσσονται οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί. Η μεταβολή των παραγόντων αυτών τοπικά και χρονικά οδηγούν στην προσαρμοστικότητα των φυτικών και ζωικών ειδών. Η επίδραση των κλιματικών παραγόντων θεωρείται βασικής και καθοριστικής σημασίας δεδομένου ότι επηρεάζει σε μεγάλο ποσοστό τη διαμόρφωση τόσο των εδαφικών όσο και των βιολογικών παραγόντων.

Η μελέτη της επίδρασης των μετεωρολογικών παραμέτρων στα στάδια ανάπτυξης των φυτών, στη συμπεριφορά των πτηνών, εντόμων, ερπετών, τρωκτικών αλλά και στην εξάπλωση διαφόρων επιδημικών ασθενειών αποτελούν αντικείμενο της φαινολογίας. Έργο λοιπόν της φαινολογίας είναι η χρονική συσχέτιση των διαφόρων φάσεων ανάπτυξης και συμπεριφοράς φυτικών και ζωικών οργανισμών με καθένα από τα κλιματικά στοιχεία αλλά και σε συνδυασμό μεταξύ τους, με απώτερο σκοπό την μελέτη των οργανισμών αυτών στις συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες και στην κλιματική αξιολόγηση των συγκεκριμένων περιοχών. Οι φαινολογικές φάσεις των φυτών εξαρτώνται από την επίδραση του συνδυασμού των μετεωρολογικών παραμέτρων σε αυτά. Το βασικότερο μετεωρολογικό στοιχείο είναι η θερμοκρασία, η οποία επηρεάζει την φαινολογική συμπεριφορά τους. Παράλληλα με τη θερμοκρασία, ουσιαστικό ρόλο στην φαινολογία των φυτών, διαδραματίζουν οι μακρο-, μεσο- και μικρο-κλιματικές συνθήκες (Χρονοπούλου-Σερέλη και Φλόκας, 2010).

Η σχέση μεταξύ των φαινολογικών φάσεων και των εποχών του έτους, έδειξε ότι σε περιοχές τις Κεντρικής Ευρώπης και ιδιαίτερα την περίοδο της άνοιξης, τα φαινολογικά στάδια των φυτών με κατεύθυνση από Δυτικά προς Ανατολικά αλλά και από τα Νοτιοδυτικά προς τα Βορειοανατολικά, παρουσιάζουν συντομότερη χρονική εκδήλωση. Η αντίθετη έκφραση του γεγονότος αυτού, λαμβάνει χώρα τους φθινοπωρινούς μήνες. Παράδειγμα αποτελεί, η «πρώιμη» άνοιξη στην περιοχή του κάτω Ρήνου, όπου το *Galanthus nivalis* ανθίζει πριν τις 19 Φεβρουαρίου ενώ ανατολικότερα, το φαινολογικό στάδιο της άνθησης στο τέλος του 1^{ου} δεκαημέρου του Μαρτίου. Η επίδραση του εδάφους και του τοπογραφικού ανάγλυφου, γίνεται αντιληπτή με τη σύγκριση του σταδίου της άνθησης σε παραποτάμιες περιοχές και στις κοιλάδες με περιοχές που παρουσιάζουν αυξημένο υψόμετρο, όπου στις παραποτάμιες περιοχές και στις κοιλάδες εμφανίζεται πρωίμηση του σταδίου.

Οι φαινολογικές παρατηρήσεις που διεξάγονται από τους παρατηρητές, προσφέρουν και την εικόνα του μικροκλίματος στην περιοχή μελέτης. Επισημαίνονται και καταγράφονται μικροκλιματικές διαφορές στην περιοχή μελέτης αλλά και τυχόν ιδιαιτερότητες ανάλογα με το τοπογραφικό ανάγλυφο αυτής. Οι διαφοροποιήσεις αυτές, μπορούν να προέρχονται από το τοπογραφικό ανάγλυφο, τον προσανατολισμό του, τον τύπο του εδάφους αλλά και το περιεχόμενο νερό σε αυτό. Τα αποτελέσματα αυτά, προσδιορίζουν αθροισόμενα και τις μακροκλιματικές διαφορές (Χρονοπούλου-Σερέλη και Φλόκας, 2010).

Το μικρόκλιμα διαφέρει σημαντικά από τις κλιματικές συνθήκες που καταγράφονται από έναν μετεωρολογικό σταθμό και εξαρτάται από μετεωρολογικούς παράγοντες όπως η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία αέρος, ο υετός και η ταχύτητα του ανέμου αλλά και από μορφολογικούς παράγοντες των φυτών όπως, το ύψος του φυτού, η δομή και η πυκνότητα της κόμης των δένδρων ή της συστάδας των αγρωστωδών καλλιιεργειών, κ.α.. Κατά την διάρκεια της ημέρας, ο αέρας που διέρχεται ανάμεσα από τα φυτά είναι περισσότερο ζεστός

και υγρός από τις αντίστοιχες μετρήσεις του αέρα όταν διέρχεται από γυμνό έδαφος (Wittchen, 2002). Το φυτόκλιμα ποικίλει ανάλογα με την ώρα της ημέρας και ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Παράδειγμα είναι, ότι οι μεγαλύτερες διαφορές στην θερμοκρασία αέρα, στην καλλιέργεια κριθαριού, συμβαίνουν τις μεσημβρινές ώρες, κατά την διάρκεια των τελευταίων σταδίων της περιόδου ανάπτυξης. Επίσης, κατά την διάρκεια του σταδίου της άνθησης, οι διαφορές στην εξάτμιση είναι οι μεγαλύτερες (Schwarz, 2003).

Οι μικροκλιματικές συνθήκες διαδραματίζουν μεγάλο ρόλο όσον αφορά την φυτοπαθολογία διότι η εμφάνιση και εξέλιξη μυκητολογικών αλλά και εντομολογικών προσβολών καθορίζεται από τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας. Στο παράδειγμα του κριθαριού, οι επικίνδυνες περίοδοι προσβολής από μύκητες είναι οι περίοδοι της επιμήκυνσης του βλαστού (BBCH 30 έως BBCH 49) και του σταδίου άνθησης (BBCH 50 έως BBCH 69), λόγω της υψηλής υγρασίας που παρατηρείται. Τέλος, περίοδοι με υψηλές θερμοκρασίες αέρος ευνοούν την εκκόλαψη των ωών των εντόμων και την μορφολογική εξέλιξη των προνυμφών (Schwarz, 2003).

2.7. Φαινολογία και κλιματική αλλαγή

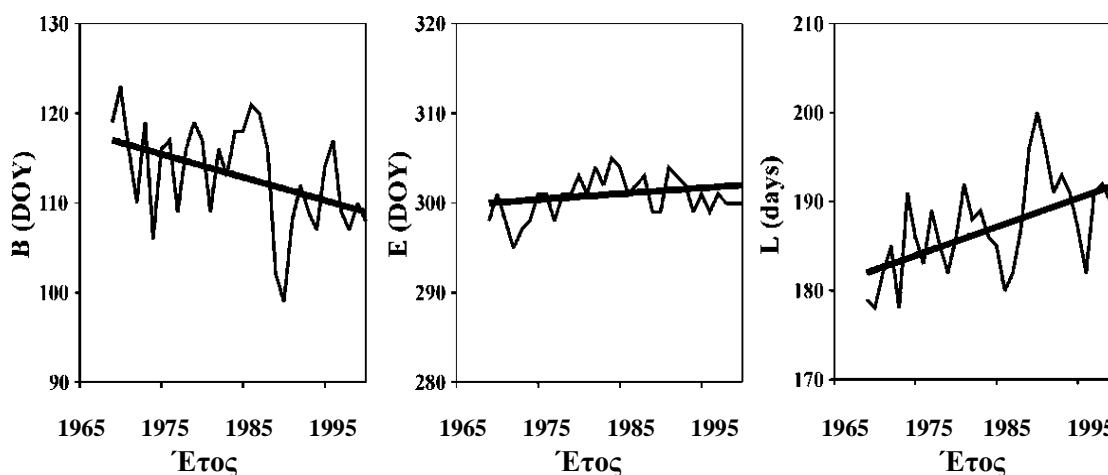
Στην σημερινή εποχή, γίνεται συνεχής λόγος για την κλιματική αλλαγή και ιδιαίτερα, για την διαφαινόμενη ξηρασία που θα επικρατήσει στα Μεσογειακά κλίματα. Τον 19ο αιώνα, η άνοδος της παγκόσμιας θερμοκρασίας ήταν της τάξεως του 0,5°C (Nicholls et al., 1996), γεγονός που παρουσιάστηκε και στα Μεσογειακά οικοσυστήματα.

Όσον αφορά αλλαγές στην ποσότητα του νετού, ενώ ο Le Houerou (1996) διατύπωσε ότι δεν υπήρχαν μεταβολές στην προσπίπτουσα βροχόπτωση στην Ευρώπη, οι Gregory and Mitchell (1995), αναφέρουν ότι σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη (άνω του 45°N) αυξήθηκαν τα ποσά του ετησίου νετού ενώ σε μέσα γεωγραφικά πλάτη (35-40°N), τα ποσά μειώθηκαν. Οι αλλαγές στην θερμοκρασία και στην βροχόπτωση, πιθανόν να επηρεάσουν τα φαινολογικά στάδια των φυτών και να προκαλέσουν ανταγωνισμό μεταξύ διαφόρων ειδών (Le Houerou, 1996 και Gregory and Mitchell, 1995).

Οι Kramer et al. (2000), κατασκεύασαν μοντέλα προσομοίωσης μετεωρολογικών παραμέτρων (π.χ., θερμοκρασία) με βάση τις φαινολογικές εκδηλώσεις του *Pinus pinaster* σε περιοχές της Νότιας Γαλλίας. Διαπίστωσαν ότι, μία «ξηρή» χρονιά, επηρεάζει την ανάπτυξη των κωνοφόρων για πλήθος ετών, διότι η ανάπτυξη και επιμήκυνση των πευκοειδών βελόνων επηρεάζονται από την διαθεσιμότητα του νερού. Επίσης σε όλα τα είδη των δασικών κωνοφόρων επηρεάζεται η φαινολογία τους, υπό το καθεστώς σεναρίου κλιματικής αλλαγής και αυτό αποτυπώνεται στην ανάπτυξη τους. Τέλος, οι Penuelas et al. (2002), συνέκριναν φαινολογικά δεδομένα από το 1952 έως το 2000, σε πλήθος φυτικών ειδών στην περιοχή της

Καταλονίας, στην Ισπανία. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων παρουσίασε ότι η έκπτυξη των φύλλων το έτος 2000, παρουσιάστηκε 16 μέρες νωρίτερα από το 1952, η φυλλόπτωση παρουσιάστηκε 13 μέρες αργότερα σε σχέση με το 1952, η άνθηση εμφανίστηκε 6 μέρες νωρίτερα σε σχέση με το έτος 2000 ενώ ο σχηματισμός των καρπών, το 2000, ήταν πρωιμότερος κατά 9 ημέρες σε σχέση με το 1974.

Σε αρκετές περιοχές της Ευρώπης, όπως για παράδειγμα στη Γερμανία, έχει παρατηρηθεί τάση αύξησης της θερμοκρασίας αέρος η οποία σχετίζεται με την αύξηση των τιμών θερμοκρασίας από την χειμερινή περίοδο έως και νωρίς την άνοιξη, επηρεάζοντας την ανάπτυξη των φυτών (Chmielewski and Rotzer, 2002). Η μέση ημερομηνία έναρξης της καλλιεργητικής περιόδου στην Ευρώπη κατά την περίοδο 1969-2000 (εικόνα 7), εμφανίστηκε νωρίτερα κατά 9 ημέρες, δηλαδή επήλθε μείωση του χρόνου έναρξης της καλλιεργητικής περιόδου κατά 2,8 ημέρες ανά δεκαετία, λόγω της πρώιμης εμφάνισης της άνοιξης. Η μέση ημερομηνία λήξης της καλλιεργητικής περιόδου στην Ευρώπη, δεν παρουσιάζει τόσο μεγάλες ετήσιες διακυμάνσεις ενώ η χρονική διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στην Ευρώπη, επηρεάζεται κυρίως από την έναρξη αυτής και παρουσιάζεται αυξημένη κατά 11 ημέρες (αύξηση της τάξεως των 3,5 ημερών ανά δεκαετία). Το έτος 1990, την περίοδο 1969-2000, είναι το έτος με την μεγαλύτερη (200 ημέρες) καλλιεργητική περίοδο (Schwarz, 2003).



Εικόνα 7: Οι τάσεις στην έναρξη (B), λήξη (E) και διάρκεια (L) της καλλιεργητικής περιόδου στην Ευρώπη, τα έτη 1969-2000, από παρατηρήσεις Διεθνών Φαινολογικών Κήπων (Πηγή: Chmielewski and Roger, 2001).

Οι αλλαγές στην διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορούν να επηρεάσουν διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές όπως η παράλληλη σπορά ιδίων ή διαφορετικών ποικιλιών αλλά και τη διαδοχική σπορά ιδίων ή διαφορετικών ποικιλιών (αμειψισπορά). Οι αλλαγές στην διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορούν επίσης να καθορίσουν σε μεγάλο

βαθμό και την ποικιλία του φυτικού είδους που θα εγκατασταθεί. Παράδειγμα, αποτελούν οι πρώιμες ποικιλίες, οι οποίες μπορούν να αντικατασταθούν από όψιμες εάν η καλλιεργητική περίοδος αυξηθεί σε διάρκεια, γεγονός που πιθανόν να μπορέσει να οδηγήσει σε βελτίωση της ποιότητας και πιθανώς, της απόδοσης των καλλιεργειών (Schwarz, 2003).

Υψηλές θερμοκρασίες κατά το τέλος της χειμερινής περιόδου επιφέρουν πρώιμη έλευση της άνοιξης και πρωιμότερη εμφάνιση ορισμένων φαινολογικών σταδίων όπως η άνθηση των μηλοειδών και των πυρηνοκάρπων (Chmielewski et al., 2004). Παράδειγμα αποτελεί η περιοχή της Γερμανίας όπου μία αύξηση θερμοκρασίας, της τάξεως των 1,6°C, μεταξύ των μηνών Φεβρουαρίου-Απριλίου για τα έτη 1961–2000, οδήγησε σε πρώιμηση της άνθησης των συγκεκριμένων φυτών κατά 8 ημέρες (Chmielewski et al., 2004).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η επιστήμη της φαινολογίας μπορεί να βελτιώσει την διαδικασία επιλογής των ποικιλιών που θα εγκατασταθούν με τέτοιο τρόπο ώστε κίνδυνοι από αντίξοα καιρικά φαινόμενα (π.χ., παγετός) να μπορέσουν να μετριαστούν ή και να αποφευχθούν. Η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών ή ποικιλιών που τα ευαίσθητα φαινολογικά τους στάδια δεν συμπίπτουν με την εκδήλωση δυσμενών καιρικών φαινομένων αλλά και η λελογισμένη χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων, την κατάλληλη χρονική στιγμή είναι μια θετική εξέλιξη για ορθότερη και αποδοτικότερη Γεωργία.

II. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

1.1. Επιλογή καλλιεργούμενων ειδών

Η εργασία αυτή πραγματεύεται την αξιολόγηση γεωργικών περιοχών του Ελλαδικού χώρου από τις φαινολογικές εκδηλώσεις καλλιεργούμενων φυτών. Αρχικά, έγινε διερεύνηση φαινολογικών και μετεωρολογικών δεδομένων σε αντιπροσωπευτικές περιοχές της Ελλάδας όπως η Θεσσαλία και η Πελοπόννησος. Τα δεδομένα αυτά προήλθαν από τα Περιφερειακά Κέντρα Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου του Ναυπλίου και του Βόλου.

Στη συνέχεια έγινε επιλογή των φυτικών ειδών και των ποικιλιών τους με κριτήριο τη διαχρονική καταγραφή των φαινολογικών και μετεωρολογικών δεδομένων, με έμφαση στις θερμομετρικές συνθήκες. Από τα συλλεχθέντα δεδομένα επιλέχθηκαν οι ποικιλίες αμπέλου (*Vitis vinifera L.*) Ροδίτης, Σουλτανίνα, Κορινθιακή σταφίδα και Μαύρο Νεμέας, η ποικιλία αχλαδιάς (*Pyrus communis L.*) Κρυστάλλι, η ποικιλία πορτοκαλιάς (*Citrus sinensis L.*) Washington Navel και η ποικιλία μηλιάς (*Malus domestica Borkh*) Starking Delicious. Σημειώνεται ότι οι φαινολογικές εκδηλώσεις της μηλιάς (ποικιλία Starking Delicious) έχουν μελετηθεί από άλλους ερευνητές (Kamoutsis et al., 2006; Matsoukis et al., 2007) οπότε δεν συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα εργασία. Για τον Ελλαδικό χώρο, η υπάρχουσα βιβλιογραφία δεν έχει ασχοληθεί επαρκώς με τα φαινολογικά στάδια της αχλαδιάς και της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με κλιματικούς παράγοντες (π.χ., θερμοκρασία αέρος) ενώ για την άμπελο ερευνητές (Kamoutsis et al., 2006) έχουν αποπειραθεί μια πρώτη προσέγγιση όσον αφορά την συμπεριφορά της σε συνάρτηση με τους κλιματικούς αυτούς παράγοντες. Εν τούτοις η εργασία αυτή πιθανόν να αποτελέσει μια αρχή για μια ικανοποιητική καλλιεργητική διαχείριση με περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.

Στο ακόλουθο υποκεφάλαιο παρατίθενται ορισμένα γενικά χαρακτηριστικά των εξεταζόμενων στην παρούσα εργασία καλλιεργούμενων φυτικών ειδών για τον Ελληνικό χώρο.

1.2. Γενικά χαρακτηριστικά εξεταζόμενων φυτικών ειδών και ποικιλιών

1.2.1. Άμπελος

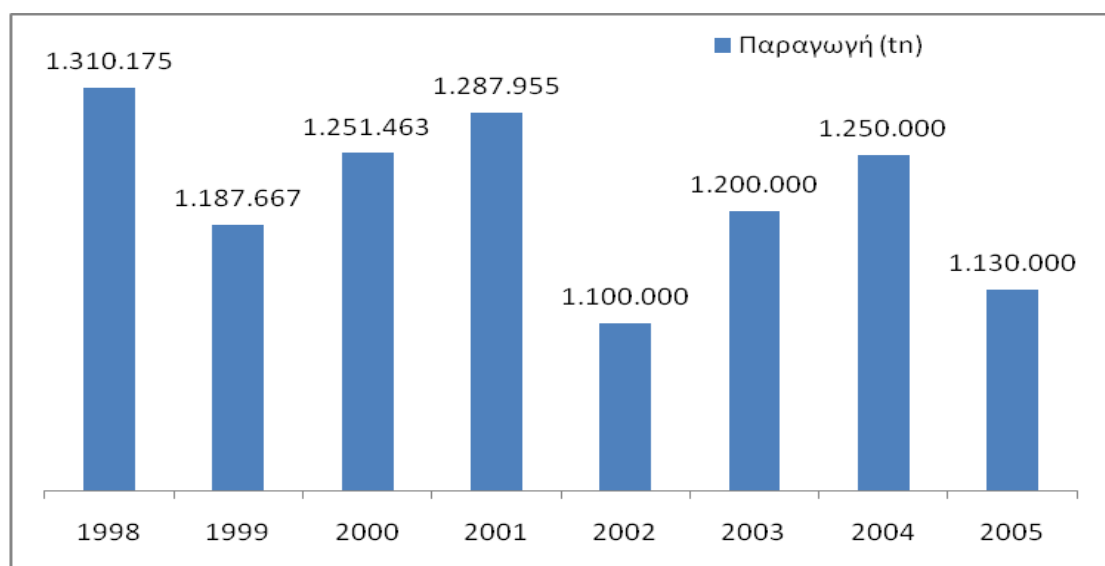
Από την αρχαιότητα (οι κάτοικοι της αρχαίας Ελλάδας χρησιμοποιούσαν τα σταφύλια για την διατροφή τους από το 4.000 π.Χ.) ήταν γνωστή η καλλιέργεια της αμπέλου (*Vitis vinifera L.*) και η διατροφική αξία των αμπελοουργικών προϊόντων. Ήδη, όλα τα στοιχεία συνηγορούν στο γεγονός ότι η καλλιέργεια της αμπέλου στην αρχαία Ελλάδα

τοποθετείται περίπου στο 2.500 π.Χ., το περιβάλλον της οποίας ανέκαθεν ήταν ευνοϊκό για την άμπελο και πολλές ποικιλίες μνημονεύονται από τον Αριστοτέλη, το Θεόφραστο, τον Ησίοδο (Σταυρακάκης, 1988).

Τα αμπελουργικά προϊόντα είναι α) οι σταφίδες, όπως οι ποικιλίες Σουλτανίνα και η Κορινθιακή, β) το κρασί (οίνος) που προέρχεται από επιτραπέζιους, επιδόρπιους και αφρώδεις οίνους, γ) τα σταφύλια επιτραπέζιας κατανάλωσης και δ) οι χυμοί σταφυλιού και τα σταφύλια κονσέρβα.

Η παγκόσμια παραγωγή σταφυλιών, για την περίοδο 1998 έως 2005, δεν παρουσίασε σταθερότητα. Το γεγονός αυτό οφείλεται σύμφωνα με τα στοιχεία, στην πολύ αυξημένη παραγωγικότητα που παρατηρήθηκε το 1998 από τις μεγάλες αμπελουργικές χώρες όπως η Γαλλία, η Ιταλία και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, η οποία τις επόμενες χρονιές παρουσίασε έντονες διακυμάνσεις. Θετικό ισοζύγιο την περίοδο αυτή, στην ετήσια παραγωγή παρουσιάζουν χώρες όπως η Βραζιλία και η Κίνα (με ιδιαίτερα αλματώδη αύξηση την περίοδο αυτή) και λιγότερο Μεσογειακές χώρες όπως η Ισπανία. Ο μέσος όρος της παγκόσμιας παραγωγής, την περίοδο 1998-2005 ήταν 12.250.000 τόνους, με την Ελλάδα το 2005, να παράγει 1.130.000 τόνους και να παρουσιάζει ελαφρές διακυμάνσεις στην παραγωγή της (FAO Statistical Yearbook, 2009).

