

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΗΛΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΓΙΑΣ

Σχοινάς Ιωάννης

Φλώρινα, 2023

Δήλωση περί μη λογοκλοπής

Δηλώνω ότι είμαι ο συγγραφέας της παρούσας εργασίας με τίτλο «Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΗΛΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΓΙΑΣ» που συντάχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής μου εργασίας και παραδόθηκε το μήνα Σεπτέμβριο του 2023. Η αναφερόμενη εργασία δεν αποτελεί αντιγραφή ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σαφώς στη βιβλιογραφία και στο κείμενο ενώ κάθε εξωτερική βοήθεια, αν υπήρξε, αναγνωρίζεται ρητά.

ΕΠΩΝΥΜΟ ΟΝΟΜΑ: ΣΧΟΪΝΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΑΜ: FG31290

Υπογραφή:



Ημερομηνία: 10/09/2023

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	7
Περίληψη	8
Κεφάλαιο 1. Μηλιά (Malus pumila)	9
1.1 Προέλευση και ιστορικό καλλιέργειας	9
1.2 Μορφολογικά και βοτανικά χαρακτηριστικά	9
1.3 Κλιματικοί και εδαφικοί παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια της μηλιάς	13
1.3.1 Θερμοκρασία	13
1.3.2 Έδαφος	14
1.3.3 Σχετική υγρασία	15
1.4 Άρδευση	16
1.5 Θρέψη	21
1.6 Συγκομιδή	24
1.7 Καλλιέργεια στην Ελλάδα και σε παγκόσμιο επίπεδο	25
Κεφάλαιο 2. Ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα	29
2.1 Ποικιλίες μηλιάς ανάλογα με την περίοδο ωρίμανσης	29
1. Πρώιμη εποχή ωρίμανσης	29
2. Μέση εποχή ωρίμανσης	30
3. Όψιμη εποχή ωρίμανσης	33
Κεφάλαιο 3. Βασικοί Εχθροί και Ασθένειες	37
3.1 Εχθροί	37
3.1.1 Καρπόκαψα ή σκουλήκι των μήλων	37
3.1.2 Φυλλορύκτης της μηλιάς	39

3.1.3 Φυλλοδέτης	40
3.1.4 Κόκκινος τετράνυχος	41
3.2 Ασθένειες	42
3.2.1 Φουζικλάδιο	43
3.2.2 Φαιά σήψη (Μονίλια)	44
3.2.3 Ωίδιο	45
3.2.4 Φυτόφθορα	46
3.2.5 Βακτηριακό κάψιμο	48
Κεφάλαιο 4. Η καλλιέργεια του μήλου στην περιοχή της Αγιάς	50
Βιβλιογραφία	58

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1. Παραγωγή μήλων στην Ελλάδα ανά έτος (σε τόνους)	25
Πίνακας 2. Συνολική παραγόμενη ποσότητα μήλων στην Ελλάδα και συνολική παραγωγή των περιφερειών Κεντρικής Μακεδονίας (1), Δυτικής Μακεδονίας (2) και Θεσσαλίας (3) τα έτη 2016, 2017, 2018 και 2019	27
Πίνακας 3. Παγκόσμια συνολική παραγωγή μήλων ανά έτος σε τόνους	28

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Γράφημα 1. Παραγωγή μήλων στην Ελλάδα την τελευταία δεκαετία σε τόνους	26
Γράφημα 2. Συνολική παραγωγή ανά περιφέρεια και έτος σε τόνους	27
Γράφημα 3. Παγκόσμια συνολική παραγωγή μήλων την τελευταία δεκαετία σε τόνους	28

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1. Τα φύλλα της μηλιάς	10
Εικόνα 2. Τα άνθη της μηλιάς στο στάδιο της ρόδινης κορυφής	10
Εικόνα 3. Κόκκινο μήλο	11
Εικόνα 4. Πράσινο μήλο	11
Εικόνα 5. Κίτρινο μήλο	12
Εικόνα 6. Μήλα ενδιάμεσου χρώματος της ποικιλίας Gala	12
Εικόνα 7. Άρδευση με κατάκλυση	17
Εικόνα 8. Σύστημα στάγδην άρδευσης	18
Εικόνα 9. Άρδευση με καταιονισμό	19
Εικόνα 10. Άρδευση με μικροσπρέιερς	20
Εικόνα 11. Σύστημα υπόγειας άρδευσης	20
Εικόνα 12. Gala Buckeye	29
Εικόνα 13. Ozark Gold	30
Εικόνα 14. Delicious	31
Εικόνα 15. Golden Delicious	31
Εικόνα 16. Μήλα Golden Delicious με σκωρίαση	32
Εικόνα 17. Delicious Πιλαφά	32
Εικόνα 18. Jonagold	33
Εικόνα 19. Granny Smith	34
Εικόνα 20. Fuji Kiku 8	35
Εικόνα 21. Fuji Zhen Aztec	35
Εικόνα 22. Φιρίκι	36

Εικόνα 23. Forlady	36
Εικόνα 24. Η καρπόκαψα της μηλιάς	37
Εικόνα 25. Προσβεβλημένος καρπός μήλου από την <i>Cydia pomonella</i>	38
Εικόνα 26. Η προνύμφη της καρπόκαψας στο εσωτερικό του καρπού	38
Εικόνα 27. Η <i>Lyonetia clerkella</i> ως ακμαίο	39
Εικόνα 28. Φυλλορύκτης της μηλιάς	39
Εικόνα 29. Οι οφιοειδείς νάρκες του φυλλορύκτη πάνω στην επιφάνεια του φύλλου	40
Εικόνα 30. Η ενήλικη μορφή του φυλλοδέτη	40
Εικόνα 31. Ο φυλλοδέτης στην μεταξένια φώλια σε φύλλο με συστροφή	41
Εικόνα 32. <i>Panonychus ulmi</i>	42
Εικόνα 33. Ο μύκητας <i>Venturia inaequalis</i> σε μήλα	43
Εικόνα 34. Μολυσμένοι καρποί από το γένος <i>Monilinia</i> spp.	44
Εικόνα 35. Φύλλα μηλιάς που έχουν προσβληθεί από το οίδιο	45
Εικόνα 36. Προσβεβλημένος καρπός από τον μύκητα <i>Podosphaera leucotricha</i>	46
Εικόνα 37. Ο μύκητας <i>Phytophthora cactorum</i> στο μικροσκόπιο	47
Εικόνα 38. Προσβεβλημένος λαιμός και ρίζες δένδρου μηλιάς από τον μύκητα του γένους <i>Phytophthora</i>	47
Εικόνα 39. Προσβεβλημένα φύλλα μηλιάς από το βακτήριο <i>Erwinia amylovora</i>	48
Εικόνα 40. Μόλυνση κορμού από το βακτήριο <i>Erwinia amylovora</i>	49
Εικόνα 41. Η κωμόπολη της Αγιάς και ένα τμήμα της καλλιεργήσιμης έκτασης της περιοχής	50

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό την ανάλυση της καλλιέργειας της μηλιάς και συγκεκριμένα στην περιοχή της Αγίας Λάρισας. Για την ολοκλήρωσή της ήταν σημαντική η βοήθεια του επιβλέποντα καθηγητή μου κυρίου Καραγιάννη Ε. Ευάγγελου, ο οποίος με την καθοδήγησή του και τις διορθώσεις του κειμένου, συνέβαλλε στο καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα της πτυχιακής μου γι αυτό και τον ευχαριστώ θερμά.

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται εκτενής περιγραφή της καλλιέργειας του μήλου. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία γενική αναφορά στο μήλο, την προέλευση και το ιστορικό καλλιέργειάς του, τα μορφολογικά και βοτανικά χαρακτηριστικά, τους κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια της μηλιάς, την άρδευση και την θρέψη, την συγκομιδή και ποιότητα των μήλων, και την καλλιέργεια στην Ελλάδα και σε παγκόσμιο επίπεδο. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται οι ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα, στο τρίτο οι εχθροί και οι ασθένειες των μήλων και τέλος, αναφέρονται κάποια στοιχεία που αφορούν την καλλιέργεια στην περιοχή της Αγίας Λάρισας.

Abstract

In the present dissertation an extensive description of apple cultivation is given. The first chapter provides a general overview of the apple, its origin and cultivation history, morphological and botanical characteristics, climatic and soil factors that affect apple cultivation, irrigation and nutrition, apple harvest and quality, and in cultivation in Greece and worldwide. In the second chapter, the varieties grown in Greece are described, in the third, the main enemies and diseases of apples and finally, some information concerning the cultivation in the area of Agia Larissa is mentioned.

Κεφάλαιο 1. Μηλιά (*Malus pumila*)

1.1 Προέλευση και ιστορικό καλλιέργειας

Η μηλιά (*Malus pumila*) αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα και σημαντικότερα οπωροφόρα δένδρα στην Ελλάδα (όπως η αχλαδιά και η κυδωνιά), αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο (Βασιλακάκης, 2016). Το γένος είναι *Malus* και ανήκει στην οικογένεια *Rosaceae* και την υποοικογένεια *Pomoideae*. Η καλλιέργειά της αντέχει μέχρι και στους -40°C γι' αυτό το λόγο συναντάται σε περιοχές από την Σιβηρία έως και την Β. Κίνα (Θερίος και Δημάση-Θεριού, 2013). Σε παγκόσμιο επίπεδο αποτελεί την τέταρτη πιο σημαντική καλλιέργεια καθώς προηγούνται οι καλλιέργειες της ελιάς, των εσπεριδοειδών και της ροδακινιάς. Από τους προϊστορικούς ακόμη χρόνους η καλλιέργεια της μηλιάς είναι γνωστή καθώς υπάρχουν απολιθώματά της που χρονολογούνται από το 3000 π. Χ. και επίσης καταγράφεται ότι κατάγεται από την κεντρική Ασία και έπειτα εξαπλώθηκε στον υπόλοιπο κόσμο (Βασιλακάκης, 2016; Karmakar and De, 2019). Να αναφερθεί ότι από την *Malus sylvestris* Mill προέρχεται η *Malus pumila* Mill, δηλαδή η καλλιεργούμενη μηλιά από την οποία και προήλθαν οι σημερινές καλλιεργούμενες ποικιλίες.

1.2 Μορφολογικά και βοτανικά χαρακτηριστικά

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

- **Φύλλα:** έχουν μεσαίο μέγεθος, είναι απλά με χνούδι, ωοειδή με πριονωτά περιθώρια και η έκπτυξή τους, το μέγεθος και το πάχος τους εξαρτώνται από την ποικιλία (Εικόνα 1) (Βασιλακάκης, 2016; Θερίος και Δημάση-Θεριού, 2013).



Εικόνα 1. Τα φύλλα της μηλιάς (Προσωπικό αρχείο)

- **Άνθη:** τα άνθη φέρονται σε ταξιανθία κορύμβου, σε μικτούς οφθαλμούς που βρίσκονται στα άκρα των βλαστών του προηγούμενου έτους, την λεγόμενη ακροκαρπία ή σε καρποφόρα όργανα που ονομάζονται λαμβούρδες, ανθοφόρες αιχμές και ασκοί (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Ένας μικτός οφθαλμός έχει πέντε άνθη από τα οποία ένα είναι το πιο ισχυρό, το κεντρικό που ονομάζεται βασιλικό, αυτό δηλαδή που τροφοδοτείται με περισσότερο νερό και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία σε σχέση με τα άλλα. Κάθε άνθος αποτελείται από πέντε σέπαλα και πέντε πέταλα, είκοσι στήμονες, έναν ύπερο με πέντε καρπόφυλλα, όπου στο κάθε καρπόφυλλο σχηματίζονται δύο σπερμοβλάστες. Όσον αφορά την ανθοφορία των πέντε ανθέων, το πρώτο που ανθίζει είναι το βασιλικό, ακολουθούν τα δύο άνθη της βάσης και έπειτα τα δύο ενδιάμεσα. Το χρώμα των πετάλων είναι λευκ-ροζ έως ερυθρό (Εικόνα 2) (Βασιλακάκης, 2016).



Εικόνα 2. Τα άνθη της μηλιάς στο στάδιο της ρόδινης κορυφής, Πηγή: <https://tinyurl.com/ye4fybkc>

- **Καρπός:** όλοι οι καρποί των γιγατόκarpων λέγονται ψευδής και αυτό αιτιολογείται από το γεγονός ότι η προέλευση του βρώσιμου τμήματος, δηλαδή η σάρκα, οφείλεται στην πάχυνση της βάσης του κάλυκα, της στεφάνης και των στημόνων. Η ωθήκη δεν είναι εδώδιμη και είναι τοποθετημένη στο κέντρο του καρπού (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Το χρώμα και η γεύση των καρπών ανάλογα με την ποικιλία διαφέρει και είναι κόκκινο, πράσινο, κίτρινο ή όλα τα ενδιάμεσα χρώματα, και αντίστοιχα έχει γλυκιά, όξινη ή υπόξινη γεύση και συντηρείται για σύντομο ή μακρύ χρονικό διάστημα σε θαλάμους ψυγείων (Εικόνα 3, 4, 5 και 6) (Βασιλακάκης, 2016).



Εικόνα 3. Κόκκινο μήλο, Πηγή: <https://tinyurl.com/4mu6came>



Εικόνα 4. Πράσινο μήλο, Πηγή: <https://tinyurl.com/2d2cytrh>



Εικόνα 5. Κίτρινο μήλο, Πηγή: <https://tinyurl.com/5n8ypwrt>



Εικόνα 6. Μήλα ενδιάμεσου χρώματος της ποικιλίας Gala, Πηγή: <https://tinyurl.com/2x72kztj>

- **Καρποφόρα όργανα:** η καρποφορία της μηλιάς γίνεται σε μόνιμα ή ημιμόνιμα καρποφόρα όργανα που έχουν μεγάλη διάρκεια παραγωγικής ζωής (πάνω από 1 έτος) και διακρίνονται σε επάκριο ανθοφόρο οφθαλμό σε λεπτοκλάδια και μικτούς βλαστούς, ανθοφόρες αιχμές, λαμβούρδες και ασκός, και αναλύονται παρακάτω:
 1. Ανθοφόρος αιχμή, είναι το κύριο καρποφόρο όργανο του δέντρου, το οποίο δημιουργείται σε ξύλο ηλικίας 2 ετών, και πρόκειται για βλαστό που έχει επάκριο ανθοφόρο οφθαλμό και μήκος 1-2 εκ. (Βασιλακάκης, 2016). Οι ανθοφόροι οφθαλμοί είναι μεικτοί, με βλαστικές και ανθικές καταβολές.

Συγκεκριμένα, στις βλαστικές καταβολές η αιχμή συνεχίζει να έχει ζωή, όμως στις ανθικές καταβολές δημιουργείται μια ταξιανθία κορύμβου με 5-7 άνθη. Στις αιχμές οι ανθοφόροι οφθαλμοί διαφοροποιούνται 6 εβδομάδες μετά την πλήρη άνθιση (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).

2. Λεπτοκλάδια, πρόκειται για βλαστούς προηγούμενου έτους με επάκριο μεικτό οφθαλμό, οι οποίοι είναι λεπτοί και ευλύγιστοι και με μήκος 10-20 εκ. (Βασιλακάκης, 2016).
3. Λαμβούρδα, είναι μία νέα πλευρική αιχμή της οποίας η γένεση οφείλεται στην καρποφορία της ανθοφόρου αιχμής τον επόμενο χρόνο, είναι στην ουσία το βραχύ όργανο που φέρει την ουλή του καρπού που ή έπεσε ή συγκομίστηκε. Έχει μικρή διάρκεια ζωής και οι νεότερες λαμβούρδες δίνουν καλύτερης ποιότητας μήλα, και αυτό ισχύει για όλα τα νέα καρποφόρα όργανα (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).
4. Ασκός, όταν μία λαμβούρδα μεγαλύτερης ηλικίας διογκωθεί, προκύπτει ένα βραχύ όργανο το οποίο είναι ικανό να παράγει για αρκετά χρόνια σε αντίθεση με την λαμβούρδα.