Η ετήσια παραγωγή της Ελλάδας (tn) σε σταφύλια για την περίοδο 1998 έως 2005 απεικονίζεται στην εικόνα 8:



Εικόνα 8: Ετήσια παραγωγή σταφυλιών στον Ελλαδικό χώρο (Πηγή: FAO Statistical Yearbook, 2009).

Η χρονική εκδήλωση των φαινοφάσεων της αμπέλου ποικίλει ανάλογα με την περιοχή καλλιέργειας, την ποικιλία και τις κλιματικές συνθήκες. Σε περιοχές με δροσερό κλίμα και μικρή καλλιεργητική περίοδο εγκαθίστανται πρώιμες ποικιλίες ενώ σε θερμές περιοχές προτιμώνται όψιμες ποικιλίες (Jones and Davis, 2000). Οι Mullins et al. (1992) και Jones and Davis (2000), αναφέρουν ότι στις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές, οι οφθαλμοί αρχίζουν να σχηματίζονται όταν η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι ανώτερη των 10°C, για συνεχές διάστημα 5 ημερών. Επεξεργάζοντας δεδομένα της περιόδου 1949 έως 1995, οι Jones and Davis (2000), διαπίστωσαν ότι τις δυο τελευταίες δεκαετίες τα φαινολογικά στάδια της αμπέλου στην περιοχή του Bordeaux, στη Γαλλία, παρουσιάστηκαν νωρίτερα από την προηγούμενη περίοδο, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με την παρατηρούμενη επιμήκυνση της καλλιεργητικής περιόδου στην Ευρώπη (Menzel and Fabian, 1999), γεγονός που αποδίδεται στις θερμοκρασιακές μεταβολές. Επίσης, αναφέρεται ότι σε δοκιμές δυο διαφορετικών μοντέλων για την μελλοντική κλιματική αλλαγή στην Ιταλία, βρέθηκε μείωση κατά 23 ημέρες της περιόδου που ορίζεται μεταξύ των ημερομηνιών από την έκπτυξη των οφθαλμών μέχρι την έναρξη τρυγητού (Jones and Davis, 2000).

Η θερμοκρασία αέρος είναι από τους πλέον βασικούς παράγοντες, που επηρεάζουν την βλαστική ανάπτυξη του φυτού. Ο Τσετούρας (2009), αναφέρει ότι εκτός ορισμένων ορίων θερμοκρασίας το αμπέλι δεν είναι δυνατόν να καλλιεργηθεί. Ευδοκμεί στη ζεστή εύκρατη ζώνη. Η καλύτερη ανάπτυξη επιτυγχάνεται σε περιοχές με μεγάλο ζεστό, ξερό καλοκαίρι και δροσερό χειμώνα και η μεγάλη βλαστική περίοδος είναι απαραίτητη για την ωρίμαση των καρπών. Έχει διαπιστωθεί ότι χαμηλή θερμοκρασία (-1°C) στα πρώτα στάδια της βλάστησης καθυστερεί την ανάπτυξη των βλαστών ενώ σοβαρές ζημιές προκαλεί η έκθεση των νεαρών βλαστών στους όψιμους παγετούς της άνοιξης.

Αντίθετα, θερμοκρασίες 42°-46°C προκαλούν βλάβες στα φύλλα. Υψηλές θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 40°C δημιουργούν προβλήματα στα φυτά ενώ είναι δυνατόν να έχουμε εγκαύματα στα σταφύλια στους 38°-39°C.

Οι θερμοκρασίες που απαιτούνται για τα βλαστικά στάδια της αμπέλου παρουσιάζονται στον πίνακα 3:

το στάδιο έναρξης έκπτυξης οφθαλμών-πράσινη κορυφή	08-10°C
το στάδιο της πλήρους άνθησης	18-22°C
το στάδιο άνθησης-καρπώδεσης	22-26°C

Πίνακας 3: Απαιτούμενες θερμοκρασίες για εμφάνιση ορισμένων φαινοφάσεων της αμπέλου (Πηγή: Τσετούρας, 2009).

Ένας σημαντικός εχθρός της αμπέλου που δημιουργεί πλείστα προβλήματα είναι η ευδεμίδα (*Lobesia botrana*), όπου στην Ελλάδα εμφανίζονται 3-4 γενιές (εικόνα 9). Η πρώτη εμφανίζεται την άνοιξη και προσβάλλει τα άνθη, η δεύτερη τον Ιούνιο και προσβάλλει τις ράγες και η τρίτη εμφανίζεται από τις αρχές Αυγούστου μέχρι τέλος Σεπτεμβρίου. Όπου υπάρχει τέταρτη γενιά εμφανίζεται συνήθως αρχές Οκτωβρίου και ολοκληρώνει το βιολογικό της κύκλο το Δεκέμβριο ενώ δεν παρουσιάζει οικονομικό ενδιαφέρον. Τις μεγαλύτερες ζημιές προκαλούν η δεύτερη και η τρίτη γενιά, όμως στις ζημιές της ευδεμίδας υπολογίζουμε και τις δευτερογενείς που δημιουργούνται από τα τσιμπήματα του εντόμου στις ράγες και σε συνέχεια την ανάπτυξη της ασθένειας του μύκητα *Botrytis cinerea* (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 1998).



Εικόνα 9: Ευδεμίδα (*Lobesia botrana*), σε φύλλα αμπέλου. (Πηγή: University of Florida, 2002).

Η καταπολέμηση των εχθρών αυτών και σε ποιο ακριβώς φαινολογικό στάδιο, παρουσιάζεται στα κατά τόπους Περιφερειακά Κέντρα Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου και βασίζεται κυρίως στις φάσεις του βιολογικού τους κύκλου σε σχέση με το φαινολογικό στάδιο των φυτών, όπως καταγράφονται ετησίως στις Γεωργικές Προειδοποιήσεις που συντάσσουν τα κέντρα αυτά.

1.2.2. Αχλαδιά

Η αχλαδιά (*Pyrus communis* L.) ήταν γνωστή από τους προϊστορικούς ακόμα χρόνους και δη από τον Όμηρο και τον Θεόφραστο, όπου αναφέρονται σε καλλιεργούμενους και μη τύπους αχλαδιάς και περιγράφουν μεθόδους πολλαπλασιασμού αυτής. Τεχνικές καλλιέργειας και ποικιλίες της καλλιέργειας αναφέρονται και από τους αρχαίους Ρωμαίους. Στη δυτική Ευρώπη η εμφάνιση βελτιωμένων ποικιλιών αχλαδιάς χρονολογείται από το 18ο και 19ο αιώνα με επίκεντρο βελτιώσεως αργότερα τη Γαλλία και το Βέλγιο (Ποντίκης, 1994).

Η αχλαδιά ανθίζει την άνοιξη όπου, η ελάχιστη μέση ημερήσια θερμοκρασία για την έναρξη της άνθησης είναι 9°C. Η διάρκεια της περιόδου ανθήσεως εξαρτάται από τη μέση ημερήσια θερμοκρασία και ατμοσφαιρική υγρασία. Όσο πιο υψηλότερη είναι η μέση θερμοκρασία και χαμηλότερη η υγρασία, τόσο πιο σύντομη είναι η περίοδος ανθήσεως. Κατά το Brown (1943) οι ποικιλίες αχλαδιάς συνήθως ανθίζουν με την ίδια σειρά κάθε χρόνο, αν και οι ημερομηνίες ποικίλλουν ευρέως από χρόνο σε χρόνο. Ευδοκμεί πολύ καλά σε περιοχές με ζεστά καλοκαίρια, η ποιότητα των καρπών της συμπεριλαμβανομένης και της γεύσεως, είναι ανώτερη στις περιοχές, που έχουν νότια ή νοτιοδυτική έκθεση και γι' αυτό πρέπει να προτιμώνται έναντι εκείνων με βορεινή έκθεση (Ποντίκης, 1994).

Λόγω της πρώιμης άνθησης της αχλαδιάς, τα άνθη της παρουσιάζονται συχνά εκτεθειμένα στους ανοιξιάτικους παγετούς. Η έκταση όμως της ζημιάς εξαρτάται από την ποικιλία, το στάδιο αναπτύξεως, τη θερμοκρασία των καρποφόρων οφθαλμών και τη διάρκεια του παγετού. Κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των οφθαλμών, ισχυροί παγετοί μπορεί να καταστρέψουν ένα μέρος των ανθέων, αλλά παραμένει όμως υγιής ένας επαρκής αριθμός απ' αυτά για να δώσει ικανοποιητική παραγωγή. Όταν συμβούν παγετοί κατά την πλήρη άνθηση, τότε η ζημιά παρουσιάζεται μεγάλη και μπορεί να φθάσει μέχρι τον εκμηδενισμό της παραγωγής με βαρύτερες οικονομικές συνέπειες. Σύμφωνα με τον Ποντίκη (1994), οι θερμοκρασίες των ανοιξιάτικων παγετών που προκαλούν ζημιά στην παραγωγή της αχλαδιάς, χωρίζονται σε δυο κατηγορίες ανάλογα με το ποσοστό της ζημιάς που εμφανίζεται. Όταν στα στάδια της λευκής κορυφής, έναρξης της άνθησης, πλήρους άνθησης και στο στάδιο της απάνθησης η θερμοκρασία πλησιάζει στους -3°C, τότε η ζημιά περιορίζεται σε ένα ποσοστό της τάξης του 10% ενώ όταν η θερμοκρασία είναι ακόμα χαμηλότερη (-4 έως -7°C), η ζημιά αγγίζει το μέγιστο ποσοστό, της τάξης του 90%.

Οι κύριοι εντομολογικοί εχθροί της αχλαδιάς είναι η καρπόκαψα (*Cydia pomonella* L.) όπου η ζημιογόνα προνύμφη του εντόμου παρουσιάζεται με 2 έως 3 γενεές αλλά και ο πλέον δύσκολα καταπολεμήσιμος εχθρός (εικόνα 10α), η ψύλλα της αχλαδιάς (*Cacopsylla pyri* L.). Ειδικότερα, για την περιοχή της Μαγνησίας, αναφέρονται 5 έως 6 γενεές του εντόμου αυτού, όπου καθόλη τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου της καλλιέργειας προνύμφες και ενήλικα μυζούν το χυμό φύλλων, βλαστών και καρπών. Τα μελιτώδη εκκρίματα τους ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων όπως *Gloeodes pomigena* (καπνιά) και τα συμπτώματα της προσβολής είναι νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα, χλωρωτικά φύλλα, κολλώδεις καρποί ακόμα και φυλλόπτωση.

**10α****10β**

Εικόνα 10: Ενήλικο ψύλλας (10α) και ανάπτυξη καπνιάς (10β) λόγω των μελιτωδών εκκρινμάτων. (Πηγή: Τζανακάκης-Κατσόγιαννος, 1998).

Ορισμένες από τις περιοχές που ευδοκιμεί η ποικιλία Κρυστάλλι είναι τα Κάτω Λεχώνια στο Νομό Μαγνησίας, τα Αγιοργίτικα στο Νομό Αρκαδίας και η Δαλαμανάρα στο Νομό Αργολίδας. Μέρος της εργασίας αυτής, ήταν η μικροκλιματική αξιολόγηση των παραπάνω περιοχών από τις φαινολογικές εκδηλώσεις της ποικιλίας αχλαδιάς Κρυστάλλι. Οι πιο πολλές από τις καλλιεργούμενες εμπορικές ποικιλίες αχλαδιάς είναι αυτοασυμβίβαστες και κατά συνέπεια αυτόστειρες. Οι ποικιλίες αυτές, για να καρποφορήσουν, χρειάζονται απαραίτητως σταυρεπικονίαση. Η αυτόστειρη αυτή ιδιότητα οφείλεται κυρίως στο «ασυμβίβαστο» και δευτερευόντως στη «διχογαμία» ή στη μειωμένη ζωτικότητα της γύρης. Στις φυτείες αχλαδιάς ποικιλίας Κρυστάλλι χρησιμοποιείται κατά προτίμηση σαν επικονιαστής η ποικιλία Coscia (συν. Cristoforo) λόγω της ανθεκτικότητας της στο βακτηριακό κάψιμο (Ποντίκης, 1994).

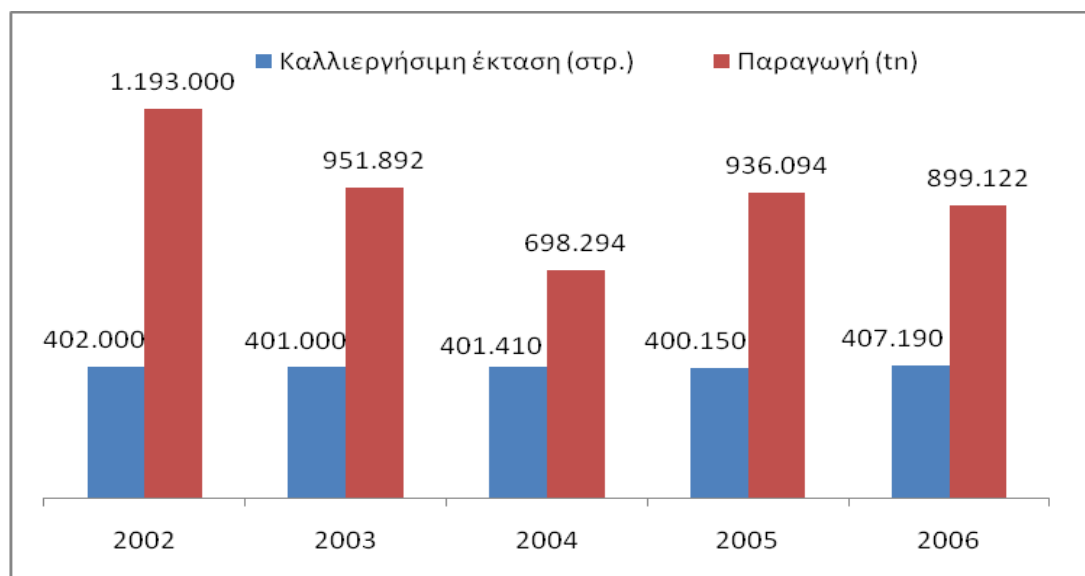
Οι συστηματικοί οπωρώνες αχλαδιάς στη χώρα μας περιλαμβάνουν 4.747 χιλιάδες δένδρα και η δε μέση ετήσια παραγωγή αχλαδιών ανέρχεται σε 82.000 τόνους, για το έτος 2006 (Στατιστική Επετηρίδα Ελλάδας, 2009), όπου παρατηρείται μια μείωση της παραγωγής συγκριτικά με τα στοιχεία της Στατιστικής επετηρίδας της Ελλάδας, το 1990, όπου η παραγωγή ήταν της τάξεως των 92.709 τόνων. Για την περίοδο 2001-06 η ελληνική παραγωγή αχλαδιών κυμάνθηκε από 25.000 έως 47.000 τόνους με τη μικρότερη να παρατηρείται το έτος 2002. Η μέση στρεμματική απόδοση της καλλιέργειας των αχλαδιών ανέρχεται περίπου σε 0,4 τόνους ανά στρέμμα, σημαντικά μικρότερη από την αντίστοιχη κοινοτική. Οι παγκόσμιες εξαγωγές ελληνικού αχλαδιού για την πενταετία 2002-06 παρουσίασαν αυξητική τάση αλλά παραμένουν σε πολύ χαμηλά επίπεδα συγκριτικά με τις αντίστοιχες εισαγωγές (αποτελούν περίπου το 6% του συνόλου των εισαγωγών για την περίοδο 2002-2006). Ο κύριος όγκος των εισαγωγών γίνεται από την Ε.Ε, ενώ οι εξαγωγές πραγματοποιούνται τόσο στην Ε.Ε. όσο και σε τρίτες χώρες. Ειδικότερα, η παραγωγή της Ελλάδας δρα ανταγωνιστικά στο ποσοστό της Ισπανικής παραγωγής που εισάγεται στη χώρα μας, με αποτέλεσμα οι ισπανικές εξαγωγές κατά μεγάλο μέρος να εξαρτώνται από την

ελληνική παραγωγή αχλαδιού της ποικιλίας Κρυστάλλι (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2007).

1.2.3. Πορτοκαλιά

Τα εσπεριδοειδή ανήκουν στην οικογένεια Rutaceae, στην υποοικογένεια Aurantioideae, στη φυλή Citrae και στην υποφυλή Citrinae. Είναι ιθαγενή της Ν. Α. Ασίας και μάλιστα της Α. Ινδίας, παρουσιάζουν όμως συγγενείς φυλογενετικές μορφές, που εκτείνονται μέχρι την κεντρική Κίνα, Ιαπωνία, Αυστραλία και Αφρική. Παρ' όλο που πολλές από τις υπάρχουσες ποικιλίες των εσπεριδοειδών καλλιεργούνταν από τους αρχαίους ακόμα χρόνους, η ιστορική καταγωγή τους στο παρελθόν είναι ακόμη άγνωστη. Είναι αειθαλή, αν και παρατηρείται φυλλόπτωση ειδικά στην πορτοκαλιά καθόλη τη διάρκεια του χρόνου και ιδιαίτερα την περίοδο της ανθοφορίας. Η πτώση των φύλλων εξαρτάται από την ηλικία τους αλλά και από κλιματικούς παράγοντες όπως οι ακραίες χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες, η ταχύτητα των ανέμων, η χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία αλλά και οι ακραίες καταστάσεις στην υγρασία του εδάφους (Ποντίκης, 1993).

Όσον αφορά την Ελλάδα, οι κύριες παραγωγικές περιοχές πορτοκαλιών για την περίοδο 2002 έως 2006, είναι με συνολικά στοιχεία ποσοτήτων παραγωγής και καλλιεργήσιμων εκτάσεων ανά έτος, οι Νομοί Λακωνίας, Αργολίδας, Κορινθίας, Άρτας, Χανίων, Αιτωλοακαρνανίας, Ηλείας και Μεσσηνίας και παρουσιάζονται στην εικόνα 11.



Εικόνα 11: Ετήσιες καλλιεργούμενες εκτάσεις πορτοκαλιάς και παραγωγή τους, στις κύριες παραγωγικές περιοχές της Ελλάδας (Πηγή: FAO Statistical Yearbook, 2009).

Η πορτοκαλιά με την επίδραση υποτροπικού κλίματος, μεσογειακού τύπου, πέφτει σε λήθαργο το χειμώνα, αλλά δεν ρίχνει τα φύλλα της. Οι μαχαλιαίοι οφθαλμοί αρχίζουν να εκπτύσσονται κατά τη διάρκεια των ζεστών περιόδων του Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου, αλλά η νέα βλάστηση δεν αυξάνει μέχρι τα τέλη Φεβρουαρίου-Μαρτίου. Ένα μεγάλο μέρος των μαχαλιαίων οφθαλμών εκπτύσσεται κανονικά, κυρίως δε εκείνοι που βρίσκονται προς την κορυφή του βλαστού. Η πορτοκαλιά χαρακτηρίζεται από βλάστηση, που εμφανίζεται κατά κύματα, τουλάχιστον δύο το χρόνο, ένα την άνοιξη και ένα το καλοκαίρι. Η ανοιξιάτικη όμως βλάστηση είναι εκείνη που παράγει τα πιο πολλά άνθη.

Οι θερμοκρασίες κάτω από 0° C θεωρούνται επικίνδυνες, κυρίως, όταν διατηρούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα, γιατί προξενούν σοβαρές ζημιές στην παραγωγή και στα δένδρα. Ακόμα και οι ψηλές θερμοκρασίες, ειδικότερα για μερικές ποικιλίες, είναι επικίνδυνος παράγοντας για την παραγωγικότητα μιας φυτείας και για την παραγωγή που φέρει. Οι άνεμοι μεγάλης ταχύτητας, καθώς και οι ψυχροί άνεμοι μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στα δένδρα, μείωση της βλαστήσεως, απώλεια καρπών και υποβάθμιση της ποιότητας τους. Η πορτοκαλιά δεν παρουσιάζει μεγάλη ανθεκτικότητα στο ψύχος και ειδικότερα σε θερμοκρασίες χαμηλές, προκαλούνται ζημιές σε διάφορα φαινολογικά στάδια του φυτού. Ζημιές πιθανόν να προκληθούν σε α) άνθη κατά το στάδιο της πλήρους ανθήσεως (BBCH 65) στους -1.6° C, β) στους καρπούς κατά το πρώτο στάδιο αναπτύξεως τους (BBCH 71) στους -1.1° C, γ) στο στάδιο των πράσινων καρπών (BBCH 72) στους -2.2° C, δ) στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης των καρπών (BBCH 89) στους -3.3° C και ε) στο φαινολογικό στάδιο έκπτυξης της βλάστησης (BBCH 11) στους -5.5° C (Ποντίκης, 1993).

Όσον αφορά ακραίες υψηλές θερμοκρασίες που συνοδεύονται από χαμηλή σχετική υγρασία, συνήθως είναι επιζήμιες. Ευαισθησία παρουσιάζουν οι νεαροί καρποί και τα φύλλα. Η ζημιά, που προκαλείται από μια απότομη αύξηση της θερμοκρασίας είναι ανάλογη προς τις θερμοκρασίες, που επικράτησαν πριν από την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η εποχή του χρόνου που σημειώνεται η αύξηση. Την εποχή της άνοιξης, η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα προκαλεί φυλλόπτωση ιδιαίτερα πριν την θέρμανση του εδάφους, που συνοδεύεται και από ξηράνσεις βλαστών στα δένδρα, μετά από διάστημα δύο ή τριών μηνών. Ανεπιθύμητες καταστάσεις προκαλούνται και όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι κάτω από 13° C, λόγω της μη λειτουργικότητας των ριζών, με αποτέλεσμα την αυξημένη απώλεια νερού από τα δένδρα.

Υπόλοιποι κλιματικοί παράγοντες που επηρεάζουν την βλάστηση και ανάπτυξη των εσπεριδοειδών είναι η εδαφική υγρασία που προσφέρεται μέσω των αρδεύσεων και του νετού, το ανάγλυφο του εδάφους και η σύσταση του εδάφους (Ποντίκης, 1993).

Η σημασία της θερμοκρασίας αέρος στην χρονική εκδήλωση των φαινολογικών σταδίων, έχει εξακριβωθεί και από εργασίες των Gordo and Sanz (2005), όπου η

θερμοκρασία και ιδιαίτερα η μέγιστη μηνιαία ήταν ο κύριος παράγοντας που συνετέλεσε στην εκδήλωση των φαινολογικών σταδίων BBCH 11 (έκπτυξη των φύλλων) και BBCH 55 (έναρξη της άνθησης). Όμοια αποτελέσματα παρουσίασαν και οι Ruml and Vulic (2005). Επίσης, η θερμοκρασία αέρος αναφέρεται και από τον Moss (1976), ως παράγοντας επιρροής της έναρξης της άνθησης και ιδιαίτερα τονίζει την σημασία της θερμοκρασίας αέρος τις νυχτερινές ώρες. Με την χρήση κλιματικών μοντέλων για την περιοχή των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, οι Tubiello et al. (2002), παρουσίασαν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει τα φαινολογικά στάδια των φυτών πορτοκαλιάς και ιδιαίτερα όσον αφορά την καρπόδεση, με αποτέλεσμα υψηλότερες παραγωγές.

1.3. Περιοχές μελέτης

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σε δύο χαρακτηριστικές περιοχές καλλιέργειας της αμπέλου, της οινοποιήσιμης ποικιλίας Ροδίτης (*Vitis vinifera* cv. Roditis) καθώς και σε δύο χαρακτηριστικές περιοχές καλλιέργειας της αμπέλου ποικιλίας Μαύρο Νεμέας, που παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Περιοχή	Ποικιλία	Γεωγραφικό Πλάτος	Γεωγραφικό Μήκος	Υψόμετρο (m)	Απόσταση από τη θάλασσα (km)	Περίοδος δεδομένων
Νέα Αγχιάλος	Ροδίτης	39°13'09.43''B	22°47'32.85''E	35 m	1,5 km	1998-2002
Μαλανδρένι	Ροδίτης	37°43'29.33''B	22°38'16.13''E	282 m	18 km	1998-2002
Μαλανδρένι	Μαύρο Νεμέας	37°43'29.33''B	22°38'16.13''E	282 m	18 km	1998-2005
Δαφνοσηλιά	Μαύρο Νεμέας	39°13'46.13''B	21°56'48.58''E	231 m	65 km	1998-2005

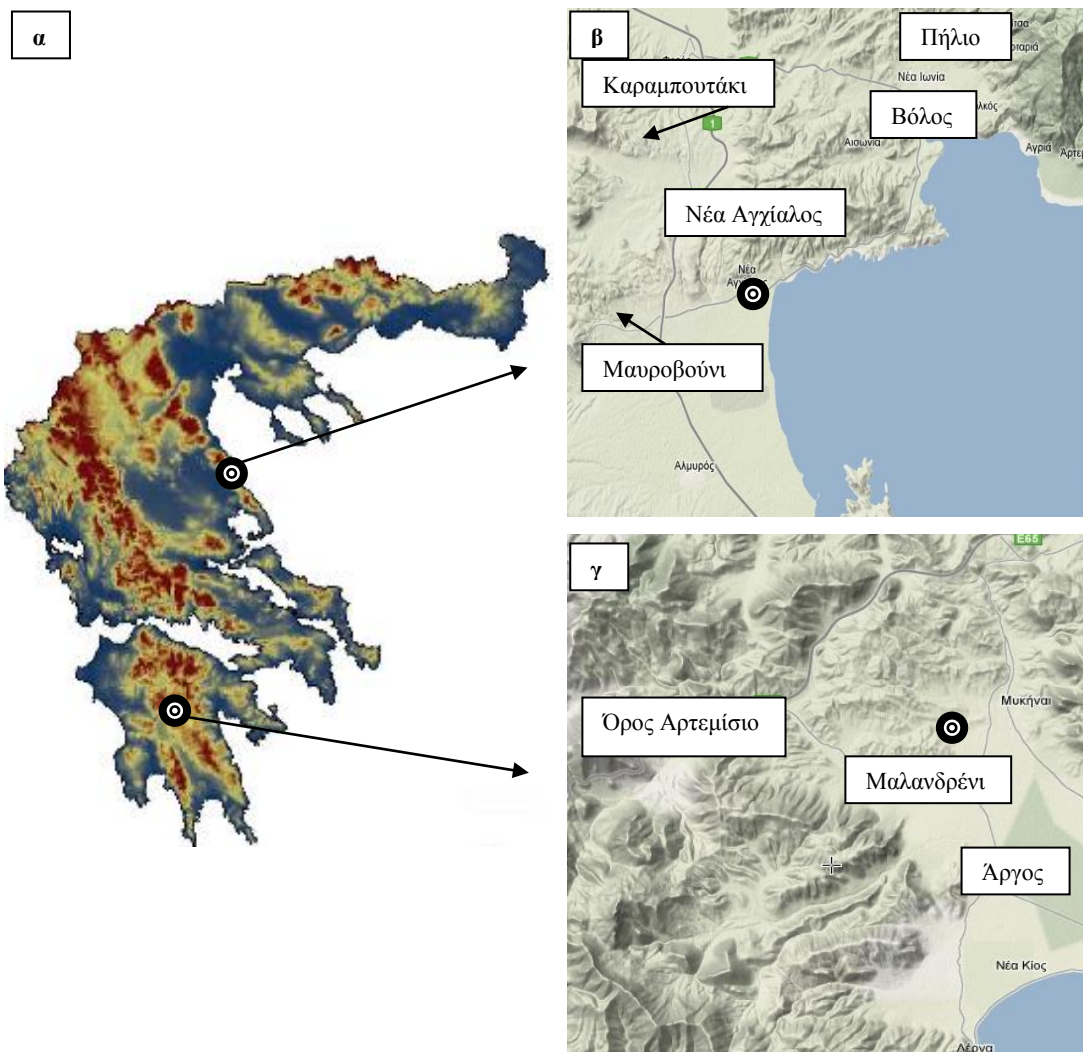
Πίνακας 4: Χαρακτηριστικές περιοχές καλλιέργειας αμπέλου των ποικιλιών Ροδίτη και Μαύρο Νεμέας.

Η ευρύτερη περιοχή της Νέας Αγχιάλου (εικόνα 12β) βρίσκεται βορειοδυτικά του Παγασητικού κόλπου και νοτιοδυτικά της πόλης του Βόλου, στο νομό Μαγνησίας. Δυτικά της Νέας Αγχιάλου, στα σύνορα με το νομό Λαρίσης υπάρχουν ορεινοί όγκοι με υψόμετρο κάτω από 1000 m, όπως το Καραμπουτάκι και το Μαυροβούνι.

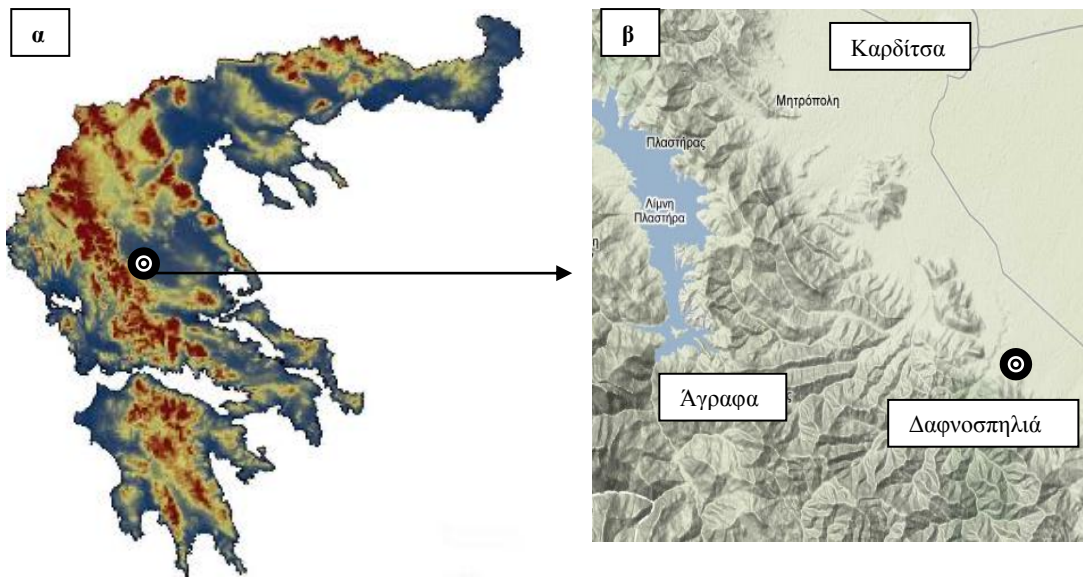
Η ευρύτερη περιοχή του Μαλανδρενίου (εικόνα 12γ) βρίσκεται στη δυτική Αργολίδα και χαρακτηρίζεται ως ημιορεινή. Βρίσκεται ανατολικά του όρους Αρτεμίσιο, βορειοδυτικά

από την πόλη του Άργους και απέχει 12,5 km από αυτήν. Η περιοχή της Δαφνοσπηλιάς βρίσκεται νότια της Καρδίτσας σε απόσταση 17 km και απέχει 22 km από το ορεινό συγκρότημα των Αγράφων (εικόνα 13β).

Βάσει του Ξηροθερμικού πίνακα (Xerothermic Index), το κλίμα που χαρακτηρίζει την περιοχή της Νέας Αγχιάλου χαρακτηρίζεται βιοκλιματικά ως έντονα μεσο-μεσογειακό (accentuated meso mediterranean), το κλίμα της Δαφνοσπηλιάς ως έντονα μεσο-μεσογειακό (accentuated meso mediterranean) και το κλίμα του Μαλανδρενίου ως ελαφρά μεσο-μεσογειακό (attenuated meso mediterranean) (Tselepidakis and Theoharatos, 1989).



Εικόνα 12: Γεωφυσικός χάρτης της Ελλάδας (12α) και τμήματά του με τις περιοχές της Νέας Αγχιάλου (12β) για την ποικιλία Ροδίτη και του Μαλανδρενίου (12γ) για τις ποικιλίες Ροδίτη, Μαύρο Νεμέας.



Εικόνα 13: Γεωφυσικός χάρτης της Ελλάδας (13α) και τμήμα του με την περιοχή της Δαφνοσπηλιάς (13β) για την οινοποιήσιμη ποικιλία Μαύρο Νεμέας.

Επίσης, μελετήθηκαν τρεις χαρακτηριστικές περιοχές μελέτης της αγλαδιάς (*Pyrus communis L.*) ποικιλίας Κρυστάλλι, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 5:

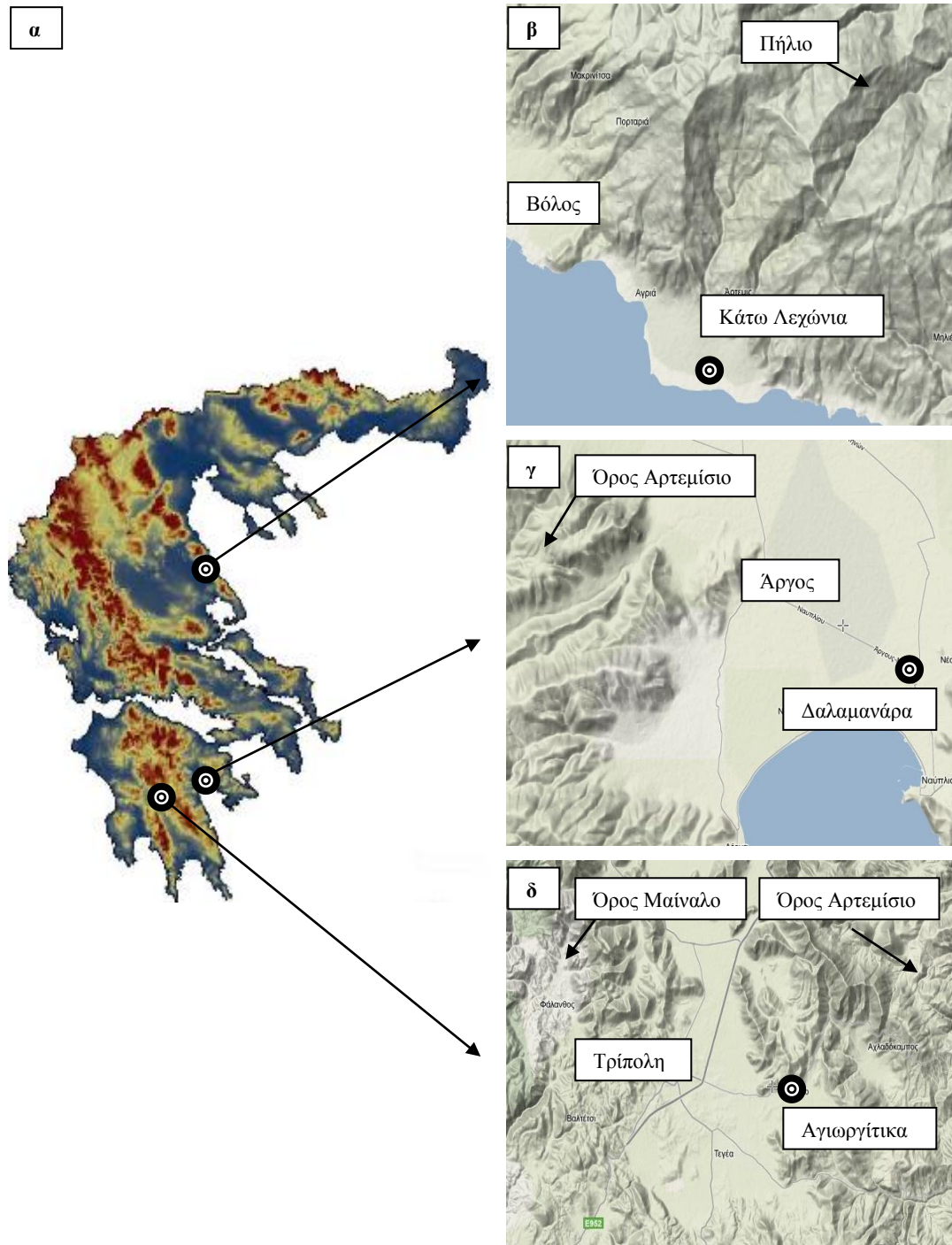
Περιοχή	Ποικιλία	Γεωγραφικό Πλάτος	Γεωγραφικό Μήκος	Υψόμετρο (m)	Απόσταση από τη θάλασσα (km)	Περίοδος δεδομένων
Κάτω Λεχώνια	Κρυστάλλι	39°19'49.50''B	23°02'16.54''E	41 m	1,8 km	1996-2003
Αγιοργίτικα		37°29'52.38''B	22°28'54.21''E	694 m	22 km	1998-2005
Δαλαμανάρα		37°37'05.62''B	22°46'05.43''E	7 m	4,8 km	1998-2005

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικές περιοχές καλλιέργειας αγλαδιάς της ποικιλίας Κρυστάλλι.

Τα Κάτω Λεχώνια εδρεύουν στο δυτικό Πήλιο (εικόνα 14β) και βρίσκονται νοτιοανατολικά της πόλης του Βόλου και βορειοανατολικά του Πηλίου. Η περιοχή των Αγιοργίτικων (εικόνα 14δ) είναι ορεινή και βρίσκεται ανάμεσα στα όρη Μαίναλο (υψόμετρο 1981 m) και Αρτεμίσιο (υψόμετρο 1772 m) και απέχει περίπου 10 χιλιόμετρα ανατολικά από την Τρίπολη ενώ η περιοχή της Δαλαμανάρας (εικόνα 14γ) του Νομού Αργολίδας βρίσκεται ανατολικά του όρους Αρτεμίσιο, σε πεδινή έκταση και απέχει περίπου 4 χιλιόμετρα ανατολικά από την πόλη του Άργους.

Βάσει του Ξηροθερμικού πίνακα (Xerothermic Index) το κλίμα που χαρακτηρίζει την περιοχή των Κάτω Λεχωνίων χαρακτηρίζεται βιοκλιματικά ως έντονα μεσο-μεσογειακό

(accentuated meso mediterranean), το κλίμα των Αγιωργίτικων ως ελαφρά μεσο-μεσογειακό (attenuated meso mediterranean) και το κλίμα της Δαλαμανάρας ως ελαφρά θερμο-μεσογειακό (attenuated thermo Mediterranean (Tselepidakis and Theoharatos, 1989).

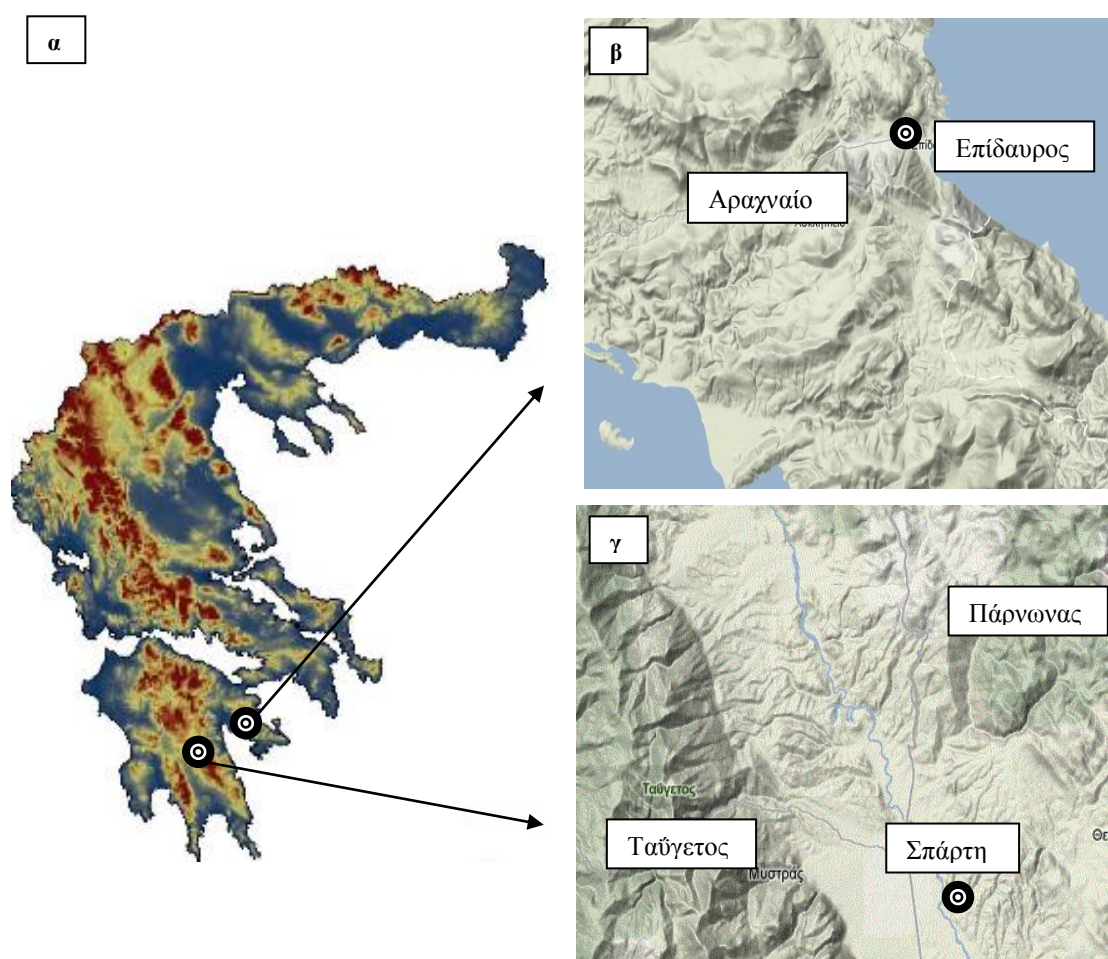


Εικόνα 14: Γεωφυσικός χάρτης της Ελλάδας (14α) και τμήματά του με τις περιοχές των Κάτω Λεχωνίων (14β), των Αγιωργίτικων (14γ) και της Δαλαμανάρας (14δ) για την ποικιλία αχλαδιάς Κρυστάλλι.

Όσον αφορά την καλλιέργεια της πορτοκαλιάς της ποικιλίας Washington Navel (*Citrus sinensis* L. Obseck) για την περίοδο 2002 έως 2006, η παρούσα εργασία εστίασε στις περιοχές της Σπάρτης (εικόνα 15γ), με δεδομένα από την περιοχή των Αμυκλών (37°02'0''Β, 22°26'0''Ε, υψόμετρο: 213 m και απόσταση από τη θάλασσα: 25 km) στο νομό Λακωνίας και της Επιδαύρου (εικόνα 15β), με δεδομένα από την περιοχή του Ληγουριού (37°36'0''Β, 23°02'0''Ε, υψόμετρο: 347 m και απόσταση από τη θάλασσα: 12 km) του νομού Αργολίδας.