1.3 Κλιματικοί και εδαφικοί παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια της μηλιάς

1.3.1 Θερμοκρασία

Οι ψυχρές και υγρές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε μία περιοχή είναι μάλλον ιδανικές για την καλλιέργεια της μηλιάς. Για την αύξηση των μήλων απαιτείται το καλοκαίρι να είναι δροσερό, δηλαδή να έχει μέγιστη θερμοκρασία 29°C, καθώς η αύξηση των μήλων όπως και άλλων οργάνων (πχ. οι βλαστοί) ευνοούνται από θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 25 και 30°C (Βασιλακάκης, 2016; Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Καλύτερη ποιότητα μήλων επιτυγχάνεται σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές διότι η θερμοκρασίες είναι χαμηλές, και ιδιαίτερα την νύχτα, γεγονός που βοηθά στην ωρίμανση των καρπών. Επί παραδείγματι, στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές συνιστώνται οι ποικιλίες κόκκινων μήλων, καθώς η ποιότητα των μήλων είναι

καλύτερη συγκριτικά με την ποιότητα που έχουν τα ίδια μήλα σε πεδινές περιοχές. Ιδανικές ποικιλίες για τις πεδινές περιοχές είναι οι όψιμες που δεν έχουν κόκκινο χρώμα, τύπου Granny Smith.

Οι ερευνητές-συγγραφείς Fujisawa and Kobayashi, (2010) πραγματοποίησαν μία έρευνα κατά την οποία έλεγξαν κατά πόσο οι μακροπρόθεσμες αλλαγές στην θερμοκρασία επηρεάζουν τις μακροπρόθεσμες αλλαγές στην φαινολογία του μήλου (*Malus rumila* var. *domestica*). Συγκεκριμένα, οι συγγραφείς «σύγκριναν τη φαινολογική απόκριση στη μακροπρόθεσμη τάση της θερμοκρασίας του αέρα με τη διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα από έτος σε έτος, η οποία θα πρέπει να αντιπροσωπεύει την πραγματική επίδραση της θερμοκρασίας στη φαινολογία». Το πείραμα έλαβε χώρα σε έξι τοποθεσίες στην Ιαπωνία και διήρκησε από το 1997 έως το 2004, όπου όλο το χρονικό αυτό διάστημα συλλέγονταν στοιχεία για την θερμοκρασία του αέρα και των φαινολογικών γεγονότων (εκβλάστηση και ανθοφορία) στο μήλο. Σε τρεις περιοχές υπήρχε στατιστικώς σημαντική εξέλιξη στην ανθοφορία. Οι μελετητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι συντελεστές θερμοκρασίας δεν είχαν σημαντικά στατιστικές διαφορές, και αυτό σημαίνει ότι η αύξηση των θερμοκρασιών στις περιοχές που μελετήθηκαν ήταν υπεύθυνη για τις αλλαγές στην φαινολογία του μήλου.

Οι χαμηλές θερμοκρασίες είναι απαραίτητες για την διακοπή του ληθάργου των ανθοφόρων οφθαλμών. Αναλυτικότερα, η πλειοψηφία των ποικιλιών σε μία περίοδο ψύχους με πάνω από 0°C τον χειμώνα και με 500-1000 ώρες σε θερμοκρασίες κάτω από 7°C υφίστανται διακοπή του ληθάργου των ανθοφόρων οφθαλμών (Βασιλακάκης, 2016; Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).

1.3.2 Έδαφος

Εδάφη γόνιμα και βαθιά με καλή αποστράγγιση είναι ιδανικά για την καλλιέργεια της μηλιάς (Βασιλακάκης, 2016). Η καλή αποστράγγιση της μηλιάς, ιδίως στα τέλη του χειμώνα με αρχές της άνοιξης, είναι απαραίτητη καθώς οι ρίζες της είναι ευαίσθητες στο νερό και αποκτούν ευπάθεια σε ασθένειες (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Κατάλληλα εδάφη για την συγκεκριμένη καλλιέργεια είναι εκείνα που έχουν αμμοπηλώδη σύσταση και βάθος δύο ή και παραπάνω μέτρα, ενώ εκείνα που έχουν πολύ

άργίλο ή πολύ συνεκτικό υπέδαφος θεωρούνται μη κατάλληλα και πρέπει να αποφεύγονται.

Οι συγγραφείς Nabyi et. al. (2020) πραγματοποίησαν ένα πείραμα με σκοπό την εκτίμηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους και των φύλλων της μηλιάς στο Μαρόκο, όπου η καλλιέργεια είναι εξαιρετικά σημαντική καθώς καταλαμβάνει την μεγαλύτερη έκταση από την οικογένεια Rosaceae. Από το πείραμα προέκυψε ότι η απόδοση των μήλων εξάρταται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους που έχουν σημαντικό ρόλο και κυρίως το pH. Τα πιο όξινα pH, αυτά που κυμαίνονται μεταξύ 6,5 και 6,8, είναι τα καταλληλότερα για την καλλιέργεια. Το pH επηρεάζει τις φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους ευνοώντας έτσι την θρέψη με ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και συνεπώς την ανάπτυξη των φυτών. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι υπάρχουν και δείγματα που ελήφθησαν και αναλύθηκαν με μέτρια αλκαλικό pH, φτάνοντας έως και 8,5, όπου οι αποδόσεις του αγροκλήματος ήταν πολύ ικανοποιητικές. Όσον αφορά την φυλλοδιαγνωστική, διαπιστώθηκε ότι τα επίπεδα N, P, K, Ca και Mg των φύλλων εξαρτώνται και συσχετίζονται με τα αντίστοιχα επίπεδα αυτών των στοιχείων στο έδαφος. Τέλος, οι συγγραφείς καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης των μήλων και της περιεκτικότητας του εδάφους και των φύλλων σε θρεπτικά στοιχεία, Όμως χρειάζεται να μελατηθούν και άλλοι παράγοντες, όπως για παράδειγμα οι καλλιεργούμενες ποικιλίες, η φύση των υποκειμένων των ποικιλιών και η μέθοδος άρδευσης, οι οποίοι επηρεάζουν τόσο την απόδοση όσο και την παραγωγή.

Αναφορικά με την ποιότητα και την ποσότητα της καλλιέργειας, ο Βασιλακάκης (2016) υποστηρίζει ότι στις πεδινές περιοχές οι αποδόσεις των δένδρων είναι υψηλότερες σε σχέση με τις ορεινές, ενώ αντίθετα στις ορεινές ή ημιορεινές περιοχές η ποιότητα των παραγόμενων μήλων είναι καλύτερη, καθώς οι αποδόσεις είναι χαμηλές λόγω εδάφους.

1.3.3 Σχετική υγρασία

Το ποσοστό σχετικής υγρασίας που επικρατεί στην εκάστοτε περιοχή επηρεάζει την ποιότητα των μήλων και προκαλεί ευπάθεια ή ανθεκτικότητα σε προσβολές από μύκητες, όπως είναι για παράδειγμα ο βοτρυτής (Bui et al., 2021). Συγκεκριμένα, από την μία πλευρά όταν κατά τον Ιούνιο η σχετική υγρασία βρίσκεται σε ποσοστό

υψηλότερο από 77%, τότε οι καρποί είναι πιο ανθεκτικοί στην μόλυνση από τον βοτρυτή, ενώ από την άλλη, κατά τον Αύγουστο η υψηλή σχετική υγρασία και η βροχή βοηθούν στην γρηγορότερη ανάπτυξη και απόκτηση καλύτερου χρώματος των μήλων. Ο συνδυασμός χαμηλής σχετικής υγρασίας στις αρχές Ιουνίου και χαμηλής θερμοκρασίας στα μέσα Ιουνίου προκάλεσε μολύνσεις στους καρπούς των μήλων.

1.4 Άρδευση

Η κάθε καλλιέργεια έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε νερό ανάλογα με την ηλικία, την μηχανική σύσταση ή την κλίση του εδάφους, την εποχή και την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι ανάγκες της μηλιάς είναι ενδιάμεσες και χρειάζεται περίπου 600-700 χιλιοστά νερού (Βασιλακάκης, 2016). Η άρδευση είναι απαραίτητη και έχει πολλά οφέλη για την καλλιέργεια, τα οποία είναι τα εξής:

1. η προώμιση της καλλιέργειας,
2. η βελτίωση της ποιότητας των καρπών,
3. η αύξηση των αποδόσεων,
4. η κατανομή των θρεπτικών ουσιών γίνεται αποτελεσματικά,
5. η καταπόνηση των φυτών είναι μικρότερη και
6. η μείωση της μεταβλητότητας των αποδόσεων (Cetin et al., 2004).

Υπάρχουν πολλές επιλογές συστημάτων άρδευσης και η απόφαση για τον παραγωγό είναι δύσκολη, καθώς η επιλογή προκύπτει λαμβάνοντας υπόψιν πολλούς παράγοντες. Δεν υπάρχει το καλύτερο σύστημα άρδευσης για όλες τις καλλιέργειες, διότι όλα έχουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Οι παράγοντες από τους οποίους κρίνεται η επιλογή του συστήματος άρδευσης, είναι:

1. το έδαφος,
2. οι τύποι καλλιεργειών,
3. οι κλιματικές συνθήκες,
4. το νερό,
5. οι γνώσεις και οι προτιμήσεις του παραγωγού,

6. το κόστος κεφαλαίου του παραγωγού και λειτουργίας του συστήματος και
7. η διαθεσιμότητα της υποδομής (Bjorneberg, 2013).

Ο Βασιλακάκης (2016) αναφέρει τους τρόπους άρδευσης των δένδρων, οι οποίοι είναι η κατάκλυση, η στάγδην άρδευση, η άρδευση μέσω καταιονισμού, η άρδευση με μικροσπρίερες και ένας σύγχρονος τρόπος άρδευσης είναι αυτός με υπόγεια λάστιχα (Azzeddine et al., 2019). Παρακάτω παρουσιάζονται οι τρόποι άρδευσης ως εξής:

1. Κατάκλυση (Flooding): η άρδευση γίνεται με εφαρμογή του νερού σε ολόκληρη την επιφάνεια του χωραφιού χωρίς σωλήνες ή λάστιχα (Βασιλακάκης, 2016). Σε ένα πείραμα που πραγματοποιήθηκε και διήρκεσε έξι χρόνια, διαπιστώθηκε ότι οι οπωρώνες που αρδεύτηκαν με αυτόν τον τρόπο είχαν μικρότερα δένδρα και υψηλότερα διαλυτά στερεά (Rumayor-Rodriguez and Bravo-Lozano, 1991).

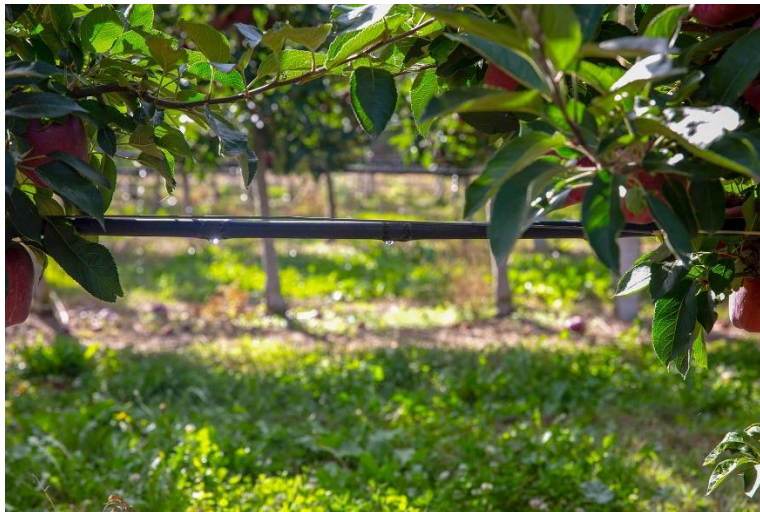


Εικόνα 7. Άρδευση με κατάκλυση, Πηγή: <https://tinyurl.com/3t8bwqdm>

2. Στάγδην άρδευση (Drip irrigation system): το νερό μεταφέρεται σε κάθε δένδρο μέσω σωλήνων ή λάστιχων με την μορφή σταγόνων (Βασιλακάκης, 2016). Η στάγδην άρδευση ξεκίνησε να χρησιμοποιείται για την μη καταπόνηση των δένδρων λόγω υγρασίας και διατήρηση αυτής σε ποσοστό 20 με 40% στην περιοχή του ριζικού συστήματος (Çetin et al., 2004). Ο Wolfe (1995) υποστηρίζει ότι για την μέγιστη κάλυψη των αναγκών μιας καλλιέργειας, τα συστήματα άρδευσης με σταγόνες πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένα που να παρέχουν αρκετό νερό στην καλλιέργεια. Είναι ο συνηθέστερος τρόπος άρδευσης διότι έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους άλλους τρόπους άρδευσης, τα οποία είναι τα εξής:

1. δεν παρεμβαίνει στον ψεκασμό, στο κλάδεμα ή όποια άλλη καλλιεργητική φροντίδα,
2. η κατανομή των θρεπτικών στοιχείων είναι πιο αποτελεσματική,
3. η συγκομιδή είναι πρωιμότερη και οι αποδόσεις υψηλότερες,
4. η μεταβλητότητα της απόδοσης είναι μειωμένη,
5. η πίεση των φυτών είναι μικρότερη,
6. η ποιότητα της καλλιέργειας είναι βελτιωμένη, και
7. γενικά, η επιβίωση της καλλιέργειας είναι καλύτερη (Doorenbos and Kassam, 1979).

Όμως, στα λάστιχα της στάγδην άρδευσης πρέπει να τοποθετούνται φίλτρα για να μην φράσσονται, καθώς και ρυθμιστές πίεσης προκειμένου να διασφαλιστεί η σωστή πίεση και να αποφευχθούν οι ασταθείς όγκοι παροχής (Lieth and Oki, 2019).



Εικόνα 8. Στάγδην άρδευση, Πηγή: <https://tinyurl.com/3c2zxydt>

3. Άρδευση μέσω καταιονισμού: η μεταφορά του νερού γίνεται με λάστιχα και το νερό εκτοξεύεται από τους τοποθετημένους πάνω στα λάστιχα ειδικούς εκτοξευτήρες (μπεκ). Τα μπεκ είτε είναι τοποθετημένα έτσι ώστε να εκτοξεύουν νερό σε όλη την επιφάνεια του εδάφους του οπωρώνα, είτε στην επιφάνεια της προβολής της κόμης του δένδρου (Βασιλακάκης, 2016). Τα λάστιχα για την μεταφορά του νερού έχουν πίεση, η οποία μπορεί να προέρχεται είτε από το

κεντρικό αρδευτικό σύστημα, είτε από ηλεκτρική αντλία ή από κάποιο ιδιόκτητο σύστημα άντλησης νερού, δηλαδή από γεωργικό ελκυστήρα και αντλία. Τρεις ερευνητές πραγματοποίησαν ένα μακροχρόνιο πείραμα, από το 2008 έως το 2011, έχοντας ως στόχο την μελέτη της επίδρασης πέντε αγωγών άρδευσης στην ποιότητα των καρπών και στην χρήση του νερού (δύο συστήματα άρδευσης καταιονισμού και τρία συστήματα σταγόνων) και χρησιμοποίησαν ένα προγραμματισμό νερού με βάση το ETc σε ώριμα δένδρα «Autumn Rose Fuji» (Fallahi et al., 2018). Η άρδευση των δένδρων ξεκινούσε στα μέσα Μαΐου και τελείωνε μέσα Οκτωβρίου.



Εικόνα 9. Άρδευση με καταιονισμό (Προσωπικό αρχείο)

4. Άρδευση με μικροσπρίερες: το συγκεκριμένο σύστημα άρδευσης αποτελεί ένα από τα καλύτερα συστήματα λόγω εξοικονόμησης του νερού και της άριστης κατανομής του στο χωράφι. Η άρδευση γίνεται με την τοποθέτηση εκτοξευτήρα στο χωράφι κοντά στον κορμό προκειμένου ο εκτοξευτήρας, που εκτοξεύει νερό με πίεση, να καλύπτει μία επιφάνεια σχεδόν όση και η κόμη του δένδρου (Βασιλακάκης, 2016). Σε περιοχές όπου η διαθεσιμότητα του νερού είναι χαμηλή, το σύστημα αυτό είναι επαρκές για την καλλιέργεια της μηλιάς (Rumayor-Rodriguez and Bravo-Lozano, 1991).



Εικόνα 10. Άρδευση με μικροσπρίερες, Πηγή: <https://tinyurl.com/25zeyfrp>

5. Σύστημα άρδευσης με υπόγεια λάστιχα: λόγω της έλλειψης νερού που θα είναι εμφανής στο μέλλον, ξεκίνησε να χρησιμοποιείται η υπόγεια άρδευση. Σύμφωνα με μελέτες, η κατανάλωση νερού είναι μικρότερη και οι αποδόσεις της καλλιέργειας μπορεί να είναι παρόμοιες ή καλύτερες σε αντίθεση με άλλα συστήματα άρδευσης (Camp et al., 2000; Heard et al., 2012). Η υπόγεια άρδευση έχει γίνει ευρέως γνωστή τα τελευταία 20 χρόνια και χρησιμοποιείται συνήθως για σημαντικής αξίας καρπούς όπως φρούτα, ξηρούς καρπούς, λαχανικά και ζαχαροκάλαμο. Η άριστη διοχέτευση νερού και θρεπτικών ή χημικών στοιχείων σε κάθε επιθυμητή τοποθεσία, στον χρόνο και την συχνότητα που χρειάζεται το δένδρο, ευνοούν την βέλτιστη ανάπτυξη των δένδρων (Camp et al., 2000). Όσον αφορά την τοποθέτηση του συστήματος, τα λάστιχα τοποθετούνται σε βάθος 0,5 με 1 μέτρο, αν το έδαφος έχει χονδροειδή υφή τοποθετούνται σε λίγο μικρότερο βάθος, ενώ αν το έδαφος έχει λεπτότερη υφή τότε η τοποθέτηση γίνεται σε μεγαλύτερο βάθος.



Εικόνα 11. Σύστημα υπόγειας άρδευσης (Προσωπικό αρχείο)

1.5 Θρέψη

Το δένδρο για να διασφαλίσει και να καλύψει τις ανάγκες του σε στοιχεία, εφοδιάζεται από την ατμόσφαιρα τον άνθρακα (από το διοξείδιο του άνθρακα CO₂) και το οξυγόνο (O), ενώ από το έδαφος απορροφά όλα τα υπόλοιπα στοιχεία, όπως είναι το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), το κάλιο (K), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg), ο χαλκός (Cu), ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), το θείο (S), το βόριο (B), ο ψευδάργυρος (Zn), κ.ά. Το pH του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στην σωστή επιλογή εγκατάστασης της καλλιέργειας, προκειμένου να έχουν καλή ανάπτυξη τα δένδρα, όσο και στην διαθεσιμότητα και την ικανότητα απορρόφησης των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων (Βασιλακάκης, 2016). Συχνά εμφανίζεται το φαινόμενο της μη απορρόφησης κάποιου ανόργανου θρεπτικού στοιχείου εξαιτίας της ύπαρξης κάποιου άλλου σε αφθονία, όπου το πρώτο δεσμεύει το δεύτερο καθιστώντας το μη διαθέσιμο στην καλλιέργεια, όπως είναι για παράδειγμα ο λόγος Ca⁺Mg/K που μπορεί να προκαλέσει πικρή στιγμάτωση στα μήλα. Παρακάτω παρουσιάζεται συνοπτικά η σημασία κάθε στοιχείου για τα δένδρα.

1.5.1 Άζωτο N: το άζωτο είναι ένα από τα τρία πιο σημαντικά και απαραίτητα στοιχεία. Συμβάλλει στον σχηματισμό αμινοξέων και πρωτεϊνών καθώς και άλλων οργανικών ενώσεων (Βασιλακάκης, 2016). Η υπερβολική τροφοδοσία της καλλιέργειας με άζωτο δημιουργεί πρόβλημα και προκαλεί υπερβολική ζωηρότητα στο δένδρο, οι καρποί δεν είναι τόσο συνεκτικοί και κατά συνέπεια στην συντήρηση μολύνονται και εμφανίζουν για παράδειγμα φελλώδη κηλίδωση ή πικρή στιγμάτωση (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Οι ανάγκες της μηλιάς σε άζωτο ετησίως είναι μέτριες, δηλαδή 3 με 10 κιλά ανά στρέμμα και ανάλογα τις ανάγκες του εκάστοτε μηλεώνα να φτάσει και τα 7,5 με 15 κιλά ανά στρέμμα. Το άζωτο για να απορροφηθεί καλύτερα μέσα στην καλλιεργητική χρονιά καλό θα ήταν να κατανέμεται σε δόσεις. Σύμφωνα με τους Cheng και Schupp (2004), το άζωτο στην αρχή της σεζόν είναι αναγκαίο για την βέλτιστη ανάπτυξη των δένδρων και την πρώιμη ανάπτυξη των καρπών, ενώ η εφαρμογή του το φθινόπωρο συμβάλλει στον αποθησαυρισμό του αζώτου και αξιοποίησής του από τα δένδρα το επόμενο έτος. Οι συγγραφείς καταλήγουν στην έρευνα τους ότι

πιθανότατα η πιο αποτελεσματική εφαρμογή αζώτου είναι μεταξύ του ανοίγματος του μπουμπουκιού (bud break) και της άνθησης.

1.5.2 Φώσφορος P: απαραίτητο στοιχείο για τον σχηματισμό των ενώσεων RNA, DNA, ATP ή των νουκλεοτιδίων είναι ο φώσφορος (Βασιλακάκης, 2016). Άριστο pH για την διαθεσιμότητα του φωσφόρου είναι 4 με 7. Οι Štampar, Bizjak, Veberič και Jakorič (2015) υποστηρίζουν μέσω της έρευνάς τους ότι έστω και τρεις εβδομάδες πριν ωρίμανση των μήλων, η διαφυλλική εφαρμογή φωσφόρου βελτίωσε το χρώμα τους, ήταν πιο έντονο κόκκινο, και αυτό τεκμηριώθηκε από χρωματομετρικές μετρήσεις. Τέλος, επειδή είναι δυσκίνητο στοιχείο στο έδαφος, η έλλειψη του είναι εμφανής στα νεότερα φύλλα. Συμπτώματα της έλλειψής του είναι τα μικρά σκουροπράσινα με πορφυρές μωβ αποχρώσεις φύλλα και η αργή επιμήκυνση των βλαστών (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).

1.5.3 Κάλιο K: το κάλιο έχει μακροχρόνια γνωστή σημασία για τα φυτά και είναι απαραίτητο τόσο για την ανάπτυξη των φυτών όσο και για τις αποδόσεις τους. Είναι ζωτικής σημασίας στοιχείο για τους φυτικούς οργανισμούς καθώς συμβάλλει στη ρύθμιση της φωτοσύνθεσης, την ανάπτυξη, την ωσμωτική ρύθμιση της δραστηριότητας των στομάτων και της διαπνοής, ανάπτυξη και τις αντιδράσεις σε αβιοτικά στρες, όπως το στρες αλατότητας (Kuzin and Solonchenko, 2021). Οι ανάγκες της μηλιάς σε κάλιο είναι παρόμοιες με του αζώτου. Το κάλιο είναι ευκίνητο στοιχείο στην ηθμόδη μοίρα, με αποτέλεσμα να γίνεται επαρκής εφοδιασμός των καρπών με κάλιο (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Η κορύφωση της ανάγκης σε κάλιο που έχει η καλλιέργεια είναι κατά την ωρίμανση των καρπών (Kuzin and Solonchenko, 2021). Η έλλειψη του καλίου είναι εμφανής στα παλιότερα φύλλα της βάσης των ετήσιων βλαστών έχοντας περιφερειακά καφέ χρώμα και σχίσσιμο.

1.5.4 Ασβέστιο Ca: το ασβέστιο αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία και βρίσκεται στο έδαφος σε μορφή φωσφορικών και ανθρακικών αλάτων (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Η ύπαρξη του είναι απαραίτητη για τα μεγάλης κυρίως ηλικίας δένδρα, καθώς το ασβέστιο αποτελεί το 80% του συνόλου των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων του υπέργειου τμήματος και το 35% του

συνόλου των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων του υπόγειου τμήματος, της ρίζας (Haynes and Goh, 1980). Επίσης, ο ρόλος του ασβεστίου στους καρπούς είναι σημαντικός διότι έχει κρίσιμο ρόλο στην ωρίμανση και στις διεργασίες γήρανσης. Επομένως, όταν βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης, οι καρποί είναι πιο ευαίσθητοι και μειώνεται η συντηρησιμότητά τους στους ελεγχόμενους θαλάμους συντήρησης (Wojcik, n.d.).

1.5.5 Μαγνήσιο Mg: η διαθεσιμότητα του μαγνησίου στο έδαφος είναι μεγάλη σε αυτά τα εδάφη που έχουν πλούσια μητρικά πετρώματα με μαγνήσιο και έχουν μικρή έκπλυση. Άριστα επίπεδα μαγνησίου στο έδαφος εντοπίζονται όταν το pH κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 5 και 7 (Θερίος και Δημάση-Θεριού, 2013). Η συγκέντρωση του μαγνησίου διαταρράσσεται από την υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου ή καλίου στο έδαφος, και έτσι εμφανίζονται οι ελλείψεις στα παλιότερα φύλλα. Επίσης, όταν διαταρράσσεται ο λόγος ασβεστίου και μαγνησίου επηρεάζεται η προσρόφηση του βασικού θρεπτικού στοιχείου, του καλίου, με αποτέλεσμα την αναστολή της ανάπτυξης των φυτών (Βασιλακάκης, 2016).

1.5.6 Ψευδάργυρος Zn: ο ψευδάργυρος είναι συστατικό των μεταλλοενζύμων και βρίσκεται στο έδαφος σε σχετικά αδιάλυτη μορφή σε ορυκτά είτε πρωτογενή είτε δευτερογενή (Βασιλακάκης, 2016; Θερίος και Δημάση-Θεριού, 2013). Από την έλλειψη ψευδαργύρου προκαλείται μικροφυλλία και χλώρωση στα φύλλα, βραχυγονάτωση και οι καρποί είναι μικροί. Αξίζει να σημειωθεί ότι, έπειτα από μία έρευνα διαπιστώθηκε πως η μεταφορά του ψευδαργύρου από το φλοιώμα στις άκρες των βλαστών με την μορφή Zn-νικοτιαναμίνης μπορεί να αποτρέψει την έλλειψη ψευδαργύρου στα πρώιμα στάδια της καλλιέργειας (Xie et al., 2019).

1.5.7 Σίδηρος Fe: ο σίδηρος απαντάται ως τρισθενής και δισθενής και αυτός που απορροφάται από τα φυτά είναι ο δισθενής, ο οποίος χρειάζεται απαραίτητως για τον σχηματισμό της χλωροφύλλης (Βασιλακάκης, 2016). Παρόλο που ο σίδηρος, όπως και ο φώσφορος, βρίσκεται σε αφθονία στο έδαφος, η διαθεσιμότητα για την διατροφή των φυτών είναι ελάχιστη και αυτό αποτελεί πρόβλημα στην καλλιέργεια της μηλιάς, καθώς μειώνει την παραγωγή και την ποιότητα των καρπών (Valentinuzzi et al., 2019). Επίσης, είναι δυσκίνητο στοιχείο μέσα στο

φυτό και η έλλειψή του είναι εμφανής στα φύλλα της κορυφής των ετήσιων βλαστών, όπου τα φύλλα έχουν κίτρινο χρώμα και μεσονεύρια χλώρωση.

1.5.8 Μαγγάνιο Mn: το μαγγάνιο συμμετέχει στην φωτοσύνθεση και δημιουργία χλωροπλαστών (Βασιλακάκης, 2016). Τα επίπεδα μαγγανίου είναι ιδιαίτερα υψηλά σε εδάφη με υγρασία και με οξύτητα, ενώ έλλειψη εμφανίζεται σε αλκαλικά εδάφη. Τα φύλλα έχουν κηλίδες και η ανάπτυξη των δένδρων δεν είναι καλή.

1.5.9 Βόριο B: το βόριο είναι ένα μικροθρεπτικό στοιχείο απαραίτητο στην μηλιά για ταχύτερη και καλύτερη απόδοση και ποιότητα καρπών (Shear, 1980; Shorrocks and Nicholson, 1980). Ο ρόλος του βορίου είναι σημαντικός για την καλλιέργεια καθώς επιταχύνει την απορρόφηση του ασβεστίου, παρατηρείται αύξηση της κινητικότητας του ασβεστίου, καθώς διατηρείται από το βόριο σε διαλυτή μορφή και βοηθά στην ικανότητα συντήρησης των καρπών. Σημαντική ποσότητα βορίου περιέχεται στην οργανική ουσία που είναι διαθέσιμη για τα φυτά, και γι' αυτό σε αμμώδη εδάφη που εκπλύνονται εμφανίζεται τροφопενία βορίου. Η έλλειψή του επηρεάζει τα άνθη και τους καρπούς της μηλιάς (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).

1.5.10 Θείο S: το θείο βρίσκεται σε αφθονία στο έδαφος και απαντάται σε θεϊκή μορφή καθώς αξιοποιείται από το δένδρο για τον σχηματισμό πρωτεϊνών και άλλων οργανικών ενώσεων (Βασιλακάκης, 2016). Η έλλειψη του θείου εμφανίζεται στα νεότερα φύλλα έχοντας ως συμπτώματα την μείωση του ρυθμού ανάπτυξης των φύλλων, το κιτρινοπράσινο χρώμα και την περιφερειακή νέκρωση των φύλλων.

1.6 Συγκομιδή

Όλοι οι καρποί για να ωριμάσουν και να καταστούν έτοιμη για συγκομιδή έχουν μία χαρακτηριστική περίοδο που είναι συγκεκριμένη για την κάθε ποικιλία, την ονομαζόμενη καρπική περίοδο. Οι καρποί είναι έτοιμοι να συγκομιστούν ορισμένες

μέρες μετά από την πλήρη άνθιση, για παράδειγμα μία όψιμη ποικιλία, η Granny Smith, έχει καρπική περίοδο 180-200 ημέρες, ενώ μία πρόιμη ποικιλία, η Wealthy, έχει 70-120 ημέρες (Βασιλακάκης, 2016).

Για να θεωρηθούν οι καρποί κατάλληλοι για συγκομιδή υπάρχουν κάποια βασικά κριτήρια ελέγχου που πρέπει να εφαρμόζονται. Συγκεκριμένα, η καρπική περίοδος είναι ένα πολύ σημαντικό κριτήριο, το χρώμα των σπερμάτων αποκτά ένα καφέ χρώμα που σημαίνει ότι ο καρπός είναι ώριμος, τα διαλυτά σάκχαρα (φρουκτόζη, σακχαρόζη και γλυκόζη), η σκληρότητα της σάρκας, η ενδογενής παραγωγή αιθυλενίου και η ικανότητα αναπνοής των καρπών, καθώς και το τεστ αμύλου αποτελούν σημαντικά κριτήρια συγκομιδής (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Ο τρόπος συγκομιδής είναι με το χέρι και η συγκομιδή πρέπει να γίνεται στον κατάλληλο χρόνο προκειμένου να αποφευχθούν προσβλήματα στους καρπούς όπως μείωση της αντοχής σε μικροοργανισμούς, υάλωση και καφέτιασμα και αλλοίωση της ποιότητας σε σύντομο διάστημα.

1.7 Καλλιέργεια στην Ελλάδα και σε παγκόσμιο επίπεδο

Η καλλιέργεια του μήλου είναι ευρέως διαδεδομένη τόσο στην Ελλάδα όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, και αυτό τεκμηριώνεται από τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί από την Διεθνή Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας (FAO=Food and Agriculture Organization of the United Nations) και την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ).