Η Σπάρτη είναι χτισμένη νότια από το κέντρο της αρχαίας ομώνυμης πόλης, κοντά στη δεξιά όχθη του ποταμού Ευρώτα. Στα νοτιοδυτικά συναντάται το όρος Ταΰγετος με υψόμετρο 2407 m ενώ στα ανατολικά της πόλης βρίσκεται η οροσειρά του Πάρνωνα με υψόμετρο 1940 m. Η περιοχή της Επιδαύρου βρίσκεται στην ανατολική πλευρά του νομού Αργολίδας και εντοπίζεται στους πρόποδες του όρους Αραχναίο με υψόμετρο 1199m.

Η περιοχή της Επιδαύρου χαρακτηρίζεται βιοκλιματικά ως έντονα θερμο-μεσογειακό (accentuated thermo mediterranean) και το κλίμα της Σπάρτης ως ελαφρά μεσο-μεσογειακό (attenuated meso mediterranean) (Tselepidakis and Theoharatos, 1989).



Εικόνα 15: Γεωφυσικός χάρτης της Ελλάδας (15α) και τμήματά του με τις περιοχές της Επιδαύρου (15β) και της Σπάρτης (15γ) για την ποικιλία πορτοκαλιάς Washington Navel.

1.4. Φαινολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα

Τα φαινολογικά δεδομένα για τις περιοχές της Δαφνοσπηλιάς, της Νέας Αγχιάλου και των Κάτω Λεχωνίων, προήλθαν από το Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου του Βόλου. Για τις περιοχές του Μαλανδρενίου, των Αγιωργίτικων, της Δαλαμανάρας, της Σπάρτης και της Επιδάουρου, τα φαινολογικά δεδομένα προήλθαν από το Π.Κ.Π.Φ. κ' Π.Ε. του Ναυπλίου. Αναλυτικότερα για έκαστη από τις τρεις μελετώμενες καλλιέργειες της παρούσης εργασίας, τα φαινολογικά δεδομένα παρουσιάζονται στους πίνακες 6,7 και 8.

Φαινοφάση (BBCH)	Περιγραφή
05	τέλος του φουσκώματος των οφθαλμών
07	έναρξη έκπτυξης οφθαλμών-πράσινη κορυφή
11	έναρξη ξεδιπλώματος των φύλλων
13	ξεδίπλωμα του 3 ^{ου} φύλλου
53	εμφάνιση των ταξιανθιών
55	διαχωρισμός των ταξιανθιών
57	στάδιο μούρου
65	στάδιο της πλήρης άνθησης
69	στάδιο του τέλους της άνθησης
71	στάδιο της καρπόδεσης

Πίνακας 6: Φαινολογικά στάδια αμπέλου (Πηγή: Hack et al.,1992).

Φαινοφάση (BBCH)	Περιγραφή
07	στάδιο φουσκώματος των οφθαλμών
11	στάδιο έκπτυξης της βλάστησης
55	στάδιο έναρξης της άνθησης
65	στάδιο της πλήρους ανθήσεως
69	στάδιο της πλήρους πτώσης των πετάλων
71	πρώτο στάδιο ανάπτυξης των καρπών
72	στάδιο των πράσινων καρπών
89	στάδιο της πλήρους ωρίμανσης των καρπών

Πίνακας 7: Φαινολογικά στάδια πορτοκαλιάς (Πηγή: Hack et al., 1992).

Επιπλέον καταγράφηκαν θερμοκρασιακά δεδομένα για τις περιοχές της Δαφνοσπηλιάς, της Νέας Αγχιάλου, των Κάτω Λεχωνίων, της Σπάρτης και της Επιδαύρου, τα οποία προήλθαν από μετεωρολογικούς σταθμούς που ήταν εγκαταστημένοι κοντά στις θέσεις λήψης των φαινολογικών παρατηρήσεων και βρίσκονται υπό την εποπτεία των Περιφερειακών Κέντρων Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Βόλου και Ναυπλίου. Πρόσθετα, ελήφθησαν θερμομετρικά δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών Τρίπολης (Ν. Αρκαδίας) και της Πυργέλας (Ν. Αργολίδας), οι οποίοι βρίσκονται αντίστοιχα, σε απόσταση 7,7 km από την περιοχή Αγιωργίτικα και 2,4 km από εκείνη της Δαλαμανάρας και βρίσκονται υπό την εποπτεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας.

Φαινοφάση (BBCH)	Περιγραφή
52	τέλος φουσκώματος οφθαλμών
53	έναρξη έκπτυξης οφθαλμών
54	έναρξη ξεδιπλώματος των φύλλων
55	πράσινη κορυφή-στάδιο εμφανών κλειστών ανθοφόρων οφθαλμών
56	στάδιο πράσινου οφθαλμού
57	στάδιο λευκής κορυφής-στεφάνη ορατή
59	στάδιο «μπαλονιού»
60	έναρξη ανθοφορίας
69	τέλος άνθησης
71	σχηματισμός καρπιδίου
72	φούσκωμα του καρπού

Πίνακας 8: Φαινολογικά στάδια αχλαδιάς (Πηγή: Hack et al., 1992).

1.5. Στατιστική ανάλυση

Για την σύγκριση των ιδίων φαινοφάσεων της ποικιλίας αμπέλου Ροδίτη μεταξύ των περιοχών Νέας Αγχιάλου και Μαλανδρενίου, της ποικιλίας αμπέλου Μαύρο Νεμέας μεταξύ των περιοχών Μαλανδρενίου και Δαφνοσπηλιάς, της ποικιλίας αχλαδιάς Κρυστάλλι μεταξύ των περιοχών Δαλαμανάρας, Αγιωργίτικων και Κάτω Λεχωνίων αλλά και για την ποικιλία πορτοκαλιάς Washington Navel μεταξύ των περιοχών της Σπάρτης και της Επιδαύρου, εφαρμόστηκε η μέθοδος Student's T-test.

Επίσης, για την σύγκριση των ποικιλιών Σουλτανίνα, Κορινθιακή σταφίδα και Μαύρο Νεμέας για την περιοχή του Μαλανδρενίου, αρχικά εφαρμόστηκε οι μέθοδοι

ανάλυσης της παραλλακτικότητας και Tukey HSD για την περίοδο 1998-2004 και εν συνεχεία η μέθοδος Student's T-test.

Επιπλέον, η συσχέτιση Pearson πραγματοποιήθηκε προκειμένου να εκτιμηθεί η σχέση μεταξύ των φαινολογικών σταδίων και των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών (avgT) στις περιοχές μελέτης. Η συσχέτιση μετρά το βαθμό συνάφειας- αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Πρακτικά σημαίνει, ότι από την τιμή ενός δείκτη, στην συγκεκριμένη περίπτωση ανεξάρτητη μεταβλητή αποτελεί η θερμοκρασία αέρος, κατανοούμε πόσο έντονη ή χαλαρή είναι η συσχέτιση δύο μεταβλητών, δηλαδή, της χρονικής εκδήλωσης των φαινολογικών φάσεων και της θερμοκρασίας. Η διαδικασία συσχέτισης με συντελεστή Pearson αφορά ποσοτικές μεταβλητές. Εν συνεχεία, όπου κρίθηκε σκόπιμο, με γνώμονα την σημαντικότητα που παρουσίασε η παλινδρόμηση σε κάθε περίπτωση, πραγματοποιήθηκε ανάλυση της παλινδρόμησης μεταξύ των προαναφερθέντων παραμέτρων (Gravetter and Wallnau, 2008).

Η γνώση του χρόνου εκδήλωσης των φαινολογικών σταδίων μπορεί να παρέχει κρίσιμες πληροφορίες για έναν καλύτερο σχεδιασμό των καλλιεργητικών φροντίδων, στην ορθολογική λίπανση των καλλιεργειών και στην καταπολέμηση φυσικών εχθρών, μέσω ενός προγράμματος ολοκληρωμένης διαχείρισης. Παράδειγμα αποτελεί, η ψύλλα της αχλαδιάς (*Cacopsylla pyri* L.), έντομο που προκαλεί ζημιές σημαντικού βαθμού. Η έξοδος των ενηλίκων παρατηρείται για ποικιλία Κρυστάλλι, στην περιοχή της Μαγνησίας, το τελευταίο δεκαήμερο του Φεβρουαρίου. Εν συνεχεία, οι ψεκασμοί των νεαρών προνυμφών δεν συστήνονται όταν οι προνύμφες εγκαθίστανται στα λέπια των οφθαλμών και εντός της ταξιανθίας, ιδιαίτερα όταν η εκκόλαψη των ωών των ακμαίων συμπίπτει με τα φαινολογικά στάδια της έναρξης ξεδιπλώματος των φύλλων (BBCH 54) και της πράσινης κορυφής-στάδιο εμφανών κλειστών ανθοφόρων οφθαλμών (BBCH 55). Ο ψεκασμός συστήνεται στην περίοδο πτώσης των πετάλων (BBCH 69) και την φθινοπωρινή περίοδο πριν την πτώση των φύλλων (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 1998). Επομένως, η γνώση της χρονικής εκδήλωσης συγκεκριμένων φαινοφάσεων και ο τρόπος που επηρεάζονται από την θερμοκρασία, μπορεί να οδηγήσει σε προγράμματα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης με μεγάλα ποσοστά επιτυχίας και με μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση λόγω των ορθολογικών ψεκασμών. Παράδειγμα αποτελεί η εκτίμηση του χρόνου εμφάνισης του σταδίου της πλήρους άνθησης της αμπέλου με βάση τις θερμομετρικές συνθήκες που επικράτησαν σε προηγούμενα φαινολογικά στάδια, για να επιτευχθεί ο έγκαιρος προγραμματισμός των απαιτούμενων τρόπων αντιμετώπισης της ευδεμίδας της αμπέλου (Καμούτσης κ.α., 2006).

Για την στατιστική ανάλυση, χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα MS Excel και PASW (πρώην SPSS) 18, ενώ τα επίπεδα σημαντικότητας ήταν $p \leq 0.05$ και $p \leq 0.01$.

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα των T-tests των φαινολογικών φάσεων των εξεταζόμενων καλλιεργειών και των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών των εξεταζόμενων περιοχών, παρουσιάζονται στην σελίδα 66, στο κεφάλαιο «Παραρτήματα Διαγραμμάτων» (εικόνες 15-29).

2.1. Φαινολογία αμπέλου με θερμομετρικές συνθήκες

Τα αποτελέσματα των Student's T-test έδειξαν ότι σε γενικές γραμμές, ο μέσος χρόνος εμφάνισης των φαινοφάσεων της αμπέλου των ποικιλιών Ροδίτη και Μαύρο Νεμέας, στις εξεταζόμενες περιοχές δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Από τη σύγκριση των ιδίων φαινοφάσεων της ποικιλίας Ροδίτη στις περιοχές της Νέας Αγχιάλου και του Μαλανδρενίου κατά την περίοδο 1998-2002, δεν προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για την πλειονότητα των σταδίων (εικόνα 15). Η έλλειψη στατιστικής σημαντικότητας στις φαινοφάσεις της αμπέλου ποικιλίας Ροδίτη, συμβαδίζει και με την έλλειψη στατιστικής σημαντικότητας στις μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας στις δυο περιοχές, ιδιαίτερα αυτές των μηνών στους οποίους εμφανίζονται τα εξεταζόμενα φαινολογικά στάδια (εικόνα 16).

Η μη σημαντικότητα που παρουσιάζεται θα μπορούσε να αποδοθεί στο τοπογραφικό ανάγλυφο των μελετώμενων περιοχών, όπως για παράδειγμα στους περιβάλλοντες ορεινούς όγκους των δύο αυτών περιοχών. Οι παρόμοιες αυτές μικροκλιματικές συνθήκες, στις μελετηθείσες περιοχές οδηγούν στο να χαρακτηριστούν οι περιοχές αυτές «μικροκλιματικά» όμοιες, γεγονός που αποτυπώνεται και στην παρόμοια φαινολογική συμπεριφορά της μελετώμενης καλλιέργειας.

Από τη σύγκριση των ιδίων φαινοφάσεων της ποικιλίας Μαύρο Νεμέας στις περιοχές της Δαφνοσπηλιάς και του Μαλανδρενίου κατά την περίοδο 1998-2005 (εικόνα 17), δεν προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για την πλειονότητα των φαινολογικών σταδίων. Η έλλειψη στατιστικής σημαντικότητας στις ημερομηνίες εμφάνισης των φαινολογικών σταδίων παρουσιάζεται και στη σύγκριση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών των δύο περιοχών για την περίοδο Μαρτίου-Ιουνίου (εικόνα 18).

Η μη σημαντικότητα που παρουσιάζεται στη σύγκριση των μέσων μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας των δυο περιοχών, θα μπορούσε να αποδοθεί στην υφιστάμενη τοπογραφία της περιοχής λόγω του παρόμοιου υψομετρου που χαρακτηρίζει τις μελετηθείσες περιοχές. Οι παρόμοιες μικροκλιματικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν τις δύο περιοχές αποτυπώνονται και στην όμοια φαινολογική συμπεριφορά των μελετώμενων καλλιεργειών.

Το γενετικό υλικό παίζει σημαντικό ρόλο στις φαινολογικές εκδηλώσεις της αμπέλου σε σχέση με την θερμοκρασία, όπως έχει παρουσιαστεί από ερευνητές στον Ελλαδικό χώρο (Kamoutsis et al., 2005). Οι ποικιλίες που εξετάστηκαν ήταν η Κορινθιακή σταφίδα, η Σουλτανίνα και η οινοποιήσιμη ποικιλία Μαύρο Νεμέας, για την χρονική περίοδο 1998 έως 2004 στην περιοχή του Μαλανδρενίου.

Οι συσχετίσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν, για να παρουσιαστεί η επίδραση της θερμοκρασίας σε διαφορετικές ποικιλίες και δη στα φαινολογικά τους στάδια, χωρίς να υπεισέρχεται ο παράγοντας του τοπογραφικού ανάγλυφου. Η εκτίμηση των ημερομηνιών εμφάνισης των φαινολογικών σταδίων των τεσσάρων ποικιλιών έδειξε ότι η ποικιλία Σουλτανίνα εμφανίζει πρωιμότερα φαινολογικά στάδια, ακολουθούν με οψιμότερη εμφάνιση φαινοφάσεων οι ποικιλίες Μαύρο Νεμέας και Κορινθιακή σταφίδα.

Για τις συγκρίσεις των ποικιλιών αυτών, στην περιοχή του Μαλανδρενίου, αρχικά χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης της διασποράς (One-way ANOVA) και εν συνεχεία, η μέθοδος Tukey's HSD (Honestly Significant Differences). Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ιδίων φαινοφάσεων των ποικιλιών. Επομένως, επιλέχθηκε η σύγκριση κατά ζεύγη των ποικιλιών με τη μέθοδο Student's T-test και από την ανάλυση της παραλλακτικότητας μεταξύ των ποικιλιών αμπέλου Μαύρο Νεμέας, Κορινθιακή σταφίδα και Σουλτανίνα, στην περιοχή του Μαλανδρενίου, όπου από τα αποτελέσματα προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και παρουσιάζονται στις εικόνες 19, 20 και 21.

Στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρουσίασε η σύγκριση ιδίων φαινοφάσεων της ποικιλίας Σουλτανίνα με τις ποικιλίες Κορινθιακή σταφίδα και Μαύρο Νεμέας και η σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών Κορινθιακή σταφίδα και Μαύρο Νεμέας. Αποτέλεσμα αυτών, είναι ότι οι φαινοφάσεις της Σουλτανίνας παρουσιάζονται πρωιμότερα των ποικιλιών Κορινθιακή σταφίδα και Μαύρου Νεμέας και ότι η ποικιλία Μαύρο Νεμέας παρουσιάζεται πρωιμότερα της Κορινθιακής (πίνακας 9).

Τέλος, σημειώνεται ότι δεν εξετάστηκε η ποικιλία Ροδίτης, σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες για την περιοχή του Μαλανδρενίου, λόγω της έλλειψης φαινολογικών δεδομένων για την περίοδο 2003-2004.

Φαινολογικά πρόωμη ποικιλία —————> Φαινολογικά όψιμη ποικιλία
Σουλτανίνα < Μαύρο Νεμέας < Κορινθιακή σταφίδα

Πίνακας 9: Κατάταξη ποικιλιών αμπέλου, σύμφωνα με την ημερομηνία εμφάνισης των φαινολογικών τους σταδίων, στην περιοχή του Μαλανδρενίου, την περίοδο 1998-2004.

Οι ημερομηνίες εμφάνισης (σε Ιουλιανές ημέρες) των φαινολογικών σταδίων της αμπέλου (*Vitis vinifera L.*) της ποικιλίας Ροδίτης συσχετίστηκαν με τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες αέρος, της περιόδου μεταξύ Μαρτίου και Ιουνίου, για τις περιοχές του Μαλανδρενίου και της Νέας Αγχιάλου (πίνακας 10).

Ph (BBCH)	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₃₄	T ₄₅	T ₅₆	T ₃₅
Νέα Αγχιάλος								
05	-0.592	-0.370			-0.614			
07	-0.851**	-0.347			-0.800**			
11	-0.848**	-0.312			-0.781**			
13	-0.856**	-0.510			-0.880**			
53	-0.820**	-0.561	0.584		-0.876**	-0.245		-0.756*
55		-0.558	0.602			-0.245		
57		-0.559	0.500			-0.291		
65		-0.496	0.690*			-0.117		
69			0.531	0.044			0.349	
71			0.680*	0.168			0.524	
Μαλανδρένι								
05	-0.581							
07	-0.433							
11	-0.886*	0.287			0.095			
13	-0.403	0.028			-0.178			
53		0.202						
55		-0.005						
57		0.085						
65		0.012	-0.444			-0.187		
69			-0.434	-0.140			-0.297	
71			-1.000					

Πίνακας 10: Συσχέτιση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (από Μάρτιο έως Ιούνιο) και των ημερομηνιών εμφάνισης φαινοφάσεων της αμπέλου *Vitis vinifera L.* ποικιλίας Ροδίτη στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου στο Ν. Θεσσαλίας την περίοδο 1997-2005 και στην περιοχή του Μαλανδρενίου του Νομού Αργολίδας την περίοδο 1998-2002.

Ph: φαινοφάση, T₃, T₄, T₅, T₆: μέση μηνιαία θερμοκρασία (οC) για Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο αντίστοιχα, T₃₄, T₄₅, T₅₆, T₃₅: μέση μηνιαία θερμοκρασία (οC) από Μάρτιο και Απρίλιο, Απρίλιο και Μάιο, Μάιο και Ιούνιο, Μάρτιο και Μάιο αντίστοιχα. *, ** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας. Τα κενά του πίνακα υποδηλώνουν την μη εμφάνιση της συγκεκριμένης φαινοφάσης.

Η εμφάνιση των αρνητικών συσχετίσεων της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας που παρουσιάζονται στον πίνακα 10, υποδηλώνει την αντίστροφη τάση μεταξύ της θερμοκρασίας αέρος και της ημερομηνίας έναρξης των φαινοφάσεων. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν παρουσιαστεί για την ποικιλία αμπέλου *Vitis vinifera* cv. Italia για περιοχές της ανατολικής Μακεδονίας (Kamoutsis et al., 2005).

Η μέση ημερομηνία εμφάνισης των φαινοφάσεων BBCH 07 (έκπτυξη οφθαλμών) και BBCH 11 (ξεδίπλωμα των φύλλων), συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση θερμοκρασία του Μαρτίου (T_3) και σε μικρότερο βαθμό με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου Μαρτίου-Απριλίου (T_{34}). Οι φαινοφάσεις BBCH 13 (ξεδίπλωμα 3ου φύλλου) και BBCH 53 (εμφάνιση ταξιανθιών) για την ποικιλία Ροδίτης στη περιοχή της Νέας Αγχιάλου, παρουσίασαν αντίστροφη συμπεριφορά και συσχετίστηκαν μεν, αρνητικά με τη μέση θερμοκρασία του Μαρτίου (T_3) αλλά συσχετίστηκαν αρνητικά σε μεγαλύτερο βαθμό με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου Μαρτίου-Απριλίου (T_{34}). Επιπλέον διαπιστώθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ των ημερομηνιών έναρξης της φαινοφάσης BBCH 53 (εμφάνιση ταξιανθιών) στη Νέα Αγχιάλο και της μέσης θερμοκρασίας της περιόδου Μαρτίου-Μαΐου. Σημειώνεται ότι ο συντελεστής συσχέτισης στην περίπτωση αυτή είναι μικρότερος σε σχέση με τους αντίστοιχους συντελεστές μεταξύ της ημερομηνίας έναρξης του BBCH 53 και της μέσης θερμοκρασίας του Μαρτίου αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του Μαρτίου-Απριλίου (πίνακας 10).

Για την περιοχή του Μαλανδρενίου δεν παρατηρήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ της θερμοκρασίας αέρα και των ημερομηνιών έναρξης των φαινοφάσεων της ποικιλίας Ροδίτης, με εξαίρεση την περίπτωση της φαινοφάσης BBCH 11 (ξεδίπλωμα φύλλων), η οποία συσχετίστηκε αρνητικά με την μέση θερμοκρασία του Μαρτίου (πίνακας 10).

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις συσχετίσεις, προέκυψε ότι η μέση θερμοκρασία της περιόδου Μαρτίου-Απριλίου καθώς και η μέση θερμοκρασία του Μαρτίου είναι ένας ικανοποιητικός δείκτης εκτίμησης του χρόνου εμφάνισης των φαινοφάσεων, από την έναρξη έκπτυξης των οφθαλμών έως και τον διαχωρισμό των ταξιανθιών, για την περιοχή της Νέας Αγχιάλου, για την ποικιλία Ροδίτης.

Σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση των φαινοφάσεων «έκπτυξη οφθαλμών», «ξεδιπλώματος των φύλλων», παίζει η μέση θερμοκρασία του Μαρτίου ενώ για τις φαινοφάσεις «ξεδίπλωμα 3ου φύλλου» και «εμφάνιση ταξιανθιών», κύριο ρόλο παίζει η μέση θερμοκρασία της περιόδου Μαρτίου-Απριλίου.

Με βάση τις ανωτέρω εκτιμήσεις και μετά την επεξεργασία που προέκυψε από την εφαρμογή της ανάλυσης της παλινδρόμησης μεταξύ των ημερομηνιών έναρξης των φαινοφάσεων της αμπέλου ποικιλίας Ροδίτη, διαπιστώθηκε ότι αύξηση της θερμοκρασίας του Μαρτίου κατά 1°C , στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου, οδηγεί σε πρωιμότερη εμφάνιση των

φαινοφάσεων BBCH 07 (έκπτυξη οφθαλμών) και BBCH 11 (ξεδίπλωμα φύλλων) κατά μέσο όρο περίπου 3,5 ημέρες. Ωστόσο ελαφρά μικρότερη ανταπόκριση στη μέση θερμοκρασία του Μαρτίου παρατηρήθηκε στην περιοχή του Μαλανδρενίου για την εμφάνιση της φαινοφάσης BBCH 11 της ίδιας ποικιλίας (πίνακας 11). Επίσης, πρωιμότερη εμφάνιση των φαινοφάσεων BBCH 13 (ξεδίπλωμα 3ου φύλλου) και BBCH 53 (εμφάνιση ταξιανθιών) κατά μέσο όρο 5,5 ημέρες εφόσον αυξηθεί η θερμοκρασία της περιόδου Μαρτίου-Απριλίου κατά 1°C (πίνακας 12).

Επομένως, η θερμοκρασία της περιόδου Μαρτίου-Απριλίου και του Μαρτίου, αποτελούν έναν ικανοποιητικό δείκτη εμφάνισης των φαινοφάσεων (BBCH) 13, 53 και 07, 11 αντίστοιχα, της ποικιλίας Ροδίτη στις μελετώμενες περιοχές και μπορούν να συνεισφέρουν σε ικανοποιητικό βαθμό στην εκτίμηση ενδεχόμενης μικροκλιματικής αλλαγής στις μελετηθείσες περιοχές.

Περιοχή	Φαινοφάση αμπέλου	$\Delta P/\Delta T_3$ (ημέρες/°C)
Μαλανδρένι	BBCH 11	-1,8*
Νέα Αγχιάλος	BBCH 07	-3.6**
	BBCH 11	-3.4**

Πίνακας 11: Απόκριση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του Μαρτίου και του χρόνου εμφάνισης των φαινοφάσεων BBCH07 (έκπτυξη οφθαλμών), BBCH11 (ξεδίπλωμα φύλλων), σε Νέα Αγχιάλο, για την περίοδο 1997-2005 και σε Μαλανδρένι για την περίοδο 1998-2002. P: φαινοφάση, ΔP: μεταβολή ημερών, ΔT₃: μεταβολή μέσης θερμοκρασίας Μαρτίου.

*, ** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα. Η έλλειψη καταγραφής των υπολοίπων φαινοφάσεων στον πίνακα, υποδηλώνει ότι δεν εμφανίζονται την συγκεκριμένη περίοδο στις περιοχές μελέτης.

Περιοχή	Φαινοφάση αμπέλου	$\Delta P/\Delta T_{34}$ (ημέρες/°C)
Νέα Αγχιάλος	BBCH 13	-5.6**
	BBCH 53	-5.7**

Πίνακας 12: Ομοίως, για την μέση θερμοκρασία της περιόδου Μαρτίου-Απριλίου, στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου για την περίοδο 1997-2005.

Οι ημερομηνίες εμφάνισης (σε Ιουλιανές ημέρες) των φαινολογικών σταδίων της αμπέλου (*Vitis vinifera L.*) της ποικιλίας Μαύρο Νεμέας συσχετίστηκαν με τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες αέρος, της περιόδου μεταξύ Μαρτίου και Ιουνίου, για τις περιοχές του Μαλανδρενίου και της Δαφνοσπηλιάς (πίνακας 13).

Ph (BBCH)	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₃₄	T ₄₅	T ₅₆
Δαφνοσπηλιά							
05	-0,257	-0,310			-0,141		
07	-0,295	-0,299			-0,444		
11	-0,270	-0,245			-0,388		
13	-0,298	-0,198			-0,088		
53	-0,446	0,014			-0,403		
55		0,165	0,150			0,856	
57		0,141	0,064			0,171	
65		-0,059	0,108			0,030	
69		0,673	-0,135			0,474	
71		0,840**	-0,181			0,590	
Μαλανδρένι							
05	-0,581						
07	-0,032	0,363			0,107		
11	-0,335	0,240			-0,222		
13		0,140	0,653			0,559	
53		0,286	0,690			0,642	
55		0,337	0,727*			0,690	
57		0,414	0,666			0,671	
65		0,586	0,683			0,694	
69			-0,347	0,342			0,426
71			-0,533	0,287			0,458

Πίνακας 13: Συσχέτιση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (από Μάρτιο έως Ιούνιο) και των ημερομηνιών εμφάνισης φαινοφάσεων της αμπέλου *Vitis vinifera L.* ποικιλίας Μαύρο Νεμέας στην περιοχή της Δαφνοσπηλιάς στο Ν. Καρδίτσας την περίοδο 1998-2005 και στην περιοχή του Μαλανδρενίου του Νομού Αργολίδας την περίοδο 1998-2002.

Ph: φαινοφάση, T₃, T₄, T₅, T₆: μέση μηνιαία θερμοκρασία (οC) για Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο αντίστοιχα, T₃₄, T₄₅, T₅₆: μέση μηνιαία θερμοκρασία (οC) από Μάρτιο και Απρίλιο, Απρίλιο και Μάιο, Μάιο και Ιούνιο, αντίστοιχα. *, ** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας. Τα κενά του πίνακα υποδηλώνουν την μη εμφάνιση της συγκεκριμένης φαινοφάσης.

Η εμφάνιση των αρνητικών συσχετίσεων της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας που παρουσιάζονται στον πίνακα 13 υποδηλώνει την αντίστροφη τάση μεταξύ της θερμοκρασίας αέρος και της ημερομηνίας έναρξης των φαινοφάσεων.

Για την περιοχή του Μαλανδρενίου δεν παρατηρήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ της θερμοκρασίας αέρα και των ημερομηνιών έναρξης των φαινοφάσεων της ποικιλίας, με εξαίρεση την περίπτωση της φαινοφάσης BBCH 55 (διαχωρισμός ταξιανθιών), η οποία συσχετίστηκε αρνητικά με την μέση θερμοκρασία του Μαΐου. Επίσης, για την περιοχή της

Δαφνοσπηλιάς δεν παρατηρήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ της θερμοκρασίας αέρα και των ημερομηνιών έναρξης των φαινοφάσεων της ποικιλίας Μαύρο Νεμέας, με εξαίρεση την περίπτωση της φαινοφάσης BBCH 71 (στάδιο καρπόδεσης), η οποία συσχετίστηκε αρνητικά με την μέση θερμοκρασία του Απριλίου (πίνακας 13). Για την ποικιλία Μαύρο Νεμέας στις περιοχές της Δαφνοσπηλιάς και του Μαλανδρενίου δεν πραγματοποιήθηκε ανάλυση της παλινδρόμησης, λόγω της μη ύπαρξης κοινών φαινοφάσεων που συσχετίζονται με τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των περιοχών.

Όσον αφορά τις ποικιλίες Σουλτανίνα και Κορινθιακή σταφίδα στην περιοχή του Μαλανδρενίου, την περίοδο 1998-2002, δεν παρουσιάζεται πίνακας συσχέτισης, λόγω του ότι δεν διαπιστώθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των ημερομηνιών έναρξης των διαφόρων φαινοφάσεων εκάστης ποικιλίας και της θερμοκρασίας του αέρα, για την συγκεκριμένη περίοδο.

Όπως παρουσιάστηκε στο γενικό μέρος της παρούσας εργασίας, η ευδεμίδα της αμπέλου (*Lobesia botrana*) αποτελεί έναν από τους κυριότερους εχθρούς της καλλιέργειας. Με γνώμονα την καταπολέμηση του εντόμου με περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια, αναπτύχθηκαν φαινολογικά μοντέλα εκφραζόμενα με δευτεροβάθμιες εξισώσεις, με σκοπό να προσδιοριστεί ικανοποιητικά ο χρόνος εμφάνισης της πλήρους άνθησης (BBCH 65) έχοντας ως βάση το άθροισμα των μεγίστων ημερήσιων θερμοκρασιών (sumTmax) προγενέστερης περιόδου που ορίστηκε μεταξύ των φαινολογικών σταδίων BBCH 07 (έναρξη έκπτυξης οφθαλμών-πράσινη κορυφή) και BBCH 57 (στάδιο μούρου). Η πληροφορία αυτή μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο στοιχείο για τον προγραμματισμό έγκαιρων ψεκασμών και στον έλεγχο του πληθυσμού της ευδεμίδας στην καλλιέργεια της αμπέλου.

Στον πίνακα 14 παρουσιάζονται, για την άμπελο των ποικιλιών Ροδίτη στις περιοχές της Νέας Αγχιάλου και του Μαλανδρενίου, του Μαύρου Νεμέας στις περιοχές της Δαφνοσπηλιάς και του Μαλανδρενίου καθώς και για τις ποικιλίες Σουλτανίνα και Κορινθιακή σταφίδα στην περιοχή του Μαλανδρενίου, ο τύπος της δευτεροβάθμιας εξίσωσης, τα αποτελέσματα του συντελεστή προσδιορισμού R^2 αλλά και πληροφορίες από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, προκύπτει, ότι αύξηση των μέσων ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών οδηγεί σε επιμήκυνση του χρόνου εμφάνισης της πλήρους άνθησης.

Φυτικό είδος	Ποικιλία	Περιοχή	Εξίσωση	R ²	P (σημαντικότητα)	M.A.E. (ημέρες)
<i>Vitis vinifera L.</i>	Ροδίτης	Νέα Αγχιάλος	$DF_{Agx} = 0,0752*(sumTmax) - 0,000105*(sumTmax)^2$	0,819	0,0145	3,24
	Ροδίτης	Μαλανδρένι	$DF_{Mal_Rod} = 0,0214*(sumTmax) - 0,000009*(sumTmax)^2$	0,918	0,0109	1,93
	Μαύρο Νεμέας	Δαφνοσπηλιά	$DF_{Dafn} = 0,0385*(sumTmax) - 0,000045*(sumTmax)^2$	0,892	0,0052	1,74
	Μαύρο Νεμέας	Μαλανδρένι	$DF_{Mal_Mayro} = 0,0044*(sumTmax) - 0,000015*(sumTmax)^2$	0,869	0,0076	1,91
	Κορινθιακή σταφίδα	Μαλανδρένι	$DF_{Mal_Kor} = 0,0276*(sumTmax) - 0,000027*(sumTmax)^2$	0,941	0,0015	1,11
	Σουλτανίνα	Μαλανδρένι	$DF_{Mal_Soult} = 0,0275*(sumTmax) - 0,000026*(sumTmax)^2$	0,978	0,0002	0,62

Πίνακας 14: Εκτίμηση της περιόδου εμφάνισης της πλήρους άνθησης στην άμπελο σε ποικιλίες Ροδίτη, Μαύρο Νεμέας, Σουλτανίνας και Κορινθιακής σταφίδας στις περιοχές της Νέας Αγχιάλου, της Δαφνοσπηλιάς και του Μαλανδρενίου, την περίοδο 1998-2003.

SumTmax: το άθροισμα των μέσων ημερήσιων μεγίστων θερμοκρασιών, R²: συντελεστής προσδιορισμού, P: σημαντικότητα και M.A.E.: τιμή Μέσου Απόλυτου Σφάλματος, εκφραζόμενο σε ημέρες.

DF_{Agx} , DF_{Dafn} , DF_{Mal_Rod} , DF_{Mal_Mayro} , DF_{Mal_Kor} , DF_{Mal_Soult} : η διαφορά μεταξύ του χρόνου εμφάνισης της έναρξης έκπτυξης των οφθαλμών με το στάδιο του μούρου, στον Ροδίτη στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου ($t_{Agx07} - t_{Agx57}$), του Μαύρου Νεμέας, στην περιοχή της Δαφνοσπηλιάς ($t_{Dafn07} - t_{Dafn57}$), του Ροδίτη ($t_{Mal_Rod07} - t_{Mal_Rod57}$), του Μαύρου Νεμέας ($t_{Mal_Mayro07} - t_{Mal_Mayro57}$), της Κορινθιακής σταφίδας ($t_{Mal_Kor07} - t_{Mal_Kor57}$) και της Σουλτανίνας ($t_{Mal_Soult07} - t_{Mal_Soult57}$) στην περιοχή του Μαλανδρενίου, αντίστοιχα.

2.2. Φαινολογία αγλαδιάς με θερμομετρικές συνθήκες

Τα αποτελέσματα των Student's T-test έδειξαν ότι σε γενικές γραμμές, ο μέσος χρόνος εμφάνισης των φαινοφάσεων της αγλαδιάς (*Pyrus communis L.*) της ποικιλίας Κρυστάλλι και στις τρεις εξεταζόμενες περιοχές, διαφέρει στατιστικά σημαντικά.

Από τη σύγκριση των ιδίων φαινοφάσεων της ποικιλίας Κρυστάλλι, στις περιοχές της Δαλαμανάρας και των Αγιωργίτικων κατά την περίοδο 1998-2005, προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για τα στάδια BBCH 52 (τέλος φουσκώματος οφθαλμών) έως BBCH 72 (φούσκωμα του καρπού). Προκύπτει λοιπόν ότι, τα φαινολογικά στάδια στην περιοχή της Δαλαμανάρας εμφανίζονται πρωιμότερα από τα αντίστοιχα, στην περιοχή των Αγιωργίτικων για την συγκεκριμένη χρονική περίοδο (εικόνα 22). Η στατιστική σημαντικότητα που παρουσιάζεται μεταξύ των ιδίων φαινοφάσεων, συμβαδίζει και με την σημαντικότητα των μέσων μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας των δυο περιοχών (εικόνα 23).

Το γεγονός της πρώιμης έναρξης των φαινοφάσεων στην Δαλαμανάρα σε σχέση με τα Αγιωργίτικα μπορεί να αποδοθεί, σε μεγάλο βαθμό, στις υψηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες που παρουσιάζει η περιοχή της Δαλαμανάρας, για όλη την διάρκεια του καλλιεργητικού έτους και ιδιαίτερα για τους μήνες από Φεβρουάριο έως Μάιο, μήνες στους οποίους εκδηλώνονται τα εξεταζόμενα φαινολογικά στάδια.

Η θερμική κατάσταση στην περιοχή της Δαλαμανάρας, πιθανόν να οφείλεται στο διαφορετικό τοπογραφικό ανάγλυφο που παρουσιάζουν οι δυο αυτές περιοχές. Η περιοχή της Δαλαμανάρας χαρακτηρίζεται ως πεδινή ενώ τα Αγιωργίτικα βρίσκονται ανάμεσα από τους ορεινούς όγκους Μαίναλο και Αρτεμίσιο, στις πλαγιές τους. Επίσης, στην περίπτωση της Δαλαμανάρας, η πεδινή αυτή περιοχή βρίσκεται πλησιέστερα στη θάλασσα έναντι της περιοχής των Αγιωργίτικων.

Οι Kamoutsis et al., (2006) παρατήρησαν παρόμοια συμπεριφορά στη μηλιά (περιοχές Αγιά και Ζαγορά, του Νομού Μαγνησίας) όπως και οι Rea and Eccel, (2006), όπου ανέφεραν ότι περιοχές (επαρχία Τρέντο, Ιταλία) που χαρακτηρίζονται από υψομετρική διαφορά στις οποίες μπορούν να ευδοκιμήσουν δένδρα μηλιάς, παρουσιάζουν κλιματικές (θερμοκρασιακές) μεταβολές.

Από τη σύγκριση των ιδίων φαινοφάσεων της ποικιλίας Κρυστάλλι, στις περιοχές της Δαλαμανάρας και των Κάτω Λεχωνίων κατά την περίοδο 1998-2003, προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για τα στάδια BBCH 52 (τέλος φουσκώματος οφθαλμών) έως BBCH 72 (φούσκωμα του καρπού) και συγκεκριμένα τα φαινολογικά στάδια στην περιοχή των Κάτω Λεχωνίων παρουσιάζονται πρωιμότερα από την περιοχή της Δαλαμανάρας για την συγκεκριμένη χρονική περίοδο (εικόνα 24). Επίσης, η σύγκριση των

μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών των δύο περιοχών που παρουσιάζεται στην εικόνα 25, εμφανίζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Το γεγονός της πρώιμης έναρξης των φαινοφάσεων στα Κάτω Λεχώνια σε σχέση με την Δαλαμανάρα δεν μπορεί να αποδοθεί σε μεγάλο βαθμό στην μικρή υψομετρική διαφορά που παρουσιάζουν οι δυο περιοχές αλλά μπορεί να αποδοθεί στην διαφορετική τοπογραφία των περιοχών αυτών. Τα Κάτω Λεχώνια βρίσκονται σε μια μικρή κοιλάδα, η οποία περιβάλλεται σε μεγάλο βαθμό από το όρος Πήλιο ενώ η Δαλαμανάρα βρίσκεται στο κέντρο μια μεγάλης κοιλάδας στην περιοχή του νομού Αργολίδας.

Στην περίπτωση των Κάτω Λεχωνίων, η άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία ενισχύεται από τα γειτονικά πρανή του όρους Πήλιο και σε συνδυασμό με την μικρή έκταση της κοιλάδας στην οποία βρίσκονται, οδηγεί σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις αντίστοιχες στην περιοχή της Δαλαμανάρας.

Από τη σύγκριση των ιδίων φαινοφάσεων της ίδιας ποικιλίας στις περιοχές των Κάτω Λεχωνίων και των Αγιωργίτικων κατά την περίοδο 1998-2003 (εικόνα 26), προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για τα στάδια BBCH 52 (τέλος φουσκώματος οφθαλμών), BBCH 55 (πράσινη κορυφή), BBCH 57 (στάδιο λευκής κορυφής) και BBCH 60 (έναρξη ανθοφορίας) έως BBCH 72 (φούσκωμα του καρπού). Η σύγκριση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών των δύο περιοχών που παρουσιάζεται στην εικόνα 27, εμφανίζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Η πρώιμη εμφάνιση των φαινοφάσεων αυτών στην περιοχή των Κάτω Λεχωνίων σε σχέση με την περιοχή των Αγιωργίτικων μπορεί να αποδοθεί, σε μεγάλο βαθμό, στις υψηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες που παρουσιάζουν τα Κάτω Λεχώνια, για όλη την διάρκεια του καλλιεργητικού έτους και ιδιαίτερα για τους μήνες από Φεβρουάριο έως Μάιο, μήνες στους οποίους εκδηλώνονται τα εξεταζόμενα φαινολογικά στάδια. Η υψηλή θερμοκρασία στα Κάτω Λεχώνια, πιθανόν να οφείλεται στο αρκετά χαμηλότερο υψόμετρο που παρουσιάζει ως περιοχή συγκριτικά με τα Αγιωργίτικα αλλά και από την υφιστάμενη τοπογραφία. Τα Κάτω Λεχώνια χαρακτηρίζονται ως πεδινή περιοχή ενώ τα Αγιωργίτικα βρίσκονται ανάμεσα από τα πρανή των ορεινών μαζών Μαίναλο και Αρτεμίσιο. Επομένως, η πεδινή αυτή περιοχή δέχεται μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα λόγω του φαινομένου «αύρα κοιλάδας», η μέγιστη θερμοκρασία να παρουσιάζεται υψηλότερη και η ελάχιστη χαμηλότερη, έτσι οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιοχής να είναι υψηλότερες συγκριτικά με αυτές των Αγιωργίτικων.

Οι ημερομηνίες εμφάνισης (σε Ιουλιανές ημέρες) των φαινολογικών σταδίων της αχλαδιάς *Pyrus communis* L. της ποικιλίας Κρυστάλλι συσχετίστηκαν με τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες αέρος, της περιόδου μεταξύ Φεβρουαρίου και Μαΐου, για τις περιοχές της Δαλαμανάρας, των Αγιωργίτικων και των Κάτω Λεχωνίων (πίνακας 15).

Ph (BBCH)	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₂₃	T ₂₄	T ₃₄	T ₄₅	T ₃₅
Κάτω Λεχώνια									
52	-0.899*	-0.333			-0.707				
53	-0.896*	-0.369			-0.730				
54	-0.623	0.186			-0.113				
55	-0.920**	-0.366	-0.316		-0.739	-0.801	-0.482		
56		0.023	0.670				0.352		
57		-0.400	-0.298				-0.504		
59		-0.182	0.701				0.140		
60		-0.494	-0.305				-0.588		
69		-0.634	-0.283				-0.699		
71			-0.259	0.717				-0.027	
72			-0.322	0.762				-0.026	
Αγιωργίτικα									
52	-0.872*	-0.051			-0.423				
53		-0.239							
54		-0.49	0.106				0.027		
55		0.021	0.151				0.117		
56		-0.029	0.165				0.083		
57		-0.033	0.159				0.075		
59		-0.128	0.325				0.1		
60		-0.137	0.349				0.108		
69			0.234	0.125				0.218	
71			0.215	0.025				0.157	
72			-0.226	-0.027				-0.171	
Δαλαμανάρα									
52	-0.992	-0.768			-0.960				
53	-0.997	-0.881			-0.997				
54	-0.998*	-0.876	0.529		-0.996	-0.842	-0.270		
55	-0.995	-0.889	0.552		-0.998*	-0.827	-0.244		
56		-0.244	0.490				0.096		
57		-0.235	0.476				0.096		
59		-0.260	0.527				0.104		
60		-0.242	0.515				0.115		
69		-0.331	0.581	0.980*			0.065	0.994*	0.739
71			0.451	0.989*				0.962	
72			0.571	0.985*				0.994	

Πίνακας 15: Συσχέτιση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (από Φεβρουάριο έως Μάιο) και των ημερομηνιών εμφάνισης φαινοφάσεων της αγλαδιάς *Pyrus communis* L. ποικιλίας Κρυστάλλι στην περιοχή της Δαλαμανάρας την περίοδο 1998-2005, στην περιοχή των Κάτω Λεχωνίων την περίοδο 1998-2003 και των Αγιωργίτικων την περίοδο 1998-2005.

Ph: Φαινοφάση, T₂, T₃, T₄, T₅: μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) για Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο αντίστοιχα, T₂₃, T₂₄, T₃₄, T₃₅, T₄₅: μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) από Φεβρουάριο και Μάρτιο, Φεβρουάριο και Απρίλιο, Μάρτιο και Απρίλιο, Μάρτιο και Μάιο και Απρίλιο και Μάιο αντίστοιχα. *, ** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας. Τα κενά του πίνακα υποδηλώνουν την μη εμφάνιση της συγκεκριμένης φαινοφάσης.

Η εμφάνιση των αρνητικών συσχετίσεων της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας που παρουσιάζονται στον πίνακα 15 υποδηλώνει την αντίστροφη τάση μεταξύ της θερμοκρασίας αέρος και της ημερομηνίας έναρξης των φαινοφάσεων. Η μέση ημερομηνία εμφάνισης των φαινοφάσεων BBCH 52 (τέλος φουσκώματος οφθαλμών), BBCH 53 (έναρξη έκπτυξης οφθαλμών) και BBCH 55 (στάδιο πράσινης κορυφής) στη περιοχή των Κάτω Λεχονίων, η ημερομηνία εμφάνισης της φαινοφάσης BBCH 52 στην περιοχή των Αγιωργίτικων και ο χρόνος εμφάνισης της φαινοφάσης BBCH 54 (έναρξη ξεδιπλώματος των φύλλων) στη περιοχή της Δαλαμανάρας, για την ποικιλία Κρυστάλλι συσχετίστηκε αρνητικά με τη μέση θερμοκρασία του Φεβρουαρίου (T_2).

Επίσης, παρουσιάστηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ των φαινολογικών σταδίων BBCH 71 (σχηματισμός καρπιδίου), BBCH 72 (φούσκωμα του καρπού) με την θερμοκρασία του Μαΐου αλλά και η έναρξη της φαινοφάσης BBCH 55 με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου Φεβρουαρίου και Μαρτίου (T_{23}) στην περιοχή της Δαλαμανάρας. Τέλος, αρνητική συσχέτιση παρουσιάζει η φαινοφάση BBCH 69 με την μέση θερμοκρασία του Μαΐου, στην περιοχή της Δαλαμανάρας, όμως μικρότερου βαθμού από την αντίστοιχη συσχέτιση της συγκεκριμένης φαινοφάσης με την μέση θερμοκρασία της περιόδου Απριλίου-Μαΐου.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις συσχετίσεις προέκυψε ότι η μέση θερμοκρασία του Φεβρουαρίου είναι ένας ικανοποιητικός δείκτης εκτίμησης του χρόνου εμφάνισης των φαινοφάσεων, από το στάδιο τέλους φουσκώματος των οφθαλμών έως και το στάδιο της πράσινης κορυφής, για την περιοχή των Κάτω Λεχονίων.

Με βάση τις ανωτέρω εκτιμήσεις και μετά την επεξεργασία που προέκυψε από την εφαρμογή της ανάλυσης της παλινδρόμησης μεταξύ των ημερομηνιών έναρξης των φαινοφάσεων της αχλαδιάς, ποικιλίας Κρυστάλλι, στις μελετώμενες περιοχές διαπιστώθηκε ότι αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C στη περιοχή των Αγιωργίτικων οδηγεί σε πρωιμότερη εμφάνιση της φαινοφάσης BBCH 52 κατά μέσο όρο περίπου 6 ημέρες. Όμοια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν για την περιοχή των Κάτω Λεχονίων, για την εμφάνιση της φαινοφάσης BBCH 52, με μικρότερη, ωστόσο ανταπόκριση (περίπου 4 ημέρες) στη μέση θερμοκρασία του Φεβρουαρίου.

Επιπρόσθετα διαπιστώθηκε πρωιμότερη εμφάνιση των φαινοφάσεων BBCH 53 και BBCH 55 κατά μέσο όρο 5 ημέρες εφόσον αυξηθεί η θερμοκρασία του Φεβρουαρίου κατά 1°C ., στην περιοχή των Κάτω Λεχονίων ενώ κατά τον ίδιο τρόπο η φαινοφάση BBCH 54 στην περιοχή της Δαλαμανάρας παρουσιάζεται πρωιμότερα κατά 9 ημέρες (πίνακας 16).

Έτσι φαίνεται ότι η μέση θερμοκρασία του Φεβρουαρίου αποτελεί έναν ικανοποιητικό δείκτη εμφάνισης των φαινοφάσεων (BBCH) 52, 53, 54 και 55 της ποικιλίας Κρυστάλλι στις μελετώμενες περιοχές και μπορεί να συνεισφέρει σε ικανοποιητικό βαθμό στην εκτίμηση ενδεχόμενης μικροκλιματικής αλλαγής στις μελετηθείσες περιοχές.

Περιοχή	Φαινοφάση αγλαδιάς	$\Delta P/\Delta T_2$ (ημέρες/°C)
Δαλαμανάρα	BBCH 54	-9*
Αγιωργίτικα	BBCH 52	-6,1*
Κάτω Λεχώνια	BBCH 52	-3,7*
	BBCH 53	-4,6*
	BBCH 55	-4,9**

Πίνακας 16: Απόκριση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του Φεβρουαρίου και του χρόνου εμφάνισης των φαινοφάσεων BBCH 52 (τέλος φουσκώματος οφθαλμών), BBCH 53 (έναρξη έκπτυξης οφθαλμών), BBCH 54 (έναρξη ξεδιπλώματος των φύλλων) και BBCH 55 (στάδιο πράσινης κορυφής) στην περιοχή των Κάτω Λεχωνίων, για την περίοδο 1998-2003 και στις περιοχές Αγιωργίτικα και Δαλαμανάρα για την περίοδο 1998-2005.

P: Φαινοφάση, ΔP : μεταβολή ημερών, ΔT_2 : μεταβολή μέσης θερμοκρασίας Φεβρουαρίου. Οπου *, ** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα.

Η ψύλλα της αγλαδιάς (*Cacopsylla pyri* L.) είναι ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς της αγλαδιάς. Η ανάγκη καταπολέμησης του εντόμου αυτού, η οποία να πληροί τις απαιτούμενες περιβαλλοντικές και οικονομικές προϋποθέσεις, οδήγησε στην ανάπτυξη φαινολογικών μοντέλων, εκφραζόμενα με δευτεροβάθμιες εξισώσεις, με σκοπό να προσδιοριστεί ικανοποιητικά ο χρόνος εμφάνισης του τέλους άνθησης – πτώσης των πετάλων (BBCH 69) έχοντας ως βάση το άθροισμα των μεγίστων ημερήσιων θερμοκρασιών (sumTmax) προγενέστερης περιόδου που ορίστηκε μεταξύ των φαινολογικών σταδίων BBCH 53 (έναρξη έκπτυξης οφθαλμών) και BBCH 60 (έναρξη ανθοφορίας). Η πληροφορία αυτή μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο στοιχείο για τον προγραμματισμό έγκαιρων ψεκασμών και στον έλεγχο του πληθυσμού της ψύλλας στην αγλαδιά.

Στον πίνακα 17 παρουσιάζονται, για την αγλαδιά ποικιλίας Κρυστάλλι στις περιοχές των Κάτω Λεχωνίων, των Αγιωργίτικων και της Δαλαμανάρας, ο τύπος της δευτεροβάθμιας εξίσωσης, τα αποτελέσματα του συντελεστή προσδιορισμού R^2 ($R^2_{Lech} = 0,978$, $R^2_{Agior} = 0,905$, $R^2_{Dal} = 0,996$) αλλά και πληροφορίες από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, προκύπτει, ότι αύξηση των μέσων ημερήσιων μεγίστων θερμοκρασιών οδηγεί σε επιμήκυνση του χρόνου εμφάνισης της πλήρους άνθησης.

Φυτικό είδος	Ποικιλία	Περιοχή	Εξίσωση	R ²	P (σημαντικότητα)	M.A.E. (ημέρες)
<i>Pyrus communis L.</i>	Κρυστάλλι	Κάτω Λεχώνια	$DF_{Lech} = 0,0637*(sumTmax) - 0,000064*(sumTmax)^2$	0,978	0,0002	1,19
		Αγιωργίτικα	$DF_{Agior} = 0,1409*(sumTmax) - 0,000253*(sumTmax)^2$	0,905	0,0040	2,47
		Δαλαμανάρα	$DF_{Dal} = 0,0841*(sumTmax) - 0,000125*(sumTmax)^2$	0,996	0,0021	0,45

Πίνακας 17: Εκτίμηση της περιόδου εμφάνισης της πλήρους άνθησης στην αχλαδιά, ποικιλίας Κρυστάλλι, στις περιοχές των Κάτω Λεχονίων, των Αγιωργίτικων και της Δαλαμανάρας, αντίστοιχα, την περίοδο 1998-2003.

SumTmax: το άθροισμα των μέσων ημερήσιων μεγίστων θερμοκρασιών, R²: συντελεστής προσδιορισμού, P: σημαντικότητα και M.A.E.: τιμή Μέσου Απόλυτου Σφάλματος, εκφραζόμενο σε ημέρες.

DF_{Lech}, DF_{Agior}, DF_{Dal}: η διαφορά μεταξύ του χρόνου εμφάνισης της έναρξης έκπτυξης των οφθαλμών με την έναρξη της ανθοφορίας, στην αχλαδιά, ποικιλίας Κρυστάλλι, στην περιοχή των Κάτω Λεχονίων (t_{Lech53}- t_{Lech60}), στην περιοχή των Αγιωργίτικων (t_{Agior53}- t_{Agior60}) και στην περιοχή της Δαλαμανάρας (t_{Dal53}- t_{Dal60}) αντίστοιχα.

2.3. Φαινολογία πορτοκαλιάς με θερμομετρικές συνθήκες

Τα αποτελέσματα των T-test έδειξαν ότι, οι μέσοι χρόνοι εμφάνισης των φαινοφάσεων της πορτοκαλιάς (*Citrus sinensis* L. Obseck) της ποικιλίας Washington Navel στην περιοχή της Επιδάουρου και στην περιοχή της Σπάρτης, δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για την χρονική περίοδο 2002 έως 2006 (εικόνα 28).

Η έλλειψη στατιστικής σημαντικότητας στις ημερομηνίες εμφάνισης των φαινολογικών σταδίων παρουσιάζεται και στη σύγκριση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών των δύο περιοχών για την περίοδο Μαρτίου-Ιουλίου (εικόνα 29). Επίσης, δεν παρουσιάστηκαν συσχετίσεις μεταξύ των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών (από Μάρτιο έως Ιούλιο) και των ημερομηνιών εμφάνισης φαινοφάσεων της πορτοκαλιάς στην περιοχή της Επιδάουρου την περίοδο 2002-2006 και στην περιοχή της Σπάρτης για την ίδια περίοδο.

Το γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται στην παρόμοια τοπογραφία, δεδομένου ότι για την περιοχή της Σπάρτης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το μετεωρολογικό σταθμό στις Αμύκλες (213 m υψόμετρο) ενώ για την περιοχή της Επιδάουρου, δεδομένα από το σταθμό του Ληγουριού (347 m υψόμετρο). Οι περιοχές αυτές ανήκουν στην ίδια ζώνη βλάστησης, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν μικροκλιματικές ομοιότητες, γεγονός που αποτυπώνεται και στην παρόμοια φαινολογική συμπεριφορά της καλλιέργειας της πορτοκαλιάς.

Συμπερασματικά, λοιπόν, παρατηρείται ότι οι περιοχές της Επιδάουρου και της Σπάρτης όσον αφορά τις ημερομηνίες εμφάνισης των φαινοφάσεων της πορτοκαλιάς *Citrus sinensis* L. Obseck ποικιλίας Washington Navel, δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ως προς την θερμοκρασία, για την συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την αξιολόγηση των μικροκλιματικών συνθηκών γεωργικών περιοχών της Ελλάδας (Κεντρική Ελλάδα, Πελοπόννησος) από τις φαινολογικές παρατηρήσεις ποικιλιών καλλιεργούμενων φυτών όπως η άμπελος (*Vitis vinifera* L.), η αχλαδιά (*Pyrus communis* L.) και η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis*), που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Οι συγκρίσεις μεταξύ ιδίων φαινοφάσεων όταν παρουσιάζουν στατιστική σημαντικότητα, συμβαδίζουν με την στατιστική σημαντικότητα που εμφανίζεται και στις συγκρίσεις των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών, ιδιαίτερα αυτές των μηνών στους οποίους εμφανίζονται τα εξεταζόμενα φαινολογικά στάδια.
- Το υψόμετρο και το τοπογραφικό ανάγλυφο, επηρεάζουν τη μέση μηνιαία θερμοκρασία στις περιοχές ενδιαφέροντος. Υψηλότερες τιμές μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών οδηγούν σε πρωιμότερη εμφάνιση των φαινολογικών σταδίων.
- Οι συγκρίσεις ιδίων φαινοφάσεων της αχλαδιάς ποικιλίας Κρυστάλλι, εμφανίζονται στατιστικώς σημαντικές στις περιοχές της Δαλαμανάρας, των Κάτω Λεχονίων και των Αγιωργίτικων ενώ έλλειψη στατιστικής σημαντικότητας παρατηρείται στις συγκρίσεις ιδίων φαινοφάσεων της αμπέλου ποικιλιών Ροδίτη και Μαύρου Νεμέας, στις περιοχές της Νέας Αγχιάλου, της Δαφνοσπηλιάς και του Μαλανδρενίου καθώς και στις συγκρίσεις ιδίων φαινοφάσεων της πορτοκαλιάς ποικιλίας Washington Navel στις περιοχές της Επιδαύρου και της Σπάρτης.
- Το γενετικό υλικό παίζει σημαντικό ρόλο στις φαινολογικές εκδηλώσεις της αμπέλου σε σχέση με την θερμοκρασία. Διαπιστώθηκε ότι οι φαινοφάσεις των ποικιλιών αμπέλου, στην περιοχή του Μαλανδρενίου, εκφράζονται με την ακόλουθη σειρά: Σουλτανίνα < Μαύρο Νεμέας < Κορινθιακή σταφίδα.
- Διαπιστώθηκε ότι, η θερμοκρασία των μηνών της άνοιξης (Μαρτίου, Απριλίου) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εκδήλωση των φαινοφάσεων «έκπτυξη οφθαλμών», «ξεδιπλώματος των φύλλων», «ξεδίπλωμα 3ου φύλλου» και «εμφάνιση ταξιανθιών» στην άμπελο και ότι η θερμοκρασία του Φεβρουαρίου παίζει σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση των φαινοφάσεων «τέλος φουσκώματος οφθαλμών», «έναρξη έκπτυξης οφθαλμών», «έναρξη ξεδιπλώματος των φύλλων» και «στάδιο πράσινης κορυφής» στην αχλαδιά. Επομένως, οι φαινοφάσεις αυτές μπορούν να αποτελέσουν ουσιαστικό αρωγό στην εκτίμηση ενδεχόμενης μικροκλιματικής αλλαγής στις μελετηθείσες περιοχές.

- Ο χρόνος εμφάνισης της πλήρους άνθησης στην άμπελο, στις ποικιλίες Ροδίτη στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου και του Μαλανδρενίου, Μαύρο Νεμέας στην περιοχή της Δαφνοσπηλιάς και του Μαλανδρενίου, Κορινθιακής σταφίδας στην περιοχή του Μαλανδρενίου και Σουλτανίνας στην περιοχή του Μαλανδρενίου μπόρεσε να εκτιμηθεί ικανοποιητικά ($R^2_{Agx} = 0,819$, $R^2_{Mal_Rod} = 0,918$, $R^2_{Dafn} = 0,892$, $R^2_{May_Mal} = 0,869$, $R^2_{Kor_Mal} = 0,941$ και $R^2_{Sout_Mal} = 0,978$) έχοντας ως βάση το άθροισμα των μεγίστων ημερήσιων θερμοκρασιών (sumTmax) προγενέστερης περιόδου («έναρξη έκπτυξης οφθαλμών» έως «στάδιο μούρου»). Ομοίως, ο χρόνος εμφάνισης του «τέλους άνθησης» στην αχλαδιά ποικιλίας Κρυστάλλι για τις περιοχές των Κάτω Λεχωνίων, των Αγιωργίτικων και της Δαλαμανάρας, μπόρεσε να εκτιμηθεί ικανοποιητικά ($R^2_{Lech} = 0,978$, $R^2_{Agior} = 0,905$ και $R^2_{Dal} = 0,996$) έχοντας ως βάση το άθροισμα των μεγίστων ημερήσιων θερμοκρασιών (sumTmax) προγενέστερης περιόδου («έκπτυξη οφθαλμών» έως «έναρξη ανθοφορίας»).
- Η εκτίμηση των ημερομηνιών εμφάνισης της «πλήρους άνθησης» στην άμπελο και του «τέλους άνθησης» στην αχλαδιά, μπορεί να αποτελέσει χρήσιμη πληροφορία για τον προγραμματισμό έγκαιρων επεμβάσεων με κατάλληλα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα προκειμένου να περιοριστεί ο πληθυσμός εχθρών όπως η ευδεμίδα της αμπέλου και η ψύλλα της αχλαδιάς. Το γεγονός αυτό θα συμβάλλει στην μείωση των επεμβάσεων με χημικά σκευάσματα και θα οδηγήσει στην μείωση του κόστους παραγωγής και στην προστασία του περιβάλλοντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

Badeck F.W., Bondeau A., Bottcher K., Doctor D., Lucht W., Schaber J. and Sitch S., (2004). Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist*, 162, p.295-309.

Brown A.G., (1943). The order and period of blossoming in pear varieties. *Journal of Pomology and Horticultural science*, 20, p.107-110.

Bruns E. and Vliet v. A.J.H., (2003). Standardization of phenological monitoring in Europe. Wageningen University and Deutcher Wetterdienst.

Chmielewski F.M., (1996). The international phonological gardens across Europe. Present state and perspectives. *Phenol. Seasonality*, 1, p.19-23.

Chmielewski F.M. and Kohn W., (2000). Impact of weather on yield and yield components of winter rye. *Agricultural and Forest Meteorology*, 102, p.253-261.

Chmielewski F.M. and Rotzer T., (2001). Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108, p.101-112.

Chmielewski F.M. and Rotzer T., (2002). Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to temperature changes. *Climate Research*, 19, p.257-264.

Chmielewski F.M., (2003). Phenology and Agriculture in: *Phenology: an integrative Environmental science*, Schwarz M.D. Kluwer Academic Publishers, p.505-522, Netherlands.

Chmielewsky F.M., Muller A. and Bruns E., (2004). Climate change and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121, p.69-78.

Frederick K.L. and Edward J.T., (1982). *The Atmosphere*, 2nd edition. Prentice-Hall Publications, New Jersey.

Gordo O. and Sanz J.J., (2005). Phenology and climate change: a long-term study in a Mediterranean locality. *Oecologia*, 146, p.484-495.

Gravetter F.J. and Wallnau L.B., (2008). *Essentials of statistics for the behavioral sciences*. Thomson Wadsworth Publications, Connecticut, USA.

Gregory J.M. and Mitchell J.F.B., (1995). Simulation of daily variability of surface temperature and precipitation over Europe in the current and 2xCO₂ climates using the UKMO climate model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 121, p.1451-1476.

Hack, H., Bleiholder H., Buhr L., Meier U., Schnock-Fricke U., Weber E., Witzemberger A., (1992). Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien monokotyler und dikotyler Pflanzen - Erweiterte BBCH Skala, Allgemein -. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd*, 44, p.265-270.

Hormann, G. and Chmielewski F.M., (2001). Consequences for agriculture and forestry, Chapter 3.32, in: *The climate of the 21. Century, Wissenschaftliche Auswertungen*, Hamburg, p.322-330.

Johnson I.R. and Thornley J.H.M., (1985). Temperature dependence of plant and crop processes. *Annals of Botany*, 55, p.7-24.

Jones G.V. and Davis R.E., (2000). Using a synoptic climatological approach to understand climate-viticulture relationships. *International Journal of Climatology*, 20, p.813-837.

Kamoutsis A., Matsoukis A. and Chronopoulou-Sereli A., (2005). Response of grapevine (*Vitis vinifera L.*) phenology to air temperature in Central Greece. *Annalen de Meteorologie*, 41, p.550-553.

Kamoutsis A., Matsoukis A., Chronopoulou-Sereli A. and Pinas C., (2006). The role of air temperature on phenophases of apple (*Malus domestica L. cv. Starking Delicious*) in Zagora, Central Greece. Sixth Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS)/Sixth European Conference on Applied Climatology (ECAC), EMS Annual Meeting Abstracts, Ljubljana, Slovenia, Vol. 3, p.413-414.