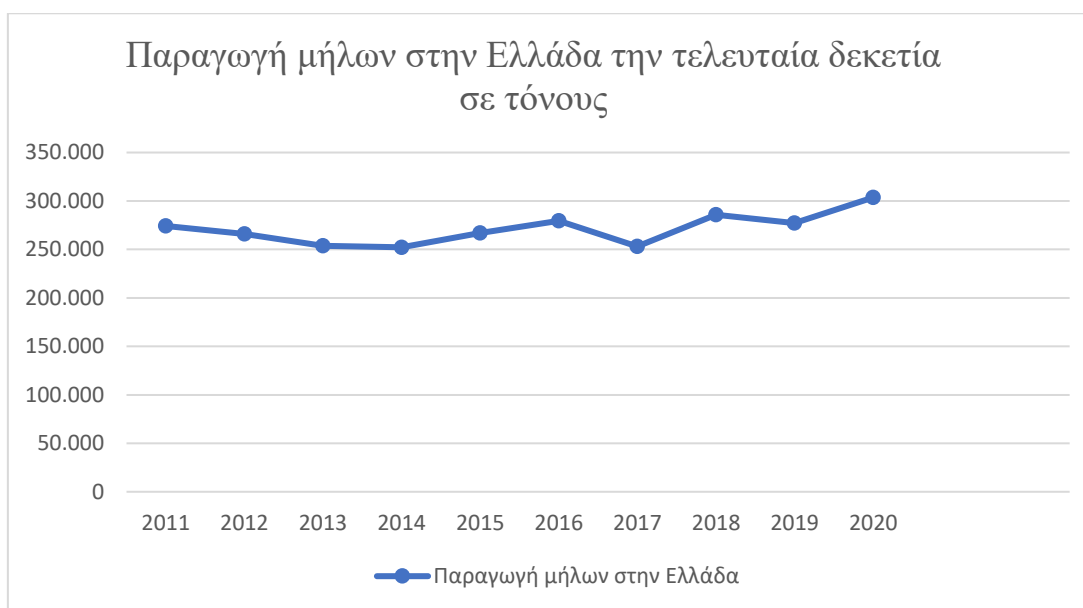
Σύμφωνα με τον FAO, την τελευταία δεκαετία στην Ελλάδα η παραγωγή των μήλων είχε μία πτωτική τάση με εξαίρεση τις χρονολογίες 2015, 2016, 2018 και 2020 όπου η παρατηρείται μία ανοδική τάση. Συγκρίνοντας όμως τις χρονολογίες 2011 και 2020, παρατηρείται ότι η παραγωγή αυξήθηκε κατά 29.465 τόνους και οι ποσότητες ανά έτος παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 1 και οι διακυμάνσεις τους στο Γράφημα 1.

Πίνακας 1. Παραγωγή μήλων στην Ελλάδα ανά έτος (σε τόνους)

Παραγωγή μήλων στην Ελλάδα ανά έτος (σε τόνους)

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
274115	265822	253700	252240	267018	279665	253107	285810	277110	303580

Γράφημα 1. Παραγωγή μήλων στην Ελλάδα την τελευταία δεκαετία σε τόνους



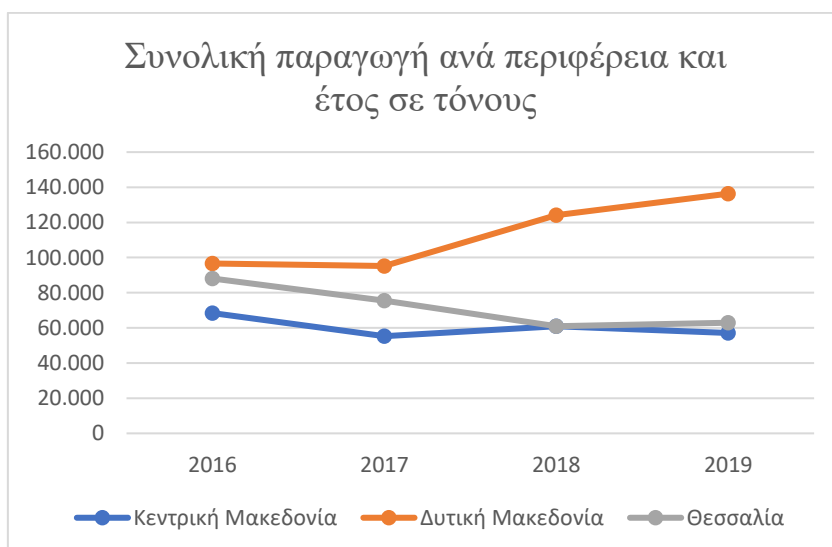
Στους πίνακες της ετήσιας στατιστικής έρευνας της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής για τα έτη 2016, 2017, 2018 και 2019, που αφορούν την παραγόμενη ποσότητα μήλων ανά περιφέρεια, προκύπτει ότι το 2016 η συνολική παραγωγή στην Ελλάδα είναι 279.665 τόνοι, το 2017 παρατηρείται μία πτώση των 26.558 τόνων, ενώ το 2018 (273.074 τόνοι) και το 2019 (285.874 τόνοι) παρατηρείται αύξηση. Πιο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα οι δυναμικές περιφέρειες με την μεγαλύτερη παραγωγή είναι η περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, η περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας και η περιφέρεια Θεσσαλίας. Η περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας το 2016 και 2018 είχε ανοδική πορεία με ποσότητες 68.421 και 60.839 τόνοι, αντίστοιχα, και η περιοχή με την μεγαλύτερη παραγωγή είναι η Ημαθία (σταθερά πάνω από 30.000 τόνους). Η περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας έδωσε το 2018 και 2019 σημαντικά περισσότερη παραγωγή σε σύγκριση με τα έτη 2016 και 2017, με ποσότητες 124.145 και 136.353 τόνοι αντίστοιχα, και η Κοζάνη είναι η πόλη με την μεγαλύτερη παραγωγή στην συγκεκριμένη περιφέρεια (με εξαίρεση το 2016, τα υπόλοιπα έτη η παραγωγή είναι πάνω από 71.000 τόνους). Και τέλος, η περιφέρεια Θεσσαλίας το 2016 (88.089 τόνοι) και 2017 (75.509 τόνοι) είχε την μεγαλύτερη

παραγωγή, παίρνοντας από την ευρύτερη περιοχή της Λάρισας την περισσότερη παραγωγή. Στην Αγιά καλλιεργείται σχεδόν το 20% της παραγωγής της Ελλάδας, γεγονός που την καθιστά ως την πιο δυναμική σε όλη την επικράτεια. Οι ποσότητες ανά έτος παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 2 και Γράφημα 2.

Πίνακας 2. Συνολική παραγόμενη ποσότητα μήλων στην Ελλάδα και συνολική παραγωγή των περιφερειών Κεντρικής Μακεδονίας (1), Δυτικής Μακεδονίας (2) και Θεσσαλίας (3) τα έτη 2016, 2017, 2018 και 2019

	Συνολική παραγόμενη ποσότητα μήλων στην Ελλάδα (σε τόνους)			
	2016	2017	2018	2019
	279.665	253.107	273.074	285.874
	Συνολική παραγωγή των σημαντικότερων περιφερειών (σε τόνους)			
	2016	2017	2018	2019
1	68.421	55.287	60.839	57.036
2	96.638	95.209	124.145	136.353
3	88.089	75.509	60.938	62.984

Γράφημα 2. Συνολική παραγωγή ανά περιφέρεια και έτος σε τόνους



Όσον αφορά την συνολική παραγωγή σε παγκόσμιο επίπεδο, στην στατιστική έρευνα του FAO αποδείχθηκε ότι το 2019 ήταν η καλύτερη χρονιά της δεκαετίας με 87.481.153 τόνους, και αυτό φαίνεται καλύτερα στον Πίνακα 3 και Γράφημα 3 που ακολουθούν.

Πίνακας 3. Παγκόσμια συνολική παραγωγή μήλων ανά έτος σε τόνους

Παγκόσμια συνολική παραγωγή μήλων ανά έτος σε τόνους									
2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
77073277	78598077	82830201	85346330	82368083	85095228	83118723	85911892	87481153	86442716

Γράφημα 3. Παγκόσμια συνολική παραγωγή μήλων την τελευταία δεκαετία σε τόνους



Κεφάλαιο 2. Ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα

Το *Malus pumila* αποτελεί το είδος που έδωσε τις πιο πολλές καλλιεργούμενες ποικιλίες μήλων. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται ανά τον κόσμο είναι χιλιάδες και ανάλογα με την περίοδο ωρίμανσής τους, το χρώμα ή την οξύτητά τους χωρίζονται σε κατηγορίες.

2.1 Ποικιλίες μηλιάς ανάλογα με την περίοδο ωρίμανσης

1. Πρώιμη εποχή ωρίμανσης

1. Gala: η ποικιλία Gala (Εικόνα 12) ενδείκνυται για πεδινές περιοχές και ωριμάζει το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Αυγούστου, 2 με 3 εβδομάδες νωρίτερα από την ποικιλία Red delicious (Βασιλακάκης, 2016). Είναι πολύ παραγωγική ποικιλία και γι αυτό το λόγο είναι απαραίτητο να γίνεται καλό αραίωμα έτσι ώστε να επιτευχθεί καλό μέγεθος καρπών (Σωτηρόπουλος, 2014).



Εικόνα 12. Gala Buckeye, Πηγή: <https://tinyurl.com/37ym3w56>

Το μέγεθος των καρπών είναι μικρό-μεσαίο, το χρώμα τους χρυσοκίτρινο με κόκκινες λωρίδες, έχει χυμώδη και τραγανή σάρκα και συντηρείται στο ψυγείο από 3 έως και 6 μήνες (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Αξίζει να σημειωθεί ότι κάποιοι αξιόλογοι κλώνοι της Gala που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι Gala Buckeye, Gala Schniga, Gala Pacific, Gala Mondial και Galaxy.

2. Ozark Gold: όπως η Gala, έτσι και η Ozark Gold (Εικόνα 13) συγκομίζεται το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Αυγούστου, και ένα μήνα πριν από την Golden Delicious (Βασιλακάκης, 2016). Είναι πολύ παραγωγική ποικιλία αλλά μέτριας ζωηρότητας. Οι καρποί μοιάζουν με αυτούς την Golden Delicious, όμως είναι μεσαίου μεγέθους, πιο κωνικοί με λιγότερες σκωριάσεις (Σωτηρόπουλος, 2014). Έχουν χρώμα κίτρινο με ροζ επίχρωμα στα σημεία του καρπού που ηλιάζονται και η συντηρησιμότητά τους είναι τρίμηνης διάρκειας (Βασιλακάκης, 2016).



Εικόνα 13. Ozark Gold, Πηγή: <https://tinyurl.com/2s4xns5a>

2. Μέση εποχή ωρίμανσης

1. Delicious: ανήκει στις πολύ παραγωγικές ποικιλίες με συντηρησιμότητα περισσότερη από 12 μήνες όταν η ατμόσφαιρα είναι ελεγχόμενη (Θερίος και Δημάση-Θεριού, 2013). Η Delicious (Εικόνα 14) ωριμάζει στις αρχές Σεπτεμβρίου και οι καρποί είναι κωνικοί με 5 μαστοειδείς αποφύσεις στην περιοχή του κάλυκα, χρώμα ερυθρό με λωρίδες στη μισή σχεδόν επιφάνειά τους. Όταν είναι εμβολιασμένα τα δένδρα σε ζωνρά υποκείμενα τότε η καρπόδεση αργεί, αντίθετα στους κλώνους spur όπως για παράδειγμα Red Chief, Super Red Chief, Scarlet Spur, Jeromine, Red Cap κ.α., η καρπόδεση ξεκινά νωρίς και τα ποσοστά είναι πολύ υψηλά. Τότε, παρατηρείται το φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας και για να αποφευχθεί υποδεικνύεται καλό και κατάλληλο αραίωμα (Σωτηρόπουλος, 2014).



Εικόνα 14. Delicious, Πηγή: <https://tinyurl.com/28v7nuuy>

2. Golden delicious: αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες κίτρινων μήλων σε όλο τον κόσμο και συγκομίζεται στα μέσα του Σεπτεμβρίου (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Προτείνεται να αποφεύγεται η φύτευση σε μέρη με υψηλή σχετική υγρασία, καθώς ευνοείται η δημιουργία σκουριάς που είναι και το κύριο μειονέκτημα της ποικιλίας. Τα δένδρα έχουν πολύ ζωνή ανάπτυξη και η ποικιλία παρενιαυτοφορεί αν δεν γίνει καλό αραίωμα. Για να επιτευχθεί καλή καρπόδεση χρειάζεται έναν επικονιαστή, για παράδειγμα Red Delicious. Ως ποικιλία είναι πολύ παραγωγική και η καρποφορία ξεκινά σε σύντομο χρονικό διάστημα (Βασιλακάκης, 2016). Το μέγεθος των καρπών είναι μεγάλο και σφαιρικό-κωνικό, το χρώμα είναι κίτρινο και είναι εξαιρετικά εύγευστος και τραγανός (Εικόνα 15) (Σωτηρόπουλος, 2014).



Εικόνα 15. Golden Delicious. Πηγή: <https://tinyurl.com/3bk857ah>

Να σημειωθεί όμως ότι η επιδερμίδα του καρπού είναι λεπτή και για να αποφευχθούν πιθανοί τραυματισμοί απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την συγκομιδή και συσκευασία. Τέλος, οι κλώνοι Golden Reinders, Golden B, Golden Smoothee και Lutz Golden είναι πιο ανθεκτικοί στην εμφάνιση ‘σκωρίασης’ στους καρπούς (Εικόνα 16).



Εικόνα 16. Μήλα Golden Delicious με σκωρίαση, Πηγή: om/2y8hwdpb

3. Delicious Πιλαφά: το όνομα της ποικιλίας προέρχεται από τον Ελληνοαμερικανό Ηλία Πιλαφά και καλλιεργείται στην Αρκαδία, καθώς έχει αναγνωριστεί ως Π.Ο.Π. (Προϊόν Ονομασίας Προέλευσης) (Εικόνα 17) (Θερίος και Δημάση-Θεριού, 2013).



Εικόνα 17. Delicious Πιλαφά, Πηγή: <https://tinyurl.com/2823mnh6>

Το μέγεθος των καρπών είναι μεγάλο, ελαφρώς κωνικό με πέντε μαστοειδείς αποφύσεις στην περιοχή του κάλυκα, χωρίς όμως να έχουν ιδιαίτερα γυαλιστερό κόκκινο χρώμα. Αυτό που τους ξεχωρίζει είναι η υπόξινη γεύση και το χαρακτηριστικό άρωμά τους (Σωτηρόπουλος, 2014).

4. Jonagold: η ποικιλία αυτή είναι τριπλοειδής και έχει ανάγκη από δύο επικονιαστές (Red Cap και Fuji Kiku Fubrax) (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Η συγκομιδή ξεκινά το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου και γίνεται σταδιακά προκειμένου να συγκομιστούν τα μήλα στο κατάλληλο στάδιο (Σωτηρόπουλος, 2014). Ο καρπός έχει μεγάλο μέγεθος και απαλό κόκκινο χρώμα, η γεύση είναι υπόξινη και η σάρκα κίτρινη και τραγανή (Εικόνα 18) (Βασιλακάκης, 2016). Εκτός από την Jonagold, καλλιεργούνται εξίσου αποδοτικά στην Ελλάδα και οι κλώνοι της Jonagored και Red Jonaprince.



Εικόνα 18. Jonagold, Πηγή: <https://tinyurl.com/yc6zak5z>

3. Όψιμη εποχή ωρίμανσης

1. Granny Smith: πρόκειται για ορθόκλαδη και ζωνρή ποικιλία με ευαισθησία στο ωίδιο, που η διάδοσή της στην Ελλάδα ξεκίνησε στις αρχές του 1970 (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013; Σωτηρόπουλος, 2014). Κατάλληλο υποκείμενο είναι το MM 106, καθώς σε υποκείμενα με λιγότερη ζωνρότητα η ωρίμανση είναι πρόωρη (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Οι καρποί αυτής της ποικιλίας είναι μεσαίοι προς μεγάλοι με επίμηκες κωνικό σχήμα, πράσινο χρώμα με χαρακτηριστικά λευκά στίγματα και κίτρινη τραγανή σάρκα (Εικόνα 19). Όταν η ποικιλία καλλιεργείται σε ορεινές περιοχές ή πριν από την συγκομιδή επικρατούν χαμηλές

θερμοκρασίες, οι καρποί αποκτούν ένα μη επιθυμητό κόκκινο χρώμα σαν έγκαυμα (Σωτηρόπουλος, 2014). Αξιόλογοι επικονιαστές της Granny Smith είναι οι Golden Delicious, Red Delicious, Fuji και Gala και η συγκομιδή γίνεται κατά τα μέσα με τέλη του Οκτώβρη. Τέλος, σε ψυκτικούς θαλάμους με ιδανικές ατμοσφαιρικές συνθήκες διατηρούνται έως και 12 μήνες.



Εικόνα 19. Granny Smith, Πηγή: <https://tinyurl.com/4v6rhh85>

2. Fuji: η συγκεκριμένη ποικιλία έχει πλαγιόκλαδη και μέτρια ανάπτυξη και είναι πολύ παραγωγική. Οι καρποί έχουν σφαιρικό προς κωνικό σχήμα, το χρώμα μοιάζει με αυτό της Jonagold, αλλά είναι πιο απαλό ροζ που είτε καλύπτει όλο τον καρπό είτε είναι σε ελαφρές γραμμώσεις (Βασιλακάκης, 2016). Σε αντίθεση με την Granny Smith, συγκομίζεται στις αρχές Οκτωβρίου και η συντηρησιμότητά της αγγίζει τους 12 μήνες (Σωτηρόπουλος, 2014). Κλώνοι της που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι: 1) η Fuji Fujiko, 2) η Fuji Kiku 8 και 3) η Fuji Zhen Aztec (Εικόνα 20 και 21). Είναι ανθεκτική στο φουζικλάδιο, όμως αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα με το σχάσιμο του φλοιού το οποίο γίνεται εντονότερο με την καθυστέρηση της συγκομιδής (Βασιλακάκης, 2016).



Εικόνα 20. Fuji Kiku 8, Πηγή: <https://tinyurl.com/5y68usak>



Εικόνα 21. Fuji Zhen Aztec, Πηγή: <https://tinyurl.com/3uecx4jy>

3. Φιρίκι: είναι ελληνική ποικιλία που εντοπίστηκε στο Πήλιο του Βόλου και έχει κατοχυρωθεί πλέον ως Προϊόν Ονομασίας Προέλευσης (Π.Ο.Π.) (Σωτηρόπουλος, 2014). Τα δένδρα είναι ορθόκλαδα ζωνηρά με τάση παρενιαυτοφορίας και αργούν να μπουν στην καρποφορία (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Οι καρποί είναι εξαιρετικά αρωματικοί, μικροί προς μεσαίοι με κυλινδρικό-κωνικό σχήμα, λεπτή επιδερμίδα με χρώμα πρασινοκίτρινο και κόκκινες ραβδώσεις και γλυκιά γεύση (Εικόνα 22). Η συγκομιδή είναι περίπου 20 ημέρες μετά την Golden Delicious.



Εικόνα 22. Φιρίκι, Πηγή: <https://tinyurl.com/yc5vv35e>

4. Forlady: τα δένδρα της ποικιλίας αυτής είναι πολύ παραγωγικά και ζωνρά με καρπούς μεσαίου μεγέθους και κόκκινου χρώματος (Εικόνα 23) (Σωτηρόπουλος, 2014). Η συγκομιδή των καρπών ξεκινά τις πρώτες μέρες του Οκτώβρη και η συντήρησή τους κρατάει πάνω από 8 μήνες (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).



Εικόνα 23. Forlady, Πηγή: <https://tinyurl.com/yc59tmsw>

Κεφάλαιο 3. Βασικοί Εχθροί και Ασθένειες

3.1 Εχθροί

3.1.1 Καρπόκαψα ή σκουλήκι των μήλων

Η καρπόκαψα της μηλιάς ή το σκουλήκι των μήλων (*Cydia pomonella* L., κοινή ονομασία Codling moth) είναι ο βασικότερος εχθρός της καλλιέργειας παγκοσμίως (Εικόνα 24). Ταξινομικά ανήκει στην οικογένεια των Tortricidae, που υπάγεται στην τάξη των λεπιδοπτερων (Lepidoptera), και λόγω της πλήρους μεταμόρφωσης (ωό, προνύμφη, νύμφη και ακμαίο), που υφίστανται τα έντομα αυτής της τάξης, κατατάσσεται στην κατηγορία των ολομετάβολων. Ξενιστές της καρπόκαψας είναι οι καρποί της μηλιάς, της αχλαδιάς, της κυδωνιάς, της καρυδιάς και ορισμένων πυρηνόκαρπων, με αποτέλεσμα οι προσβεβλημένοι καρποί να καθίστανται μη εμπορεύσιμοι και να προκύπτουν οικονομικές απώλειες (Pajač et al., 2011).



Εικόνα 24. Καρπόκαψα της μηλιάς, Πηγή: <https://tinyurl.com/2p8uwxrs>

Η ενήλικη καρπόκαψα έχει συνήθως γκρί-καφέ χρώμα, στα φτερά υπάρχουν στίγματα λαμπερά ή χάλκινα και το άνοιγμα των φτερών είναι 15-22 χιλιοστά (Pajač et al. 2011; Brunner, 2018). Η προνύμφη στην αρχή έχει μπεζ λευκό χρώμα και μαύρο κεφάλι, ενώ όσο μεγαλώνει αποκτά ένα ροζ χρώμα (Brunner, 2018). Η νύμφη είναι καφέ

χρώματος και διαχειμάζει ως αναπτυγμένη προνύμφη σε βομβύκιο πάνω στο δέντρο, είτε σε ρωγμές είτε κάτω από ξηρούς φλοιούς, ή σε προστατευμένες θέσεις στην βάση του δέντρου στο έδαφος. Να αναφερθεί ότι τα αυγά είναι οβάλ σχήματος και τοποθετούνται πάνω στα φύλλα ή μέσα στους καρπούς μεμονωμένα και είναι εξαιρετικά δύσκολο να εντοπιστούν. Μετά το ζευγάρι αρχίζει η ωοτοκία του θηλυκού ενήλικου εντόμου όπου κατά μέσο όρο ανάλογα το άτομο και την εποχή ωοτοκεί περίπου 50-100 ωά ανά κύκλο ζωής (Geier, 1963; Wearing and Ferguson, 1971).

Την ζημιά την προκαλούν οι προνύμφες. Μάλιστα, οι προνύμφες της δεύτερης γενεάς είναι αυτές κυρίως οι οποίες μετά την εκκόλασή τους εισέρχονται αμέσως μέσα στην σάρκα των καρπών σχηματίζοντας στοές, με σκοπό να τραφούν και να αναπτυχθούν (Wearing et al., 2001). Ενώ οι προνύμφες της πρώτης γενεάς έπειτα από ολιγοήμερη περιπλάνηση εισέρχονται στο εσωτερικό των καρπών (Εικόνα 25, 26) (Θερίος και Δημάση-Θερίου, 2013).



Εικόνα 25. Προσβεβλημένος καρπός μήλου από την *Cydia pomonella*, Πηγή:
<https://tinyurl.com/4hmrh3rn>



Εικόνα 26. Η προνύμφη της καρπόκαγας στο εσωτερικό του καρπού, Πηγή:
<https://tinyurl.com/3p2hkaec>

3.1.2 Φυλλορύκτης της μηλιάς

Η *Lyonetia clerkella*, γνωστή και ως ο φυλλορύκτης της μηλιάς (Εικόνα 27, 28), είναι ένα έντομο που προσβάλλει τις καλλιέργειες των μήλων και των πυρηνόκαρπων, και ιδιαίτερα των κερασιών. Ανήκει στην τάξη των λεπιδόπτερων (*Lepidoptera*) και στην οικογένεια *Lyonetiidae* (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).



Εικόνα 27. Η *Lyonetia clerkella* ως ακμαίο, Πηγή: <https://tinyurl.com/yprxu2uk>



Εικόνα 28. Φυλλορύκτης της μηλιάς, Πηγή: <https://tinyurl.com/349kjjjt>

Η δραστηριότητα των θηλυκών ακμαίων ξεκινά από νωρίς την άνοιξη, καθώς με την έκπτυξη των πρώτων φύλλων ξεκινά και η ωοτοκία των εντόμων πάνω σε αυτά. Η τοποθέτηση των ωών γίνεται μεμονωμένα στο παρέγχυμα των φύλλων (Adachi, 1998). Μετά την εκκόλαψη οι προνύμφες τρέφονται από το μεσόφυλλο και ορίζουν στοές στα φύλλα σχηματίζοντας τις χαρακτηριστικές οφιοειδείς νάρκες λευκού ή γκριζού χρώματος στην πάνω επιφάνεια των φύλλων (Εικόνα 29) (Rather et al., 2020). Σύμφωνα με τους Spencer (1973), Parrella (1987) και Parrella & Jones (1987), αυτή η συγκεκριμένη

δραστηριότητα των προνυμφών στην επιφάνεια των φύλλων φαίνεται ότι επηρεάζει την ικανότητα φωτοσύνθεσης των φύλλων. Τέλος, να αναφερθεί ότι ο φυλλορύκτης έχει 3 με 4 γενεές ανά έτος, οι οποίες το καλοκαίρι αλληλοκαλύπτονται (Θερίος και Δημάση-Θερίου, 2013).



Εικόνα 29. Οι οφιοειδείς νάρκες του φυλλορύκτη πάνω στην επιφάνεια του φύλλου, Πηγή: <https://tinyurl.com/37ncnac2>

3.1.3 Φυλλοδέτης

Ο φυλλοδέτης (*Adoxophyes orana*) (Εικόνα 30) είναι ένα πολυφάγο έντομο με 3 έως 4 γενεές το έτος. Ανήκει στην τάξη των λεπιδόπτερων (Lepidoptera) και στην οικογένεια των Tortricidae, έχοντας μεγάλο εύρος ξενιστών στα πυρηνόκαρπα και στα γιγαρτόκαρπα τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ασία (Pehlevan and Kovanci, 2014).



Εικόνα 30. Η ενήλικη μορφή του φυλλοδέτη, Πηγή: <https://tinyurl.com/2kww7kvm>

Οι ζημιές που προκαλούνται από τον φυλλοδέτη προέρχονται από τις προνύμφες οι οποίες τρέφονται από τα τρυφερά φύλλα, τους βλαστούς, τους καρπούς και τα εκπυσώμενα μάτια (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Περίπου τέλος Μαρτίου με αρχές Απριλίου εμφανίζονται οι προνύμφες, οι οποίες το προηγούμενο διάστημα διαχειμάζαν στους φλοιούς των δένδρων μέσα σε μία φωλιά από μετάξι που υφαίνουν οι ίδιες. Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού στην Ευρώπη θεωρείται ότι μπορεί να είναι το έντομο που προκαλεί την μεγαλύτερη ζημιά στα φύλλα (Kocourek και Stara, 2005). Οι προνύμφες του καλοκαιριού τρέφονται από το μεσονεύριο των φύλλων, όπου στην συνέχεια δημιουργούν ένα μετάξι με το οποίο τυλίγουν το φύλλο, το συστρέφουν έτσι ώστε να νυμφωθούν (Εικόνα 31). Όμως, οι προνύμφες που τρέφονται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες από τους καρπούς είναι ικανές να μειώσουν κατά 10% έως και 82% την ποσότητα των εμπορεύσιμων καρπών (de Jong et al., 1971; Whittle, 1985; Stamenkovic and Pesic, 1998).



Εικόνα 31. Ο φυλλοδέτης στην μεταξένια φώλια σε φύλλο με συστρόφη, Πηγή: <https://tinyurl.com/pkmkm5ve>

3.1.4 Κόκκινος τετράνυχος

Ένας από τους πιο επιζήμιους εχθρούς της καλλιέργειας της μηλιάς είναι ο κόκκινος τετράνυχος (*Panonychus ulmi*) (Εικόνα 32). Είναι άκαρι και ανήκει στην τάξη Acarina και την οικογένεια Tetranychidae, όπου όλα τα ακάρεα που κατατάσσονται σε αυτή την οικογένεια είναι εξαιρετικά επιβλαβή για τους οπωρώνες παγκοσμίως (Kasap, 2005).



Εικόνα 32. *Panonychus ulmi*, Πηγή: <https://tinyurl.com/yckju8yu>

Υπεύθυνα για τις ζημιές στην καλλιέργεια δεν είναι μόνο τα ενήλικα άτομα, είναι τόσο οι προνύμφες όσο και οι νύμφες, που απομυζούν χυμούς από τα φύλλα. Τα φύλλα στην αρχή έχουν σκούρο χρώμα που στην πορεία γίνεται καφέ-μπρούτζινο, έπειτα με την επίδραση ξηροθερμικών συνθηκών συστρέφονται και τέλος πέφτουν (Θερίος και Δημάση-Θερίου, 2013). Σύμφωνα με τους συγγραφείς Mobley και Marini (1990), είναι πιθανόν να παρατηρηθεί μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φύλλων, ή να γίνεται με μη κανονικό ρυθμό, στην περίπτωση που υπάρχουν υψηλές πυκνότητες του άκαρι *Panonychus ulmi*. Όπως προαναφέρθηκε, ο τετράνυχος έχει ατελή μορφή ανάπτυξης και κατά την διάρκεια του χρόνου έχει πολλές γενιές, με τον μέγιστο αριθμό των εκκολάψεων να παρατηρείται κατά την περίοδο της άνθησης (Musa et al., 2020; Θερίος και Δημάση-Θερίου, 2013).

Ο τετράνυχος εμφανίζεται σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου όμως ο αριθμός των ακάρεων διαφέρει και εξαρτάται από την ποικιλία και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Στο διετή διάρκειας πείραμα που διεξήγαγαν οι ερευνήτριες Musa et al. (2020), διαπίστωσαν ότι ο αριθμός των ακάρεων που εμφανίστηκαν μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου είχε ξεπεράσει το κρίσιμο όριο, που αυτό ποικίλει και διαφοροποιείται από χώρα σε χώρα και έχοντας μέσο όρο 2,5 με 5 ακάρεα ανά φύλλο. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι από τις ποικιλίες που συμμετείχαν στο πείραμα, η Red Delicious ήταν αυτή με τις περισσότερες προσβολές (1811 άτομα) ενώ η Granny Smith ήταν η ποικιλία με τις λιγότερες προσβολές (436 άτομα).

3.2 Ασθένειες

3.2.1 Φουζικλάδιο

Το φουζικλάδιο αποτελεί την σοβαρότερη και πιο επιζήμια ασθένεια της μηλιάς από οικονομική άποψη όσον αφορά τον έλεγχό του (Carisse and Bernier, 2002). Οφείλεται στον ασκομύκητα *Venturia inaequalis*, ο οποίος έχει και ατελή μορφή που αποτελεί την παρασιτική φάση του παθογόνου και ονομάζεται *Spilocaea pomi* συν. *Fusicladium dendriticum* (Παναγόπουλος, 2007).

Η προσβολή και ανάπτυξη του μύκητα ευνοείται από τα δροσερά και υγρά κλίματα νωρίς την άνοιξη, γι' αυτό και η ασθένεια είναι πιο σοβαρή στις εύκρατες περιοχές (Carisse and Bernier, 2002). Η ασθένεια μπορεί να συνεχιστεί και το καλοκαίρι εφόσον αυτό είναι βροχερό και υγρό, προκαλώντας όψιμες προσβολές. Άριστη θερμοκρασία και χρόνος μόλυνσης είναι μεταξύ 16 και 24°C και 9 ώρες, αντίστοιχα, με απαραίτητο χρόνο επώασης 9 με 10 ημέρες. Μετά την μόλυνση εμφανίζονται οι κηλίδες της ασθένειας πάνω στους καρπούς (Παναγόπουλος, 2007).

Συμπτώματα που εκδηλώνονται από την μόλυνση του μύκητα είναι σε όλα τα μέρη του δένδρου όπως στα άνθη, τους καρπούς, τα φύλλα, τα κλαδιά (Παναγόπουλος, 2007). Στους καρπούς αναπτύσσονται επιφανειακές κηλίδες κυκλικές έως οβάλ, πράσινου χρώματος που έπειτα γίνεται σκούρο καφέ και πάνω τους φέρουν κονιδιοφόρους που καταλήγουν να έχουν καπνώδες χρώμα (Hashemi et al., 2014). Σε προχωρημένη σήψη πάνω στις κηλίδες σχηματίζονται ρωγμές (Εικόνα 33). Οι καρποί είναι πιθανόν να προσβληθούν είτε σε πρώιμο στάδιο, είτε αργότερα όταν ο καρπός αποκτήσει το οριστικό του μέγεθος ή λίγο πριν την συγκομιδή και η προσβολή είναι εμφανής κατά την συντήρηση στο ψυγείο ή την αποθήκη (Παναγόπουλος, 2007).



Εικόνα 33. Ο μύκητας *Venturia inaequalis* σε μήλα, Πηγή: <https://tinyurl.com/42hm6ce5>

3.2.2 Φαιά σήψη (Μονίλια)

Η ασθένεια οφείλεται σε ασκομύκητες του γένους *Monilinia* και γνωστά είναι τα είδη παθογόνων *Monilinia fructicola*, *Monilinia fructigena* και *Monilinia laxa* (Παναγόπουλος, 2007). Τα τρία αυτά είδη συχνά δεν ταυτοποιούνται σωστά, λόγω της όμοιας μορφολογίας που έχουν (Beckerman et al., 2016). Πρόκειται για ασθένεια μεγάλης οικονομικής σημασίας καθώς προκαλείται μείωση της παραγωγής και εξασθένηση των δένδρων και στην Ελλάδα ευθύνεται για τις προσβολές το παθογόνο *Monilinia laxa*.