Kamoutsis A., Matsoukis A. and Chronopoulou-Sereli A., (2010). *Triticum aestivum L.* phenological response to air temperature in Greece. Italian Journal of Agrometeorology, in press.

Keatley M., (2000). Influences on the flowering phenology of three Australian Eucalyptus. Proceedings of ICB-ICUC 1999, Sydney, WMO/TD No 1026, Geneva.

Keeling C.D., Chin J.F.S. and Whorf T.P., (1996). Increased activity of northern vegetation inferred from atmospheric CO₂ measurements. Nature, 382, p.146-149.

Koch E. and Scheifinger H., (2004). Phenology as a biological indicator in Europe. World Resource Review, Vol. 16, No2.

Kotteck M., Grieser J., Beck C., Rudolf B. and Rubel F., (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification-Updated. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 15, No. 3, p.259-263, Gebrüder Borntraeger, Germany.

Kramer K., Leinonen L. and Loustau D., (2000). The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and Mediterranean forest ecosystems: an overview. International Journal of Biometeorology, 44, p.67-75.

Le Houerou, H.N., (1996). Climate change, drought and desertification, Journal of Arid Environonments., 34, p.133-185, Elsevier.

Lieth H., (1974). Phenology and seasonality modeling. Springer-Verlag, Germany.

Matsoukis A., Kamoutsis A., Chronopoulou-Sereli A., Lilis C. and Adamidou Z., (2006). *Vitis vinifera L.* phenology as affected by air temperature in Kavala, Greece. Proceedings of the International Conference "Information systems in Sustainable Agriculture, Agroenvironmental and Food Technology", Vol. 3, p.819-822.

Matsoukis A., Kamoutsis A., Chronopoulou-Sereli A. and Kiokakis L., (2007). Evaluation of the phenological behavior of *Malus domestica* Borkh. Cv. Starking Delicious in relation to air temperature in Greece. Agricultura Meditteranea, 137 (3-4), p.146-158.

- Menzel A. and Fabian P., (1999). Growing season extended in Europe. *Nature*, 397, p.659.
- Morellato L.P.C. and Haddad F.B., (2000). The Brazilian Atlantic forest. *Biotropica* special issue, Vol. 32, No 4b.
- Moss G.I., (1976). Temperature effects on flower initiation in sweet orange (*Citrus sinensis*). *Australian Journal of Agricultural Research*, 27, No 3, p.399-407.
- Mullins M.G., Bouquet A. and Williams L.E., (1992). *Biology of the grapevine*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Nicholls N., Gruza G.V., Jouzel J., Karl T.R., Ogallo L.A. and Parker D.E., (1996). Observed climate variability and change, in *climate change 1995: The science of climate change*. Edited by J. E. Houghton, L. G. Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell, p.133-192, Cambridge University Press, Cambridge.
- Penfound W.T., Hall T.F. and Hess A.D., (1945). The spring phenology of plants, *Ecology*, 26, p.332-352.
- Penuelas, J., Filella I. and Comas P., (2002). Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology*, 8, p.532-544.
- Ratchke B. and Lacey E.P., (1985). Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual review of Ecology and Systematics*, 16, p.179-214.
- Rea E. and Eccel E., (2006). Phenological models for blooming of apple in a mountainous region. *International Journal of Biometeorology*, 51, p.1-16.
- Ruml M. and Vulic T., (2005). Importance of phenological observations and predictions in agriculture. *Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 50, No 2, p.217-225.
- Saxe H., Cannell M.G.R., Johnsen B., Ryan M.G. and Vourlitis G., (2001). Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytologist*, 149, p.369-399.
- Schnelle F., (1955). *Pflanzenphanologie* Geest & Portig, Leipzig, Germany.

Schnelle F., (1961). Agrophenological annual course of the German and European agricultural regions. German Geographic Meeting, Wiesbaden, Germany.

Schwarz M.D., (2003). Phenology: An integrative Environmental science. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Schwarz M.D., Ahas R. and Aasa A., (2006). Onset of spring starting earlier across Northern Hemisphere. *Global Change Biology*, 12, p.343-351.

Sparks T.H., Carey P.D. and Combes J., (1997). First leafing dates of trees in Surrey between 1947 and 1966. *London Naturalia*, 76, p.15-20.

Tselepidakis I.G. and Theoharatos G.A., (1989). A bioclimatic classification of the Greek area. *Theoretical and Applied Climatology*, 40, p.147-153.

Tubiello F.N., Rosenzweig C., Goldberg R.A., Jagtap S. and Jones J.W., (2002). Effects of climate change on US crop production: simulation results using two different GCM scenarios. Part I: Wheat, potato, maize, and citrus. *Climate Research*, 20, p.259-270.

Walther G.R., (2003). Plants in a warmer world. *Perspectives in plant ecology, evolution and Systematics*, 6, p.169-185.

Wittchen, U., (2002). Beschreibung und Modellierung des Mikroklimas in Wintergetreide-Beständen unter besonderer Berücksichtigung langjähriger Messungen in Berlin-Dahlem und Dahnsdorf, PhD-Thesis, HU-Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Germany.

Zadoks, J.C., Chang T.T., Konzak C.F., (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, p.415-421.

Ελληνική βιβλιογραφία

Καραμάνος Α., (1994). Τα σιτηρά των εύκρατων κλιμάτων. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, εκδόσεις Ελληνική Λιθογραφία, Αθήνα.

Καραμάνος Α., (1999). Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.

Κοτίνη-Ζαμπάκα Σ., (1983). Συμβολή στην κατά μήνα μελέτη του κλίματος της Ελλάδας. διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.

Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Βόλου (1999-2006). Γεωργικές προειδοποιήσεις-Πεπραγμένα 1998-2005. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Αθήνα.

Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Ναυπλίου (1999-2006). Γεωργικές προειδοποιήσεις-Πεπραγμένα 1998-2005. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Αθήνα.

Ποντίκης Κ., (1993). Εσπεριδοειδή. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Ποντίκης Κ., (1994). Ειδική δενδροκομία-Μηλοειδή. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Χρονοπούλου-Σερέλη Αικ. και Φλόκας Α., (2010). Μαθήματα Γεωργικής Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.

Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας, (1999). Συνοπτική στατιστική επετηρίδα 1990-1999. Ελληνική Στατιστική Αρχή, Πειραιάς, Ελλάδα.

Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας, (2009). Συνοπτική στατιστική επετηρίδα 2000-2009. Ελληνική Στατιστική Αρχή, Πειραιάς, Ελλάδα.

Σταυρακάκης Εμμ., (1988). Αμπελουργία Ι. Εργαστήριο Αμπελολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Τζανακάκης Μ.Ε. και Κατσόγιαννος Β.Ι., (1998). Έντομα καρποφόρων δένδρων και αμπέλου. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.

Τσεκούρας Π., (2009). Η τέχνη της αμπελουργίας. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Υπουργείο Αγροτικής ανάπτυξης και Τροφίμων, γραφείο Γενικού Γραμματέα (2007). Προοπτικές τομέα οπωροφόρων. Αθήνα, Ελλάδα.

Διαδίκτυο

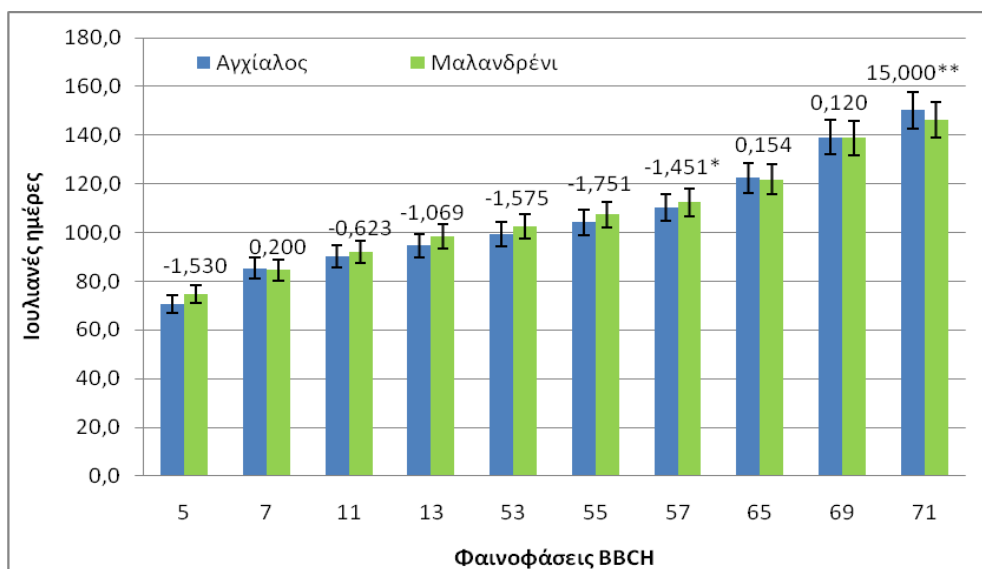
F.A.O., Sustainable Development Department, Global Climate Maps (1999). Available: <http://www.fao.org/sd/eidirect/climate/eisp0002>. [01-11-2010].

F.A.O., Statistical Database, Agriculture, Statistical Yearbook 2009 (2010). Available: <http://www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook/fao-statistical-yearbook-2009/en/>. [27-10-2010].

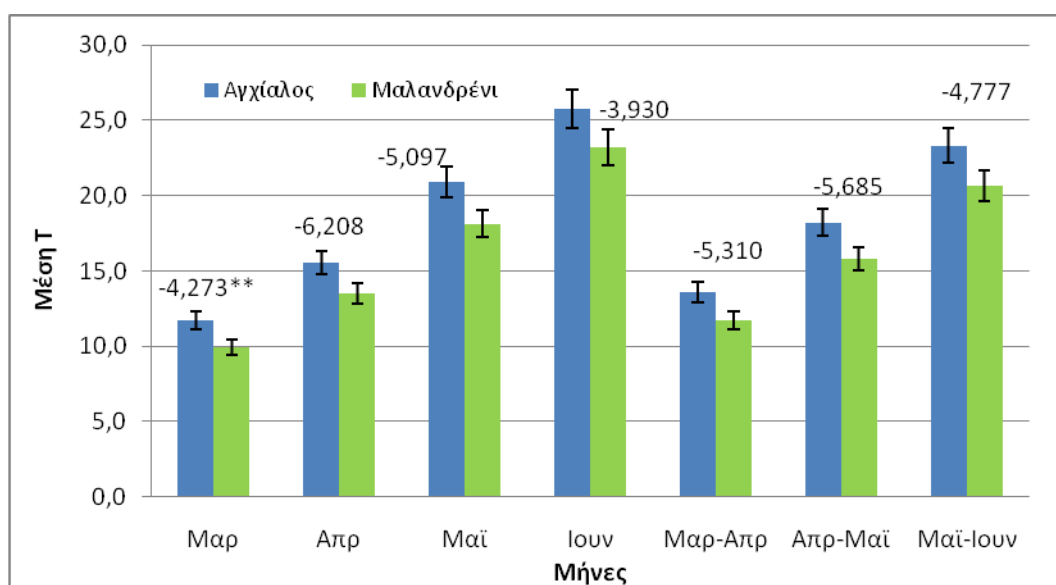
University of Florida, Entomology and Nematology Department, Principles of Entomology, Laboratory section (2002). Available: <http://entomology.ifas.ufl.edu/foltz/eny3005/lab1/>. [30-10-2010].

www.googlemaps.com. [19-11-2010].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ



Εικόνα 15: Ημερομηνίες εμφάνισης (Ιουλιανές ημέρες) σταδίων του *Vitis vinifera* L. ποικιλίας Ροδίτη, στις περιοχές του Μαλανδρενίου και της Νέας Αγχιάλου, κατά την περίοδο 1998-2005.

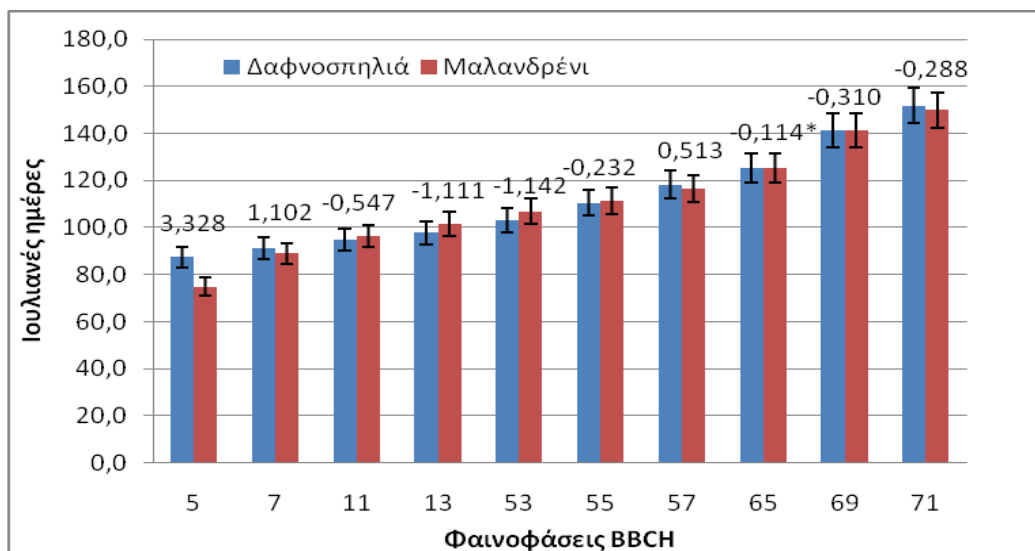


Εικόνα 16: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στις περιοχές του Μαλανδρενίου και της Νέας Αγχιάλου, την περίοδο 1998-2005.

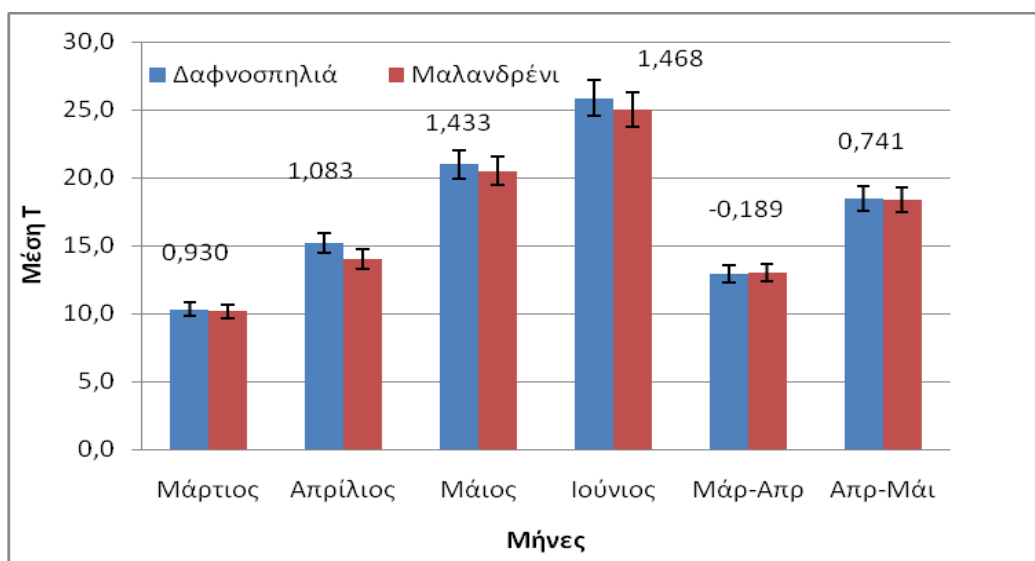
Ο αριθμός πάνω από κάθε ζεύγος τιμών δηλώνει την τιμή του T-test για την ίδια φαινοφάση, στις δύο περιοχές.

Η κάθετη γραμμή πάνω σε κάθε ράβδο δηλώνει την τιμή του τυπικού σφάλματος του μέσου.

**, ** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας.*



Εικόνα 17: Ημερομηνίες εμφάνισης (Ιουλιανές ημέρες) σταδίων του *Vitis vinifera L.* ποικιλίας Μαύρο Νεμέας, στις περιοχές του Μαλανδρενίου και της Δαφνοσπηλιάς, κατά την περίοδο 1998-2005.

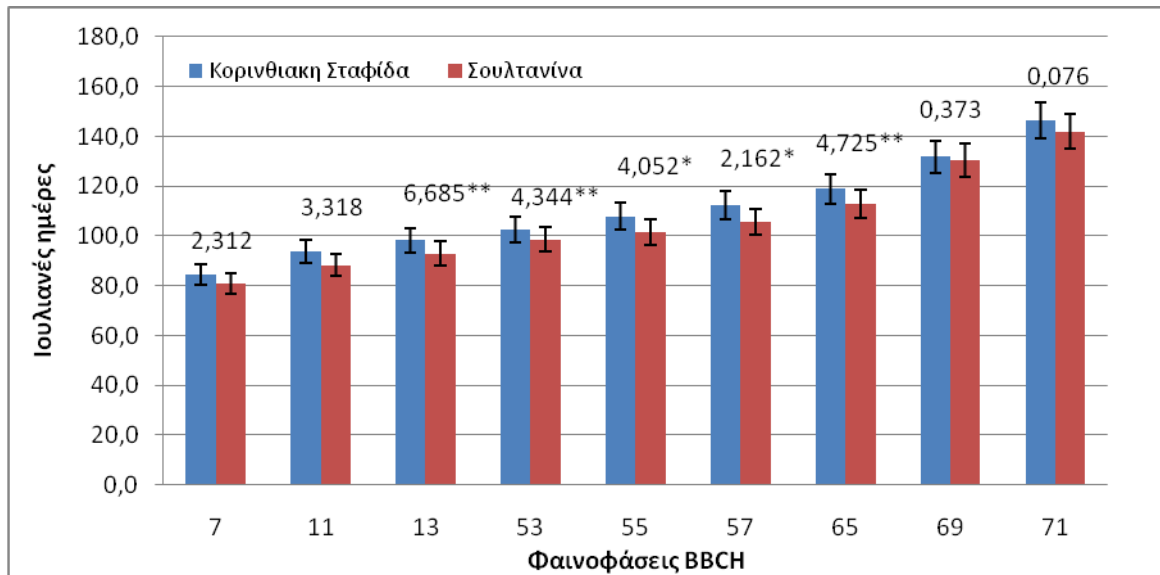


Εικόνα 18: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στις περιοχές του Μαλανδρενίου και της Δαφνοσπηλιάς, την περίοδο 1998-2005.

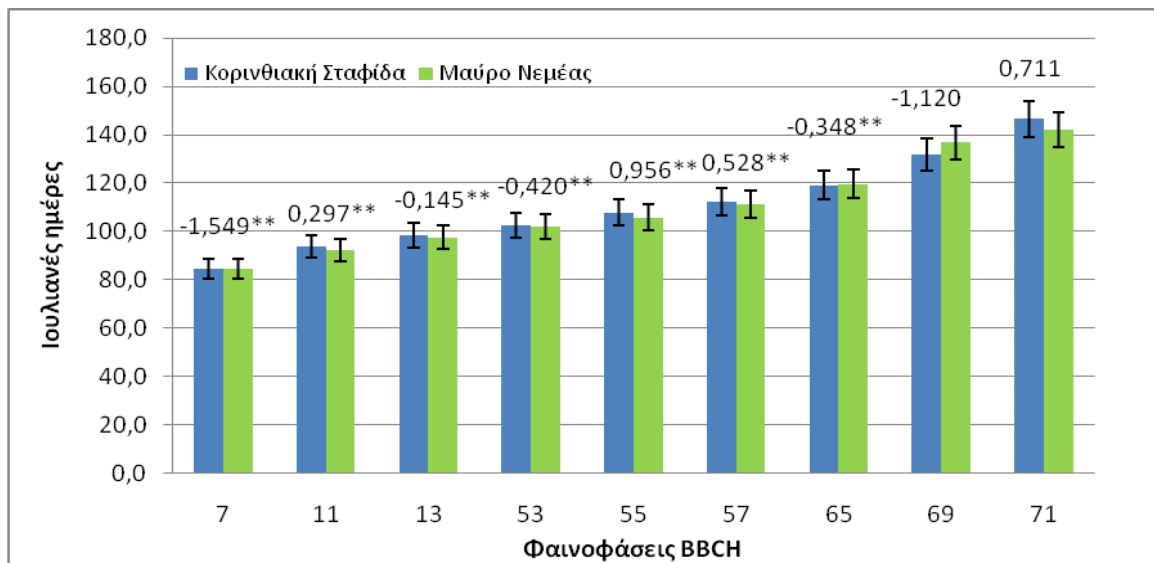
Ο αριθμός πάνω από κάθε ζεύγος τιμών δηλώνει την τιμή του T-test για την ίδια φαινοφάση, στις δύο περιοχές.

Η κάθετη γραμμή πάνω σε κάθε ράβδο δηλώνει την τιμή του τυπικού σφάλματος του μέσου.

*,** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας.



Εικόνα 19: Ημερομηνίες εμφάνισης (Ιουλιανές ημέρες) σταδίων του *Vitis vinifera L.* των ποικιλιών Κορινθιακή σταφίδα και Σουλτανίνα, στο Μαλανδρένι, την περίοδο 1998-2002.

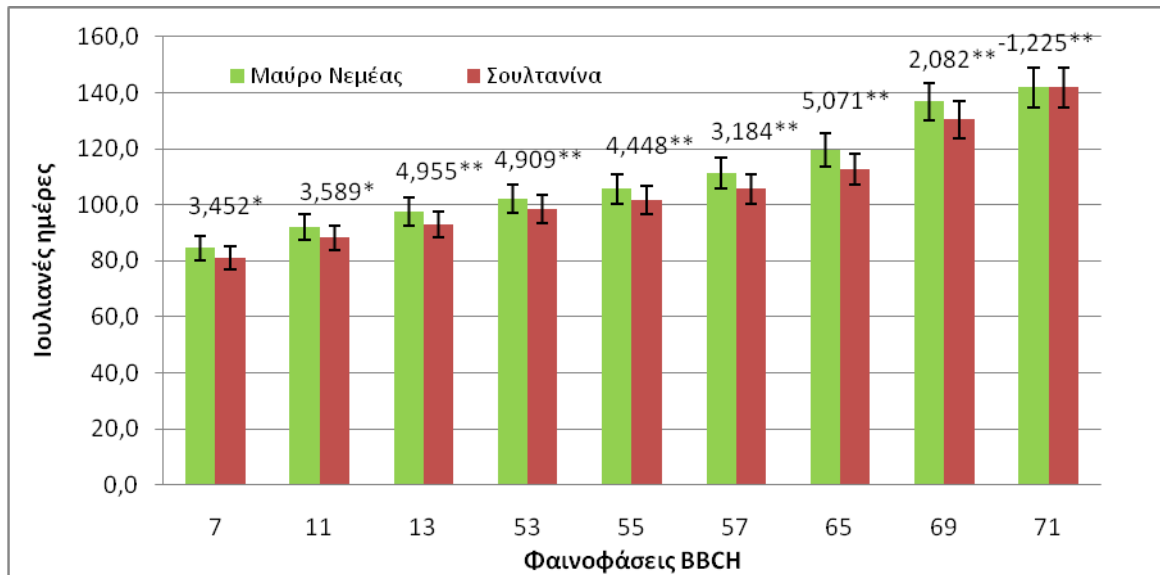


Εικόνα 20: Ημερομηνίες εμφάνισης (Ιουλιανές ημέρες) σταδίων του *Vitis vinifera L.* των ποικιλιών Κορινθιακή σταφίδα και Μαύρο Νεμέας, στο Μαλανδρένι, την περίοδο 1998-2002.

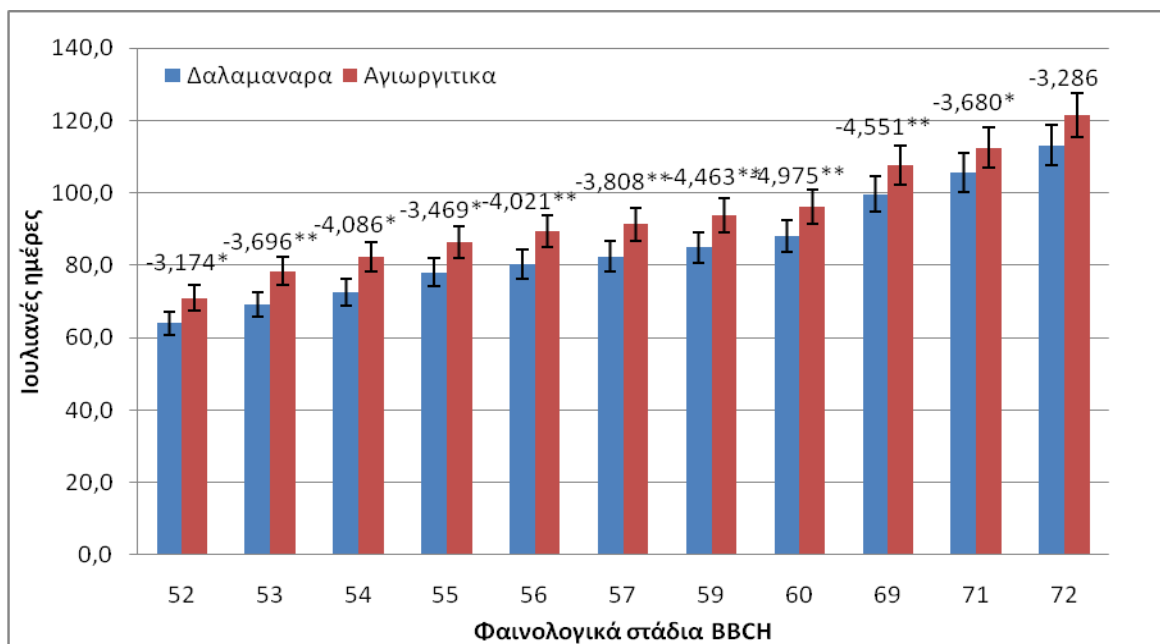
Ο αριθμός πάνω από κάθε ζεύγος τιμών δηλώνει την τιμή του T-test για την ίδια φαινοφάση, στις δύο περιοχές.

Η κάθετη γραμμή πάνω σε κάθε ράβδο δηλώνει την τιμή του τυπικού σφάλματος του μέσου.

*,** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας.



Εικόνα 21: Ημερομηνίες εμφάνισης (Ιουλιανές ημέρες) σταδίων του *Vitis vinifera L.* των ποικιλιών Μαύρο Νεμέας και Σουλτανίνα, στο Μαλανδρόνι, την περίοδο 1998-2002.

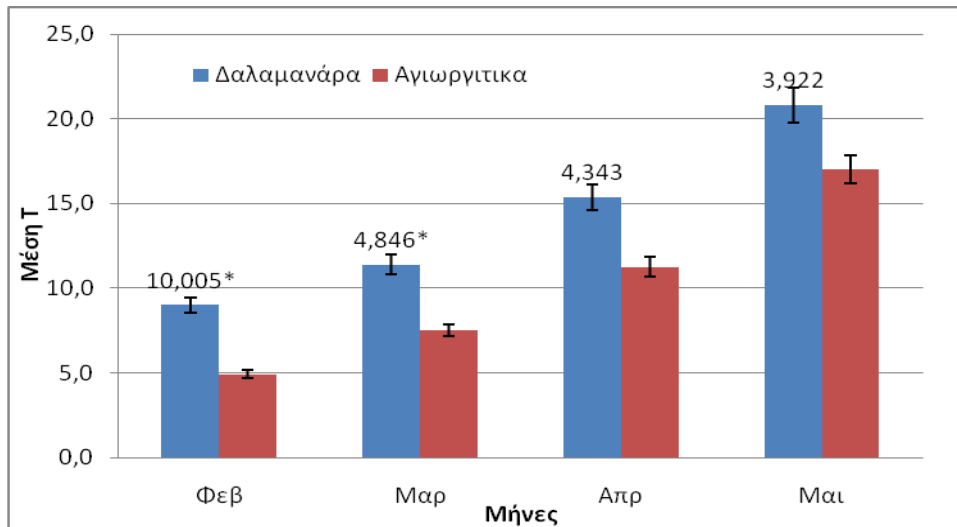


Εικόνα 22: Ημερομηνίες εμφάνισης (Ιουλιανές ημέρες) σταδίων του *Pyrus communis L.* ποικιλίας Κρυστάλλι των περιοχών Δαλαμανάρας και Αγιωργίτικων, την περίοδο 1998-2005.

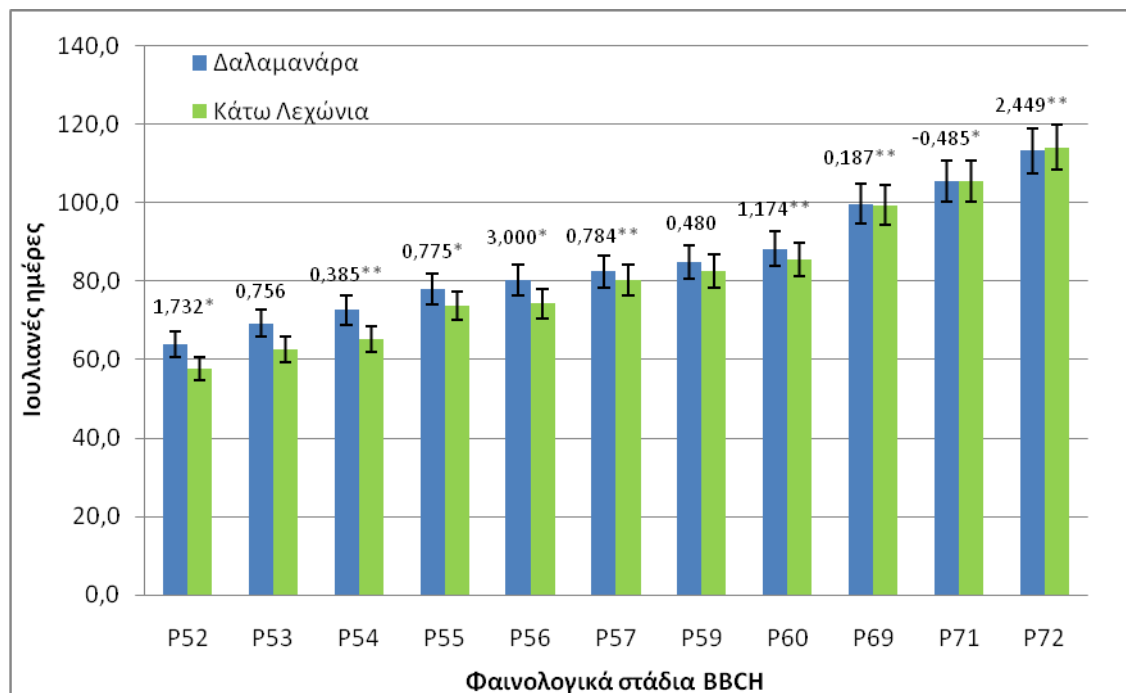
Ο αριθμός πάνω από κάθε ζεύγος τιμών δηλώνει την τιμή του T-test για την ίδια φαινοφάση, στις δύο περιοχές.

Η κάθετη γραμμή πάνω σε κάθε ράβδο δηλώνει την τιμή του τυπικού σφάλματος του μέσου.

*, ** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας.



Εικόνα 23: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στις περιοχές της Δαλαμανάρας και των Αγιωργίτικων, την περίοδο 1998-2005.

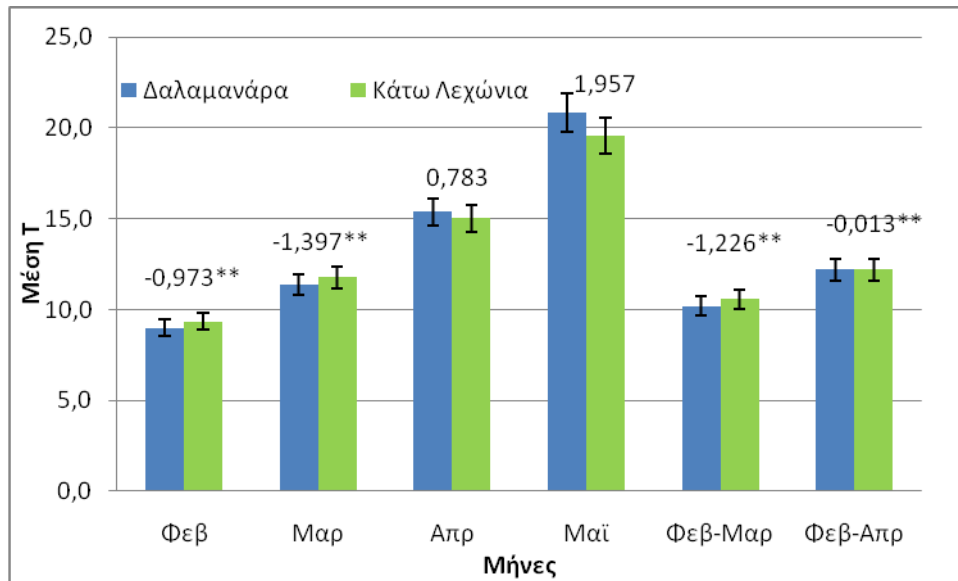


Εικόνα 24: Ημερομηνίες εμφάνισης (Ιουλιανές ημέρες) σταδίων του *Pyrus communis* L. ποικιλίας Κρυστάλλι των περιοχών Δαλαμανάρας και Κάτω Λεχωνίων, την περίοδο 1998-2003.

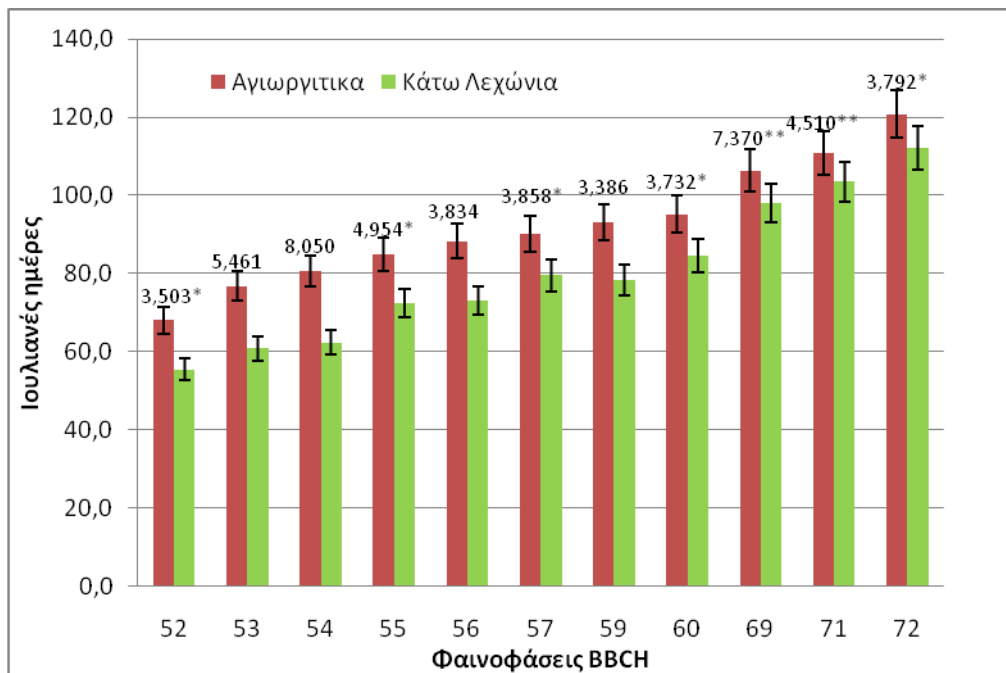
Ο αριθμός πάνω από κάθε ζεύγος τιμών δηλώνει την τιμή του T-test για την ίδια φαινοφάση, στις δύο περιοχές.

Η κάθετη γραμμή πάνω σε κάθε ράβδο δηλώνει την τιμή του τυπικού σφάλματος του μέσου.

*,** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας.



Εικόνα 25: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στις περιοχές της Δαλαμανάρας και των Κάτω Λεχωνίων, την περίοδο 1998-2003.

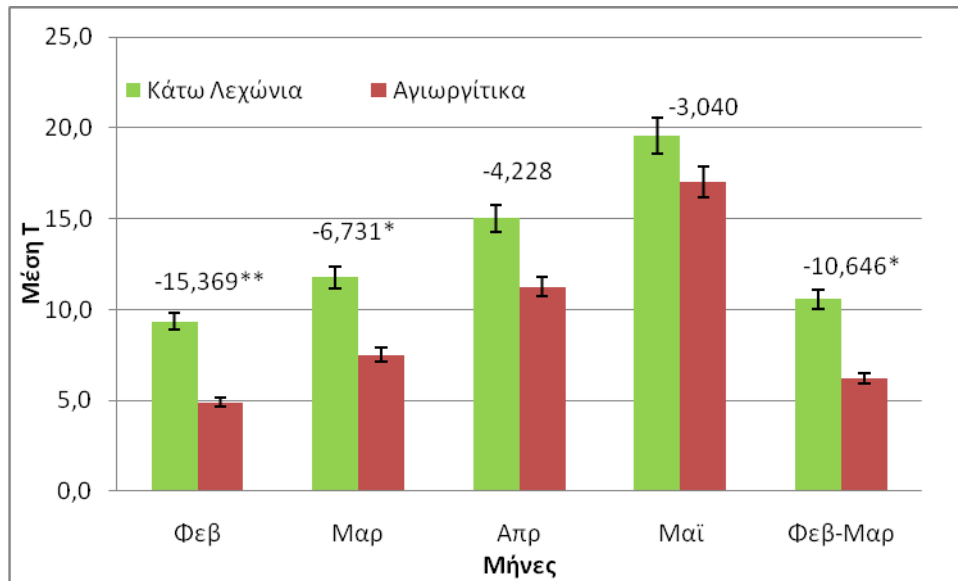


Εικόνα 26: Ημερομηνίες εμφάνισης (Ιουλιανές ημέρες) σταδίων του *Pyrus communis* L. ποικιλίας Κρυστάλλι των περιοχών Αγιωργίτικα και Κάτω Λεχωνίων, την περίοδο 1998-2003.

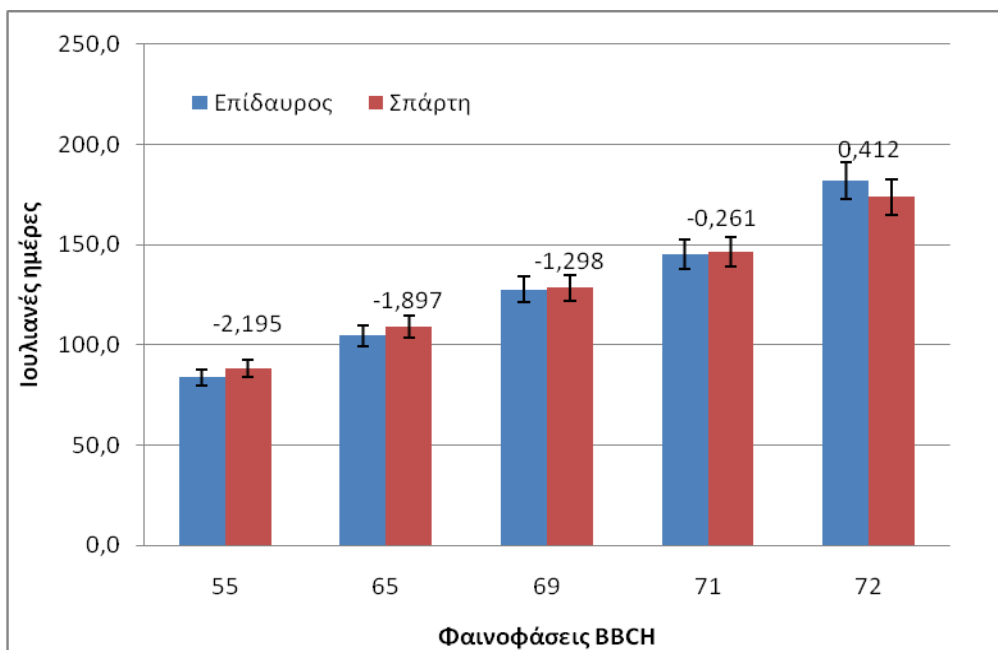
Ο αριθμός πάνω από κάθε ζεύγος τιμών δηλώνει την τιμή του T-test για την ίδια φαινοφάση, στις δύο περιοχές.

Η κάθετη γραμμή πάνω σε κάθε ράβδο δηλώνει την τιμή του τυπικού σφάλματος του μέσου.

*, ** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας.



Εικόνα 27: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στις περιοχές των Κάτω Λεχωνίων και των Αγιωργίτικων, την περίοδο 1998-2003.

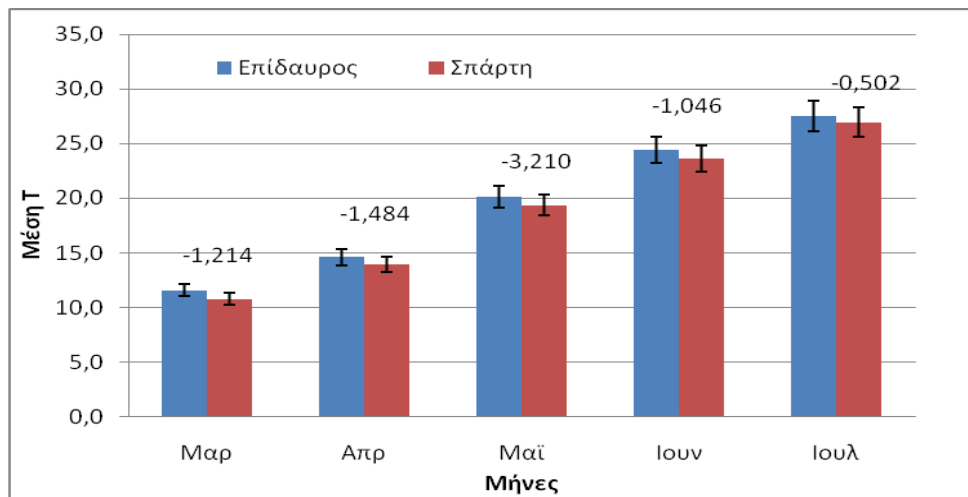


Εικόνα 28: Ημερομηνίες εμφάνισης (Ιουλιανές ημέρες) σταδίων του *Citrus sinensis* L. Obseck, ποικιλίας, Washington Navel των περιοχών της Επίδαυρου και της Σπάρτης, την περίοδο 2002-2006.

Ο αριθμός πάνω από κάθε ζεύγος τιμών δηλώνει την τιμή του T-test για την ίδια φαινοφάση, στις δύο περιοχές.

Η κάθετη γραμμή πάνω σε κάθε ράβδο δηλώνει την τιμή του τυπικού σφάλματος του μέσου.

*, ** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας.



Εικόνα 29: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στις περιοχές της Επίδαυρου και της Σπάρτης, την περίοδο 2002-2006.

Ο αριθμός πάνω από κάθε ζεύγος τιμών δηλώνει την τιμή του T-test για την ίδια φαινοφάση, στις δύο περιοχές.

Η κάθετη γραμμή πάνω σε κάθε ράβδο δηλώνει την τιμή του τυπικού σφάλματος του μέσου.

**** υποδηλώνει σημαντικότητα σε επίπεδο 0,05 και 0,01 αντίστοιχα ενώ η μη ένδειξη σημαίνει έλλειψη σημαντικότητας.*