Από τα παθογόνα προσβάλλονται κυρίως τα άνθη και οι καρποί. Η προσβολή ξεκινά νωρίς την άνοιξη από οποιοδήποτε μέρος του άνθους (στίγμα, στήμονες, πέταλα ή σέπαλα) (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Στην αρχή της προσβολής οι ιστοί των προσβεβλημένων ανθέων έχουν (βαθύ) καστανό χρώμα και όσο προχωρά η προσβολή σε ολόκληρο το άνθος η κατάληξη είναι ο μαρασμός, η συρρίκνωση και η ξήρανση του άνθους. Αντίθετα, στους καρπούς σχηματίζεται μία μικρή καφέ χρώματος κηλίδα πάνω στην οποία βρίσκονται τα κονίδια. Οι αποικίες των κονιδίων είναι γκρι και με την γρήγορη ανάπτυξή τους σχηματίζουν ομόκεντρους δακτύλιους (Εικόνα 34) (Beckerman et al., 2016). Οι μολυσμένοι καρποί στο τέλος σαπίζουν και μουμιοποιούνται και αποτελούν εστία διαχείμασης του μύκητα (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).



Εικόνα 34. Μολυσμένοι καρποί από το γένος *Monilinia* spp., Πηγή: <https://tinyurl.com/yckryj4a>

Κατά την περίοδο της άνθισης οι χαμηλές θερμοκρασίες επιμηκύνουν την διάρκειά της και αυτό έχει ως συνέπεια την ευπάθεια των δένδρων σε μολύνσεις από τον μύκητα (Παναγόπουλος, 2007). Από την άλλη, η ευπάθεια των καρπών αυξάνεται κατά

την διάρκεια υγρών περιόδων, και όταν βρίσκονται στο στάδιο ωρίμανσης ή μετασυλλεκτικά. Γενικά, η υψηλή σχετική υγρασία και η θερμοκρασία στους 25°C είναι άριστες συνθήκες για την βλάστηση των κονιδίων (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Τέλος, σύμφωνα με τους Vasić et al. (2017) η ικανότητα αποικίας ή όχι στον ξενιστή επηρεάζεται από την περιεκτικότητα σε σάκχαρα και το pH του ξενιστή.

3.2.3 Ωίδιο

Ο *Podosphaera leucotricha* είναι ο ασκομύκητας της οικογένειας Erysiphaceae που προκαλεί την ασθένεια του ωιδίου (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Είναι εξίσου μια σημαντικά οικονομική ασθένεια λόγω της μείωσης της παραγωγής και της εξασθένησης των δένδρων.

Συμπτώματα της μόλυνσης από τον μύκητα παρατηρούνται στους οφθαλμούς, τα άνθη, τα φύλλα, τους τρυφερούς βλαστούς και τους καρπούς. Πιο ευάλωτα είναι τα φύλλα και οι μικροί καρποί. Η έκπτυξη των προσβεβλημένων οφθαλμών είναι βραδεία και τα φύλλα που έχουν προσβληθεί είναι καχεκτικά, επίσης (Παναγόπουλος, 2007; Turechek et al., 2005). Τα πρώτο σύμπτωμα της ασθένειας είναι ο σχηματισμός λογχοειδών φύλλων με ανώμαλη περιφέρεια, ενώ σε προχωρημένο στάδιο καρουλιάζουν και εμφανίζονται κηλίδες με ασαφή περιθώρια στην επιφάνεια των φύλλων, οι οποίες είναι καλυμμένες με την λευκή χαρακτηριστική επάνθηση του μύκητα (Εικόνα 35) (Παναγόπουλος, 2007). Οι μολυσμένοι καρποί παρουσιάζουν σκωριόχρωση της επιφάνειας, ενώ σε έντονη προσβολή παραμορφώνονται και αποκτούν επιφανειακές ρωγμές (Εικόνα 36).



Εικόνα 35. Φύλλα μηλιάς που έχουν προσβληθεί από το ωίδιο, Πηγή:
<https://tinyurl.com/4bretf9>



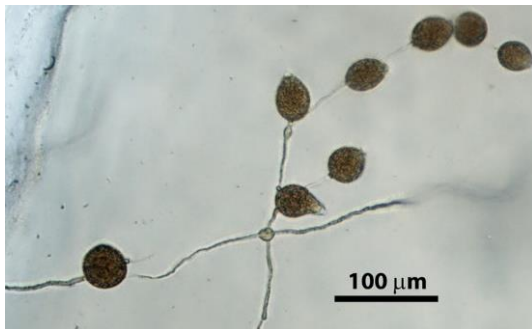
Εικόνα 36. Προσβεβλημένος καρπός από τον μύκητα *Podosphaera leucotricha*, Πηγή:
<https://tinyurl.com/4ht6pkwa>

3.2.4 Φυτόφθορα

Η φυτόφθορα ή σήψη του λαιμού είναι μία ασθένεια που προκαλείται από τους μύκητες του γένους *Phytophthora* και προσβάλλονται μέρη του δένδρου που έρχονται άμεσα ή έμμεσα σε επαφή με το έδαφος, όπως ο λαιμός, ο κορμός και οι ρίζες (Παναγόπουλος, 2007). Θεωρείται ως η σημαντικότερη ασθένεια που επηρεάζει τον λαιμό και τις ρίζες των δένδρων των μήλων σε παγκόσμιο επίπεδο (Jeffers and Aldwinckle, 1988). Η φυτόφθορα εκτός από τα μηλοειδή προσβάλλει και τις καλλιέργειες των πυρηνόκαρπων, των εσπεριδοειδών, των φυστικιών, αμπελιών και των κάστανων.

Για την πρόκληση της ασθένειας είναι υπεύθυνα διάφορα είδη του γένους *Phytophthora*, και συγκεκριμένα στην Ελλάδα το είδος που προσβάλλει την καλλιέργεια της μηλιάς είναι το *Phytophthora cactorum* που προκαλεί τις όψιμες προσβολές (Εικόνα 37) (Παναγόπουλος, 2007). Σύμφωνα με τον Thomidis (2001), είναι ευρέως γνωστό ότι πολλά είδη αυτού του γένους, όπως *Phytophthora cactorum*, *Phytophthora citrophthora*, *Phytophthora syringae* και *Phytophthora megasperma*, προκαλούν αποπληξία σε οποροφόρα δένδρα στην Ελλάδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι κρίσιμος παράγοντας για την ανάπτυξη της φυτόφθορας αποτελεί η θερμοκρασία, όπου μεταξύ 20 με 25°C παρατηρείται η μέγιστη ανάπτυξη μολύνσεων (Thomidis, 2003). Επίσης, η εδαφική

υγρασία και η ύπαρξη πληγών στο δένδρο δημιουργούν συχνές και σοβαρές προσβολές, για αυτό και παρατηρούνται προσβολές σε διάφορες εποχές του έτους.



Εικόνα 37. Ο μύκητας *Phytophthora cactorum* στο μικροσκόπιο, Πηγή: <https://tinyurl.com/5n73crcv>

Τα συμπτώματα που οδηγούν στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για προσβολή φυτόφθορας είναι ορατά στον λαιμό ή τις κύριες ρίζες. Ο κορμός εξωτερικά σχίζεται και παρατηρείται έκκριση κόμμεος, ενώ εσωτερικά το κάμβιο του ξύλου έχει πορτοκαλί ή καφέ χρώμα αντί για πράσινο που είναι το υγιές (Εικόνα 38) (Παναγόπουλος, 2007; DuPont, 2019). Επίσης, το μέγεθος των καρπών και των φύλλων των προσβεβλημένων δένδρων είναι μικρότερο σε αντίθεση με τα αυτά των υγιών δένδρων, όπως και το χρώμα τους είναι πιο θαμπό. Στην Ελλάδα παρατηρούνται δύο τύποι φυτόφθορας, ο ανοιξιάτικος και ο θερινός τύπος.



Εικόνα 38. Προσβεβλημένος λαιμός και ρίζες δένδρου μηλιάς από τον μύκητα του γένους *Phytophthora*, Πηγή: <https://tinyurl.com/ycksew5b>

3.2.5 Βακτηριακό κάψιμο

Μια από τις πιο καταστρεπτικές ασθένειες της μηλιάς και της απιδιάς είναι το βακτηριακό κάψιμο (fireblight). Το βακτήριο που ευθύνεται για την πρόκληση της ασθένειας αυτής ονομάζεται *Erwinia amylovora*. Το 1957 εντοπίστηκε για πρώτη φορά στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στην Αγγλία (Παναγόπουλος, 2007), ενώ αργότερα το 1984 εμφανίστηκε και στην Ελλάδα σε ορισμένα δένδρα απιδιάς στην Αρκαδία (Psallidas and Retalis, 1990).

Η συγκεκριμένη ασθένεια προέρχεται κυρίως από το πολλαπλασιαστικό υλικό που είναι μολυσμένο (Παναγόπουλος, 2007). Όμως, την άνοιξη με τις πρώτες βροχές, την υψηλή σχετική υγρασία και την θερμοκρασία να είναι πάνω από 18°C, ευνοείται η εκδήλωση του βακτηρίου (Ivey, 2016). Τα άνθη χρειάζονται 4-5 ημέρες και θερμοκρασία 24°C για να γίνει η επώαση (Παναγόπουλος, 2007). Αξίζει να σημειωθεί ότι η μετάδοση του βακτηρίου γίνεται με τον άνεμο και την βροχή (Zhao et al., 2018).

Τα πρώτα συμπτώματα της προσβολής είναι ορατά την άνοιξη στα άνθη. Τα άνθη στην αρχή έχουν υδαρή όψη και εμφάνιση και σκούρο πράσινο χρώμα, όμως μέσα στις επόμενες 5 με 10 ημέρες αποκτούν καστανό ή μαύρο χρώμα, ακολουθεί η μάρανση και η συρρίκνωση και στο τέλος η ξήρανση (Εικόνα 39) (Παναγόπουλος, 2007; Steiner, 2000). Η προσβολή εξαπλώνεται από τα άνθη στη λαμβούρδα και μέσω των μίσχων στα φύλλα με αποτέλεσμα την πλήρη νέκρωσή τους. Ο φλοιός του μολυσμένου δένδρου έχει χρώμα βαθύ πράσινο ή καφέ με κοκκινωπές ραβδώσεις (Εικόνα 40), ενώ εξωτερικά οι πολλοί άρρωστοι βλαστοί και βραχίονες δίνουν την εικόνα ενός καμένου δένδρου (Zhao et al., 2018).



Εικόνα 39. Προσβεβλημένα φύλλα μηλιάς από το βακτήριο *Erwinia amylovora*, Πηγή: <https://tinyurl.com/yrazz7pb>



Εικόνα 40. Μόλυνση κορμού από το βακτήριο *Erwinia amylovora*, Πηγή:
<https://tinyurl.com/588us6wb>

Κεφάλαιο 4. Η καλλιέργεια του μήλου στην περιοχή της Αγιάς

Η ‘‘αρχοντική’’ κωμόπολη της Αγιάς Λάρισας είναι χτισμένη στα νοτιοανατολικά, στους πρόποδες του Κισσάβου, είναι ημιορεινή περιοχή και έχει υψόμετρο 198 μέτρα από την θάλασσα. Η πλειοψηφία των κτημάτων της περιοχής βρίσκεται στην κοιλάδα μεταξύ του Κισσάβου και του Μαυροβουνίου, που είναι ακριβώς απέναντι από την Αγιά (Εικόνα 41) (Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού, 2011).



Εικόνα 41. Η κωμόπολη της Αγιάς και ένα τμήμα της καλλιεργήσιμης έκτασης της περιοχής, Πηγή: <https://tinyurl.com/yckmyfk3>

Η δυναμικότερη καλλιέργεια της περιοχής της Αγιάς είναι το μήλο. Το 1950 περίπου καλλιεργήθηκαν τα γνωστά φιρίκια, ενώ σήμερα καλλιεργείται πληθώρα ποικιλιών και καταλαμβάνει το 20% της παραγωγής των μήλων της Ελλάδας (Δήμος Αγιάς, 2011). Στην περιοχή παράγονται από 19.000 στρέμματα περίπου 80.000 τόνοι μήλα, τα οποία προορίζονται τόσο για την εγχώρια αγορά, όσα και την αγορά διαφόρων χωρών του εξωτερικού. Σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, στην περιφέρεια της Θεσσαλίας το 2017 καταγράφηκαν 2.551 εκμεταλλεύσεις σε έκταση 28.798 στρεμμάτων και περιείχαν 3.645.931 δένδρα, και ήταν στην δεύτερη θέση μετά την Κεντρική Μακεδονία. Συγκριτικά με τις καταγραφές του 2007, όπου οι

εκμεταλλεύσεις ανέρχονται στις 3.162, η έκταση στα 30.240 στρέμματα και ο αριθμός των δένδρων στο 1.937.177, παρατηρείται ότι μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα το μόνο που αυξήθηκε είναι ο αριθμός των δένδρων. Τα στρέμματα και ο αριθμός των εκμεταλλεύσεων μειώθηκαν κατά ένα μικρό αλλά σημαντικό ποσοστό.

Ο πολλαπλασιασμός της μηλιάς γίνεται πάνω σε υποκείμενα που είναι είτε σπορόφυτα είτε κλωνικά. Τα σπορόφυτα υποκείμενα στην Ελλάδα έχουν προέλευση κυρίως από τον σπόρο της ποικιλίας Φιρίκι και έχουν πολύ ζωνρή ανάπτυξη, ενώ τα κλωνικά έχουν δημιουργηθεί βάσει της αντοχής στο ψύχος και στις ασθένειες, τον νανονισμό, κ.ά. (Βασιλακάκης, 2016). Τα πιο γνωστά κλωνικά είναι τα East Malling (EM ή M.) και τα Malling-Merton (M.M) και χρησιμοποιούνται συνήθως τα M9, M26 και MM106 (Σωτηρόπουλος, 2016). Η χρήση σπορόφυτων υποκειμένων έχει εγκαταληφθεί στην Ελλάδα. Συνοπτικά θα αναφερθούν μερικά χαρακτηριστικά των προαναφερθέντων υποκειμένων καθώς και ορισμένων ακόμη.

1. **M9**: είναι πολύ ενδιαφέρον και το πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενο υποκείμενο παγκοσμίως. Χρησιμοποιείται και ως ενδιάμεσο υποκείμενο και δίνει δένδρα που είναι το 25-30% του μεγέθους των σπορόφυτων (Σωτηρόπουλος, 2016). Έχει σχετικά επιφανειακό ριζικό σύστημα, είναι ευαίσθητο, και γι αυτό οι μηλιές που εμβολιάζονται με το M9 χρειάζονται υποστήλωση (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Η είσοδος στην καρπόδεση όσων ποικιλιών εμβολιάζονται με το M9 είναι στο 2^ο με 3^ο έτος και οι καρποί έχουν λιγότερα σπέρματα σε σύγκριση με καρπούς ίδιων ποικιλιών αλλά σε άλλο υποκείμενο.
2. **M26**: ένα επίσης πολύ ενδιαφέρον υποκείμενο με ανάπτυξη 30% περίπου με εκείνη του σπορόφυτου (Βασιλακάκης, 2016). Είναι ζωνρό, προκαλεί νανισμό και προσφύεται στο έδαφος καλύτερα σε αντίθεση με το M9 με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται υποστήλωση των δένδρων. Τα δένδρα εισέρχονται γρήγορα στην καρποφορία (3^ο έτος), δεν δημιουργούνται παραφυάδες όπως στο M9 και είναι ανθεκτικό στο χειμερινό ψύχος. Όμως δεν είναι ανθεκτικό στο βακτηριακό κάψιμο, στην φυτόφθορα και στα αλατούχα εδάφη (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013; Σωτηρόπουλος, 2016).
3. **MM106**: είναι εξαιρετικά ζωνρό υποκείμενο με μεγάλη παραγωγικότητα που μπορεί να μειώσει την ζωνρότητά του (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Η διάδοσή του έγινε με ταχύ ρυθμό καθώς εισάγει τις εμβολιασμένες ποικιλίες

γρήγορα στην καρπόδεση και τα δένδρα προσφύονται καλύτερα στο έδαφος χωρίς υποστύλωση (Βασιλακάκης, 2016). Τα δένδρα χαρακτηρίζονται ημινάνα καθώς έχουν το 60-75% του μεγέθους των σπορόφυτων της μηλιάς και ενδείκνυνται για την εντατικοποίηση της καλλιέργειας. Βασικά μειονεκτήματα του υποκειμένου είναι η βλάστηση αργά την άνοιξη, άρα κατά συνέπεια ο λήθαργος ξεκινά αργά το φθινόπωρο, και η έντονη ευαισθησία στην φυτόφθορα και το βακτηριακό κάψιμο.

Στην περιοχή της Αγιάς για όλους τους παραπάνω λόγους χρησιμοποιούνται κυρίως τα υποκείμενα M9 και MM106. Τα τελευταία χρόνια επικρατεί η τάση για πυκνή φύτευση των δένδρων με μονόκλωνη διαμόρφωση για μεγαλύτερες αποδόσεις σε τόνους και για αυτό χρησιμοποιείται το M9 κυρίως, και σε βάθος δεκαετίας θα χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο. Πολύ βασικό στοιχείο επιλογής και προτίμησής του είναι η ανθεκτικότητά του στο ψύχος και σε δύσκολες ασθένειες, όπως η φυτόφθορα και το βακτηριακό κάψιμο. Αξίζει να αναφερθεί ότι είναι πολύ αξιόπιστο υποκείμενο για τον γεωπόνο και τον παραγωγό, καθώς δεν λαιμαργεί και είναι σε θέση να υπολογίζουν με περισσότερη ακρίβεια την εισοδο των δένδρων στην καρποφορία.

Παγκοσμίως καλλιεργούνται χιλιάδες ποικιλίες μήλων, όμως στην Ευρώπη υπάρχει προτίμηση τόσο σε παραγωγή όσο και σε κατανάλωση η Golden Delicious, η Gala, η Breauburn, η Jonnagold, η Idared, η Red Delicious και η Fuji (Βασιλακάκης, 2016). Από την άλλη, στην Ελλάδα οι κυριότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται είναι οι εξής:

1. ποικιλίες κόκκινου χρώματος: Red Delicious, Red Chief, Starkcrimson, Red Cup, Jeromine, Scarlet Spur και Superchief,
2. ποικιλίες κίτρινου χρώματος: Golden Delicious καθώς και οι παραλλαγές της,
3. ποικιλίες πράσινου χρώματος: Granny Smith, το γνωστό ξινόμηλο,
4. η δίχρωμη ποικιλία Gala με τις παραλλαγές της (Royal Gala, Gala Mondial, Galaxy Gala, Gala Buckeye, κ.ά.),
5. η δίχρωμη ποικιλία Fuji και οι παραλλαγές της (Aki Fu No1, Aki Fu No2, Naga Fu No1, Naga Fu No2, Fuji Fujiko, Fuji Zhen Aztek), και
6. οι ποικιλίες Jonagored, Jonnagold, Φιρίκι και Πιλαφά Delicious.

Πιο συγκεκριμένα όμως, στην περιοχή της Αγιάς οι προτεινόμενες ποικιλίες προς καλλιέργεια είναι οι εξής:

1. από τις ποικιλίες πρώιμης εποχής ωρίμανσης προωθούνται η Gala κυρίως και η Ozark Gold,
2. από τις ποικιλίες μέσης εποχής ωρίμανσης ιδιαίτερη προτίμηση υπάρχει για την Red Delicious, την Golden Delicious, την Gold Chief, τη Super Red Chief, τη Jonagold, τη Jeromine, και τέλος, τη Scarlet, και
3. από τις ποικιλίες όψιμης εποχής ωρίμανσης καλλιεργούνται η Granny Smith (πάνω από το 50% της εγχώριας παραγωγής παράγεται στην Αγιά), η οποία καταλαμβάνει ένα από τα μεγαλύτερα ποσοστά στρεμμάτων, η Fuji, το Φιρίκι και η Forlady σε ένα μικρό ποσοστό στρεμμάτων.

Τα χαρακτηριστικά των κυριότερων χρησιμοποιούμενων ποικιλιών από τους παραγωγούς της περιοχής με σύντομη περιγραφή είναι τα εξής:

1. Gala: ενδείκνυται για πεδινές περιοχές κυρίως, οι καρποί συγκομίζονται στα μέσα Αυγούστου και είναι κίτρινοι με ροζ-ποροκαλί λωρίδες με τραγανή γλυκιά σάρκα. Σε ψυκτικούς θαλάμους διατηρούνται από 3 έως 6 μήνες (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).
2. Ozark Gold: οι καρποί είναι μεσαίου μεγέθους, κωνικοί με λίγες σκωριάσεις (Σωτηρόπουλος, 2014). Έχουν χρώμα κίτρινο με ροζ επίχρωμα στα σημεία του καρπού που ηλιάζονται και η συντηρησιμότητά τους είναι τρίμηνης διάρκειας (Βασιλακάκης, 2016).
3. Red Delicious: υψηλών αποδόσεων ποικιλία με κόκκινους τραγανούς καρπούς που έχουν 35-50% λωρίδες στην επιφάνειά τους και συντηρησιμότητα σε κατάλληλους ψυκτικούς θαλάμους άνω των 12 μηνών (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013). Οι βροχές του Σεπτεμβρίου πριν την συγκομιδή στην περιοχή της Αγιάς προσδίδουν ένα εντονότερο κόκκινο χρώμα στους καρπούς.
4. Golden Delicious: οι καρποί είναι κίτρινοι με λεπτή φλούδα και μεγάλο μέγεθος. Απαιτείται ποροσοχή κατά την διάρκεια συντήρησης των καρπών καθώς χάνουν νερό από τις ρωγμές της εφυμενίδας και συρρικνώνονται, και δεν καθίστανται εμπορεύσιμοι.

5. Gold Chief: ποικιλία με καλή παραγωγικότητα και καρπούς κωνικούς με αποφύσεις, με έντονο κίτρινο χρώμα και ελαφρύ κόκκινο επίχρωμα στο 20-40% της επιφάνειας του καρπού. Η συγκομιδή ξεκινά περίπου 10 ημέρες μετά την Golden Delicious (Σωτηρόπουλος, 2014).
6. Super Red Chief: οι καρποί έχουν εξαιρετικά κόκκινο χρώμα από πολύ νωρίς και έχουν συντηρησιμότητα μακράς διάρκειας.
7. Jonagold: οι καρποί είναι μεγάλου μεγέθους με απαλό κόκκινο χρώμα. Η συγκομιδή ξεκινά το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου και γίνεται σταδιακά προκειμένου να συγκομιστούν τα μήλα στο κατάλληλο στάδιο και να συντηρηθούν χωρίς προβλήματα στα ψυγεία (Σωτηρόπουλος, 2014).
8. Jeromine: παραγωγική ποικιλία κάθε χρόνο, είναι μεσο-όψιμης εποχής ωρίμανσης και έχει καρπούς σκούρου κόκκινου χρώματος. Συντηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα στους ψυκτικούς θαλάμους, στους απλούς μέχρι το Φεβρουάριο και στους ελεγχόμενης ατμόσφαιρας έως τον Ιούνιο.
9. Scarlet: οι καρποί στην βάση τους είναι κίτρινοι και φέρουν ελαφρές έντονα κόκκινες γραμμώσεις, είναι μεσο-όψιμης ωρίμανσης. Εισέρχεται ταχύτατα στην καρποφορία και είναι πολύ παραγωγική. Η συντήρηση σε απλούς θαλάμους διαρκεί έως τον Φεβρουάριο ενώ σε θαλάμους με ελεγχόμενες συνθήκες έως τον Ιούνιο (Βασιλακάκης, 2016).
10. Granny Smith: οι καρποί είναι μεγάλοι, πράσινοι, επιμήκεις, κωνικοί με τραγανή σάρκα και λευκά φακίδια. Η συγκομιδή ξεκινά στα μέσα Οκτωβρίου και διατηρούνται σε ψυκτικούς θαλάμους με κατάλληλες θερμοκρασίες έως και 12 μήνες. Το μειονέκτημα της ποικιλίας για τους παραγωγούς της Αγιάς είναι οι βροχές είτε πριν είτε κατά την διάρκεια της συγκομιδής που επηρεάζουν το χρώμα των καρπών. Οι καρποί αποκτούν ένα κόκκινο χρώμα σαν έγκαυμα και αυτό δεν είναι επιθυμητό στην συγκεκριμένη ποικιλία.
11. Fuji: η ποικιλία αποδίδει εξαιρετικά στην περιοχή της Αγιάς αποδίδοντας μεγάλες ποσότητες, οι καρποί είναι σφαιρικοί προς κωνικοί με το χρώμα τους να μοιάζει με αυτό της Jonagold, αλλά είναι πιο απαλό ροζ που είτε καλύπτει όλο τον καρπό είτε είναι σε ελαφρές γραμμώσεις (Βασιλακάκης, 2016). Αρχές Οκτωβρίου ξεκινά η συγκομιδή και η συντηρησιμότητά της αγγίζει τους 12 μήνες

(Σωτηρόπουλος, 2014). Ένα από τα προτερήματά της είναι η ανθεκτικότητά της στο φουζικλάδιο.

12. Φιρίκι: είναι ελληνική ποικιλία με καρπούς μεσαίου έως μικρού μεγέθους, κυλινδρικό σχήμα και πρασινοκίτρινο χρώμα με κόκκινο επίχρωμα.
13. Forlady: ζωηρή και παραγωγική ποικιλία με καρπούς μεσαίου μεγέθους και κόκκινου χρώματος (Σωτηρόπουλος, 2014), που συγκομίζονται τις πρώτες μέρες του Οκτώβρη και η συντήρησή τους κρατάει πάνω από 8 μήνες (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).

Την τελευταία δεκαπενταετία η Gala και η Fuji κατακτούν ολοένα και μεγαλύτερο μερίδιο στρεμμάτων στην περιοχή. Η άνοδός τους οφείλεται πρωτίστως στο γεγονός πως η περιοχή απευθύνεται εδώ και 8 χρόνια εκτός από την εγχώρια αγορά, και σε αγορές του εξωτερικού με βασική αυτή της Αιγύπτου και της ευρύτερης Μέσης Ανατολής. Οι αγορές του εξωτερικού προτιμούν τις δίχρωμες ποικιλίες και η ανάγκη για περισσότερη παραγωγή, άρα περισσότερα στρέμματα, για την κάλυψη των αναγκών αυτών των αγορών είναι έντονη. Γενικά, το μήλο Αγιάς διακινείται μέσω των συνεταιρισμών της περιοχής αλλά και τον χονδρεμπόρων στην λαχαναγορά της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, σε super markets και οι εξαγωγές σε κράτη της Ευρώπης, της Μέσης Ανατολής και της Αιγύπτου αποτελούν πολύ σημαντικές αγορές για την διοχέτευση των μήλων.

Σύμφωνα με τον γεωπόνο της περιοχής Ριζούλη Θεόδωρο η καλλιέργεια του μήλου είναι η δυναμικότερη της περιοχής με περίπου 18 χιλιάδες τόνους ετησίως. Σε μία σύντομη συνέντευξη ανέφερε χαρακτηριστικά ότι: “το μήλο αποτελεί τον χρυσό της ευρύτερης περιοχής της Αγιάς, που όμως για να υπάρχει κάθε χρόνο παραγωγή περνά από πολλές δυσκολίες κατά τα στάδια της παραγωγής. Η καλλιέργεια της μηλιάς ευδοκιμεί στην περιοχή καθώς είναι ημιορεινή και τα εδάφη είναι όξινα (ιδανικό pH εδάφους για την καλλιέργεια είναι μεταξύ 5,5 και 6,5). Καλλιεργούνται πάρα πολλές ποικιλίες μήλων όπως Gala, Fuji, Granny Smith, Super Red Chief, κ.ά. και τα συστήματα άρδευσης που χρησιμοποιούνται από τους περισσότερους παραγωγούς είναι με σταγόνα ή με μπεκ. Σε κάποιες νεόφυτες καλλιέργειες ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν και υπόγειο σύστημα άρδευσης που ναι μεν δεν είναι ακόμη στην περιοχή πολύ διαδεδομένο όμως μέσα στα επόμενα χρόνια θα εφαρμόζεται ολοένα και περισσότερο.

Η καλλιέργεια στην περιοχή δεν αντιμετωπίζει πολλούς εχθρούς. Οι σημαντικότεροι είναι το έντομο καρπόκαψα, το άκαρι τετράνυχος και οι μύκητες φουζικλάδιο και μονίλια. Η αντιμετώπιση των προαναφερθέντων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή καθώς η περίοδος έναρξης των εφαρμογών δεν είναι ίδια κάθε χρόνο, επομένως όσον αφορά την καρπόκαψα και τον τετράνυχο είναι σημαντικό να μην χαθεί κάποια γενιά, διότι αν χαθεί τότε θα δημιουργηθεί ζημιά στους καρπούς, άρα θα χαθεί η παραγωγή. Το φουζικλάδιο και η μονίλια από την άλλη είναι εξαιρετικά δύσκολα στην αντιμετώπισή τους, καθώς ευνοούνται όταν επικρατούν υγρές και δροσερές συνθήκες και οι εφαρμογές με ειδικά φυτοφάρμακα είναι ολοένα και πιο περιορισμένες διότι καταργούνται αρκετές αποτελεσματικές δραστικές ουσίες από την αγορά. Από το 2022, όπου τα 2/3 της παραγωγής είχαν προσβληθεί από την καρπόκαψα, πιθανολογείται ότι η καρπόκαψα αυτή είναι της ροδακινιάς η οποία έχει εισέλθει στο μηλό και γι' αυτό το λόγο τοποθετήθηκαν παγίδες σε πολλά χωράφια της περιοχής για την ταυτοποίησή της και την έγκαιρη αντιμετώπισή της από την αρχή της καλλιεργητικής περιόδου.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως το μήλο αποτελεί μια από τις πιο κοστοβόρες καλλιέργειες και εξαιτίας των σταδιακών ανατιμήσεων στα γεωργικά φάρμακα και λιπάσματα οι παραγωγοί με δυσκολία καταφέρνουν να κρατήσουν τα χωράφια τους σε ένα καλό επίπεδο. Η κλιματική αλλαγή έχει προκαλέσει πολλές αλλαγές στο κλίμα της περιοχής με αποτέλεσμα να έχουμε ένα πολύ ζεστό καλοκαίρι και έναν αρκετά βροχερό Σεπτέμβριο. Όταν το καλοκαίρι επικρατούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες, τότε δημιουργούνται εγκαύματα στους καρπούς με αποτέλεσμα να μειώνονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φρούτων. Από την άλλη, οι απότομες βροχές του Σεπτεμβρίου, που παραδοσιακά εμφανίζονται πλέον τα τελευταία χρόνια κατά την έναρξη της συγκομιδής του μεγαλύτερου όγκου μήλων, προκαλούν το μεγαλύτερο πρόβλημα στα μήλα καθώς από την βροχή οι καρποί σκίζονται και δημιουργούνται εσοχές από τις οποίες εισέρχονται οι μύκητες και προκαλούν μολύνσεις. Φυσικά, να σημειωθεί ότι αν οι μολύνσεις δεν εμφανιστούν όταν τα μήλα είναι ακόμη πάνω στα δέντρα, εμφανίζονται μετασυλλεκτικά στους ψυκτικούς θαλάμους αποθήκευσής τους όπου τα φρούτα μούμιοποιούνται και καθίστανται ακατάλληλα για διάθεση στην αγορά.” Ο κύριος Ριζούλης συμπλήρωσε ότι ένα από τα πρόσφατα αλλά βαριάς σημασίας προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι παραγωγοί είναι η επιβολή δασμού της Αιγύπτου σε όλα τα εισαγόμενα προϊόντα, με

αποτέλεσμα να υπάρχει σοβαρός κίνδυνος αγοράς και μεγάλη ανάγκη για έρευνα νέων αγορών σε άλλες χώρες.

Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία

- Adachi, I., 1998, ‘‘Hymenopterous parasitoids of the peach leaf miner, *Lyonetia clerkella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Lyonetiidae)’’, *Applied Entomology and Zoology*, 33(2), pp. 299–304, <https://tinyurl.com/5d4a67an> [πρόσβαση 30/06/2022].
- Azzeddine, C., Philippe, M., Ferreira, M.-I., Houria, C., Chaves, M.-M., Christoph, C., 2019, ‘‘Scheduling deficit subsurface drip irrigation of apple trees for optimizing water use’’, *Arabian Journal of Geosciences* 12(3):74, pp. 1-11, DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-019-4235-1> [πρόσβαση 20/12/2021].
- Beckerman, J., Albright, N. and Abbott, C., 2016, ‘‘ First Report of Brown Rot (*Monilinia fructicola*) on apple (*Malus × domestica*)’’, *APS Publications*, 100(9), <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-16-0308-PDN> [πρόσβαση 21/03/2022].
- Bjorneberg, D.L., 2013, ‘‘Irrigation | Methods’’: in Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, <https://tinyurl.com/vaej27zy> [πρόσβαση 19/12/2021].
- Brunner, J., 2018, ‘‘ Codling Moth’’, *WSU Tree Fruit*, <https://tinyurl.com/3buv4xet> [πρόσβαση 28/04/2022].
- Bui, T.A.T., Stridh, H. and Molinad, M., 2021, ‘‘ Influence of weather conditions on the quality of ‘Ingrid Marie’ apples and their susceptibility to grey mould infection’’, *Journal of Agriculture and Food Research*, 3, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100104>, [πρόσβαση 5/3/2022].
- Camp, C.R., Lamm, F.R., Evans, R.G. and Phene, C.J., 2000, ‘‘ Subsurface drip

- irrigation past, present and future”, In: Proceedings of the 4th decennial National Irrigation Symposium, November 14–16, Phoenix, AZ, USA, pp. 363–372, <https://tinyurl.com/z8f9tjhu> [πρόσβαση 23/12/2021].
- Carisse, O. and Bernier, J., 2002, “Effect of environmental factors on growth, pycnidial production and spore germination of *Microspphaeropsis* isolates with biocontrol potential against apple scab, *Mycol. Res.* 106, pp. 1455–1462.
- Çetin, B., Ozer, H. and Kuscu, H., 2004, “Economics of drip irrigation for apple (*Malus domestica*) orchards in Turkey”, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32, 4, pp. 349-354, DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01140671.2004.9514315> [πρόσβαση 19/12/2021].
- Cheng, L. and Schupp, J., 2004, “ Nitrogen Fertilization of Apple Orchards”, Cornell University, pp. 22-25, <https://tinyurl.com/yuatrmmd> [πρόσβαση 20/01/2022].
- de Jong, D. J., 1980, “Monitoring techniques, forecasting systems, and extension problems in relation to the summer fruit tortricid *Adoxophyes orana* (F.v.R.)”, *Bull OEPP/EPPO*, 10, pp. 213–221.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H., 1979, “Yield response to water”, *FAO Irrigation and Drainage Paper No 3*.
- DuPont, S. T., 2019, “ Phytophthora Crown, Collar and Root Rot of Apple and Cherry”, *WSU Tree Fruit IPM Strategies*, pp. 2-3, <https://tinyurl.com/2p9hbwr4> [πρόσβαση 02/07/2022].
- Fallahi, E., Fallahi, B. and Kiester, M.J., 2018, “ Evapotranspiration-based Irrigation Systems and Nitrogen Effects on Yield and Fruit Quality at Harvest in Fully Mature ‘Fuji’ Apple Trees over Four Years”, 53, 1, DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12393-17> [πρόσβαση 20/01/2021].
- Fujisawa, M. and Kobayashi, K., 2010, “Apple (*Malus pumila* var. *domestica*) phenology is advancing due to rising air temperature in northern Japan”, *Global*

- Change Biology, 16 (10), pp. 2651-2660, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02126.x> [πρόσβαση 19/03/2022].
- Geier, P. W., 1963, “The life history of Codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), in the Australian Capital Territory”, Australian Journal of Zoology, 11, pp. 323-367.
- Hashemi, S.A., Khodaparast, S.A., Elahinia, S.A., Zare, R. and Mousakhah, M., 2014, “A preliminary study on the genus *Fusicladium* s. l. in Iran”, 1(1), pp. 27-33, <https://dx.doi.org/10.22043/mi.2014.4198> [πρόσβαση 21/03/2022].
- Haynes, R.J. and Goh, K.M., 1980, “Distribution and budget of nutrients in a commercial apple orchard”, Plant and Soil, 56, pp. 445–457, <https://tinyurl.com/3bse8hfd> [πρόσβαση 13/02/2022].
- Heard, J.W., Porker, M.J., Armstrong, D.P., Finger, L., Ho, C.K.M., Wales, W.J. and Malcolm, B., 2012, “The economics of subsurface drip irrigation on perennial pastures and fodder production in Australia”, Agric Water Manag, 111, pp. 68–78.
- Ivey, L. M., 2016, “Fire Blight of Apples and Pears”, The Ohio State University-Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, <https://tinyurl.com/bddybcya> [πρόσβαση 30/09/2022].
- Jeffers, S. N. and Aldwinckle, H. S., 1988, “Phytophthora Crown Rot of Apple Trees: Sources of *Phytophthora cactorum* and *P. cambivora* as Primary Inoculum”, Phytopathology, 78, pp. 328-335, <https://tinyurl.com/2rjaypjf> [πρόσβαση 28/08/2022].
- Karmakar, S. and De, S., 2019, “Chapter 5 - Pectin Removal and Clarification of Juices”, In: Separation of Functional Molecules in Food by Membrane Technology, pp. 155-194, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815056-6.00005-X> [πρόσβαση 20/02/2022].

- Kasap, I., 2005, ‘‘Life-history Traits of the Predaceous Mite *Kampimodromus abberans* (Oudem) (Acari: Phytoseiidae) on Four Different Types of Food’’, *Biol. Control*, 35, pp. 40-45.
- Kocourek, F., and Stara, J., 2005, ‘‘Predictive value of a model of the flight activity of *Adoxophyes orana* (Lep.: Tortricidae)’’, *J Pest Sci*, 78, pp. 205–211.
- Kuzin, A. and Solovchenko, A., 2021, ‘‘ Essential Role of Potassium in Apple and Its Implications for Management of Orchard Fertilization’’, *Plants*, 10, 2624, pp. 1-14, <http://dx.doi.org/10.3390/plants10122624> [πρόσβαση 30/01/2022].
- Lieth, J.H. and Oki, L.R., 2019, ‘‘ Irrigation in Soilless Production’’, pp. 381-423, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63696-6.00009-8> [πρόσβαση 23/12/2021].
- Mobley, K. N. and Marini, R. P., 1990, ‘‘Gas exchange characteristics of apple and peach leaves infested by European red mite and twospotted spider mite’’, *J Am. Soc. Hortic. Sci*, 115, pp. 757-761.
- Musa, S., Mehmedi, B. and Musa, A., 2020, ‘‘Panonychus ulmi L. distribution in some apple cultivars’’, *International Journal of Entomology Research*, 6 August, 5, pp. 141-144, <https://tinyurl.com/yckn93d2> [πρόσβαση 09/08/2022].
- Nabyl, B., Lougraimzi, H., Houda El-K., Abidli, Z., Otman, H., Rahali, K. and Aouane, M., 2020, ‘‘Evaluation of the Physico-Chemical Properties of Soil and Apple Leaves (*Malus Domestica*) in Beni Mellal- Khenifra Region, Morocco’’, *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5, pp. 1103-1108, <http://dx.doi.org/10.25046/aj0506134> [πρόσβαση 21/03/2022].
- Pajač Živković I., Pejić, I. and Barić, B., 2011, ‘‘ Codling Moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) – Major Pest in Apple Production: an Overview of its Biology, Resistance, Genetic Structure and Control Strategies’’, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76, pp. 87-92, <https://tinyurl.com/2p8c7m7e> [πρόσβαση 25/07/2022].
- Parrella, M. P. and Jones, V. P., 1987, ‘‘Development of integrated pest management

- strategies in floricultural crops”, Bulletin of the Ecological Society of America, 33, pp. 28–34, <https://doi.org/10.1093/besa/33.1.28> [πρόσβαση 30/06/2022].
- Parrella, M. P., 1987, ‘‘Biology of Liriomyza’’, Annual Review of Entomology, 32(1), pp. 201–224, <https://tinyurl.com/yc4bk2h2> [πρόσβαση 30/06/2022].
- Pehlevan, B. and Kovanci, O. B., 2014, ‘‘First report of Adoxophyes orana in northwestern Turkey: population fluctuation and damage on different host plants’’, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38, pp. 847-856, <https://tinyurl.com/395yycsu> [πρόσβαση 30/06/2022].
- Psallidas, P. G. and Retalis, D. A., 1990, ‘‘Fire blight on pomaceous trees in Greece: Evolution of the disease and characteristics of the pathogen *Erwinia amylovora*’’, Acta Horticulturae, 273, pp. 25-32.
- Rather, S., Buhroo, A. A. and Khanday, L., 2020, ‘‘ Seasonal incidence of apple leaf miner (*Lyonetia clerkella* (L., 1758), Lepidoptera, Lyonetiidae) in Kashmir, India, Acta agriculturae, 115(2):429, DOI: <http://dx.doi.org/10.14720/aas.2020.115.2.1139> [πρόσβαση 30/06/2022].
- Rumayor-Rodriguez, A. and Bravo-Lozano, A., 1991, ‘‘ Effects of three systems and levels of irrigating apple trees’’, Scientia Horticulturae, 47, pp. 67, [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(91\)90028-W](https://doi.org/10.1016/0304-4238(91)90028-W) [πρόσβαση 20/12/2021].
- Shear, C.B., 1980, ‘‘Interaction of nutrition and environment on mineral composition of fruits’’, In Mineral Nutrition of Fruit Trees. Eds Atkinson, D., Jackson, J.E., Sharpies, R.O. and Waller, W.M., pp. 41–50, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1980.92.5> [πρόσβαση 13/02/2022].
- Shorrocks, V.M. and Nicholson, D.D., 1980, ‘‘The influence of boron deficiency on fruit quality’’, In Mineral Nutrition of Fruit Trees. Eds Atkinson, D., Jackson, J.E., Sharpies, R.O. and Waller, W.M., pp. 103–108, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1980.92.14> [πρόσβαση 13/12/2022].

- Spencer, K. A., 1973, ‘‘Agromyzidae (Diptera) of economic importance’’, Springer Science & Business Media, pp. 418, DOI:<https://tinyurl.com/yc82u9vx> [πρόσβαση 30/06/2022].
- Stamenkovic, S. and Pesic, M., 1998, ‘‘Economically important Tortricidae of pear’’, Acta Entomol Serbica, 3, pp. 149–157.
- Štampar, F., Bizjak, J., Veberič, R. and Jakopič, J., 2015, ‘‘Foliar Application Of Phosphorus Improves Apple Fruit Color During Ripening’’, Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 63(4), pp. 1195–1200, <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201563041195> [πρόσβαση 30/01/2022].
- Steiner, P. W., 2000, ‘‘Integrated orchard and nursery management for the control of fire blight’’, In: Vanneste J L, ed., Fire Blight: The Disease and its Causative Agent, *Erwinia amylovora*, CABI, Wallingford, pp. 339–358.
- Thomidis, T., 2001, ‘‘ Testing variability in pathogenicity of *Phytophthora cactorum*, *P. citrophthora* and *P. syringae* to apple, pear, peach, cherry and plum rootstocks’’, Phytoparasitica, 29(1), pp. 47-49, DOI: [10.1007/BF02981813](https://doi.org/10.1007/BF02981813) [πρόσβαση 27/08/2022].
- Thomidis, T., 2003, ‘‘ Influence of temperature and bark injuries on the development of *Phytophthora cactorum* and *P. citrophthora* on peach trees’’, Scientia Horticulturae, 98, pp. 347-355, DOI:[10.1016/S0304-4238\(03\)00016-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(03)00016-5) [πρόσβαση 28/08/2022].
- Valentinuzzi, F., Venuti, S., Pii, Y., Marroni, F., Cesco, S., Hartmann, F., Mimmo, T., Morgante, M., Pinton, R., Tomasi, N. and Zanin, L., 2019, ‘‘ Common and specific responses to iron and phosphorus deficiencies in roots of apple tree (*Malus × domestica*)’’, Plant Mol Biol., 101(1-2), pp. 129-148, <https://doi.org/10.1007/s11103-019-00896-w> [πρόσβαση 12/02/2022].
- Vasić, M., Vico, I., Jurick W. II and Duduk, N., 2017, ‘‘Distribution and

- Characterization of *Monilinia* spp. Causing Apple Fruit Decay in Serbia”, Plant Disease, 102(2), pp. 359-369, <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-06-17-0867-RE> [πρόσβαση 21/03/2022].
- Wearing, C. H. and Ferguson, A. M., 1971, ‘‘Variation in the fecundity of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* L.’’, New Zealand Journal of Science, 16, pp. 697-710.
- Wearing, C. H., Hansen, J. D., Whyte, C., Miller, C. E. and Brown, J., 2001, ‘‘The potential for spread of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) via commercial sweet cherry fruit: a critical review and risk assessment’’, Crop Protection, 20, pp. 465-488.
- Whittle, K., 1985, ‘‘Summer fruit tortrix moth: *Adoxophyes orana* (Fischer von Roeslerstamm)’’, Hyattsville, MD, USA: USDA-APHIS.
- Wojcik, P.P, n.d., ‘‘Nutrition and Calcium Fertilization of Apple Trees’’, Research Institute of Pomology and Floriculture, 18, pp. 111-112, <https://tinyurl.com/4kb4m8ms> [πρόσβαση 13/02/2022].
- Wolfe, D.V, 1995, ‘‘Irrigation scheduling: when and howmuch water to apply’’, F&VS Report No. 20, Department of Fruit and Vegetable Science, Cornell University.
- Xie, R., Zhao, J., Lu, L., Ge, J., Brown, H.P., Wei, S., Wang, R., Qiao, Y., Webb, M.S. and Tian, S., 2019, ‘‘ Efficient phloem remobilization of Zn protects apple trees during the early stages of Zn deficiency’’, Plant, Cell and Environment 42(12), <https://doi.org/10.1111/pce.13621> [πρόσβαση 12/02/2022].
- Zhao, Y., Tian, Y., Wang, L., Geng, G., Zhao, W., Hu, B. and Zhao, Y., 2019, ‘‘ Fire blight disease, a fast-approaching threat to apple and pear production in China’’, Journal of Integrative Agriculture, 18(4), pp. 815–820, <https://tinyurl.com/2p8bjhs3> [πρόσβαση 05/08/2022].

Ελληνική βιβλιογραφία

Βασιλακάκης, Μ., 2016, Γενική και Ειδική Δενδροκομία, Εκδόσεις Άγι-Σάββα Δ.

Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 477-536.

Θεριός, Ν. Ι. και Δημάση-Θεριού, Κ., 2013, Ειδική Δενδροκομία – Φυλλοβόλα

Οπωροφόρα Δένδρα, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 11-158.

Παναγόπουλος, Γ.Χ., 2007, Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου, Εκδόσεις

Αθ.Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 19-186.

Σωτηρόπουλος, Θ., 2014, “Οι ποικιλίες της μηλιάς”, *ΑγροΤύπος*, 6/2014, σελ. 40-46,

<https://tinyurl.com/yc57ucyp> [πρόσβαση 30/11/2022].

Σωτηρόπουλος, Θ., 2016, “Κυριότερα χρησιμοποιούμενα υποκείμενα. Σχήματα

φύτευσης και διαμόρφωσης”, *ΑγροΤύπος*, 6/2014, σελ. 30-36,

<https://tinyurl.com/3c8wa2x4> [πρόσβαση 11/02/2023].

Ιστοσελίδες

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [πρόσβαση 23/01/2022]

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2016> [πρόσβαση 23/01/2022]

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2017> [πρόσβαση 23/01/2022]

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2018> [πρόσβαση 23/01/2022]

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2019> [πρόσβαση 23/01/2022]

<http://local.e-history.gr/pages/viewpage.action?pageId=8488252> [πρόσβαση
15/11/2022]

<https://old.dimosagias.gr/topika-proionta/item/164-mila-agias.html> [πρόσβαση
20/11/2022]

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG63/2017> [πρόσβαση 20/12/2022]

<https://tsemmelis.gr/portfolio/poikilia-mhlia-jeromine/> [πρόσβαση 20/02/2023]

<https://tsemmelis.gr/portfolio/poikilia-milia-scarlet-spur/> [πρόσβαση 20/02/2023]